

I. INTRODUCTION

Le golf est un sport qui consiste à envoyer une balle dans un trou à l'aide de clubs. Le but du jeu consiste à effectuer, sur un parcours défini, le moins de coups possibles. Le parcours compte généralement 18 trous et s'effectue en marchant. Le matériel nécessaire est transporté dans un sac de golf. Le joueur parcourt une distance moyenne de **8 km**, sur une période de **4 à 5 heures**.

Le transport du sac de golf est assuré par un chariot manuel ou électrique.

Le chariot de golf, support de l'épreuve, est à propulsion électrique, son autonomie en énergie est assurée par une batterie d'accumulateurs.

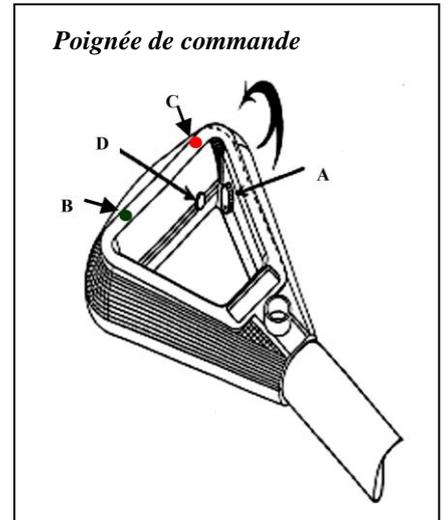


II. DESCRIPTION

Le chariot comporte (voir **DRES 01**) :

- Un châssis supportant le sac et les différents équipements et accessoires ;
- Deux roues motrices arrière ;
- Deux roues avant orientables ;
- Un moteur à courant continu à vitesse variable associé à un réducteur à roue et vis sans fin ;
- Des éléments de commande et de signalisation situés dans la poignée :
 - Un bouton poussoir **D** permettant la mise en marche et l'arrêt du système ;
 - Un potentiomètre **A** permettant de faire varier la vitesse du chariot ;
 - Un Buzzer **Bz**, une LED **B** et une LED **C**.
- Une batterie au plomb de type rechargeable ;
- Une carte électronique à base de microcontrôleur, située dans un boîtier derrière la batterie.

Poignée de commande



III. FONCTIONNEMENT

Au démarrage, la vitesse augmente progressivement jusqu'à atteindre la vitesse de consigne déterminée par la position du potentiomètre. Ce départ en « douceur » géré par un microcontrôleur permet une meilleure synchronisation avec le déplacement de l'utilisateur et une économie de l'énergie. Il est toujours possible, en cours d'utilisation, d'augmenter ou de réduire la vitesse du chariot.

La charge de la batterie est assurée par un chargeur.

Le niveau de la charge de la batterie est contrôlé à chaque démarrage du chariot. L'utilisateur est averti du taux de décharge de la batterie par des bips sonores et par la LED témoin **B**.

Le monostable génère une impulsion de 2 ms à chaque front montant de u_T .

Les chronogrammes des signaux u_T et u'_T sont représentés sur le document DRES 04.

On admet pour la suite que la fréquence f du signal u_T varie entre $f_{min} = 10 \text{ Hz}$ et $f_{max} = 200 \text{ Hz}$.

Q35) Exprimer U'_{Tmoy} (valeur moyenne de u'_T) en fonction de f .

1 pt

Q36) La tension u'_T peut être considérée comme la somme d'une composante continue U'_{Tmoy} (de fréquence nulle) et de plusieurs tensions sinusoïdales dont les fréquences sont supérieures ou égales à la fréquence f .

Quel est le type de filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) qui convient pour avoir une tension continue $U_r = U'_{Tmoy}$?

1 pt

Q37) Calculer alors U_{rmin} et U_{rmax} de la tension U_r correspondantes respectivement à f_{min} et à f_{max} .

2 pts

Q38) La tension U_r image de la vitesse est convertie par le module CAN (Convertisseur Analogique Numérique) intégré au microcontrôleur (voir schéma structurel du document DRES 04). La valeur numérique N de la conversion est donnée par la relation suivante :

$$N = 255 \cdot \frac{U_r - V_{REF-}}{V_{REF+} - V_{REF-}}$$

avec U_r est la tension à convertir, V_{REF+} et V_{REF-} sont des tensions de référence.

Sachant que $V_{REF+} = 5 \text{ V}$ et $V_{REF-} = 0 \text{ V}$, calculer les deux valeurs numériques N_1 et N_2 de N correspondantes respectivement à f_{min} et à f_{max} .

2 pts

Tâche 4 : Test du niveau de la charge de la batterie (voir document DRES 04)

A chaque mise sous tension du chariot, l'utilisateur est informé du niveau de la charge de la batterie par une signalisation sonore. Pour cela, un sous-programme « Test » permet de tester la tension de la batterie E_{Bat} et d'émettre des bips sonores :

- $E_{Bat} \geq 12 \text{ V}$ → charge convenable : 1 bip ;
- $11 \text{ V} \leq E_{Bat} < 12 \text{ V}$ → charge moyenne : 2 bips ;
- $E_{Bat} < 11 \text{ V}$ → charge insuffisante (batterie déchargée) : 3 bips.

Le principe de ce test consiste à acquérir la tension U_{Bat} (image de la tension de la batterie E_{Bat}) et à la convertir en une valeur numérique N_{Bat} ; ensuite, on compare cette valeur aux seuils correspondants définis dans le tableau suivant :

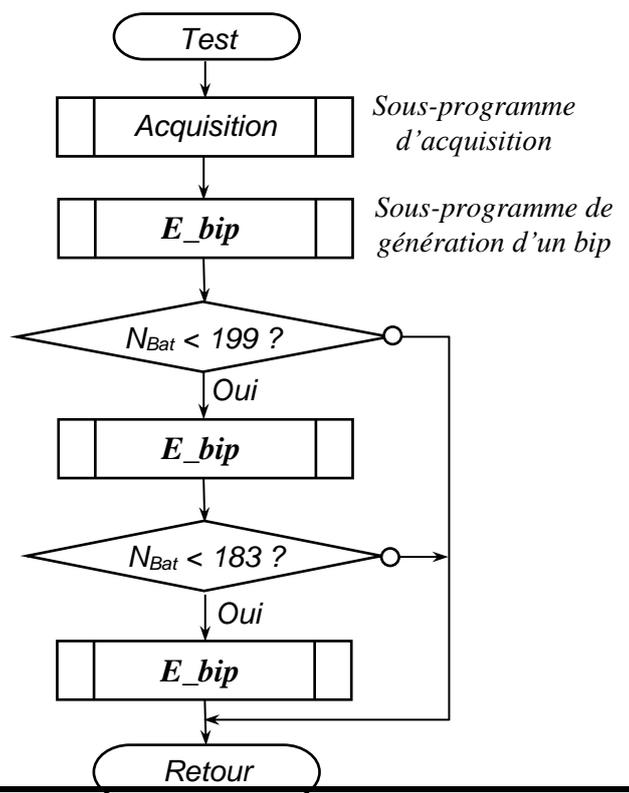
	$E_{Bat} = 11 \text{ V}$	$E_{Bat} = 12 \text{ V}$
$U_{Bat} \text{ (V)}$	3,59	3,92
$N_{Bat} \text{ en décimal}$	183	199

L'organigramme du sous-programme « Test » est représenté ci-contre :

On note adr_Nbat l'adresse de la case mémoire contenant la valeur numérique N_{Bat} .

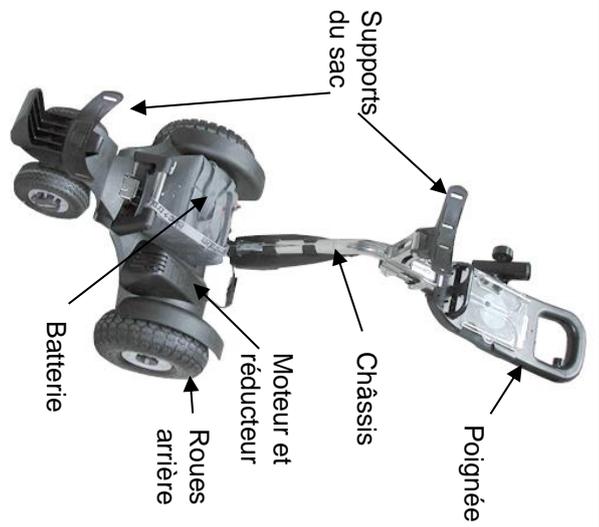
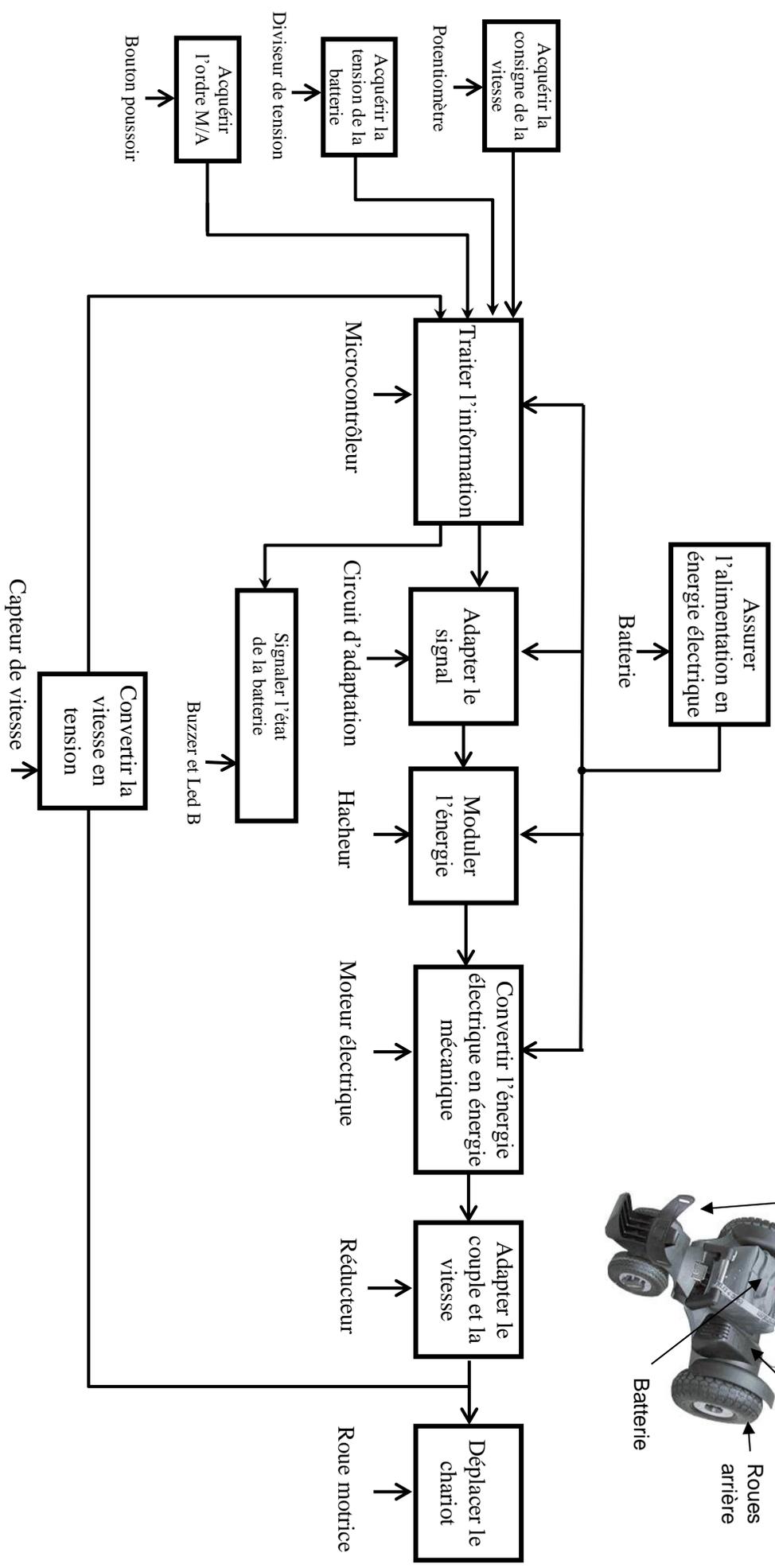
Q39) En utilisant le jeu d'instructions du microcontrôleur donné sur le document DRES 05, compléter le programme Assembleur correspondant à cet organigramme.

6 pts



DRES 01

Schéma synoptique



DRES 02

Motoréducteur

Moteur

Ensemble (A)

Vis-sans-fin (1)

Roue hélicoïdale (2)

Elément J

Vue éclatée de motoréducteur

Carter droit

Vis-sans-fin (1)

Roulement à billes

Moteur

Tube

Manchon gauche

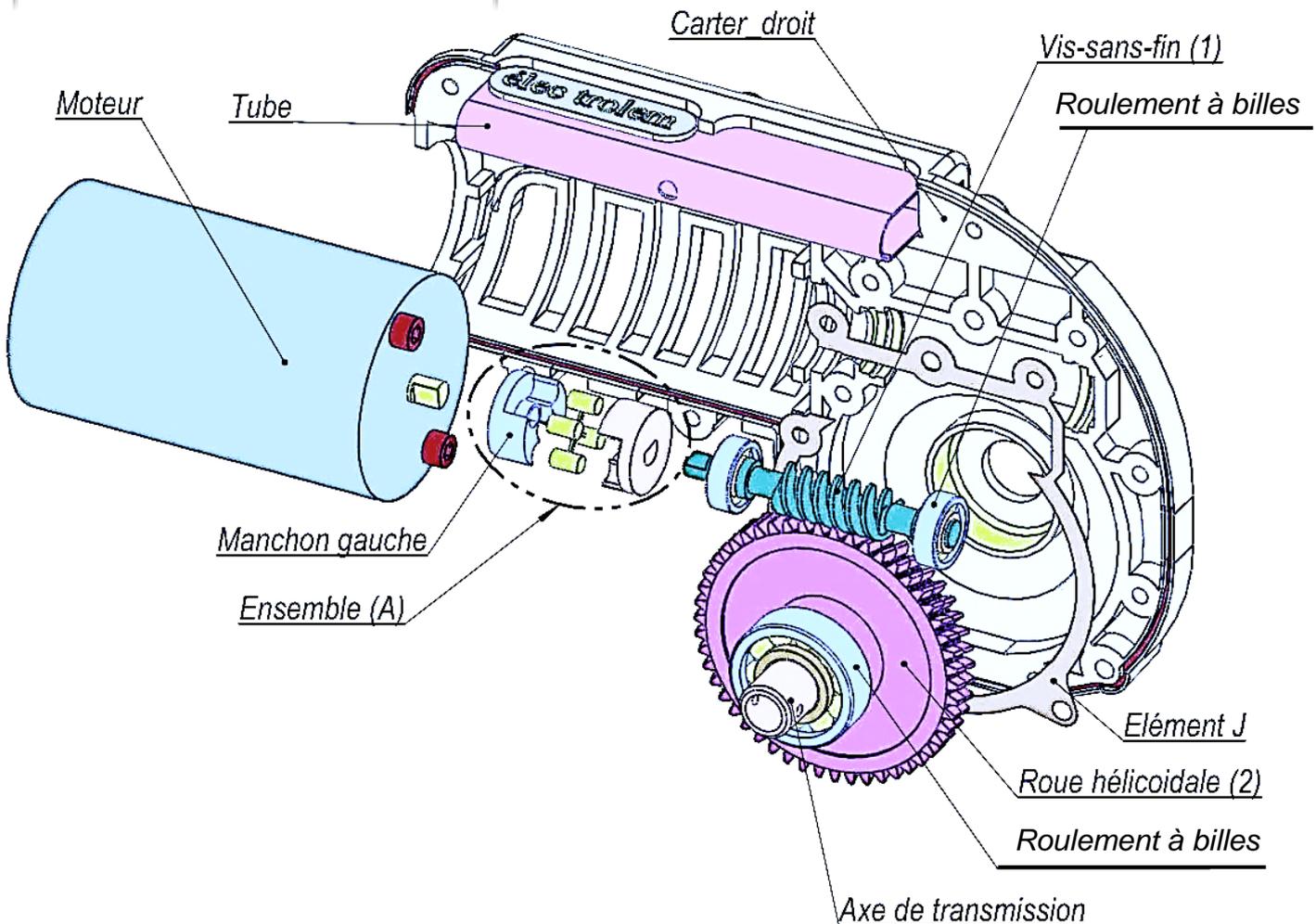
Ensemble (A)

Elément J

Roue hélicoïdale (2)

Roulement à billes

Axe de transmission



DRES 03

Fusion rapide

Contrairement aux fusibles retardés (ou temporisés), les fusibles à action rapide sont à utiliser lorsque la protection doit être active lors de tout dépassement du courant prévu. Ils ne permettent pas de supporter une surcharge passagère.

Fusion retardée

Les fusibles à fusion retardée, aussi appelés fusibles temporisés, sont à utiliser lorsque la charge nécessite un courant d'appel important comme les transformateurs ou lorsque le courant est susceptible de dépasser temporairement le courant normal.

Calibre	Référence
50 mA	13.9791-10
100 mA	13.9792-10
150 mA	13.9794-10
200 mA	13.9795-10
250 mA	13.9796-10
315 mA	13.9797-10
400 mA	13.9798-10
500 mA	13.9799-10
630 mA	13.9800-10
800 mA	13.9801-10
1 A	13.9802-10
1,25 A	13.9803-10
1,6 A	13.9804-10
2 A	13.9805-10
2,5 A	13.9806-10
3,15 A	13.9807-10
4 A	13.8466-10
5 A	13.9808-10
6,3 A	13.9809-10
8 A	13.9810-10



Calibre	Référence
100 mA	13.9815-10
125 mA	13.9816-10
150 mA	13.8734-10
200 mA	13.9817-10
250 mA	13.9818-10
315 mA	13.9819-10
400 mA	13.8748-10
500 mA	13.9820-10
630 mA	13.9445-10
800 mA	13.8793-10
1 A	13.9821-10
1,25 A	13.9420-10
1,6 A	13.9421-10
2 A	13.9822-10
2,5 A	13.9424-10
3,15 A	13.9823-10
4 A	13.9145-10
5 A	13.9824-10
6,3 A	13.8494-10
8 A	13.9067-10

| Standards 19 | Fusibles sous verre tubulaire |

Durées de fusion de fusibles sous verre 20 x 5 mm				
Version	Intensité de courant			
	2,1 I _n	2,75 I _n	4 I _n	10 I _n
Rapide 32 - 100 mA 125 mA - 6,3 A	< 30 min. <30 min.	10 - 500 ms 50 ms - 2 s	3 - 100 ms 10 - 300 ms	< 20 ms < 20 ms
Semi rapide 32 - 100 mA 125 mA - 1,25 A 1,6 - 6,3A	< 2 min. < 2 min. < 30 min.		40 - 500 ms 60 ms - 2 s 60 ms - 2 s	5 - 30 ms 20 - 70 ms 5 - 70 ms
Lent 32 - 100 mA 125 mA - 6,3 A	< 2 min. < 2 min.	200 ms - 10 s 600 ms - 10 s	40 ms - 3 s 150 ms - 3 s	10--300 ms 20 - 300 ms
Très rapide 1,6 A - 10 A	1,1 I _n	2 I _n	4 I _n	10 I _n
	>1 h	< 2s	< 15 ms	< 2 ms
Très lent 1 mA - 100 mA	1,5 I _n	2,1 I _n	4 I _n	10 I _n
	>1h	< 2 min.	4 - 20 s	1 - 4 s

DRES 04

Chronogrammes des signaux $u_T(t)$ et $u'_T(t)$

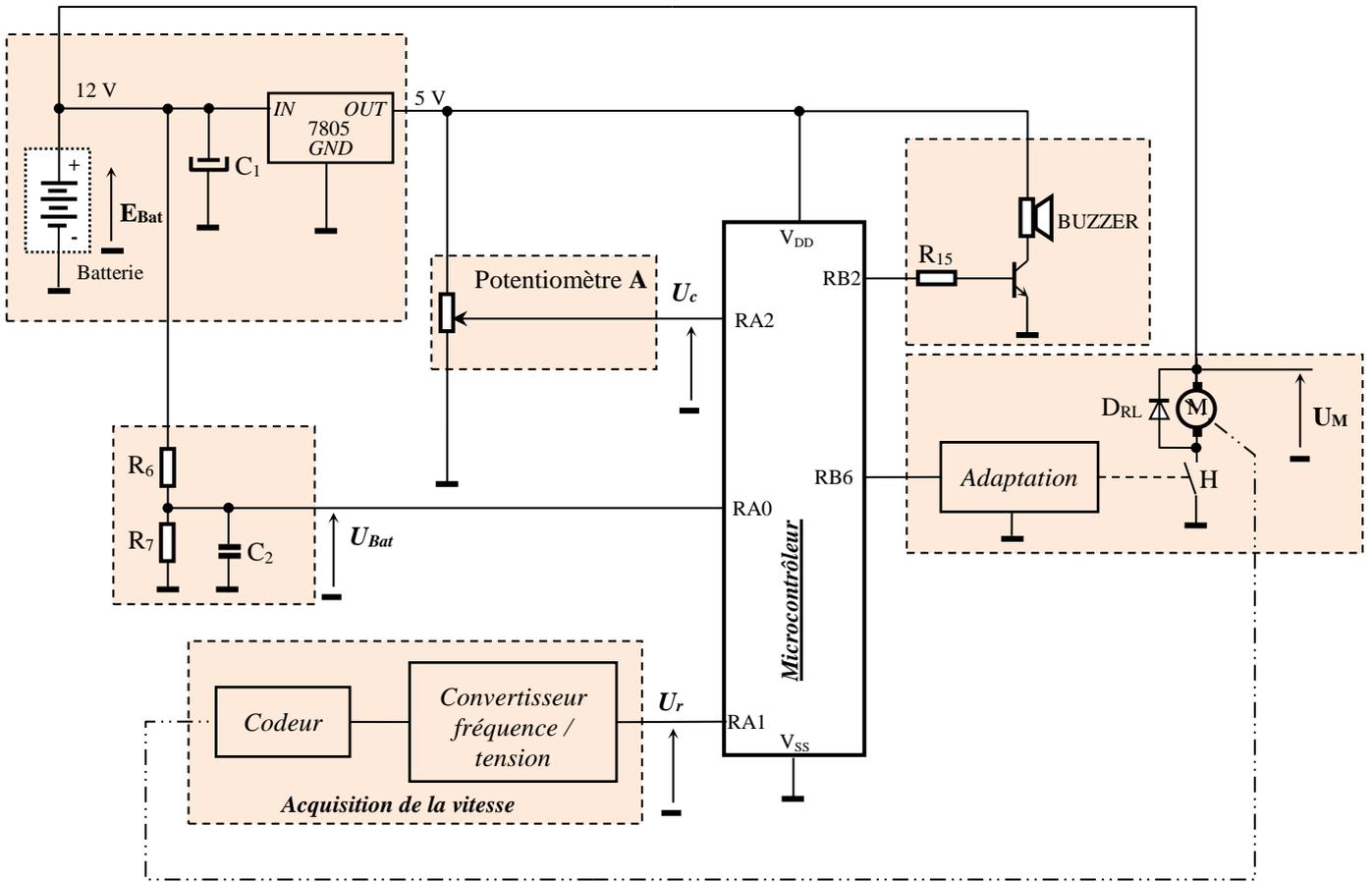
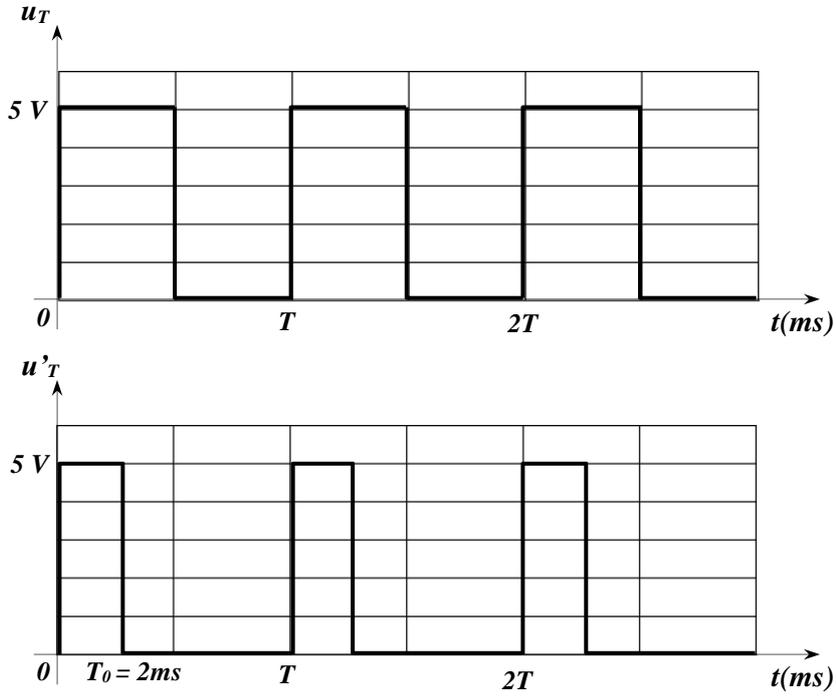


schéma structurel

DRES 05

Le jeu d'instructions du PIC

Mnémonique, Opérande	Description	Indicateurs positionnés	Cycles
INSTRUCTIONS OPERANT SUR REGISTRE (direct)			
ADDWF F,d	$W \leftarrow (W) + (F)$ si d=0 → résultat soit dans W, soit dans F si d=1	C,DC,Z	1
ANDWF F,d	$(W) \text{ AND } (F) \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$	Z	1
CLRF F	$0 \rightarrow F$	Z	1
CLRWF	$0 \rightarrow W$	Z	1
CLRWD	RAZ du Timer chien de garde	TO', PD'	1
COMF F,d	Complément de F → {W si d=0, F si d=1}	Z	1
DECF F,d	Décrémenter F → {W si d=0, F si d=1}	Z	1
DECFSZ F,d	$(F) - 1 \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$ et sauter une instruction si résultat=0		1(2)
INCF F,d	Incrémenter F → {W si d=0, F si d=1}	Z	1
INCFSZ F,d	$(F) + 1 \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$ et sauter une instruction si résultat=0		1(2)
IORWF F,d	$(W) \text{ or } (F) \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$	Z	1
MOVF F,d	$(F) \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$	Z	1
MOVWF F	$(W) \rightarrow F$		1
RLF F,d	Rotation à gauche de F à travers C → {W si d=0, F si d=1}	C	1
RRF F,d	Rotation à droite de F à travers C → {W si d=0, F si d=1}		1
SUBWF F,d	$(F) - (W) \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$	C,DC,Z	1
SWAPF F,d	Permute les 2 quartets de F → {W si d=0, F si d=1}		1
XORWF F,d	$(W) \text{ XOR } (F) \rightarrow \{W \text{ si } d=0, F \text{ si } d=1\}$	Z	1

INSTRUCTIONS OPERANT SUR BIT

BCF F,b	Met à 0 le bit b du registre F		1
BSF F,b	Met à 1 le bit b du registre F		1
BTFSC F,b	Teste le bit b du registre F et saute l'instruction suivante si le bit est nul		1(2)
BTFSS F,b	Teste le bit b du registre F et saute l'instruction suivante si le bit est égal à 1		1(2)

INSTRUCTIONS OPERANT SUR DONNEE (Immédiat)

ADDLW K	$(W) + K \rightarrow W$	C,DC,Z	1
ANDLW K	$(W) \text{ and } K \rightarrow W$	Z	1
IORLW K	$(W) \text{ or } K \rightarrow W$	Z	1
MOVLW K	$K \rightarrow W$		1
SUBLW K	$K - (W) \rightarrow W$	C,DC,Z	1
XORLW K	$(W) \text{ XOR } K \rightarrow W$	Z	1

INSTRUCTIONS GENERALES

CALL L	Branchement à un sous-programme de label L		2
GOTO L	Branchement à la ligne de label L		2
NOP	No operation = aucune opération		1
RETURN	Retour d'un sous-programme		2
RETFIE	Retour d'interruption		2
RETLW K	Retour d'un sous-programme avec K dans W		2
SLEEP	Mise en mode veille	TO', PD'	1

Description du registre d'état STATUS :

7	6	5	4	3	2	1	0
IRP	RP1	RP0	/T0	/PD	Z	DC	C

Pour les opérations de soustraction, le bit C (bit de retenue) se positionne à :

- « 0 » si le résultat de la dernière opération est négatif ;
- « 1 » si le résultat de la dernière opération est positif

DREP 01

Q1) Bête à cornes :

A qui rend-t-il service ?

.....

Sur quoi agit-il ?

.....



Dans quel but ?

.....
.....

Q2) Diagramme des interactions (Pieuvre) :

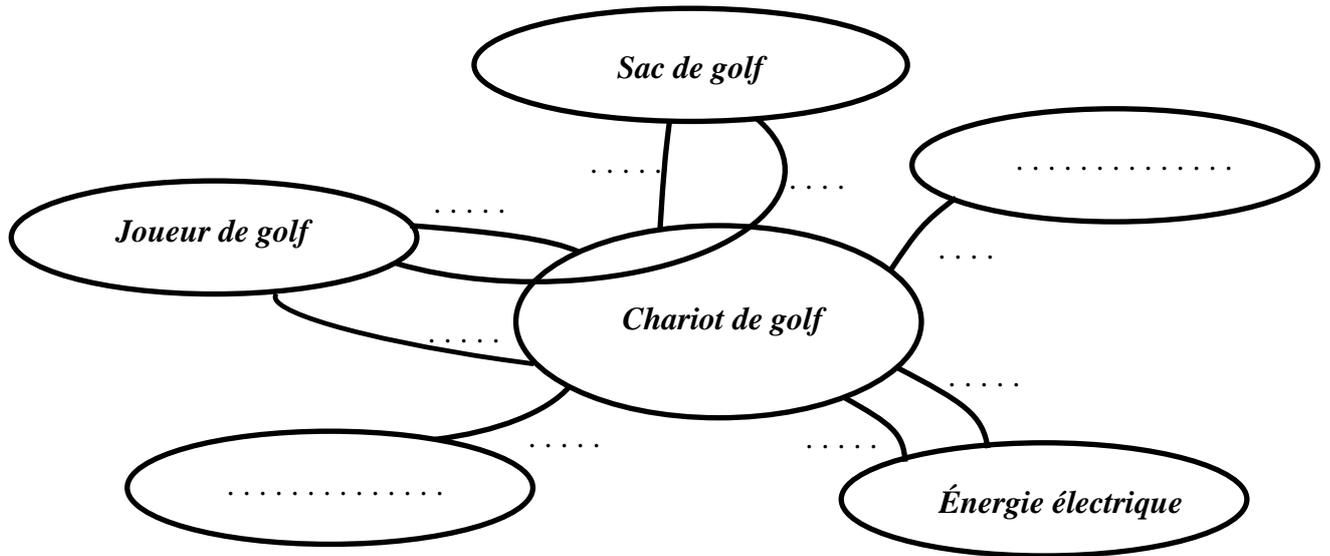


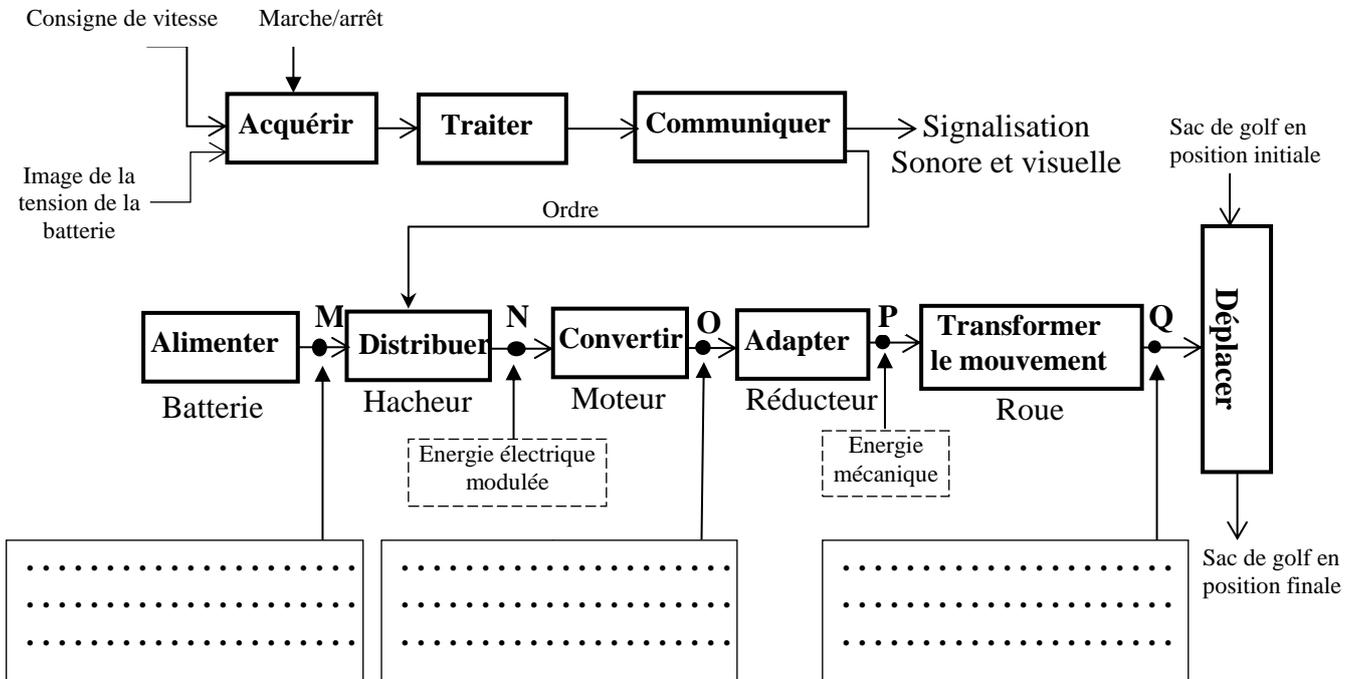
Tableau des fonctions de service

FP	Transporter le sac du joueur de golf
FC1	S'adapter au sac de golf
FC2	S'adapter au terrain de golf
FC3	Être facile à manipuler
FC4	Assurer une autonomie en énergie électrique
FC5	S'adapter à la source d'énergie électrique
FC6	Résister au milieu ambiant (pluie, soleil, ...)
FC7	Être beau à voir

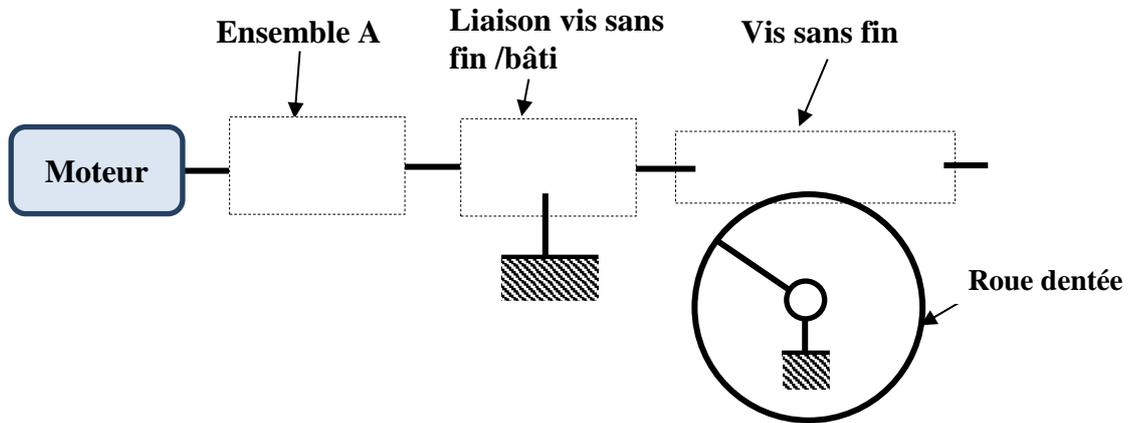
DREP 02

Q3) Type d'énergie :

Chaine fonctionnelle du chariot de golf



Q4) Le schéma cinématique :



Q5) Nom et fonction de l'ensemble A

Nom de l'ensemble A	Fonction
.....
.....

DREP03

Q6) Nom et fonction de l'élément J

Nom de l'élément J	Fonction
.....
.....

Q7) Tableau des caractéristiques définissant la roue dentée 2.

	Nombre de dents Z	Angle d'hélice β	Module réel m_n	Module apparent m_t	Pas apparent P_t	Diamètre primitif d	Diamètre de tête d_a	Diamètre de pied d_f	Hauteur de la dent h
Formules				$m_t =$	$P_t =$	$d =$	$d_a =$	$d_f =$	$h =$
Roue dentée 2	50	15,466°	1,6	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Q8) Calcul du rapport de réduction **k** :

.....

Q9) L'expression de la vitesse de rotation des roues **N_r** .

.....

Q10) L'expression de la vitesse de déplacement des roues **V_r** .

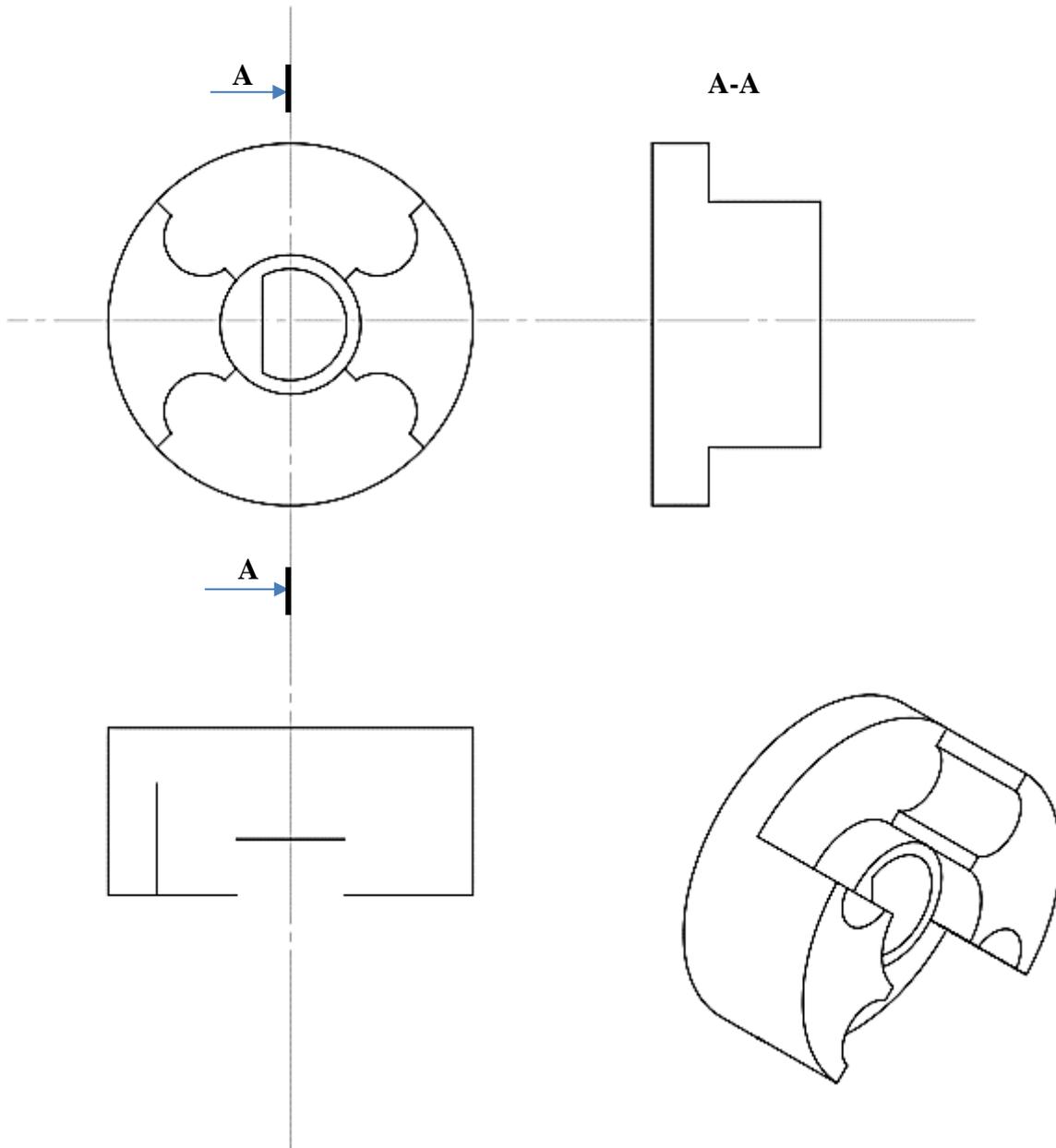
.....

Q11) Tableau des vitesses :

N_m en tr/min	200	1225	3105	4000
N_r en tr/min	.....	.....	.....	.....
V_r en km/h	.....	.....	.....	.....

DREP 04

Q12) Dessin de définition du manchon gauche (les traits cachés ne sont pas représentés) :



DREP 05

Q13) Calcul de l'énergie maximale W_{max} en wattheures (Wh) disponible dans la batterie ;

Q14) Calcul de l'autonomie t (en heures) de la batterie :

Q15) La valeur de la distance d (en km) que peut assurer la batterie :

Q16) Calcul du rapport de transformation m :

Q17) Calcul du nombre de spires N_2 :

Q18) Calcul de la valeur du courant nominal I_{2N} :

Q19) Tableau indiquant l'état de chaque diode:

Diode	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
La tension $u_2(t) > 0$
La tension $u_2(t) < 0$

Q20) La tension inverse maximale V_{D1max} :

Q21) Calcul de la valeur du courant nominal I_{1N} au primaire du transformateur :

Q22) Le calibre et la référence du fusible :

Q23) La durée de fusion (intervalle) :

Q24)

Q24-1) La valeur de la fréquence f (en Hz) :

Q24-2) La valeur du rapport cyclique α (en %) :

Q25) U_{moy} en fonction de E_{Bat} et de α :

DREP 06

Q26) Expressions de A et de B :

.....

Q27)

Q27-1) T_{Bo} :

.....

Q27-2) T_{BF} :

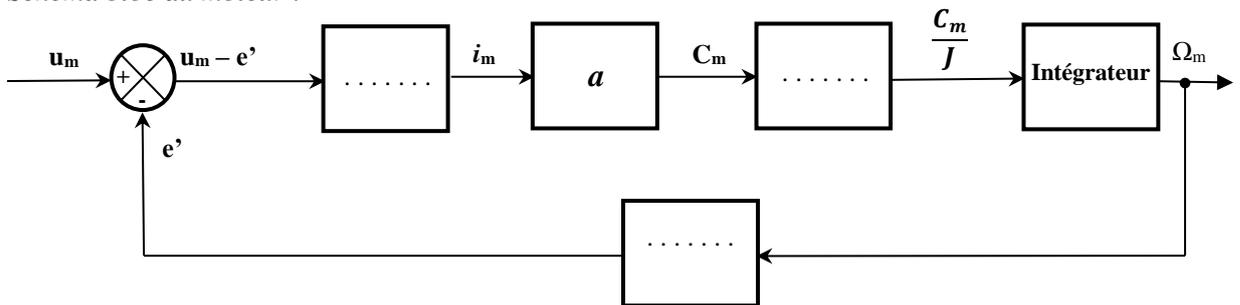
.....

Q28) On montre que : $\left(\frac{RJ}{a^2}\right) \frac{d\Omega_m}{dt} + \Omega_m = \frac{u_m}{a}$

.....

Q29) L'ordre du système :

Q30) Schéma bloc du moteur :



Q31) Calcul de R_1 et de R_2 :

.....

DREP 07

Q32) Les valeurs de la tension u_V suivant l'état du phototransistor :

	Tension u_V en Volts
Phototransistor saturé
Phototransistor bloqué

Q33) On montre que : $f = \frac{N_{mot}}{60} \cdot K \cdot R$

.....

Q34) Calcul de f_{min} et f_{max} :

.....

Q35) Expression de U'_{Tmoy} (valeur moyenne de u'_T) en fonction de f :

.....

Q36) Type de filtre :

.....

Q37) Calcul de U_{rmin} et U_{rmax} :

.....

Q38) Les valeurs de N_1 et N_2 :

.....

DREP 08

Q39) Programme assembleur :

<i>Label</i>	<i>Mnémonique</i>	<i>Opérande</i>	<i>Commentaire</i>
Test	.....	.....	; Appel au sous-programme Acquisition
	CALL	E_bip	; Appel au sous-programme E_bip
	.....	.....	; Charger W par la valeur 199
	SUBWF	Adr_NBat,W	; Comparer (adr_NBat) à W
	.....	.....	; Sauter si NBat < 199
	GOTO	Fin	; Aller à la fin
	CALL	E_bip	; Appel au sous-programme E_bip
	.....	.....	; Charger W par la valeur 183
	.....	.....	; Comparer (adr_NBat) à W
	BTFSC	STATUS,C	; Sauter si NBat < W
	.....	.....	; Aller à la fin
	CALL	E_bip	; Appel au sous-programme E_bip
Fin	RETURN		