

**Constitution du sujet :**

Un dossier technique : Pages 1/6 – 2/6 – 3/6 – 4/6 – 5/6 et 6/6.

Des feuilles réponses : Pages 1/8 – 2/8 – 3/8 – 4/8 – 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8

**Travail demandé :**

**A- PARTIE GENIE MECANIQUE** : pages 1/8-2/8-3/8 et 4/8. (10 points)

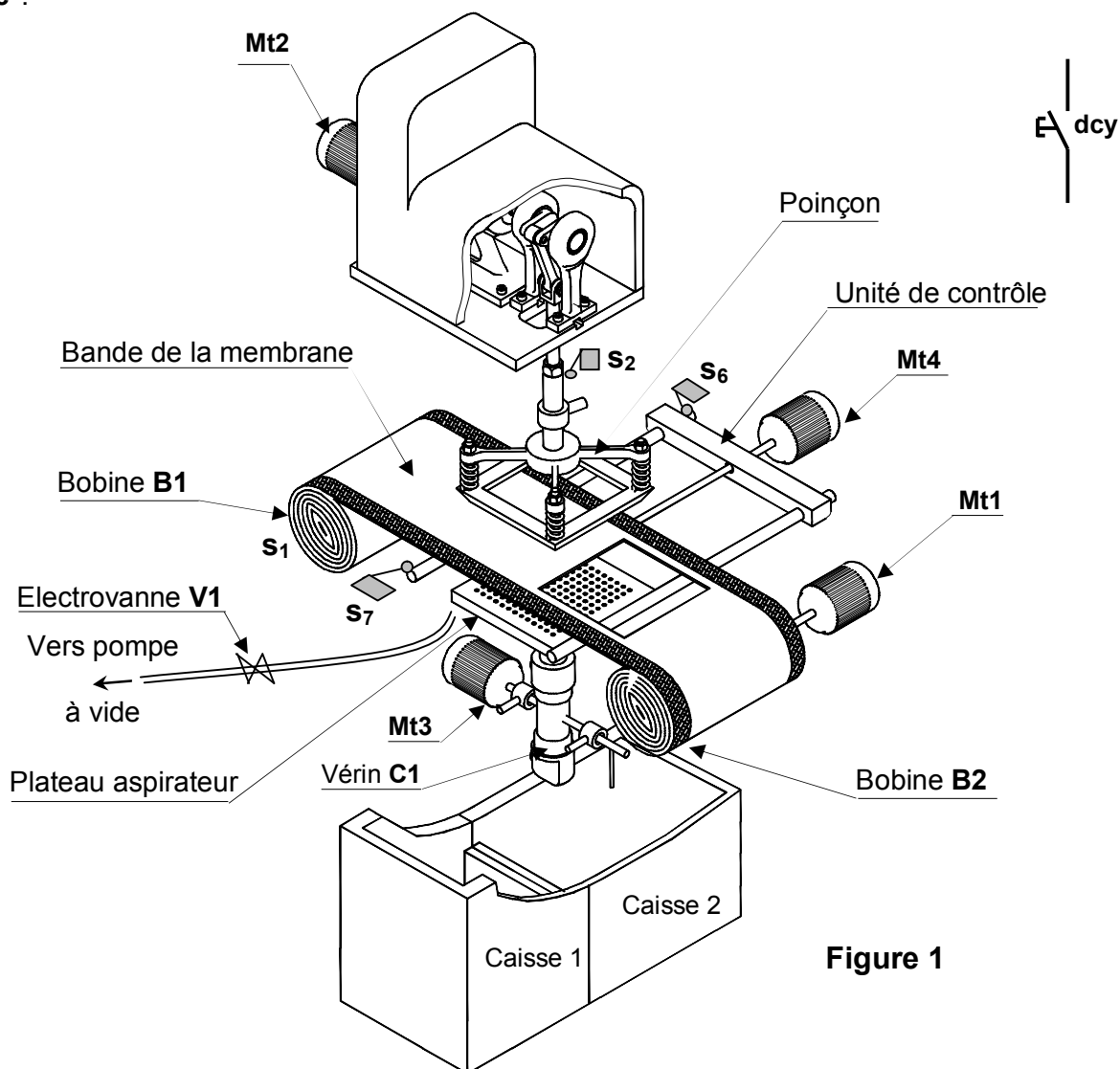
**B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE** : pages 5/8- 6/8-7/8 et 8/8 (10 points)

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

**UNITE DE PREPARATION DE MEMBRANES  
DE PILE A COMBUSTIBLE**

**1- Présentation du système**

Le système à étudier (voir figure 1) est destiné à la préparation de membranes d'une **pile à combustible\***.



**Figure 1**

\*Une pile à combustible est un générateur électrochimique équipant les moteurs de certains véhicules électriques.

## 2- Description du système

Ce système comporte essentiellement :

- une unité d'**entraînement** permettant l'avance de la bande de la membrane enroulée sur une bobine **B1**; cette unité est entraînée par un moteur **Mt1**.
- une unité de **découpage** assurant le découpage de la membrane à l'aide d'un **poinçon** entraîné par un moteur **Mt2**.
- une unité de **contrôle** permettant le contrôle des dimensions de la membrane.
- une unité de **rangement** permettant le rangement des bonnes membranes dans la **caisse 2** et des mauvaises membranes dans la **caisse 1**.

## 3- Fonctionnement du système

Se référer au dossier technique page 1/6 et au tableau d'identification ci-dessous.

A l'état initial, les capteurs  $\ell_{10}$ ,  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$  et  $s_6$  sont actionnés et les moteurs **Mt3** et **Mt4** sont à l'arrêt. Les moteurs **Mt1** et **Mt2** sont en rotation continue et ne feront pas l'objet de l'étude fonctionnelle.

Une action sur le bouton de mise en marche (**dcy**) engendre successivement les opérations suivantes :

- l'avance de la bande de la membrane durant **2s** par accouplement du moteur **Mt1** à la bobine **B2** à l'aide d'un embrayage frein électromagnétique commandé par un relais électromagnétique **KA1**.
- la sortie de la tige du vérin **C1** afin de soutenir la bande de la membrane à découper. L'action sur le capteur  $\ell_{11}$  entraîne à la fois :
  - la descente du poinçon pour découper la membrane et sa montée jusqu'à ce qu'il actionne de nouveau le capteur  $s_2$  ; ces deux mouvements sont obtenus par accouplement du moteur **Mt2** au mécanisme de découpage à l'aide d'un embrayage frein électromagnétique commandé par un relais électromagnétique **KA2**.
  - l'ouverture de l'électrovanne **V1** (commandée par le relais électromagnétique **KA**) permettant de maintenir la membrane à l'aide de la dépression générée par la pompe à vide.
- la rentrée de la tige du vérin **C1** jusqu'à l'action sur le capteur  $\ell_{10}$ .
- l'avance puis le recul de l'unité de contrôle entraînée par une vis solidaire de l'arbre du moteur **Mt4** permettant ainsi de contrôler les dimensions de la membrane et de délivrer une information logique **X** telle que :
  - si  $X = 1$ , les dimensions de la membrane sont bonnes; ce qui provoque la rotation de  $180^\circ$  du plateau aspirateur entraîné par le moteur **Mt3** dans le sens avant jusqu'à l'action sur le capteur  $s_5$  (voir figure 4 du dossier technique page 3/6). L'électrovanne **V1** se ferme et libère la membrane qui tombe dans la caisse 2.
  - si  $X = 0$ , les dimensions de la membrane sont mauvaises; ce qui provoque la rotation de  $90^\circ$  du moteur **Mt3** dans le sens avant jusqu'à l'action sur le capteur  $s_4$  (voir figure 3 du dossier technique page 3/6). L'électrovanne **V1** se ferme et libère la membrane qui tombe dans la caisse 1.
- la rotation du moteur **Mt3** dans le sens arrière jusqu'à l'action sur le capteur  $s_3$  et le cycle recommence.

Tableau d'identification

| Actions                  | Actionneurs   | Préactionneurs                           | Capteurs    |
|--------------------------|---|--|-------------|
|                          |   | Présence bobine                          | $s_1$       |
| Découpage de la bande    | Moteur asynchrone triphasé <b>Mt2</b> + électroaimant <b>K2</b> | Relais électromagnétique <b>KA2</b>      | $s_2$       |
| Contrôle de la bande     | Moteur à courant continu <b>Mt4</b>                             | Contacteur <b>KM41</b> (sens avant)      | $s_7$       |
|                          |   | Contacteur <b>KM42</b> (sens arrière)    | $s_6$       |
| Maintien de la bande     | Vérin hydraulique à double effet <b>C1</b>                      | Distributeur 4/5/2 <b>14M1 (sortie)</b>  | $\ell_{11}$ |
|                          |   | Distributeur 4/5/2 <b>12M1 (rentrée)</b> | $\ell_{10}$ |
| Rangement de la membrane | Moteur à courant continu <b>Mt3</b>                             | Contacteur <b>KM31</b> (sens avant)      | $s_4, s_5$  |
|                          |   | Contacteur <b>KM32</b> (sens arrière)    | $s_3$       |
| Avance de la bande       | Moteur asynchrone triphasé <b>Mt1</b> + électroaimant <b>K1</b> | Relais électromagnétique <b>KA1</b>      |             |
| Maintien de la membrane  | Electrovanne <b>V1</b> + plateau aspirateur                     | Relais électromagnétique <b>KA</b>       |             |

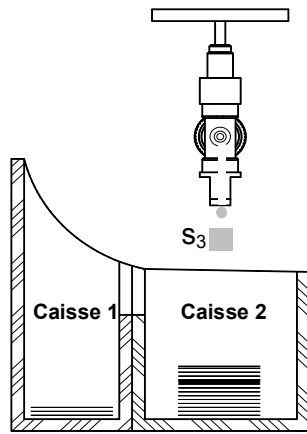


Figure 2

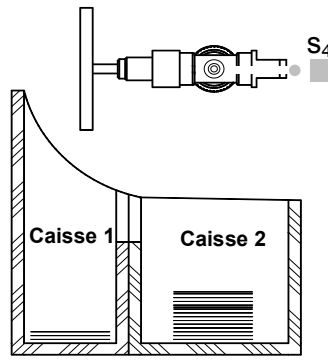


Figure 3

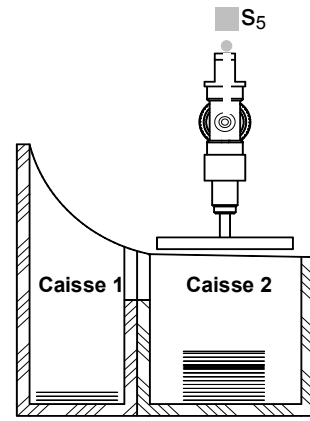


Figure 4

#### 4- Tableaux d'affectation

| a- Affectation des entrées : |                          |                          |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Entrées du système           | Entrées de l'A.P.I (TSX) | Entrées de l'A.P.I (AEG) |
| dcy                          | %I1.0                    | I15                      |
| S <sub>1</sub>               | %I1.1                    | I1                       |
| S <sub>2</sub>               | %I1.2                    | I2                       |
| S <sub>3</sub>               | %I1.3                    | I3                       |
| S <sub>4</sub>               | %I1.4                    | I4                       |
| S <sub>5</sub>               | %I1.5                    | I5                       |
| S <sub>6</sub>               | %I1.6                    | I6                       |
| S <sub>7</sub>               | %I1.7                    | I7                       |
| l <sub>10</sub>              | %I1.8                    | I8                       |
| l <sub>11</sub>              | %I1.9                    | I9                       |
| X                            | %I1.10                   | I10                      |

| b- Affectation des sorties |                          |                          |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Sorties du système         | Sorties de l'A.P.I (TSX) | Entrées de l'A.P.I (AEG) |
| KA1                        | %Q2.0                    | Q1                       |
| KA2                        | %Q2.1                    | Q2                       |
| KM31                       | %Q2.2                    | Q3                       |
| KM32                       | %Q2.3                    | Q4                       |
| KM41                       | %Q2.4                    | Q5                       |
| KM42                       | %Q2.5                    | Q6                       |
| 14M1                       | %Q4.0                    | Q7                       |
| 12M1                       | %Q4.1                    | Q8                       |
| KA                         | %Q4.2                    | Q9                       |
| T1                         | %TM1                     | T1                       |

#### c- Affectation des étapes GRAFCET :

| Etapes  | 0    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| API TSX | %M0  | %M1 | %M2 | %M3 | %M4 | %M5 | %M6 | %M7 | %M8 | %M9 |
| API AEG | M128 | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  | M8  | M9  |

#### 5- Schéma fonctionnel de l'asservissement de position du moteur Mt3

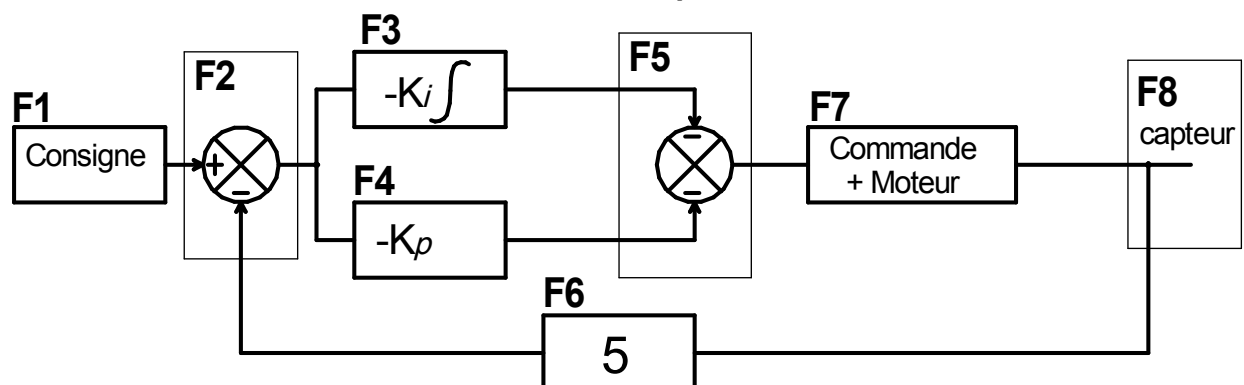
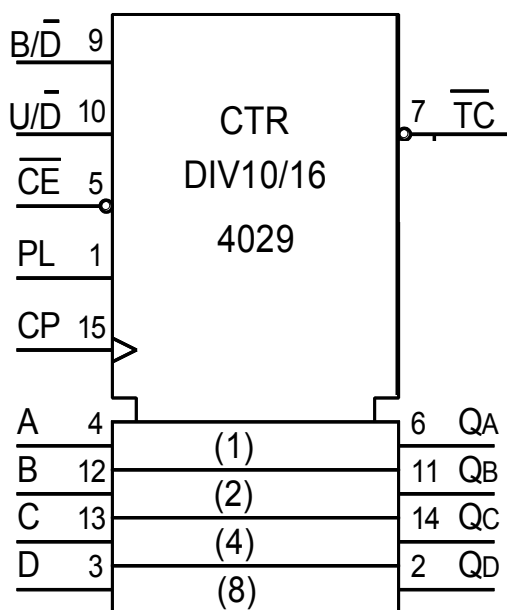


Figure 5

## 6- Données technologiques

### Compteur/Décompteur synchrone décimal/binaire «CD 4029 »



| Désignation                          | Description   |
|--------------------------------------|---|
| <b>CP</b>                            | Entrée d'horloge activée au front montant   |
| <b><math>\overline{CE}</math></b>    | Entrée de validation activée au niveau bas  |
| <b>PL</b>                            | Entrée de chargement parallèle asynchrone activée au niveau haut                  |
| <b>A, B, C, D</b>                    | Entrée des données parallèles   |
| <b>QA, QB, QC, QD</b>                | Sorties   |
| <b>TC</b>                            | Sortie de report ou de retenue  |
| <b><math>U / \overline{D}</math></b> | 1Logique : Compteur<br>0Logique : Décompteur                                      |
| <b><math>B / \overline{D}</math></b> | 1Logique : Compteur /Décompteur binaire<br>0Logique : Compteur/Décompteur décimal |

## 7- Composant normalisé

| Vis à tête cylindrique<br>à six pans creux |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
|  |    |    |    |    |
| d  | a  | S1 | l  | x  |
| <b>M6</b>                                  | 10 | 5  | 20 | 20 |
| <b>M8</b>                                  | 13 | 6  |    |    |
| <b>M10</b>                                 | 16 | 8  |    |    |

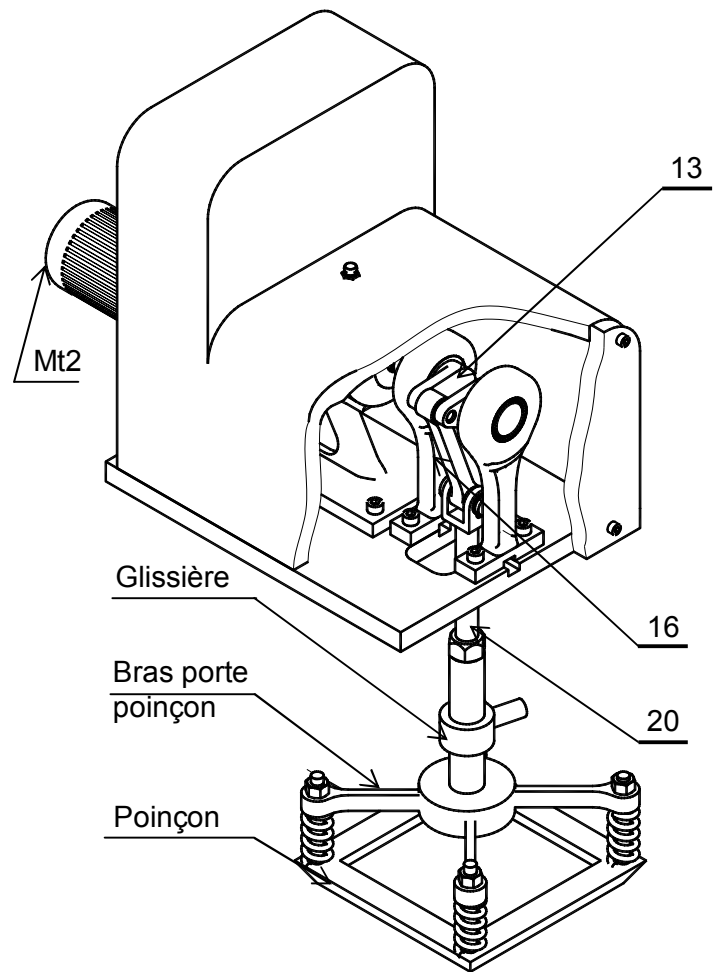
## 8- Description du dispositif d'entraînement du poinçon

Le dessin d'ensemble de la page 6/6 du dossier technique et la vue en 3D ci contre, représentent le dispositif d'entraînement du poinçon.

La rotation de l'arbre (31) du moteur Mt2 est transmise à la manivelle (13) par l'intermédiaire :

- d'un engrenage cylindrique formé par le pignon (32) et la couronne (3);
- d'un accouplement.

La rotation continue de la manivelle (13) et (18) provoque la translation du coulisseau (20) ; du bras porte poinçon et du poinçon, à l'aide de la bielle (16).

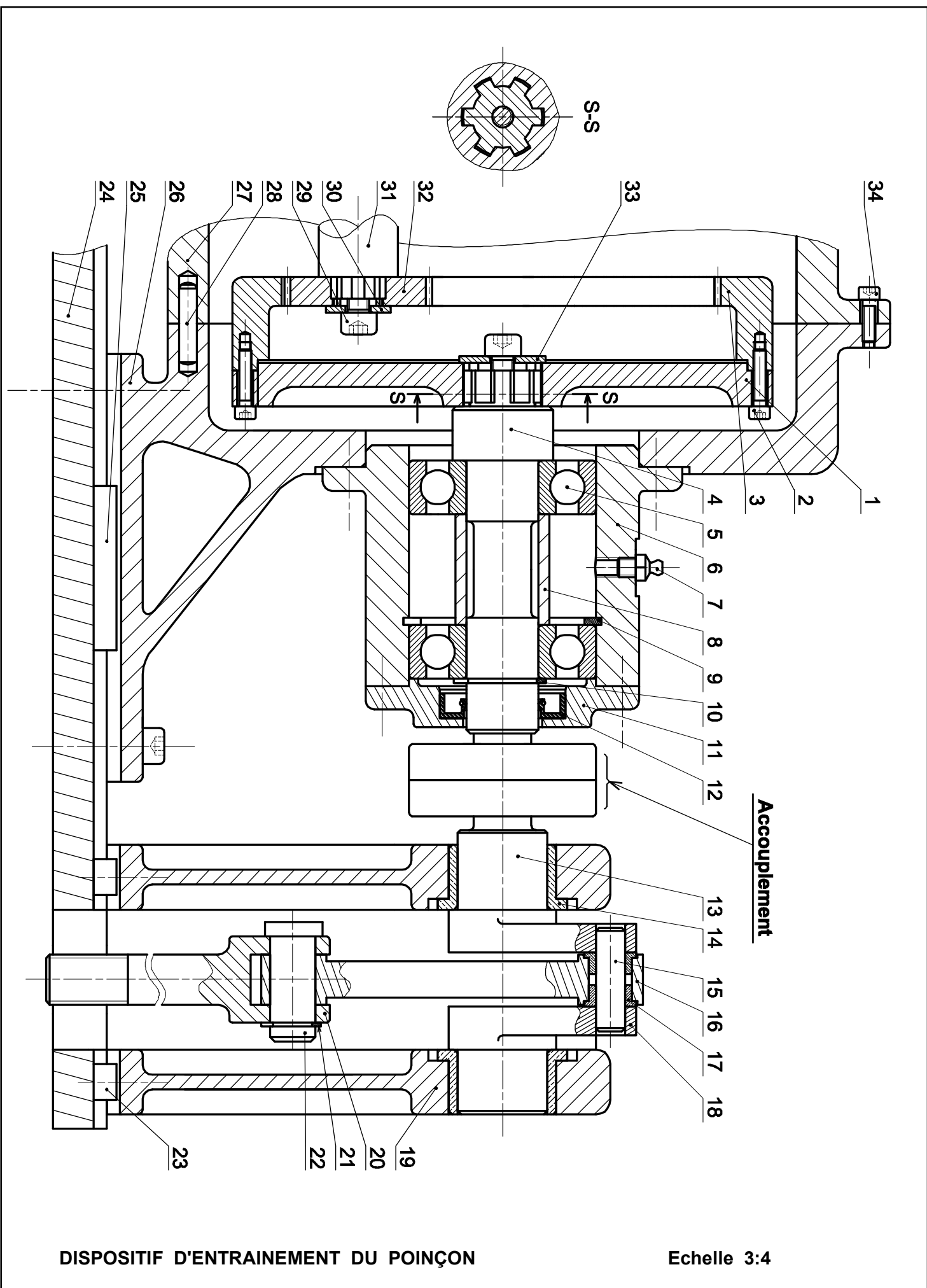


## 9- Nomenclature

|    |    |   |
|----|----|---|
| 17 | 2  | Coussinet à collerette frittée                    |
| 16 | 1  | Bielle  |
| 15 | 1  | Axe   |
| 14 | 2  | Coussinet à collerette frittée                    |
| 13 | 1  | Manivelle gauche                                  |
| 12 | 1  | Joint à lèvres                                    |
| 11 | 1  | Couvercle   |
| 10 | 1  | Anneau élastique pour arbre                       |
| 9  | 1  | Anneau élastique pour alésage                     |
| 8  | 1  | Bague   |
| 7  | 1  | Graisseur   |
| 6  | 1  | Boîtier   |
| 5  | 2  | Roulement à une rangée de billes à contact radial |
| 4  | 1  | Arbre   |
| 3  | 1  | Couronne  |
| 2  | 4  | Vis à tête cylindrique à six pans creux, M4x16    |
| 1  | 1  | Porte - couronne                                  |
| Rp | Nb | Désignation                                       |

|    |    |   |
|----|----|---|
| 34 | 3  | Vis à tête cylindrique à six pans creux M5x12 |
| 33 | 1  | Rondelle spéciale                             |
| 32 | 1  | Pignon  |
| 31 | 1  | Arbre moteur                                  |
| 30 | 1  | Rondelle spéciale                             |
| 29 | 1  | Vis à tête cylindrique à six pans creux M6x10 |
| 28 | 2  | Pied de centrage                              |
| 27 | 1  | Demi-carter droit                             |
| 26 | 1  | Demi-carter gauche                            |
| 25 | 1  | Clavette parallèle, forme A, 6x6x45           |
| 24 | 1  | Semelle                                       |
| 23 | 2  | Lardon  |
| 22 | 1  | Axe   |
| 21 | 1  | Anneau élastique pour arbre                   |
| 20 | 1  | coulisseau                                    |
| 19 | 2  | Palier  |
| 18 | 1  | Manivelle droite                              |
| Rp | Nb | Désignation                                   |

### DISPOSITIF D'ENTRAINEMENT DE COMMANDE DU POINÇON

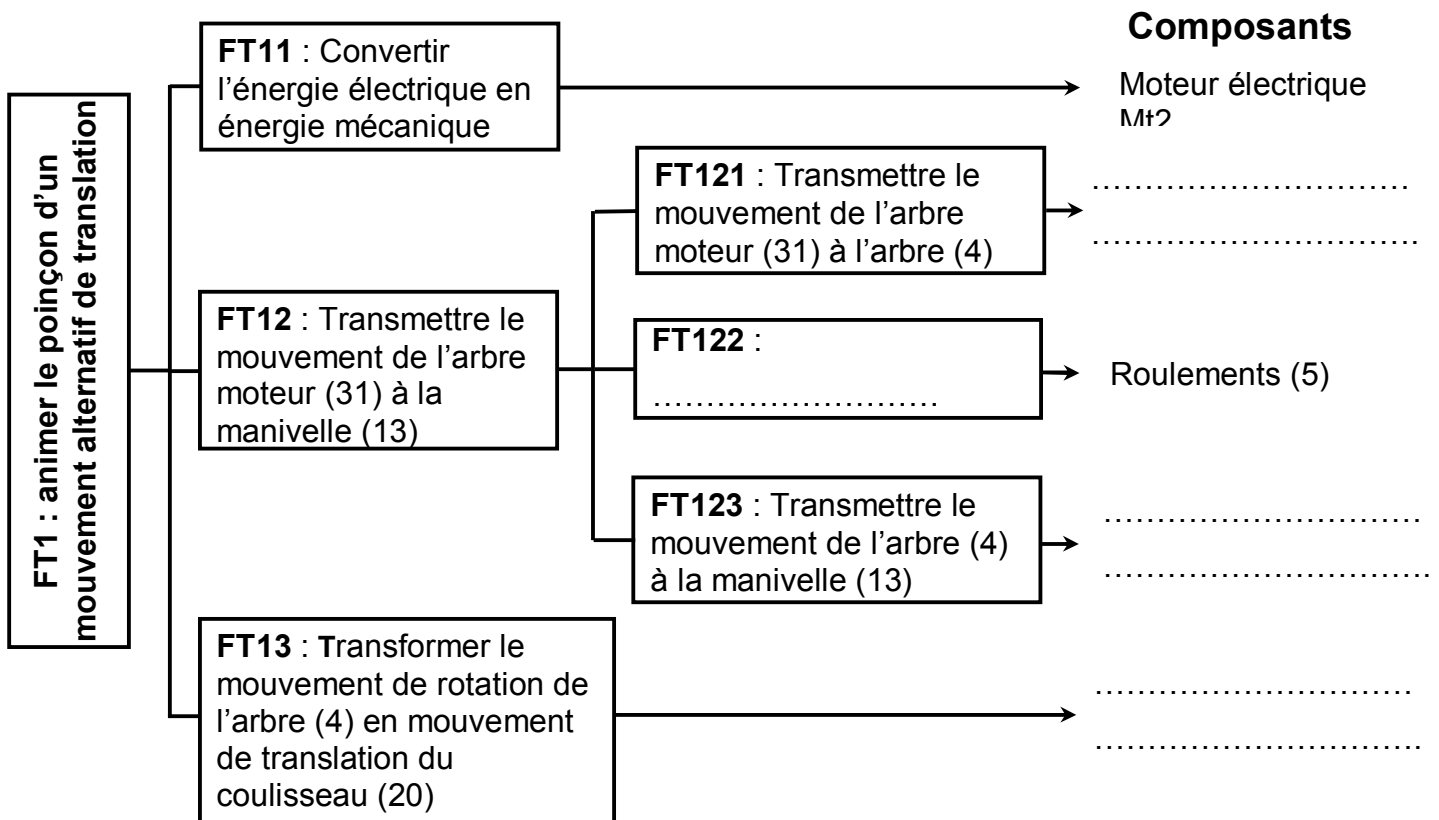


## A- PARTIE GENIE MÉCANIQUE

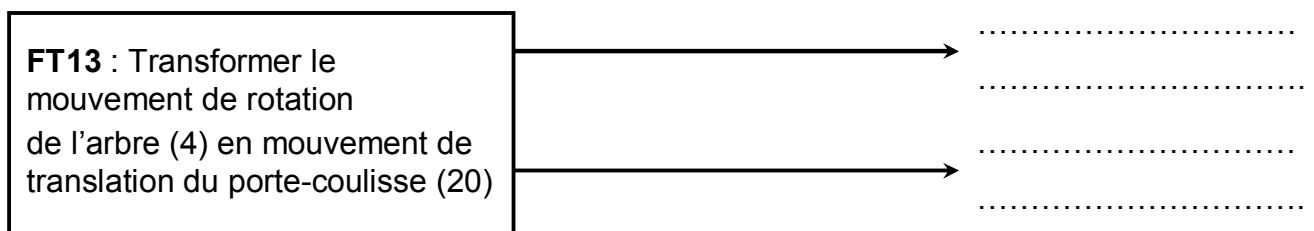
### 1- Etude du poinçon

En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du poinçon et à sa nomenclature (voir dossier technique pages 5/6 et 6/6),

1-1 compléter le diagramme **F.A.S.T** relatif à la fonction **FT1**.



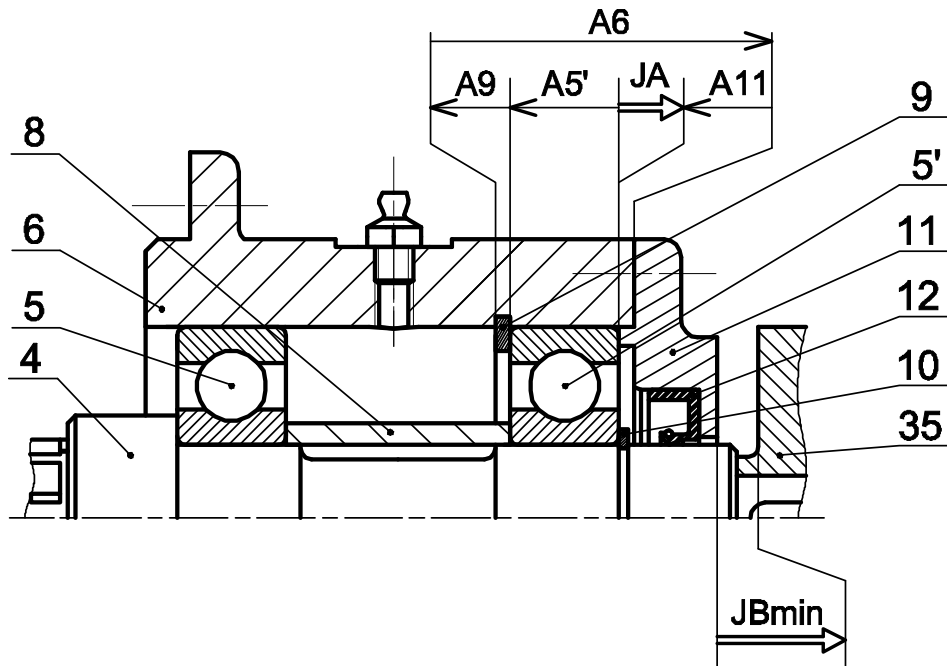
1-2 proposer deux autres solutions assurant la fonction **FT13**



1-3 pour l'assemblage de l'arbre (4) avec le porte couronne (1), compléter le tableau suivant :

|                      | Mise en position | Maintien en position |
|----------------------|------------------|----------------------|
| Assemblage (4) - (1) | .....<br>.....   | .....<br>.....       |

## 2- Etude du guidage de l'arbre (4)



2-1 Ecrire les équations limites de la condition JA.

$$JA_{\min} = \dots\dots\dots$$

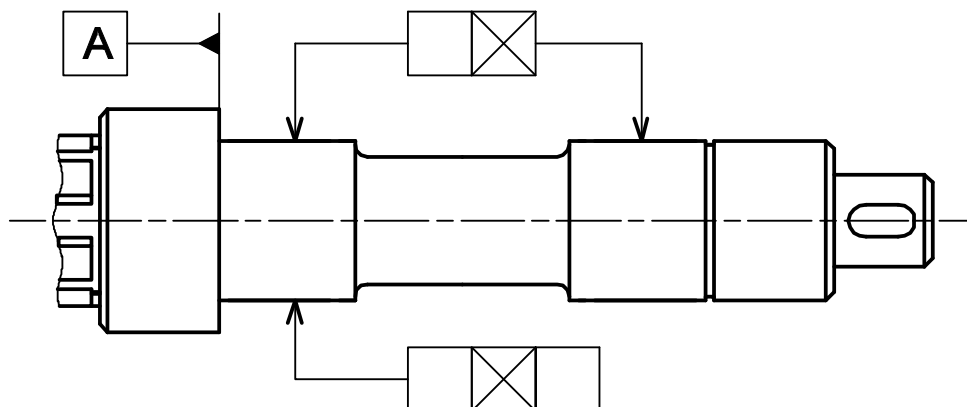
$$JA_{\max} = \dots\dots\dots$$

2-2 Tracer la chaîne de cotes installant la condition  $JB_{\min}$ .

2-3 Sur le dessin ci-dessous de l'arbre (4) :

a- reporter la cote fonctionnelle déduite de la chaîne de cotes  $JB_{\min}$ .

b- indiquer les tolérances de position des portées des roulements.





#### 4- Etude du mouvement du poinçon

Le cahier des charges impose une vitesse maximale du choc entre le poinçon et le plateau,  
 **$V_{ch \text{ max}} = 1,2 \text{ m/s}$ .**

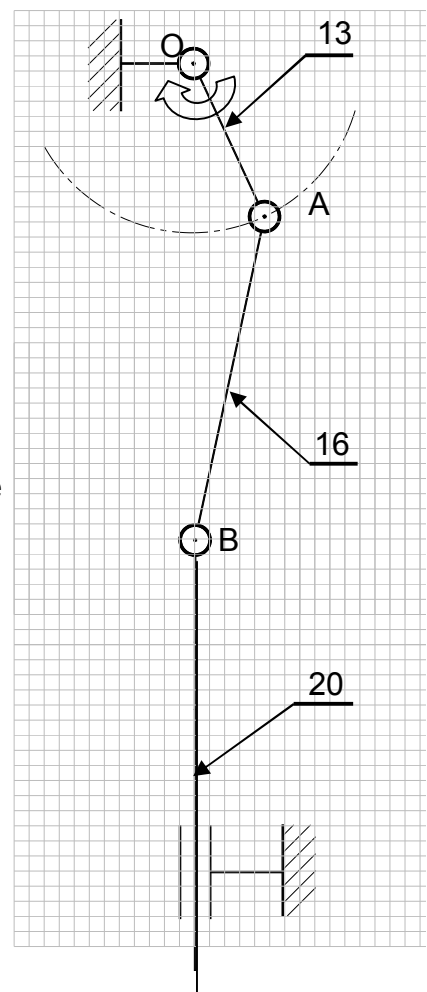
On se propose de vérifier si la transmission utilisée pour l'entraînement du poinçon répond à cette condition avec les données suivantes :

- vitesse de rotation de l'arbre moteur (31) :  $N_{31} = 1500 \text{ tr/mi}$
- nombre de dents du pignon (32) :  $Z_{32} = 40 \text{ dents.}$
- nombre de dents de la couronne (3) :  $Z_3 = 120 \text{ dents.}$
- rayon de la manivelle (13) :  $R_{13} = 30 \text{ mm.}$

**4-1** Calculer la vitesse de rotation  $N_4$  de l'arbre (4).

**N<sub>4</sub>** = .....

**4-2** Calculer la vitesse linéaire au point A de la manivelle (13) :  $\|V(A_{13/0})\|$  en m/s (Voir figure ci-contre).



**Echelle : 0,1m/s → 2mm**

### Position de choc

**4-3** Représenter à l'échelle, sur le schéma ci-contre, la vitesse linéaire de la manivelle (13) au point A  $\overrightarrow{V(A,13/0)}$  sachant que  $\|V(A,13/0)\| = 1,6 \text{ m/s}$

**4-4** Déterminer à l'échelle sur le schéma ci-contre, la vitesse du point B du porte-coulisse (20)  $\overrightarrow{V(B,_{20/0})}$  en utilisant la méthode de l'équiprojectivité des vitesses.

$$\overrightarrow{\|V(B_{20/0})\|} =$$

**4-5** Déduire la vitesse du choc du poinçon  $\overrightarrow{V_{ch}}$ ,

$$\overrightarrow{\|V_{ch}\|} =$$

**4-6** Vérifier si cette vitesse répond à la condition du cahier des charges. Justifier.

## 5- Etude de l'assemblage du palier (19)

On donne à l'échelle 1:1 le dessin d'ensemble partiel défini par la vue de face en coupe A-A et la vue de droite incomplète.

**5-1** compléter sur la vue de droite :

**5-1-1** la représentation de l'assemblage du palier (19) avec la semelle (24) en assurant :

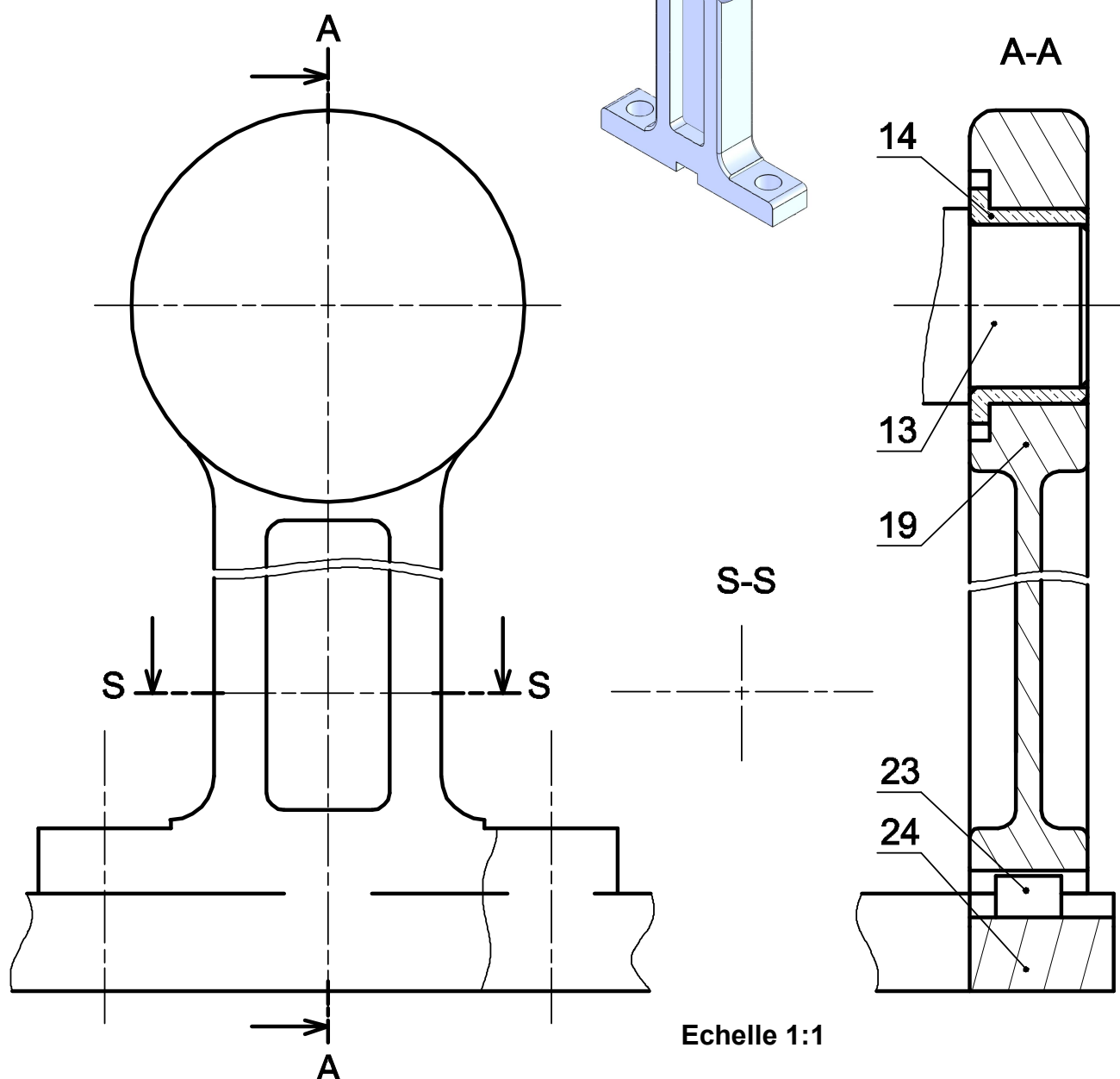
- le positionnement du palier par un lardon (23) de largeur 8 mm.
- la fixation du palier sur la semelle par deux vis à tête cylindrique à six pans creux dont les dimensions seront choisies à partir de la page 4/6 du dossier technique.

**5-1-2** la représentation de la manivelle (13) et le coussinet (14) sur la vue de droite.

**5-2** indiquer, sur la vue de face en coupe A-A, les ajustements relatifs au montage du coussinet (14).

**5-3** représenter la section sortie S-S.

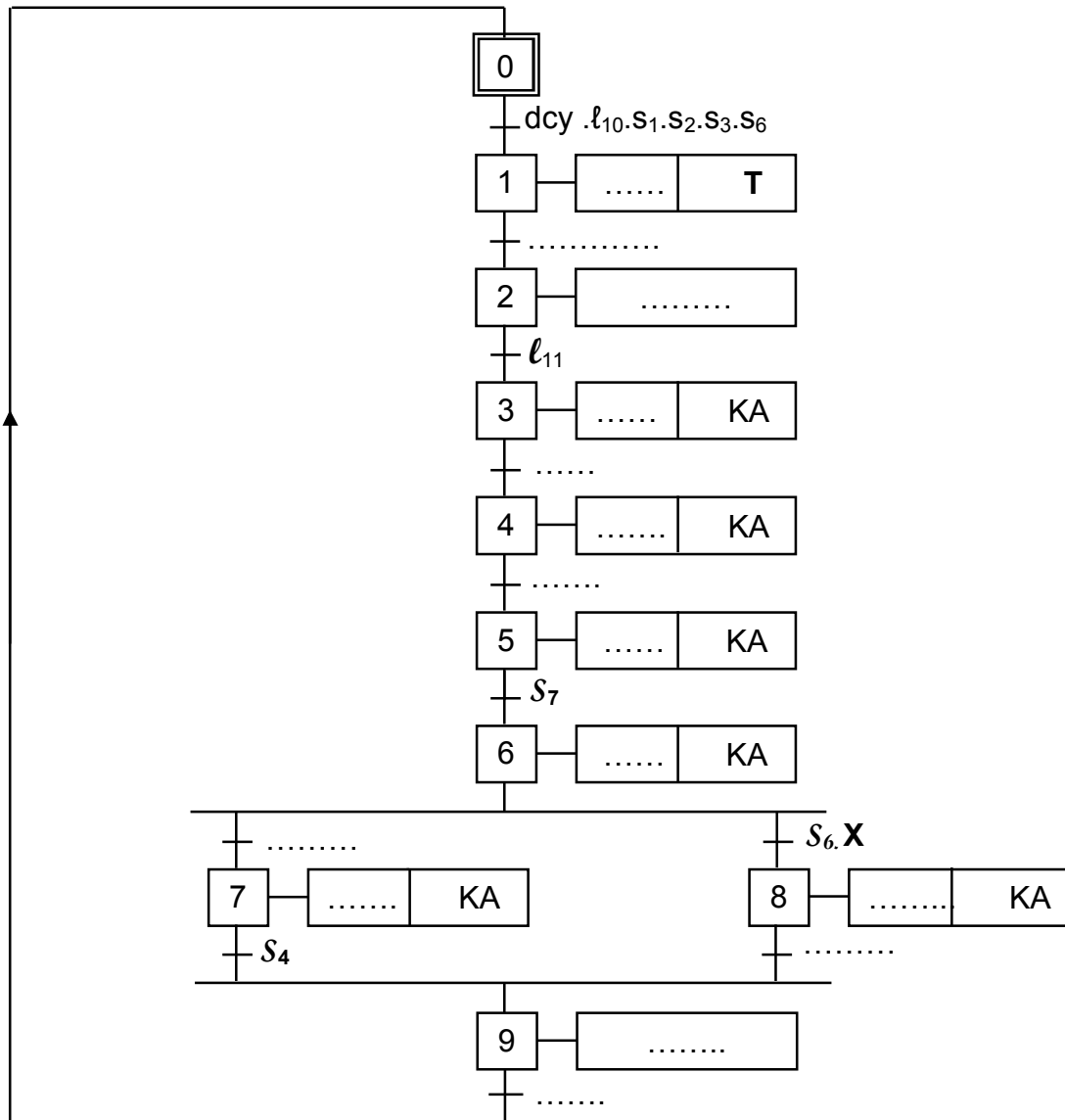
**Palier (19)  
en 3D**



## B-PARTIE GENIE ELECTRIQUE

### I- Etude de la commande du système :

1- En se référant au dossier technique (pages 1/6 et 2/6), compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande.



2- Déterminer les équations d'activation A et de désactivation D des étapes 6, 8 et 9.

| Etapes | Activation              | Désactivation           |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 6      | $A_6 = \dots\dots\dots$ | $D_6 = \dots\dots\dots$ |
| 8      | $A_8 = \dots\dots\dots$ | $D_8 = \dots\dots\dots$ |
| 9      | $A_9 = \dots\dots\dots$ | $D_9 = \dots\dots\dots$ |

**3-** En se référant au GRAFCET précédent et aux tableaux d'affectation, page 3/6 du dossier technique, compléter **au choix** (TSX ou AEG) la liste des instructions relatives aux étapes 6, 8, 9 et à la sortie KA .

| Automate TSX  |               |
|---------------|---------------|
| Etape 9 (%M9) | Sortie KA     |
| Etape 6 (%M6) | Etape 8 (%M8) |

[illegible]

## II- Etude du moteur Mt2 :

La plaque signalétique du moteur asynchrone **Mt2** est donnée par la figure ci-contre.

**1-** Le moteur est alimenté par un réseau triphasé **230/400 V**, comment doit-on coupler ses enroulements pour qu'il fonctionne normalement ?

.....

.....

.....

**2- Quel est le nombre de pôles du stator ?**

.....

| <b>LS LEROY<br/>SOMER</b> |    | Mot. 3 ~ LS 80 L T    |      |       |     |
|---------------------------|----|-----------------------|------|-------|-----|
|                           |    | N° 734570 BJ 002 kg 9 |      |       |     |
| IP 55 I cl. F             |    | 40 °C                 | S1   |       |     |
| V                         | Hz | min <sup>-1</sup>     | kW   | cos φ | A   |
| D 220                     | 50 | 1 390                 | 0,75 | 0,86  | 3,3 |
| Y 380                     |    |                       |      |       | 1,9 |
| D 230                     | 50 | 1 400                 | 0,75 | 0,83  | 3,3 |
| Y 400                     |    |                       |      |       | 1,9 |
| D 240                     | 50 | 1 415                 | 0,75 | 0,80  | 3,3 |
| Y 415                     | ** |                       |      |       | 1,9 |

### 3- En régime nominal

a- calculer le glissement (en %).

.....

b- calculer sa puissance absorbée

.....

.....

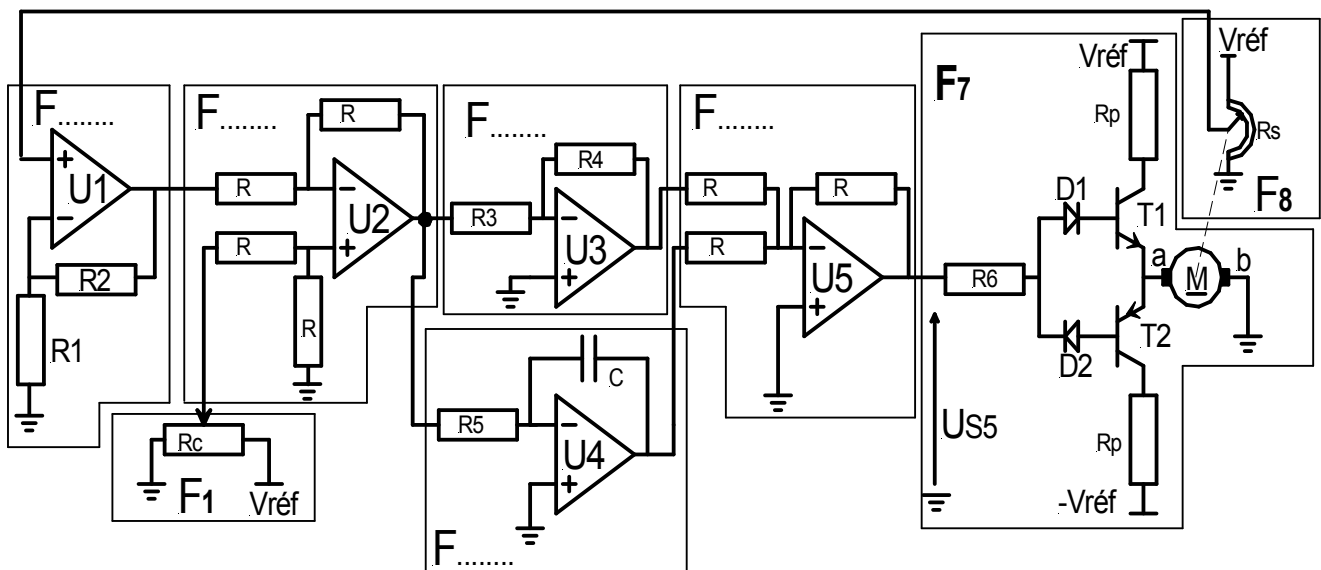
c – déterminer son rendement.

.....

.....

### III- Etude de l'asservissement de position du moteur Mt3

1-En se référant au schéma fonctionnel de l'asservissement à la page 3/6 du dossier technique, repérer en indiquant sur le schéma structural ci-dessous les indices des différents blocs fonctionnels



2- Sachant qu'un transistor bloqué ( $I_B=0$ ) se comporte comme un interrupteur ouvert et qu'un transistor saturé ( $I_B = I_{Bsat}$ ) se comporte comme un interrupteur fermé. Compléter le tableau suivant selon les différentes valeurs de  $U_{S5}$  en précisant les états des transistors T1 et T2 (saturé ou bloqué), des diodes D1 et D2 (bloquée ou passante) et le sens du courant dans le moteur Mt3 (de a vers b , de b vers a ou nul).

|              | T1 | T2 | D1 | D2 | Sens du courant |
|--------------|----|----|----|----|-----------------|
| $U_{S5} > 0$ |    |    |    |    |                 |
| $U_{S5} = 0$ |    |    |    |    |                 |
| $U_{S5} < 0$ |    |    |    |    |                 |

Les pièces bonnes sont rangées dans la caisse N° 2 de capacité limitée. Un circuit de comptage à base de circuits intégrés 4029 incrémenté par le capteur **S5**, permet de compter le nombre de ces pièces en vue de leur emballage. Lorsque ce nombre désiré est atteint, un avertisseur sonore retentit pour avertir l'opérateur et remettre automatiquement le compteur à zéro.

| CI2   |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| QD2   | QC2   | QB2   | QA2   |
| ..... | ..... | ..... | ..... |

| CI1   |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| QD1   | QC1   | QB1   | QA1   |
| ..... | ..... | ..... | ..... |

14