

**CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE
DE PREMIÈRE CLASSE,
SPÉCIALITÉ « INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS »
(CONCOURS INTERNE ET EXTERNE)**

SESSION 2025

**ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 2 :
MATHÉMATIQUES ET TECHNOLOGIE**

Durée : 3 heures

Coefficient : 5

La rigueur, le soin et la clarté apportés à la rédaction des réponses seront pris en compte dans la notation.
L'usage de la calculatrice en mode examen est autorisé.
L'utilisation de toute documentation est strictement interdite.

Cette épreuve se compose de deux parties :

- Partie A : Mathématiques (10 points) – pages 2 à 7
réponses à indiquer sur la feuille en annexe
- Partie B : Technologie (10 points) – pages 8 à 16
réponses à indiquer sur une copie

Ce sujet comporte 16 pages (page de garde incluse).

PARTIE A : MATHÉMATIQUES

Les questions 1 à 10 sont sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Pour chacune de ces questions, une seule réponse est exacte.

Aucune justification n'est attendue.

Une bonne réponse rapporte 1 point, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,25 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

Les questions 11, 12 et 13 nécessitent une réponse rédigée.

Une feuille réponse est fournie avec la copie sur laquelle toutes les réponses aux 13 questions doivent être reportées.

EXERCICE 1 :

Question 1 :

On s'intéresse au loyer d'un local commercial. Le loyer annuel coûte 9500 € à l'entrée dans les lieux en 2024. Chaque année, le loyer annuel augmente de 2 %.

Le loyer annuel en 2032 sera de (arrondi à l'euro près) :

- a) 10 913 €
- b) 11 020 €
- c) 9 516 €
- d) 11 131 €
- e) 13 736 €

Question 2 :

Soit la suite (u_n) définie sur \mathbb{N} telle que $u_n = 1,2^n$. Alors la somme

$$u_0 + u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_{70} = 1 + 1,2 + 1,2^2 + 1,2^3 + \dots + 1,2^{70}$$

arrondie à l'unité est égale à :

- a) 41 937
- b) 12 211 148
- c) 12 385 593
- d) 1 744 440
- e) 2 093 329

Question 3 :

Soit une fonction f continue et définie sur \mathbb{R} dont le tableau de variations est donné ci-dessous :

x	$-\infty$	-56	12	34	68	105	$+\infty$
f	1	-7	4	-12	12	3	8

Le nombre de solutions de l'équation $f(x) = 4$ est :

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

Question 4 :

Soit la fonction f définie par $f(x) = (6x + 5)e^{3x-8}$ dérivable sur \mathbb{R} . Sa fonction dérivée est la fonction f' définie par :

- a) $f'(x) = 18e^{3x-8}$
- b) $f'(x) = (6x + 5)e^3$
- c) $f'(x) = (21 + 18x)e^{-8+3x}$
- d) $f'(x) = (-23 + 6x)e^{-8+3x}$
- e) $f'(x) = 6e^{3x-8}$

Question 5 :

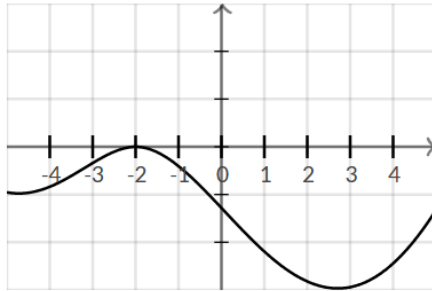
Soit la fonction f définie par $f(x) = (-5x - 25)\ln(x - 5)$ dérivable sur $]5 ; +\infty[$. Sa fonction dérivée est alors la fonction f' définie par :

- a) $f'(x) = -5\ln(x - 5)$
- b) $f'(x) = -5\ln(x - 5) - \frac{5(x+5)}{x-5}$
- c) $f'(x) = -5\ln(x - 5) + 5$
- d) $f'(x) = -5(x - 5)$
- e) $f'(x) = 5$

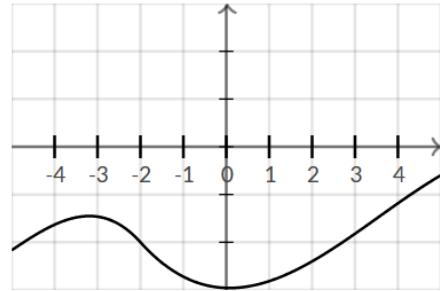
Question 6 :

Dans quel cas la fonction f' peut représenter la dérivée de f ?

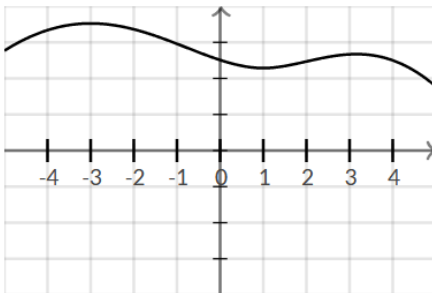
a) Courbe représentative de f :



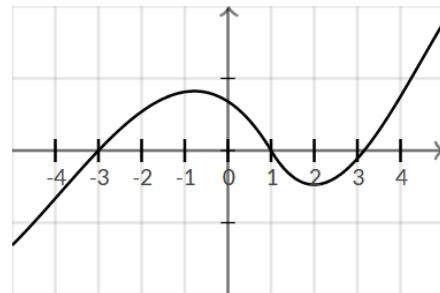
Courbe représentative de f' :



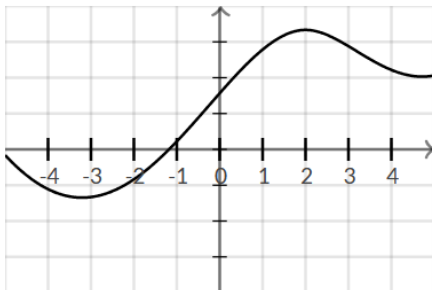
b) Courbe représentative de f :



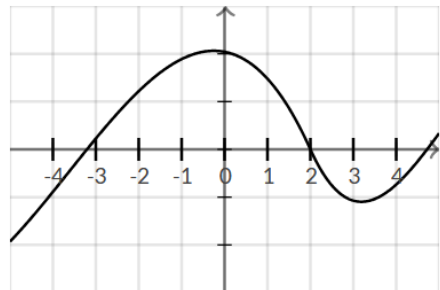
Courbe représentative de f' :



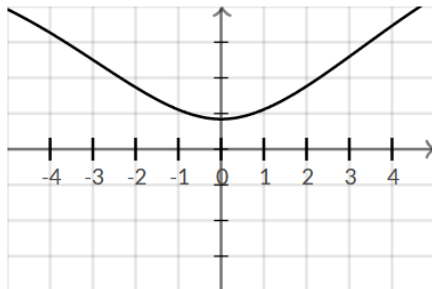
c) Courbe représentative de f :



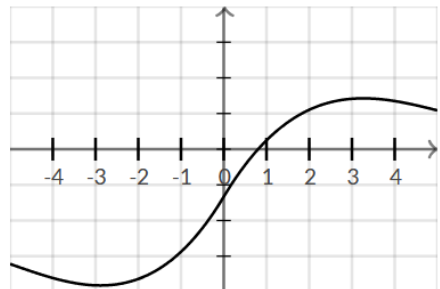
Courbe représentative de f' :



d) Courbe représentative de f :



Courbe représentative de f' :



e) aucun des cas proposés

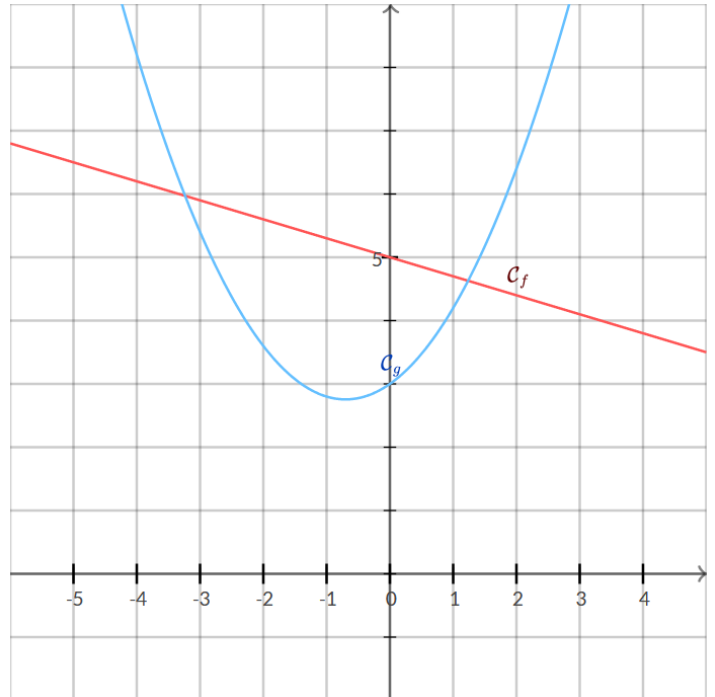
Question 7 :

D'après les courbes représentatives C_f et C_g des fonctions f et g , données ci-

contre, l'intégrale $\int_{-2}^1 (f(x) - g(x)) dx$

appartient à l'intervalle :

- a) [3 ; 10]
- b) [-4 ; 2]
- c) [17 ; 24]
- d) [10 ; 17]
- e) [24 ; 31]



Question 8 :

Soient f et g deux fonctions définies par : $f(x) = x^2 + 5x + 1$ et $g(x) = 2x^2 + x - 4$. Soient C_f et C_g leurs représentations respectives.

Alors l'aire comprise entre C_f , C_g et les droites d'équations $x = -1$ et $x = 5$ est égale à :

- a) $\frac{31}{3}$
- b) $\frac{80}{3}$
- c) 120
- d) 36
- e) $\frac{92}{3}$

Question 9 :

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} (-8e^{-2x+4} - 6) =$$

- a) -6
- b) $-\infty$
- c) -8
- d) $+\infty$
- e) -14

Question 10 :

On se place dans un repère orthonormé. Dans quel cas $\vec{AB} \cdot \vec{AC} = 15$?

- a) $AB = 3$, $AC = 5$ et $\widehat{BAC} = \pi$
- b) ABC est rectangle en A, $AB = 3$ et $AC = 5$
- c) $A(4 ; 7)$, $B(1 ; 2)$ et $C(9 ; 10)$
- d) $AB = 3$, $AC = 5$ et $BC = 8$
- e) aucune des propositions précédentes

Question 11 :

Une entreprise dispose d'un stock de lampes. On sait que 40 % des lampes proviennent d'un fournisseur A et le reste d'un fournisseur B. Un quart des lampes provenant du fournisseur A et un tiers des lampes provenant du fournisseur B peuvent être utilisées uniquement en intérieur. Les autres lampes peuvent être utilisées aussi bien en intérieur qu'en extérieur.

On choisit au hasard une lampe dans le stock.

- On note A l'événement « la lampe provient du fournisseur A » et B l'événement « la lampe provient du fournisseur B ».
- On note I l'événement « la lampe peut être utilisée uniquement en intérieur » et E l'événement « la lampe peut être utilisée aussi bien en intérieur qu'en extérieur ».

On choisit une lampe pouvant être utilisée aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Le responsable de l'entreprise estime qu'il y a autant de chance qu'elle provienne du fournisseur A que du fournisseur B.

Le responsable a-t-il raison ? Justifier.

EXERCICE 2 :

Une entreprise fabrique par moulage des hélices d'avion en matériau composite. Ce matériau est disposé dans un moule à une température de 140 °C (degrés Celsius), puis pressé.

L'hélice est retirée du moule à l'instant $t = 0$. Elle a alors une température de 140 °C. On la dépose à l'air libre à la température ambiante de 20 °C afin qu'elle refroidisse.

On note $f(t)$ la température de l'hélice, en degrés Celsius à l'instant t , exprimée en secondes.

D'après la loi de refroidissement de Newton, la fonction f définie sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ d'expression $f(t)$ est solution de l'équation différentielle (E) : $y' + 0,004y = 0,08$ où l'inconnue y est une fonction de la variable t , définie et dérivable sur $[0 ; +\infty[$.

Question 12 :

Montrer que $f(t) = 120e^{-0,004t} + 20$ pour $t \in [0 ; +\infty[$.

Question 13 :

Au cours du refroidissement, il arrive que l'hélice doive subir des modifications qui ne peuvent être effectuées que lorsque la température de la parbole est inférieure à 30 °C.

Calculer le temps nécessaire pour atteindre une température inférieure à 30 °C.

PARTIE B : TECHNOLOGIE

Le sujet comporte 12 questions de type Question à Choix Unique (QCU) ou bien d'analyse avec rédaction d'une réponse sur une copie séparée de la partie mathématiques.

Chaque question est indépendante.

Vous répondrez pour les questions à choix unique sur votre copie en indiquant clairement le numéro de question et votre réponse.

Une bonne réponse rapporte 1 point, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,25 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

Présentation du système technique: ROBOT MIMI

MiMi: Multipode Intelligent à Mobilité Interactive est un robot insectoïde ressemblant à une Mygale. Il a été développé pour participer à la coupe de France de Robotique .

La Coupe de France de Robotique est un concours international de robotique ouvert aux équipes de jeunes amateurs. Ces équipes peuvent prendre la forme de groupes d'étudiants dans le cadre de leurs études ou de clubs d'amis.

La vocation du concours est d'intéresser un public le plus vaste possible à la robotique et d'encourager la pratique des sciences et techniques en groupe par les jeunes.

Les matchs impliquent deux équipes, l'une en bleu, l'autre en rouge. Chaque équipe ne peut engager qu'un seul robot. Les matchs durent 90 secondes.

Les équipes sont tenues d'équiper leur robot d'un système d'évitement d'obstacles. Le système est destiné à empêcher les collisions entre les robots pendant un match.

Le robot est pilotable par télécommande infrarouge ou par liaison bluetooth via une Interface Homme Machine installée sur une tablette.

Le robot est constitué de 18 servos numériques en réseau type AX-12+. (Vitesse maxi : 5 cm/s. Asservissement numérique de position intégré aux servos.)(voir Annexe 1 - DT1)

Il est alimenté par 2 Batteries NiMh 8V 4A/h en parallèle (8V 8A/h). (Autonomie : 30 minutes minimum, Recharge : 2H)

Il possède 2 télémètres infra rouge SHARP (avant et arrière) portée 20 à 30 cm afin d'éviter toute collision avec un autre robot pendant la compétition.



Organisation du système :

Diagramme d'exigences : (exigences générales)

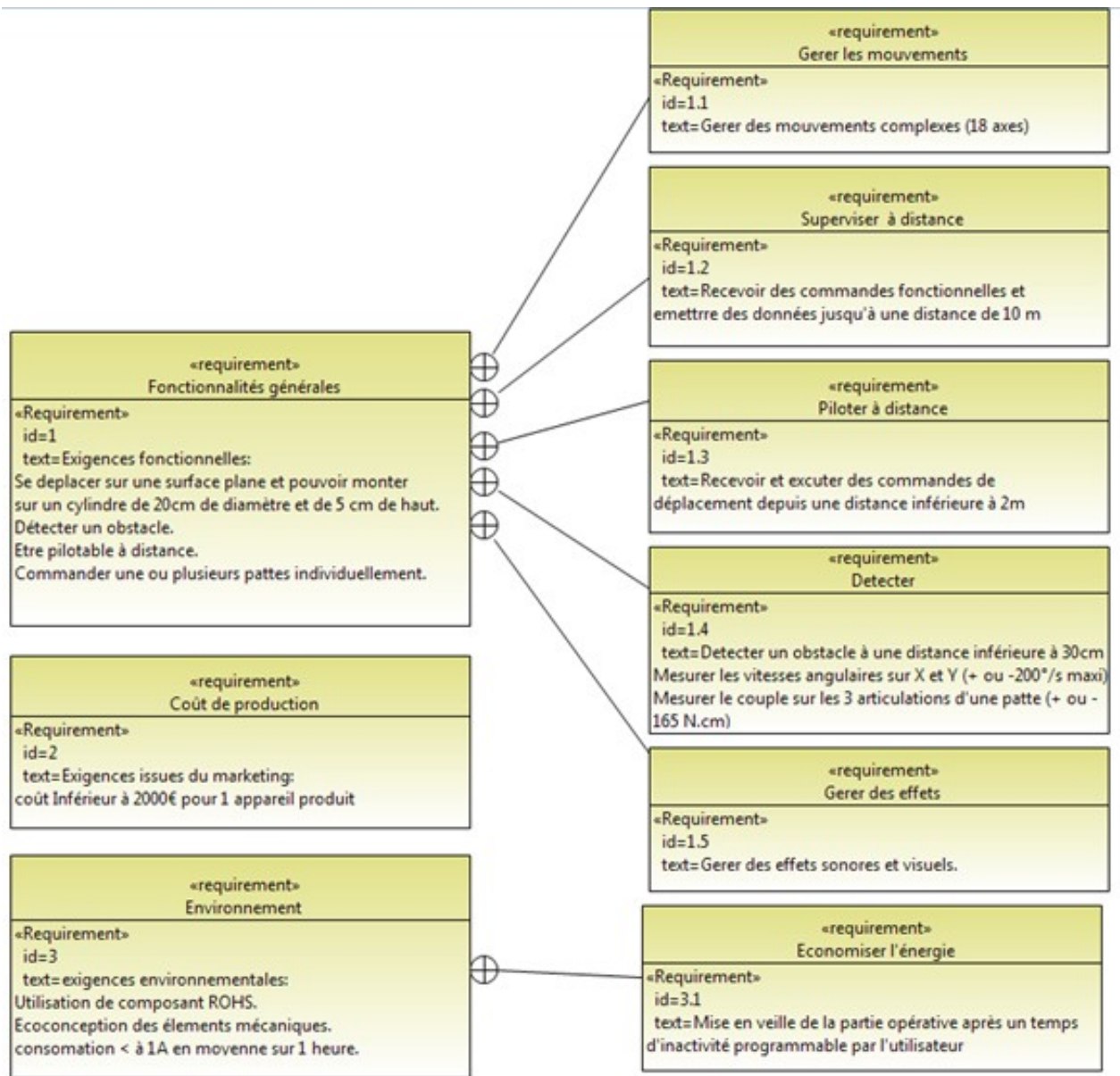
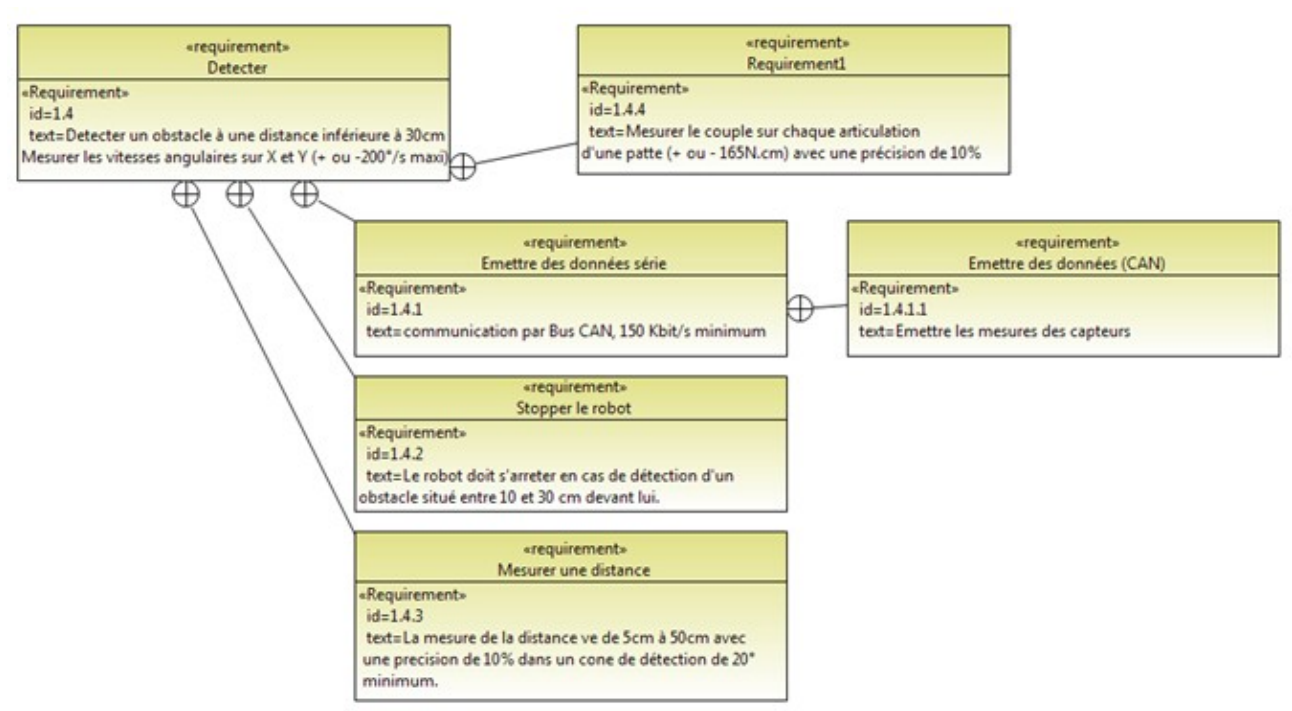


Diagramme d'exigences : Fonction détecter



Question 14

Retrouvez dans l'analyse des schémas SysMI , les exigences (distance, précision) liées à la détection des obstacles. Reproduire et compléter le tableau ci-dessous sur votre copie :

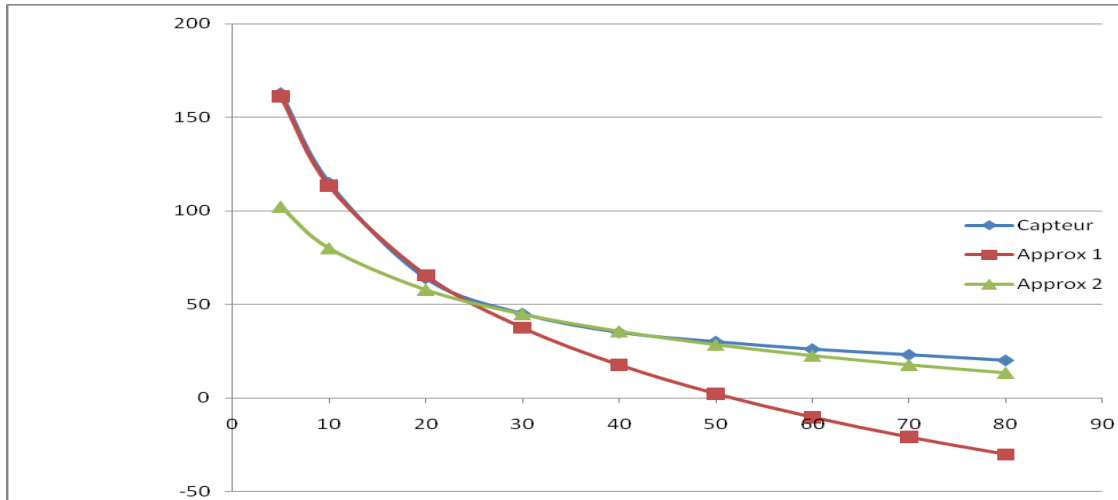
Id Exigence :	Libellé de l'exigence :
Id n°	
Id n°	
Id n°	
Id n°	

Question 15

A l'aide de la présentation du fonctionnement du robot MIMI et de la documentation technique associée (Annexe 2 - DT2), citer les caractéristiques, en justifiant votre réponse, du protocole de communication retenu pour faire communiquer les capteurs de la fonction détecter et la carte numérique. (vitesse max, niveaux de tension...)

Question 16

Dans le but de linéariser le capteur de distance (télémètre), on propose de modéliser sa caractéristique par 2 fonctions logarithmiques (Approx1 et Approx2) couvrant chacune une zone du capteur.



La distance est représentée sur l'axe des abscisses

Réaliser l'algorithme en pseudo-langage (en français) permettant d'utiliser la fonction appropriée (Approx 1 ou Approx 2) en fonction de la distance mesurée. Pour cela, vous utiliserez les instructions proposées dans le document Annexe 3.

Nom des variables et fonctions à utiliser :

Distance (contient la distance mesurée, type entier)

Approx 1 (sous programme permettant de linéariser la mesure équation 1)

Approx 2 (sous programme permettant de linéariser la mesure équation 2)

Question 17

Le télémètre est un capteur analogique. Pour être traité par la carte numérique, le signal doit être converti par un convertisseur analogique/numérique. Le convertisseur analogique numérique utilisé peut être assimilé à un CAN 8 bits dont la plage de conversion s'étend de 0 à 5V.

En vous aidant de la documentation technique du capteur, (Annexe 1 - DT1) déterminer le code binaire obtenu pour une mesure de distance de 10 cm.

Question 18

Étude du fonctionnement du servo moteur :

Chaque servomoteur numérique est capable de mesurer le couple exercé sur son axe. Cette mesure est effectuée à l'aide d'une résistance « shunt » de $2,1 \Omega$ qui donne une image du courant consommé par le moteur (Ce courant est directement proportionnel au couple).

Cette grandeur analogique est ensuite convertie en une grandeur numérique, puis émise à la demande sur le réseau.

Calculer la tension obtenue si le courant traversant la résistance est égal à 800 mA.

Question 19

En vous aidant de la documentation technique Annexe 1 - DT1, déterminer la trame binaire émise sur le réseau si la mesure de couple codée en hexadécimal est égale à \$ 9A dans le sens horaire.

Question 20

En considérant que la consommation du robot est constante lors du combat et de son déplacement, calculer l'intensité maximale que doit consommer l'ensemble des composants du robot pour satisfaire l'exigence d'autonomie (30mn) sachant que la profondeur de décharge de la batterie est limitée à 70 %. (On ne peut pas descendre en dessous de cette valeur sous peine de ne pas pouvoir recharger les batteries)

Question 21

On souhaite mettre à jour le logiciel de pilotage du robot installé sur la tablette. Pour cela, on souhaite la connecter via un réseau local de classe C. Proposer une adresse IP et un masque de sous réseau.

Question 22

La mise à jour du logiciel s'effectue avec un débit de 5 Mbits/s.
Le fichier à télécharger a une taille de 1,5 Gbits/s.
Calculer le temps de téléchargement du fichier.

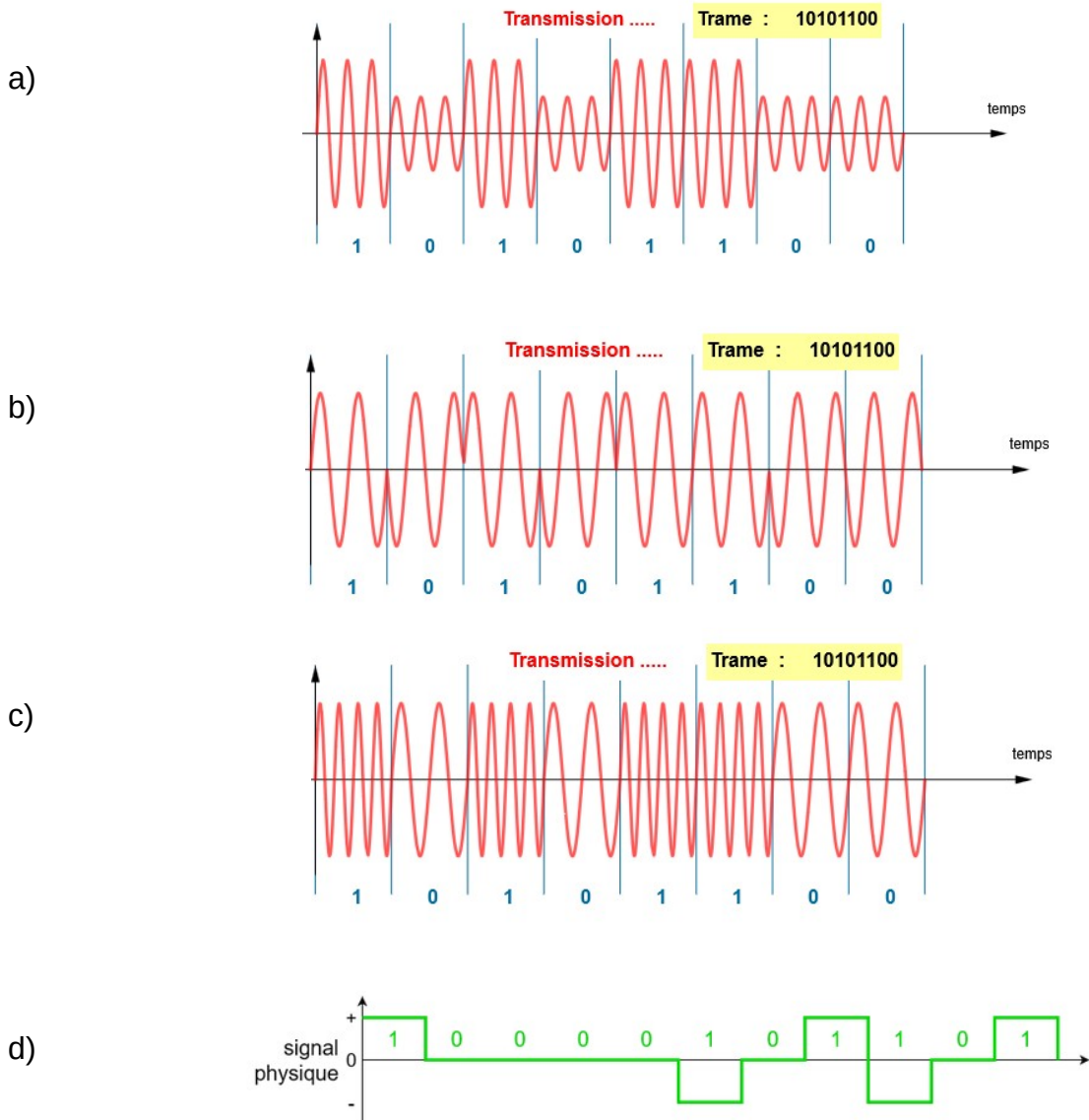
Question 23

Lors du téléchargement du fichier, l'utilisateur a dû s'identifier, quel protocole a pu être utilisé :

- a) Http
- b) Ftps
- c) Pop
- d) Download

Question 24

Lorsqu'on pilote le robot à l'aide de la tablette, la communication s'effectue via une transmission Bluetooth. Le signal transmis est modulé en fréquence. Quel signal correspond à une modulation de fréquence ?



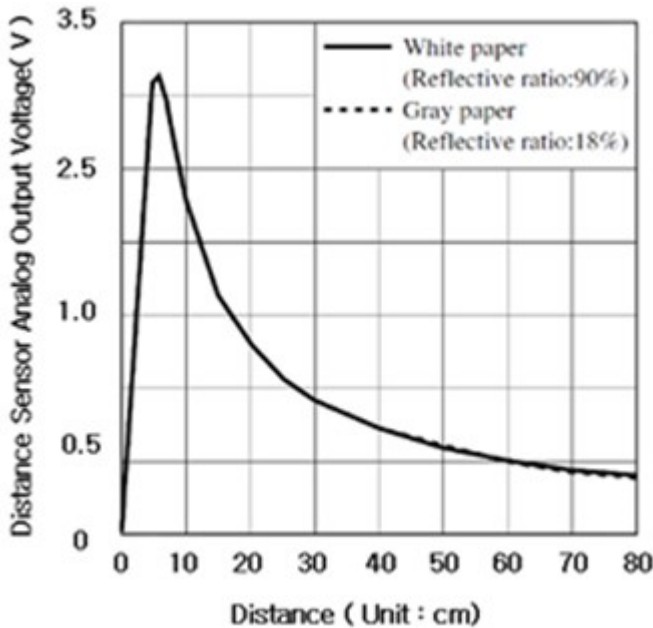
Question 25

Dans une page web, quel type de code permet de mettre en forme visuellement la page ?

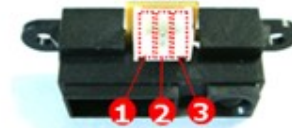
- a) HTML
- b) C++
- c) JAVASCRIPT
- d) CSS

Annexe 1 Documentation technique 1 – DT1

Extrait doc technique Capteur Télémètre DMS (Distance Measurement Sensor)



Pin Layout Information



1. VCC (5V)
2. GND
3. ADC : Outputs the distance sensing value in analog signals.

Extrait doc technique servo AX-12+ - Capteur Mesure du couple intégré

Le servomoteur AX-12 est un actionneur intelligent et modulaire qui intègre un réducteur à engrenages, un moteur (DC) à courant continu de précision et une électronique de contrôle dotée de fonctionnalités réseau, tout cela dans un seul boîtier.

Chaque servomoteur numérique est capable de mesurer le couple exercé sur son axe. Cette mesure est effectuée à l'aide d'une résistance de « shunt » qui donne une image du courant consommé par le moteur (Ce courant est directement proportionnel au couple). Cette grandeur analogique est ensuite convertie en une grandeur numérique, puis émise à la demande sur le réseau.



	AX-12	
Weight (g)	55	
Gear Reduction Ratio	1/254	
Input Voltage (V)	at 7V	at 10V
Final Max Holding Torque(kgf.cm)	12	16.5
Sec/60degree	0.269	0.196

Bit	15-9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Value	0	Load Direction	Load (mesure couple)							

NB :Bit 8 : Load direction : indicateur de direction
 CW : 1 (rotation horaire) / CCW : 0 (rotation anti horaire)

Annexe 2

Documentation technique 2 – DT2

Extrait doc technique protocole communication CAN :

Le bus CAN (Controller Area Network) est un bus série de terrain car il doit fonctionner dans un environnement limité et sévère (milieu industriel, atelier, voiture...) permettant la transmission asynchrone de données numériques. Il s'agit d'un bus multiplexé.

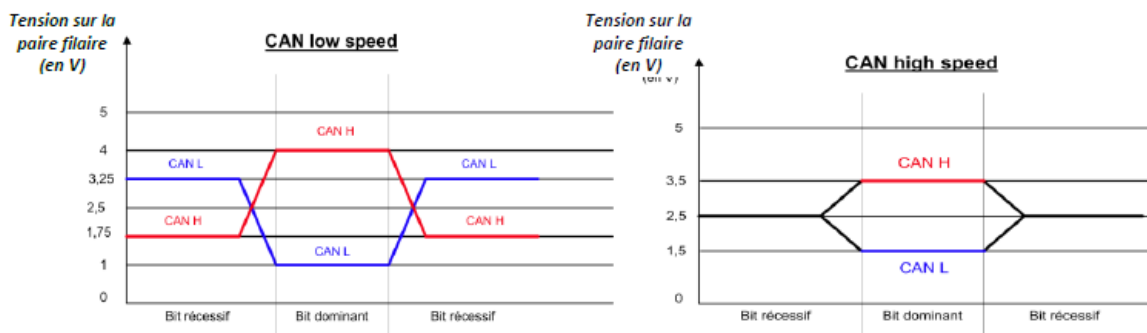
La transmission des données est effectuée sur une paire filaire différentielle torsadée. La ligne est donc constituée de deux fils : CAN L (CAN Low) et CAN H (CAN High). Le Signal CAN transmis est donc obtenu par la différence de tension entre les deux lignes. La ligne du bus doit se terminer par des résistances de terminaison.

Il existe **2 types d'interfaces** (normes de transmission) :

- le CAN LowSpeed ou CAN-LS (norme ISO 11519). Ce bus présente un débit max de 125 kb/s et peut raccorder jusqu'à 20 nœuds. Dans l'automobile, il est appelé bus confort et utilisé pour la climatisation, la radio, le tableau de bord ...
- le CAN Highspeed ou CAN-HS. Ce bus présente un débit max de 1 Mb/s et peut raccorder jusqu'à 30 nœuds. Dans l'automobile, il est utilisé pour les équipements de sécurité (freinage, moteur ...)

Paramètres	CAN LS	CAN HS
Débit	125 kb/s	125 kb/s à 1 Mb/s
Nombre de nœuds sur le bus	2 à 20	2 à 30
Courant de sortie (mode émission)	> 1 mA sur 2,2 kΩ	25 à 50 mA sur 60Ω
Niveau dominant (NLO)	CAN H = 4V CAN L = 1V	CAN H = 3,5 V CAN L = 1,5 V
Niveau récessif (NL1)	CAN H = 1,75V CAN L = 3,25V	CAN H = 2,5 V CAN L = 2,5 V
Caractéristique du câble	30 pF entre les câbles de ligne	2 x 120 Ω
Tensions d'alimentation	5 V	5 V

Les nœuds sont câblés sur le bus de telle manière qu'en cas d'émission simultanée de deux nœuds, le **NLO s'impose par rapport au NL1** : Le **NLO** est donc appelé **état dominant** et le **NL1**, **état récessif**.



Annexe 3 - Document ressource Algorithmie

Interactions entrées / sorties, structures linéaires (tout verbe d'action à l'infinitif)

LIRE (Nom_Entrée) : effectue l'acquisition de l'information et la mémorisation dans une variable d'une donnée sur un périphérique d'entrée. (ex : Temp ← Lire Capteur DHT)

ÉCRIRE (Nom_Sortie) : fixe un niveau logique sur une sortie selon le contenu de la variable Nom_Sortie (ex : Écrire 1 sur sortie BUZZER) ou affecte une valeur sur un périphérique de sortie.

ATTENDRE (durée) : Effectue une boucle de temporisation, pause de la durée spécifiée.

Boucle conditionnelle : Si ... Alors ... Sinon ... FinSi

Si (condition vraie)

```
| Alors  
| Faire action1  
| Sinon  
| Faire action2  
FinSi
```

Structure de contrôle : Tantque ... faire ... FinTantque

Tantque (condition vraie)

```
Faire  
|  
| Action  
| Lire condition
```

FinFaire

Structure de contrôle : Faire ... Tantque ...

Faire

```
| Action  
| Lire condition
```

Tantque (Condition vraie)

Boucle de comptage : Pour ... variant de ... à ... par pas de ... Faire ... FinPour

Pour i de 0 à i<4, i=i+1

```
Faire  
|  
| Action  
FinFaire
```