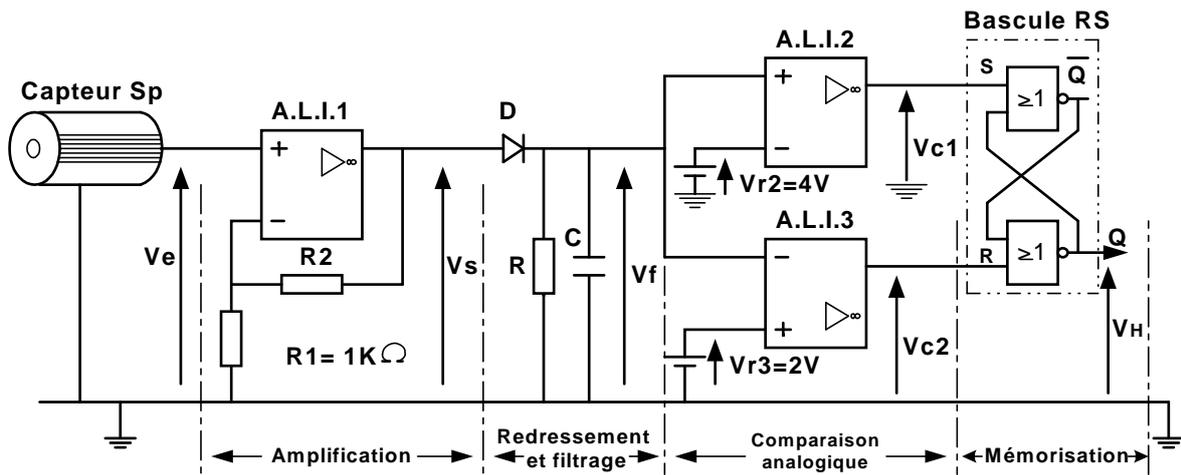


# « Les **A**mplificateurs **L**inéaires **I**ntégrés »



**1- Etude du montage amplificateur**

**A.L.I.1**

a. A partir des chronogrammes ci-contre de  $V_e$  et  $V_s$  déterminer le coefficient d'amplification  $A_v = V_s/V_e$  quand  $V_e$  est positive.

.....

.....

b. Quel est le régime de fonctionnement du circuit **A.L.I.1** dans ce cas ?

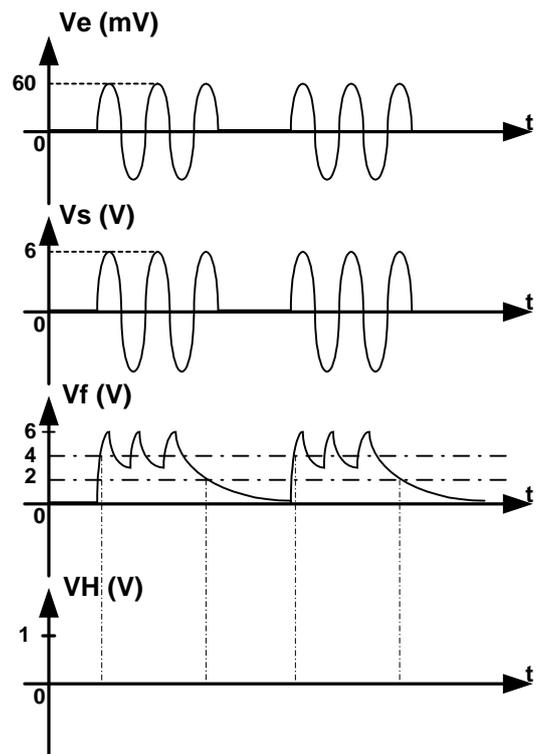
.....

.....

c. Exprimer le coefficient d'amplification  $A_v = V_s/V_e$  en fonction de **R2** et **R1**.

.....

.....



a- A partir du schéma structurel donné, remplir le tableau suivant :

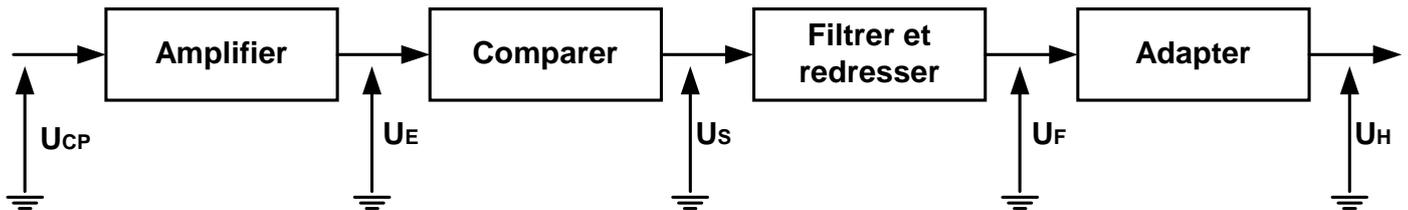
Vf (V)	Vr2 (V)	Vr3 (V)	Vc1 (V)	Vc2 (V)	VH (0 ou 1)
Vf > 4V	4	2	.....	.....	.....
2V < Vf < 4V	4	2	.....	.....	.....
Vf < 2V	4	2	.....	.....	.....

b- Tracer le signal de comptage VH sur le même chronogramme de la question 1-a.

**EXERCICE N°2 :**

❖ **Etude du circuit de mise en forme :**

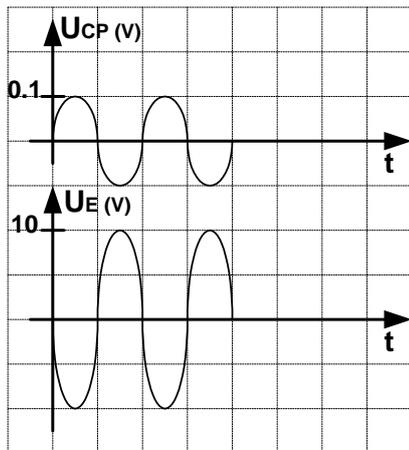
Le capteur de présence des couvercles délivre un signal **Ucp** qui sera traité par une carte électronique conformément au schéma synoptique suivant :



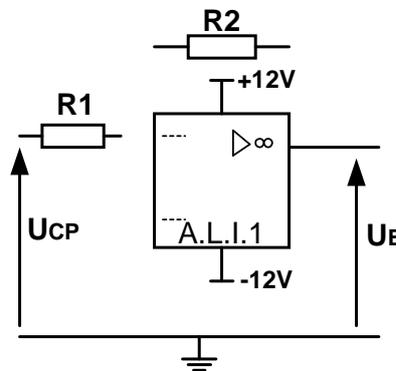
**1- Etude de la fonction « Amplifier »**

Le signal Ucp délivré par le capteur est amplifié à l'aide d'un montage amplificateur à base d'**A.L.I.1** supposé idéal :

a- Déterminer l'amplification **Av** du montage à partir des graphes des tensions **Ucp** et **Ue** puis compléter le montage réalisant cette fonction



Av = .....



b- Calculer la valeur de la résistance **R2** sachant que **R1=470** .

.....  
 .....

**2- Etude de la fonction « Comparer »**

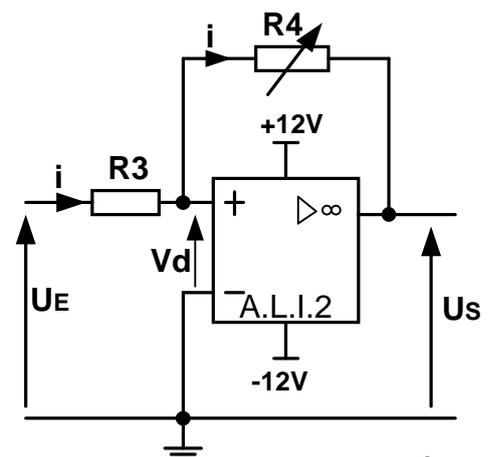
Cette fonction est réalisée par le montage ci-contre à base d'**A.L.I.2** supposé idéal.

a. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur **AL.I.2** ? Justifier la réponse.

.....  
 .....

b. Quelles valeurs peut prendre **Us** ?

.....  
 .....



c. Exprimer  $V_d$  en fonction de  $U_E$ ,  $R_3$  et  $i$  puis en fonction de  $U_S$ ,  $R_4$  et  $i$ .

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

d. Déduire  $V_d$  en fonction de  $U_E$ ,  $U_S$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .

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

e. Déterminer la condition sur  $U_E$  pour que  $U_S = +V_{cc}$ .

.....  
 .....

f. Déterminer la condition sur  $U_E$  pour que  $U_S = -V_{cc}$ .

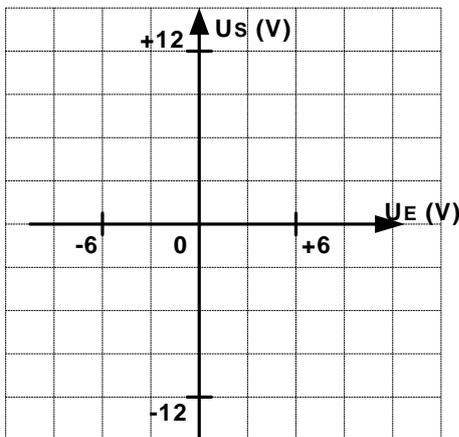
.....  
 .....

g. Calculer la valeur numérique de chaque seuil de basculement pour  $R_3 = 1,1 \text{ K}$  et  $R_4 = 2,2 \text{ K}$ .

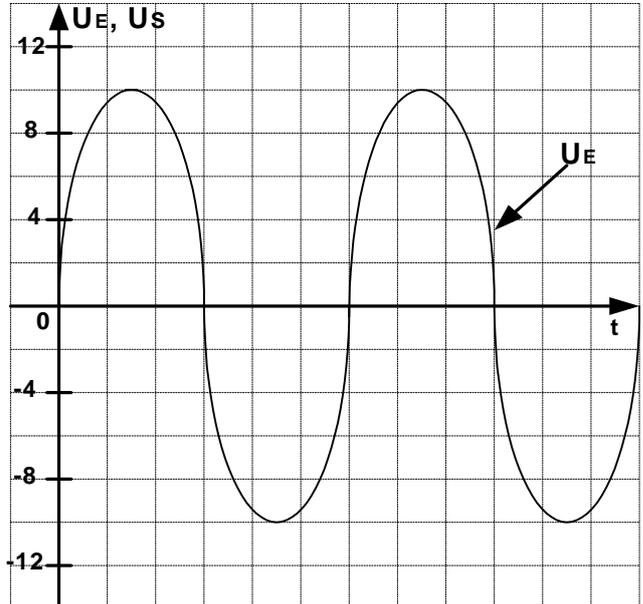
$V_{\text{haut}} = \dots\dots\dots$  ;

$V_{\text{bas}} = \dots\dots\dots$  ;

h. Représenter la caractéristique de transfert  $U_S$  en fonction de  $U_E$ .



i. Représenter  $U_S(t)$  sur le même graphe que  $U_E(t)$ .

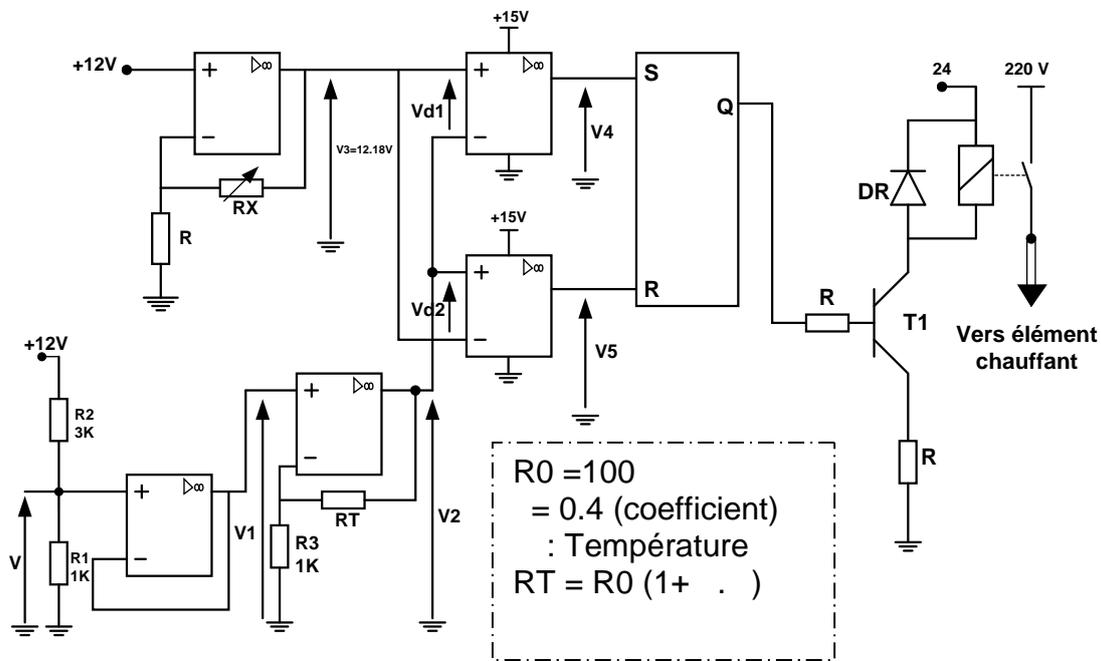


**EXERCICE N°3 :**

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 synoptique 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

$$R_T = R_0 (1 + \dots)$$

➤ Etude de la régulation de la température du miel.

En se référant au schéma synoptique de la carte de commande de la régulation de la température :

1) Déterminer la valeur de  $V$  :

.....

2) Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V$  et déduire sa valeur :

.....

3) Dans la suite on admet que  $V_1 = 3\text{volts}$  :

a. Montrer que :  $V_2 = \frac{(R_3 + R_T)}{R_3} \cdot V_1$

.....

b. Déterminer pour  $=73^\circ\text{C}$ ,  $=74^\circ\text{C}$  et  $=75^\circ\text{C}$  les valeurs de  $R_T$  et de  $V_2$ .

	$R_T$	$V_2$
$=73^\circ\text{C}$	.....	.....
$=74^\circ\text{C}$	.....	.....
$=75^\circ\text{C}$	.....	.....

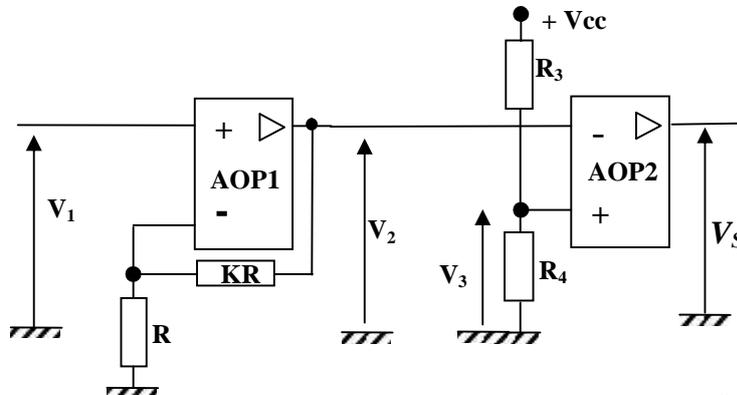
c. Exprimer  $V_{d1}$  et  $V_{d2}$  en fonction de  $V_2$  et  $V_3$  puis  $V_{d2}$  en fonction de  $V_{d1}$  :

.....

d. Déterminer la valeur de  $V_4$  et  $V_5$  et l'état de sortie  $Q$  du Bistable  $SR$  :

	$V_{d1}$ (V)	$V_{d2}$ (V)	$V_4$ (V)	$V_5$ (V)	Etat de Q
$V_2 < V_3$					
$V_2 = V_3$					
$V_2 > V_3$					

**EXERCICE N°4 :** Soit le montage présenté ci-contre.



NB : Tous les amplificateurs sont parfaits et polarisés entre  $\pm 15V$

On donne :  $V_{cc} = 30V, R_3 = 2R_4$

### A-Etude de l'AOP1

1) Donner le régime de fonctionnement de l'AOP1.

.....

2) Exprimer  $V_2$  en fonction de  $R_1, R_2$  et  $V_1$ .

.....  
 .....

3) En déduire le nom du montage : .....

4) Déterminer  $K$  à la limite de saturation si  $V_1 = 3V$ .

.....

### B-Etude de l'AOP2

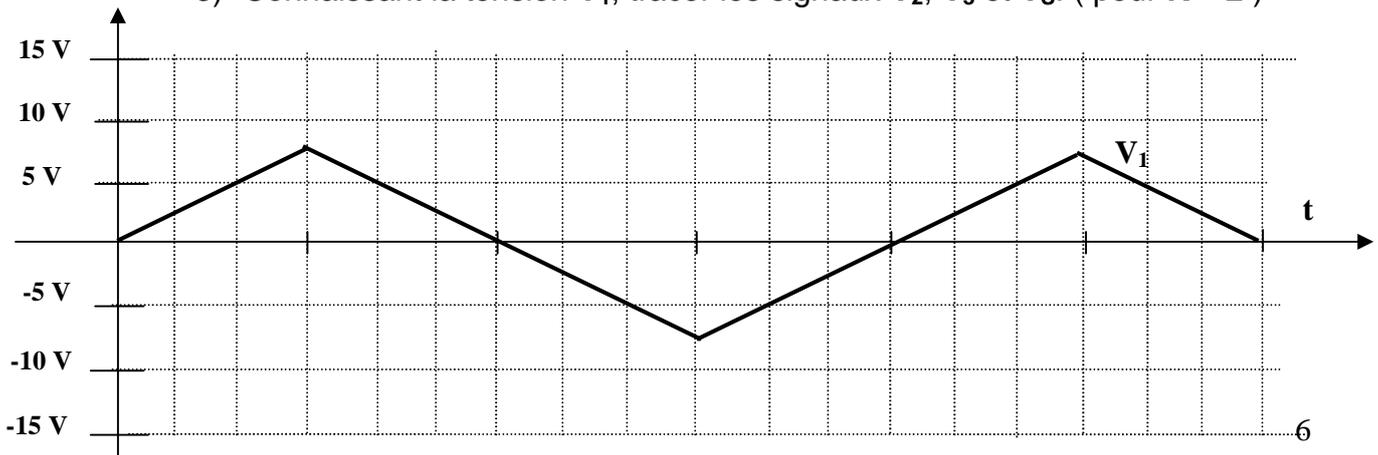
1) Donner le régime de fonctionnement de l'AOP2 et déduire le nom du montage.

.....

2) Déterminer l'expression de  $V_3$  en fonction de  $V_{cc}, R_3$  et  $R_4$ . Calculer la valeur de  $V_3$ .

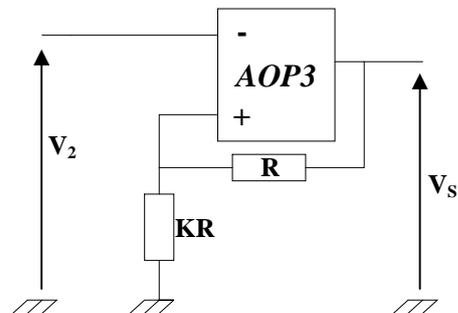
.....  
 .....

3) Connaissant la tension  $V_1$ , tracer les signaux  $V_2, V_3$  et  $V_S$ . ( pour  $K = 2$  )



4) On remplace le circuit précédant par le montage schématisé ci contre.

a) Déterminer le mode de fonctionnement de l'AOP3 et le nom du montage.



$V^+$  : la tension entre l'entrée non inverseuse et la masse.

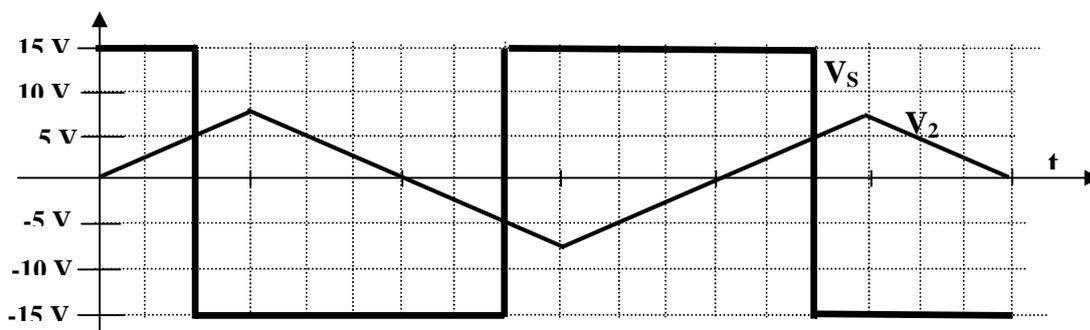
b) Exprimer  $V^+$  en fonction de  $V_S$  et  $K$ .

c) A la commutation, exprimer  $V_2$  en fonction de  $V_S$  et  $K$ .

d) En se référant à la variation de la tension de sortie  $V_S$  en fonction de  $V_2$ , compléter les deux phrases suivantes :

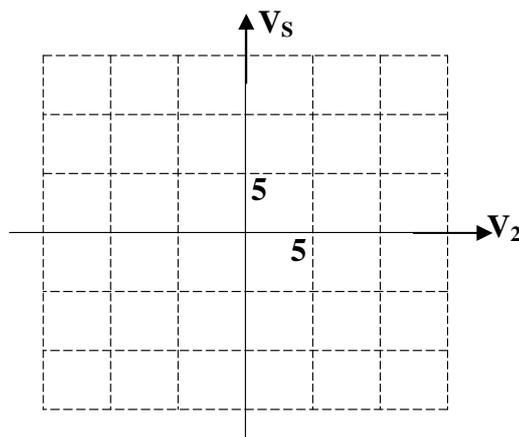
Lorsque l'entrée  $V_2$  augmente et atteint .....la sortie  $V_S$  commute de .....vers .....

Lorsque l'entrée  $V_2$  diminue et atteint .....la sortie  $V_S$  commute de .....vers .....



e) Déterminer la valeur numérique de  $K$  lorsque  $V_2$  augmente et  $V_S = +15V$ .

f) Donner l'allure de la caractéristique de transfert  $V_S = f(V_2)$  en précisant le sens de parcours de cette courbe.



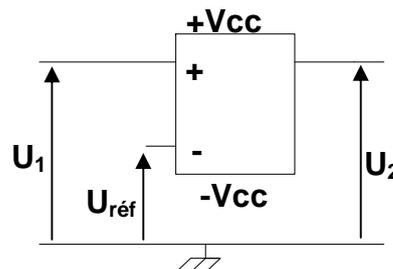
**EXERCICE N°5 :**

• Sachant que l'ALI est idéal, compléter les relations suivantes :

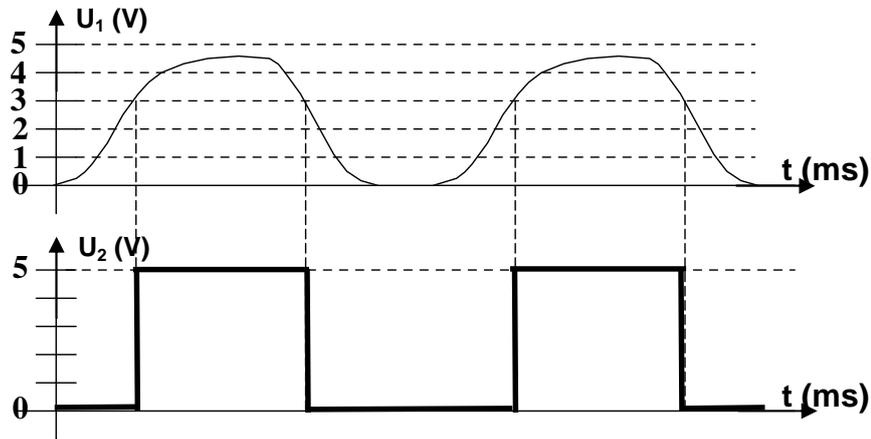
$U_1 < U_{réf} \Rightarrow U_2 = \dots\dots\dots$

$U_1 = U_{réf} \Rightarrow U_2 = \dots\dots\dots$

$U_1 > U_{réf} \Rightarrow U_2 = \dots\dots\dots$



- L'allure de la tension  $U_1$  est représentée ci-contre.



- Proposer des valeurs pour les tensions  $U_{réf}$ ,  $+V_{cc}$  et  $-V_{cc}$  pour que l'oscillogramme de la tension de sortie  $U_2$  soit celle donnée par la figure ci-dessus :

- $U_{réf} = \dots\dots\dots$
- $+V_{cc} = \dots\dots\dots$
- $-V_{cc} = \dots\dots\dots$

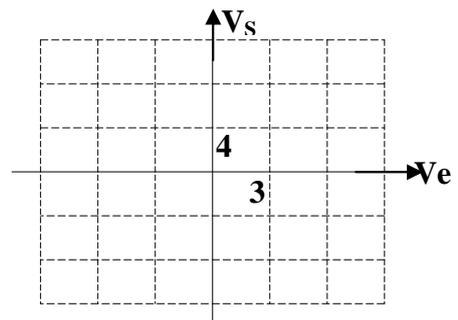
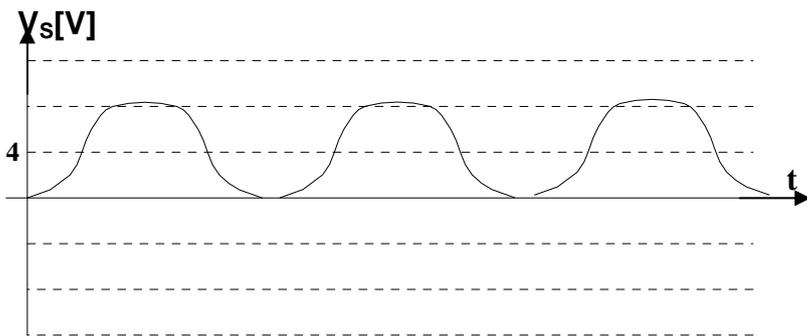
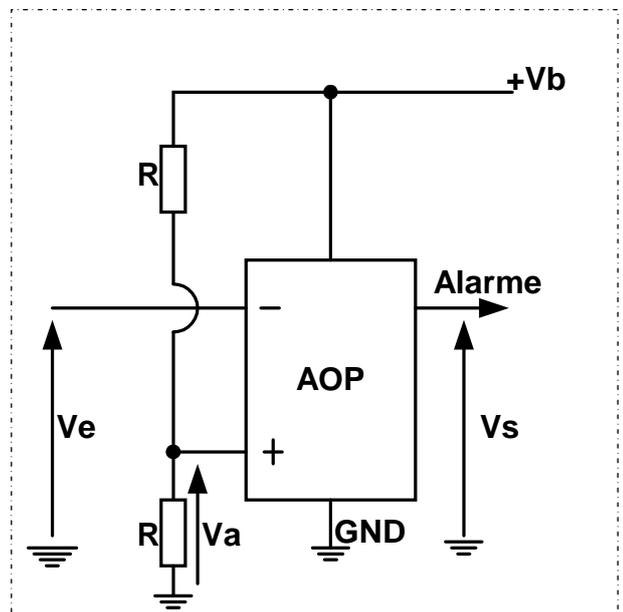
**EXERCICE N°6 :**

On donne le montage ci-contre où l'AOP est idéal :

- 1) Calculer la valeur de la tension  $V_a$  sachant que  $V_b = 12V$  :

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

- 2) Tracer la caractéristique  $V_s = f(t)$  et  $V_s = f(V_e)$ :



# « Les Asservissements Linéaires »

**EXERCICE N°1 :**

L'asservissement de la vitesse angulaire « h » d'un moteur à courant continu commandé par la tension d'entrée de l'induit « U » est décrit par le système d'équations suivant :

$$I = (U - E') / 2 ; E' = h ; h = (T - Tr) / 3 ; T = 24 I \text{ et } Tr = 3 h.$$

- 1) Déterminer la grandeur consigne et celle asservie.
  - Grandeur consigne : .....
  - Grandeur asservie : .....
- 2) Tracer le schéma fonctionnel de cet asservissement.

.....

.....

.....

.....

- 3) Simplifier graphiquement ce schéma fonctionnel.

.....

.....

.....

.....

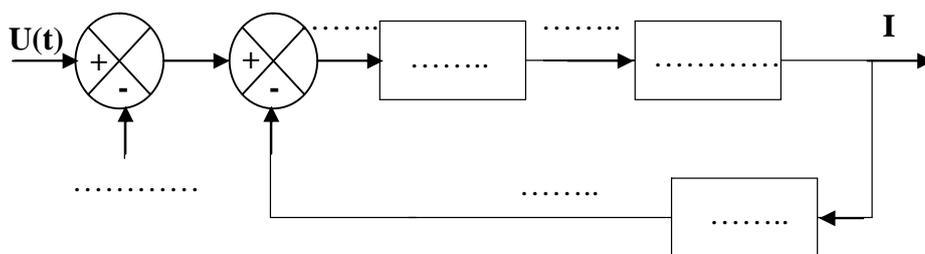
**EXERCICE N°2 :**

**« Asservissement de vitesse d'un moteur à CC**

L'équation électromagnétique régissant le fonctionnement du moteur est comme suit :

$$u(t) = e(t) + R i(t) + L di(t)/dt$$

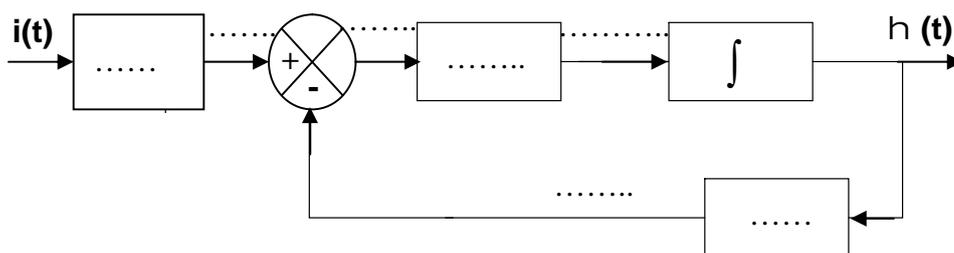
- 1) Exprimer  $di(t)/dt =$  .....
- 2) Compléter le schéma fonctionnel correspondant.



- 3) On donne :  $T_m = K_T \cdot I$

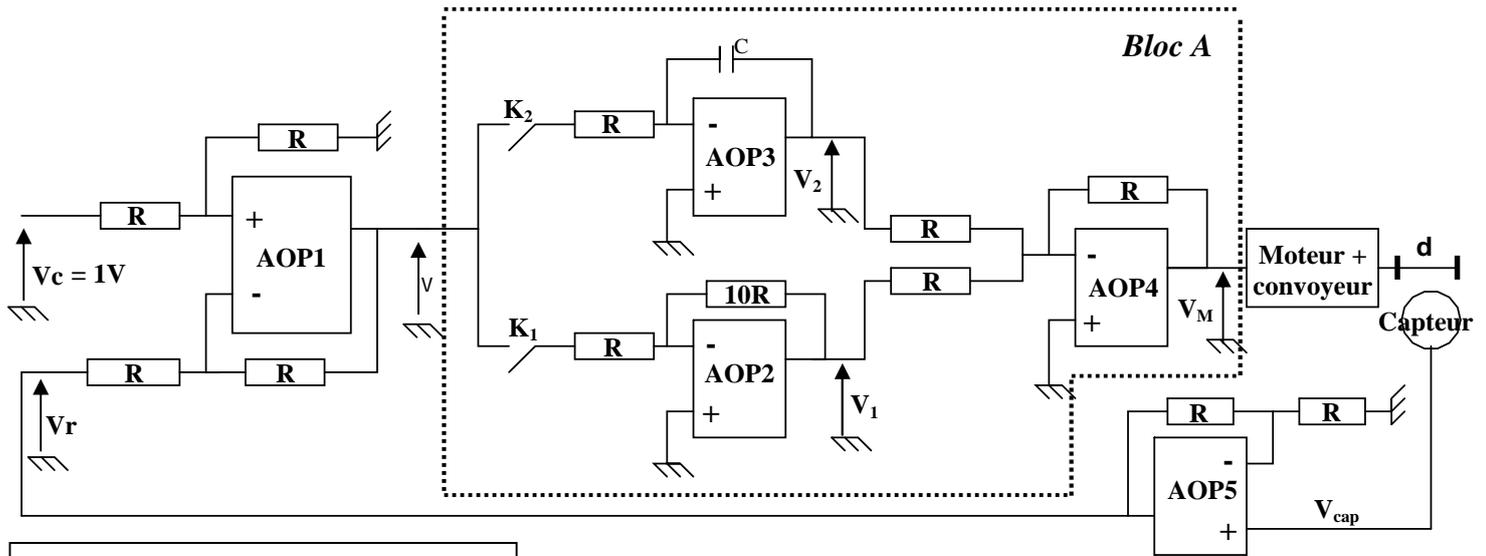
$$T_m - f h = j \cdot dh/dt$$

- a) Exprimer  $dh/dt =$  .....
- b) Compléter le schéma fonctionnel suivant :

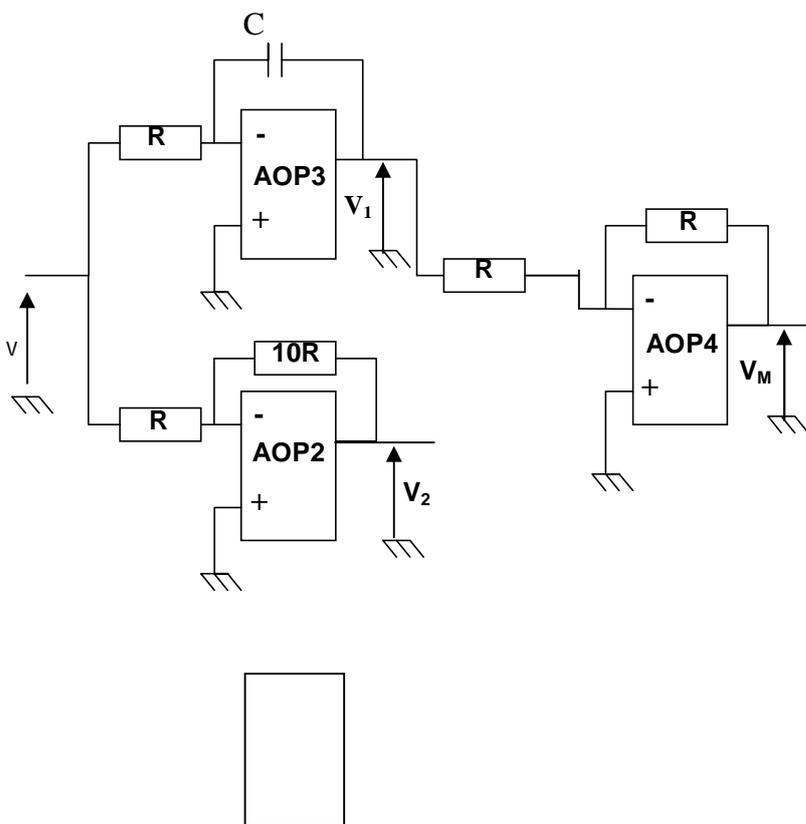


**EXERCICE N°4 :**

Le schéma structurel de l'asservissement de position du moteur est présenté ci-dessous.



**NB : Tous les ALI sont idéaux et polarisés entre  $E$  15 V.**



a) Exprimer la tension  $V_M$  en fonction des paramètres du montage.

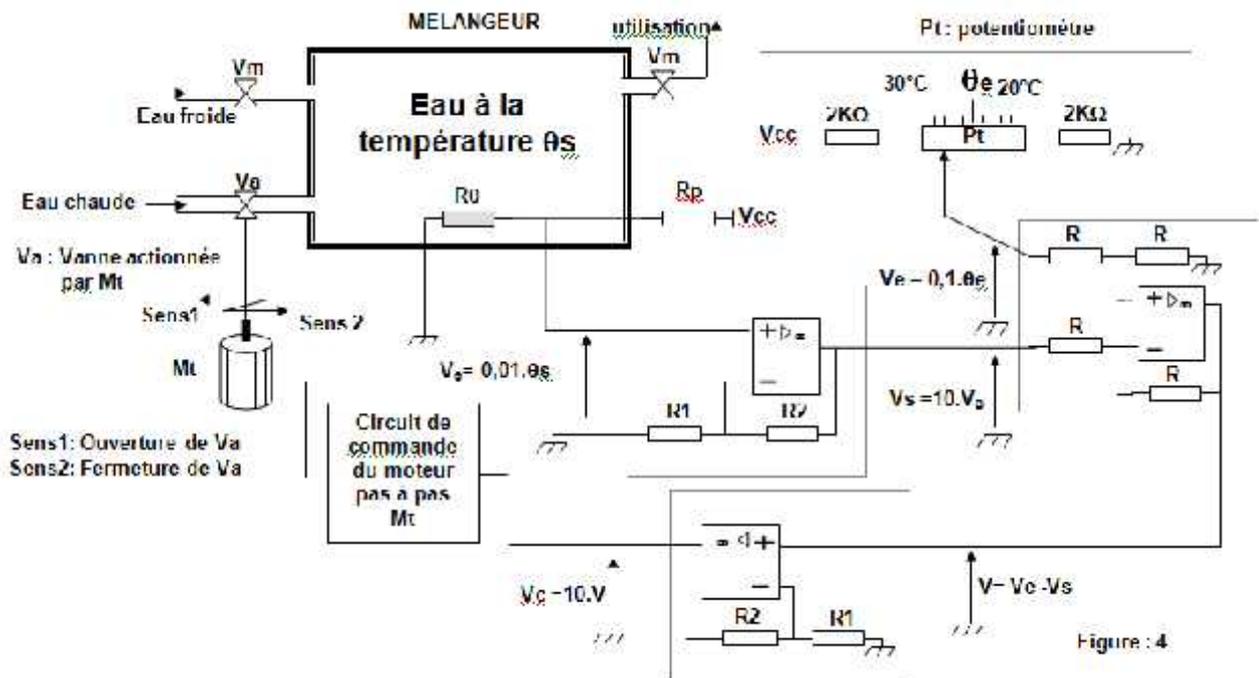
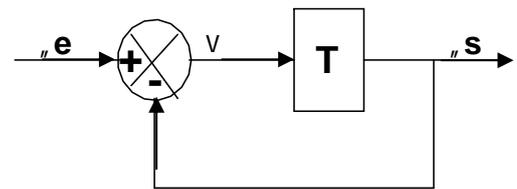
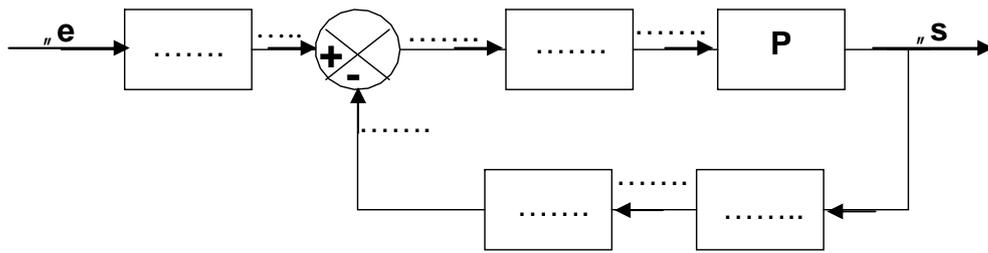
.....  
 .....  
 .....  
 .....

b) Traduire cette relation sous forme de schéma fonctionnel.

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

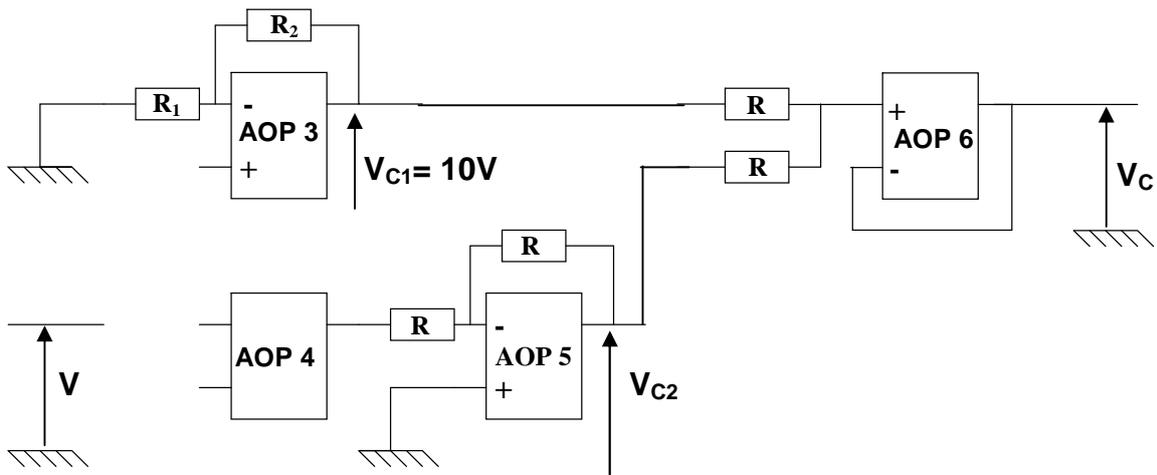
**EXERCICE N°7 :**

Le processus de régulation de la température de l'eau nécessite un mélangeur alimenté d'une part avec de l'eau froide et d'autre part avec de l'eau chauffée à une température voisine de  $100^{\circ}\text{C}$ . Le mélangeur doit fournir de l'eau tiède à une température « „s » comprise entre  $20^{\circ}\text{C}$  et  $30^{\circ}\text{C}$ . Le processus de régulation de température est présenté à la page suivante.



5) On donne le schéma du montage de la solution proposée incomplet.

- a) Donner le nom du montage de l'**AOP5** :.....
- b) Compléter alors la solution à base d'**AOP**.



6) Exprimer V<sub>C</sub> en fonction de V<sub>C1</sub> et V<sub>C2</sub>.

.....

.....

.....

.....

.....

7) Exprimer la sortie V<sub>C</sub> en fonction des paramètres du montage (V, R et C).

.....

.....

.....

.....

# « Les moteurs à courant continu »

**EXERCICE N°1 :**

*Etude du moteur (M)*

L'unité de perçage est entraînée par un moteur à courant continu à **excitation indépendante**.

- **Un essai sous tension continue :** (Rotor bloqué) a permis de relever par la méthode voltampère métrique :
  - Tension d'alimentation de l'induit **U = 12V**
  - Intensité du courant dans l'induit **I = 24 A**
- **Essai à vide :**
  - Tension d'alimentation de l'induit **U<sub>0</sub> = 220V**
  - Intensité du courant dans l'induit **I<sub>0</sub> = 1.5A**
  - Intensité du courant dans l'inducteur **i = 0.5A**
- **Essai en charge nominale :**
  - Tension d'alimentation de l'induit **U<sub>N</sub> = 220V**, de l'inducteur **u<sub>N</sub> = 220V**
  - Intensité du courant dans l'induit **I<sub>N</sub> = 16A**
  - Intensité du courant dans l'inducteur **i = 0.5A**
  - Vitesse nominale **n<sub>N</sub> = 1500tr/min**

1<sup>ère</sup> Partie « Etude Analytique »

1°/ Calculer la résistance **R<sub>a</sub>** de l'induit :

.....

2°/ Calculer les f.c.é.m. **E'₀** à vide et **E'N** nominale de ce moteur :

**U<sub>0</sub>** = ..... → **E'₀** = .....

AN : **E'₀** = ..... Donc **E'₀** = .....

**U<sub>N</sub>** = ..... → **E'N** = .....

AN : **E'N** = ..... Donc **E'N** = .....

3°/ Déterminer la vitesse à vide **n<sub>0</sub>** (n<sub>0</sub> en tr/min) :

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

2<sup>ème</sup> Partie « Etude Technologique »

1°/ Ce moteur est représenté par le schéma technologique simplifié ci-contre.

On demande de placer sur chaque conducteur le sens du vecteur force **F** et de préciser le sens de rotation.

Cocher la bonne réponse :

Dans ce cas l'induit tourne dans le sens :

- Horaire
- Antihoraire

4°/ Calculer les pertes par effet joule **p<sub>jr</sub>** à l'induit puis **p<sub>js</sub>** à l'inducteur dans les conditions nominales :

.....

5°/ Déterminer les pertes collectives **p<sub>c</sub>** (constantes) :

.....

6°/ En déduire le rendement nominale **η<sub>N</sub>** du moteur :

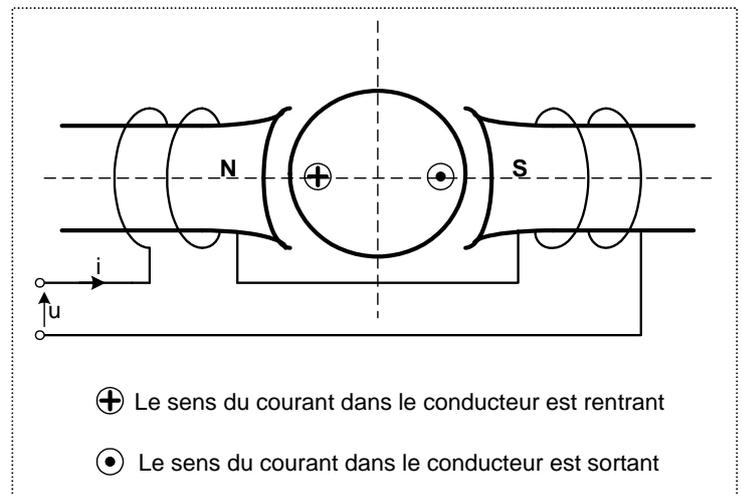
.....

7°/ Calculer le moment du couple utile **T<sub>u</sub>** :

.....

.....

.....



2°/ Donner les possibilités qui existent pour inverser le sens de rotation d'un moteur à courant continu à excitation indépendante :

- ❖ .....
- ❖ .....

3°/ Déterminer la résistance du rhéostat de démarrage  $R_{hd}$  pour que le courant de démarrage soit le double de l'intensité nominale :

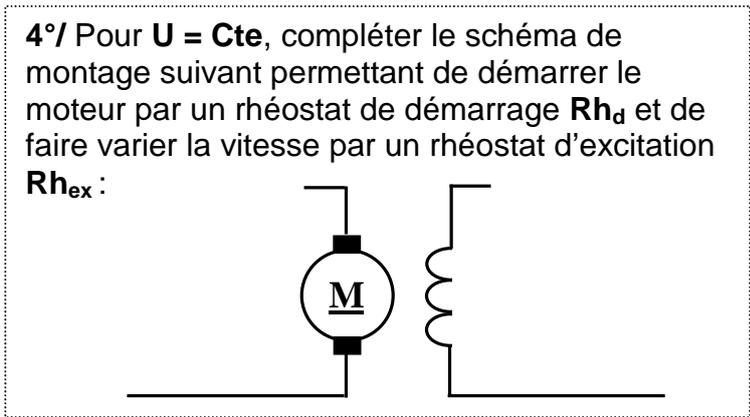
.....

.....

.....

.....

.....



**3<sup>ème</sup> Partie « Etude Graphique »**

1°/ Montrer que  $E' = K_1.n$  (n en tr/s) et calculer  $K_1$  pour  $n = 1500$  tr / min :

.....

.....

2°/ Montrer que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit  $T_{eu} = K_2.I$   
Calculer  $K_2$  :

.....

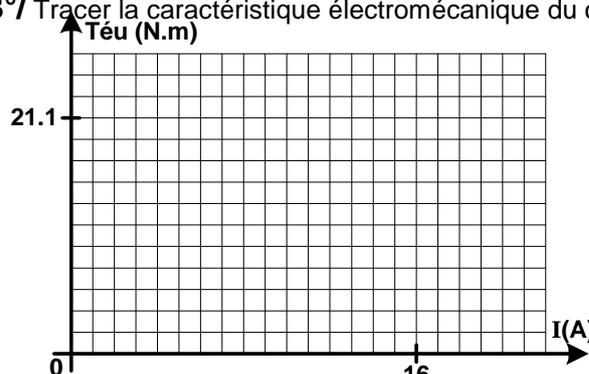
.....

.....

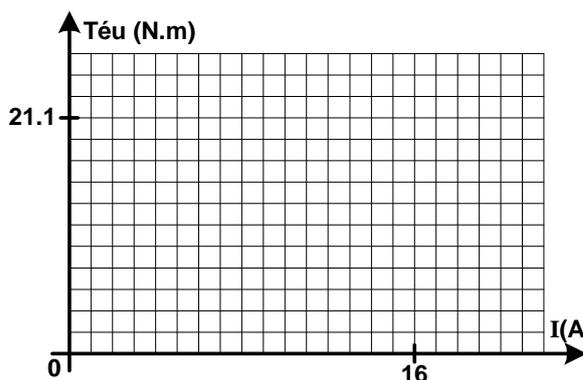
.....

.....

3°/ Tracer la caractéristique électromécanique du couple :



5°/ Tracer la caractéristique électromécanique de vitesse :



4°/ Montrer que  $n = - a.I + b$  avec (n en tr/s) et calculer a et b, tracer la caractéristique électromécanique de vitesse  $n = f(I)$  :

.....

.....

.....

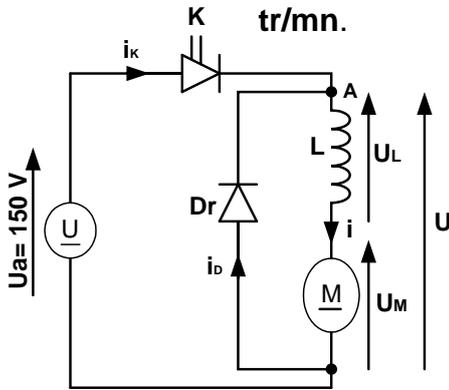
.....

.....

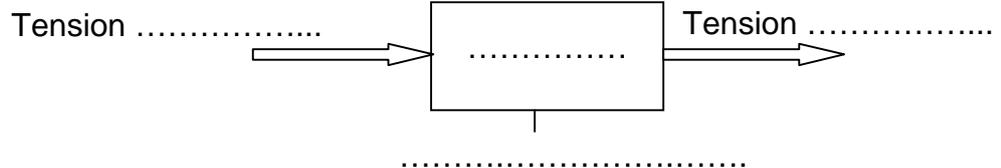
**EXERCICE N°2 :**

Pour varier la vitesse du moteur à **CC**, on utilise un hacheur série schématisé ci-dessous.

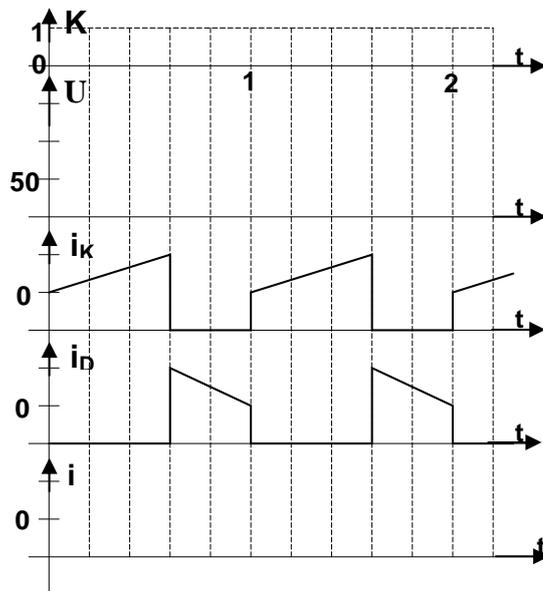
La f.c.é.m. est caractérisé par la relation  $E' = A n$  avec **A** est une constante et **n** en



1) Compléter la modélisation du hacheur :



2) Compléter les chronogrammes ci-dessus :



3) Donner le rôle de la :

- Diode « **Dr** » : .....
- Bobine « **L** » : .....

4) Déterminer la fréquence de fonctionnement « **f** » du hacheur en **Hz** :

.....

5) Quelle est la valeur du rapport cyclique « **r** » ?

.....

6) Déterminer la valeur moyenne de la tension aux bornes de l'induit « **UMoy** ».

.....

.....

7) Quelle est l'effet du rapport cyclique « r » sur les grandeurs électrique «  $u_{Moy}$  » et mécanique « n » du moteur lorsque :

r augmente  $\Rightarrow$  .....

r diminue  $\Rightarrow$  .....

8) Déterminer l'ondulation du courant  $UI =$  .....

Déterminer la valeur moyenne du courant du courant :  $I =$ .....

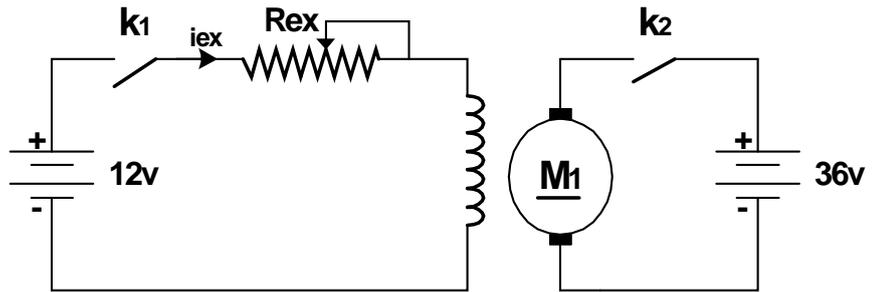
**EXERCICE N°3 :**

Le tapis est entraîné par un moteur **M1** à courant continu à excitation indépendante maintenue constante représenté sous le schéma ci-dessous.

1°/

a – Donner l'ordre de fermeture des interrupteurs **k1** et **k2**, justifier votre réponse.

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



b – Donner l'ordre d'ouverture des interrupteurs **k1** et **k2**, justifier votre réponse.

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

Ce moteur porte les indications suivantes.

L'Induit : **UM = 36 V ; Ia = 7.5 A ; Pu = 230w ; n =1000 tr/min ; Ra = 0,5**

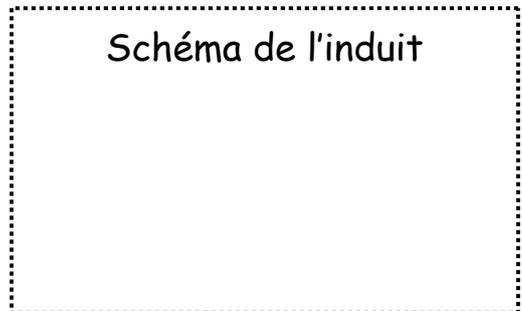
L'Inducteur : **uex = 12v ; iex = 2A**

2°/

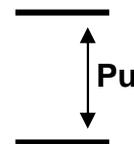
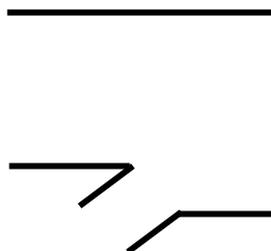
a – Représenter le schéma équivalent de l'induit.

b – Exprimer puis calculer la f.c.é.m. **E'** :

.....  
 .....



3°/ Donner le bilan énergétique:



4°/ Exprimer puis calculer les pertes par effet joule dans l'induit (**pjr**):

.....

5°/ Exprimer puis calculer les pertes constantes : **pc = (pm+pfer)**

.....

6°/ Exprimer puis calculer le rendement du moteur ( ) :

.....

7° Exprimer puis calculer la fréquence de rotation à vide ( $n_0$ ), sachant que la chute ohmique est négligeable :

.....

.....

.....

.....

8° La commande du moteur M1 peut se faire relativement au schéma ci-contre :

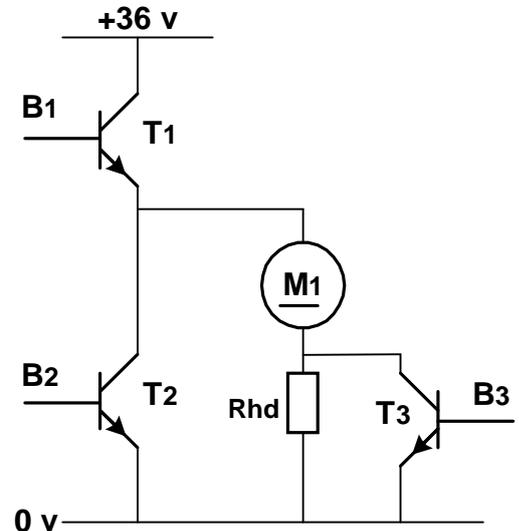
a- Quelle est le rôle des transistors.

.....

b- Compléter le tableau suivant en indiquant l'état des transistors (Saturé ou Bloqué).

		T1	T2	T3
Phases	De démarrage	.....	.....	.....
	De Fonctionnement	.....	.....	.....
	D'arrêt (freinage)	.....	.....	.....

Nota : Rhd (Rhéostat de démarrage)



**EXERCICE N°4 :**

Le moteur « M » est un moteur à courant continu à excitation constante. Au cours d'un essai en charge, on relève les indications suivantes :

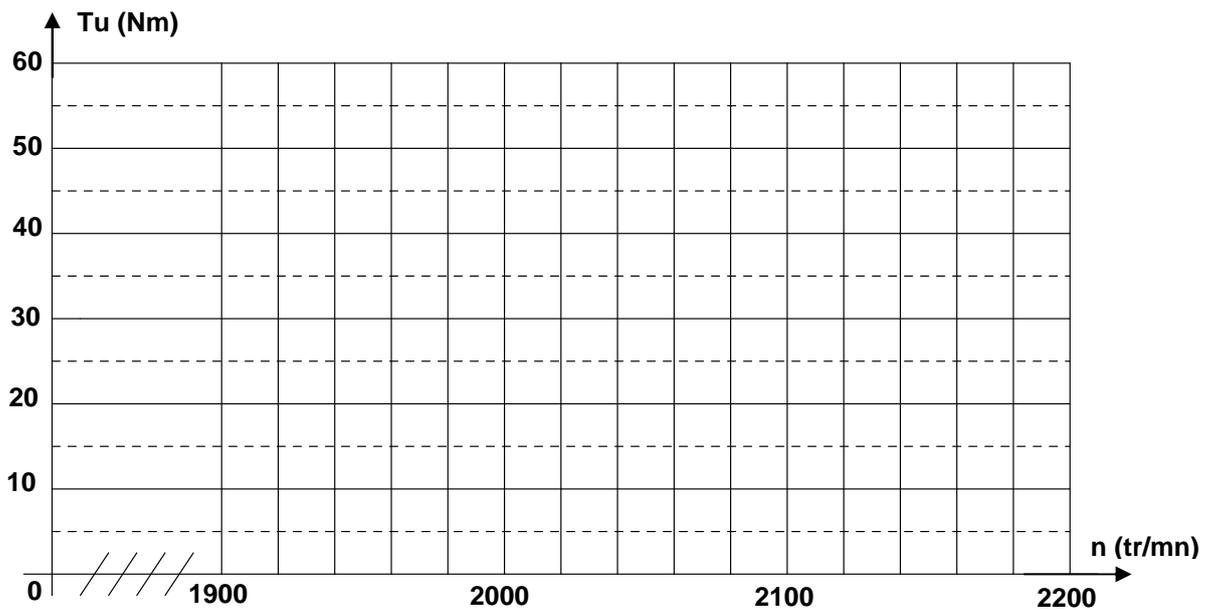
Induit :  $U = 220 \text{ V}$  ;  $I_a = 45 \text{ A}$  ;  $R_a = 0.3 \text{ h}$  et  $n = 2000 \text{ tr/mn}$

Inducteur :  $u = 200\text{V}$  ;  $i = 2 \text{ A}$ .

1) L'équation de la caractéristique mécanique s'écrit  $T_u = - 0,25.n + 540$  avec  $n$  [tr/mn]

a) Représenter cette caractéristique sur le repère ci-dessous :

Figure 1



b) Déduire graphiquement la valeur du couple utile « Tu » :

.....

c) Déduire alors la puissance utile «  $P_u$  »:

.....  
 .....

d) Calculer la puissance absorbée «  $P_a$  »:

.....  
 .....

e) Déterminer le rendement du moteur «  $\eta$  »:

.....  
 .....

f) Calculer la f.c.é.m. «  $E'$  » du moteur :

.....  
 .....

g) Montrer que f.c.é.m. peut s'écrire sous la forme  $E' = A.n$  avec  $A$  est une constante en  $Wb$ .

.....  
 .....

h) Déterminer la fréquence de rotation «  $n_1$  » si le courant absorbé par l'induit est de valeur  $I_1 = 30A$ .

.....  
 .....

2) On désire entraîner un tapis «  $T$  » avec le moteur étudié. Ce tapis oppose un couple résistant «  $Tr$  » dont l'équation est :  $Tr = 0,5.n - 990$  avec  $n$  en (tr/mn).

a) Tracer la caractéristique du couple résistant «  $Tr$  » sur la figure 1.

b) Quelle sera la vitesse de rotation «  $n$  » du groupe (moteur + tapis) en (tr/mn) : .....

c) Quelle sera le couple utile du groupe (moteur + tapis) :

.....  
 .....

d) En déduire alors la puissance utile du groupe :

.....  
 .....

**EXERCICE N°5 :**

« Etude de l'étage de puissance »

Le moteur est alimenté par deux sources de tension :  $U_{M1}=U_{M2}=30V$  et par l'intermédiaire de deux transistors complémentaires pour lesquels :  $\beta=200$  et  $V_{BE}=0.6V$

On soumet le moteur à deux essais :

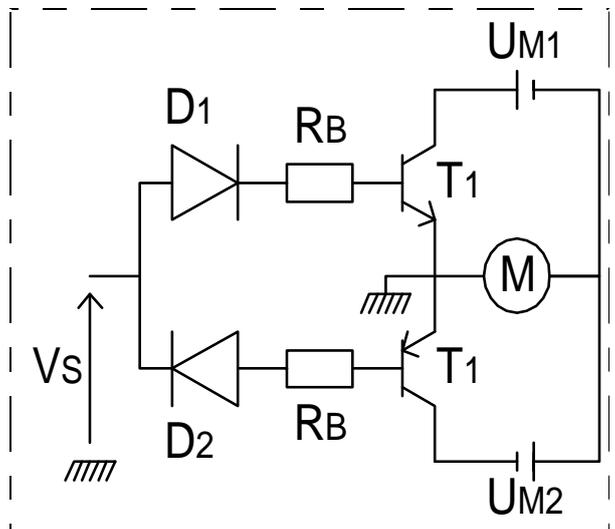
**1<sup>er</sup> cas :** On applique à l'entrée  $V_s$  la tension de  $+12V$ .

**2<sup>ème</sup> cas :** On applique à la même entrée la tension  $-12V$

→ Etudier dans les deux cas le comportement de chacun des transistors « saturé ou bloqué » et celui de chacune des diodes « passante ou non passante »

$V_s = +12V \rightarrow D1 \dots \rightarrow T1 \dots$  et  
 $D2 \dots \rightarrow T2 \dots$

$V_s = -12V \rightarrow D1 \dots \rightarrow T1 \dots$  et  
 $D2 \dots \rightarrow T2 \dots$



**EXERCICE N°6:**

Le générateur est branché directement à l'induit $U_M = 90V$ , $R = 1h$	
L'arbre du moteur est désaccouplé du convoyeur à rouleau.	Le courant absorbé est <b>0.5A</b> .
L'arbre du moteur est accouplé avec le convoyeur à rouleau <b>Tu</b> : couple utile <b>Tr</b> : couple résistant	

En se référant aux essais du moteur à courant d'excitation constante Déterminer la f.c.é.m. à vide : .....

1) Déterminer les pertes constantes « **pc** » :

.....

2) En charge, déterminer :

➤ La vitesse de rotation « **n** » : .....

➤ La puissance utile « **Pu** » : .....

3) Montrer que la vitesse de rotation peut s'écrire sous la forme  $n = a.I + b$  avec **a** et **b** sont des constantes à expliciter en fonction de  $U_M$ ,  $N$ ,  $R$  et  $w$  :

.....  
.....

Montrer que le couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme

$Tém = A.I$  avec **A** est une constante à expliciter en fonction de  $N$  et  $w$  :

.....  
.....

4) En variant la charge, le couple opposé par la charge **Tr** varie. Compléter le tableau par ce qui convient (augmente / diminue) traduisant la variation des différentes grandeurs électriques et mécaniques du moteur :

<b>Tr</b>	<b>Tu</b>	<b>Tém</b>	<b>Courant I</b>	<b>Vitesse n</b>
Tr diminue				
Tr augmente				

**EXERCICE N°7:**

Un moteur à **aimant permanent** fonctionne sous tension d'induit constante  $U = 120V$ .

**Essai à vide** : Sous la tension « **U** », l'induit absorbe un courant  $I_0 = 0.5 A$  et tourne à une fréquence  $n_0 = 900 tr/mn$ .

**En charge** :  $Pu = 364 W$  lorsqu'il tourne à **795 tr/mn**.

1) Sachant que pertes de joules rotorique à vide sont négligeables, Déterminer les pertes constantes.

.....  
.....  
2) Déterminer la **f.c.é.m** à vide «  $E'_0$  ».

.....  
.....  
3) Montrer  $E' = K n$ , avec **K** est une constante à calculer en **Web**.

.....  
.....  
4) Déterminer la **f.c.é.m** nominale «  $E'_n$  ».

.....  
.....  
5) Calculer la puissance et le couple électromagnétique en charge.

.....  
.....  
6) Déduire le courant absorbé en charge.

.....  
.....  
7) Déterminer la résistance d'induit «  $R_a$  ».

.....  
.....  
8) Sachant que la pointe du courant de démarrage **Id** est égale **1.8**, calculer la valeur de la résistance du rhéostat de démarrage «  $R_{hd}$  ». ( faire un schéma explicative )

.....  
.....  
9) Montrer que le couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme  $T_{ém} = A I$  avec **A** est une constante à **explicitier** en fonction de **K**.

.....  
.....  
10) Montrer que la vitesse « **n** » en ( **tr / s** ) peut s'écrire sous la forme  $n = a I + b$  avec **a** et **b** sont des constantes à **explicitier** en fonction de ( **Ra** et **K** ).

.....  
.....  
11) Montrer que le couple  $T_{ém}$  peut s'écrire sous la forme  $T_{ém} = C n + D$  avec **C** et **D** sont des constantes à **explicitier** en fonction **a**, **b** et **A**.

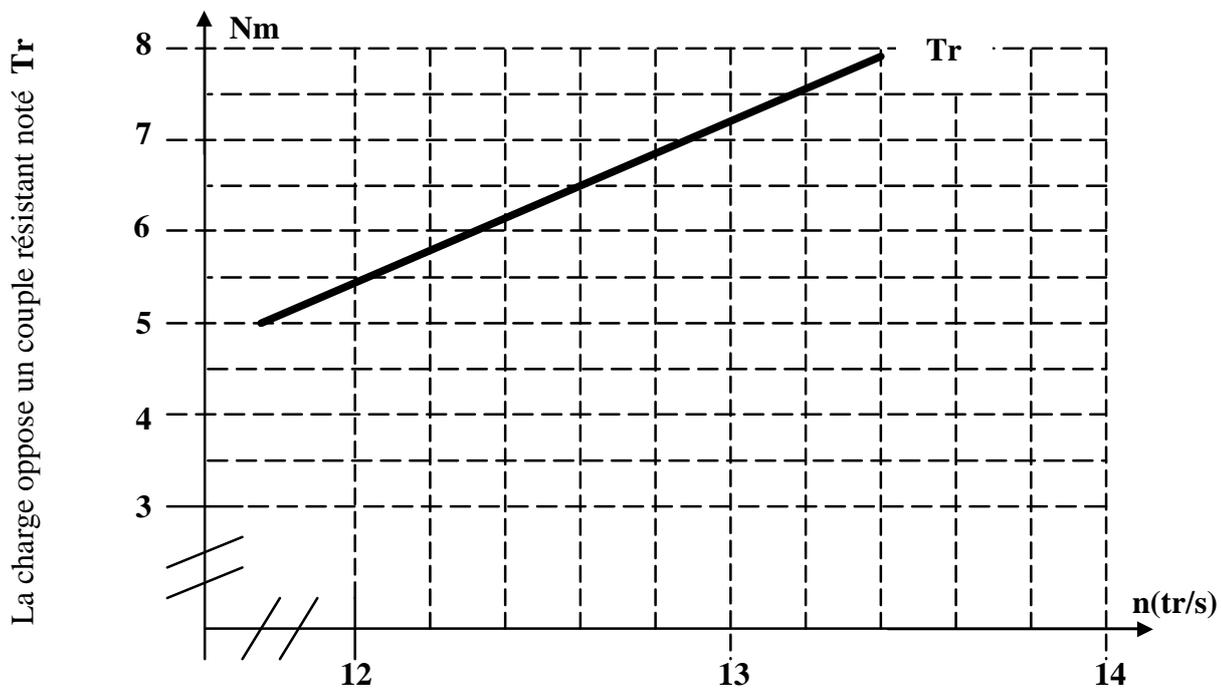
.....  
.....  
En variant la charge, le couple utile développé par la charge **Tr** varie. Compléter le tableau ( augmente / diminue ) traduisant la variation des différents grandeurs électriques et mécaniques du moteur.

<b>Tu</b>	<b>Tém</b>	<b>Courant I</b>	<b>Vitesse n</b>
Tu diminue			
Tu augmente			

12) Le couple utile « **Tu** » peut s'écrire sous la forme suivante :

$$Tu = - 2.5 n + 38.$$

a) Tracer la caractéristique mécanique du couple  $T_u = f(n)$ .



b) Déterminer la vitesse de rotation et le couple utile du groupe.

c) Déterminer la puissance utile du moteur.

d) Déterminer la puissance électromagnétique et le couple électromagnétique.

e) Déterminer le courant absorbé.

# Les compteurs & décompteurs à circuits intégrés

**EXERCICE N°1 :**

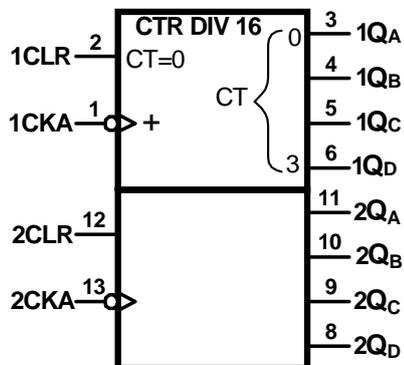
**ETUDE DU COMPTEUR DES FLACONS :**

Les flacons évacués, incrémente un compteur asynchrone modulo **10000** basé sur des circuits intégrés de référence **74393** voir le document ci-dessous :

« Document constructeur du circuit **74393**: Deux compteurs binaires asynchrone 4 bits »

**74393** Deux compteurs binaires asynchrones 4 bits.

**TABLE DE FONCTIONNEMENT (1/2 74393)**



COMPTE	Sorties				COMPTE	Sorties			
	1QD	1QC	1QB	1QA		1QD	1QC	1QB	1QA
0	L	L	L	L	8	H	L	L	L
1	L	L	L	H	9	H	L	L	H
2	L	L	H	L	10	H	L	H	L
3	L	L	H	H	11	H	L	H	H
4	L	H	L	L	12	H	H	L	L
5	L	H	L	H	13	H	H	L	H
6	L	H	H	L	14	H	H	H	L
7	L	H	H	H	15	H	H	H	H

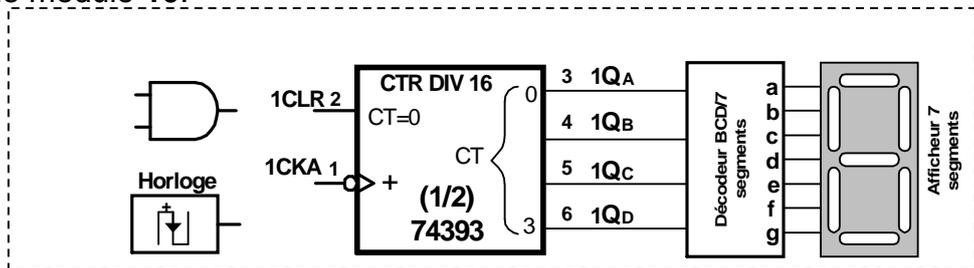
Boîtier **DIL 14**, Vcc en 14; GND en 7

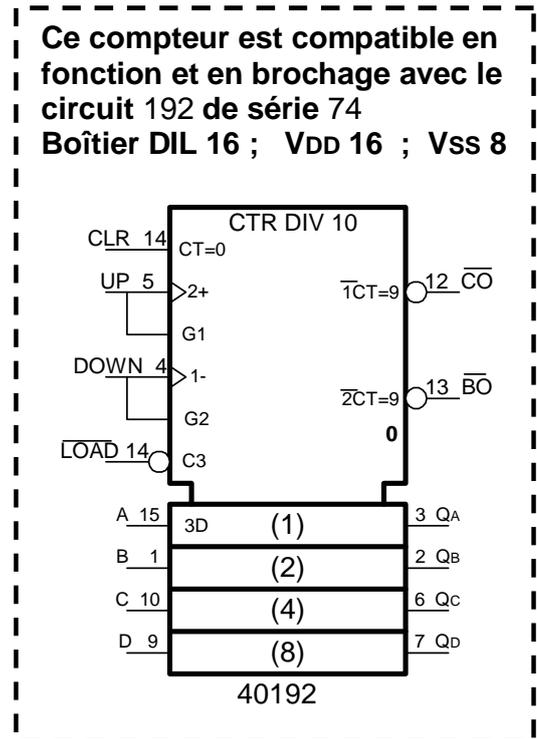
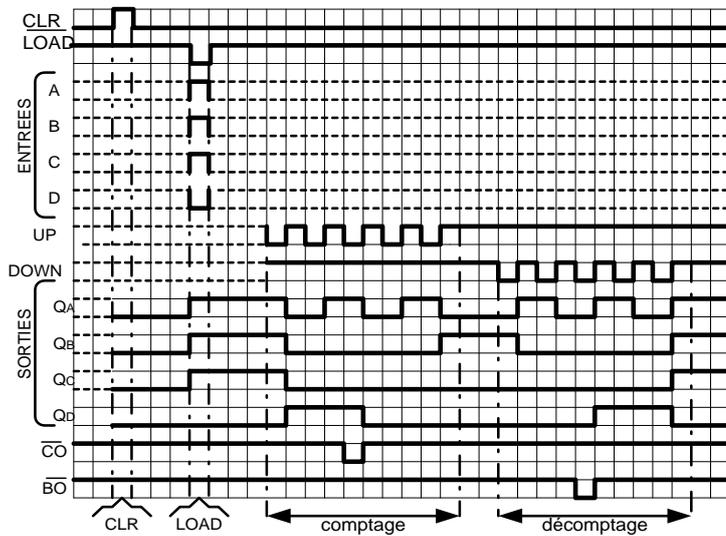
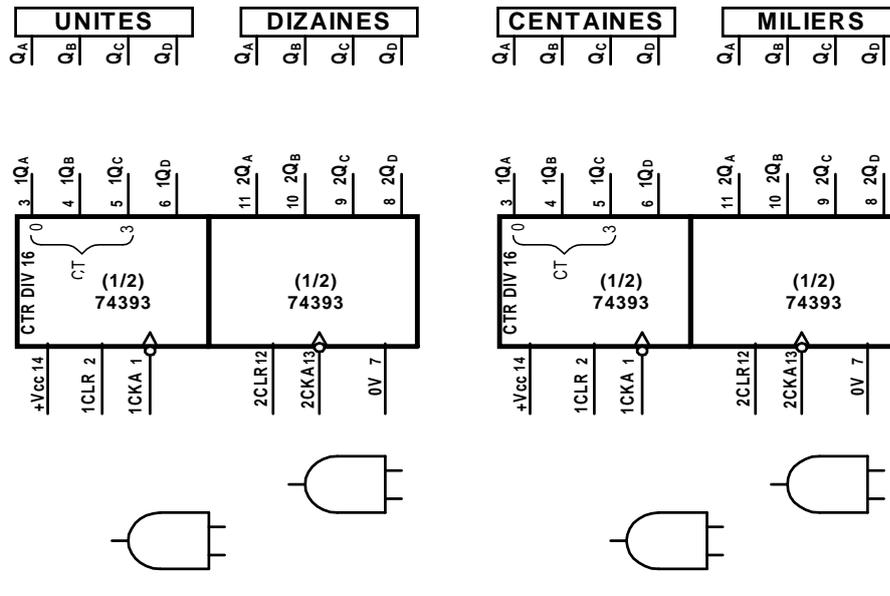
1/ Compléter les éléments du tableau relatifs au circuit **74393**.

Entrées/ Sorties	1 <sup>er</sup> 1/2 (74393)	2 <sup>eme</sup> 1/2 (74393)	Fonctions
	Broches	Broches	
CKA	(1)	(13)	Entrée d'horloge active au front.....
CLR	(2)	(12)	.....
QA	(3)	(11)	Sortie QA du poids 2 <sup>0</sup>
QB	(4)	(10)	.....
QC	(5)	(9)	.....
QD	(6)	(8)	.....
+VCC	(14)		.....
0V	(7)		.....

2/ En utilisant le 1<sup>er</sup> (1/2 du CI : 74393) réaliser le câblage nécessaire pour obtenir un compteur décimal asynchrone modulo **10**.

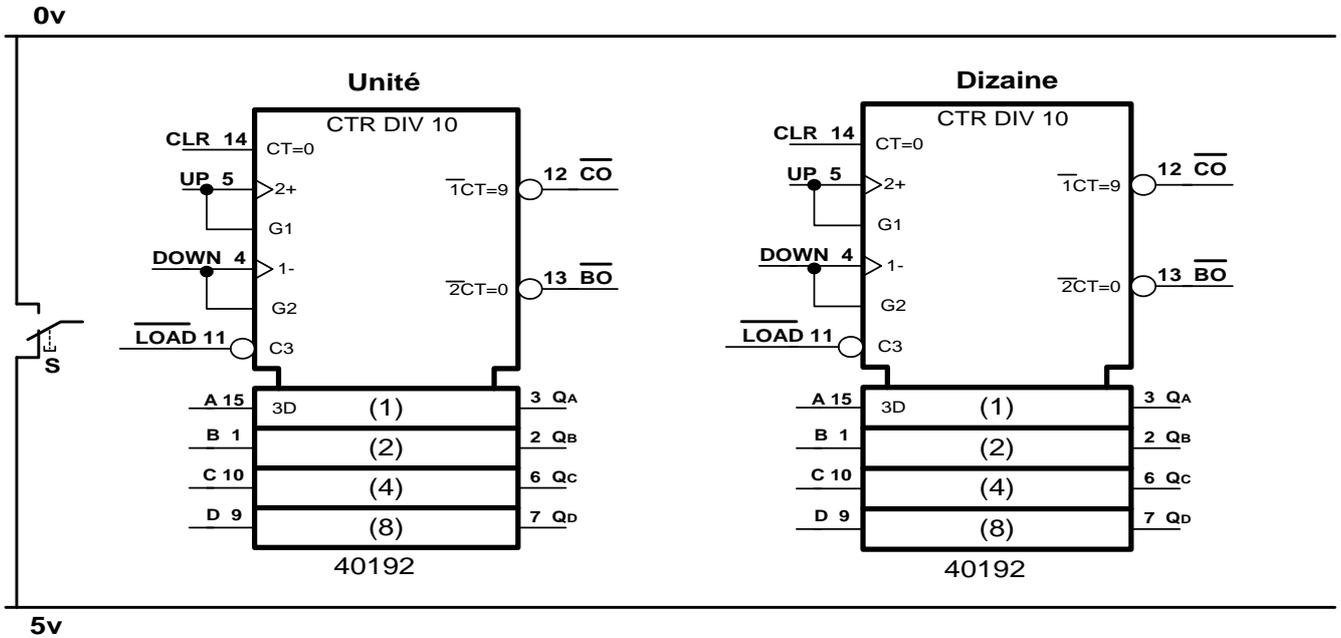
*Mot de blocage*  
Mb=.....  
.....





Obtenir un compteur décimal synchrone modulo 85.  
 Permettre l'initialisation du compteur lorsqu'on appuie sur S.

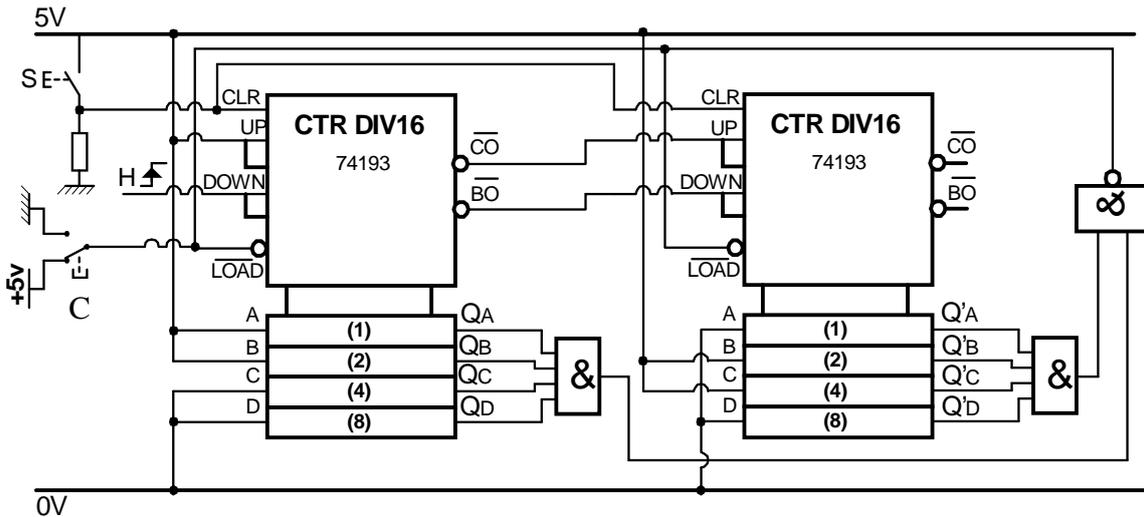
b- Compléter le schéma de câblage suivant :



**EXERCICE N°8 :**

**ETUDE DU COMPTEUR DES CARTONS :**

On donne ci-dessous le schéma d'un circuit de comptage des cartons utilisant deux circuits intégrés de type **74LS193** (compatible en brochage avec le circuit **192** de la famille **40**)



1°/ Si **S=1**, quelle est la valeur binaire affichée à la sortie de ce circuit de comptage.

Q'D	Q'C	Q'B	Q'A	QD	QC	QB	QA
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

2°/ Si **C=0**, quelle est la valeur binaire affichée à la sortie de ce circuit de comptage.

Q'D	Q'C	Q'B	Q'A	QD	QC	QB	QA
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

3°/ Préciser si ce circuit réalise un compteur ou un décompteur et en déduire son modulo :

.....

.....

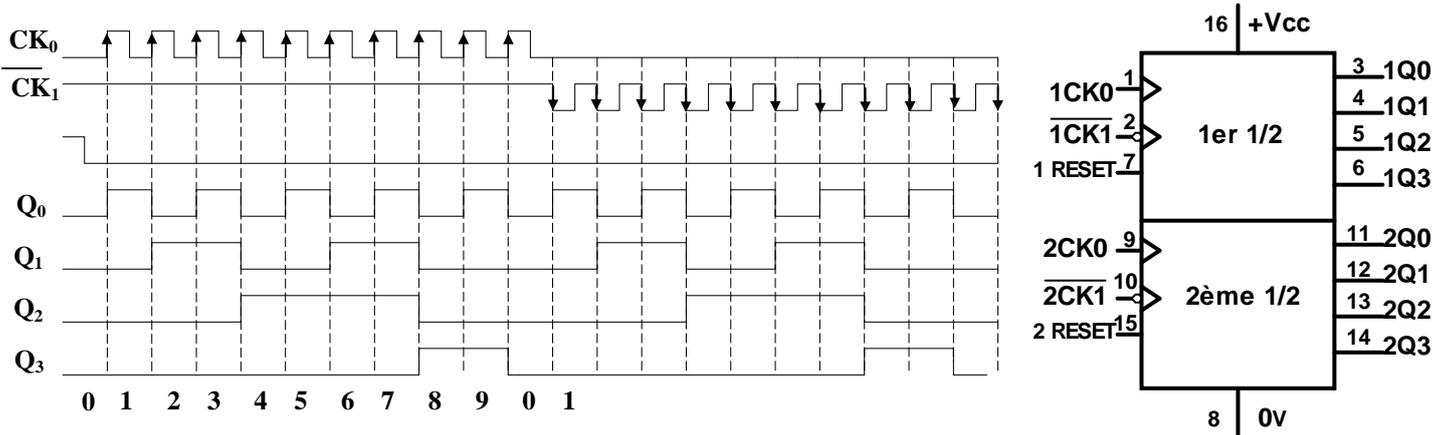
.....

4°/ Donner l'équation de **LOAD** :

**LOAD**=.....

**EXERCICE N°8:**

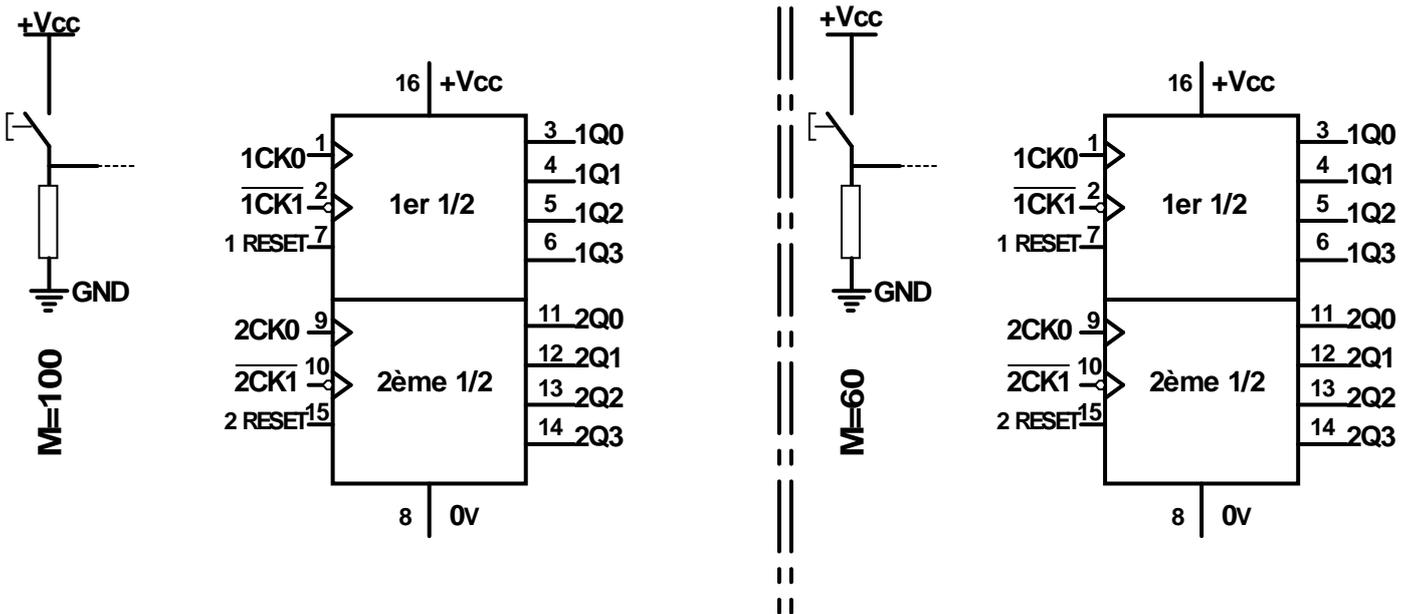
La fiche technique du circuit intégré **CD4518** est présentée ci-dessous :



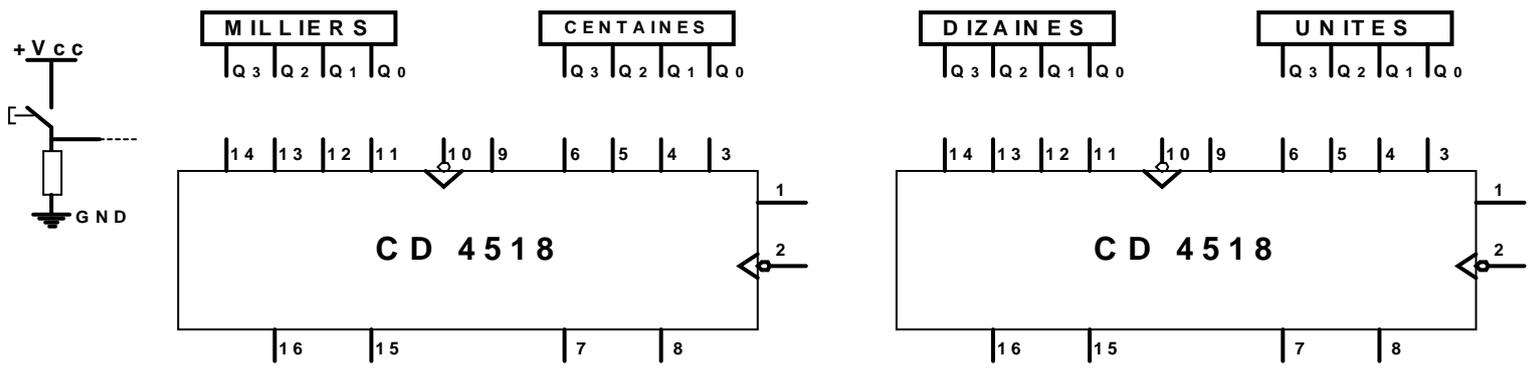
- 1) Combien de compteurs comporte le CI CD4518 ?  
.....
- 2) Combien d'horloges possède chaque compteur ?  
.....
- 3) Déterminer le modulo maximal d'un seul CI :.....
- 4) En se référant à la fiche technique ci-dessus, identifier les différentes entrées et sorties du circuit **CD 4518**.

Entrée /Sortie	1 <sup>er</sup> ½ CD 4518	2 <sup>ème</sup> ½ CD 4518	FONCTIONS
	Broches	Broches	
CK0	(1)	.....	.....
CK1	.....	(10)	.....
RESET	(7)	.....	.....
Q0	.....	(11)	Sortie Q0 du poids....
Q1	(4)	.....	.....
Q2	.....	(13)	.....
Q3	(6)	.....	.....
+Vcc	(16)		.....
0v	(8)		.....

- 5) Proposer une solution pour réaliser un compteur modulo **100** puis modulo **60**, en tenant compte d'une remise à zéro manuelle « **Init** ».



En tenant compte d'une remise à zéro manuelle, proposer une solution pour réaliser un compteur modulo **10000**.

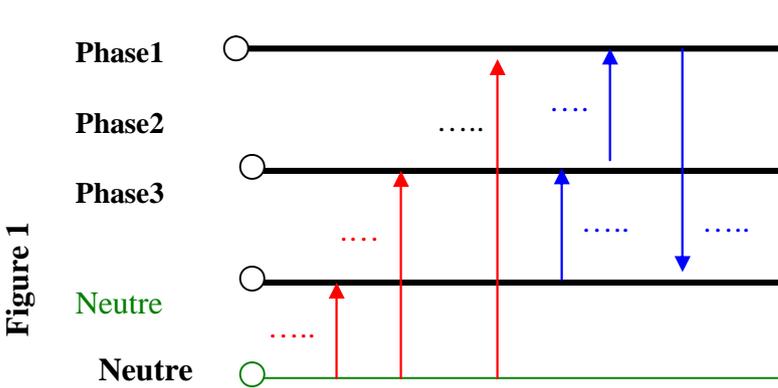


# Le système triphasé

**EXERCICE N°1:**

Une armoire électrique est alimentée par un réseau triphasé équilibré **220V / 380V**;

**f = 50Hz**. La figure suivante montre les tensions disponibles sur ce réseau :



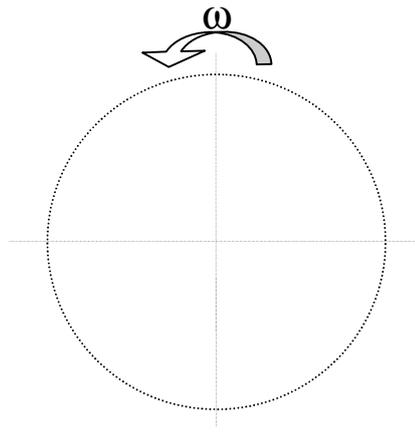
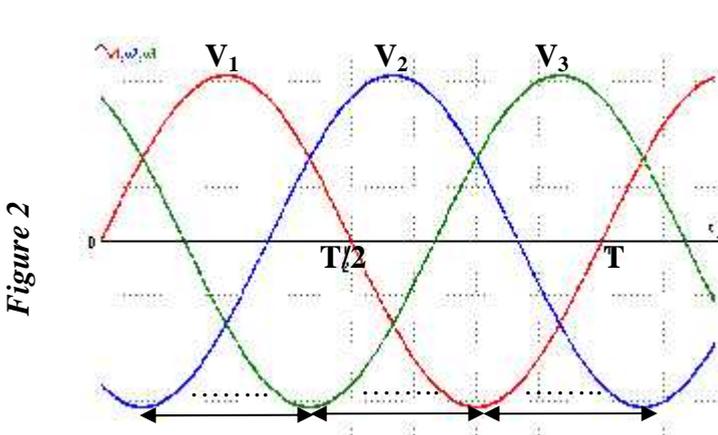
Expressions

$V_1(t) = \dots\dots\dots$

$V_2(t) = \dots\dots\dots$

$V_3(t) = \dots\dots\dots$

- 1) Compléter les noms des tensions incomplètes ci-dessus (figure 1).
- 2) Préciser d'après la figure (1) les différentes tensions du réseau :
  - Tension simples : .....
  - Tension composées : .....
- 3) Compléter la représentation de Fresnel des tensions simples suivantes.



- 4) Donner les expressions des tensions simples.
- 5) Compléter la représentation de Fresnel des tensions composées (figure 2).
- 6) Donner les expressions des tensions composées.

$u_{12}(t) = \dots\dots\dots$

$u_{23}(t) = \dots\dots\dots$

$u_{31}(t) = \dots\dots\dots$

- 7) Déterminer graphiquement la relation entre la tension composée et celle simple.

.....

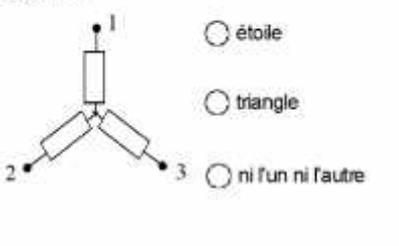
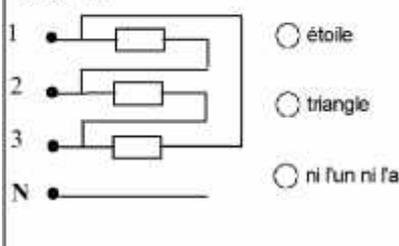
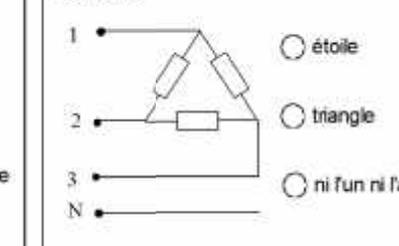
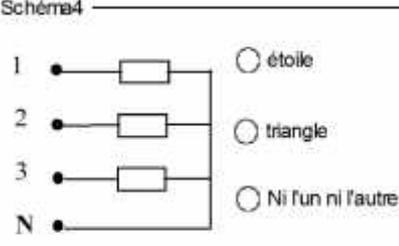
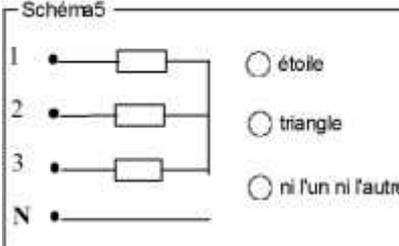
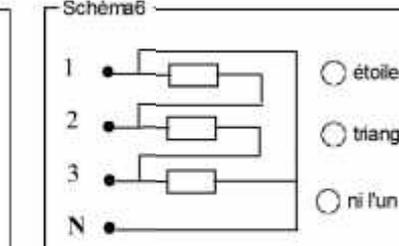
.....

.....

.....

**EXERCICE N°2:**

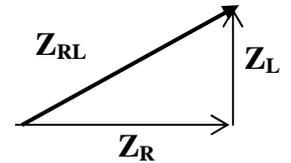
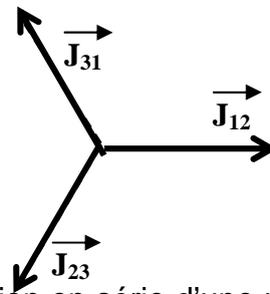
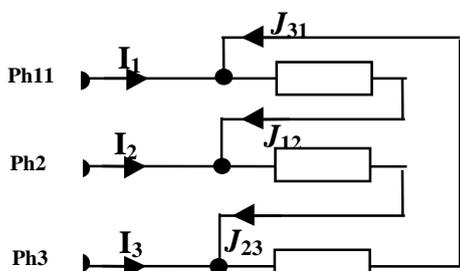
1) Un récepteur triphasé équilibré est constitué de trois récepteurs monophasés identiques d'impédance «  $Z$  » qu'on peut coupler en **étoile** ou en **triangle**; indiquer sous chaque couplage ci-dessous, s'il est **étoile**, **triangle**, ou **ni l'un ni l'autre**.

<p>Schéma1</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> ni l'un ni l'autre</p>	<p>Schéma2</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> ni l'un ni l'autre</p>	<p>Schéma3</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> ni l'un ni l'autre</p>
<p>Schéma4</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> Ni l'un ni l'autre</p>	<p>Schéma5</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> ni l'un ni l'autre</p>	<p>Schéma6</p>  <p><input type="radio"/> étoile <input type="radio"/> triangle <input type="radio"/> ni l'un ni l'autre</p>

2) En appliquant la loi d'ohm, donner l'expression de la tension aux bornes du récepteur.

- Pour un couplage étoile «  $Y$  » : .....
- Pour un couplage triangle «  $U$  » : .....

3) Pour un couplage triangle, compléter le **diagramme de Fresnel** en représentant **seulement** les courants de ligne. En déduire graphiquement la relation entre le courant interne  $J$  et celui de ligne  $I$ .



4) En admettant que «  $Z$  » est l'association en série d'une résistance «  $R$  » et d'une inductance «  $L$  », exprimer  $Z$  en fonction de  $R$ ,  $L$  et  $\dot{S}$ .

.....  
.....

5) Exprimer le facteur de puissance «  $\cos\{\}$  » et «  $\sin\{\}$  » en fct de  $R$ ,  $L$  et  $\dot{S}$  :

$\cos\{\} = \dots\dots\dots$ ,  $\sin\{\} = \dots\dots\dots$

**EXERCICE N°3:**

Un moteur est alimenté par un secteur triphasé à **3 fils : 220V – 50Hz**. Ce moteur comporte trois récepteurs monophasés identiques **couplés en triangle**. Chacun est l'association en série d'un résistor de résistance «  $R$  » et d'une bobine d'inductance «  $L$  ».

Pour mesurer la puissance active, on utilise la méthode de deux Wattmètres dont les indications sont  $P_1 = 600W$  et  $P_2 = -60W$ .

1) Peut-on utiliser d'autre méthode pour mesurer la puissance active dans notre cas ? Justifier.

.....  
 .....

2) Déterminer la puissance active totale «  $P_{3\sim}$  ».

.....  
 .....

3) Déterminer la valeur du courant interne si le courant de ligne vaut **3A**.

.....  
 .....

4) Déterminer la valeur de la résistance «  $R$  ».

.....  
 .....

5) Déterminer la puissance réactive totale «  $Q_{3\sim}$  ».

.....  
 .....

6) Calculer la puissance apparente totale «  $S_{3\sim}$  ».

.....  
 .....

7) Déterminer alors le facteur de puissance.

.....  
 .....

**EXERCICE N°4:**

Une installation électrique comporte un réseau **STEG 220/380V; 50Hz** et un ensemble des récepteurs dont les caractéristiques sont récapitulées au tableau ci –contre.

	<i>Caractéristiques</i>
<i>Mt1 triphasé</i>	$I = 8A ; \cos\varphi = 0,75 ; 50Hz$
<i>Mt2 triphasé</i>	$3,5 KW ; \eta = 80\% ; \cos\varphi = 0,7 ; 50Hz$
<i>Four électrique triphasé</i>	Chaque résistance $R = 300\Omega$

1) Calculer les puissances actives partielles ( $P_{M1}$ ,  $P_{M2}$  et  $P_F$ ) et totale  $P_{totale}$  absorbées par les différents récepteurs.

.....  
 .....

2) Calculer les puissances réactives partielles ( $Q_{M1}$ ,  $Q_{M2}$  et  $Q_F$ ) et totale  $Q_{totale}$  absorbées par les différents récepteurs.

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

3) Calculer la puissance apparente totale absorbée par les différents récepteurs.

.....  
.....

4) Le courant dans un fil de ligne.

.....  
.....

5) Le facteur de puissance.

.....  
.....

# Asynchrones Triphasés » Les Moteurs

## « Résumé »

**Principe :** Le stator (3 bobines) permet de créer un champ magnétique tournant dont la vitesse de rotation «  $n_s$  » entraînant la rotation asynchrone du rotor «  $n'$  ». (Avec  $n' < n_s$ ).

**Equations :**

• Fréquence de synchronisme «  $n_s$  » :  $n_s = f / p$  [tr / s].

Avec :  $P$  : Le nombre de paires de pôles créés par le stator.  $f$  : fréquence du réseau

Pour  $f = 50$  Hz  $\Rightarrow n_s = 50 / p$  [tr / s] = 3000 / p [tr / mn]

$n_s = 3000/P$ $n_s > n'$	P	1	2	3	4
	ns [tr/mn]	3000	1500	1000	750
	Moteur	Bipolaire	Tétra polaire	Héxapolaire	Octapolaire

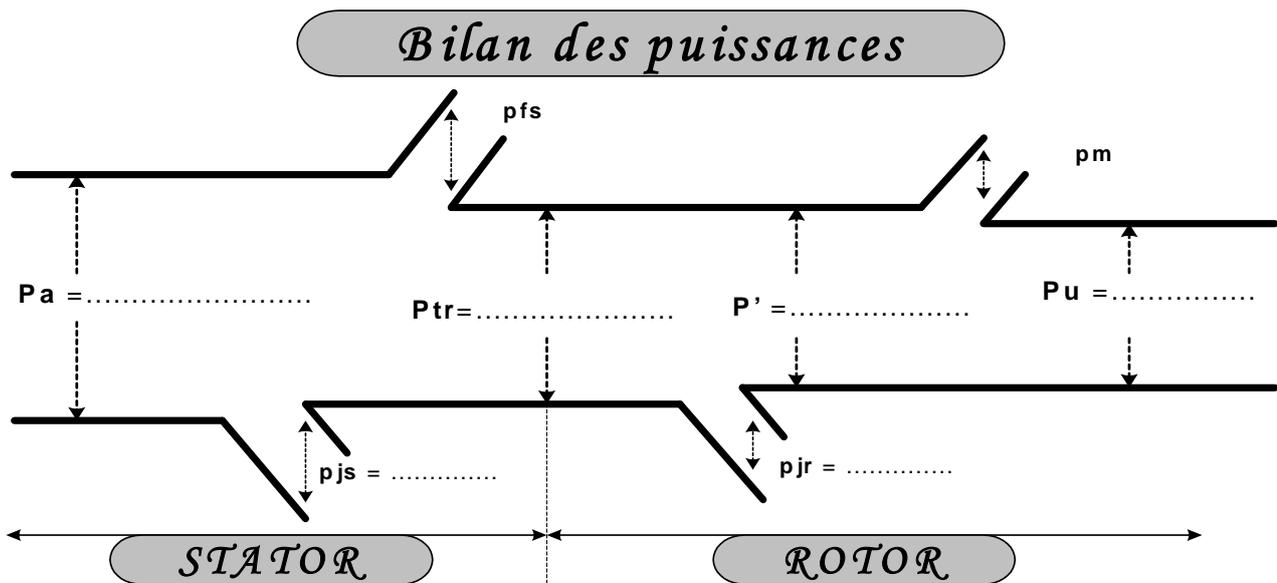
- Fréquence rotorique «  $n'$  »  $\Rightarrow h' = 2f n'$
- Moteur asynchrone :  $\Rightarrow n' < n_s \Rightarrow h' < h_s$
- Glissement «  $g$  » :  $g = (n_s - n') / n_s = 1 - n' / n_s$  [sans unité].
- Type de couplage : il faut comparer la tension composée du réseau avec les indications écrites sur la plaque signalétique du moteur.

Moteur :  $U_U / U_Y$

Réseau :  $U$

**Attention :** Pour les réseaux triphasés :

- Une seule indication : c'est la tension composée «  $U$  ».
- Deux indications : tension simple / tension composée : «  $V / U$  ».



**Equations énergétiques :**

- Puissance absorbée 3 type de couplage (U ou Y)  $\Rightarrow Pa = \sqrt{3} U.I. \cos\{\omega\}$
- Puissance transmise  $\Rightarrow Ptr = Pa - (pjs + pfs) = P' + pjr = Pu + pm + pjr = T \cdot h_s$

- Puissance utile  $\Rightarrow P_u = P_a - \dot{y} \text{pertes} = P_a - (p_{js} + p_{fs} + p_{jr} + p_m)$   
 $= P_{tr} - (p_{jr} + p_m) = P' - p_m = T_u \cdot h'$
- Pertes de joules rotorique  $\Rightarrow p_{jr} = P_{tr} - P' = g P_{tr}$
- Puissance mécanique totale  $\Rightarrow P' = P_u + p_m = P_{tr} - p_{jr} = P_{tr} (1 - g) = T \cdot h'$
- Rendement  $\Rightarrow \gamma = P_u / P_a = P_u / (P_u + \dot{y} \text{pertes})$ .
  - **Remarque** :  $P' = P_u + p_m \Rightarrow T = T_u + T_p$  ( avec  $p_m = T_p \cdot h'$  )
  - **Pertes de joules statoriques :**

	Résistance d'un enroulement « R »		Résistance entre bornes « r »
Couplage Y	$p_{jsY} = 3 R I^2$	3 couplage (U ou Y)	$p_{jsY} = P_{jsU} = 3/2 r I^2$
Couplage U	$p_{jsU} = 3 R J^2 = R I^2$		

∅ **A vide** :  $P_u = 0$  &  $n' \approx n_s$  &  $p_{jr} = 0 \Rightarrow P_0 = p_{js0} + p_{fs} + p_m$ .

**Important** : En tenant compte uniquement que des pertes de joules rotoriques.

$p_{fs} = p_{js} = p_m = 0W$  et  $p_{jr} \approx 0W \Rightarrow \gamma = P_u / P_a = 1 - g$

**EXERCICE N°1:**

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé comporte les indications suivantes :

**220V / 380V – 50 Hz – 1425 tr/mn.**

Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé : **220 V – 50 Hz** absorbant un courant de **3A** avec un facteur de puissance de **0.8**.

1) Indiquer le mode de couplage des enroulements.

.....  
 .....

2) Quelle est la fréquence de synchronisme.....

3) Calculer le nombre de pôles :.....

4) Calculer le glissement :.....

5) Calculer la puissance absorbée :.....

.....  
 .....

6) **En négligeant les pertes du stator et les pertes mécaniques**, déterminer les pertes par effet joules dans le roto

.....  
 .....

7) Calculer la puissance utile ainsi que le couple utile :

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

8) Montrer que  $y = 1 - g$  et calculer sa valeur numérique :

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

**EXERCICE N°2:**

Un moteur asynchrone triphasé porte sur la plaque signalétique les indications suivantes :

**2.2 KW – 220V / 380V – 50Hz – 1460 tr/mn –  $\cos\phi = 0.8$ .**

1) Que représente les indications **2.2 KW – 1460 tr/mn –  $\cos\phi$** .

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

2) Comment doit-on coupler le stator sur un réseau triphasé **220 / 380V**.

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

3) Déterminer le nombre de pôles ainsi que le glissement nominal.

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

4) Calculer le couple utile nominal.

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

5) Calculer le rendement sachant que le moteur absorbe un courant de **5A**.

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

**EXERCICE N°3:**

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

**220V- 50Hz -  $\cos\phi = 0.8$  – 1425 tr/mn – 0.5 KW.**

1) Sur un réseau triphasé (3 fils sans neutre), la tension entre phase est  $U = 220V$ . Quel couplage faut-il réaliser ? (justifier).

.....  
.....

2) Déterminer le nombre de pôles «  $2p$  ».

.....  
.....

3) Calculer le glissement.

.....  
.....

4) En tenant compte uniquement des pertes de joules rotoriques, calculer le rendement.

.....  
.....

5) Calculer la puissance absorbée.

.....  
.....

6) Calculer le courant absorbé.

.....  
.....

**EXERCICE N°4:**

La table rotative de remplissage est entraînée par un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit :  $220 / 380 V - 50 Hz - P_u = 2550 W - \eta = 85\%$  et  $n' = 1440 \text{ tr/mn}$ .

1) Calculer la puissance absorbée.

.....  
.....

2) Calculer le glissement.

.....  
.....

3) Calculer la puissance transmise et les pertes par effet de joule dans le rotor si les pertes mécaniques valent  $186 W$ .

.....  
.....

4) Calculer les pertes par effet joule statoriques  $p_{js}$  si les pertes fer au stator valent  $90 W$ .

.....  
.....  
5) Quel couplage des enroulements faut-il adopter si le réseau est de **220 / 380V – 50Hz**.

.....  
.....  
6) Compléter par le nom et la valeur numérique le bilan des puissances du moteur **M**.

7) La caractéristique électromécanique du couple de ce moteur **Tu = 375.g** (Tu en Nm).

La table rotative de remplissage, entraînée par ce moteur, oppose un couple résistant qui est exprimé par la relation suivante **Tr = 12.5 – 7.5 g** (Tr en Nm).

Quelle sera la vitesse du groupe en **(tr/mn)** et la puissance utile du moteur.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
**EXERCICE N°5:**

Un moteur asynchrone **tétrapolaire** porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes : **220/380V (Y) – 50 Hz – cos φ = 0.8 – 2.5KW – 5.7 / 10A – 1440 tr/mn**.

Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé de tension **220V** entre phases.

1) Quel couplage faut-il utiliser.

.....  
.....  
2) Déterminer le glissement.

.....  
.....  
3) Pour le régime nominal, calculer la puissance absorbée.

.....  
.....  
4) Calculer les pertes de joules rotoriques sachant que les pertes dans le stator dans ce régime valent **2 %** de la puissance absorbée.

**EXERCICE N°6:**

**Mt** est un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire à rotor à cage portant sur sa plaque signalétique les indications suivantes : **220/308V, 50Hz, 3.6KW.**

- En fonctionnement **à vide** et sous tension nominale, la puissance absorbée  **$P_0 = 320W$** .

La résistance mesurée entre deux bornes extérieures  **$r = 1.1\Omega$** .

- **En charge** : Sous une tension entre phases **220V**, le moteur possède un rendement  **$\eta = 0.82$**  et un facteur de puissance **0.91**.

1) En négligeant les pertes par effet joule dans le stator à vide, calculer les pertes fer dans le stator et les pertes mécaniques. (on suppose qu'elles sont égales entre elles).

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

2) Pour le fonctionnement en charge, calculer :

a) L'intensité du courant absorbé.

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

b) Les pertes par effet joule dans le stator.

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

c) Les pertes par effet de joule dans le rotor.

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

d) Le glissement et la fréquence de rotation «  $n'$  ».

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

**EXERCICE N°7:**

Le moteur **Mt4** est utilisé pour commander le tapis d'évacuation, il est de type asynchrone triphasé **tétrapolaire 220V/ 380V** à rotor en court-circuit et alimenté par un secteur de **220V/ 380V-50Hz**.

- Un essai **à vide** pour une fréquence de rotation très proche de la fréquence de synchronisme

a donné les puissances absorbée et réactive, mesurées par la méthode de deux wattmètres :

**$P_v=300 W$  et  $Q_v=2460 VAR$ .**

- Un essai **en charge** a donné :

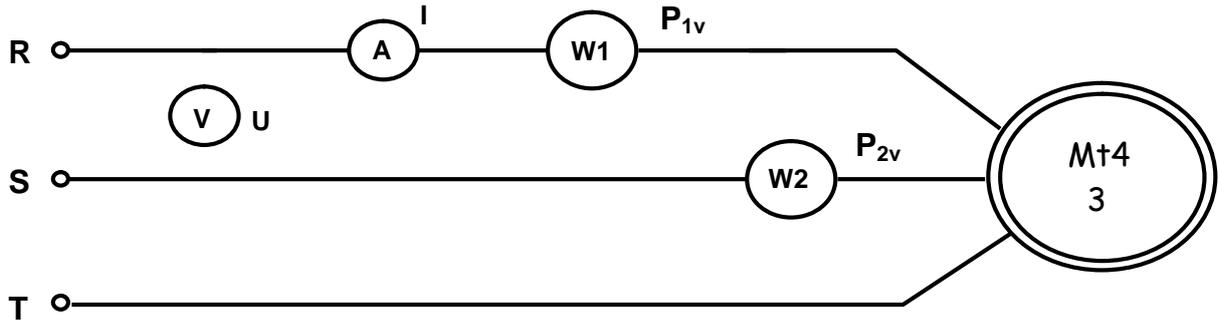
➤ Courant absorbé :  **$I=10A$**  ; Glissement :  **$g\% = 6,7\%$**  ;

➤ Puissance absorbée **par phase** mesurée par la méthode d'un seul wattmètre :  **$P_1=1900W$** .

➤ La résistance entre deux bornes du stator est  **$R=1,2 \Omega$**  .

B 1 - Pour l'essai à vide :

1° Compléter le branchement des appareils permettant de mesurer le courant en ligne I, les puissances  $P_{1v}$  (W1) et  $P_{2v}$  (W2) et la tension U entre phases.



2° Le voltmètre utilisé affiche une tension de **380V**. Qu'appelle-t-on cette tension du secteur ?

.....

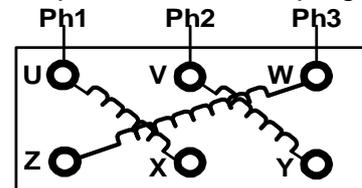
3° a- Déterminer le mode de couplage des enroulements statoriques, justifier votre réponse.

 .....

.....

.....

b- Représenter ce couplage.



4° Calculer la valeur de la résistance d'un enroulement statorique r :

.....

5° Calculer la fréquence de rotation **ns** du champ tournant :

.....

.....

6° Calculer les valeurs mesurées par  $P_{1v}$  et  $P_{2v}$  par les deux wattmètres :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7° Calculer l'intensité du courant en ligne **Iv**.

.....

.....

.....

.....

8° Calculer les pertes constantes **pc** et en déduire les pertes fer **pfs** dans le stator supposées égales aux pertes mécaniques :

.....

.....

.....

.....

B 2 - Pour l'essai en charge : Calculer

1° La fréquence de rotation **n** en tr/mn :

.....

.....

2°/ La puissance transmise au rotor  $P_{tr}$  :

.....  
.....

3°/ Les pertes joules rotoriques  $p_{jr}$ .

.....

4°/ La puissance utile  $P_u$ .

.....

5°/ Le rendement : =

.....

6°/ Le moteur asynchrone entraîne une charge dont le couple résistant  $T_r$  varie en fonction de la vitesse de rotation  $n$  selon la relation  $T_r = 0,1.n + 10$ . Sachant que la caractéristique du couple utile du moteur en fonction de la vitesse est un segment de droite de la forme  $T_u = A.n + B$  passant par les deux points (1400tr/mn, 70Nm) et (1500tr/mn, 0Nm) avec  $A$  et  $B$  sont des constantes à déterminer.

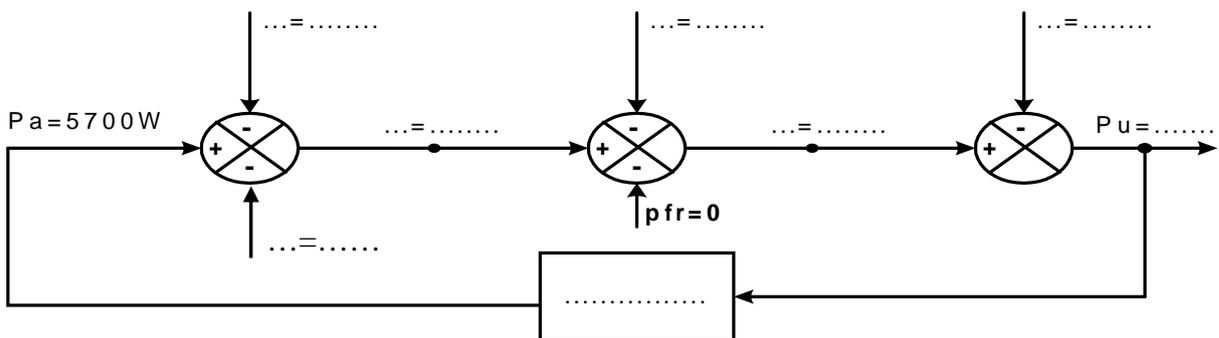
a°/ Déterminer l'équation de la caractéristique mécanique du moteur  $T_u = f(n)$  en précisant les valeurs des constantes  $A$  et  $B$  :

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

b°/ Déterminer analytiquement les coordonnées du point de fonctionnement  $M$  sachant que  $T_u = 1050 - 0,7.n$

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

7°/ Compléter par (Nom+ valeur numérique) le bilan des puissances du moteur :

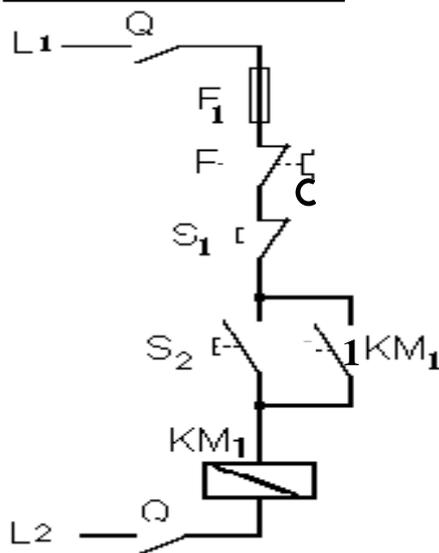


**EXERCICE N°8:**

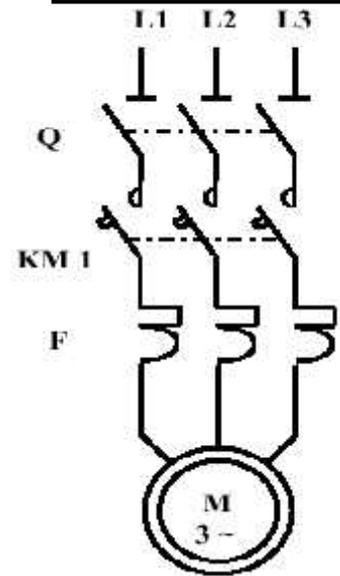
Un moteur triphasé asynchrone est commandé selon le circuit de puissance et de commande présenté ci-contre.

F1 : .....  
 L1, L2 et L3 : .....  
 S1, S2 : .....

Circuit de .....



Circuit de .....



1) Préciser le type de démarrage : .....

2) Compléter le nom de chaque circuit ainsi que tableau suivant.

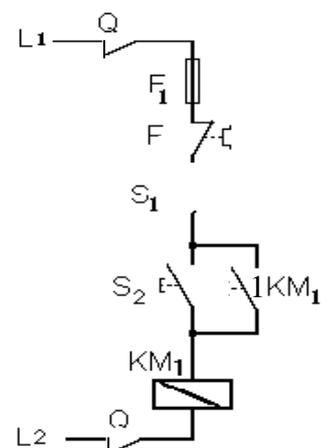
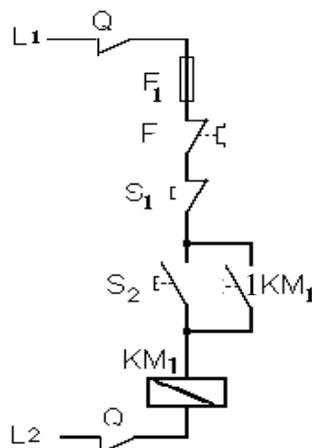
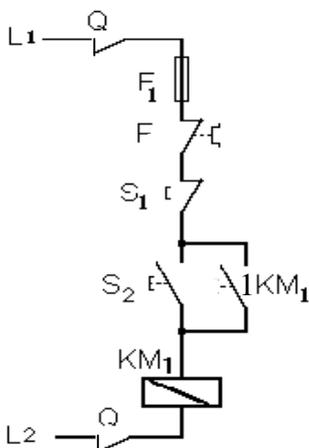
Repère	Désignation	Rôle
.....	Contacteur	.....
<b>F</b>	.....	.....
<b>Q</b>	.....	.....
<b>M 3~</b>	.....	.....

3) Tracer à main levée le sens du parcours du courant dans les cas suivants :

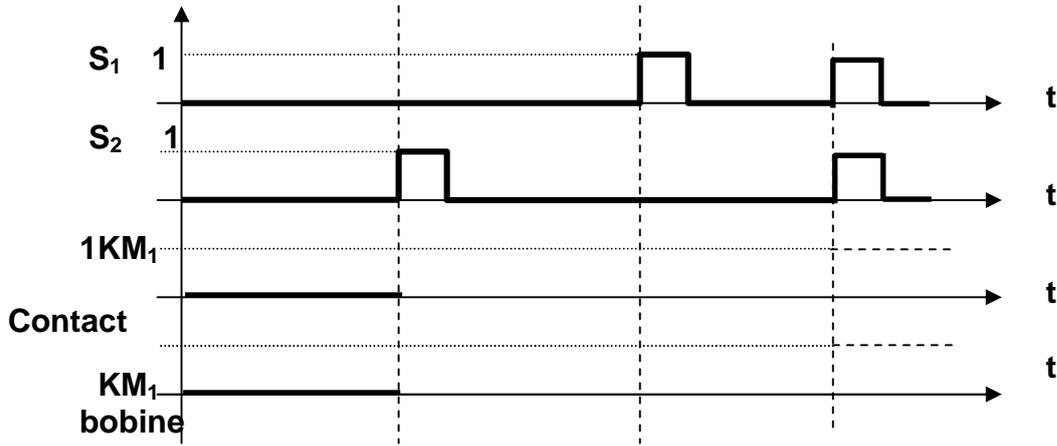
à  $t = t_1$  : On appui sur  $S_2$

à  $t_2 = t_1 + t$  : On relâche  $S_2$

à  $t_3 = t_2 + t$  : On appui sur  $S_1$  et  $S_2$



4) Compléter le chronogramme ci dessous.



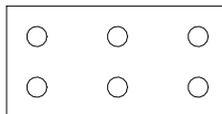
**EXERCICE N°9:**

L'entraînement d'un tapis est assuré par un moteur asynchrone triphasé **380/660 V**;  $y = 0,85$ . Il est alimenté par un réseau triphasé équilibré **380V** (3 fils) – **50 Hz**.

Lors d'un essai à vide on a relevé :  $P_{0A} = 450W$ ,  $P_{0B} = - 150W$  ( $P_{0A}$  et  $P_{0B}$  sont les indications données par la méthode des **2 Wattmètres**).

La résistance mesurée entre bornes du stator est  $R = 0,5 \Omega$

1) Comment sont couplés les enroulements du moteur.....



2) Faire le schéma de montage permettant de mesurer la puissance active.

L1 L2 L3



3) Déterminer :

- a) La puissance active absorbée à vide : .....
- b) La puissance réactive absorbée à vide.....
- c) La puissance apparente absorbée à vide.....
- d) Le courant absorbé à vide.....

4) Déterminer les pertes mécaniques sachant quelles sont égales aux  $p_{fs}$  :

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

5) La charge oppose un couple résistant  $T_r$ . On donne les caractéristiques mécaniques du couple  $T_u = f(n')$  et celle du couple résistant  $T_r = f(n')$  auquel est accouplé ce moteur

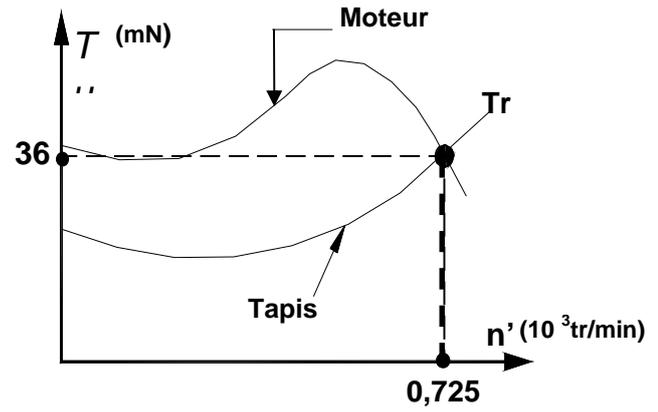
Déterminer pour le point de fonctionnement

- a) Le couple utile : .....
- b) La fréquence de rotation : .....
- c) Le glissement : .....
- d) La puissance utile : .....

.....

e) La puissance transmise : .....

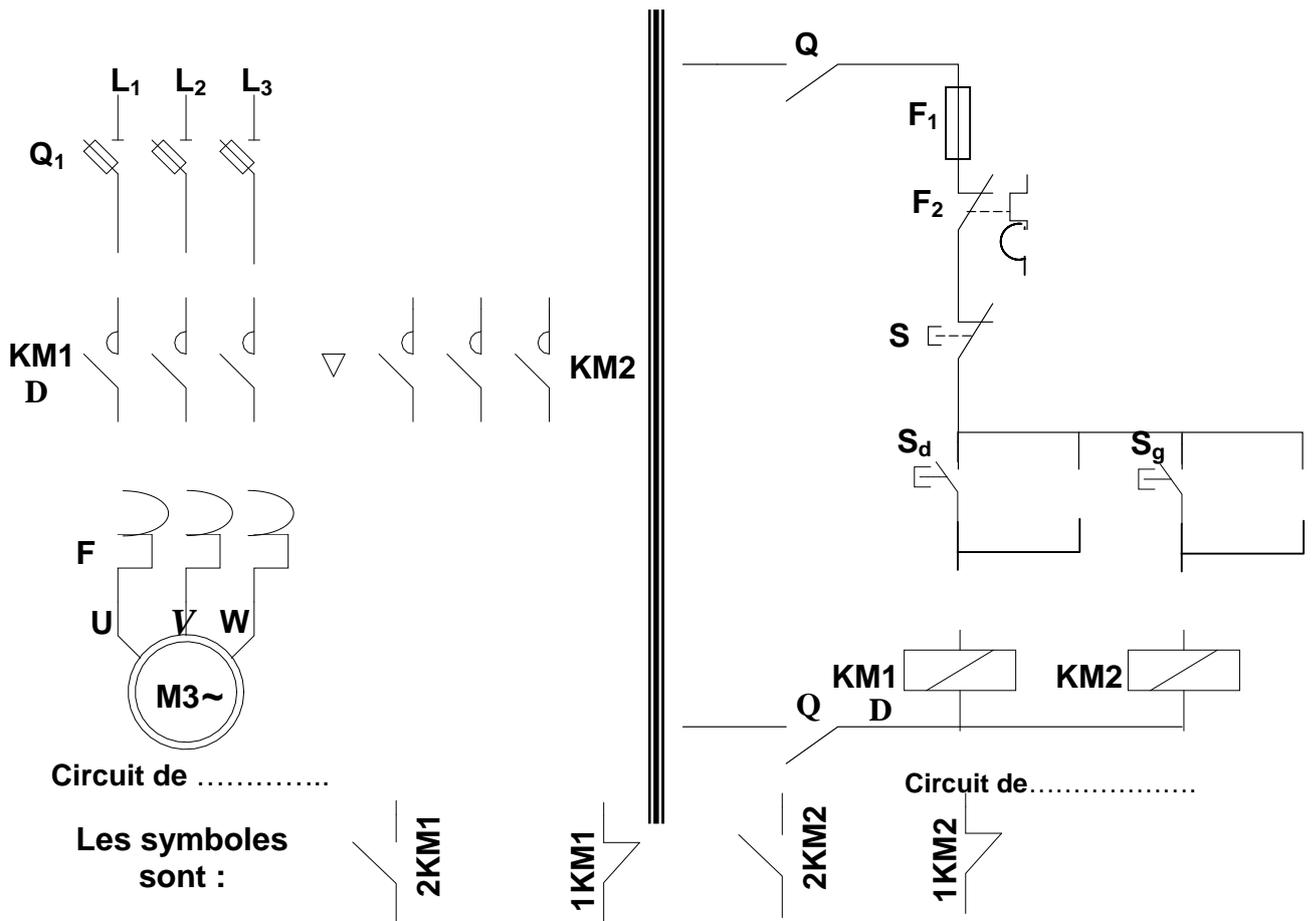
.....



6) On désire réaliser un démarrage direct avec **deux sens de rotation**. ( $S_d / S_g$  : boutons poussoirs assurant la rotation du moteur respectivement à **droite / gauche**).

- a) Compléter le circuit de puissance (Page 6).
- b) Compléter le circuit de commande en utilisant les symboles donnés.
- c) Compléter le tableau suivant :

Désignation	Nom	Rôle
$Q_1$	..... porte .....	..... + .....
$KM1 / KM2$	Contacteur inverseur	.....
$F$	.....	..... contre les .....
$F_1$	.....	.....
$\ddot{e}$	.....	.....
$M 3 \sim$	Moteur asynchrone triphasé	.....
$1 KM1 / 1KM2$	.....	.....
$2KM1 / 2KM2$	.....	.....



**EXERCICE N°8:**

Un tapis **T** est entraîné par un moteur asynchrone triphasé dont les indications sur la plaque signalétique sont inconnues. On soumit ce moteur à divers essais permettant de tracer la caractéristique électromécanique du couple.

Ce tapis oppose un couple résistant **Tr** variant en fonction de la fréquence de rotation **n'** comme le montre la caractéristique **Tr = f (n')**.

Notation : **Td** : couple utile de démarrage.

**T<sub>Max</sub>** : couple utile maximal.

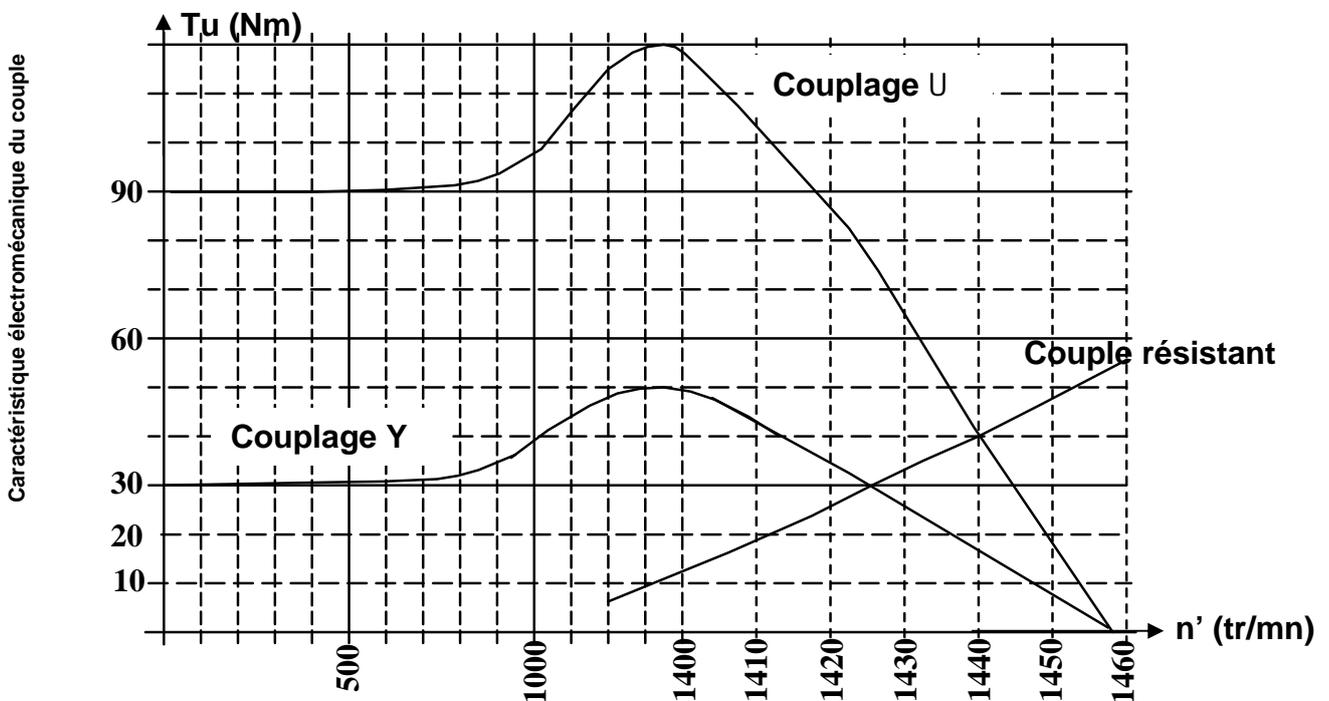
**Tu** : couple utile du groupe (Moteur + tapis).

**n'** : fréquence de rotation du groupe (Moteur + tapis).

1) A partir des caractéristiques (page 5), compléter le tableau suivant.

Démarrage	T <sub>d</sub> [Nm]	T <sub>Max</sub> [Nm]	Tu [Nm]	n' [tr/mn]	Puissance utile Pu
Direct en Y	.....	.....	.....	.....	.....
Direct en U	.....	.....	.....	.....	.....

2) On admet dans ce qui suit que le moteur est couplé en **triangle**, déterminer l'indication (Tensions) écrite sur la plaque signalétique du moteur si le réseau est **220V / 380V**.



Ce moteur est soumis à divers essais :

**Essai en courant continu :** Pour mesurer la résistance d'un enroulement « r », on réalise un essai en courant continu. Cet essai a donné :  $I = 8A$  et  $U = 4V$ .

3) Déterminer la résistance d'un enroulement « r ».

**A vide :** le moteur absorbe une puissance  $P_0 = 602W$  et un courant  $I_0 = 2A$ .

4) Déterminer les pertes par effet de joules statorique à vide.

5) Déterminer les pertes mécaniques sachant que  $P_m = 2 P_{fs}$ .

**Au point de fonctionnement du couplage triangle,** le moteur absorbe un courant  $I = 15 A$ .

6) Déterminer le glissement au point de fonctionnement.....

7) Déterminer la puissance transmise au rotor.

8) Déterminer les pertes de joules statorique en charge.....

9) Déterminer la puissance absorbée en charge.

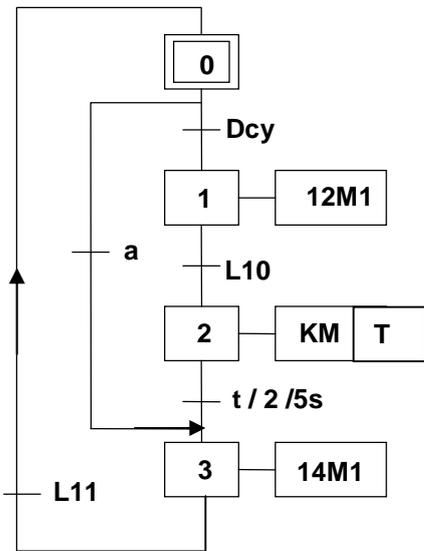
10) En déduire alors le facteur de puissance.

11) Déterminer le rendement du moteur. ....

**« Les Microcontrôleurs »**  
**« Résumé Microcontrôleurs »**

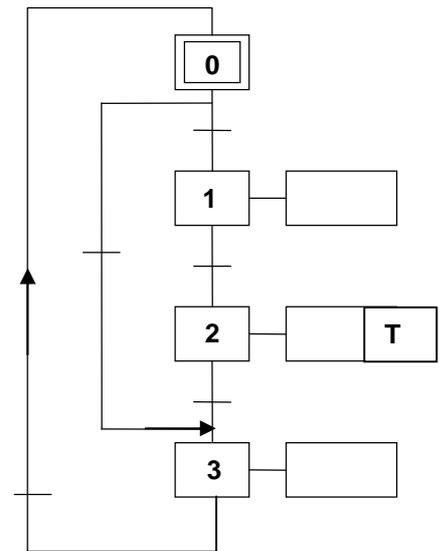
## EXERCICE N°1:

- 1) En se référant au tableau d'affectation suivant et au GRAFCET de point de vue PC, compléter le **GRAFCET codé Microcontrôleur**.



GRAFCET PC

Affectations des entrées	
Entrée système	Entrée PIC
Dcy	RB0
a	RB1
L <sub>10</sub>	RB2
L <sub>11</sub>	RB3
Affectations des sorties	
Sortie système	Sortie PIC
KM	RA0
12M1	RA1
14M1	RA2



GRAFCET codé microcontrôleur

- 1) En se référant **GRAFCET codé microcontrôleur**, compléter l'algorithme suivant :

..... GRAFCET;

Variables X0, X1, X2, X3, t : octet;

**DEBUT**

TrisA ← ..... ; // .....sont des sorties ; les autres broches sont des entrées.

TrisB ← ..... ; // Toutes les broches du port B .....

..... ← ..... ; // Etat initial des sorties.

..... ← ..... ; // Initialement l'étape " X0 " est .....

..... ← ..... ; // Initialement l'étape " X1 " est .....

..... ← ..... ; // Initialement l'étape " X2 " est .....

..... ← ..... ; // Initialement l'étape " X3 " est .....

..... ← ..... ; // Initialement du temporisateur

**TANQUE (1=1) FIARE** // Boucle infinie.

**DEBUT**

// Condition de franchissement de la première transition « Dcy »

**SI** ((.....) **ET** (.....)) **ALORS**

**DEBUT**

..... ← ..... ; // Activation de l'étape " X1".

..... ; // Désactivation de l'étape " X0 ".

**FINSI** ;

// Condition de franchissement de la deuxième transition « L10 »

**SI** ((.....) **ET** (.....)) **ALORS**

**DEBUT**

```

.....←.....; // Activation de l'étape " X2".
.....; // Désactivation de l'étape " X1 ".
FINSI ;
// Condition de franchissement de la troisième transition « t »
SI ((.....) ET (.....)) ALORS
  DEBUT
    .....←.....; // .....
    .....; // Désactivation de l'étape " X2 ".
    .....; // fin de temporisation.
  FINSI ;
// Condition de franchissement de la quatrième transition « L11 »
SI ((.....) ET (.....)) ALORS
  DEBUT
    .....←.....; // Activation de l'étape " X0".
    .....; // .....
  FINSI ;
// Condition de franchissement de la transition du saut d'étape « a »
SI ((.....) ET (.....)) ALORS
  DEBUT
    .....←.....; // .....
    .....; // .....
  FINSI ;
SI ..... ALORS ..... SINON ..... FINSI ; // ..... = X1.
SI ..... ALORS ..... SINON ..... FINSI ; // ..... = X3.
SI ..... ALORS
  Début
    .....;
    Attente (.....);
    .....;
  Fin
  SINON ..... FINSI ; //.....= ..... = X2.
FINFAIRE;
FIN.

```

2) En se référant à l'algorithme précédant, compléter le programme suivant :

```

..... GRAFCET;
..... X0, X1, X2, X3, t : ..... ;
Begin
TrisA := ..... ;
TrisB := ..... ;
.....; // Etat initial des sorties.
.....; // Initialement l'étape " X0 " est .....

```

```

.....; // Initialement l'étape " X1 " est .....
.....; // Initialement l'étape " X2 " est .....
.....; // Initialement l'étape " X3 " est .....
.....←.....; // Initialisation du temporisateur
..... (1 = 1) ..... // Boucle infinie.

```

**Begin**

// Condition de franchissement de la première transition « **Dcy** »

```

If ((.....) ..... (.....)) .....

```

**Begin**

```

.....; // Activation de l'étape " X1 ".
.....; // Désactivation de l'étape " X0 ".

```

**End ;**

// Condition de franchissement de la deuxième transition « **L10** »

```

If ((.....) ..... (.....)) .....

```

**Begin**

```

.....; // Activation de l'étape " X2 ".
.....; // Désactivation de l'étape " X1 ".

```

**End ;**

// Condition de franchissement de la troisième transition « **t** »

```

If ((.....) ..... (.....)) .....

```

**Begin**

```

.....; // Activation de l'étape " X3 ".
.....; // Désactivation de l'étape " X2 ".
.....; // fin de temporisation.

```

**End ;**

// Condition de franchissement de la quatrième transition « **L11** »

```

If ((.....) ..... (.....)) .....

```

**Begin**

```

.....; // Activation de l'étape " X0 ".
.....; // Désactivation de l'étape " X3 ".

```

**End ;**

// Condition de franchissement de la transition du saut d'étape « **a** »

```

If ((.....) ..... (.....)) .....

```

**Begin**

```

.....; // Activation de l'étape " X1 ".
.....; // Désactivation de l'étape " X0 ".

```

**End ;**

```

If ..... then ..... else ..... ; // 12M1= X1;

```

```

If ..... then ..... else ..... ; // 14M1 = X3;

```

If .....then

Begin

.....;  
 .....;  
 .....

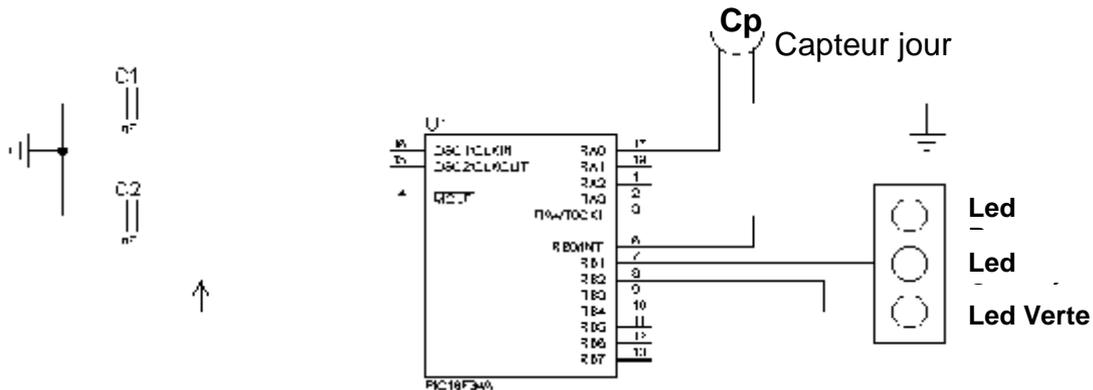
Else ..... ; // KM = T = X2;

End;

End.

**EXERCICE N°2:**

La gestion d'un feu de croisement est représentée ci contre.



Le fonctionnement du feu de croisement est le suivant :

Pendant le jour « Cp = 1 » (Entre 6H et 19H)	Pendant la nuit « Cp = 0 » (Entre 19H et 06H)
L'ordre d'allumage est le suivant : <input checked="" type="checkbox"/> Lampe Rouge s'allume pendant 10s. <input checked="" type="checkbox"/> Lampe Orangée s'allume pendant 3s. <input checked="" type="checkbox"/> Lampe Verte s'allume pendant 10s. <input checked="" type="checkbox"/> Lampe Orangée s'allume pendant 3s.	La lampe Orangée clignote. La période de clignotement est <b>0.1 s.</b>

- 1) Compléter les liaisons manquantes sur le schéma présenté ci-dessus.
- 2) En se référant au fonctionnement et au montage, compléter l'algorithme assurant la gestion du feu de croisement.

<pre>         Algorithme feu de croisement;         DEBUT         TrisA ← .....;         TrisB ← .....;         ..... ← ..... ; // initialisation des sorties.         TANQUE (1=1) FIARE // Boucle infinie.         DEBUT         Si Port A .....alors             Début             Port B.....;             Attente.....;             Port B.....;             Attente.....;             Port B.....;             Attente.....;             Port B.....;             Attente.....;             </pre>	<pre>             Port B.....;             Attente.....;         Sinon             Début             Port B.....;             Attente.....;             Port B.....;             Attente.....;             FinSi ;             FinFaire ;         Fin.         </pre>
--	---

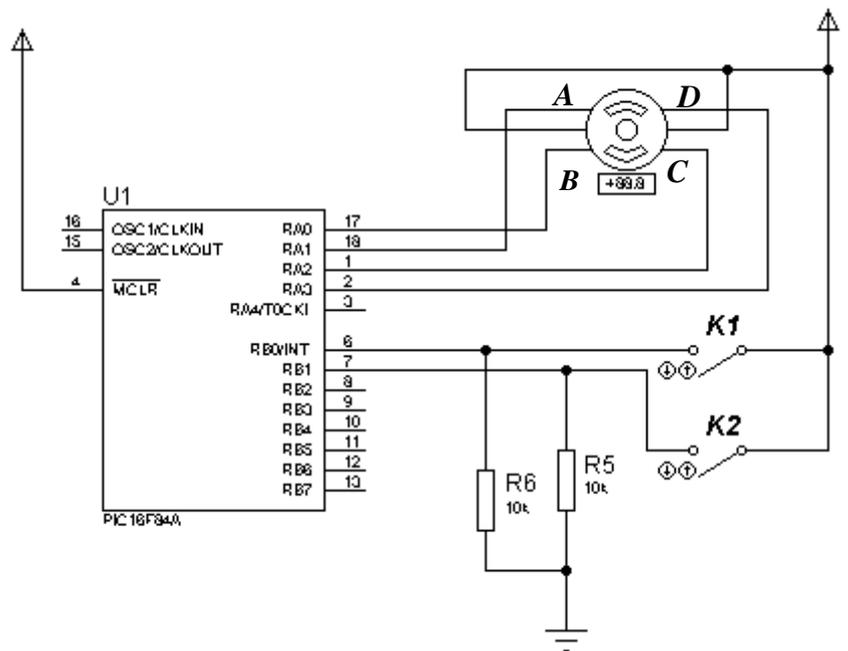
3) En se référant à l'algorithme, établir le programme assurant la gestion du feu de croisement.

```

Program feu_de_croisement;
Begin
  TrisA .....;
  TrisB .....;
  ..... ; // initialisation des sorties.
  ..... (.....) .....
  Begin
  IF .....then
    Begin
      Port B.....;
      Delay_ms.....;
      Port B.....;
      Delay_ms.....;
      Port B.....;
      Delay_ms.....;
    End
  Else
    Begin
      Port B.....;
      Delay_ms.....;
      Port B.....;
      Delay_ms.....;
    End;
  End.
  
```

**EXERCICE N°3:**

- Le schéma présenté ci-contre, représente le circuit de commande d'un moteur **PAS à PAS**
- Le fonctionnement du moteur est décrit par le tableau ci-contre.



	Sens horaire K <sub>1</sub> = 1				Sens antihoraire K <sub>2</sub> = 1			
	D	C	B	A	D	C	B	A
<b>Pas 1</b>	1	0	0	1	1	0	1	0
<b>Pas 2</b>	0	1	0	1	0	1	1	0
<b>Pas 3</b>	0	1	1	0	0	1	0	1
<b>Pas 4</b>	1	0	1	0	1	0	0	1

compléter l'algorithme et le programme correspondant.

**Algorithme PAS\_PAS;**

**Début**

TrisA.....;

TrisB.....;

PortA  $\leftarrow$  0;

Tanque (vrai) faire

**Début**

**Si .....Alors**

**Début**

PortA  $\leftarrow$ .....;

Attente (0.5s);

PortA.....;

Attente (0.5s);

.....;

.....;

.....;

.....;

**FinSi;**

**Si .....Alors**

**Début**

PortA.....;

Attente (0.5s);

PortA.....;

Attente (0.5s);

.....;

.....;

.....;

.....;

**FinSi ;**

**FinFaire;**

**Fin.**

**Program PAS\_PAS;**

**Begin**

TrisA.....;

TrisB.....;

PortA .....

While (.....) do

**Begin**

**If.....Then**

**Begin**

PortA .....

.....;

PortA.....;

.....;

.....;

.....;

.....;

.....;

**End;**

**If .....Then**

**Begin**

PortA.....;

.....;

PortA.....;

.....;

.....;

.....;

.....;

**End;**

**End;**

**End.**