

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.

**MACHINE DE LAVAGE AUTOMATIQUE DE MOTOS**

**1. Présentation**

La machine de lavage (fig. 1) offre un lavage écologique et rapide pour les motos.

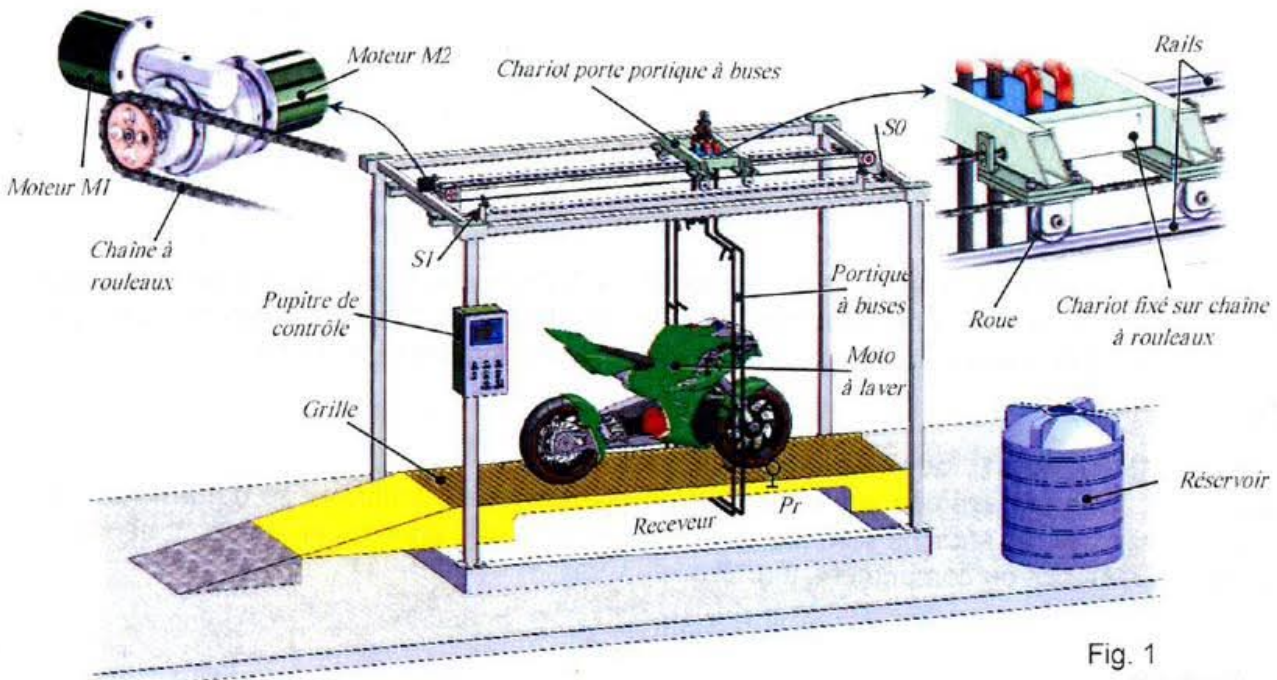
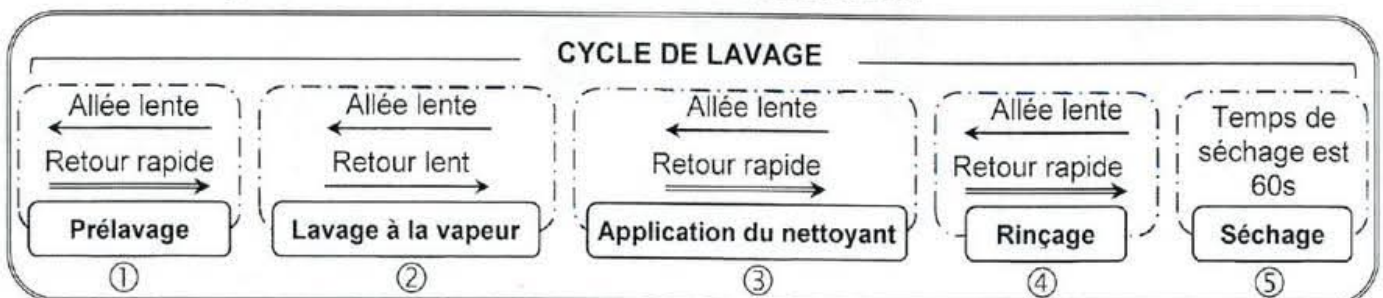


Fig. 1

**2. Description du fonctionnement**

Initialement, le chariot porte portique à buses est à droite (S0=1). L'opérateur place la moto sur la grille de la machine, une fois qu'elle est détectée par un capteur de présence moto (Pr=1), l'appuie sur le bouton Dcy enclenche successivement les tâches suivantes :



## 2.1. Tâche de prélavage

Le prélavage nécessite de l'eau à haute pression et à température ambiante. Il sert à enlever les impuretés avant le lavage à la vapeur.

Le moteur M1 entraîne le chariot porte portique à buses pour réaliser une allée avec un déplacement lent en avant jusqu'à l'action du capteur S1. Durant ce déplacement, un jet d'eau à haute pression est fourni par une motopompe MP1 dont le débit d'eau pulvérisé sur la moto est contrôlé par une électrovanne EV1.

Une fois le capteur S1 est actionné, le moteur M2 entraîne le retour rapide du chariot jusqu'au capteur S0 sans jet d'eau.

## 2.2. Tâche de lavage à la vapeur

Ce lavage est effectué avec une vapeur portée à une température comprise entre 100 et 180°C et une pression modérée. Il permet de dissoudre efficacement les graisses et les saletés.

La projection de la vapeur à haute température est assurée par une motopompe MP2 dont le débit est contrôlé par une électrovanne EV2. Cette projection s'effectue à une vitesse lente du chariot lors de son déplacement dans les deux sens.

## 2.3. Tâche de l'application du nettoyant biodégradable

Cette tâche est assurée par une motopompe MP3 et une électrovanne EV3. L'application d'un nettoyant biodégradable est activée lors du déplacement du chariot en avant à vitesse lente.

Le retour rapide du chariot s'effectue sans application du nettoyant.

## 2.4. Tâche de rinçage

Cette tâche est identique à celle du prélavage, utilisant de l'eau à haute pression et à température ambiante pour éliminer les résidus de saleté et du produit nettoyant.

## 2.5. Tâche de séchage

Cette tâche consiste à souffler, durant une minute, de l'air chaud fourni par un ventilateur et trois résistances chauffantes identiques Rch. Au cours de cette tâche, le chariot reste dans sa position initiale.

## 3. Choix technologique

Action	Actionneur	Préactionneur
Pulvériser l'eau à haute pression	- Motopompe MP1 - Électrovanne EV1	- Contacteur : KMP1 - Relais : KEV1
Projeter la vapeur à pression modérée	- Motopompe MP2 - Électrovanne EV2	- Contacteur : KMP2 - Relais : KEV2
Appliquer le nettoyant	- Motopompe MP3 - Électrovanne EV3	- Contacteur : KMP3 - Relais : KEV3
Déplacer le chariot	- Moteur M1	Déplacement lent à gauche - Contacteur : KM1AV
		Déplacement lent à droite - Contacteur : KM1AR
	- Moteur M2	Déplacement rapide à droite - Contacteur : KM2AR
Sécher la moto	- Moteur M3	- Contacteur : KM3
	- Résistance chauffante Rch	- Contacteur : KMR

## Boutons et capteurs

Départ cycle	Dcy
Capteur de présence moto	Pr
Capteur de fin de déplacement du chariot à gauche	S1
Capteur de fin de déplacement du chariot à droite	S0

## 4. Mécanisme de déplacement du chariot porte portique à buses

### 4.1. Présentation

Le mécanisme de déplacement du chariot, représenté à la page 7/7 du dossier technique, est entraîné par deux moteurs M1 et M2. Ces derniers sont accouplés à deux entrées différentes d'un réducteur à train épicycloïdal afin d'obtenir deux vitesses à la sortie (lente et rapide).

- **Phase de fonctionnement à vitesse lente** : Seul le moteur M1 fonctionne, son arbre de sortie accouplé à la vis sans fin (16) entraînant la roue creuse (39) solidaire du moyeu (20) et de la couronne (35). Le pignon planétaire (34) est maintenu bloqué par l'embrayage-frein en position freinée.
- **Phase de fonctionnement à vitesse rapide** : Seul le moteur M2 fonctionne, le pignon planétaire (34) est entraîné en rotation par l'intermédiaire de l'embrayage-frein en position embrayée. La couronne (35) est maintenue bloquée grâce à l'irréversibilité du système roue et vis sans fin (39,16).

#### 4.2. Nomenclature

Rp	Nb	Désignation
1	1	Arbre moteur M2
2	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4x10
3	1	Clavette parallèle forme A, 4x4x9
4	1	Rondelle spéciale
5	1	Plateau moteur
6	1	Support moteur
7	8	Vis à tête hexagonale ISO 4017-M5x16
8	8	Rondelle - W5
9	8	Écrou hexagonal ISO 4032-M5
10	1	Clavette parallèle forme A, 4x4x16
11	1	Bobine
12	2	Garniture
13	1	Disque
14	1	Joint à deux lèvres, type AS, 15x30x7
15	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial
16	1	Vis sans fin ( $Z_{16}=1$ filet)
17	1	Roulement à une rangée de billes à contact radial
18	1	Arbre intermédiaire
19	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M5x10
20	1	Moyeu porte-couronne
21	3	Satellite ( $Z_{21}=26$ dents ; $m=1$ )
22	1	Carter
23	3	Coussinet
24	3	Axe
25	1	Boîtier

Rp	Nb	Désignation
26	1	Pignon, $d_{26} = 80\text{mm}$
27	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial
28	1	Rondelle spéciale
29	1	Rondelle - W4
30	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4x10
31	1	Porte-satellites
32	1	Coussinet
33	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4x12
34	1	Pignon planétaire ( $Z_{34}=13$ dents ; $m=1$ )
35	1	Couronne ( $Z_{35} = 65$ dents)
36	4	Vis sans tête à six pans creux à bout tronconique ISO 898-M3x6
37	1	Anneau élastique pour arbre, 32x1,5
38	1	Roulement à une rangée de billes à contact radial
39	1	Roue creuse ( $Z_{39}=60$ dents ; $m=1,5$ )
40	4	Vis sans tête à six pans creux à bout plat ISO 898-M4x15
41	2	Bouchon
42	1	Corps
43	1	Palier
44	1	Plateau fixe
45	4	Goujon M6x55
46	1	Bride
47	1	Noix cannelé
48	1	Ressort
49	1	Bride
50	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4x16

### 4.3. Problème posé

Après la commercialisation d'une première série de la machine, il y a eu des réclamations concernant des vibrations lors du déplacement du chariot. Le constructeur souhaite aussi de réduire le coût de fabrication de ce mécanisme.

Il devient nécessaire de faire une analyse approfondie des points de vue, fonctionnelle, structurelle et comportementale du mécanisme pour identifier les anomalies et trouver les remèdes et les solutions adéquates.

### 4.4. Ressources

#### Extrait du langage de programmation en G-code

##### • Fonctions « G »

Code	Désignation
G00	Interpolation linéaire à la vitesse rapide
G01	Interpolation linéaire à la vitesse programmée
G02	Interpolation circulaire sens horaire
G03	Interpolation circulaire antihoraire
G90	Programmation absolue des coordonnées
G91	Programmation relative des coordonnées
G94	Vitesse d'avance en mm/min
G95	Vitesse d'avance en mm/tr
G97	Fréquence de rotation (N) constante en tr/min

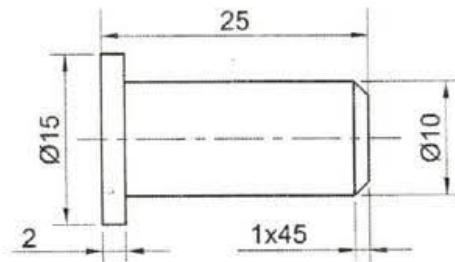
##### • Les fonctions auxiliaires « M »

Code	Désignation
M02	Fin de programme
M03	Rotation de broche sens horaire
M04	Rotation de broche sens antihoraire
M05	Arrêt de la broche

##### • Lettres de paramétrage

Code	Désignation
F	Vitesse de déplacement (d'avance)
S	Vitesse de rotation de la broche
X,Y,Z	Coordonnées d'axes

#### Dessin de définition de l'axe (24)



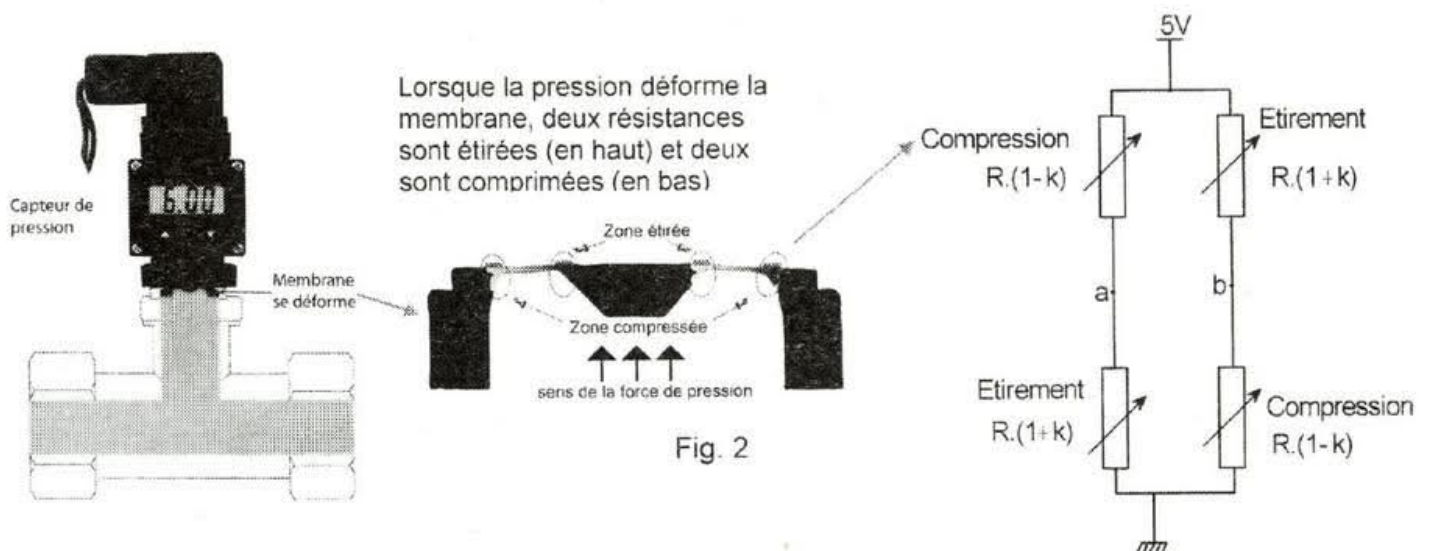
### 5. Contrôle de la pression

On se propose de contrôler la pression de la vapeur qui doit être modérée et comprise entre deux seuils (2 et 8 bars). Pour cela, un capteur de pression est utilisé pour convertir la pression en signal électrique analogique. Deux solutions sont envisagées pour contrôler la pression :

#### 5.1. Solution câblée

##### 5.1.1. Présentation du capteur de pression

Lorsqu'une pression est exercée sur le capteur de pression, sa membrane se déforme en des points prédéfinis. Les résistances sont placées exactement à ces endroits et changent de valeur lorsqu'elles sont étirées ou comprimées (fig. 2).



### 5.1.2. Schéma électronique de la solution

Les deux tensions Va et Vb fournies par le capteur de pression sont traitées par une carte électronique à base d'A.L.I dont le schéma structurel est représenté ci-dessous (fig. 3).

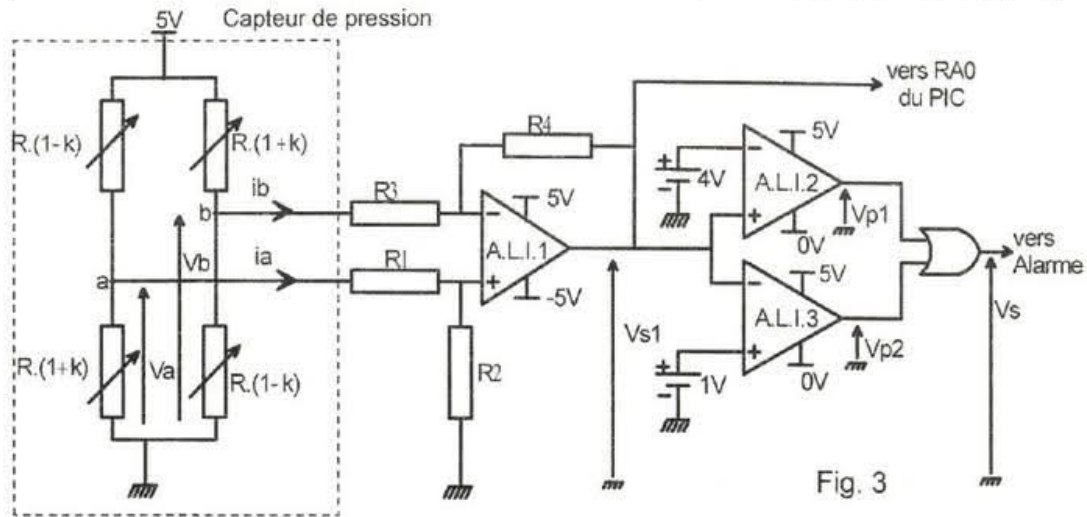


Fig. 3

L'expression de la tension Vs1 sortie de l'A.L.I.1 est :  $V_{s1} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_3 \cdot (R_1 + R_2)} \cdot V_a - \frac{R_4}{R_3} \cdot V_b$

### 5.2. Solution programmée

Le contrôle de la pression est assuré par une carte électronique à base d'un microcontrôleur du type PIC 16F876 comme le montre le schéma de simulation ci-dessous (fig. 4).

La variation de la pression de la vapeur dépend de la vitesse de rotation de la motopompe MP2. Cette variation est obtenue par l'alimentation du moteur par une tension à période constante et à rapport cyclique « α » variable. Pour varier ce rapport cyclique, on utilise l'instruction PWMx\_Set\_duty(N). Avec  $N = 255 \cdot \alpha$  et  $0 \leq \alpha \leq 1$

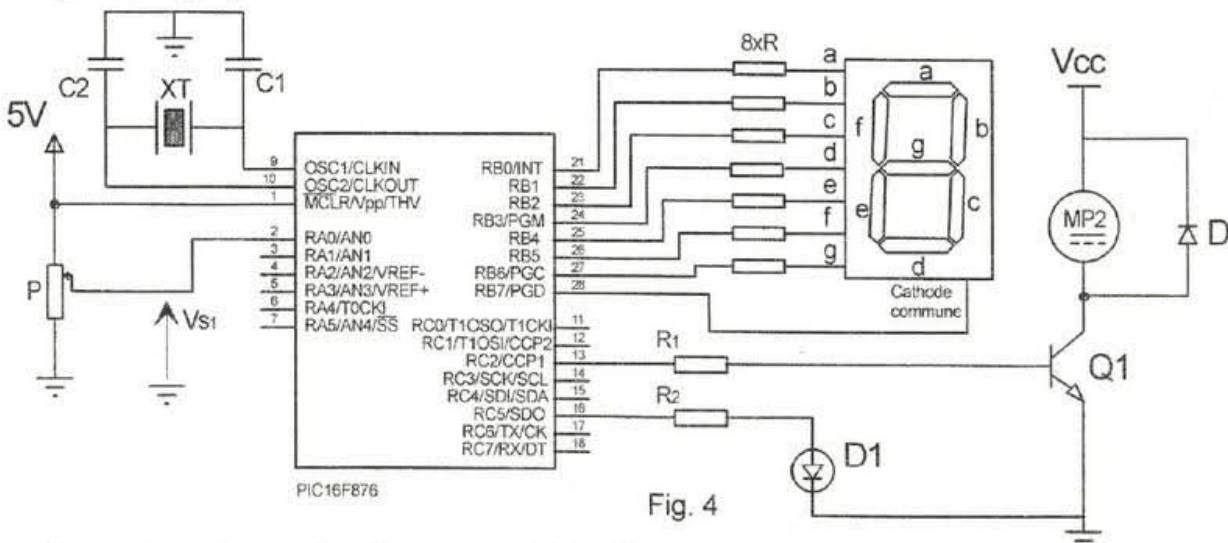


Fig. 4

- Un capteur de pression "pressostat" simulé par un potentiomètre est connecté à RA0/AN0. Il délivre une tension analogique (Vs1) image de la pression.
- Un afficheur 7 segments à cathode commune servant pour afficher, en fonctionnement normal, la valeur de la pression en temps réel.
- En fonctionnement normal, la motopompe MP2 tourne à 60% de sa vitesse nominale.
- Si la pression est inférieure à 2 bars, un voyant d'alarme "D1" s'allume, la motopompe MP2 tourne à 80% de sa vitesse nominale et l'afficheur clignote en indiquant la lettre "E".
- Si la pression dépasse 8 bars, un voyant d'alarme "D1" s'allume, la motopompe MP2 tourne à 20% de sa vitesse nominale et l'afficheur clignote en indiquant la lettre "E".

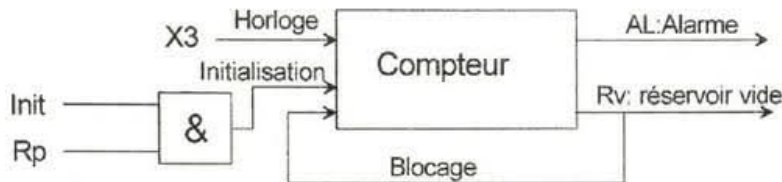
On donne, ci-dessous, le tableau d'affectation de l'afficheur 7 segments.

Chiffre/ caractère	Cathode	g	f	e	d	c	b	a	PortB
Entrées µcontrôleur	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0x3F
4	0	1	1	0	0	1	1	0	0x66
E	0	1	1	1	1	0	0	1	0x79

## 6. Gestion de l'approvisionnement du système en produit nettoyant

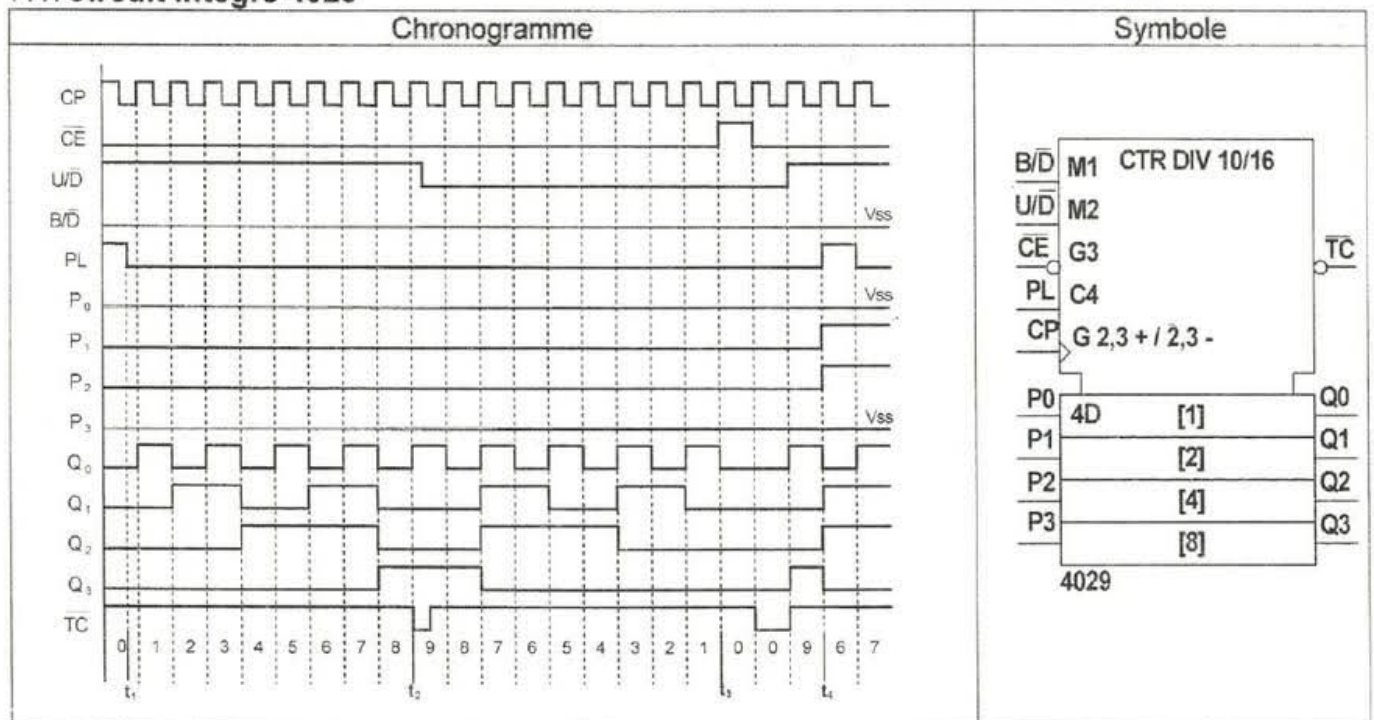
La contenance maximale du réservoir du produit nettoyant permet d'effectuer un nombre  $N_T$  de tâches d'application du nettoyant. Un capteur  $R_p$  est actionné lorsque le réservoir est plein. Dans le but de gérer l'approvisionnement du système en produit nettoyant, on se propose de compter le nombre de tâches d'application de ce produit sur les motos. La solution permet d'activer un signal d'alarme AL avant l'épuisement total du produit nettoyant dans le réservoir. L'opérateur intervient alors pour remplir le réservoir par le produit nettoyant jusqu'à l'action du capteur  $R_p$ , initialiser le compteur par le bouton Init et, par conséquent, désactiver l'alarme.

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

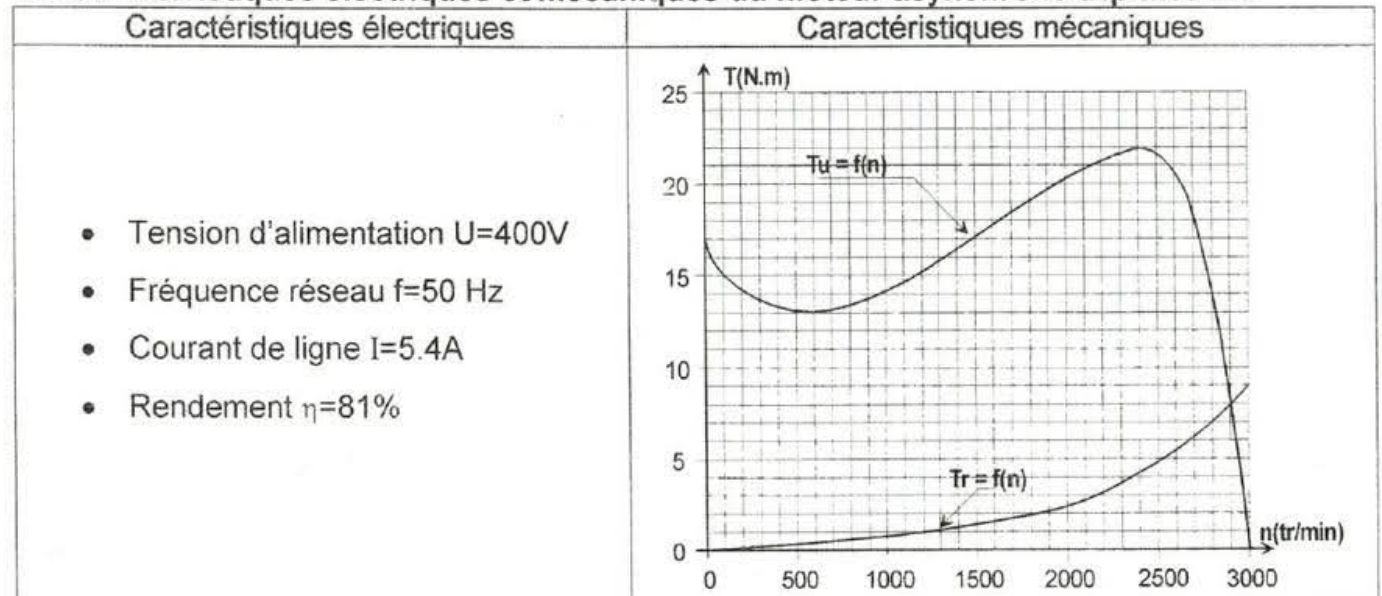


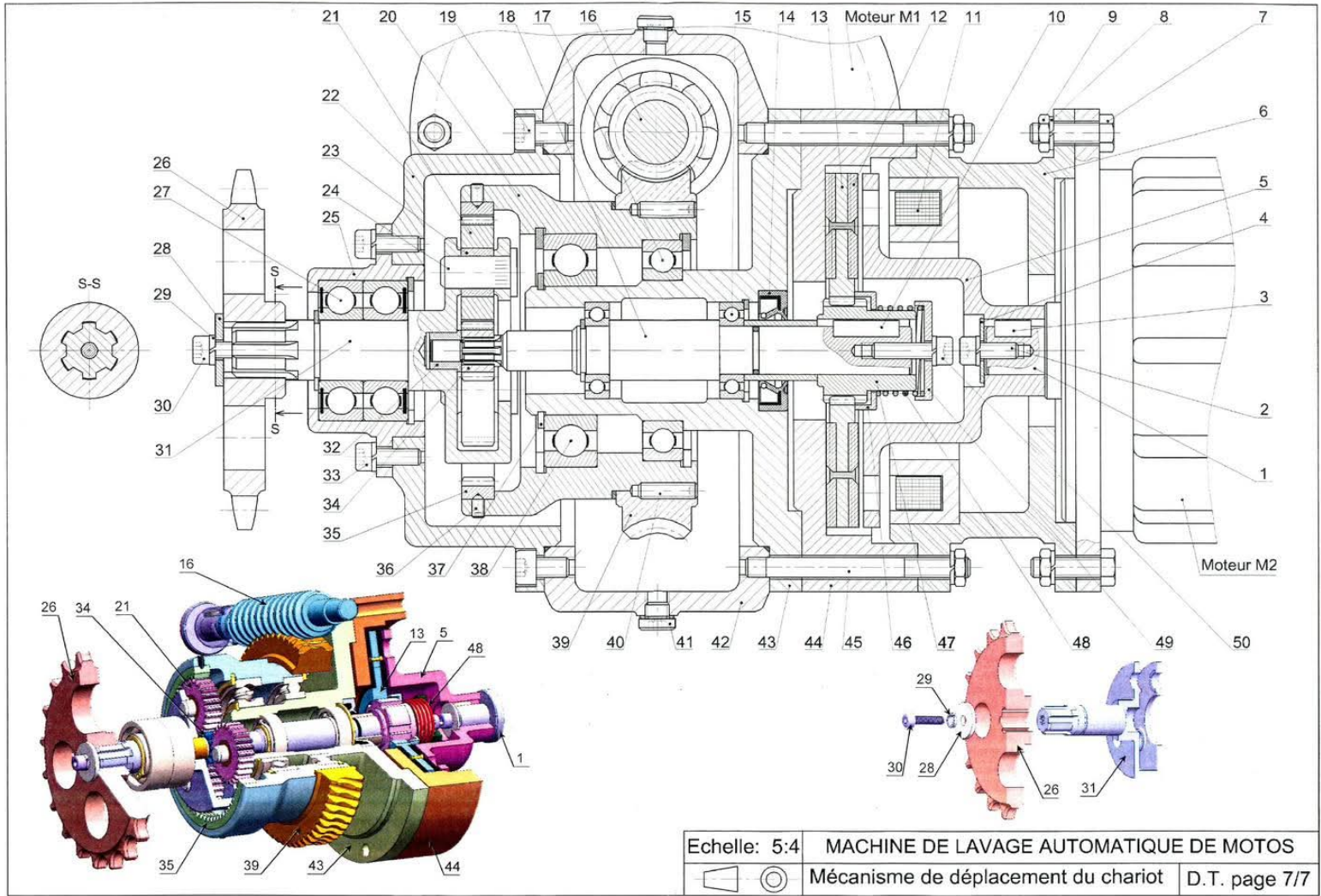
## 7. Extraits des documents constructeurs

### 7.1. Circuit Intégré 4029



### 7.2. Caractéristiques électriques et mécaniques du moteur asynchrone triphasé M3



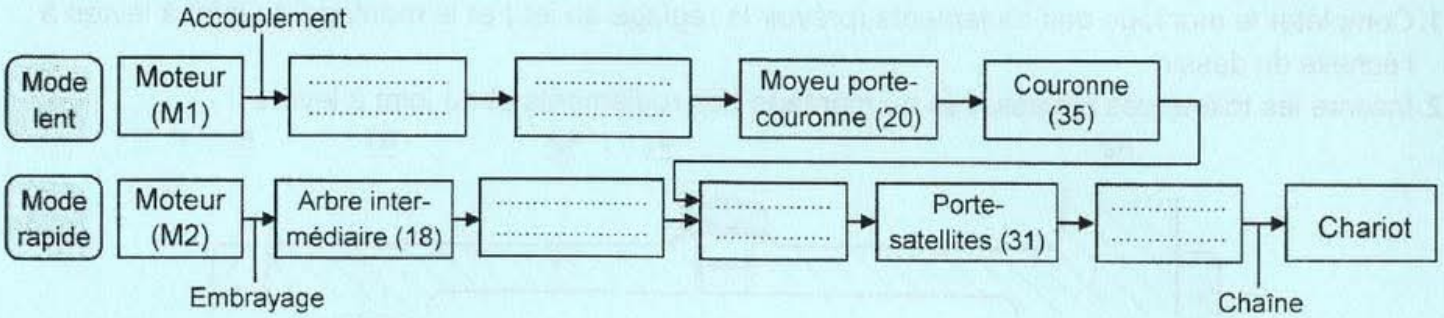


Echelle: 5:4 MACHINE DE LAVAGE AUTOMATIQUE DE MOTOS  
 Mécanisme de déplacement du chariot D.T. page 7/7

## A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

### A.1. Analyse fonctionnelle

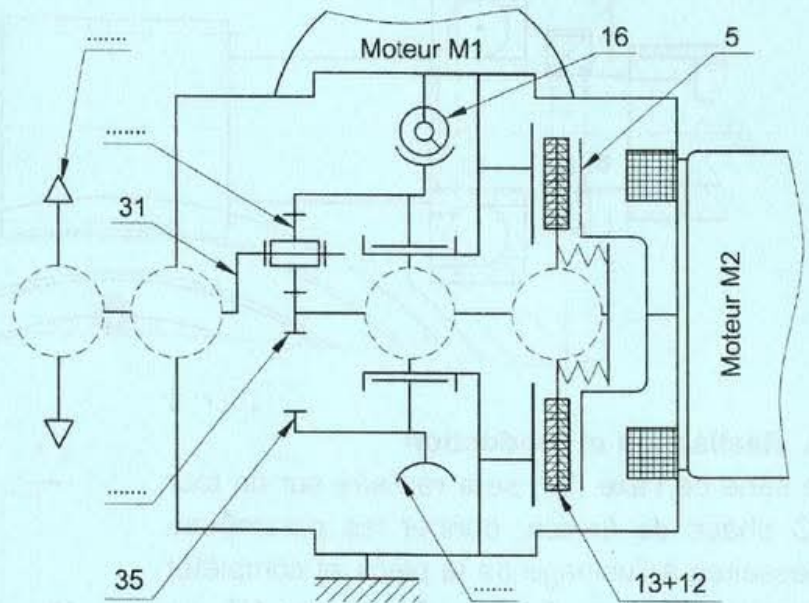
En se référant au dessin d'ensemble page 7/7 du dossier technique, compléter par les noms et les repères la chaîne de transmission de mouvement du mécanisme d'entraînement du chariot dans les deux modes (vitesse lente et vitesse rapide).



### A.2. Analyse structurale et conception

#### 1. Schéma cinématique

Compléter le schéma cinématique ci-contre du mécanisme d'entraînement du chariot par les repères et les symboles de liaison manquants.



2. Analyser, dans le tableau ci-dessous, l'assemblage du porte-satellites (31) avec le pignon (26)

\* : encercler la bonne réponse

(26) / (31)	Mise en position (M.I.P)	Maintien en position (M.A.P)	Graphe de caractères *				
	.....	.....	.....	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>dé</i>	<i>a</i>
.....	.....	.....	$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\bar{d\acute{e}}$	$\bar{a}$	$\bar{d\grave{i}}$
.....	.....	.....					

#### 3. Etude de l'embrayage

3.1. Donner le type et la commande de l'embrayage.

Type d'embrayage	Commande de l'embrayage
.....	.....
.....	.....

**Ne rien écrire ici**

On se propose de déterminer la force d'attraction  $F_{att}$  que doit fournir la bobine (11) pour avoir un couple d'embrayage minimal  $C = 14 \text{ N.m}$  et éviter le glissement. On donne : l'effort généré par le ressort (48) est  $F_{48} = 300 \text{ N}$  ; le coefficient de frottement de la garniture (12) est  $f = 0,45$ .

3.2. Relever à partir du dessin d'ensemble page 7/7 du dossier technique, les rayons ( $R$  et  $r$ ) de la garniture (12) et le nombre de surfaces de friction ( $n$ ).

3.3. Calculer l'effort normal de l'embrayage ( $N$ ).

On donne:  $C = \frac{2}{3} \cdot n \cdot f \cdot N \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$

$R = \dots\dots\dots$      $r = \dots\dots\dots$      $n = \dots\dots$

$N = \dots\dots\dots$

3.4. En déduire la force d'attraction de la bobine (11).

$F_{att} = \dots\dots\dots$

3.5. Choisir dans le tableau ci-dessous la bobine la plus convenable pour l'embrayage en cochant la case correspondante.

	Bobine 1	Bobine 2	Bobine 3	Bobine 4
$F_{att}$ (en Newton)	1000	1100	1200	1300
Choix	...	...	...	...

**4. Étude cinématique**

Pour éviter les vibrations et minimiser le temps de lavage, le cahier des charges fonctionnel impose un temps de lavage  $5 \text{ min} \leq t \leq 10 \text{ min}$ . On se propose de vérifier si cette condition sera respectée lorsqu'on utilise deux moteurs identiques M1 et M2 de vitesse de rotation  $N_m = 500 \text{ tr/min}$ .

On donne : • La course parcourue par le chariot lors d'une simple allée est  $c = 2 \text{ m}$ .

- Le rapport de l'engrenage à roue et vis sans fin  $r_{16-39} = 1/60$
- Le diamètre primitif du pignon (26) est  $d_{26} = 80 \text{ mm}$ .

**4.1. Déplacement en vitesse lente**

Dans ce cas, on a la configuration du train épicycloïdal suivante :

	Planétaire (34)	Couronne (35)	Porte-satellites (31)
Élément fixe	<b>x</b>		
Élément d'entrée du $M^{vt}$		<b>x</b>	
Élément de sortie du $M^{vt}$			<b>x</b>

a. À partir de la formule de Willis :  $\frac{\omega_{s/ps}}{\omega_{e/ps}} = \frac{\omega_{s/0} - \omega_{ps/0}}{\omega_{e/0} - \omega_{ps/0}} = (-1)^k \frac{\text{Produits des } Z_{menantes}}{\text{Produits des } Z_{menées}}$ , et selon la configuration présentée, montrer que le rapport de transmission du train épicycloïdal  $r_{t1} = \frac{5}{6}$

b. Calculer le rapport globale  $r_{gL}$

$r_{gL} = \dots\dots\dots$

c. Calculer la vitesse de rotation lente du pignon (26)  $N_{26L}$

$N_{26L} = \dots\dots\dots$

d. Calculer la valeur de la vitesse lente de déplacement du chariot en (m/s)  $V_L$

$V_L = \dots\dots\dots$

Ne rien écrire ici

e. En déduire le temps  $t_L$  mis pour parcourir la course « c »

$t_L = \dots\dots\dots$

**4.2. Déplacement en vitesse rapide**

a. Dans ce cas, préciser la configuration du train épicycloïdal en cochant la case correspondante.

	Planétaire (34)	Couronne (35)	Porte-satellites (31)
Élément fixe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Élément d'entrée du $M^{vt}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Élément de sortie du $M^{vt}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dans cette configuration, le rapport de transmission du train épicycloïdal est  $r_{t2} = r_{gR} = \frac{1}{6}$

b. Calculer la vitesse de rotation rapide du pignon (26)  $N_{26R}$

$N_{26R} = \dots\dots\dots$

**4.3. Calcul du temps total pour un cycle de lavage**

a. Selon le cycle de lavage décrit par le schéma dans le dossier technique page 1/7, calculer le temps total  $t_T$  de ce cycle en minute sachant que le temps nécessaire pour parcourir la course «c» avec une vitesse rapide  $t_R = 5.73$  s et le temps de séchage est  $t_{ch} = 1$  min.

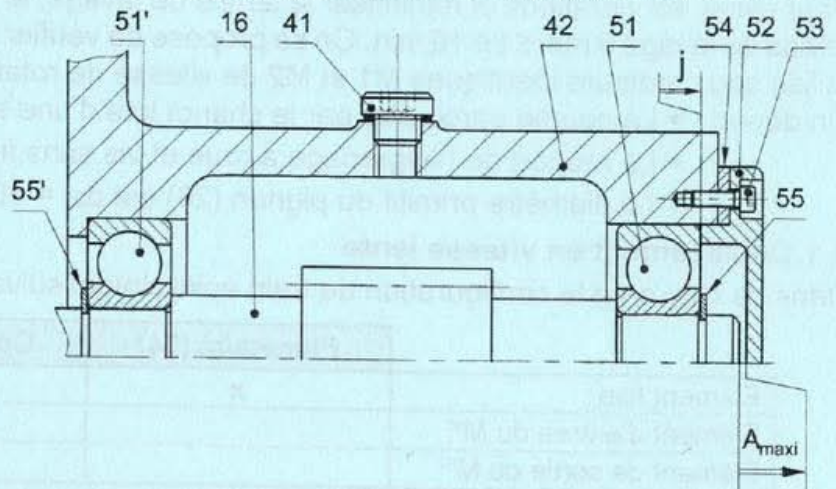
$t_T = \dots\dots\dots$  min

b. Vérifier si la condition du cahier des charges fonctionnel a été respectée.

**5. Cotation fonctionnelle**

5.1. Justifier la présence de la cote condition A

5.2. Tracer la chaîne de cotes relative à la cote condition  $A_{maxi}$



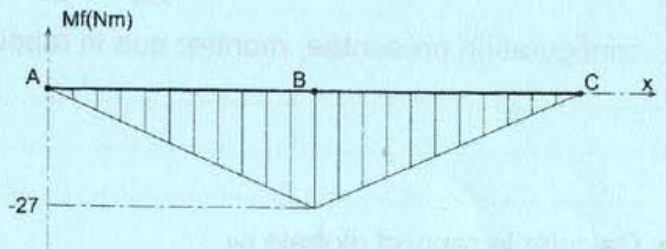
**6. Etude de la résistance de la vis sans fin (16)**

La vis sans fin (16) est assimilée à une poutre cylindrique pleine en acier de  $R_e = 350$  MPa.

On donne :

- Le coefficient de sécurité adopté  $s = 3$
- Le moment de torsion  $M_t = 14$  Nm
- Diagramme des moments fléchissant

•  $M_{f\text{ idéal}} = \left(1 - \frac{1}{2\lambda}\right) \cdot M_f + \frac{1}{2\lambda} \cdot \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$  , Pour l'acier :  $\lambda = \frac{R_{pg}}{R_{pe}} = \frac{1}{2}$



6.1. Relever du diagramme la valeur du moment fléchissant maxi ( $\|M_{f\text{ maxi}}\|$ )  $\|M_{f\text{ maxi}}\| = \dots\dots\dots$  Nmm

6.2. Calculer le moment idéal de flexion  $M_{f\text{ idéal}}$

$M_{f\text{ idéal}} = \dots\dots\dots$  Nmm

Ne rien écrire ici

6.3. Déterminer le diamètre minimal  $d_{\min}$  de la vis sans fin (16) pour qu'elle résiste en toute sécurité

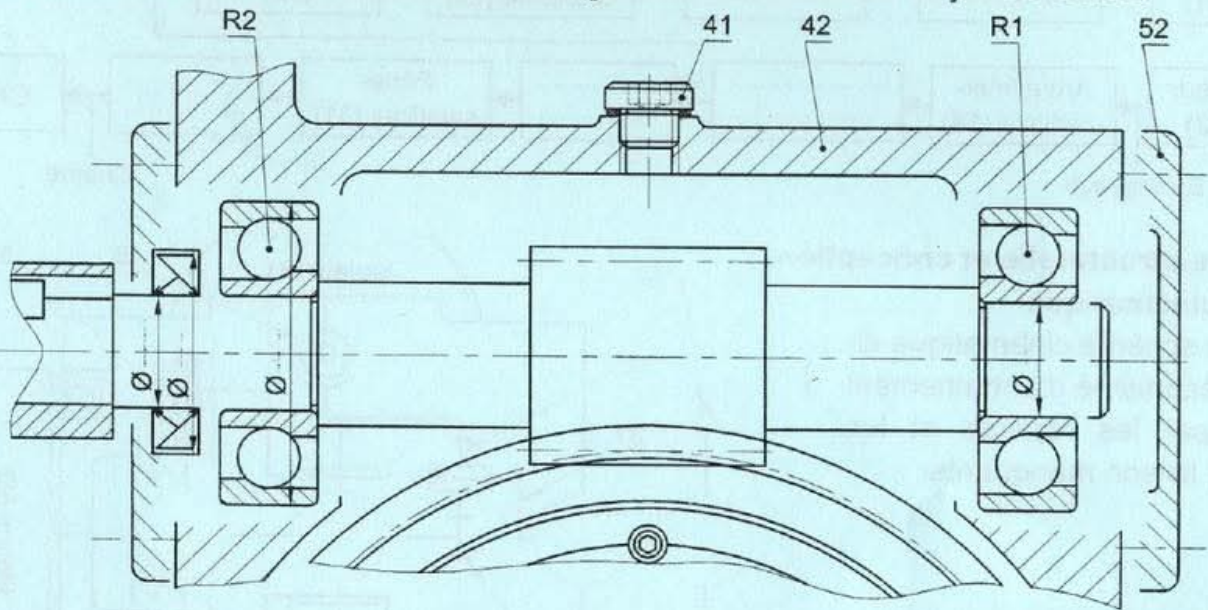
d<sub>mini</sub> = .....

**7. Modification d'une solution constructive**

Pour mieux encaisser les efforts axiaux générés par l'engrenage roue et vis sans fin (16-39) et minimiser les vibrations, le constructeur propose de modifier la conception en remplaçant les deux roulements (51) par deux roulements à une rangée de billes, à contact oblique (R1 et R2).

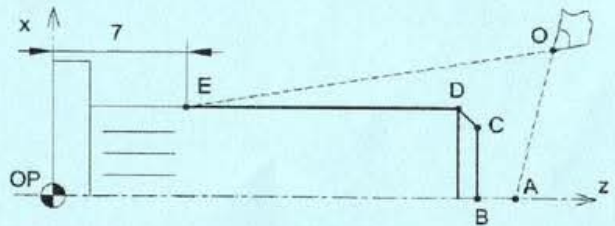
7.1. Compléter le montage des roulements (prévoir le réglage du jeu) et le montage du joint à lèvres à l'échelle du dessin.

7.2. Inscrire les tolérances nécessaires au montage des roulements et du joint à lèvres.



**A.3. Réalisation et production**

Une série de l'axe (24) sera réalisée sur un tour CNC phase de finition, donner les paramètres nécessaires à l'usinage de la pièce et compléter le programme en G-code (voir page 4/7 du dossier technique).

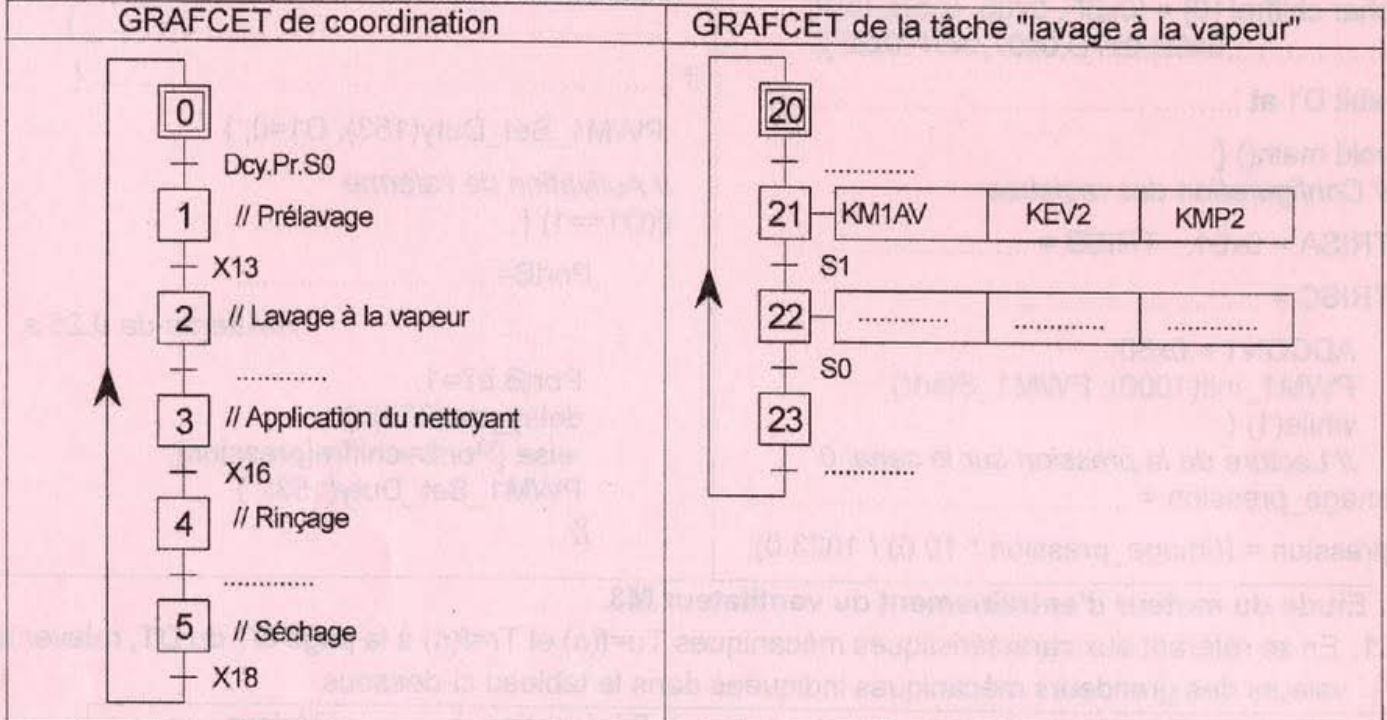


	Programme	Commentaire
N10	G97 G95	Vitesse de rotation exprimée en tr/min ; Avance exprimée en mm/tr
N20	M03 S2000	Rotation de la broche à 2000 tr/min (sens horaire)
N30	..... G90 X.... Z27	Avance rapide au point A (Approche) ; Programmation en absolue
N40	G01 X.... Z ....	Interpolation linéaire vers le point B ; Avance en 0.04 mm/tr
N50	G01 X.... Z ....	Interpolation linéaire vers le point C
N60	..... X5 Z ....	Interpolation linéaire vers le point D
N70	G01 X.... Z ....	Interpolation linéaire vers le point E
N90	G00 X8 Z27	Avance rapide au point O (Dégagement)
N100	M02	Fin du programme

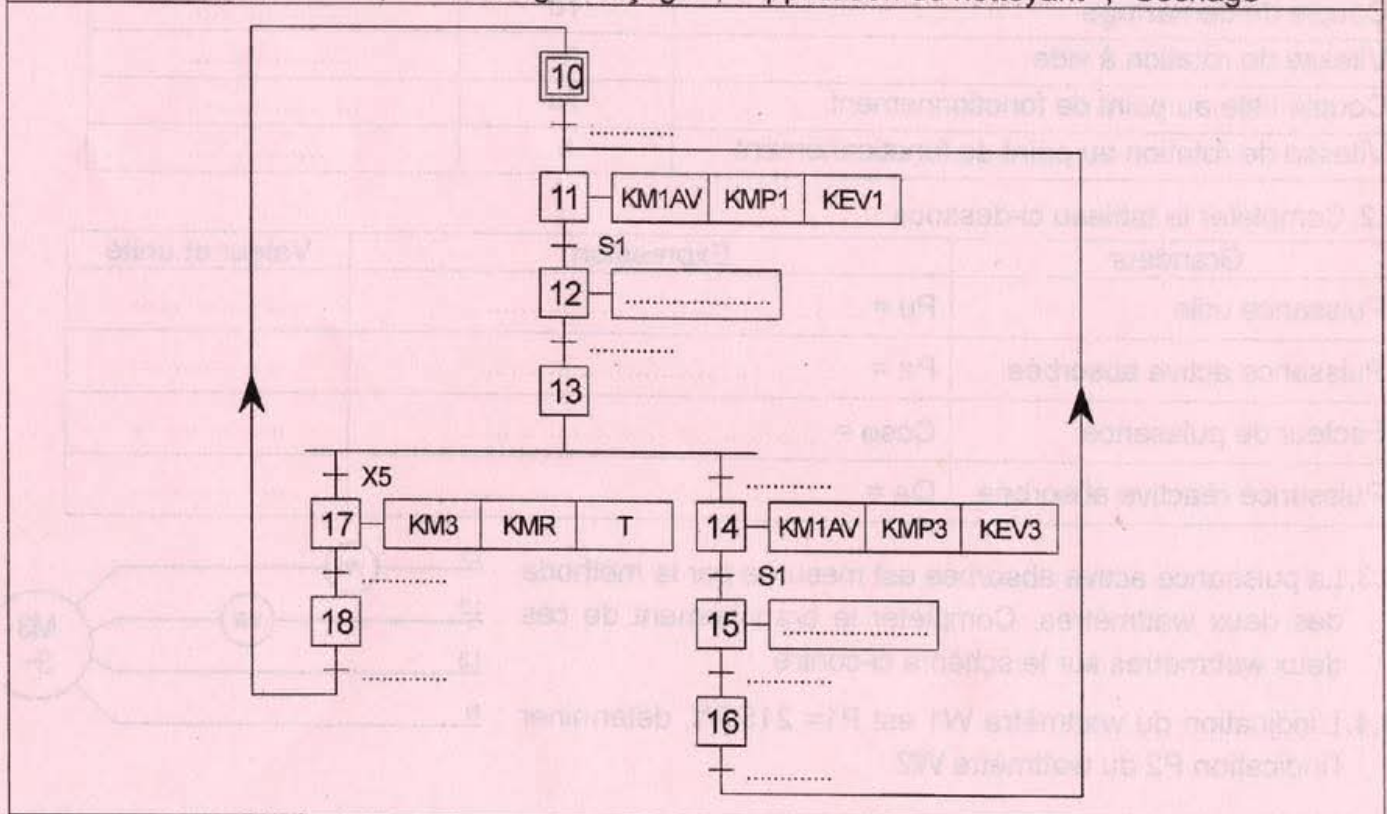
## B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

### 1. Etude du GRAFCET

En se référant aux pages 1/7 et 2/7 du dossier technique, compléter le GRAFCET synchronisé d'un point de vue de la partie commande ci-dessous.



GRAFCET des tâches, : "Prélavage/Rinçage" ; "Application du nettoyant" ; "Séchage"



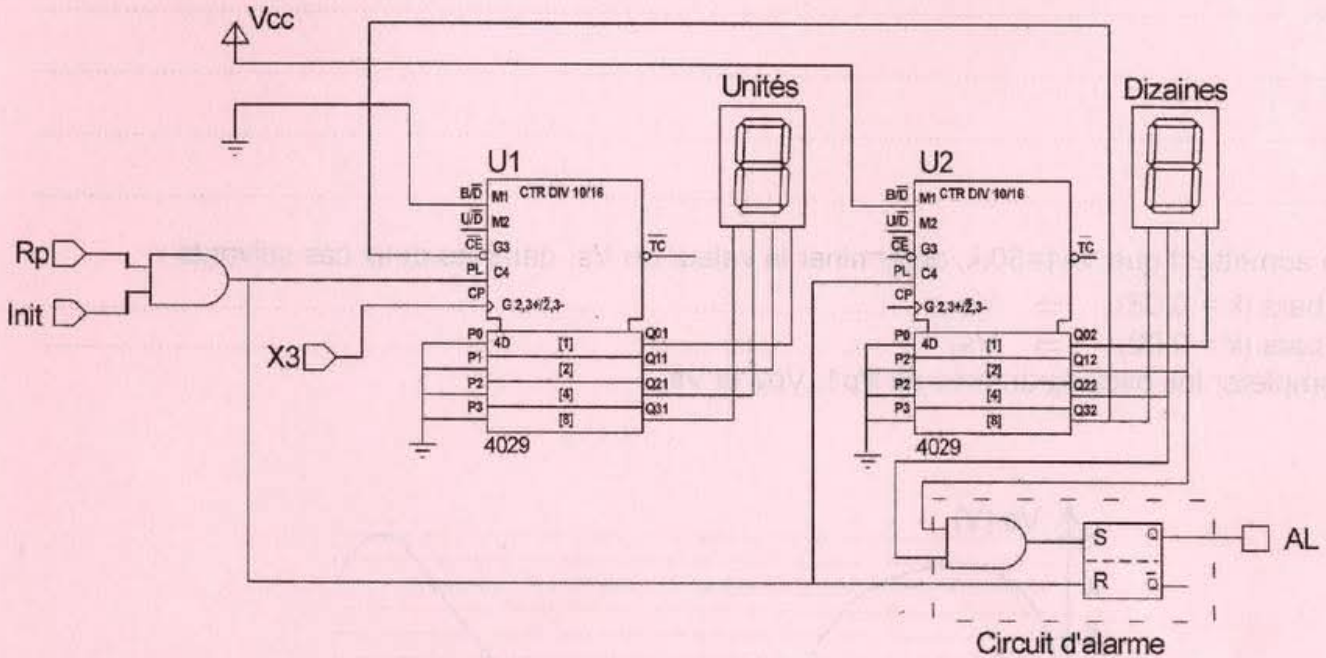
## 2. Etude du compteur du nombre de tâches d'application du nettoyeur

Se référer, dans cette partie, à la page 6/7 du dossier technique.

2.1. Compléter le schéma de simulation ci-dessous par les liaisons nécessaires permettant :

2.1.1. La mise en cascade synchrone des deux circuits 4029.

2.1.2. Le fonctionnement en mode compteur des deux circuits 4029.



2.2. En se référant au schéma de simulation ci-dessus,

2.2.1. Compléter le tableau ci-dessous par vrai ou faux.

Le circuit U1 est câblé en compteur décimal	.....
Le circuit U1 est câblé en compteur binaire	.....
Le circuit U2 est câblé en compteur décimal	.....
Le circuit U2 est câblé en compteur binaire	.....

2.2.2. Donner, en décimal, le nombre de tâches ( $N_A$ ) d'application du nettoyeur effectuées à partir duquel le signal d'alarme s'enclenche.

$N_A =$  .....

2.2.3. Quel est le rôle de la bascule RS dans le circuit d'alarme ?

.....

2.2.4. Donner, en décimal, le nombre de tâches ( $N_T$ ) effectuées permettant le blocage des deux circuits.

$N_T =$  .....

## 3. Etude du circuit de conditionnement du signal délivré par le capteur de pression

Se référer, dans cette partie, aux pages 4/7 et 5/7 du dossier technique. Les courants  $i_a$  et  $i_b$  sont supposés négligeables ( $i_a = i_b = 0$ ).

3.1. Exprimer  $V_a$  en fonction de  $k$ .

.....  
 .....

3.2. Exprimer  $V_b$  en fonction de  $k$ .

.....  
 .....

Ne rien écrire ici

3.3. Déterminer l'expression de  $V_{s1}$  en fonction de  $V_a$  et  $V_b$  pour  $R_2 = 10.R_1$  et  $R_4 = 10.R_3$ . En déduire l'expression de  $V_{s1}$  en fonction de  $k$ .

.....

.....

.....

.....

.....

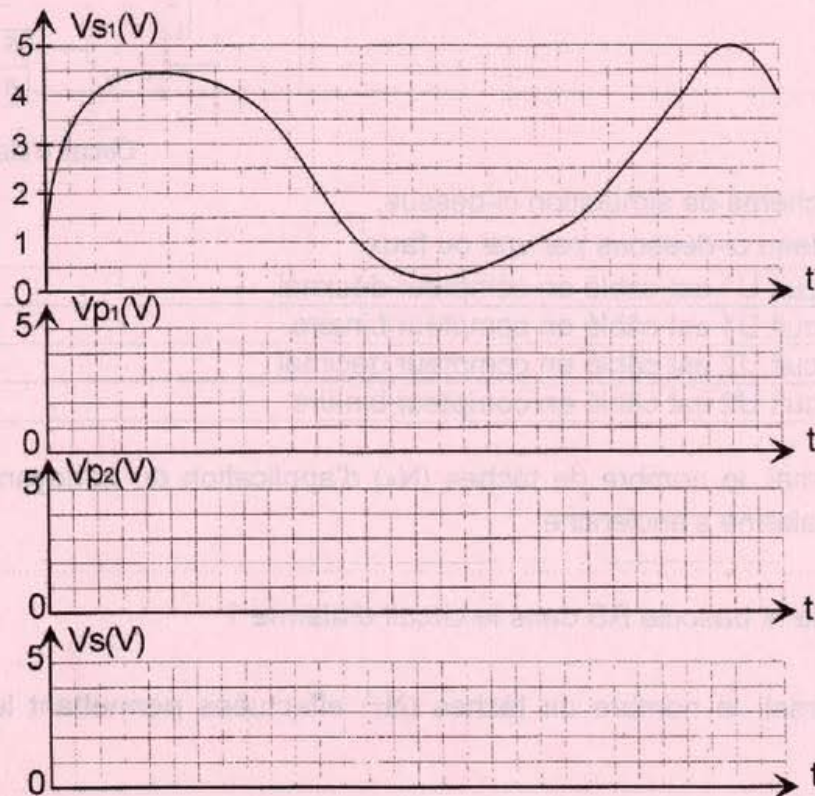
.....

3.4. En admettant que  $V_{s1} = 50.k$ , déterminer la valeur de  $V_{s1}$  dans les deux cas suivants :

Pour 8 bars ( $k = 0,08$ )  $\Rightarrow V_{s1} =$  .....

Pour 2 bars ( $k = 0,02$ )  $\Rightarrow V_{s1} =$  .....

3.5. Compléter les oscillogrammes de  $V_{p1}$ ,  $V_{p2}$  et  $V_s$ .



#### 4. Etude de la solution programmée

4.1. En se référant à la page 5/7 du dossier technique, déterminer la valeur de  $N$  dans les cas suivants :

$\alpha(\%)$	$N$
20	.....
60	.....
80	.....

Ne rien écrire ici

4.2. Compléter le programme, en langage mikroC, permettant le contrôle de la pression. Les broches non connectées sont considérées comme des sorties.

Programme + Commentaires	
<pre>// déclaration des variables unsigned image_pression; int pression;  char chiffre[10] = {0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, .....,0x6D,0x7D,0x07,0x7F,0x6F};  sbit D1 at .....;  void main() { // Configuration des registres TRISA = 0x01; TRISB = .....; TRISC = .....;  ADCON1 = 0x80; PWM1_Init(1000); PWM1_Start(); while(1) { // Lecture de la pression sur le canal 0 image_pression = .....; pression = ((image_pression * 10.0) / 1023.0);</pre>	<pre>//contrôle de la pression if (pression &gt;8) { PWM1_Set_Duty(.....); D1=1; } if (pression &lt;2) { .....; }  if ..... { PWM1_Set_Duty(153); D1=0; }  // Activation de l'alarme if(D1==1) { PortB=.....; .....; //Attente de 0,25 s  PortB.b7=1; delay_ms(250); } else {Portb=chiffre[pression]; PWM1_Set_Duty(153); } }}</pre>

**5. Etude du moteur d'entraînement du ventilateur M3.**

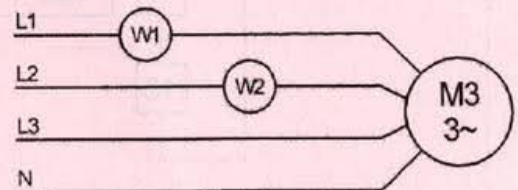
5.1. En se référant aux caractéristiques mécaniques  $T_u=f(n)$  et  $T_r=f(n)$  à la page 6/7 du DT, relever les valeurs des grandeurs mécaniques indiquées dans le tableau ci-dessous.

Grandeur mécanique	Désignation	Valeur
Couple de démarrage	$T_d$	.....
Vitesse de rotation à vide	$n_0$	.....
Couple utile au point de fonctionnement	$T_u$	.....
Vitesse de rotation au point de fonctionnement	$n$	.....

**5.2. Compléter le tableau ci-dessous**

Grandeur	Expression	Valeur et unité
Puissance utile	$P_u =$ .....	.....
Puissance active absorbée	$P_a =$ .....	.....
Facteur de puissance	$\cos\phi =$ .....	.....
Puissance réactive absorbée	$Q_a =$ .....	.....

5.3. La puissance active absorbée est mesurée par la méthode des deux wattmètres. Compléter le branchement de ces deux wattmètres sur le schéma ci-contre.



5.4. L'indication du wattmètre W1 est  $P_1 = 2150W$ , déterminer l'indication  $P_2$  du wattmètre W2.

.....

.....

