

BACCALAURÉAT Général

Enseignement de spécialité Sciences de l'Ingénieur

Eléments de correction

PARTIE1-SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Robot piscine Zodiac RV 5600

1. Sous-partie 1

Question 1.	Relever sur la figure 6 la valeur du seuil de courant I_{seuil} correspondant à la valeur du courant I_{moteur_pompe} , lorsque le filtre est plein.
Figure 6	

Le seuil de courant I_{seuil} est égale à 2.7A. Il correspond au courant à $t=2500s$ temps pour lequel, l'état de la LED filtre plein

Question 2.	Déterminer à partir de la figure 8, la relation entre U_e et I_{moteur_pompe} . En déduire la valeur de R_{shunt} .
Figures 7 et 8	

Courbe linéaire de la forme $U_e = R_{shunt} \cdot I_{moteur_pompe}$

Soit $U_e = 0.326 \cdot I_{moteur_pompe} \Rightarrow R_{shunt} = U_e / I_{moteur_pompe} = 3/9.2 = 0.326\Omega$

Question 3.	Déterminer la relation entre $N_{(10)}$ (valeur décimale de la grandeur numérique en sortie du CAN) et U_e . En déduire la relation entre $N_{(10)}$ et I_{moteur_pompe} . Montrer que $N_{seuil(10)} = \frac{0,326}{2,93 \cdot 10^{-3}} \cdot I_{moteur_pompe}$.
Figures 7 et 8	
8	

$$Q = \frac{V_{pe}}{2^n} = \frac{3-0}{2^{10}} = 2.93 \cdot 10^{-3} V$$

$$N_{(10)} = \frac{U_e}{q} = \frac{U_e}{2.93 \cdot 10^{-3}}, \text{ Comme } U_e = 0.326 \cdot I_{moteur_pompe}$$

$$N_{(10)} = \frac{0.326}{2.93 \cdot 10^{-3}} \cdot I_{seuil}$$

Question 4.	Compléter sur le document réponse DR1, le diagramme d'états qui avertit visuellement l'utilisateur et désactive le mode paroi lorsque le filtre est plein.
DR1	

Question 5.	Justifier , au regard des données techniques et des exigences, le choix de ce type de liaison sans fil de type zigbee.
Tableau 1 et figure 4	

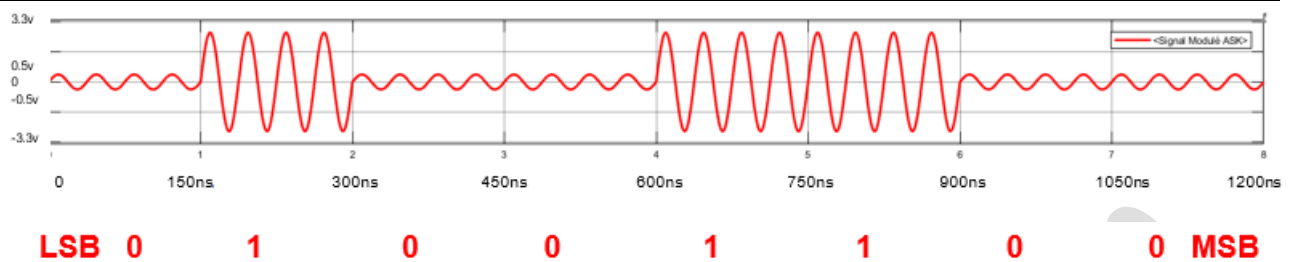
La portée est suffisante par rapport à la position du boîtier de commande et respecte l'exigence 2.1, $12m > 10m$

L'autonomie de la télécommande est de plusieurs années car le protocole choisi est peu énergivore, exigence 2.2 respecté.

Le prix d'un module Zigbee est de 1 euros, exigence est respectée (inférieure à 2€)

Seule le module Zigbee respecte les trois exigences 2.1 à 2.3.

Question 6.	À partir de l'extrait de trame figure 10 et du tableau 2 de correspondance, déterminer quelle commande a été envoyée au robot depuis la télécommande.
Figure 10 et tableau 2	



DATA = (0011 0010)₂ soit 0x32, la commande envoyée par la télécommande est une commande de marche avant

Question 7.	Proposer sur le DR2 les commentaires des lignes 18 à 21 du code Python. Compléter ensuite le script Python des lignes 22 à 26, permettant de commander le robot en marche avant à partir de la télécommande Kinétic.
DR2	

On teste grâce à l'instruction conditionnelle « if » si la valeur contenue dans la variable xbee_msg est égale à 0x33 ce qui correspond à une commande de marche arrière.

Question 8.	Conclure sur le DR3 quant au respect des exigences concernant la détection filtre plein et le pilotage du robot via la télécommande.
Figure 4 et DR3	

2. Sous-partie 2

Question 9.	Compléter le document réponse DR4 en indiquant les différentes grandeurs de flux et d'efforts avec leurs unités.
DR4	

Question 10.	Montrer , en appliquant le théorème de la résultante dynamique, les équations scalaires suivantes :
Figure 12	

Équation 1 sur Z :

$$F_{m1} \cdot \sin \alpha + F_{m2} \cdot \sin \beta - M_r \cdot g - F_{\text{trainée}} + F_{ej} \cdot \sin(30^\circ) + F_{\text{arch}} - F_{\text{brosse}} = 0$$

Équation 2 sur X :

$$F_{m1} \cdot \cos \alpha + F_{m2} \cdot \cos \beta - F_{ej} \cdot \cos(30^\circ) - F_{\text{dep}} = 0$$

On isole le robot

$$\Sigma \vec{F}_{/robot} = \vec{0} \quad \vec{F}_{m1} + \vec{F}_{m2} + \vec{F}_{ej} + \vec{F}_{\text{arch}} + \vec{F}_{\text{brosse}} + \vec{F}_{\text{dep}} + \vec{F}_{\text{trainée}} + \vec{P} = \vec{0}$$

en projection sur $\vec{z}$: $F_{m1} \cdot \sin \alpha + F_{m2} \cdot \sin \beta - P - F_{\text{trainée}} + F_{ej} \cdot \sin 30 + F_{\text{arch}} - F_{\text{brosse}} = 0$

en projection sur $\vec{x}$: $F_{m1} \cdot \cos \alpha + F_{m2} \cdot \cos \beta - F_{ej} \cdot \cos 30 - F_{\text{dep}} = 0$

Question 11.	Montrer , en appliquant le théorème du moment dynamique au point B, l'équation scalaire suivante :
Figure 12	

Équation 3 sur Y :

$$115 \cdot M_r \cdot g + 100 \cdot F_{\text{dep}} + 115 \cdot F_{\text{trainée}} - 115 \cdot F_{\text{arch}} - 280 \cdot F_{m1} \cdot \cos \alpha + 326 \cdot F_{ej} \cdot \cos(30^\circ) - 234 \cdot F_{ej} \cdot \sin(30^\circ) = 0$$

$$\Sigma M(\vec{F}_{/robot})_B = 0$$

En projection sur $\vec{y}$

$$-F_{m1z} \cdot 280 + F_{\text{dep}} \cdot 100 + F_{\text{trainée}} \cdot 115 - F_{ejz} \cdot 234 + F_{ejx} \cdot 326 + P \cdot 115 - F_{\text{arch}} \cdot 115 = 0$$

$$115 \cdot P + 100 \cdot F_{\text{dep}} + 115 \cdot F_{\text{trainée}} - 115 \cdot F_{\text{arch}} - 280 \cdot F_{m1} \cdot \cos \alpha + 326 \cdot F_{ej} \cdot \cos 30 - 234 \cdot F_{ej} \cdot \sin 30 = 0$$

Question 12.	Vérifier que le couple C_m en sortie du motoréducteur droit a une valeur proche de 0,2 N.m.
Figure 13	

Roue avant droite :

$$C_{\text{roue_av_droite}} = 0.105 \cdot 4.5 = 0.472 \text{ Nm}$$

$$C_{\text{motoreducteur_av_droit}} = C_{\text{roue_av_droite}} \cdot 0.1191 / 0.8 = 0.070 \text{ Nm}$$

Roue arrière droite :

$$C_{roue_ar_droite} = 0.105 \cdot 8.5 = 0.892 \text{ Nm}$$

$$C_{motoreducteur_ar_droit} = C_{roue_ar_droite} \cdot 0.1191 / 0.8 = 0.132 \text{ Nm}$$

$$C_{réducteur_droit} = C_{reducteur_av_droit} + C_{reducteur_ar_droit} = 0.202 \text{ Nm}$$

Le couple sortie motoréducteur est de 0.202 Nm

Éléments de correction

Question 13.	Relever sur la figure 15 les valeurs du courant consommé en régime permanent dans les cas de l'expérimentation (valeur moyenne de $I_{\text{expérimental}}$) et du modèle multiphysique ($I_{\text{simulé}}$). Le modèle est considéré valide si l'écart relatif entre ces deux valeurs est inférieur à 10 %. Conclure .
Figures 15, 16	

$I_{\text{simulé}} = 130 \text{ mA}$

$I_{\text{expérimental}} = 135 \text{ mA}$

$(135-130)/135 = 0.037$ soit $3.7 \% < 10\%$, modèle validé

Question 14	Retrouver la valeur du couple moteur C_{m_simu} à partir de la courbe simulée et comparer à la valeur C_m déterminée précédemment.
Figure 15 et 16	
Question 12 et 13	

Calcul de C_{m_simu} ; $K_c = 1.55 \text{ Nm/A}$

$C_{m_simu} = 130 * 1.55 = 201.5 \text{ mNm} = 0.201 \text{ Nm}$ correspond à C_m (Q13) de 0.202 Nm

Question 15	À partir des figures 17 et 13, déterminer la vitesse de déplacement V_{robot} du robot en $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ en régime établi. Conclure quant au respect de l'exigence 1.1, figure 11.
Figures 11, 13 et 17	

$\omega_{\text{motoréducteur}} = 11.2 \text{ rad/s}$

$\omega_{\text{roue}} = 11.2 * 0.1191 = 1.33 \text{ rad/s}$ $V_{\text{robot}} = 1.33 * 0.105 = 0.14 \text{ m/s}$ soit 8.4 m/min

Exigence de $9 \text{ m/min} \pm 1$ en montée est respectée.

3. Sous-partie 3

Question 16	À partir de la figure 19, calculer l'énergie électrique W_{moteurs} consommée en Joule puis en W.h (rappel $1\text{J} = 1\text{ W.s}$) par les moteurs de propulsion et de pompe sur un parcours type.
Figure 19	

$$W_{\text{moteurs}} = 92 \cdot 40 + 97 \cdot 10 + 19 \cdot 10 + 30 \cdot 4 + 55 \cdot 4 + 92 \cdot 52 = 9964 \text{ W.s}$$

soit 2.77 W.h pour un parcours type de 2 minutes

Question 17	Calculer l'énergie électrique $W_{\text{électronique}}$ consommée en Joule puis en W.h par les composants électroniques sur un parcours type. En déduire l'énergie électrique W_{cycle} consommée pour un cycle.

$$W_{\text{électronique}} = 0.5 \cdot 5 \cdot 120 = 300 \text{ J} = 0,083 \text{ Wh pour un parcours type de 2 minutes}$$

$$W_{\text{cycle}} = W_{\text{électronique}} + W_{\text{moteurs}} = 2,853 \text{ Wh}$$

Question 18	Déterminer l'énergie minimale W_{batterie} de la batterie en W.h satisfaisant l'exigence 4.1 (figure 18). En tenant compte de la profondeur de décharge de la batterie, en déduire sa capacité minimale Q_{batterie} en A.h.
Figure 18	

Pour un cycle de 3h, $W_{\text{électronique}(3h)} = 30 \cdot 0.083 \cdot 3 = 7.47 \text{ W.h}$ (1h correspond à 30 cycles)

Pour un cycle de 3h, $W_{\text{moteurs}(3h)} = 30 \cdot 2.77 \cdot 3 = 249.3 \text{ W.h}$

Pour un cycle de 3h, $W_{\text{total}(3h)} = 256.8 \text{ W.h}$

Soit Capacité minimale $Q = 256.8 / (24 \cdot 0.8) = 13.37 \text{ A.h}$

Si l'élève a pris en compte la profondeur de décharge de la batterie lors du calcul des différentes énergies sur un cycle de 3 heures, le résultat est correct.

$$W_{\text{électronique}(3h)} = 30 \cdot 0.083 \cdot 3 / 0.8 = 9.33 \text{ W.h}$$

$$W_{\text{moteurs}(3h)} = 30 \cdot 2.77 \cdot 3 / 0.8 = 311.62 \text{ W.h}$$

$$W_{\text{total}(3h)} = 321 \text{ W.h}$$

$$Q = 321 / 24 = 13.37 \text{ A.h}$$

Question 19	Proposer une association de modules permettant de réaliser la batterie souhaitée. Déterminer le nombre nécessaire de modules. Montrer qu'il est possible de stocker 343 Wh dans cette batterie
Tableau 3 Figure 20	

7 modules en série soit $7 \cdot 3.6 = 25.2 \text{ V} > 24\text{V}$

4 branches de 7 modules soit $4 \cdot 3.4 = 13.6 \text{ A.h} > 13.5\text{A.h}$

28 $3,6 \times 3,4 = 343 \text{ Wh}$ énergie disponible.

Question 20	À partir du tableau 3, déterminer la masse en kg et le volume en litres de cette batterie. Conclure quant au respect des exigences 4.2 et 4.3 données dans le diagramme de la figure 18.
Tableau 3 Figure 18	

343 Wh => $343/300=1,14$ litre

$343 / 120 = 2,85$ kg

En prenant en compte cette batterie, le volume et la masse restent conforme aux exigences.

Éléments de correction

Question 4 :

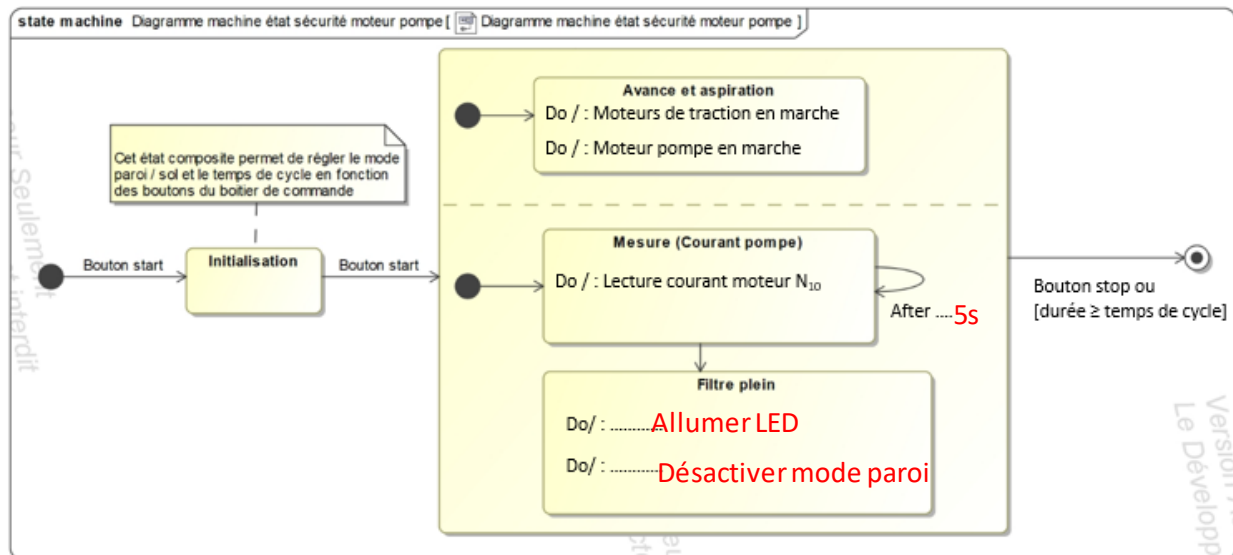


Figure 1 : diagramme machine à état filtre plein

Question 7 :

```

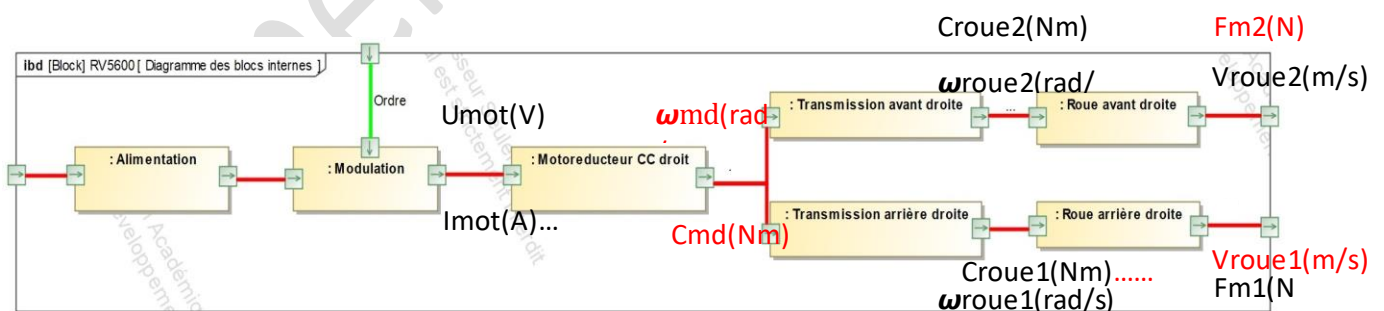
1  import zigbee                # Importation de la librairie Zigbee
2  from RV5600 import*          # Importation de la librairie RV5600
3
4  """ Initialisation """
5  RV5600.pump_motor (0,0)      # Arrêt du moteur pompe
6  RV5600.Left_traction_motor (0,0) # Arrêt du moteur traction gauche
7  RV5600.Right_traction_motor (0,0) # Arrêt du moteur traction droit
8  RV5600.State_LED = 0        # Désactivation de la led
9  RV5600.Wall_mode = 0        # Désactivation du mode paroi
10
11 # Instantiate a Zigbee device object.
12 device = ZigBeeDevice("COM1", 9600)
13 device.open()
14
15 # Read data.
16 xbee_msg = device.read_expl_data() # Stocke dans xbee_msg les données lues
17                                   # via la liaison Zigbee
18 if xbee_msg == 0x33 :             # marche arrière à compléter
19     RV5600.Left_traction_motor (60,-1) # moteur gauche à compléter
20                                         # 60%, rot anti-horaire
21     RV5600.Right_traction_motor (60,-1) # moteur droit à compléter
22                                         # 60%, rot anti-horaire
23 elif xbee_msg == .....0x32..... # à compléter
24     RV5600.Left_traction_motor .....(80,1)..... # à compléter
25     RV5600.Right_traction_motor .....(80,1)..... # à compléter
26
27
28 elif xbee_msg == 0x35 :
29     RV5600.Left_traction_motor (50,1) # Activation du moteur gauche avec une PWM
30                                         # à 50% et rotation marche avant
31     RV5600.Right_traction_motor (0,0) # Arrêt du moteur droit
32 elif xbee_msg == 0x34 :
33     RV5600.Left_traction_motor (0,0)
34     RV5600.Right_traction_motor (50,1)

```

Question 8 :

Exigences	Valeur et/ou niveau attendus	Valeur et/ou solutions trouvées	Validité	Justification
Portée communication	>à 10 m	Environ 12 m	validé	Car Tab1 module Zigbee portée de 12 m environ
Autonomie avec pile	Plusieurs années	Plusieurs années	validé	Car tab1autonomie module avec pile est de plusieurs années
Coût module	Inférieur à 2€	1€	validé	Car tab1, prix module estimé à 1€
Détecter filtre plein	Détecter et prévenir l'utilisateur du filtre plein	Capteur + led	validé	capteur de courant et présence led sur boîtier

Question 9 :



Éléments de correction