

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.

UNITE DE TRANSFERT ET DE DECOUPAGE DE TUBES EN PVC

1. Présentation

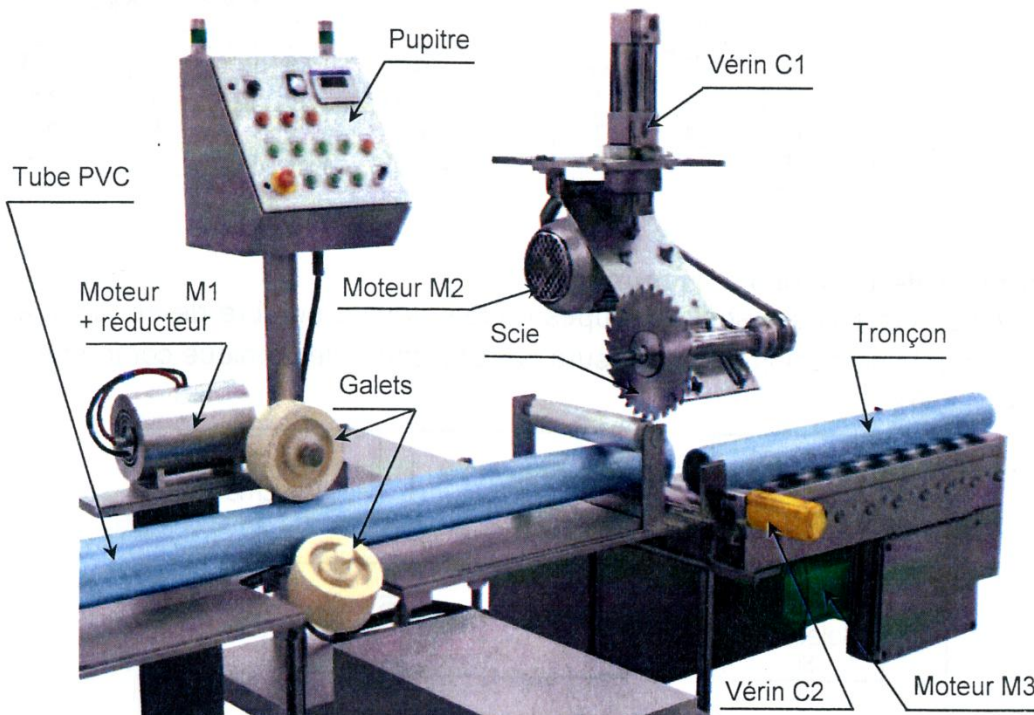


Fig. 1

Cette unité (Figure 1) est destinée à transférer et découper des tubes PVC en tronçons de longueurs prédéfinies.

Elle comporte essentiellement :

- Un moteur M1, accouplé à un réducteur, permet d'avancer le tube d'une longueur prédéfinie ;
- Trois galets d'avance et de guidage du tube ;
- Un moteur M2 pour l'entraînement de la scie circulaire ;
- Un vérin pneumatique C1 pour la montée et la descente de la scie circulaire ;
- Un vérin pneumatique C2 pour le serrage du tube par un étau de maintien lors de découpage ;
- Un moteur M3, accouplé à un réducteur, entraîne un convoyeur d'évacuation des tronçons ;
- Un codeur optique incrémental Ci (non représenté) solidaire de l'arbre du moteur M1, mesure la longueur du tronçon à découper ;
- Un pupitre permet à l'opérateur de saisir et de valider le nombre et la longueur des tronçons.

2. Fonctionnement

Initialement, la scie circulaire est en position haute ($\ell_{10}=1$) et l'étau de serrage est ouvert (tube desserré : $\ell_{20}=1$).

L'arrivée du tube est détectée par le capteur Cp (non représenté). Ce tube passe entre les trois galets.

L'opérateur fixe le nombre N_c de tronçons à découper et la longueur L_c de chacun à l'aide de trois roues codeuses décimales.

Une fois les conditions initiales sont vérifiées, l'action sur le bouton Dcy provoque le fonctionnement du Grafcet de conduite enclenchant les tâches suivantes :

✓ Tâche 1 : Avancer le tube

L'avance du tube d'une longueur L_T est assurée par les trois galets dont l'un est entraîné par le moteur M1. Un compteur Q1 s'incrémente à chaque impulsion générée par un codeur optique jusqu'à atteindre la longueur demandée L_c ($N_1 = 1$ lorsque $L_T = L_c$).

✓ Tâche 2 : Serrer et desserrer le tube

Le serrage du tube est effectué par la sortie de la tige du vérin C2 liée au mors mobile de l'étau de maintien jusqu'à l'action du capteur ℓ_{21} . Une fois le tube est découpé, la tige du vérin C2 recule jusqu'à l'action du capteur ℓ_{20} pour desserrer le tube.

✓ Tâche 3 : Découper le tube

Une fois le tube est serré, le moteur M2 fonctionne et le vérin C1 assure la descente de la scie de découpage jusqu'à l'action du capteur ℓ_{11} .

L'action du capteur ℓ_{11} provoque la montée de la scie par le vérin C1 jusqu'à l'action du capteur ℓ_{10} , le moteur M2 reste en fonctionnement.

Le comptage des tronçons découpés est réalisé par un compteur Q2. Le cycle recommence si le nombre de tronçons découpés N_T est inférieur au nombre fixé N_c ($N_T < N_c$). En cas d'égalité ($N_T = N_c$), le cycle s'arrête et le compteur sera mis à zéro ($N_2 = 1$ lorsque $N_T = N_c$).

NB : Le moteur M3 qui entraîne le convoyeur tourne en permanence et il ne fera pas l'objet de notre étude.

3. Choix technologique

Actions	Effecteurs	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Avancer le tube à une longueur donnée	Galet	Moteur à courant continu M1	KM1	-
Serrer / desserrer le tube	Etau de serrage	Vérin C2	SC2	ℓ_{21}
			RC2	ℓ_{20}
Découper le tube	Scie	Vérin C1	SC1	ℓ_{11}
			RC1	ℓ_{10}
		Moteur asynchrone triphasé M2	KM2	-

Bouton poussoir de départ du cycle (non représenté) Dcy		
Capteur présence du tube à découper (non représenté) Cp		
Longueur d'un tronçon découpé	Q1=Q1+1	$L_T=L_c \rightarrow N_1=1$
Nombre de tronçons à compter	Q2=Q2+1	$N_T < N_c \rightarrow N_2=0$
		$N_T = N_c \rightarrow N_2=1$

4. Mécanisme d'entraînement du tube à découper

4.1. Description du fonctionnement : (voir dessin d'ensemble page 7/7 du dossier technique)

a. Motorisation

Le moteur M1 transmet son mouvement de rotation au galet (40) par :

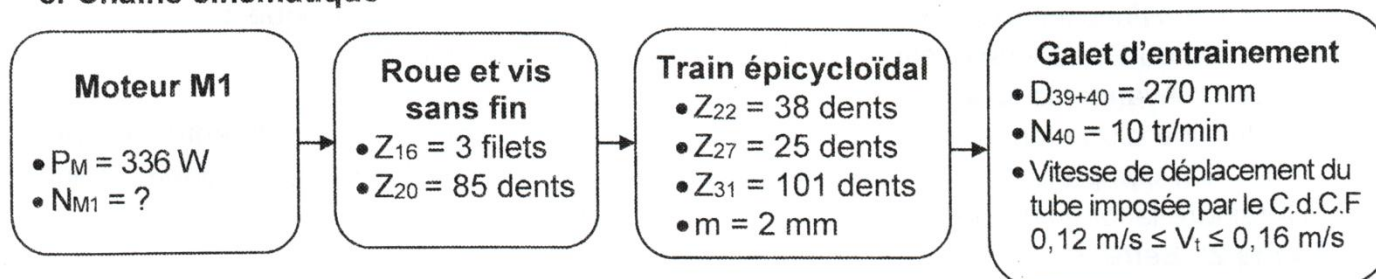
- Un accouplement {2, 3, 4, 5} ;
- Un engrenage à vis sans fin et roue creuse (16-20) ;
- Un réducteur à train épicycloïdal {22, 27, 31, 41, 45}.

b. Freinage

Le moteur M1 est accouplé à un frein à disque à manque de courant qui fonctionne comme suit : A la mise sous tension du moteur M1, l'électro-aimant (8) attire le disque mobile (7) qui comprime les ressorts (11) et libère le plateau (48).

A la mise hors tension, l'électro-aimant (8) n'est plus alimenté et, sous la pression des ressorts (11), le disque mobile (7) s'appuie sur le plateau (48) pour arrêter le galet (40).

c. Chaîne cinématique



4.2. Nomenclature

Rep	Nb.	Désignation
1	1	Arbre moteur
2	2	Moyeu expansible
3	1	Elément élastique
4	2	Vis sans tête à six pans creux
5	2	Clavette parallèle forme A
6	1	Cache de protection
7	1	Disque mobile
8	1	Électro-aimant
9	1	Corps porte électro-aimant
10	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
11	4	Ressort
12	1	Bague
13	1	Roulement à deux rangées de billes
14	2	Bouchon
15	2	Joint plat
16	1	Vis sans fin $Z_{16} = 3 \text{ filets}$
17	1	Joint plat
18	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
19	1	Couvercle
20	1	Roue dentée creuse $Z_{20} = 85 \text{ dents}$
21	1	Jante
22	3	Pignon $Z_{22} = 38 \text{ dents}$
23	1	Roulement a une rangée de billes
24	1	Bague spéciale
25	3	Roulement à aiguilles
26	1	Clavette parallèle forme A

Rep	Nb.	Désignation
27	1	Pignon arbré $Z_{27} = 25 \text{ dents}$
28	1	Ecrou à encoches
29	1	Rondelle frein
30	1	Demi carter de droite
31	1	Couronne $Z_{31} = 101 \text{ dents}$
32	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
33		Cales de réglage
34	1	Anneau élastique pour alésage
35	1	Roulement à aiguilles
36	1	Roulement à deux rangées de billes
37	1	Demi carter de gauche
38	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
39	1	Gaine en caoutchouc
40	1	Galet
41	1	Porte satellite
42	1	Joint à lèvres
43	1	Couvercle
44		Cales de réglage
45	3	Axe porte satellite
46	4	Axe de guidage
47	1	Garniture
48	1	Plateau
49	1	Rondelle spéciale
50	1	Rondelle frein
51	1	Ecrou à encoches

4.3. Problème posé

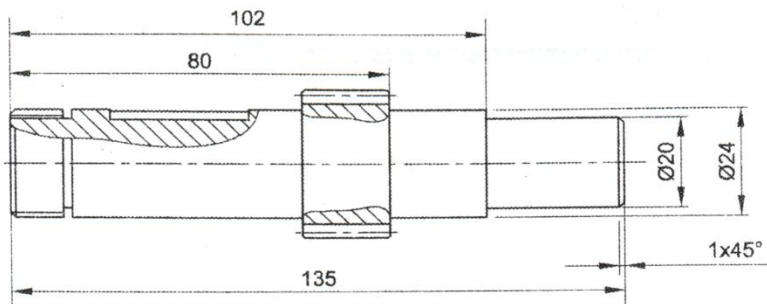
L'équipe de contrôle qualité a remarqué une imprécision des longueurs des tronçons coupés.

La précision de la coupe des tronçons et le respect de la qualité exigée, impose une synchronisation parfaite entre les différentes phases de production.

On propose une analyse du mécanisme d'entraînement du tube à découper et particulièrement la liaison encastrement (galet (40) / porte satellite (41)) et les moyens de transmission pour identifier les causes des problèmes et trouver des solutions.

4.4. Ressources

a. Dessin de définition du pignon arbré (27)



Pièce brute



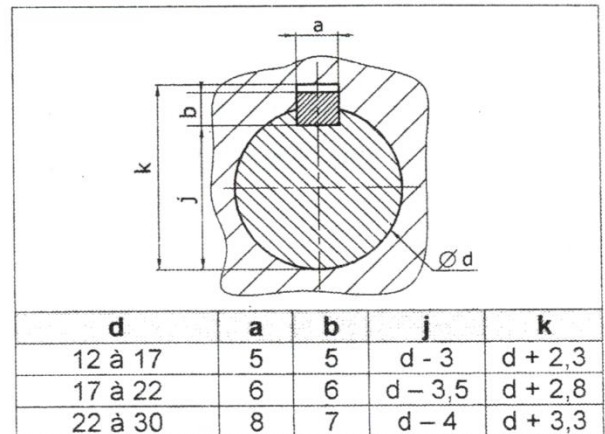
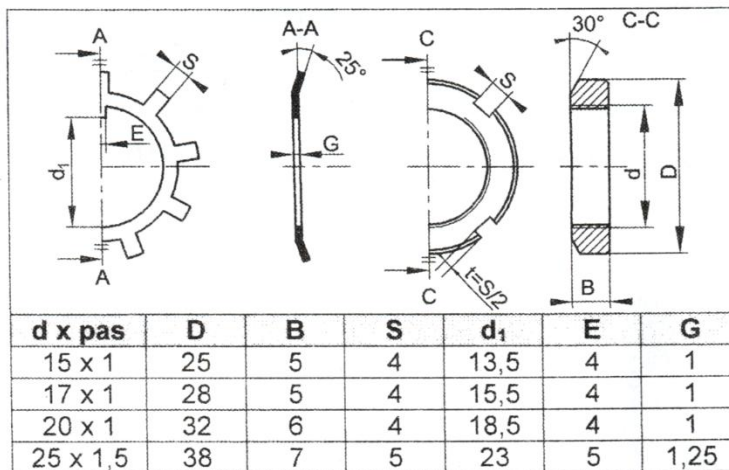
Pièce usinée
après la phase 20



Pièce finie



b. Éléments standards



5. Contrôle du nombre de tronçons à découper

Les tronçons de mêmes dimensions sont regroupés en lots dont le nombre de tronçons est fixé par l'opérateur. Le contrôle de ce nombre est assuré par une carte électronique conformément au schéma synoptique suivant :

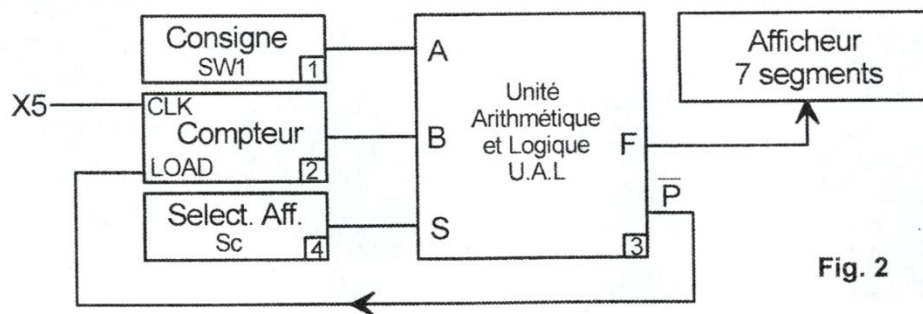


Fig. 2

- **Bloc 1** : Une roue codeuse décimale (SW1) permettant à l'opérateur de fixer le nombre (N_c) de tronçons à découper.
- **Bloc 2** : Circuit séquentiel à base du circuit intégré 74HC190 permettant de compter le nombre de tronçons découpés à chaque activation de l'étape 5 du GRAFCET ($X_5=1$).
- **Bloc 3** : Un circuit combinatoire à base d'U.A.L 74HC181 permettant de calculer la différence entre le nombre de tronçons à découper (N_c) et celui de tronçons découpés (N_T). En cas d'égalité des deux nombres ($N_c=N_T$), le compteur sera mis à zéro par désactivation de la sortie $\bar{P}$ de l'U.A.L ($\bar{P}=0$).
- **Bloc 4** : Un circuit combinatoire permettant de choisir l'affichage, soit du nombre N_c soit de la différence (N_c-N_T), par action sur le bouton Sc.

- Schéma de simulation de la carte

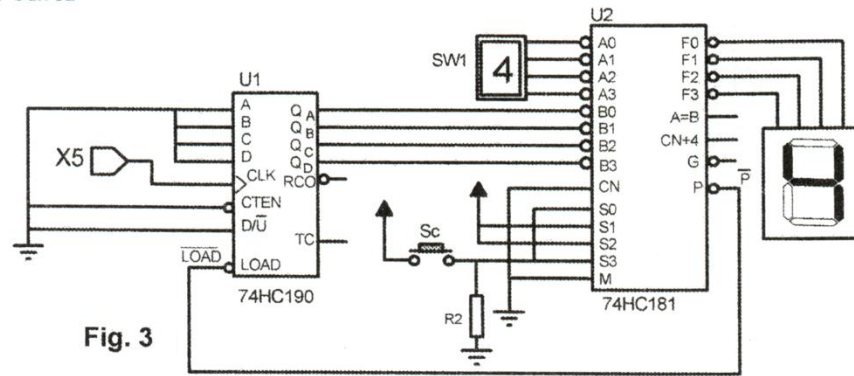
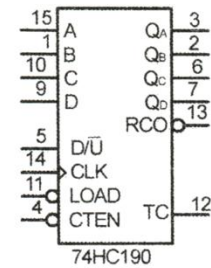


Fig. 3

- Table de fonctionnement du circuit intégré 74HC190

CLK	D/ $\bar{U}$	$\overline{LOAD}$	$\overline{CTEN}$	Fonction
X	X	0	X	Chargement
X	X	1	1	Blocage
$\uparrow$	0	1	0	Comptage
$\uparrow$	1	1	0	Décomptage



- Extrait de la table de fonctionnement du circuit intégré 74HC181

S3S2S1S0	M=1	M=0		Brochage
		CN=0	CN=1	
0000	$F = \bar{A}$	$F = A \text{ plus } 1$	$F = A$	
0001	$F = \bar{A} + \bar{B}$	$F = (A + B) \text{ plus } 1$	$F = A + B$	
0010	$F = \bar{A} \cdot B$	$F = (A + \bar{B}) \text{ plus } 1$	$F = A + \bar{B}$	
0011	$F = 0$	$F = 0$	$F = -1$	
0110	$F = A \oplus B$	$F = A - B$	$F = A - B - 1$	
0111	$F = A \cdot \bar{B}$	$F = A \cdot \bar{B}$	$F = A \cdot \bar{B} - 1$	
1000	$F = \bar{A} + B$	$F = A \text{ plus } A \cdot B \text{ plus } 1$	$F = A \text{ plus } A \cdot B$	
1001	$F = \bar{A} \oplus \bar{B}$	$F = A \text{ plus } B \text{ plus } 1$	$F = A \text{ plus } B$	
1011	$F = A \cdot B$	$F = A \cdot B$	$F = A \cdot B - 1$	
1111	$F = A$	$F = A$	$F = A - 1$	

N.B : Pour $S = 0110$, la sortie $\bar{P}$ vaut 1 dès qu'au moins un bit A_i est égal à 1 et le bit correspondant B_i est égal à 0. Ainsi, $\bar{P} = 0$ lorsque $A = B$.

6. Etude du circuit de mise en forme du signal délivré par le capteur optique

La mise en forme du signal délivré par le capteur optique incrémental C_i est réalisé par une carte électronique conformément au schéma de principe (Fig. 4).

On donne ci-dessous (Fig. 5) les caractéristiques de transfert des amplificateurs A.L.I.1 et A.L.I. 2.

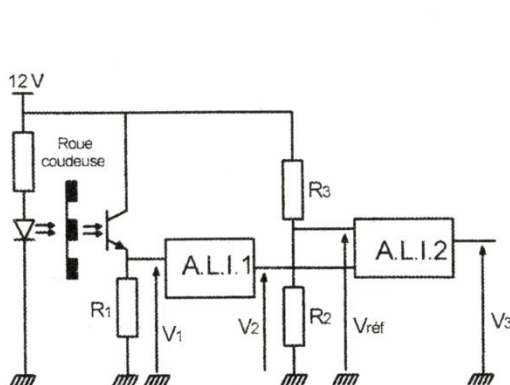


Fig. 4

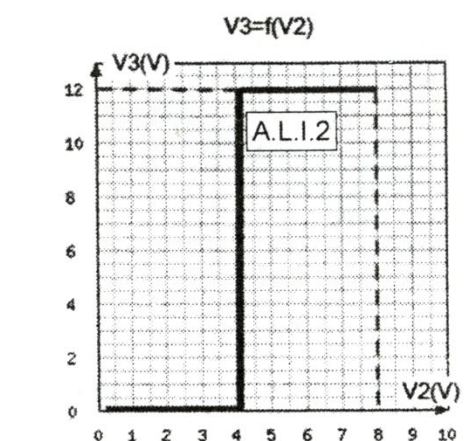
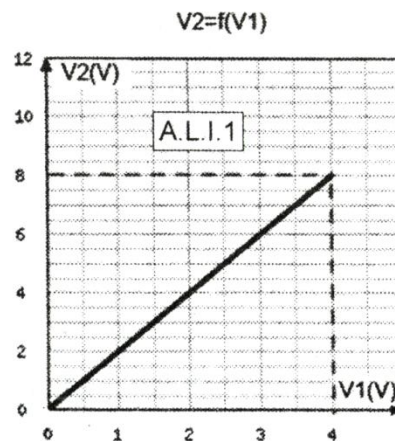


Fig. 5

7. Contrôle de l'avance du tube

Le contrôle de l'avance du tube à une longueur donnée (L_c) est assuré par une carte électronique à base d'un microcontrôleur type PIC 16F876A dont le schéma structurel de simulation est donné ci-dessous.

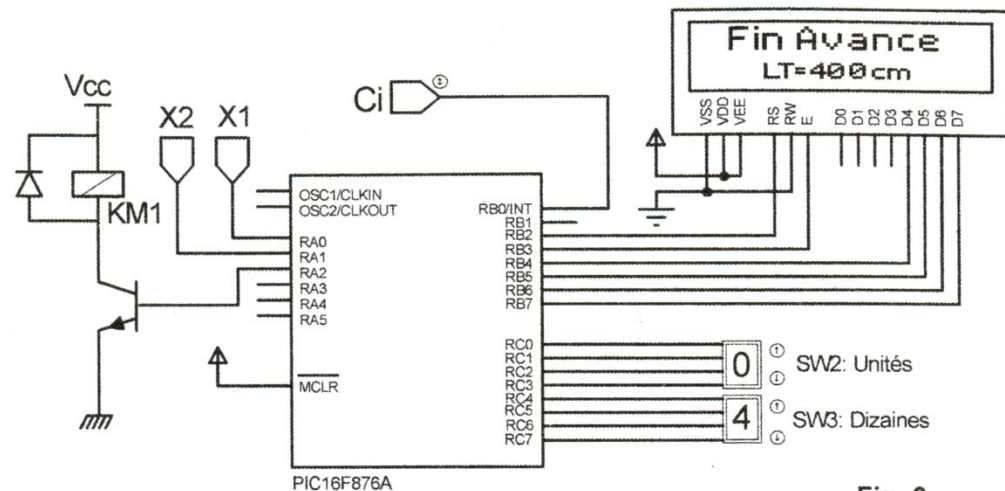


Fig. 6

Le programme gérant le fonctionnement du grafcet de la tâche 1 respecte le cahier des charges ci-dessous :

L'opérateur fixe la longueur du tronçon à découper (L_c) avec les deux roues codeuses décimales (SW2 pour les unités et SW3 pour les dizaines). Le capteur optique incrémental Ci génère une impulsion à chaque avance de 10 cm du tube. Ces impulsions sont appliquées à l'entrée RB0 et comptées quand l'étape X11 est active. L'afficheur LCD affiche instantanément la longueur (L_T) du tronçon en cm et le moteur M1 fonctionne. Lorsque $L_c = L_T$ ($N1 = 1$), le compteur se bloque, le moteur M1 s'arrête et l'afficheur LCD affiche sur la première ligne "Fin Avance" et sur la deuxième ligne la valeur de L_T .

L'activation de l'étape X10 remet le compteur à zéro ($L_T = 0$ cm).

8. Caractéristiques du moteur d'entraînement du galet

Le moteur M1 utilisé est du type à courant continu à aimant permanent alimenté sous la tension $U=36V$. La résistance de l'induit, mesurée à chaud, est $R = 0,5 \Omega$.

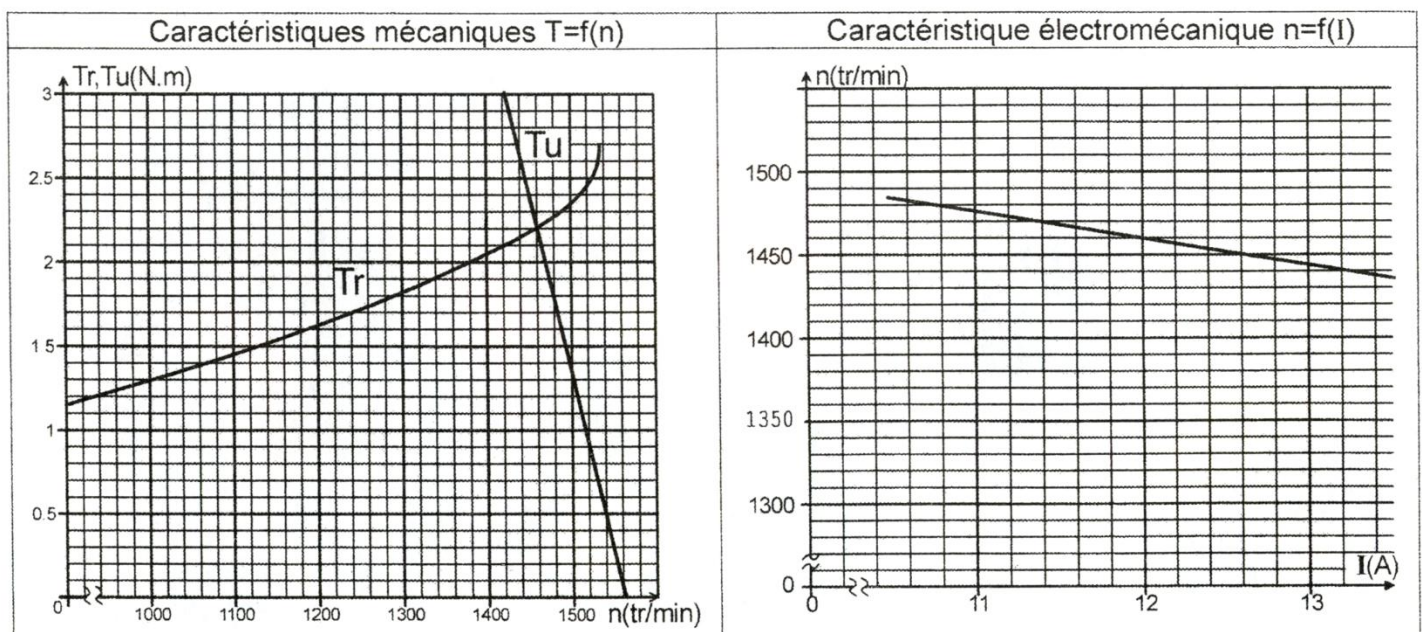
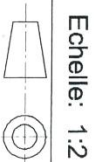
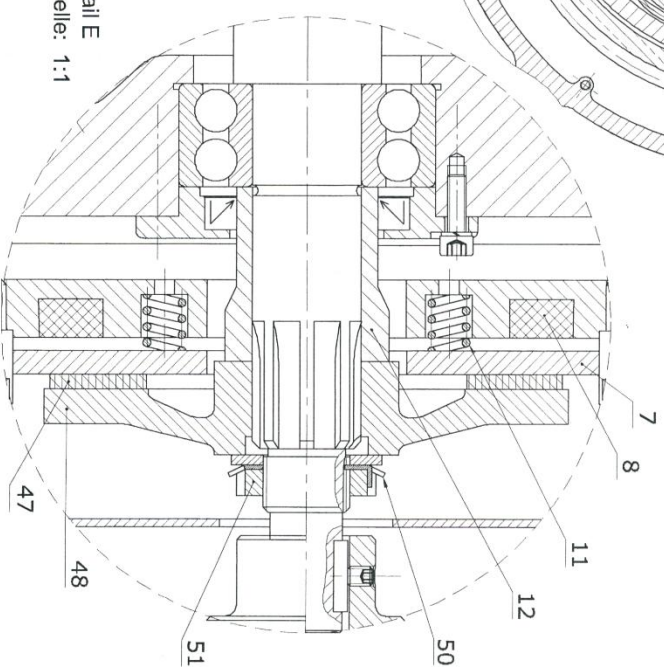
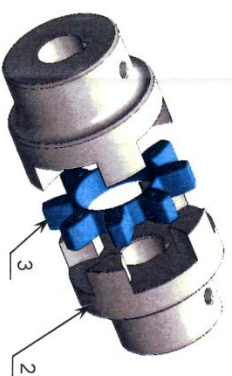
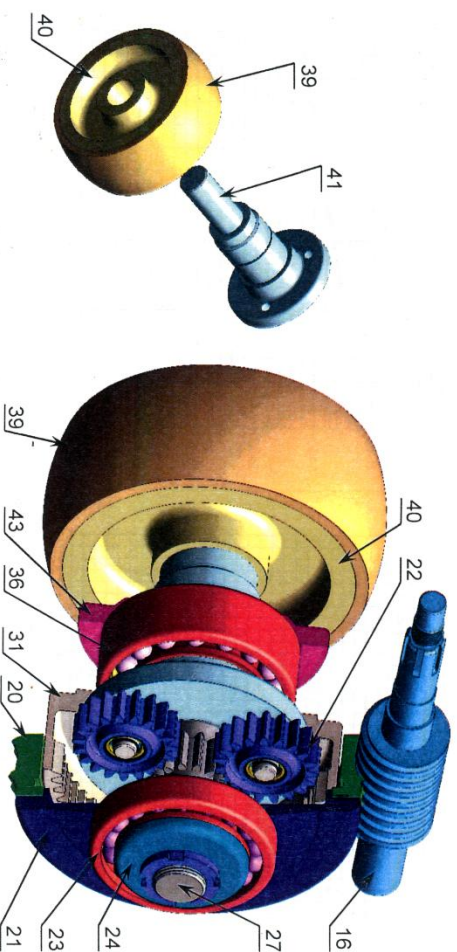
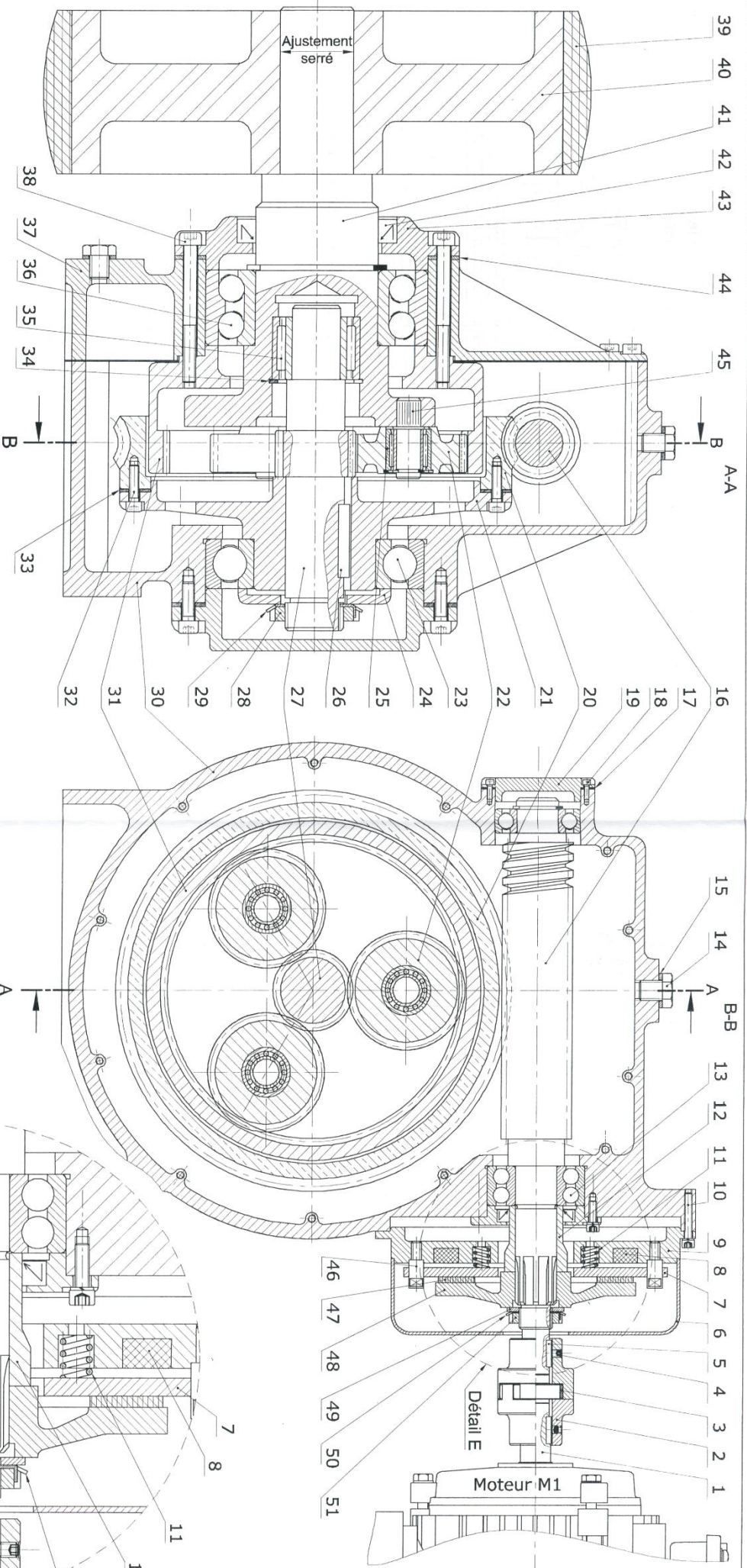


Fig. 7



Echelle: 1:2

UNITE DE TRANSFERT ET DE DECOUPAGE DE TUBES EN PVC

Mécanisme d'entraînement du tube à découper

D. T. Page: 7/7

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....

✂

A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

A.1. Analyse fonctionnelle

En se référant au dossier technique, compléter le diagramme FAST partiel suivant :

FP	Animer le galet (40) d'un mouvement de rotation	Processeurs et repères
FT1	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation	Moteur M1
FT2	Transmettre le mouvement de rotation de l'arbre moteur (1) à la vis sans fin (16)	.....
FT3	.....	Vis sans fin (16) + Roue creuse (20)
FT4	Transmettre le mouvement de rotation du pignon arbré (27) au galet (40)	.....
FT41	Guider en rotation l'ensemble {roue creuse (20), jante (21), pignon arbré (27)}	.....
FT42	.....	Roulement à aiguilles (25)
FT43	.....	Roulement à deux rangées de billes (36)
FT44	Lier le galet (40) à l'arbre de sortie (41)	.....
FT5	.....	Frein {7, 8, 9, 11, 46, 47,48}

A.2. Analyse structurelle et conception

1. Etude de l'accouplement

Compléter le tableau ci-dessous :

Type de l'accouplement	Symbole
.....	

2. Étude du frein

Dans cette partie on s'intéresse au choix des ressorts (11)

2.1. Donner le type de la commande du frein (cocher la bonne réponse).

2.2. Donner le type de la surface de contact (d'adhérence) (Cocher la bonne réponse).

Commande du frein	
Electromagnétique	☐
Mécanique	☐
Pneumatique	☐
surface d'adhérence	
Conique	☐
Plane	☐
Cylindrique	☐

Ne rien écrire ici

2.3. Pour un couple de freinage minimal $C_f = 3 \text{ N.m}$, le coefficient de frottement est $f = 0,3$ et le nombre des ressorts (11) étant 4. On donne l'expression $C_f = \frac{2}{3} n f N \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$.

- A partir du dessin d'ensemble page 7/7, déterminer : $r = \dots\dots\dots$; $R = \dots\dots\dots$; $n = \dots\dots\dots$
- Calculer l'effort (F_R) d'un seul ressort (11)

$F_R = \dots\dots\dots$

2.4. On donne : $F_R = k \times \Delta L$

Calculer la raideur (k) du ressort (11) sachant que son raccourcissement est $\Delta L = 2 \text{ mm}$. Choisir le(s) ressort(s) convenable(s) en cochant la (les) bonne(s) réponse(s).

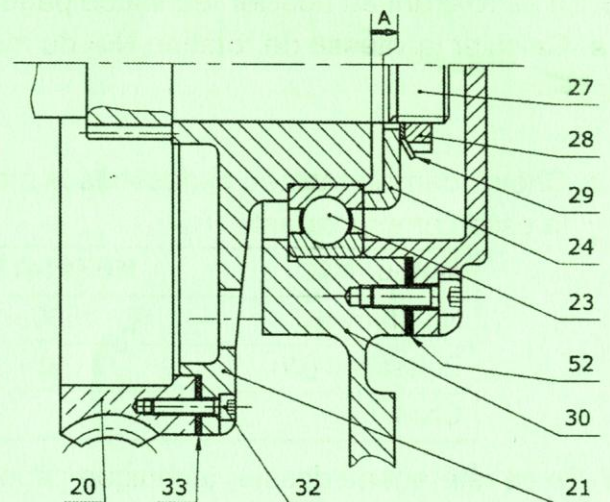
Ressort	1	2	3	4
$k \text{ (N/mm)}$	20	24	32	38
Choix				

$k = \dots\dots\dots$

3. Cotation fonctionnelle

3.1. Tracer la chaîne de cote relative à la condition A.

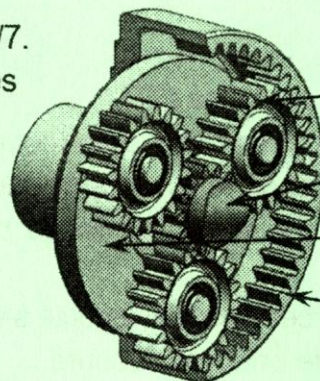
3.2. Ecrire les équations A_{Maxi} et A_{mini} .



4. Étude du train épicycloïdal

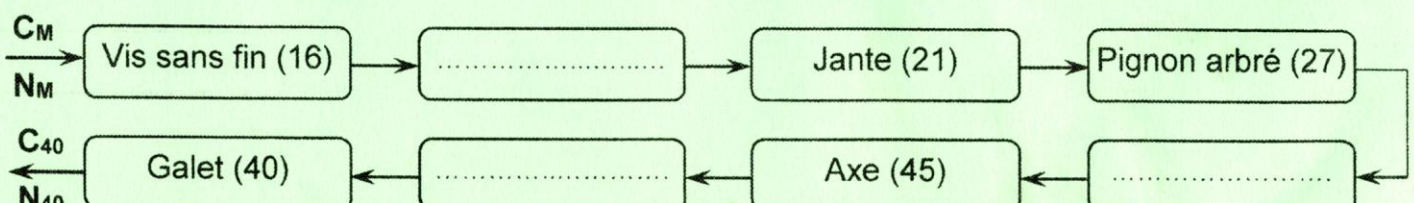
Se référer au dessin d'ensemble page 7/7.

4.1. Compléter le tableau ci-contre par les repères des composants du train épicycloïdal.



Composant	Repère
Satellite	
Planétaire	
Porte satellites	
Couronne	

4.2. Compléter la chaîne cinématique partielle suivante (nom et repère).



Ne rien écrire ici

4.3. En appliquant la formule de Willis, $\frac{\omega_s/ps}{\omega_e/ps} = \frac{\omega_{s/0} - \omega_{ps/0}}{\omega_{e/0} - \omega_{ps/0}} = (-1)^k \frac{\text{Produits des } Z_{menantes}}{\text{Produits des } Z_{menées}}$

Montrer que le rapport de transmission du train épicycloïdal $r_t = \frac{25}{126}$

4.4. Calculer le rapport de transmission du système roue et vis sans fin (20,16) r_{rv}

$r_{rv} = \dots\dots\dots$

4.5. Calculer le rapport global r_g du réducteur

$r_g = \dots\dots\dots$

4.6. En se référant au dossier technique page (3/7),

a. Calculer la vitesse de rotation N_{M1} du moteur

$N_{M1} = \dots\dots\dots$

b. Choisir dans le tableau ci-dessous le moteur le plus convenable pour le mécanisme en cochant la case correspondante.

Moteur M1	MBT1141S	MBT82S	MBT1141L	MBT1141M
N_{M1} (tr/min)	1500	3000	1500	3000
Puissance (W)	150	150	350	370
Choix				

4.7. En se référant au dossier technique page (3/7), calculer la vitesse de déplacement V_{tube} du tube en m/s et vérifier l'exigence du cahier des charges.

$V_{tube} = \dots\dots\dots$

5. Etude de la déformation du pignon arbré (27)

Le pignon arbré (27) est assimilé à une poutre cylindrique de section pleine, en acier de module d'élasticité transversal $G = 8.10^4$ MPa et de résistance élastique au glissement $Reg = 360$ MPa. Cette poutre est sollicitée à la torsion simple sous l'action du couple appliqué par la roue creuse (20) $C_{20} = 80$ N.m.

5.1. Le cahier des charges impose un coefficient de sécurité $s=3$. Calculer le diamètre minimal d_{27mini} du pignon arbré (27) pour qu'il résiste en toute sécurité.

$d_{27mini} = \dots\dots\dots$

Ne rien écrire ici

5.2. A partir du dessin d'ensemble page 7/7 du dossier technique, relever le diamètre minimal $d_{27\text{mesuré}}$ du pignon arbré (27) et vérifier le choix du constructeur.

$d_{27\text{mesuré}} = \dots\dots\dots$

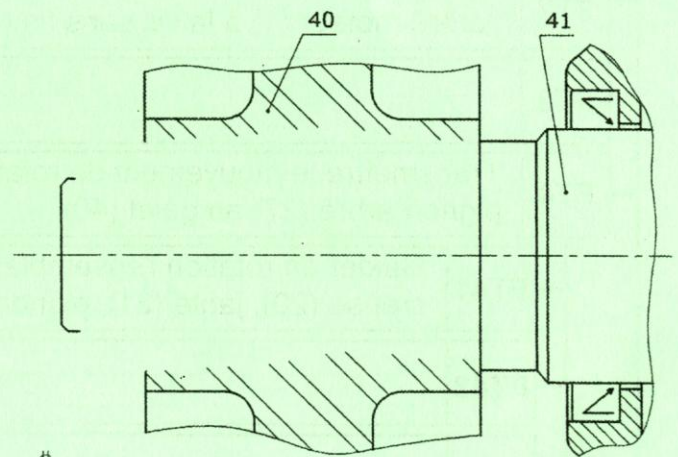
6. Analyse d'une solution constructive

6.1. Analyser dans le tableau ci-dessous l'assemblage entre la galet (40) et le porte satellite (41)

* : encercler la bonne réponse

Pièces	Graphe de caractères *					Proposer un ajustement
Assemblage de la Galet (40) avec le porte satellite (41)	c	r	dé	a	di	$\varnothing 36 \dots\dots\dots$
	$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\overline{dé}$	$\bar{a}$	$\bar{di}$	

6.2. Pour des raisons de stabilité de la roue (40), le concepteur a proposé de modifier la solution de la liaison encastrement par un écrou à encoches et une clavette parallèle. Compléter à l'échelle du dessin ci-contre la solution proposée.

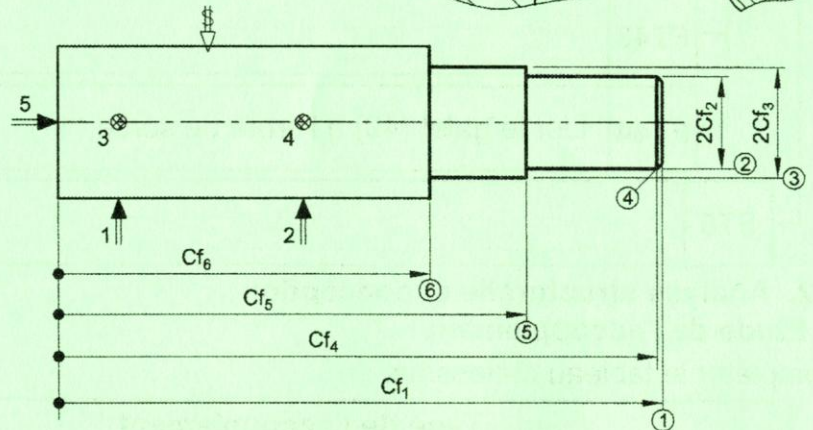


A.3. Réalisation et production

Le travail concerne uniquement les opérations d'usinage des surfaces du pignon arbré (27) de la phase 20 (Voir croquis ci-contre)

1. Décrire le référentiel de la mise en position

-
-
-



2. Compléter le tableau en précisant la (les) opération(s) à réaliser, l'outil à utiliser et la (les) cote(s) de fabrication obtenue(s).

Surface	Opération		Cote de fabrication obtenue	Outil à utiliser	
	Dressage	Chariotage			
①			.....		
② + ⑤			2Cf2, Cf5		
③ + ⑥	X	X	.....		
④			Cf4		

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

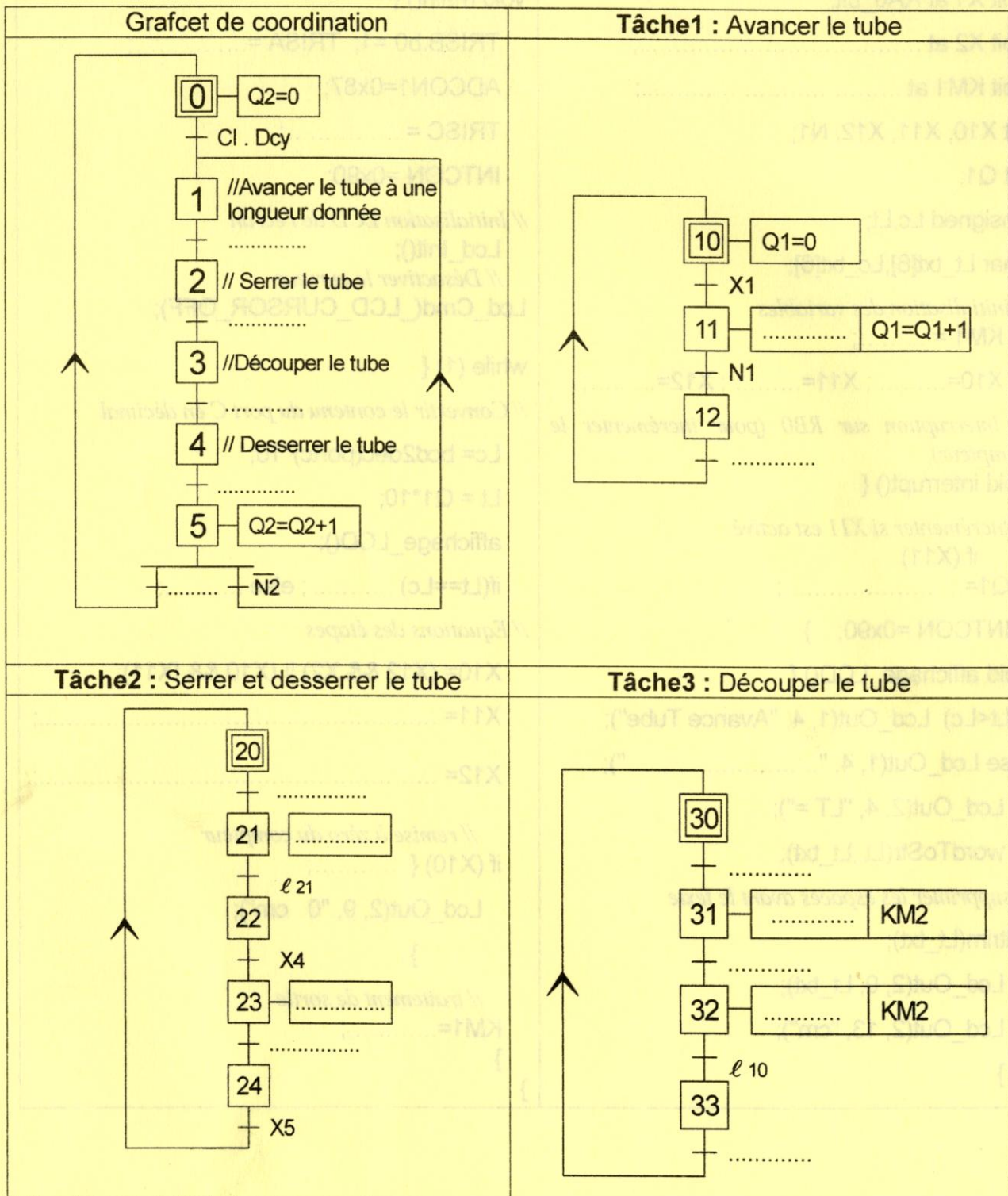
.....

.....

B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

1. Etude du grafcet synchronisé

En se référant aux pages 1/7 et 2/7 du dossier technique, compléter les grafcets synchronisés ci-dessous.



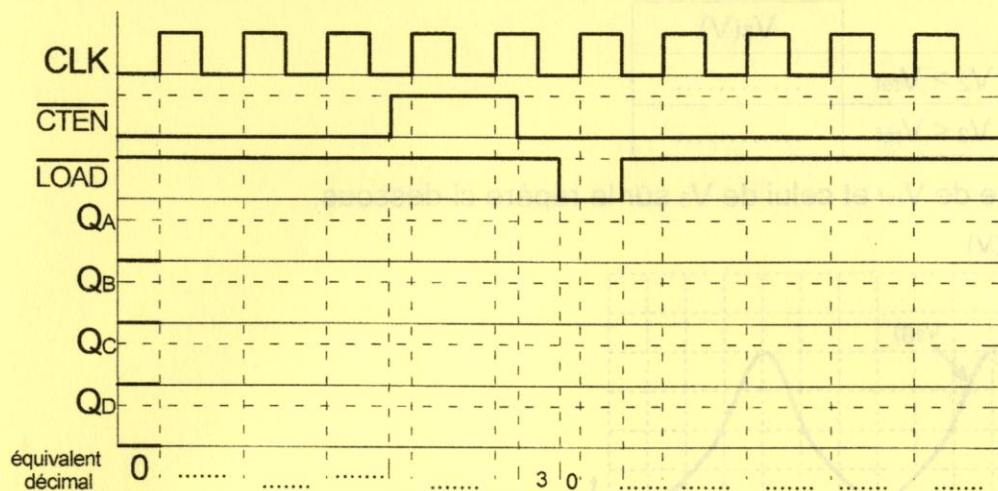
Ne rien écrire ici

2. Etude du circuit de comptage du nombre de tronçons

Se référer, dans cette partie, aux pages 4/7 et 5/7 du dossier technique.

2.1. Le circuit 74HC190 fonctionne-t-il en mode compteur ou décompteur ? Justifier votre réponse.

2.2. Compléter les chronogrammes des sorties Q_A , Q_B , Q_C et Q_D ainsi que l'équivalent décimal de chaque combinaison sachant que $A=B=C=D=0$ et $D/\bar{U}=0$.



2.3. En se référant à l'extrait de la table de fonctionnement du C.I 74HC181, page 5/7 du dossier technique, compléter le tableau ci-dessous.

M	CN	S=S3.S2.S1.S0	Opération	A	B	F=F3.F2.F1.F0
1		0000	.....	A=1010	B=1100	.....
0	0	0011	.....	A=1101	B=0111	.....
0	0	0110	.....	A=0111	B=0101	.....
0	0	1111	.....	A=1001	B=0110	.....

3. Etude du circuit de mise en forme du signal délivré par le capteur optique

Se référer, dans cette partie, à la page 5/7 du dossier technique.

3.1. Etude de la fonction réalisée par l'A.L.I. 1

3.1.1. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur A.L.I.1?

3.1.2. A partir de la caractéristique de transfert de l'A.L.I.1, déterminer l'amplification en tension

$$A_v = \frac{V_2}{V_1}$$

3.1.3. Déduire le nom de ce montage.

3.2. Etude de la fonction réalisée par l'A.L.I. 2

3.2.1. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur ?

3.2.2. Relever la valeur de la tension d'alimentation V_{CC} .

3.2.3. Relever la valeur de la tension : $V_{\text{réf}} = \dots\dots\dots$

3.2.4. Exprimer R_3 en fonction de R_2 .

.....

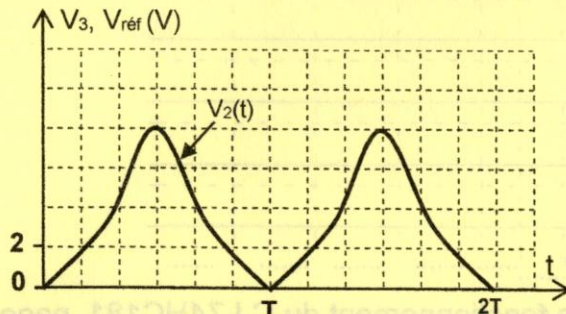
.....

.....

3.2.5. Compléter le tableau suivant en indiquant la valeur de la tension V_3 .

	$V_3(V)$
$V_2 > V_{\text{réf}}$	
$V_2 < V_{\text{réf}}$	

3.2.6. Tracer le chronogramme de $V_{\text{réf}}$ et celui de V_3 sur le repère ci-dessous.



4. Etude du moteur M1 d'entraînement du Galet

Se référer dans cette partie, aux caractéristiques du moteur d'entraînement du galet données au dossier technique (Fig. 7) à la page 6/7.

4.1. Déterminer graphiquement la valeur du couple utile « T_u » et celle de la vitesse de rotation « n » au point de fonctionnement.

$T_u = \dots\dots\dots$; $n = \dots\dots\dots$

4.2. Exprimer la puissance utile « P_u » puis calculer sa valeur.

.....

.....

4.3. Déterminer graphiquement la valeur du courant « I » absorbé par l'induit et calculer la puissance « P_a » absorbée par le moteur.

$I = \dots\dots\dots$

$P_a = \dots\dots\dots$

4.4. Exprimer puis calculer la somme des pertes « $\sum \text{pertes}$ ».

$\sum \text{pertes} = \dots\dots\dots$

4.5. Exprimer puis calculer les pertes collectives « p_c ».

.....

.....

4.6. Exprimer puis calculer le rendement « η » du moteur.

$\eta = \dots\dots\dots$

5. Contrôle de l'avance du tube

En se référant à la page 6/7 du dossier technique et au grafct tâche 1 page 5/8 du dossier réponses, compléter le programme ci-dessous en langage MikroC.

- N.B :** - La connexion de l'afficheur LCD ne fera pas objet de l'étude.
 - Les broches non connectées sont considérées comme des entrées.

<pre> sbit X1 at RA0_bit; sbit X2 at; sbit KM1 at; bit X10, X11, X12, N1; int Q1; unsigned Lc,Lt; char Lt_txt[6],Lc_txt[6]; // initialisation des variables KM1 =; X10=..... ; X11=..... ; X12=.....; // Interruption sur RB0 (pour incrémenter le compteur) void interrupt() { // Incrémenter si X11 est activé if (X11) Q1=.....; INTCON =0x90; } void affichage_LCD() { if(Lt<Lc) Lcd_Out(1, 4, "Avance Tube"); else Lcd_Out(1, 4, "....."); Lcd_Out(2, 4, "LT ="); wordToStr(Lt ,Lt_txt); // supprimer les espaces avant le texte ltrim(Lt_txt); Lcd_Out(2, 9, Lt_txt); Lcd_Out(2, 13, "cm"); } </pre>	<pre> void main() { TRISB.b0 =1; TRISA =.....; ADCON1=0x87; TRISC =; INTCON =0x90; // Initialisation LCD de l'écran Lcd_Init(); // Désactiver le curseur Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); while (1) { // Convertir le contenu du port C en décimal Lc= bcd2dec(portc)*10; Lt = Q1*10; affichage_LCD(); if(Lt==Lc) ; else; // Equations des étapes X10= (X12 && X2) || (X10 && !X11); X11=; X12=; // remise à zéro du compteur if (X10) {; Lcd_Out(2, 9, "0 cm"); } // traitement de sortie KM1=.....; } } </pre>
---	---