

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
SYSTÈMES NUMÉRIQUES

Option B - Électronique et Communications

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

SESSION 2019

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Ce sujet comporte :

Présentation du système	PR 1 à PR 5
Sujet	
Questionnaire Partie 1 Électronique	S-Pro 1 à S-Pro 6
Document réponses à rendre avec la copie	DR-Pro 1 à DR-Pro 6
Questionnaire Partie 2 Physique	S-SP 1 à S-SP 11
Document réponses à rendre avec la copie	DR-SP 1 à DR-SP4
Documentation	DOC 1 à DOC 15

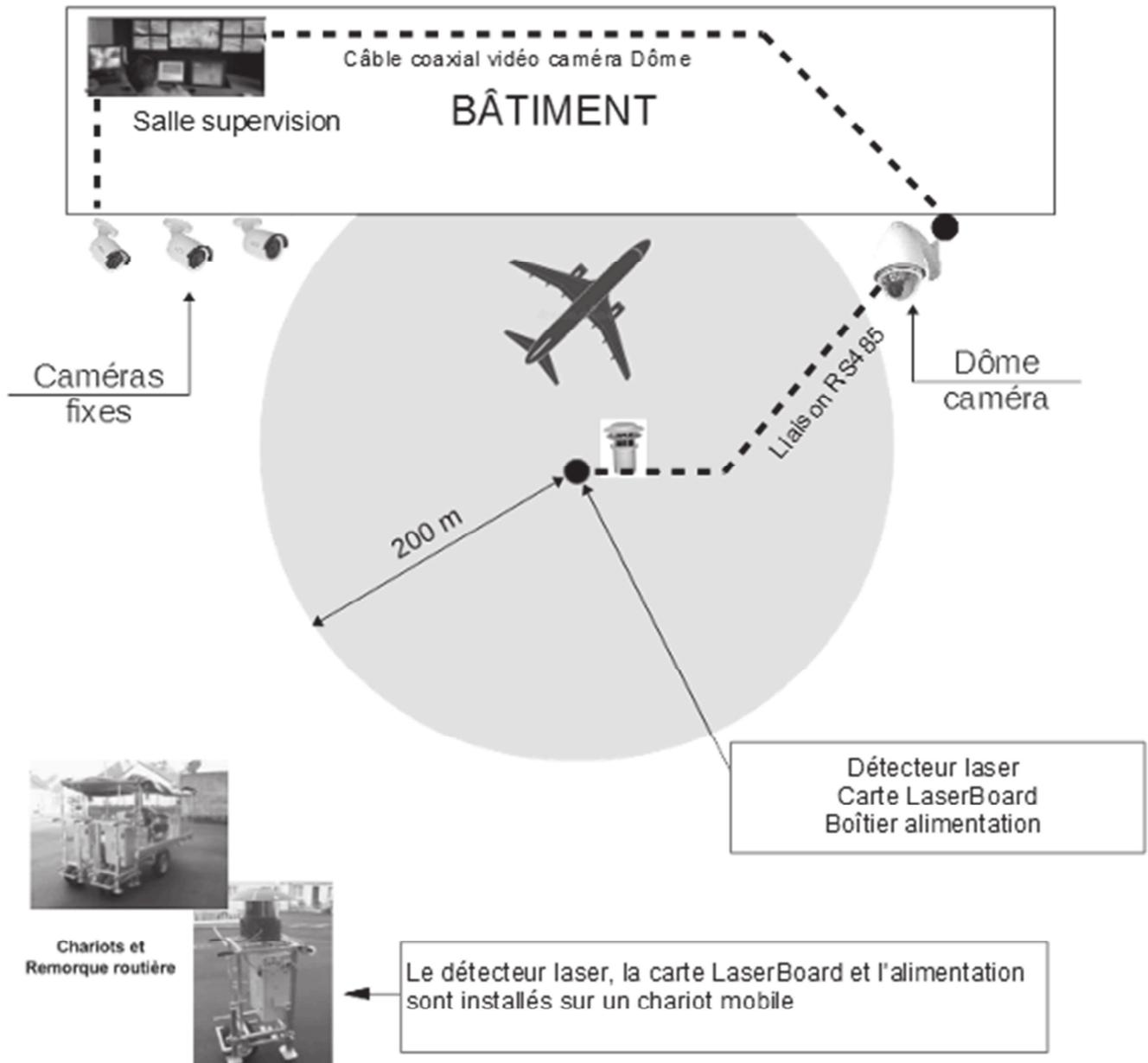
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Chaque candidat remettra deux copies séparées : une copie « domaine professionnel » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-Pro 1 à 6 et une copie « Sciences Physiques » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-SP 1 à 4.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page de garde
19SN4SNEC1		

Systeme de surveillance d'avion sur un aéroport

L'objet étudié est un système de vidéo-surveillance d'un avion sur un aéroport. Un détecteur laser (ALS) balaie la zone à surveiller et compare le signal réfléchi avec une référence. Lorsqu'une différence est détectée, le dispositif *LaserBoard* envoie les coordonnées de la cible à une caméra dôme PTZ (*Pan Tilt Zoom*) située sur le toit du bâtiment de supervision. La caméra transmet l'image de l'intrus à un PC situé dans la salle de supervision.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 1 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Le détecteur laser (ALS)

La télémétrie laser est une technique de détection d'intrusion en zone extérieure. Elle présente de nombreux avantages là où les technologies traditionnelles sont inopérantes. La télémétrie laser, technologie éprouvée depuis de nombreuses années dans le domaine militaire, offre des fonctionnalités uniques :

- détection et localisation de l'intrus ;
- détection sur la taille de l'intrus (pas de fausse alarme due aux petits animaux ou aux oiseaux) ;
- possibilité de masquage à l'intérieur de la zone de détection ;
- possibilité de tracking, le détecteur gère automatiquement une caméra vidéo orientable qui permet une levée de doute. Ce cas de configuration est possible si le détecteur laser est situé sur le même axe de la caméra.

L'entreprise SERIS utilise actuellement pour ses systèmes de surveillance le détecteur laser (ALS) qui réalise une détection sur 360° avec une portée de 200 m (rayon).

Détecteur laser

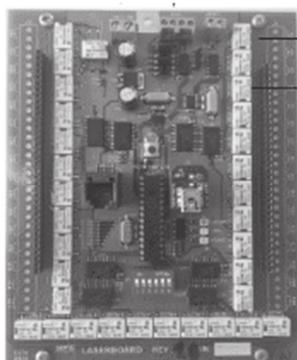


(ALS)

Dispositif *LaserBoard*

Pour améliorer son offre de surveillance, la société SERIS a développé une carte électronique nommée *LaserBoard*. Cette carte permet de calculer les orientations à appliquer à la caméra pour visualiser l'intrusion détectée par le laser. Cette opération était précédemment réalisée par un ordinateur.

Carte *LaserBoard*



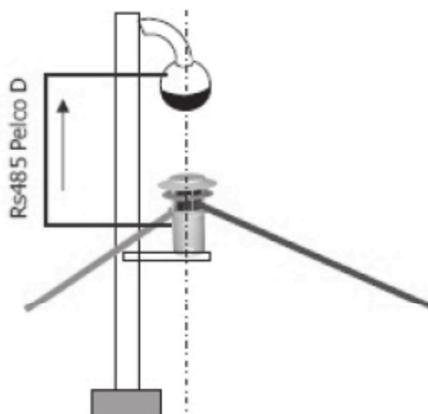
Le dispositif *LaserBoard* dispose de boucles sèches pour l'activation de caméras fixes. Le dispositif peut activer au maximum 32 caméras fixes. Les 3 caméras fixes nécessaires au système de surveillance sont activées dans des zones dites mortes (masquées pour la caméra orientable). L'installation du nombre de caméras fixes est réalisée en collaboration avec le responsable sécurité du site à surveiller. L'ensemble du câblage (alimentation secteur, liaison caméra dôme, et alimentation caméras fixes) est disponible par bus de terrain implanté dans le sol et reliant le bâtiment au centre de la zone de détection. L'ensemble des données vidéo sont à disposition de la salle de supervision située dans le bâtiment. Ce dispositif de surveillance de zone morte n'était pas disponible sur la version précédente avec ordinateur.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 2 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Suivant le type d'installation sur un site de surveillance, la société SERIS propose 2 configurations possibles.

Configuration 1 : sans dispositif *LaserBoard*

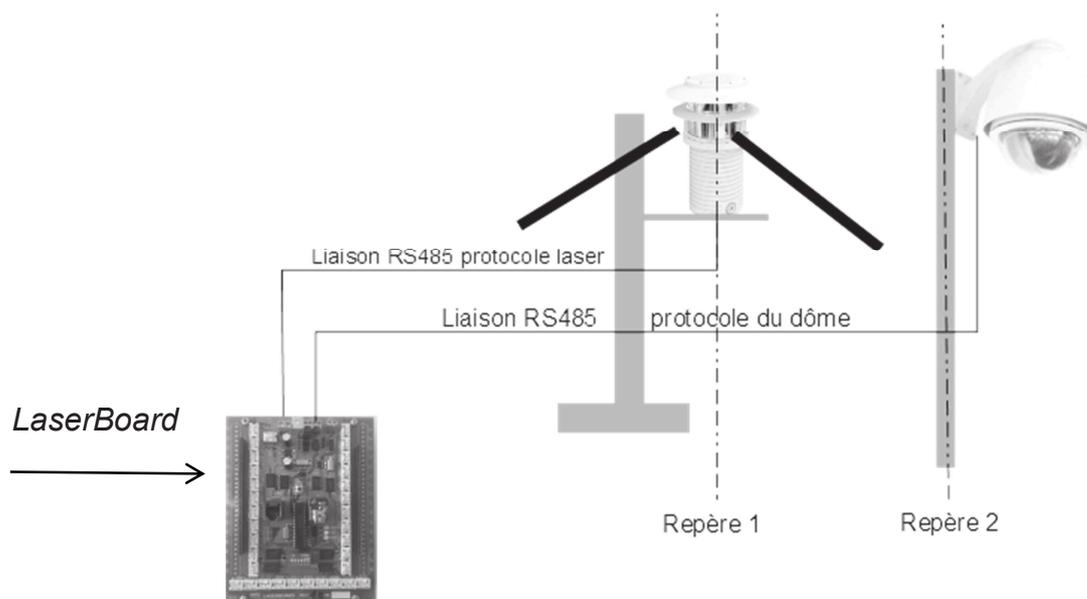
Le détecteur laser et le dôme caméra sont alignés sur un même axe vertical.



Le détecteur laser (ALS) réalise la détection d'intrusion. Ces coordonnées sont transmises à la caméra de surveillance orientable par un bus de terrain au protocole Pelco D qui est un standard de communication adapté à ce type de caméra. L'intrusion est donc suivie par la caméra. Les images sont transmises par liaison filaire ou radio à la salle de supervision.

Configuration 2 : avec dispositif *LaserBoard*

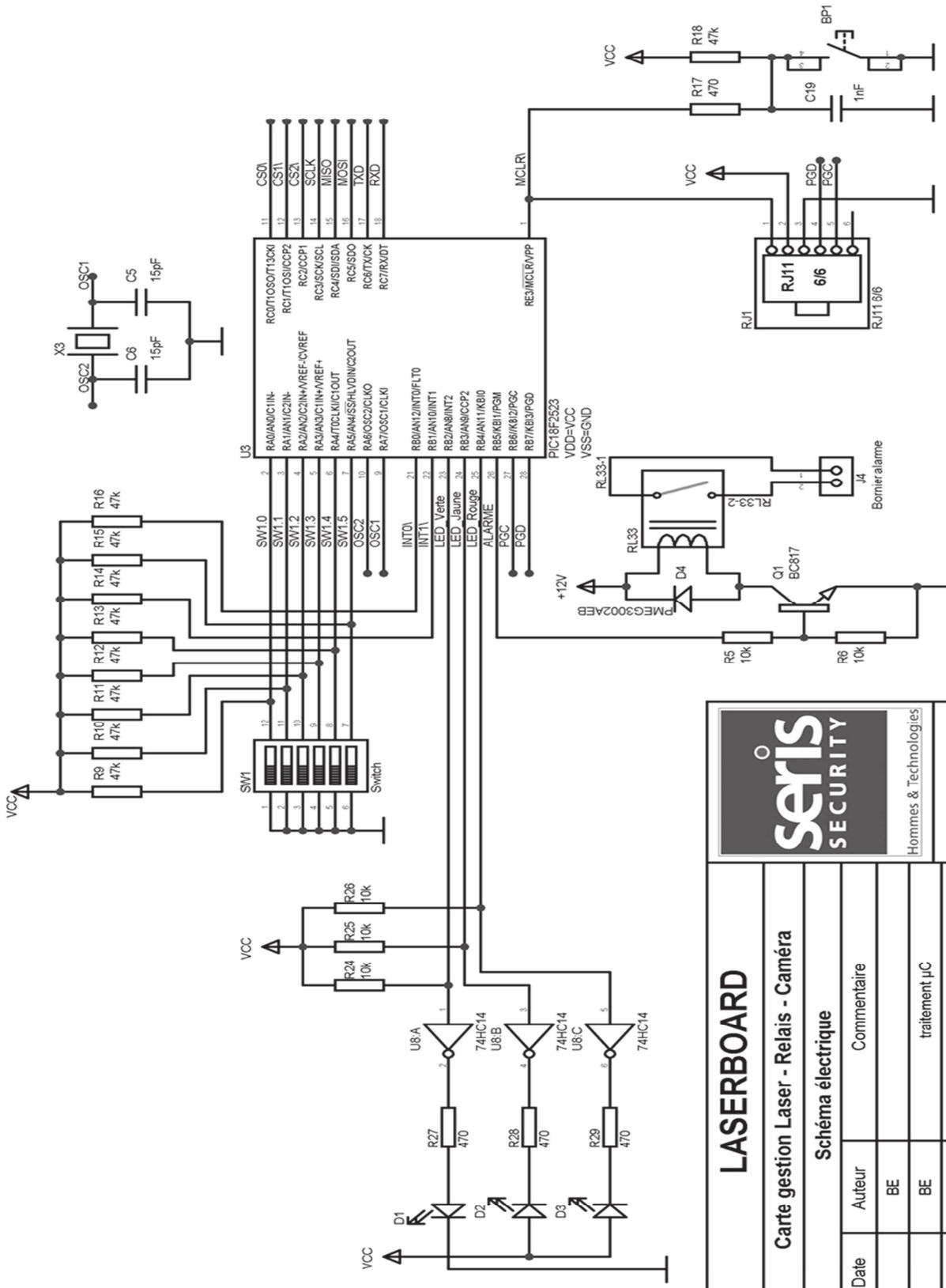
Le laser et la caméra orientable sont installés dans des zones géographiques distinctes.



Le système de surveillance nécessite la carte LaserBoard pour effectuer les calculs de changement de repère entre le laser et la caméra dôme.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 3 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Schéma structurel carte LaserBoard (partie traitement microcontrôleur)



Hommes & Technologies
SERIS SECURITY

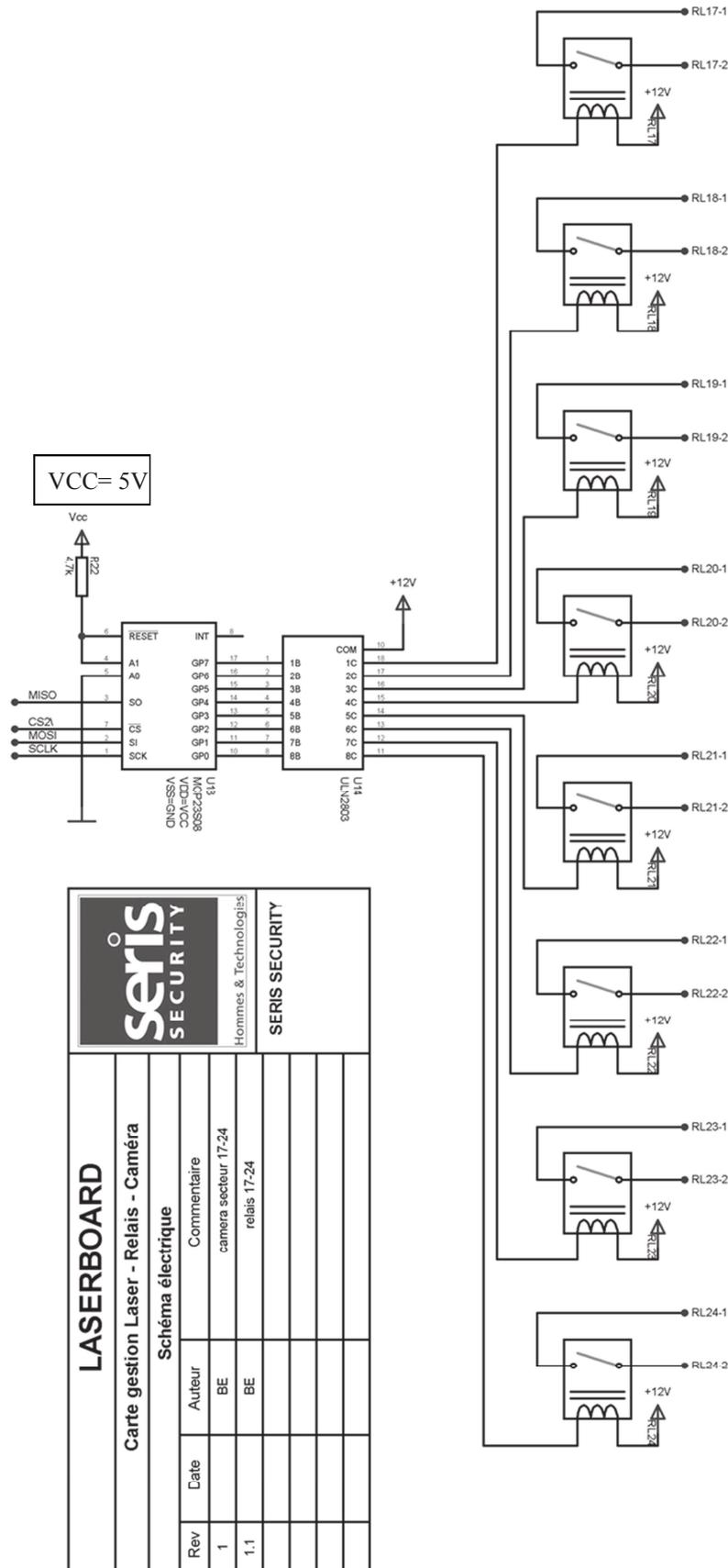
LASERBOARD

Carte gestion Laser - Relais - Caméra

Schéma électrique

Rev	Date	Auteur	Commentaire
1		BE	
1.1		BE	traitement µC

Schéma structurel carte LaserBoard (partie relais secteur 17 à 24)



		SERIS SECURITY Hommes & Technologies	
		LASERBOARD	
Carte gestion Laser - Relais - Caméra			
Schéma électrique			
Rev	Date	Auteur	Commentaire
1		BE	camera secteur 17-24
1.1		BE	relais 17-24

Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h coefficient 3

Partie A. Définition de l'architecture matérielle système

Problématique analyser une architecture matérielle permettant de réaliser la surveillance d'un avion sur le parking d'un aéroport.

Pour répondre aux questions suivantes vous vous référerez aux documents PR1 et PR3 ainsi qu'aux documents DOC2 à DOC5.

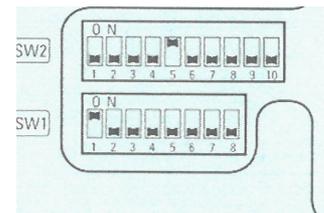
- Q1.** Identifier en justifiant votre réponse le type de configuration (1 ou 2) à mettre en place dans notre cas où la caméra dôme est située sur le toit du bâtiment.
- Q2.** Compléter, sur le diagramme des cas d'utilisation (document réponses DR-Pro1), les objets techniques (détecteur laser, Caméra dôme, caméras fixes et *LaserBoard*) correspondants aux repères (1), (2), (3) et (4).
- Q3.** Identifier la classe du détecteur laser et conclure sur la dangerosité pour les personnes.

La carte *LaserBoard* est configurée en mode « full contrai»

- Q4.** Montrer que la période d'interrogation du laser est compatible avec le temps de réaction du détecteur laser. --, ---
- Q5.** Déterminer le type de liaison à câbler entre le détecteur laser et la carte *LaserBoard*.

La liaison de la caméra dôme est configurable par des micro-interrupteurs. Dans notre cas, ils sont configurés selon la figure ci-contre:

- Q6.** Déterminer le type de liaison à câbler entre la carte *LaserBoard* et la caméra dôme.
- Q7.** Compléter sur document réponses DR-Pro1 le diagramme *SysML ibd* du système de surveillance en indiquant le nom des données échangées entre les éléments.



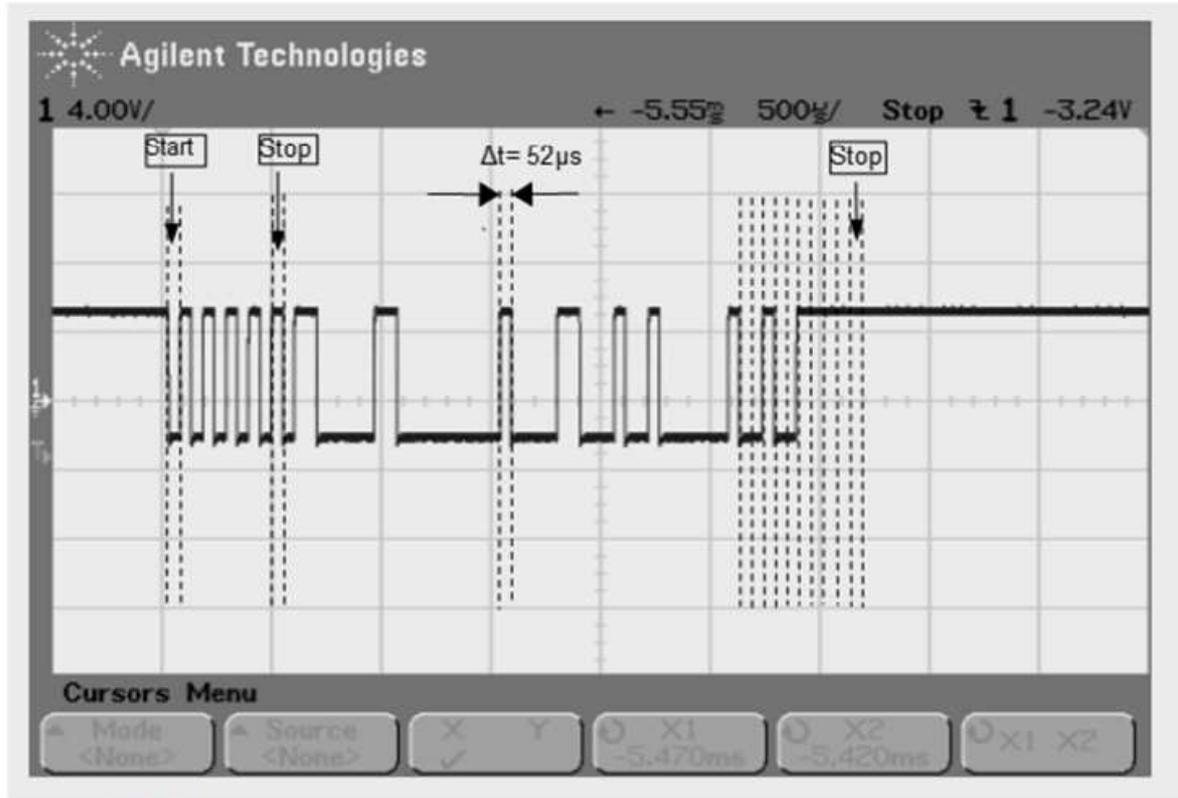
- Q8.** Compléter le tableau de données d'intrusions sur le document réponses DR-Pro2 pour les intrusions 1, 2 et 3.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro1 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie B. Communication détecteur laser - *LaserBoard*

Problématique : analyser la communication numérique entre le détecteur laser et la carte LaserBoard.

Un extrait du protocole de communication du détecteur laser est donné pages DOC6 et DOC7. Un oscillogramme du bus RS485 entre le détecteur laser et la carte LaserBoard est représenté ci-dessous.



Présentations données :



- Q9.** Montrer, d'après l'oscillogramme ci-dessus, que la vitesse de transmission est conforme avec le protocole du détecteur laser.
- Q10.** Déterminer la valeur du premier octet de la trame en hexadécimal et compléter la colonne octet 1 (*Header tag*) du tableau du document réponses DR-Pro3.
- Q11.** Définir, à l'aide du protocole du détecteur laser, le rôle et le mode de calcul de l'octet checksum.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro2 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

- Q12.** Calculer la valeur de l'octet Checksum et reporter la valeur en hexadécimal dans la colonne octet 6 (*Check sum*) du tableau du document réponses DR-Pro3.
- Q13.** Repérer, sur l'oscillogramme du document réponses DR-Pro3, la position de l'octet 6 en repérant son bit de *start* et indiquer la valeur en binaire et en hexadécimal de l'octet *Checksum*.
- Q14.** Déterminer, en fonction de l'octet 2 de la trame de communication du détecteur laser, le nom de l'objet technique qui est émetteur et le nom du récepteur.
- Q15.** Indiquer la fonction de cette trame représentée.

Suite à la requête de demande d'intrusion de la carte LaserBoard. Le détecteur laser transmet la trame suivante :

	Command byte	Size	Type	1 Byte	2 Byte	3 Byte	4 Byte	Check sum
0x55 0x08 0x00	0x18	0x04	0x00	0x00	0x5A	0xB8	0xFF	0x8D

- Q16.** Déterminer suivant la valeur de l'octet '*Length & Master Tag*' le nombre d'octets du champ 'Address and Data bytes'.
- Q17.** Identifier à l'aide des octets *Size* et *Type* le rôle de cette trame.
- Q18.** Compléter suivant la trame et le protocole du détecteur laser, le tableau de données *azimut* et *Range* du document réponses DR-Pro3.
- Q19.** Déterminer la distance en mètre de l'intrusion par rapport au détecteur : | |
- Q20.** Déterminer l'azimut en degré de l'intrusion par rapport au détecteur.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro3 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie C. Communication *LaserBoard* - caméra dôme

Problématique : analyser la communication numérique entre la carte *LaserBoard* et la caméra dôme.

La représentation des données d'intrusions est précisée page DOCS. Un extrait du protocole PELCO D est donné pages 00GB et DOC9.

- Q21.** Préciser la vitesse de transmission de la liaison RS485 entre la *LaserBoard* et la caméra dôme. Calculer la durée d'un bit.
- Q22.** Déterminer le nombre d'octets total nécessaires pour contrôler le *Pan*, le *Tilt* et le *Zoom* de la caméra dôme.

La durée entre les trames de commandes *Pan Tilt* et *Zoom* est négligeable.

- Q23.** Calculer pour une intrusion détectée la durée de la transmission entre la *LaserBoard* et la caméra dôme. Comparer cette durée de transmission avec le temps de réaction du détecteur laser.
- Q24.** Déterminer la valeur maximale de la donnée *Pan* et montrer que le nombre de bits est suffisant pour coder cette valeur.
- Q25.** Déterminer la valeur en hexadécimal des octets 5 et 6 pour un *Pan* de 155,56°.
- Q26.** Compléter la trame de commande du *Pan* sur le diagramme de séquence du document réponses DR-Pro4.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro4 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie D. Caméra secteur

Problématique : installation de caméra fixes pour des zones mortes.

Une zone morte représente un secteur non visualisé par la caméra dôme (zone cachée par la position de l'avion).

La zone à surveiller nécessite trois caméras fixes pour surveiller respectivement les secteurs 20, 21 et 22. Une représentation des secteurs pour l'activation des caméra fixes est donnée page DOC10. Une fonction décrite en langage C nommée `detection_secteur()` sur la page DOC11 permet de calculer le numéro du secteur concerné par une intrusion.

- Q27.** Indiquer le nombre total de couronnes correspondant aux 32 secteurs et préciser le numéro de la couronne pour le secteur 21.
- Q28.** Calculer les valeurs numériques range et azimuth de l'intrusion dans le secteur 21 représentée par un point noir sur la page DOC10. Reporter les valeurs dans le tableau du document réponses DR-Pros.
- Q29.** Compléter le tableau sur le document réponses DR-Pro5 après l'exécution de la fonction `detection_secteur()` en utilisant les valeurs de *range* et *azimut* calculés précédemment.

Un schéma structurel partiel de la carte LaserBoard est présenté page PR4 pour le microcontrôleur et page PR5 pour la commande des secteurs 17 à 24. La documentation du circuit intégré MCP23S08 est donnée pages DOC12 à DOC14.

- Q30.** Déterminer le nombre de circuits MCP23S08 (U13 sur la page PR5) nécessaire sur la carte LaserBoarct pour piloter les 32 secteurs caméra fixes. --
- Q31.** Identifier à l'aide des schémas structurels et de la documentation du MCP23S08 le nom de la liaison entre le microcontrôleur U3 et le circuit U13.
- Q32.** Compléter sur le document réponses DR-Pro5 la valeur de l'octet Device Opcode (figure 1-5 de la page DOC 13) pour activer le relais secteur 21.
- Q33.** Décoder la trame de commande du relais correspondant au secteur 21 donnée sur le document réponses DR-Pro5. Reporter les valeurs (Adresse registre) et (données du registre) en hexadécimal.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

La fonction `wr_MCP23S08` ci-dessous en langage C permet d'écrire une donnée dans les registres du circuit MCP23S08

```
//-----  
// fonction: wr_MCP23S08  
1/-----  
void wr_MCP23S08 (unsigned char Device_Opcode, unsigned char registre, unsigned  
char donnee)  
  
CS_MCP23S08 = 0;  
SPI_putch(Device_Opcode); SPI_putch(registre); SPI_putch(donnee); CS_MCP23S08 =  
1;
```

- Q34.** Compléter la ligne de programmation sur le document réponses DR-Pro6 qui permet d'exécuter la fonction `wr_MCP23S08` pour obtenir la trame de commande du relais du secteur 21.
- Q35.** Préciser le nom et le rôle du registre du circuit MCP23S08 associé à la trame de commande du relais du secteur 21.
- Q36.** Déterminer la valeur de la tension sur la sortie nommée GP3 du composant U13 (page PR5) après l'exécution de la trame.

Le signal `CS2` permet de sélectionner l'ensemble des circuits MCP23S08 de la carte LaserBoard. Il est donc nécessaire d'activer le contrôle d'adresse pour ces composants.

- Q37.** Déterminer La valeur du bit 3 du registre `IOCON` pour activer le mode adresse de chaque circuit `MCP23S08`.

La documentation du relais de commande de la caméra secteur et du circuit ULN2803 est donnée page DOC15.

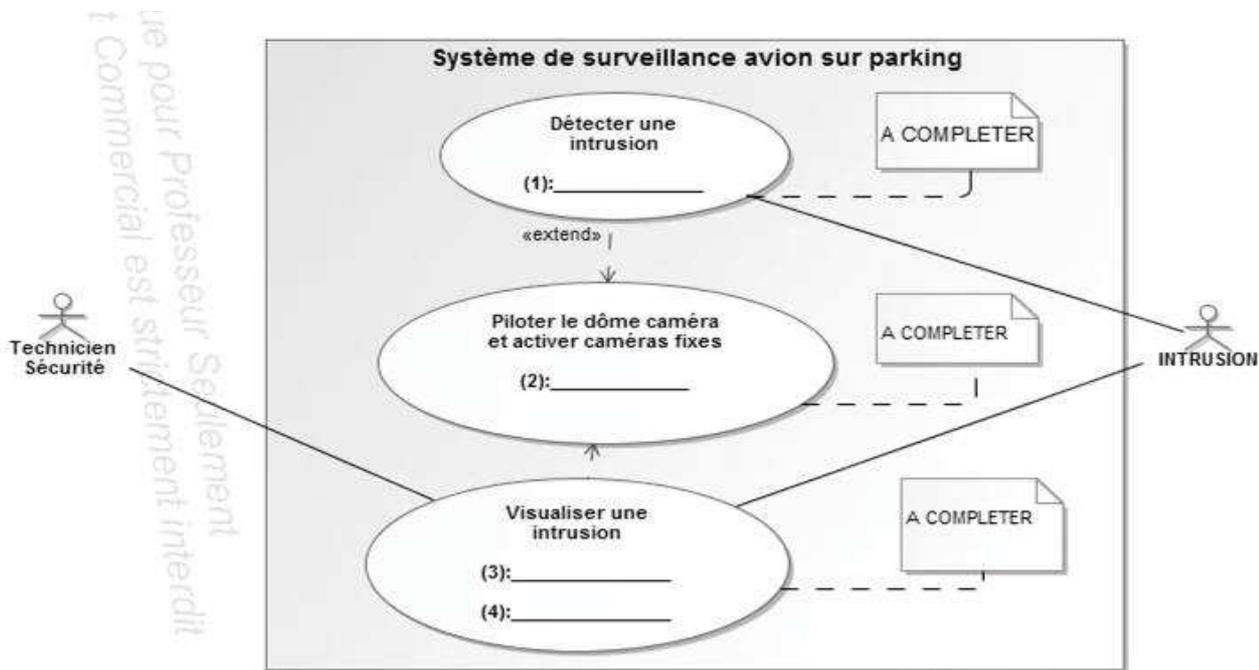
- Q38.** Compléter le schéma structurel sur le document réponses DR-Pro6 en reliant la structure interne de sortie du composant ULN2803 (U14 de la page PR5) au relais du secteur 21.
- Q39.** Placer sur le schéma du document réponses DR-Pro6 la tension `VCE(sat)` de sortie du circuit ULN2803.
- Q40.** Calculer la tension aux bornes de la bobine du relais.
- Q41.** Montrer, en utilisant la valeur du paramètre *Must operate voltage* du relais que celui-ci est convenablement alimenté.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro6 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

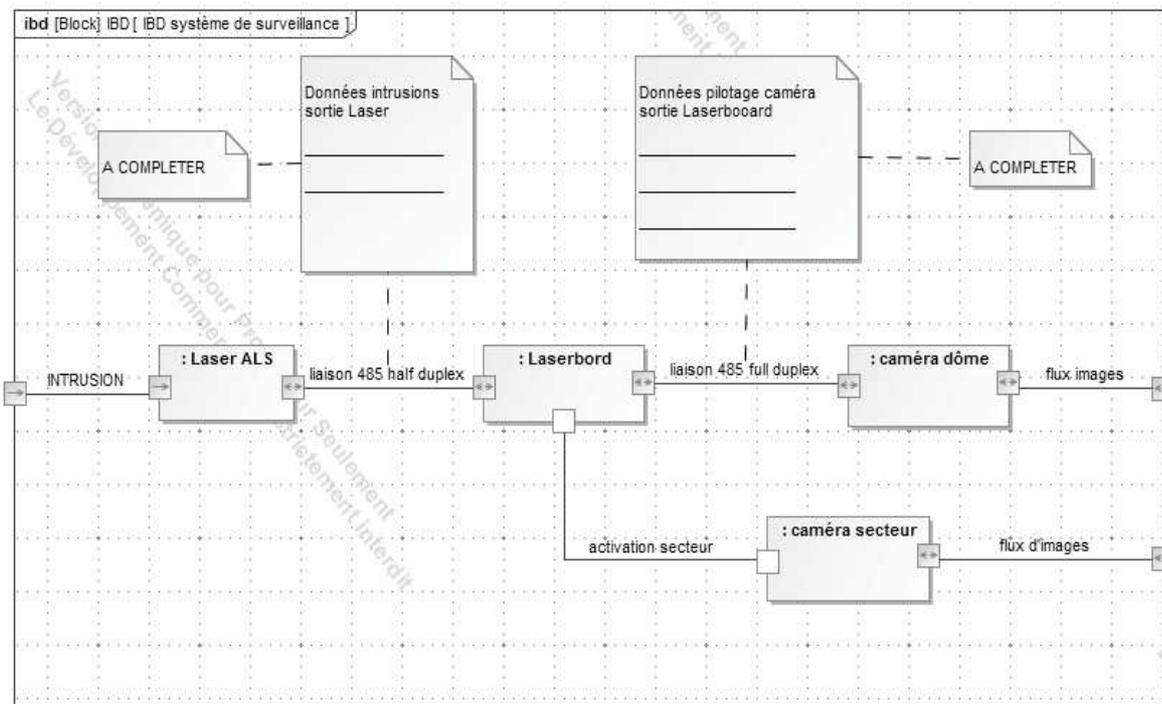
DOCUMENT RÉPONSES

DOMAINE PROFESSIONNEL

Réponse à la question Q2

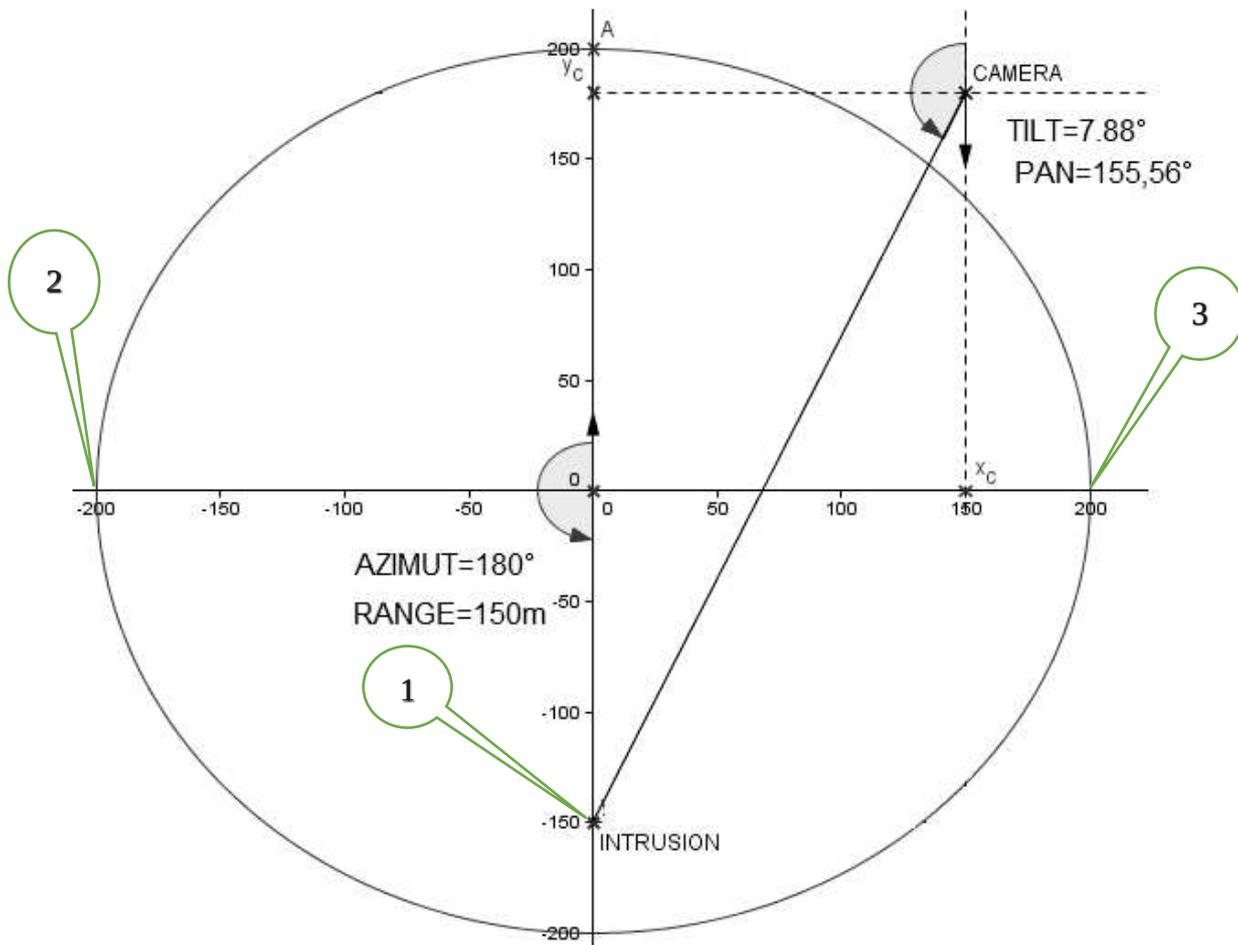


Réponse à la question Q7



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro1 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q8



INTRUSION	Range ou distance en m	AZIMUT ou angle en °	Panoramique pan en °	Inclinaison tilt en °
1				
2			117,22°	7,26°
3			195,52°	15,03°

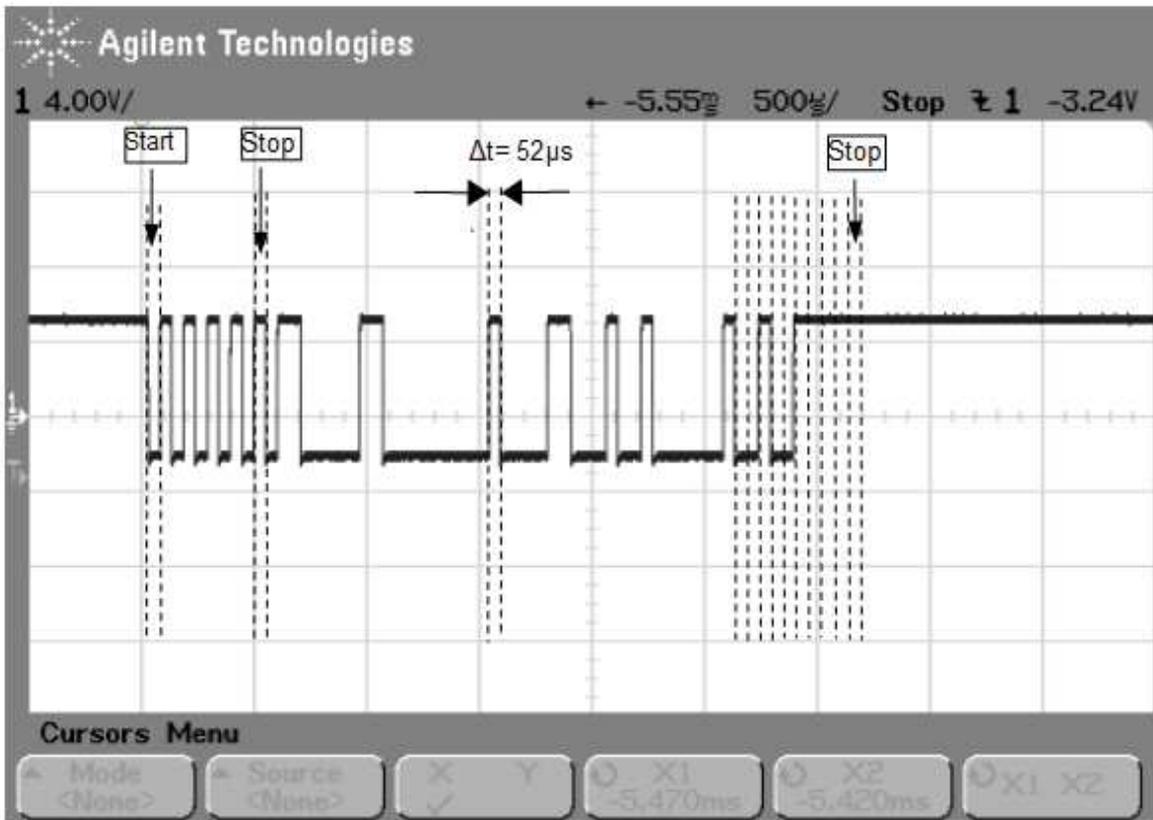
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro2 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse aux questions Q10 et Q12

TRAME de la liaison RS485 entre le laser et la carte LaserBoard

Octet 1 (Header tag)	Octet 2 (Master Tag + lenght)	Octet 3 (Adress laser)	Octet 4 (Command)	Octet 5 (Additional Command)	Octet 6 (Check sum)
	0x83	0x00	0x18	0x02	

Réponse à la question Q13



Checksum (binaire) : _____ Checksum (hexadécimal) : _____

Réponse à la question Q18

Données Azimut :

Azt12	Azt 11	Azt10	Azt 9	Azt 8	Azt 7	Azt 6	Azt 5	Azt 4	Azt 3	Azt 2	Azt 1	Azt 0

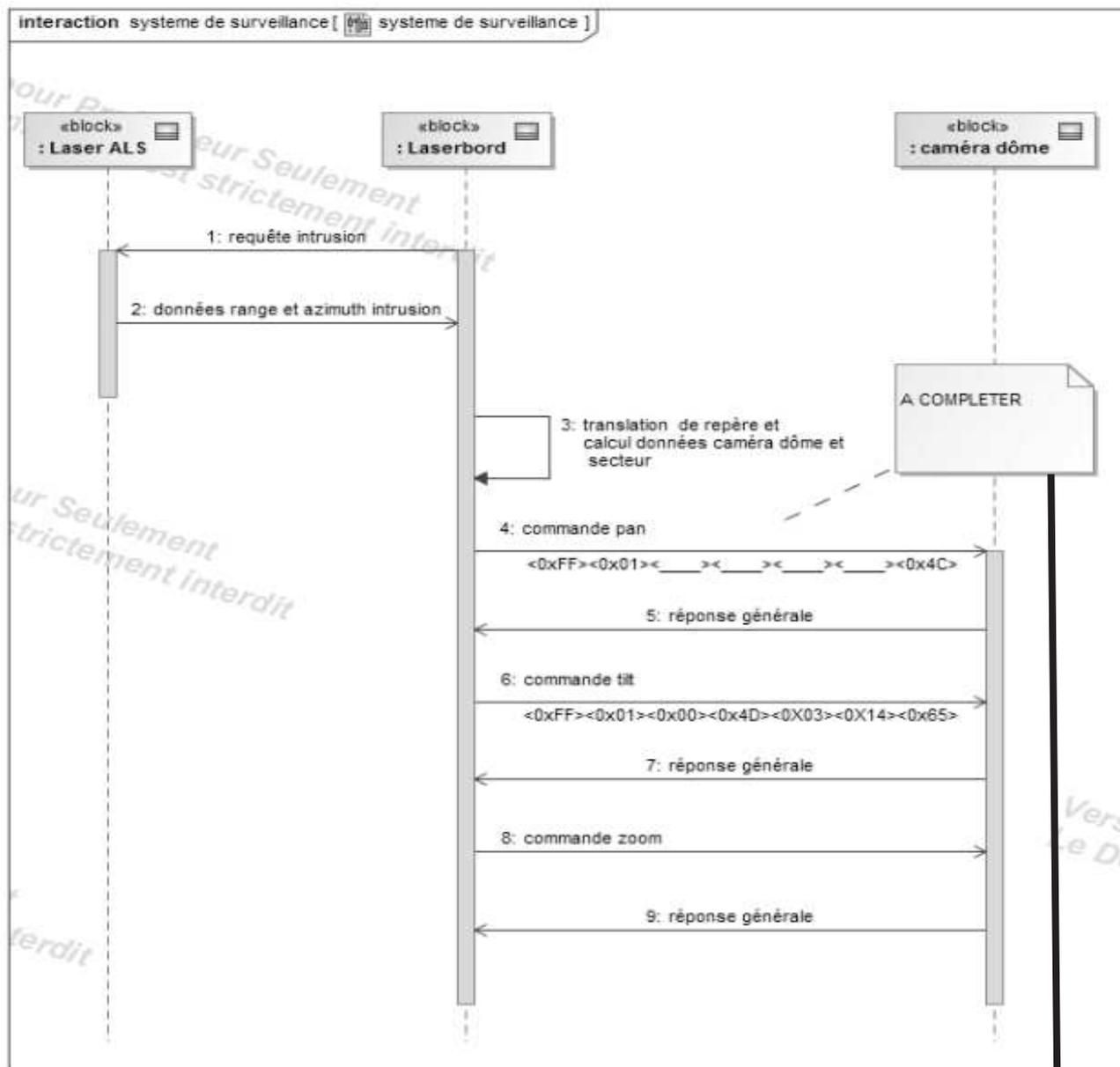
Données range :

Range 10	Range 9	Range 8	Range 7	Range 6	Range 5	Range 4	Range 3	Range 2	Range 1	Range 0

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro3 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q26

La trame à compléter est agrandi en bas de page.



4 : command pan

<0xFF><0x01><____><____><____><____><0x4C>

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro4 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse aux questions Q28 et Q29

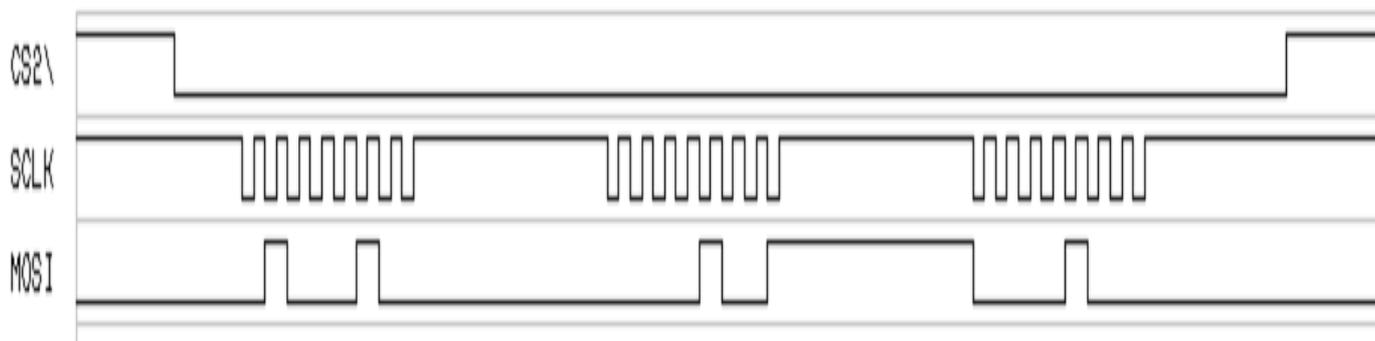
Nom des variables	Contenu des variables
range	
azimut	
couronne	
premier_secteur[couronne]	
angle_secteur[couronne]	
secteur	

Réponse à la question Q32

					A1	A0	R/W

Réponse à la question Q33

Trame de commande du relais secteur 21



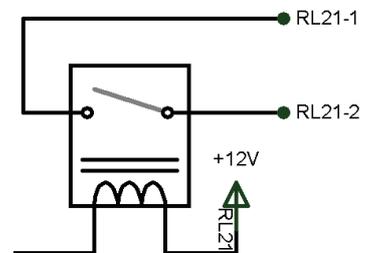
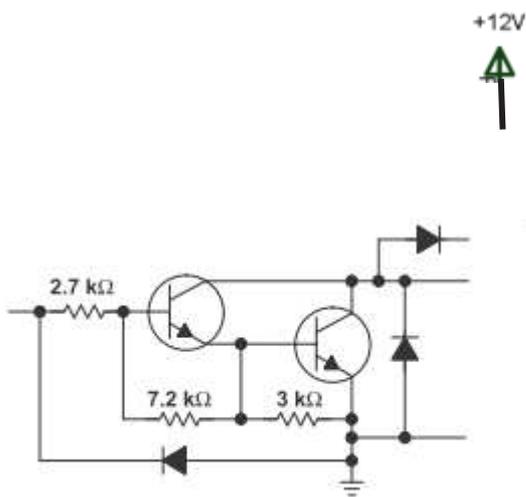
Device_Opcode	Adresse registre	Données du registre

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro5 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q34

wr_MCP23S08 (0x____,0x____,0x____) ;

Réponse aux questions Q38 et Q39



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro6 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 2 Sciences physiques

Durée 2 h coefficient 2

Le sujet est composé de trois parties indépendantes :

Partie A : Amélioration du fonctionnement de la détection du Laser ALS ;

Partie B : Analyse de la liaison RS485 filaire entre le détecteur Laser et la caméra ;

Partie C : Remplacement de la liaison filaire par un module radio.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP1 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie A: Amélioration du fonctionnement du laser ALS

Problématique : amélioration de la détection d'intrus.

La détection d'intrusion se fait à l'aide du laser ALS. L'onde électromagnétique issue du Laser est caractérisée par une longueur d'onde notée λ et qui vaut 905 nm.

Q42. Indiquer le nom du domaine de longueur d'onde auquel appartient cette onde électromagnétique. On rappelle que le domaine des longueurs d'onde du visible se trouve entre 400 nm et 800 nm.

Pour assurer la fonction de détection d'intrusion, le Laser doit effectuer au préalable une cartographie de référence. Dans un premier temps, la zone à surveiller est balayée par un faisceau Laser RA (comme indiqué sur la figure 1 ci-dessous) et 6000 points de mesures de référence sont relevés pour une rotation d'un tour. L'inclinaison du rayon est paramétrée ici de telle sorte que $L = 150$ m.

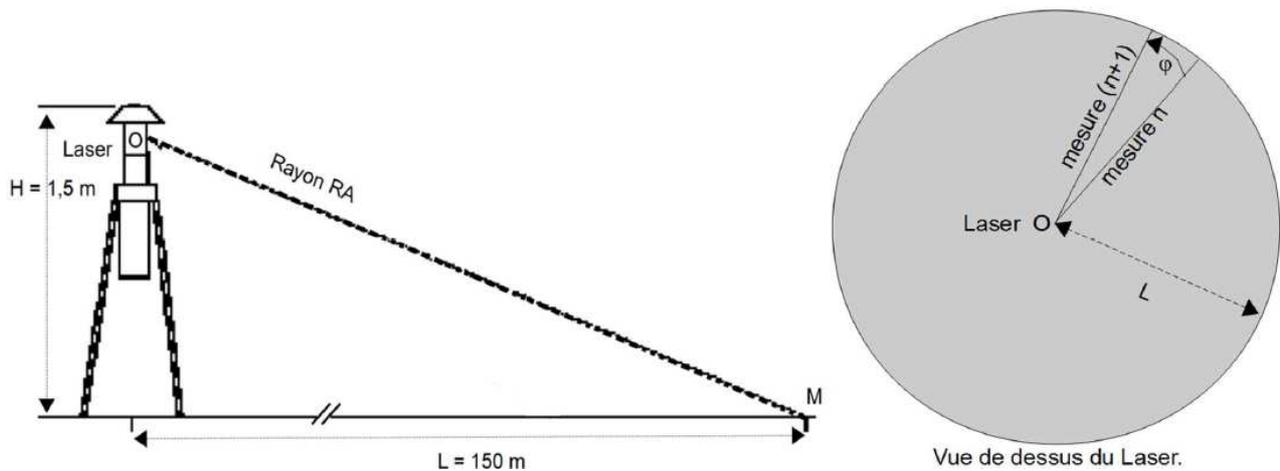


Figure 1 : schéma de l'installation (échelle non respectée).

Q43. Montrer que l'angle ϕ séparant les rayons de deux mesures successives (voir figure 1) vaut environ 1 mrad.

Rappel : la longueur \hat{A} de l'arc défini par deux rayons de longueur R et formant un angle (ϕ) est $\hat{A} = R(\phi)$.

Q44. En déduire la largeur maximale d'un objet situé à 125 m du Laser, notée L_{\max} , pour qu'il ne soit pas, à coup sûr, atteint par deux rayons successifs.

Le Laser donne la mesure du retard θ entre le signal émis et le signal reçu. La mesure de ce retard donne alors la valeur de la distance entre le Laser (point O) et l'objet à surveiller.

Le retard de référence mesuré par le Laser lorsqu'il effectue sa cartographie (sans intrusion) est noté θ_{ref} . Le retard mesuré lors du balayage de la zone est noté θ .

La durée $\Delta\theta = \theta_{\text{ref}} - \theta$ permet de mesurer la différence avec la situation de référence et d'évaluer la possibilité d'une intrusion sur la zone à surveiller puisque :

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP2 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

- si $\Delta\theta = 0$, le retard mesuré est égal au retard de référence, rien n'a modifié le parcours du rayon Laser par rapport à la situation de référence.
- si $\Delta\theta \neq 0$, le retard est différent de celui mesuré dans la situation de référence.

Lorsqu'une personne se trouve dans la zone à surveiller, le signal $\Delta\theta$ varie lors de la rotation du Laser.

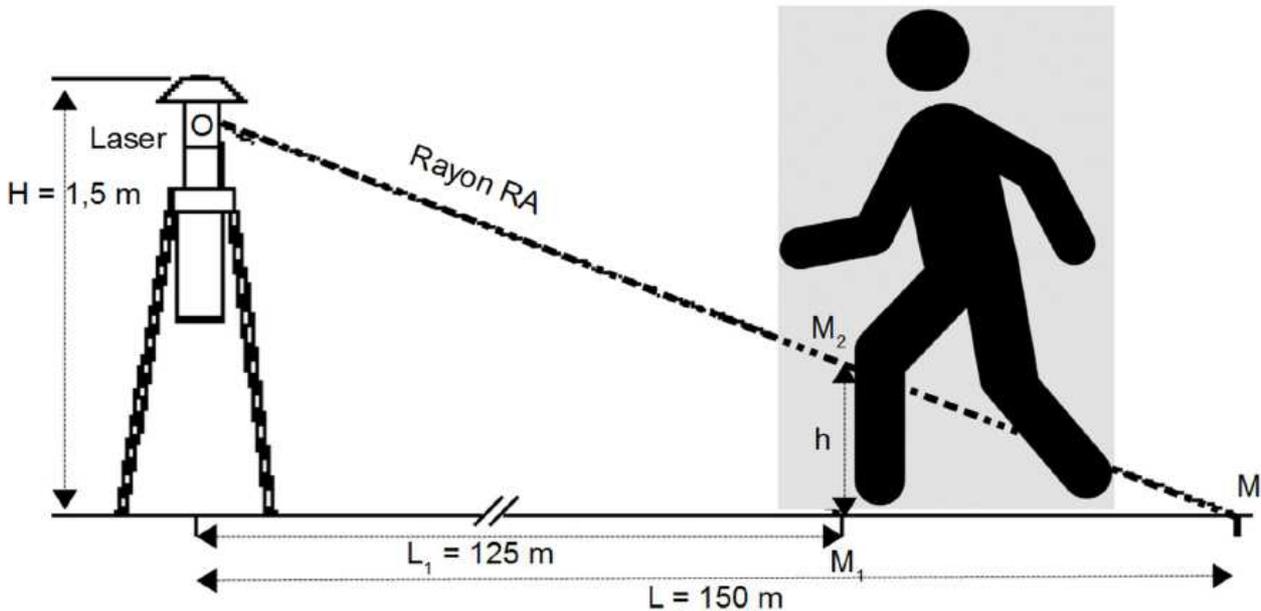


Figure 2: schéma d'une intrusion (échelle non respectée).

Le rayon RA part du Laser (point O) et va jusqu'au point M (voir figure 2) à la vitesse de la lumière dans le vide, notée c qui vaut $3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Par des considérations géométriques simples, la valeur de OM sera approximée à 150 m. De même, la valeur numérique de M_2M est proche de 25 m. Le signal de référence parcourt la distance $2 \cdot OM$ à la vitesse c .

Q45. Déterminer l'expression du retard $\Delta\theta$ entre le signal de référence et le signal réel, en fonction de M_2M et de c . Donner la valeur numérique de $\Delta\theta$ en nanosecondes.

Lorsque la cartographie de référence est effectuée sur une zone avec de la végétation (feuilles, branches d'arbres par exemple) et lorsqu'il y a du vent, le signal $\Delta\theta$ peut être non nul alors qu'il n'y a pas d'intrusion (la branche d'arbre ou la feuille ne se trouvent pas à la même place que lors de la mesure de référence).

Sur le document réponses DR-SP1, on a relevé le chronogramme du signal $\Delta\theta$ en fonction du numéro de la mesure dans le cas où un personnage est présent et lorsqu'il y a du vent. Pour ne pas détecter les petits objets, on place un seuil de détection, comme indiqué sur ce même document. Lorsque la valeur de $\Delta\theta$ dépasse ce seuil, on décide qu'une intrusion a eu lieu. Le seuil est fixé à la valeur $\Delta\theta = 100 \text{ ns}$.

Q46. Compléter le document réponses DR-SP1 en indiquant les positions et le nombre total des intrusions détectées à partir du signal $\Delta\theta$ sans aucun traitement.

Afin d'éviter des fausses détections, on décide d'effectuer un traitement numérique du

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP3 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

signal $\Delta\theta$. On appelle x_n la valeur de $\Delta\theta$ à l'instant $t_n = n \cdot T_{\text{laser}}$ (où T_{laser} est la durée entre deux mesures de LIO par le laser) et on décide d'appliquer le filtre numérique d'entrée x_n et de sortie y_n défini par l'équation de récurrence :

$$y_n = \frac{x_n + x_{n-1} + x_{n-2} + x_{n-3} + x_{n-4} + x_{n-5} + x_{n-6} + x_{n-7}}{8}$$

Q47. Préciser si ce filtre est récursif ou non-récursif en justifiant votre réponse.

Q48. Discuter de la stabilité de ce filtre.

On rappelle que l'impulsion unité est définie comme étant la séquence $\{x_n\}$ telle que

$$x_n = 0 \text{ pour tout } n < 0, x_0 = 1 \text{ et } x_n = 0 \text{ pour tout } n > 0$$

Q49. Déterminer alors les valeurs des échantillons $\{y_n\}$ de la réponse impulsionnelle et en déduire le rôle de ce filtre.

Q50. Calculer et reporter les valeurs des deux échantillons $\{y_n\}$ manquants sur le document réponses DR-SP2 lorsque la séquence présente en entrée est celle de la question Q46.

Q51. Compléter le document réponses DR-SP3 en indiquant la (ou les) position(s) et le nombre d'intrusions détectées à partir du signal $\{y_n\}$ qui correspond à $\Delta\theta$ après le traitement numérique.

Q52. Conclure en indiquant l'apport du filtre numérique.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP4 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie B : Analyse de la liaison RS485 existante

Problématique : vérification du respect du cahier des charges de la transmission filaire entre la LASERBOARD et la caméra PTZ.

La liaison entre la carte LASERBOARD et la caméra PTZ (Pan Tilt Zoom) est assurée à l'aide d'un câble conçu pour la transmission de données numériques.

Le cahier des charges impose trois conditions sur la liaison filaire entre le Laser ALS et la caméra PTZ:

- Le temps de détection doit être inférieur à 1 s.
- L'écart entre les niveaux de tension des signaux représentant les deux niveaux logiques doit être supérieur à 4 V à la sortie du câble pour un bon décodage de la trame, lorsque le signal d'entrée varie entre + 4 V et - 4V.
- Les caractéristiques données par les documents techniques doivent être validées à moins de 5 % près par les mesures.

La longueur du câble peut atteindre 200 m et ses principales caractéristiques, issues de la documentation du constructeur, sont présentées à la figure 3 ci-dessous :

REQUIREMENTS AND TEST METHODS

Electrical:

Nominal resistance conductor	78.7 Ω /km
Nominal resistance shield	11.0 Ω /km
Nominal capacitance conductor to conductor	42.0 pF/m
Nominal capacitance conductor to shield + other cond.	75.5 pF/m
Nominal impedance @ 1 MHz	120 Ω
Nominal velocity of propagation	66 %
Nominal attenuation @ 1 MHz	1.97 dB/100m

Figure 3 : Extrait de la documentation constructeur du câble

Le câble étant enterré sous la piste recevant les avions, le technicien veut vérifier les caractéristiques annoncées à l'aide de deux tests simples, dont le schéma de câblage est présenté sur la figure 4.

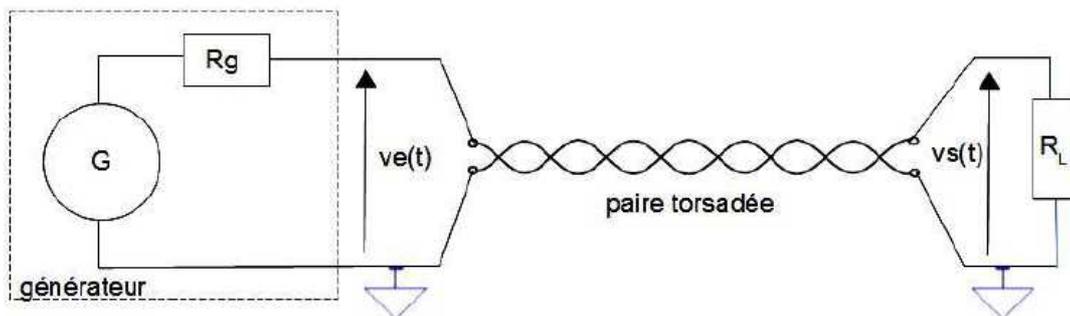


Figure 4 : schéma du circuit pour les deux tests.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP5 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Test impulsionnel : la tension issue du générateur, notée $v_e(t)$ est un signal impulsionnel compris entre 0 et 5 V, dont la fréquence vaut 200 kHz et le rapport cyclique vaut 5 %.

La paire différentielle torsadée possède une résistance caractéristique, notée R_c , qui vaut 120 Ω .

La ligne est adaptée.

Q53. Indiquer alors la valeur de la résistance de charge R_L .

Q54. Justifier le fait que la ligne doit être adaptée dans le système en fonctionnement.

L'évolution des tensions $v_e(t)$ et $v_s(t)$ est présentée sur les chronogrammes ci-dessous :

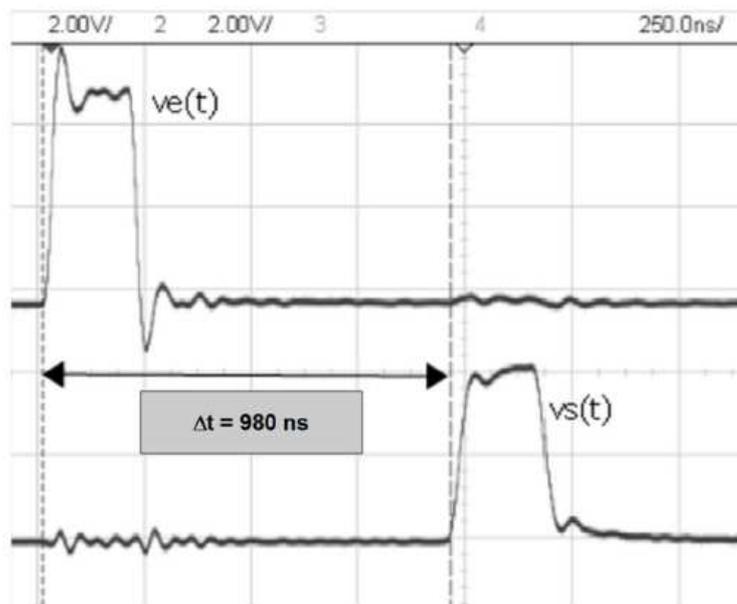


Figure 5 : chronogrammes de $v_e(t)$ et $v_s(t)$ (test impulsionnel).

Q55. Déterminer la vitesse de propagation v_{mes} du signal sur la ligne en s'aidant des mesures indiquées sur la figure 5, la longueur de la ligne, notée L , valant 200 m.

Q56. Montrer que la valeur de la vitesse de propagation donnée par le constructeur, v_{constr} est égale à: $v_{constr} = 1,98 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ en utilisant le document de la figure 3.

Q57. Conclure sur la compatibilité de ces deux valeurs en rappelant le critère correspondant du cahier des charges.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP6 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Test d'atténuation: le même schéma (figure 4) est conservé mais $v_e(t)$ est un signal sinusoïdal dont la fréquence vaut 1 MHz et l'amplitude, notée V_e vaut 5 V. Les chronogrammes de la figure 6 présentent les deux tensions $v_e(t)$ et $v_s(t)$ obtenues lors de ce test.

CrCr = tension crête à crête

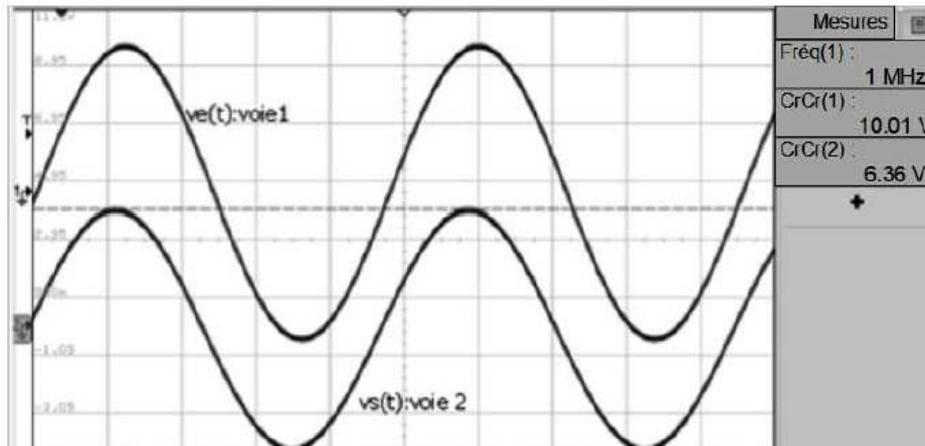


Figure 6 : chronogrammes de $V_e(t)$ et $V_s(t)$ (test d'atténuation)

On rappelle que l'atténuation en dB est définie par: $A_{dB} = 20 \times \log\left(\frac{\widehat{V}_e}{\widehat{V}_s}\right)$.

- Q58.** Calculer la valeur numérique de l'atténuation et comparer cette valeur à celle indiquée dans le document constructeur de la figure 3.
- Q59.** Montrer, en utilisant cette valeur, que l'amplitude du signal recueilli à la sortie de la paire torsadée est de $\widehat{V}_s = 2,54$ V lorsqu'on place un signal d'amplitude $\widehat{V}_e = 4$ V en entrée.
- Q60.** Conclure sur le respect du cahier des charges en analysant les trois critères.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP7 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

À la suite de travaux de terrassement sur la piste où sont rangés les avions, on constate des dysfonctionnements sur la transmission et on veut détecter la panne. Le technicien travaille par réflectométrie, c'est-à-dire qu'il envoie un signal impulsionnel à l'entrée du câble et qu'il mesure la tension $v_e(t)$ pour détecter d'éventuelles réflexions dues à un défaut.

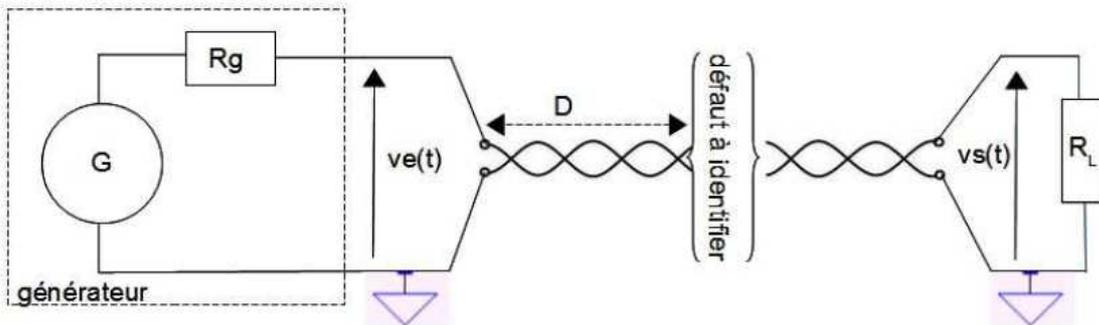


Figure 7 : schéma du test de réflectométrie.

D est la distance inconnue entre le début du câble et le défaut (voir figure 7). Le chronogramme obtenu par le technicien est donné sur la figure 8 ci-dessous :

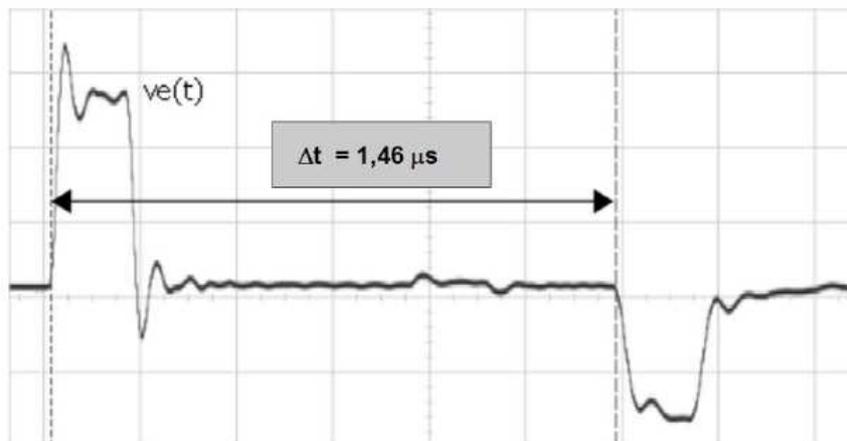


Figure 8 : chronogramme de $v_e(t)$ (test de réflectométrie)

- Q61.** Exprimer littéralement la relation entre D , Δt et la vitesse V_{constr} du signal dans le câble. En déduire la valeur numérique de la distance D .
- Q62.** Préciser si le défaut est un court-circuit ou un circuit ouvert en justifiant votre réponse.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP8 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie C: Transmission radio du signal PTZ

Problématique : remplacer la liaison filaire par une liaison HF et mesurer ses caractéristiques.

Afin de pouvoir éviter les inconvénients de la liaison LASERBOARD - caméra PTZ filaire étudiés dans la partie précédente, celle-ci est remplacée par une liaison sans fil. Pour cela, le technicien utilise un ensemble émetteur-récepteur HF adapté à la transmission des signaux pour les systèmes de sécurité. La distance entre l'émetteur et le récepteur doit pouvoir être de 200 m. Les principales caractéristiques de cet ensemble sont données dans le document présenté sur la figure 9 ci-dessous :

TCO-2409XR6 - 2.4GHz Digital FHSS All Weather 9-CH D1 Transmitter & Receiver System - Range 2,500 Feet

This all-weather 2.4GHz Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) wireless digital video solution sends Real-Time D1 (720 x 480) high-resolution video **up to 2,500 Feet Line-of-Sight**. Perfect for industrial, commercial, law enforcement and government video security applications.

SPECIFICATIONS

OPERATING FREQUENCY	2.4GHz - 2.48GHz Digital Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
MODULATION FORMAT	FHSS (16 QAM, QPSK, BPSK)
FREQUENCY CONTROL	Automatic 9-Channel Selection
SECURITY AUTHENTICATION	Automatic Rolling Encrypted Authentication System
DATA RATE	Up to 12 Mbps
LATENCY	200-500ms (Signal Dependant)
VIDEO COMPRESSION FORMAT	Hardware Based MPEG-4
VIDEO RESOLUTION	D1 720 x 480 (NTSC) / 704 X 576 (PAL)
FRAME RATE	30fps (NTSC) / 25fps (PAL)
RADIATED POWER	65mW
RANGE & ELEVATION (LINE-OF-SIGHT)	Up to 2,500 Feet @ Minimum 10 Feet Elevation
RECEIVER SENSITIVITY	-85dBm
ANTENNA TYPE	Two Embedded 9dB Directional Patch Antennas / H-Plane 65° V-Plane 65°
ANTENNA INPUT CONNECTOR	SMA-Female
VIDEO CONNECTOR	BNC-Female @ 75 Ohms 1 Volt P-P
AUDIO CONNECTOR	BNC-Female @ 600 Ohms 1 Volt P-P
PTZ DATA	RS-485 2-Wire Pelco-D / Pelco-P
PTZ BAUD RATES	Rotary-Switch 1200 / 2400 / 4800 / 9600



Figure 9 : caractéristiques du système émetteur-récepteur HF.

La transmission des données numériques se fait par modulation d'une porteuse dont la fréquence est comprise entre 2,40 GHz et 2,48 GHz sur 9 canaux. La technologie FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) impose des sauts de fréquences cryptés entre ces neuf canaux. La fréquence de la porteuse pour le canal 0 est de $f_{p0} = 2,40$ GHz et pour le canal 8 de $f_{p8} = 2,48$ GHz.

Q63. Préciser la valeur théorique de la fréquence porteuse du canal n°3, notée f_{p3} .

Q64. Déterminer la valeur de l'encombrement spectral maximal BW_{max} de chaque canal si on veut éviter le chevauchement de deux canaux successifs.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP9 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Le technicien a fait un test du module émetteur en envoyant un signal capable de commander une caméra supportant le format PELCO-D. L'analyseur de spectre permet d'obtenir la densité spectrale de puissance (DSP) du signal modulé utilisant le canal n°3, ainsi que son diagramme de constellation. Les relevés sont présents sur le document réponses DR-SP4.

Q65. Choisir, parmi les formats de modulation proposés dans le document figure 9, celui qui correspond au diagramme de constellation présenté sur le document réponses DR-SP4. Justifier votre réponse.

Q66. Préciser le nombre de bits par symbole de cette modulation.

Q67. Relever la fréquence centrale du spectre correspondant au canal n°3, puis indiquer sa valeur sur le document réponses DR-SP4.

Q68. Mesurer l'encombrement spectral BW du signal modulé, en vous limitant au lobe principal et en laissant *votre* construction apparente sur le document réponses DR SP4. Indiquer la valeur numérique de BW ce même document.

Rappel : l'encombrement spectral est deux fois plus grand que le débit de symboles.

Q69. Préciser la relation entre BW et le débit des symboles R , puis la relation entre R et le débit binaire D . Indiquer les valeurs numériques de R et D sur le document réponses DR-SP4.

Q70. Vérifier la compatibilité entre l'encombrement spectral BW et BW_{max} .

Le module émetteur et le module récepteur possèdent chacun une antenne intégrée directive, dont le diagramme de directivité dans le plan vertical est donné sur le document réponses DR-SP5.

Q71. Déterminer la valeur du gain maximal de cette antenne par rapport à l'antenne isotrope.

Rappel : l'angle d'ouverture correspond à l'intervalle entre les deux angles où le gain de l'antenne est égal au gain maximal -3 dB.

Q72. Faire la construction graphique sur le document réponses DR-SP5 pour trouver la valeur de l'angle d'ouverture.

La portée indiquée dans le document figure 9 est de : Range = « Up to 2500 feet ».

Q73. Indiquer si la portée théorique affichée est satisfaisante, sachant que la correspondance entre les pieds et les mètres est: 1 foot = 0,3048 mètre.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP10 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

L'objectif est de vérifier cette portée en champ libre.

La lecture des caractéristiques du module émetteur (figure 9) nous indique sa puissance d'émission $P_E = 65 \text{ mW}$.

La caractéristique du module récepteur permet de trouver sa sensibilité $S_R = -85 \text{ dBm}$.

Une marge de 15 dB par rapport à la sensibilité est prise pour trouver la puissance reçue minimale suffisante au bon fonctionnement du module.

L'affaiblissement en espace libre est noté A_p .

La recommandation de l'Union Internationale des Télécommunications (n° UIT-R P.525-3 de novembre 2016) présente une méthode pour calculer l'affaiblissement en espace libre lors d'une transmission entre deux points :

$$A_p = 32,4 + 20 \times \log(f) + 20 \times \log(d) \text{ en dB, avec } d \text{ en km et } f \text{ en MHz.}$$

Q74. Déterminer la valeur de la distance maximale $d = d_{\max}$ obtenue dans ce cas en remplissant le document DR-SP6 et conclure sur la possibilité d'utiliser ce module émetteur/récepteur.

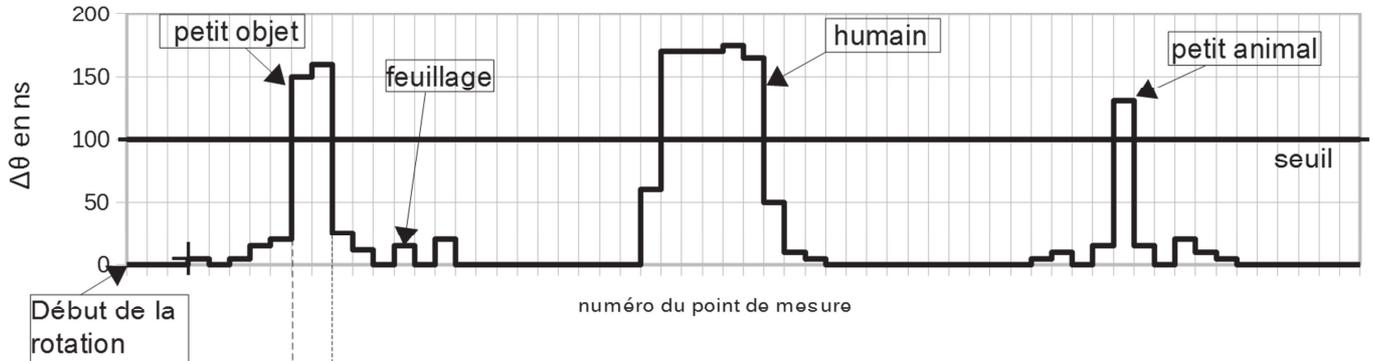
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP11 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

DOCUMENT RÉPONSES – Sciences Physiques

À RENDRE AVEC LA COPIE

Document réponses DR-SP1 (Q46)

Retard $\Delta\theta$ (sans traitement).



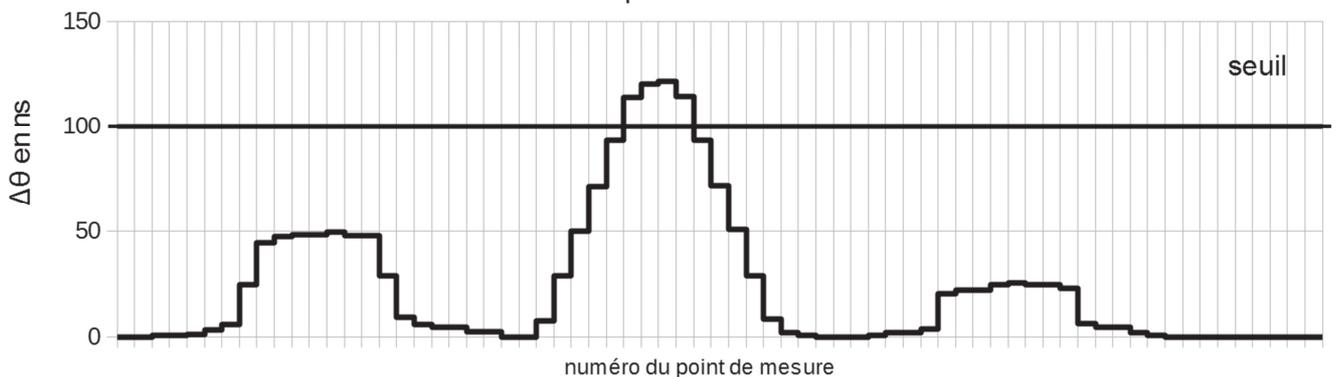
Objets détectés	NON	OUI
Nombre total d'objets détectés :		

Document réponses DR-SP2 (Q50)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\{x_n\}$	0	0	0	5	0	5	15	20	150	160	25
$\{y_n\}$	0	0	0	0,625	0,625	1,25	3,125	5,625	...	44,375	...

Document réponses DR-SP3 (Q51)

Retard $\Delta\theta$ après traitement

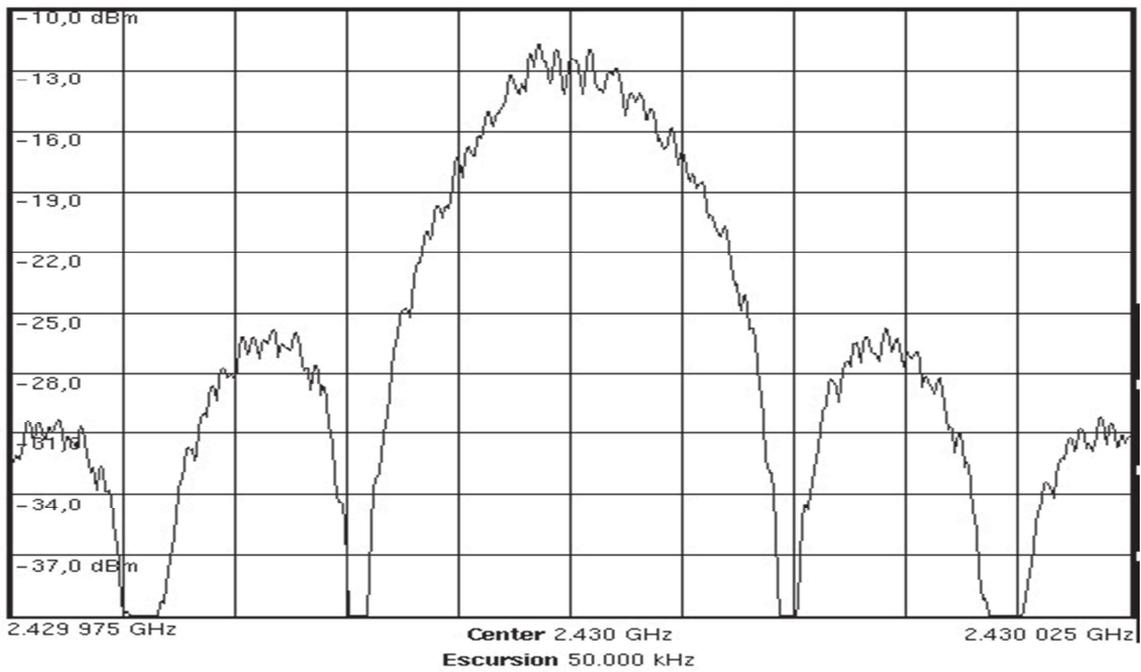


Objets détectés	
Nombre total d'objets détectés :	

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP1 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

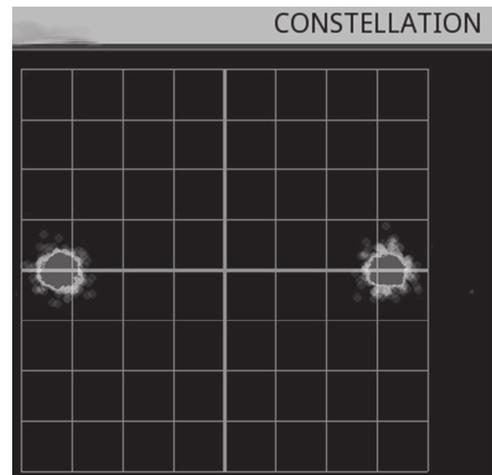
Document réponses DR-SP4 (Q65, Q67, Q68, Q69)

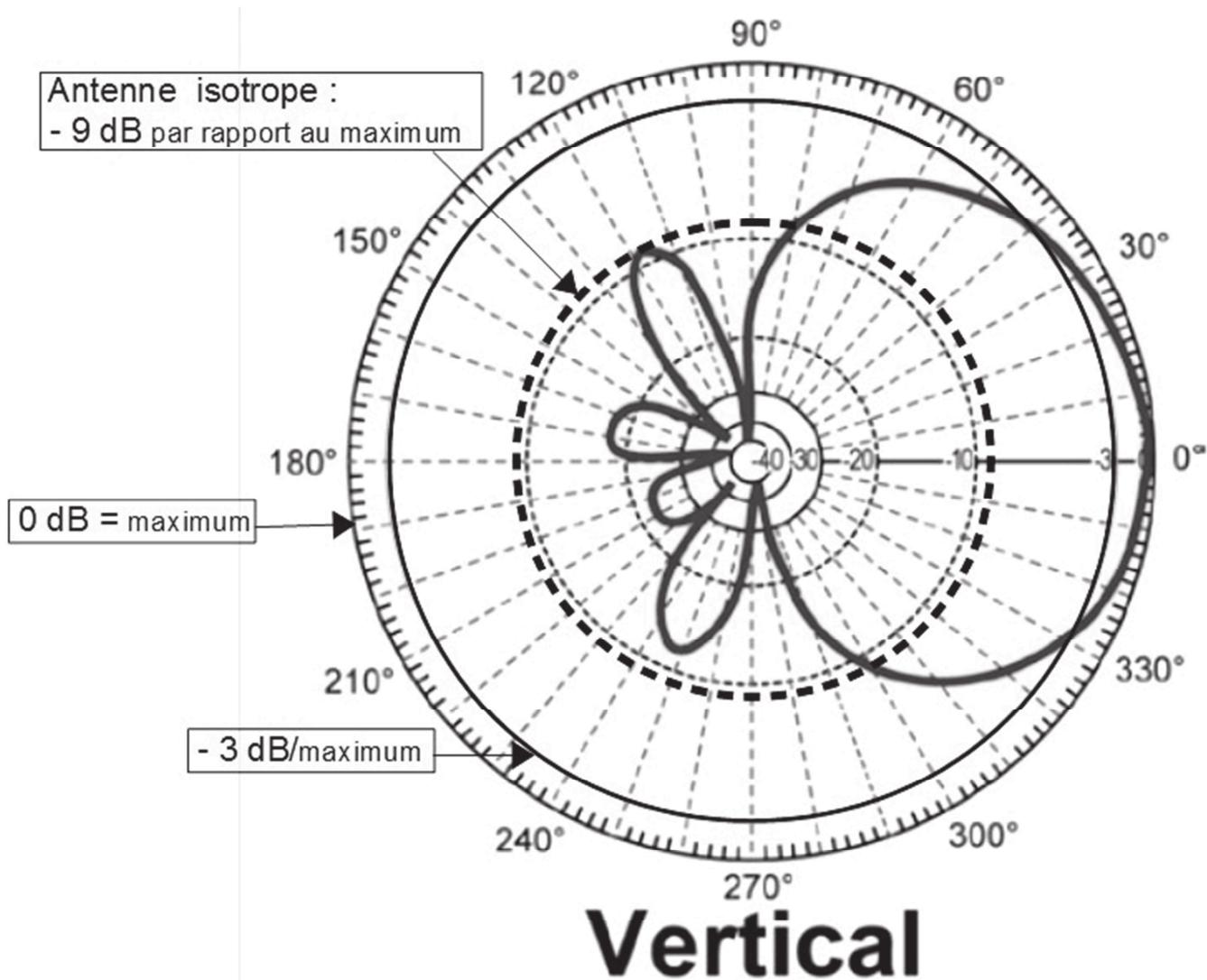
Densité spectrale de puissance (DSP) du signal modulé canal n° 3 :



f_{p3} = fréquence de la porteuse du canal n°3 (en GHz) :	
BW = encombrement spectral (en kHz) :	
R = débit des symboles :	
D = débit binaire :	

Diagramme de constellation du canal n°3 :

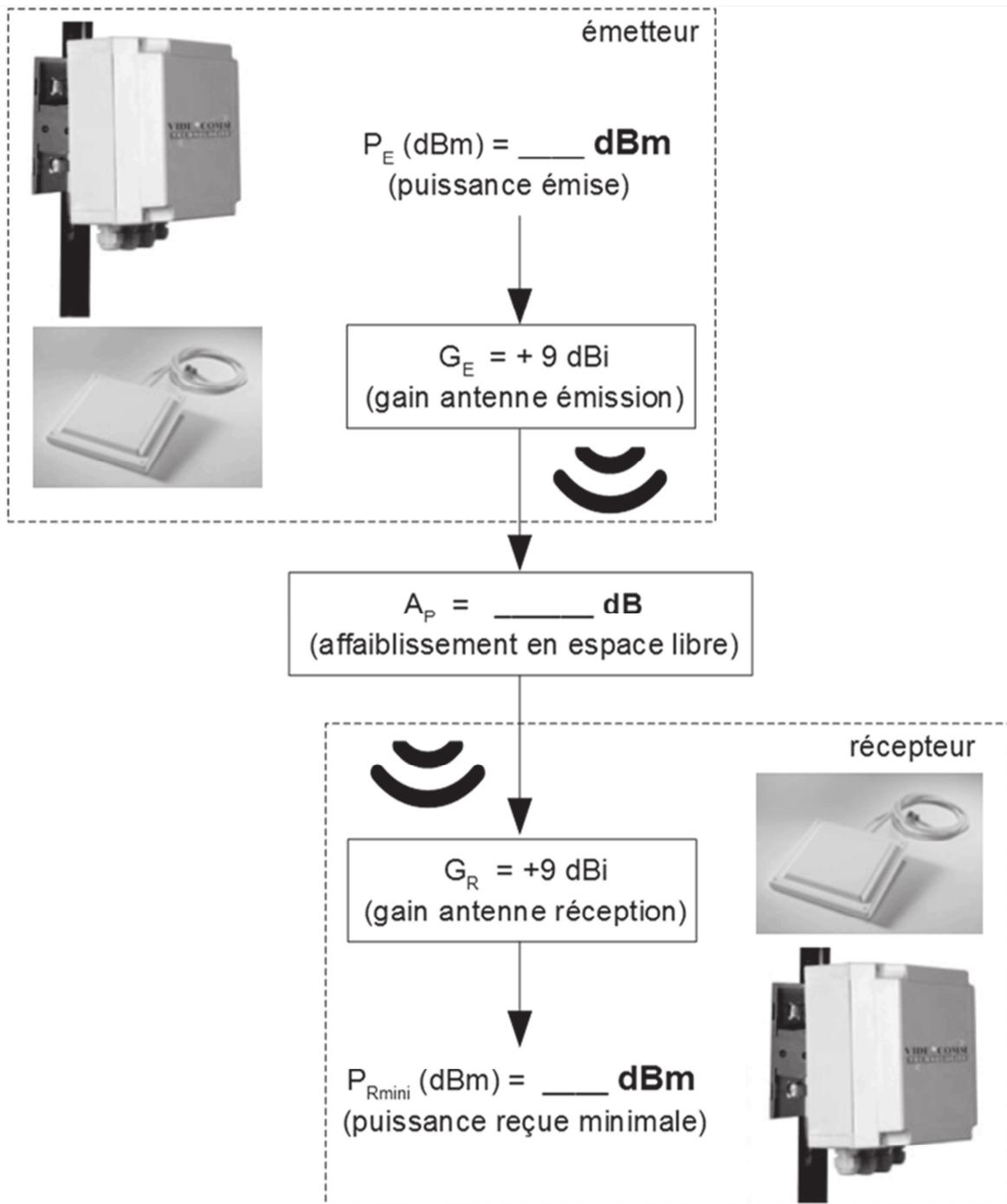




Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP3 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

Document réponses DR-SP6 (Q74)

Bilan de liaison à compléter pour $d = d_{\max}$:



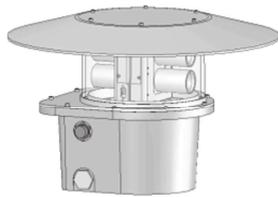
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP4 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

DOCUMENTATION

Détecteur Laser.....	DOC2
Caractéristiques carte LASERBOARD.....	DOC3
Caméra orientable dôme PELCO.....	DOC4
Données physiques Laser et dôme caméra.....	DOC5
Protocole détecteur Laser.....	DOC6
Protocole PELCO D.....	DOC8
Présentation des secteurs caméras fixes.....	DOC10
Fonction de détection secteur.....	DOC11
Circuit MCP23S08.....	DOC12
Relais G6L-1F-12 VDC.....	DOC15
Circuit ULN 2803A.....	DOC15

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC1 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Détecteur Laser (ALS)



ALS-D Sensor Specifications

Parameter	Value
Maximal detection range (Wide & reflective object).	Up to 200m
Maximum Detection Range for a low (10%) reflective object	Max. 155m
Capability to detect crawling intruder (maximal detection distance).	100 – 150 m
Angular resolution	1 miliRadians (0.057°)
Maximal scanning angle	360°
Beam Inclination Angle	0° + 4° Factory Preset
Required Detection Time (Algorithm at Maximum Performance for low false alarm rate).	2 second.
Number of Tracked Objects	16 simultaneously
Adaptivity to periodically movement objects (trees, bushes, etc.)	Yes
Scan Rate	0.75 + 1.1 Hz
Pulse Repetition Frequency (PRF)	4.5 + 6.6 kHz
Mounting Height	0-8m
Possibility additional tracking PTZ Dome camera / spotlight.	Yes
Output interface	RS485 Half duplex
Laser protection class	Class 1 (eye safe)
Wavelength	905nm
Operating Ambient Temperature	- 30°C + + 50°C
Storage Temperature	- 50°C + + 80°C
Supply voltage	12 VDC ± 10% @ 0.8 A (9.7 Watt)
Heater Supply voltage	12 VDC ± 10% @ 3.5 A (48 Watt)
Installation position	Vertical / Horizontal
Enclosure rating	IP 67
*Weight	10 Kg
*Dimensions (W x D x H)	265 x 300 x 315

Classe 1 : Laser sans danger. Aucune protection de l'œil.

Classe 2 : Laser à rayonnement visible. Protection de l'œil assurée par le réflexe palpébral.

Classe 3a : Laser de puissance moyenne. Vision directe dangereuse si elle est supérieure à 0,25 s.

Classe 3b : Laser dont la vision directe est toujours dangereuse. Ces lasers sont potentiellement dangereux si un faisceau direct ou une réflexion spéculaire est regardé par l'œil non protégé.

Classe 4 : Laser toujours dangereux en vision directe ou diffuse, créant des lésions cutanées et oculaires. Ils constituent un danger d'incendie. Exposition dangereuse au rayonnement direct ou diffus pour l'œil et la peau.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC2 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Caractéristiques carte LASERBOARD

- Liaison vers caméra en RS485 full duplex
- Liaison vers détecteur en RS485 half duplex (2 fils)
- Adressage du détecteur configurable *switchs*
- 4 adresses maxi à gérer
 - *2 switchs pour 4 adresses.*
- Baud rate configuré par *switchs*.
- Baud rate : **9600**, 14400, **19600**, 38400, 56000, 57600, 115200
 - *3 switchs pour 8 valeurs possibles (7 valeurs de débit et une pour l'autobaud rate)*
 - *Un octet transmis = 10 bits (1+8+1)*
 - *à 9600 bauds un octets est transmis en 1,04 ms*
 - *à 19600 bauds, en 510 μ s*
 - *à 115200 bauds, en 87 μ s*
- Gestion des pertes de communication / timeout
- Affichage des notifications #1, #2 et #3 par LED
- Fonction "Spy" ou "Full control"
 - Spy : (espion) la carte LaserBoard écoute en permanence (position esclave). Elle repère les données d'intrusions et de notifications du détecteur LASER.
 - Full control : La carte LaserBoard est maître de la communication. Elle gère la communication avec le détecteur LASER.
 - Période d'interrogation 400ms
- Sorties sur 32 contacts secs.
- 3 DELs d'affichage d'état
 - DEL rouge : erreur système #1 à #3
 - DEL orange : perte de communication -> 0,5s /0,5s
 - DEL verte : Intrusion (3s min)
- Calcule les 3 données Pan, Tilt et Zoom transmises à la caméra dôme par protocole PELCO D
- Bloc logiciel séparé et interchangeable pour la partie protocole du dôme
- Alimentation 12Vdc

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC3 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Caméra orientable dôme PELCO

DD4CBW35-X

Signal Format	PAL
Scanning System	2:1 Interlace/1:1 Progressive (user-selectable)
Image Sensor	1/4-inch CCD
Effective Pixels	752 (H) X 582 (V)
Horizontal Resolution	>540 TV lines
Lens	f/1.4 (focal length, 3.4-119 mm; 35X optical zoom, 12X digital zoom)
Zoom Speed	3.2/4.6/6.6 seconds
Horizontal Angle of View	55.8° at 3.4 mm wide zoom; 1.7° at 119 mm telephoto zoom
Focus	Automatic with manual override
Maximum Sensitivity at 35 IRE	0.50 lux at 1/50 sec. shutter speed (color) 0.062 lux at 1/3 sec. shutter speed (color) 0.00014 lux at 1/1.5 sec. shutter speed (B-W)
Sync System	Internal/AC line lock, phase adjustable using remote control, V-Sync
White Balance	Automatic with manual override
Shutter Speed	Automatic (electronic iris)/manual; 1/1.5-1/30,000
Iris Control	Automatic iris control with manual override
Gain Control	Automatic/off
Video Output	1 Vp-p, 75 ohms
Video Signal-to-Noise	>46-50 dB
Wide Dynamic Range	128X

Spectra® IV and Spectra IV SE Series



SWITCH SETTINGS

Before installing the dome drive, configure the receiver address, termination, and baud setting. The DIP switches used to configure these settings are located on the base of the dome drive.

SW2 SWITCHES 4-5: SERIAL PORT SETTINGS

RS-422 Setting (Default)

SW2-4 and SW2-5 should both be set to the OFF position for RS-422 setting.

For control, only two wires should be connected to the RX- and RX+ connectors on the circuit board inside the back box. For bidirectional control, four wires should be connected to the RX-, RX+, TX-, and TX+ connectors on the circuit board inside the back box.

RS-485, 4-Wire Setting

SW2-4 should be set to OFF and SW2-5 should be set to ON if a 4-wire serial port connection is used with RS-485.

Note: This setting is most commonly used with Pelco Endura® systems.

RS-485, 2-Wire Setting

SW2-4 and SW2-5 should both be set to the ON position if a 2-wire serial port connection is used with RS-485.

This setting is used to allow the Spectra dome system to transmit and receive commands on the same pair of wires. Only two wires should be connected to the RX- and RX+ connectors on the circuit board inside the back box.

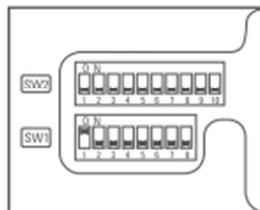


Figure 1. Default Switch Settings

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC4 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Détecteur LASER (ALS)

A la mise en service, le détecteur laser calcule et mémorise une cartographie de référence, sur 360°. C'est la comparaison, en temps réel, entre les points de la cartographie de référence et la détection en cours qui permet de déterminer s'il y a intrusion. Il calcule alors en temps réel la position d'une intrusion dans sa zone de surveillance. Il communique alors deux données en coordonnées polaires : **la distance <range>** et **l'angle <azimut>**.

CAMERA DÔME

Il existe plusieurs types de caméras dôme qui sont souvent caractérisées par leur gamme de zoom et leur type de sortie vidéo : Par exemple la gamme utilisée par la société SERIES est la série SPECTRA 4 qui se décompose en plusieurs offres (zoom optique de 12x à 184x sortie PAL 752x582 et numérique si >x32).

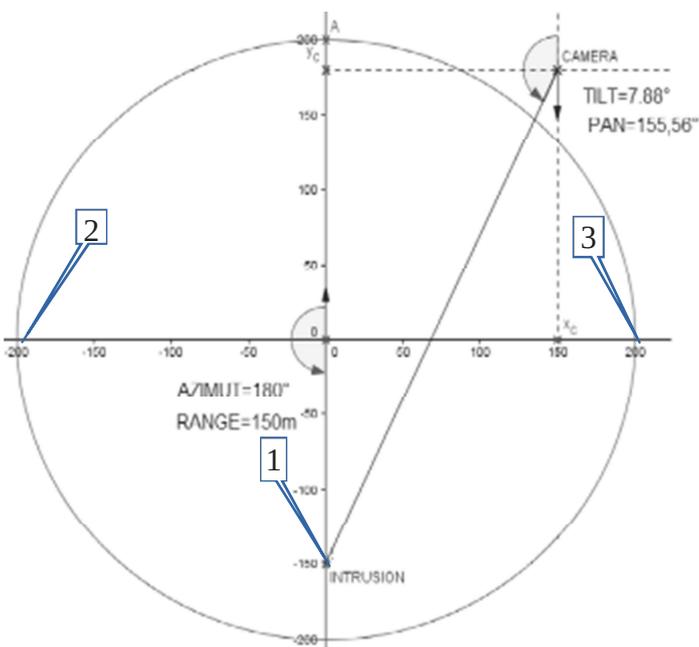
Ce type de caméra se caractérise par leur commande PTZ (*Pan Tilt Zoom*) :

Pan : panoramique de 0 à 360° **Tilt** : inclinaison verticale de 0 à 90° par rapport à l'horizontale

Zoom : agrandissement suivant modèle 12x à 32 x en optique et jusqu'à x184 en numérique



Représentation données d'intrusions (cas de la surveillance d'avion)



Le cercle représente la zone de détection pour le laser situé au centre au point 0.

La caméra est placée en coordonnées cartésiennes [$X_c=150$ m, $Y_c=180$ m et hauteur=50 m] par rapport au laser.

AZIMUT : angle intrusion par rapport à l'axe 0A sens trigonométrique (0 à 359,94°)

RANGE : distance intrusion par rapport au laser (0 à 200 m)

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC5 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole détecteur Laser

- Communication parameters

Communication to and from the ALS occurs at 19 200 bps with 8 data bits and 1 stop bit, without parity checking (19200-8-N-1).

- Packet structure

General protocol structure looks as follow :

1 byte	1 byte	1 byte	N bytes	1 byte
HeaderTag	Length & MasterTag	Address	Data bytes	Check sum

Where :

HeaderTag : always 0x55 (hexadecimal)

Length & MasterTag :

MasterTag : 8th bit defines packet direction (1 – from master Laserboard , 0 – from ALS).

Length : bit 1 to 7 (0....127) number of byte (Address and Data bytes).

Address : 1...255, 0 – broadcast address (mostly used in point to point configurations, because all ALS independently to their own addresses will response to all packets with destination address 0)

Data bytes : up to 126 bytes

Check sum : sum of all bytes in packet except check sum byte itself.
(HeaderTag + Length & MasterTag + Address + Data byte1 + ... + Data byteN)

Data Bytes description : master to laser

Request : command byte equal to 0x18
Additional byte for different request

command	Additional command	function
0x18	0x00	reset ALS
0x18	0x02	Intruder detected
0x18	0x03	State acknowledgment
0x18	0x0B	Voltage acknowledgment

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC6 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole détecteur Laser

Data Bytes description : laser to master

Reply : Intruder detected ?

Command byte equal 0x18 (hexadecimal)

Additional data consist from sub-packets.

Sub-packet structure :

1 byte	1 byte	N bytes
Size	Type	Data

Size : 0x04

Type : 0x00 (one intruder detected)

Data (N bytes intruder position)

bit	1 byte	2 byte	3 byte	4 byte
7	X	Azimuth_12	Azimuth_07	Range_07
6	X	Azimuth_11	Azimuth_06	Range_06
5	X	Azimuth_10	Azimuth_05	Range_05
4	X	Azimuth_09	Azimuth_04	Range_04
3	X	Azimuth_08	Azimuth_03	Range_03
2	X	Range_10	Azimuth_02	Range_02
1	X	Range_09	Azimuth_01	Range_01
0	X	Range_08	Azimuth_00	Range_00

X Unused value (no interpretation)

Range00...Range10 11 bits value that represents distance to intruder from ALS;
0 - min distance
1023 - max distance (200 m)

Azimuth00..Azimuth12 13 bits value that represent azimuth to intruder relatively to zero ALS ;
0 - equal 0 degrees
5999 - equal 359,94 degrees

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC7 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole PELCO D

Pelco's D-type controllers are set at 2400 bauds. The default setting for the dome drive is 2400 bauds. Byte format is : 1 start bit, 8 data bits, 1 stop bit, and no parity.

THE MESSAGE FORMAT

The format for a message is:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Sync Byte	Address	Command 1	Command 2	Data 1	Data 2	Checksum

Note that values in this document prefixed with "0x" are hexadecimal numbers.

The *synchronization byte* (Sync Byte) is always **0xFF**.

The *Address* is the logical address of the receiver/driver device being controlled.

The *Checksum* is calculated by performing the 8 bit (modulo 256) sum of the payload bytes (bytes 2 through 6) in the message.

ADVANCED FEATURE SET

Command	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Response Type
Reserved Opcode	00	0x47	00	00	Not Applicable
Set Zero Position	00	0x49	00	00	General
Set Pan Position	00	0x4B	Pan position MSB	Pan position LSB	General
Set Tilt Position	00	0x4D	Tilt position MSB	Tilt position LSB	General
Set Zoom Position	00	0x4F	Zoom position MSB	Zoom position LSB	General
Query Pan Position	00	0x51	00	00	Extended (0x59)
Query Tilt Position	00	0x53	00	00	Extended (0x5B)
Query Zoom Position	00	0x55	00	00	Extended (0x5D)
Reserved Opcode	00	0x57	00	00	Not Applicable
Query Pan Response	00	0x59	Pan position MSB	Pan position LSB	Not Applicable
Query Tilt Response	00	0x5B	Tilt position MSB	Tilt position LSB	Not Applicable
Query Zoom Response	00	0x5D	Zoom position MSB	Zoom position LSB	Not Applicable
Set Magnification	00	0x5F	Mag position MSB	Mag position LSB	General
Query Magnification	00	0x61	00	00	Extended (0x63)
Query Magnification Response	00	0x63	Mag position MSB	Mag position LSB	Not Applicable
Reserved Opcode	00	0x65	00	00	Not Applicable

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC8 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole PELCO D

Set Zero Position (0x49)

This command is used to set the pan position that the unit uses as a zero reference point for the azimuth on-screen display. The unit's current pan position when this command is received becomes the zero reference point. This command performs the same function as the "Set Azimuth Zero" menu item.

Set Pan Position (0x4B)

This command is used to set the pan position of the device. The position is given in hundredths of a degree and has a range from 0 to 35999 (decimal). Example: the value to use to set the pan position to 45 degrees is 4500. Note that the value used here is always the "absolute" pan position. It **does not** take into account any adjustment to the screen display that may have been made by using the "Set Zero Position", opcode (0x49) command or the "Set Azimuth Zero" menu item.

Set Tilt Position (0x4D)

This command is used to set the tilt position of the device. The position is given in hundredths of a degree and has a range from 0 to 35999 (decimal). Generally these values are interpreted as follows: *Zero degrees* indicates that the device is pointed horizontally (at the *horizon*). *Ninety degrees* indicates that the device is pointed straight down.

Examples:

- 1) the value used to set the tilt position to 45 degrees *below the horizon*, is 4500.
- 2) the value used to set the tilt position 30 degrees *above the horizon*, is 33000.

Note that different equipment will have different ranges of motion. To determine the abilities of a specific piece of equipment, refer to that device's operation manual.

The General Response

The General Response has the following format. Note that each block represents 1 byte.

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Sync	Address	Alarm Information	Checksum

The alarm information is formatted as follows:

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
None	Alarm 7	Alarm 6	Alarm 5	Alarm 4	Alarm 3	Alarm 2	Alarm 1

If the bit is on (1) then the alarm is active. If the bit is off (0) then the alarm is inactive.

The checksum is the sum of the *transmitted command's checksum* and the alarm information.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC9 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Présentation des secteurs caméras fixes

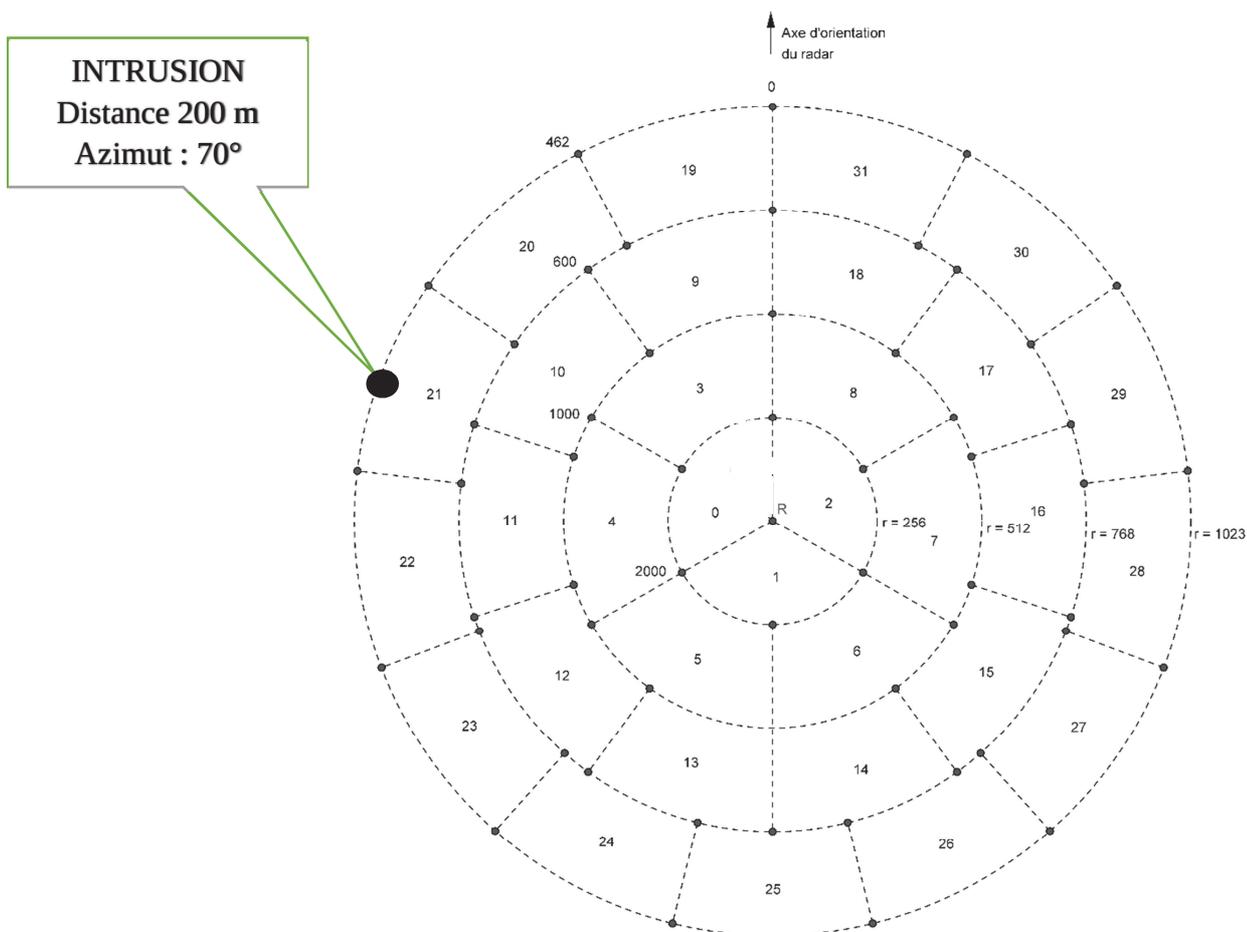
Comme on peut le voir sur la figure si dessous, l'aire de détection du laser est divisée en 32 secteurs numérotés de 0 à 31.

Le détecteur laser fournit deux informations :

- La distance (0 à 200 m) codée par un entier " Range " variant de 0 à 1023. Soit un pas de 0,195 m.
- L'angle sous lequel le détecteur voit la cible par rapport à son axe d'orientation (0 à 359,94°) codé par un entier " Azimut " variant de 0 à 5999. Soit un pas de 0,06°.

L'ensemble des secteurs sont disposés sur 4 bandes circulaires (ou couronnes) de largeur 50 m :

- La couronne 0 est un disque de rayon 50 m ($0 < \text{Range} < 256$) divisée en 3 secteurs de 120° soit $2000 \times 0,06^\circ$ numérotés de 0 à 2.
- La couronne 1 qui étend son rayon de 50 m à 100 m ($256 < \text{Range} < 512$) est divisée en six secteurs de 60° soit $1000 \times 0,06^\circ$ numérotés de 3 à 8.
- La couronne 2, de 100 m à 150 m ($512 < \text{Range} < 768$) est divisée en 10 secteurs de 36° soit $600 \times 0,06^\circ$ numérotés de 9 à 18.
- La couronne 3, de 150 m à 200 m ($768 < \text{Range} < 1023$) est divisée en 13 secteurs de 27,69° soit $462 \times 0,06^\circ$ numérotés de 19 à 31.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC10 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Fonction de détection secteur

L'aire de détection du laser est divisée en 32 secteurs. On obtient le numéro du secteur par l'appel de la fonction *detection_secteur()* .

Description : *unsigned char detection_secteur(unsigned int range, unsigned int azimuth)*

Calcule le numéro du secteur en fonction de la position de l'intrusion.

Paramètres :

unsigned int range : distance intrusion variant de 0 à 1023.

unsigned int azimuth : angle intrusion variant de 0 à 5999.

Variable de retour:

unsigned secteur : numéro du secteur de 0 à 31.

Tableaux déclarés dans une bibliothèque à l'initialisation du programme :

// tableau contenant le n° du premier secteur de chaque couronne

```
premier_secteur[4] = {0, 3, 9, 19};
```

// tableau contenant l'angle du secteur pour chaque couronne

```
angle_secteur[4] = {2000, 1000, 600, 462};
```

```
unsigned char detection_secteur(unsigned int range, unsigned int azimuth)
```

```
{  
    unsigned char couronne, secteur ;  
    couronne = range / 256;  
    secteur = premier_secteur[couronne] + azimuth / angle_secteur[couronne];  
    return secteur ;  
}
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC11 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

8-Bit I/O Expander with Serial Interface

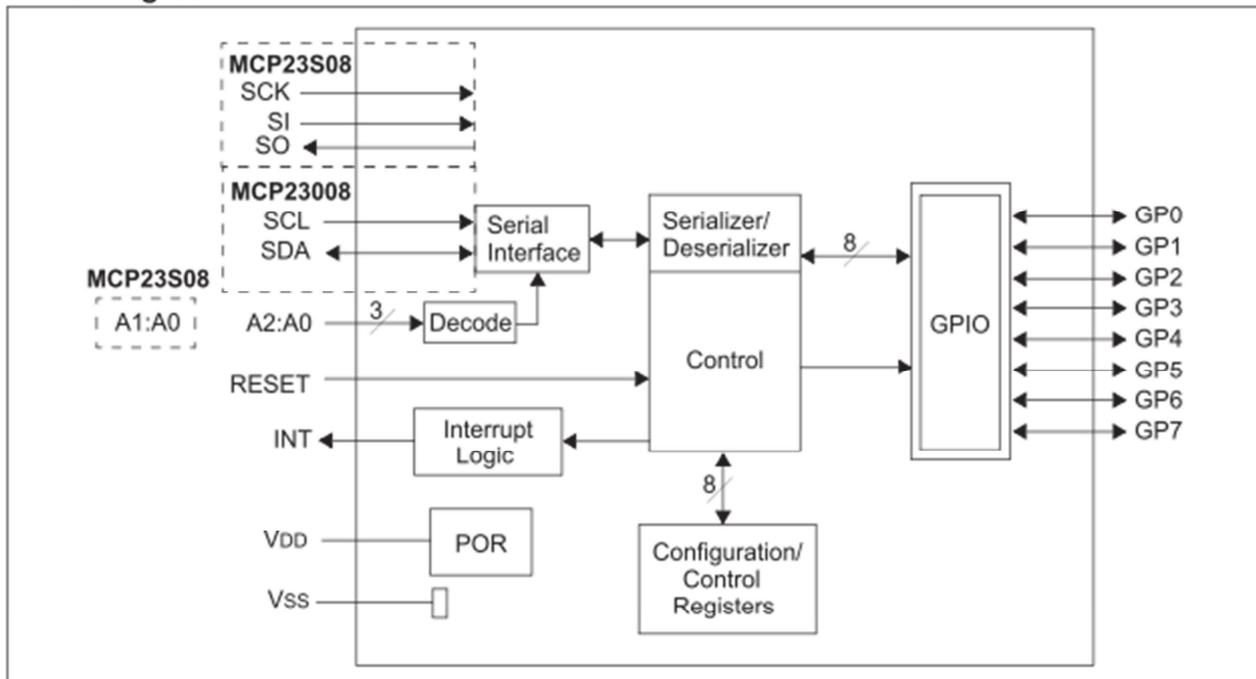
Features

- 8-bit remote bidirectional I/O port
 - I/O pins default to input
- High-speed I²C™ interface (**MCP23008**)
 - 100 kHz
 - 400 kHz
 - 1.7 MHz
- High-speed SPI interface (**MCP23S08**)
 - 10 MHz
- Hardware address pins
 - Three for the MCP23008 to allow up to eight devices on the bus
 - Two for the MCP23S08 to allow up to four devices using the same chip-select
- Configurable interrupt output pin
 - Configurable as active-high, active-low or open-drain
- Configurable interrupt source
 - Interrupt-on-change from configured defaults or pin change
- Polarity Inversion register to configure the polarity of the input port data
- External reset input
- Low standby current: 1 µA (max.)
- Operating voltage:
 - 1.8V to 5.5V @ -40°C to +85°C
 - I²C @ 100 kHz
 - SPI @ 5 MHz
 - 2.7V to 5.5V @ -40°C to +85°C
 - I²C @ 400 kHz
 - SPI @ 10 MHz
 - 4.5V to 5.5V @ -40°C to +125°C
 - I²C @ 1.7 kHz
 - SPI @ 10 MHz

Packages

- 18-pin PDIP (300 mil)
- 18-pin SOIC (300 mil)
- 20-pin SSOP
- 20-pin QFN

Block Diagram



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC12 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

1.3 Serial Interface

This block handles the functionality of the I²C (MCP23008) or SPI (MCP23S08) interface protocol. The MCP23X08 contains eleven registers that can be addressed through the serial interface block (Table 1-2):

TABLE 1-2: REGISTER ADDRESSES

Address	Access to:
00h	IODIR
01h	IPOL
02h	GPINTEN
03h	DEFVAL
04h	INTCON
05h	IOCON
06h	GPPU
07h	INTF
08h	INTCAP (Read-only)
09h	GPIO
0Ah	OLAT

1.3.3 SPI INTERFACE

1.3.3.1 SPI Write Operation

The SPI Write operation is started by lowering \overline{CS} . The Write command (slave address with R/W bit cleared) is then clocked into the device. The opcode is followed by an address and at least one data byte.

1.3.3.2 SPI Read Operation

The SPI Read operation is started by lowering \overline{CS} . The SPI read command (slave address with R/W bit set) is then clocked into the device. The opcode is followed by an address, with at least one data byte being clocked out of the device.

1.4.2 ADDRESSING SPI DEVICES (MCP23S08)

The MCP23S08 is a slave SPI device. The slave address contains five fixed bits and two user-defined hardware address bits (pins A1 and A0), with the read/write bit filling out the control byte. Figure 1-3 shows the control byte format.

FIGURE 1-3: SPI CONTROL BYTE FORMAT

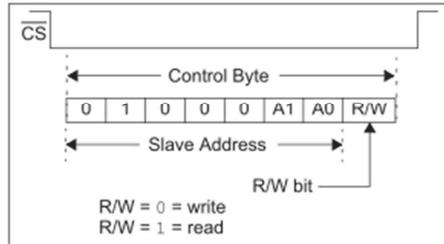
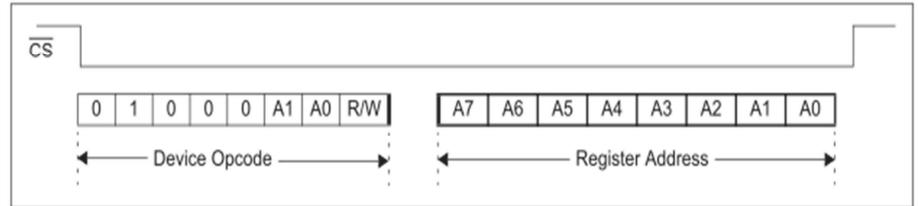


FIGURE 1-5: SPI ADDRESSING REGISTERS



1.6.10 PORT (GPIO) REGISTER

The GPIO register reflects the value on the port. Reading from this register reads the port. Writing to this register modifies the Output Latch (OLAT) register.

REGISTER 1-10: GPIO – GENERAL PURPOSE I/O PORT REGISTER (ADDR 0x09)

R/W-0							
GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
 -n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

bit 7-0 **GP7:GP0:** These bits reflect the logic level on the pins <7:0>
 1 = Logic-high.
 0 = Logic-low.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC13 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

1.6.6 CONFIGURATION (IOCON) REGISTER

The IOCON register contains several bits for configuring the device:

- The Sequential Operation (SEQOP) controls the incrementing function of the address pointer. If the address pointer is disabled, the address pointer does not automatically increment after each byte is clocked during a serial transfer. This feature is useful when it is desired to continuously poll (read) or modify (write) a register.
- The Slew Rate (DISSLW) bit controls the slew rate function on the SDA pin. If enabled, the SDA slew rate will be controlled when driving from a high to a low.
- The Hardware Address Enable (HAEN) control bit enables/disables the hardware address pins (A1, A0) on the MCP23S08. This bit is not used on the MCP23008. The address pins are always enabled on the MCP23008.
- The Open-Drain (ODR) control bit enables/disables the INT pin for open-drain configuration.
- The Interrupt Polarity (INTPOL) control bit sets the polarity of the INT pin. This bit is functional only when the ODR bit is cleared, configuring the INT pin as active push-pull.

REGISTER 1-6: IOCON – I/O EXPANDER CONFIGURATION REGISTER (ADDR 0x05)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0
—	—	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	—
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared
		x = Bit is unknown

- bit 7-6 **Unimplemented:** Read as '0'.
- bit 5 **SEQOP:** Sequential Operation mode bit.
 1 = Sequential operation disabled, address pointer does not increment.
 0 = Sequential operation enabled, address pointer increments.
- bit 4 **DISSLW:** Slew Rate control bit for SDA output.
 1 = Slew rate disabled.
 0 = Slew rate enabled.
- bit 3 **HAEN:** Hardware Address Enable bit (MCP23S08 only).
 Address pins are always enabled on MCP23008.
 1 = Enables the MCP23S08 address pins.
 0 = Disables the MCP23S08 address pins.
- bit 2 **ODR:** This bit configures the INT pin as an open-drain output.
 1 = Open-drain output (overrides the INTPOL bit).
 0 = Active driver output (INTPOL bit sets the polarity).
- bit 1 **INTPOL:** This bit sets the polarity of the INT output pin.
 1 = Active-high.
 0 = Active-low.
- bit 0 **Unimplemented:** Read as '0'.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC14 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Relais G6L1F-12 VDC et circuit ULN 2803A

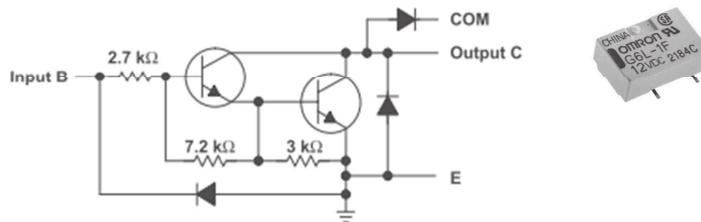
RELAIS G6L-1F-12 VDC

■ Coil Ratings

Single-side Stable Relays (G6L-1P, G6L-1F)

Rated voltage	3 VDC	4.5 VDC	5 VDC	12 VDC	24 VDC
Rated current	60.0 mA	40.0 mA	36.0 mA	15.0 mA	9.6 mA
Coil resistance	50.0 Ω	112.5 Ω	139.0 Ω	800.0 Ω	2,504.0 Ω
Must operate voltage	75% max. of rated voltage				
Must release voltage	10% min. of rated voltage				
Maximum voltage	150% of rated voltage				130% of rated voltage
Power consumption	Approx. 180 mW				Approx. 230 mW

schematic (each Darlington pair)

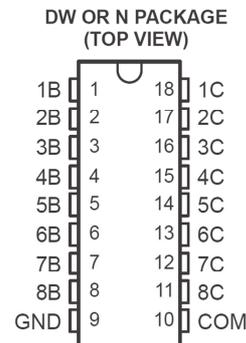


ULN2803A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

SLRS049E - FEBRUARY 1997 - REVISED JULY 2006

- 500-mA Rated Collector Current (Single Output)
- High-Voltage Outputs . . . 50 V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible With Various Types of Logic
- Relay Driver Applications
- Compatible with ULN2800A Series

description/ordering information



The ULN2803A is a high-voltage, high-current Darlington transistor array. The device consists of eight NPN Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads. The collector-current rating of each Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs may be connected in parallel for higher current capability.

Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED and gas discharge), line drivers, and logic buffers. The ULN2803A has a 2.7-kΩ series base resistor for each Darlington pair for operation directly with TTL or 5-V CMOS devices.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{CE(sat)}$ Collector-emitter saturation voltage	$I_B = 250 \mu A$, $I_C = 100 \text{ mA}$, See Figure 5		0.9	1.1	V
	$I_B = 350 \mu A$, $I_C = 200 \text{ mA}$, See Figure 5		1	1.3	
	$I_B = 500 \mu A$, $I_C = 350 \text{ mA}$, See Figure 5		1.3	1.6	

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC15 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	