The page features a decorative design with three overlapping blue circles of varying sizes (large, medium, and large) and thin blue lines forming a triangular shape that points towards the center. The text is centered within this design.

**TOUS LES SUJETS DE BAC DE 2008 A 2016  
EN GENIE ELECTRIQUE**

SECTION : **SCIENCES TECHNIQUES**

Epreuve : **TECHNOLOGIE**      Durée : 4 heures      Coefficient: 3

**CONSTITUTION DU SUJET :**

- UN dossier technique : pages 1/5 , 2/5 , 3/5 , 4/5 et 5/5
- Des feuilles réponses : pages 1/8 , 2/8 , 3/8 , 4/8 , 5/8 , 6/8 , 7/8 et 8/8

**TRAVAIL DEMANDE :**

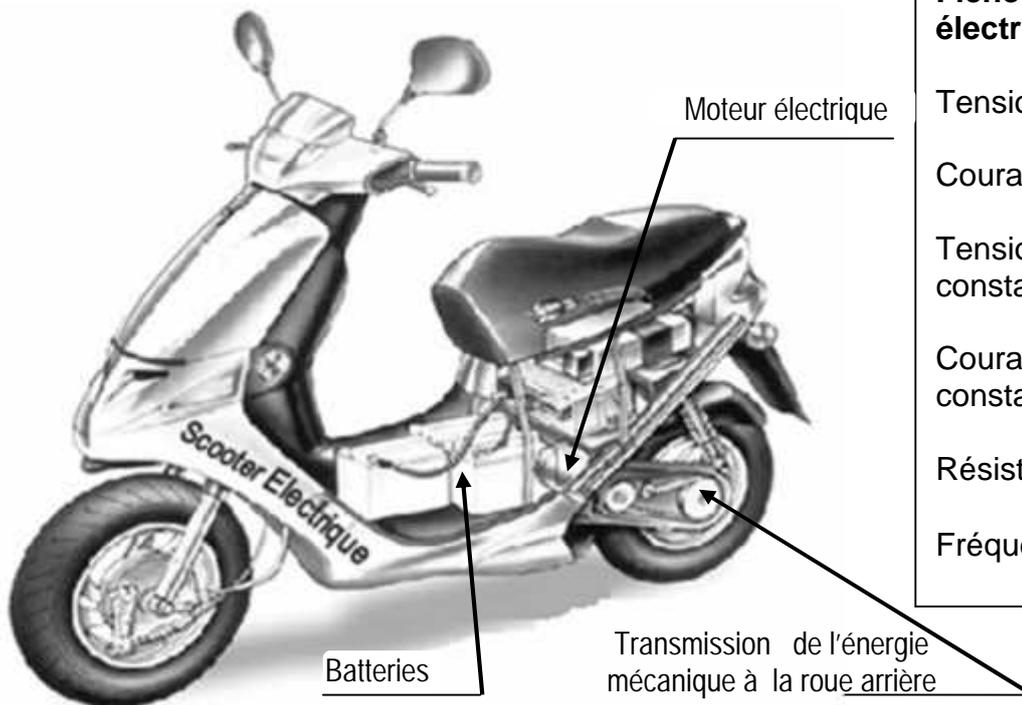
- A. Partie mécanique : pages 1/8 , 2/8 , 3/8 et 4/8 (10 points)
- B. Partie électrique : pages 5/8 , 6/8 , 7/8 et 8/8 (10 points)

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

## SCOOTER ELECTRIQUE

### 1- Présentation du système

Le système à étudier est un scooter à propulsion électrique qui permet en considération des contraintes telle que : l'encombrement, le poids et la protection de l'environnement, tout en offrant des performances comparables à celle d'un scooter thermique.



#### Fiche technique du moteur électrique en régime normal

Tension de l'induit :

$$U_N = 18 \text{ V}$$

Courant de l'induit :

$$I_N = 80 \text{ A}$$

Tension d'excitation constante :

$$U_{exc} = 18 \text{ V}$$

Courant d'excitation constante :

$$I_{exc} = 80 \text{ A}$$

Résistance d'induit :

$$R_a = 0,025 \Omega$$

Fréquence de rotation :

$$N_m = 3840 \text{ tr/min}$$

**Figure 2**

L'énergie motrice de ce scooter est produite par un moteur à courant continu alimenté par un bloc de trois batteries de 6V chacune.

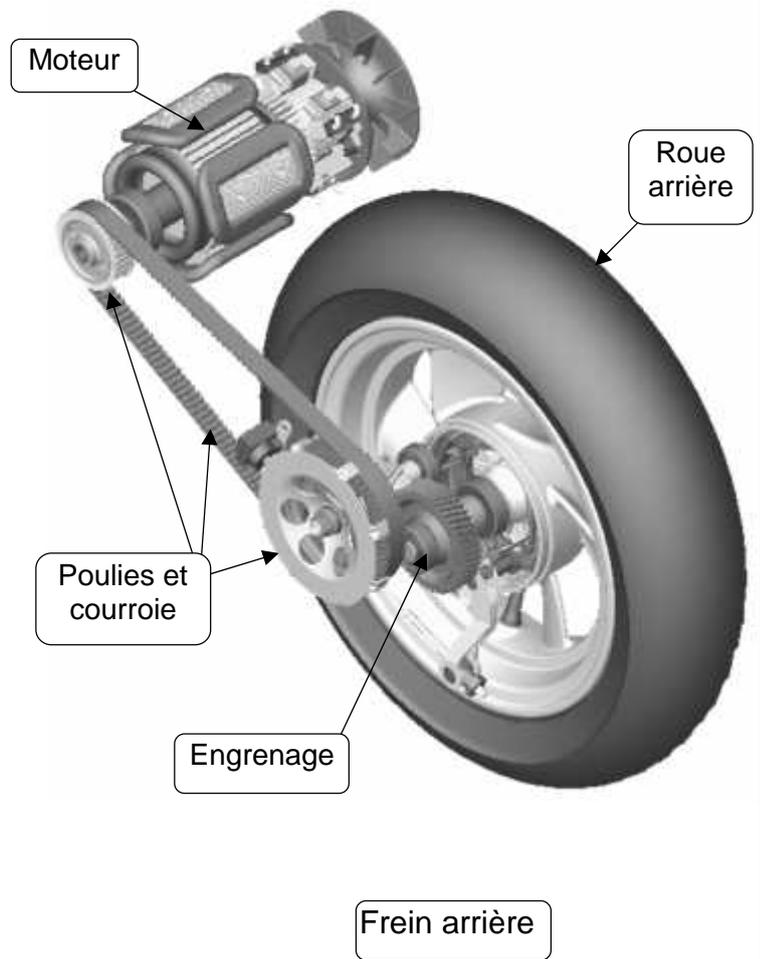
## 2- Description de la transmission.

### a- Motorisation :

Voir figures ci contre et dessin d'ensemble de la page 5/5 du dossier technique.

La transmission du mouvement de l'arbre moteur (4), à la roue arrière du scooter, est assuré par :

- un système poulies et courroie crantées ( 7-12-19 )
- un engrenage cylindrique à denture hélicoïdale ( 18-23 ) .



Eléments	Caractéristiques
<b>Poulies Courroie</b>	Z 7(motrice)=34 dents Z19(réceptrice)=67 dents
<b>Engrenage</b>	Pignon arbré Z18=13 dents Roue de sortie Z23=47 dents
<b>Moteur</b>	Fréquence de rotation : Nm=4075 tr/mn
<b>Roues</b>	Diamètre extérieur du pneu : D =400 mm

### b- Freinage :

Pour des raisons de service ou de sécurité, la chaîne de transmission est équipée d'un dispositif de freinage sur les deux roues. Ce dispositif est constitué essentiellement par les éléments ( 24-27-28-29-30-36-37) du dessin d'ensemble de la page 5/5 du dossier technique. L'action du conducteur sur la manette de freinage provoque le pivotement de la came (28) qui écarte les mâchoires (30) afin de mettre les garnitures (29) en contact avec la jante (27) pour ralentir ou d'arrêter le mouvement du scooter.

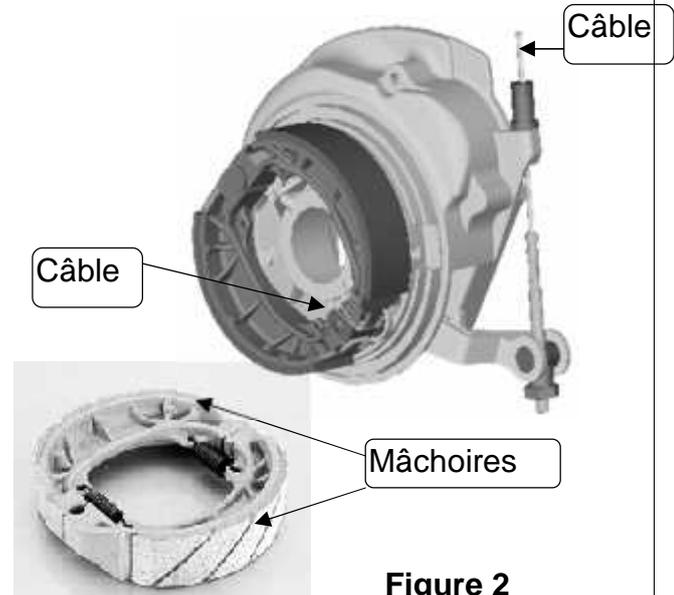


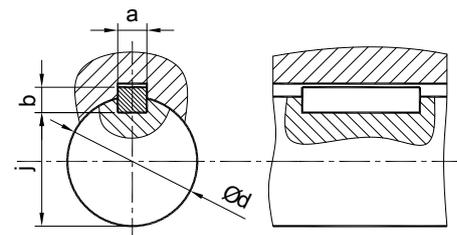
Figure 2

#### Caractéristiques techniques

- type : Frein à Tambour
- Commande par câble et came.
- Diamètre du tambour : 110 mm.
- Garniture en ferodo.

### c- Composant standard

Clavette parallèle			
d	a	b	j
10 à 12	4	4	d-2,5
12 à 17	5	5	d-3
17 à 22	6	6	d-3,5
22 à 30	8	7	d-4



### 3- Equipement électrique du scooter

#### a. Synoptique du circuit commande

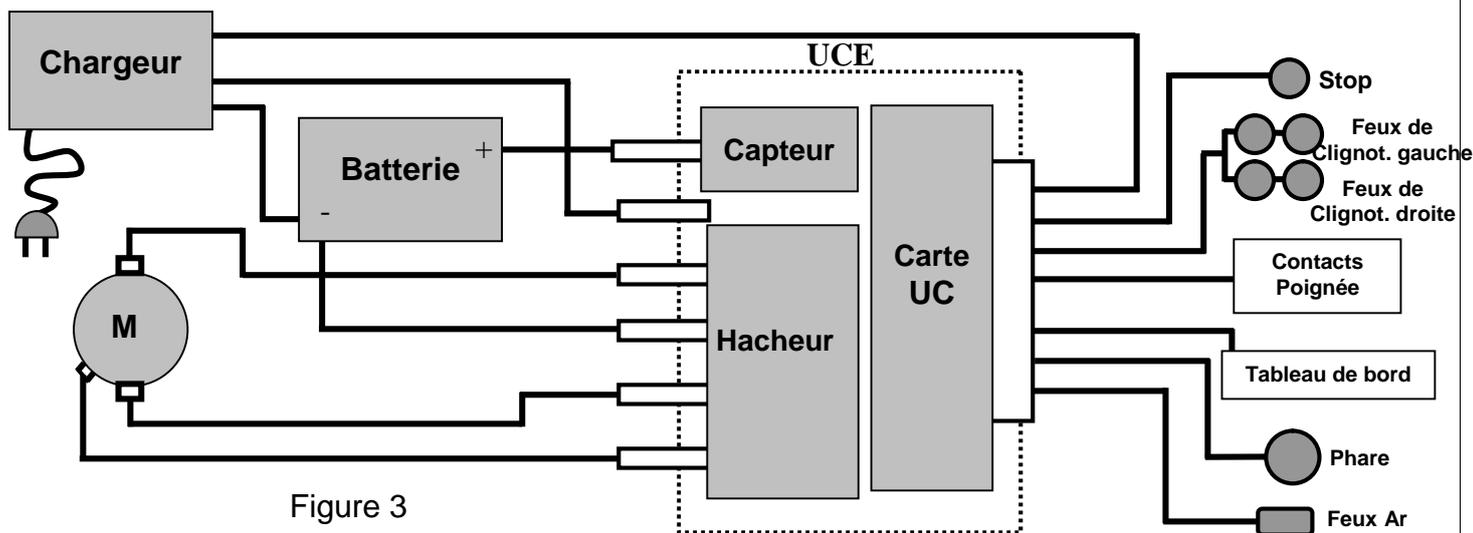


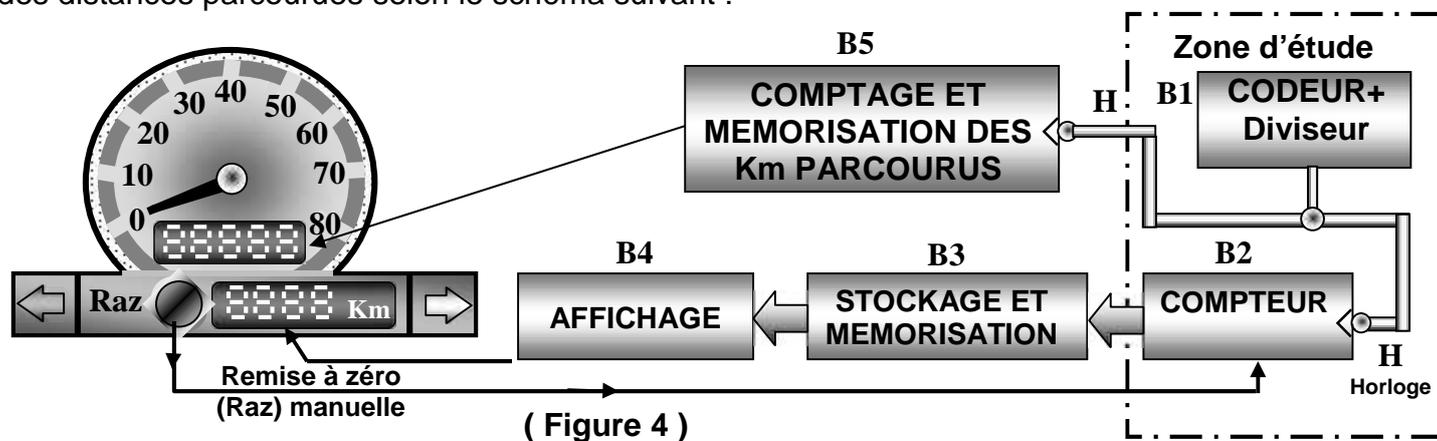
Figure 3

Ce circuit est constitué par :

- Un chargeur : Placé sous la selle et muni d'un cordon de charge 230v – 16A.
- Une batterie : Trois monoblocs de batterie (100 Ah / 6 v) rechargeables tous les 100 Km.
- Un moteur (M) à courant continu et à excitation indépendante (voir fiche technique page 1/5).
- Une unité UCE : Unité de commande électronique comportant : des capteurs un hacheur et un microcontrôleur.

#### b. Contrôle de la distance parcourue

Le tableau de bord comprend un tachymètre (indicateur de vitesse) avec un système de comptage des distances parcourues selon le schéma suivant :



L'étude est limitée aux blocs B1 et B2

Bloc B1: Ce bloc est un système électromécanique lié à la roue avant du scooter. Il délivre une impulsion à chaque kilomètre parcouru.

Bloc B2 : Ce bloc est un compteur de kilomètres modulo 1000 qui peut être remis à zéro manuellement par le conducteur du scooter à chaque recharge des batteries par exemple.

#### c. Commande des feux de clignotement:

Le scooter est équipé de 4 feux de direction : deux à gauche et deux à droite (en avant et en arrière). Le conducteur du scooter dispose, au niveau de la poignée du guidon d'un commutateur (Clign) à 3 positions. Ce commutateur une fois positionné à gauche ou à droite par le conducteur, enclenche simultanément à la fréquence de 2 hz, le clignotement des deux feux correspondants accompagné d'un bip sonore. Le retour du commutateur à la position milieu se fait automatiquement après alignement du scooter sur la route.

**d. Circuit de commande des feux de clignotement.**

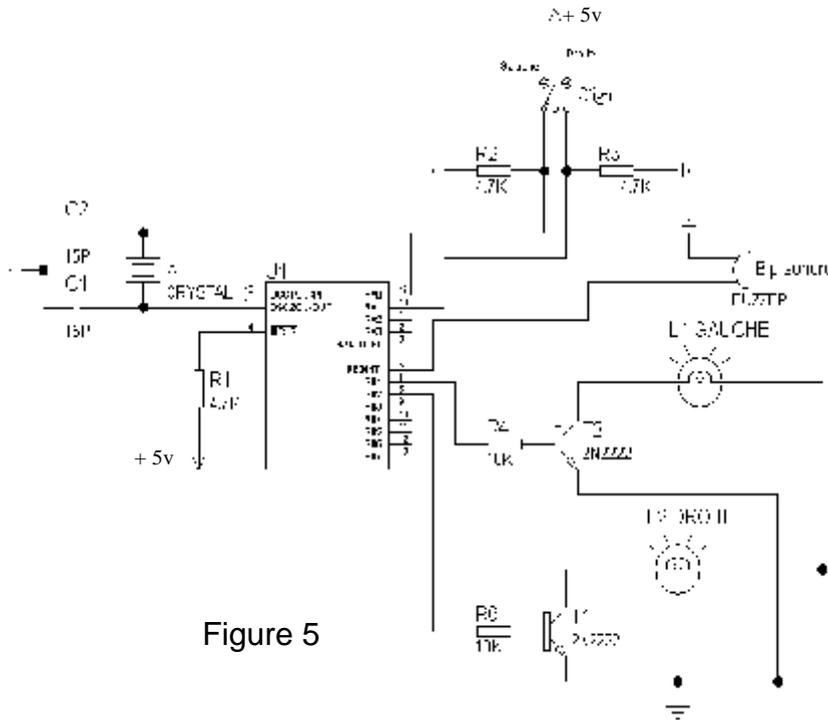


Figure 5

Annexe 1 : Relevé de quelques points de fonctionnement en régime normal.

Points	I (A)	U (v)	n (tr/min)	Tu (Nm)	Pu (W)
P1	50	17,85	4680	1,4	686
P2	70	17,59	4475	2,1	985
P3	80	17,46	4300	2,2	1000
P4	120	16,94	3980	3,8	1596
P5	160	16,42	3610	5,4	2041
P6	300	14,86	2000	14,33	3000

**e. Schéma synoptique de la régulation de vitesse**

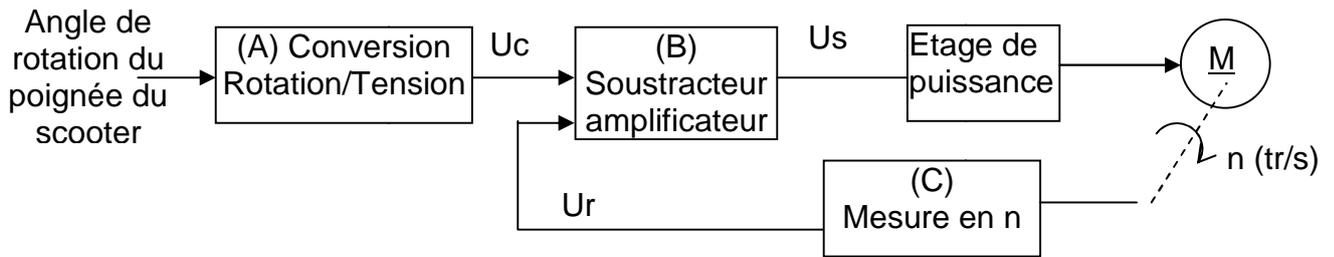
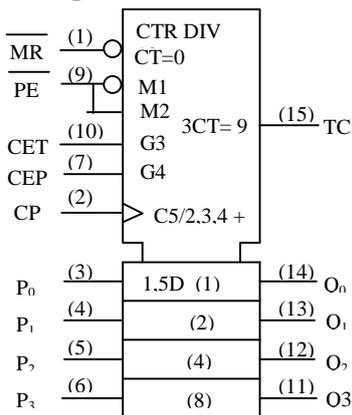


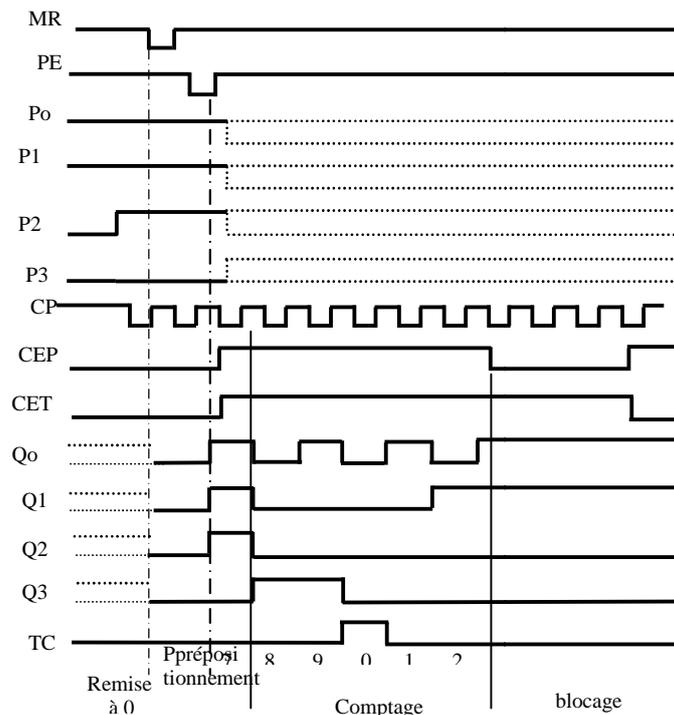
Figure 6

Annexe 2 : brochage de circuit CD 4160

Compteur 4 bits décimal



MR	PE	CEP	CET	Mode
1	0	x	x	Prépositionnement
1	1	0	x	Sans changement
1	1	x	0	Sans changement
1	1	1	1	Comptage
0	x	x	x	Remise à zéro



## B / Partie électrique:

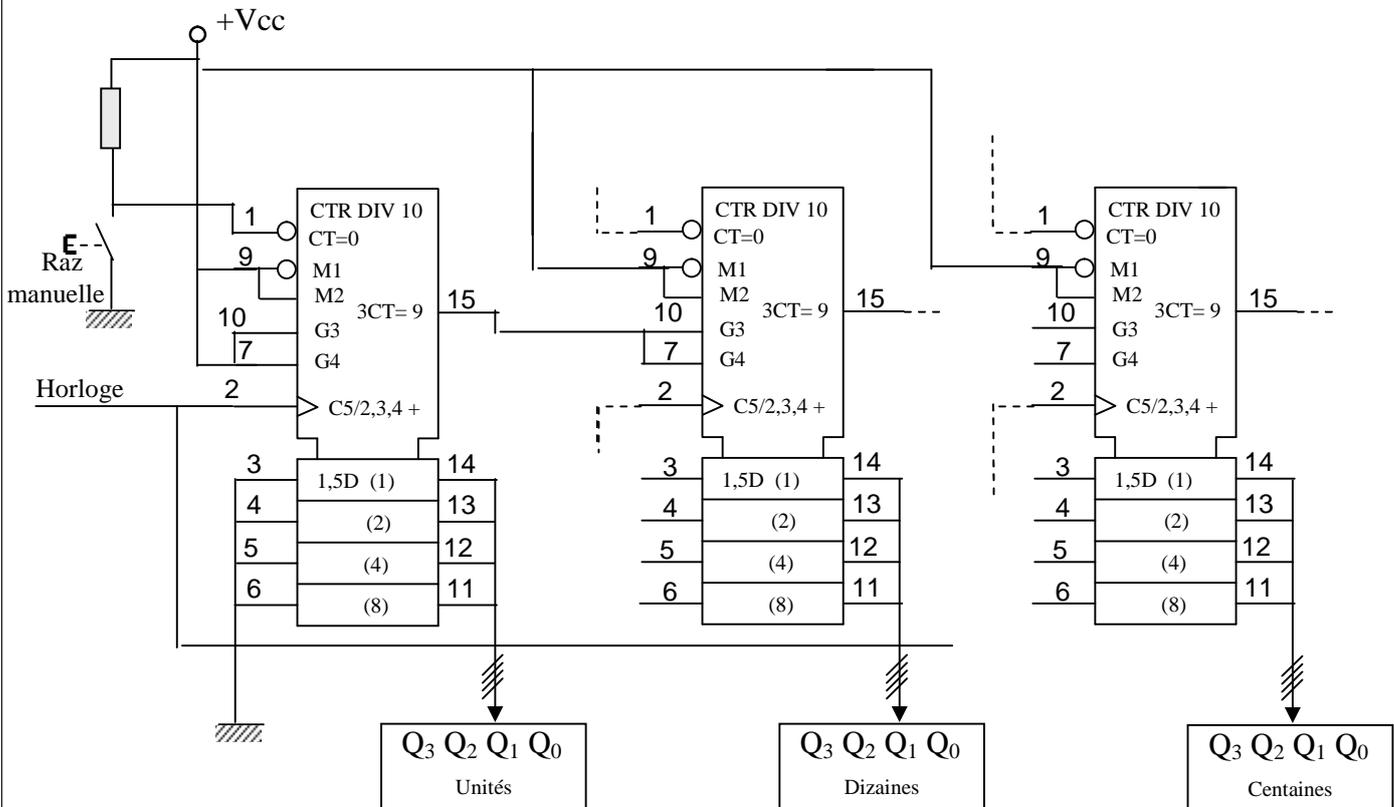
### 1. Etude du système de comptage.

Le bloc B2 est un compteur synchrone modulo 1000 à base de circuits intégrés : 4160.

a - En se référant aux pages 3/5 et 4/5 (Annexe 2) dossier technique, compléter les éléments du tableau relatifs au circuit CD 4160

Broches	Désignation	Rôle	Broches	Désignation	Rôle
.....	.....	Entrée de remise à zéro	2	CP	.....
.....	Q3 Q2 Q1 Q0	.....	.....	.....	Entrées de programmation

b - Compléter le câblage suivant du compteur B2



### 2. Etude de la commande des feux de clignotement.

A partir de la figure 5 du dossier technique page 4/5 :

a - Identifier le type d'horloge utilisé.

NB : Le microcontrôleur gère plusieurs fonctions, on s'intéresse ici uniquement à la gestion des feux de clignotement par ce dit circuit

b - Compléter les affectations des deux registres TRIS A et TRIS B.

TRIS A	0	0	0	RA <sub>4</sub>	RA <sub>3</sub>	RA <sub>2</sub>	RA <sub>1</sub>	RA <sub>0</sub>
	0	0	0	0	0	0	.....	.....
TRIS B	RB <sub>7</sub>	RB <sub>6</sub>	RB <sub>5</sub>	RB <sub>4</sub>	RB <sub>3</sub>	RB <sub>2</sub>	RB <sub>1</sub>	RB <sub>0</sub>
	0	0	0	0	0	.....	.....	.....

c – Compléter l'algorithme et le programme en Mikropascal assurant la commande des feux de clignotement.

Algorithme du clignotant

```

Début
  TRISA ← $ .....
  ..... ← $ .....
  PORTB ← 0 ; // Initialisation du port B à 0
  Tanque ( 1=1) faire
    Début
      Si (PortA.0=1) alors
        Début
          .....
          .....
          .....
          .....
          Attente (250 ms) ;
        Fin Si
      Si non
        Si (PortA.1=1) alors
          Début
            PORTB.0 ← 1 ;
            PORTB.2 ← 1 ;
            Attente (250 ms) ;
            PORTB.0 ← 0 ;
            PORTB.2 ← 0 ;
            Attente (250 ms) ;
          Fin Si ;
        Fin Faire ;
    Fin.
  
```

```

program CLIGNOTANT;
begin
  TRISA := $.....
  ..... := $.....
  PORTB:=0; // Initialisation du port à zéro
  .....(1=1) .....
  BEGIN
    IF (PORTA.0=1) THEN
      BEGIN
        PORTB.0:=.....
        PORTB.1:=.....
        DELAY_MS (250);
        PORTB.0:=.....
        PORTB.1:=.....
        .....
      END
    ELSE
      IF (PORTA.1=1)THEN
        BEGIN
          PORTB.0:=1;
          PORTB.2:=1;
          DELAY_MS (250);
          PORTB.0:=0;
          PORTB.2:=0;
          DELAY_MS (250);
        END;
      END;
    END.
  
```

### 3. Etude du moteur électrique d'entraînement.

Après démarrage (régime normal) et à une vitesse de 45 km/h le moteur doit fournir une puissance de 1000 W à 3840 tr/min.

En se référant au dossier technique page 1/5 (fiche technique) et page 4/5 (annexe 1), déduire le point de fonctionnement qui correspond à ce régime et compléter le tableau ci-dessous.

point de fonctionnement	I(A)	U(V)	Pa(W)	Pu(W)	$\eta\%$
.....	.....	.....	.....	.....	.....

b- Sachant que la f.c.é.m.  $E$  du moteur est proportionnelle à sa fréquence de rotation  $n$  en tr/s ( $E=K.n$ ). Calculer pour ce point de fonctionnement :

- la valeur de la f.c.é.m.  $E$ ;
- la valeur du coefficient de proportionnalité  $K$

c- Montrer que la fréquence de rotation  $n$  (en tr/s), l'intensité du courant  $I$  (en Ampère) et la tension d'alimentation  $U$  (en volt) sont liés par la relation numérique :  $n=4.U-0,1.I$

d- Démontrer que le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$  est proportionnel à l'intensité du courant absorbé par l'induit  $T_{em} = K'.I$ . Calculer la valeur du coefficient de proportionnalité  $K'$  et préciser son unité.

e- L'expression liant le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$  à la fréquence de rotation  $n$  (en tr/s) et à la tension d'induit  $U$  (en V) peut se mettre sous la forme  $T_{em} = a.U - b.n$

Déduire les valeurs de  $a$  et  $b$  sans préciser leur unité.

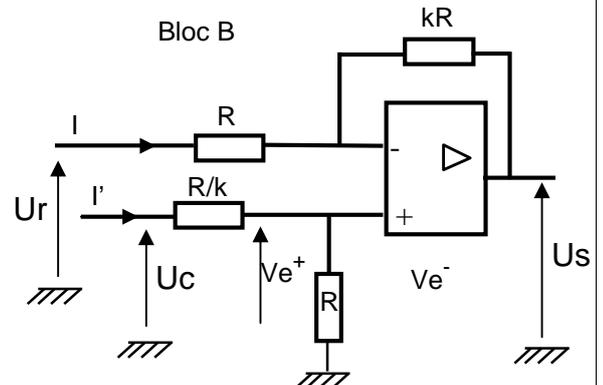
### 4 – Régulation de vitesse du moteur.

Après le démarrage du scooter, le conducteur choisit une vitesse qui restera quasi constante quelque soit la pente de la route (Moteur asservi en vitesse).

Le schéma synoptique présenté par la figure 6 de la page 4/5 du dossier technique permet l'étude de la chaîne de régulation de la vitesse en régime permanent.

a- Etude du bloc (B)

a – 1-Exprimer  $V_{e^+}$  en fonction de  $k$  et  $U_c$



a – 1- Exprimer  $I$  en fonction de  $U_r$ ,  $U_s$ ,  $k$  et  $R$

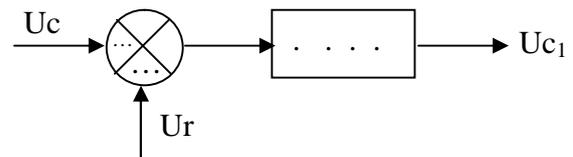
a – 3-Exprimer  $V_e^-$  en fonction de  $U_r$ , R et I pui en fonction de  $U_r$ ,  $U_s$  et k

.....  
 .....  
 .....

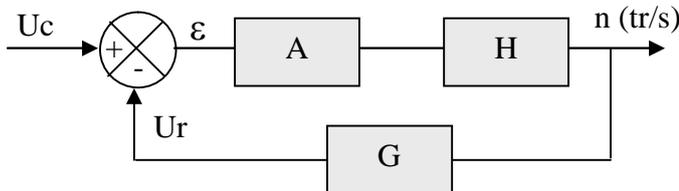
a – 3- L'amplificateur est supposé idéal ( $V_e^+ = V_e^-$ ), exprimer  $U_s$  en fonction de  $U_c$ ,  $U_r$  et k

.....  
 .....  
 .....

b – Compléter le schéma fonctionnel correspondant à l'équation trouvée en a-4.



c - On donne ci-dessous le schéma fonctionnel de l'asservissement du moteur.



H : Transmittance du moteur M et de son étage de puissance.

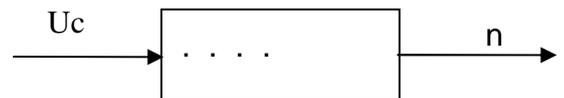
G : Transmittance du capteur de vitesse.

k : Transmittance du régulateur.

On donne  $H = 12 \text{ (tr.v}^{-1}.s^{-1})$  ;  $G = 0,25 \text{ (tr}^{-1}.v.s)$ .

Exprimer la transmittance globale T du système en fonction de A en remplaçant H et G par leurs valeurs.

.....  
 .....  
 .....



d - Pour les deux valeurs de A et pour  $U_c = 17 \text{ V}$ , Compléter le tableau ci-dessous.

A	T	n	$U_r$	$\epsilon\%$
4	.....	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....	.....

b - En exploitant les résultats du tableau précédent compléter la phrase suivante par les termes qui conviennent parmi les mots suivants ; augmente, diminue, stable, rapide, précis.

Lorsque la transmittance A du régulateur augmente, l'erreur relative..... et

le système devient plus .....

**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**Epreuve : TECHNOLOGIE**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient: 3**

**Constitution du sujet :**

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

**Travail demandé :**

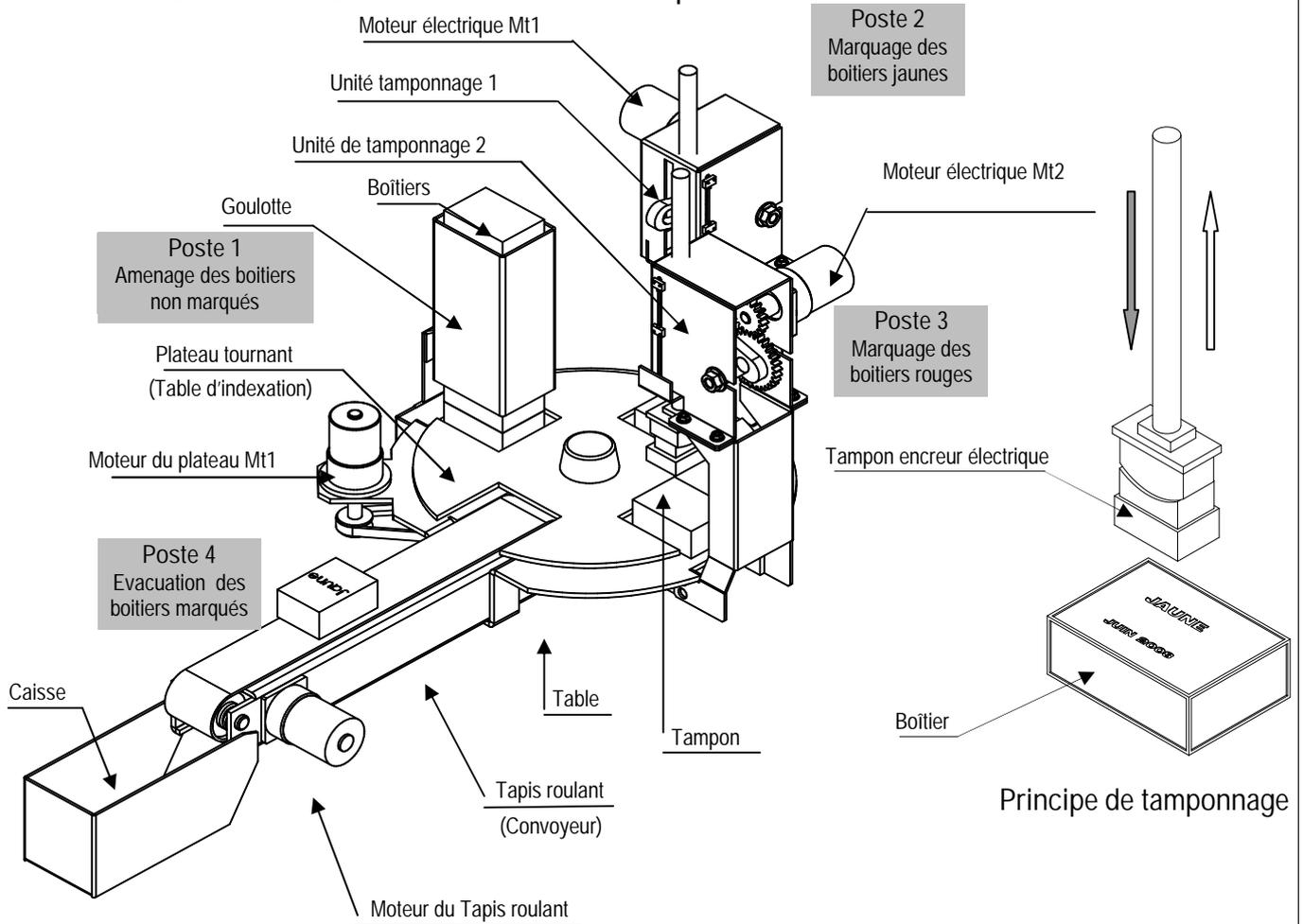
- A. Partie (génie mécanique) : pages 1/8-2/8-3/8 et 4/8 (10 points)
- B. Partie (génie électrique) : pages 5/8-6/8-7/8 et 8/8 (10 points)

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

**SYSTEME AUTOMATISE DE MARQUAGE DE BOITERS**

**1- Présentation du système :**

Le schéma ci-dessous représente un système permettant de tamponner des boîtiers rectangulaires avec deux motifs différents suivant la couleur de chaque boîtier.



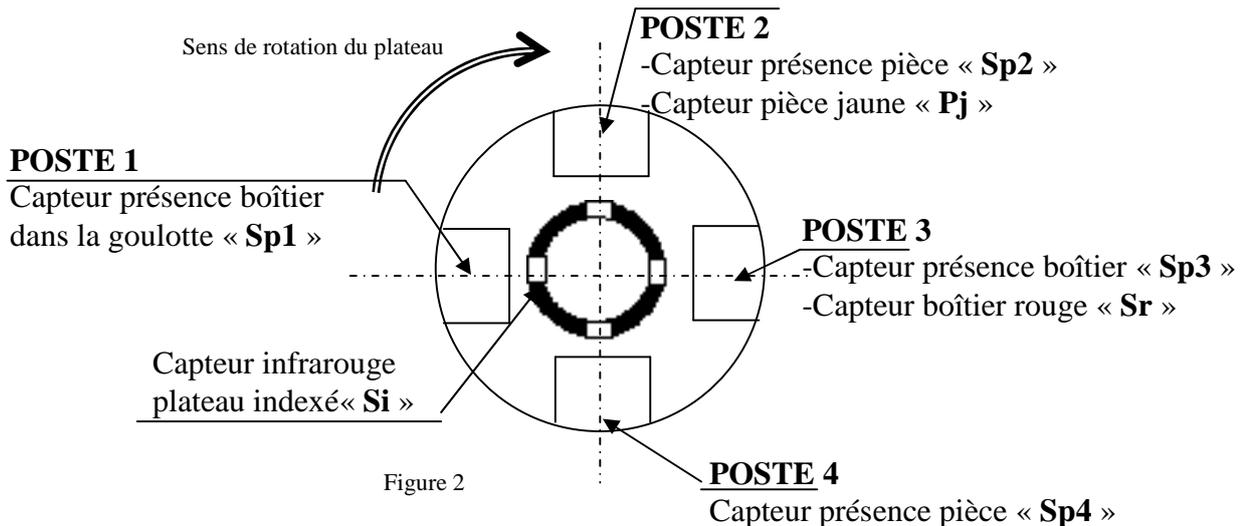
Ce système est composé de quatre postes :

- Poste 1 :** Une Goulotte d'alimentation permettant d'alimenter le plateau tournant par des boîtiers de couleurs différentes, jaune et rouge.
- Poste 2 :** Une unité de tamponnage 1 permettant de tamponner les boîtiers jaunes.
- Poste 3 :** Une unité de tamponnage 2 permettant de tamponner les boîtiers rouges.
- Poste 4 :** Un convoyeur (Tapis roulant) permettant l'évacuation des boîtiers marqués.

L'aménagement des boîtiers aux différents postes est assuré par un plateau tournant.

## 2- Fonctionnement du système de marquage de boîtiers :

### 2.1. Disposition des capteurs au niveau du plateau tournant



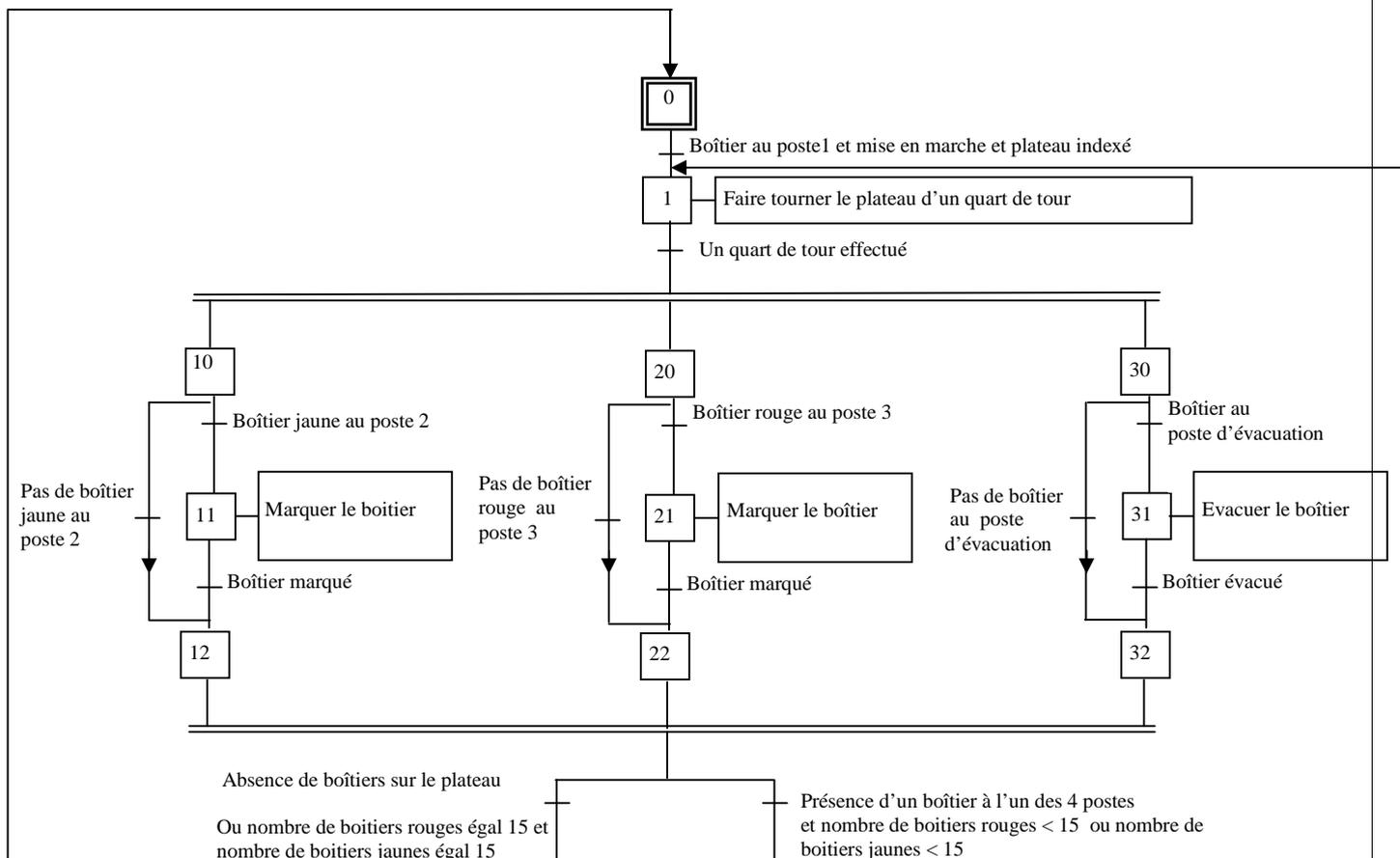
### 2.2. Description temporelle

La goulotte, située au dessus du plateau tournant, reçoit des boîtiers de deux couleurs différentes, jaune et rouge. L'appui sur le bouton de mise en marche **Dcy**, provoque la rotation du plateau tournant par un quart de tour dans le sens horaire pour amener les boîtiers aux différents postes. L'action de marquage des boîtiers jaunes, des boîtiers rouges et de l'évacuation se déroulent simultanément à chaque quart de tour effectué par le plateau tournant.

L'unité de tamponnage 1 (poste2), ne fonctionne qu'en présence d'un boîtier jaune (la présence d'un boîtier rouge n'a pas d'effet sur ce poste).

L'unité de tamponnage 2 (poste3), ne fonctionne qu'en présence d'un boîtier rouge (la présence d'un boîtier jaune n'a pas d'effet sur ce poste).

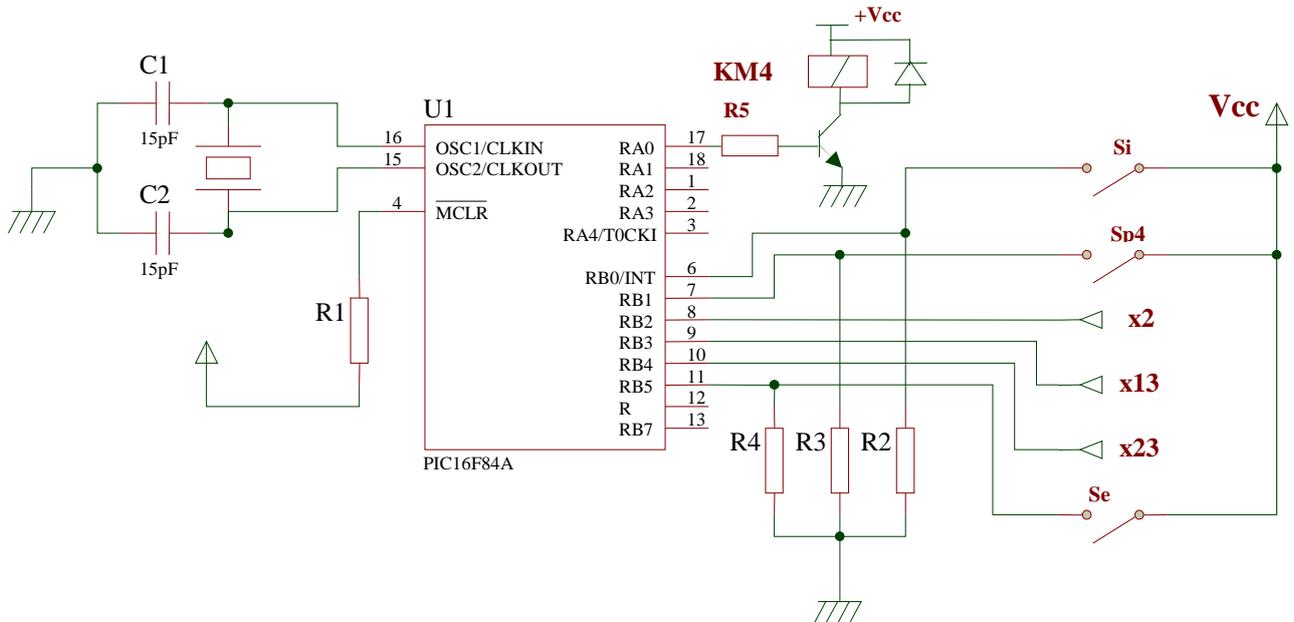
L'unité d'évacuation (poste4), ne fonctionne qu'en présence d'un boîtier rouge ou jaune



### 2.3. Identification des actionneurs et des capteurs :

Désignation		Actionneur	Préactionneur	Capteur
Rotation plateau	Plateau indexé	Mt1	KM1	Si
Tamponnage 1	Boîtier au poste 2			Sp2
	Boîtier jaune			Sj
	Descente tampon	Mt2	KM <sub>21</sub>	S <sub>21</sub>
	Montée tampon		KM <sub>20</sub>	S <sub>20</sub>
Tamponnage 2	Boîtier au poste 3			Sp3
	Boîtier rouge			Pr
	Descente tampon	Mt3	KM <sub>31</sub>	S <sub>31</sub>
	Montée tampon		KM <sub>30</sub>	S <sub>30</sub>
Evacuation	Boîtier au poste 4	Mt4	KM4	Sp4
	Boîtier évacué			Se
S15r = 1 lorsque le nombre de boîtier rouges atteint 15				
S15j = 1 lorsque le nombre de boîtier jaunes atteint 15				
P1 : capteur présence boîtier dans la goulotte. Dcy : bouton de mise en marche				

### 2.4. Circuit de commande du moteur d'évacuation « Mt4 »



**Xi** : sont des variables binaires associées aux étapes Xi du GRAFCET (exemple : X13 est la variable binaires associées à l'étape 13)

### 2.5. Caractéristiques du moteur Mt4

Le moteur Mt4 du tapis roulant est à courant continu à excitation indépendante et constante :

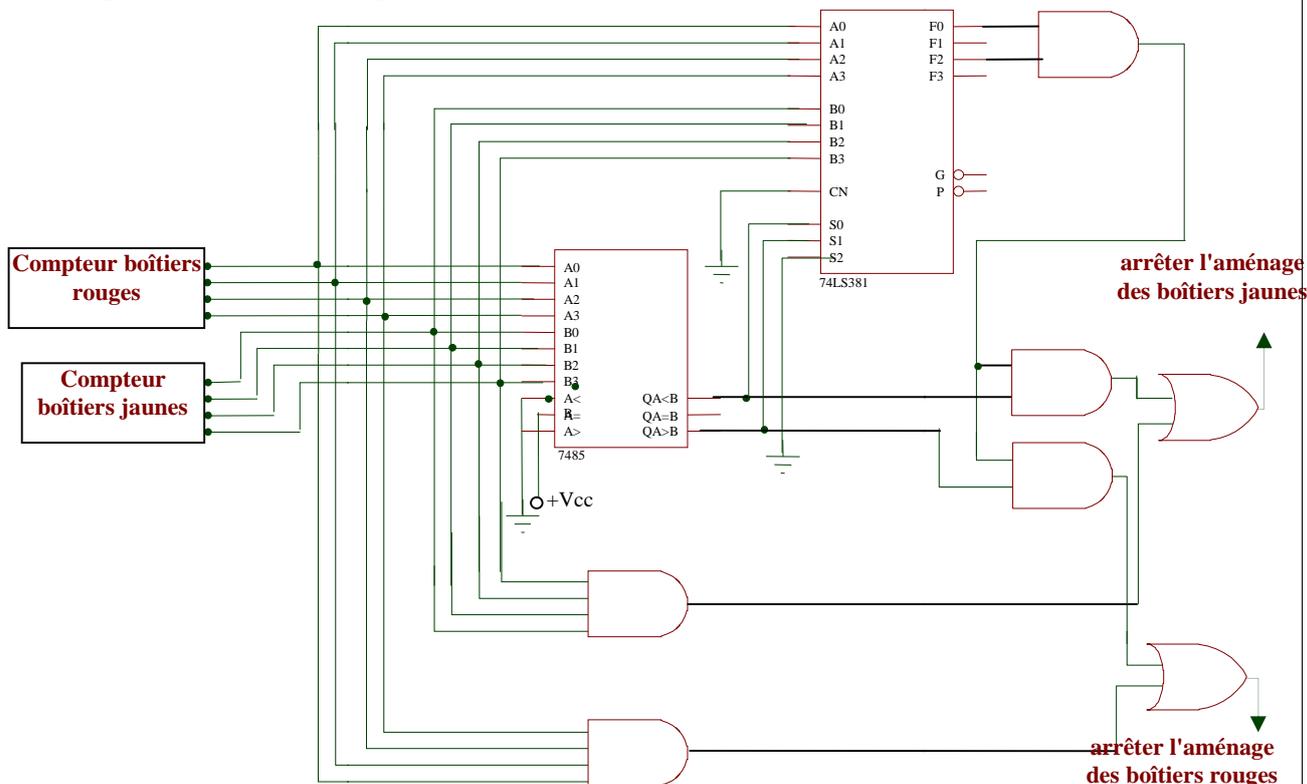
Tension aux bornes de l'induit :	$U = 100 \text{ V}$
Intensité du courant circulant dans l'induit :	$I = 8 \text{ A}$
Résistance de l'induit :	$R = 1,25$
Fréquence de rotation :	$n = 1500 \text{ tr/min}$
Tension aux bornes de l'inducteur :	$u = 200 \text{ V}$
Résistance de l'inducteur :	$r = 400$

### 3- Gestion des pièces dans la goulotte d'alimentation :

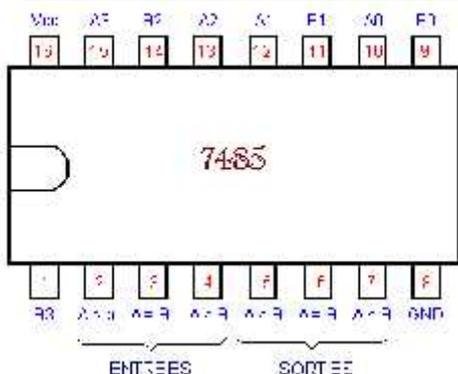
Un système d'aménagement de boîtiers (non représenté) permet de placer dans la goulotte 15 boîtiers jaunes et 15 boîtiers rouges. Pour cela on doit arrêter l'aménagement des pièces jaunes dès que le nombre 15 est atteint (le capteur S15j=1), il est de même pour les boîtiers rouges (le capteur S15r=1).

On désigne par **A** : le nombre de pièces jaunes et par **B** : le nombre de pièces rouges et par **F** la différence absolue entre les nombres de boîtiers jaunes et rouges.

Pour équilibrer le flux d'aménagement des boîtiers jaunes et rouges vers la goulotte d'alimentation, on se propose de limiter la différence absolue entre les nombres de boîtiers jaunes et rouges à cinq, pour cela on exploite les signaux délivrés par la carte électronique suivante.



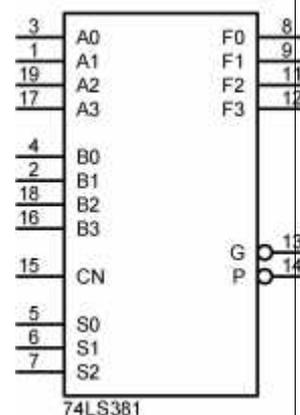
Le circuit **7485** est un comparateur de deux nombres à quatre bits



A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	F3	F2	F1	F0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Le circuit **74LS381** est une Unité Arithmétique et Logique à 4 bits dont on donne la table de vérité

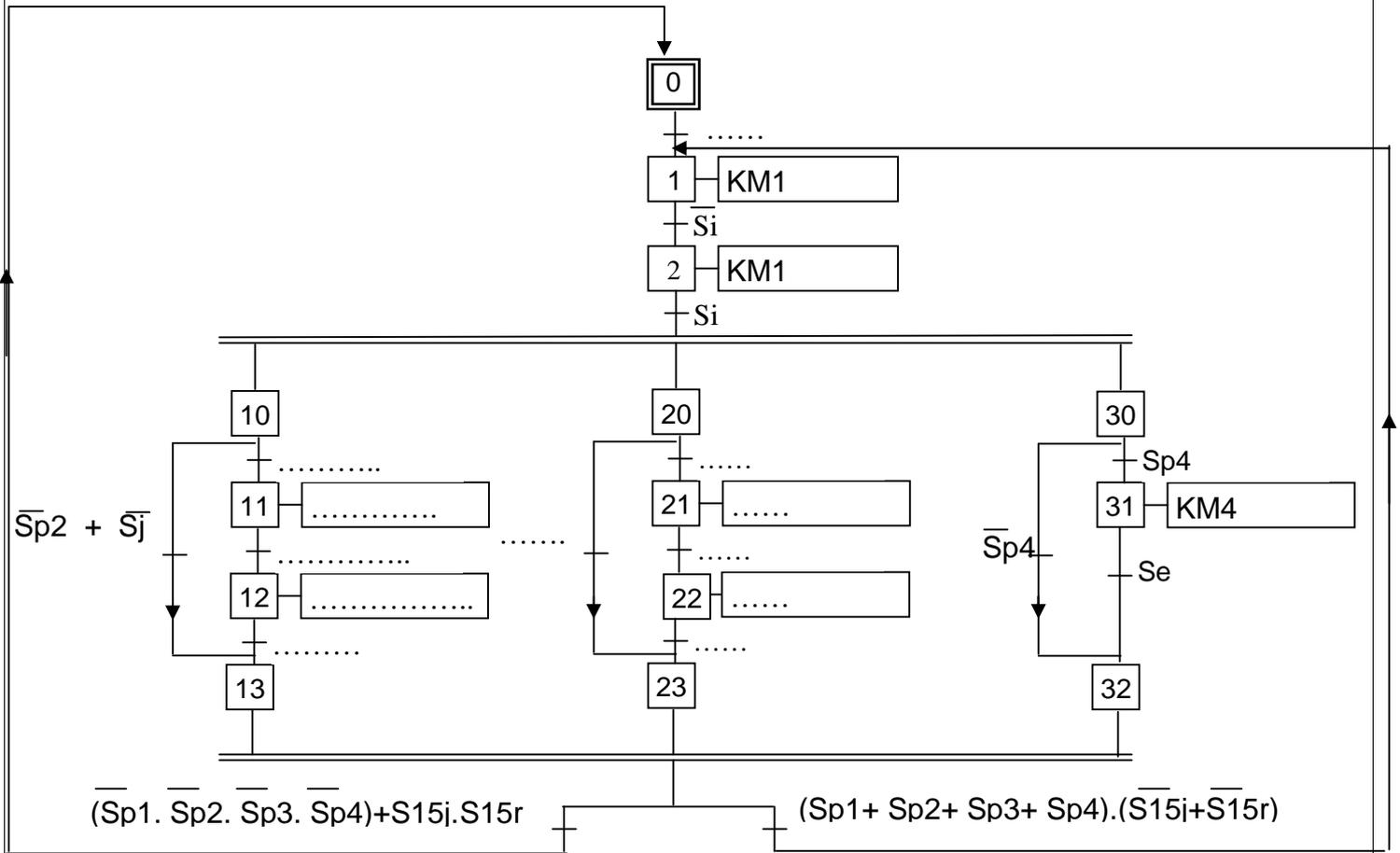
Entrées de sélection			Opération réalisée
S2	S1	S0	
0	0	0	F = 0000
0	0	1	F = B - A
0	1	0	F = A - B
0	1	1	F = A plus B
1	0	0	F = A XOR B
1	0	1	F = A OU B
1	1	0	F = A ET B
1	1	1	F = 1111



**B – PARTIE GENIE ELECTRIQUE (10 points)**

**1. Description temporelle du système**

En se référant au GRAFCET d'un point de vue système et au tableau d'identification des actionneurs et des capteurs (pages 2/7 et 3/7 du dossier technique), compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande.

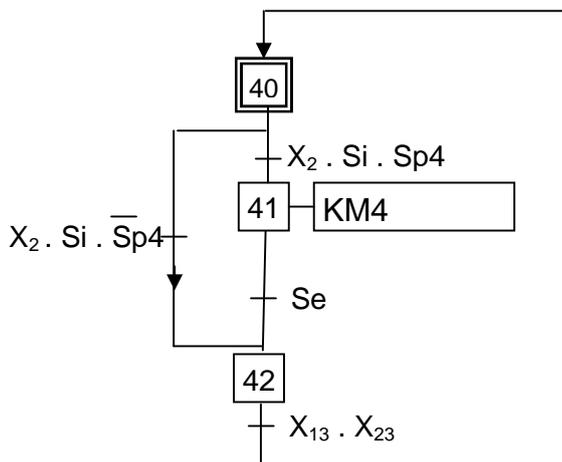


**2. Commande du moteur Mt4**

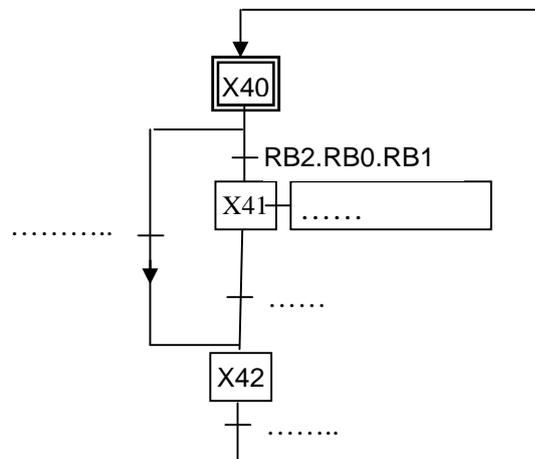
On se propose de commander le moteur d'évacuation des pièces « Mt4 » par un microcontrôleur PIC 16F84, pour cela on remplace la séquence 30, 31 et 32 par le GRAFCET ci dessous.

2.1. A partir du circuit de commande du moteur « Mt4 » (Voir dossier technique page 3/7) compléter le GRAFCET codé microcontrôleur.

**GRAFCET PC**



**GRAFCET PC codé microcontrôleur**



2.2. compléter le programme relatif à la commande du moteur Mt4

```

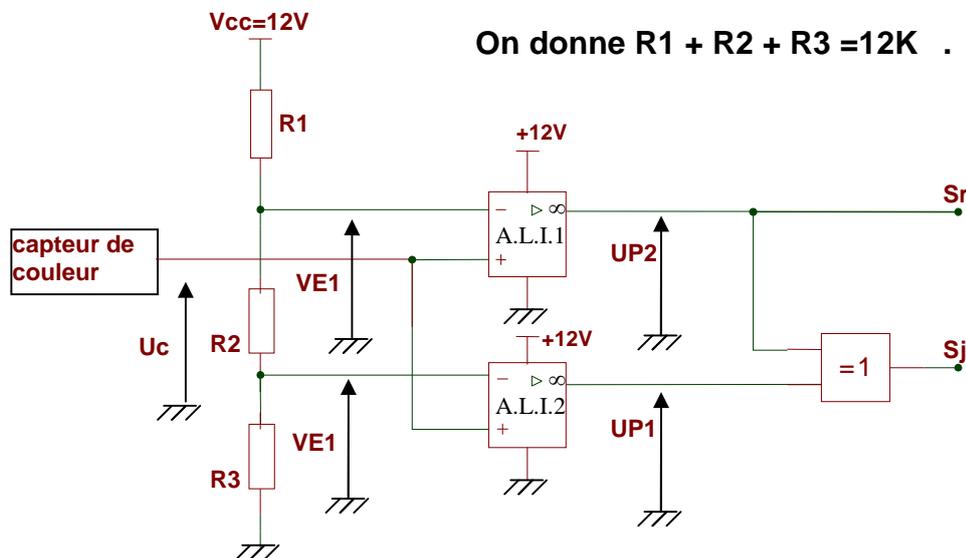
program évacuation;
Var X40,X41,X42 :byte ;
begin
TrisA := $FE ; // RA0 sorties ; les autres broches sont des entrées.
TrisB := $FF ; // Toutes les broches du port B sont des entrées.
PortA:= 0 ; // état initial des sorties.
X40:=1; // Initialement l'étape " X30 " est active.
X41:=0; // Initialement l'étape " X31 " est non active.
X42:=0; // Initialement l'étape " X32 " est non active.
while (1=1) do // Boucle infinie.
  begin
    if ((X40 =1) and (Portb.0=1)and (Portb.1=1) and (Portb.2=1)) then
      begin
        X40:=0; // Désactivation de l'étape " X40 ".
        X41:=1; // Activation de l'étape " X41 ".
      end ;
    if (((X41 =1) and (.....))or ((.....)and (.....)and (.....)and(.....)))then
      begin
        X41:=0;
        X40:=0;
        X42:=1;
      end ;
    if ((X42 =1) and (Portb.3=1)and (Portb.4=1)) then
      begin
        .....
        .....
      end ;
    if (X41=1) then ..... else ..... ;
  end;
end.

```

**3. Identification des couleurs de boîtiers**

On donne le circuit d'identification des couleurs de boîtiers.

La tension fournie par le capteur est appliquée aux deux A.L.I (supposés parfaits).



3.1.a - Exprimer  $VE1$  puis  $VE2$  en fonction de  $V_{cc}$ ,  $R1$ ,  $R2$  et  $R3$ .

$VE1 = \dots\dots\dots$

$VE2 = \dots\dots\dots$

b - Sachant que  $VE1 = 2V$ , calculer  $R3$ .

.....

c - Sachant que  $VE2 = 3V$ , calculer  $R2$ .

.....

.....

3.2. Le capteur de couleur délivre une tension  $U_c$ .

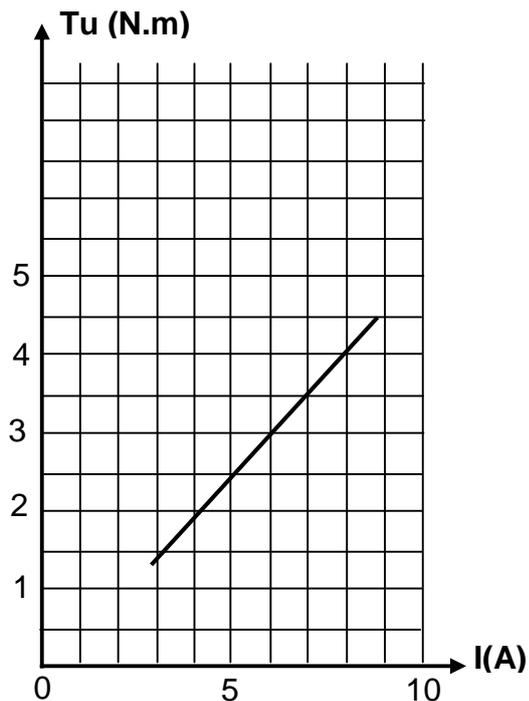
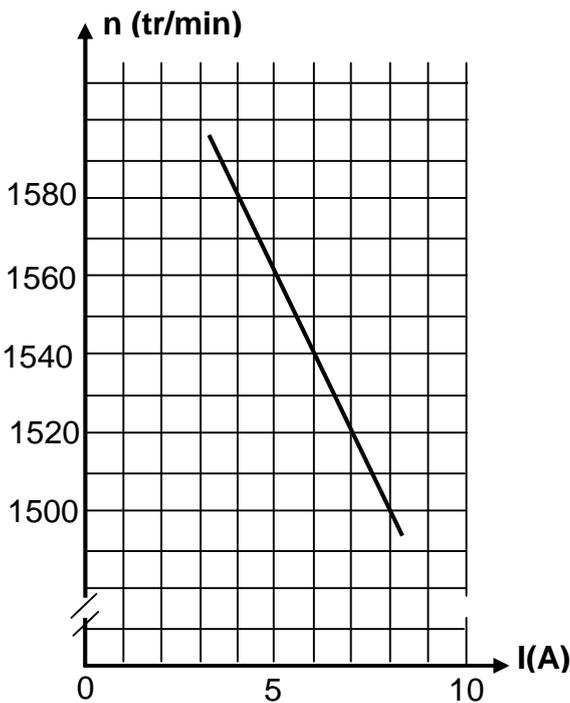
- $U_c = 2,5V$  si la pièce est jaune.
- $U_c = 3,5V$  si la pièce est rouge.
- $U_c = 0V$  s'il n'y a pas de pièce devant le capteur.

Compléter le tableau suivant :

	$U_c(V)$	$UP1(V)$	$UP2(V)$	Etat logique	
				$S_j$	$S_r$
Pièce jaune					
Pièce rouge					
Pas de pièce					

4. Etude du moteur Mt4 :

On donne les caractéristiques  $n=f(I)$  et  $Tu=f(I)$  à tension d'alimentation  $U$  constante et à flux constant.



**4.1. Fonctionnement nominal :**

A partir des caractéristiques nominales de ce moteur, (voir dossier technique page 3/7), calculer :

- a- la puissance  $P_{ar}$  absorbée par l'induit : . . . . .
- b- les pertes par effet joule  $P_{jr}$  dans l'induit : . . . . .
- c- la puissance utile  $P_u$  sachant que l'ensemble des pertes collectives  $P_C$  valent 80 W.
- d- la puissance absorbée par l'inducteur ( $P_{as}$ )
- e- la puissance absorbée par le moteur. ( $P_{at}$ )
- f- le rendement du moteur

**4.2. - Fonctionnement en charge :**

Lors de l'évacuation d'un boîtier, la vitesse du moteur est **1540 tr/min**. A partir des courbes précédentes, déterminer :

- a / le courant absorbé : . . . . .
- b / le couple utile correspondant à cette charge : . . . . .
- c / le rendement du moteur pour cette charge : . . . . .

**5. Gestion d'aménage des pièces dans la goulotte.**

En se référant au schéma de la gestion des pièces dans la goulotte, donné au dossier technique page 4/7).

Compléter le tableau suivant.

	S2 S1 S0	Fonction réalisée par le circuit 74LS381
A>B		
A<B		
A=B		

- On donne : A = 1100 ; B = 1001 calculer F. F= .....
- On donne : A = 1100 ; B = 1101 calculer F. F= .....
- On donne : A = 1100 ; B = 1100 calculer F. F= .....

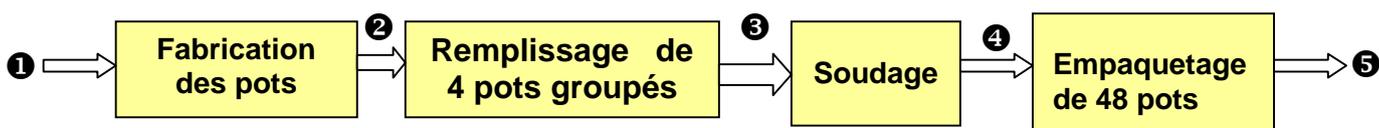
**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**EPREUVE : TECHNOLOGIE**

DURÉE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

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



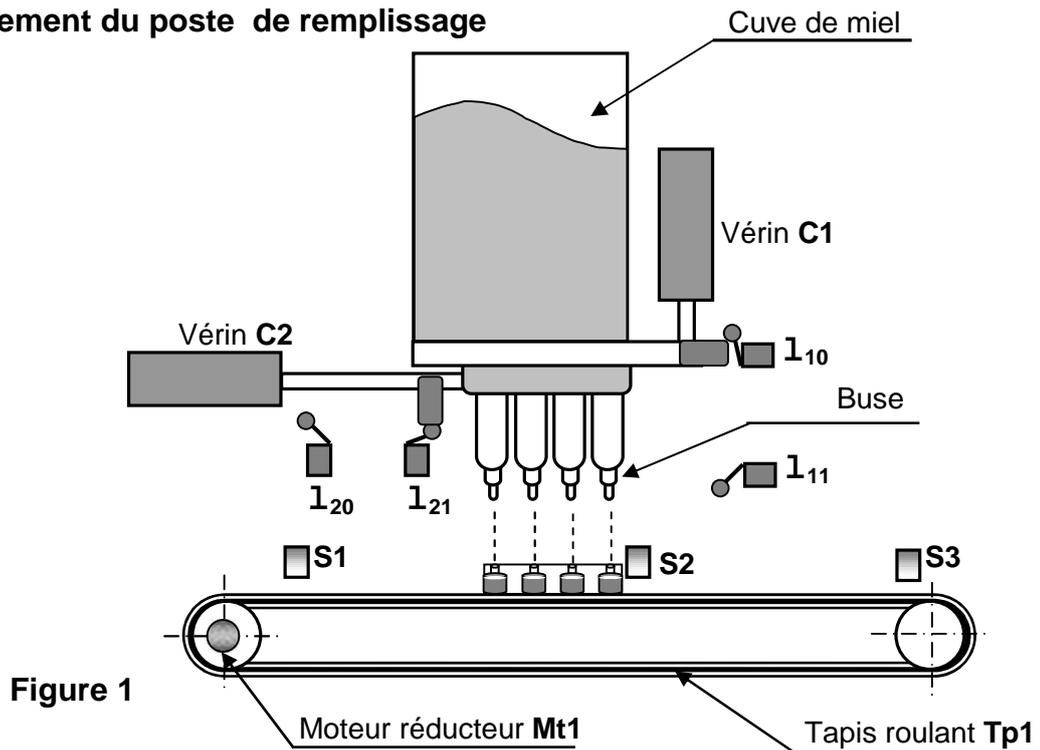
Le pot est le contenant dans lequel est injecté le miel.

- ① Bandes de plastique.
- ② Bandes de 4 pots vides.
- ③ Bandes de 4 pots pleins.
- ④  Groupes de 4 pots soudés.
- ⑤ Paquets contenant 12 groupes de 4 pots chacun.



- Un module du dosage et d'injection du miel dans les pots actionné par le vérin C1;
- Une carte à microcontrôleur permettant la gestion de l'ensemble.

## b- fonctionnement du poste de remplissage



Le miel injecté est d'abord amené à une température de 74°C pour le liquéfier grâce à un circuit d'eau chaude circulant autour de la cuve de miel (Cette température doit être maintenue constante afin de faire fondre le miel sans déformer les pots).

L'arrivée des pots du poste de fabrication auprès d'un capteur **S1** et la condition initiale démarrent le cycle suivant :

- Amener les pots sous les pistons seringues par le tapis roulant **Tp1** entraîné par un moteur réducteur **Mt1** avec une vitesse lente jusqu'à l'action sur le capteur **S2** ;
- Descendre l'ensemble (cuve + buses + vérin C2) par le vérin **C1** ;
- Remplir au miel les quatre pots par la rentrée puis la sortie du vérin **C2** ;
- Remonter l'ensemble (cuve + buses + vérin C2) en position haute par la rentrée du vérin **C1** ;
- Amener les pots remplis par le tapis **Tp1** avec une vitesse rapide jusqu'au poste de soudage et de contrôle détectés par un capteur **S3**.

Le cycle de remplissage se répète à chaque fois qu'un groupe de quatre pots vides se présente auprès du capteur **S1**.

### Remarques :

- Lors de la mise au point du poste, un problème est apparu : le miel étant visqueux, un fil de miel restait à la fin du remplissage entre les buses et le haut des pots. Pour résoudre ce problème, un temporisateur **T (15 s)** a été rajouté.
- La régulation de la température du miel n'apparaît pas dans le GRAFCET.

## 2- Choix technologiques

### a- Tableau d'identification des entrées /sorties

Action	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
amener les pots	Mt1 : Moteur électrique à courant continu à aimant permanent.	KM1 : contacteur vitesse rapide KM2 : contacteur vitesse lente	S1 : présence pots S2 : pots sous buses S3 : pots au poste de soudage
Déplacer l'ensemble cuve + buses + vérin C2	C1 : vérin pneumatique double effet	14M1 Distributeur 5/2 12M1	l <sub>11</sub> : cuve en bas l <sub>10</sub> : cuve en haut
Doser et Injecter le miel	C2 : vérin pneumatique double	14M2 Distributeur 5/2	l <sub>21</sub> : fin d'injection du miel l <sub>20</sub> : fin d'aspiration du miel

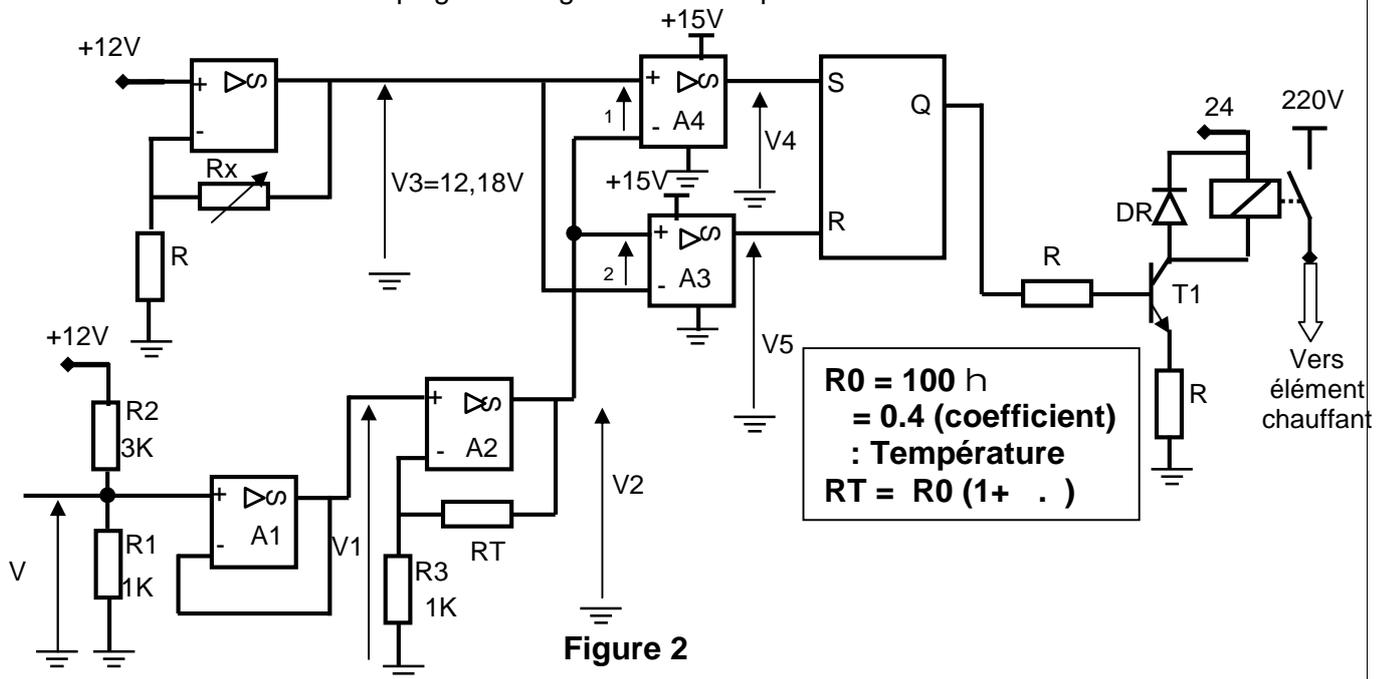
	effet	12M2						
Entrées	Entrées système	S1	S2	S3	I <sub>10</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>20</sub>	I <sub>21</sub>
	Entrées microcontrôleur	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RB0	RB1
Sorties	Sorties système	KM1	KM2	12M1	14M1	12M2	14M2	
	Sorties microcontrôleur	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	
Temporisateur T						t		

### b- Affectation des entrées /sorties au microcontrôleur

### 3- Contrôle de la température de la liquéfaction du miel

Afin de pouvoir remplir les pots en miel, ce dernier doit être liquéfié. Pour cela l'eau chaude circulant autour de la cuve de miel doit être amenée à une température de  $74^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

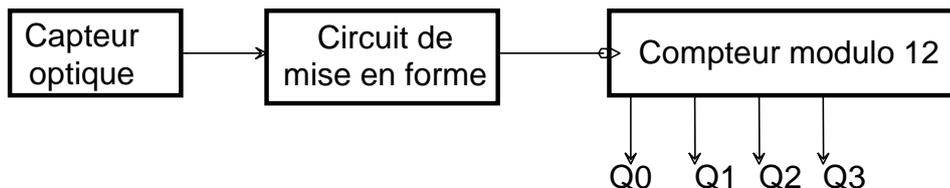
Le schéma structurel de la carte qui gère la régulation en température du circuit d'eau chaude est le suivant :



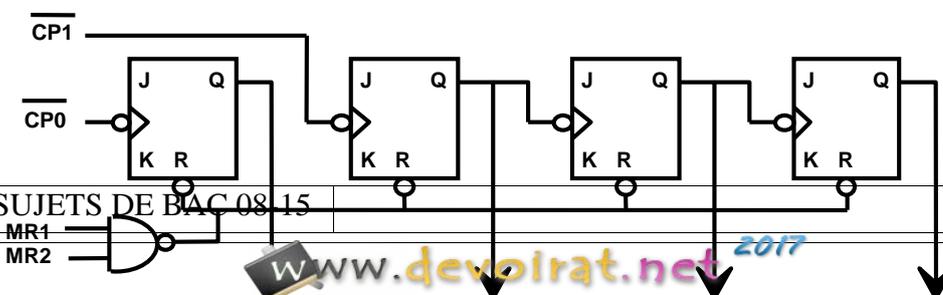
Le capteur de température utilisé est une sonde PT100, la résistance  $R_T$  de ce capteur varie en fonction de la température selon la relation suivante  $R_T = R_0 (1 + r \cdot \Delta T)$ .

### 4- Comptage des pots

Le comptage des groupes de quatre pots est réalisé à l'aide d'un capteur optique associé à un compteur binaire selon la synoptique suivante :



On utilise un compteur à base de circuit intégré 7493 dont le schéma structurel est le suivant :



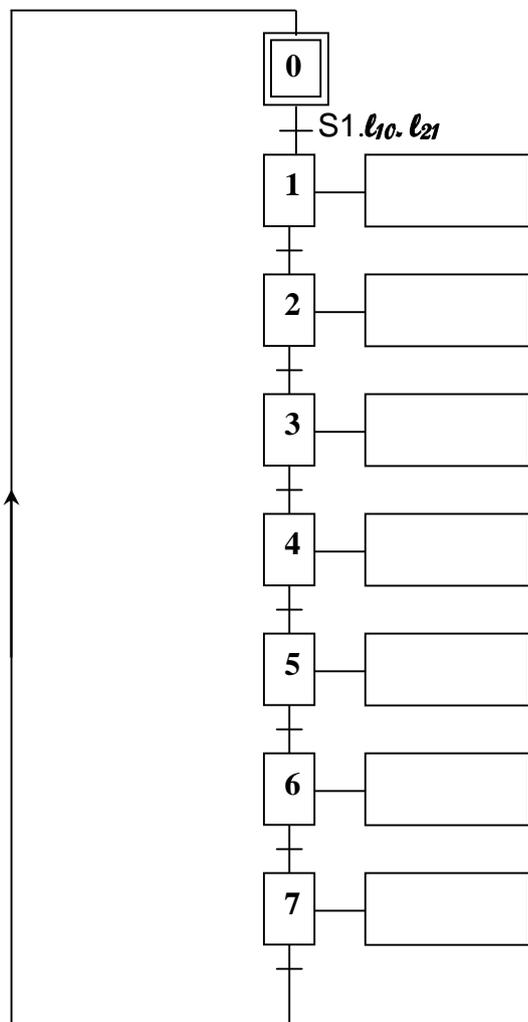
## B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE

### I- Gestion de l'unité de remplissage.

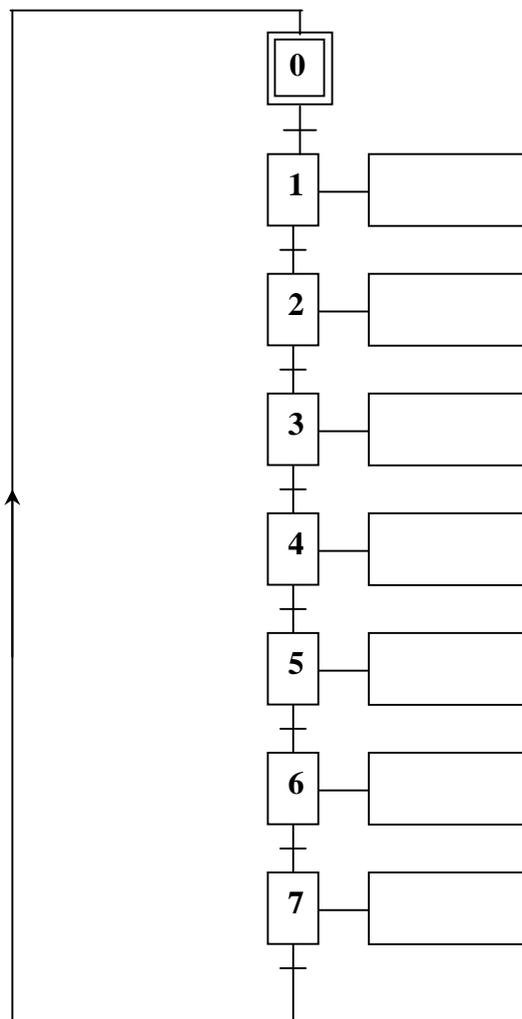
En se référant au dossier technique (pages 1/5, 2/5 et 3/5) :

- 1- compléter le GRAFCET d'un point de vue P.C. et celui codé microcontrôleur.

**GRAFCET d'un point de vue P.C.**



**GRAFCET codé microcontrôleur**



- 2- Pour le microcontrôleur déduire les valeurs affectées au registre TRIS A et au registre TRIS B

Tris A = (.....)<sub>2</sub> = (.....)<sub>16</sub>

Tris B = (.....)<sub>2</sub> = (.....)<sub>16</sub>

3- Compléter le programme en Mikropascal permettant la gestion de l'unité de remplissage avec le microcontrôleur 16F84A.

<b>program</b> remplissage;	
<b>Var</b> x0,x1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,T :byte;	//Déclaration des variables internes
<b>begin</b>	
X0:=1; X1:=0; X2:=0;X3:=0;X4:=0;X5:=0;X6:=0;X7:=0;T:=0;	
trisA:= \$FF; trisB:=\$03;	//Configuration des port A et B
<b>while</b> true <b>do</b>	//Boucle infinie
<b>begin</b>	
<b>if</b> ((X0=1) <b>and</b> (PortA.0=1) <b>and</b> (PortB.1=1) <b>and</b> (PortA.3=1)) <b>then begin</b>	//Activation de X1 et désactivation de X0
X1:=1;X0:=1;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> ( (X1=1) <b>and</b> (PortA.1=1)) <b>then</b>	//.....
<b>begin</b>	.....
X2:=1;X1:=0;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> ( (X2=1) <b>and</b> (PortA.4=1)) <b>then</b>	//Activation de X3 et désactivation de X2
<b>begin</b>	
X3:=1;X2:=0;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> ( (X3=1) <b>and</b> (PortB.0=1)) <b>then</b>	//Activation de X4 et désactivation de X3
<b>begin</b>	
X4:=1;X3:=0;	
<b>end;</b>	
.....	//Activation de X5 et désactivation de X4
.....	
.....	
<b>if</b> ( (X5=1) <b>and</b> (T=1) ) <b>then</b>	//Activation de X6 et désactivation de X5
<b>begin</b>	
X6:=1;X5:=0;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> ( (X6=1) <b>and</b> (PortA.3=1) ) <b>then</b>	//Activation de X7 et désactivation de X6
<b>begin</b>	
X7:=1;X6:=0;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> ( (X7=1) <b>and</b> (PortA.2=1) ) <b>then</b>	//Activation de X0 et désactivation de X7
<b>begin</b>	
X0:=1;X7:=0;	
<b>end;</b>	
<b>if</b> X1= 1 <b>then</b> PortB.3:=1 <b>else</b> PortB.3:= 0;	//.....
<b>if</b> X2= 1 <b>then</b> PortB.5:=1 <b>else</b> PortB.5:= 0;	// Programmation de RB5
.....	// Programmation de RB6
<b>if</b> X4= 1 <b>then</b> PortB.7:=1 <b>else</b> PortB.7:= 0;	// Programmation de RB7
<b>if</b> X5= 1 <b>then</b>	
<b>begin</b>	
vdelay_ms(15000); T:=1;	
<b>end</b>	
<b>else</b> T:=0;	
<b>if</b> X6= 1 <b>then</b> PortB.4:=1 <b>else</b> PortB.4:= 0;	// Programmation de RB4

if X7= 1 then PortB.2:=1 else PortB.2:= 0;	// .....
end; end.	

## II- Etude de la régulation de la température du miel

En se référant au schéma structurel de la carte de commande de la régulation de la température (page 3/5 du dossier technique)

1-Déterminer la valeur de V :

.....

.....

2-Exprimer V1 en fonction de V et déduire sa valeur :

.....

3-Dans la suite on admet que **V1 = 3** volts :

a- Montrer que :  $V2 = \frac{(R3+RT).V1}{R3}$

.....

.....

.....

b- Déterminer pour  $\theta = 73$ ,  $\theta = 74$  et  $\theta = 75^\circ\text{C}$  les valeurs de RT et de V2

	RT	V2
$\theta = 73^\circ\text{C}$		
$\theta = 74^\circ\text{C}$		
$\theta = 75^\circ\text{C}$		

c- exprimer  $V1$  et  $V2$  en fonction de V2 et V3 puis  $V2$  en fonction de  $V1$  :

.....

.....

d- déterminer la valeur de V4 et V5 et l'état de sortie Q du Bistable SR :

	$V1$ (V)	$V2$ (V)	V4 (V)	V5 (V)	Etat de Q
$V2 < V3$					
$V2 = V3$					
$V2 > V3$					

## III- Etude du moteur à courant continu Mt1

Le moteur **Mt1** du tapis **Tp1** est à excitation indépendante constante, sa résistance d'induit  $R_a = 0.8$  et Il est alimenté par une tension U réglable.

A vide, on relève  $U_0 = 48$  V,  $I_0 = 1.5$  A.

1- Calculer pour ce régime de fonctionnement à vide, les valeurs des pertes collectives :

.....

.....

En charge, l'induit absorbe un courant d'intensité constante  $I_a = 12$  A.

2- Sous une tension  $U_1 = 51$ V, le rotor tourne à  $n_1 = 1380$  tr/min (**vitesse rapide**).

a- Calculer la valeur de la f.c.e.m  $E_1'$ .

.....

.....

b- Etablir la relation entre  $E_1'$  et n (en tr/min)

.....

3- Sous une tension  $U_2 = 24 \text{ V}$ , le rotor tourne à  $n_2$  (**vitesse lente**).

a- Calculer la valeur de la f.c.e.m  $E_2'$ .

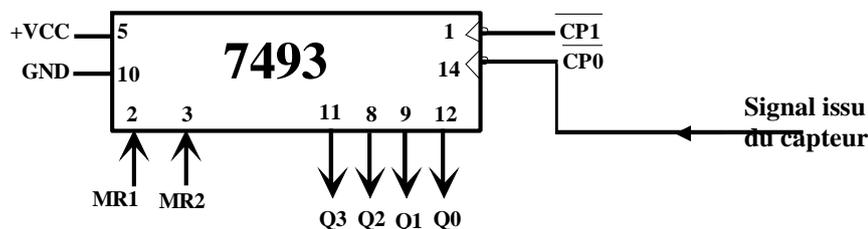
b- Calculer la valeur de la vitesse  $n_2$  :

#### IV- Etude du circuit de comptage

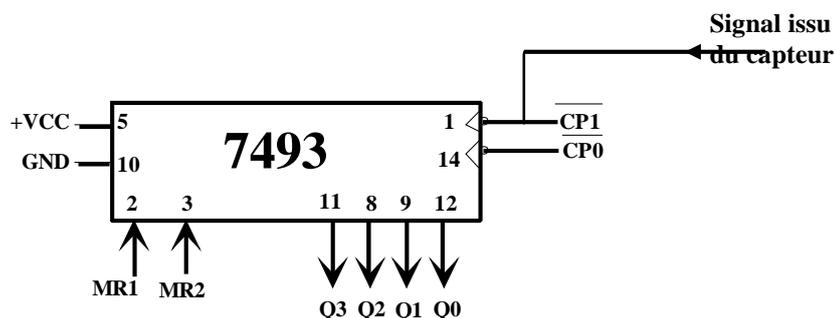
Les pots sont empaquetés par lots de 12 groupes (quatre pots par groupe). On désire compter le nombre de groupes en utilisant le circuit intégré 7493 (voir sa structure interne à la page 4/5 du dossier technique).

Compléter les deux schémas de câblage afin de réaliser un compteur modulo 12

a- 1<sup>ère</sup> solution : le signal issu du capteur est appliqué à l'entrée de l'horloge  $\overline{CP0}$



b- 2<sup>ème</sup> solution : le signal issu du capteur est appliqué à l'entrée de l'horloge  $\overline{CP1}$



**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**EPREUVE : TECHNOLOGIE**

DURÉE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**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 MÉCANIQUE** : pages 1/8-2/8-3/8 et 4/8. (10 points)

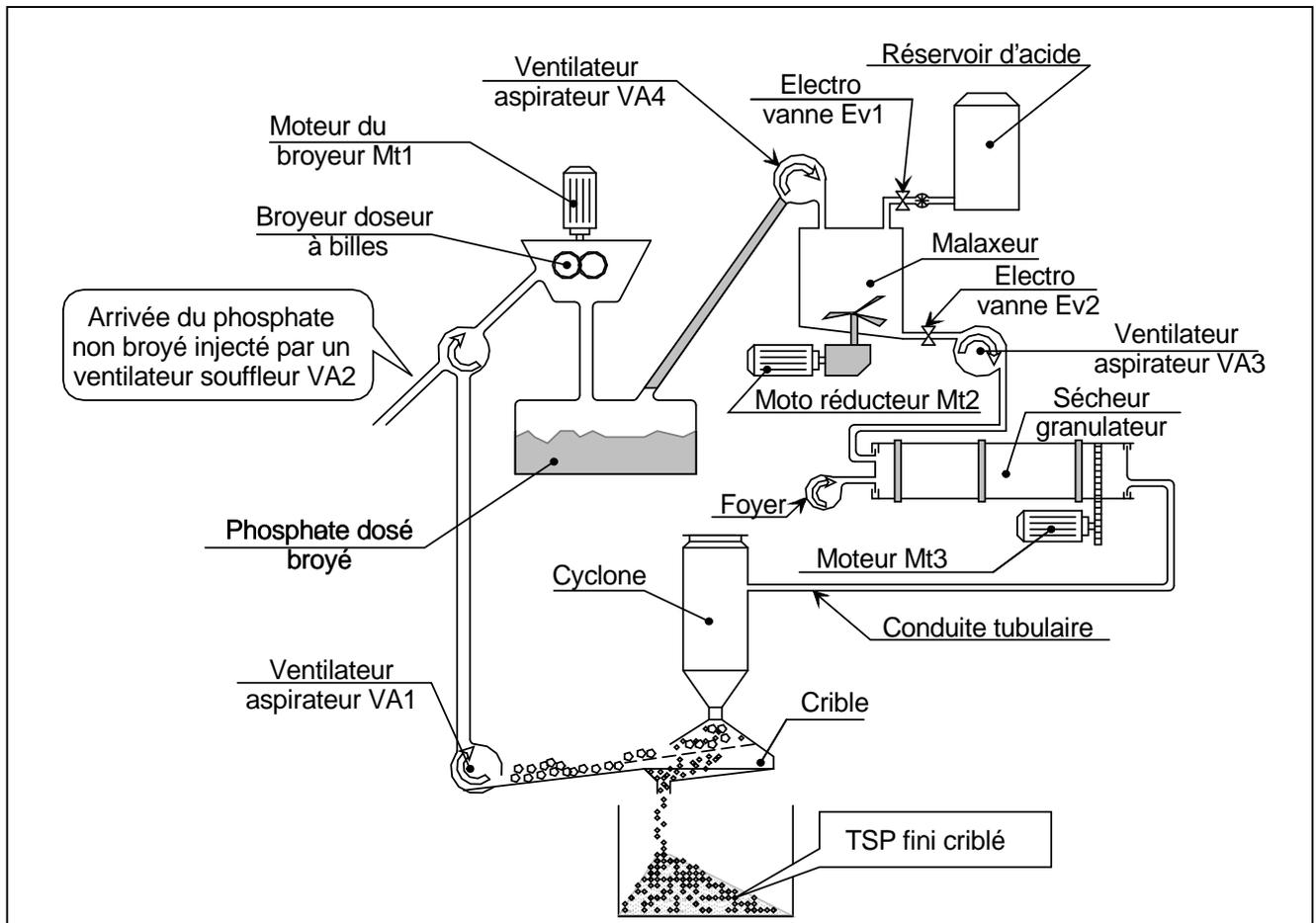
**B- PARTIE GENIE ÉLECTRIQUE** : pages 5/8- 6/8-7/8 et 8/8 (10 points)

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

## UNITE DE PRODUCTION DU TSP

### 1- Présentation

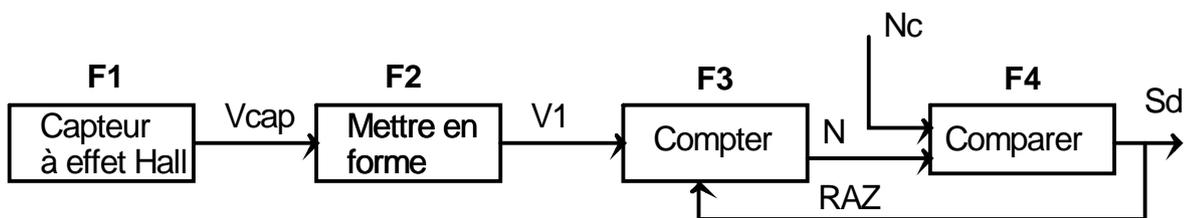
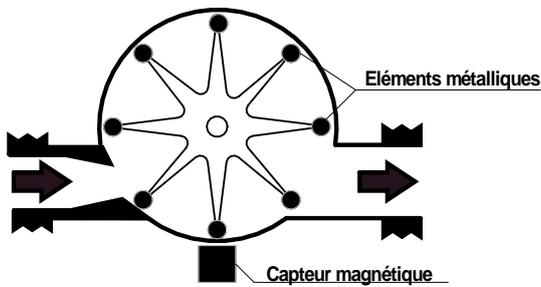
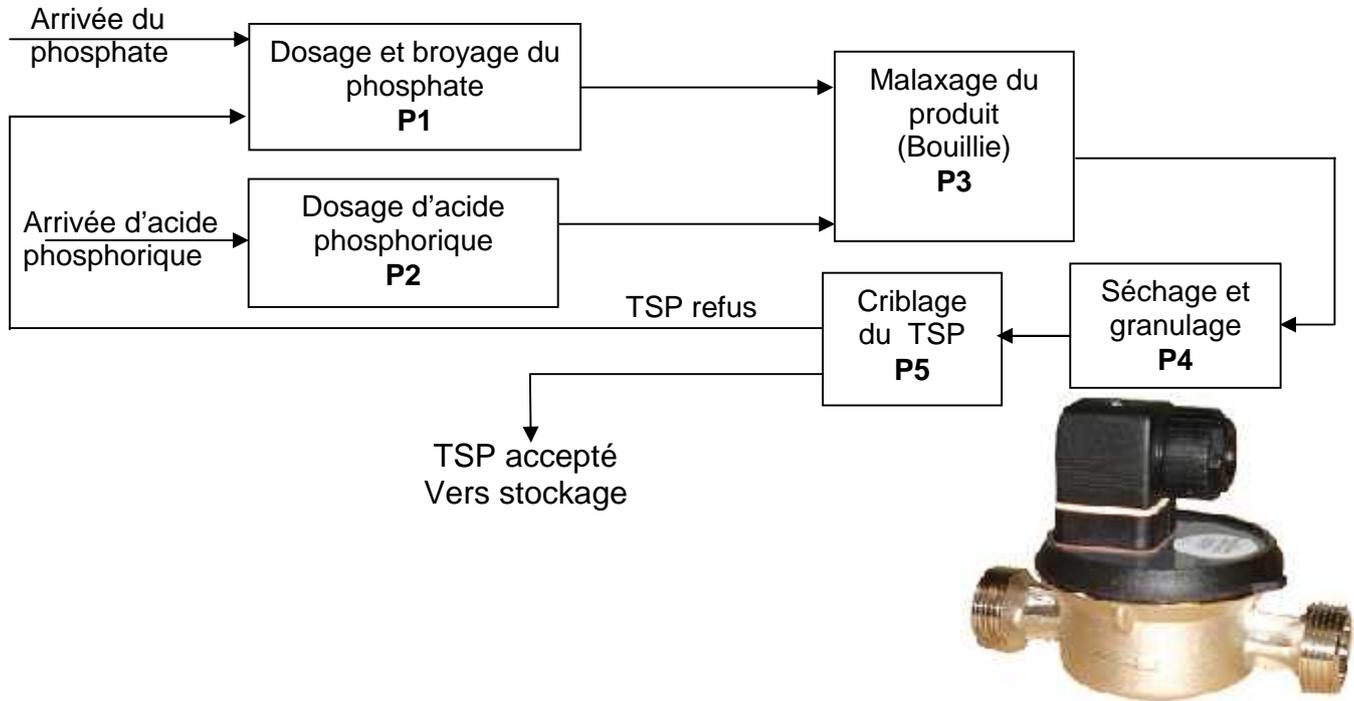
Le schéma ci-dessous représente une unité de production du triple super phosphate (TSP: produit fertilisant utilisé dans le domaine agricole) granulé à partir d'un mélange de phosphate et d'acide phosphorique.

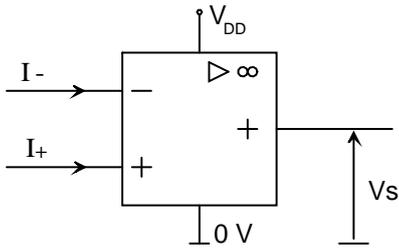


L'unité de production de TSP est constituée par:

- un broyeur doseur entraîné par un moteur Mt1;
- un malaxeur entraîné par un moto réducteur Mt2;
- un foyer pour le séchage du TSP;

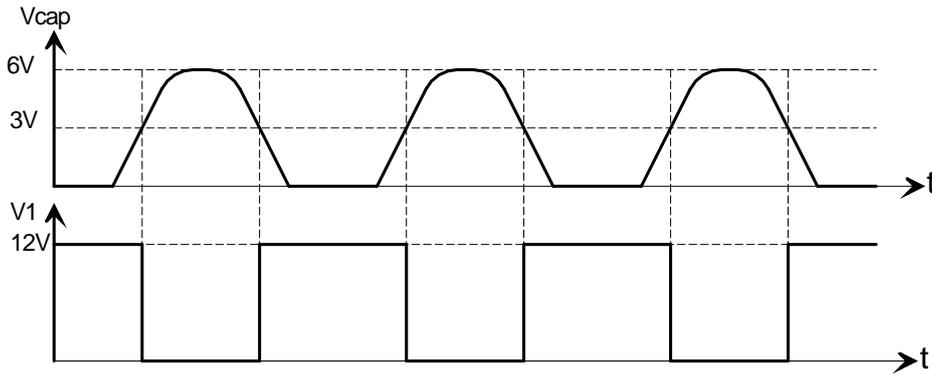
- un sècheur granulater entraîné par un moteur Mt3;
- un crible entraîné par un système excentrique non représenté;
- Quatre ventilateurs aspirateurs (VA1, VA2, VA3 et VA4).





Tension d'alimentation  $V_{DD}$   
 Tension de sortie ( $V_s$ ) en saturation niveau haut  
 Tension de sortie ( $V_s$ ) en saturation niveau bas  
 Courant d'entrée  $I_+$  et  $I_-$

5V à 15V  
 $V_{DD}$   
 0 V  
 0 A



Les impulsions du signal V1 sont comptées par le CI 4029

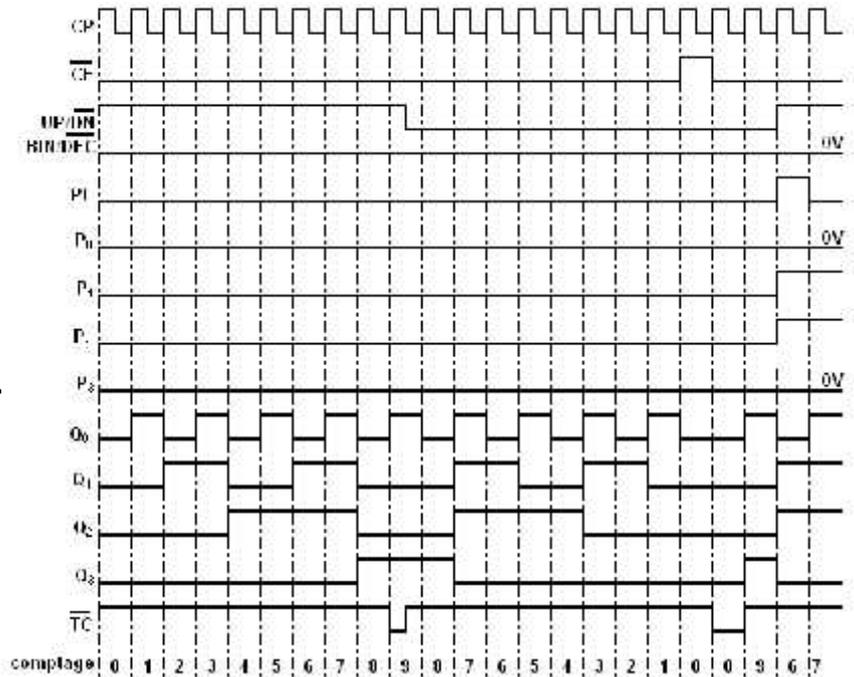
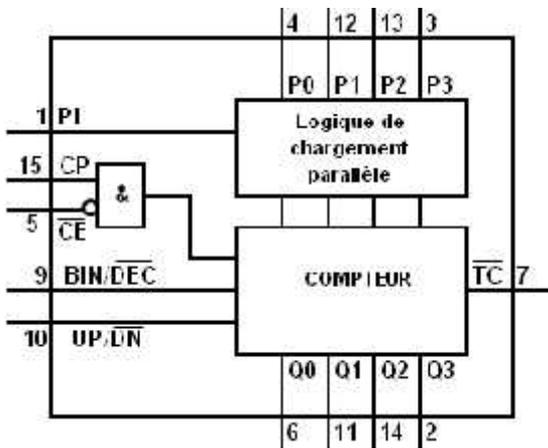
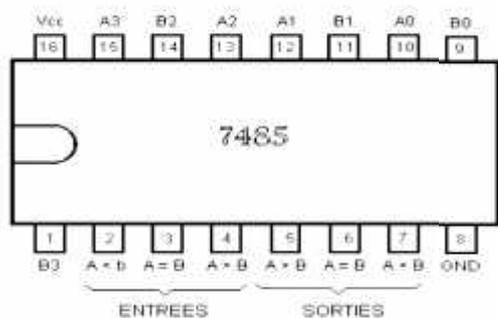


Tableau de fonctionnement du compteur HEF 4029 B					
PL	BIN/DEC	UP/DN	CE	CP	MODE
H	X	X	X	X	Chargement parallèle
L	X	X	H	X	Sans chargement
L	L	L	L	↑	Décomptage décimal
L	L	H	L	↑	Comptage décimal
L	H	L	L	↑	décomptage binaire
L	H	H	L	↑	Comptage binaire

X : Etat indifférent  
 H : 1 logique  
 L : 0 logique  
 BIN : Mode de comptage binaire  
 DEC : Mode de comptage décimal

La comparaison du nombre issu du compteur avec celui de la consigne Nc est confiée à un comparateur de deux nombres à quatre bits (circuit intégré 7485)



Entrées des nombres				Entrées cascadables			Sorties		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	1	0	0
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	0	0	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	1	0	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	1	0	0	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	0	1	1	0

#### 4- Etude de l'unité de malaxage

##### a- Caractéristiques techniques du moteur du malaxeur Mt2

Le moteur de l'unité de malaxage Mt2 est un moteur asynchrone triphasé dont les caractéristiques nominales sont représentées sur sa plaque signalétique ci-dessous :



CODE : T62		IP 55	T°=95°C	855 Kg	
V	Hz	tr/min	Kw	Cos	A
380/660	50	720	132	0.86	274/158
<b>MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE</b>					

##### b- Gestion de l'unité de malaxage

Le poste de malaxage est géré par un automate programmable ou un microcontrôleur (16F84A) : on donne ci-dessous les affectations des entrées /sorties correspondantes

##### b1- Affectation des entrées

Evénement	Entrées du système	Entrées API		Entrées $\mu$ contrôleur
		TSX	AEG	
Départ cycle	Bouton S0	%I1.1	I1	RA1
Malaxeur vide	Capteur de poids Sp0	%I1.2	I2	RA2
Malaxeur plein	Capteur de poids Sp1	%I1.3	I3	RA3
Fin dosage d'acide	Information Sd	%I1.4	I4	RA4
Fin du malaxage	Contact temporisé T1	%TM1.Q	T1	T1

##### b2- Affectation des sorties

Action	Sorties du système		Sorties API		Sorties $\mu$ contrôleur
	actionneur	Préactionneur	TSX	AEG	
Remplir le malaxeur	Moto aspirateur Mt4	KM4	%Q2.4	Q4	RB4
Doser l'acide	Electro vanne Ev1	KA1	%Q2.1	Q1	RB1
Malaxer le produit	Moteur Mt2	KM2	%Q2.2	Q2	RB2
Vider le malaxeur	Electro vanne Ev2	KA2	%Q2.5	Q5	RB5
	Moto aspirateur Mt 3	KM3	%Q2.3	Q3	RB3
Temporisateur T1		T1	%TM1	T1	T1

##### b3- Affectation des étapes GRAFCET

Etapes	0	1	2	3	4	5	6
API AEG	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
API TSX	%M0	%M1	%M2	%M3	%M4	%M5	%M6
$\mu$ contrôleur	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6

## B-PARTIE GENIE ELECTRIQUE

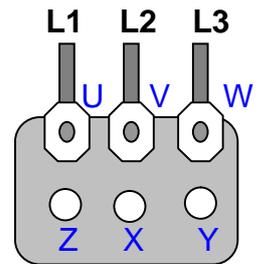
### 1- Etude du moteur d'entraînement du malaxeur Mt2

- a- En se référant à la plaque signalétique du moteur Mt2 (Dossier technique page 4/6)  
Compléter le tableau ci-dessous :

Données sur la plaque signalétique	Signification
380 V	.....
660 V	.....
.....	Fréquence du réseau
720 tr/min	.....
132 Kw	.....
.....	Facteur de puissance
274A	.....
158A	Courant en ligne absorbé en couplage étoile.

- b- Sachant que le réseau de la STEG est 220/ 380 V, donner le type de couplage adéquat de ce moteur

.....  
 .....  
 .....



- c- Représenter les barrettes de couplage sur la plaque à bornes ci-contre

- d- Exprimer puis calculer le glissement  $g$  de ce moteur ( $g$  devrait être inférieur à 5%)

.....  
 .....

- e- Exprimer puis calculer le nombre de paires de pôles de ce moteur

.....  
 .....

- f- Exprimer puis calculer la puissance active absorbée par ce moteur

.....  
 .....

- g- Exprimer puis calculer le rendement de ce moteur

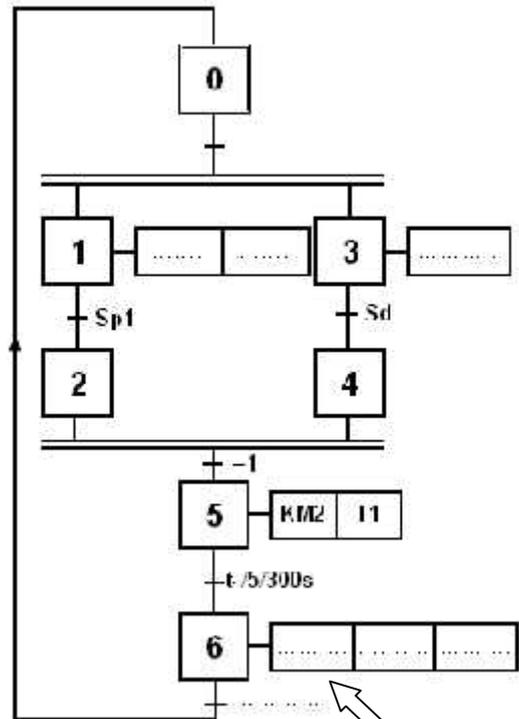
.....  
 .....

## GRAF CET PC

En se référant au dossier technique pages (1/6, 4/6 et 5/6) et aux programmes incomplets ci-dessous, compléter :

- a- Le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande du poste de malaxage ;
- b- **Au choix**, le programme sur API du type AEGA020 ou sur API du type TSX 3721 ;
- c- Le programme en Mikropascal pour le microcontrôleur (PIC 16F84A).

*NB: Pour le programme sur TSX 3721 on ne tient pas compte de l'initialisation du GRAFCET et de la configuration du temporisateur.*



### Programme sur AEGA020

1: AM128	Initialisation	30: AM15	Etape 6 (M16)
2: SLM10		31: AT1	
3: AM128		32: SLM16	
4: RLM128		33: AM10	
5: AM10	Etape 1 (M11)	34: RLM16	Etape 0 (M10)
6: AI1		35: AM16	
7: SLM11		36: AI2	
8: AM12	Etape 2 (M12)	37: SLM10	Sortie KM2
9: RLM11		38: AM11	
10: .....		39: AM13	
11: .....		40: RLM10	
12: .....	Etape 3 (M13)	41: AM11	Sortie KM4
13: .....		42: OM15	
14: .....		43: OM16	
15: .....	Etape 4 (M14)	44: =Q2	Sortie KA1
16: AI1		45: AM11	
17: SLM13		46: =Q4	
18: .....		47: AM13	
19: .....	Etape 5 (M15)	48: =Q1	temporisateur (t=300s)
20: AM13		49: AM15	
21: AI4		50: =T1	
22: .....	Etape 6 (M6)	51: AM16	Sortie KM3
23: .....		52: =Q3	
24: .....		53: AM16	
25: AM12		54: =Q5	
26: .....	Fin	55: PE	Fin
27: .....			
28: .....			
29: RLM15			

### Programme sur TSX 3721

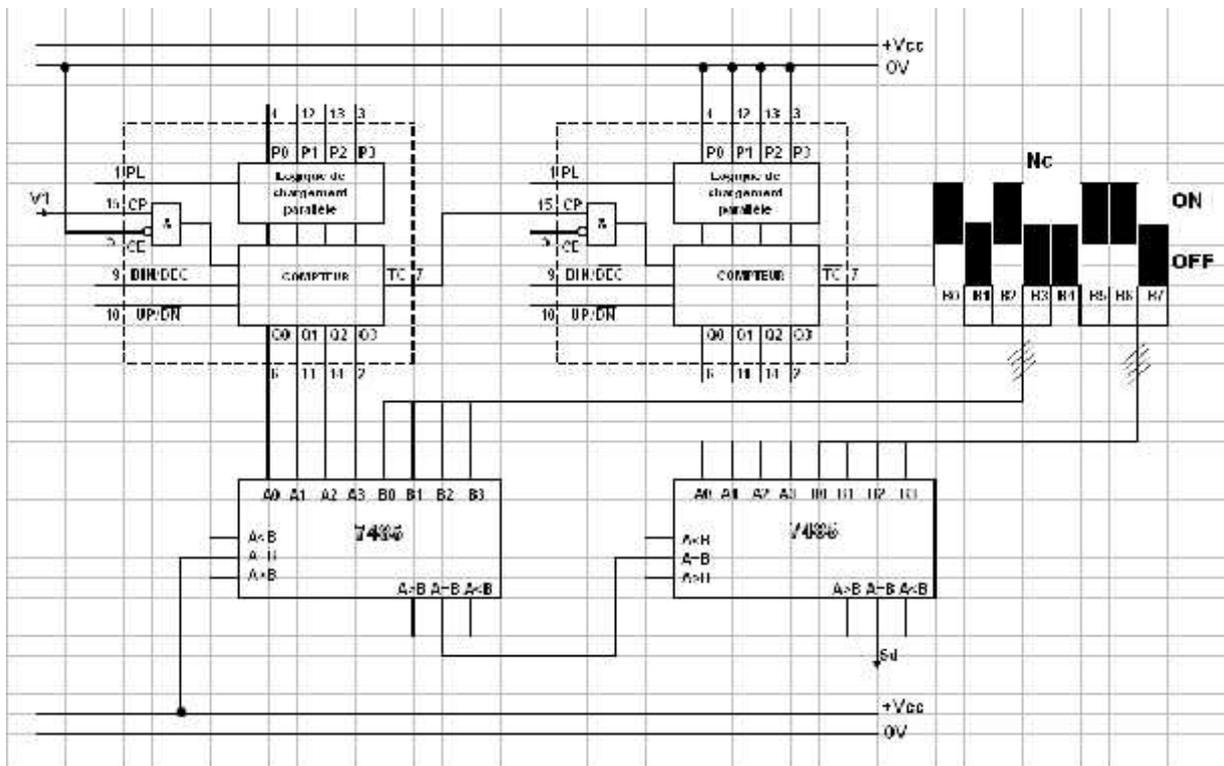
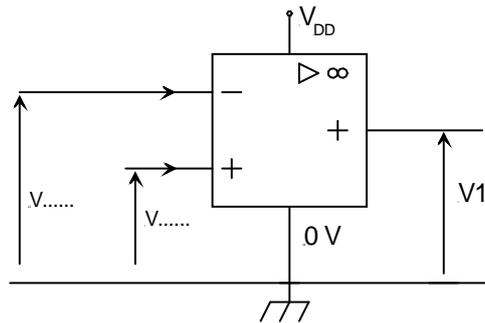
LD %M6 AND %I.2 S %M0 LD %M1 AND %M3 R %M0	Etape 0 (M0)	LD %M2 ..... ..... R%M5	Etape 5 (M5)
LD %M0 AND %I.1 S %M1 LD %M2 R %M1	Etape 1 (M1)	LD %M5 IN TM1 LD %M5 AND %TM1Q S %M6 LD %M0 R %M6	temporisateur T1: (t=300s)
..... ..... .....	Etape 2 (M2)	LD %M1 OR %M5 OR %M6 ST %Q2.2	Etape 6 (M6)
LD %M0 AND %I.1 S %M3 ..... .....	Etape 3 (M3)	LD %M1 ST %Q2.4	Sortie KM2
LD %M3 AND %I.4 ..... .....	Etape 4 (M4)	LD %M3 ST %Q2.1	Sortie KM4
..... .....		LD %M6 ST %Q2.3	Sortie KA1
..... .....		LD %M6 ST %Q2.5	Sortie KM3
..... .....			Sortie KA2

## Programme en Mikropascal pour le PIC 16F84A

INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
<b>program</b> malaxeur;	Nom du programme
<b>var</b> x0,x1,x2,x3,x4,x5,x6,T1: byte;	Déclaration des variables internes
<b>begin</b>	Début du programme
x0:=1; x1:=0; x2:=0; x3:=0 ; x4:=0; x5:=0;x6:=0;	Initialisation des étapes
trisa:=\$ ff ; trisb:=\$ 00; portb:=\$00;	Configuration des ports
<b>while</b> true <b>do</b> <b>begin</b>	Boucle infinie
<b>if</b> ((x0=1) <b>and</b> (porta.1=1)) <b>then</b> x1:=1;	Activation de l'étape 1
<b>if</b> (x2=1) <b>then</b> x1:=0;	Désactivation de l'étape 1
.....	Activation de l'étape2
.....	Désactivation de l'étape 2
<b>if</b> (..... <b>and</b> (porta.1=1)) <b>then</b> x3:=1;	Activation de l'étape 3
.....	Désactivation de l'étape 3
<b>if</b> ((x3=1) <b>and</b> ( porta.4=1)) <b>then</b> .....;	Activation de l'étape 4
.....	Désactivation de l'étape 4
.....	Activation de l'étape5
<b>if</b> (x6=1) <b>then</b> x5:=0;	Désactivation de l'étape5
<b>if</b> ((x5=1) <b>and</b> (T1=1)) <b>then</b> x6:=1;	Activation de l'étape 6
<b>if</b> (x0=1) <b>then</b> x6:=0;	Désactivation de l'étape 6
<b>if</b> ((x6=1) <b>and</b> (porta.2=1)) <b>then</b> x0:=1;	Activation de l'étape 0
<b>if</b> ((x1=1) <b>and</b> (x3=1)) <b>then</b> x0:=0;	Désactivation de l'étape 0
<b>if</b> ((x1=1) <b>or</b> (.....) <b>or</b> (x6=1)) <b>then</b> portb.2:=1 <b>else</b> portb.2:=0;	KM2
<b>if</b> (x1=1) <b>then</b> portb.4:=1 <b>else</b> portb.4:=0;	KM4
<b>if</b> (x3=1) <b>then</b> portb.1:=1 <b>else</b> portb.1:=0;	KA1
<b>if</b> (x6=1) <b>then</b> portb.5:=1 <b>else</b> portb.5:=0;	KA2
<b>if</b> (x6=1) <b>then</b> portb.3:=1 <b>else</b> portb.3:=0;	KM3
<b>If</b> (.....) <b>then</b> <b>begin</b> vdelay_ms(300000); T1:= 1; <b>end</b> ; <b>else</b> T1:=0;	Temporisation T1
<b>end</b> ;	Fin boucle
<b>end.</b>	Fin Programme

V1

$V_{cap} > V_{réf}$   
 $V_{cap} < V_{réf}$



# EXAMEN DU BACCALAUREAT - SESSION DE JUIN 2010

**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 MÉCANIQUE** : 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 non programmable est permise.

## CADREUSE AUTOMATIQUE

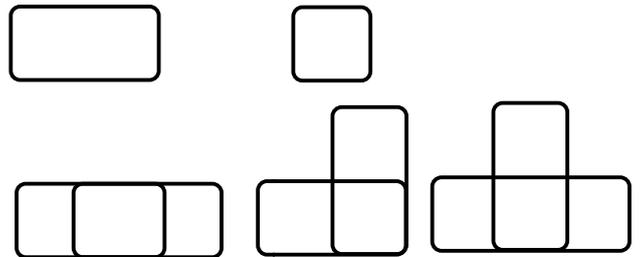
### 1- Présentation du système

Le système à étudier permet de produire automatiquement différents modèles de cadres métalliques en fer rond (de diamètre 6 à 10 mm) utilisés pour armer les poutres et les poteaux en béton.



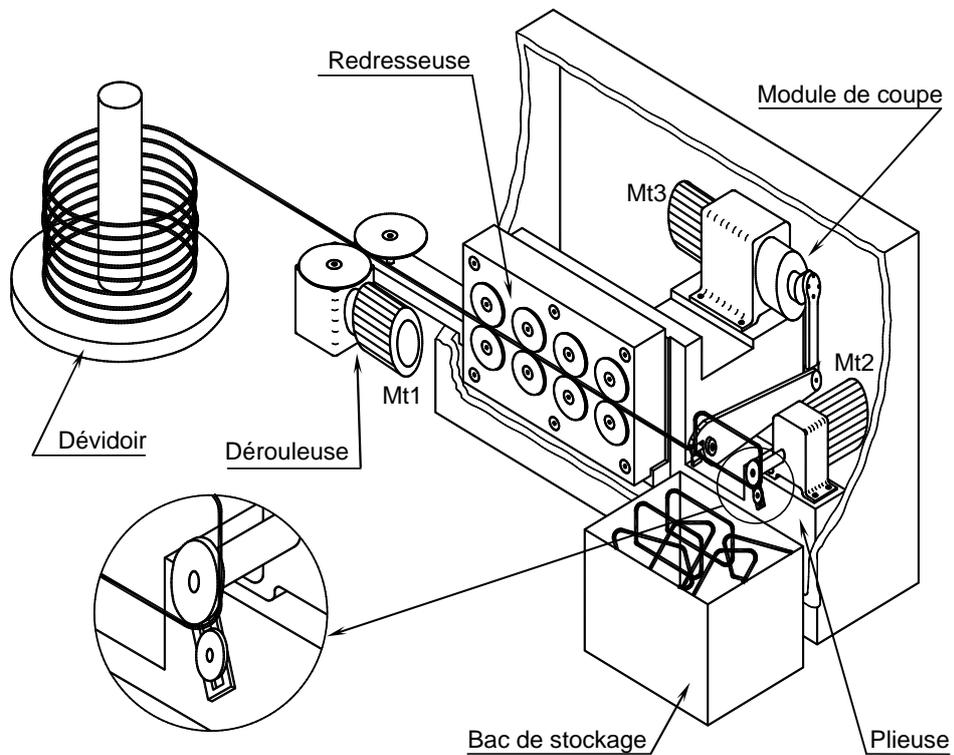
**Figure 1**

### Exemples de cadres réalisés



La cadreuse (figure 1 et figure 2) est constituée principalement:

- d'un dévidoir à axe vertical recevant le rouleau de fer rond;
- d'une dérouleuse permettant d'avancer le fer rond à vitesse réglable selon la nécessité;
- d'une redresseuse permettant de redresser le fer rond;
- d'une plieuse permettant de façonner le fer rond sous la forme désirée;
- d'un module de coupe permettant de couper le fer rond une fois que l'opération de pliage est terminée;
- d'un bac assurant le stockage des cadres réalisés.



### a- Réalisation d'un cadre

La mise en place du rouleau de fer rond sur le dévidoir se fait manuellement. L'appui sur le bouton de mise en marche  $S_0$ , provoque la rotation du moteur **Mt1** pour faire avancer le fer rond vers la plieuse par l'intermédiaire de la redresseuse. Chaque fois que le fer rond arrive à la plieuse, avec un dépassement bien déterminé, l'opération de pliage se réalise, selon le modèle choisi, grâce au moteur **Mt2**.

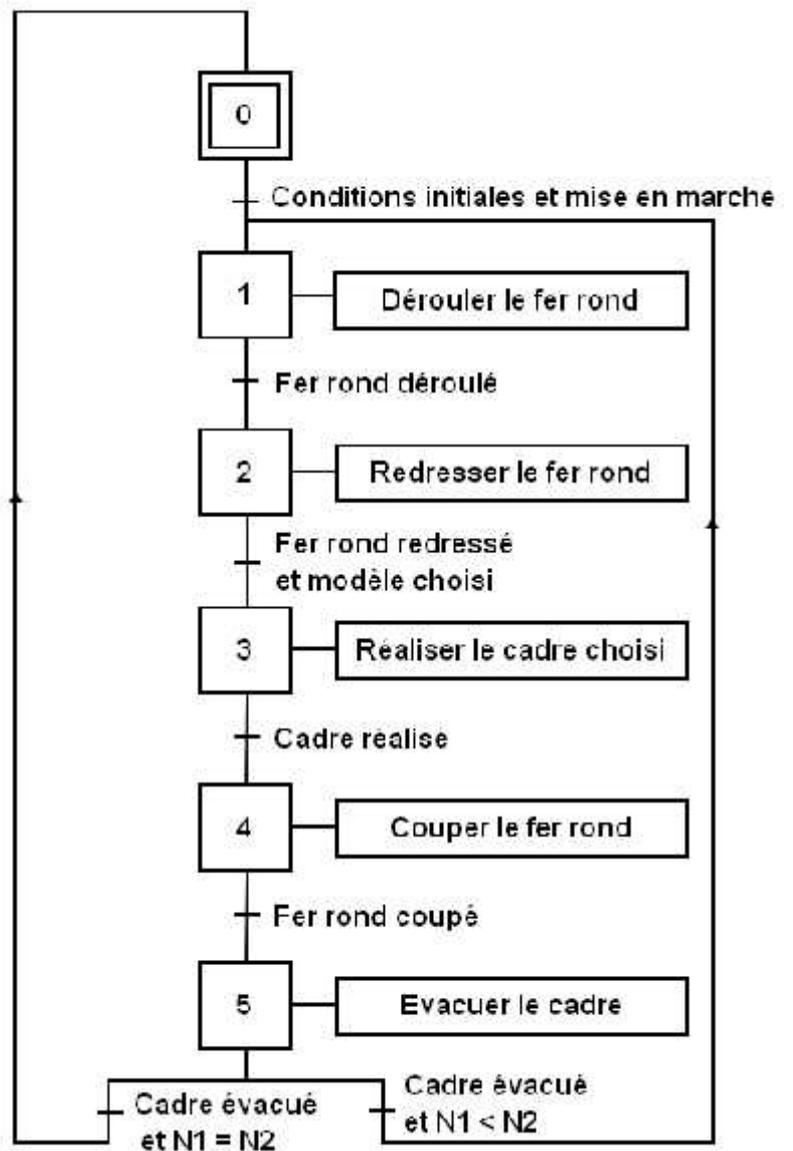
Une fois le cadre est réalisé, un module de coupe entraîné par le moteur **Mt3**, coupe le cadre qui chute dans le bac de stockage.

### b- Description temporelle

Le fonctionnement de la cadreuse est décrit par le GRAFCET d'un point de vue du système ci-contre.

**N1**: nombre de cadres qu'on désire réaliser,

**N2**: nombre de cadres réalisés.



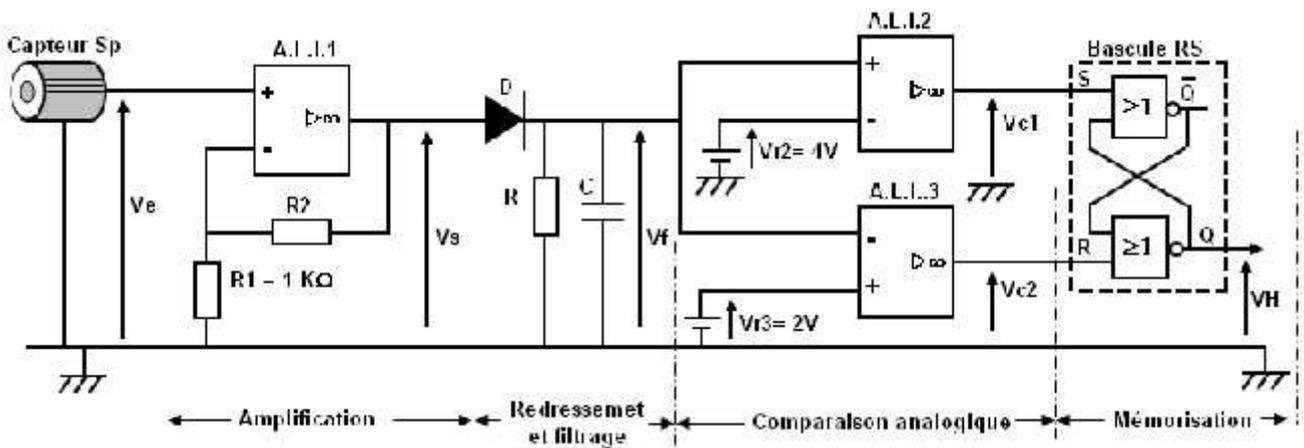
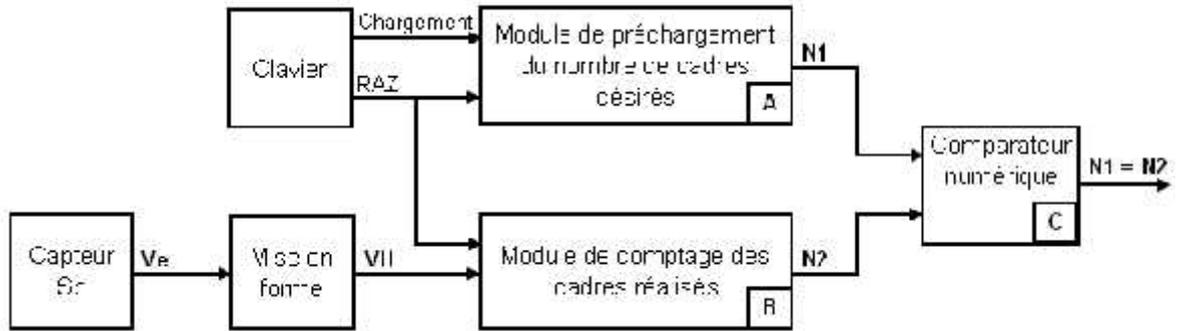
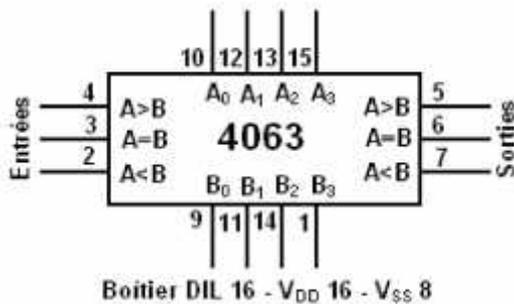


Table de vérité du circuit intégré 4063

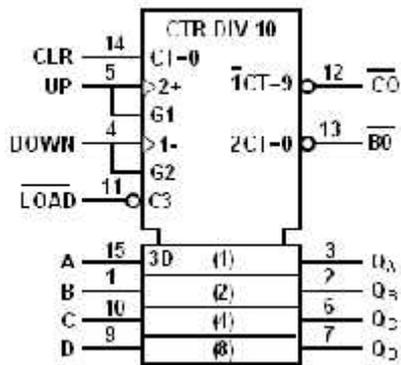
Entrées de comparaison				Entrées de mise en cascade			Sorties		
A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> , B <sub>0</sub>	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B	A > B
A <sub>3</sub> > B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	0	0	1
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> > B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	0	0	1
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> > B <sub>1</sub>	X	X	X	X	0	0	1
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> > B <sub>0</sub>	X	X	X	0	0	1
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	0	0	1	0	0	1
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> < B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	0	1	0	0	1	0
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> < B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	1	0	0	1	0	0
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> < B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> < B <sub>0</sub>	X	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> < B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> < B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> < B <sub>0</sub>	X	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> < B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	1	0	0

X : état indifférent      1 : niveau logique haut      0 : niveau logique bas

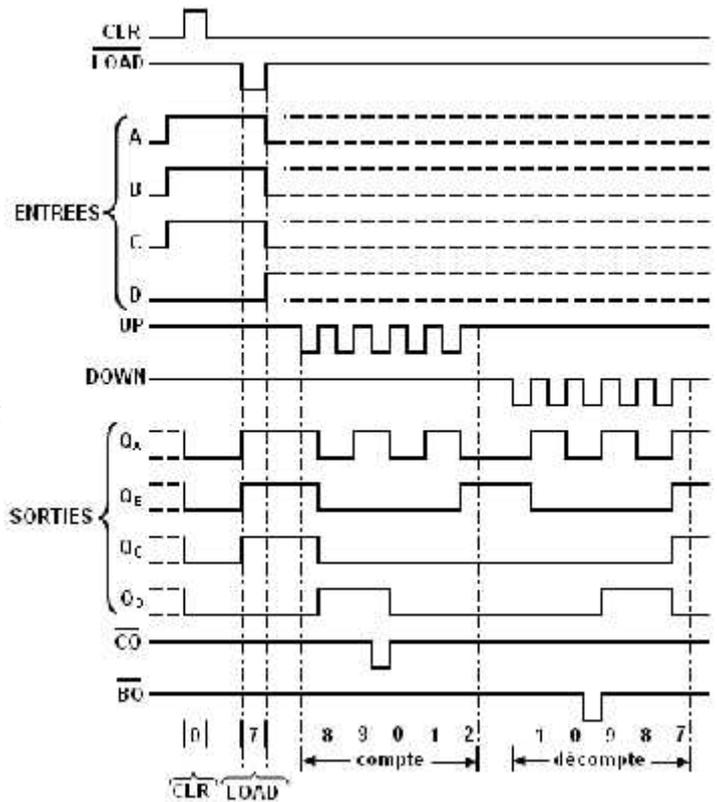
Brochage du circuit intégré 4063



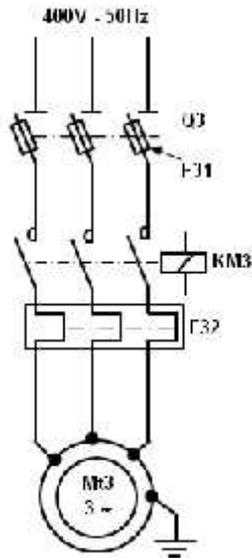
**Brochage du circuit intégré 40192  
compteur-décompteur décimal  
synchrone 4 bits**



Boîtier DIL 16  
V<sub>rn</sub> 16  
V<sub>sc</sub> 8



**Circuit de puissance du  
moteur Mt3**

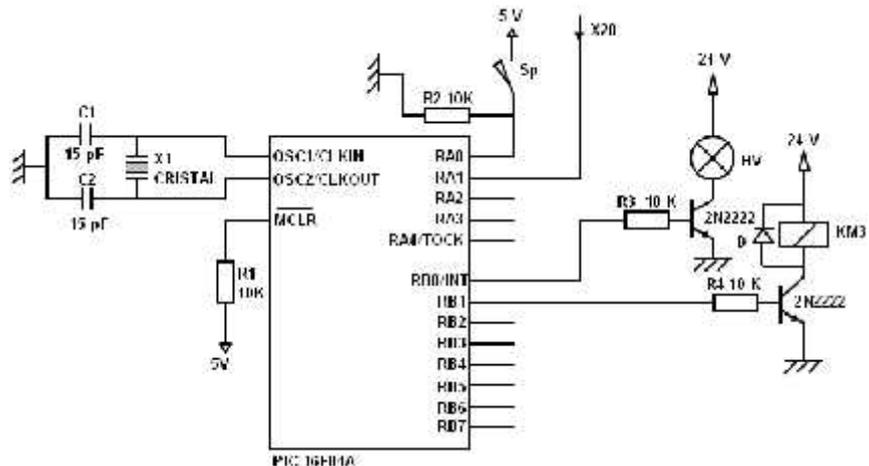
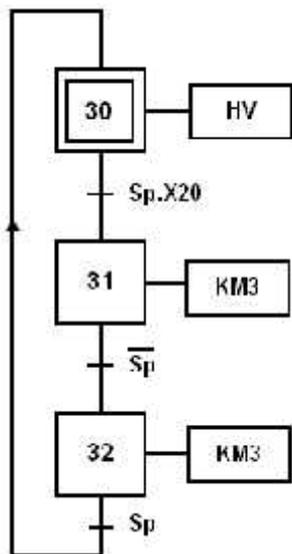


**Tableau de choix des moteurs asynchrones triphasés fermés  
IP 55 - 50Hz - Classe F - ΔT 80 K 230 VΔ/400 VY - S1**

Puissance nominale	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	
P <sub>N</sub> KW	N <sub>N</sub> tr/min	M <sub>N</sub> N.m	I <sub>N(400V)</sub> KW	cosφ	η %	
FLS80L	0.25	950	2.51	0.8	0.71	60.3
FLS80L	0.37	940	3.76	1.2	0.74	61.0
FLS80L	0.55	955	5.5	1.8	0.64	65.0
FLS90S	0.75	940	7.62	2.1	0.80	65.2
FLS90S	1.1	940	11.2	2.7	0.81	72.5
FLS100LK	1.5	955	15	3.5	0.78	78.3

**Carte de commande du moteur Mt3**

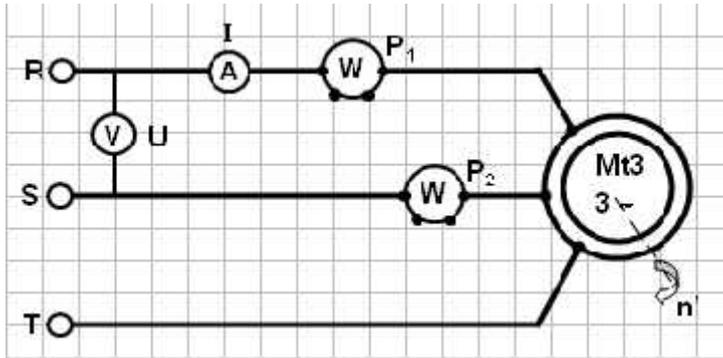
**GRAFGET PC du moteur Mt3**



**Table d'identification des entrées/sorties**

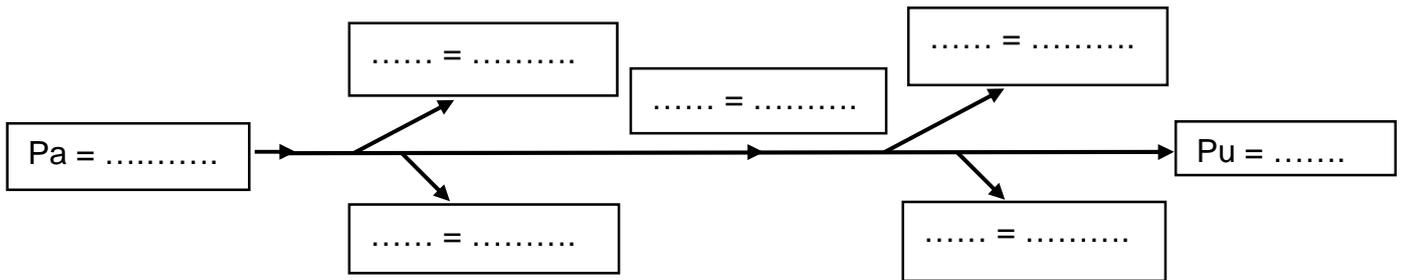
X20	Information de fin de pliage
Sp	Capteur de fin de coupe d'un cadre
HV	Voyant indiquant l'état repos de Mt3
KM3	Contacteur de commande de Mt3

1- Compléter le schéma du montage permettant la mesure de la tension, du courant et de la puissance absorbée par la méthode de deux wattmètres.



Ce montage a permis de réaliser :

- Un essai à vide (levier porte couteau décroché) on relève :  
 $U = 400 \text{ V}$  ;  $I_0 = 1 \text{ A}$  ;  $P_1 = 320 \text{ W}$   
 $P_2 = - 46 \text{ W}$  (le wattmètre  $P_2$  dévie en sens inverse)  
 $n' = \text{proche de } 1000 \text{ tr/min}$
- Un essai en charge (moteur en phase de coupe) on relève :  
 $U = 400 \text{ V}$  ;  $I = 1.8 \text{ A}$  ;  $P_1 = 712 \text{ W}$   
 $P_2 = 264 \text{ W}$ .  $n' = 950 \text{ tr/min}$ .  
 (les deux wattmètres dévient dans le même sens)
- La résistance  $R_B$  mesurée à chaud entre deux bornes du stator vaut  $9.46 \text{ h}$ .



5- À partir du document constructeur relatif au tableau de choix des moteurs asynchrones donné à la page 4/6 du dossier technique identifier la référence du moteur puis compléter les indications manquantes sur sa plaque signalétique.

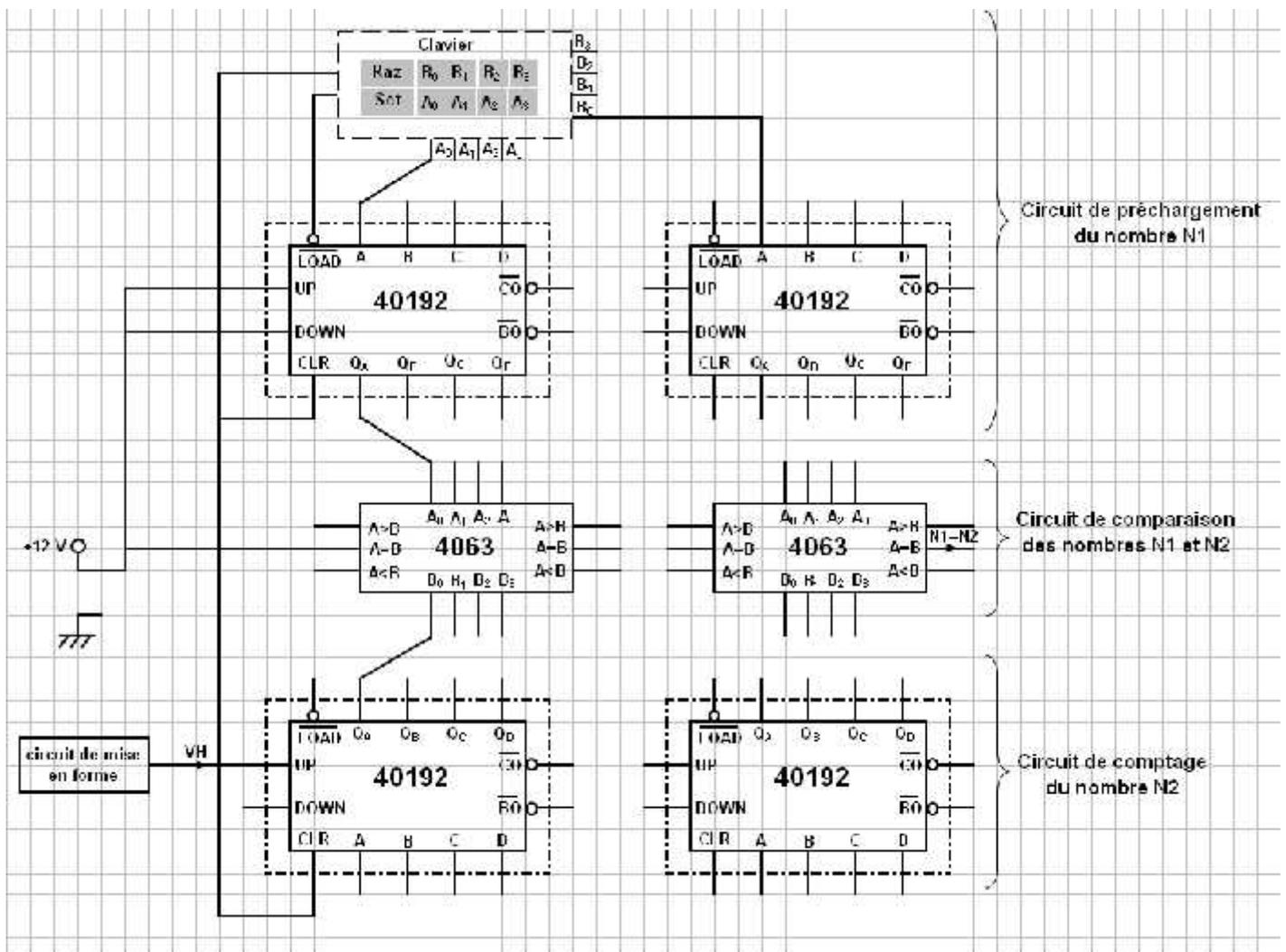
Référence du moteur:.....

MO1.3 ~ .....					
N° 60034 BJ002 Kg 21					
IP 55		I cl. F	40°C	S1	
V	Hz	tr/min	KW	cosφ	A
Δ 230	50	.....	.....	.....	.....
Y 400		.....	.....	.....	2,1

Référence	Désignation	Fonction
Q3	.....	.....
F31	.....	.....
KM3	.....	.....
F32	.....	.....



Vf (V)	Vr2 (V)	Vr3 (V)	Vc1 (V)	Vc2 (V)	VH (0 ou 1)
Vf > 4 V	4	2			
2 V < Vf < 4 V	4	2			
Vf < 2 V	4	2			



**EXAMEN DU BACCALAUREAT - SESSION DE JUIN 2010**

**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**EPREUVE : TECHNOLOGIE**

**DUREE : 4 heures**

**COEFFICIENT : 3**

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

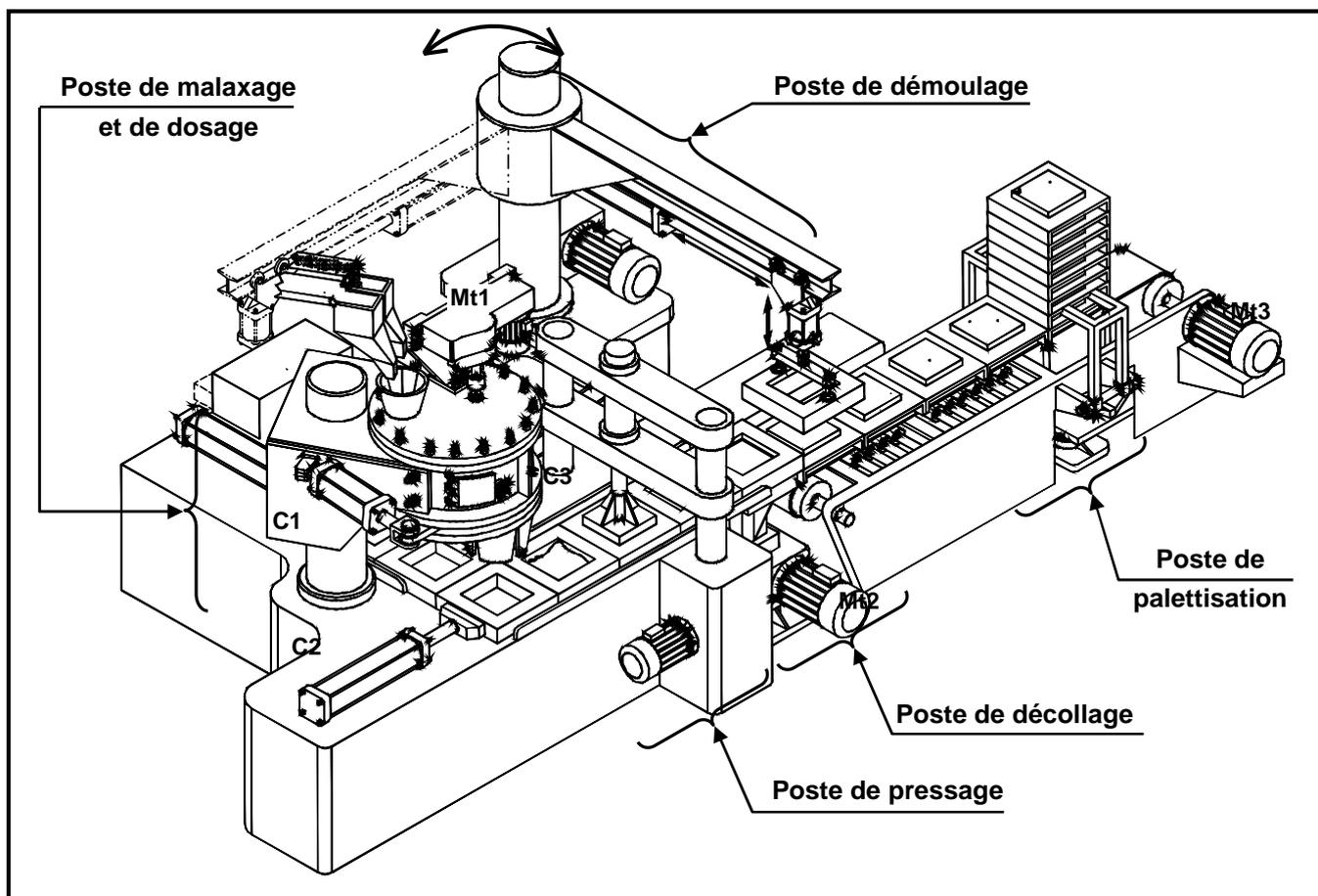
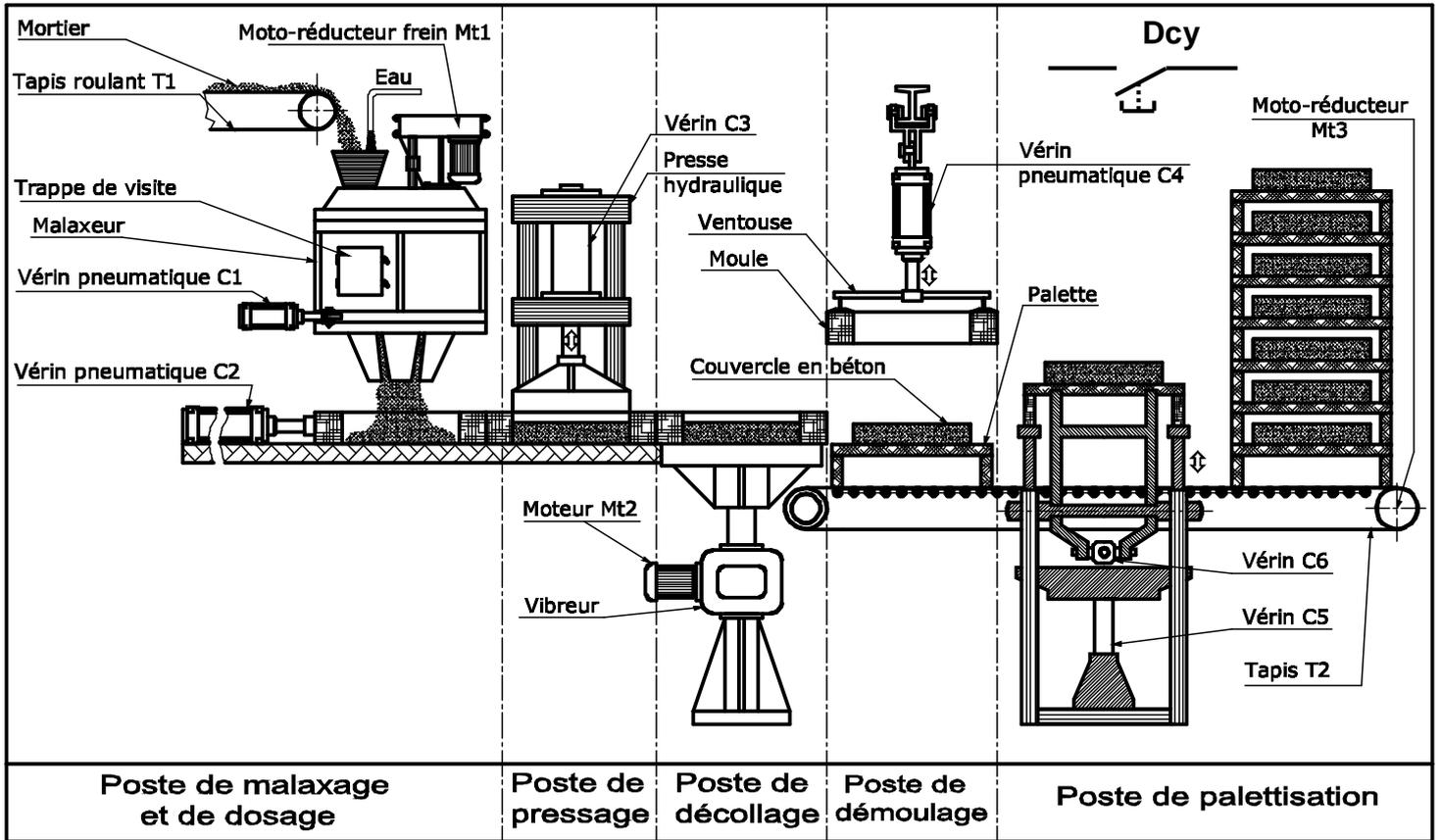
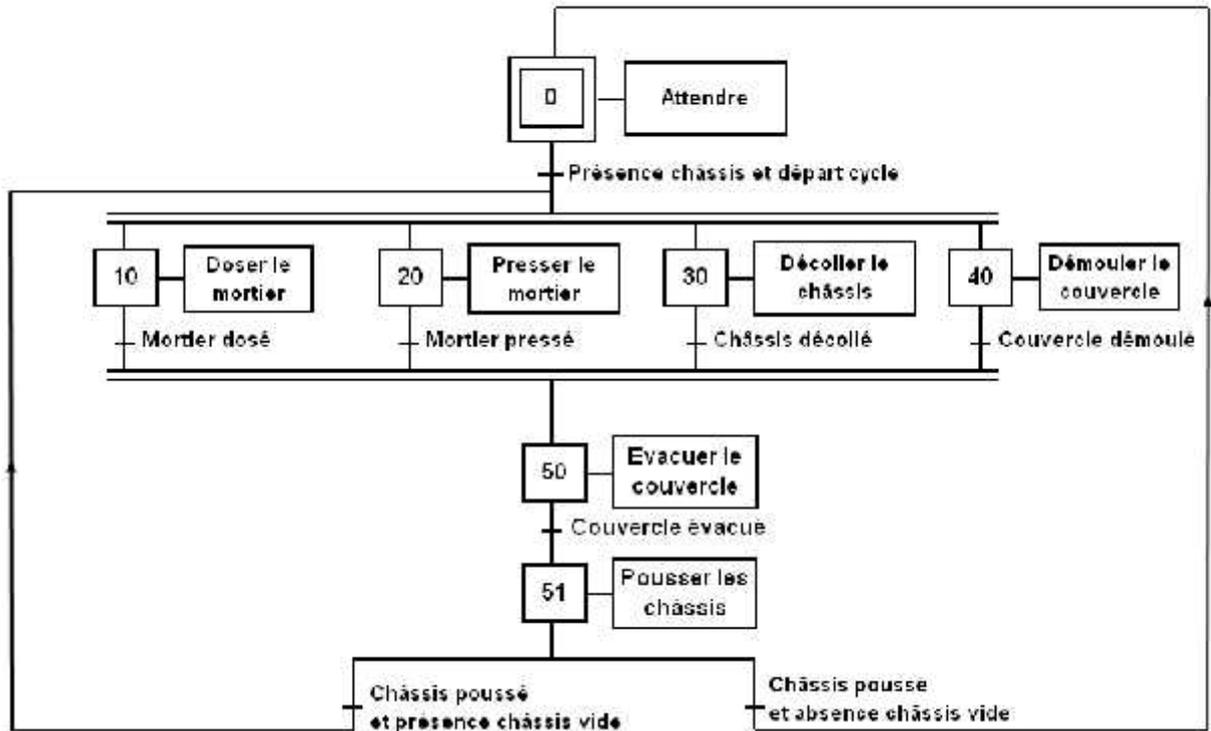


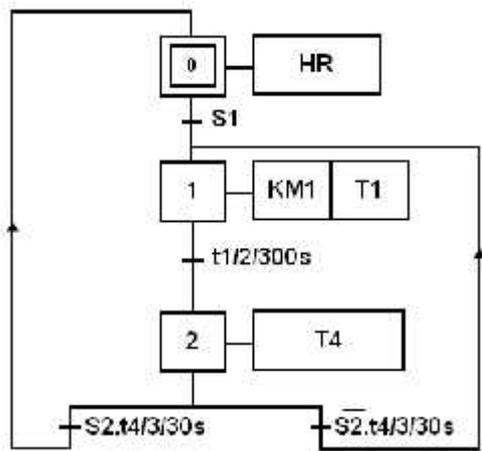
Figure: 1



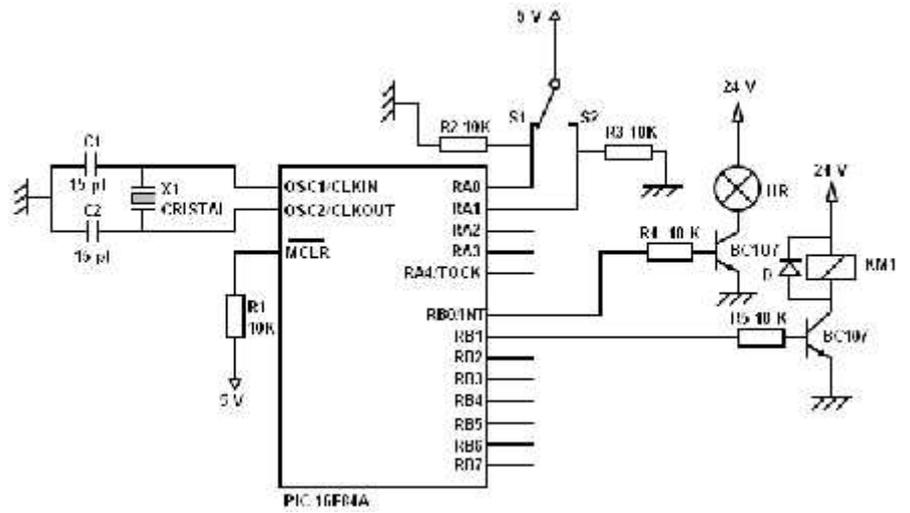


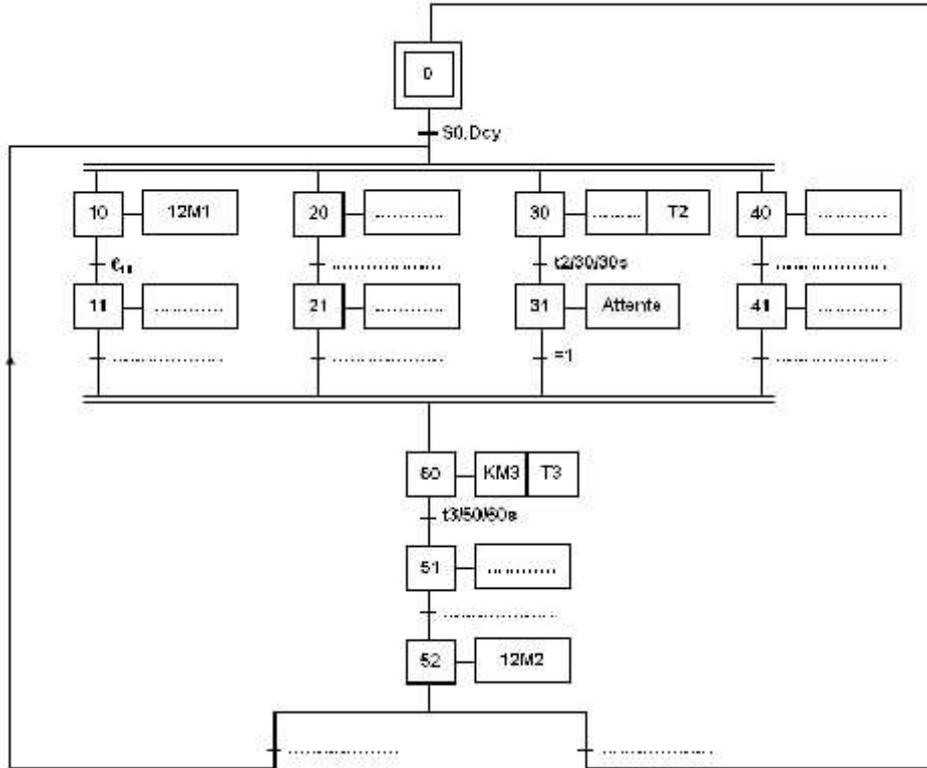
Action	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Pousser les châssis	Vérin C2	SC2	14M2
		RC2	12M2
		SC1	14M1
Doser le mortier	Vérin C1	Distributeur 5/2	10
		RC1	12M1
Presser le mortier	Vérin C3	SC3	14M3
		RC3	12M3
		Distributeur 5/2	31
Décoller le châssis	Moteur Mt2	Contacteur KM2	t2
		Temporisateur T2	
		SC4	14M4
Démouler le couvercle	Vérin C4	Distributeur 5/2	41
		RC4	12M4
Evacuer le couvercle	Moteur Mt3	Contacteur KM3	t3
		Temporisateur T3	
Malaxer le mortier	Moteur Mt1	Contacteur KM1	S1 ; S2
Départ cycle		Temporisateur T1, T4	t1, t4
Présence châssis			Dcy
			S0

## GRAFCET P.C. relatif au moteur Mt1



## Carte de commande du moteur Mt1



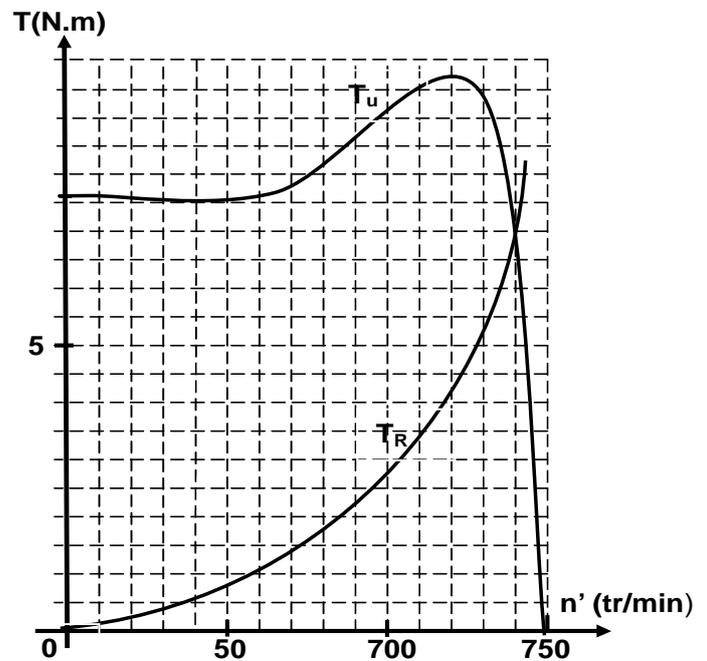


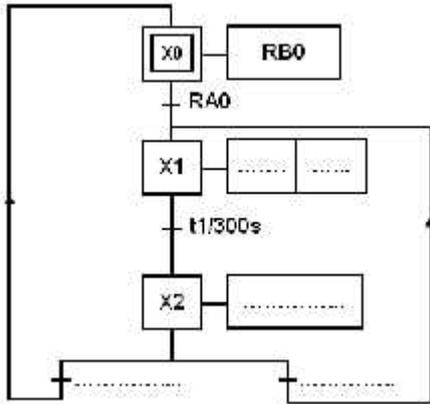
a - A partir de ce graphe relever les coordonnées du point de fonctionnement du moteur en régime établi.

- le couple utile : .....
- La vitesse de rotation du moteur  $n'$   
.....

b – En déduire pour ce moteur :

- Le nombre de paires de pôles au stator :  
.....  
.....
- Le glissement : .....
- La puissance utile : .....





Compléter la table d'affectation suivante

Entrée	Système								
	Microcontrôleur	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RB6	RB7	
Sorties	Système								
	Microcontrôleur	RB0	RB1	RB2	RB3	RB4	RB5		

```

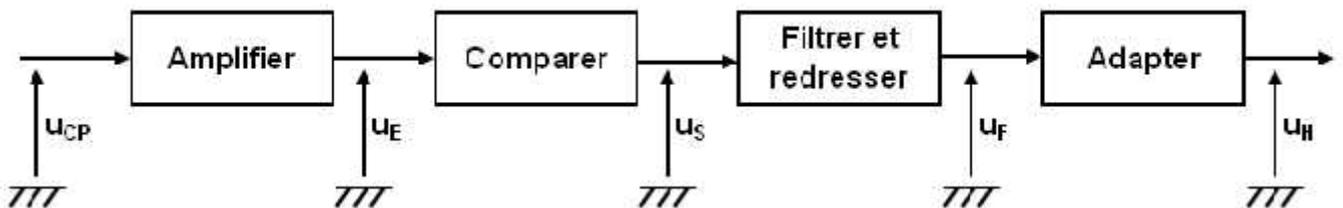
program Mt1;
var X0, X1, X2, t1 , t4: byte;
begin
  TrisA:=.....
  TrisB:=.....
  PortB:= .....
  X0:=1; X1:=0; X2:=0; t1:=0; t4:=0;
  while true do
    Begin
      if ..... then
        begin
          X0:=0; X1:=1;
        End;
      if ((X1 =1) and (t1=1)) then
        begin
          .....
        End;
      If..... then
        begin
          .....
        End;
    End;
  end

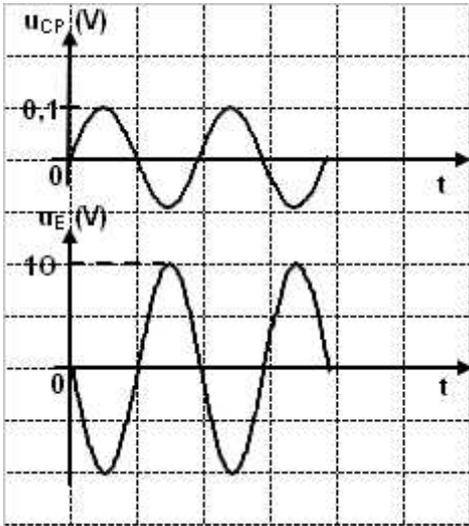
```

```

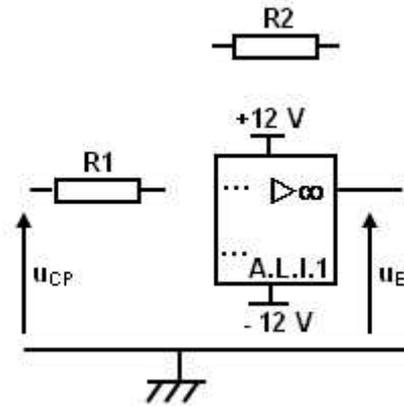
if ..... then
  begin
    .....
  End;
if X0=1 then portb.0:=1 else portb.0:=0;
if X1=1 then
  begin
    portb.1:=1; t1:=0;
    vdelay_ms(300000) ; t1:=1;
  end else
    begin
      portb.1:=0; t1:=0;
    end;
if X2=1 then
  begin
    .....
    .....
    .....
  end else t4:=0;
.....
End.

```





$A_v = \dots\dots\dots$



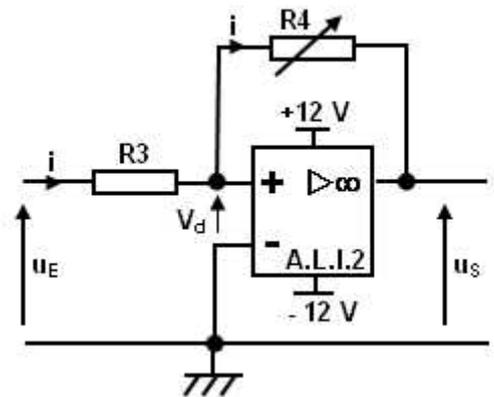
Cette fonction est réalisée par le montage ci-contre à base d'A.L.I.2 supposé idéal.

a- Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur A.L.I.2 ? Justifier la réponse.

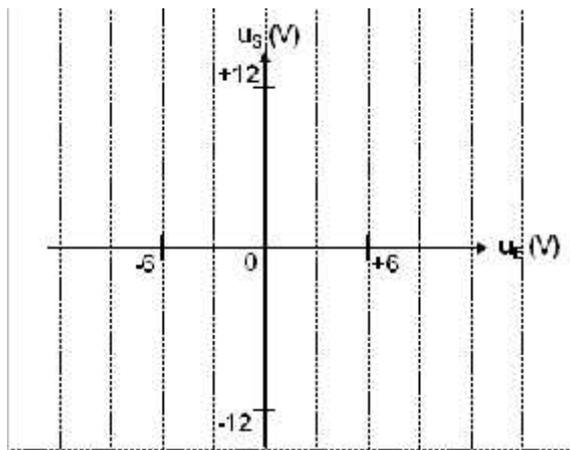
.....  
 .....

b- Quelles valeurs peut prendre  $u_s$ ?

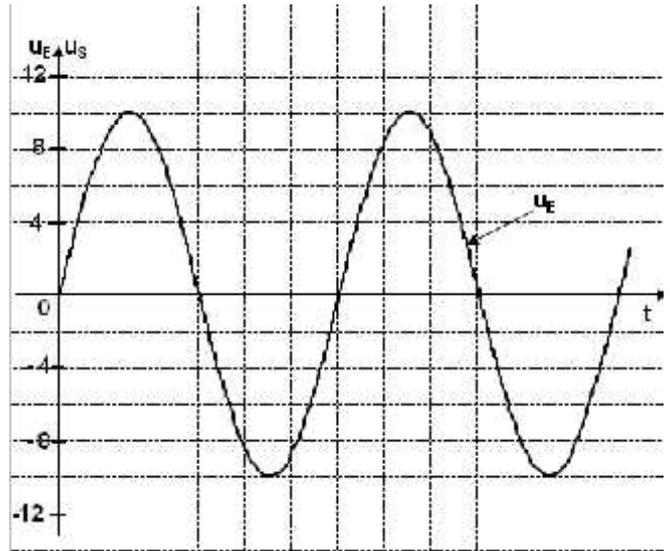
.....  
 .....



h- Représenter la caractéristique de transfert  $u_S$  en fonction de  $u_E$ .

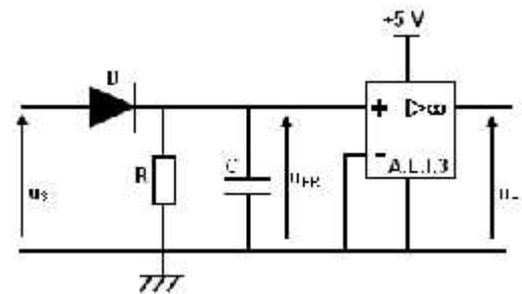


i- Représenter  $u_S(t)$  sur le même graphe que  $u_E(t)$

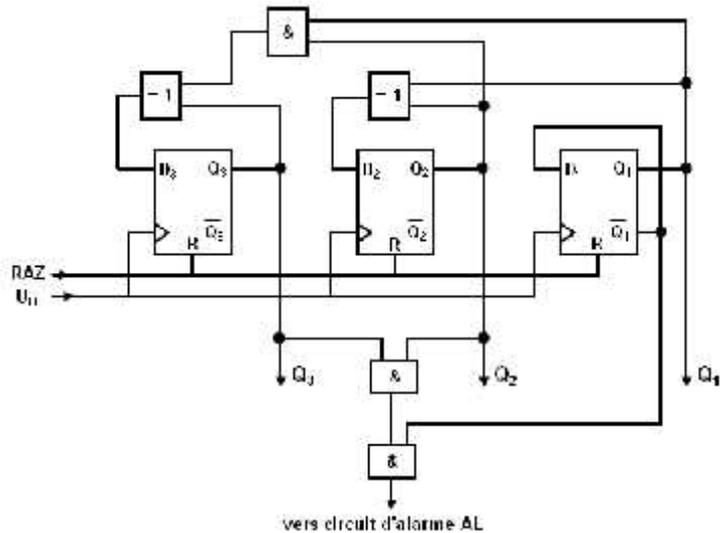


Préciser la nature des signaux  $u_{FR}$  et  $u_H$  en cochant la bonne réponse

	Analogique	logique
Signal $u_{FR}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal $u_H$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Pour compter les couvercles stockés sur les supports palettes, on utilise le circuit de comptage suivant :



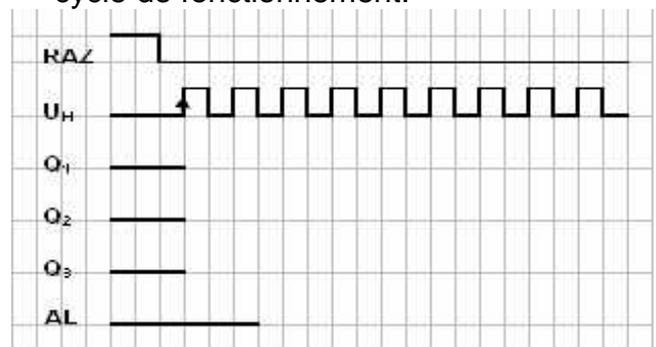
a- Quel est le mode de fonctionnement du compteur :

.....

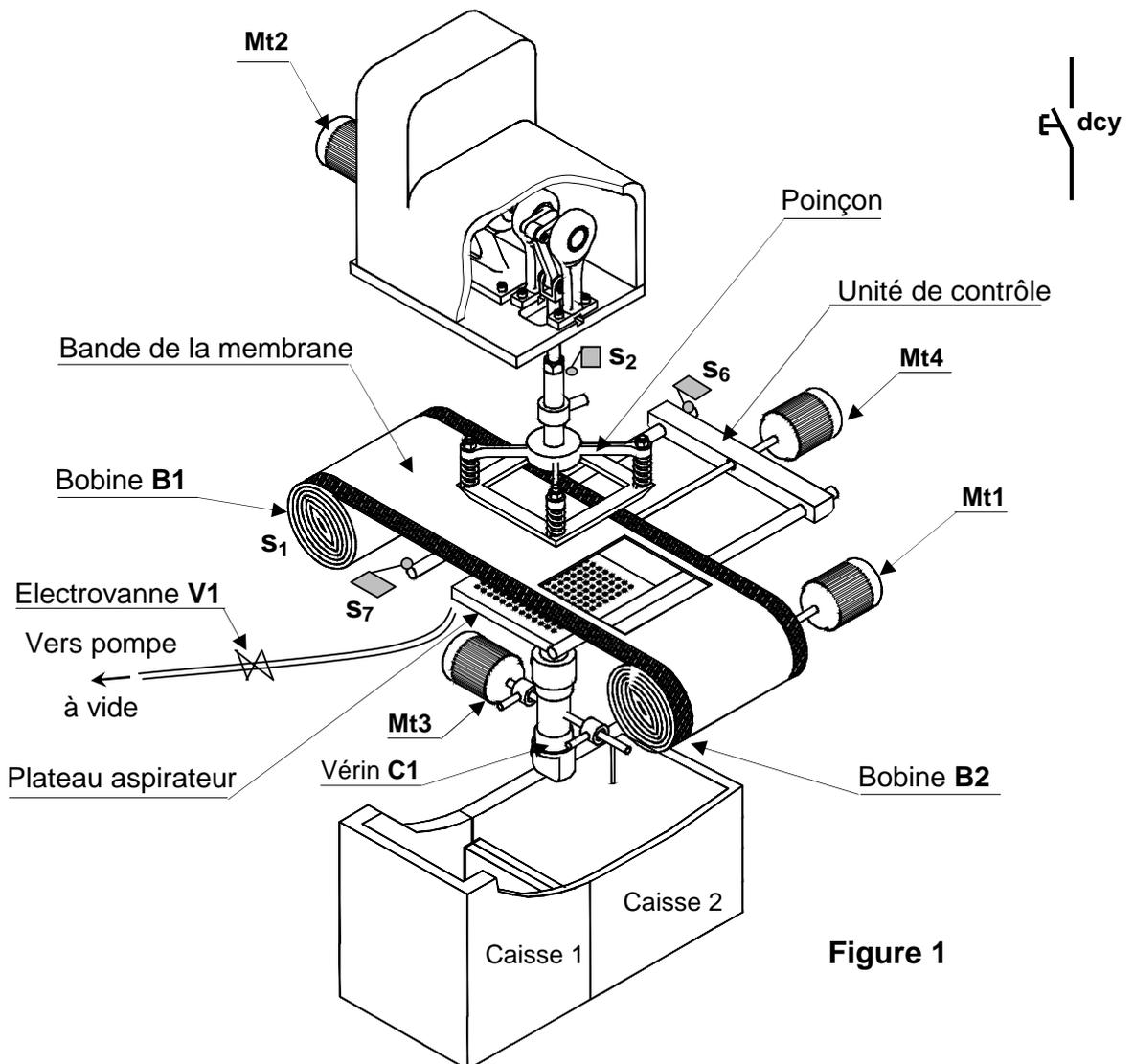
b- Donner les équations logiques des entrées  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ .

$D_1 = \dots\dots\dots D_2 = \dots\dots\dots D_3 = \dots\dots\dots$

c- Compléter le chronogramme pour un cycle de fonctionnement.



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



**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  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$  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  $s_{11}$  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  $s_{10}$ .
- 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>	$s_{11}$
		Distributeur 4/5/2 <b>12M1 (rentrée)</b>	$s_{10}$
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>	

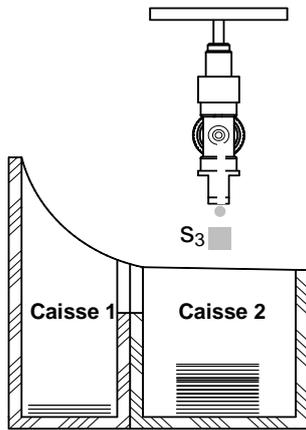


Figure 2

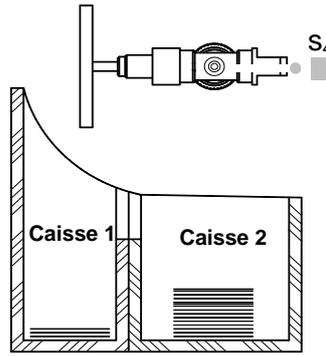


Figure 3

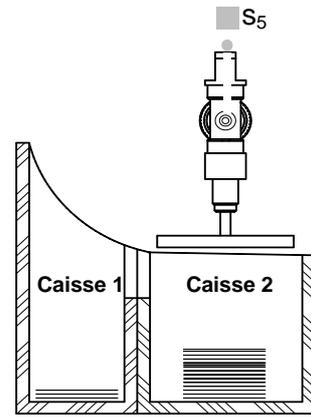


Figure 4

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
10	%I1.8	I8
11	%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

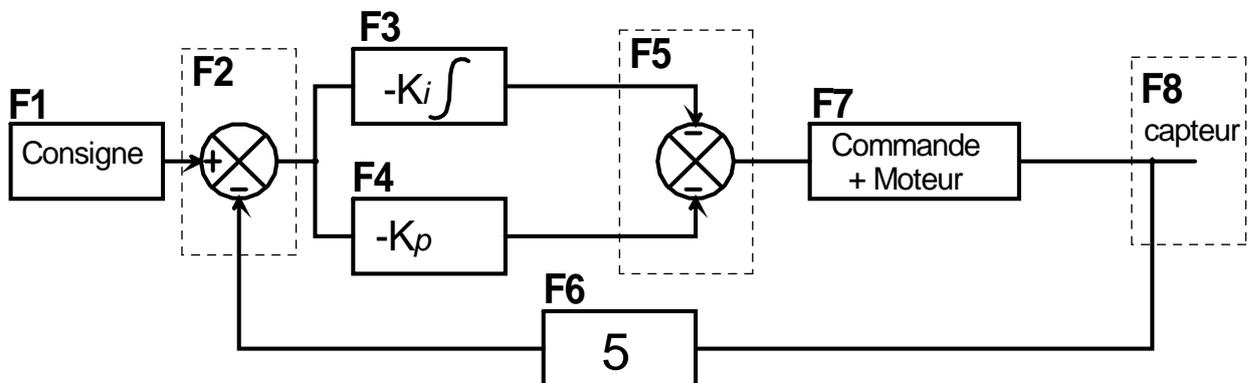
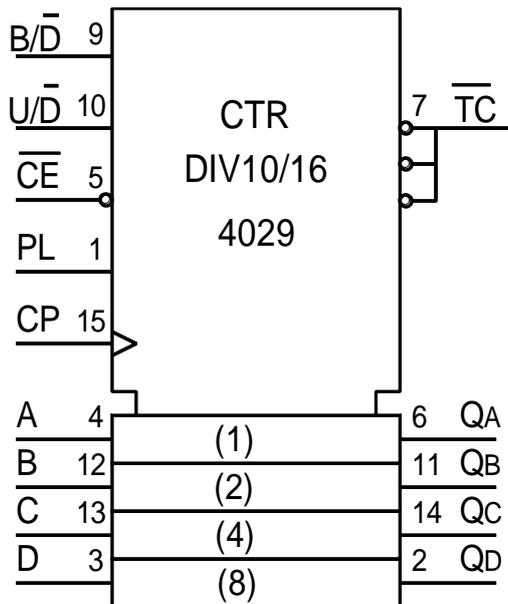


Figure 5

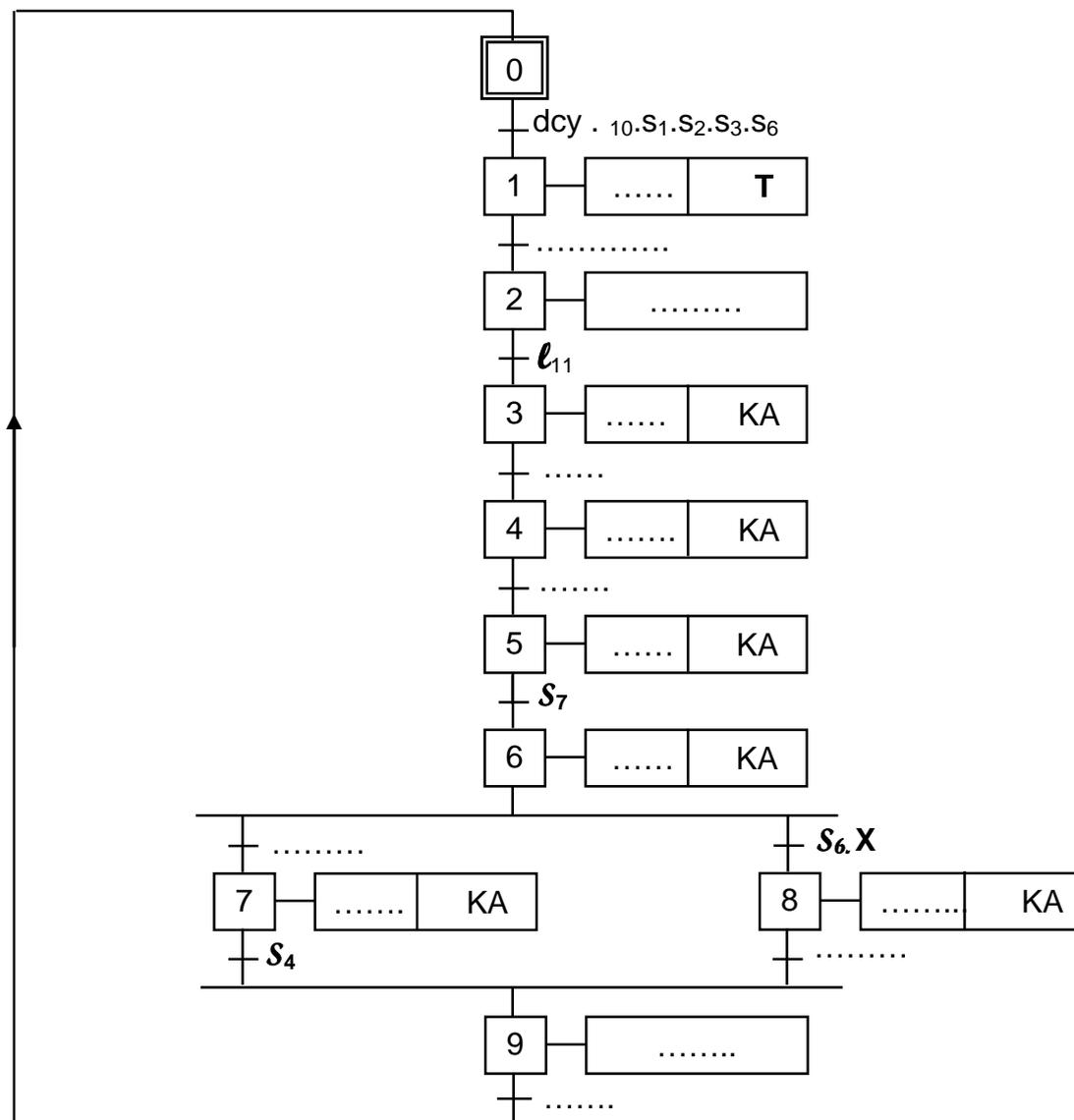


Désignation	Description
<b>CP</b>	Entrée d'horloge activée au front montant
<b><math>\overline{CE}</math></b>	Entrée de validation activée au niveau bas
<b>PL</b>	Entrée de chargement parallèle asynchrone activée au niveau haut
<b>A, B, C, D</b>	Entrée des données parallèles
<b>QA, QB, QC, QD</b>	Sorties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

## 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	$A_9 = \dots\dots\dots$	$D_9 = \dots\dots\dots$



b- calculer sa puissance absorbée

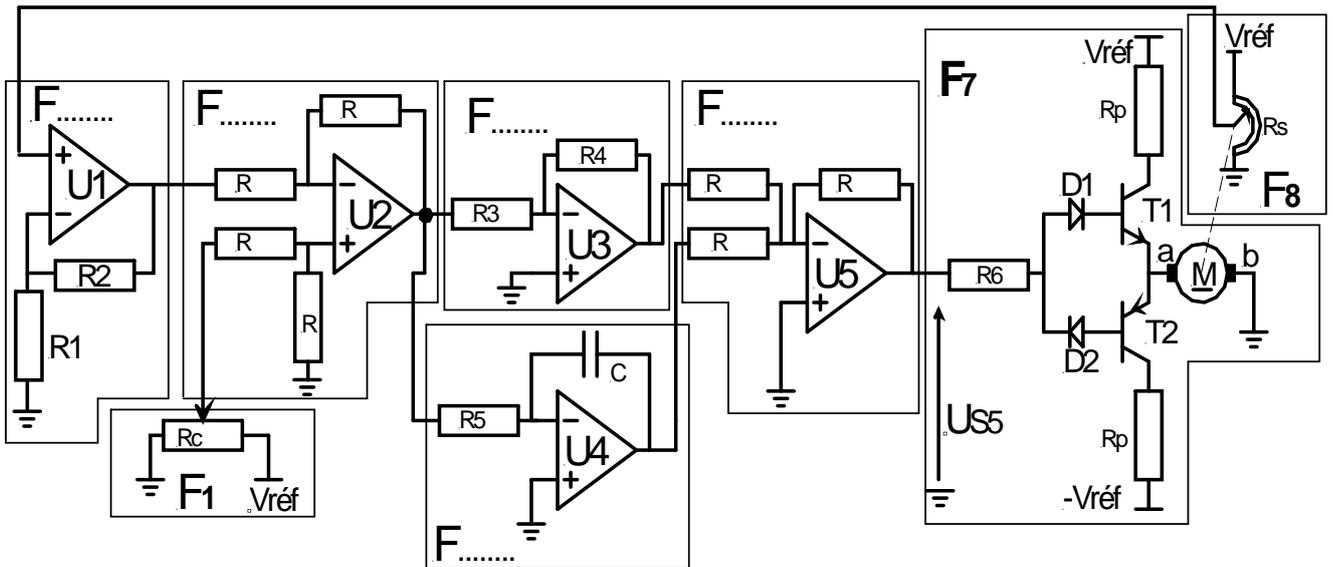
.....  
 .....

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



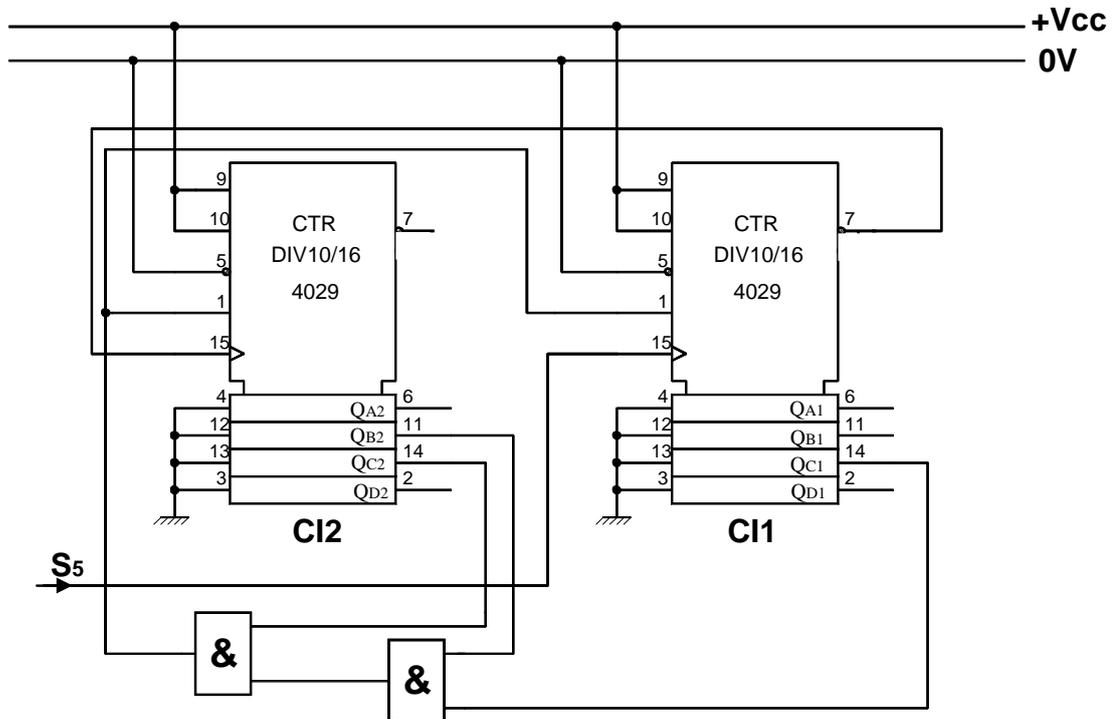
2- Sachant qu'un transistor bloqué ( $I_B=0$ ) se comporte comme un interrupteur ouvert et qu'un transistor saturé ( $I_B = I_{Bsat}$ ) se comporte comme un interrupteur fermé. Compléter le tableau suivant selon les différentes valeurs de  $U_{S5}$  en précisant les états des transistors T1 et T2 (saturé 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
$U_{S5} > 0$					
$U_{S5} = 0$					
$U_{S5} < 0$					

**IV- Etude du système de comptage :**

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.

La figure ci-dessous représente le schéma de câblage de ce compteur.



En se référant au document constructeur du compteur **4029** (Dossier technique page 4/6) et au schéma de câblage du compteur ci-dessus :

1- écrire l'équation logique de **PL** :

**PL** = .....

2- compléter le tableau suivant relatif à l'état d'activation de **PL** :

C12			
QD2	QC2	QB2	QA2
.....	.....	.....	.....

C11			
QD1	QC1	QB1	QA1
.....	.....	.....	.....

3- déduire le modulo de ce compteur matérialisant la capacité de la caisse N°2 :

**Modulo** .....

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

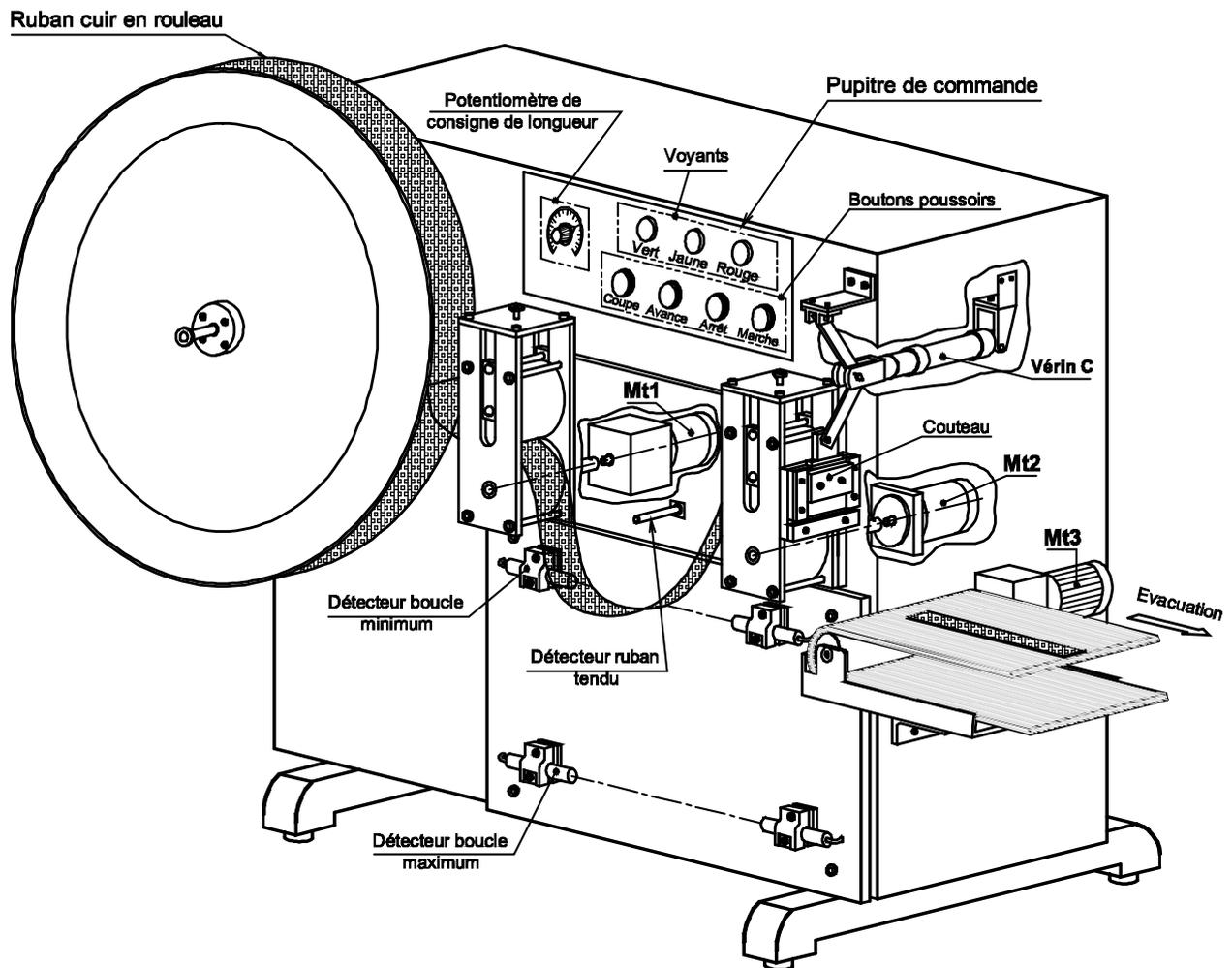


Figure 1

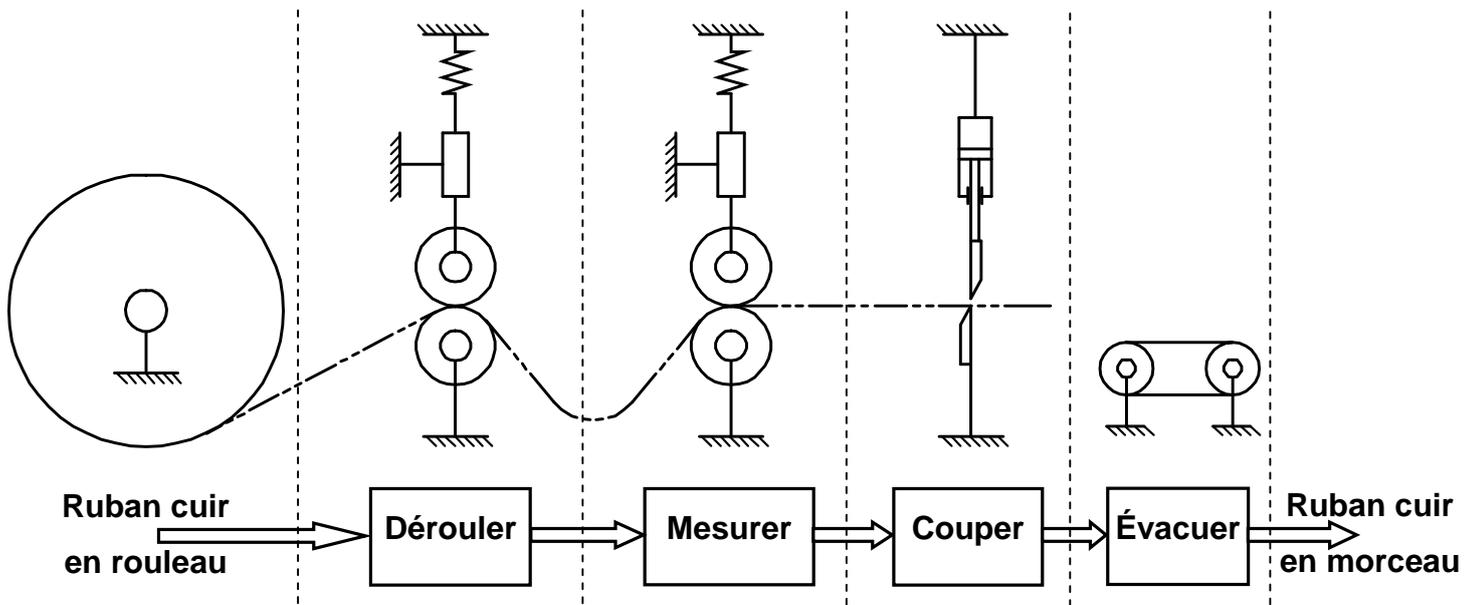
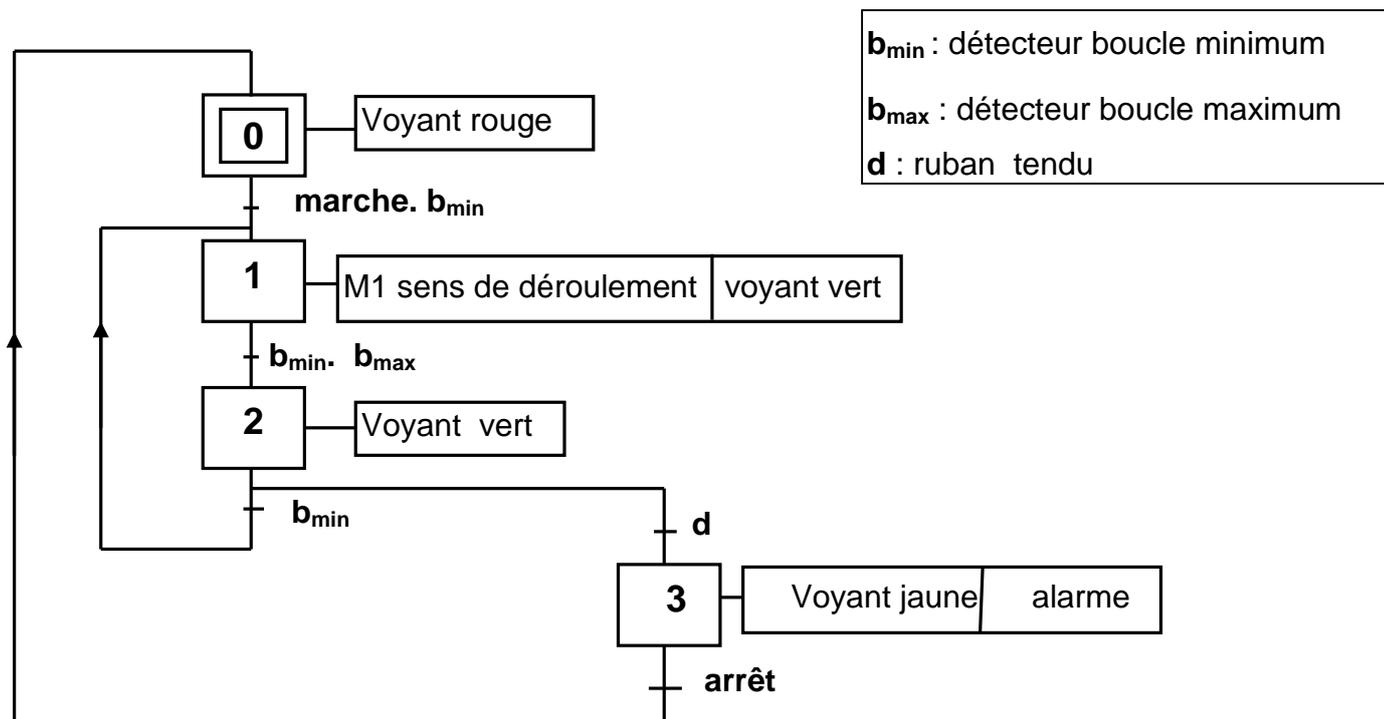


Figure 2

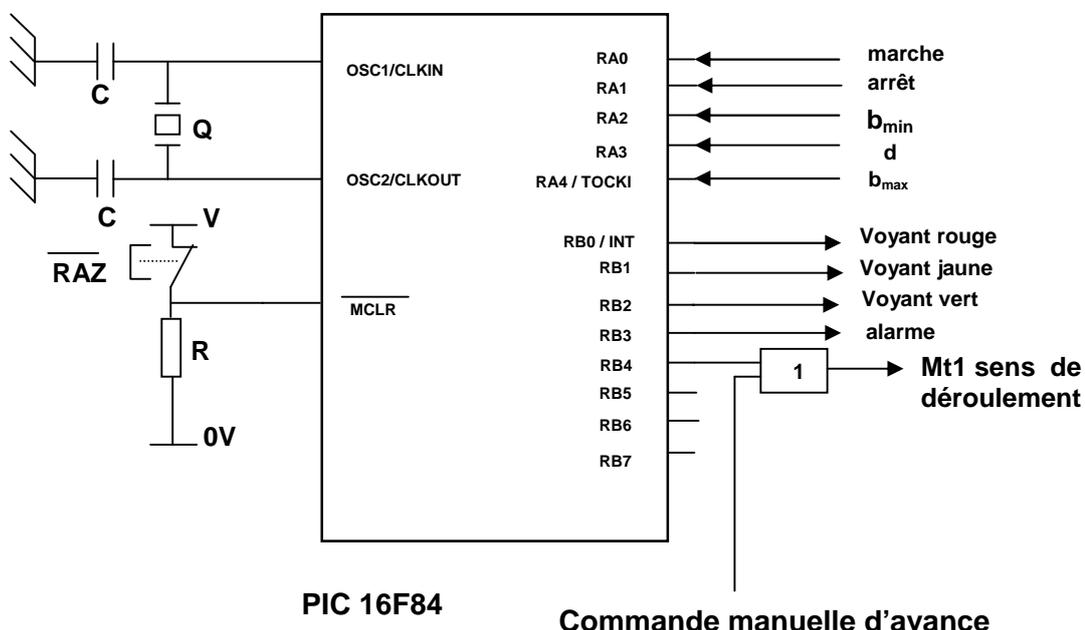
#### 4- Etude de la partie commande

##### 4-1/ Etude du moteur Mt1

Le moteur **Mt1** du module de déroulement, est commandé par un microcontrôleur **16F84** dont le **GRAFSET** de fonctionnement est donné ci-dessous :



$b_{min}$  : détecteur boucle minimum  
 $b_{max}$  : détecteur boucle maximum  
 d : ruban tendu



PIC 16F84

Commande manuelle d'avance

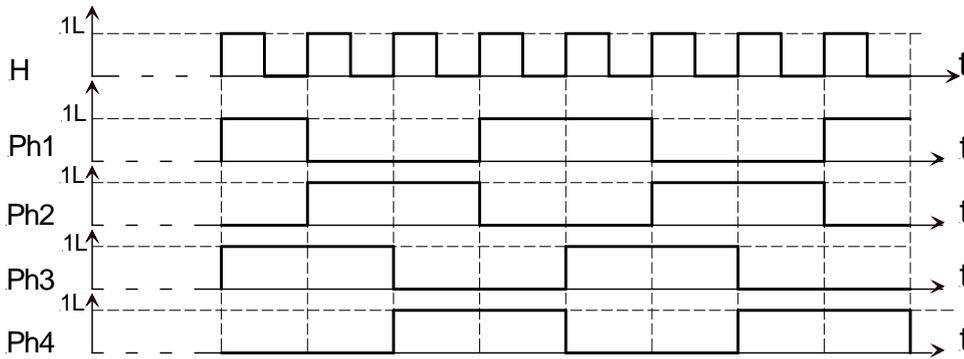
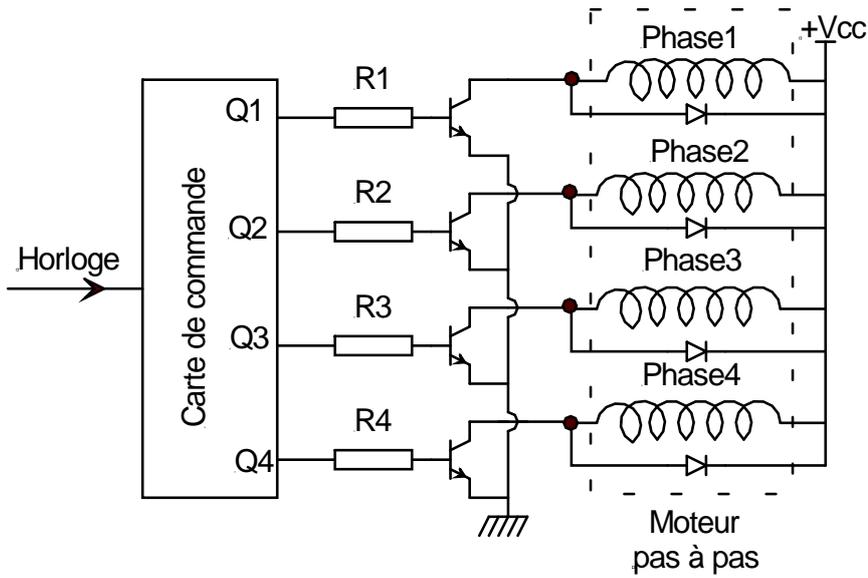
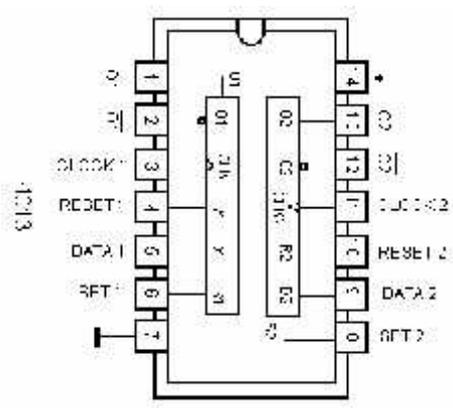


Table de fonctionnement de la bascule D

Transition		D
Enclenchement		1
Maintien à zéro	$\mu_0$	0
Maintien à un	$\mu_1$	1
Déclenchement		0

Brochage du C.I 4013

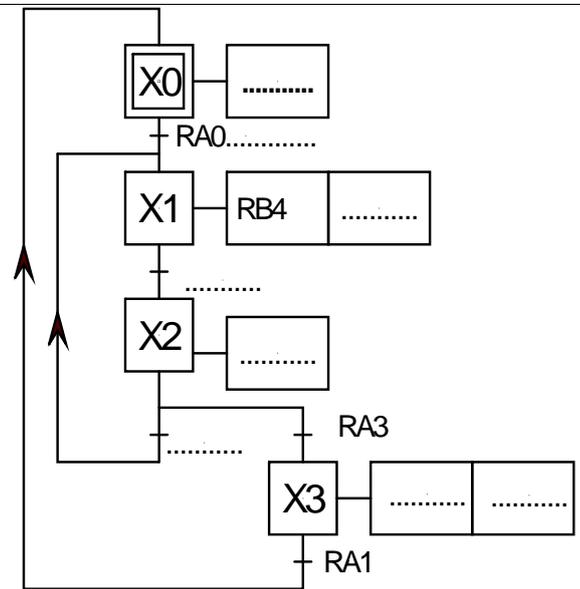


## B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE

### I- Etude du moteur Mt1

#### I.1 – Etude de la commande du moteur Mt1

a- En se référant au dossier technique (page 3/6) traduire le grafcet d'un point de vue de la partie opérative en un grafcet codé micro contrôleur



b- Compléter le programme en Mikropascal du GRAFCET déduit précédemment

<b>program</b> Mt1 ; <b>Var</b> X0, X1, X2, X3: <b>byte</b> ;	// déclaration des variables
<b>Begin</b> X0:=1; X1:=0; X2:=0; X3:=0; trisA:=\$.....; trisB:= \$.....; portB.0:=1;	// initialisation des variables et des sorties
<b>While</b> (1=1) <b>do</b> <b>Begin</b>	// boucle infinie
<b>If</b> ((X3=1) <b>and</b> (PortA.1=1)) <b>then Begin</b> X0:=1; X3:=0; <b>end</b> ;	// programmation de l'étape X0
<b>If</b> (((X0=1) <b>and</b> (PortA.0=1) <b>and</b> ( PortA.2=1) ) <b>or</b> ((X2=1) <b>and</b> (PortA.2=1))) <b>then</b> <b>Begin</b> X1:=1; X0:=0; X2:=0; <b>end</b> ;	// programmation de l'étape .....
<b>if</b> ((X1=1) <b>and</b> (PortA.2=1) <b>and</b> (PortA.4=1)) <b>then</b> <b>begin</b> X2:=1 ; X1:=0; <b>end</b> ;	// programmation de l'étape X2
..... ..... .....	// programmation de l'étape X3
<b>If</b> (X0 =1) <b>then</b> PortB.0 :=1 <b>else</b> PortB.0:=0;	// affectation voyant rouge
<b>If</b> ((X1=1) <b>or</b> (X2=1)) <b>then</b> PortB.2 :=1 <b>else</b> PortB.2 :=0;	// affectation voyant vert
..... ..... .....	// affectation moteur sens de déroulement
<b>If</b> (X3=1) <b>then Begin</b> PortB.1:=1; PortB.3:=1; <b>end</b> <b>else Begin</b> PortB.1:=0; PortB.3:= 0; <b>end</b> ; <b>end</b> ;	// affectation voyant jaune et alarme
<b>end.</b>	// fin du programme

## I.2 – Recherche du point de fonctionnement du moteur Mt1

Le moteur de déroulement du ruban est un moteur à courant continu à excitation indépendante dont on néglige les pertes constantes et pour lequel on considère le flux  $\Phi$  constant. Lorsqu'il tourne à une vitesse de 900 tr/mn, la force contre électromotrice est

$E' = 180V$ , la résistance interne de son induit est  $R = 1,91 \cdot \frac{6}{\pi}$

Sachant que  $E' = N.W.n = K.n$  avec  $E'$  en V et  $n$  en tr/s

**a-** Déduire la valeur de  $K$  (en **V/ tr/s**)

.....

**b-** Montrer que son couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme  $C_{em} = K_1.I$  puis en déduire l'expression de  $K_1$  en fonction de  $K$

.....

.....

**c-** Exprimer le courant induit  $I$  en fonction de  $U$ ,  $E'$  et  $R$

.....

**d-** D'après les deux expressions précédentes, montrer que le couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme  $C_{em} = a.U - b.n$

.....

.....

.....

**e-** Calculer  $a$  et  $b$

.....

.....

**f-** Dans ce que suit on adopte  $a=1$  et  $b=12$ . Pour une tension  $U=200V$ , calculer le couple électromagnétique pour :

\*  $n_1 = 960 \text{tr/mn}$ .

.....

\*  $n_2 = 990 \text{tr/mn}$ .

.....

**g-** Tracer la caractéristique mécanique :  $C_{em} = f(n)$  sur la figure 1 page 7/8

**h-** Déduire les coordonnées du point de fonctionnement ( $n, C_{em}$ )

$n = \dots\dots\dots$   $C_{em} = \dots\dots\dots$

**i-** Calculer alors la puissance utile par ce moteur.

.....

.....

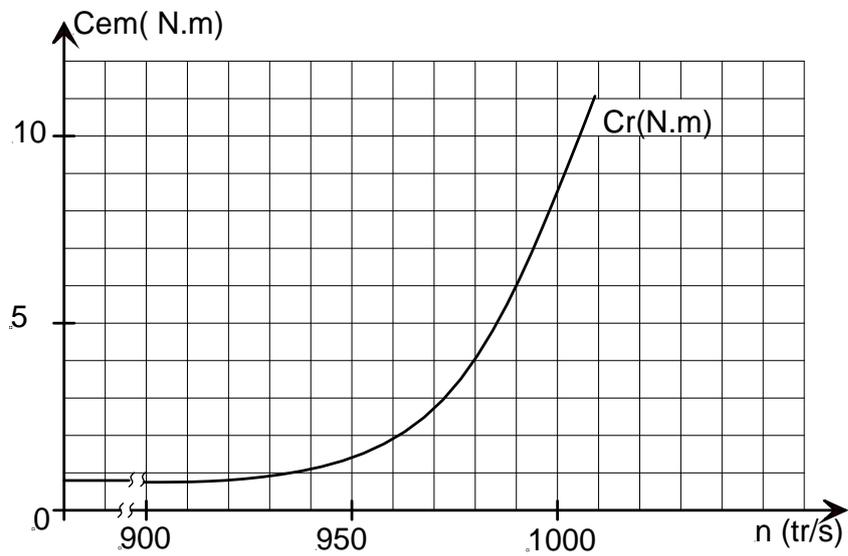


Figure 1

**II- Etude de la commande du moteur Mt2**

En se référant au schéma électronique et au chronogramme de la page 4/6 du dossier technique :

**a-** Comparer les états logiques de la sortie Q1 à ceux de la sortie Q2, puis en déduire

l'expression logique de Q2 en fonction de Q1

Q2= .....

**b-** Comparer les états logiques de la sortie Q3 à ceux de la sortie Q4, puis en déduire

l'expression logique de Q4 en fonction de Q3

Q4= .....

**c-** Le générateur de séquences étant élaboré à base de deux bascules D ; compléter la table de fonctionnement des sorties Q1 et Q3

Etat n	
Q3	Q1
1	1
.....	.....
.....	.....
.....	.....

Etat n+1	
Q3	Q1
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

**d-** Les 4 phases du moteur sont commandées avec deux bascules D. Déterminer les équations des entrées des bascules D1 et D3

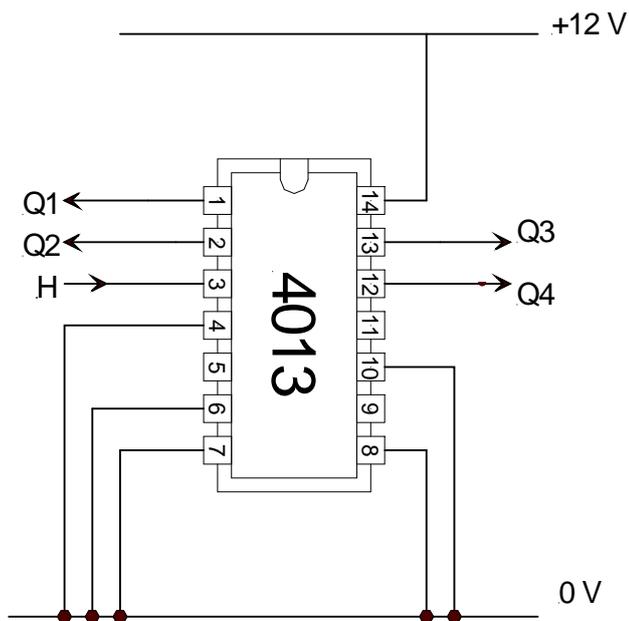
	Q1	0	1
Q3			
0			
1			

D1 = .....

	Q1	0	1
Q3			
0			
1			

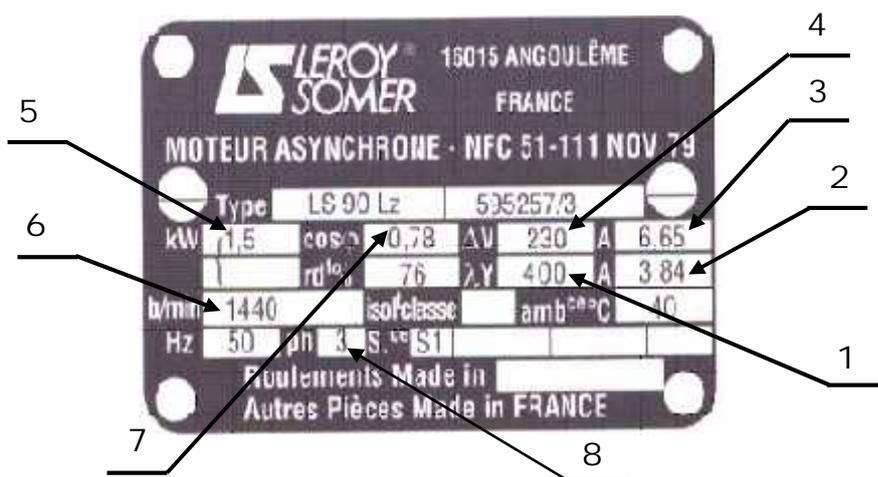
D3 = .....

e- Compléter le schéma de câblage de la carte de commande réalisée à base d'un circuit intégré 4013.



### III- Lecture de la plaque signalétique du moteur Mt3

En se référant aux indications portées par la plaque signalétique ci-contre ; compléter le tableau ci-dessous



Repère	Signification
.....	Courant en ligne pour un couplage étoile
.....	Vitesse de rotation nominale
.....	Facteur de puissance
5	Puissance utile

Repère	Signification
.....	Tension du réseau pour un couplage triangle
.....	Nombre de phases
.....	Courant en ligne pour un couplage triangle
.....	Tension du réseau pour un couplage étoile

**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**ÉPREUVE : TECHNOLOGIE**

DURÉE : 4  
heures

COEFFICIENT :  
3

**CONSTITUTION DU SUJET**

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

**TRAVAIL DEMANDÉ**

- C. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- D. 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.

**PANNEAU SOLAIRE MOBILE**

**A- Mise en situation**



Figure 1

Les énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) seront épuisées d'ici quelques dizaines d'années et deviennent de plus en plus chères, tandis que l'énergie solaire a l'avantage d'être inépuisable.

Les panneaux solaires (figure 1) permettent d'exploiter cette source d'énergie en absorbant les rayons du soleil. Ces panneaux ne sont pas nuisibles à l'environnement.

Pour un meilleur rendement de la conversion de l'énergie lumineuse en énergie électrique, le panneau est muni d'un suiveur lui permettant de s'orienter perpendiculairement aux rayons solaires comme le montre la figure 2.

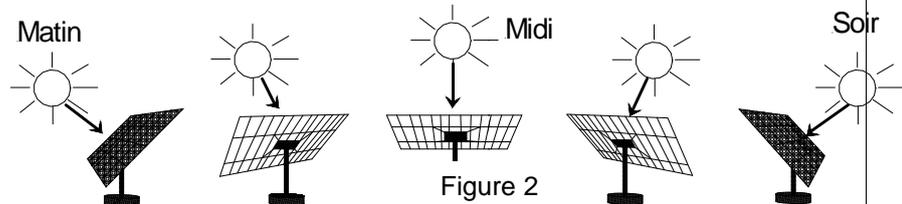


Figure 2

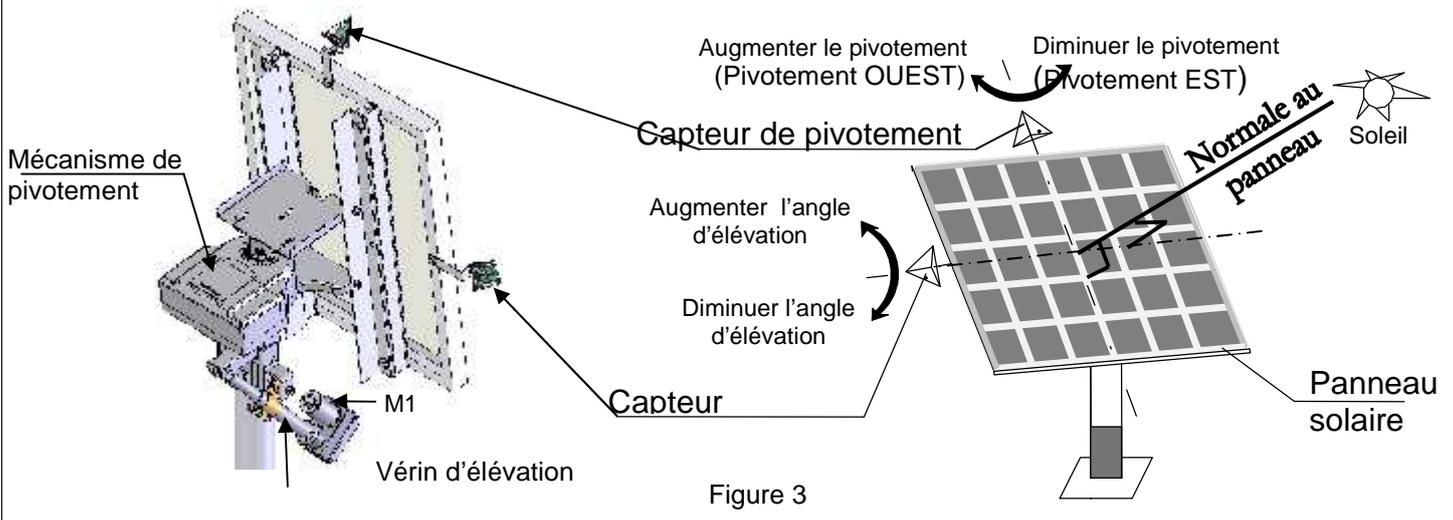


Figure 3

Le capteur solaire a la forme d'un tétraèdre (pyramide à base triangulaire) capable de détecter la présence et la position relative d'une source lumineuse. Chaque capteur est constitué principalement de 3 cellules sensibles à l'éclairage solaire (figure 4).



Pendant la phase de suivi du soleil, les cellules n°1 et n°2 sont régulièrement exposées aux rayons du soleil, mais de manière différente.

La cellule n°3 orientée vers l'arrière du panneau reste dans l'ombre sans être directement exposée aux rayons solaires.

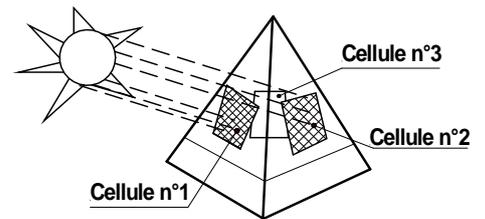


Figure 4

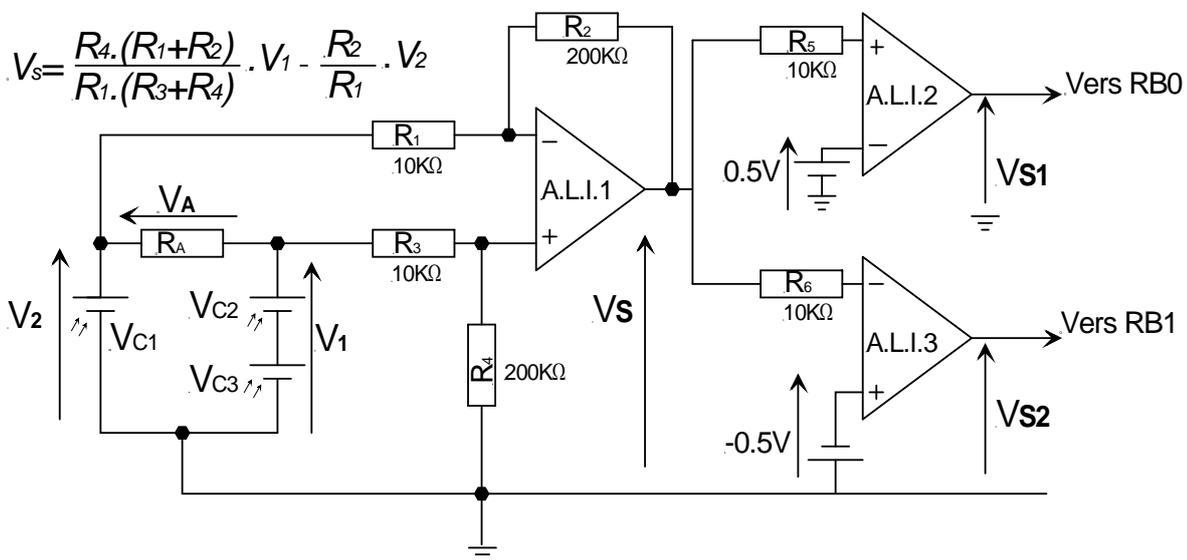


Figure 5

Le schéma structurel de traitement des signaux A et B issus du codeur est le suivant.

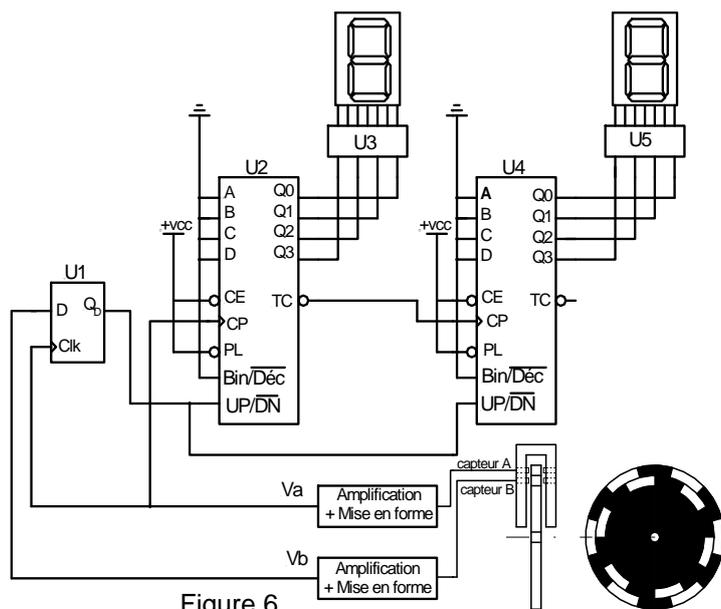


Figure 6

### Référence de quelques circuits intégrés famille C MOS

Réf	Fonction
CD4011	4 portes NAND à 2 entrées
CD4013	Double bascule type D
CD4015	Registre à décalage 2x4 bits
CD4016	4 interrupteurs analogiques
CD4023	Triple porte NAND à 3 entrées
CD4024	Compteur binaire 7 bits
CD4025	Triple porte NOR à 3 entrées
CD4029	Compteur/décompteur binaire/décimal
CD4510	Compteur décompteur BCD
CD4511	Décodeur driver BCD/7 segments
CD40175	Quadruple bascule type D
CD4030	4 portes OR-EXCL à 2 entrées
CD4042	Quadruple bascule type D
CD40193	Compteur décompteur binaire prog.

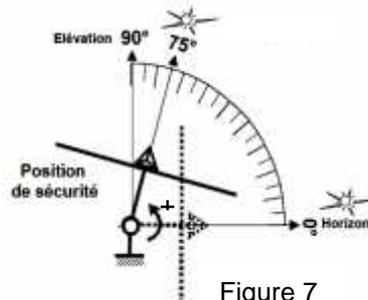


Figure 7

### Commande de pivotement du panneau

Pendant le jour, si le ciel est clair, le panneau suit régulièrement le chemin du soleil du bas vers le haut (sens+) ou inversement (sens-) selon les informations issues du capteur d'élévation.

Le matin et au coucher du soleil, la normale au panneau fait un angle de 0° par rapport à l'horizontale (horizon). Dans ce cas, la tige du vérin est totalement sortie et un capteur de fin de course est actionné.

Pour des raisons de sécurité (vent violent, pluie,...) ou pendant la nuit, la normale au panneau doit faire un angle de 75° par rapport à l'horizontale (figure 7), alors la tige du vérin est totalement rentrée. Dans cette position, le panneau est protégé des effets du vent tout en permettant l'écoulement de l'eau de pluie.

### E- Choix technologique

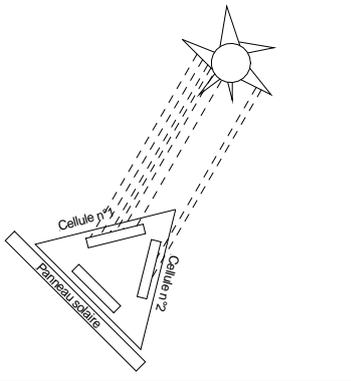
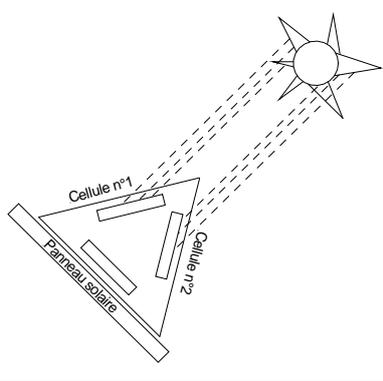
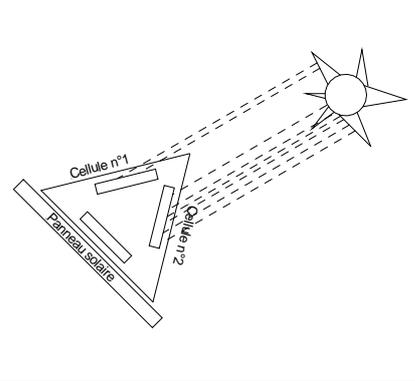
Elément	Evénement	E/S	pic
	capteur d'élévation au-dessus du soleil	RB0	1
	capteur d'élévation en face du soleil		0
	capteur d'élévation au-dessous du soleil	RB1	1
	capteur d'élévation en face du soleil		0
	Vent très violent	RB2	1
	Pas de vent		0
	Nuit ou ciel nuageux	RB3	1
	Jour ou Ciel clair		0
	Capteur de fin de course de la position haute actionné	RB4	1
	Capteur de fin de course de la position haute non actionné		0
	Capteur de fin de course de la position basse actionné	RB5	1
	Capteur de fin de course de la position basse non actionné		0
	Rotation du moteur pour augmenter l'élévation	RA0	1
	Moteur à l'arrêt		0
	Rotation du moteur pour diminuer l'élévation	RA1	1
	Moteur à l'arrêt		0

## B - PARTIE ELECTRIQUE :

### 1- Etude de la carte de commande (voir figure 5 de la page 2/5 du dossier technique)

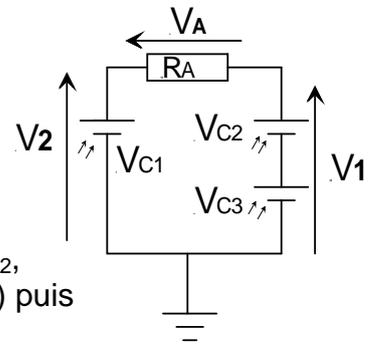
Les cellules n°1 et n°2 délivrent des tensions proportionnelles selon leurs expositions au soleil.

#### 1-1- Pour les différentes dispositions ci-dessous du soleil, comparer les tensions délivrées par les deux cellules 1 et 2

		
$V_{C1} \dots V_{C2}$	$V_{C1} = V_{C2}$	$V_{C1} \dots V_{C2}$

#### 1-2- Exprimer $V_A$ en fonction de $V_1$ et $V_2$ .

.....  
 .....  
 .....



#### 1-3- En se référant à la figure 5, aux valeurs des résistances $R_1, R_2, R_3, R_4$ et à la formule de $V_s$ donnée, montrer que $V_s = A \cdot (V_1 - V_2)$ puis déduire la valeur numérique de $A$ .

.....  
 .....  
 .....  
 .....

#### 1-4- Quelle est la fonction assurée par l'amplificateur A.L.I.1?

.....  
 .....

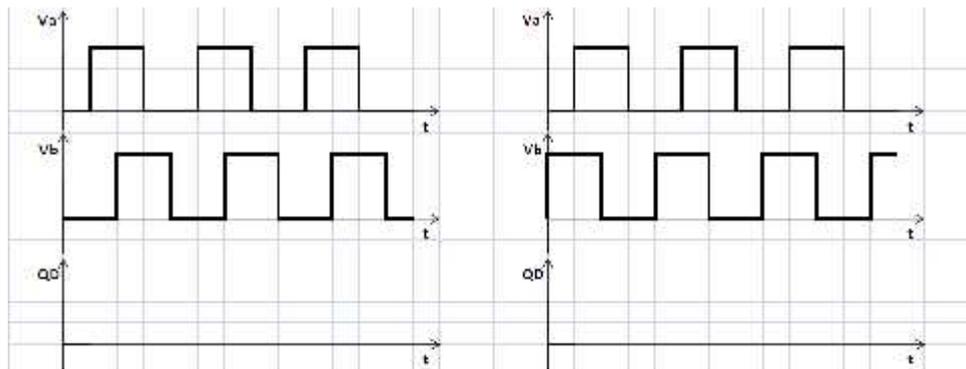
#### 1-5- En quel régime fonctionnent les deux amplificateurs A.L.I.2 et A.L.I.3?

.....  
 .....

#### 1-6- Sachant que Les deux amplificateurs (A.L.I.2 et A.L.I.3) sont polarisés entre 0V et +5V, compléter alors le tableau suivant en indiquant à chaque fois les valeurs des deux tensions $V_{s1}$ et $V_{s2}$ .

$V_s$	$V_s < -0.5$	$-0.5 < V_s < 0.5$	$V_s > 0.5$
$V_{s1}$			
$V_{s2}$			

PL	BIN / $\overline{\text{DEC}}$	UP / $\overline{\text{DN}}$	CE	CP	MODE
0	X	X	X	X	Chargement parallèle
1	X	X	0	X	Sans changement
1	0	0	1	↑	décomptage décimal
1	0	1	1	↑	Comptage décimal
1	1	0	1	↑	Décomptage binaire
1	1	1	1	↑	Comptage binaire



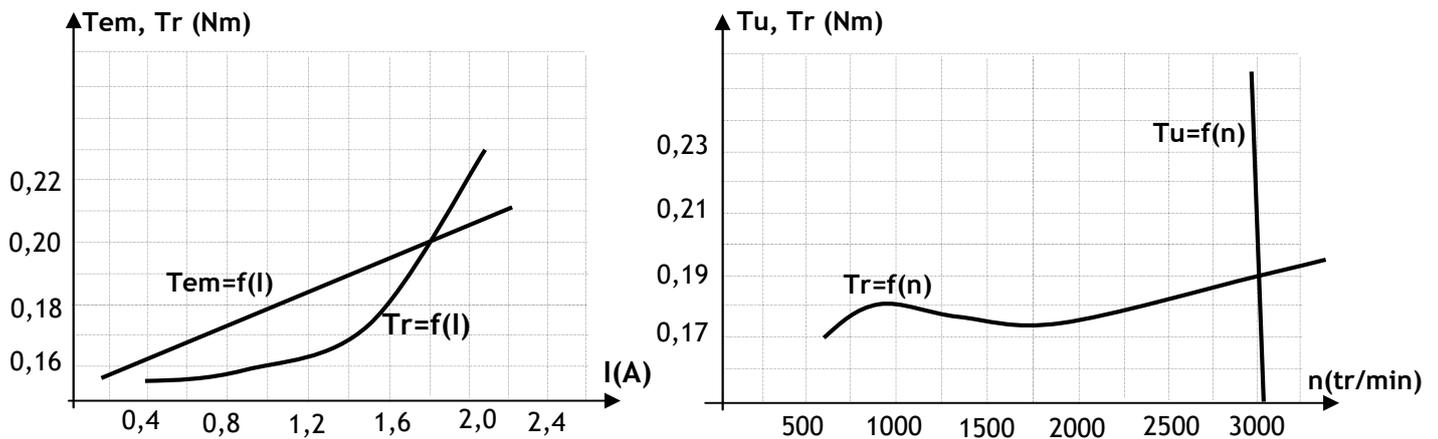
Le circuit U2 et U4 fonctionnent en mode  
 .....

Le circuit U2 et U4 fonctionnent en mode  
 .....

N ° Circuit	Référence	Fonction
U1	.....	.....
U2 et U4	..... .....	..... .....
U3 et U5	.....	.....

### 3- Etude du moteur à courant continu M1

**Caractéristiques du moteur :** Les courbes suivantes représentent respectivement les caractéristiques électromagnétique et mécanique du moteur ainsi que la variation du couple résistant  $Tr$  :



Le moteur utilisé est à aimant permanent dont les caractéristiques sont :

$$U = 36 \text{ V} \quad R_a = 0.5$$

Pour le point de fonctionnement en charge nominale donné par les caractéristiques électromagnétique et mécanique ci-dessus :

**3-1-** Déterminer le courant absorbé par l'induit et calculer la f.c.e.m  $E'$ .

.....  
 .....

**3-2-** Calculer la puissance absorbée par la machine.

.....

**3-3-** Déterminer graphiquement le couple utile  $T_u$  (Nm) et la vitesse de rotation  $n$  en (tr/min).

.....  
 .....

**3-4-** Calculer la puissance utile fournie par le moteur.

.....  
 .....

**3-5-** Déterminer graphiquement le couple  $T_{em}$  puis déduire la valeur du couple des pertes  $T_p$ .

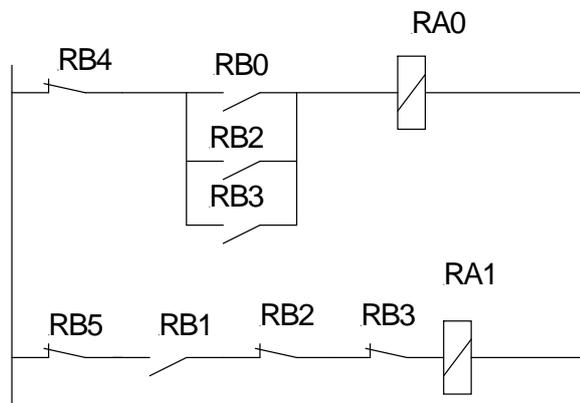
.....  
 .....

**3-6-** Calculer les pertes dites constantes.

.....  
 .....

#### 4- Commande du moteur du vérin.

Le schéma à contact de la figure ci-dessous traduit la commande du moteur de vérin :



#### 4-1- Dédurre les équations logiques de RA0 et RA1

RA0=.....

RA1=.....

#### 4-2- Traduire ces deux équations par un programme Mikropascal

```
program moteur1;
```

```
begin
```

```
trisa:=$.....;
```

```
trisb:=$.....;
```

```
porta:=0;
```

```
while true do
```

```
begin
```

```
  if((.....) or (.....) or (.....)) and ( portb.4=0) then
```

```
    porta.0:=1 else porta.0:=0;
```

```
  if ((portb.1=1) and (.....) and ((portb.3=0) and (portb.2=0))) then
```

```
    .....else.....;
```

```
end;
```

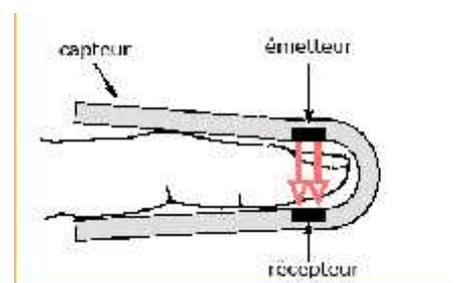
```
end.
```

**SECTION : SCIENCES TECHNIQUES**

**EPREUVE : TECHNOLOGIE**

DURÉE : 4 heures    COEFFICIENT : 3

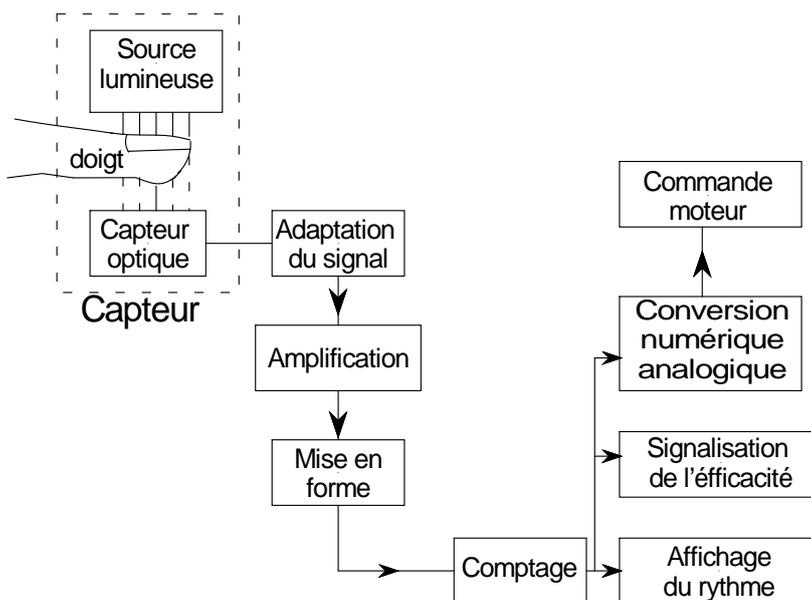
**Observation** : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.



On exploite la variation de la transparence du doigt, due à la circulation sanguine, pour détecter ce rythme en utilisant un capteur optique comme le montre la figure ci-contre.

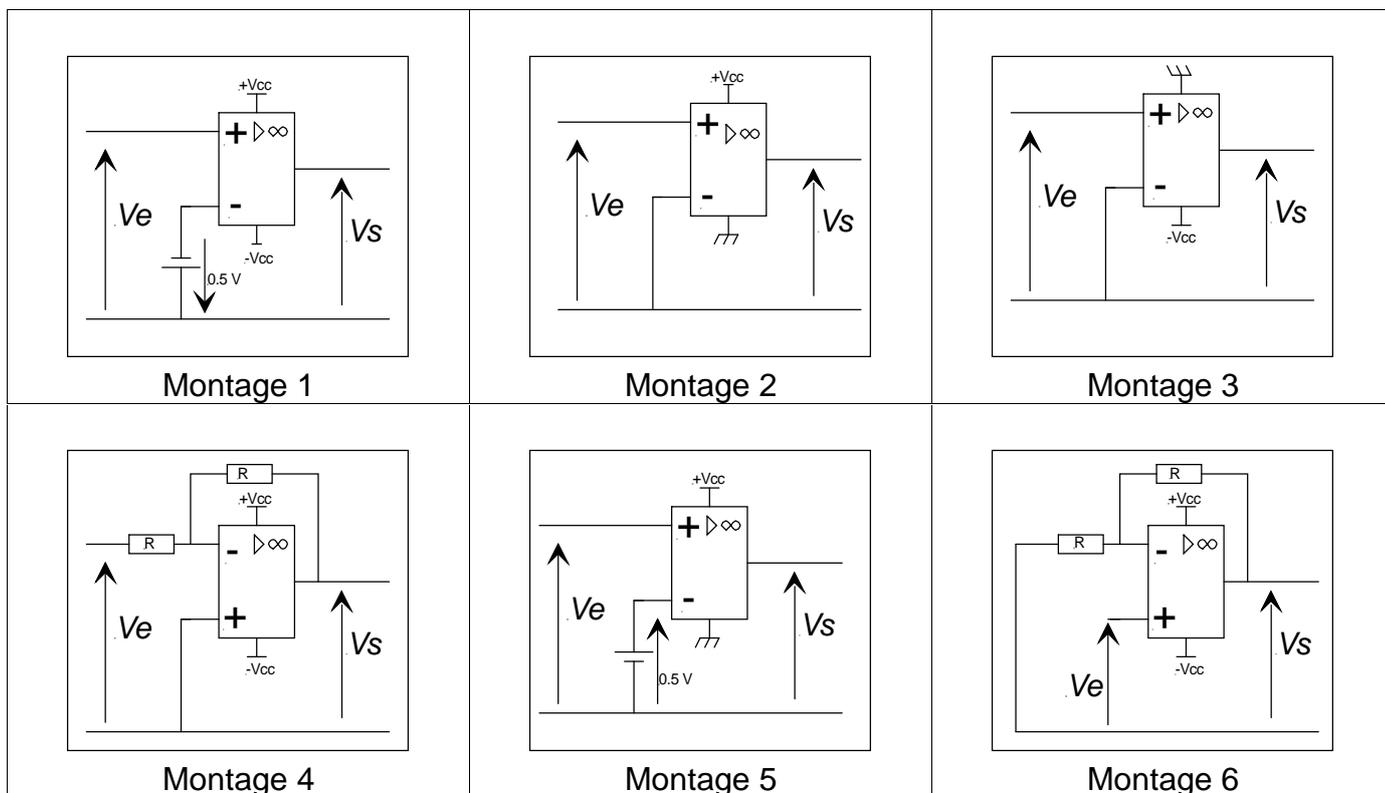
### b- Schéma synoptique

La carte électronique du système peut être représentée par le schéma synoptique suivant :



### c- Mise en forme du signal issu du capteur

Une fois adapté et amplifié, le signal issu du capteur optique doit être mis en forme par l'un des montages électroniques à base d'A.L.I. suivants :

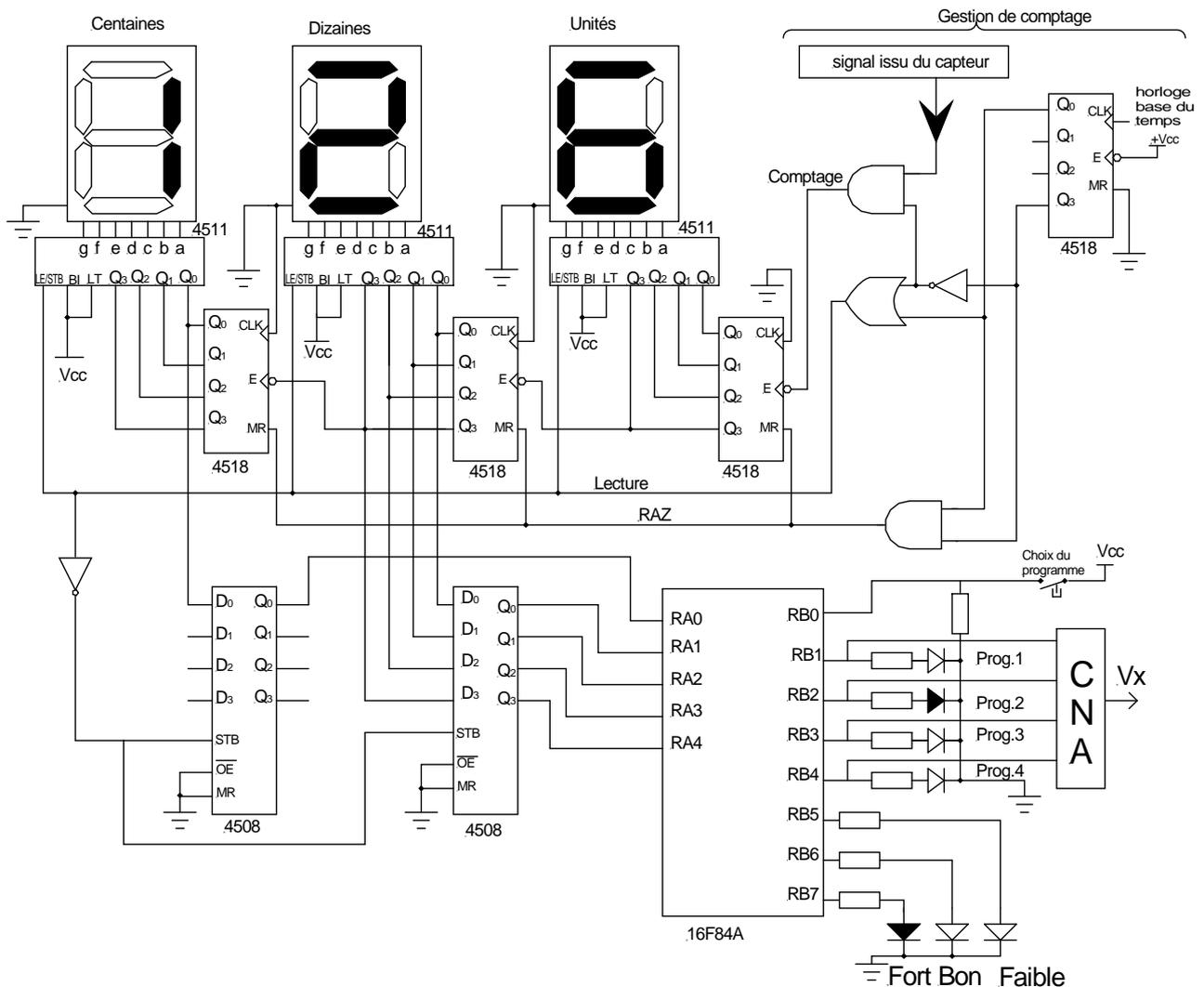


### d- Comptage des impulsions du rythme cardiaque

Pour connaître le nombre des impulsions cardiaques par minute, on procède comme suit :

- comptage des impulsions issues du capteur optique, durant une minute ;
- lecture et affichage du nombre des impulsions comptées ;
- remise à zéro (RAZ) du compteur. Puis, un nouveau cycle de comptage recommence.

Le schéma de la carte de commande du système est le suivant :



### e- Affichage de la zone de travail cardiaque

Durant l'exercice d'entraînement physique, l'utilisateur se renseigne sur l'efficacité du programme choisi par trois diodes électroluminescentes fonctionnant comme suit :

- une Led jaune D1 s'allume pour un exercice inefficace (faible);
- une Led verte D2 s'allume pour un exercice efficace (Bien) ;
- une Led rouge D3 s'allume pour un exercice surpuissant (fort).

On note  $F_c$  : fréquence cardiaque de l'utilisateur en battements/minute  
 $F_p$  : fréquence cardiaque préprogrammée en battements/minute

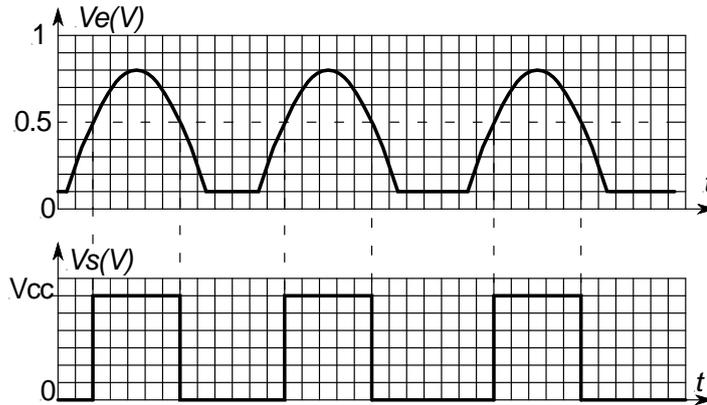
Une comparaison entre  $F_c$  et  $F_p$  est effectuée pour savoir quelle diode led doit être allumée. Le choix de l'exercice, son efficacité et le numéro du programme choisi sont gérés par un microcontrôleur PIC 16F84A.

## B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE

### 1- Etude de la mise en forme du signal

Après adaptation et amplification du signal délivré par le capteur photo-résistance, il est mis en forme avec un montage à base d'amplificateur linéaire intégré.

Les signaux avant et après la mise en forme sont les suivants:



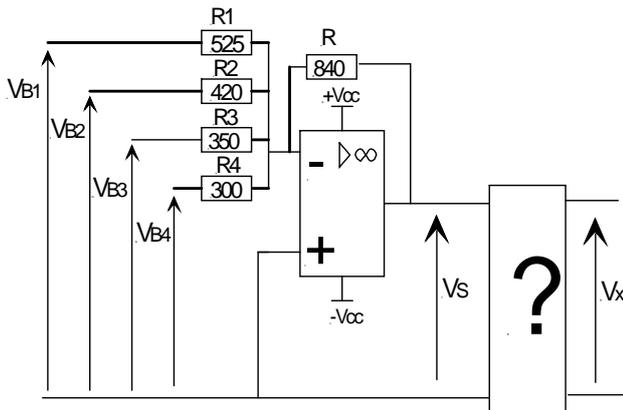
a- Déduire la valeur de la tension d'entrée pour laquelle la tension de sortie bascule de 0 V à +Vcc et inversement.

.....

b- En se référant au tableau des différents montages à base d'A.L.I donnés à la page 2/5 du dossier technique, quel est le montage permettant d'aboutir au résultat ci-dessus?

.....

### 2- Etude du convertisseur numérique analogique



a- exprimer Vs en fonction de  $V_{B1}$ ,  $V_{B2}$ ,  $V_{B3}$  et  $V_{B4}$ .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b- Compléter le tableau ci-dessous en calculant la valeur de la tension Vs pour les différentes valeurs des tensions appliquées à l'entrée.

$V_{B1}$	$V_{B2}$	$V_{B3}$	$V_{B4}$	$V_S$
0 V	0 V	0 V	5 V	.....
0 V	0 V	5 V	0 V	.....
0 V	5 V	0 V	0 V	.....
5 V	0 V	0 V	0 V	.....

c- En se référant au tableau des montages à base d'A.L.I donné à la page 2/5 du dossier technique, choisir le montage convenable permettant d'avoir  $V_x = -V_s$ .

.....

### 3- Asservissement de vitesse

La vitesse de rotation  $n$  (en tr/min) du moteur est liée à la tension d'alimentation  $U$  et au couple  $T$  (en Nm) qu'il fournit par la relation :  $n = 15.U - 25.T$

Le moteur est dit « à vide » s'il ne fournit aucun couple, et « en charge » lorsqu'il fournit un couple  $T = 6 \text{ Nm}$ .

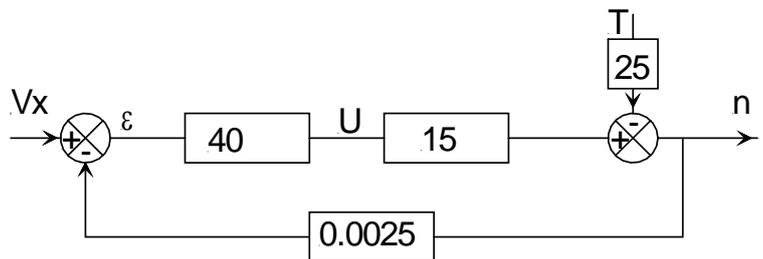
a- Pour une tension d'alimentation  $U = 200 \text{ V}$ , calculer la vitesse de rotation à vide  $n_0$  et en charge  $n_1$ . En déduire la variation relative de la vitesse due à la charge  $\Delta n_1/n_0$  en % avec  $\Delta n_1 = n_0 - n_1$ .

.....

.....

.....

b- Pour améliorer le comportement de ce moteur vis-à-vis de la charge, on asservit sa vitesse selon le schéma fonctionnel ci-contre. Entourer sur ce schéma fonctionnel les blocs qui traduisent l'équation  $n = 15.U - 25.T$ .



c- Le moteur n'est pas chargé ( $T = 0$ ). Etablir la relation entre  $n$  et  $V_x$  et en déduire la valeur de la consigne  $V_{x0}$  qui donne une vitesse de rotation  $n_0 = 3000 \text{ tr/min}$ .

.....

.....

.....

.....

d- Exprimer la sortie  $n$  en fonction de la consigne  $V_x$  et du couple fourni  $T$  pour le moteur fonctionnant en charge.

.....

.....

.....

e- Pour la valeur de la consigne  $V_{x0}$  calculée précédemment, calculer la nouvelle valeur  $n_2$  de la vitesse en charge et en déduire la nouvelle variation relative de la vitesse  $\Delta n_2/n_0$  en %.

.....

.....

f- Comparer les deux variations  $\Delta n/n_0$  calculées en (a-) et (e-) puis en déduire l'intérêt de la solution mise en œuvre.

.....

.....

#### 4- Etude de la base de temps

On se propose de faire l'étude de la fonction « gestion de comptage » (voir le schéma structurel donné à la page 3/5 du dossier technique) à base de bascules D en mode synchrone

a- Compléter la table de vérité du compteur synchrone modulo 10:

H	Etat (n)				Etat (n+1)				Sorties		
	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	Comp	Lect	Raz
Ç	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Ç	0	0	0	1					1	1	0
Ç	0	0	1	0					1	1	0
Ç	0	0	1	1					1	1	0
Ç	0	1	0	0					1	1	0
Ç	0	1	0	1					1	1	0
Ç	0	1	1	0					1	1	0
Ç	0	1	1	1					1	1	0
Ç	1	0	0	0					0	0	0
Ç	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1

Table de fonctionnement D'une bascule D

	D
$\varepsilon$	1
$\delta$	0
$\mu_0$	0
$\mu_1$	1

b- Compléter les tableaux de Karnaugh et les équations des différentes entrées D<sub>0</sub> et D<sub>1</sub> des bascules 0 et 1 et des sorties : comptage (Comp), lecture (Lect) et remise à zéro (Raz) :

Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>				
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

D<sub>0</sub>

Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>				
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

D<sub>1</sub>

D<sub>0</sub> = .....

D<sub>1</sub> = .....

D<sub>2</sub> = Q<sub>2</sub> ⊕ (Q<sub>1</sub> · Q<sub>0</sub>)

D<sub>3</sub> = Q<sub>0</sub> · Q<sub>1</sub> · Q<sub>2</sub> +  $\overline{Q_0} \cdot Q_3$

Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>				
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Comp

Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>				
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Lect

Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>				
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Raz

Comp = .....

Lect = .....

Raz = .....

## 5- Etude de la carte d'affichage et de commande

Sur la console de commande on trouve :

- ✓ Un bouton poussoir pour choisir le programme d'entraînement
- ✓ 4 diodes Leds pour indiquer le numéro du programme choisi
- ✓ 3 diodes Leds pour renseigner sur l'efficacité du programme choisi

Pour gérer le fonctionnement des différents éléments de la carte de commande, on utilise un microcontrôleur Pic 16F84 dont le programme en Mikropascal est le suivant :

Programme	commentaire
<b>program</b> affichage;	//Nom du programme
<b>var</b> Ant,n,xp,Fp :integer;	//Déclaration des variables
<b>begin</b>	//Début programme
trisa:=\$ff; trisa:=\$01; portb:=0; n:=1;	//Configuration des entrées /sorties
delay_ms(120000);	//Attente de deux minutes
<b>while</b> true <b>do</b> <b>begin</b>	//Début boucle
if Button(PORTB, 0, 1, 0) <b>then</b> Ant := 255; <b>if</b> Ant <b>and</b> Button(PORTB, 0, 1, 1) <b>then</b>	//Détection du front montant du signal appliquée sur le portb.0
<b>begin</b> n :=n + 1; if n=5 then n:=1; Ant := 0; <b>end;</b> <b>if</b> n=1 <b>then</b> PORTb.1:= 1 <b>else</b> portb.1:=0; <b>if</b> n=2 <b>then</b> PORTb.2:= 1 <b>else</b> portb.2:=0; <b>if</b> n=3 <b>then</b> PORTb.3:= 1 <b>else</b> portb.3:=0; <b>if</b> n=4 <b>then</b> PORTb.4:= 1 <b>else</b> portb.4:=0; Fp:= 60+n*20;	//Choix du programme rythme
Xp:=porta.0*100+(porta.1+porta.2*2+porta.3*4+porta.4*8)*10; <b>if</b> xp<(Fp-10) <b>then</b> portb.5:=1 <b>else</b> portb.5:=0; <b>if</b> ((xp>=(Fp-10)) <b>and</b> ( xp<(Fp+10))) <b>then</b> portb.6:=1 <b>else</b> portb.6:=0; <b>if</b> (xp>= (Fp+10)) <b>then</b> portb.7:=1 <b>else</b> portb.7:=0;	//Renseignement sur l'efficacité du programme choisi
<b>end;</b>	//Fin boucle
<b>end.</b>	//Fin programme

En se référant au schéma structurel donné à la page 3/5 du dossier technique et au programme Mikropascal ci-dessus, compléter le tableau ci-dessous pour différents rythmes cardiaques (Fc) du coureur en :

- écrivant Fc en BCD ou en décimal ;
- calculant Xp et Fp ;
- cochant la case correspondante à la diode led allumée.

Fc	Centaines				Dizaines				Unités				n	Xp	Fp	sorties		
	QC3	QC2	QC1	QC0	QB3	QB2	QB1	QB0	QA3	QA2	QA1	QA0				L1	L2	L3
	-	-	-	RA0	RA4	RA3	RA2	RA1	-	-	-	-				RB5	RB6	RB7
64	.....	.....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	60	....			
126	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	....	....			X
.....	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	4	....	140			

**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).

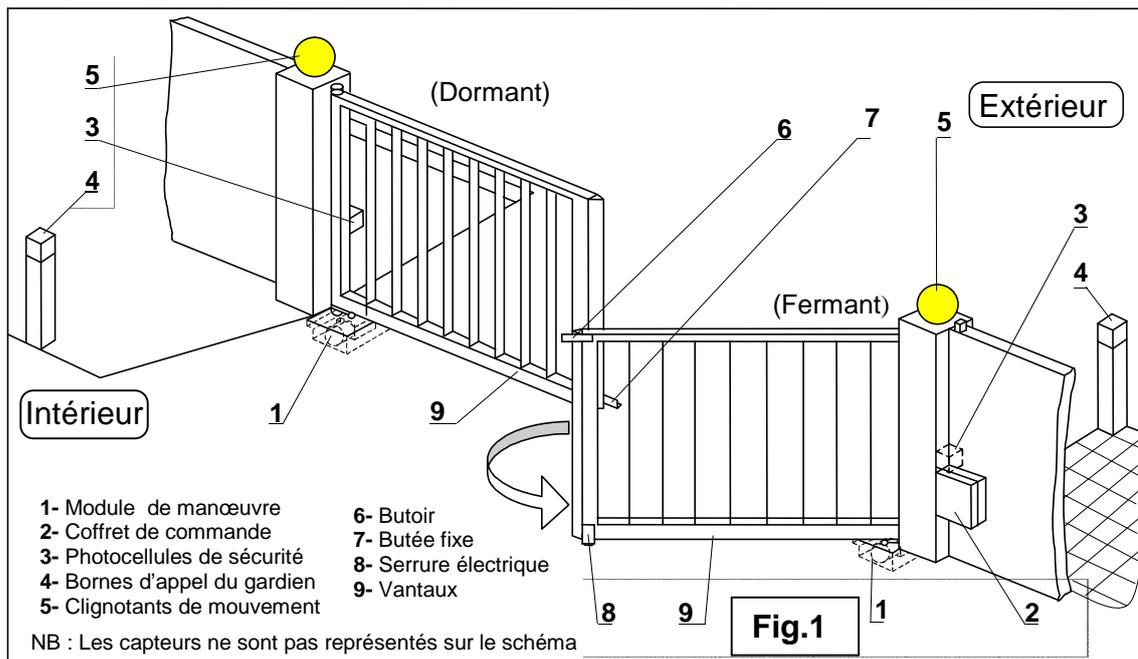
**Observation :** Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

**PORTAIL AUTOMATISE**

**I- Présentation du système**

Pour contrôler l'accès au parking privé d'un établissement, on installe à l'entrée un portail à ouverture et fermeture automatisées. La sortie s'effectue par un autre endroit.

- Le système n'autorise l'accès aux usagers que sous certaines conditions.
- Le nombre de places disponibles est programmé d'avance selon les activités du jour.

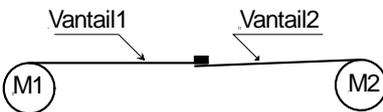
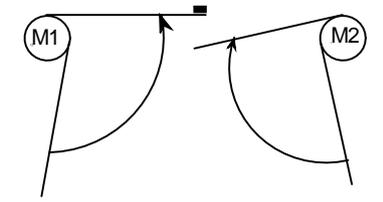


## II- Fonctionnement

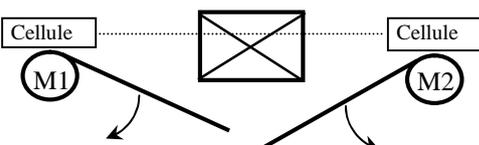
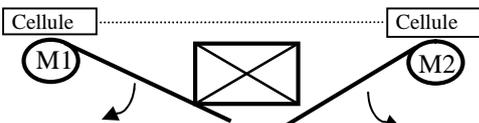
Initialement, le portail est fermé pour interdire tout accès au parking. Le nombre maximal de places disponibles est fixé d'avance.

A l'entrée au parking, la présence d'un véhicule est d'abord détectée par un capteur (**S9**). Un message vocal invite le conducteur à utiliser sa carte d'accès s'il est agent de l'établissement ou faire un appel au gardien par l'intermédiaire d'un interphone placé dans la borne **4** s'il est visiteur.

Le tableau suivant résume les différentes phases de fonctionnement :

Phases de fonctionnement		Commentaires
Etat initial		<p>Au repos, le portail est fermé et les deux moteurs <b>M1</b> et <b>M2</b> sont à l'arrêt.</p>
Ouverture du portail		<p>Si l'accès est autorisé (carte validée ou intervention du gardien) le moteur <b>M2</b> entraîne l'ouverture du vantail <b>2</b>.</p>
		<p>Quatre secondes après, le moteur <b>M1</b> entraîne à son tour l'ouverture du vantail <b>1</b>.</p> <p>Lorsque les deux vantaux activent leurs capteurs de fin de course respectifs (<b>S11</b> et <b>S21</b>), les deux moteurs <b>M1</b> et <b>M2</b> s'arrêtent.</p>
Fermeture du portail		<p>Deux modes sont envisagés :</p> <p>Ñ <b>Fermeture automatique (S6 = 1)</b>            Une minute après l'ouverture totale du portail, <b>M1</b> redémarre permettant la fermeture du premier vantail. Quatre secondes après, le moteur <b>M2</b> ferme le deuxième vantail.</p> <p>Ñ <b>Fermeture manuelle (S6 = 0)</b>            La fermeture des vantaux se fait suite à l'appui du gardien sur un bouton poussoir <b>S5</b>.            La fermeture du vantail <b>2</b> est toujours retardée de <b>4</b> secondes par rapport à celle du vantail <b>1</b>.</p>

### Précautions de sécurité lors de la fermeture

	<p>Si les photocellules de sécurité détectent un obstacle dans leur champ d'action (<b>S8 = 1</b>) durant la fermeture, le cycle d'ouverture recommence.</p>
	<p>Si l'un des capteurs de couple associés aux moteurs <b>M1</b> ou <b>M2</b> détecte un couple résistant limite sur l'axe du support de vantail, une information <b>S7</b> sera délivrée et le cycle d'ouverture recommence.</p>

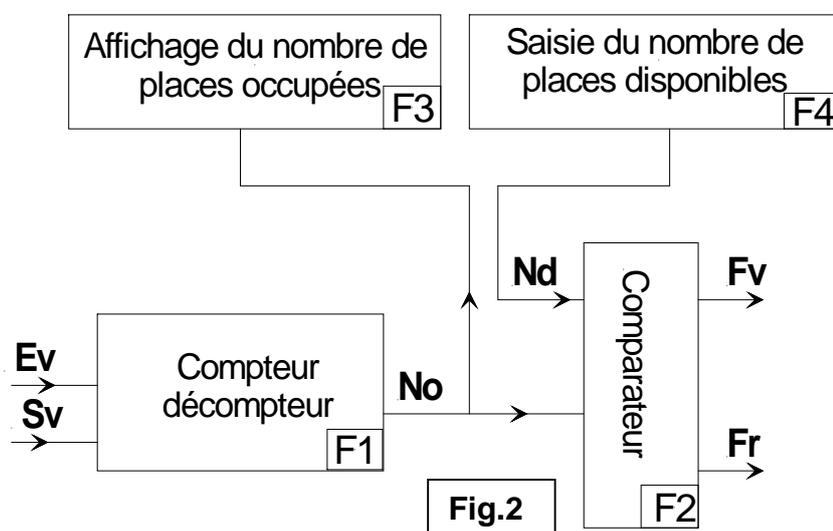
### III- Tableaux de choix technologiques et d'informations

Bouton ouverture manuelle	S4	Photocellule de sécurité	S8		
Bouton fermeture manuelle	S5	Présence véhicule à l'entrée	S9		
Commutateur choix mode de fermeture	S6	Parking plein			
			<b>Action</b>	<b>Préactionneur</b>	<b>Capteur fin de course</b>
		Portail 1	Ouverture	KM11	S11
			Fermeture	KM12	S12
		Portail 2	Ouverture	KM21	S21
			Fermeture	KM22	S22
<b>information</b>	<b>capteur</b>	<b>information</b>	<b>capteur</b>		
Carte validée	S3	Obstacle détecté	S7		

#### IV- Module de gestion du nombre de places

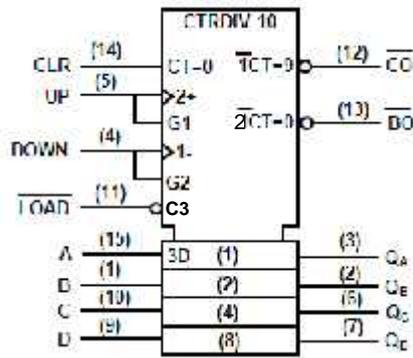
##### 1 - description

Pour connaître le nombre de places disponibles dans le parking, on a prévu la solution électronique présentée par le schéma synoptique suivant :



**Ev** : Capteur entrée des véhicules.  
**Sv** : Capteur sortie des véhicules.  
**No** : Nombre de places occupées.  
**Nd** : Nombre de places disponibles.  
**Fr** : Feu rouge.  
**Fv** : Feu vert.

- L'accès d'un véhicule à l'entrée du parking est détecté par le capteur **Ev** qui **incrémente** le compteur/décompteur à base de circuits intégrés **74192**.
- La sortie d'un véhicule par un autre endroit, est détectée par le capteur **Sv** qui **décrémente** le compteur/décompteur.
- Le nombre (**No**) de places occupées est comparé à l'aide d'un comparateur au nombre (**Nd**) de places disponibles.
- Un feu vert (**Fv**) signale la disponibilité d'autres places dans le parking ( $No < Nd$ )
- Un feu rouge (**Fr**) signale qu'il n'y a plus de places disponibles ( $No = Nd$ )



Boîtier DIL 16 - Vcc 16- GND 8

Pour montage en cascade,  
connecter CO à l'entrée UP  
et BO à l'entrée DOWN

UP	DOWN	LOAD	CLEAR	Fonction
	0	1	0	comptage
	0	1	0	bloqué
1		1	0	décomptage
1		1	0	bloqué
x	x	0	0	chargement
x	x	x	1	remise à zéro

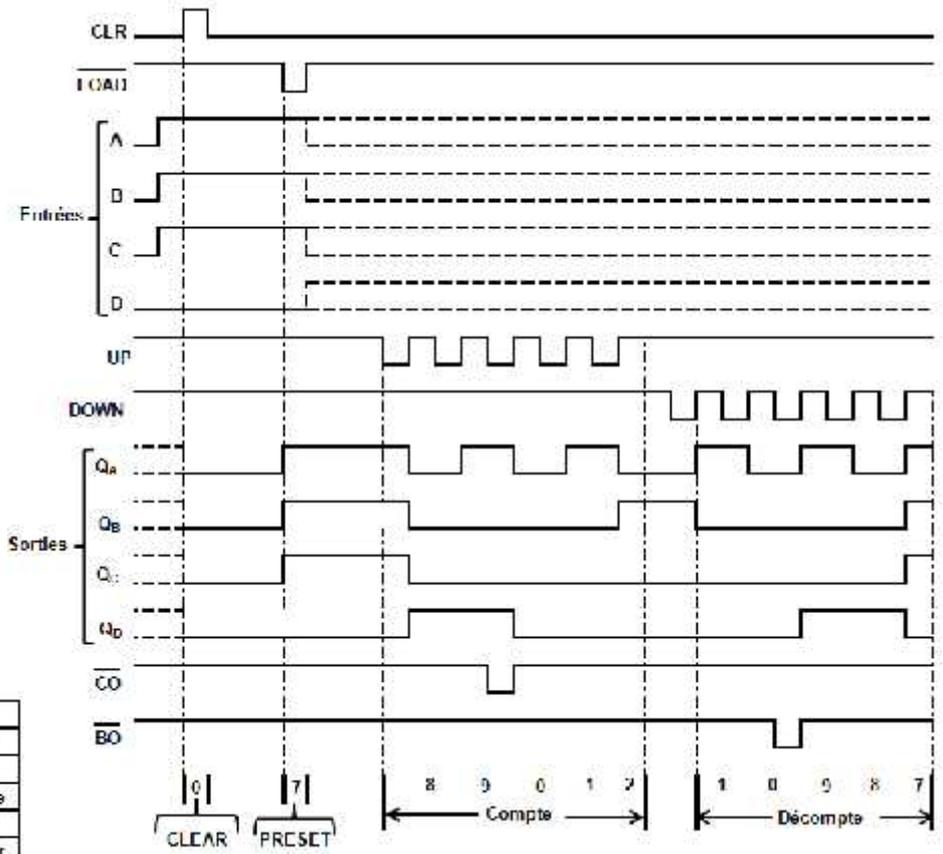


Fig.3

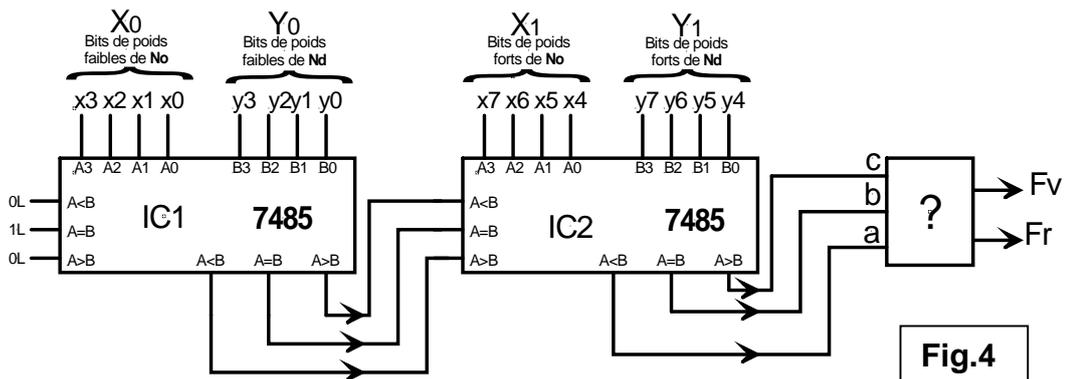
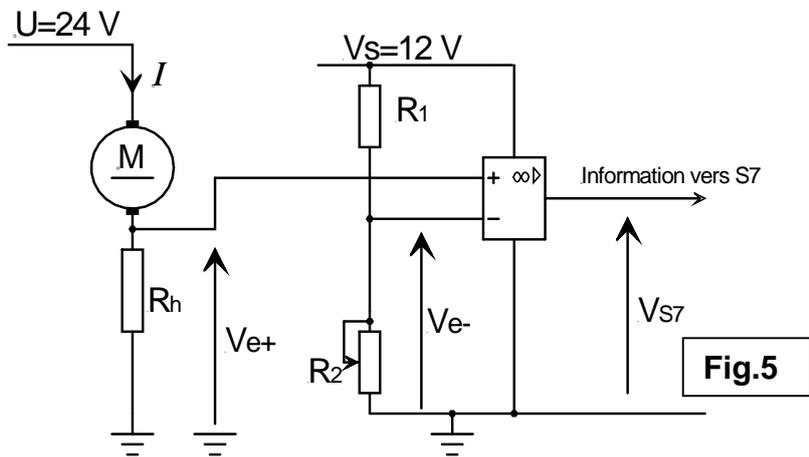
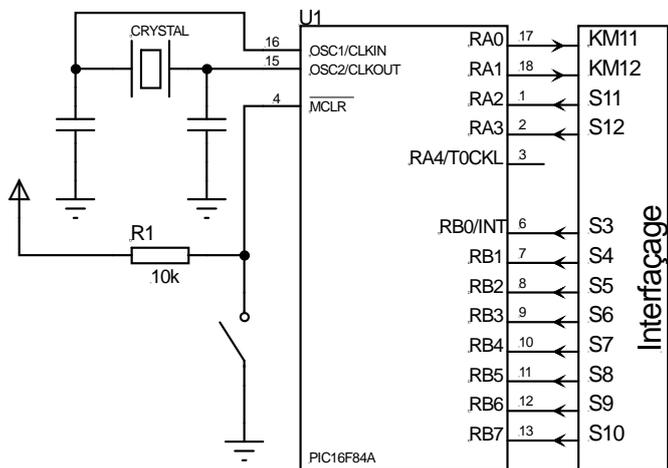
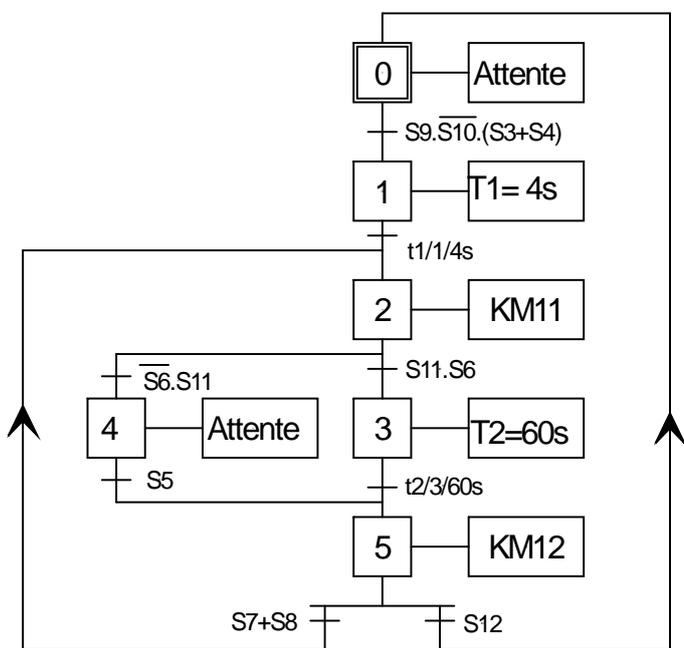


Fig.4

Sur la carte de commande, on trouve deux circuits de mesure de courant qui assurent la protection des moteurs et permettent la détection d'obstacle. Le schéma structurel ci-contre représente l'un de ces circuits.



**Fig.5**

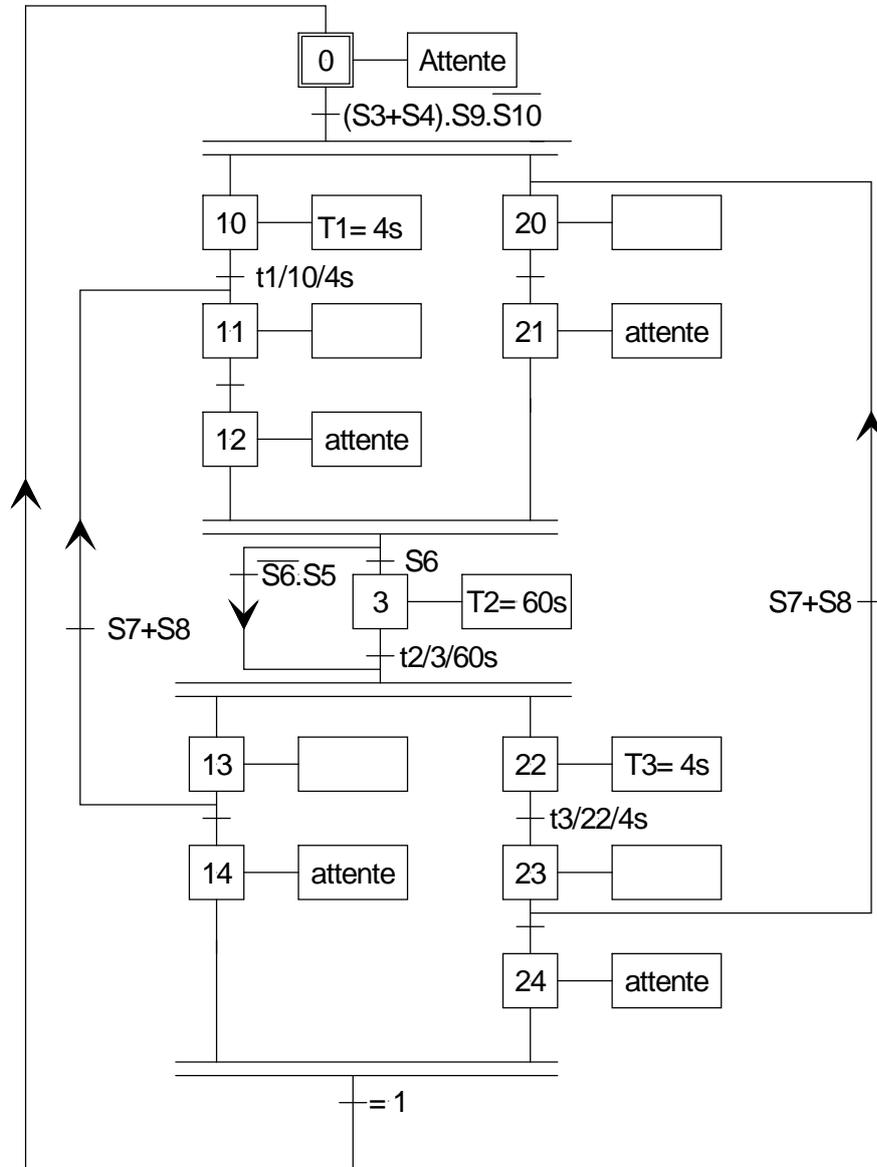


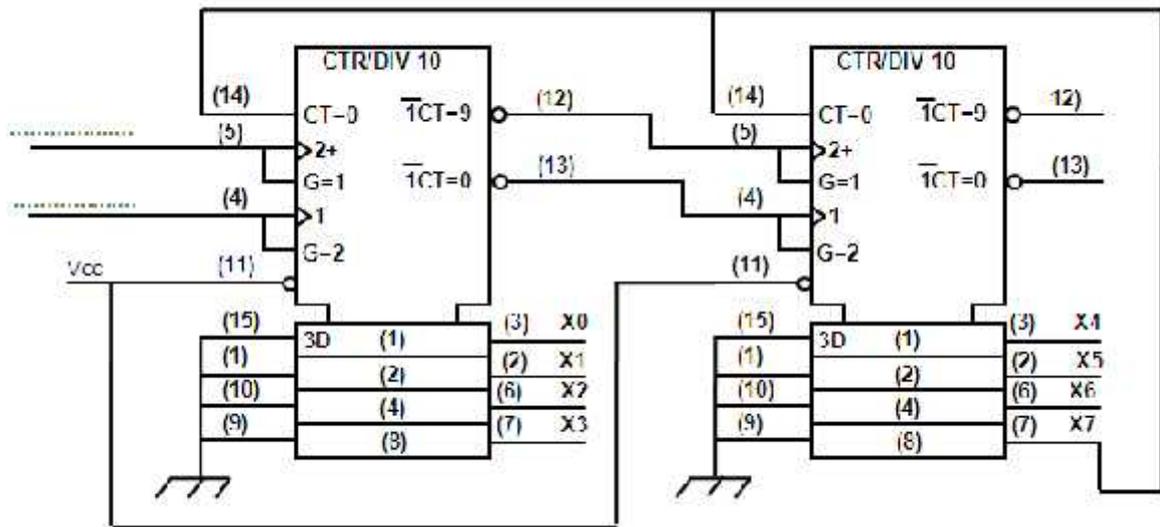
**Fig.6**

## B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE :

### 1- Etude de la partie commande

En se référant au dossier technique page 2/6, aux tableaux de choix technologiques et d'informations, compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande du système.





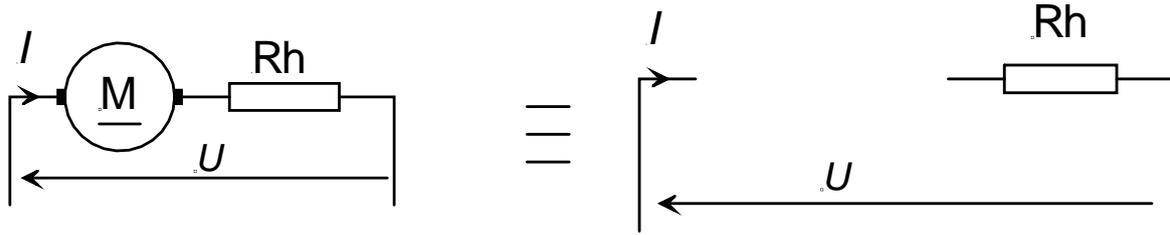
Entrées		Sorties de CI2			Fv	Fr	Fv=..... ..... .....
		a A<B	b A=B	c A>B			
X1<Y1	X0<Y0						
X1=Y1	X0<Y0						
X1>Y1	X0<Y0						
X1<Y1	X0=Y0					Fr=..... ..... .....	
X1=Y1	X0=Y0						
X1>Y1	X0=Y0						
X1<Y1	X0>Y0						
X1=Y1	X0>Y0						
X1>Y1	X0>Y0						

**3- Etude du circuit de mesure du courant dans le moteur M1 ( Fig. 5 page 4/6 du DT)**

Le moteur M1 est un moteur à courant continu à excitation indépendante, alimenté sous une tension  $U = 24V$ , il absorbe un courant  $I$  de 8 A et tourne à la vitesse de 2500 tr/min.

La résistance de l'induit est  $R_a = 0,3 \Omega$ .

**3-1-** Remplacer le moteur par son schéma équivalent



**3-2-** Exprimer  $E'$  en fonction de  $U$ ,  $R$  et  $I$  sachant que  $R = R_a + R_h$ ,

.....

**3-3-** Montrer que  $E'$  peut s'écrire sous la forme  $E' = K.n$

.....

**3-4-** Pour  $R = 0.5 \Omega$  et  $n$  exprimée en tr/min, déduire la valeur de  $K$

.....

.....

**3-5-** A partir des caractéristiques ci-contre, déterminer les coordonnées du point de fonctionnement :

$n =$ .....

$T_u =$ .....

**3-6-** Exprimer  $V_{e+}$  en fonction de  $R_h$  et  $I$  puis calculer sa valeur pour  $R_h = 0.2 \Omega$  et  $I = 8 A$

.....

.....

**3-7-** Exprimer  $V_{e-}$  en fonction de  $V_s$ ,  $R_1$  et  $R_2$

.....

.....

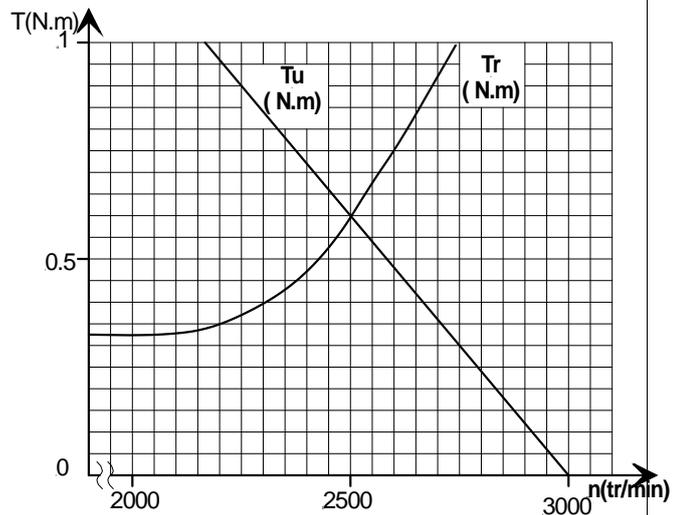
**3-8-**  $R_1 = 1 K\Omega$  à quelle valeur doit-on régler  $R_2$  pour avoir  $V_{e-} = 2 V$  ?

.....

.....

**3-9-** Quelle est la fonction assurée par l'A.L.I. ?

.....



#### 4- Modification d'une solution

En se référant à la figure 6 de la page 4/6 du dossier technique, compléter le programme en Mikropascal de la commande par PIC.

Liste instructions	Commentaire
<b>program</b> moteur1;	//Nom du programme
<b>var</b> X0,X1,X2,X3,X4,X5,T1,T2: byte ;	//Déclaration des variables
<b>begin</b>	//Début programme
trisa:=.....; trisb:=.....; X0:=1;X1:=0;X2:=0;X3:=0;X4:=0;X5:=0;T1:=0;T2:=0;	//Configuration des entrées/sorties et initialisation des étapes grafcet
<b>while true do</b> <b>begin</b>	//Début boucle
<b>if</b> (X1) <b>then</b> X0:=0;	//Désactivation de X0
<b>if</b> (.....) <b>then</b> X0:=1;	//Activation de X0
<b>if</b> (X2) <b>then</b> X1:=0 ;	//Désactivation de X1
<b>if</b> (X0 <b>and</b> portb.6 <b>and</b> (portb.7=0) <b>and</b> ( portb.0 <b>or</b> portb.1)) <b>then</b> X1:=1;	//Activation de X1
<b>if</b> (X3 <b>or</b> X4) <b>then</b> X2:=.....;	//Désactivation de X2
<b>if</b> ((X1 <b>and</b> T1) <b>or</b> ( X5 <b>and</b> (portb.4 <b>or</b> portb.5))) <b>then</b> X2:=1;	//Activation de X2
<b>if</b> (X5) <b>then</b> X3:=0;	//.....
<b>if</b> (X2 <b>and</b> porta.2 <b>and</b> portb.3) <b>then</b> X3:=.....;	//Activation de X3
<b>if</b> (X5) <b>then</b> X4:=0;	//Désactivation de X4
<b>if</b> (X2 <b>and</b> porta.2 <b>and</b> (portb.3=0)) <b>then</b> X4:=1;	//.....
<b>if</b> (X2 ..... X0) <b>then</b> X5:=0;	//Désactivation de X5
<b>if</b> ((X3 <b>and</b> T2) <b>or</b> ( X4 <b>and</b> portb.2)) <b>then</b> X5:=1;	//Activation de X5
<b>if</b> X1=0 <b>then</b> T1:=0 <b>else</b> <b>begin</b> delay_ms(4000); T1:=1; <b>end;</b>	//Programmation du temporisateur T1
<b>if</b> (X2=1) <b>then</b> porta.0:=1 <b>else</b> porta.0:=0;	//Programmation de la sortie KM11
<b>if</b> (X3=0) <b>then</b> T2:=0 <b>else</b> <b>begin</b> delay_ms(60000); T2:=1; <b>end;</b>	//Programmation du temporisateur T2
<b>if</b> (X5=1) <b>then</b> porta.1:=..... <b>else</b> porta.1:=.....;	//Programmation de la sortie KM12
<b>end;</b>	//Fin boucle
<b>end.</b>	//Fin programme

**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. L'utilisation de la calculatrice non programmable est permise.

## UNITÉ DE MOULAGE

### 1- Présentation du système

Le système représenté ci-dessous permet de mouler sous pression des pièces (en alliage d'aluminium) dans un moule alimenté par une poche à partir d'un creuset.

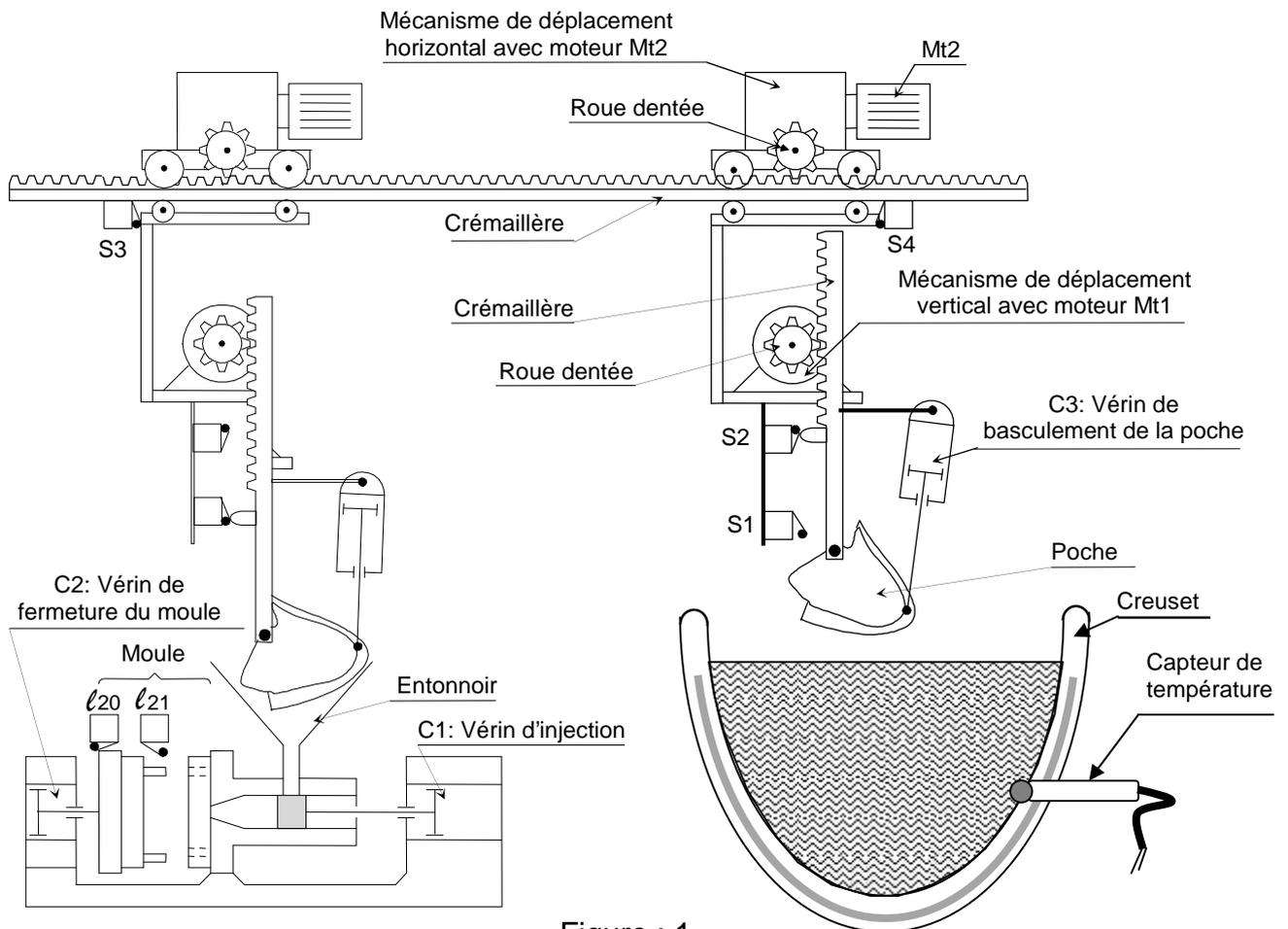


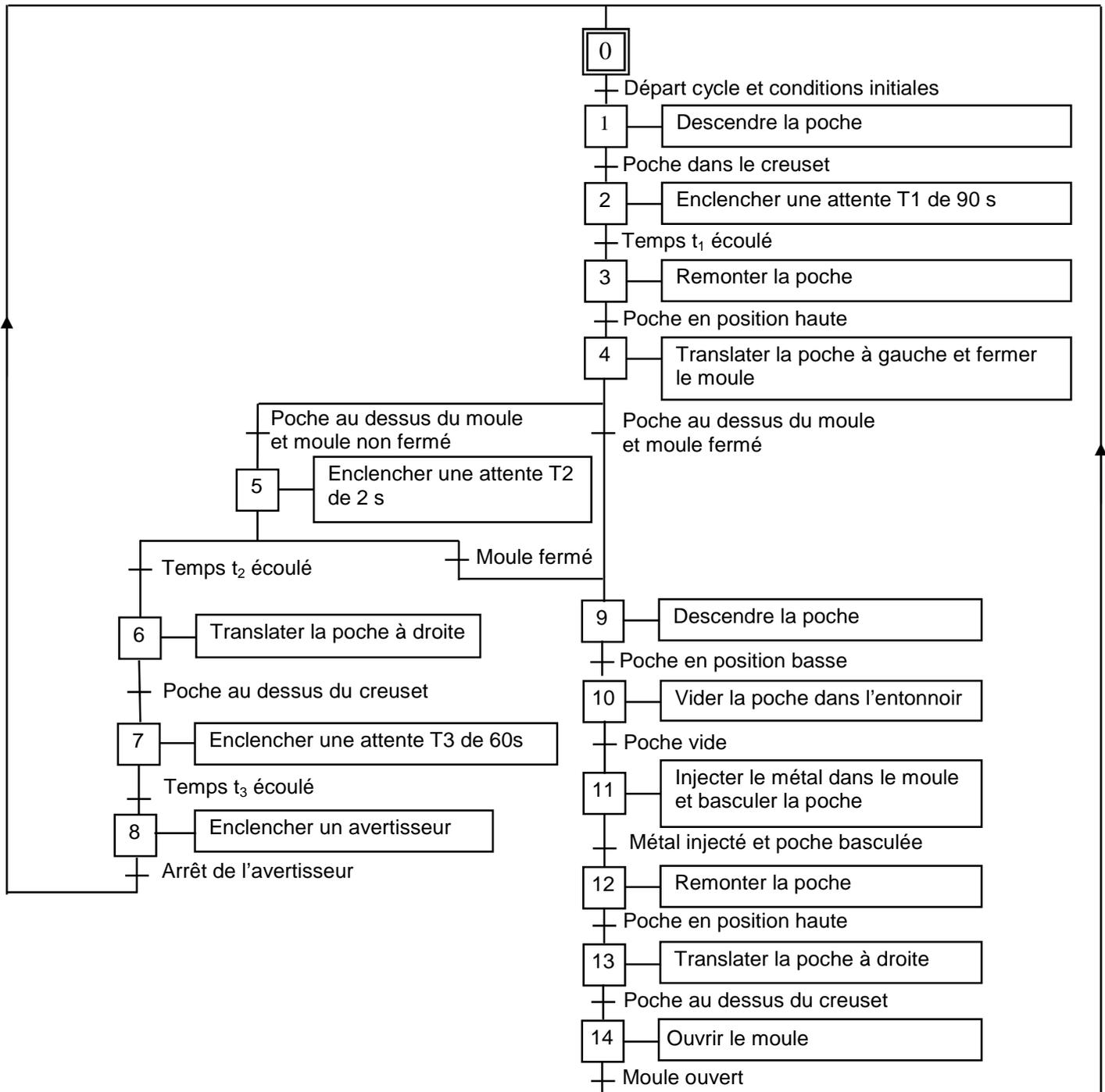
Figure : 1

## 2- Fonctionnement du système

En fonctionnement normal, le moule est alimenté par une poche à partir d'un creuset contenant du métal en fusion.

A l'état de repos, la poche est en position haute et à droite au dessus du creuset. Le moule étant ouvert.

L'action sur un bouton départ cycle (Dcy) provoque le fonctionnement de l'unité de moulage selon la description temporelle suivante :



### NB :

- l'injection du métal dans le moule se fait par la rentrée et la sortie du vérin C1.
- La pièce moulée est retirée du moule manuellement.
- La phase de préparation et de réparation ne fait pas l'objet de cette étude.

### 3- Choix technologique

#### 3-1 Tableau d'identification des entrées et des sorties

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Translation verticale	Moteur Mt1 à deux sens de marche	KM1 (de haut en bas)	S1 : position basse
		KM2 (de bas en haut)	S2 : position haute
Translation horizontale	Moteur Mt2 à un sens de marche	KB2 et KB3 (déplacement à gauche)	S3 : position gauche
		KB1 et KB3 (déplacement à droite)	S4 : position droite
Basculement de la poche	Vérin C3	SC3	$l_{31}$ : fin de sortie
		RC3	$l_{30}$ : fin de rentrée
Injection du métal	Vérin C1	SC1	$l_{11}$ : fin de sortie
		RC1	$l_{10}$ : fin de rentrée
Fermeture et ouverture du moule	Vérin C2	SC2	$l_{21}$ : fin de sortie
		RC2	$l_{20}$ : fin de rentrée
signalisation	Avertisseur H		S5 : arrêt de H
T1: temporisateur de 90 s; T2: temporisateur de 2 s; T3: temporisateur de 60 s			Dcy : départ cycle

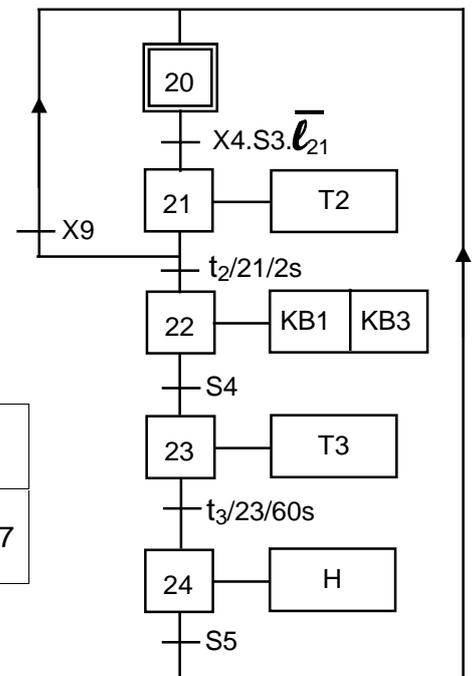
#### 3-2 Grafcet partiel d'un point de vue de la partie commande des séquences (5, 6, 7 et 8)

A cause de la limite du nombre des entrées/sorties du PIC 16F84A, on se propose de commander le système par plusieurs microcontrôleurs. Pour cela on décompose le Grafcet d'un point de vue de la partie commande en Grafcets partiels synchronisés entre eux.

On représente alors les étapes (5, 6, 7 et 8) par la séquence ci-contre.

Tableau d'affectation des entrées/sorties du PIC 16F84A

Entrées	Système	X4	$l_{21}$	S3	S4	S5	X9		
	Microcontrôleur	RB0	RB1	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7
Sorties	Système	KB1	KB3	H					
	Microcontrôleur	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4			



GRAF CET PC partiel

Tension délivrée par le thermocouple

$t$ (°C)	700	750	800	850
$U_t$ (mV)	28	30	32	34

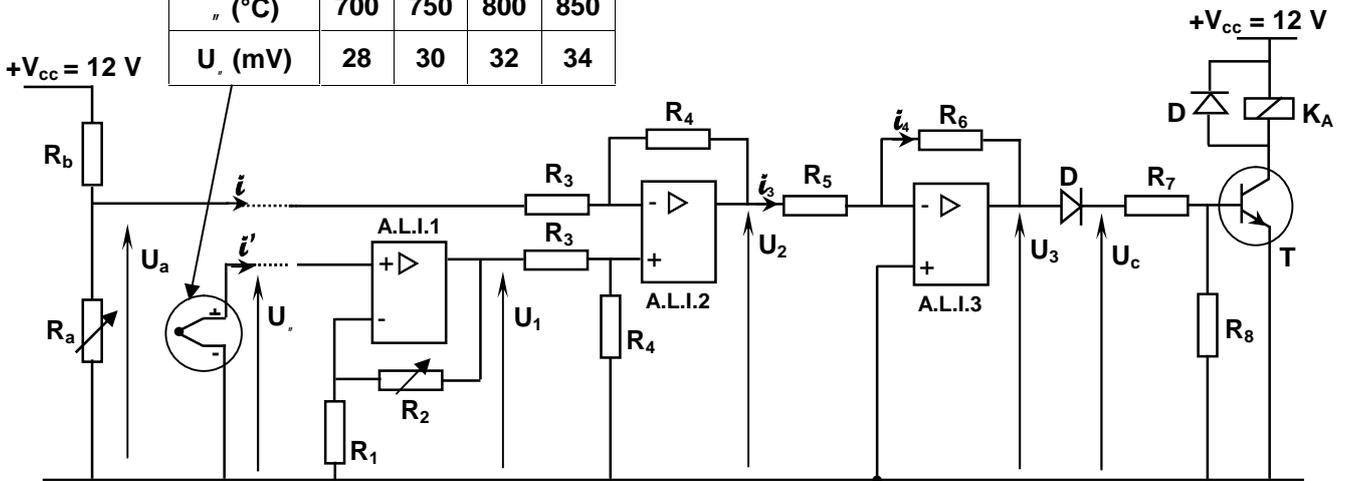


Figure : 2

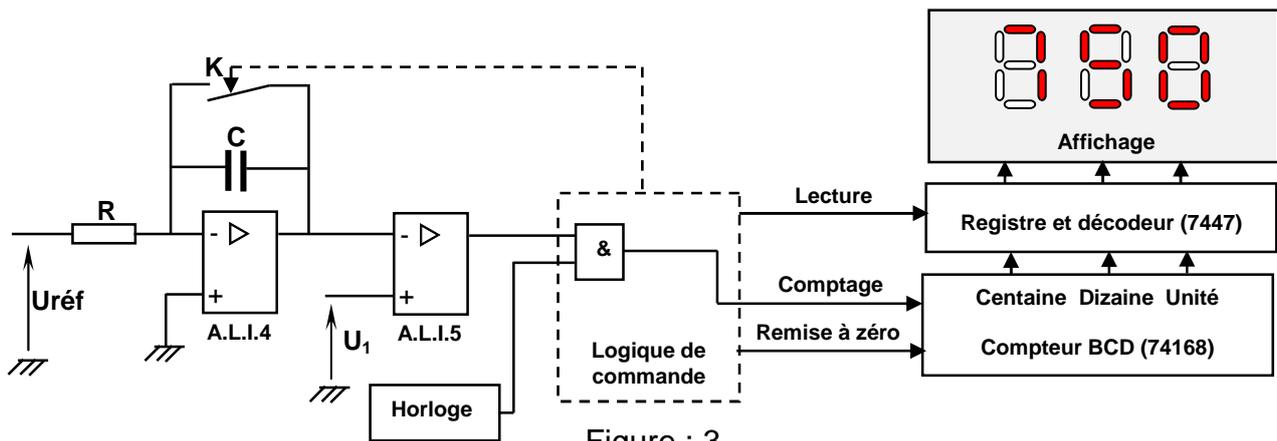


Figure : 3

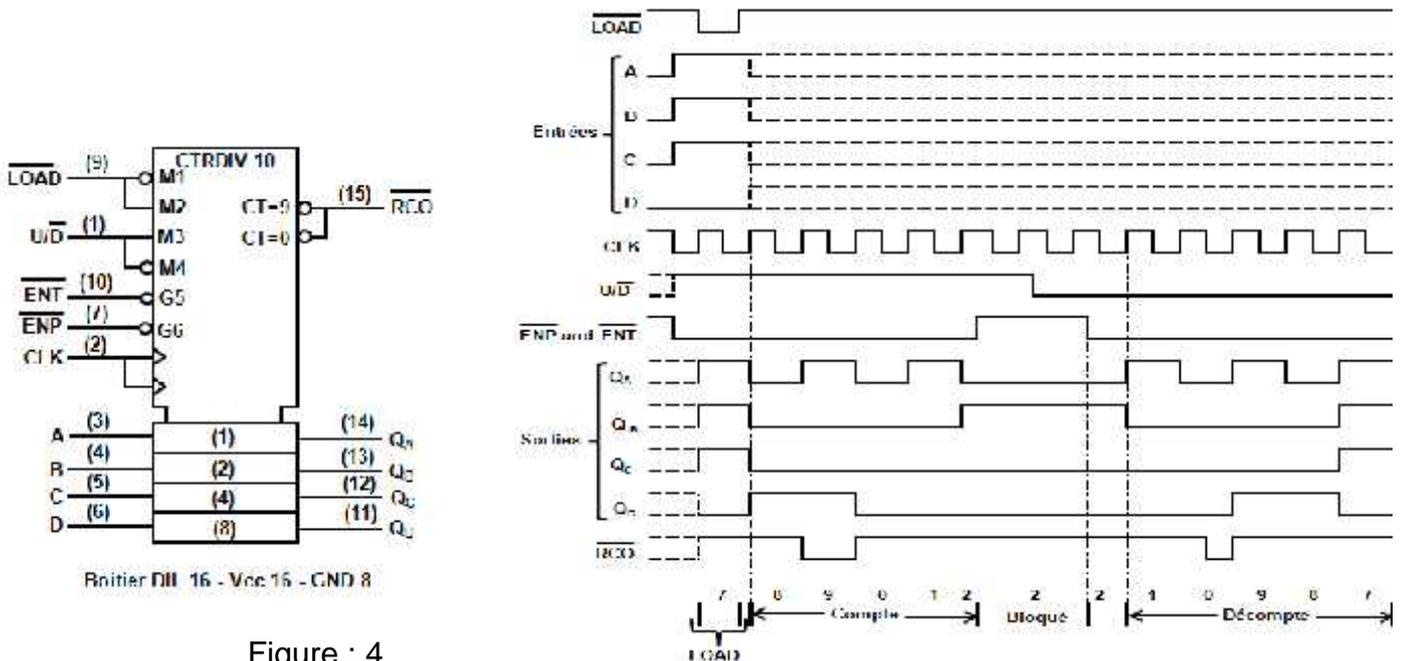


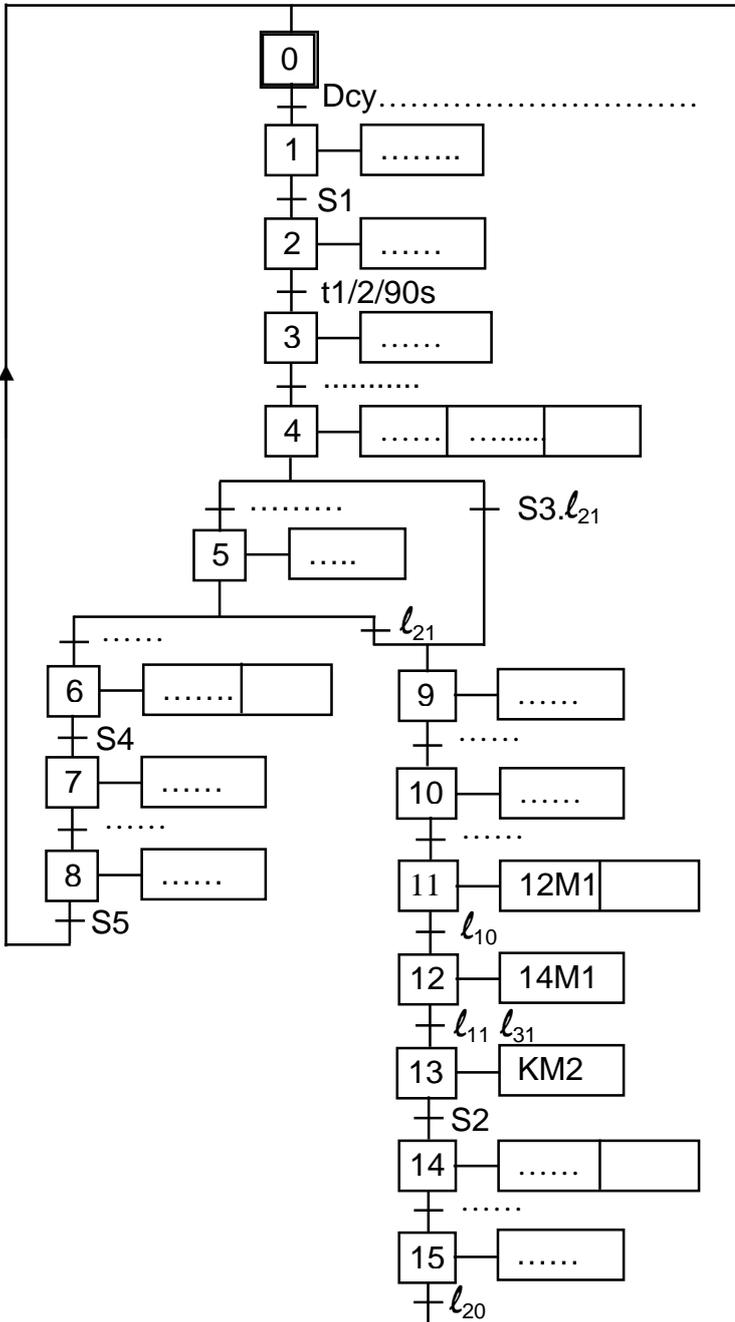
Figure : 4

# B-PARTIE GENIE ELECTRIQUE

## 1- Etude de la commande du système

1-1 En se référant au dossier technique, compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande.

1-2 En se référant au GRAFCET PC partiel et au tableau d'affectation correspondant (page 3/6 du dossier technique). Compléter le programme en Mikropascal de la séquence choisie.



```

Program GRAFCET partiel;
var X20,X21,X22,X23,X24,T2,T3 : byte;
begin
  trisa:=$.....;
  trisb:=$.....;
  X20:=1;X21:=0;X22:=0;X23:=0;X24:=0;T2:=0;T3:=0;
  while true do
  begin
    if (( X24=1) and (Portb.4=1)) then
    begin
      X20:=1; x24:=0;
    end;
    if ((X20=1) ..... (Portb.0=1) ..... (Portb.2=1) .....
    (Portb.1=0)) then
    begin
      X21:=1; x20:=0;
    end;
    if ((x21=1) and (portb.5=1)) then
    begin
      .....;.....;
    end;
    if ((X21=1) and (T2=1)) then
    begin
      X22:=1; x21:=0;
    end;
    if ((X22=1) and (Portb.3=1)) then
    begin
      X23:=1; x22:=0;
    end;
    if ((X23=1) and (T3=.....)) then
    begin
      X24:=1; x23:=0;
    end;
    if X22=1 then Port.....:=1 else Port.....:=0;
    if X22=1 then Porta.1:=1 else Porta.1:=0;
    if X24=1 then Porta.2:=1 else Porta.2:=0;
    if (X21=1) then
    begin
      delay_ms(.....);
      T2:=1;
    end
    else T2:=0;
    if (X23=1) then
    begin
      delay_ms(.....);
      T3:=1;
    end
    else T3:=0;
  end;
end.
  
```

## 2- Etude du moteur Mt1

Le moteur Mt1 est un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit portant sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

230/400 V; 5,88/3,4 A; 50 Hz; 1428 tr/min; 1,5 KW;  $\cos\varphi = 0,82$ .

Pour  $f = 50$  Hz, la valeur efficace de la tension entre phase vaut 400 V.

Au point de fonctionnement nominal :

2-1 Quel couplage doit-on réaliser sur la plaque à bornes du moteur ?

.....

2-2 Déterminer la vitesse de synchronisme  $n_s$  et le nombre de pôles du moteur.

.....

.....

2-3 Déterminer le glissement  $g$  du moteur.

.....

2-4 Déterminer la puissance active  $P_a$  absorbée par le moteur.

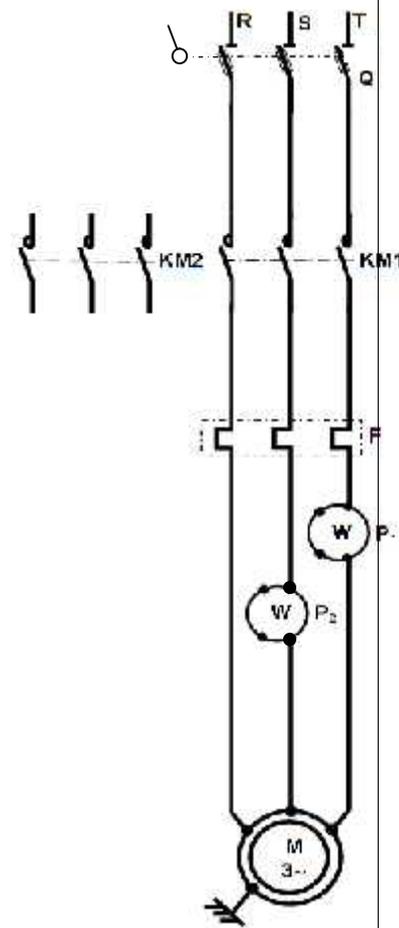
.....

.....

2-5 Déterminer le rendement  $\eta$  du moteur.

.....

2-6 Compléter le schéma de câblage permettant l'inversion du sens de rotation et la mesure de la puissance absorbée par le moteur par la méthode de deux wattmètres.



## 3- Gestion de la température du four

### 3-1 Etude du circuit de détection de la température du four

En se référant à la page 4/6 du dossier technique (figure : 2) et en prenant en considération les données suivantes :

V <sub>cc</sub>	R <sub>a</sub>	R <sub>b</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	
12 V	2 K $\Omega$	5 K $\Omega$	1 K $\Omega$	1 K $\Omega$	299 K $\Omega$	10 K $\Omega$	47 K $\Omega$	10 K $\Omega$	33 K $\Omega$

Grâce à des systèmes suiveurs, non représentés, les intensités  $i$  et  $i'$  sont nulles.

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et sont alimentés par  $\pm 12$  V.

On suppose que pour  $U_c > 0$   $K_A = 1$ , ce dernier commande alors un circuit de puissance alimentant les éléments chauffants du four électrique.

3-1-1 Exprimer  $U_a$  en fonction de  $V_{cc}$ ,  $R_b$  et  $R_a$

.....

3-1-2 Déterminer la plage de réglage de la tension  $U_a$

Valeur minimale :  $U_{amin} =$  .....

Valeur maximale :  $U_{amax} =$  .....

On prendra, pour la suite de l'exercice,  $R_a = 3$  K $\Omega$  et  $U_a = 9$  V.

3-1-3 Justifier le fonctionnement en régime linéaire de l'amplificateur A.L.I.1.

.....  
 .....

3-1-4 La tension  $U_1$  peut se mettre sous la forme  $U_1 = (1 + R_2/R_1).U_0$ , quelle est la fonction assurée par l'A.L.I.1,  $R_1$  et  $R_2$  ?

.....

3-1-5 Calculer les valeurs de  $U_1$  pour les températures données par le tableau suivant.

.....	$\theta$ (°C)	700	750	800
.....	$U_1$ (V)			

3-1-6 La tension  $U_2$  peut se mettre sous la forme  $U_2 = \frac{R_4}{R_3} . (U_1 - U_a)$ , quelle est la fonction assurée par l'A.L.I.2,  $R_3$  et  $R_4$  ?

.....

3-1-7 Calculer les valeurs de  $U_2$  pour les tensions  $U_1$  données.

.....	$U_1$ (V)	8,4	9	9,6
	$U_2$ (V)			

3-1-8 Exprimer  $i_3$  en fonction de  $U_2$  et  $R_5$ .

.....

3-1-9 Exprimer  $i_4$  en fonction de  $U_3$  et  $R_6$ .

.....

3-1-10 En supposant que  $i_3 = i_4$ , montrer que  $U_3 = \frac{R_4.R_6}{R_3.R_5} . (U_a - U_1)$ .

.....  
 .....

3-1-11 Comment évolue la tension  $U_3$  quand la température  $\theta$  augmente ?

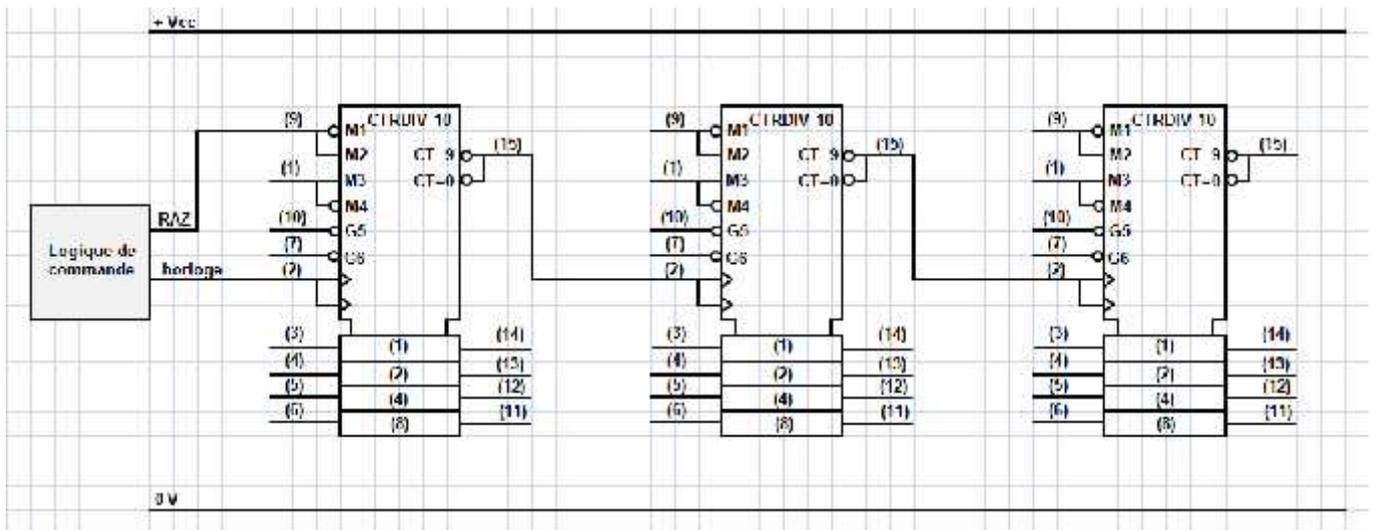
.....

3-1-12 Remplir le tableau suivant donnant l'état du relais  $K_A$  en fonction de la variation de la température.

.....  
 .....

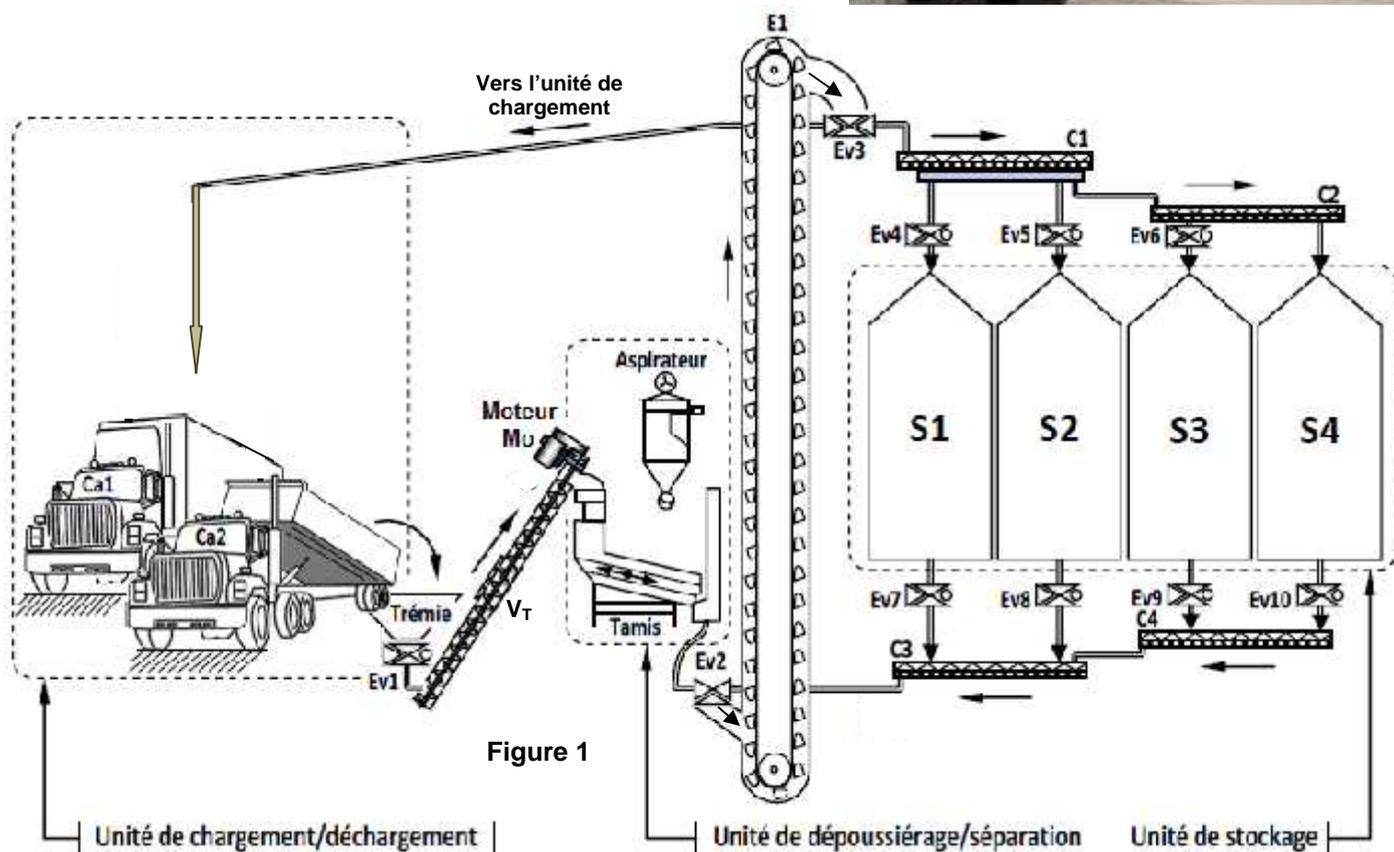
$\theta$ (°C)	$U_0$ (mV)	$U_1$ (V)	$U_3$ (V)	$U_c$ (V) (> 0, = 0, 0)	$K_A$ (1 ou 0)
650	26				
700					
750					
800					

CLK	$\overline{\text{ENP}}$ and $\overline{\text{ENI}}$	$\overline{\text{LOAD}}$	$\text{U}/\overline{\text{D}}$	Fonction
	0	0	x	
	1	x	x	
	0	1	1	Comptage
	0	1	0	



SECTION : SCIENCES TECHNIQUES

EPREUVE : TECHNOLOGIE DUREE : 4 heures COEFFICIENT : 3



## 1-Description

Le blé transporté par le camion (**Ca2**) à l'unité de chargement/déchargement, est déchargé dans la trémie, puis acheminé vers le tamis de l'unité de dépoussiérage/séparation à travers l'électrovanne (**EV1**) par la vis transporteuse (**V<sub>T</sub>**).

L'ouverture de l'électrovanne (**EV2**) permet d'amener les grains dépoussiérés et séparés des impuretés par l'élévateur à godets (**E1**) vers l'électrovanne (**EV3**). Cette électrovanne permet de diriger les grains :

- soit vers les silos (**S1, S2, S3, et S4**) de l'unité de stockage à l'aide des convoyeurs (**C1 et C2**) et les électrovannes (**EV4, EV5 et EV6**) ;

- soit vers l'unité de chargement/déchargement pour charger le camion (**Ca1**).

Le chargement du camion (**Ca1**) peut se faire aussi à partir des silos à travers les électrovannes (**EV7, EV8, EV9 et EV10**), les convoyeurs (**C3 et C4**), l'électrovanne (**EV2**), l'élévateur à godets (**E1**) et l'électrovanne (**EV3**).

## 2- Gestion de remplissage des silos

Le déroulement du remplissage des silos est résumé par le tableau suivant :

Remplissage du Silo S1	Fonctionnement simultané des électrovannes EV3 et EV4
Remplissage du Silo S2	Fonctionnement simultané des électrovannes EV3, EV5 et du convoyeur C1
Remplissage du Silo S3	Fonctionnement simultané des électrovannes EV3, EV6 et du convoyeur C1
Remplissage du Silo S4	Fonctionnement simultané de l'électrovanne EV3 et des convoyeurs C1, C2

La priorité de remplissage des silos est donnée au silo S1 puis S2 puis S3 et enfin S4.

Le remplissage de chaque silo ne peut être autorisé que si le ou les silos qui le précèdent sont remplis.

## 3- Tableau d'identification des entrées et des sorties

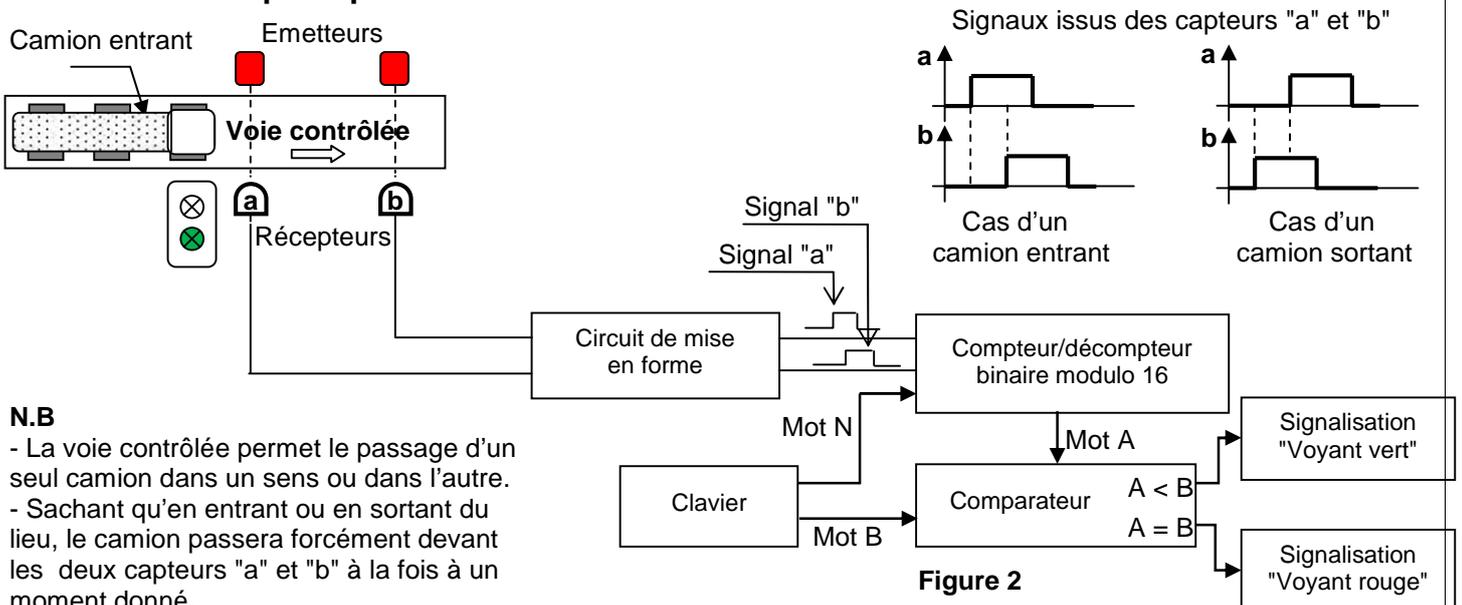
Entrées	
S1p : silo S1 plein	S3p : silo S3 plein
S1v : silo S1 non plein	S3v : silo S3 non plein
S2p : silo S2 plein	S4p : silo S4 plein
S2v : silo S2 non plein	S4v : silo S4 non plein
DB = 1 : il y a un débit d'arrivée de blé	
DB = 0 : pas de débit d'arrivée de blé	
Cc = 1 : remplissage des silos	

Sorties
Electrovanne EV3 : KA32
Electrovanne EV4 : KA4
Electrovanne EV5 : KA5
Electrovanne EV6 : KA6
Convoyeur C1 : KM1
Convoyeur C2 : KM2

## 4- Gestion des entrées/sorties des camions

Le système de gestion permet d'autoriser ou d'interdire l'entrée des camions de façon que le nombre de camions admis ne dépasse pas le nombre fixé à l'avance par l'opérateur.

### a- Schéma de principe



### N.B

- La voie contrôlée permet le passage d'un seul camion dans un sens ou dans l'autre.
- Sachant qu'en entrant ou en sortant du lieu, le camion passera forcément devant les deux capteurs "a" et "b" à la fois à un moment donné.

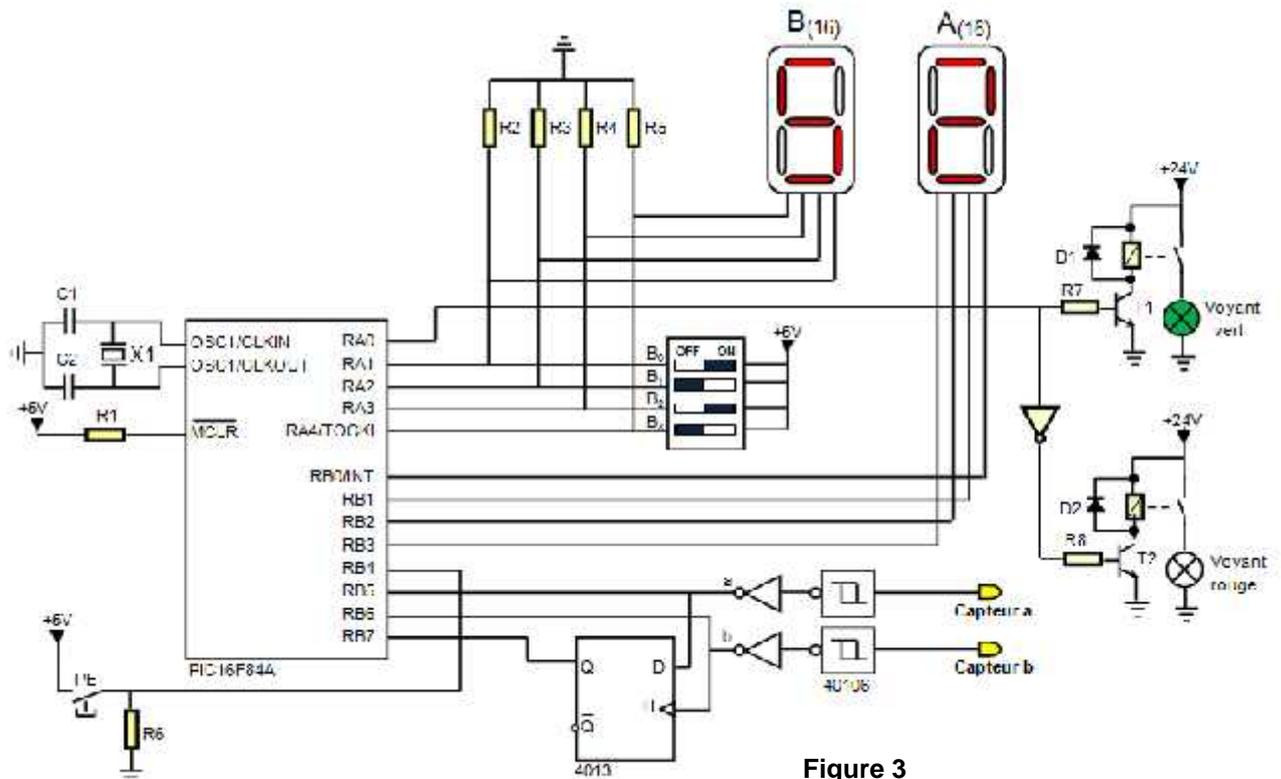
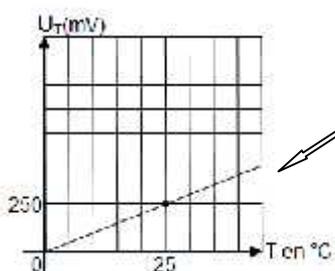


Figure 3

PE : bouton de chargement du mot "N".



+Vcc = 12 V  
R1 = 1K  
U<sub>réf2</sub> = 0,8 V

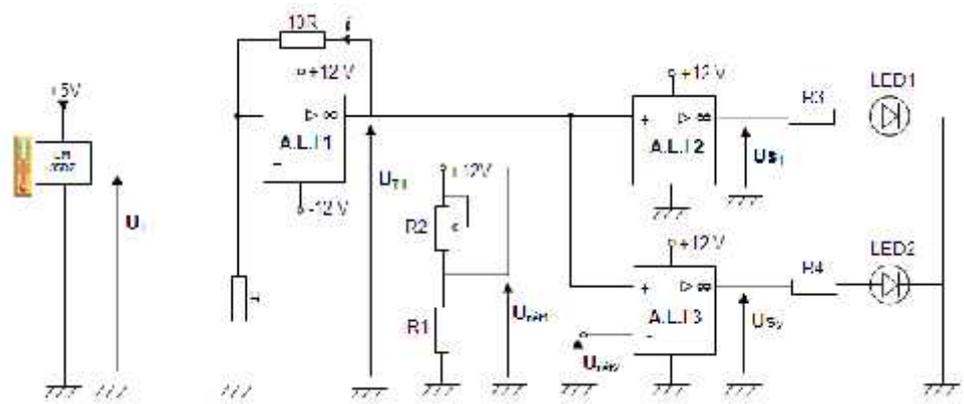


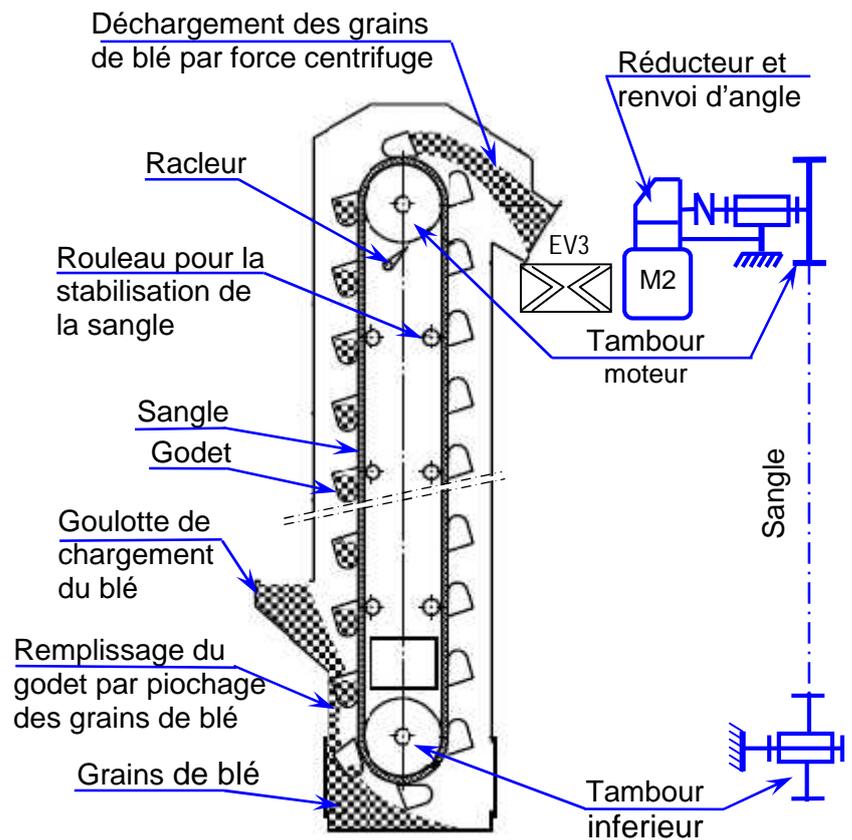
Figure 4

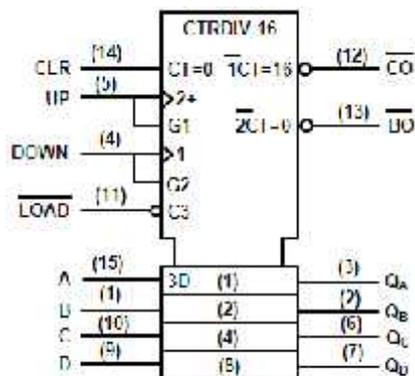
## 6- Remplissage des silos

Le remplissage des silos est assuré par un élévateur à godets. Les godets remplis de grains sont élevés par la sangle puis déversés à l'entrée de l'électrovanne EV3.

La motorisation de l'élévateur (voir schéma ci-contre et dessin d'ensemble page 6/6) comprend :

- un moteur électrique M2
- un réducteur ;
- un renvoi d'angle ;
- un accouplement élastique ;
- un tambour supérieur (moteur).

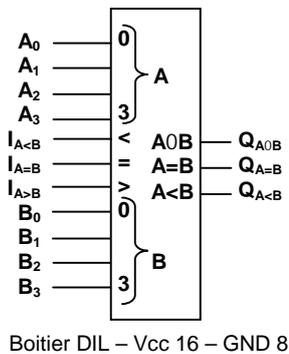




Boitier DIL 16 Vcc 16 GND 0

UP	DOWN	LOAD	CLR	Fonction du circuit
	1	1	0	Comptage
	1	1	0	Bloqué
1		1	0	Décomptage
1		1	0	Bloqué
X	X	0	0	Changement des entrées A, B, C et D
X	X	X	1	Remise à zéro

1 : Niveau haut ; 0 : Niveau bas ; x : état indifférent



**Entrées de comparaisons**

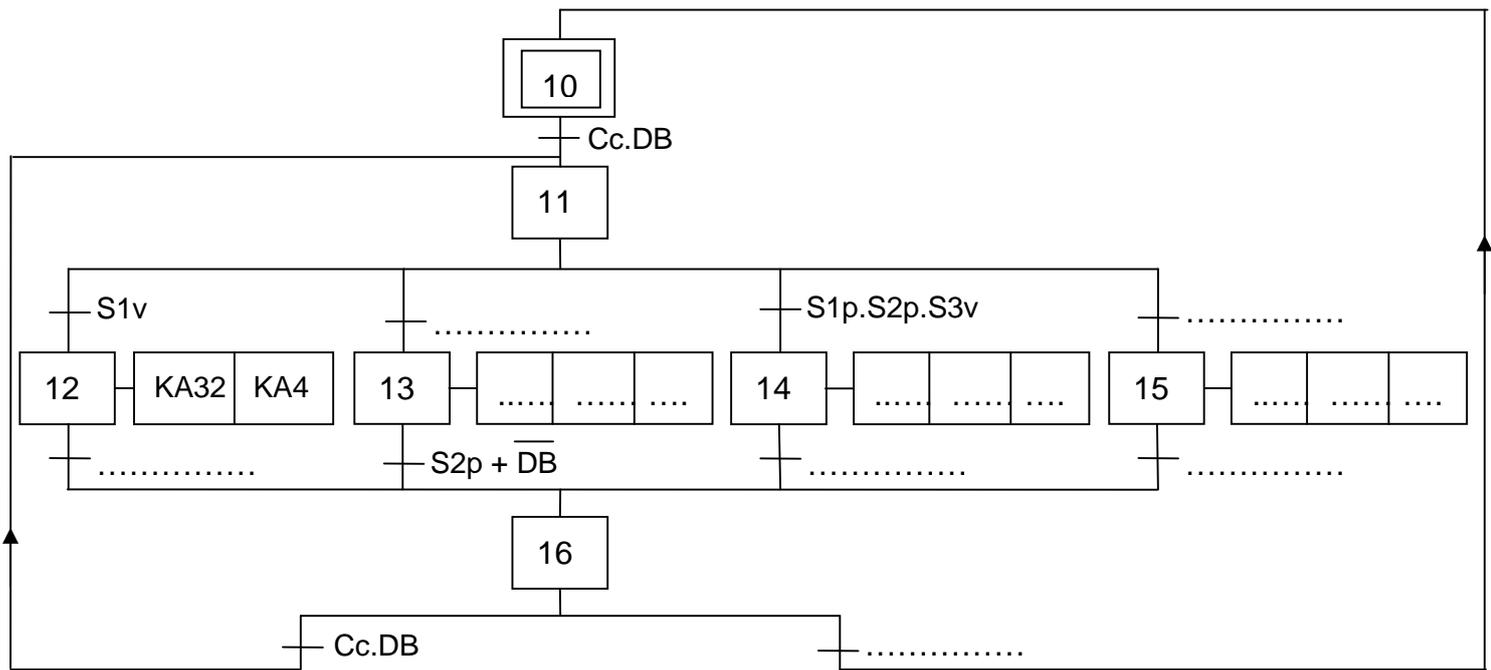
**Entrées en cascade**

**Sorties**

A <sub>3</sub> .B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> .B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> .B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> .B <sub>0</sub>	I <sub>A0B</sub>	I <sub>A&lt;B</sub>	I <sub>A=B</sub>	Q <sub>A0B</sub>	Q <sub>A&lt;B</sub>	Q <sub>A=B</sub>
A <sub>3</sub> 0B <sub>3</sub>	X	X	X	1	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> <B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	0	1	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> 0B <sub>2</sub>	X	X	1	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> <B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	0	1	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> 0B <sub>1</sub>	X	1	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> <B <sub>1</sub>	X	X	X	X	0	1	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> 0B <sub>0</sub>	1	X	X	1	0	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> <B <sub>0</sub>	X	X	X	0	1	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	X	0	1	0	0	1
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	1	0	0	1	0	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	X	1	0	0	1	0
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	X	1	1	0	1	1
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0

1 : Niveau haut ; 0 : Niveau bas ; x : état indifférent

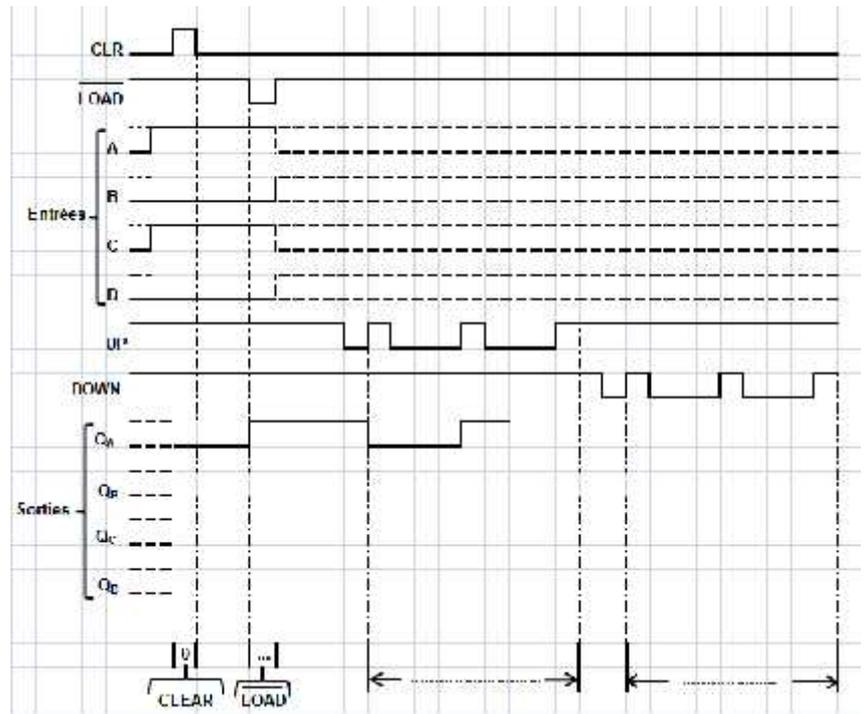
Type	Puissance nominale P <sub>U</sub> (KW)	Vitesse nominale n' (tr.min <sup>-1</sup> )	Couple nominal T <sub>U</sub> (N.m)	Courant nominal I (A)
FLS 100 LK	1,1	720	14,6	3,8
FLS 112 M	1,5	725	19,8	4,8
FLS 132 S	2,2	715	29,4	7,2
FLS 132 M	3	705	40,6	9,1
FLS160MA	4	710	53,8	11,3



Le circuit « 40193 » compte les camions entrants ou décompte les camions sortants selon les signaux émis par les capteurs "a" et "b" représentés par la figure 2 de la page 2/6 du dossier technique.

Le circuit « 4585 » compare le nombre ( $A_{(16)}$ ) des camions entrants/sortants au nombre ( $B_{(16)}$ ) des camions autorisés à entrer fixé par l'opérateur. Le résultat de cette comparaison est utilisé pour signaler l'autorisation, par un voyant vert lorsque  $A < B$  ou l'interdiction, par un voyant rouge lorsque  $A = B$ , de l'entrée des camions.

a- En se référant aux documents constructeurs du circuit 40193 donnés à la page 5/6 du dossier technique, compléter le chronogramme ci-contre et indiquer le mode de fonctionnement.





**3- Etude du module de contrôle de la température du blé**

En se référant à la figure 4 de la page 3/6 du dossier technique et de la caractéristique  $U_T = f(T)$  :

- a- exprimer la tension  $U_T$  en fonction de la température  $T$  ;  
.....  
.....
- b- exprimer  $U_{T1}$  en fonction de  $U_T$  ;  
.....  
.....
- c- déterminer la valeur de la tension de sortie  $U_T$  du capteur quand la température est  $T = 8^\circ\text{C}$  ;  
.....  
.....
- d- exprimer la tension de référence  $U_{\text{réf}1}$  en fonction de  $R1, R2$  ;  
.....  
.....
- e- déduire la valeur numérique de la résistance  $R2$  pour avoir une tension de référence  $U_{\text{réf}1} = 2,4 \text{ V}$ .  
.....  
.....
- f- Compléter le tableau ci-dessous.

Valeur de la température $T$ en $^\circ\text{C}$	Valeur de $U_{T1}$ (V)	Valeur de $U_{S1}$ (V)	Valeur de $U_{S2}$ (V)	Etat de la LED1 (allumée ou éteinte)	Etat de la LED2 (allumée ou éteinte)
$T > 24$	.....	.....	.....	.....	.....
$8 < T < 24$	.....	.....	.....	.....	.....
$T < 8$	.....	.....	.....	.....	.....

**4- Etude du moteur d'entraînement de l'élévateur à godets**

**4-1** Pour entraîner les godets à une vitesse linéaire de  $1,5 \text{ m/s}$ , le moteur  $M_2$  doit tourner à une vitesse d'environ  $710 \text{ tr/mn}$  et développer un couple utile proche de  $28 \text{ Nm}$ .

- a- Choisir le type du moteur qui convient pour entraîner cet élévateur parmi les moteurs proposés par le constructeur au tableau de la page 5/6 du dossier technique.  
.....  
.....
- b- Relever, à partir du même tableau, la valeur de la puissance utile du moteur choisi ainsi que l'intensité du courant nominal.  
.....  
.....

c- Ce moteur est branché au réseau triphasé 230 / 400V ; 50Hz. Déterminer le nombre de pôles du stator.

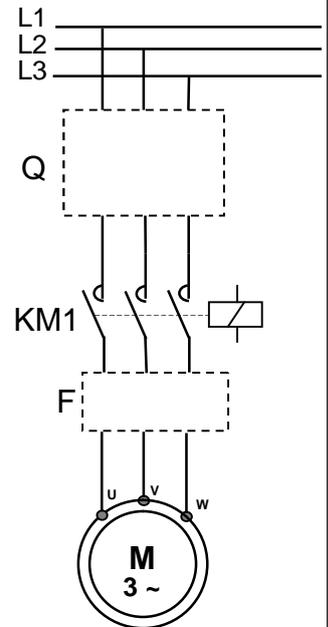
.....  
 .....

d- Sur la plaque signalétique du moteur est écrit 400 / 690V. Quel est le couplage des enroulements du stator de ce moteur ?

.....  
 .....

e- Ce moteur tourne dans un seul sens de rotation, compléter son circuit de puissance ainsi que le tableau suivant :

Désignation	Nom	Fonction
Q	Sectionneur porte fusibles	..... .....
F	Relais thermique	..... .....
KM1	..... .....	..... .....



4-2 En régime de fonctionnement à 3/4 de la charge nominale sous la tension  $U = 400V$ , la mesure par la méthode des deux wattmètres de la puissance active absorbée par le moteur a donné les résultats suivants :

$P_1 = 2145 W$  ;  $P_2 = 140 W$ . On rappelle que la puissance réactive est  $Q = 1,732(P_1 - P_2)$

a- Déterminer la puissance active absorbée par le moteur en ce régime.

.....  
 .....

b- Déterminer la puissance réactive absorbée par le moteur en ce régime.

.....  
 .....

c- Déterminer le facteur de puissance et le courant absorbé par le moteur.

.....  
 .....

d- Déterminer le rendement du moteur si la vitesse de rotation est  $n' = 720 \text{ tr/min}$  et le couple utile du moteur est  $T_u = 22 \text{ N.m}$ .

.....  
 .....

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 :**

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

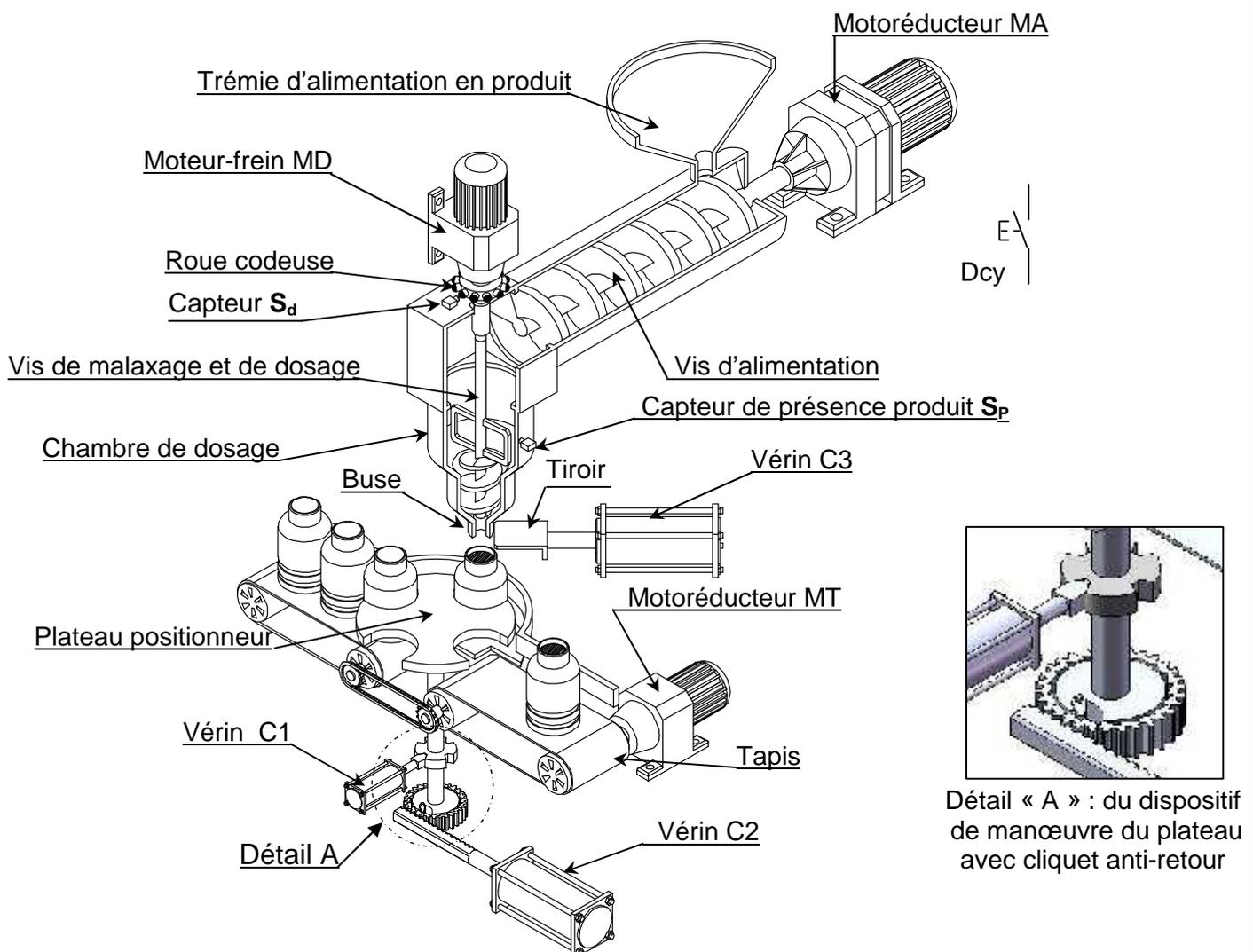
**D- PARTIE GENIE ELECTRIQUE** : pages : 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8 (10 points).

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

## UNITE DE 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'aménagement des flacons vides et l'évacuation des flacons pleins, entraîné par un motoréducteur **MT** qui fonctionne en permanence ;
- d'un plateau positionneur permettant de positionner 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 du 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**.

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 « **S<sub>1</sub>** » 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

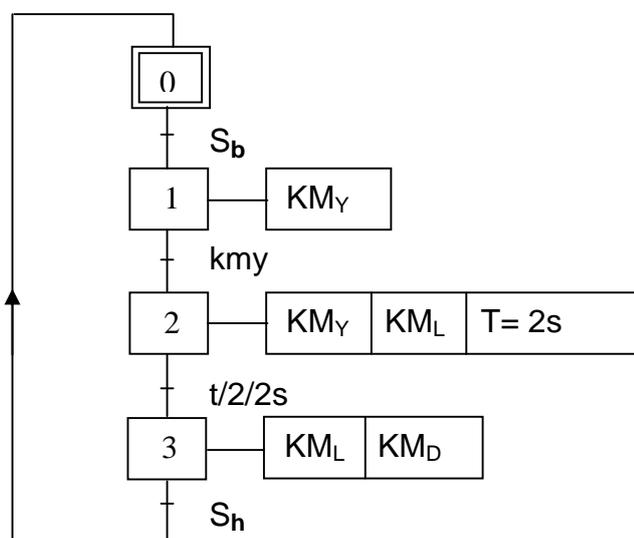
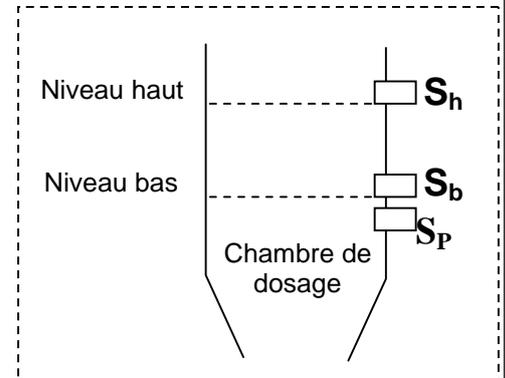
Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Verrouillage et déverrouillage du plateau positionneur	Vérin pneumatique double effet C1	Distributeur M2 5/2 bistable à pilotage électrique 12M1 : Déverrouillage 14M1 : Verrouillage	10 : fin de déverrouillage 11 : fin de verrouillage
Rotation du plateau positionneur	Vérin pneumatique double effet C2	Distributeur M2 5/2 bistable à pilotage électrique 14M2 : Rotation du plateau 12M2 : Retour de C2	21 : fin de rotation 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	30 : Fin d'ouverture 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'aménagement 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		

## 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  $S_h$ .

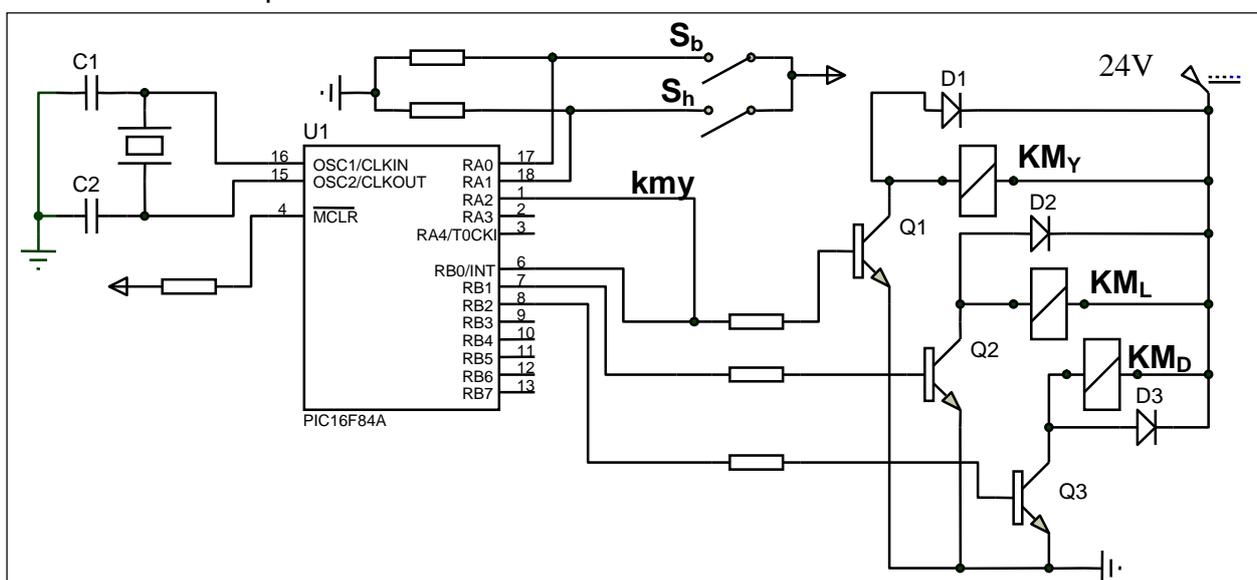
Chaque fois que le capteur  $S_b$  détecte un manque de produit ( $S_b = 1$ ), le moteur **MA** fonctionne et ne s'arrête que lorsque le produit dans la chambre de dosage atteint le niveau haut détecté par le capteur  $S_h$  ( $S_h = 1$ ).

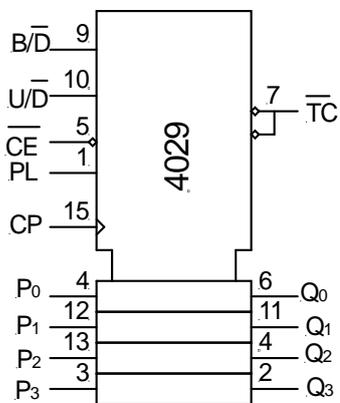
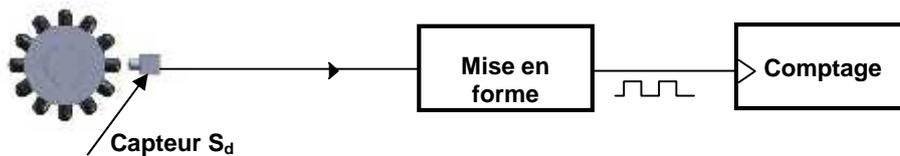
Le moteur MA doit donc fonctionner et s'arrêter plusieurs fois pendant des courtes durées ce qui provoque un échauffement excessif des enroulements. Pour remédier à ce problème, les enroulements de ce moteur sont tout d'abord alimentés par une tension réduite puis par leur tension nominale conformément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



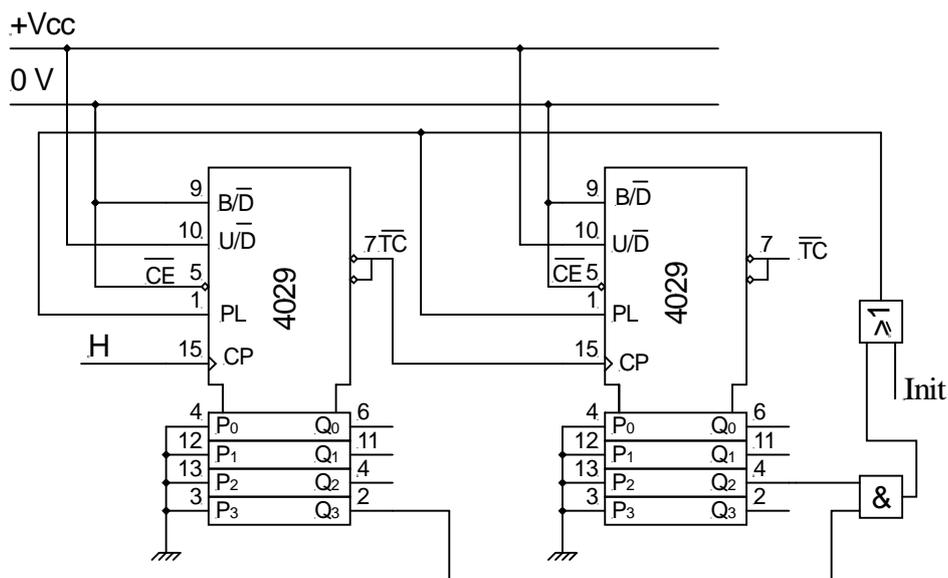
$S_b$  : capteur détectant le niveau bas de produit  
 $S_h$  : capteur détectant le niveau haut de produit  
 $KM_Y$  : Contacteur de couplage étoile.(tension réduite)  
 $kmy$  : contact auxiliaire du contacteur  $KM_Y$   
 $KM_D$  : Contacteur de couplage triangle (tension nominale).  
 $KM_L$  : 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.





Désignation	Description
PL	Entrée de chargement parallèle asynchrone activée au niveau haut
$\overline{CE}$	Entrée de validation
CP	Entrée d'horloge activée au front montant
$P_3, P_2, P_1, P_0$	Entrées des données parallèles
$Q_3, Q_2, Q_1, Q_0$	Sorties
$\overline{TC}$	Sortie de report ou de retenue
$U/\overline{D}$	1 logique : Compteur 0 logique : Décompteur
$B/\overline{D}$	1 logique : Compteur - décompteur binaire 0 logique : Compteur - décompteur décimal



**Mot 3 ~ 80 LT**  
**N° 5188565 BJ 017 Kg**

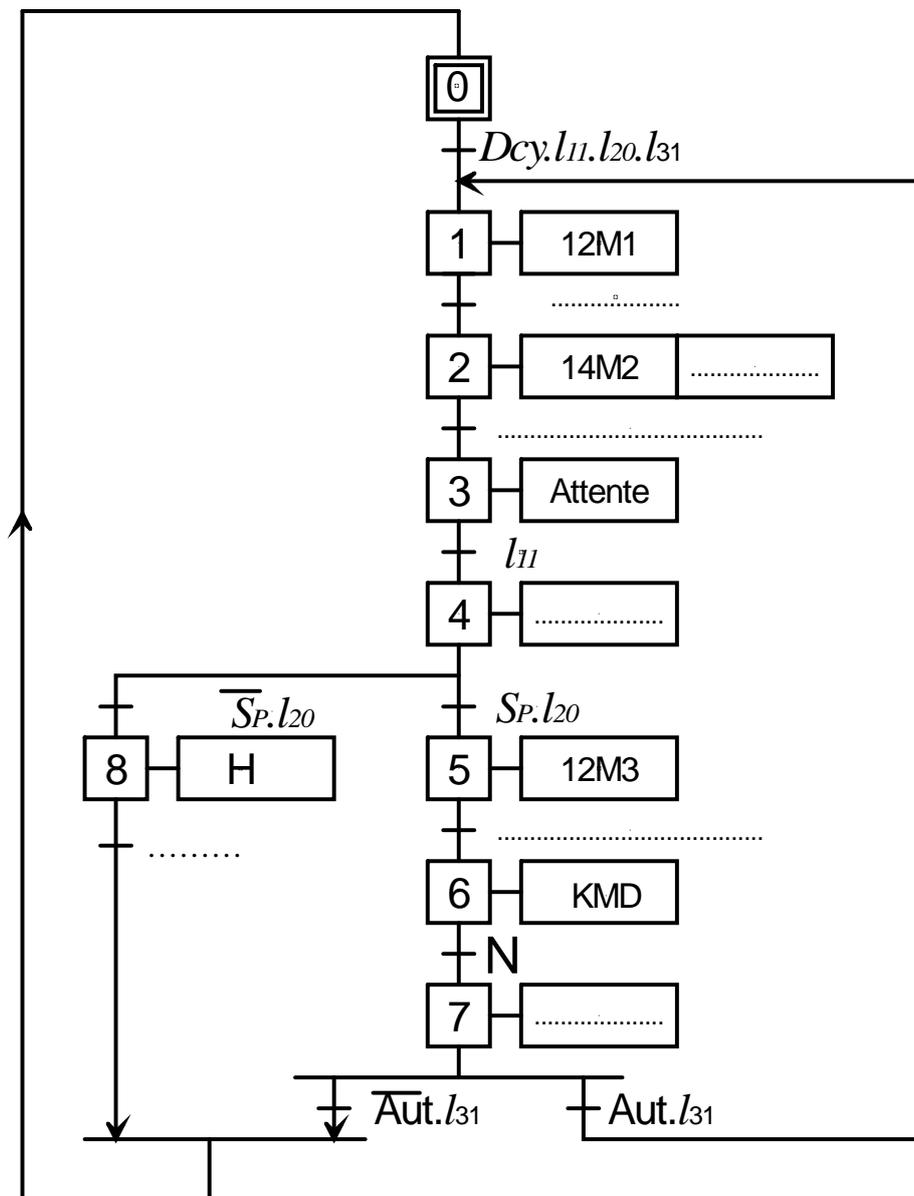
**IP 55 I d F                      40°C                      S1**

V	Hz	tr/min	KW	cos	A
D 400	50	950	1,1	0,78	2,8
Y 660					1.6

## 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

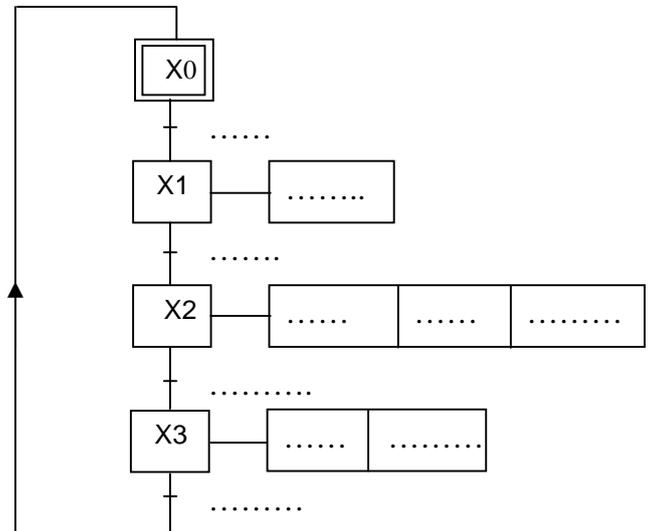
2-1- compléter le GRAFCET codé PIC 16F84A

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 ;
  
```



```

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.
  
```

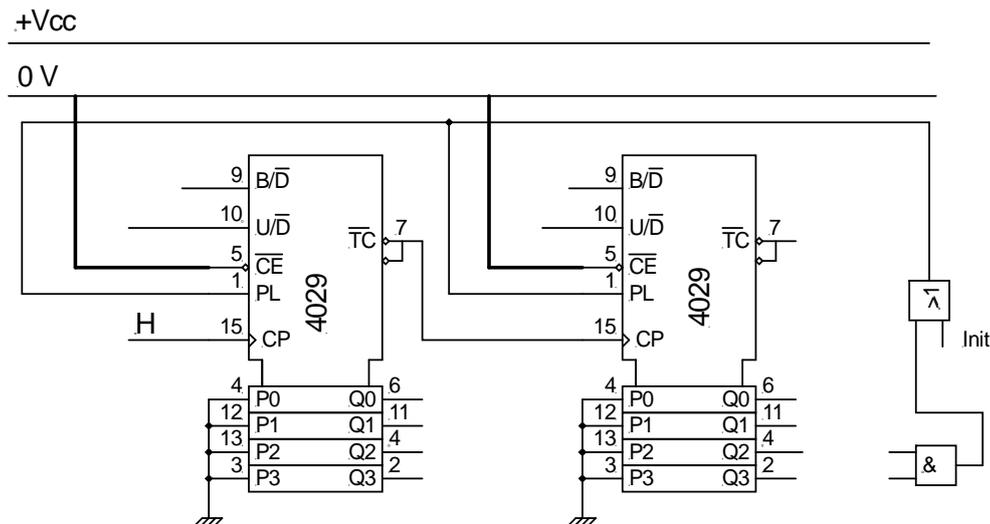
## 3 – Etude du comptage du nombre de dents relatif à une dose de produit

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

.....

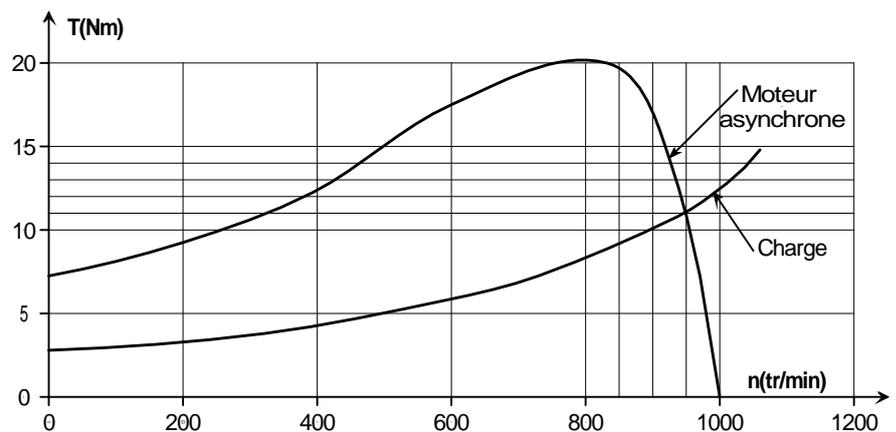
**4-2-** Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant dans un fil de ligne et celle traversant un enroulement en régime nominal ?

.....

**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

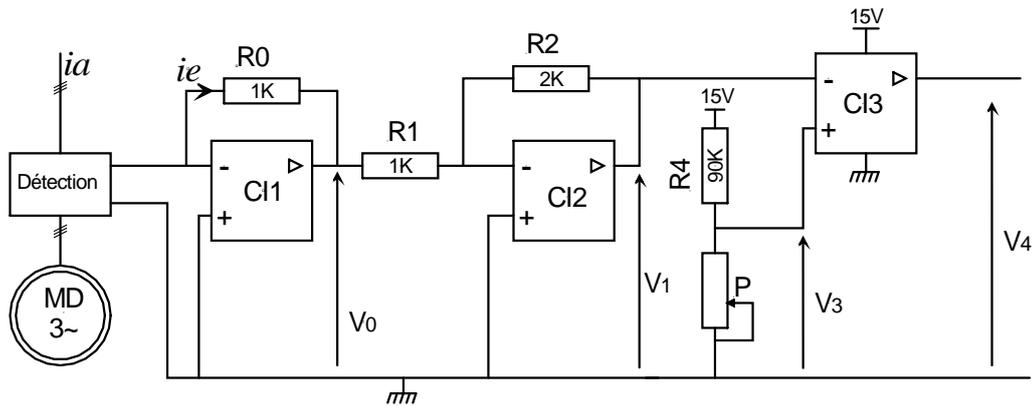
.....  
 .....

**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 :

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

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

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  $R_4 = 90 \text{ K}$ .

.....  
 .....

**Observations :** Aucune documentation n'est autorisée - L'utilisation de la calculatrice est permise -  
Les dessins devront être faits aux instruments et au crayon.



Figure 1

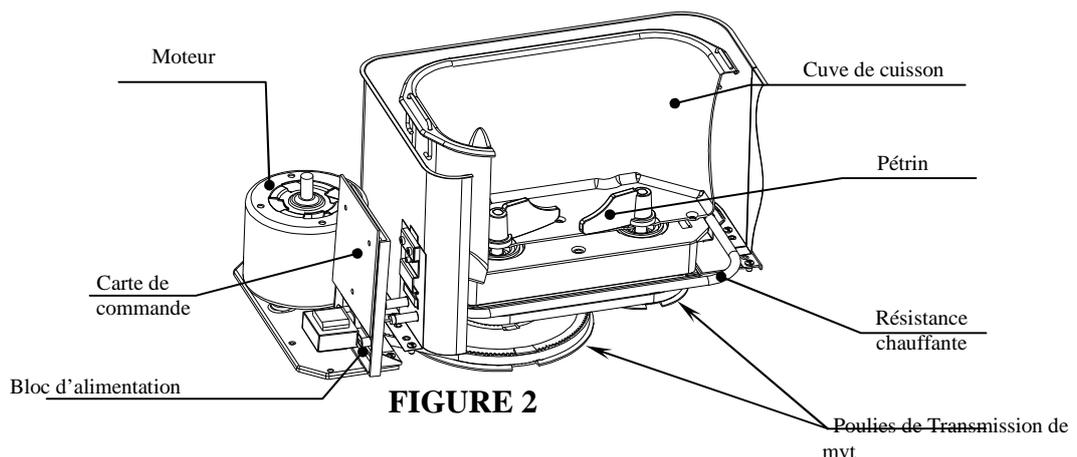
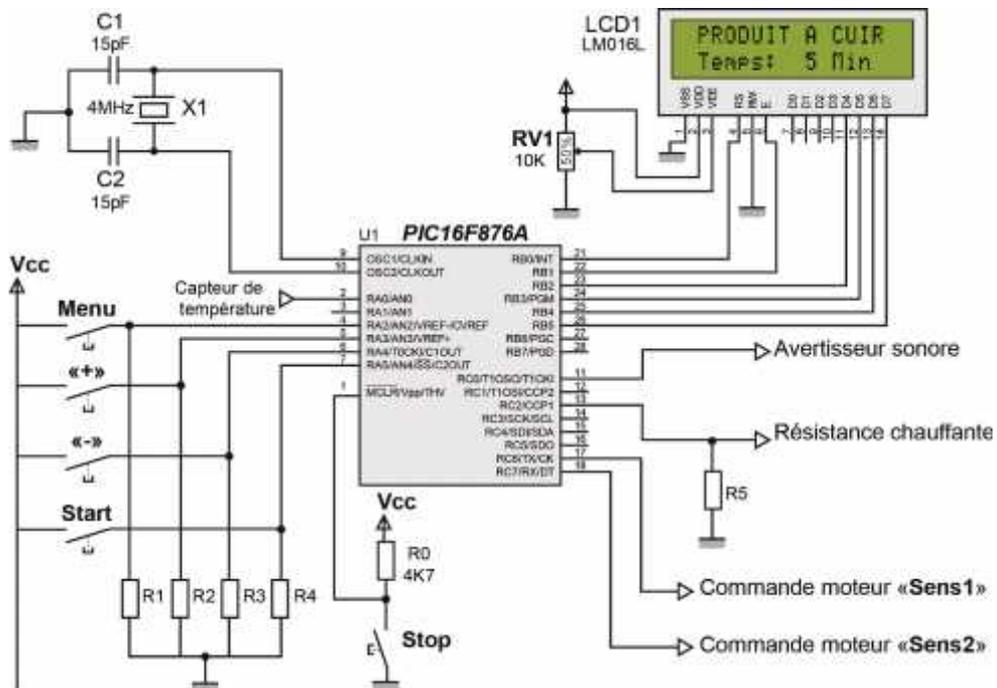


FIGURE 2

N° programme	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nom	Machine à l'arrêt	Pain normal	Pain léger	Pain complet	Pain sucré	Pain express	Pâté	Cake	Gâteau	Produit à cuir



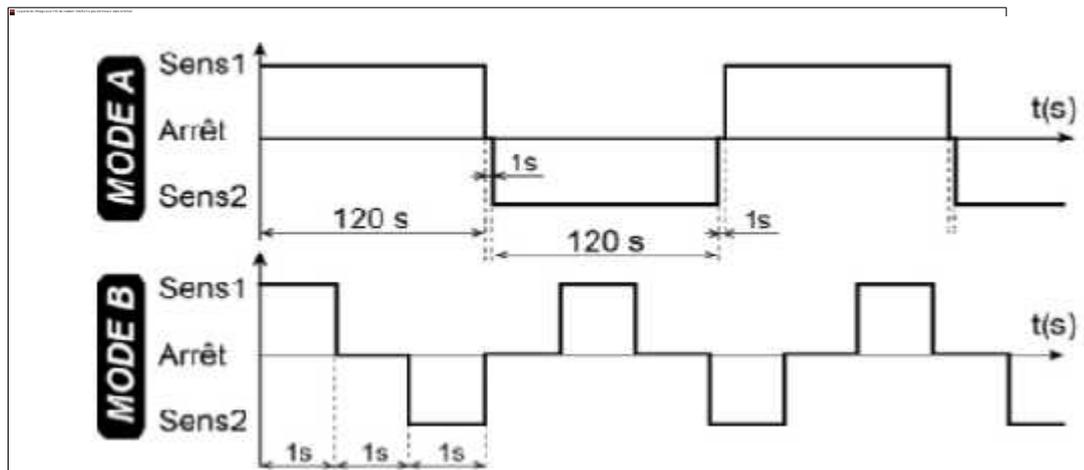
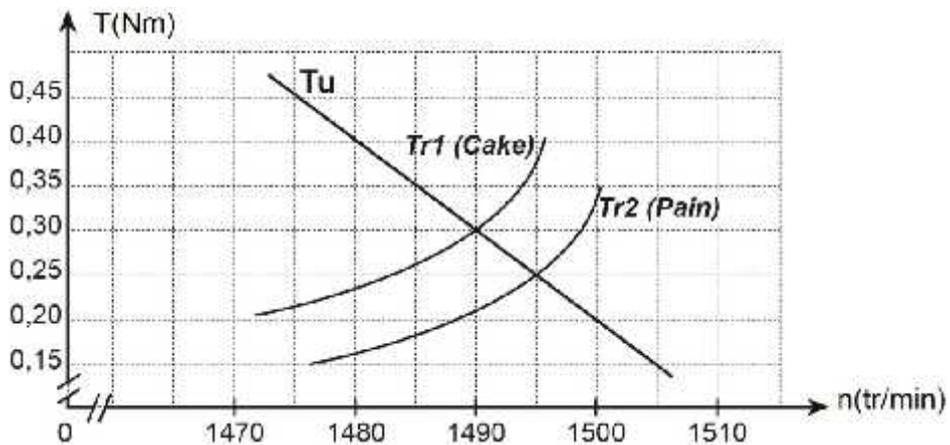
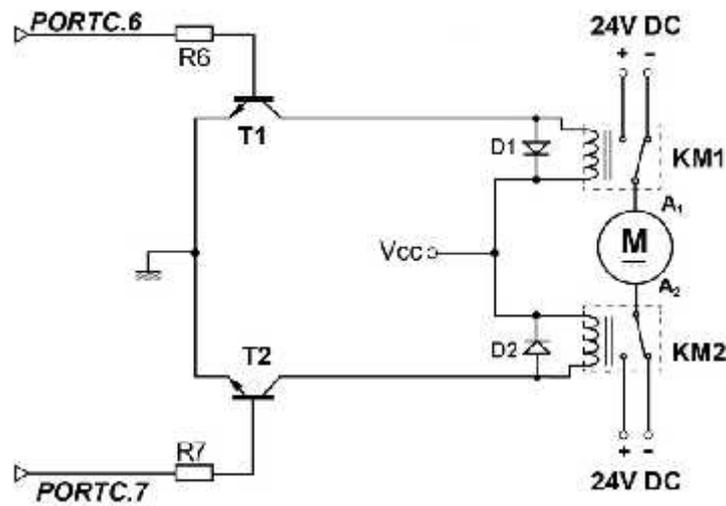


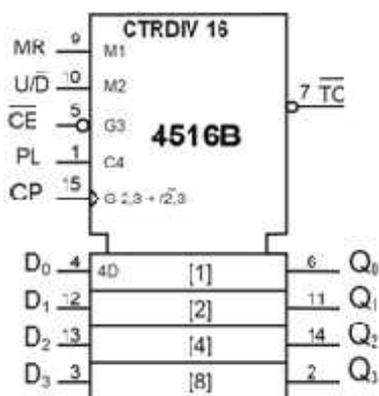
Figure 5



Dès la mise sous tension, la LED "D<sub>0</sub>" s'allume pour signaler l'arrêt de la machine. Les actions successives sur le bouton "Menu" permettent de sélectionner un programme parmi 9.

Si on est au programme 9, une nouvelle action sur le bouton "Menu" permet de revenir directement au programme 1 et d'allumer la LED "D<sub>1</sub>".  
L'action sur le bouton "Stop" permet l'arrêt de la machine et l'allumage de la LED "D<sub>0</sub>".

N° d'ordre d'impulsions	N° du programme	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	LED allumée
0	0	0	0	0	0	D <sub>0</sub>
1 <sup>ère</sup>	1	0	0	0	1	D <sub>1</sub>
2 <sup>ème</sup>	2	0	0	1	0	D <sub>2</sub>
3 <sup>ème</sup>	3	0	0	1	1	D <sub>3</sub>
4 <sup>ème</sup>	4	0	1	0	0	D <sub>4</sub>
5 <sup>ème</sup>	5	0	1	0	1	D <sub>5</sub>
6 <sup>ème</sup>	6	0	1	1	0	D <sub>6</sub>
7 <sup>ème</sup>	7	0	1	1	1	D <sub>7</sub>
8 <sup>ème</sup>	8	1	0	0	0	D <sub>8</sub>
9 <sup>ème</sup>	9	1	0	0	1	D <sub>9</sub>
10 <sup>ème</sup>		1	0	1	0	



MR	PL	U / D	CE	CP	MODE
L	H	X	X	X	Préchargement
L	L	X	H	X	Bloqué
L	L	L	L	↑	Décompteur
L	L	H	L	↑	Compteur
H	X	X	X	X	RAZ

TABLEAU 2: TABLE DE FONCTIONNEMENT

L : niveau bas (0 logique)  
H : niveau haut (1 logique)  
X : indifférent (0 ou 1)

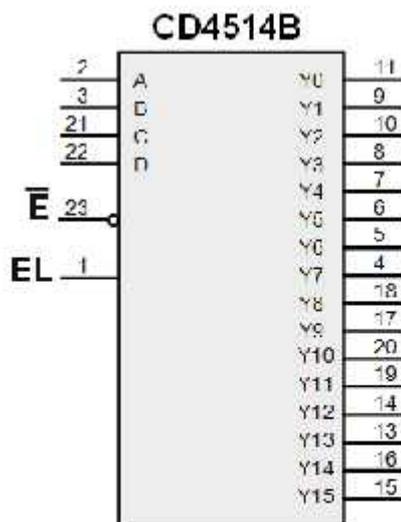


Table de fonctionnement

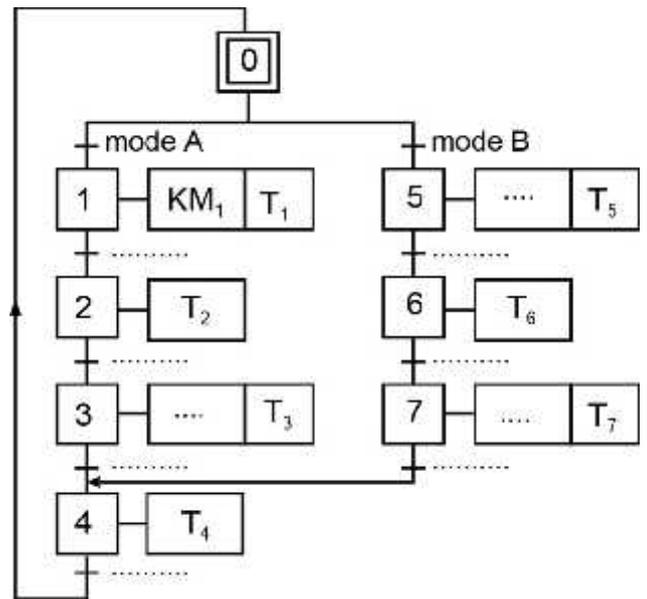
E	Entrées d'aiguillage				Sortie active
	D	C	B	A	
L	L	L	L	L	Y <sub>0</sub>
L	L	L	L	II	Y <sub>1</sub>
L	L	I	H	L	Y <sub>2</sub>
I	I	L	II	H	Y <sub>3</sub>
L	L	H	L	L	Y <sub>4</sub>
I	I	H	I	H	Y <sub>5</sub>
L	L	II	H	L	Y <sub>6</sub>
L	L	H	H	H	Y <sub>7</sub>
L	H	L	L	L	Y <sub>8</sub>
L	II	L	L	II	Y <sub>9</sub>
L	H	L	II	L	Y <sub>10</sub>
I	H	I	II	H	Y <sub>11</sub>
I	H	H	I	I	Y <sub>12</sub>
L	H	H	I	H	Y <sub>13</sub>
L	H	H	II	H	Y <sub>14</sub>
II	X	X	X	X	Y <sub>i</sub> = L

- Les broches 2, 3, 21 et 22 sont les entrées d'adresses ou d'aiguillage.

- La broche 23 est l'entrée de donnée. Elle est notée E.

- La broche 1 (notée EL) doit être toujours au niveau haut pour assurer le fonctionnement du circuit.

Sens de rotation Moteur	Port C C <sub>6</sub> C <sub>7</sub> (binaire)	Durées en Mode A	Durées en Mode B	Etat logique de KM1	Etat logique de KM2	Sens du courant dans l'induit (A1→A2 ou A2→A1)
Sens 1	10	120s	.....	...	...	.....
Sens 2	.....	.....	1s	...	...	.....
Arrêt	00	1s	.....	0	0	Courant nul



**E'** = .....

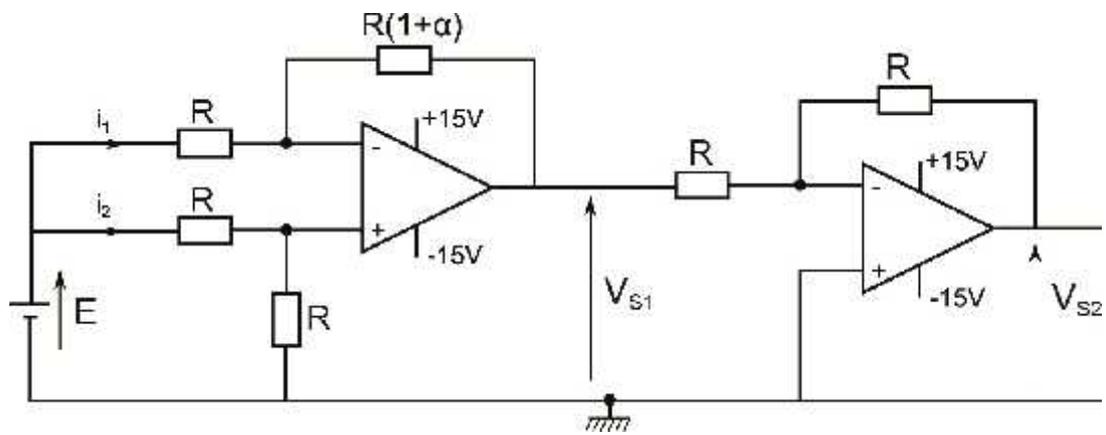
**K** = .....

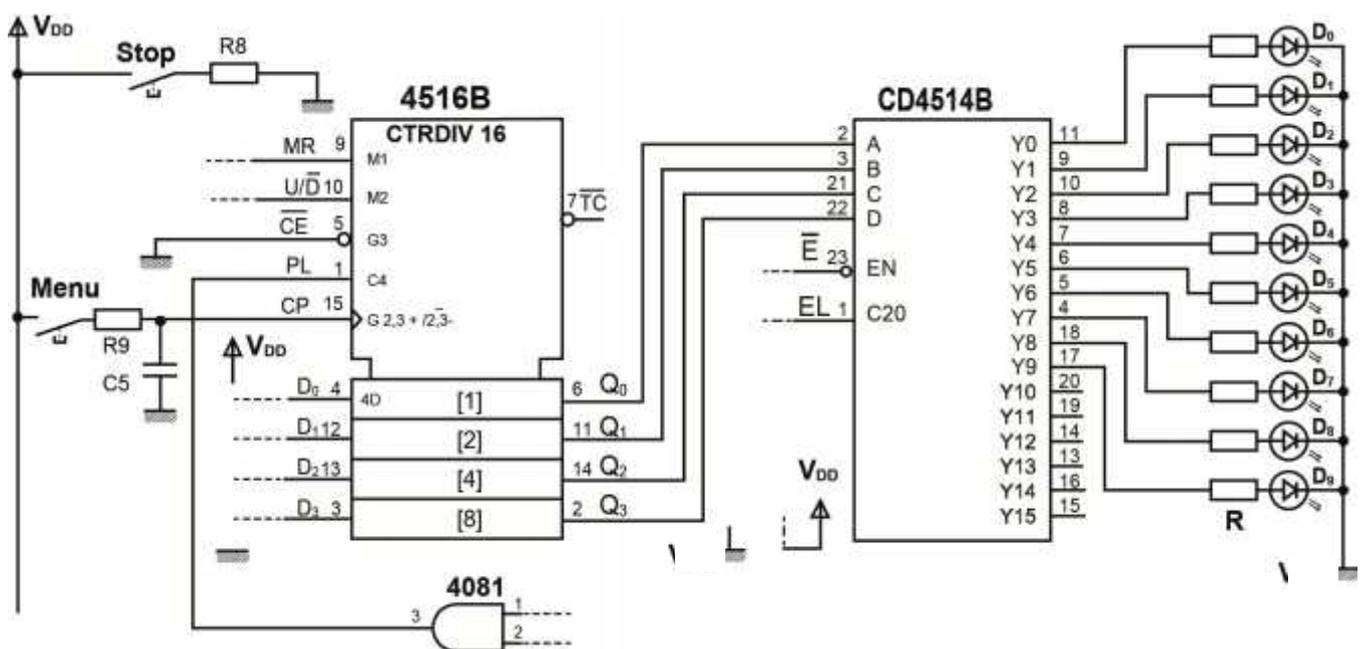
	<b>n (tr/min)</b>	<b>Tu (Nm)</b>	<b>Pu (W)</b>	<b>I (A)</b>
<i>Pain</i>	.....	.....	.....	.....
<i>Cake</i>	.....	.....	.....	.....

## Programmation en langage Mikropascal Pro

En se référant à la page 3/6 du dossier technique, compléter le programme en langage Mikropascal Pro correspondant au choix des programmes et à la durée de cuisson. Les broches non connectées seront considérées comme des entrées.

```
program machine ;
Var
// connections de l'afficheur LCD
LCD_RS : sbit at RB0_bit ;
LCD_EN : ..... ;
LCD_D4 : ..... ;
LCD_D5 : ..... ;
LCD_D6 : ..... ;
LCD_D7 : sbit at RB5_bit;
LCD_RS_Direction : sbit at TRISB0_bit;
LCD_EN_Direction : sbit at TRISB1_bit;
LCD_D4_Direction : sbit at TRISB2_bit;
LCD_D5_Direction : ..... ;
LCD_D6_Direction : ..... ;
LCD_D7_Direction : ..... ;
prog, C1: byte;
temps : string[3];
menu : ..... ;
plus : sbit at RA3_bit;
moins : sbit at RA4_bit;
start : sbit at RA5_bit;
begin
  trisa:= .....;
  ADCON1:=$87;
  trisc:= .....;
  prog:=0;
  C1:=5;
  LCD_init(); // initialisation de l'afficheur LCD
  LCD_cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
  LCD_out(1,2,'ARRET MACHINE');
  while true do
    begin
      if menu=1 then
        begin
          prog:=prog+1;
          if prog>9 then prog := .....;
          LCD_cmd(_LCD_CLEAR);
          case prog of // Selon la variable " prog" faire
            0 : LCD_out(1,2,'ARRET MACHINE');
            1 : LCD_out(1,3,'PAIN NORMAL');
            2 : LCD_out(1,4,'PAIN LEGER');
            3 : LCD_out(1,4,'PAIN COMPLET');
            4 : LCD_out(1,4,'PAIN SUCRE');
            5 : LCD_out(1,4,'PAIN EXPRESS');
            6 : LCD_out(1,6,'PATE');
            7 : LCD_out(1,6,'.....');
            8 : LCD_out(1,6,'GATEAU');
            9 : begin
                  LCD_out(1,2,'PRODUIT A CUIR');
                  LCD_out(2,2,'Temps:');
                  bytetostr(C1,temps); //Traduire en texte
                  LCD_out(2,8,temps);
                  LCD_out(2,12,'min'); // min pour minutes
                end;
          end;
          while menu=1 do nop; // Tant que le bouton
          // Menu est appuyé ne rien faire
        end;
      if prog = 9 then
        begin
          LCD_out(2,2,'Temps:');
          bytetostr(C1,temps);
          LCD_out(2,8,temps);
        end;
      if (plus=1) and (prog=.....) then
        begin
          C1:=.....;
          if C1 > 30 then C1:=30;
          bytetostr(C1,temps);
          LCD_out(2,8,temps);
        end;
      while plus=1 do nop; // Ne rien faire
      if (moins=1) and (prog=.....) then
        begin
          C1:=C1-1;
          if C1 < 5 then C1:=5;
          bytetostr(C1,temps);
          LCD_out(2,8,temps);
        end;
      while moins=1 do nop; // Ne rien faire
    end;
  end.
```



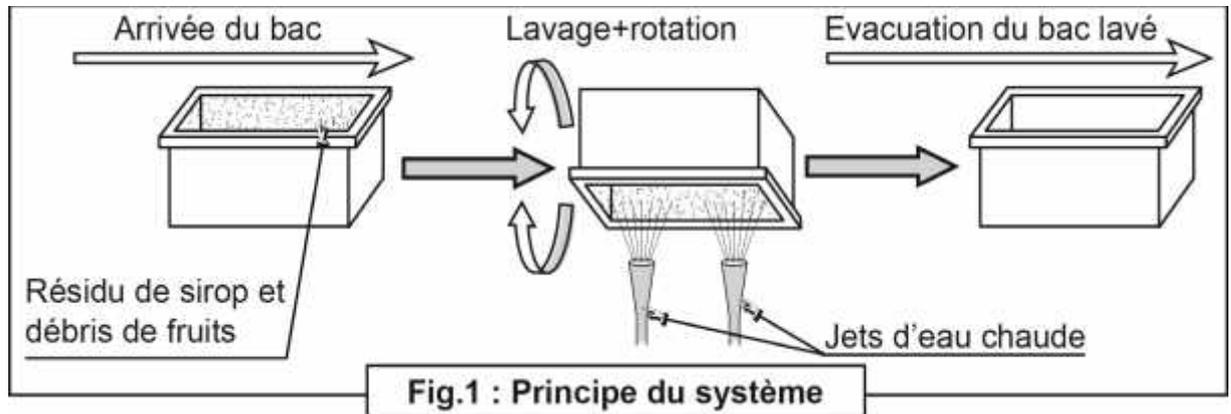


Multiplexeur 8 vers 1  
Compteur-décompteur

Multiplexeur 16 vers 1  
Démultiplexeur 1 vers 16

Codeur binaire  
Démultiplexeur 1 vers 8

**Observations :** Aucune documentation n'est autorisée - L'utilisation de la calculatrice est permise.  
Les dessins devront être faits aux instruments et au crayon.

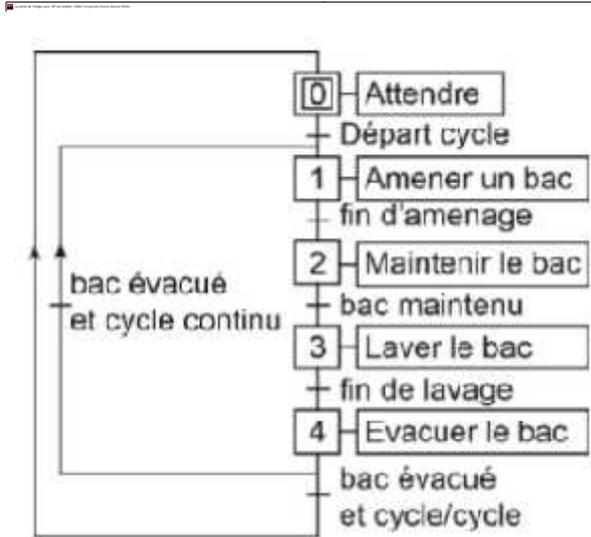


**N.B :** Dans ce qui suit, on se limitera uniquement à l'étude des tâches : Aménage et Lavage.

**Fig. 2**

**a- Grafset de coordination**

La gestion du fonctionnement du système décrite par le grafset de coordination de la figure ci-contre.



**b- Tâche d'aménage**

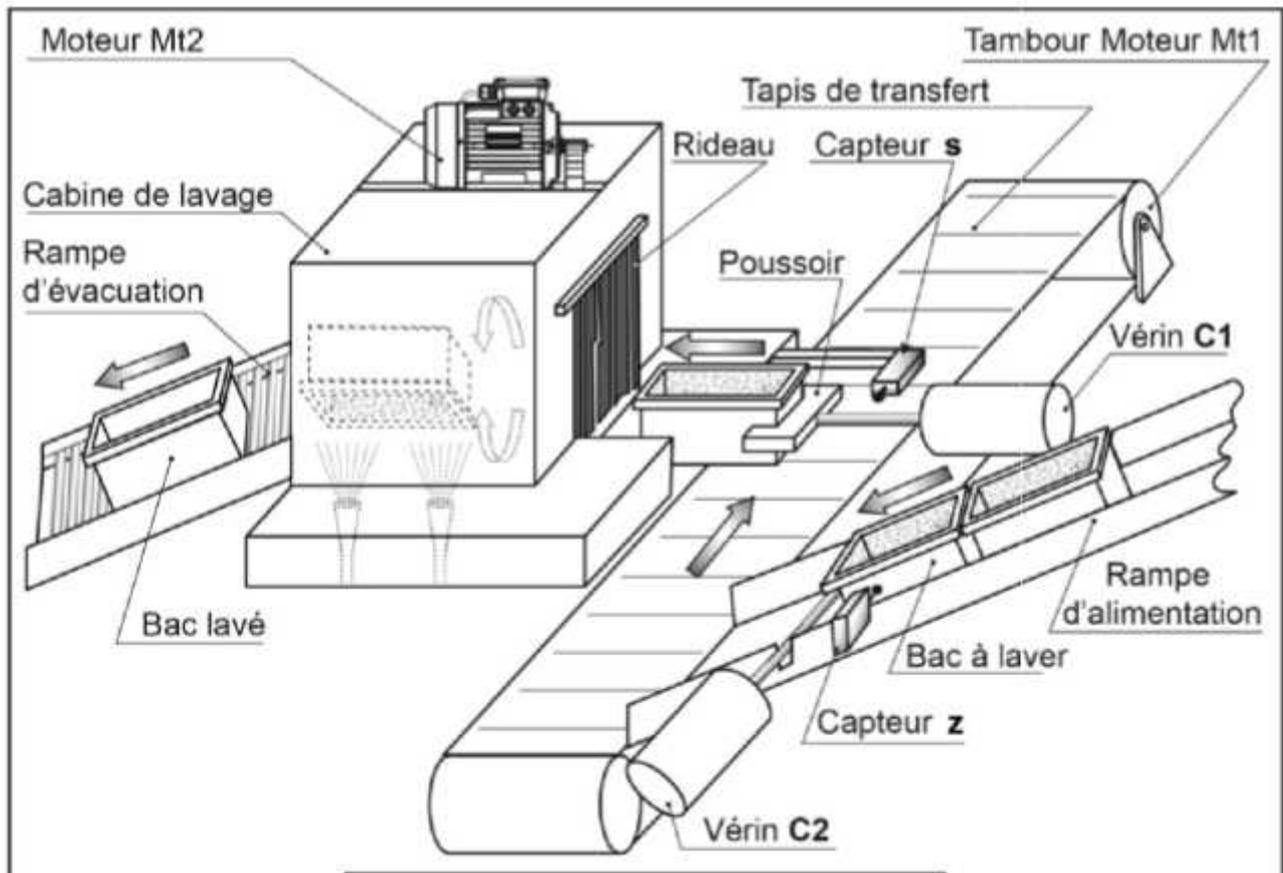
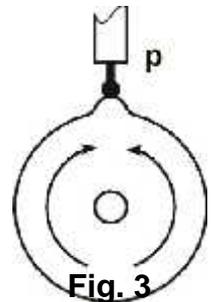
L'arrivée d'un bac à laver sur la rampe d'alimentation, détectée par le capteur "z", déclenche simultanément :

- la rentrée puis la sortie de la tige du vérin pour permettre le passage d'un seul bac ;
- le fonctionnement du tapis de transfert pour bac sur le capteur "s" provoque l'arrêt du tapis, la sortie puis la rentrée de la tige du vérin **C1**.

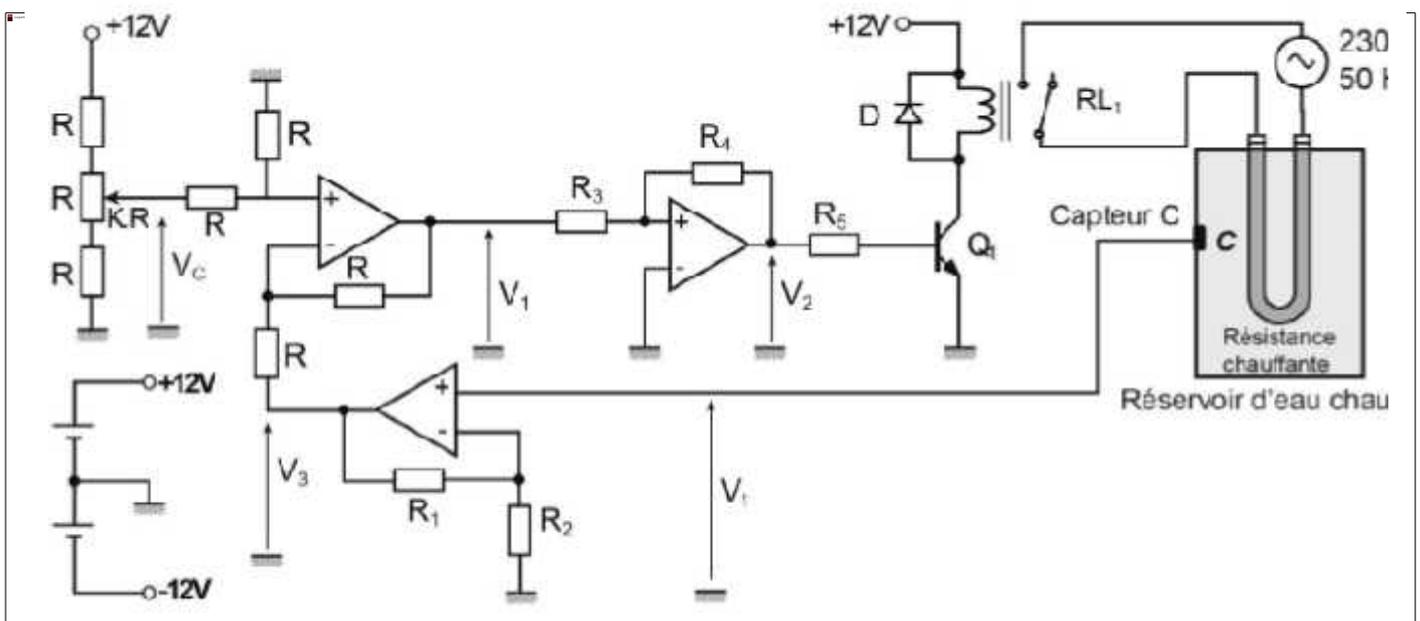
**c- Tâche de lavage**

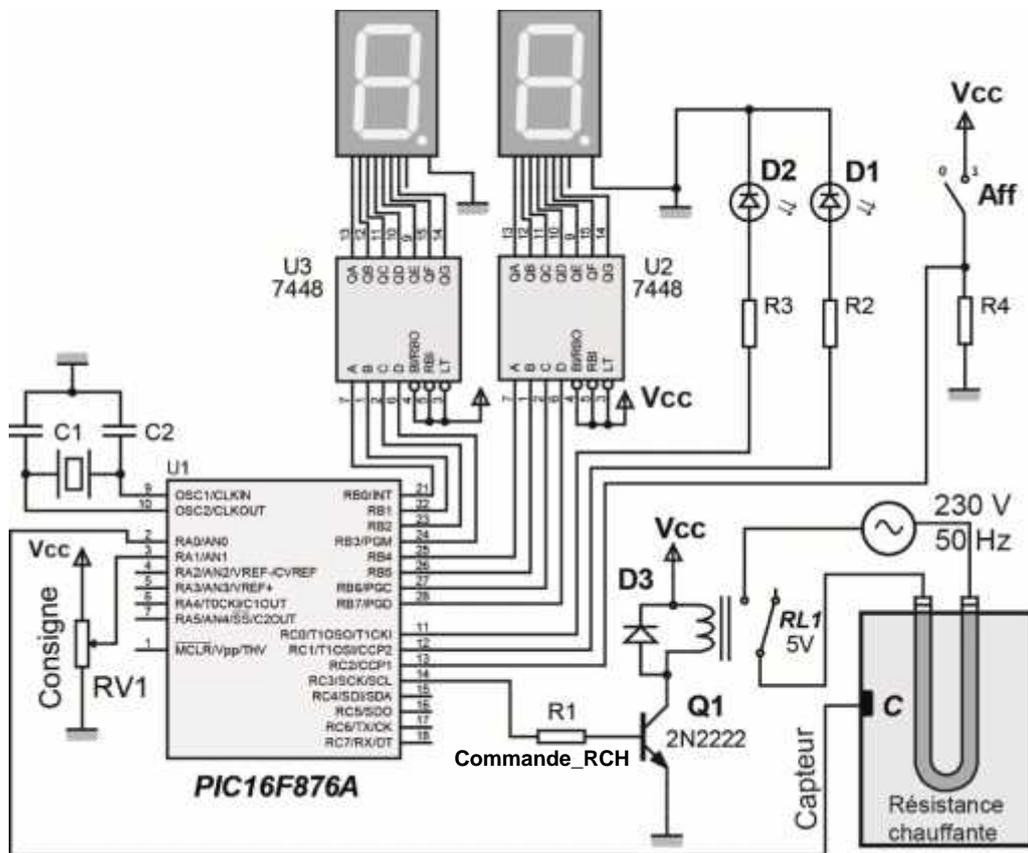
La fin de l'opération de maintien (assurée par un système mécanique non représenté) est détectée par un capteur "f". Ceci entraîne le lavage par jets d'eau chauffée à **60°C** et la rotation du bac de **5 tours** dans un sens et **5 tours** dans l'autre.

La rotation d'un tour complet du bac est détectée par l'action d'une came à disque solidaire de l'arbre de sortie du motoréducteur **Mt2** sur un capteur "p".



Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Détecter la présence d'un bac sur la rampe d'alimentation	-	-	z
Laisser passer un seul bac	Vérin double effet C2	<b>12M2</b> <b>14M2</b>	$l_{20}$ $l_{21}$
Transférer le bac	Moteur 3~	<b>KM1</b>	
Détecter la présence d'un bac devant le poussoir	-	-	s
Pousser le bac dans la cabine de lavage	Vérin double effet C1	<b>14M1</b> <b>12M1</b>	$l_{11}$ $l_{10}$
Détecter la fin du maintien du bac	-	-	f
Permettre un jet d'eau	Electrovanne	<b>KA</b>	
Pivoter le bac dans les deux sens	Moteur 3~	<b>KM21</b> <b>KM22</b>	<b>N=5</b> <b>N=0</b>
Détecter la rotation d'un tour du bac	-	-	p





**RV1** : potentiomètre permettant de fixer la valeur de la température de consigne.

**Aff =0** : autorise l'affichage de la valeur de la température de l'eau.

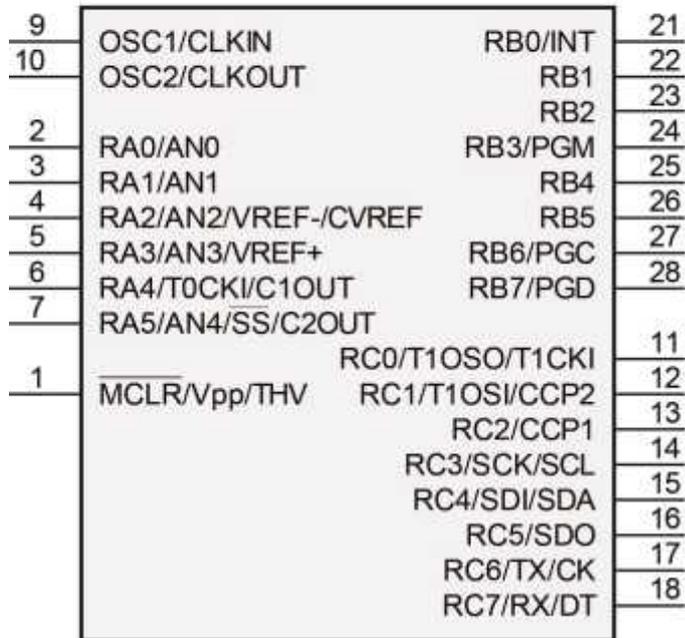
**Aff =1** : autorise l'affichage de la valeur de la température de consigne.

**D1** : signale que la valeur affichée est celle de la température de consigne.

**D2** : signale que la valeur affichée est celle de la température de l'eau.

	Pu(KW)	Type	tr/min	$\gamma$ (%)	Cos $\phi$	I (A)	Tu (Nm)
4 pôles	0.25	M3BP 71 MA	1365	68.3	0.81	0.7	1.74
	0.37	M3BP 71 MB	1380	72.4	0.83	0.9	2.5
	0.55	M3BP 80 MA	1415	74.5	0.73	1.5	3.7
	0.75	M3BP 80 MD	1430	81.0	0.73	1.8	5.0
	1.1	M3BP 90 SLB	1435	83.6	0.80	2.3	7.3
	1.5	M3BP 90 SLD	1430	84.3	0.83	3	10
	2.2	M3BP 100 LC	1450	85.9	0.78	4.7	14.4
6 pôles	3	M3BP 100 LD	1450	86.8	0.79	6.3	19.7
	0.25	M3BP 71 MB	895	67.2	0.69	0.77	2.6
	0.37	M3BP 80 MA	915	71.0	0.69	1.09	3.8
	0.55	M3BP 80 MB	920	73.9	0.71	1.51	5.7
	0.75	M3BP 90 SLC	960	78.7	0.58	2.3	7.4
	1.1	M3BP 90 SLE	930	78.2	0.66	3.0	11.2
	1.5	M3BP 100L	950	82.2	0.69	3.8	15
2.2	M3BP 112 MB	950	82.5	0.69	5.5	22.1	
3	M3BP 132 SMB	975	85.8	0.60	8.5	29.3	

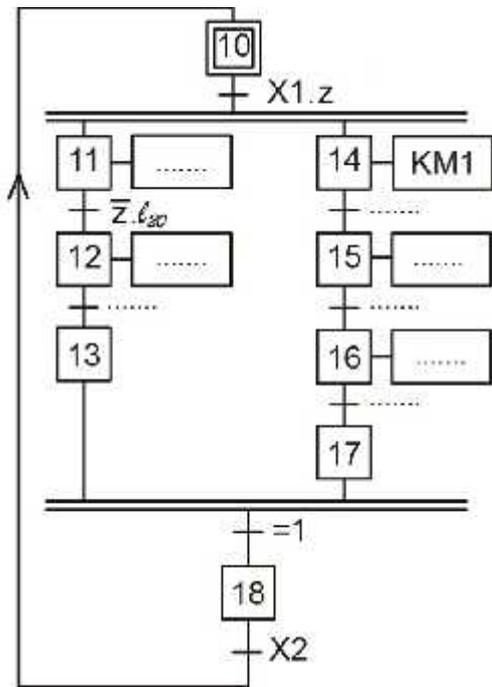
*Microcontrôleur*  
**PIC16F876A**



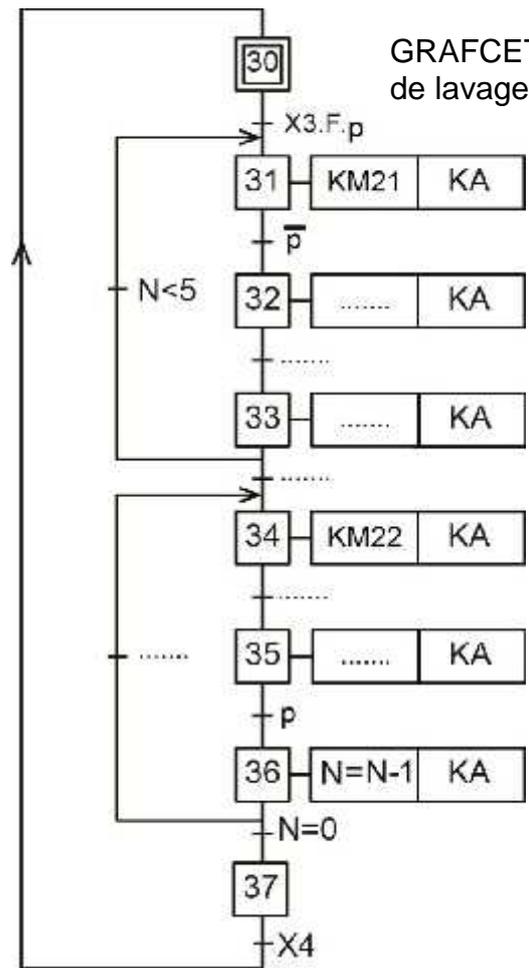
*Décodeur*  
*BCD / 7segments*  
**7448**



GRAFSET d'Amenage

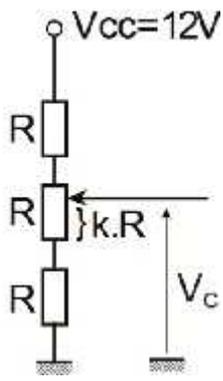
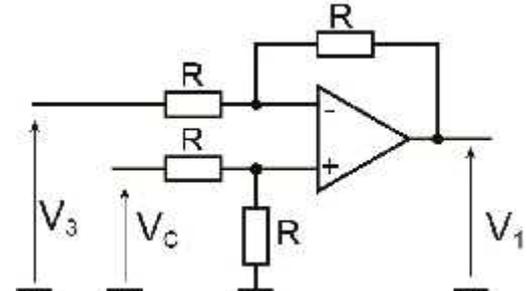
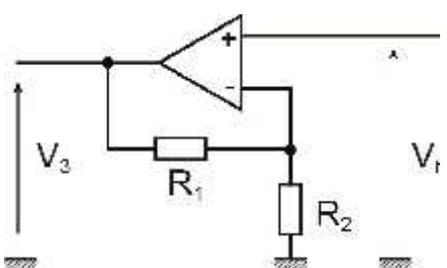
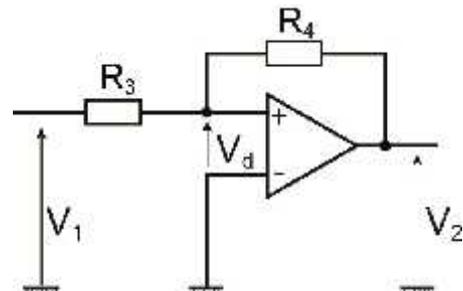
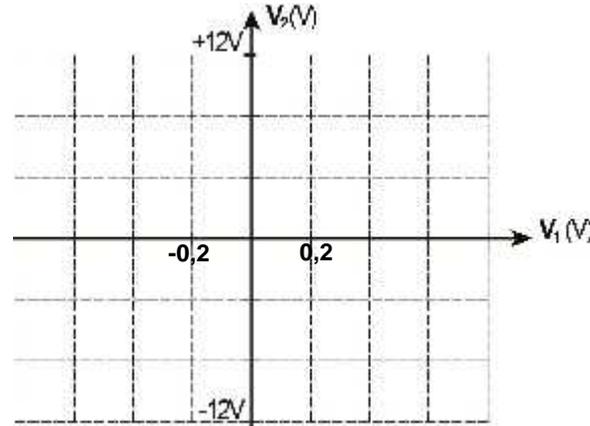


GRAFSET de lavage



**2- Gestion de la température de l'eau**  
**2-1 Par A.L.I**

Se référer, dans cette partie, au schéma structurel de la page 5/7 du dossier technique.

MONTAGE	EXPRESSION / CALCUL
	<p>a- Exprimer <math>V_c</math> en fonction de <math>V_{cc}</math> et <math>k</math>.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>b- Déduire les valeurs limites <math>V_{cmin}</math> et <math>V_{cmax}</math> pour <math>(0 \leq k \leq 1)</math>.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>c- Donner l'expression de <math>V_1</math> en fonction de <math>V_c</math> et <math>V_3</math>.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>d- Exprimer <math>V_3</math> en fonction de <math>R_1</math>, <math>R_2</math> et <math>V_t</math>.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>e- Déduire la relation de <math>V_3 = f(V_t)</math> lorsque <math>R_1 = 9.R_2</math>.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>f- Les tensions seuils <math>V_h = 0,5V</math> et <math>V_b = -0,5V</math>. Tracer l'évolution de la tension <math>V_2</math> en fonction de <math>V_1</math> sachant que <math>\pm V_{sat} = \pm 12V</math>.</p> 



**g-** Sachant que  $V_c = 6V$  et  $V_t = 0,01 \cdot s$ ,  
montrer que  $\theta_s$  s'écrit sous la forme  
 $s = 10 \cdot (6 - V_1)$ .

**h-** Dédurre de la question "g" les valeurs seuils de la  
température  $\theta_s$  pour les deux cas  $V_1 = V_h$  et  $V_1 = V_b$ .

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**2-2 Par microcontrôleur**

**a-** Compléter les instructions ❶ et ❷ du programme sachant que les broches non connectées sont considérées comme des entrées.

**b-** Les résultats de la conversion analogique/numérique (**N**) du convertisseur du microcontrôleur 16F876A sont obtenus sur 10 bits, c'est-à-dire **N** varie entre **0** et **1023** pour une tension de consigne variable de **0** à **5V**. La tension (**Uc**) image de la consigne est appliquée sur l'entrée **RA1** et celle de la température de l'eau (**Ue**) est appliquée sur l'entrée **RA0**. Compléter alors les instructions ❸ et ❹ du programme.

**c-** La température de la consigne est réglable entre 20 et 80°C. Pour **N=0** on a **Tc= 20°C** et pour **N=1023** on aura **Tc= 80°C**. La relation entre **Tc** et **N** s'écrit sous la forme **Tc = a.N + b**. Déterminer les valeurs de a et b et compléter l'instruction ❺ du programme.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



```

program C_temp;
var
  Aff:sbit at RC2_bit; // Commutateur
  Capteur:sbit at RA0_bit;
  LED1:sbit at RC1_bit;
  LED2:sbit at RC0_bit;
  Commande_RCH: sbit at RC3_bit;
  Uc , Ue : real;
  Tc,Tcd,Tcu,Te,Teu,Ted : byte ;
begin
  ADCON1:=$80; // Configuration du registre
  trisa:=$ff;
  ❶ trisb:=$.....;
  ❷ trisc:=$.....;
while true do
  begin
    // Consigne température
    ❸ Uc := adc_read(.....);

    // Température de l'eau
    ❹ Ue := adc_read(.....);
    Te := (Ue * 99)/1023 ;
    Teu:=(Te mod 10); // Unités
    Ted:=(Te div 10); // Dizaines
  
```

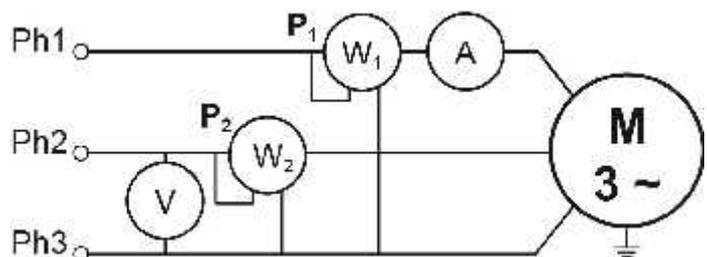
```

    ❺ Tc:= .....;

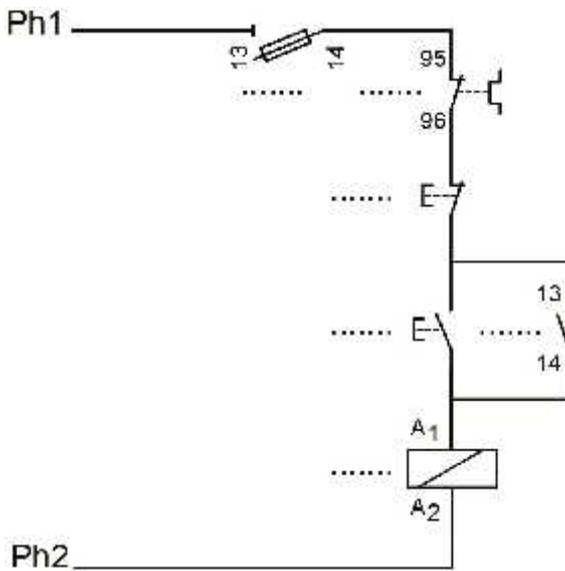
    Tcu:=(Tc mod 10); // Unités
    Tcd:=(Tc div 10); // Dizaines
    // Affichage
    if Aff=1 then
      begin
        portb:= Tcd + Tcu*16;
        LED1:=1;
        LED2:=0;
      end
    else
      begin
        portb:= Ted + Teu*16;
        LED1:=0;
        LED2:=1;
      end;
    // Commande de la résistance chauffante
    ❻ if .....then Commande_RCH:=1;
    ❼ if .....then Commande_RCH:=0;

    end;
  end.

```



Réf.	Nom	Grandeur	Valeur	Unité
A	.....	.....	.....	.....
W <sub>1</sub>	.....	.....	790	W
W <sub>2</sub>	.....	.....	.....	.....
V	.....	.....	.....	.....



Désignation	Appareil
<b>S1</b>	Bouton arrêt
<b>S2</b>	Bouton marche
<b>KM</b>	Bobine
<b>F</b>	Contact du relais thermique
<b>Q1</b>	Sectionneur à fusible
<b>1KM</b>	Contact auxiliaire de KM

### 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 DEMANDE

- A. Partie mécanique pages : 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8. (10 points)
- B. Partie électricité 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.

## BAIGNOIRE A POSITION REGLABLE

### I. Présentation

La baignoire (figure 1), utilisée dans une station thermale, est à inclinaison et hauteur réglables. Elle est manipulée par un personnel soignant. Equipée d'une porte et d'une cuve basculantes et d'un mélangeur thermostatique, la baignoire permet aux patients une détente et un sentiment de bien être en toute sécurité.

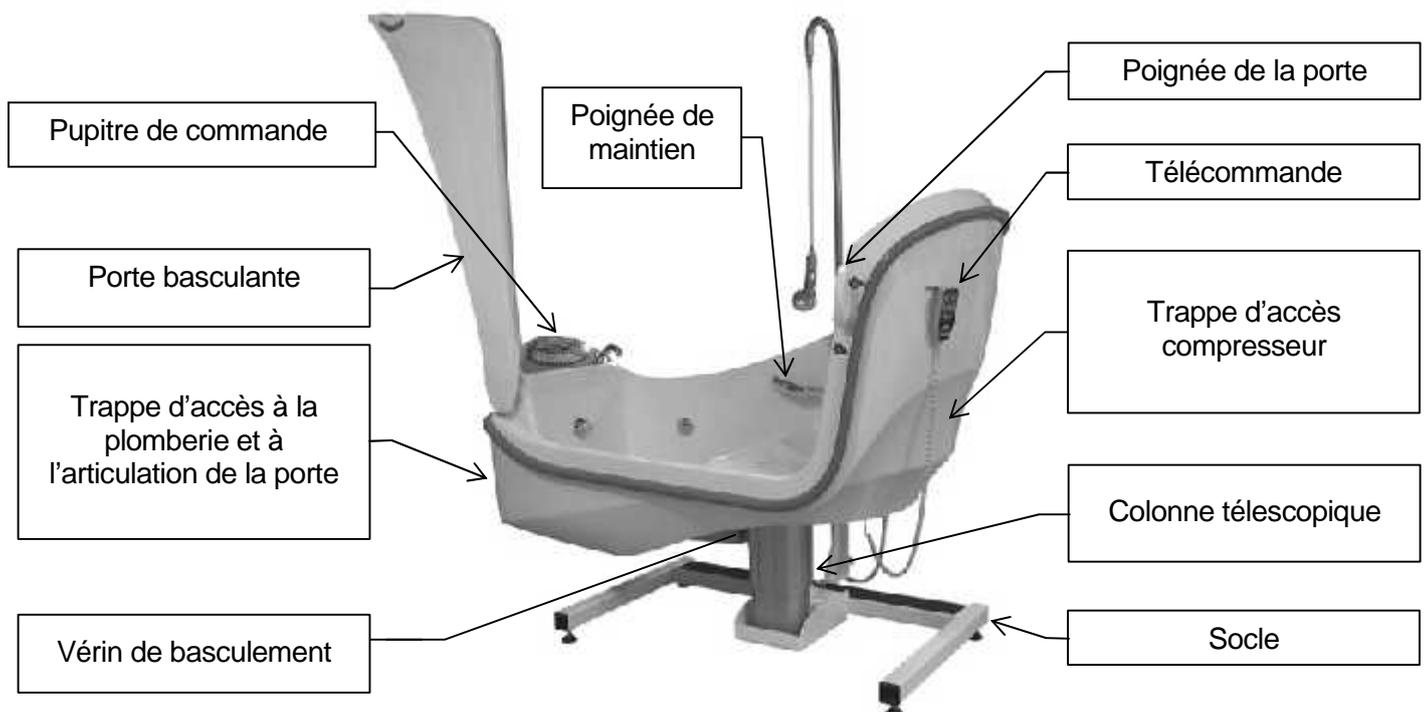


Figure 1

### Fonction technique

FT 1 : ouvrir / fermer facilement la porte

FT 2 : basculer la baignoire

FT 3 : lever la baignoire

### Critères d'appréciation, niveaux et flexibilités

- Porte maintenue ouverte au-delà d'un angle d'ouverture de  $80^\circ$  ;
- Effort de manœuvre exercé par le personnel soignant  $< 50\text{N}$ .
- Masse maximale du patient + eau  $200\text{kg} \pm 5\text{kg}$  ;
- Vitesse maximale de basculement de la baignoire  $0,3\text{tr}/\text{min} \pm 0,05\text{tr}/\text{min}$  ;
- Amplitude de basculement de la baignoire  $22,5^\circ \pm 2^\circ$ .
- Vitesse de levée maximale  $6\text{mm}/\text{s} \pm 0,5\text{mm}/\text{s}$  ;
- Hauteur de levage  $150\text{mm} \pm 5\text{mm}$ .



Position basse

Figure 2.a



Position haute

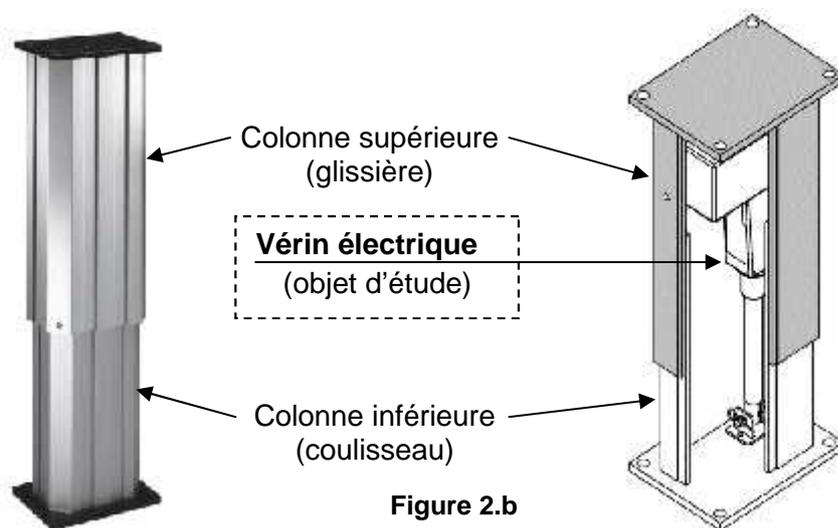


Figure 2.b



## 6- Etude de la temporisation

La temporisation est obtenue par un compteur programmable qui compte les impulsions d'une horloge de fréquence  $f = 10\text{Hz}$  (figure 4).



Figure 4

## 7- Document constructeur du CI 74HC190

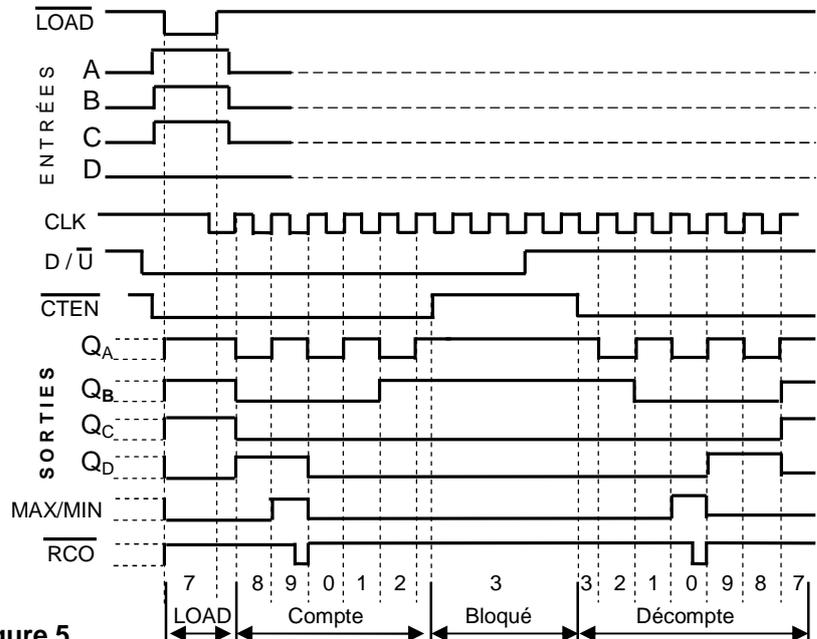
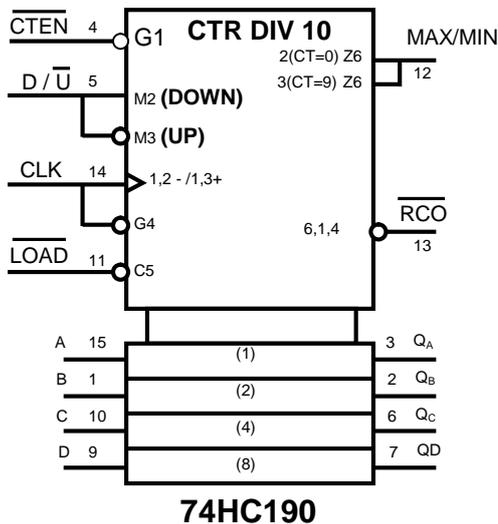


Figure 5

## 8- Etude du circuit de commande de la résistance chauffante

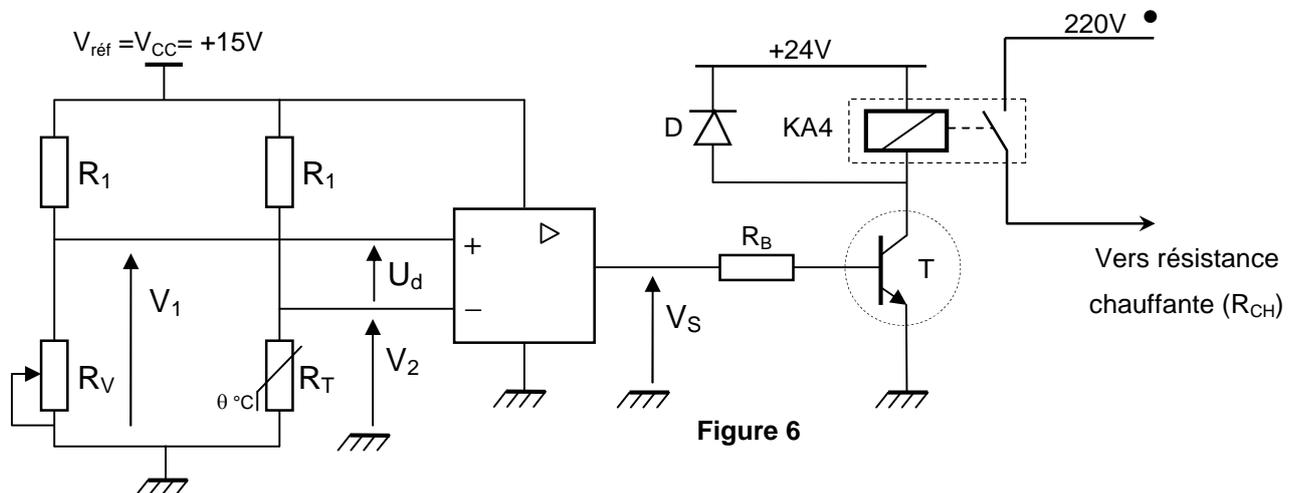


Figure 6

Le circuit (figure 6) permet de comparer la tension aux bornes de la thermistance  $R_T$  du capteur de température avec la tension aux bornes du potentiomètre  $R_V$ . Ce circuit agit sur la commande de la résistance chauffante ( $R_{CH}$ ) de la façon suivante :

- si  $R_V > R_T$ , alors  $R_{CH}$  est alimentée ;
- si  $R_V < R_T$ , alors  $R_{CH}$  est non alimentée.

L'amplificateur linéaire intégré utilisé dans ce circuit est supposé idéal.

## 9- Description du fonctionnement

Le fonctionnement de la baignoire à position réglable est décrit par les grafquets synchronisés ci-dessous :

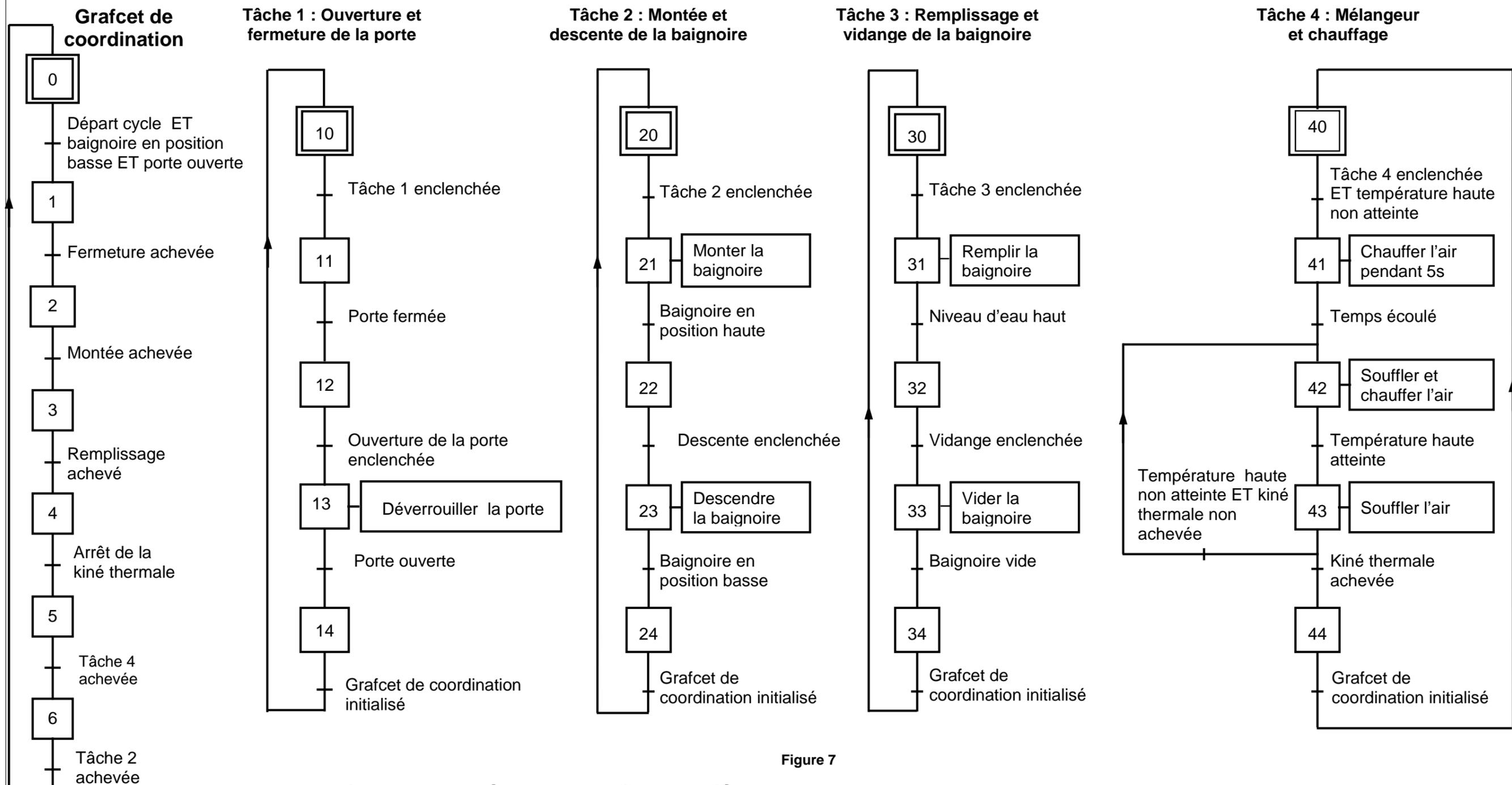


Figure 7

### Fonction de chaque étape sans action associée

Etape 0 : Initialiser les 4 tâches  
 Etape 1 : Enclencher la tâche 1  
 Etape 2 : Enclencher la tâche 2  
 Etape 3 : Enclencher la tâche 3  
 Etape 4 : Enclencher la tâche 4  
 Etape 5 : Achever la kiné thermique  
 Etape 6 : Enclencher la descente  
 Etape 7 : Enclencher la vidange  
 Etape 8 : Enclencher l'ouverture de la porte

Etape 11 : Fermer manuellement la porte de la baignoire  
 Etape 12 : Achever la fermeture  
 Etape 14 : Achever Tâche 1  
 Etape 22 : Achever la montée  
 Etape 24 : Achever Tâche 2  
 Etape 32 : Achever remplissage  
 Etape 34 : Achever Tâche 3  
 Etape 44 : Achever Tâche 4

### N.B :

Les étapes d'attente 12, 22 et 32 informent le grafcet de coordination sur la progression des tâches correspondantes grâce aux variables d'étapes  $X_{12}$ ,  $X_{22}$  et  $X_{32}$ .

Exemple : l'activation de l'étape 12 génère une variable d'étape  $X_{12}$  représentant l'information « fermeture achevée ».

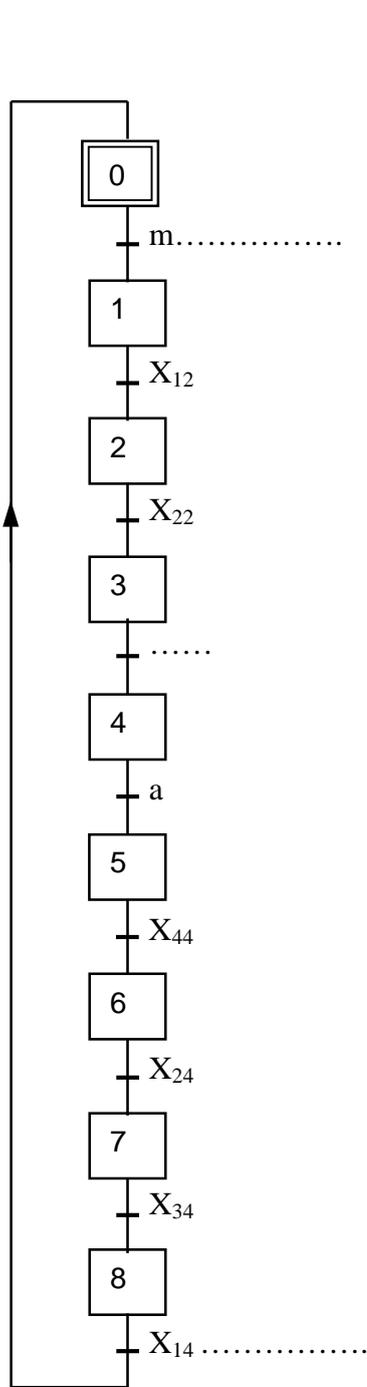


## B- PARTIE ELECTRICITE

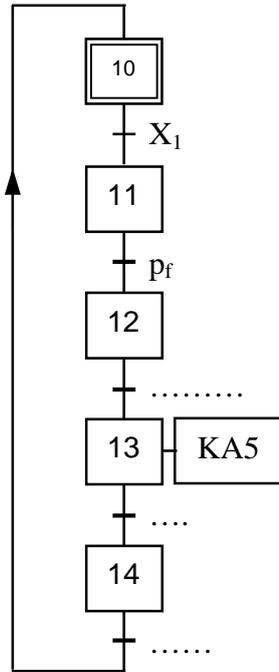
### 1. Étude du GRAFCET

En se référant au dossier technique pages 2/6, 3/6 et 4/6 et 5/6, compléter les grafjets synchronisés suivants :

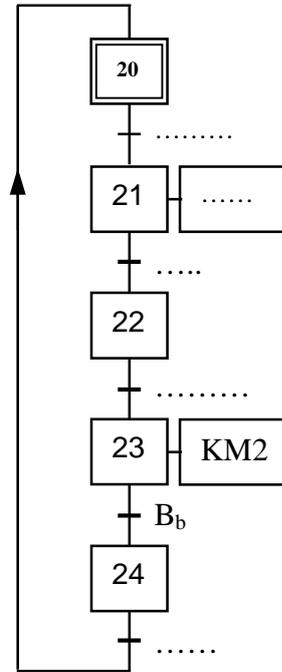
#### Grafjet de coordination



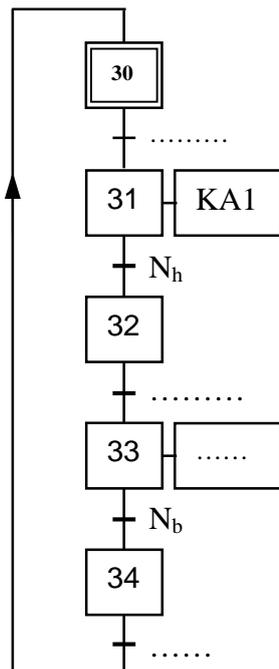
#### Tâche 1 : Ouverture et fermeture de la porte



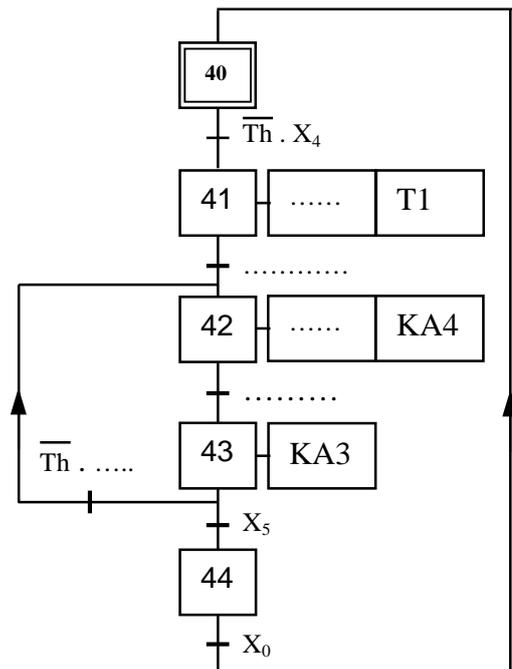
#### Tâche 2 : Montée et descente de la baignoire



#### Tâche 3 : Remplissage et vidange de la baignoire



#### Tâche 4 : Mélangeur et chauffage





## 2. Etude du circuit de contrôle et d'affichage de la température

Se référer, dans cette partie, à la page 3/6 du dossier technique.

2.1. Quelle est la nature du signal appliqué à l'entrée RA0/AN0 ? Cocher la bonne réponse.

Signal numérique

Signal analogique

2.2. Compléter les instructions et les commentaires du programme en mikroPascal Pro correspondant à la détection et à l'affichage de la température de l'eau dans la baignoire.

**N.B :** Les entrées non utilisées sont considérées comme des entrées.

program affichage_temperature;	// Entête du programme
var Tension : word; temperature : real;	// Déclaration des variables
temp_con : byte; temp_aff : byte;	
begin	//Début programme
adcon1 := ..... ;	// Choix de RA0/AN0 uniquement en tant qu'entrée analogique.
adc_init();	// .....
trisc := .....;	// Tout le port C est configuré comme sortie
Begin	
while true do begin	// Boucle infinie
Tension := adc_read(.....);	// Lecture du convertisseur à partir de RA0/AN0.
Temperature:= (Tension*.....)/..... ;	// Calcul
Temp_con := byte(temperature);	// Transformation en octet : partie entière.
Temp_aff:= Dec2Bcd(temp_con);	// Conversion du décimal en BCD.
portc := temp_aff;	// .....
end;	// Fin boucle
end.	// Fin programme

## 3. Etude du circuit de comptage (temporisation)

3.1. La temporisation (5s) est obtenue par un compteur d'impulsions délivrées par une horloge de fréquence  $f = 10\text{Hz}$  (figure 4 du dossier technique page 4/6).

a- Déterminer le nombre d'impulsions que doit compter le compteur pendant 5 secondes ?

.....

b- Déduire le modulo de ce compteur.

.....

3.2. Se référer, dans cette partie, au document constructeur du CI 74190 (figure 5 de la page 4/6 du dossier technique).

a- Quelle est la valeur logique à laquelle est portée l'entrée  $\overline{\text{CTEN}}$  pour valider le fonctionnement en compteur ou en décompteur de ce circuit intégré ?

$\overline{\text{CTEN}} = \dots\dots\dots$

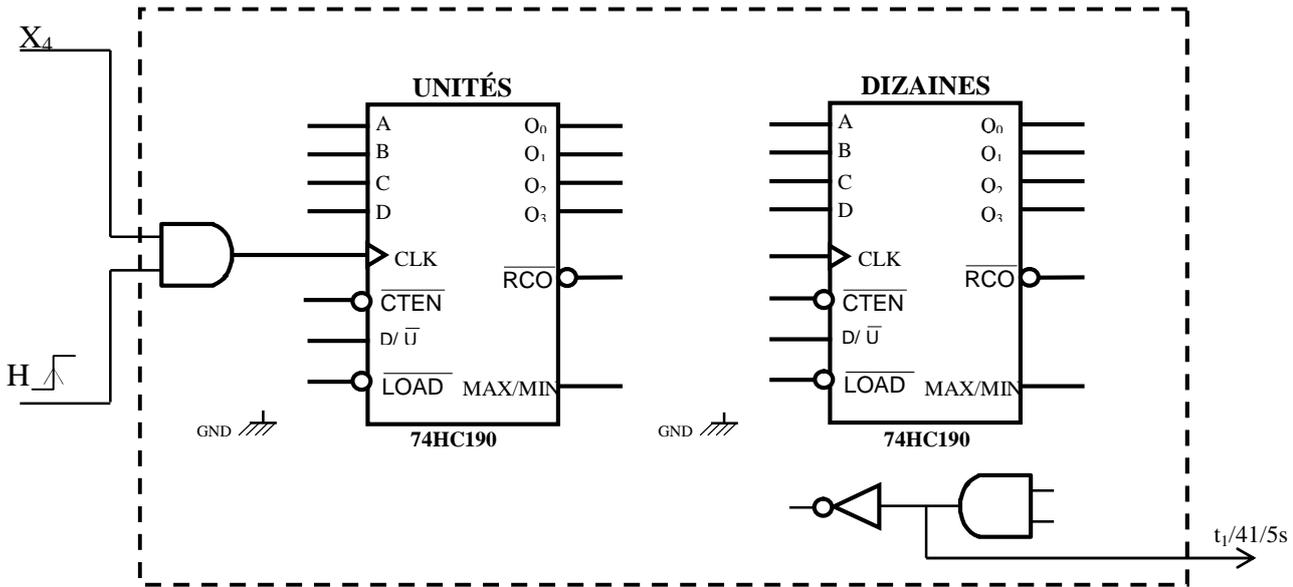
b- Quelle est la valeur logique à laquelle est portée l'entrée  $\text{D}/\overline{\text{U}}$  pour un fonctionnement en compteur ?

$\text{D}/\overline{\text{U}} = \dots\dots\dots$

c- Quelle est la valeur logique à laquelle est portée l'entrée  $\overline{LOAD}$  et quelle est la combinaison binaire des entrées A, B, C et D pour mettre à zéro les sorties du CI 74190 ?

$\overline{LOAD} = \dots\dots\dots$  ;  $ABCD = \dots\dots\dots$

d- Compléter les liaisons manquantes sur le schéma suivant pour réaliser ce compteur.



**4. Etude du circuit de commande de la résistance chauffante.**

En se référant au circuit de commande de la résistance chauffante, figure 6 du dossier technique page 4/6.

4.1. Exprimer  $V_1$  en fonction de  $R_1$  et  $R_V$ .

.....  
 .....

4.2. Exprimer  $V_2$  en fonction de  $R_1$  et  $R_T$ .

.....  
 .....

4.3. Montrer que  $U_d = 0$  lorsque  $R_V = R_T$ .

.....  
 .....

4.4. Compléter le tableau ci-dessous par le signe de  $U_d$  ( $>0$  ou  $<0$ ), la valeur de  $V_s$ , l'état du transistor (bloqué ou saturé), l'état de KA4 (excitée ou non excitée) et l'état de la résistance chauffante (alimentée ou non alimentée).

	U <sub>d</sub>	V <sub>s</sub> (V)	Transistor	KA4	Résistance chauffante
$R_V < R_T$	.....	.....	.....	.....	.....
$R_V > R_T$	.....	.....	.....	.....	.....



### 5. Etude du moteur à courant continu

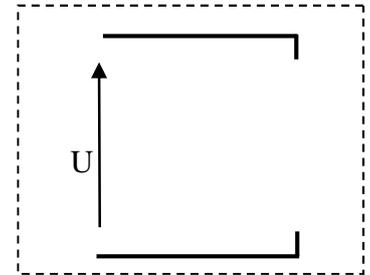
Le moteur qui assure la montée et la descente de la baignoire est à courant continu à aimant permanent. Il porte sur sa plaque signalétique les caractéristiques nominales suivantes :

$$U = 24V; \quad I = 4A; \quad T_u = 0,22Nm; \quad n = 3000tr/min$$

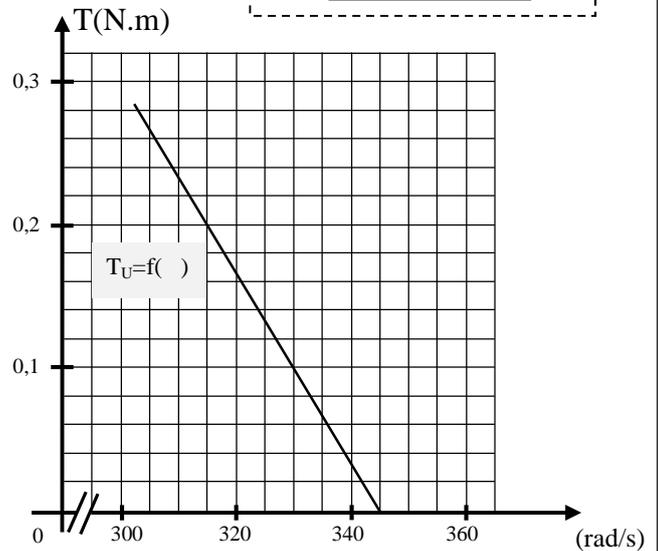
La résistance de l'induit  $R_a = 0,8 \Omega$ .

#### 5.1. Fonctionnement en régime nominal :

- Compléter, ci-contre, le schéma équivalent de l'induit. Indiquer les tensions et l'intensité du courant induit ainsi que leurs sens.
- Déterminer la force contre électromotrice  $E'$ .



- Montrer que  $E' = K \cdot \omega$ , avec  $K$  une constante.
- Calculer la valeur de  $K$ .
- Déterminer la puissance  $P_a$  absorbée par le moteur.



#### 5.2. Fonctionnement en charge :

Le moteur entraîne une charge qui oppose un couple résistant constant  $T_r = 0,2Nm$ . Il absorbe un courant  $I = 3,79A$  sous la tension  $U = 24V$ .

La caractéristique mécanique du couple  $T_u = f(\omega)$  est représentée sur le graphe ci-dessus.

- Tracer, sur le même graphe, la caractéristique du couple résistant de la charge  $T_r = f(\omega)$ .
- Indiquer, sur le graphe, le point de fonctionnement en charge (P). Déterminer ses coordonnées.
- Déterminer, pour ce point de fonctionnement, la valeur de la puissance utile  $P_u$ .
- Déterminer le couple électromagnétique  $T_{ém}$  correspondant au point de fonctionnement (P).
- Déterminer le couple des pertes  $T_p$ .
- Tracer, sur le même graphe, la caractéristique du couple électromagnétique  $T_{ém} = f(\omega)$ .