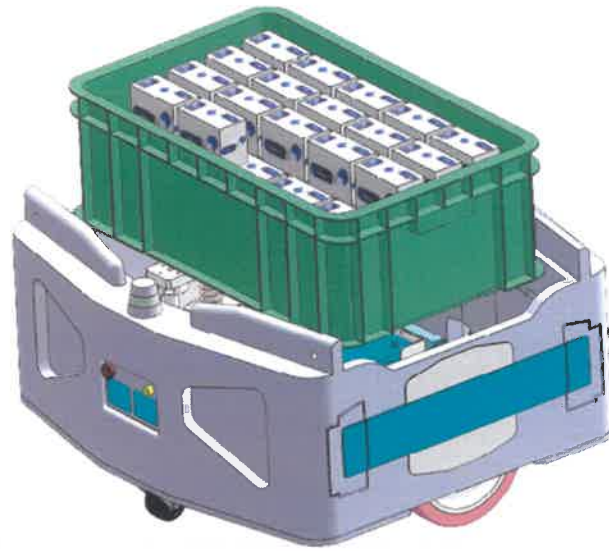


الصفحة	1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة -	المملكة المغربية وزارة للتربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
8	***I		
NR 44			
3h	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
3	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (ب)	الشعبة أو المسلك

Eléments de corrigé



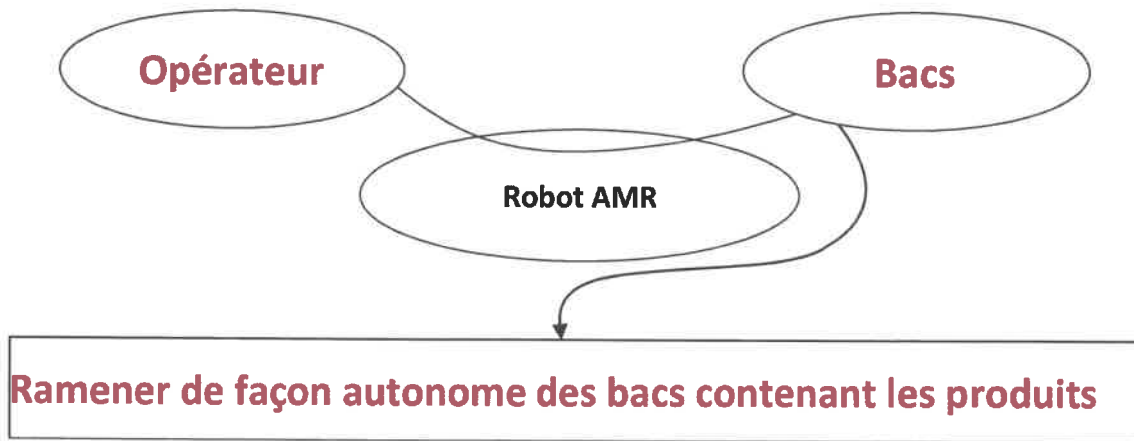
Robot mobile autonome (AMR)

الصفحة	2	NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم الرياضية (ب)
8			

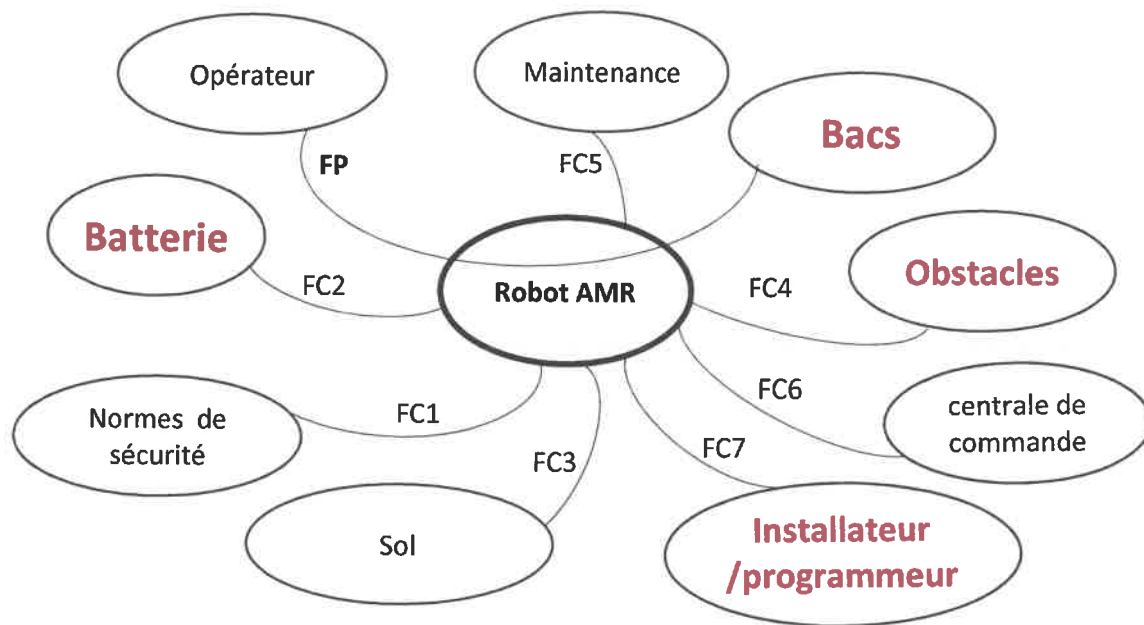
D.Rep 1

/2,75 Pts

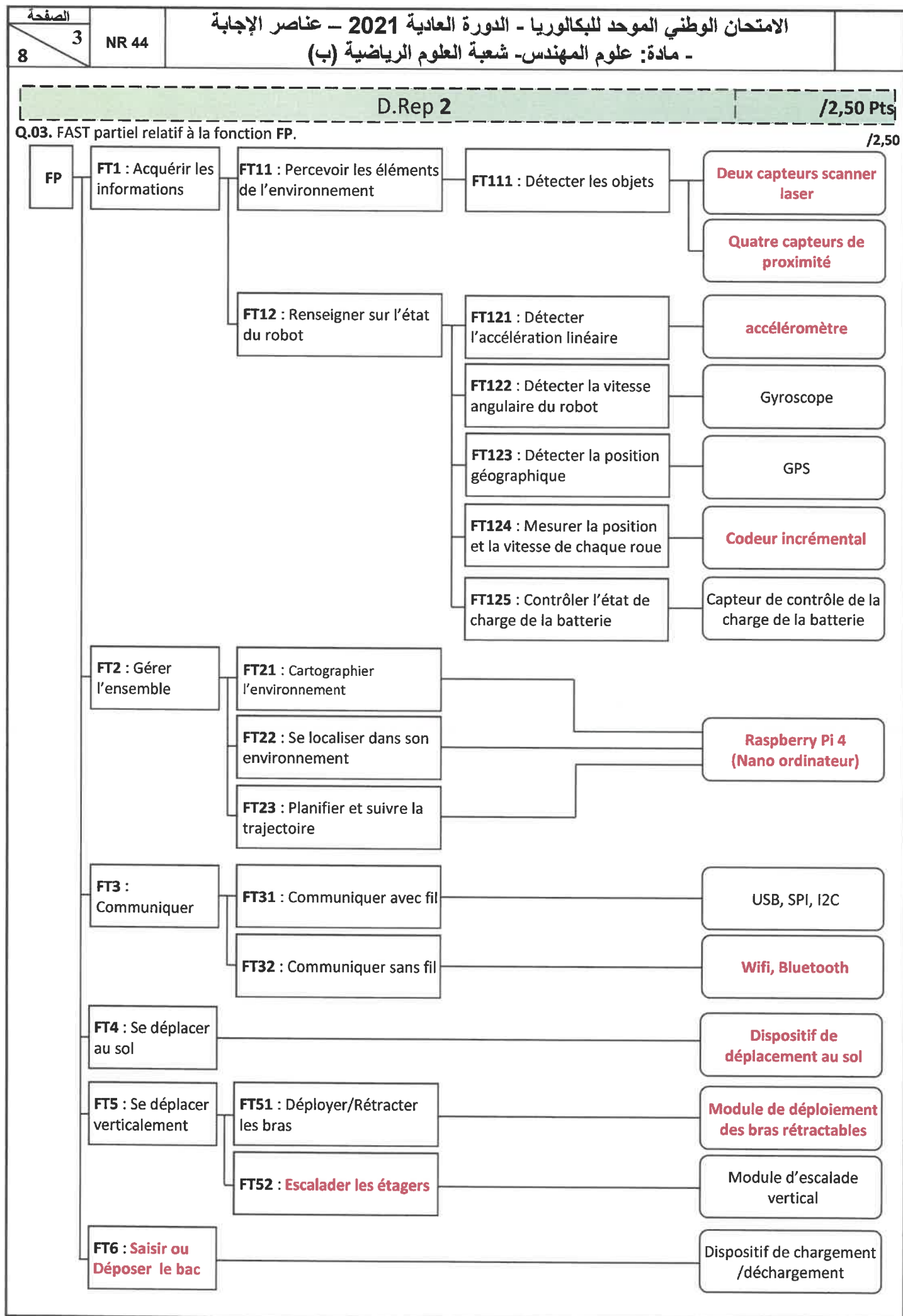
Q.01. « Bête à cornes » du robot AMR.



Q.02. Diagramme des interactions et tableau des fonctions contraintes relatives au robot.



FC1	Respecter les normes de sécurité
FC2	Être autonome en énergie
FC3	Être stable sur le sol
FC4	Réagir aux obstacles et les contourner
FC5	Être facile à maintenir
FC6	Communiquer avec la centrale de commande
FC7	Être facile à installer



الصفحة 8	4 NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندسين - شعبة العلوم الرياضية (ب)	
D.Rep 3		/4,75 Pts	

Q.04. FAST relatif à la fonction FT4. /0,75

FT4 : Se déplacer au sol

FT41 : Elaborer les ordres de déplacement

Raspberry Pi 4 (Nano ordinateur)

FT42 : Traiter l'information

Microcontrôleur

FT43 : Modifier le sens, la direction et la valeur de la vitesse du robot

FT431 : Entrainer la roue motrice droite du robot à la vitesse convenable

FT432 : Entrainer la roue motrice gauche du robot à la vitesse convenable

Système d'entraînement droit

Système d'entraînement gauche

FT44 : Assurer la stabilité du robot

2 roues omnidirectionnelles

FT431 : Entrainer la roue motrice droite du robot à la vitesse convenable

FT4311 : Distribuer l'énergie électrique

Hacheur Hd

FT4312 : Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation

Moteur de traction MTd

FT4313 : Changer la direction de l'axe de transmission

Renvoi d'angle

FT4314 : Adapter la fréquence de rotation

Réducteur

FT4315 : Convertir l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation

Roue motrice droite

FT4316 : Adhérer au sol

Ressort + Pneu

S1

S2

S3

S4

S5

S6

S7

الصفحة	5	NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة
8			- مادة: علوم المهندس - شعبة العلوم الرياضية (ب)

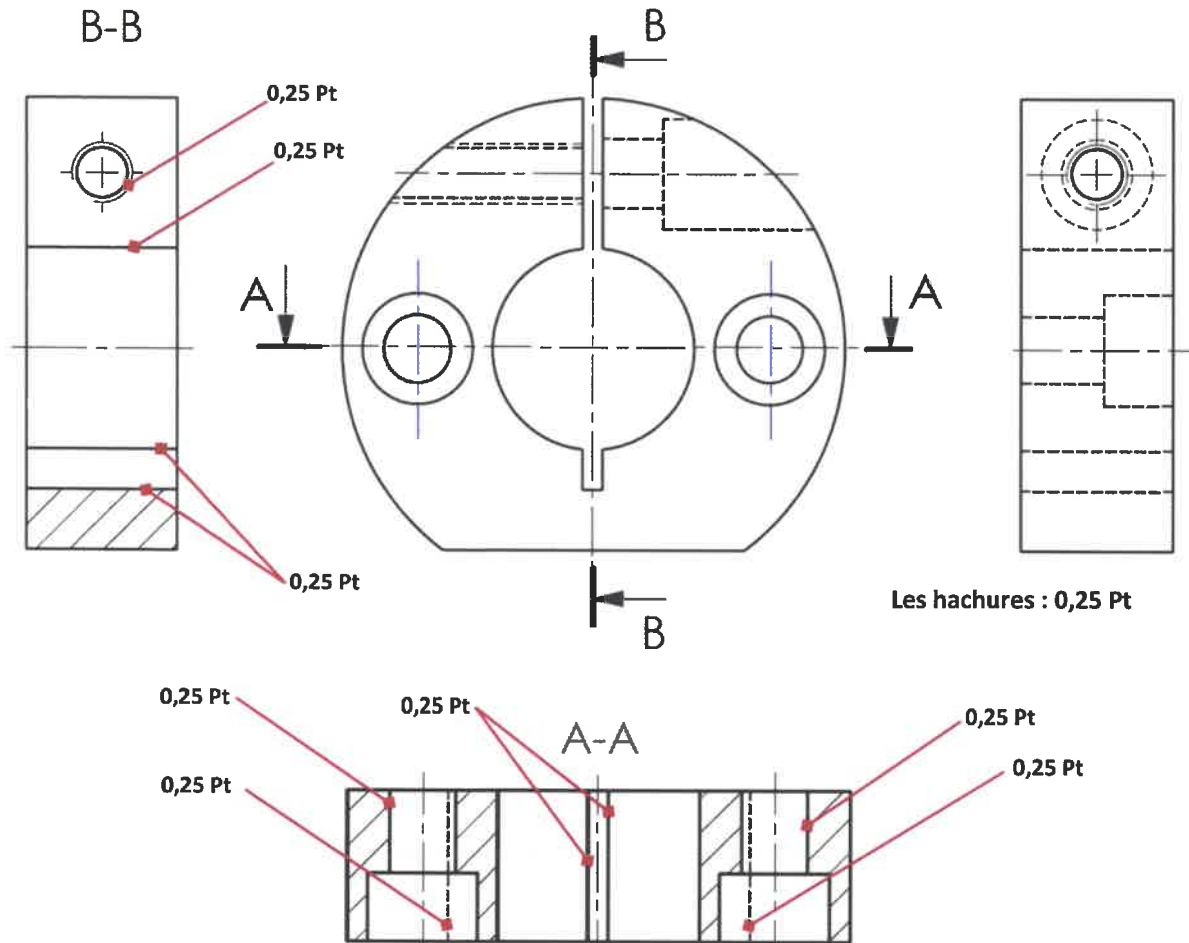
D.Rep 4

/4,25 Pts

Q.10. Dessin de la chape en :

- Vue de droite en coupe B-B (Ne pas représenter les formes cachées).
- Vue de dessus en coupe A-A (Représenter les formes cachées).

/2,25



Q.11. Liaisons L1, L2, L3 et L4.

/1,00

Liaison	Nom de la liaison	Nombre de degrés de liberté
L1	Pivot	1
L2	Rotule à doit	2
L3	Glissière	1
L4	Rotule à doit	2

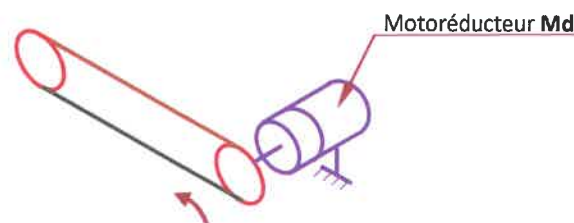
/0,75

Q.12. Noms des solutions constructives choisies par le constructeur pour réaliser les liaisons L2, L3 et L4.

Liaison	Solution constructive
L2	Joint de Cardan simple (Joint articulé)
L3	Cannelures
L4	Joint de Cardan simple (Joint articulé)

/0,25

Q.13. Sens de rotation du motoréducteur Md pour retirer les bras rétractables.



الصفحة	NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندس- شعبة العلوم الرياضية (ب)	
6 8			
D.Rep 5			/2,00 Pts
Q.14. Comparaison entre les vitesses linéaires V_d et V_g pour chacune des phases du trajet type du robot.			
			/0,50
Phase	Comparaison		
Entre les points A et B	$V_g = V_d$		
Entre les points B et C	$V_g > V_d$		
Entre les points D et E	$V_g < V_d$		
Q.15. Calcul des vitesses linéaires V_d et V_g (en m/s) pour faire parcourir au robot la phase DE du trajet type.			
$V = \frac{V_d + V_g}{2} \text{ et } R_c = \frac{L}{2} \cdot \frac{V_d + V_g}{V_d - V_g}$			
$\text{Donc : } V_d + V_g = 2 \cdot V \text{ et } V_d - V_g = \frac{L}{2} \cdot \frac{2V}{R_c}$			
$V_d + V_g + V_d - V_g = 2 \cdot V + \frac{L}{2} \cdot \frac{2V}{R_c}$			
$V_d = V + \frac{L}{2} \cdot \frac{V}{R_c} \text{ et } V_g = 2 \cdot V - V_d$			
A.n. :			
$V_d = 1,5 + \frac{0,470}{2} \cdot \frac{1,5}{0,670} = 2,03 \text{ m/s et } V_g = 2 \cdot 1,5 - 2,03 = 0,97 \text{ m/s}$			
Q.16. Déduction de la fréquence de rotation N_{md} et N_{mg} de chacun des moteurs de traction (en tr/min).			
$k_r = \frac{N_{rd}}{N_{md}} \text{ et } V_d = \pi \frac{N_{rd} D_m}{30 \cdot 2}$			
$\text{donc : } N_{md} = \frac{60 V_d}{\pi k_r D_m} \text{ et } N_{mg} = \frac{60 V_g}{\pi k_r D_m}$			
$\text{A.n. : } N_{md} = \frac{60 \cdot 2,03}{\pi \cdot 1 \cdot 0,100} = 2713,91 \text{ tr/min}$			
$\text{Et } N_{mg} = \frac{60 \cdot 0,97}{\pi \cdot 1 \cdot 0,100} = 1296,79 \text{ tr/min}$			
Q.17. Calcul des rapports cycliques α_d et α_g des signaux délivrés par le microcontrôleur.			
$\alpha_d = \frac{U_{md}}{E_0} = \frac{40}{48} = 0,83$			
$\alpha_g = \frac{U_{mg}}{E_0} = \frac{20}{48} = 0,42$			

الصفحة	NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندسين - شعبة العلوم الرياضية (ب)	
7	8		
D.Rep 6			/1,75 Pt
Q.18. Calcul de la vitesse de montée V_m (en m/s) du robot.			/0,25
$V_m = L/t$ $V_m = 10/10 = 1 \text{ m/s}$ $V_m = 1 \text{ m/s}$			
Q.19. Calcul de la fréquence de rotation N_r (en tr/min) des pignons d'escalade 1 et 2.			/0,25
$V_m = \omega_r \cdot D/2 \text{ avec } \omega_r = 2 \cdot \pi \cdot N_r / 60$ $N_r = V_m \cdot 60 \cdot 2 \cdot 10^3 / (2 \cdot \pi \cdot D)$ $N_r = (1 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 10^3) / (2 \cdot \pi \cdot 78)$ $N_r = 244,85 \text{ tr/min}$			
Q.20. Calcul de la fréquence de rotation N_m (en tr/min) du moteur d'escalade ME1.			/0,25
$N_m = N_r / (k_1 \cdot k_2)$ $N_m = 244,85 / 0,122$ $N_m = 2006,97 \text{ tr/min}$			
Q.21. Calcul de la puissance nécessaire pour faire monter la charge P_{ch} (en W).			/0,25
$P_{ch} = F \cdot V_m = M \cdot g \cdot V_m$ $P_{ch} = 1 \cdot 78 \cdot 9,81$ $P_{ch} = 765,18 \text{ W}$			
Q.22. Calcul de la puissance utile P_u (en W) que doit avoir le moteur pour faire monter la charge.			/0,25
$P_u = P_{ch} / \eta_t$ $P_u = 765,18 / 0,865$ $P_u = 884,60 \text{ W}$			
Q.23. Calcul du couple utile C_u (en N.m) que doit développer le moteur pour faire monter la charge.			/0,25
$C_u = P_u / \omega_m = 884,60 \cdot 60 / 2 \cdot \pi \cdot 2006,97$ $C_u = 4,21 \text{ N.m}$			
Q.24. Déduction de la référence constructeur du moteur convenable.			/0,25
LT098-2-B			

الصفحة	8	NR 44	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم المهندسين - شعبة العلوم الرياضية (ب)
8			

D.Rep 7

/2,00 Pts

Q.25. Détermination de la position des interrupteurs K1, K2, K3 et K4 (fermé/ouvert) lors de la montée et de la descente du robot.

	K1	K2	K3	K4
Montée	fermé	ouvert	ouvert	fermé
descente	ouvert	fermé	fermé	ouvert

/0,25

Q.26. Allure de la tension aux bornes du moteur $u_m(t)$ lors de la montée pour $\alpha=0,67$.



/0,25

Q.27. Calcul de la valeur moyenne U_m (en V) de la tension $u_m(t)$.

/0,25

$$U_m [\text{moyenne}] = \alpha \cdot E_0 = 0,67 \cdot 48 = 32,16 \text{ V}$$

$$U_m [\text{moyenne}] = 32,16 \text{ V}$$

Q.28. Nom d'un composant électronique pouvant assurer la fonction de chacun des interrupteurs K_i .

/0,25

Transistor

Q.29. Calcul de l'énergie W_t (en Wh) totale nécessaire pour assurer 200 trajets types.

/0,25

$$W_t = W \cdot 200 = 5,5 \cdot 200$$

$$W_t = 1100 \text{ Wh}$$

Q.30. Calcul de la capacité C_c (en Ah) fournie par la batterie pour assurer les 200 trajets types.

/0,25

$$C_c = W_t / E_0 = 1100 / 48$$

$$C_c = 22,92 \text{ Ah}$$

Q.31. Comparaison de C_c avec $0,8 \times C_b$ et conclusion pour la validité de la batterie.

/0,25

$$C_b = 29 \text{ Ah}, \text{ Les } 80\% \text{ de } C_b \text{ égale à } 23,2 \text{ Ah}$$

La batterie est valide car $C_c < 0,8 \times C_b$ respect du cahier des charges

Q.32. Mode de branchement des deux batteries élémentaires identiques et détermination de la f.é.m. E_e et la capacité C_e de chacune d'elles.

/0,25

Branchement en série, $E_e = 24 \text{ V}$ et $C_e = 29 \text{ Ah}$