

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION	EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2014	SESSION DE CONTROLE
SECTION : SCIENCES TECHNIQUES		
EPREUVE : TECHNOLOGIE	DUREE : 4 Heures	COEFFICIENT : 3

❖ **Constitution du sujet :**

- Un dossier technique : pages 1/6 – 2/6 – 3/6 – 4/6 – 5/6 et 6/6.
- Un dossier 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).

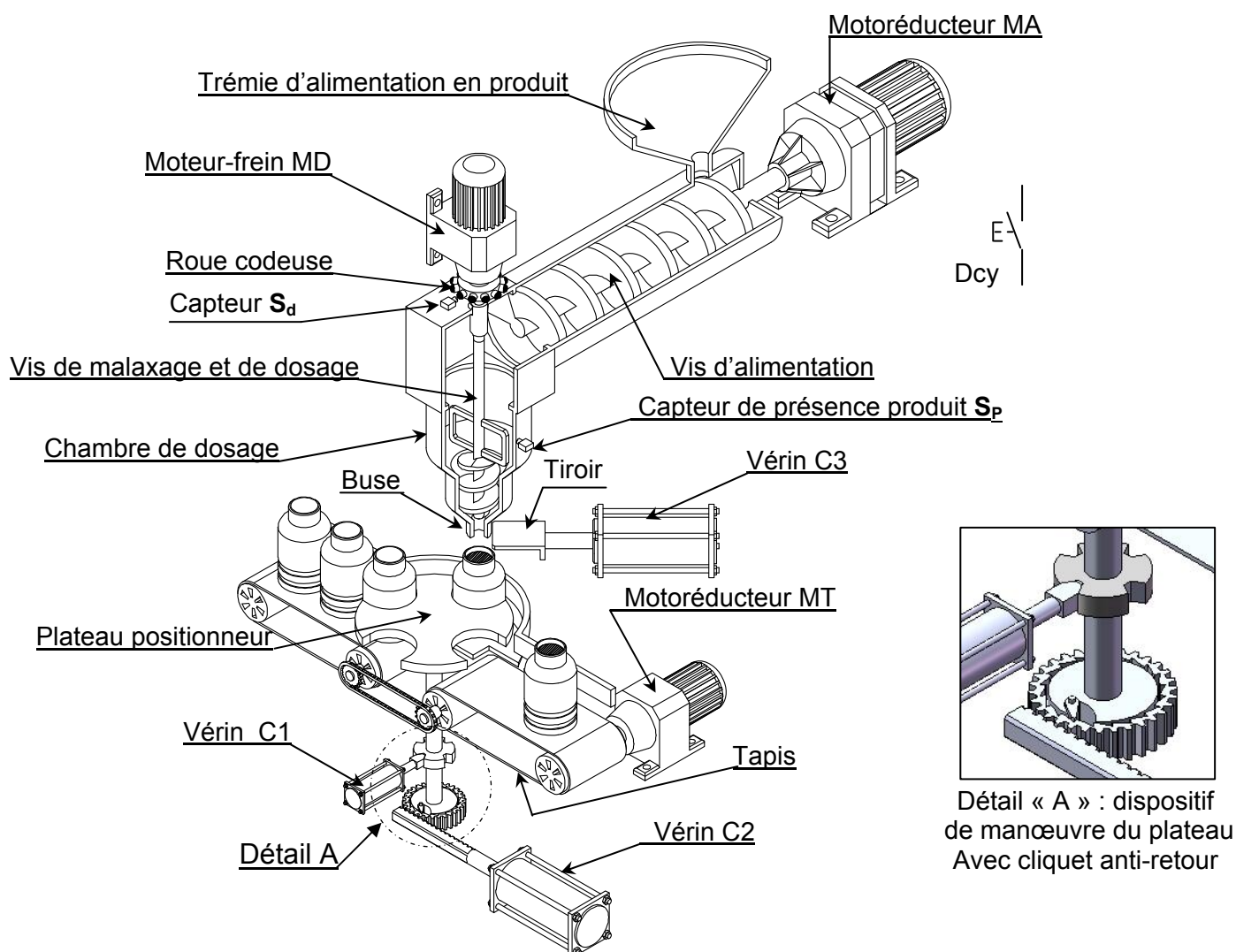
B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE : pages : 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8 (10 points).

Observation : Aucune documentation n'est autorisée. La calculatrice non programmable est permise.

UNITE DE REMPLISSAGE DE FLACONS

1 – Présentation du système

Ce système est destiné à remplir automatiquement un produit chimique dans des flacons.



Le système est principalement constitué :

- d'un tapis roulant en deux parties, permettant l'amenage des flacons vides et l'évacuation des flacons pleins, entraîné par un motoréducteur **MT** qui fonctionne en permanence ;
- d'un plateau positionneur permettant de placer les flacons sous la buse ;
- d'une vis de malaxage et de dosage entraînée par un moteur frein **MD** ;
- d'une chambre de dosage munie d'un dispositif de régulation de niveau du produit ;
- d'une fermeture à tiroir commandée par un vérin **C3** pour éviter l'écoulement du produit entre deux remplissages ;
- d'une vis d'alimentation de la chambre de dosage entraînée par un motoréducteur **MA**.

2 – Description et fonctionnement du système de dosage

Le système étant à l'état initial, une action sur le bouton départ cycle **Dcy** entraîne :

- le déverrouillage du plateau positionneur par la rentrée de la tige du vérin **C1** ;
- la rotation du plateau positionneur d'un quart de tour par la sortie de la tige du vérin **C2**.
A l'extrémité de cette tige est montée une crémaillère qui engrène avec une roue à rochet entraînant le plateau positionneur dans un seul sens.
- Le verrouillage du plateau positionneur par la sortie de la tige du vérin **C1** ;
- Le retour de la tige du vérin **C2**, le pignon est équipé d'un cliquet anti-retour.

Après cette action deux cas se présentent :

- si le niveau de produit dans la chambre de dosage est insuffisant (**S_p = 0**), l'unité doit s'arrêter, un voyant de défaut « H » s'allume. Un bouton « **S₁** » permet de remettre le cycle à l'étape initiale ;
- si le niveau de produit dans la chambre de dosage est suffisant (**S_p = 1**), le cycle continue comme suit :
 - l'ouverture de l'orifice d'écoulement par la rentrée de la tige du vérin **C3** liée au tiroir ;
 - la rotation de la vis de dosage grâce au moteur-frein **MD**.

Une roue codeuse solidaire de l'axe du moteur-frein **MD** et un capteur de proximité « Sd » assurent le comptage des impulsions correspondant à une dose de produit (N = 1) provoquant la fermeture de l'orifice d'écoulement par la sortie de la tige du vérin C3.

Remarque : L'unité fonctionne selon deux modes de marche : automatique (Aut = 1) et cycle par cycle (Aut = 0)

3 – Choix technologique de la partie opérative

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Verrouillage et déverrouillage du plateau positionneur	Vérin pneumatique double effet C1	Distributeur M1 5/2 bistable à pilotage électrique 12M1 : Déverrouillage 14M1: Verrouillage	ℓ ₁₀ : fin de déverrouillage ℓ ₁₁ : fin de verrouillage
Rotation du plateau positionneur	Vérin pneumatique double effet C2	Distributeur M2 5/2 bistable à pilotage électrique 14M2 : Rotation du plateau 12M2: Retour de C2	ℓ ₂₁ : fin de rotation ℓ ₂₀ : fin de retour de C2
Ouverture et fermeture de l'orifice d'écoulement	Vérin pneumatique double effet C3	Distributeur M3 5/2 bistable à pilotage électrique 12M3: Ouverture 14M3: Fermeture	ℓ ₃₀ : Fin d'ouverture ℓ ₃₁ : Fin de fermeture
Rotation de la vis de dosage	Moteur asynchrone 3~ à un sens de rotation MD	Contacteur électromagnétique KMD	
Rotation de la vis d'alimentation en produit	Moteur asynchrone 3~ à un sens de rotation MA	Contacteur électromagnétique KMA	
Entraînement des tapis d'amenage et d'évacuation des flacons	Moteur asynchrone 3~ à un sens de rotation MT	Contacteur électromagnétique KMT	
Signalisation du défaut: manque de produit	Voyant rouge H 220V 10 W		

4 – Description du mécanisme d'entraînement de la vis d'alimentation

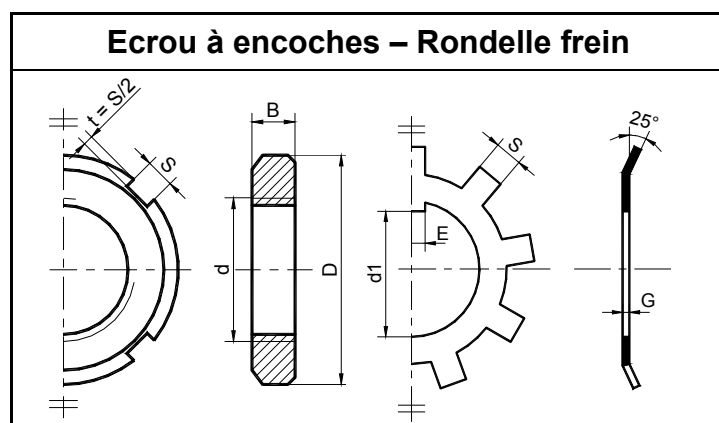
Le dessin d'ensemble de la page 6/6, représente le mécanisme d'entraînement de la vis d'alimentation (25) qui assure le transfert du produit chimique de la trémie d'alimentation vers la chambre de dosage.

L'arbre d'entrée (10) est accouplé à l'arbre moteur (2) à l'aide d'un accouplement élastique. Le mouvement de cet arbre est transmis à la vis d'alimentation (25) à travers un réducteur formé par les engrenages (10-33-37-16). Le manchon (23) assure la liaison de l'arbre de sortie (20) à la vis d'alimentation (25).

5 – Nomenclature

15	1	Joint plat	30	1	Ecrou à encoches			
14	4	Roulement BC	29	3	Clavette parallèle	40	4	Vis H
13	1	Bâti gauche	28	1	Coussinet à collerette	39	1	Vis CHC
12	1	Joint plat	27	1	Support	38	1	Rondelle plate
11	15	Vis CHC, M8-20	26	1	Trémie d'alimentation	37	1	Pignon arbré
10	1	Arbre d'entrée	25	1	Vis d'alimentation	36	1	Clavette parallèle
9	1	Anneau élastique	24	2	Coussinet à collerette	35	1	Bâti droit
8	1	.....	23	1	Manchon	34	1	Bague entretoise
7	1	Plateau	22	2	Goupille cylindrique	33	1	Roue dentée
6	6	.....	21	1	Joint à 4 lobes	32	1	.....
5	1	Plateau	20	1	Arbre de sortie	31	2	.....
4	12	Rondelle W	19	1	Coussinet à collerette	Rep	Nbre	Désignation
3	12	Ecrou H	18	1	Bouchon de remplissage			
2	1	Arbre moteur	17	1	Cloche			
1	1	Moteur	16	1	Couronne dentée			
Rep	Nbre	Désignation	Rep	Nbre	Désignation			

6 – Eléments standards



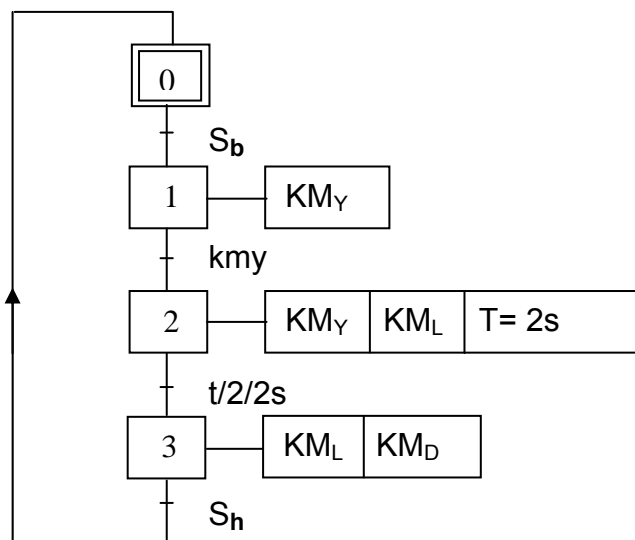
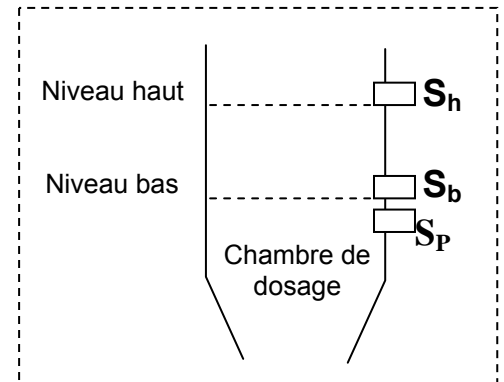
d	D	B	S	d1	E	G
M17	28	5	4	15,5	4	1
M20	32	6	4	18,5	4	1
M25	38	7	5	23	5	1,25
M30	45	7	5	27,5	5	1,25

7 – Réglage du niveau de produit dans la chambre de dosage

Le niveau de produit dans la chambre de dosage doit être situé entre un niveau bas détecté par un capteur capacitif S_b et un niveau haut détecté par un capteur capacitif S_h .

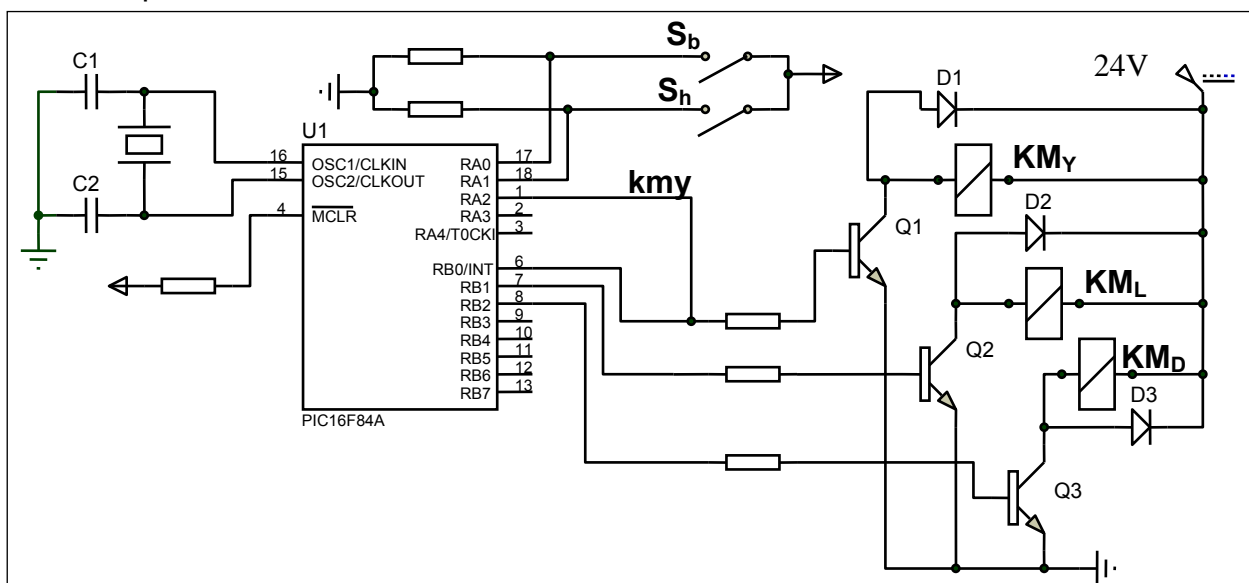
Chaque fois que le capteur S_b détecte un manque de produit ($S_b = 1$), le moteur **MA** fonctionne et ne s'arrête que lorsque le produit dans la chambre de dosage atteint le niveau haut détecté par le capteur S_h ($S_h = 1$).

Le moteur MA doit donc fonctionner et s'arrêter plusieurs fois pendant de courtes durées ce qui provoque un échauffement excessif des enroulements. Pour remédier à ce problème, les enroulements de ce moteur sont tout d'abord alimentés par une tension réduite puis par leur tension nominale conformément au GRAFCET d'un point de vue de la partie commande ci-dessous :



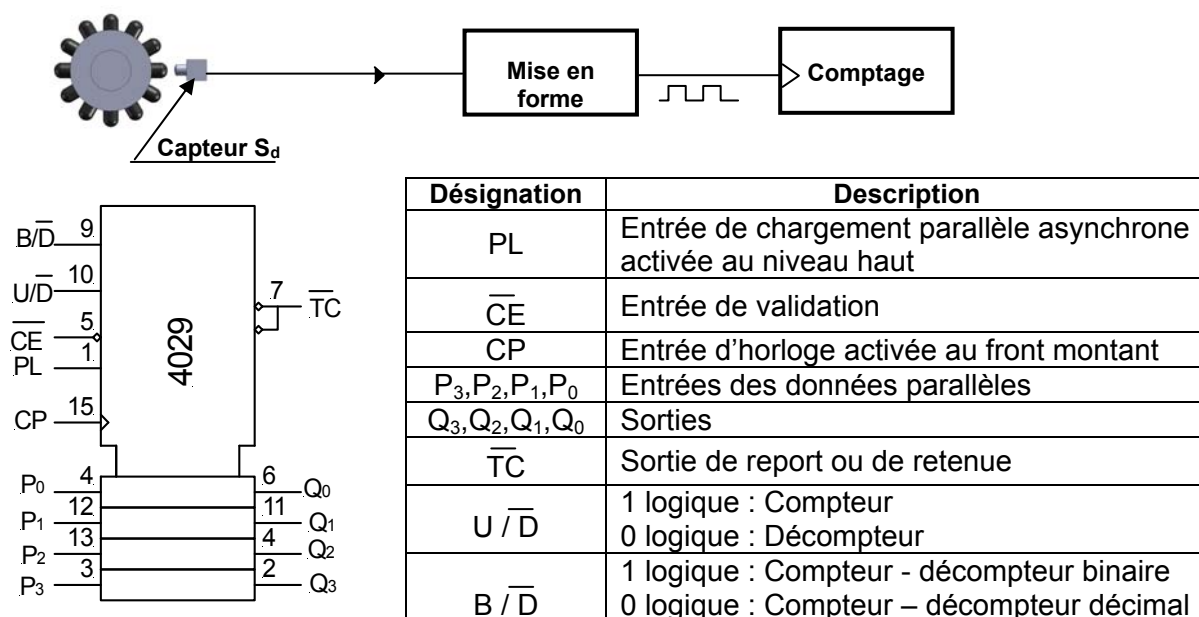
S_b : capteur détectant le niveau bas de produit
 S_h : capteur détectant le niveau haut de produit
 KMy : Contacteur de couplage étoile. (tension réduite)
 kmy : contact auxiliaire du contacteur KMy
 KMd : Contacteur de couplage triangle (tension nominale).
 KML : Contacteur de ligne.

La commande de ce moteur est assurée par un montage à base de microcontrôleur PIC 16F84A comme l'indique le schéma ci-dessous.

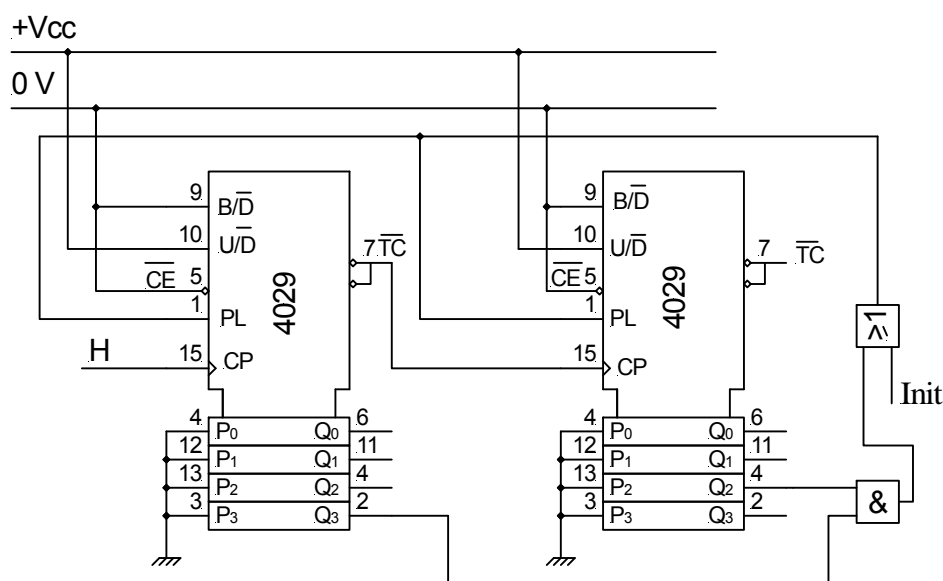


8 – Comptage des impulsions correspondant à une dose de produit

La figure ci-dessous représente le schéma synoptique du dispositif de comptage du nombre d'impulsions nécessaires à une dose de produit.



Le circuit de comptage proposé est réalisé par des circuits intégrés 4029 conformément au schéma de câblage suivant :



9 – Entraînement de la vis d'alimentation

La vis d'alimentation est entraînée en rotation par un moteur asynchrone triphasé qui porte la plaque signalétique ci-contre :

Mot 3 ~ 80 LT N° 5188565 BJ 017 Kg					
IP 55 I d F		40°C		S1	
V	Hz	tr/min	KW	cosφ	A
D 400	50	950	1,1	0,78	2,8
Y 690					1.6

Section.....N° d'inscription : Série :
Nom et prénom :
Date et lieu de naissance :

Signature des surveillants

.....
.....

A- Partie mécanique :

1- Analyse fonctionnelle interne

En se référant au dossier technique pages 1/6, 3/6 et 6/6, compléter le diagramme F.A.S.T descriptif relatif à la fonction technique «**Alimenter la chambre de dosage en produit**»

FT1	Alimenter la chambre de dosage en produit	Composant / processeur (Nom et repère)
FT11	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation	.....
FT12	Transmettre le mouvement de rotation de l'arbre moteur 2 à l'arbre d'entrée 10	..........
FT13	..... .....	Réducteur à engrenages 10-33-37-16
FT14	..... .....	Accouplement rigide 22-23
FT15	Transférer le produit de la trémie vers la chambre de dosage	.....

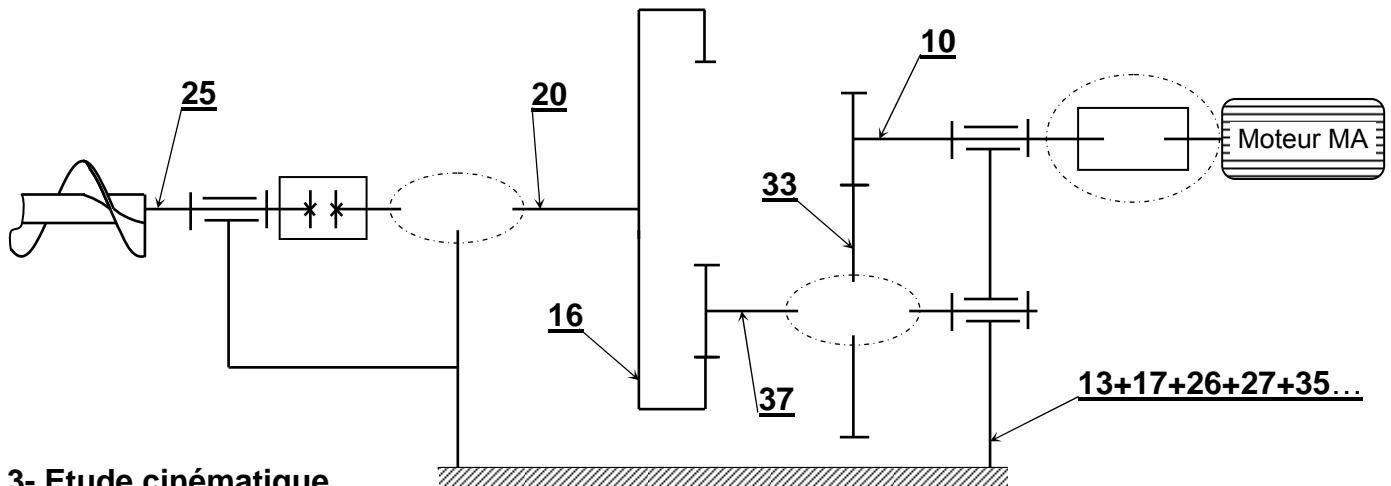
2- Etude technologique

En se référant au dossier technique page 6/6 :

2-1- Donner le nom et la fonction de chacune des pièces suivantes .

Pièces	Nom	Fonction
6
8
31
32

2-2- Compléter le schéma cinématique du mécanisme d'entraînement de la vis d'alimentation.



3- Etude cinématique

Dans cette partie on cherche à déterminer le temps nécessaire pour le remplissage de la chambre de dosage.

La vis d'Archimède **25** doit faire **15** tours ($n_{25} = 15 \text{ tr}$) pour remplir la chambre de dosage par la quantité nécessaire de produit.

On donne $Z_{10} = 18$; $Z_{33} = 84$; $Z_{37} = 14$; $Z_{16} = 40$; $N_m = 950 \text{ tr /min}$

3-1- Calculer le rapport global du réducteur (r_g) .

.....

 $r_g =$

3-2- En déduire le nombre de tours du moteur (n_{10}) correspondant à 15 tours de la vis **25**.

.....
 $n_{10} =$

3-3- Calculer le temps nécessaire pour remplir la chambre de dosage.

.....
 $t =$

4- Dimensionnement du manchon 23

On se propose de dimensionner le manchon **23**, de section circulaire creuse supposée constante, sollicité à la torsion simple sous l'effet d'un couple $C_t = 121,5 \text{ N.m}$.

On donne : Limite élastique au glissement $R_{eg} = 180 \text{ N/mm}^2$; Coefficient de sécurité $s = 2$;
 Section circulaire creuse $D = 2d$

4-1- En utilisant la condition de résistance à la torsion, calculer le module de torsion minimal de la section $(I_o/v)_{\min}$:

.....

 $(I_o/v)_{\min} =$

4-2- Déterminer le diamètre intérieur minimal du manchon d_{\min} .

On donne $I_o = \pi (D^4 - d^4)/32$; $v = D/2$

.....

.....

.....

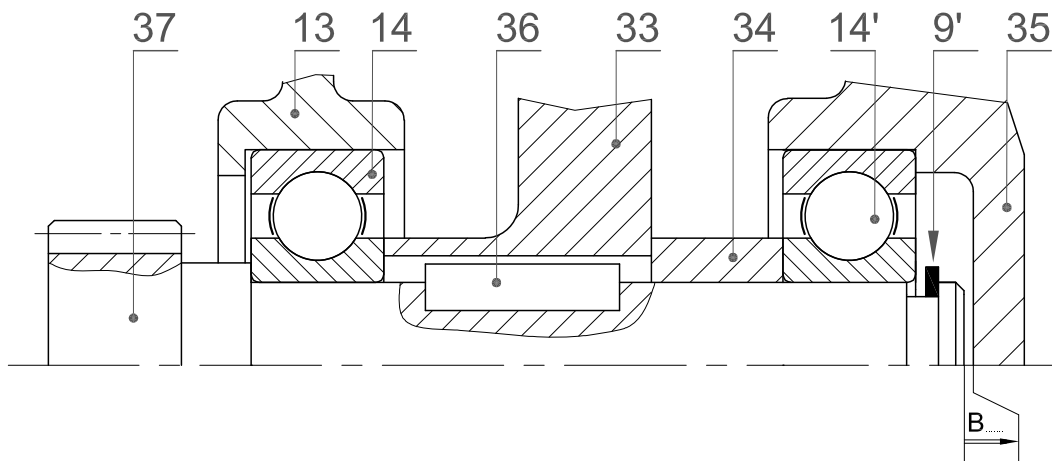
.....

..... $d_{\min} =$

4-3- En déduire le diamètre extérieur minimal D_{\min}

..... $D_{\min} =$

5- Cotation fonctionnelle



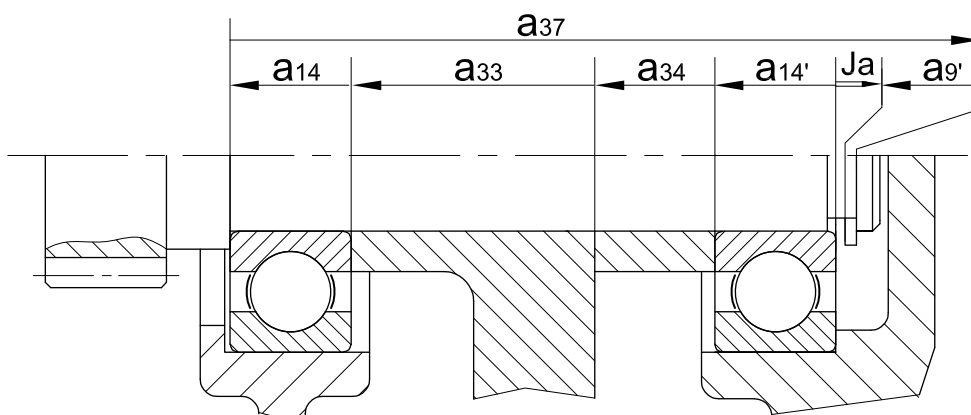
5-1- La condition **B** est-elle minimale ou maximale ?

Justifier :

5-2- Tracer la chaîne de cotes relative à cette condition.

5-3- A partir de la chaîne de cotes relative à **Ja** tracée ci-dessous, calculer : $J_{a\max}$; $J_{a\min}$ et ITJ_a

On donne : $a_{14} = a_{14'} = 15 \begin{smallmatrix} +0 \\ -0,12 \end{smallmatrix}$; $a_{33} = 30 \pm 0,05$; $a_{34} = 15 \pm 0,05$; $a_{9'} = 1,2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -0,06 \end{smallmatrix}$; $a_{37} = 76,2 \pm 0,05$



$J_{a \text{ Max}} =$

$J_{a \text{ min}} =$

$ITJ_a =$

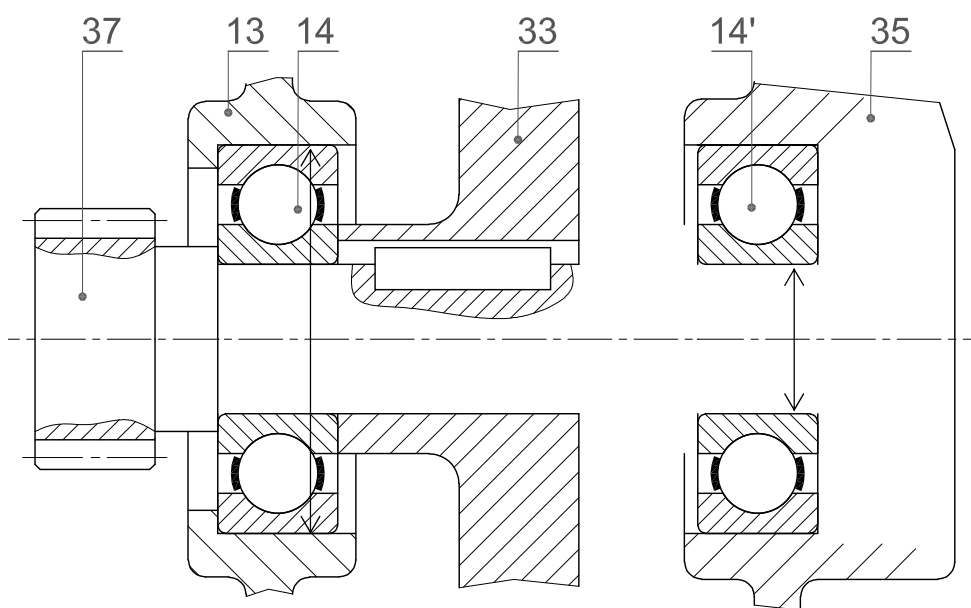
5-4- Le montage d'un anneau élastique dans sa gorge nécessite un jeu (J) compris entre **0mm** et **0,2mm**. Est-ce que cette condition est vérifiée dans le cas de la question précédente ? Justifier votre réponse.

6- Modification d'une solution constructive

Pour remédier au problème de montage de l'anneau élastique **36**, on se propose de modifier la solution qui assure le montage des roulements **14** et **14'** en remplaçant l'anneau élastique par un écrou à encoches et une rondelle frein.

6-1- En exploitant le tableau des dimensions des éléments standards au dossier technique de la page **3/6**, représenter la nouvelle solution à l'échelle du dessin.

6-2- Indiquer les tolérances des portées des roulements.



Echelle : 1 : 1

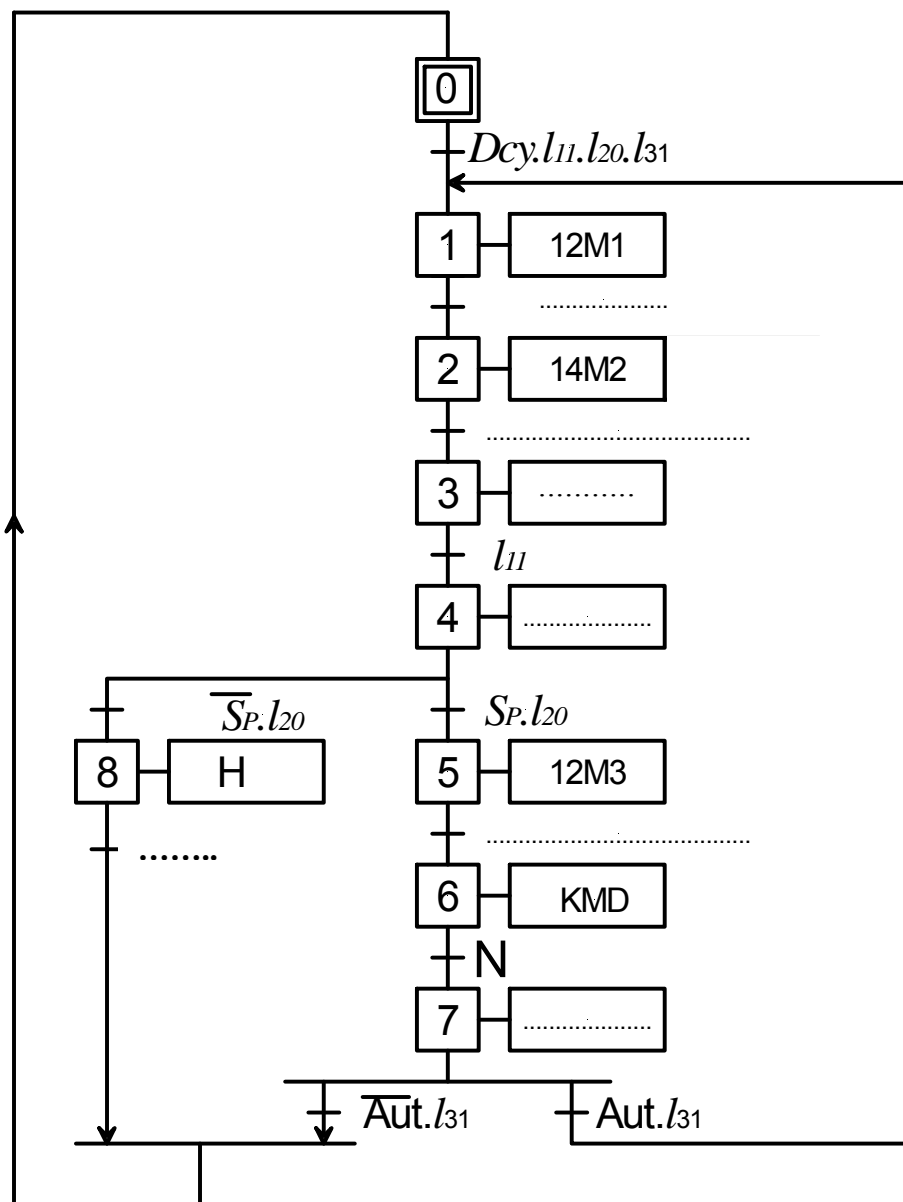
Section.....N° d'inscription : Série :
 Nom et prénom :
 Date et lieu de naissance :

Signature des surveillants

B- Partie électrique :

1 – Etude du fonctionnement du système

1-1- En se référant aux pages 1/6, 2/6 et 4/6 du dossier technique, compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande ci-dessous.



1-2- Compléter le tableau ci-dessous

Etape	Equation d'activation	Equation de désactivation
X1		
X4		

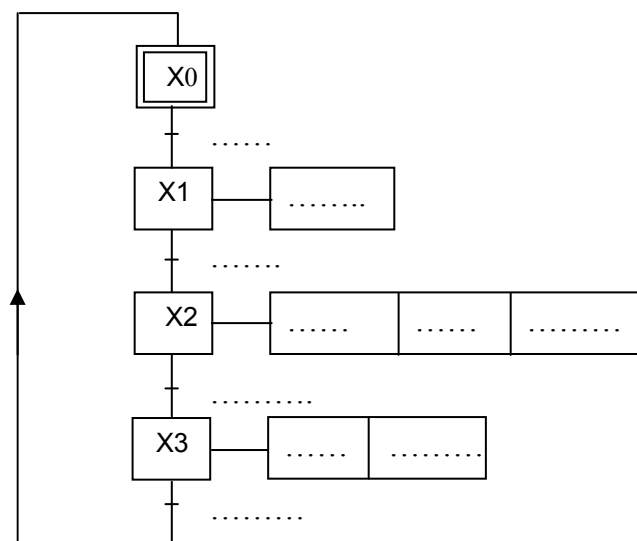
2- Etude de l'unité de réglage du niveau de produit dans la chambre de dosage

En se référant au GRAFCET d'un point de vue de la partie commande et au schéma du montage à base de PIC de la page 4/6 du dossier technique

2-1- compléter le GRAFCET codé PIC 16F84A

2-2- En configurant les broches non utilisées du PIC 16F84A en entrées, compléter le programme édité en Mikropascal de commande du moteur **MA**.

GRAFCET codé PIC 16F84A



```

program démarrage _YD;
var X0,X1,X2,X3,T:byte;
begin
  trisa := .....;
  trisb := ..... ;
  portb := $00 ;
  X0:=1; X1:=0; X2:=0; X3:=0; T:=0;
  While (1=1) do
    begin
      if ((X0=1)and( Porta.0=1))then
        begin
          X0:=0; ..... ;
        end;
        if (.....) then
          begin
            ..... ; X2:=1;
          end;
          if ((X2=1) and (T=1)) then
            begin
              X2:=0; X3:=1;
            end;
            if ((.....) then
              begin
                X0:=1; X3:=0;
              end ;
            end ;
          end ;
        end ;
      end ;
    end ;
  end ;

```

```

if ..... then
  .....
else portb.0:=0;
if ((X2=1) or (X3=1)) then portb.1:=1
else ..... ;
  if (X2=1) then
    begin
      delay_ms(2000);
      ..... ;
    end
    else T:=0;
    if (X3=1) then Portb.2:=1
    else Portb.2:=0;
    end;
  end.

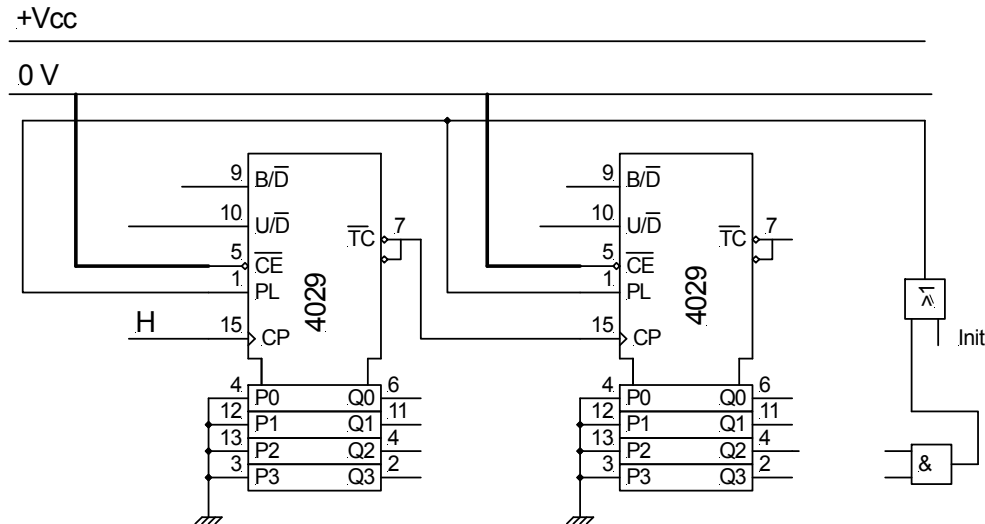
```

3 – Etude du comptage du nombre d'impulsions relatif à une dose de produit

En se référant au schéma à base du compteur 4029 page 5/6 du dossier technique.

3-1- Quel est le modulo de ce compteur ? :

3-2- Proposer un schéma de câblage de ce compteur pouvant réaliser le même modulo mais en mode binaire.



4– Etude du moteur MA d'entrainement de la vis d'alimentation

Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé 230 V / 400 V – 50 Hz

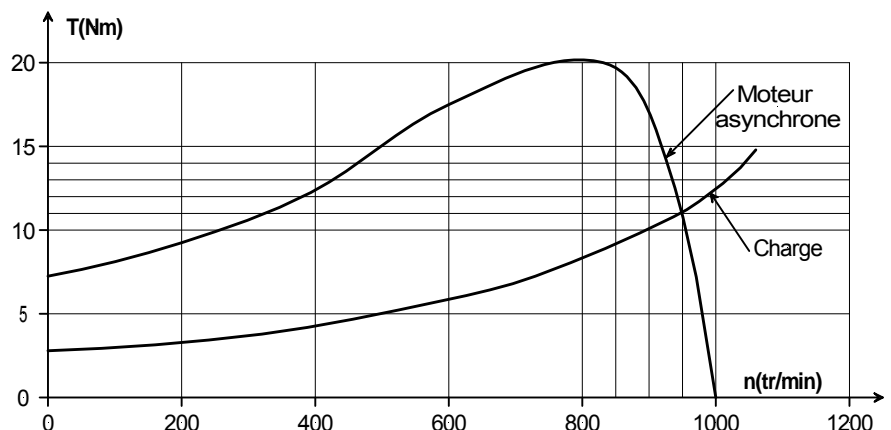
En se référant à sa plaque signalétique page 5/6 du dossier technique :

4-1- Déterminer le couplage des enroulements du stator sur le réseau disponible

4-2- Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant dans un fil de ligne et celle traversant un enroulement en régime nominal ?

4-3- Calculer la puissance active absorbée par le moteur et son rendement au point de fonctionnement nominal.

4-4- En exploitant les caractéristiques mécaniques du moteur et de la vis d'alimentation données sur la figure ci-contre



a- Déterminer la vitesse de rotation du moteur et calculer le glissement correspondant

.....

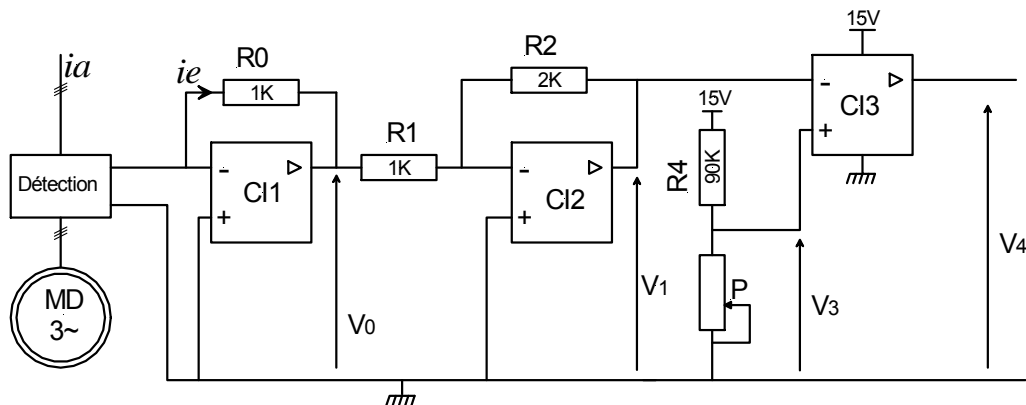
b- Déterminer le moment du couple exercé sur la vis d'alimentation

.....

5 – Protection du moteur MA contre les surintensités

Le moteur MA est protégé par le disjoncteur électronique ci-dessous réglé à $i_e = 10^{-3} i_a$

En cas de dépassement du courant de réglage Maxi ($i_e = 10^{-3} i_a$), la tension V_4 devient égale à 15V et le montage provoque la coupure du courant et par suite l'arrêt du moteur.



5-1- Exprimer V_0 en fonction de R_0 et i_e .

.....

5-2- Exprimer V_1 en fonction de V_0 , R_2 et R_1 .

.....

5-3- En déduire l'expression V_1 en fonction de R_2 , R_1 , R_0 et i_e .

.....

5-4- Exprimer V_3 en fonction de R_4 et P .

.....

5-5- Déterminer V_4 pour les deux cas suivants :

$$V_1 \geq V_3 \rightarrow V_4 = \dots\dots\dots$$

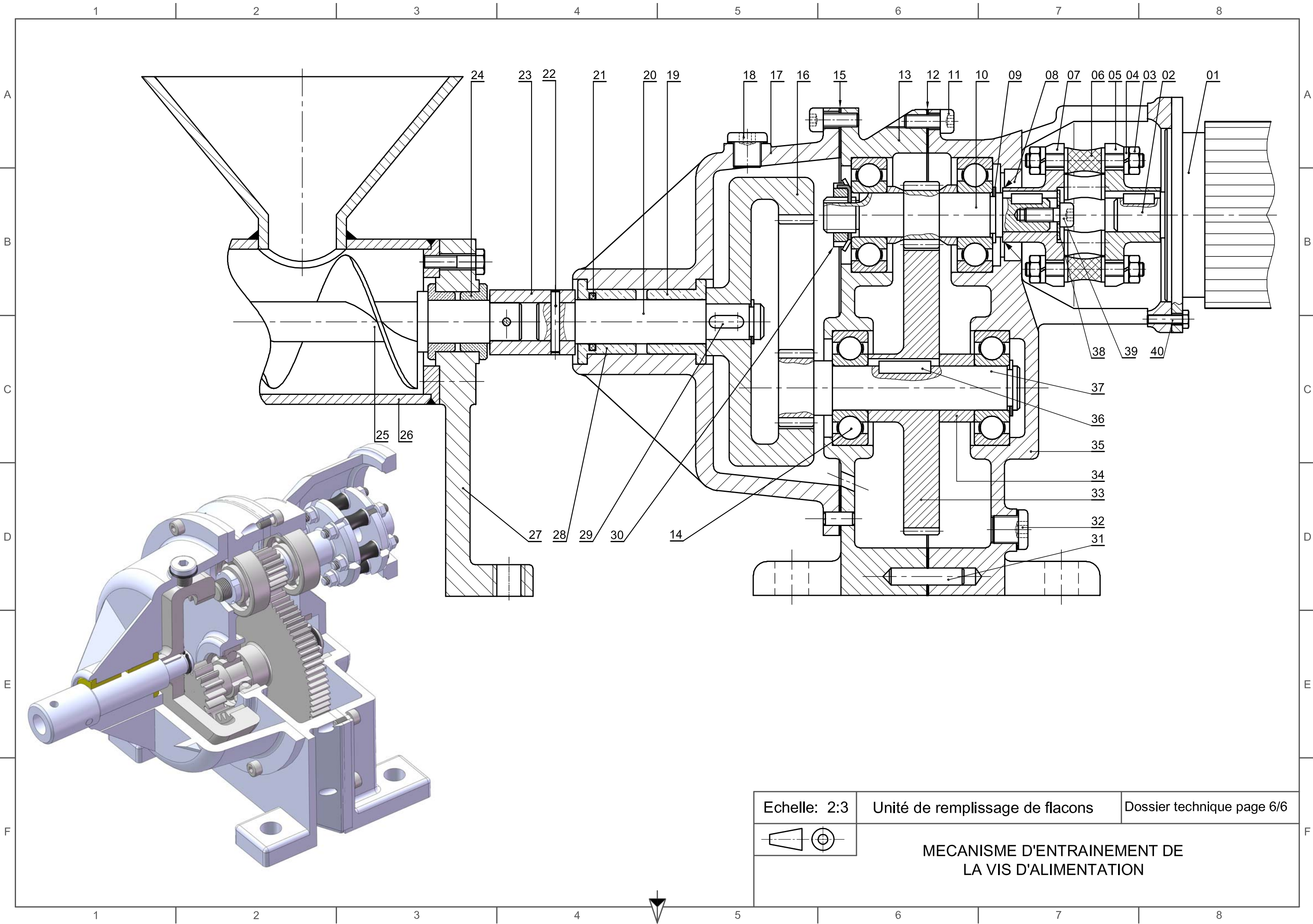
$$V_1 < V_3 \rightarrow V_4 = \dots\dots\dots$$

5-6- Calculer la valeur maximale de la tension V_3 qui permet le déclenchement du disjoncteur pour un courant i_e correspondant à $i_a = 5 \text{ A}$.

.....

5-7- Pour V_3 calculée précédemment, calculer la résistance du rhéostat P si $R_4 = 90 \text{ K}\Omega$.

.....



Echelle: 2:3	Unité de remplissage de flacons	Dossier technique page 6/6
	MECANISME D'ENTRAINEMENT DE LA VIS D'ALIMENTATION	