

N° d'inscription

CONSTITUTION DU SUJET

- Un dossier technique : pages 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 et 7/7.
- Un dossier réponses : pages 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8.

TRAVAIL DEMANDE

- A. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- B. Partie génie électrique : pages 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8 (10 points).

Observation : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

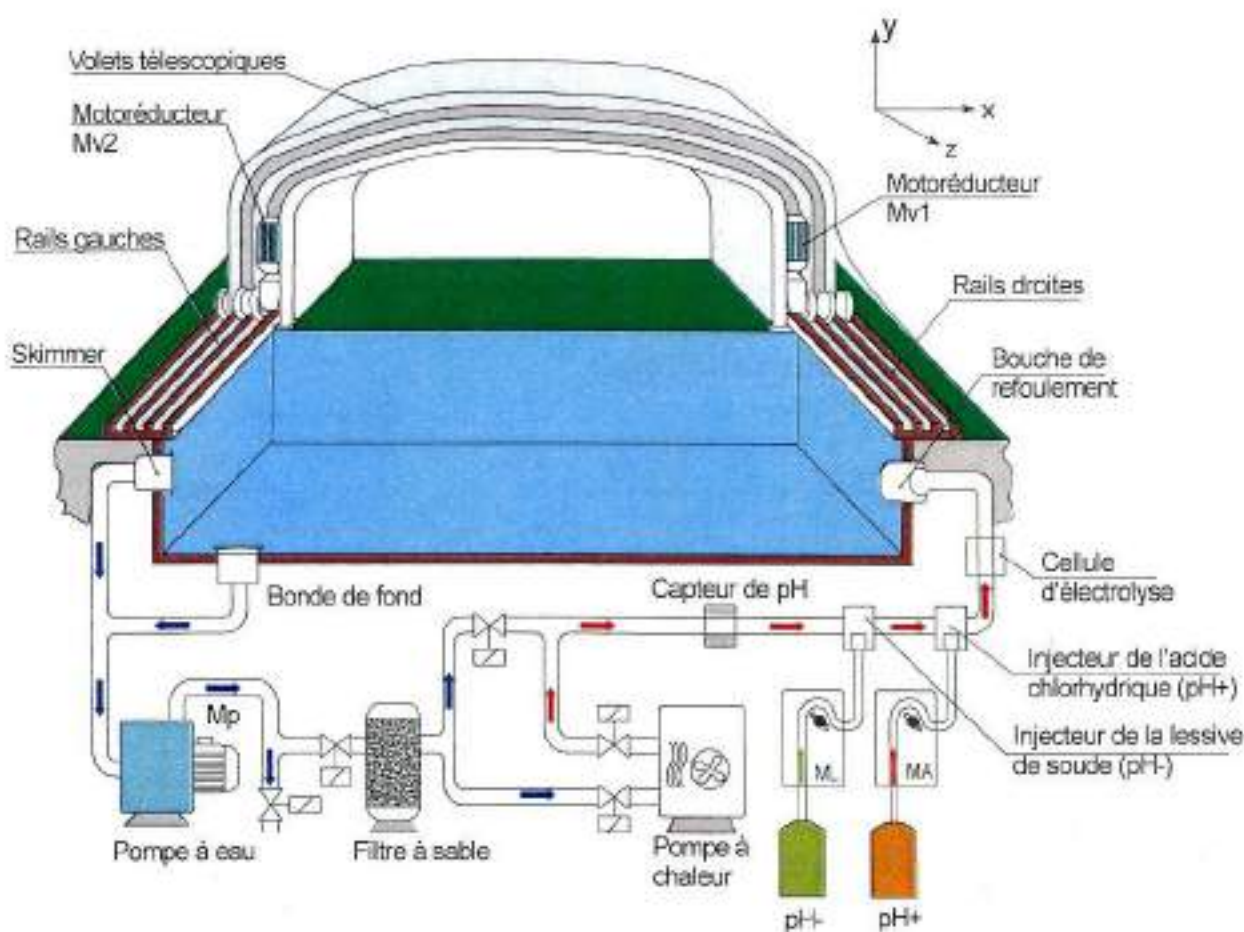
PISCINE A VOLETS TELESCOPIQUES

I. Présentation

Le système à étudier est destiné pour la baignade des personnes.

La qualité de l'eau change en fonction de la température, le temps, la pollution, le nombre d'usagers, le vent, la pluie, ... etc

Il est donc nécessaire de contrôler et protéger le milieu pour une bonne qualité de baignade.



II. Description

La piscine comporte deux unités distinctes:

1. Une unité de traitement de l'eau. Elle est composée de (d') :

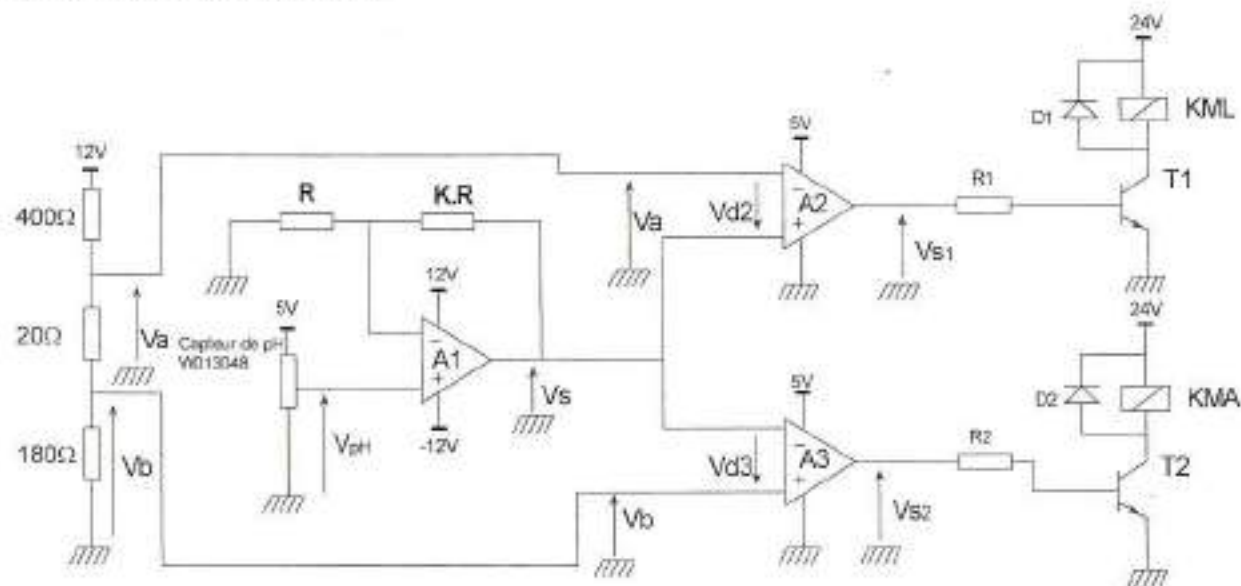
- une pompe entraînée par un moteur (Mp) pour faire circuler l'eau en circuit fermé ;
- un filtre à sable pour débarrasser l'eau des impuretés ;
- une pompe à chaleur pour chauffer l'eau à une température comprise entre 25°C et 28°C ;
- une cellule d'électrolyse pour produire le chlore nécessaire à la désinfection de l'eau ;
- deux mini-pompes ML et MA commandées respectivement par deux contacteurs KML et KMA pour injecter la lessive de soude et l'acide chlorhydrique afin de réguler la valeur de pH de l'eau ;
- un capteur de pH, de référence W013048 à fiche BNC qui délivre une tension :
$$V_{pH} = 0,015 + 0,05.pH$$

2. Une unité de protection (abri de piscine). Elle est composée de :

- trois volets télescopiques coulissants pour couvrir la piscine ;
- deux motoréducteurs Mv1 et Mv2 pour déplacer les volets suivant l'axe Z ;
- des rails pour guider les roues en translation.

III. Contrôle de la valeur de pH de l'eau

Le contrôle de la valeur de pH est assuré par une carte électronique dont le schéma structurel est représenté ci-dessous.



IV. Description de la motorisation des volets télescopiques

La fermeture des volets télescopiques de l'abri de piscine est assurée par une motorisation synchrone à l'aide de deux moto-réducteurs identiques.

Le réducteur associé au moteur électrique adapte l'énergie mécanique de rotation et entraîne la roue motrice (42) guidée en translation sur un rail. Cette rotation est transmise par :

- un engrenage conique (5,6) ;
- un engrenage cylindrique droite (11, 33) ;
- un train d'engrenage épicycloïdal (53,38,39 ,47).

Les volets télescopiques sont arrêtés à la position souhaitée grâce à un frein à manque de courant lié à l'arbre intermédiaire (23) du moto-réducteur.

V. Nomenclature

Rep	Nbr	Désignation	Matériau
1	1	Arbre moteur	30CrMo12-8
2	1	Corps	EN-GJL 200
3	1	Flasque	EN-GJL 200
4	2	Pied de centrage	
5	1	Pignon conique	
6	1	Roue conique	
7	1	Joint plat	
8	1	Couvercle	E 150
9	1	Rondelle frein	
10	1	Ecrou à encoche	
11	1	Pignon arbré	30CrMo12-8
12	1	Clavette parallèle	
13	1	Plateau fixe	
14	1	Capot de frein	
15	3	Bague de guidage	S 235
16	3	Vis CHC	
17	1	Bobine	
18	1	Plateau mobile	
19	2	Garniture	
20	1	Disque frein	
21	1	Porte disque	
22	2	Clavette parallèle	
23	1	Arbre intermédiaire	
24	1	Rondelle spéciale	E 150
25	3	Ressort	
26	1	Joint à deux lèvres	
27	1	Anneau élastique	
28	2	Roulement type BC	
29	1	Bague entretoise	
30	5	Vis H	
31	5	Rondelle Grower	
32	1	Clavette parallèle	

Rep	Nbr	Désignation	Matériau
33	1	Roue dentée	
34	1	Bague entretoise	
35	1	Anneau élastique	E 150
36	3	Coussinet	CuSn10Cr2
37	4	Vis H	
38	3	Satellite	
39	1	Couronne	
40	4	Rondelle Grower	
41	2	Roulement type KB	
42	1	Roue motrice	Polyamide
43	1	Jante de roue	C 35
44	1	Boitier	EN-GJL 200
45	1	Joint à deux lèvres	
46	1	Ecrou à encoches	
47	1	Porte satellite	
48	1	Rondelle frein	
49	1	Moyeu cannelé	
50	4	Vis CHC	
51	4	Rondelle Grower	
52	1	Anneau élastique	
53	1	Planétaire	
54	1	Anneau élastique	
55	2	Roulement type BC	
56	2	Bouchon	
57	...	Cales de réglage	
58	1	Vis H	
59	1	Rondelle plate	
60	1	Clavette parallèle	
61	...	Cales de réglage	
62	6	Rondelle Grower	
63	6	Vis H	

VI. Problématique

Après une certaine durée de fonctionnement, on observe que les volets se déplacent lentement et de manière irrégulière avant d'atteindre leurs positions souhaitées.

On souhaite identifier les causes de ce problème afin de pouvoir le résoudre.

VII. Gestion de déplacement des volets

Pour assurer l'ouverture et la fermeture des volets, deux moteurs identiques Mv1 et Mv2, sont utilisés. Ils sont commandés dans deux sens par les deux contacteurs KM1 et KM2.

Pour des raisons de sécurité, deux butées de fin de course (non représentées) S_3 et S_4 ont été installées aux extrémités des rails, permettant de détecter les limites d'ouverture et de fermeture des volets.

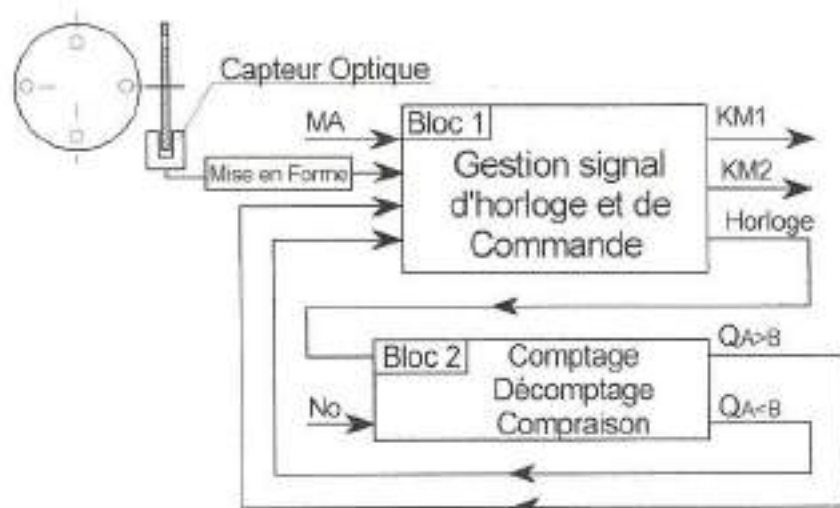
Trois types de commande sont possibles :

1. Commande semi-automatique

La commande des contacteurs est assurée par trois boutons poussoirs : S_0 pour l'arrêt, S_1 pour la fermeture des volets (Mv1 et Mv2 sens 1) et S_2 pour l'ouverture des volets (Mv1 et Mv2 sens 2)

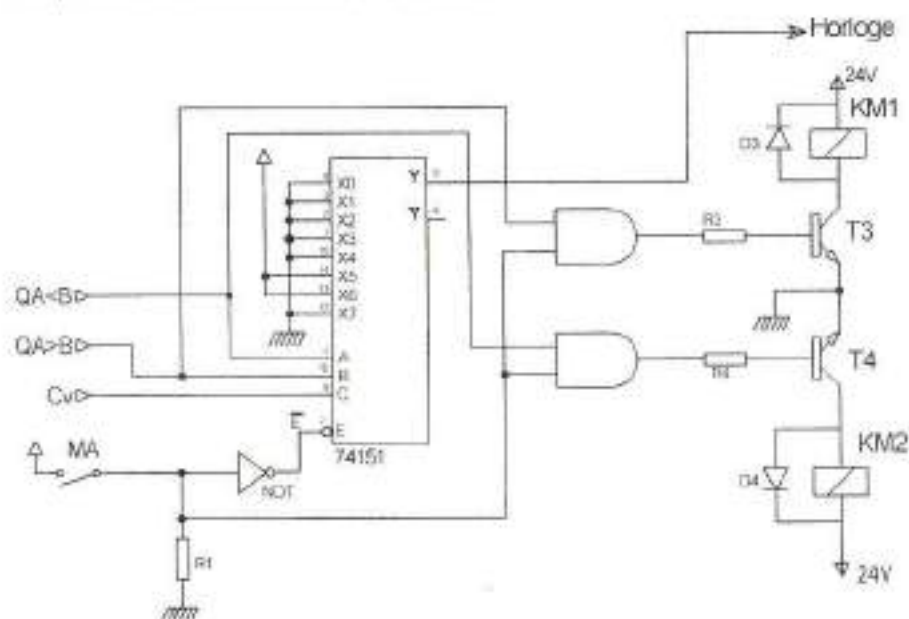
2. Commande automatique (solution câblée)

Un capteur optique "Cv" solidaire de l'arbre du moteur "Mv1" délivre un signal d'horloge dont le nombre d'impulsions représente la position "Np" des volets. Après mise en forme, ce signal est appliqué à l'entrée du bloc 1 pour le traiter et donner les ordres de commande des deux moteurs Mv1 et Mv2 en fonction de la position des volets "Np" et la position sélectionnée par l'opérateur "No".



Un interrupteur MA permet la validation du bloc1 afin de bloquer ou débloquer le signal d'horloge H appliqué à l'entrée du bloc 2.

On donne, ci-dessous, le schéma structurel du bloc1.



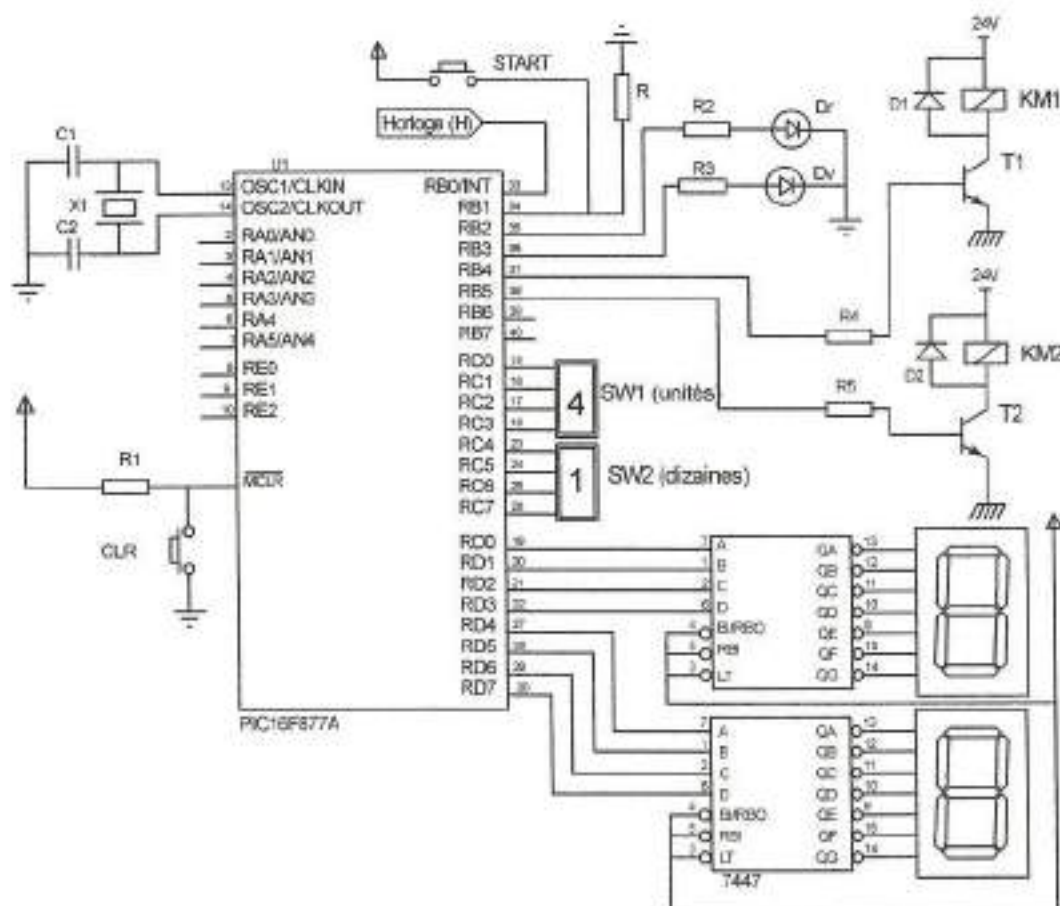
3. Commande automatique (solution programmée)

Pour réduire le nombre de circuits intégrés utilisés dans la solution précédente et afficher la position des volets, on envisage d'utiliser une carte à base d'un microcontrôleur du type 16F877A.

Cette solution satisfait le cahier des charges suivant :

- choisir la position des volets (No) à l'aide des deux switchs SW1 et SW2 ;
- appuyer sur le bouton "START" pour mettre en service la carte et allumer un voyant vert Dv, un deuxième appuie sur "START" met la carte hors service et l'extinction du voyant vert Dv ;
- exciter le relais KM1 ou le relais KM2 pour commander, respectivement, la fermeture ou l'ouverture des volets selon la position des volets (Np) et la position (No) ;
- allumer un voyant rouge Dr pendant l'ouverture ou la fermeture des volets.

On donne, ci-dessous, le schéma structurel de la solution envisagée.



VIII. Extraits des documents constructeur

1. Caractéristiques du moteur Mv1 (ou Mv2)

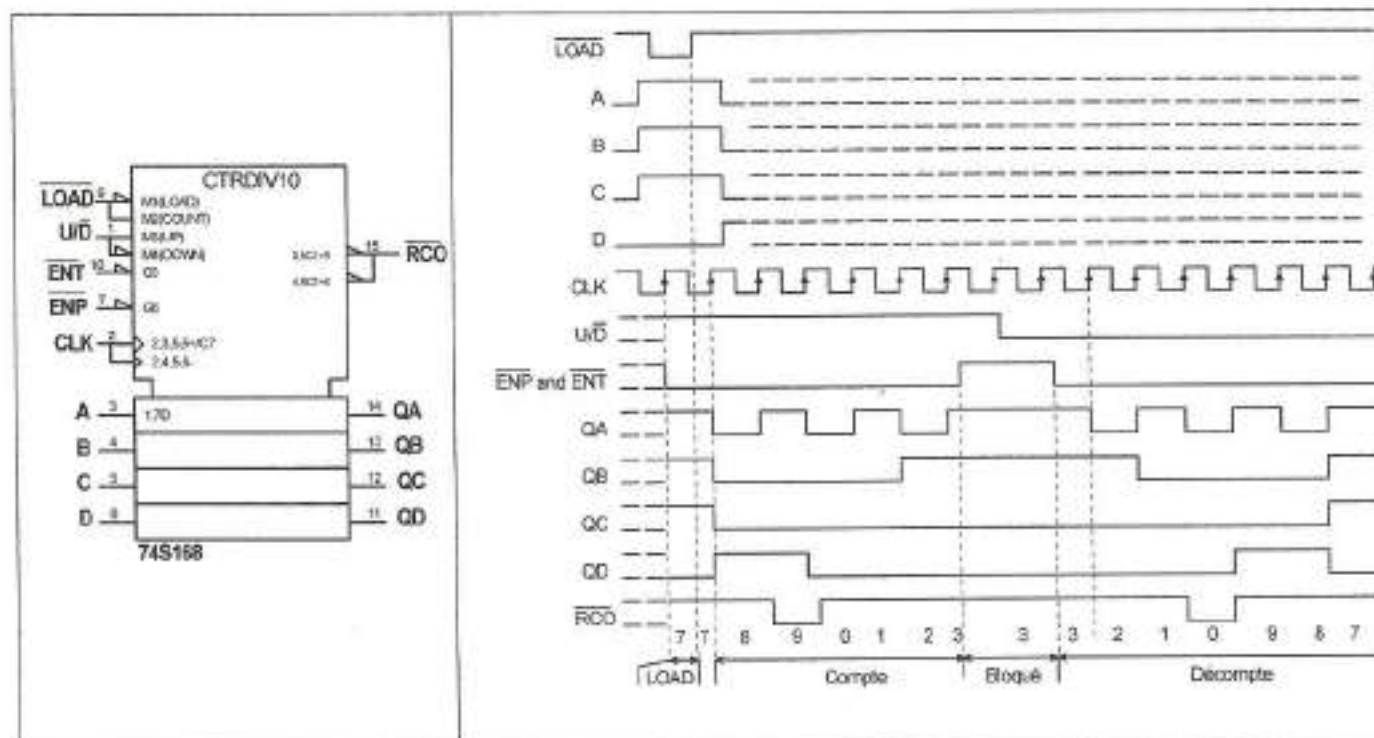
Type	Réseau $\Delta 230/ \lambda 400V$							
	Puissance nominale P_{un} (kW)	Moment nominal M_n (N.m)	Moment démarrage/ Moment nominal M_d/M_n	Vitesse nominale N_n (tr.min ⁻¹)	Intensité nominale I_L (A) | I_Δ (A)		Rendement η %	Facteur de puissance $\cos \varphi$
LS 80 L	0,55	5,5	2,55	956	2,15	3,72	61,00	0,60
LS 90 SL	0,75	7,5	1,9	952	2,25	3,90	70,00	0,68
LS 90 L	1,1	11,2	1,85	940	3,05	5,28	73,30	0,71
LS 100 L	1,5	15,2	1,98	940	4,00	6,93	75,20	0,72
LS 112 MG	2,2	21,9	2,05	960	5,60	9,70	77,70	0,73

2. Tables de fonctionnement du C.I 74LS85 et du C.I 74LS151

74LS85							74LS151							
Entrées de données		Entrées de mise en cascade			Sorties			74LS151						
A		A > B	A < B	A = B	QA > B	QA < B	QA = B	\bar{E}	C	B	A	Y	\bar{Y}	
A0	A1	A > B	X	X	X	H	L	L	X0	X	X	L	H	
A2	A3	A < B	X	X	X	L	H	L	L	L	L	X0	$\bar{X}0$	
A<B	A=B	A > B	X	X	X	L	H	L	L	L	H	X1	$\bar{X}1$	
A=B	QA < B	A < B	X	X	X	L	H	L	L	L	L	X2	$\bar{X}2$	
A>B	QA = B	A = B	H	L	L	H	L	L	L	L	H	X3	$\bar{X}3$	
B0	B1	A = B	L	H	L	L	H	L	L	H	H	X4	$\bar{X}4$	
B2	B3	A = B	L	L	H	L	L	H	L	L	L	X5	$\bar{X}5$	
		A = B	X	X	H	L	L	H	L	H	L	X6	$\bar{X}6$	
		A = B	H	H	L	L	L	L	L	H	H	X7	$\bar{X}7$	
		A = B	L	L	L	H	H	L	L	H	H	X7	$\bar{X}7$	

L : Low (0) H : High (1)

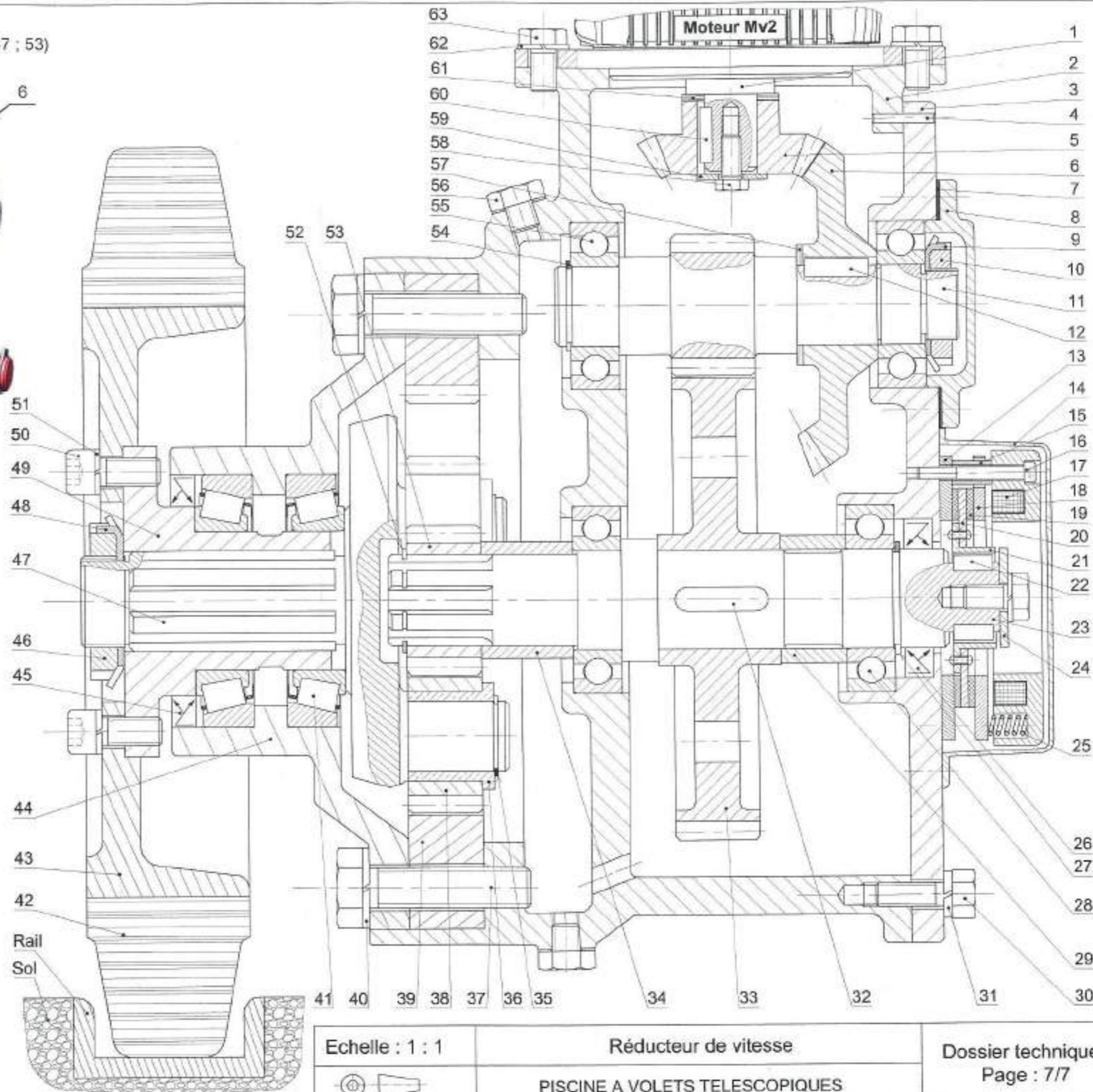
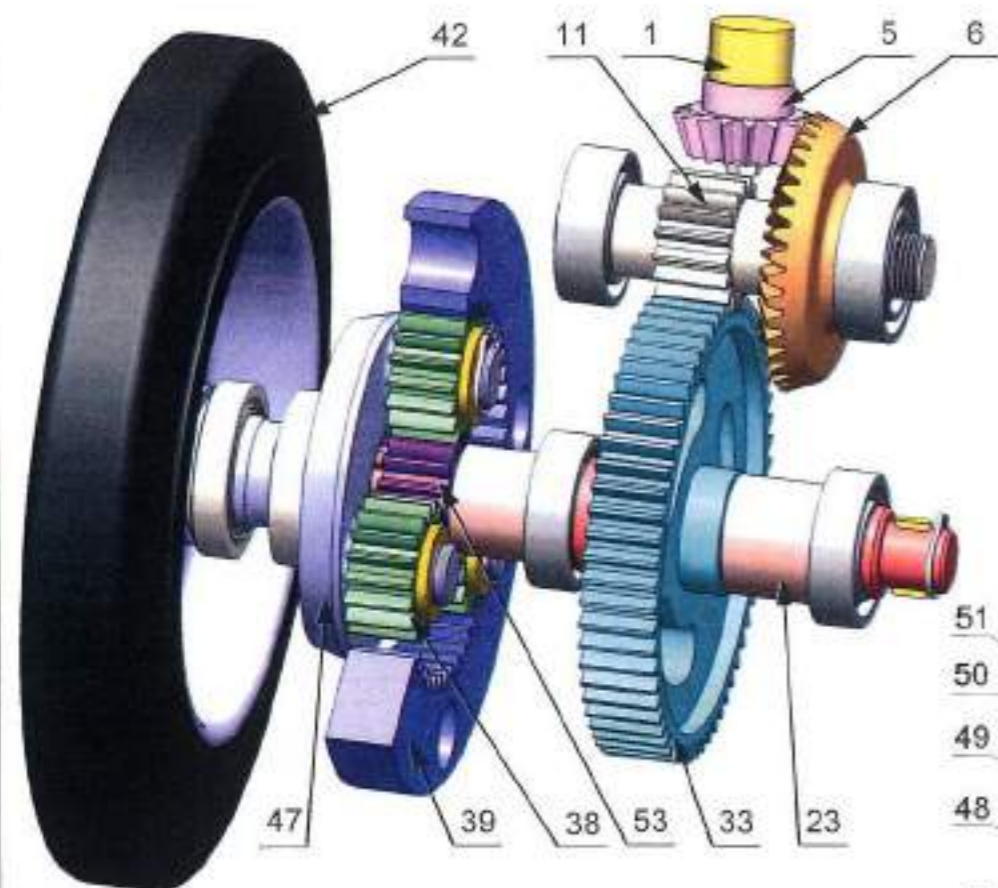
3. Chronogramme du C.I 74LS168



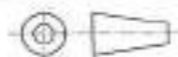
IX. Codes ISO pour programmation sur machine CNC

Fonction G		Fonction M	
G00	Interpolation linéaire à vitesse rapide	M02	Fin du programme
G01	Interpolation linéaire à vitesse d'avance programmée	M03	Rotation broche sens horaire
G94	vitesse d'avance en mm/min	M04	Rotation broche sens trigonométrique
G95	vitesse d'avance en mm/tr	M05	Arrêt broche
G97	Vitesse de rotation de la broche en tr/min	M06	Changement d'outil

3D de la transmission (1 ; 5 ; 6 ; 11 ; 23 ; 33 ; 38 ; 39 ; 42 ; 43 ; 47 ; 53)



Echelle : 1 : 1



Réducteur de vitesse

PISCINE A VOLETS TELESCOPIQUES

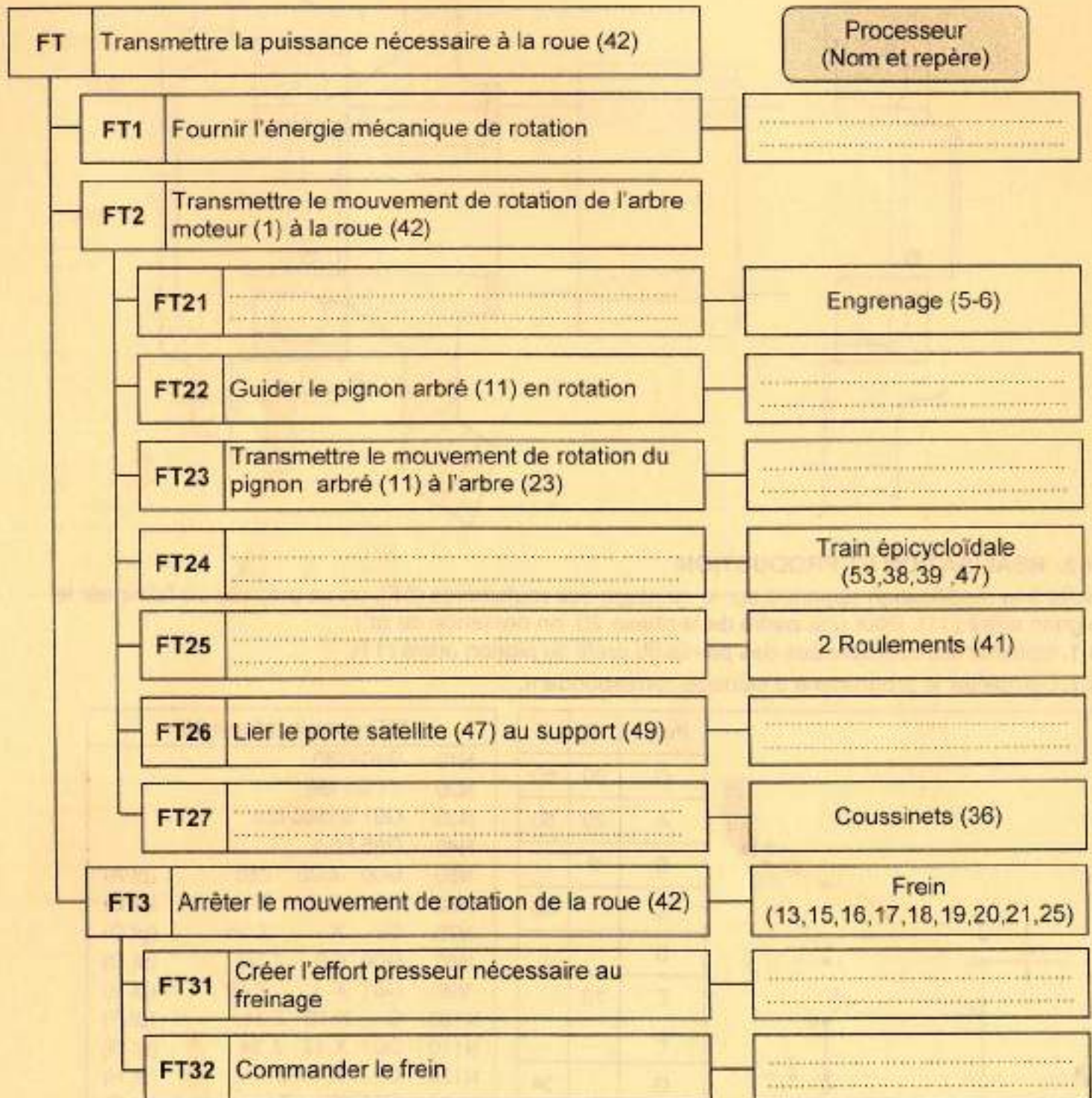
Dossier technique

Page : 7/7

A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

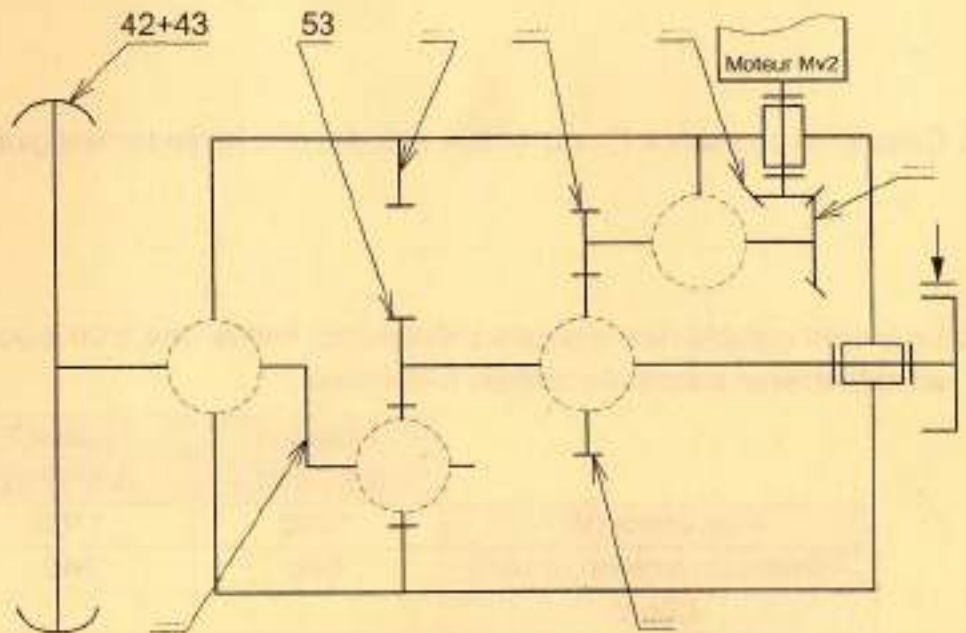
A.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

En se référant au dossier technique page (2/7) et au dessin d'ensemble du réducteur de vitesse page (7/7) compléter le diagramme F.A.S.T partiel ci-dessous de la fonction technique « Transmettre la puissance nécessaire à la roue (42) ».



A.2. ANALYSE STRUCTURELLE ET CONCEPTION

2.1. Compléter le schéma cinématique ci-contre par les symboles normalisés des liaisons et les repères des pièces.



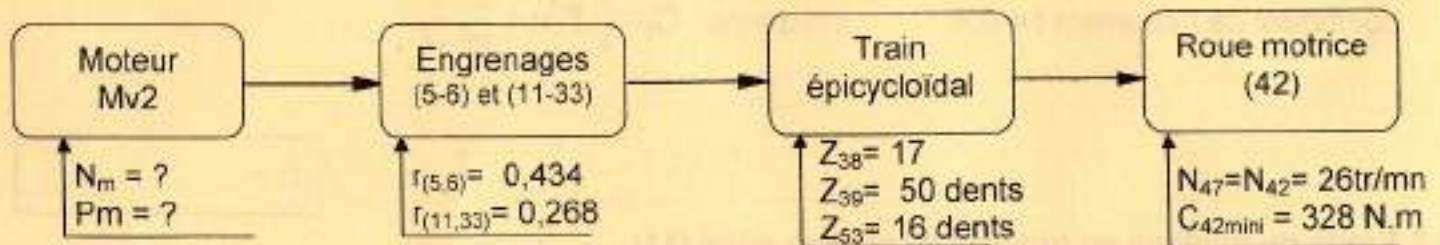
2.2. En se référant au dessin d'ensemble page 7/7 du dossier technique, compléter le graphe des éléments qui caractérisent la liaison entre le moteur Mv2 et le corps (2).

Mv2	c	r	dé	a	di	2
	\bar{c}	\bar{r}	$\bar{d\acute{e}}$	\bar{a}	$\bar{d_i}$	

2.3. Compléter le tableau suivant en indiquant les éléments et les surfaces participant à l'assemblage.

Assemblage	Mise en position (MIP)	Maintien en position (MAP)
Mv2/2

2.4. Les caractéristiques de la transmission de mouvement imposées par le cahier des charges sont représentées dans la chaîne cinématique simplifiée ci-dessous.



a. On donne la formule de Willis :
$$\frac{N_s - N_{PS}}{N_e - N_{PS}} = (-1)^k \cdot \frac{\text{Produit (Zmenantes)}}{\text{Produit (Zmenées)}}$$

Exprimer et calculer le rapport de transmission du train épicycloïdal : r_t .

$r_t = \dots$

Ne rien écrire ici

b. Calculer la vitesse de rotation de l'arbre moteur N_m .

$N_m =$

c. Calculer la puissance P_m du moteur sachant que le rendement global du mécanisme $\eta = 0,82$.

$P_m =$

d. En tenant compte des résultats précédents, mettre une croix pour choisir le moteur convenable au mécanisme à partir du tableau ci-dessous

	Moteur 1 (LS 100 L)	Moteur 2 (LS 90 L)	Moteur 3 (LS 112 M)
Puissance (W)	1500	1100	2200
Vitesse de rotation (tr/min)	940	940	960
Choix			

2.5. Etude du frein

En se référant au dessin d'ensemble page (7/7)

a. Préciser le type du frein et sa commande.

b. Déterminer le nombre de surfaces de frictions « n » et relever les rayons correspondant aux « r » et « R ».

$R =$

$r =$

$n =$

c. Calculer le couple de freinage « C_f » sachant que l'effort presseur des 3 ressorts $F = 1200\text{N}$ et le coefficient de frottement $f = 0,4$. On donne : $C_f = \frac{2}{3} \cdot F \cdot n \cdot f \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$

$C_f =$

2.6. Etude du guidage en rotation du pignon arbré (11)

Suite à une analyse rigoureuse, on a constaté des usures sur les roulements (55) ce qui engendre un mauvais fonctionnement du mécanisme. Pour remédier à ce problème on propose de remplacer ces deux roulements type BC par deux autres du type BT.

a. Quel type de montage faut-il adopter ?

Montage en « X »

Montage en « O »

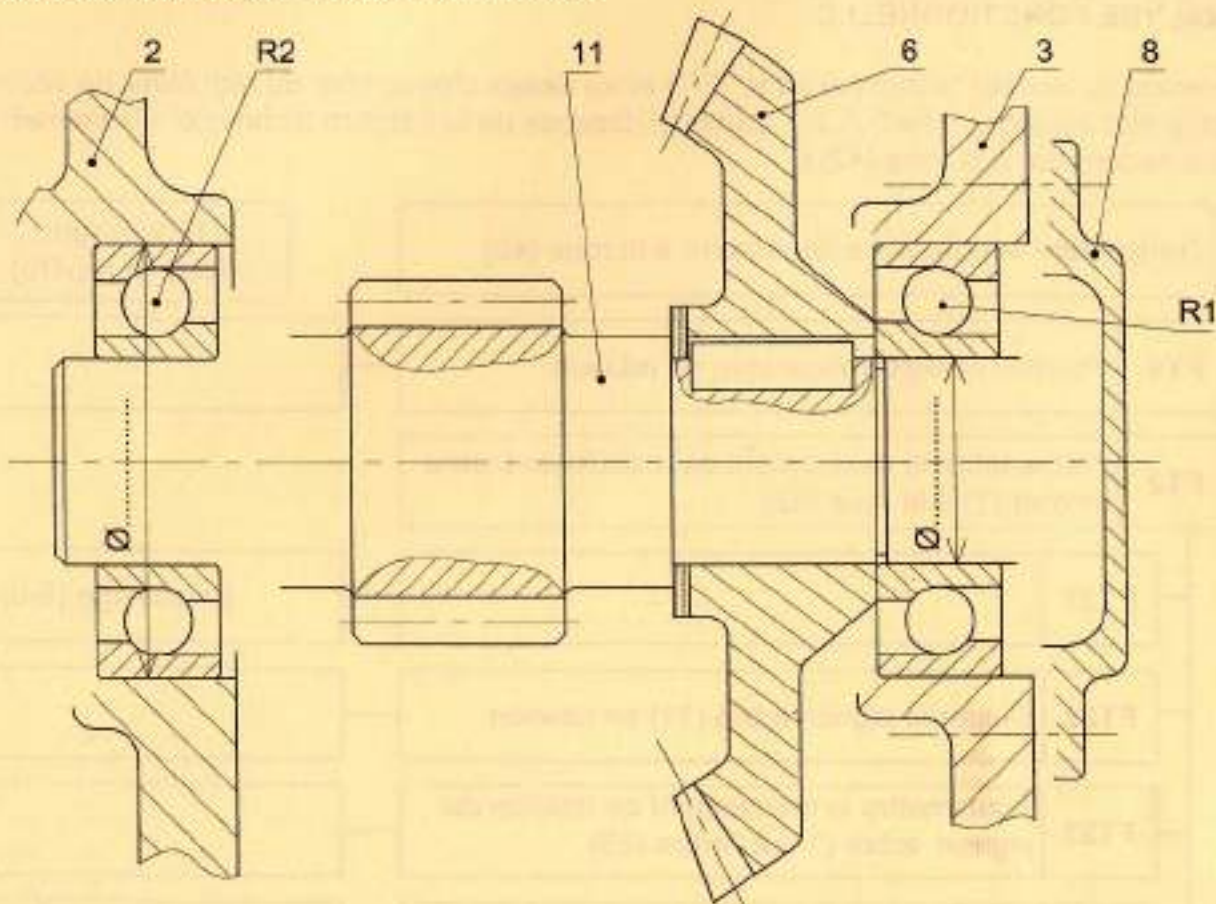
(cocher la bonne réponse)

b. Justifier le choix du montage choisi :

Ne rien écrire ici

c. Compléter à l'échelle du dessin ci-dessous :

- La représentation de la nouvelle solution.
- Les tolérances des portées des roulements.



A.3. REALISATION ET PRODUCTION

Suite à la modification apportée sur le montage des roulements (55), on se propose de fabriquer le pignon arbré (11). Pour une partie de la phase 20, on demande de (d') :

3.1. Identifier les coordonnées des points du profil du pignon arbré (11).

3.2. Compléter le programme d'usinage correspondant.

Point	X	Z
O	30	60
A	20	50
B	0	...
C	...	55
D	...	...
E	10	...
F	...	...
G	...	34
H	...	...

%Tournage (phase 20)	
N10	G40 G80
N20	T1 D1 M6
N30	G97 S1500 M3
N40	G95 F0.1
N50	G00 X 20 Z50 (pt A)
N60	G01 X 0 Z.... (pt B)
N70	G... X ... Z 55 (pt C)
N80	G00 X 9 Z 50 (pt D)
N90	G01 X ... Z 49 (pt E)
N100	G... X 10 Z 34 (pt F)
N110	G01 X 12 Z 34 (pt G)
N120	G... X ... Z (pt H)
N130	G00 X ... Z (pt O)
N140	M5 M02



Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....



B. PARTIE GÉNIE ELECTRIQUE

1. Etude de la gestion de déplacement des volets

1.1. Etude du moteur Mv1

Le moteur Mv1 est du type asynchrone triphasé de référence LS90L. Il est couplé en étoile et alimenté par le réseau triphasé 230/400V.

1.1.1. Exprimer puis calculer la puissance active absorbée par le moteur en régime nominal.

1.1.2. On mesure la puissance absorbée nominale par la méthode de deux wattmètres comme l'indique le schéma ci-contre. Compléter alors le tableau ci-dessous.



N° de l'appareil	Nom de l'appareil	Valeur et unité
1
2	1180W
3
4

1.1.3. Les wattmètres possèdent les calibres suivants :

- 1A ; 5A ; 10A pour le courant
- 480V ; 240V ; 120V et 60V pour la tension.

Quels calibres d'intensité et de tension doit-on utiliser pour mesurer les puissances ?

Calibre d'intensité =

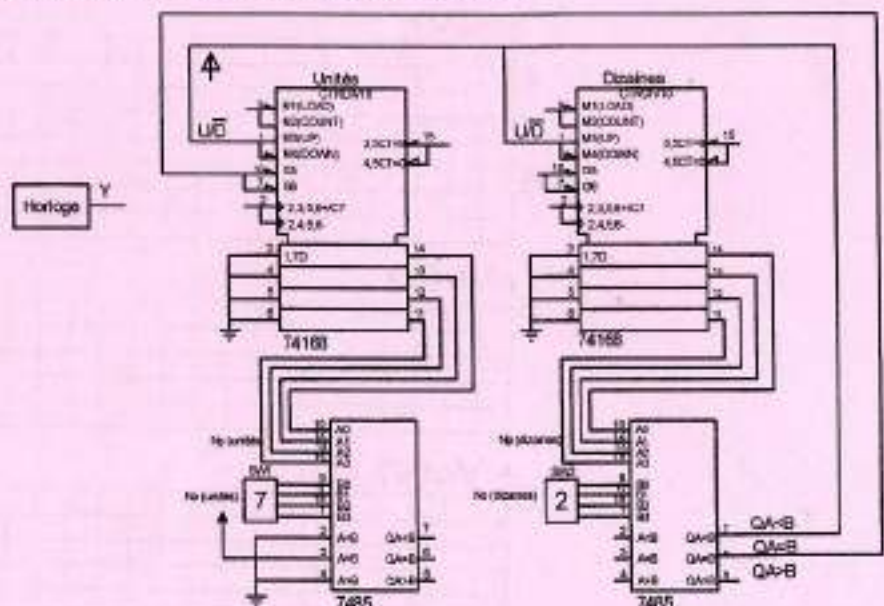
Calibre de tension =

1.2. Etude de la commande automatique (solution câblée)

Se référer, dans cette partie, aux pages 4/7 et 6/7 du dossier technique.

1.2.1. Compléter le circuit ci-contre par les liaisons assurant :

- la désactivation des entrées de préchargement des deux circuits intégrés 74LS168 ;
- la mise en cascade synchrone des deux circuits intégrés compteurs 74LS168 ;
- la mise en cascade des deux circuits intégrés comparateurs 74LS85.



Ne rien écrire ici

1.2.2. En se référant au schéma structurel du bloc1 page 4/7 du dossier technique, déterminer les équations de KM1 et KM2 en fonction de MA, $Q_{A>B}$ et $Q_{A<B}$.

1.2.3. En se référant à la page 6/7 du dossier technique, analyser le fonctionnement du circuit 74LS151 et compléter le tableau ci-dessous.

MA	Cv	$Q_{A>B}$	$Q_{A<B}$	Y=Horloge	KM1	KM2
0	X	X	X	.....	.....	.....
1	0	0	0	.....	.....	.....
1	0	0	1	.....	.....	.....
1	0	1	0	.....	.....	.....
1	0	1	1	.....	-	-
1	1	0	0	.....	.....	.....
1	1	0	1	.....	.....	.....
1	1	1	0	.....	.....	.....
1	1	1	1	.....	-	-

1.2.4. Déterminer l'équation logique de Y en fonction de MA, Cv, $Q_{A>B}$ et $Q_{A<B}$.

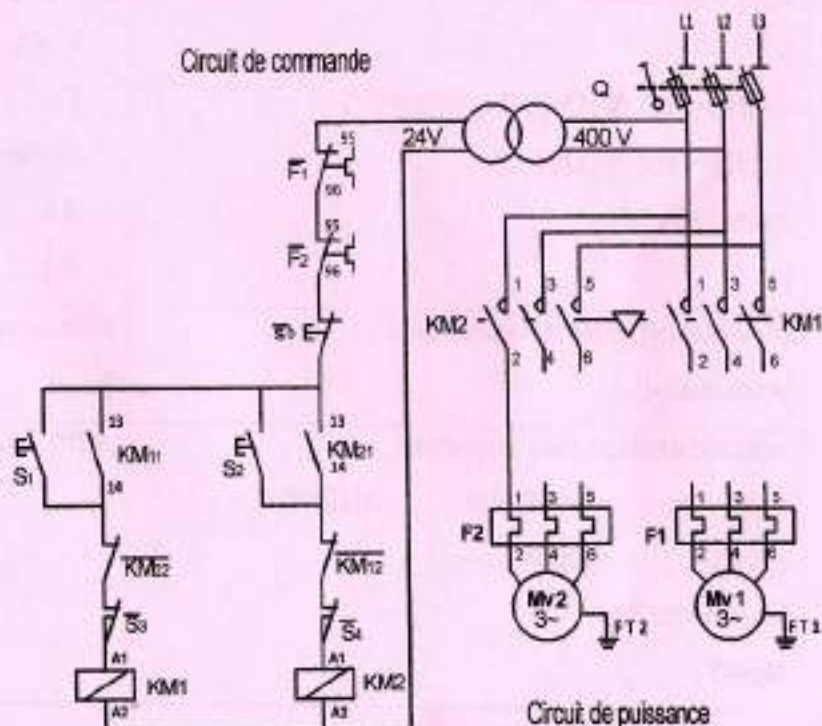
1.2.5. En se référant au schéma structurel à la page 5/8 du dossier réponses et au chronogramme du circuit intégré 74LS168 page 6/7 du dossier technique, compléter le tableau ci-dessous.

	$Q_{A<B}$	$Q_{A=B}$	$Q_{A>B}$	U/ \bar{D}	ENT. ENP (C.I Unités)	Fonctionnement du C.I 74 LS168 (compte / décompte / bloqué)
Np<No
Np=No
Np>No

1.3. Etude de la commande semi-automatique

On donne ci-dessous le circuit de puissance incomplet et le circuit de commande complet des deux moteurs "Mv1" et "Mv2".

1.3.1. Compléter, ci-contre, le schéma du circuit de puissance des deux moteurs Mv1 et Mv2.



Ne rien écrire ici

1.3.2. En se référant au circuit de puissance et au circuit de commande à la page 6/8 du dossier réponses, donner la fonction de chacun des éléments suivants :

Elément	Circuit de commande		Circuit de puissance	
	KM ₁₁	KM ₂₂	Q	F1
Fonction

1.4. Etude de la commande automatique (solution programmée)

En se référant au dossier technique page 5/7, compléter en langage mikroC, le programme ci-dessous.

N.B : Les broches non connectées sont considérées comme des sorties.

Programme (avec commentaires)

<pre>//déclaration des variables unsigned char Np , No , st ; sbit Dr at RB2_bit ; sbit Dv ; sbit KM1 ; sbit KM2 ;</pre>	<pre>//Boucle infinie //lecture position choisie No No=BCD2DEC(portC); //Mise en service par appuie sur le bouton START if (Button(&PORTB, 1, 1, 1)) { st = 1; } if (st & Button(&PORTB, 1, 1, 0)) { Dv = ~Dv; st = 0; } </pre>
<pre>//Procédure interruption void interrupt() { if ((Np<No) & (Dv)) {Np=Np+1 ;} if ((Np>No) & (Dv)) {..... ;} intcon=0x90; }</pre>	<pre>//Commande afficheurs, LEDs et contacteurs portD=DEC2BCD(Np); if (Dv==0) { Dr=0; KM1=0; KM2=0; } else { if (Np<No){KM1=1; KM2=0; Dr=1;} if (.....){KM1=.....; KM2=0;Dr=.....;} if (.....){KM1=.....; KM2=1;Dr=.....;} }</pre>
<pre>// début programme principal void main() {</pre>	<pre>//fin boucle }</pre>
<pre>//configuration des registres trisB=0x.....; trisC=0x.....; trisD=0x.....; portB=.....; portD=.....; intcon=0x90; Np=0 ;</pre>	<pre>// fin programme }</pre>

2. Étude du contrôle de la valeur de pH

Se référer dans cette partie à la page 2/7 du dossier technique.

Le degré d'acidité pH de l'eau doit être régulé et conservé dans une plage de 6,9 à 7,7.

Le concepteur propose une carte de régulation à base d'A.L.I supposés parfaits. Elle reçoit la tension V_{pH} du capteur de pH et fournit deux tensions V_{s1} et V_{s2} .

V_a : tension de référence image d'un niveau de pH = 6,9

V_b : tension de référence image d'un niveau de pH = 7,7

KML : Contacteur de commande de la mini-pompe ML d'injection de la lessive de soude

KMA : Contacteur de commande de la mini-pompe MA d'injection de l'acide chlorhydrique

2.1. Calculer les tensions V_{pH} pour les deux valeurs de pH.

pH = 6,9 $\Rightarrow V_{pH} = \dots\dots\dots$

pH = 7,7 $\Rightarrow V_{pH} = \dots\dots\dots$

2.2. Donner l'expression de V_s en fonction de V_{pH} , R et K puis en fonction de K et V_{pH} .

$\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

2.3. Donner les valeurs possibles de V_{s1} et V_{s2} .

si $V_{d2} > 0V$ alors $V_{s1} = \dots\dots\dots$	si $V_{d3} > 0V$ alors $V_{s2} = \dots\dots\dots$
si $V_{d2} < 0V$ alors $V_{s1} = \dots\dots\dots$	si $V_{d3} < 0V$ alors $V_{s2} = \dots\dots\dots$

2.4. Pour $K = 9$, $V_b = 3,6V$ et $V_a = 4V$, l'équation de V_s devient $V_s = 10 \cdot V_{pH}$

2.4.1. Compléter le tableau ci-dessous.

	V_{s1}	V_{s2}	T_1	T_2	KML	KMA	Produit injecté
$V_s < 3,6V$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	bloqué	saturé	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$3,6V < V_s < 4V$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	Aucun produit
$V_s > 4V$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

2.4.2. Tracer l'allure de $V_{s1}(t)$ et $V_{s2}(t)$ selon la variation de $V_s(t)$.

