

**Kounouz Ennajeh**

# TECHNOLOGIE

## GÉNIE ÉLECTRIQUE

● **Résumés: L'essentiel à retenir**

● **Exercices et devoirs**

● **Corrigé des exercices**

● **Corrigé des devoirs**

# TECHNOLOGIE

# GENIE ELECTRIQUE

❧ 3<sup>ème</sup> Année ❧

## Section Techniques

- ✦ *Résumés*
- ✦ *Exercices et devoirs*
- ✦ *Corrigé des exercices*
- ✦ *Corrigé des devoirs*

*Ali Chourou*  
*Professeur Principal*

*Wahid Bou Othman*  
*Professeur Principal*

*Sadok Mayel*  
*Inspecteur des écoles préparatoires*  
*et lycées secondaires*



**© Kounouz Editions**

**Adresse :** 123, Avenue Habib Thameur

Nabeul – 8000 Tunisie

**Tél :** (+216) 72 223 822

**Fax :** (+216) 72 223 922

**E-mail :** [Kounouz.Edition@gnet.tn](mailto:Kounouz.Edition@gnet.tn)

**Site Web :** [www.Kounouz-Edition.com](http://www.Kounouz-Edition.com)

**©Copyright**

# AVANT-PROPOS

**N**ous avons eu l'opportunité de travailler en groupe pour présenter à nos élèves de 3<sup>ème</sup> sciences technique ce livre. Nous avons pris cette initiative dans le but de mettre à leurs dispositions une ressource efficace basées essentiellement sur une variété d'exercices d'applications et de problèmes conformes au programme de génie électrique.

**L**es applications de base de l'électronique, l'électrotechnique et l'automatique sont de plus en plus présents dans les systèmes techniques qui nous environnent et notamment dans les systèmes qui font objet des devoirs. Ce livre se propose de satisfaire à ce besoin suivant une logique d'acquisition des connaissances à la fois rigoureuse et motivante.

**P**our faciliter l'acquisition des objectifs du programme officiel, ce livre propose des situations diversifiées telles que :

- Des travaux d'expérimentations dans lesquelles la mesure est largement présente ;
- Des applications numériques sous formes d'applications immédiates, de problème résolu et d'autres à résoudre. Ces évaluations sont les supports nécessaires pour développer et confirmer les aptitudes :
  - ✓ De lire ou concevoir un schéma structurel d'un circuit ;
  - ✓ A analyser fonctionnellement un système ;
  - ✓ A effectuer avec rigueur des calculs.

**D**ans cette période marquée par un besoin, sans cesse croissant, de capter, transmettre et exploiter l'information, les Auteurs souhaitent que ce livre apporte un soutien efficace à l'enseignement de la technologie.

**Sadok MAYEL**  
**Inspecteur de technologie**



# Chapitre A1 : Systèmes de numération et codes

## ➤ Résumé du cours

### I. Systèmes de numération

#### a) Définition

Un système de numération est un ensemble de règles permettant d'écrire ou d'énoncer des nombres.

Un nombre est écrit, généralement, sous la forme suivante :  $(XXXX)_B$

X : désigne un chiffre de ce nombre ;

B : désigne la base du système de numération. B correspond au nombre des chiffres utilisés dans ce système.

#### Exercice 1

Relier par des flèches les données suivantes afin d'identifier:

- les chiffres utilisés dans chacun des systèmes de numération proposés ci-dessous ;
- la base de chacun de ces systèmes;
- un exemple correspondant à chaque système.

<i>Système de numération</i>	<i>Chiffres du système De numération</i>	<i>base</i>	<i>Exemple</i>
Système décimal	<input type="checkbox"/> Digits : 0,1,...,7	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> $(16)_8$
Système binaire	<input type="checkbox"/> signes : 0,1,...,9,A,B,...F	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> $(E)_{16}$
Système octal	<input type="checkbox"/> Chiffres : 0,1,...,9	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 14
Système hexadécimal	<input type="checkbox"/> Bits : 0, 1	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> $(1110)_2$

#### Exercice 2

Complète les phrases suivantes

- Dans un système ....., les symboles utilisés sont ..... des chiffres.
- Dans un système ....., les symboles utilisés sont appelés des signes.
- Dans un ....., les ..... des bits.
- Dans un système ....., les ..... digits.

#### Exercice 3

Complète les phrases suivantes

- La base d'un nombre décimal est (.....)
- La base d'un nombre ..... est (8)
- La base d'un nombre ..... est (16)
- La ..... d'un nombre binaire est (...)
- La ..... d'un code ..... est (2)
- La ..... d'un mot ..... est (2)

**b) Exemples de systèmes de numération**

**b-1) Système de numération arabe**

Le système de numération arabe est appelé « système de numération décimal ». Il est identifié par :

- Sa base décimale « base 10 » ;
- Ces chiffres arabes (0, 1, 2, ..., 9). Cependant, ceux-ci sont d'origine Indienne. Ils sont désignés par

.	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Savoir plus :

- Les chiffres arabes sont introduits en Europe vers l'an 1000.
- Le mot français *chiffre* est une déformation du mot arabe « sifr » désignant zéro.

**Exercice 1**

1. Donner la date de naissance de ton père par des chiffres arabes.
2. Donner la date de naissance de ton père par des chiffres occidentaux.
3. Donner la date de naissance de ton grand père par des chiffres arabes.
4. Donner la date de naissance de ton grand père par des chiffres occidentaux.

**Exercice 2**

1. Dans combien du temps l'âge de ton père sera-t-il le double de ton âge ?
  - a) Écris le résultat par des chiffres arabes.
  - b) Écris le résultat par des chiffres occidentaux.
2. Dans combien du temps l'âge de ta mère sera-t-il le double de ton âge ?
  - a) Écris le résultat par des chiffres arabes.
  - b) Écris le résultat par des chiffres occidentaux.

**Solution :**

Un père âgé de 51 ans, soit  $p=51$  ;

Son fils est âgé de 16ans, soit  $f=16$  ;

Désignons par (x) le nombre d'années à déterminer. Le nombre (x) doit vérifier l'équation :  $P+x=2 \times (f+x)$ . Calculons (x) :  $x= P- 2f$ .

$x = 19$ ans. Ainsi, après 19 ans on aura :  $51+19 = 2 \times (16 + 19)$ .



**b-2) Système sexagésimal des Babyloniens**

Les calculs, à la manière des Babyloniens, se faisaient en base 60: leur écriture en forme de coins, frappée dans l'argile, utilisaient un système de base 60, qu'utilisèrent les mathématiciens Indiens et Arabes pour leurs calculs trigonométriques.

Le signe 1 : représente l'unité et la base 60

Le signe 2 : chevron, il représente 10

 ou 
   
 signes 1

 ou 
   
 signes 2

**b-3) Système de numération des Egyptiens de l'antiquité**

Le système de numération n'utilise pas un symbole « zéro » : les nombres sont représentés par des pictogrammes (petits dessins hiéroglyphiques). On donne les représentations les plus simples:

 (unité) , 
  (dix) et 
  (cent)

On écrivait de droite à gauche.



**Exercice 2**

Ecrire le nombre 324 dans le système des égyptiens de l'antiquité

**Réponse**

324 représente 4 unités, 2 dizaines et 3 centaines, il s'écrirait alors :



**Exercice 3**

1. Dans combien du temps l'âge de ton père sera-t-il le double de ton âge ?

Écris le résultat dans le système des égyptiens de l'antiquité.

2. Dans combien du temps l'âge de ta mère sera-t-il le double de ton âge ?

Écris dans le système des égyptiens de l'antiquité

**II. Système décimal**

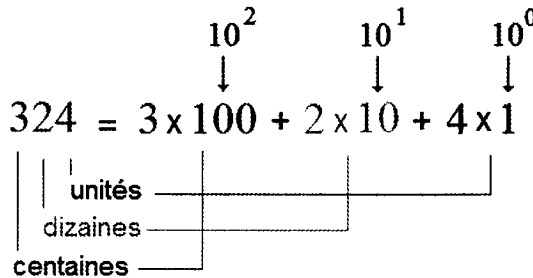
Le système décimal est le système universel utilisé pour écrire les nombre décimaux. Il utilise 10 chiffres (0 ; 1 ; ...; 9). La base de ce système est alors 10.

Remarque : Un nombre décimal est écrit sans précision de sa base.

**Exercice 4 :** Déterminer la pondération du nombre 324. Donner une justification

**Solution**

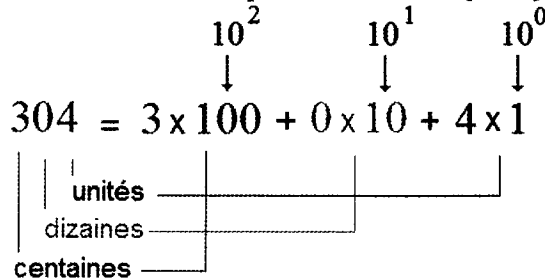
324 s'écrit de gauche à droite comme étant trois centaines :  $3 \times 10^2$ , auxquelles s'ajoutent deux dizaines :  $2 \times 10^1$  et quatre unités :  $4 \times 10^0$ .



**Exercice 5 :**

Déterminer la pondération du nombre 304. Donner une justification **Solution**

304 signifie 3 centaines, aucune dizaine complémentaire : 0 (zéro) dizaine, mais 4 unités.



**Exercice 6 :** Déterminer les rangs, les puissances et les pondérations du nombre 3942.

**Solution**

Soit le nombre décimal 3942. On récapitule dans le tableau suivant les chiffres, les rangs, les pondérations et les puissances :

<b>Chiffres</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Rang</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Puissance</b>	<b><math>10^3</math></b>	<b><math>10^2</math></b>	<b><math>10^1</math></b>	<b><math>10^0</math></b>
<b>Pondération</b>	<b>3000</b>	<b>900</b>	<b>40</b>	<b>1</b>

On retrouve le nombre 3942 par l'addition des pondérations:

$$N = 5 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 = 5000 + 900 + 60 + 2 = (5962)_{10}.$$

**Exercice 7 :** je suis un nombre décimal composé de trois chiffres. Mon chiffre des unités est le double de mes dizaines. Mon chiffre des centaines est égal à 9. Il est égal à la somme des chiffres des unités et des dizaines. Compléter le tableau suivant. Retrouver ce nombre.

<b>Chiffres</b>			
<b>Rang</b>			
<b>Puissance</b>			
<b>Pondération</b>			

**Exercice 8 :**

En écrivant les nombres de 1 à 100, combien écrit-on le chiffre 9 ? Donner les rangs et les pondérations du nombre obtenu.

**Exercice 9 :**

Soit un père âgé de 51ans. Son fils a 21 ans. Dans combien du temps l'âge du père sera-t-il le double de l'âge de son fils ? Donner les rangs et les pondérations des âges calculés.

**Exercice 10 :**

Je suis un nombre inférieur à 1000 et je m'écris avec 4 chiffres. Mon nombre de dizaines est 34 et je me termine par 6. En ajoutant mon chiffre des dizaines à celui de mes dixièmes, tu trouveras le double du chiffre de mes unités.

**Exercice 11 :**

Un nombre décimal entier  $(N)_{10}$  de 5 chiffres, commençant par 3, possède la propriété suivante : si on déplace le 3 en dernière position (en chiffre des unités), alors on obtient ce nombre N augmenté de 29205. Quel est le nombre initial ?

**Solution :**

E7/ on écrit 20 fois le chiffre 9; si vous avez répondu 10 ou 11, vous avez sans doute oublié 91, 92, 93, ..., 99 !

E8/ Age du père = 60ans ; âge du fils = 30ans.

E9/ le chiffre des unités doit être 5 car  $9 \times 5 = 45$  se termine par 5 et  $9 \times 0 = 0$  est à rejeter puisque le nombre est impair. Dans cette multiplication, on retient 4.

E10/ Le nombre est au moins égal à 340 puisqu'il contient 34 dizaines. Comme il est inférieur à 1000 et s'écrivant avec 4 chiffres, il n'est pas entier et s'écrit avec un chiffre après la virgule qui sera le 6, soit : 34?,6. Le chiffre des dizaines est 4,  $6 + 4 = 10$ , le chiffre des unités est donc 5. Rép : 345,6.

e3-2/ Le problème revient à une soustraction à trous :  $a \ b \ c \ d \ 3 - 3 \ a \ b \ c \ d = 29 \ 205$ . Rép : 36 578.

### III. Système binaire

Le système binaire est utilisé en électronique et les systèmes de traitement de l'information

**Valeurs remarquables à connaître :**

$2^{10} = 1024$  noté k. Ex: 1 ko (kilo octet) = 1024 octets ;

$2^{20} = 1\ 048\ 576$  noté M (méga) ;

$2^{30} = 1\ 073\ 741\ 824$  noté G (giga) ;

▪ **Base de système :** La base du système est 2.

▪ **Bits utilisés :** Les 2 symboles utilisés sont : 0 et 1. Ils sont appelés BITS

**Exercice 12 :** Déterminer les rangs, les puissances et les pondérations du nombre 1101.

Solution



▪ **Solution** : le nombre binaire **1101** identifié dans le tableau suivant :

<b>Bits</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Rang</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Puissance</b>	<b>2<sup>3</sup></b>	<b>2<sup>2</sup></b>	<b>2<sup>1</sup></b>	<b>2<sup>0</sup></b>
<b>Pondération</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

L'addition des pondérations permet d'obtenir l'équivalent décimal du nombre binaire **1101** :  
**(1101)<sub>2</sub> = 1x2<sup>3</sup> + 1x2<sup>2</sup> + 0x2<sup>1</sup> + 1x2<sup>0</sup> = 8 + 4 + 0 + 1 = (13)<sub>10</sub>**

**Exercice 13 :**

Qu'est ce qu'un quartet

Qu'est un octet

Solution

Un nombre composé de 4 bits est appelé un Quartet

Un nombre composé de 8 bits est appelé un Octet

**Exercice 14 :**

Déterminer le MSB et le LSB du nombre 10110111

**Solution :**

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>b<sub>7</sub></b>	<b>b<sub>6</sub></b>	<b>b<sub>5</sub></b>	<b>b<sub>4</sub></b>	<b>b<sub>3</sub></b>	<b>b<sub>2</sub></b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>b<sub>0</sub></b>
<b>MSB</b>							<b>LSB</b>

**MSB** : Most Significant Bit ou bit de plus fort poids **b<sub>7</sub>**.

**LSB** : Least Significant Bit Le bits de plus faible poids **b<sub>0</sub>**.

**Exercice 15 :**

Donner les le nombre des chiffres utilisés dans les systèmes suivant

- a) Système binaire
- b) Système octal
- c) Système décimal
- d) Système duodécimal
- e) Système hexadécimal

**Solution :**

a) 2 bits, b) 8 digits ; c) 10 chiffres ; d) 12 signes ; e) 16 signes

**IV. Système octal**

**Exercice 16 :**

- a) Quel est la base de ce système
- b) Donner les digits utilisés dans cette base
- c) Déterminer dans un tableau les rangs, les puissances et pondération du nombre **(216)<sub>8</sub>**  
 Calculer la somme des pondérations.

**Solution**

- a) Base de système : La base du système est 8.
- b) Symboles utilisés : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7.
- c) Le nombre 216 écrits dans le système octal est identifié dans le tableau suivant :

Digits	2	1	6
Rang	3	2	1
Puissance	$8^2$	$8^1$	$8^0$
Pondération	128	8	6

L'addition des pondérations permet d'obtenir l'équivalent décimal du nombre octal 216 :

$$(216)_8 = 2 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 6 \times 8^0 = 128 + 8 + 6 = (142)_{10}$$

### V. Système hexadécimal

#### Exercice 17 :

- Quel est la base de ce système
- Donner les digits utilisés dans cette base
- Déterminer dans un tableau les rangs, les puissances et pondération du nombre  $(C7A)_{16}$ . Calculer la somme des pondérations.

#### Solution

- Base de système : La base du système est 16.
- Symboles utilisés : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, et F.

En décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
En hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

- Le nombre  $(C7A)_{16}$  écrits dans le système octal est identifié dans le tableau suivant :

**Exemple :** Soit le nombre C7A écrit dans le système hexadécimal :

Digits	C	7	A
Rang	3	2	1
Puissance	$16^2$	$16^1$	$16^0$
Pondération	3072	112	10

L'addition des pondérations permet d'obtenir l'équivalent décimal du nombre binaire 1011 :

$$(C7A)_{16} = 12 \times 16^2 + 7 \times 16^1 + 10 \times 16^0 = 128 + 8 + 6 = (3194)_{10}$$

### VI. Conversion des systèmes de numération

La figure suivante récapitule les différentes opérations réalisées avec des nombres de différentes bases

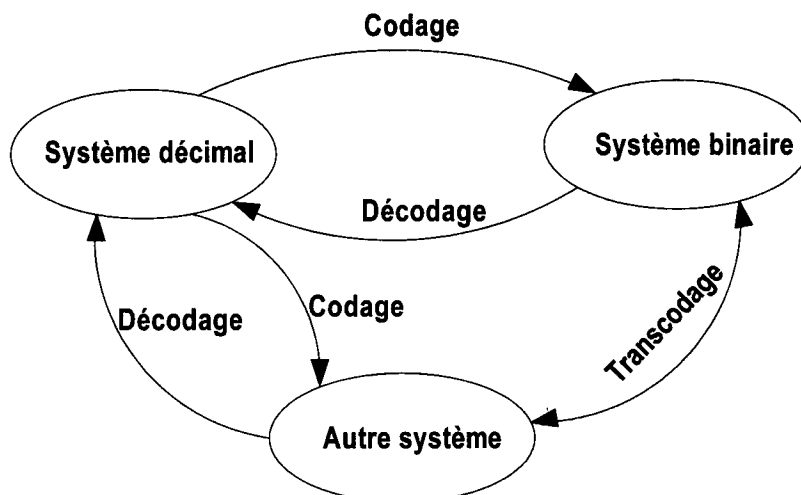


Figure 1



**1. Codage**

**Exercice 18 :**

Relier par une flèche chaque fonction à sa définition

Fonction		Définition
<b>Codage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conversion de deux nombres non décimaux
<b>Décodage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conversion d'un nombre décimal en un nombre ayant une base autre que la base décimale.
<b>Transcodage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Conversion d'un nombre ayant une base non décimale en un nombre décimal.

**Exercice 19 :**

Relier par une flèche chaque fonction à sa méthode de calcul convenable.

Fonction		Définition
<b>Codage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Additionner les pondérations
<b>Décodage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Le calcul est effectué en deux étapes : 1) décoder ; 2) coder
<b>Transcodage</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Le calcul est effectué en deux étapes : 1) appliquer la méthode de la division successive ou l'addition successive ; 2) retrouver le nombre dans la nouvelle base en classant les restes du calcul du bas en haut.

**Cas particuliers du transcodage:**

**Exercice 20 :**

Relier par une flèche chaque fonction à la méthode de calcul convenable

Fonction		Méthode
a) Conversion d'un nombre binaire en un nombre octal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C'est remplacer chaque digits du nombre octal par son équivalent binaire sur 3 bits
b) Conversion d'un nombre hexadécimal en un nombre binaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C'est regrouper le nombre binaire en lots de 3 bits et trouver l'équivalent octal de chaque lot
c) Conversion d'un nombre binaire en un nombre hexadécimal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C'est remplacer chaque signe hexadécimal du nombre par son équivalent binaire sur 4 bits
d) Conversion d'un nombre octal en un nombre binaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C'est regrouper le nombre binaire en lots de 4 bits et trouver l'équivalent hexadécimal de chaque lot

**Exercice 21**

Relier par une flèche chaque nombre à son équivalent

Nombre 1		Nombre équivalent
(321) <sub>8</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (313) <sub>8</sub>
(5AF) <sub>16</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (011 010 001) <sub>2</sub>
(11001011) <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (BC) <sub>16</sub>
(11001011) <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (0101 1010 1111) <sub>2</sub>

**VII.Code binaire naturel ou code binaire pur**

Le code binaire naturel est un code associé au système de numération binaire.

**VIII. Code binaire réfléchi ou code Gray**

Entre deux nombres consécutifs codés binaire naturel, plusieurs variables changent de valeurs à la fois. Alors Entre deux nombres consécutifs codés binaire réfléchis (GRAY), une seule variable change de valeurs.

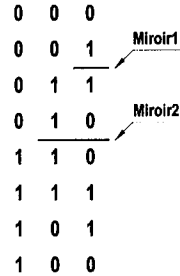
LE code binaire naturel est essentiellement utilisé dans le calcul arithmétique. Le code GRAY est utilisé dans la simplification des fonctions logiques par la méthode GRAPHIQUE

**Construction du code Gray** : Principe de réflexion par miroir

**Pour deux bits**



**Pour trois bits**



**IX. Conversions entre codes binaires (Transcodage)**

**1. Transcodage du binaire naturel en binaire réfléchi**

**Méthode de conversion**

<p>Convertir le nombre binaire naturel <math>(B_i B_{i-1} .. B_2 B_1 B_0)_{BN}</math> en binaire réfléchi <math>(G_i G_{i-1} .. G_2 G_1 G_0)_{BR}</math> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>G_i = B_i</math></li> <li>✓ Si <math>B_i = B_{i-1}</math> alors <math>G_{i-1} = 0</math></li> <li>✓ Si <math>B_i</math> et <math>B_{i-1}</math> ont des valeurs différentes alors <math>G_{i-1} = 1</math></li> </ul>	<p><b>Exercice</b> : Transcoder le nombre binaire naturel <math>(1101)_{BN}</math> en binaire réfléchi</p> <p><b>Solution</b></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: center;"> <tr> <td><math>B_3</math></td> <td></td> <td><math>B_2</math></td> <td></td> <td><math>B_1</math></td> <td></td> <td><math>B_0</math></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>→</td> <td>1</td> <td>→</td> <td>0</td> <td>→</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td></td> <td>↓</td> <td></td> <td>↓</td> <td></td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>G_3</math></td> <td></td> <td><math>G_2</math></td> <td></td> <td><math>G_1</math></td> <td></td> <td><math>G_0</math></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><math>(1101)_{BN} = (1011)_{BR}</math></p>	$B_3$		$B_2$		$B_1$		$B_0$	1	→	1	→	0	→	1	↓		↓		↓		↓	1		0		1		1	$G_3$		$G_2$		$G_1$		$G_0$
$B_3$		$B_2$		$B_1$		$B_0$																														
1	→	1	→	0	→	1																														
↓		↓		↓		↓																														
1		0		1		1																														
$G_3$		$G_2$		$G_1$		$G_0$																														

**2. Transcodage du binaire réfléchi en binaire naturel**

■ **Méthode de conversion**

<p>Convertir le nombre binaire réfléchi <math>(G_i G_{i-1} .. G_2 G_1 G_0)_{BR}</math> en binaire naturel <math>(B_i B_{i-1} .. B_2 B_1 B_0)_{BN}</math> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>B_i = G_i</math></li> <li>✓ Si <math>B_i = G_{i-1} \rightarrow B_{i-1} = 0</math></li> <li>✓ Si <math>B_i</math> et <math>G_{i-1}</math> ont des valeurs différentes <math>\rightarrow B_{i-1} = 1</math></li> </ul>	<p><b>Exercice</b> : Transcoder le nombre binaire réfléchi <math>(1011)_{BR}</math> en binaire naturel</p> <p><b>Solution</b></p> <div style="text-align: center;"> <p><math>(1011)_{BR} = (1101)_{BN}</math></p> </div>
--	--

**X. Code B.C.D (Binary Coded Décimal)**

Le code B.C.D (ou .D.C.B : Décimal Codé en Binaire en français) est le code le plus utilisé. Dans ce code, chaque chiffre du nombre décimal est codé individuellement sur quatre bits (quartet).

# Leçon A1-2 : Codes alphanumériques

## Résumé du cours

### I. Code ASCII

Le code ASCII est un code alphanumérique. Il est très utilisé dans les systèmes de traitement de l'information. On désigne par ASCII : American Standard Code for Information Interchange. Ce code est adopté comme standard dans les années 60.

Le tableau du code ASCII standard est le suivant :

B <sub>6</sub>	0	0	0	0	1	1	1	1
B <sub>5</sub>	0	0	1	1	0	0	1	1
B <sub>4</sub>	0	1	0	1	0	1	0	1

B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0
1	1	1	1

NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
STX	DC2	"	2	B	R	b	r
ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
BS	CAN	(	8	H	X	h	x
HT	EM	)	9	I	Y	i	y
LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
VT	ESC	+	;	K	]	k	}
FF	FS	,	<	L	\	l	
CR	GS	-	=	M	[	m	{
SO	RS	.	>	N	^	n	~
SI	US	/	?	O	_	o	DEL

### Exercice 20 : Coder en ASCII

- Ton nom
- Ton prénom
- Ton équipe préférée

### II. Code à barres

- Exemple : les codes EAN 13 (European Article Numbering à 13 chiffres)

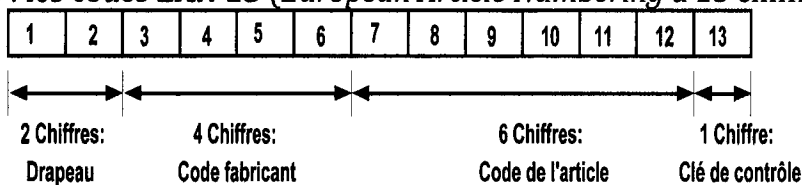


Figure A1-1\_3

Comment décoder un code à barre ?

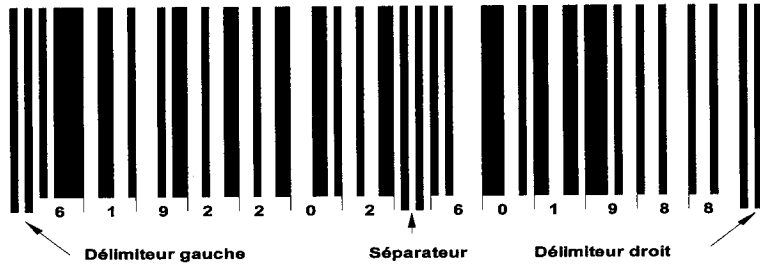


Figure A1-1\_4

Tableau de codage

	Entre délimiteur gauche et séparateur							Entre séparateur et délimiteur droit						
0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
2	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
3	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
5	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
8	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0

Entre le délimiteur gauche et le séparateur :

Codage du 1<sup>er</sup> chiffre (le 6) : Ce codage s'effectue sur un champ de 7 espaces élémentaires d'une largeur de 0.5 mm :

✓ **Blanc** : équivalent à 0 logique.

✓ **Noir** : équivalent à 1 logique.

**Exercice 22 :**

Convertir en code à barre

a) 619 (code du drapeau)

b) 601988 (code d'un article)

Solution

Code à barre de 619

(0101111)Code à barres = 6

(0011001)Code à barres = 1

(0001011)Code à barres = 9

Code de l'article : 601988

(1010000)Code à barres = 6

(1110010)Code à barres = 0

(1100110)Code à barres = 1

(1110100)Code à barres = 9

(1001000)Code à barres = 8

*Exercices résolus*



**Exercice 1**

- a. Coder le nombre  $(37)_{10}$  en binaire.
- b. Coder le nombre  $(112)_{10}$  en binaire.

**Exercice 2**

- a. Coder le nombre  $(37)_{10}$  en octal.
- b. Coder le nombre  $(112)_{10}$  en octal.

**Exercice 3**

- a. Coder le nombre  $(37)_{10}$  en hexadécimal.
- b. Coder le nombre  $(59)_{10}$  en hexadécimal.

**Exercice 4**

- a. Décoder le nombre binaire  $(100101)_2$
- b. Décoder le nombre binaire  $(11011)_2$

**Exercice 5**

- a. Décoder le nombre octal  $(45)_8$
- b. Décoder le nombre octal  $(146)_8$

**Exercice 6**

- a. Décoder le nombre hexadécimal  $(25)_{16}$
- b. Décoder le nombre hexadécimal  $(A5F)_{16}$

**Exercice 7**

- a. Transcoder le nombre octal  $(261)_8$  en binaire.
- b. Transcoder le nombre octal  $(1047)_8$  en binaire.

**Exercice 8**

- a. Transcoder le nombre binaire  $(11010110101000)_2$  en octal.
- b. Transcoder le nombre binaire  $(100000111010110)_2$  en octal.

**Exercice 9**

- a. Transcoder le nombre hexadécimal  $(A5F)_{16}$  en binaire.
- b. Transcoder le nombre hexadécimal  $(20C)_{16}$  en binaire.

**Exercice 10**

- a. Transcoder le nombre binaire  $(1101110010011010)_2$  en hexadécimal.
- b. Transcoder le nombre binaire  $(1001110010001111)_2$  en hexadécimal.

**Exercice 11**

- a. Décoder le nombre  $(1001\ 0101\ 0110\ 0001)_{BCD}$ .
- b. Décoder le nombre  $(0111\ 0100\ 0000\ 0011)_{BCD}$ .

**Exercice 12**

- a. Coder en B.C.D le nombre décimal 801
- b. Coder en B.C.D le nombre décimal 3796 :

**Exercice 13**

- a. Transcoder le nombre binaire naturel  $(111)_{BN}$  en binaire réfléchi.
- b. Transcoder le nombre binaire naturel  $(1010)_{BN}$  en binaire réfléchi.

**Exercice 14**

- a. Transcoder le nombre binaire réfléchi  $(1010)_{BR}$  en binaire naturel.
- b. Transcoder le nombre binaire réfléchi  $(1111)_{BR}$  en binaire naturel.

**Exercice 15**

Convertir en ASCII les données suivantes

- a) Gray ;
- b) Ton nom ;
- c) Ton prénom ;
- d) Ta classe ;
- e) Ton établissement ;
- f) Ta région ;
- g) Ton équipe préférée.



## Chapitre A2 : LA LOGIQUE COMBINATOIRE

### 1 Résumé du cours

#### 1) Définitions

##### Logique combinatoire

Une logique est appelée **combinatoire** si les variables de sortie ne dépendent que des variables d'entrée. C'est-à-dire à une combinaison des variables d'entrées correspond une et une seule combinaison des variables de sortie.

##### Méthode de résolution des problèmes de logique combinatoire

La méthode de résolution d'un problème de logique combinatoire consiste à :

- 1) établir la table de vérité ;
- 2) simplifier les équations par la méthode graphique ou algébrique ;
- 3) construire un schéma de câblage ou un logigramme.

##### Table de vérité

Dans une logique combinatoire, la table de vérité est un tableau dans lequel sont indiquées les différentes combinaisons des valeurs binaires des variables d'entrée. A chaque combinaison d'entrée correspond un seul état logique de chaque variable sortie.

##### Simplifications des équations logiques

Simplifier une équation c'est exprimer cette équation sous une forme réduite tout en assurant la fonction prédéfinie. On distingue deux méthodes de simplification des équations logiques :

- simplification graphique par le tableau de Karnaugh
- simplification algébrique en utilisant les propriétés des fonctions logiques.

#### 2) Simplification graphique

Un tableau de Karnaugh est composé de  $2^n$  cases. Chaque case correspond à une combinaison des variables d'entrées. (n) est le nombre de variables d'entrée.

La méthode de simplification graphique consiste à regrouper des cases adjacentes en groupes de  $2^p$  cases. (p) est un entier naturel. Un groupement de  $2^p$  cases élimine un nombre (p) variables de l'équation à simplifier. C'est-à-dire, un groupement de  $2^3$  cases élimine 3 variables de l'équation à simplifier.

##### Avertissement

Il arrive d'avoir des cases vides dans un tableau de Karnaugh. On écrit ( $\Phi$ ) dans les cases vides. Le signe  $\Phi$  est considéré 0 ou 1. Ces cases peuvent être utilisées dans le but de simplifier davantage l'équation logique à déterminer.

##### Rappel

##### Etat logique

Un état logique d'une variable est soit "**vrai**", soit "**faut**". On affecte (1) à l'état « vrai » et (0) à « faut »

##### Variables d'entrée

Ce sont les variables de commande des sorties. Ils sont des interrupteurs, boutons poussoirs, des capteurs et des contacts auxiliaires. Les valeurs binaires de ces variables sont soit 0 soit 1.

**Variables de sortie**

Ce sont les actionneurs et les préactionneurs. Ils sont des moteurs, des lampes, des vérins, des contacteurs, etc. Les valeurs binaires de ces variables sont soit 0 soit 1.

**Fonction logique**

Une fonction logique exprime une variable de sortie en fonction des variables d'entrées.

**Opérateur logique**

Un opérateur logique permet de réaliser une opération sur des nombres binaires (« • » ; « + »).

**Logigramme**

Le logigramme est un schéma représenté par des symboles logiques.

**Méthode de construction des logigrammes avec des fonctions logiques universelles à deux entrées**

**a) Logigramme avec des fonctions logiques universelles NAND ( | ) à deux entrées**

- Ecrire l'équation sous la forme d'une somme de deux produits à deux termes chacun (chaque produit)
- Remplacer chaque opérateur logique par NAND et les variables complémentées par NAND.

**Exemples**

<i>Fonction logique Exprimée avec les opérateur logiques</i>	<i>Méthode de transformation</i>	<i>Fonction logique exprimée avec l'opérateur NAND (   )</i>
$S = a.b + c.d$	Composée d'une somme de deux produits de deux termes	$S = (a   b)   (c   d)$
$S = (\bar{a}.b) + (c.\bar{d})$		$S = ((a   )   b)   (c   (d   ))$
$S = (\bar{a}.b) + (c)$	Multiplier (c) par 1 pour obtenir : $S = (\bar{a}.b) + (c.1)$	$S = ((a   )   b)   (c   1)$
$S = (\bar{a}.bc) + (d)$	Poser $(bc) = X$ $X = ((b   c)   )$ $S = (\bar{a}.X) + (d.1)$	$S = ((a   )   X)   (d   1)$ $S = ((a   )   ((b   c)   ))   (d   1)$

**b) Logigramme avec des fonctions logiques universelles NOR ( ↓ ) à deux entrées**

Ecrire l'équation sous la forme d'un produit de deux sommes à deux termes chacun (chaque produit)

Remplacer chaque opérateur logique par NOR et les variables complémentées par NOR.

**Exemples**

<i>Fonction logique Exprimée avec les opérateur logiques</i>	<i>Méthode de transformation</i>	<i>Fonction logique exprimée avec l'opérateur NAND ( \ )</i>
$S = (a+b).(c+d)$	Composée d'une somme de deux produits de deux termes	$S = (a ↓ b) ↓ (c ↓ d)$
$S = (\bar{a} + b).(c + \bar{d})$		$S = ((a ↓ ) ↓ b) ↓ (c ↓ (d ↓ ))$
$S = (\bar{a} + b).(c)$	Ajouter 0 à c pour obtenir : $S = (\bar{a} + b).(c + 0)$	$S = ((a ↓ ) ↓ b) ↓ (c ↓ (0))$
$S = (\bar{a} + b + c).(d)$	Poser $(b+c) = X$ $X = (b ↓ c) ↓$ $S = (\bar{a} + X).(d + 0)$	$S = ((a ↓ ) ↓ X) ↓ (d ↓ 0)$ $S = ((a ↓ ) ↓ ((b ↓ c) ↓ )) ↓ (d ↓ 0)$

**Exercices de compréhension**

**Exercices 1**

Relier par une flèche chaque fonction à son symbole

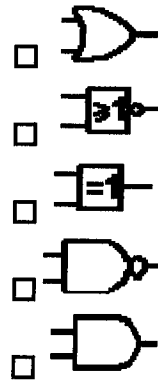
Fonction OU

Fonction ET

Fonction NAND

Fonction NOR

Fonction XOR



**Exercices 2**

Relier par une flèche chaque opérateur à sa désignation

(+)

Opérateur (OU exclusif)

(•)

Opérateur (OU)

(|)

Opérateur (ET)

(↓)

Opérateur (NAND)

(⊕)

Opérateur (ET inclusif)

(⊗)

Opérateur (NOR)

**Exercice 3**

Relier par de flèche chaque à sa désignation

Lampe

Interrupteur

Combinaison d'Interrupteurs

Moteur

Bouton- poussoir

Sonnerie

Fonction logique

Variable de sortie

Variable logique d'entrée

**Exercice 4 : Cocher la bonne réponse**

Les tableaux de Karnaugh sont surtout utilisés :

pour déterminer des équations logiques

pour vérifier des équations

pour transcrire des équations logiques

pour simplifier des équations logiques

**Exercices d'application**

Simplification graphique (tableau de Karnaugh)

Tableau de Karnaugh de A à Z

**Exercice 1**

Déterminer l'équation simplifiée de la sortie  $X_i$  dans chacun des cas suivants :

1)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

$X_0$

2)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0

$X_1$

3)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	1	0	0	1
	1	0	0	0	0

$X_2$

4)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	1

$X_3$

5)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	1	1	0
	1	0	0	0	0

$X_4$

6)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0

$X_5$

7)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	1	1	0	0
	1	0	0	0	0

$X_6$

8)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	0	0
	1	1	1	0	0

$X_7$

9)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0

$X_8$

10)

$a_1 a_0$		00	01	11	10
$a_2$	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	1

$X_9$

11)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1

$X_{10}$

12)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0

$X_{11}$

13)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0

$X_{12}$

14)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0

$X_{13}$

15)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0

$X_{14}$

16)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1

$X_{15}$

17)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$X_{16}$

18)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1

$X_{17}$

19)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

$X_{18}$

20)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

$X_{19}$

21)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	0
1	1	1	1	0

$X_{20}$

22)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	1	1	1

$X_{21}$

23)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1

$X_{22}$

24)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	0	1	1
1	1	0	1	1

$X_{23}$

25)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$X_{24}$

26)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	0	0	1

$X_{25}$

27)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	$\emptyset$	$\emptyset$	1
1	1	$\emptyset$	$\emptyset$	1

$X_{26}$

28)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$

$X_{27}$

29)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	1	$\emptyset$	$\emptyset$	0
1	1	$\emptyset$	$\emptyset$	0

$X_{28}$

30)

$a_2 \backslash a_1 a_0$	00	01	11	10
0	0	$\emptyset$	0	$\emptyset$
1	$\emptyset$	1	1	$\emptyset$

$X_{29}$



31)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_2$	0	1	0	0	$\emptyset$
	1	1	$\emptyset$	0	$\emptyset$

$X_{30}$

32)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_2$	0	0	$\emptyset$	0	$\emptyset$
	1	1	0	0	$\emptyset$

$X_{31}$

**Exercice 2**

Déterminer l'équation simplifiée de la sortie  $Y_i$  dans chacun des cas suivants :

1)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	1	1	0	0
	01	1	1	0	0
	11	1	1	0	0
	10	1	1	0	0

$Y_0$

2)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	0	1	1	0
	01	0	1	1	0
	11	0	1	1	0
	10	0	1	1	0

$Y_1$

3)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	0	0	1	1
	01	0	0	1	1
	11	0	0	1	1
	10	0	0	1	1

$Y_2$

4)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	1	0	0	1
	01	1	0	0	1
	11	1	0	0	1
	10	1	0	0	1

$Y_3$

5)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	1	1	1	1
	01	1	1	1	1
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

$Y_4$

6)

		$a_1 a_0$			
		00	01	11	10
$a_3 a_2$	00	0	0	0	0
	01	1	1	1	1
	11	1	1	1	1
	10	0	0	0	0

$Y_5$

7)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	0	0	0	0
01	00	0	0	0	0
11	00	1	1	1	1
10	00	1	1	1	1

$Y_6$

8)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	1	1	1	1
01	00	0	0	0	0
11	00	0	0	0	0
10	00	1	1	1	1

$Y_7$

9)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	0	1	1	0
01	00	0	1	1	0
11	00	1	1	1	1
10	00	1	1	1	1

$Y_8$

10)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	1	1	1	1
01	00	0	1	1	0
11	00	0	1	1	0
10	00	1	1	1	1

$Y_9$

11)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	0	1	1	0
01	00	1	1	1	1
11	00	1	1	1	1
10	00	0	1	1	0

$Y_{10}$

12)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	1	1	1	1
01	00	1	1	1	1
11	00	0	1	1	0
10	00	0	1	1	0

$Y_{11}$

13)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	0	1	1	0
01	00	1	0	0	1
11	00	1	1	1	1
10	00	0	1	1	0

$Y_{12}$

14)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	00	1	1	0	0
01	00	1	1	0	0
11	00	0	0	1	1
10	00	0	0	1	1

$Y_{13}$

15)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0	1
01	0	0	1	0	1
11	0	0	1	0	1
10	0	0	1	0	1

$Y_{14}$

16)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0	1
01	0	0	1	0	1
11	0	0	0	0	0
10	0	0	1	0	1

$Y_{15}$

17)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0	0
01	0	0	1	1	0
11	0	0	1	1	0
10	0	0	0	0	0

$Y_{16}$

18)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0	1
01	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	1

$Y_{17}$

19)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0	0
01	0	1	0	1	1
11	0	1	0	1	1
10	0	1	0	0	1

$Y_{18}$

20)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0	1
01	0	1	1	1	1
11	0	0	1	1	0
10	0	1	0	0	1

$Y_{19}$

21)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	1	0
01	0	1	0	0	1
11	0	1	0	0	1
10	0	0	1	1	0

$Y_{20}$

22)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0	1
01	0	0	1	1	0
11	0	0	1	1	0
10	0	1	0	0	1

$Y_{21}$

23)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0

$Y_{22}$

24)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	1	0	0
11	0	0	1	1
10	0	0	1	1

$Y_{23}$

25)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	1	1	1
11	1	1	1	0
10	1	1	0	0

$Y_{24}$

26)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	1	1	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	1

$Y_{25}$

27)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	0	0	0
11	0	0	0	1
10	0	0	1	1

$Y_{26}$

28)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	0	1
11	1	0	0	0
10	1	1	0	0

$Y_{27}$

29)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$Y_{28}$

30)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$Y_{29}$

31)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$Y_{30}$

32)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$Y_{31}$

33)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	0	1	1
10	0	0	1	1

$Y_{32}$

34)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$Y_{33}$

35)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	0	∅	1	∅
01	0	∅	1	∅
11	0	∅	1	∅
10	0	∅	1	∅

$Y_{34}$

36)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	∅	1	∅	0
01	∅	1	∅	0
11	∅	1	∅	0
10	∅	1	∅	0

$Y_{35}$

37)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	∅	∅	1	0
01	∅	1	1	0
11	1	∅	∅	0
10	∅	∅	1	0

$Y_{36}$

38)

$a_3 a_2$	$a_1 a_0$			
	00	01	11	10
00	∅	1	∅	0
01	∅	1	1	1
11	∅	1	∅	0
10	∅	1	∅	0

$Y_{37}$

39)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
00	00	1	0	1	0	0	1	0	1
	01	1	0	1	0	0	1	0	1
11	11	1	0	1	0	0	1	0	1
	10	1	0	1	0	0	1	0	1

**Y<sub>38</sub>**

40)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
00	00	1	0	1	0	0	1	0	1
	01	1	0	1	0	0	1	0	1
11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0

**Y<sub>39</sub>**

41)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
00	00	1	1	1	1	1	1	1	1
	01	1	1	1	1	1	1	1	1
11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0

**Y<sub>40</sub>**

42)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
00	00	1	1	1	1	1	1	1	1
	01	0	0	0	0	0	0	0	0
11	11	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0

**Y<sub>41</sub>**

43)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
00	00	0	0	0	0	1	1	1	1
	01	1	1	1	1	0	0	0	0
11	11	0	0	0	0	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	0	0	0	0

**Y<sub>42</sub>**



44)

		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1					1	1
1	1	1	1					1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

$Y_{43}$

45)

		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	∅	∅	1	1	1	1	∅	∅
0	1	∅	∅	∅	∅	-	∅	∅	∅
1	1	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
1	0	∅	∅	1	1	1	1	∅	∅

$Y_{44}$

46)

		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	∅	∅	1	1	1	1	∅	∅
0	1	∅	∅	∅	∅	0	∅	∅	∅
1	1	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
1	0	∅	0	1	1	1	1	∅	∅

$Y_{45}$

47)

		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	∅	∅	1	0	0	1	∅	∅
0	1	∅	∅	∅	∅		∅	∅	∅
1	1	∅	∅	0	∅	∅	0	∅	∅
1	0	∅	∅	1	0	0	1	∅	∅

$Y_{46}$

48)

		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1	0	0

$Y_{47}$

49)

$S_3 S_2$		$S_3 S_1 S_0$							
$S_3$	$S_2$	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1

Y<sub>48</sub>

**Exercice 3 :**

Soit les tables de vérités suivantes :

- 1) Donner les expressions des sorties des différents table de vérité sous leur première forme canonique (en groupant les « 1 » : somme des produits).
- 2) Donner les expressions des sorties des différents table de vérité sous leur deuxième forme canonique (en groupant les « 0 » : produit des sommes).

T1

S2	S1	S0	M0
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

T2

S2	S1	S0	M1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

T3

S2	S1	S0	M1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

T4

S2	S1	S0	M2
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

T5

S2	S1	S0	M2
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

T6

S2	S1	S0	M2
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

**Exercice 4 :**

<p>Déterminer l'équation de S sous sa première forme canonique en fonction de A,B et C.</p>	<p>Donner les équations de S1, S2 et S3</p>

**Exercice 5 :**

On donne l'équation logique des variables de sortie  $H_1 = (a + b) \cdot c$  et  $H_2 = (a + b) \cdot (a + c)$

1. Tracer le électrique à contacts de  $H_1$  et  $H_2$
2. a- Tracer le logigramme de  $H_1$  et  $H_2$  en utilisant les fonctions logiques de base.  
b- Donner le nombre de circuits intégrés à utiliser.
3. a- Tracer le logigramme de  $H_1$  et  $H_2$  en utilisant les fonctions NOR.  
b- Donner le nombre de circuits intégrés à utiliser.
4. a- Tracer le logigramme de  $H_1$  et  $H_2$  en utilisant les fonctions NAND.  
b- Donner le nombre de circuits intégrés à utiliser.

**Exercice 6 :**

Soit la table de vérité suivante :

a	b	c	d	X	Y	Z
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	-	-	-
0	1	0	0	-	-	-
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	-	-	-
0	1	1	1	-	-	-
1	0	0	0	-	-	-
1	0	0	1	-	-	-
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	-	-	-
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	0

1. Simplifier les équations logiques des sorties X, Y et Z graphiquement.
2. Donner le logigramme de X, Y et Z en utilisant que les fonctions logiques de base.
3. a. Écrire les sorties de X, Y et Z en utilisant que des opérateurs NAND à deux entrées.  
b. Donner le logigramme de X, Y et Z en utilisant que les portes logiques NAND.
4. a. Écrire les sorties de X, Y et Z en utilisant que des opérateurs NOR à deux entrées.  
b. Donner le logigramme de X, Y et Z en utilisant que les portes logiques NOR.

**Problèmes**

**Problème 1: Indicateur de niveaux d'un liquide dans un réservoir**

Soient deux réservoirs R1 et R2 dont le niveau pour chacun est contrôlé par un détecteur de niveau haut ( a pour R1, b pour R2 ) et un détecteur de niveau bas ( c pour R1, d pour R2 ). On écrira a, b, c, d, lorsqu'il y aura du liquide et  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}$  en l'absence de liquide. On dispose de trois voyants V1, V2, V3, qui fonctionnent dans les conditions suivantes:  
V1 = 1 si les deux réservoirs sont pleins.

V2 = 1 si les deux réservoirs sont vides.

V3 = 1 dans tous les autres cas (réservoir à moitié plein ou un réservoir plein un autre vide...).

Un certain nombre de combinaisons sont technologiquement impossibles, les sorties V1, V2, V3, prendront dans ces cas une valeur indéterminée ( $\Phi$ ).

- 1) Etablir la table de vérité de ce système.
- 2) Déterminer les équations logiques simplifiées.
- 3) Réaliser le logigramme de V1, V2, V3 avec des portes NAND.

a) Compléter la table de vérité suivante :

a	b	c	d	V1	V2	V3
0	0	0	0			
0	0	0	1			
0	0	1	0			
0	0	1	1			
0	1	0	0			
0	1	0	1			
0	1	1	0			
0	1	1	1			
1	0	0	0			
1	0	0	1			
1	0	1	0			
1	0	1	1			
1	1	0	0			
1	1	0	1			
1	1	1	0			
1	1	1	1			

b) Déterminer les équations simplifiées de V1, V2 et V3

	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

**Problème 2 : Monte-charge automatique**

Un monte charge permet de monter des caisses pleines et de faire descendre les caisses vides.

Les caisses pleines pèsent entre 100kg et 120kg. Vides, elles pèsent de 6kg à 8kg.

Le monte-charge est un système de pesage à ressorts et 4 capteurs :

a	b	c	d		Monte-charge
0	0	0	0	Charge = 0 kg	Ne doit pas bouger
1	0	0	0	Charge > 5 kg	Peut descendre (D) si charge < 9kg
1	1	0	0	Charge > 9 kg	Ne doit pas bouger si charge < 95kg
1	1	1	0	Charge > 95 kg	Peut monter (M) si charge < 125 kg
1	1	1	1	Charge > 125 kg	Ne doit pas bouger, alarme (A = 1)

Etablir la table de vérité pour D, M et A en fonction de a, b, c et d :

a	b	c	d	D	M	A
0	0	0	0			
1	0	0	0			
1	1	0	0			
1	1	1	0			
1	1	1	1			

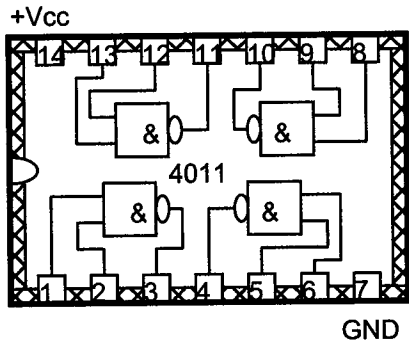


3- Représenter le Schéma électrique à contacts

II. ETUDE DES CIRCUITS LOGIQUES ( 2 ) & ( 3 ) :

La commande de la montée OU de la descente de la charge ; une lampe Verte ( V ) s'allume .  
De même le déplacement du palan à gauche OU à droite ; une lampe Rouge ( R ) s'allume .

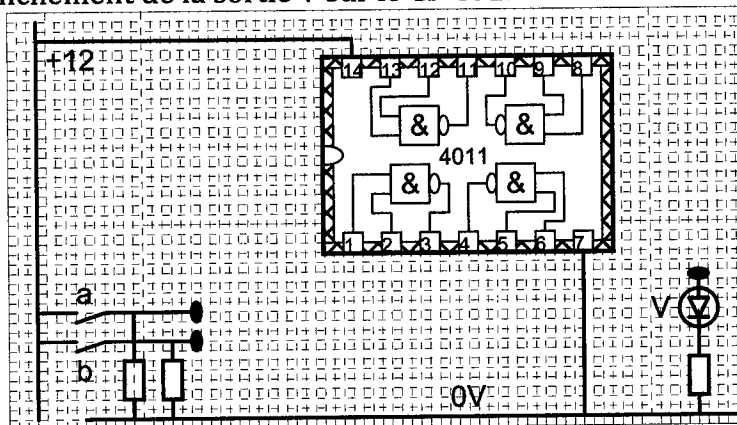
1. Ecrire les équations de V et de R en fonction des variables ( a , b , c , d )
2. On voudrais réaliser le câblage de V avec un seul CI 4011 dont le brochage est le suivant :



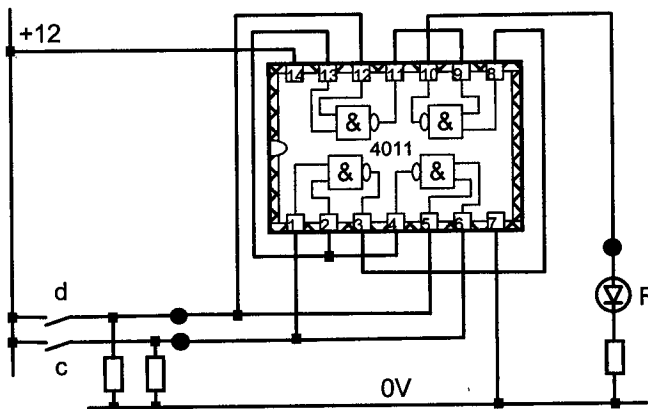
**N.B :**

$$x \cdot \bar{y} = x \cdot (\bar{x} + \bar{y})$$

- 2.1. Exprimer la fonction V à l'aide des opérateurs NAND à deux entrées
- 2.2. Tracer le logigramme de la sortie V
- 2.3. Effectuer le branchement de la sortie V sur le CI 4011 :



3. Le circuit suivant représente le câblage de la lampe R :



Retrouver le logigramme et l'équation de R

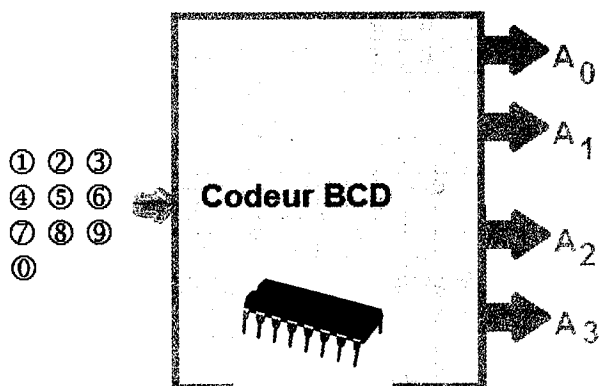
## Leçon A2-2 : LES CIRCUITS COMBINATOIRES

### Résumé du cours

#### 1) Codeur décimal- binaire « codeur BCD »

##### 1) Définition

Un codeur décimal- binaire encore appelé « codeur BCD » est un circuit combinatoire. Il fait convertir un nombre décimal appliqué à l'entrée en un nombre binaire équivalent obtenu en sortie codé dans un quartet (quatre bits).

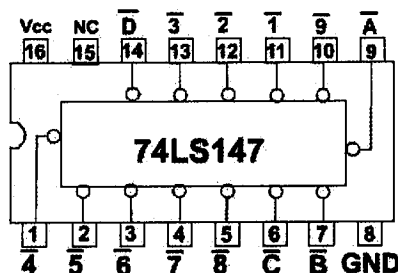
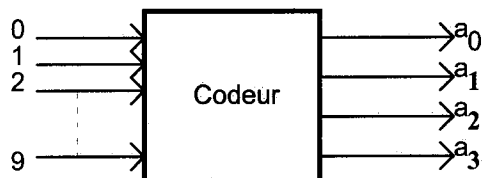


### Exercices résolus

#### Exercice 1

Soit un codeur BCD dont les entrées sont les chiffres du système décimal de 0 à 9 et les sorties sont codées sur un format de 4 bits désignés par  $a_0$  ;  $a_1$  ;  $a_2$  et  $a_3$

- Etablir la table de vérité. Déterminer les équations logiques des variables de sorties du codeur
- Construire le logigramme en utilisant des fonctions logiques de base.
- Tracer le schéma du circuit à base du circuit intégré 74147





**Solution**

a) Table de vérité :

Entrées	Sorties			
	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Equations logiques des sorties :

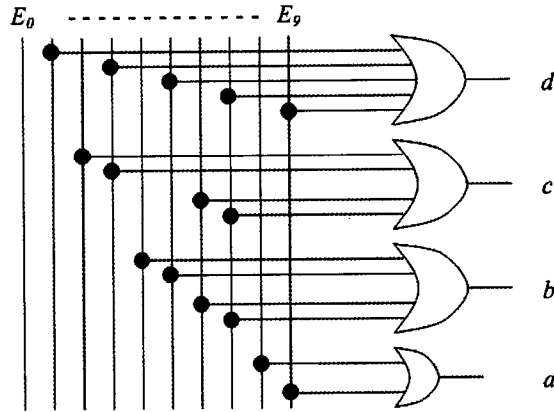
$$a_0 = 1+3+5+7+9$$

$$a_1 = 2+3+6+7$$

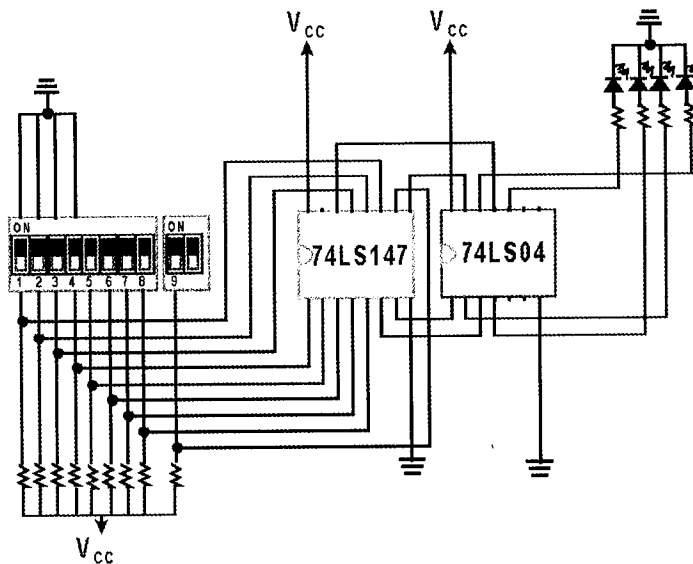
$$a_2 = 4+5+6+7$$

$$a_3 = 8+9$$

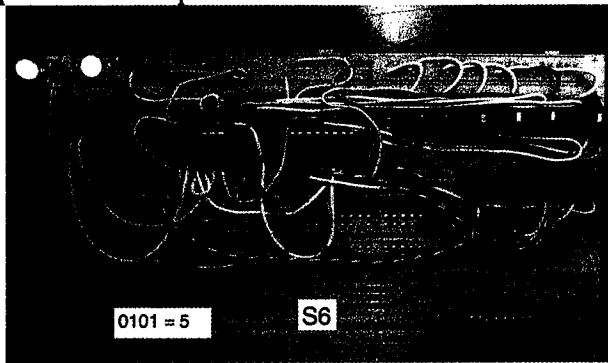
b) Logigramme



c) Schéma de câblage à base du circuit intégré 74147



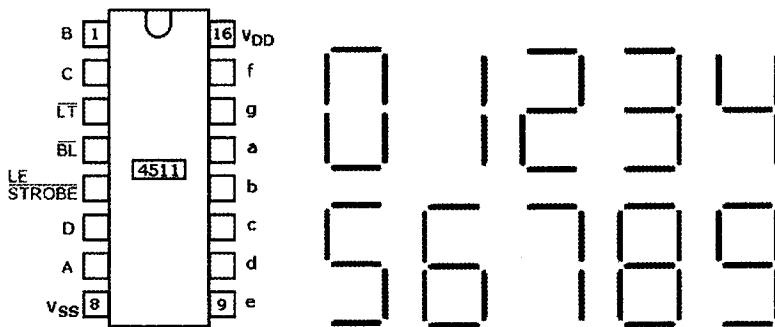
Vérification sur une plaque électronique d'essais.



2) Décodeur BCD-Décimal

Exemple :

Le circuit intégré 4511 délivre des signaux sur les sorties de (a à g) permettant d'alimenter un afficheur à 7 segments afin d'obtenir l'équivalent décimal des nombres binaires appliqués sur les entrées A,B,C et D.



a) Définition

Un décodeur BCD- décimal est un circuit combinatoire permettant de convertir un nombre binaire d'entrée dans un format de 4 bits en un nombre décimal équivalent délivrée en sortie.

b) documents techniques

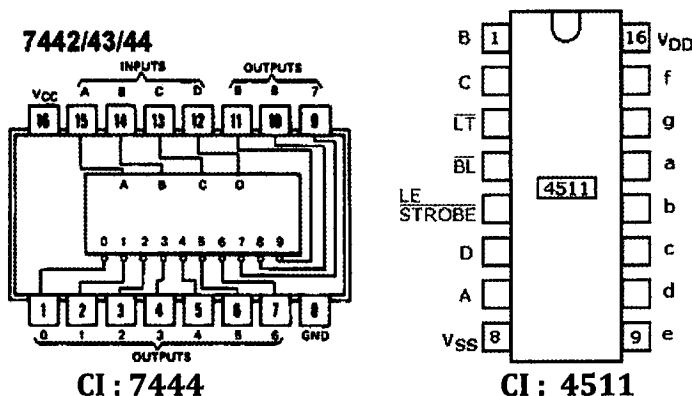


Table de vérité du 7442

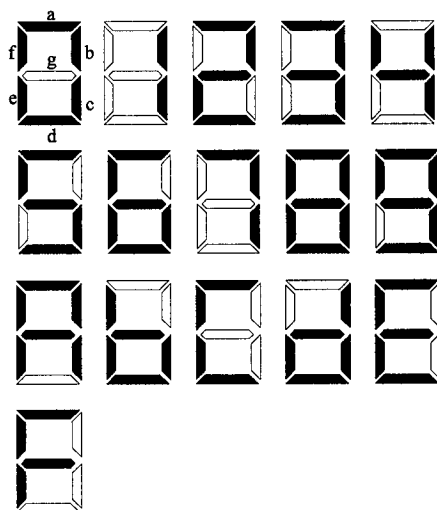
Entrée (équivalent décimal)	Entrée 4 bits				Sortie									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
2	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
3	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H



- Le circuit 74 LS 42 A est un décodeur BCD.
- Le circuit 4511 est un décodeur BCD 7 segments.

Donner la table de vérité des segments en fonction du mot  $(a_3 a_2 a_1 a_0)_2$  et de la valeur décimale.

Valeur	Entrées				Sorties						
	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1							
2	0	0	1	0							
3	0	0	1	1							
4	0	1	0	0							
5	0	1	0	1							
6	0	1	1	0							
7	0	1	1	1							
8	1	0	0	0							
9	1	0	0	1							
10	1	0	1	0							
11	1	0	1	1							
12	1	1	0	0							
13	1	1	0	1							
14	1	1	1	0							
15	1	1	1	1							



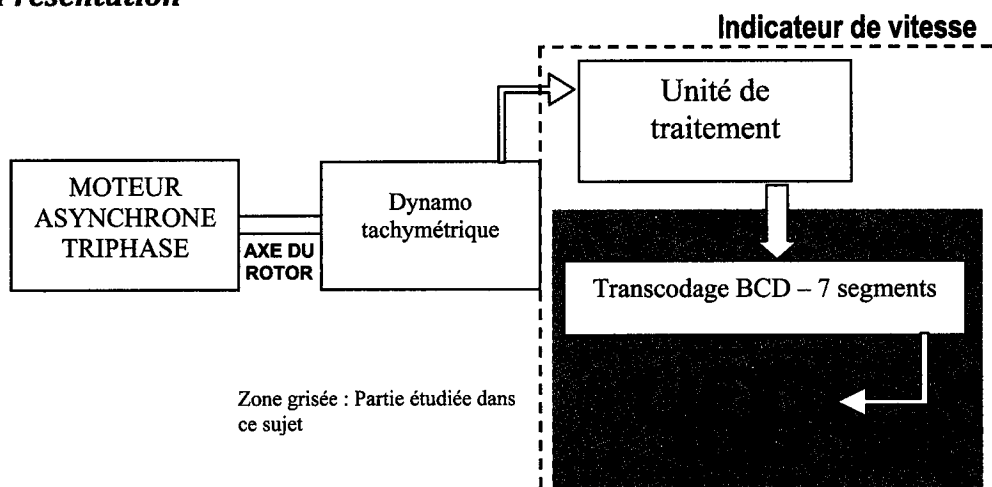
## Exercices de synthèse

### Exercice 1 :

#### Indicateur électronique de vitesse

Le schéma ci-dessous est un schéma structurel d'un indicateur électronique de vitesse d'une machine tournante. Ce schéma est à base d'un transcodeur BCD - 7 segments.

#### I. Présentation

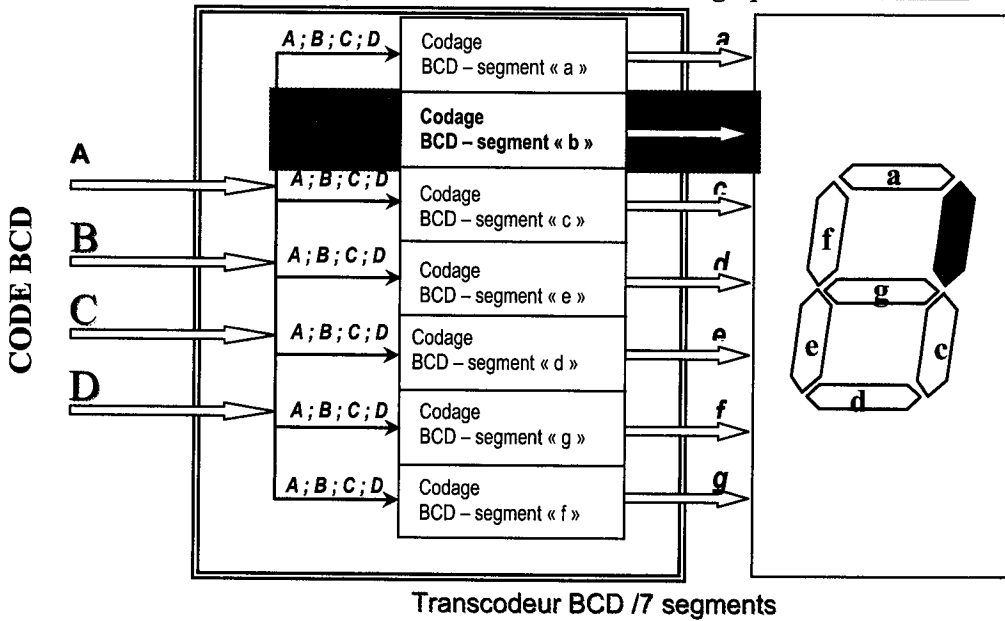


#### II. Principe de fonctionnement :

La vitesse de rotation est captée par une dynamo tachymétrique qui envoie une information analogique vers une unité de traitement de l'indicateur de vitesse. Cette information est convertie en code BCD. Ce code BCD est ensuite codé en 7 segments. Après transcodage,

l'information « vitesse » correspond aux segments à éclairer (voir sur le schéma fonctionnel n°1).

schéma fonctionnel n°2 : transcodage pour 1 afficheur

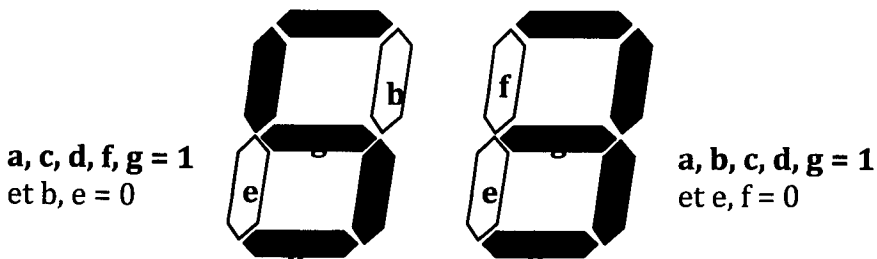


Chaque segment de l'afficheur dépend des quatre variables A, B, C et D.

**Principe du codage :**

- Le codage BCD (Binaire Codé Décimal) permet de coder en binaire les nombres décimaux. Chaque chiffre (de 0 à 9) est codé en binaire sur 4 bits (A, B, C et D). Pour un nombre à 2 chiffres (ex : 53), on aura 4 valeurs binaires pour les dizaines et 4 valeurs binaires pour les unités.
- Chaque codeur, en fonction de ses entrées, fournit 7 variables binaires qui seront soit 0, soit 1. Les sorties ainsi mises à 1 doivent correspondre aux segments des afficheurs à éclairer pour visualiser le chiffre à afficher.

**Exemple :** Pour visualiser le nombre 53, nous aurons en sortie :



**III. Travail demandé**

**III.1. Affichage 7 segments en hexadécimal**

N.B : L'afficheur 7 segments peut afficher les nombres de 0 , ... , 9, A, B, C, D, E, F (hexadécimal).

II.1.a. Compléter la table de vérité de l'afficheur des unités avec la colonne relative à l'affichage des segments, les colonnes variables d'entrée (A, B, C et D), et les colonnes variables de sorties ( a, b, c, d, e, f et g).

Variables d'entrée :				Affichage segments	Variables de sortie : segments						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
				1							
				2							
				6							
				7							
					1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	3							
1	0	1	1	4							
1	1	0	0	5							
1	1	0	1	0							
1	1	1	0	7							
1	1	1	1	8							

III.1.b. Compléter les tableaux de Karnaugh des variables de sorties (a à g), puis donner les équations réduites de ces variables.

	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

a

	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

b

	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

c

	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

d

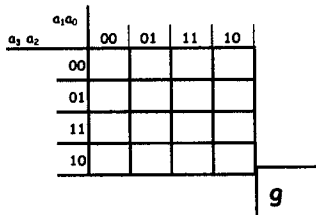
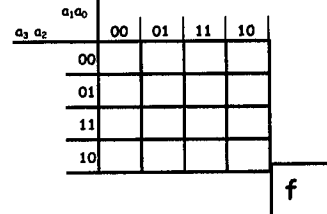
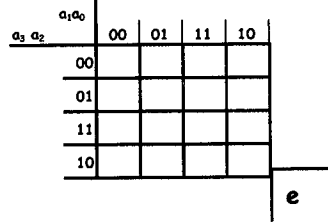
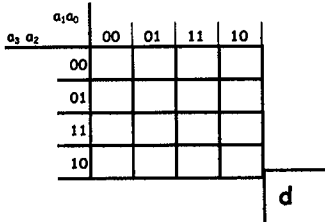
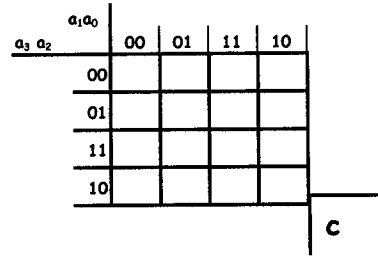
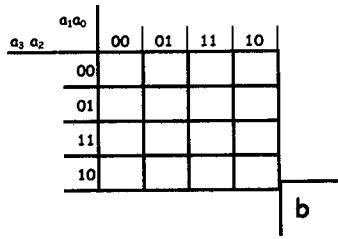
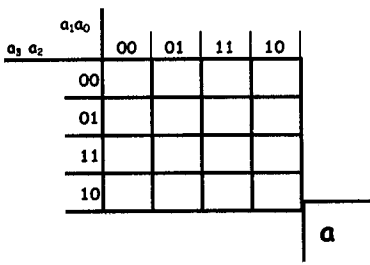
	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

e

	$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$	00				
	01				
	11				
	10				

f

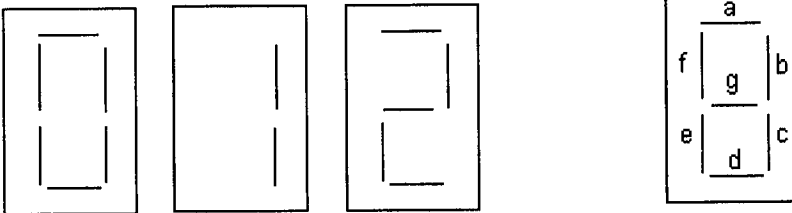




II.1.e. Traduire directement les équations de « a » et « g » en logigramme, puis en langage à contacts.

**Problème :**

Un afficheur 7 segments est commandé par deux interrupteurs T1 et T2. En fonction des états de T1 et T2, cet afficheur indique soit 0 soit 1 soit 2:



Les deux interrupteurs T1 et T2 sont utilisés comme ci-dessous :

T2	T1	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0								
0	1								
1	0								

Déterminer les équations de a, b, c, d, e, f, g en fonction de T1 et T2



# Chapitre A3 : Logique séquentielle

## Leçon A3-1 : LES BASCULES



### ➤ **Résumé du cours**

#### **I) Introduction**

L'élément de base de chaque circuit séquentiel est une mémoire.

#### **II) Les bascules**

Une bascule est un système séquentiel. L'élément de base d'une bascule est, alors, une mémoire.

Il existe quatre types de mémoires :

- ✓ Mémoire à marche prioritaire ;
- ✓ Mémoire à arrêt prioritaire ;
- ✓ Mémoire à priorité au bouton actionné le premier ;
- ✓ Mémoire à priorité au bouton actionné le dernier.

#### **III) Les différents types de bascules**

Selon le mode de commande, on distingue deux types bascules:

- ✓ les bascules asynchrones (bascule RS);
- ✓ les bascules synchrones (JK ; RSH ; D ;T).

les bascules commercialisées sont :

- ✓ La bascule RS asynchrone ;
- ✓ La bascule JK ; D.

#### **Avertissement**

*La bascule T n'est pas commercialisée. Elle est obtenue à partir des autres bascules en appliquant la règle d'équivalence entre les bascules ;*

*Les bascules RSH sont obtenues soit à partir de JK , soit en appliquant la méthode d'étude des circuits séquentiels.*

#### **IV) Méthode d'étude d'un système séquentiel**

Les étapes permettant d'étudier un système séquentiel (une bascule) sont :

- ✓ Table de vérité ;
- ✓ Tableau de Karnaugh ;
- ✓ Equation simplifiée ;
- ✓ Logigramme ;
- ✓ Chronogramme.

#### **V) Identification d'une bascule**

Une bascule est identifiée par :

- ✓ Son symbole ;
- ✓ Sa table de fonctionnement (table de vérité symbolique simplifiée) ;
- ✓ Son diagramme de fluence ;
- ✓ Documents du constructeur (schéma de brochage et tableau de fonctionnement)

## VI) Bascule RS asynchrone

### a) Définition

La bascule RS est une mémoire bistable. Elle est commandée par deux entrées S (SET encore appelée entrée de mise à 1 ou d'enclenchement) et R (RESET encore appelée entrée de mise à 0 ou de déclenchement). La bascule RS comporte deux sorties Q et  $\bar{Q}$ . L'action simultanée sur S et R ( $S = R = 1$ ) engendre un état indéterminé.

### b) Symboles

S est une entrée de mise à 1 encore appelée entrée d'enclenchement : désignée par SET ou  $\epsilon$

R est une entrée de mise à 0 encore appelée entrée de déclenchement : désignée par RESET ou  $\delta$

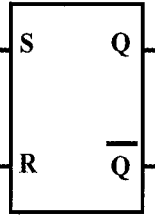


fig. 1

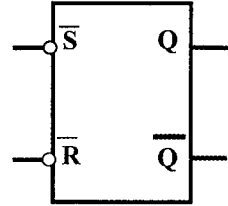


fig. 2

### c) Diagramme de fluence

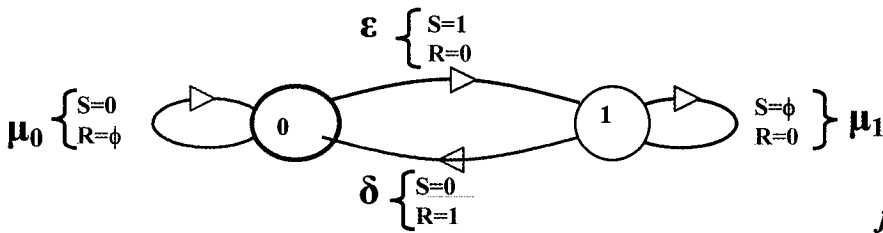


fig. 3

Diagramme de fluence de la bascule RS

### Utilisations d'une bascule RS asynchrone

L'action d'un contact fait apparaître des rebondissements (figure 4).

En électronique, les rebondissements perturbent le fonctionnement des circuits. Il est, donc, nécessaire de trouver un moyen pour se débarrasser de ces rebondissements. Avec une bascule RS asynchrone on résout le problème de rebondissement d'un contact.

La figure 4 donne une idée claire sur les rebondissements : le changement d'état du commutateur (a) engendre des rebondissements au niveau des entrées S et R de la bascule. Ces rebondissements ne sont pas transmis à la sortie Q. Donc, La bascule a supprimé les rebondissements. Elle est appelée un « antirebond ».

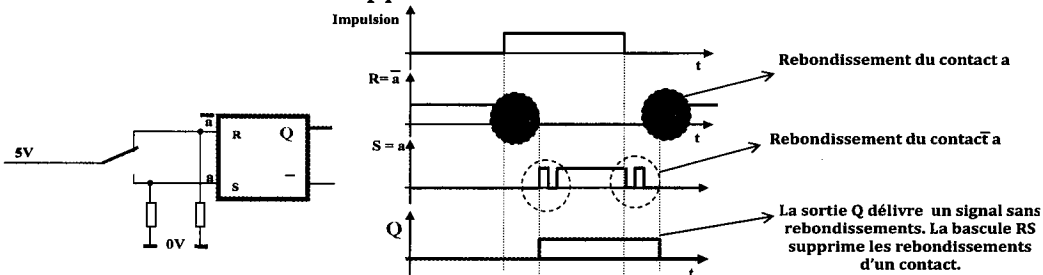


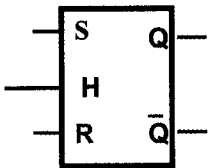
fig. 4

**VII) La bascule synchrone RSH**

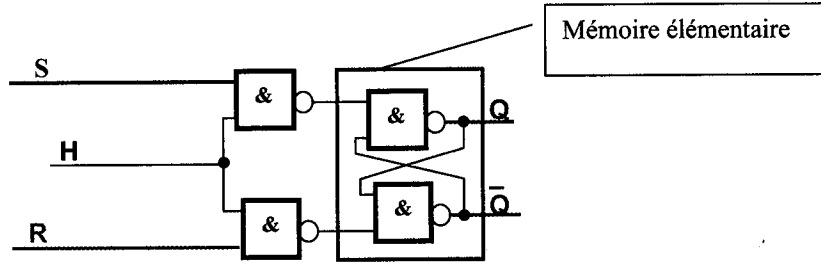
**a) Définition**

La bascule RSH est une mémoire bistable commandée par deux entrées S et R et ayant deux sorties Q et  $\bar{Q}$ . L'enclenchement et le déclenchement ne sont obtenus qu'à la présence du signal d'horloge H. L'action simultanée sur S et R ( $S = R = 1$ ) engendre, à la présence de H, un état indéterminé.

**b) Symboles et logigramme**

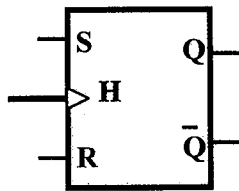


a) bascule RSH.  
H est active au niveau haut



b) logigramme d'une bascule RSH.  
H est active au niveau haut

fig. 5



Bascule RSH active au front montant

fig. 6

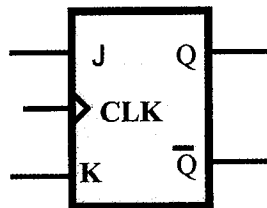
**VIII) Bascule synchrone JK**

**a) Définition**

Une bascule JK est un système séquentiel commandée en mode synchrone par deux entrées J et K à la présence d'un signal d'horloge et ayant deux sorties Q et  $\bar{Q}$ .

L'action simultanée sur J et K engendre, à la présence du signal d'horloge, un changement d'état des sorties.

**b) Symboles**



Bascule JK active au front montant de l'horloge

fig. 7

c) Diagramme de fluence

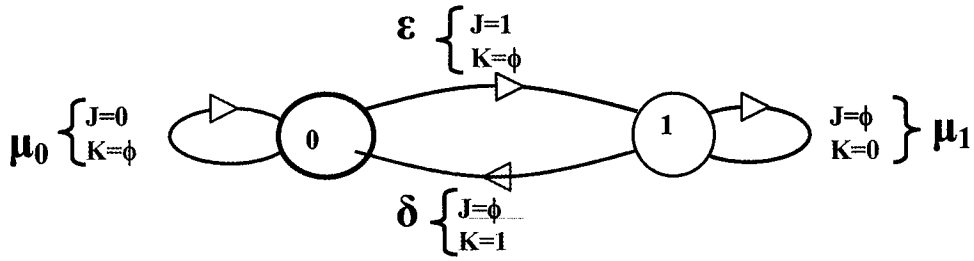


Diagramme de fluence de la bascule JK

fig. 8

IX) Bascule synchrone D

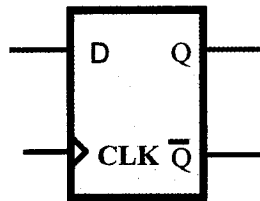
a) Définition

Une bascule D est un système séquentiel commandée par une seule entrées D à la présence d'un signal d'horloge. La bascule D a deux sorties Q et  $\bar{Q}$ .

A chaque front d'horloge, la sortie Q prend la valeur de D.

Si  $D = \bar{Q}$  alors la bascule D change d'état à chaque front d'horloge.

b) Symboles



Bascule D active au front montant de l'horloge fig. 9

c) Diagramme de fluence

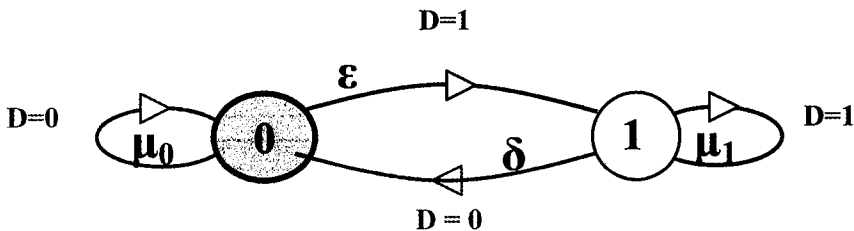


Diagramme de fluence de la bascule D

fig. 10

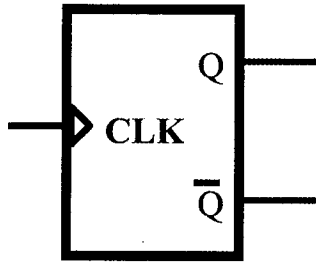
X) Bascule synchrone T

a) Définition

Une bascule T est un système séquentiel commandée par une seule entrée d'horloge. La bascule T a deux sorties Q et  $\bar{Q}$ .

La bascule T change d'état à chaque front d'horloge.

b) Symboles



Bascule T active au front montant de l'horloge

fig. 11

c) Diagramme de fluence

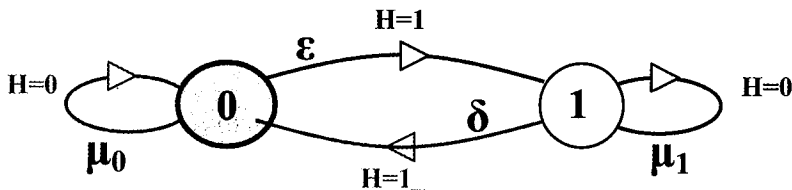
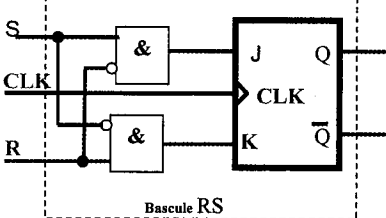
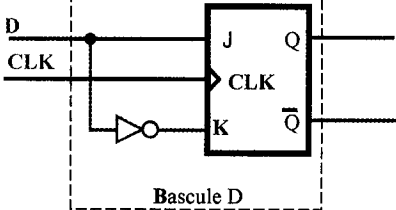
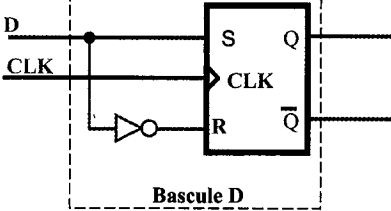


Diagramme de fluence de la bascule T

fig. 12

XI) Règle d'équivalence entre les bascules

<p>a) Si on interdit l'action simultanée sur JK alors la bascule JK est équivalente à RS</p>	 <p style="text-align: center;">Bascule RS</p> <p style="text-align: right;">fig. a</p>
<p>b) Si <math>J = \bar{K} = D</math> alors la bascule JK est équivalente à D</p>	 <p style="text-align: center;">Bascule D</p> <p style="text-align: right;">fig. b</p>
<p>c) Si <math>S = \bar{R} = D</math>, alors la bascule RS est équivalente à D</p>	 <p style="text-align: center;">Bascule D</p> <p style="text-align: right;">fig. c</p>

d) Si  $JK = 11$ , alors la bascule JK est équivalente à T

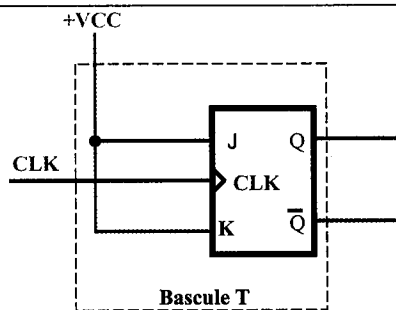


fig. d

e) Si  $D = \bar{Q}$ , alors la bascule D est équivalente à T

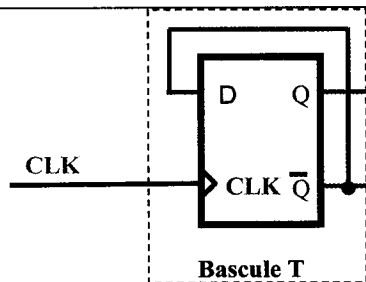


fig. e

fig. 13

### Exercices de compréhension

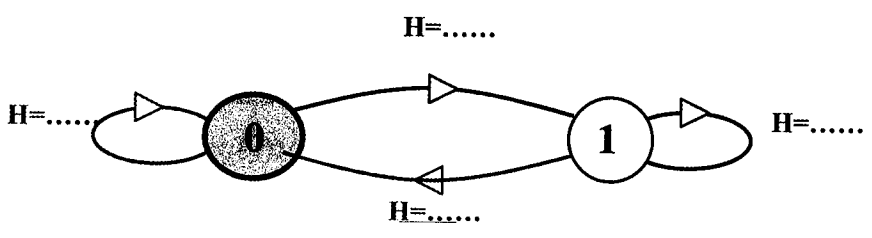
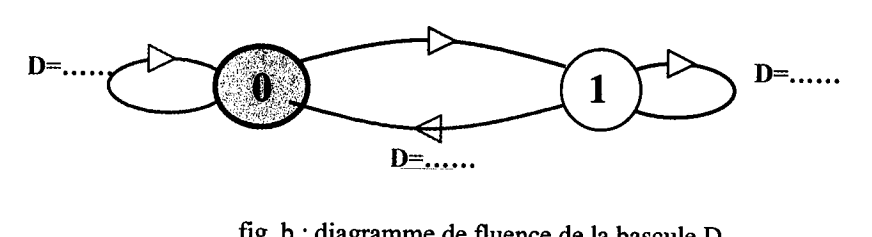
#### Exercice 1

Relier, par une flèche, chaque bascule à sa définition.

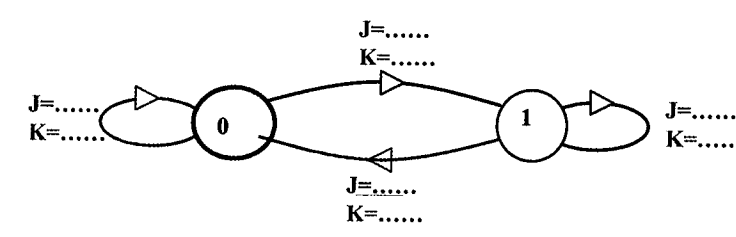
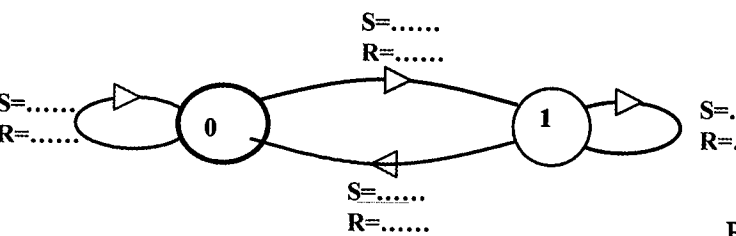
<i>Désignation</i>	<i>Définition</i>
Bascule RS <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé par une seule entrées. Sa sortie prend la valeur de l'entrée à chaque front d'horloge.
Bascule D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé en mode synchrone par deux entrées . A l'action simultanée sur ces deux entrées et à la présence de H, sa sortie change d'état.
Bascule JK <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système commandé seulement par H. Il change d'état à chaque front d'horloge.
Bascule T <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé par deux entrées. L'action simultanée sur ces deux entrées donne un état indéterminé.

**Exercice 2**

1) Compléter le diagramme de fluence des bascules T et D

Désignation	Diagramme de fluence
a) Bascule T	 <p style="text-align: center;">fig. a : diagramme de fluence de la bascule T</p>
b) Bascule D	 <p style="text-align: center;">fig. b : diagramme de fluence de la bascule D</p>

2) Compléter le diagramme de fluence des bascules JK et RS

a) Bascule JK	 <p style="text-align: right;">Fig. 14</p> <p style="text-align: center;">fig. a : diagramme de fluence de la bascule JK</p>
b) Bascule RS	 <p style="text-align: right;">Fig. 15</p> <p style="text-align: center;">fig. b : diagramme de fluence d'une bascule RS</p>

**Exercice 3**

1) En se référant aux tableaux de vérités symboliques, compléter les diagrammes de fluences de T et D.

**Désignation**

**Diagramme de fluence**

a) Bascule T

T	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Symbole
1	0	1	$\epsilon$
0	1	1	$\mu_1$
1	1	0	$\delta$
0	0	0	$\mu_0$

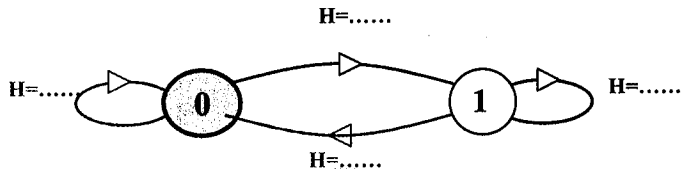


fig. a : diagramme de fluence de la bascule T

b) Bascule D

D	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Symbole
1	0	1	$\epsilon$
1	1	1	$\mu_1$
0	1	0	$\delta$
0	0	0	$\mu_0$

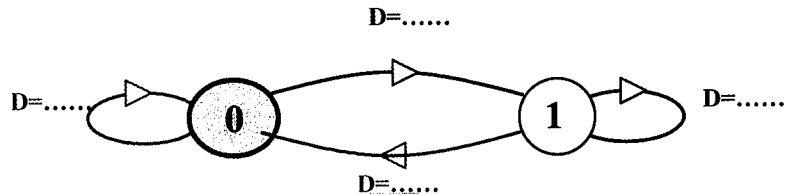


fig. b : diagramme de fluence de la bascule D

**Fig. 16**

2) En se référant aux tableaux de vérités symboliques, compléter les diagrammes de fluences de JK et RS.

a) Bascule JK

J	K	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Symbole
1	$\phi$	0	1	$\epsilon$
$\phi$	0	1	1	$\mu_1$
$\phi$	1	1	0	$\delta$
0	$\phi$	0	0	$\mu_0$

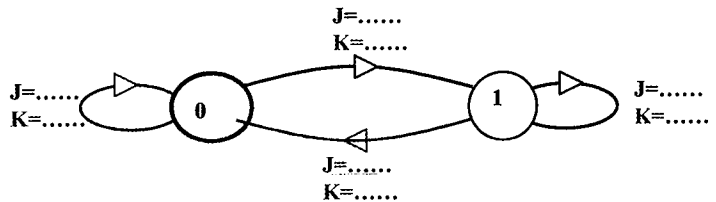


fig. a : diagramme de fluence de la bascule JK

b) Bascule RS

S	R	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Symbole
1	0	0	1	$\epsilon$
$\phi$	0	1	1	$\mu_1$
0	1	1	0	$\delta$
0	$\phi$	0	0	$\mu_0$

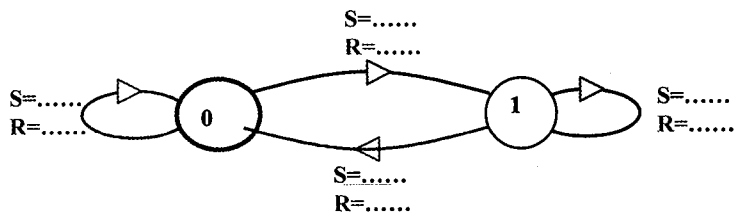


fig. b : diagramme de fluence d'une bascule RS

**Fig. 17**



**Exercice 4**

Donner pour chacun des symboles des figures a ; b ; c et d : le nom de la bascule ; le type du front ; le mode de commandes des entrées de forçage.

**Désignation**

**Symbole**

Bascule .....  
 Front.....  
 Forçage :  $S_D$  et  $R_D$

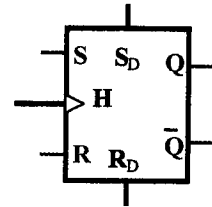


Fig. a

Bascule .....  
 Front.....  
 Forçage : .....

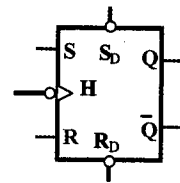


fig.b

Bascule .....  
 Front.....  
 Forçage : .....

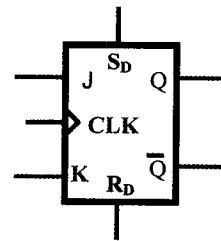


Fig. c

Bascule .....  
 Front.....  
 Forçage : .....

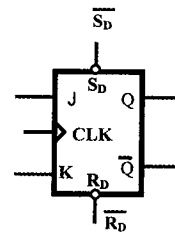


Fig. d

**Fig. 18**

**Exercice 5**

Compléter pour chacun des symboles: le type du front ; le mode de mode de fonctionnement correspondant à chacun des conditions Données.

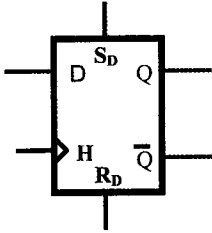
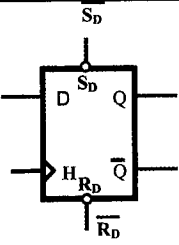
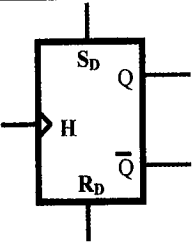
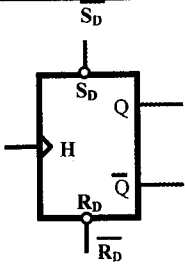
Désignation	Symbole
<p>a) Type du front..... <math>S_D = 0</math> ET <math>R_D = 0</math>, le fonctionnement de la bascule est en mode .....</p> <p><math>S_D = 1</math> ET <math>R_D = 0</math> Fonctionnement de la bascule en mode .....</p>	 <p>a) Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones (<math>S_D</math> et <math>R_D</math>)</p>
<p>b) Type du front..... Si (<math>\overline{S_D} = 1</math> ET <math>\overline{R_D} = 1</math>) alors la bascule fonctionne en mode .....</p> <p>Si (<math>\overline{S_D} = 1</math> ET <math>\overline{R_D} = 0</math>) alors la bascule fonctionne en mode .....</p>	 <p>b) Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones complémentées (<math>\overline{S_D}</math> et <math>\overline{R_D}</math>)</p>
<p>c) Type du front..... <math>S_D = 0</math> ET <math>R_D = 0</math>, le fonctionnement de la bascule est en mode .....</p> <p><math>S_D = 1</math> ET <math>R_D = 0</math> Fonctionnement de la bascule en mode .....</p>	 <p>c) Bascule T active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones (<math>S_D</math> et <math>R_D</math>)</p>
<p>d) Type du front..... <math>S_D = 0</math> ET <math>R_D = 0</math>, le fonctionnement de la bascule est en mode .....</p> <p><math>S_D = 1</math> ET <math>R_D = 0</math> Fonctionnement de la bascule en mode .....</p>	 <p>d) Bascule T active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones complémentées (<math>\overline{S_D}</math> et <math>\overline{R_D}</math>)</p>

Fig. 19

**Exercice 6**

En se référant au schéma de brochage des circuits intégrés des figures 20 ; 21 ; 22 et 23, construire le symbole d'une bascule correspondante à chaque circuit.

Symbole d'une bascule

Schéma de brochage

a) Symbole

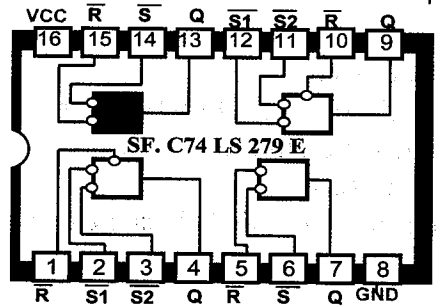
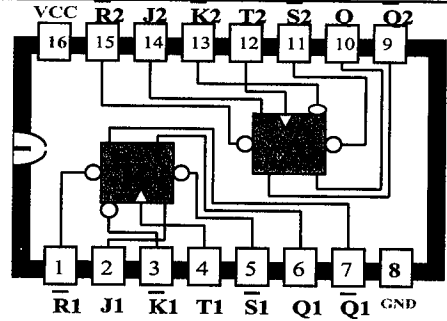


fig.20

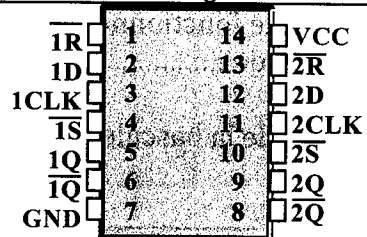
b) Symbole



74LS109E : Double bascule JK commandée par front montant

fig.21

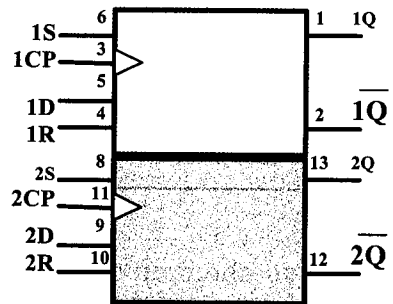
c) Symbole



7474/1 : 2 Bascules D

fig.22

d) Symbole



4013 : 2 Bascules D

fig.23

**Exercice 7**

Relier par une flèche

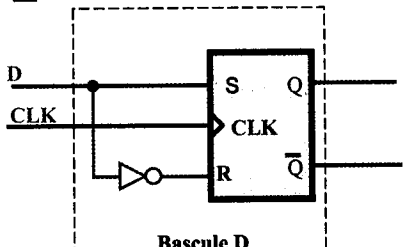
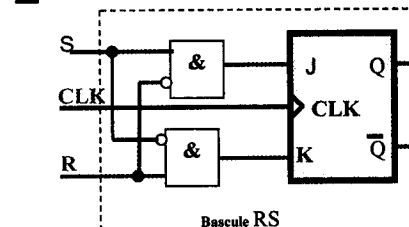
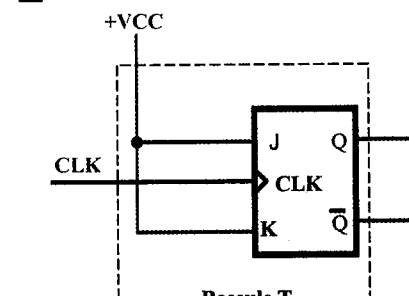
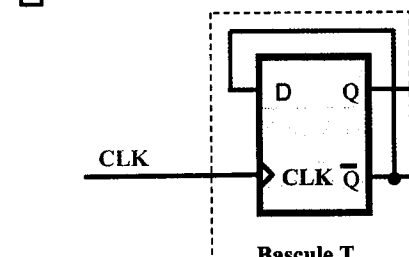
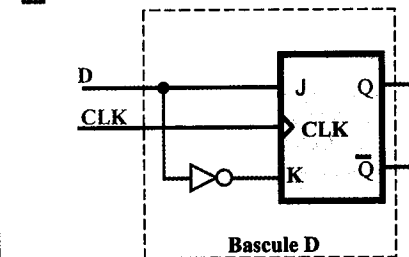
<p>Bascule JK est équivalente à RS <input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>  <p>Bascule D</p>
<p>Bascule JK est équivalente à D <input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>  <p>Bascule RS</p> <p>fig. c</p>
<p>Bascule RS est équivalente à D <input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>  <p>Bascule T</p> <p>fig. d</p>
<p>Bascule JK est équivalente à T <input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>  <p>Bascule T</p> <p>fig. e</p>
<p>Bascule D est équivalente à T <input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>  <p>Bascule D</p> <p>e)</p>

Fig. 24

Exercice 8

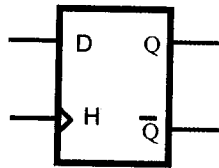
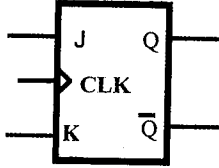
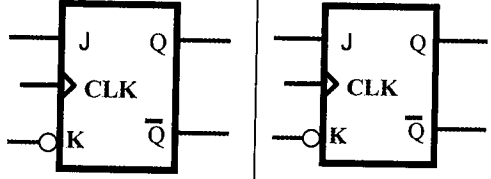
<p>1) Construire une bascule T à partir de D</p>	 <p>a)</p>
<p>2) Construire une bascule T à partir de JK</p>	 <p>b)</p>
<p>3) Construire, de deux manières différentes, le schéma d'une bascule T à partir d'une bascule JK.</p>	 <p>c) d)</p>

Fig. 25

Exercices de synthèse

Exercice 1

Soit la bascule figurée ci-dessous. On donne le logigramme correspondant à cette bascule

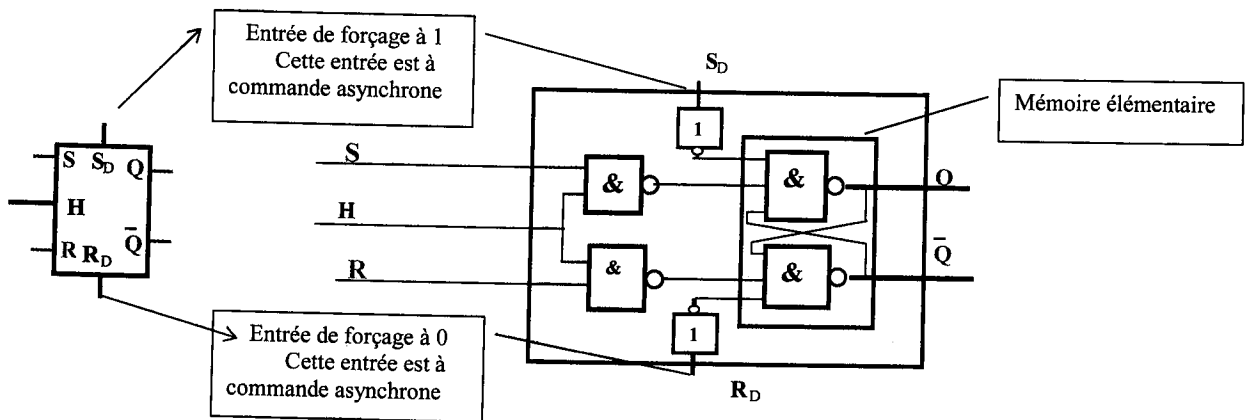


Fig. 2-

- 1) Donner le nom de cette bascule
- 2) En se référant au logigramme :

- a) Poser  $S_D=0$  et  $R_D=0$  puis déterminer l'équation de la sortie Q en fonction de S,R et H
- b) Déduire l'équation de la sortie Q en fonction de S,R, H,  $S_D$  et  $R_D$
- 3) On pose  $S_D=1$  ET  $R_D=0$ .

- a) Quel est l'état de Q
- b) Déduire l'état de Q quand  $R=1$  ET  $S=0$  ET  $H=1$
- 4) On pose  $S_D=0$  ET  $R_D=1$ .
- a) Quel est l'état de Q
- b) Déduire l'état de Q quand  $R=0$  ET  $S=1$  ET  $H=1$

**Exercice 2**

Soit la bascule figurée ci-dessous. On donne le logigramme correspondant à cette bascule

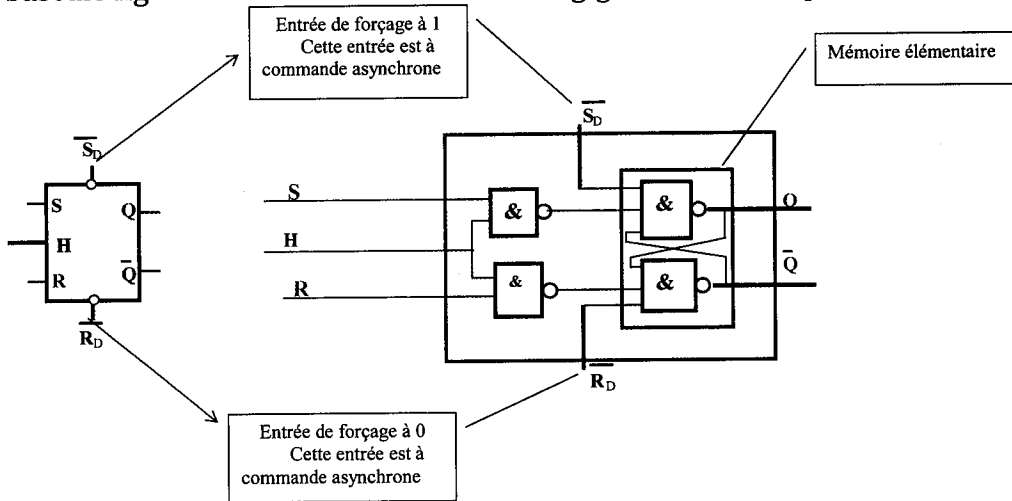


Fig. 26

- 1) Donner le nom de cette bascule
- 2) En se référant au logigramme :
  - a) Pour  $\overline{S_D} = 1$  ET  $\overline{R_D} = 1$ , déterminer l'équation de la sortie Q en fonction de S, R et H
  - b) Déduire à partir de (a) l'équation de la sortie Q en fonction de S,R, H,  $S_D$  et  $R_D$
- 3) On pose  $\overline{S_D} = 1$  ET  $\overline{R_D} = 0$ .
  - a) Quel est l'état de Q
  - b) Déduire l'état de Q quand  $R=0$  ET  $S=1$  ET  $H=1$ .
- 4) On pose  $\overline{S_D} = 0$  ET  $\overline{R_D} = 1$ 
  - a) Quel est l'état de Q
  - b) Déduire l'état de Q quand  $R=1$  ET  $S=0$  ET  $H=1$ .

**Exercice 3**

Soit à étudier une bascule RS à base de mémoire à arrêt prioritaire

- 1. Compléter la table de vérité ci-contre
- 2. Donner l'équation simplifier de de  $Q_{n+1}$ .
- 3. Tracer le logigramme avec des NOR puis avec des NAND

**Table de vérité**

$Q_n$	S	R	$Q_{n+1}$
0	0	0	....
0	0	1	....
0	1	0	....
0	1	1	....
1	0	0	....
1	0	1	....
1	1	0	....
1	1	1	....

**Exercice 4**

Soit à étudier une bascule RS à base de mémoire à marche prioritaire

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compléter la table de vérité ci-contre</li> <li>2. Donner l'équation simplifier de <math>Q_{n+1}</math>.</li> <li>3. Tracer le logigramme :             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) En utilisant des fonctions logiques NOR seulement ;</li> <li>b) En utilisant des fonctions logiques NAND seulement.</li> </ol> </li> </ol>	<p><b>Table de vérité</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th><math>Q_n</math></th> <th>S</th> <th>R</th> <th><math>Q_{n+1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>....</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>....</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>....</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>....</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>....</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>....</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>....</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>....</td></tr> </tbody> </table>	$Q_n$	S	R	$Q_{n+1}$	0	0	0	....	0	0	1	....	0	1	0	....	0	1	1	....	1	0	0	....	1	0	1	....	1	1	0	....	1	1	1	....
$Q_n$	S	R	$Q_{n+1}$																																		
0	0	0	....																																		
0	0	1	....																																		
0	1	0	....																																		
0	1	1	....																																		
1	0	0	....																																		
1	0	1	....																																		
1	1	0	....																																		
1	1	1	....																																		

**Exercice 5**

Compléter le chronogramme d'une bascule RS à base de mémoire à arrêt prioritaire

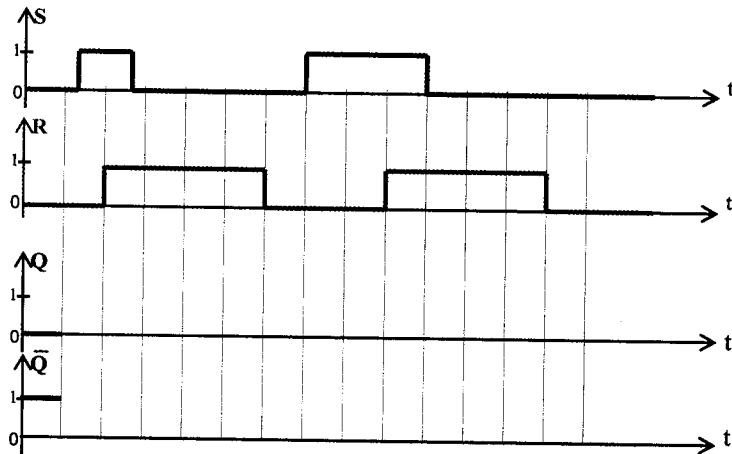


Fig. 28

**Exercice 6**

Compléter le chronogramme d'une bascule RS à base de mémoire à marche prioritaire

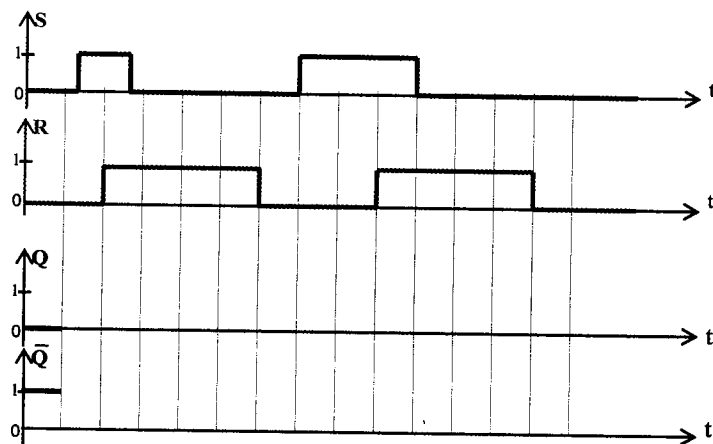


Fig. 29

**Exercice 7**

Compléter le chronogramme de fonctionnement d'une bascule  $\bar{R} \bar{S}$ .

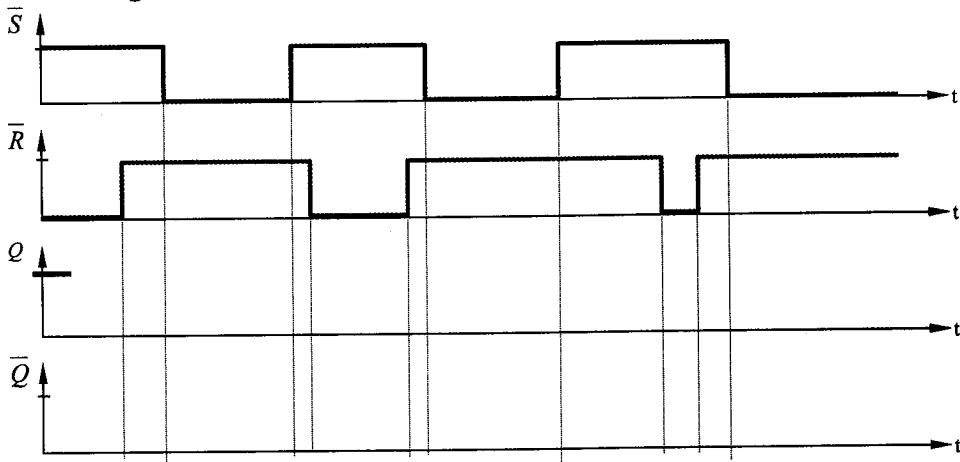
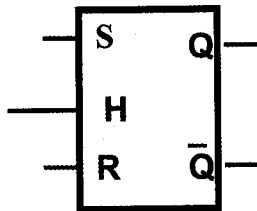


Fig. 30

**Exercice 8**

Compléter le chronogramme d'une bascule RS :



Bascule RSH.  
H est active au niveau haut

Fig. 31

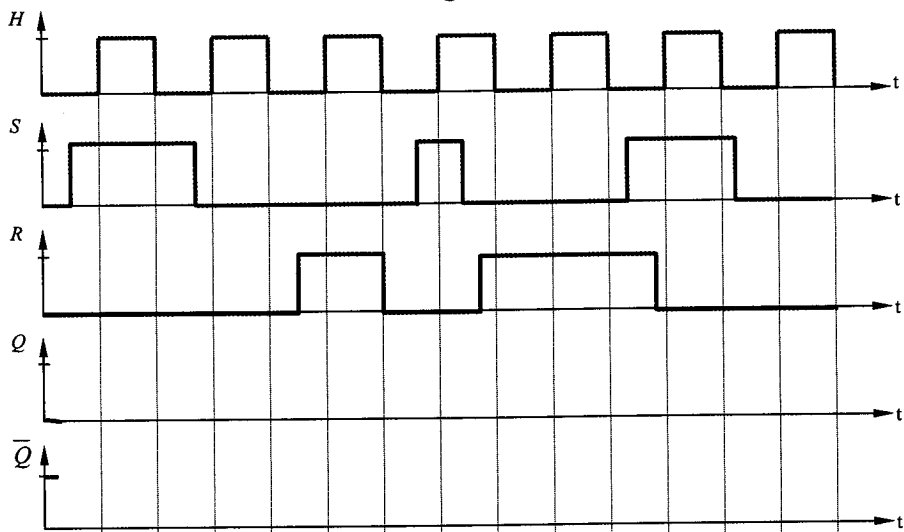
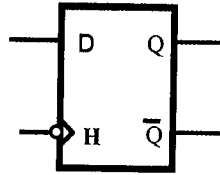


Fig. 31



**Exercice 9**

Compléter le chronogramme correspondant à la bascule donnée ci-dessous :



Bascule D active au front descendant de l'horloge

Fig. 32

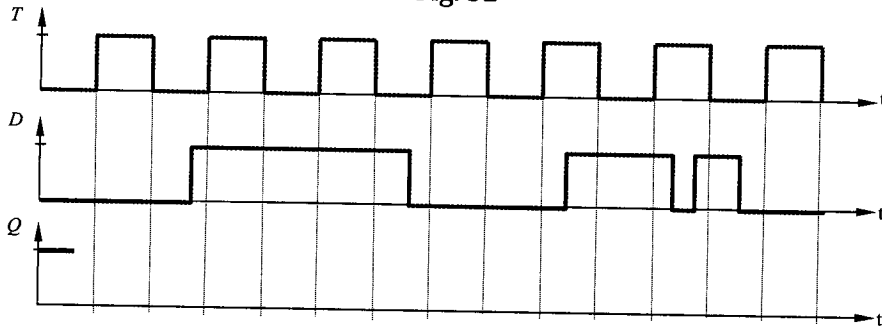


Fig. 33

**Exercice 10**

On donne le symbole de la bascule Jk suivante :

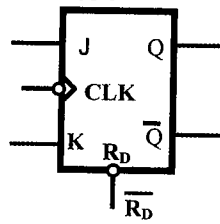


Fig. 34

Compléter les chronogrammes suivants :

**Chronogramme N°1**

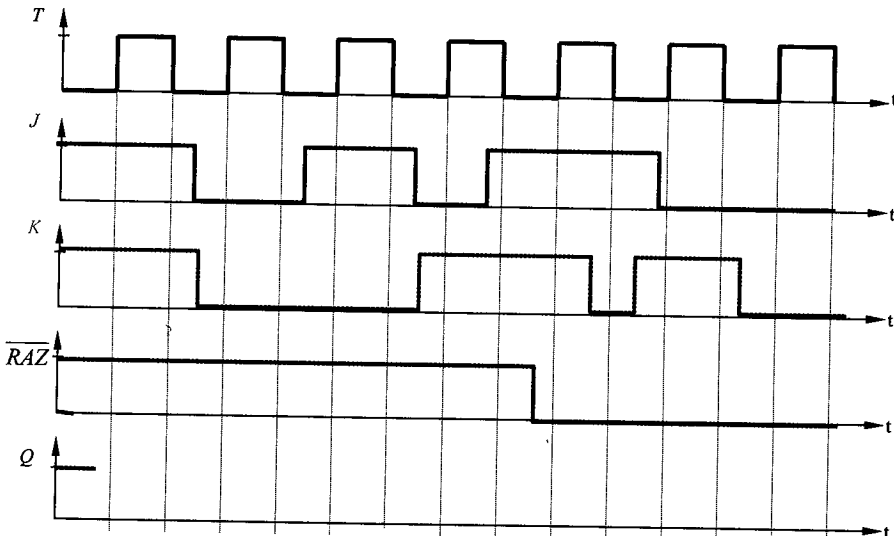


fig. 35

Chronogramme N°2

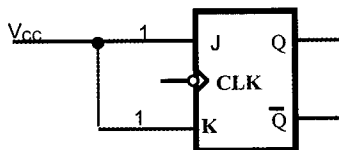


Fig. 36

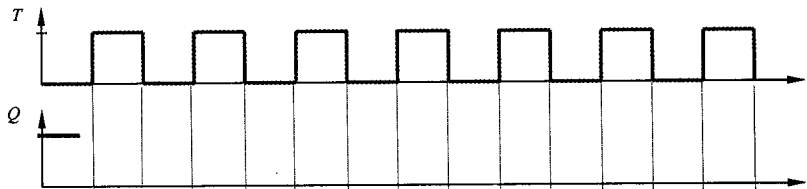
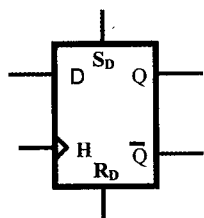


Fig. 37

Problèmes

Problème 1 : On donne le symbole de la bascule D suivante :



Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones ( $S_D$  et  $R_D$ )

Fig. 38

1. La bascule D est à quel front d'horloge ?
  2. Que représente  $R_D$  et  $S_D$  ?
  3. Comment fonctionne la bascule ?
- Lorsque  $R_D = 0$  et  $S_D = 0$  :
  - Lorsque  $R_D = 1$  et  $S_D = 0$  :
  - Lorsque  $R_D = 0$  et  $S_D = 1$  :

4. Compléter la table de fonctionnement suivante :

H	D	$S_D$	$R_D$	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Commentaires
0	0	0	0	0		
		0	0	1	0	
0	1	0	0	0		
		0	0	0	1	
1	0	0	0	0		
		0	0	1	1	
1	1	0	0	0		
		0	0	1	0	
-	-	1	0	0		
		1	0	1		
-	-	0	1	0		
		0	1	1		

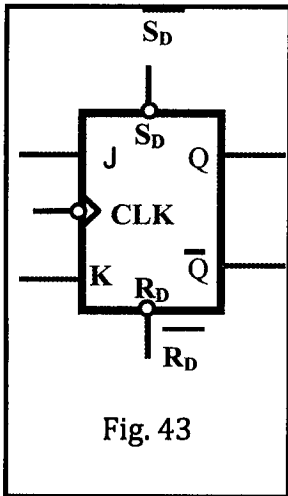
Fig. 39

**Problème 2 :**

On donne le symbole logique d'une bascule JK (figure 43) :

1) quel est le niveau logique appliqué aux entrées de forçages pour permettre un fonctionnement synchrone de la bascule ?

2) Le symbole suivant est celui d'une bascule du circuit intégré précédent :



a) Pendant quel instant d'une période d'horloge, cette bascule exécute les ordres qu'elle reçoit ? Qu'appelle-t-on ce mode de fonctionnement ?

b) Préciser le mode de fonctionnement de cette bascule correspondant à chacun des cas suivants.

- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 1$  :
- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 0$  :
- Lorsque  $\overline{R_D} = 0$  et  $\overline{S_D} = 1$  :

Fig. 43

c) Compléter les chronogrammes suivants :

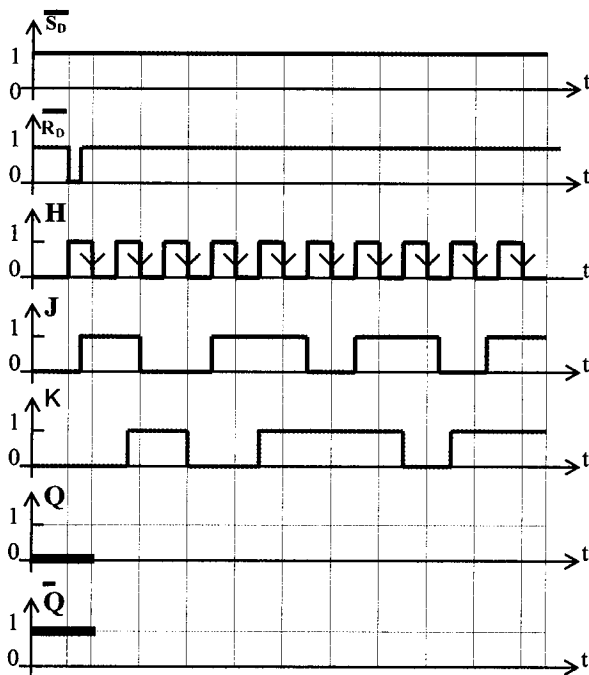


Fig. 41

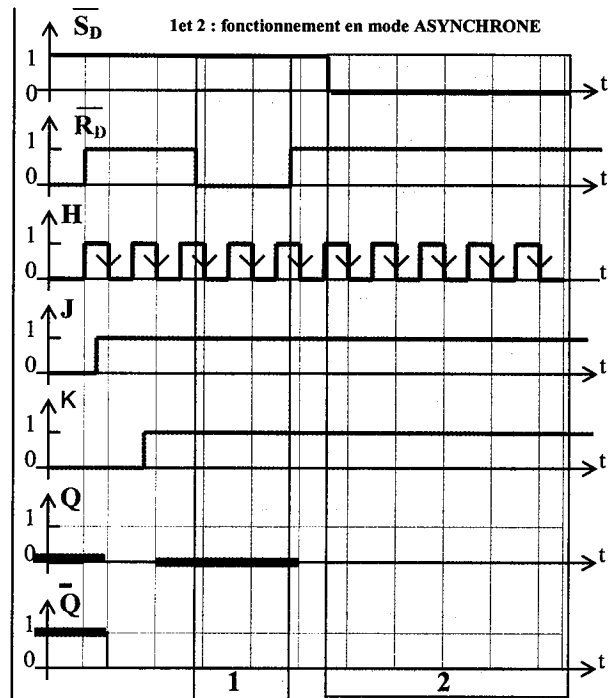
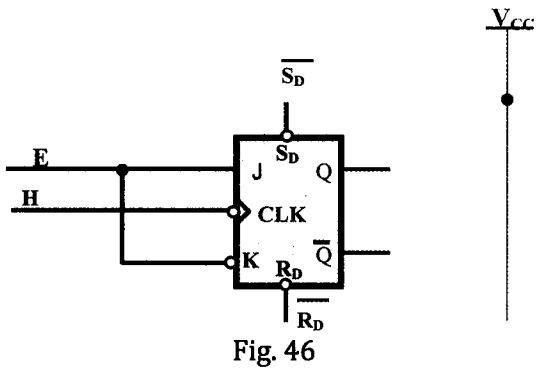
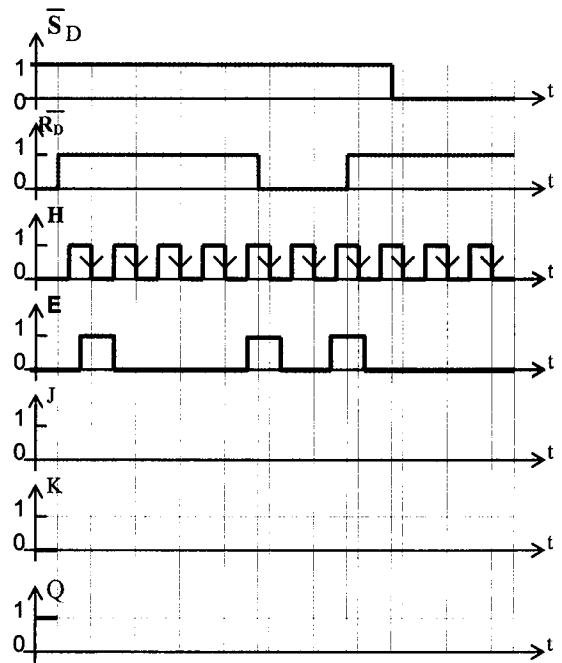


Fig. 42

3) Ayant le schéma de la figure 46 :



- a) Compléter le chronogramme ci-joint
- b) Déduire le nom de la bascule obtenue grâce à ce câblage ?



## Applications à base de bascules

### Leçon A3-2 : Comptage en mode asynchrone

#### ➤ Résumé du cours

#### A) Compteur asynchrone à base de bascules

##### 1) Principe

Un compteur asynchrone à base de bascules modulo  $M$  est composé de  $(n)$  bascules équivalentes à la bascule T. Le nombre de bascules est  $(n)$  tel que  $2^{n-1} < M \leq 2^n$ . L'horloge matérialisant les impulsions à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres bascules :

a) si le front d'horloge est descendant, alors la sortie  $Q$  de chaque bascule est reliée à l'entrée d'horloge  $H$  de la bascule suivante ;

a) si le front d'horloge est montant, alors la sortie  $\bar{Q}$  de chaque bascule est reliée à l'entrée d'horloge  $H$  de la bascule suivante.

##### Avertissement

Pour bloquer un compteur à un nombre inférieur à  $2^n$ , on doit forcer à 0 (initialiser) le circuit au nombre désiré.

##### Exemple

Un compteur modulo 5 est composé de 3 bascules  $Q_A$ ,  $Q_B$  et  $Q_C$  dont les entrées de remise à zéro RD alimentées par un circuit logique d'équation correspondant à  $5_{(10)}$  soit  $101_{(2)}$ .

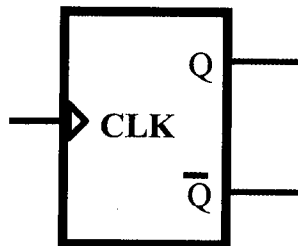
Les équations de forçages sont :

$$R_{DA} = R_{DB} = R_{DC} = Q_A \bar{Q}_B Q_C.$$

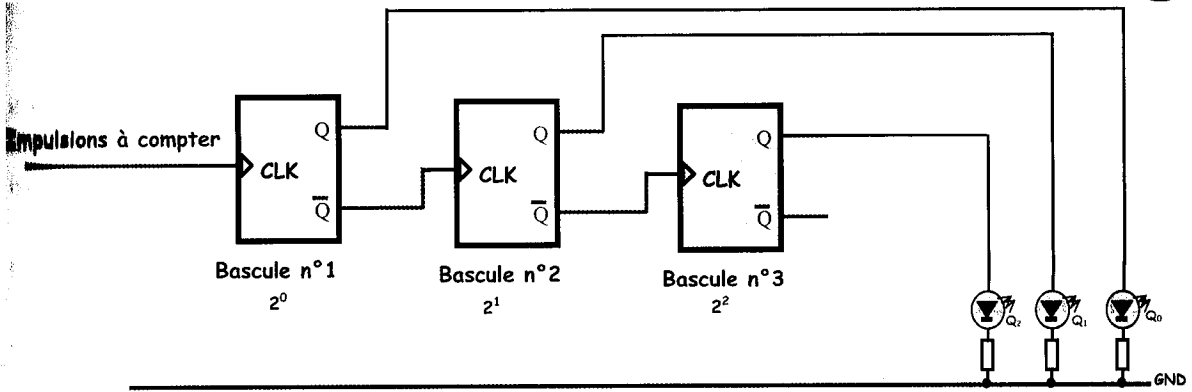
Pratiquement on utilise les équations suivantes :  $R_{DA} = R_{DB} = R_{DC} = Q_A Q_C$

##### 2) Application

Compteur asynchrone à base de bascules T à front montant



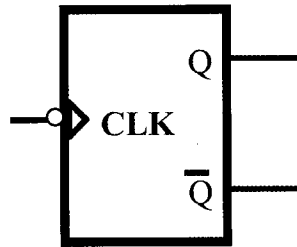
Bascule T active au front montant de l'horloge



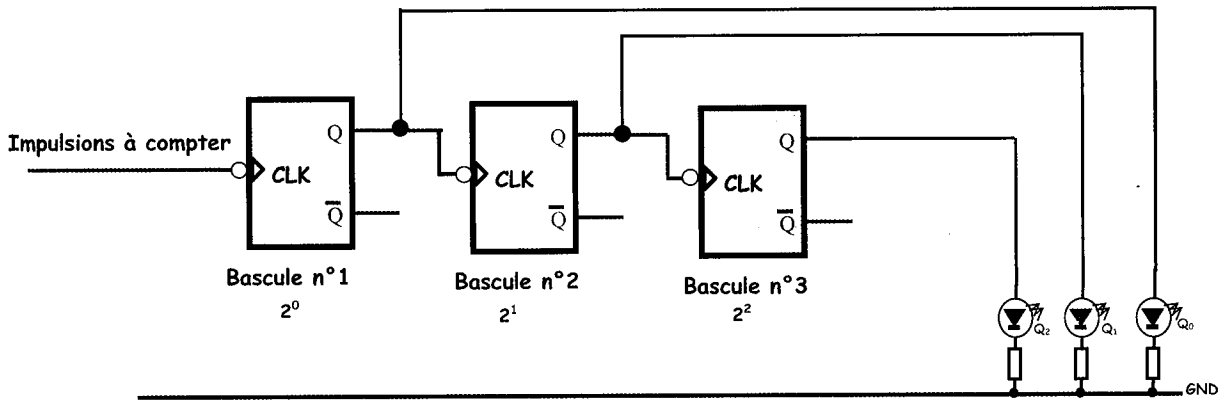
Ce compteur est composé de 3 bascules ( $n=3$ ). C'est un compteur modulo 8, soit  $2^n = 2^3$ . Il compte de (0 jusqu'à 7, soit  $(2^3 - 1)$ ). Les bascules ont, chacune, une entrée horloge à front montant. L'impulsion à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres :  $H_1 = \overline{Q_{i-1}}$ , soit  $H_2 = \overline{Q_1}$  et  $H_3 = \overline{Q_2}$

**Exemple 2**

Compteur asynchrone à base de bascules T à front descendant



Bascule T active au front descendant de l'horloge



Ce compteur est composé de 3 bascules ( $n=3$ ). C'est un compteur modulo 8, soit  $2^n = 2^3$ . Il compte de (0 jusqu'à 7, soit  $(2^3 - 1)$ ). Les bascules ont, chacune, une entrée horloge à front descendant. L'impulsion à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres :  $H_1 = Q_{i-1}$ , soit  $H_2 = Q_1$  et  $H_3 = Q_2$

**B) Décompteur asynchrone à base de bascules**

**1) Principe**

Un décompteur asynchrone à base de bascules modulo M est composé de (n) bascules équivalentes à la bascule T. Le nombre de bascules est (n) tel que  $2^{n-1} < M \leq 2^n$ . L'horloge matérialisant les impulsions à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres bascules :

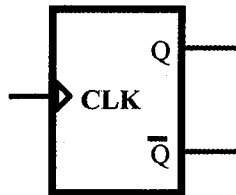
- a) si le front d'horloge est descendant, alors la sortie  $\bar{Q}$  de chaque bascule est reliée à l'entrée d'horloge H de la bascule suivante ;
- a) si le front d'horloge est montant, alors la sortie Q de chaque bascule est reliée à l'entrée d'horloge H de la bascule suivante.

**Avvertissement**

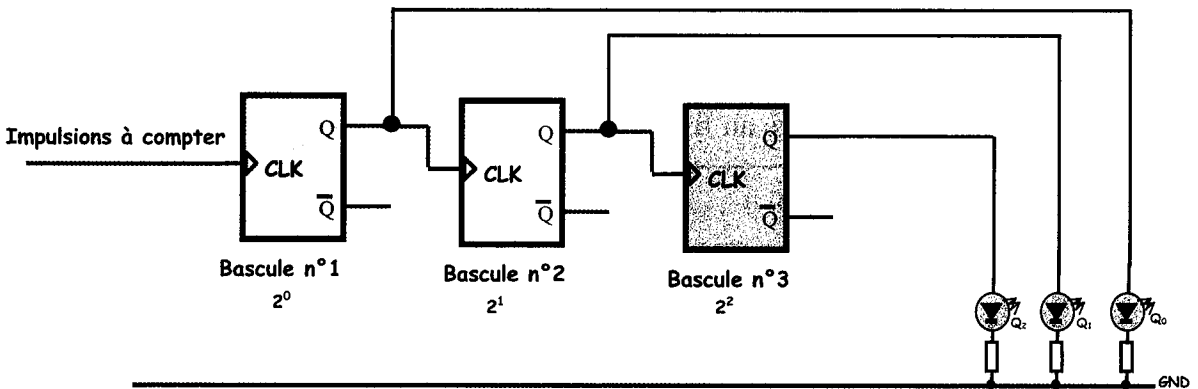
Pour bloquer un compteur à un nombre inférieur à  $2^n$ , on doit forcer à 0 (initialiser) le circuit au nombre désiré.

**2) Application**

**Exemple1:** Décompteur asynchrone à base de bascules T à front montant d'horloge.



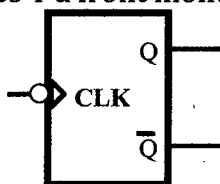
Bascule T active au front montant de l'horloge



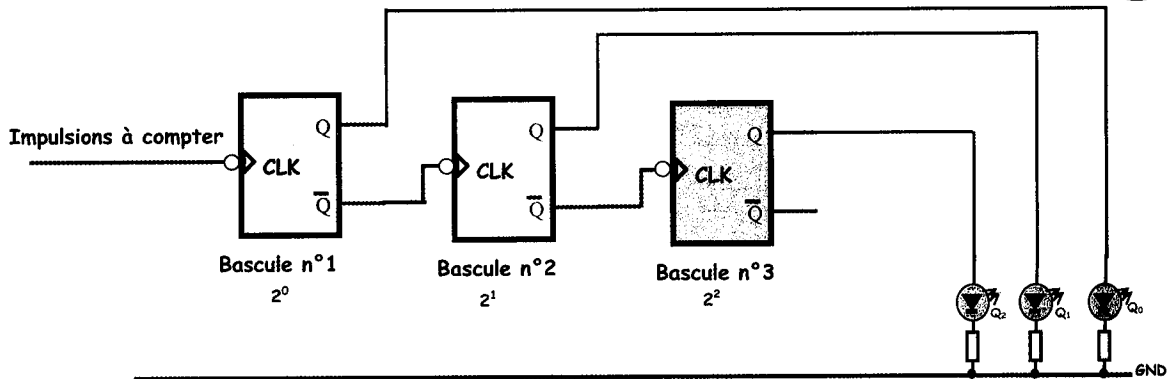
Ce compteur est composé de 3 bascules (n=3). C'est un compteur modulo 8, soit  $2^n = 2^3$ . Il compte de (0 jusqu'à 7, soit  $(2^3 - 1)$ ). Les bascules ont, chacune, une entrée horloge à front montant. L'impulsion à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres :  $H_i = Q_{i-1}$ , soit  $H_2 = Q_1$  et  $H_3 = Q_2$

**Exemple 2**

Compteur asynchrone à base de bascules T à front montant



Bascule T active au front descendant de l'horloge



Ce compteur est composé de 3 bascules ( $n=3$ ). C'est un compteur modulo 8, soit  $2^n = 2^3$ . Il compte de (0 jusqu'à 7, soit  $(2^3 - 1)$ ). Les bascules ont, chacune, une entrée horloge à front descendant. L'impulsion à compter est appliquée à la première bascule, pour les autres :  $H_1 = Q_{i-1}$ , soit  $H_2 = \overline{Q_1}$  et  $H_3 = \overline{Q_2}$ .

### Exercices de compréhension

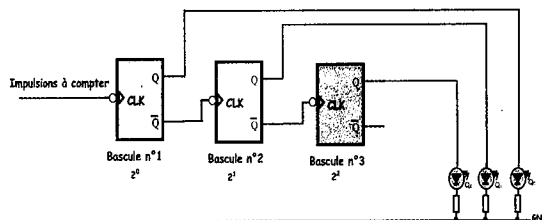
#### Exercice 1

Compléter les énoncés suivants :

Cocher une seule réponse par items

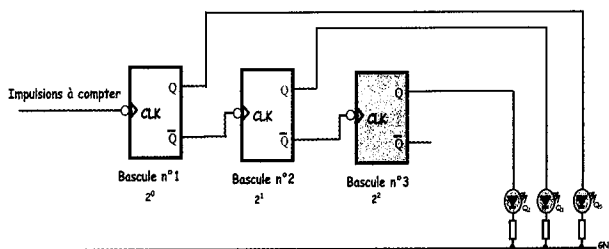
1- Le montage, ci-contre, est un :

- Compteur à base de bascule T à front montant
- Compteur à base de bascule T à front descendant
- Décompteur à base de bascule T à front montant
- Décompteur à base de bascule T à front descendant



2 - Le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :

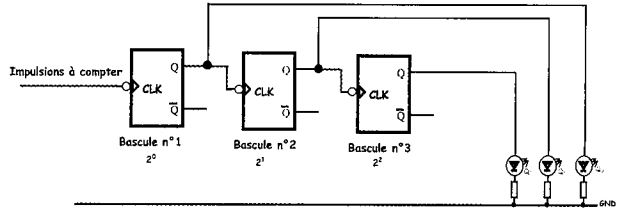
- Compteur modulo 3.
- Compteur modulo 8.
- Décompteur modulo 3
- Décompteur modulo 8





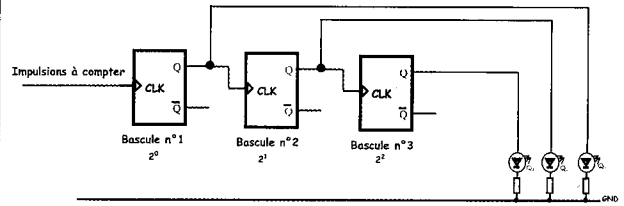
**3 - Le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 3.
- Compteur modulo 8.
- Décompteur modulo 3
- Décompteur modulo 8



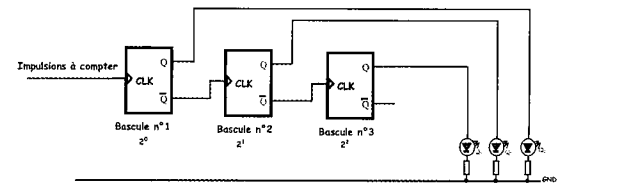
**4 - Le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 3.
- Compteur modulo 8.
- Décompteur modulo 3
- Décompteur modulo 8



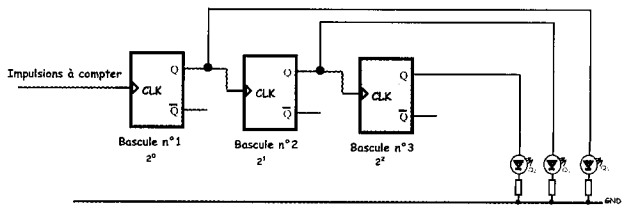
**5 - Le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 3.
- Compteur modulo 8.
- Décompteur modulo 3
- Décompteur modulo 8



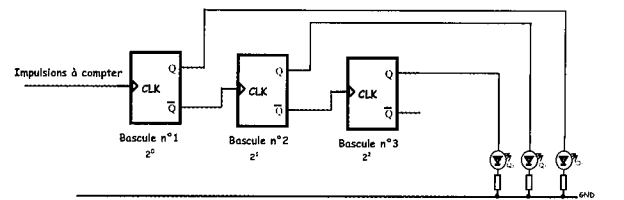
**6- Si on insère en cascade une quatrième bascule, alors le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 4
- Compteur modulo 16
- Décompteur modulo 4
- Décompteur modulo 16



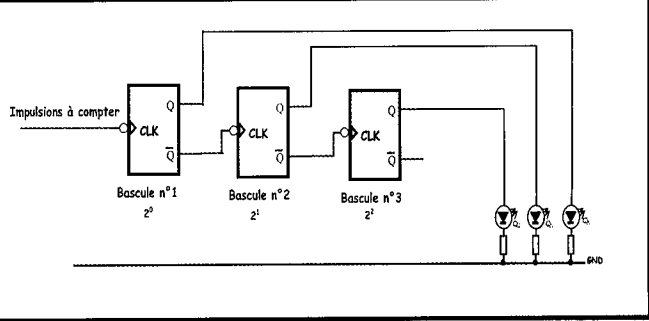
**7- Si on insère en cascade une quatrième bascule, alors le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 16.
- Compteur modulo 4.
- Décompteur modulo 4.
- Décompteur modulo 16.



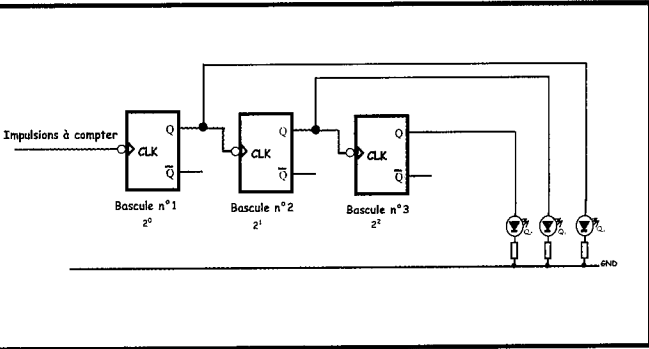
**8- Si on insère en cascade trois autres bascules, alors le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

- Compteur modulo 64.
- Compteur modulo 32.
- Décompteur modulo 32
- Décompteur modulo 64.



**9 - Si on insère en cascade 4 autres bascules, alors le montage, ci-contre, assure la fonction d'un :**

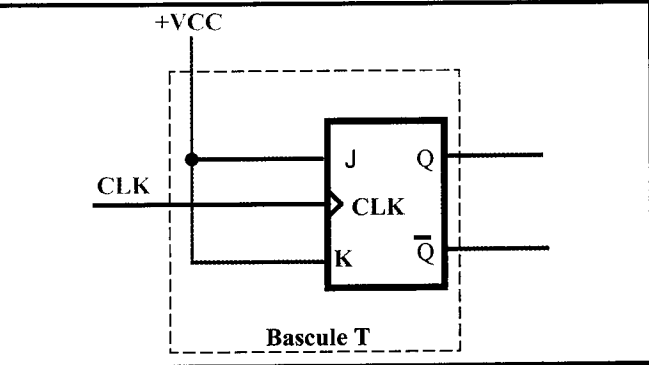
- Compteur modulo 128.
- Compteur modulo 7.
- Décompteur modulo 128.
- Décompteur modulo 7.



**Exercice 3**

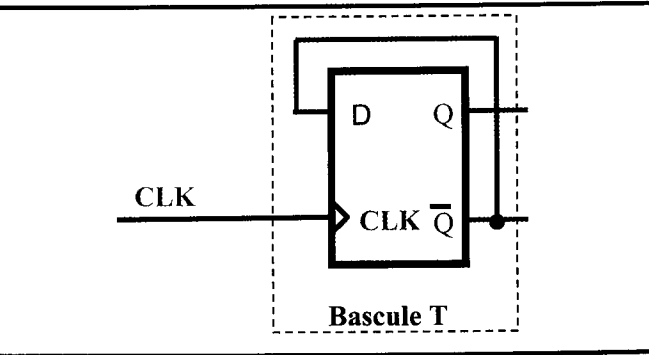
**1) La bascule, ci-contre, assure la fonction d'une :**

- Bascule T à front descendant
- Bascule JK à front montant
- Bascule JK à front descendant
- Bascule T à front montant



**2) La bascule, ci-contre, assure la fonction d'une :**

- Bascule T à front descendant
- Bascule D à front montant
- Bascule D à front descendant
- Bascule T à front montant



**Exercices de synthèse.**

**Exercice 1**

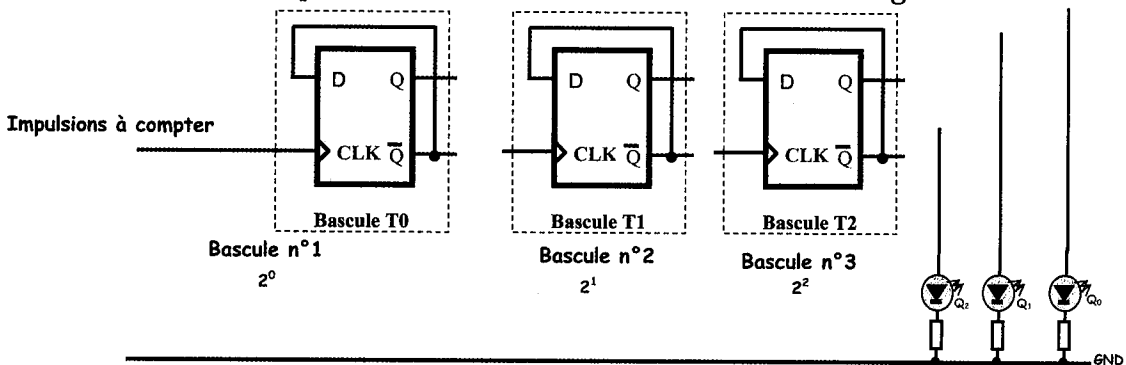
*Système d'emballage*



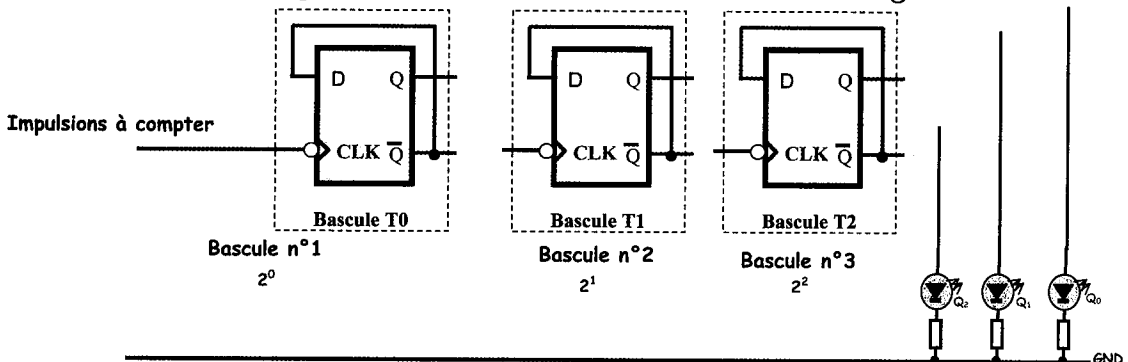
Le système d'emballage ci-dessus fait amener, par cycle de fonctionnement, 8 paquets en carton.

**On demande de :**

1) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 8 à base de bascule D figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est montant.



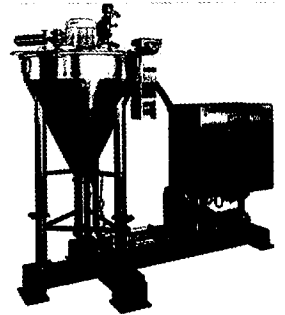
2) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 8 à base de bascule D figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est descendant.



Exercice 2

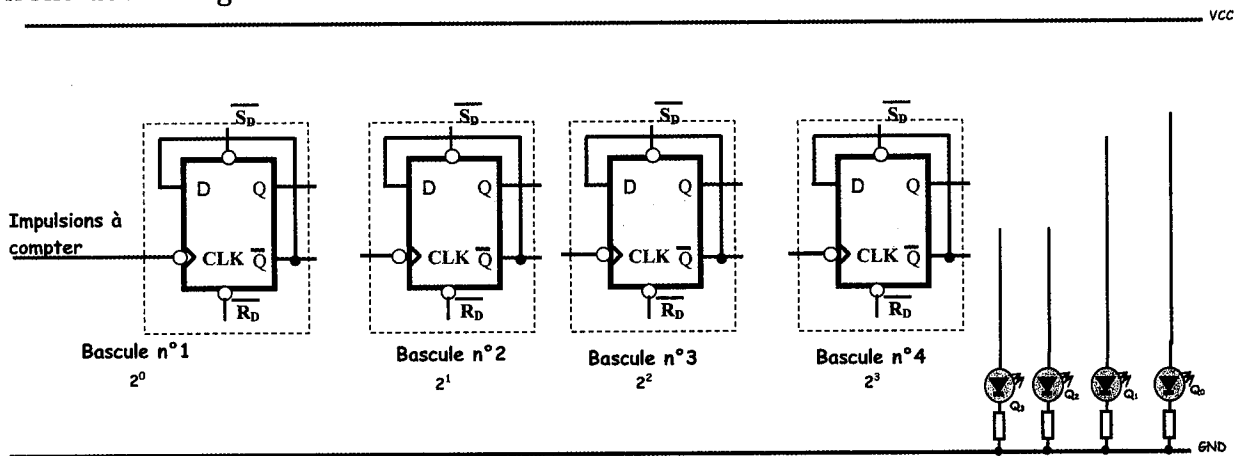
Systeme de remplissage

Le système de remplissage ci-joint est conçu pour être utilisé dans une chaîne de conditionnement d'un produit alimentaire. Sa fonction est de faire remplir, par cycle de fonctionnement, 16 bouteilles par du lait. Pour rendre automatique le fonctionnement de cette machine, il est essentiel d'utiliser un compteur de bouteilles remplies.

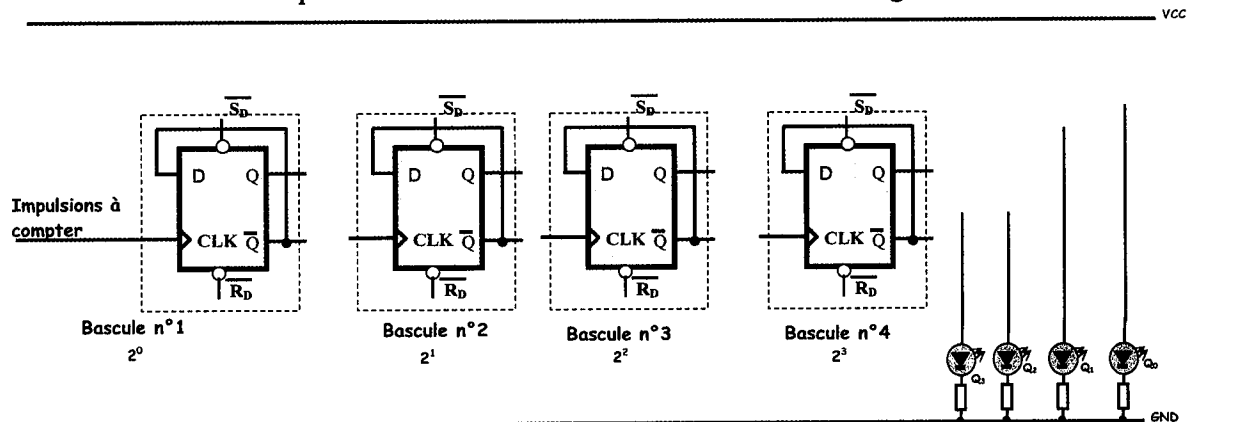


On demande de :

1) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 16 à base de bascule D figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est descendant.



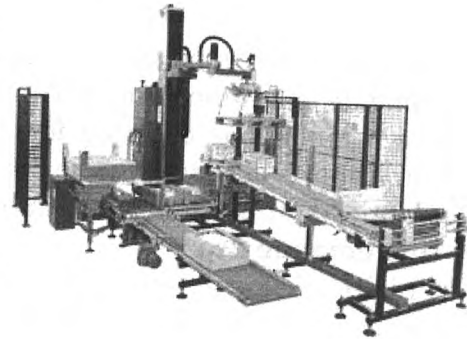
2) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 16 à base de bascule D figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est montant.



Exercice 3

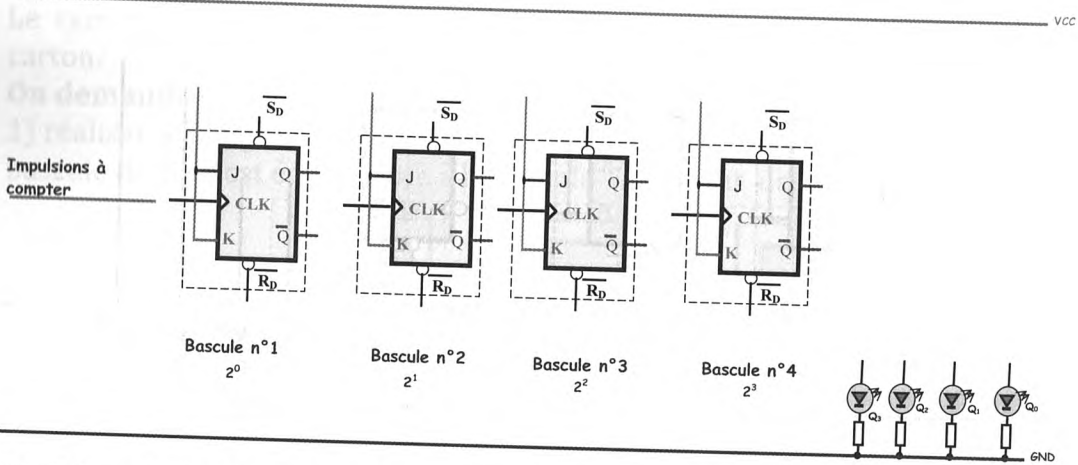
Chaîne de conditionnement et d'emballage

Dans une usine de conditionnement et d'emballage ci-joint une machine est utilisée pour fermer des paquets de produit alimentaire et emballer 16 paquets par cycle de fonctionnement. Une commande automatique le fonctionnement de cette machine, il est essentiel d'utiliser un compteur de bouteilles remplies.

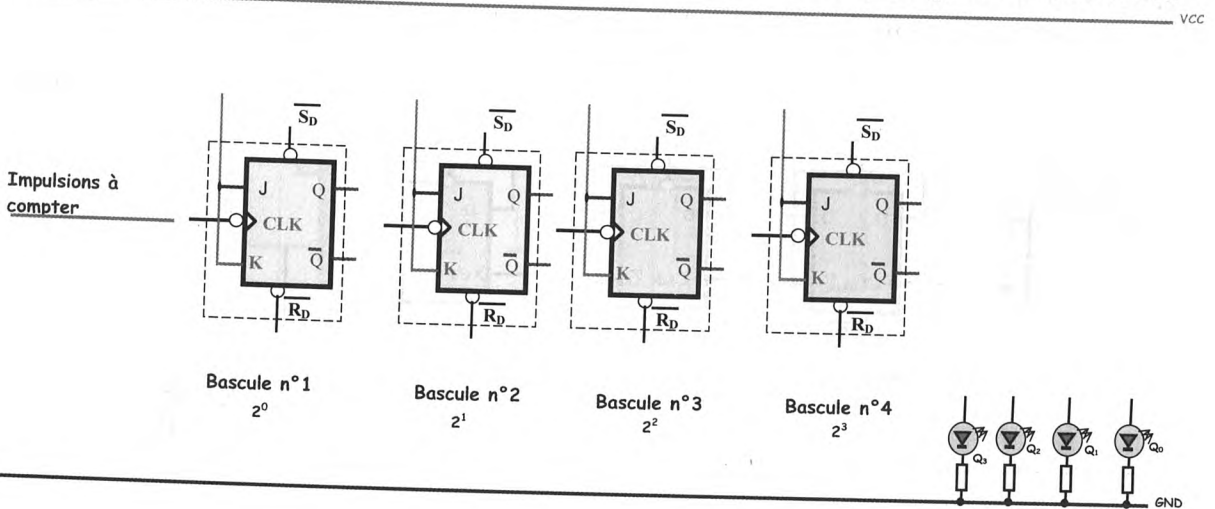


On demande de :

1) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 16 à base de bascule JK figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est montant.

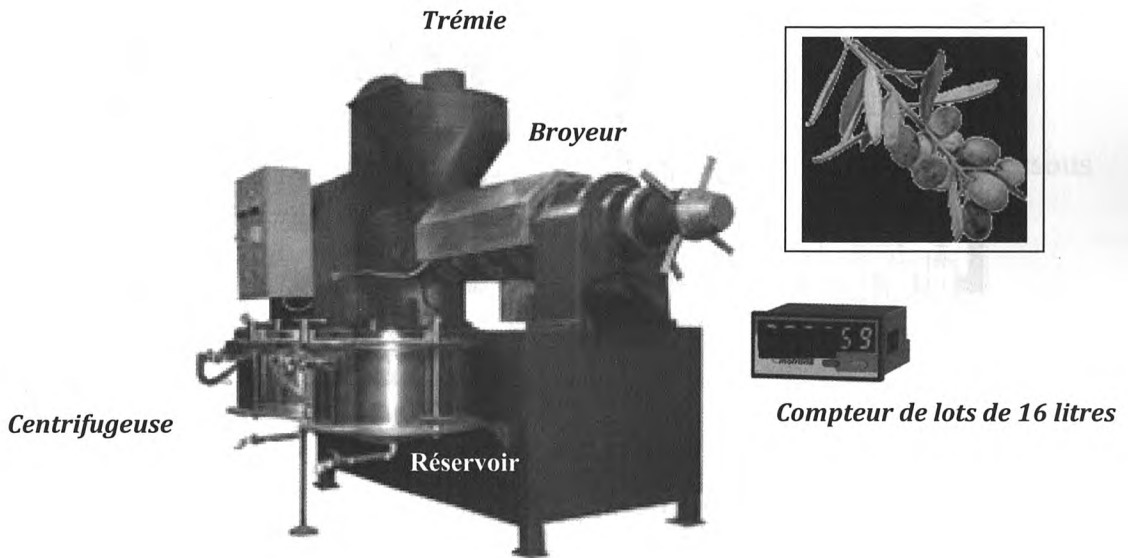


2) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 16 à base de bascule JK figurée ci-dessous. La bascule donnée est équivalente à la bascule T. Le front de l'horloge est descendant.



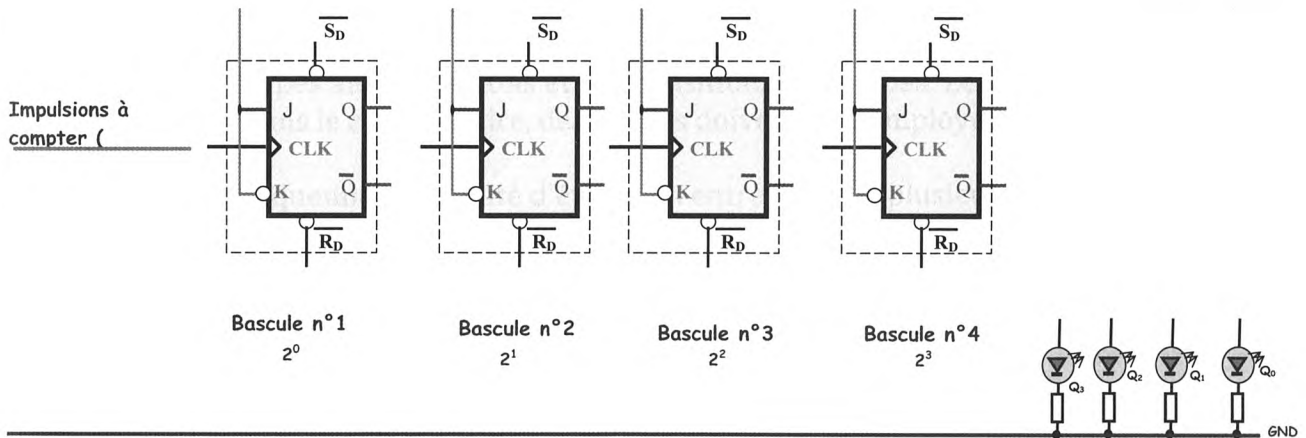
Exercice 4

Moulin automatique d'huile

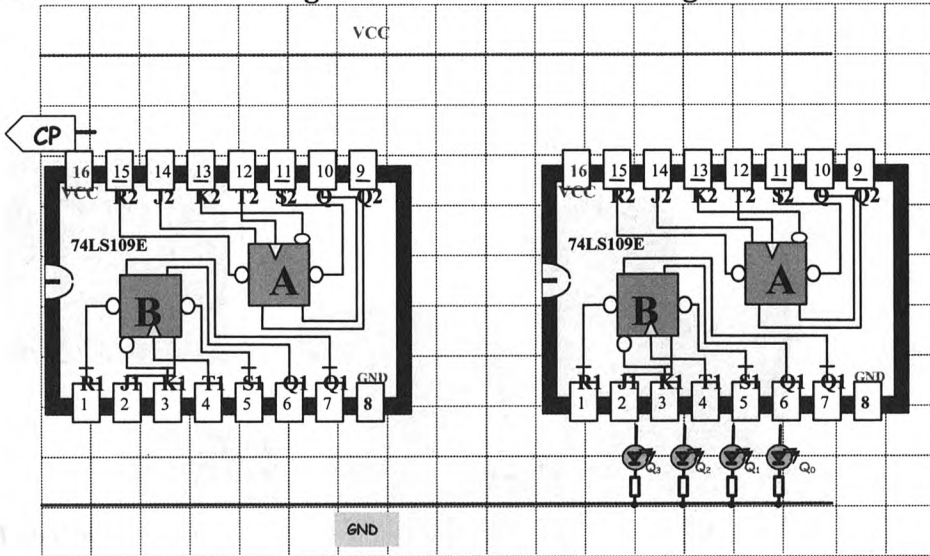


La machine figurée ci-dessus est un moulin d'huile. Les olives effeuillées et lavées sont versées dans une trémie. Elles sont broyées, malaxées. L'huile est récupérée dans le réservoir. Un afficheur numérique a indiqué le nombre de lots de 16 bouteilles d'huile déjà récupérées.

- 1) Combien de litre d'huile d'olive cette machine a fabriqué ?
- 2) réaliser le logigramme d'un compteur modulo 16 à base de bascule JK figurée ci-dessous.

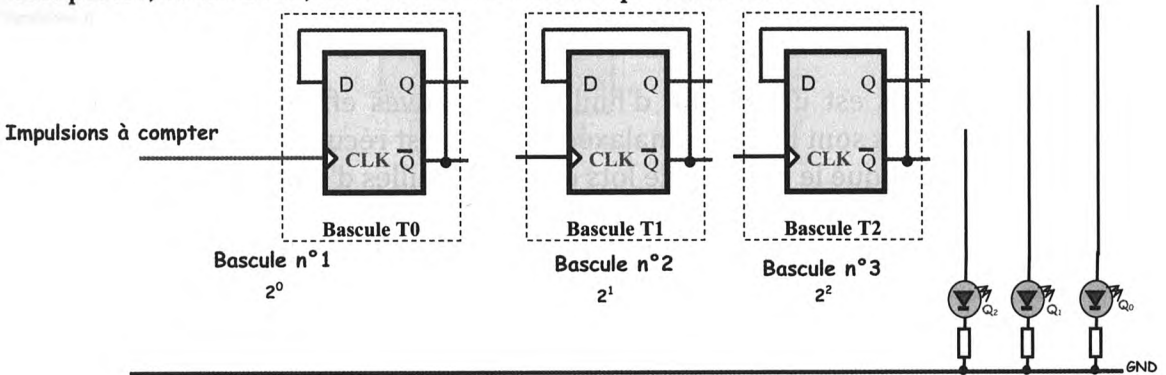


3) Reconstruire le schéma de câblage en utilisant le circuit intégré 74109



**Exercice 5**

Compléter, ci-dessous, le schéma d'un décompteur modulo 8

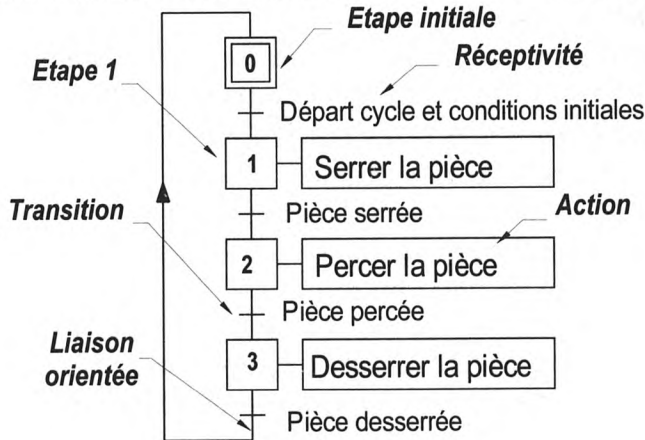


## Leçon A3-3: Le GRAFCET

### Résumé du cours

#### I. Eléments de base d'un GRAFCET

Un GRAFCET est composé d'un ensemble d'éléments comme il est indiqué ci-dessous



#### Etape

Une étape décrit un comportement stable du système en fonctionnement. Elle est une situation stable de la PC.

Une étape est soit active soit inactive. On peut associer à chaque étape une variable  $X_i$  image de son activité.

Exemple: Etape 2 active  $\Rightarrow X_2 = 1$

Etape 2 inactive  $\Rightarrow X_2 = 0$

#### Etape initiale

L'étape initiale est active au début du fonctionnement. Elle se représente par un double carré.

#### Liaisons orientées

Elles relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Le sens d'évolution est du haut vers le bas. Dans le cas contraire, des flèches doivent être employées.

#### Transitions

Une transition indique une possibilité d'évolution entre deux ou plusieurs étapes consécutives.

#### Réceptivité

La réceptivité associée à une transition est une fonction logique.

#### Actions associées aux étapes

Une « action associée » à une étape est effectuée chaque fois où l'étape à laquelle elle est associée est active.

### II. Règles d'évolution d'un GRAFCET

#### ◆ Règle 1 : Situation initiale

La situation initiale est la situation à l'instant initial, elle est donc décrite par l'ensemble des étapes actives à cet instant.

Dans un GRAFCET, il doit y avoir au moins une étape initiale.



◆ **Règles 2 : Franchissement d'une transition**

Une transition est validée lorsque toutes les étapes, immédiatement précédentes reliées à cette transition, sont actives. Le franchissement d'une transition se produit :

- Lorsque la transition est **VALIDÉE** ;
- **ET QUE** la réceptivité associée à cette transition est **VRAIE**.

◆ **Règles 3 : Evolution des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément :

- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes.
- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

◆ **Règle 4 : Evolutions simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

◆ **Règle 5 :** Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle **RESTE** active.

**III. Différents points de vues d'un GRAFCET**

**1. GRAFCET d'un point de vue du système**

Le GRAFCET du point de vue système décrit la succession des tâches contribuant à apporter une valeur ajoutée à la matière d'œuvre. Il ne présume pas de la technologie utilisée.

Les actions sont définies par un verbe à l'infinitif.

Les réceptivités sont définies par une expression avec participe passé.

**2. GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative**

Le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative décrit la succession des fonctions effectuées par les des actionneurs à partir des informations acquises par les capteurs. Le GRAFCET PO fait identifier les choix technologiques.

**3. GRAFCET d'un point de vue de la partie commande**

Le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande décrit la succession des échanges de la partie commande avec la partie opérative. Le GRAFFCET PC fait identifier les choix technologiques.

**IV. Structures de base d'un GRAFCET**

**1. GRAFCET à séquence-unique**

Une séquence est une succession d'étapes. Ces étapes forment une boucle fermée. Dans un GRAFCET à séquence unique une seule étape est active.

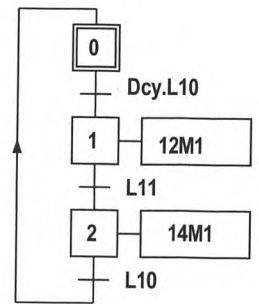
▪ **Mise en équation d'une étape d'un GRAFCET**

Pour qu'une étape soit activée, il faut que :

- l'étape immédiatement précédente soit active,
- la réceptivité immédiatement précédente soit vraie,
- l'étape immédiatement suivante soit non active, après activation, l'étape mémorise son état.

▪ **Exemples :**

- Equation d'activation de l'étape 1 :  $A_1 = X_0 \cdot Dcy \cdot L10$
- Equation de désactivation de l'étape 1 :  $D_1 = X_2$
- Equation de l'étape 1 :  $X_1 = (X_0 \cdot Dcy \cdot L10 + m_1) \cdot \overline{X_2}$
- Equation d'activation de l'étape 2 :  $A_2 = X_1 \cdot L11$
- Equation de désactivation de l'étape 2 :  $D_2 = X_0$
- Equation de l'étape 2 :  $X_2 = (X_1 \cdot L11 + m_2) \cdot \overline{X_0}$



### 2. GRAFCET à sélection de séquences

Une sélection de séquence est un choix d'évolution entre plusieurs séquences à partir d'une ou plusieurs étapes. Elle se représente graphiquement par autant de transitions validées en même temps qu'il peut y avoir d'évolution possibles.

Si l'étape 1 est active, on évolue vers la séquence dont la réceptivité est vraie la première :

- Vers l'étape 2 si  $s.p = 1$

**OU**

- Vers l'étape 4 si  $s.\bar{p} = 1$

- Equation d'activation de l'étape 1 :
- Equation de désactivation de l'étape 1 :
- Equation de l'étape 1 :
- Equation d'activation de l'étape 0 :
- Equation de désactivation de l'étape 0 :
- Equation de l'étape 0 :

$$A_1 = X_0 . m . L_{10} . L_{20}$$

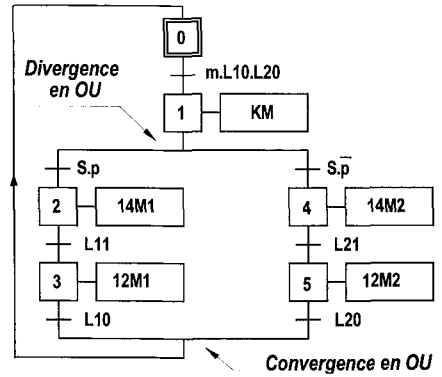
$$D_1 = X_2 + X_4$$

$$X_1 = (X_0 . m . L_{10} . L_{20} + m_1) . \overline{X_2 + X_4}$$

$$A_0 = X_3 . L_{10} + X_5 . L_{20}$$

$$D_0 = X_1$$

$$X_0 = (X_3 . L_{10} + X_5 . L_{20} + m_0) . \overline{X_1}$$



### 3. GRAFCET à saut d'étapes

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles.

Si l'étape 1 est active, on évolue :

- Vers l'étape 2 si  $S_1 . S_2 = 1$

**OU**

- Vers l'étape 4 si  $S_1 . \overline{S_2} = 1$  on saute les étapes 2 et 3)

- Equation d'activation de l'étape 1 :  $A_1 = X_0 . Dcy . S_0 . L_{10}$
- Equation de désactivation de l'étape 1 :  $D_1 = X_2 + X_4$
- Equation de l'étape 1 :

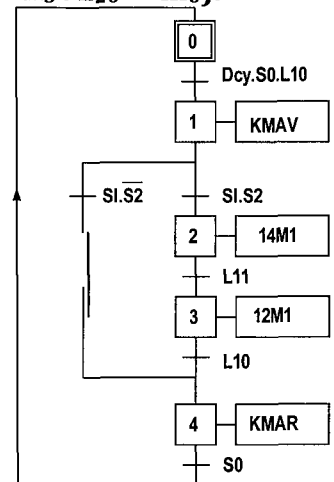
$$X_1 = (X_0 . Dcy . S_0 . L_{10} + m_1) . \overline{X_2 + X_4}$$

- Equation d'activation de l'étape 4 :
- Equation de désactivation de l'étape 4 :
- Equation de l'étape 4 :

$$A_4 = X_1 . S_1 S_2 + X_3 . L_{10}$$

$$D_4 = X_0$$

$$X_4 = (X_1 . S_1 S_2 + X_3 . L_{10} + m_4) . \overline{X_0}$$



### 4. GRAFCET à reprise de séquences

La reprise de séquence permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue.

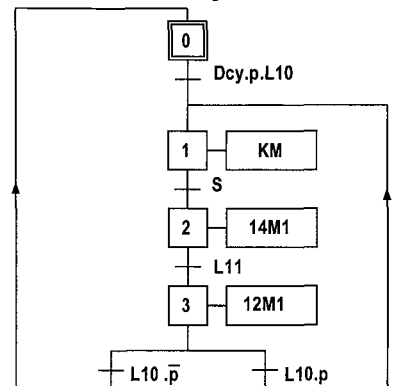
Si l'étape 3 est active, on évolue :

- Vers l'étape 0 si  $L_{10} . p = 1$

**OU**

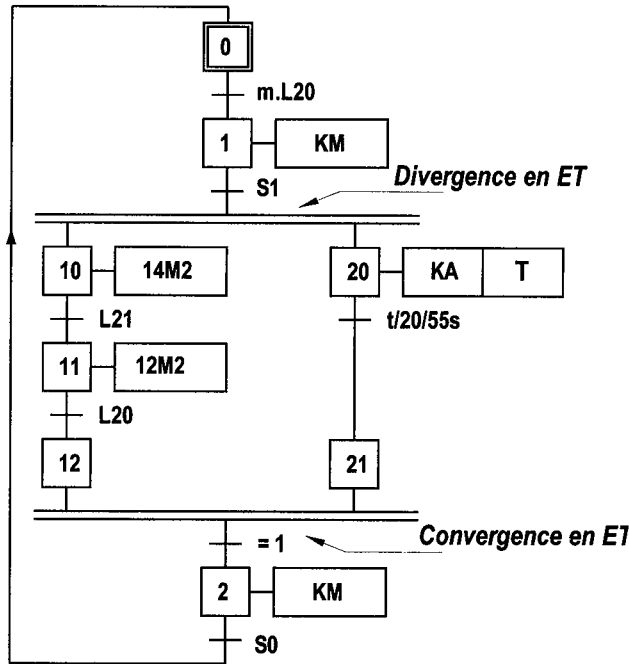
- Vers l'étape 1 si  $L_{10} . \bar{p} = 1$

(On reprend la séquence 1, 2 et 3)



- Equation d'activation de l'étape 1 :  $A_1 = X_0 \cdot D_{cy} \cdot p \cdot L_{10} + X_3 \cdot L_{10} \cdot p$
- Equation de désactivation de l'étape 1 :  $D_1 = X_2$
- Equation de l'étape 1 :  $X_1 = (X_0 \cdot D_{cy} \cdot p \cdot L_{10} + X_3 \cdot L_{10} \cdot p + m_1) \cdot \overline{X_2}$
- Equation d'activation de l'étape 3 :  $A_3 = X_2 \cdot L_{11}$
- Equation de désactivation de l'étape 3 :  $D_3 = X_0 + X_1$
- Equation de l'étape 3 :  $X_3 = (X_2 \cdot L_{11} + m_3) \cdot \overline{X_0 + X_1}$

5. GRAFCET à séquences simultanées



Le GRAFCET est dit à séquences simultanées si le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs étapes en même temps, ces étapes déclencheront des séquences dont les évolutions seront à la fois simultanées et indépendantes.

Si l'étape 1 est active, la réceptivité « S<sub>1</sub> » provoque, lorsqu'elle est vraie, l'activation simultanée des étapes 10 et 20.

Les deux séquences évoluent alors indépendamment l'une de l'autre.

Les étapes 12 et 21 sont des étapes d'attente; dès qu'elles sont actives, la transition 12,21→2 est franchie (=1: réceptivité toujours vraie) ce qui entraîne simultanément, l'activation de l'étape 2 et la désactivation des étapes 12 et 21

- Equation d'activation des étapes 10 et 20 :  $A_{10} = A_{20} = X_1 \cdot S_1$
- Equation de désactivation de l'étape 10 :  $D_1 = X_{11}$
- Equation de l'étape 10 :  $X_{10} = (X_1 \cdot S_1 + m_{10}) \cdot \overline{X_{11}}$
- Equation d'activation de l'étape 2 :  $A_2 = X_{12} \cdot X_{21}$
- Equation de désactivation de l'étape 2 :  $D_2 = X_0$
- Equation de l'étape 2 :  $X_2 = (X_{12} \cdot X_{21} + m_2) \cdot \overline{X_0}$

**Questions : choix multiples ; Vrai ou faux**

1. Dans un GRAFCET, il doit y avoir, au moins, une seule étape initiale.

- VRAI  
 FAUX

2. Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- VRAI  
 FAUX

3. Une étape est soit active soit inactive.

- VRAI  
 FAUX

4. Une transition est soit vraie soit fausse.

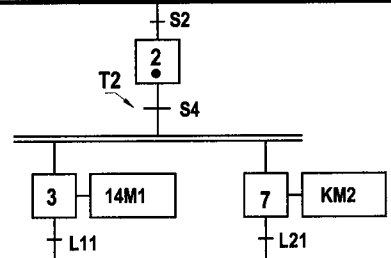
- VRAI  
 FAUX

5. Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une étape doit être simultanément désactivée et activée, elle reste active.

- VRAI  
 FAUX

6. Le franchissement de la transition T2 entraîne simultanément:

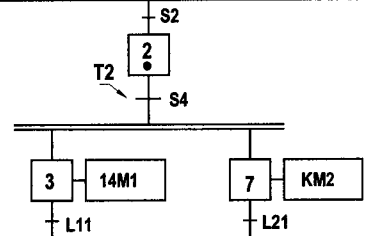
- l'activation des étapes 3 et 7
- la désactivation de l'étape 2



- VRAI  
 FAUX

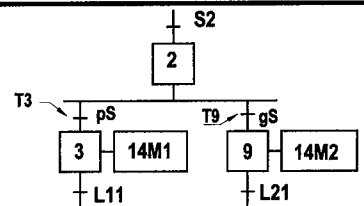
7. La transition T2 est validée si:

- La réceptivité qui lui est associée est vraie ( $S4 = 1$ )  
 L'étape 2 est active.  
 Les étapes 3 et 7 sont actives.



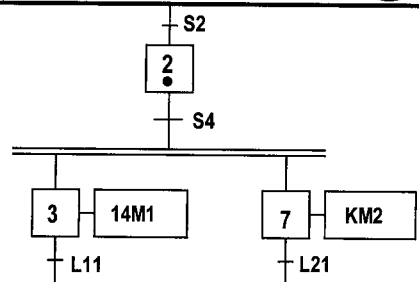
8. Pour franchir la transition T3 il faut

- qu'elle soit validée.  
 que la réceptivité qui lui est associée est vraie ( $p.S=1$ ).  
 qu'elle soit validée ET que la réceptivité ( $p.S$ ) est vraie.



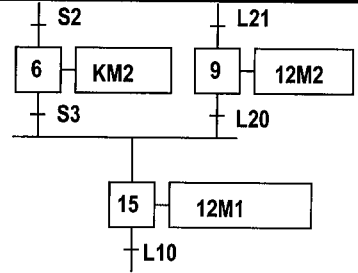
9. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:

- Convergence en ET.
- Divergence en ET.
- Convergence en OU.
- Divergence en OU.



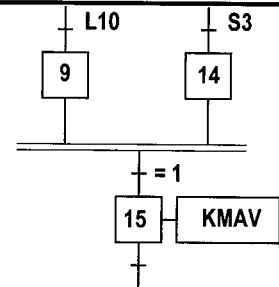
10. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:

- Convergence en OU.
- Divergence en OU.
- Convergence en ET.
- Divergence en ET.



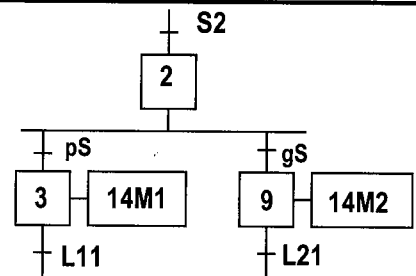
11. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:

- Convergence en OU.
- Divergence en OU.
- Convergence en ET.
- Divergence en ET.

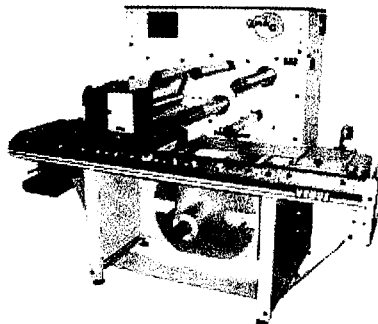


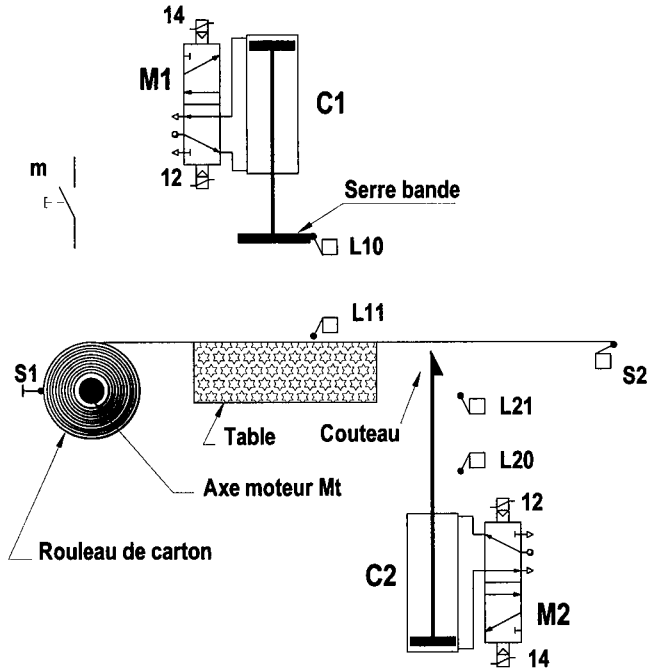
12. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:

- Convergence en OU.
- Divergence en OU.
- Convergence en ET.
- Divergence en ET.



**Exercice 1 : Poste automatique de découpage de carton**





**Fonctionnement :**

Le rouleau de carton est enroulé autour de l'axe du moteur **Mt** commandé par un contacteur **KMt**.

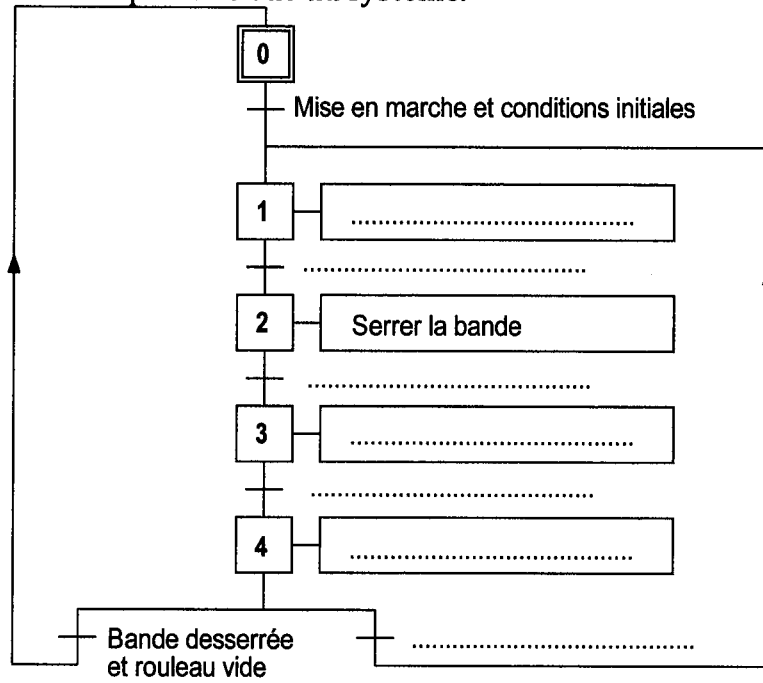
L'action sur le bouton poussoir **m** déclenche le cycle suivant :

- Déplacement de la bande de carton jusqu'au capteur **S<sub>2</sub>**.
- Serrage de la bande par la serre bande manœuvré par le vérin **C<sub>1</sub>**.
- Découpage de la bande par le couteau manœuvré par le vérin **C<sub>2</sub>**.
- Desserrage de la bande.
- Dès la fin de desserrage, un nouveau cycle recommence s'il y a encore de carton enroulé autour de l'axe du moteur (**S<sub>1</sub> = 1**)

1. Identifier les entrées et les sorties du système et compléter le tableau ci-dessous :

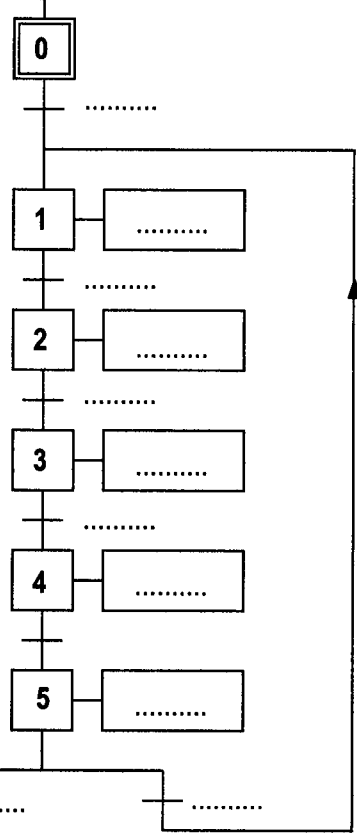
Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Déplacer la bande	.....	.....	<b>S<sub>1</sub></b> : ..... <b>S<sub>2</sub></b> : .....
Serrer la bande	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
Découper la bande	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
			<b>m</b> : Bouton poussoir de mise en marche

2. Etablir le GRAFCET d'un point de vue du système.

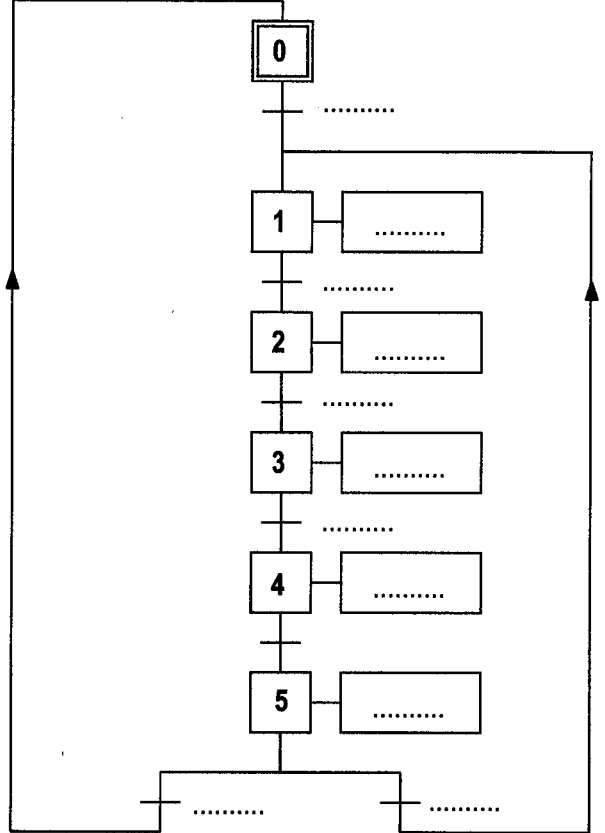


3. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.

**GRAFCET de point de vue de la P.O**



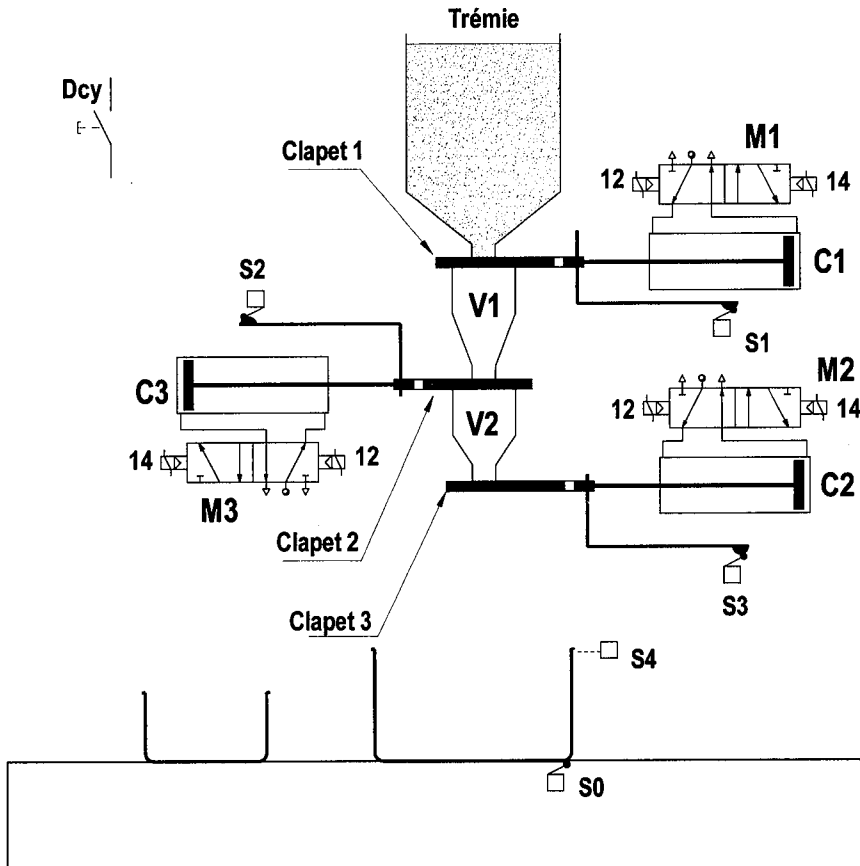
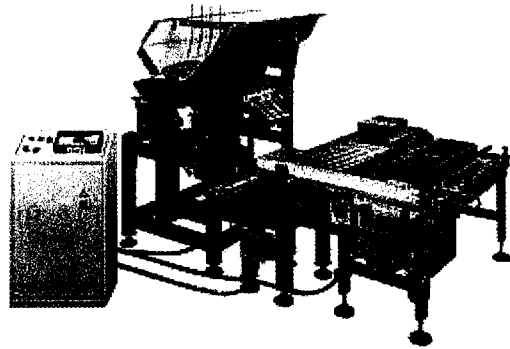
**GRAFCET de point de vue de la P.C**



4. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0, 1, 3 et 5 :

<b>Etape 0</b>	<b>Etape 3</b>
A <sub>0</sub> = .....	A <sub>3</sub> = .....
D <sub>0</sub> = .....	D <sub>3</sub> = .....
X <sub>0</sub> = .....	X <sub>3</sub> = .....
<b>Etape 1</b>	<b>Etape 5</b>
A <sub>1</sub> = .....	A <sub>5</sub> = .....
D <sub>1</sub> = .....	D <sub>5</sub> = .....
X <sub>1</sub> = .....	X <sub>5</sub> = .....

**Exercice 2 : Trémie doseuse**





**Fonctionnement :**

Le système représenté par la figure ci-dessus est conçu pour doser et remplir des boites de peinture de capacités différentes.

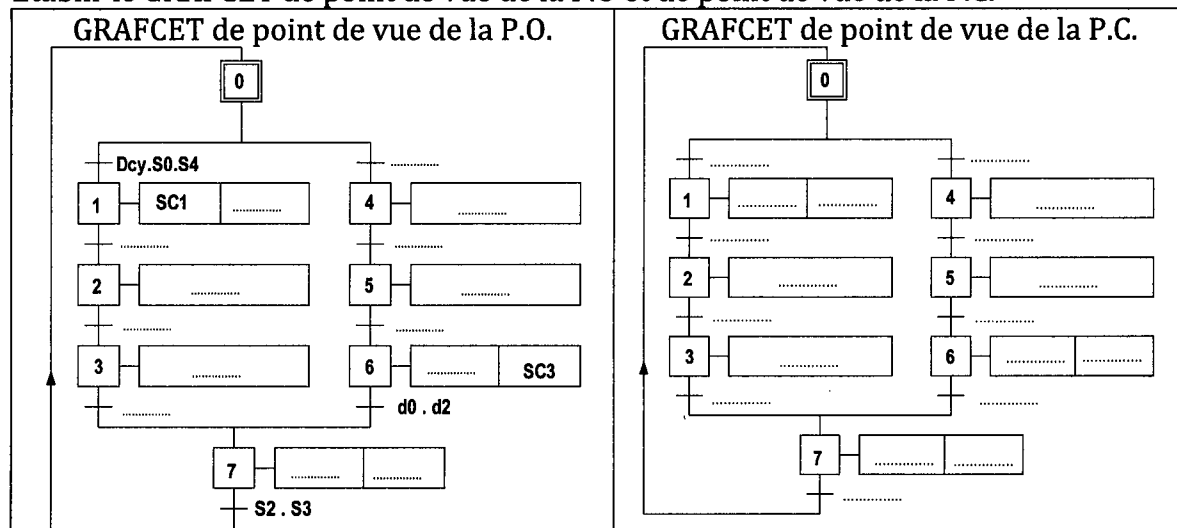
Le système est au repos, l'action sur le bouton Dcy et la présence d'une boite vide sous la trémie, déclenche les séquences suivantes :

- **Séquence N°1 :** La boite est grande de volume  $V = V1 + V2$  (Capteur  $S_4 = 1$ )
  - ▶ Les clapets 1 et 2 avancent pour écouler le produit dans les doseurs 1 et 2.
  - ▶ Le clapet 1 recule pour fermer la trappe de la trémie quand les doseurs sont remplis ( $d_1 = 1$ ).
  - ▶ Le clapet 3 avance pour remplir la boite.
  - ▶ Les clapets 2 et 3 reculent pour fermer les doseurs quand le doseur 2 est vide ( $d_2 = 1$ ).
- **Séquence N°2 :** La boite est petite de volume  $V = V1$  (Capteur  $S_4 = 0$ )
  - ▶ Le clapet 1 avance pour écouler le produit dans le doseur 1.
  - ▶ Le clapet 1 recule pour fermer la trappe de la trémie quand le doseur 1 est rempli ( $d_1 = 1$ ).
  - ▶ Les clapets 2 et 3 avancent pour remplir la boite.
  - ▶ Les clapets 2 et 3 reculent pour fermer les doseurs quand les doseurs sont vides ( $d_0 = 1$  et  $d_2 = 1$ ).

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
manœuvrer le clapet 1	Vérin C <sub>1</sub>	12M1	S <sub>1</sub> : Clapet 1 en position repos.
		14M1	d <sub>0</sub> : Doseur 1 vide.
			d <sub>1</sub> : Doseur 1 plein.
manœuvrer le clapet 2	Vérin C <sub>2</sub>	12M2 1	S <sub>2</sub> : Clapet 2 en position repos .
		4M2	d <sub>2</sub> : Doseur 2 vide.
manœuvrer le clapet 3	Vérin C <sub>3</sub>	12M3	S <sub>3</sub> : Clapet 3 en position repos.
		14M3	

**Dcy** : Bouton poussoir de mise en marche

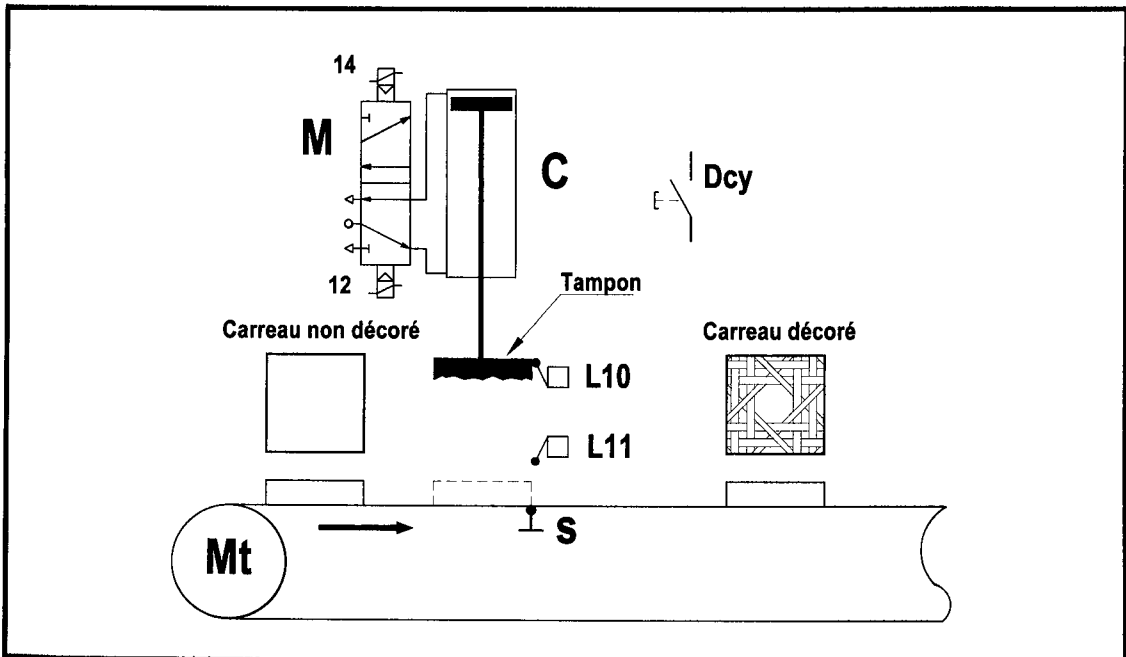
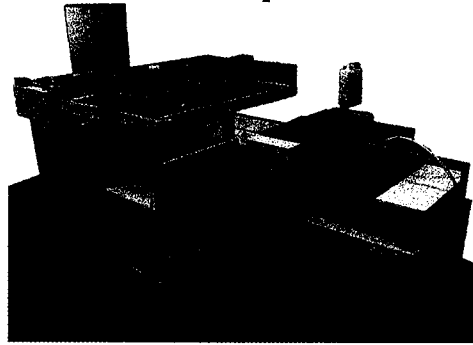
5. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.



6. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0, 1, 3, 4, 6 et 7 :

<b>Etape 0</b>	<b>Etape 4</b>
A <sub>0</sub> = .....	A <sub>4</sub> = .....
D <sub>0</sub> = .....	D <sub>4</sub> = .....
X <sub>0</sub> = .....	X <sub>4</sub> = .....
<b>Etape 1</b>	<b>Etape 6</b>
A <sub>1</sub> = .....	A <sub>6</sub> = .....
D <sub>1</sub> = .....	D <sub>6</sub> = .....
X <sub>1</sub> = .....	X <sub>6</sub> = .....
<b>Etape 3</b>	<b>Etape 7</b>
A <sub>3</sub> = .....	A <sub>7</sub> = .....
D <sub>3</sub> = .....	D <sub>7</sub> = .....
X <sub>3</sub> = .....	X <sub>7</sub> = .....

**Exercice 3 : Poste de décoration automatique**



**Fonctionnement :**

Un moteur **Mt**, commandé par un contacteur **KMt**, entraîne un tapis roulant qui amène des carreaux à décorer en position de décoration puis les éjecter.

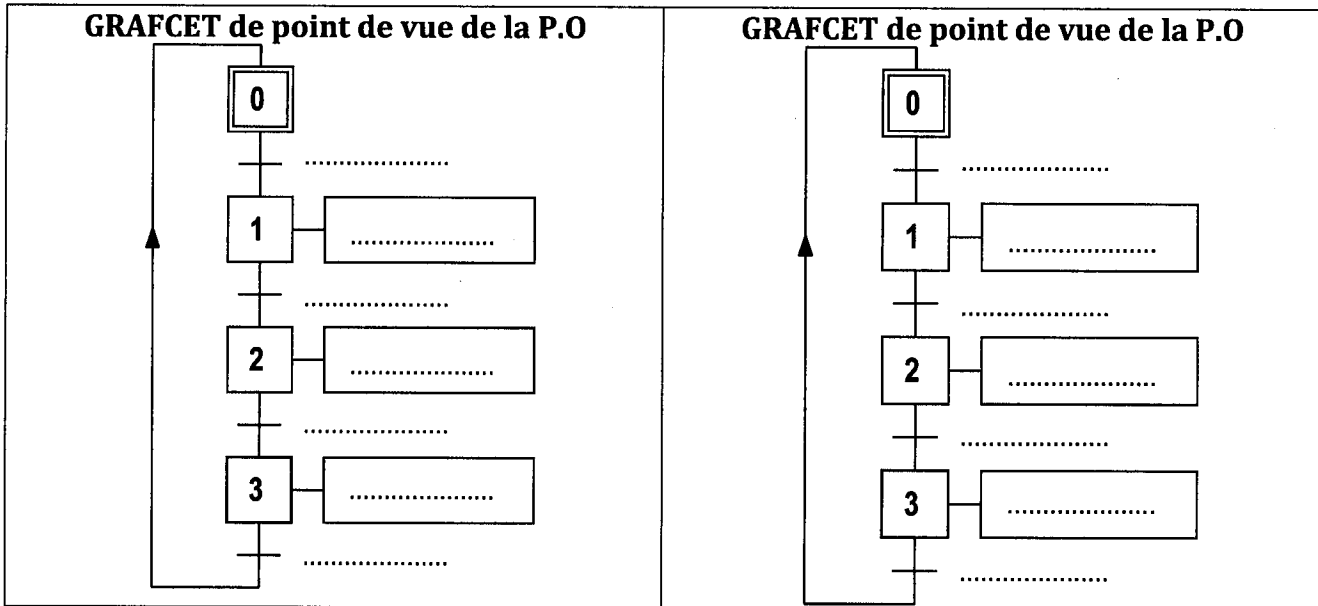
L'appui sur le bouton poussoir départ cycle **Dcy** démarre le cycle suivant :

- Amenée d'un carreau par le tapis roulant en position de décoration (**S = 1**).
- Décoration du carreau par le tampon manœuvré par le vérin **C**.

**Tableau des choix technologiques :**

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Amener les carreaux	Moteur <b>Mt</b>	<b>KMt</b>	<b>S</b> : Carreau en position de décoration
Décorer les carreaux	Vérin <b>C</b>	<b>12M</b>	<b>L10</b> : Tampon en position initiale
		<b>14M</b>	<b>L11</b> : Carreau décoré

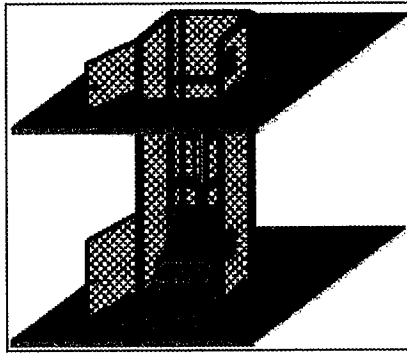
1. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.



2. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0, 1, 2 et 3 :

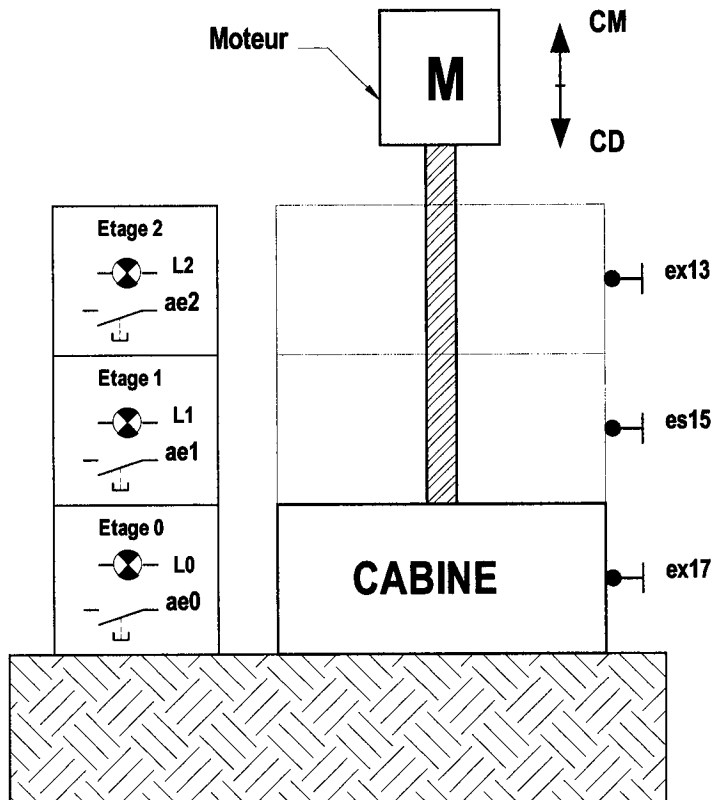
<b>Etape 0</b>	<b>Etape 2</b>
<b>A</b> <sub>0</sub> = .....	<b>A</b> <sub>2</sub> = .....
<b>D</b> <sub>0</sub> = .....	<b>D</b> <sub>2</sub> = .....
<b>X</b> <sub>0</sub> = .....	<b>X</b> <sub>2</sub> = .....
<b>Etape 1</b>	<b>Etape 3</b>
<b>A</b> <sub>1</sub> = .....	<b>A</b> <sub>3</sub> = .....
<b>D</b> <sub>1</sub> = .....	<b>D</b> <sub>3</sub> = .....
<b>X</b> <sub>1</sub> = .....	<b>X</b> <sub>3</sub> = .....

Exercice 4 : Monte-charge



Le monte-charge se compose d'une plate-forme (cabine) pouvant se déplacer verticalement grâce à un moteur entraînant une vis. Ce moteur peut être commandé en un sens ou un autre (CM : montée ou CD : descente).

La cabine peut se déplacer entre trois étages (E0, E1 et E2). La position à chaque étage est détectée respectivement par les capteurs de position ex17, ex15 et ex13.



**Fonctionnement :**

Au repos, la cabine se trouve à l'étage 0, l'appui sur le bouton d'appel étage ae2 démarre le cycle suivant :

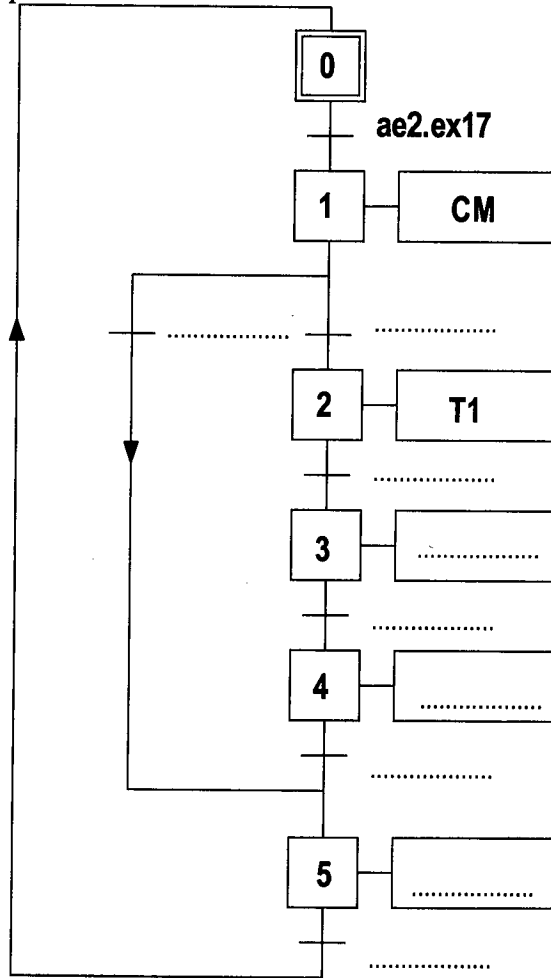
- Montée de cabine à l'étage 1.
- A l'arrivée de la cabine à l'étage 1, deux cas se présentent :

► 1<sup>er</sup> Cas : Présence d'une marchandise à l'étage 1: l'opérateur n'actionne pas le bouton **ae1** :

- La cabine s'arrête pendant **50** secondes à l'étage 1. (chargement de la marchandise).
- Elle monte à l'étage 2.
- Elle s'arrête **30** secondes à l'étage 2. (déchargement de la marchandise).
- Elle descend à l'étage de départ.

► 2<sup>ème</sup> Cas : Pas de marchandise à charger à l'étage 1 : l'opérateur actionne **ae1** et la cabine descend à l'étage 0.

- Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.C.



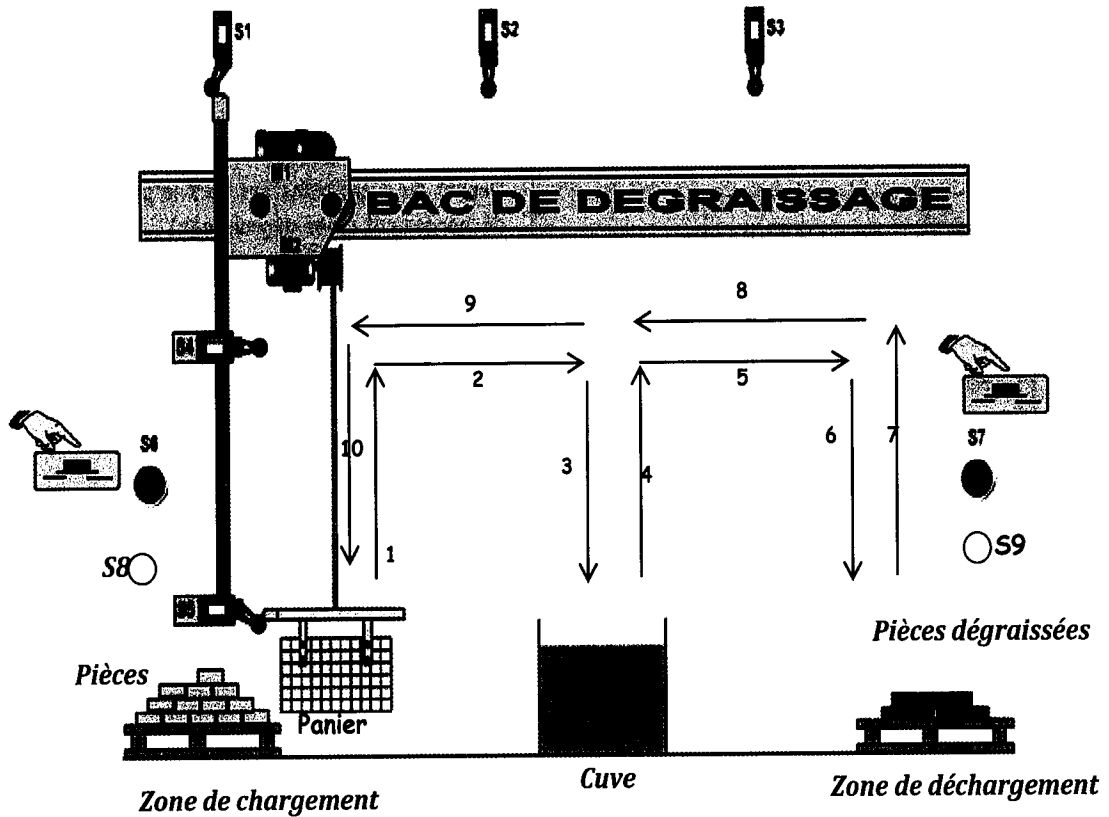
**Exercice 5 :**

**Systeme de dégraissage**

**Description**

Le système étudié ici est un poste de dégraissage des pièces métalliques dans un bain de dégraissage. Comme le montre l'illustration ci-dessous, ce système est composé de trois postes :

- a) un poste de **chargement** à gauche
- b) un poste de **dégraissage** au centre
- c) un poste de **déchargement** à droite

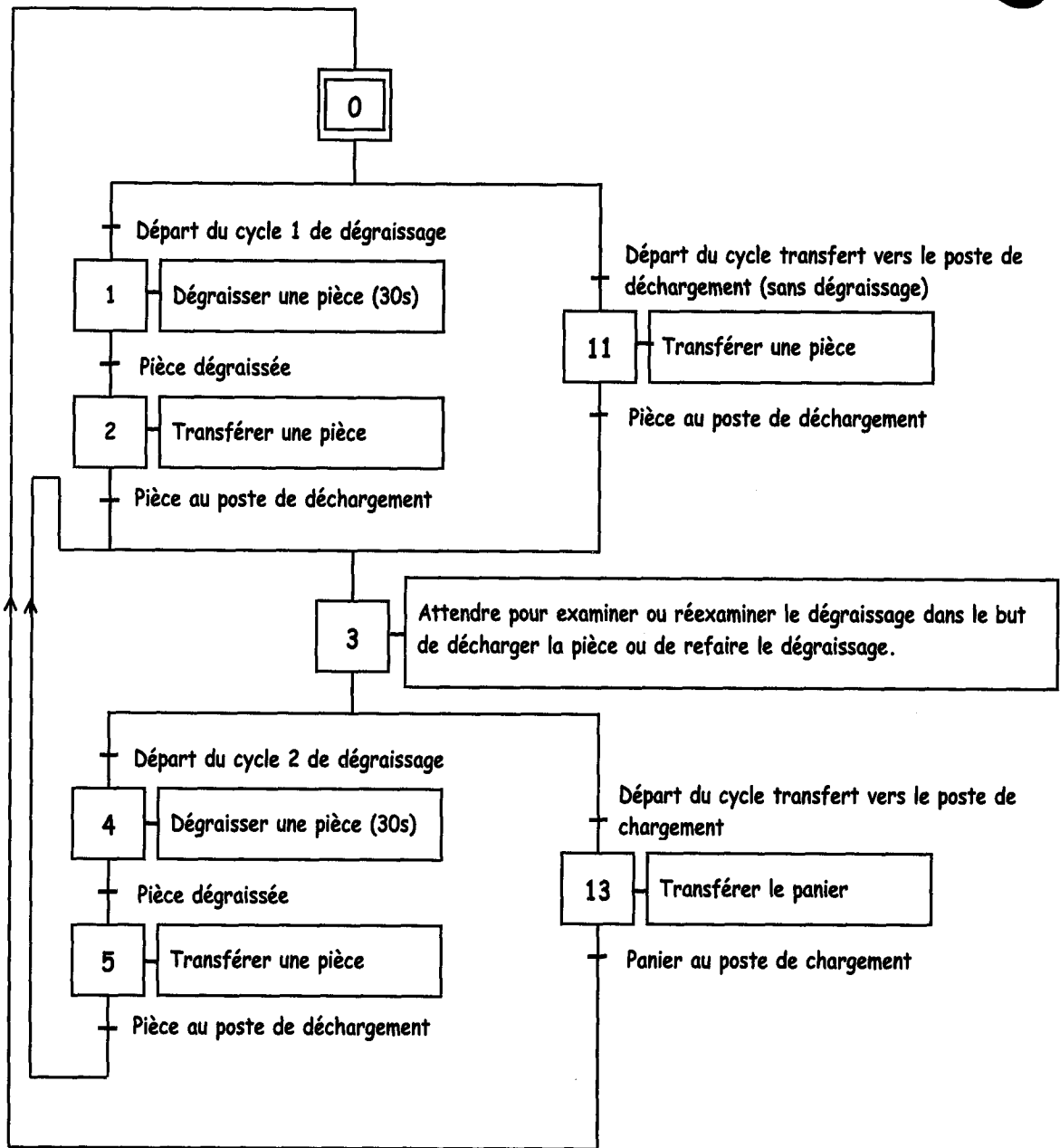


**Fonctionnement :**

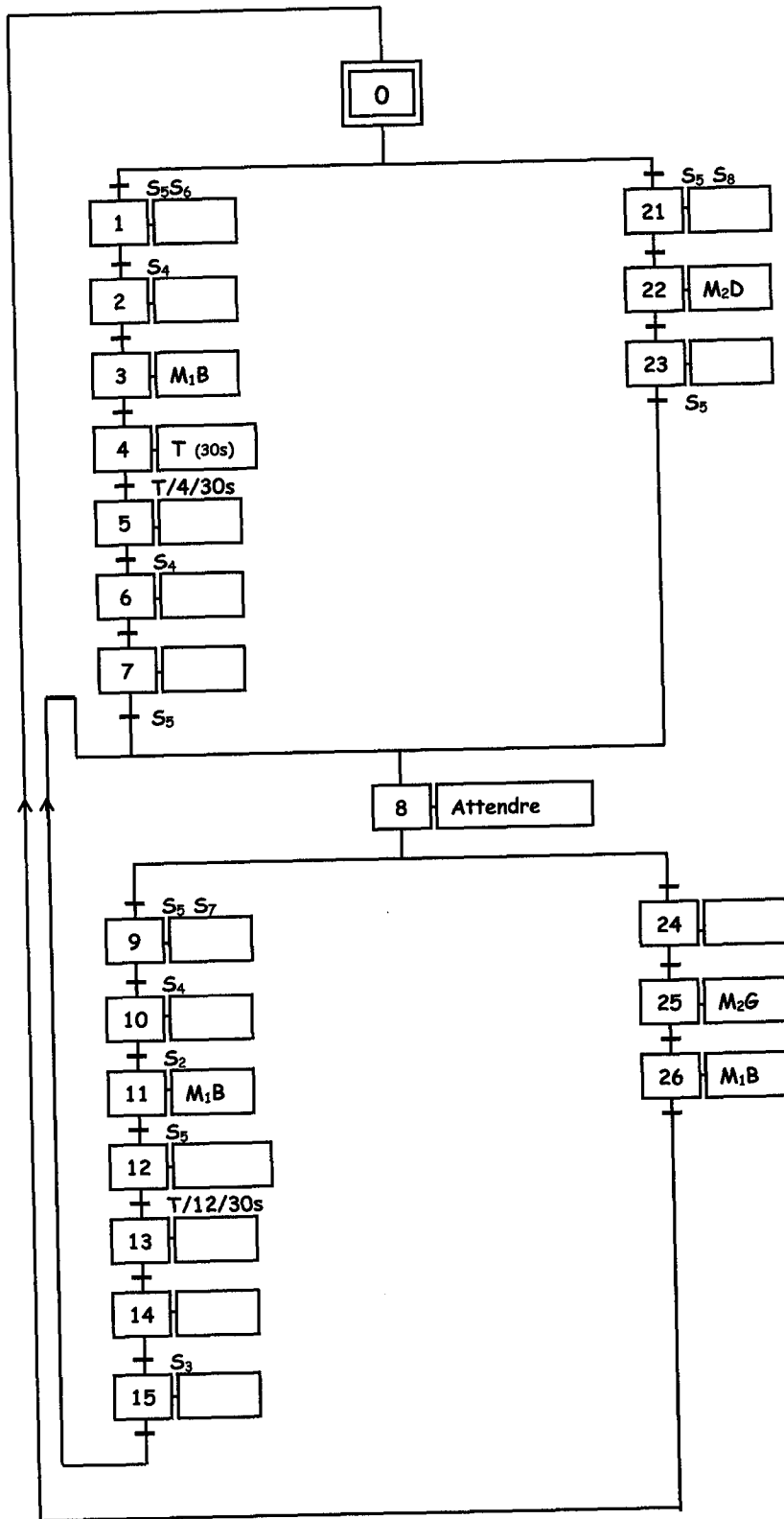
Le poste de dégraissage est entièrement mécanisé : un panier, suspendu à un chariot, descend dans la cuve de dégraissage les pièces à traiter, pendant 30s.

Cette machine est pilotée par deux ouvriers :

- le rôle du premier ouvrier est de charger des pièces puis de choisir de cycle de fonctionnement. Le cycle choisi par l'ouvrier est soit cycle avec dégraissage par action sur S6 ou cycle sans dégraissage par action sur S8;
- le rôle du second ouvrier est de décharger des pièces et de choisir de cycle de fonctionnement. Le cycle choisi par le second ouvrier est soit reprendre le dégraissage par action sur S7 (cycle indiqué par les flèches 7 ; 8 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6), soit envoyer le panier au poste de chargement par action sur S9;

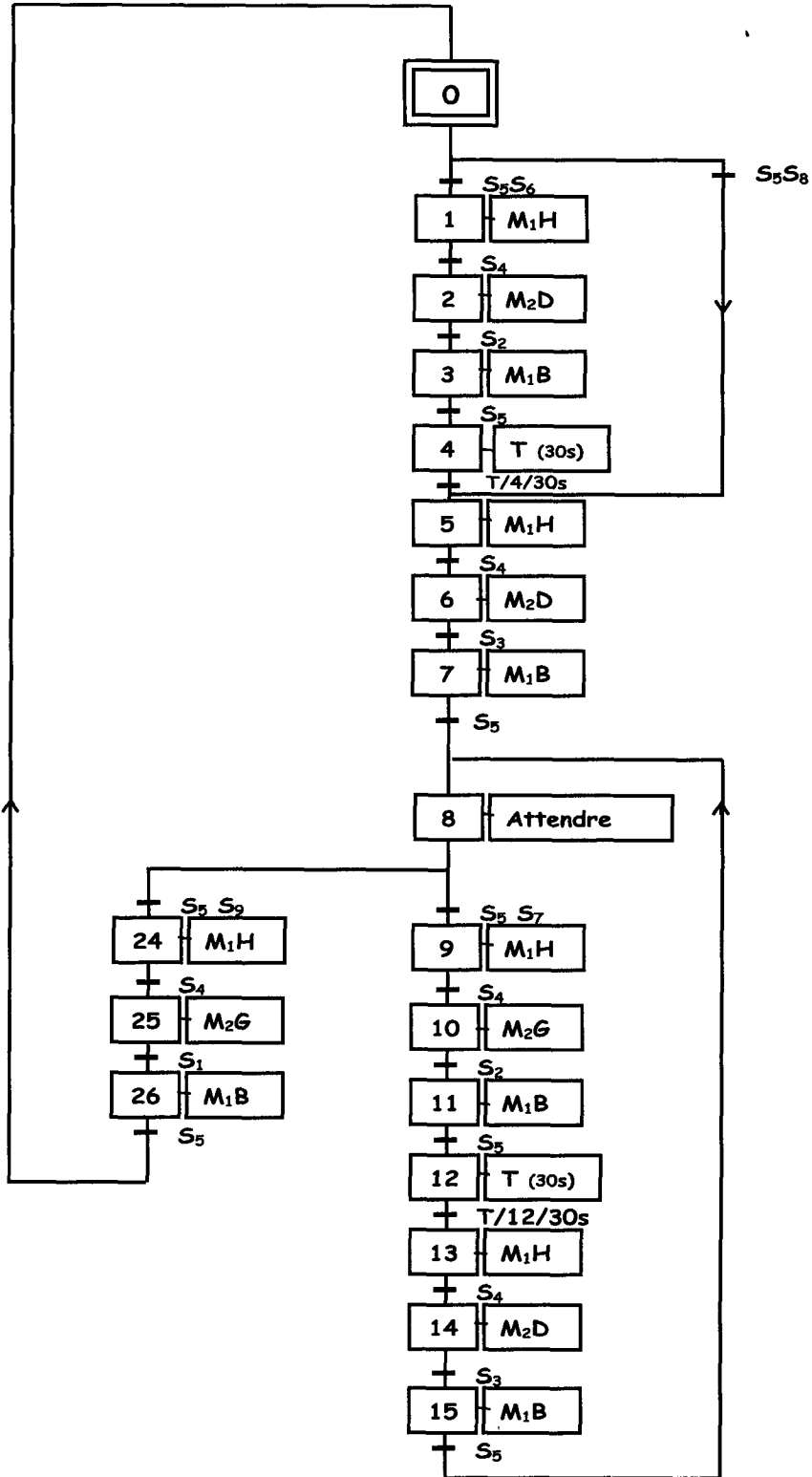


1) Compléter la description du fonctionnement du système de dégraissage dans le GRAFCET PO ci-dessous.



2) On donne, ci-dessous un GRAFCET de point de vue de la P.O. Ce GRAFCET décrit les mêmes cycles de fonctionnements déjà proposés par le GRAFCET du point de vue système :





En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.O, ci-dessous, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0,1,5 et 8 :

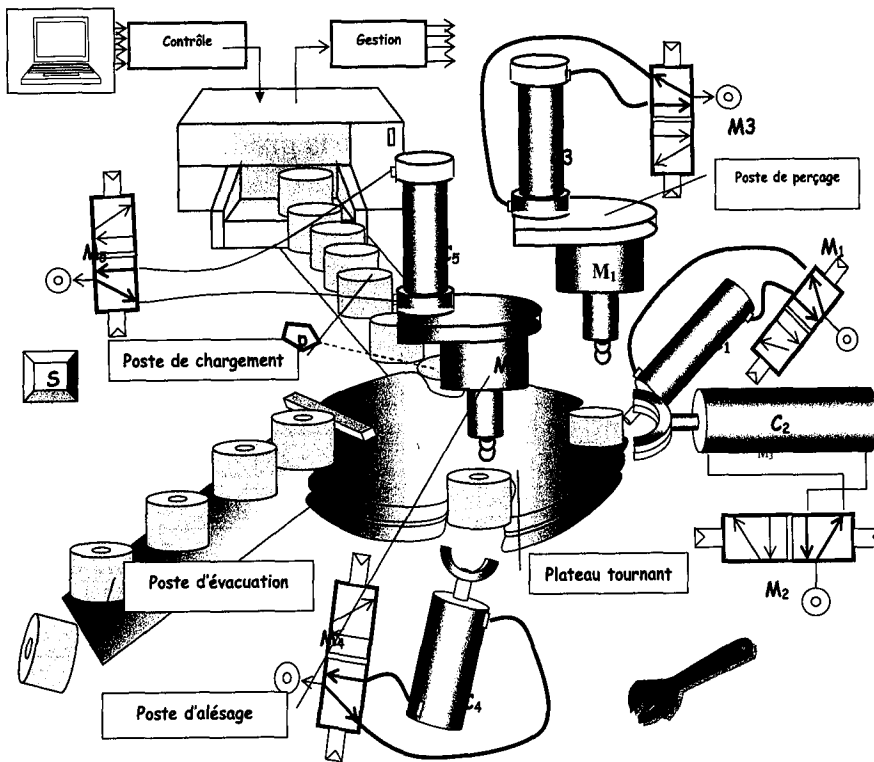
Etape 0	Etape 1
A <sub>0</sub> = .....	A <sub>1</sub> = .....
D <sub>0</sub> = .....	D <sub>1</sub> = .....
X <sub>0</sub> = .....	X <sub>1</sub> = .....
Etape 5	Etape 8
A <sub>5</sub> = .....	A <sub>8</sub> = .....
D <sub>5</sub> = .....	D <sub>8</sub> = .....
X <sub>5</sub> = .....	X <sub>8</sub> = .....

3) Comparer les cycles décrit par le GRAFCET de point de vue de la P.O, ci-dessous, aux cycles de fonctionnement décrit GRAFCET demandée en 1.

**Exercice 6:**

**Systeme automatique d'alésage**

Le système suivant permet de percer et d'alésé des pièces en série



Le plateau tournant de la machine automatisée doit produire des pièces percées et alésées en petites séries, comporte quatre postes de travail :

1. Poste de chargement.
2. Poste de perçage.
3. Poste de d'alésage.
4. Poste de d'évacuation.

**FONCTIONNEMENT**

L'impulsion sur le bouton **S** (Dcy) et présence pièce (p = 1) permet :

- 1) Déverrouillage du plateau **RC<sub>6</sub>** « vérin non représenté ».
- 2) Rotation de 90° du plateau **SC<sub>1</sub>**.
- 3) Verrouillage du plateau **SC<sub>6</sub>** ET **RC<sub>1</sub>**.
- 4) Déverrouillage du plateau **RC<sub>6</sub>** « vérin non représenté ».
- 5) Rotation de 90° du plateau **SC<sub>1</sub>**.
- 6) Verrouillage du plateau **SC<sub>6</sub>** ET **RC<sub>1</sub>**.
- 7) Mise en route simultanée des deux poste de perçage et alésage

**7. 1. Poste de perçage**

1. Serrage de la pièce **SC<sub>2</sub>**
2. Rotation de la broche porte outil (Moteur **M1**) et descente de celle-ci jusqu'à **l<sub>31</sub>**
3. Montée de la broche toujours en rotation jusqu'à **l<sub>30</sub>**.
4. Desserrage de la pièce **RC<sub>2</sub>**.

**7. 2. Poste d'alésage**

1. Serrage de la pièce **SC<sub>4</sub>**
2. Rotation de la broche (Moteur **M2**) et descente de celle-ci jusqu'à **l<sub>41</sub>**
3. Montée de la broche porte outil toujours en rotation jusqu'à **l<sub>40</sub>**.
4. Desserrage de la pièce **RC<sub>4</sub>**.

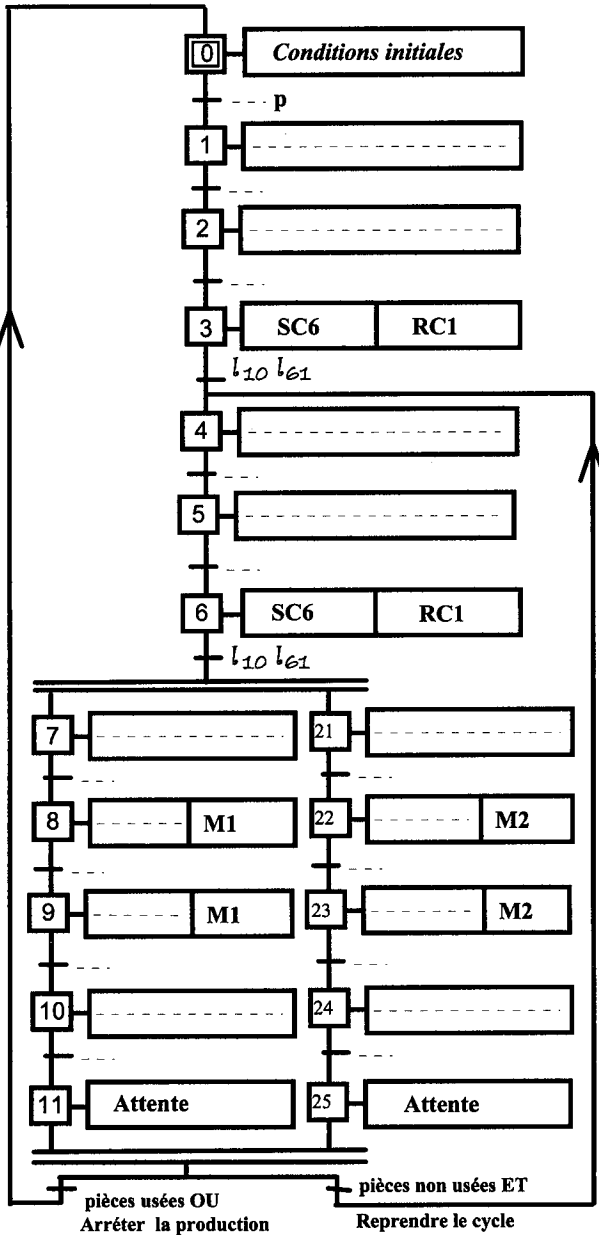
On peut reprendre le cycle quand **C = 1**, si non on arrête la production.

Le tableau suivant permet la désignation des différents actionneurs, pré actionneurs et capteurs utilisés par ce système

<b>ACTIONNEURS</b>	<b>Mouvements de la PO</b>	<b>Actions de la PC</b>	<b>Capteurs</b>
<b>Vérin C1</b>	Sortie <b>SC1</b>	<b>14M1</b>	<b>L<sub>11</sub></b>
	Rentrée <b>RC1</b>	<b>12M1</b>	<b>L<sub>10</sub></b>
<b>Vérin C2</b>	Sortie <b>SC2</b>	<b>14M2</b>	<b>L<sub>21</sub></b>
	Rentrée <b>RC2</b>	<b>12M2</b>	<b>L<sub>20</sub></b>
<b>Vérin C3</b>	Sortie <b>SC3</b>	<b>14M3</b>	<b>L<sub>31</sub></b>
	Rentrée <b>RC3</b>	<b>12M3</b>	<b>L<sub>30</sub></b>
<b>Vérin C4</b>	Sortie <b>SC4</b>	<b>14M4</b>	<b>L<sub>41</sub></b>
	Rentrée <b>RC4</b>	<b>12M4</b>	<b>L<sub>40</sub></b>
<b>Vérin C5</b>	Sortie <b>SC5</b>	<b>14M5</b>	<b>L<sub>51</sub></b>
	Rentrée <b>RC5</b>	<b>12M5</b>	<b>L<sub>50</sub></b>
<b>Vérin C6</b>	Sortie <b>SC6</b>	<b>14M6</b>	<b>L<sub>61</sub></b>
	Rentrée <b>RC6</b>	<b>12M6</b>	<b>L<sub>60</sub></b>
<b>Moteur M 1</b>	<b>M1</b>	<b>KM1</b>	<b>***</b>
			<b>***</b>
<b>Moteur M 2</b>	<b>M2</b>	<b>KM2</b>	p et s : présence pièce & DCY
<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	

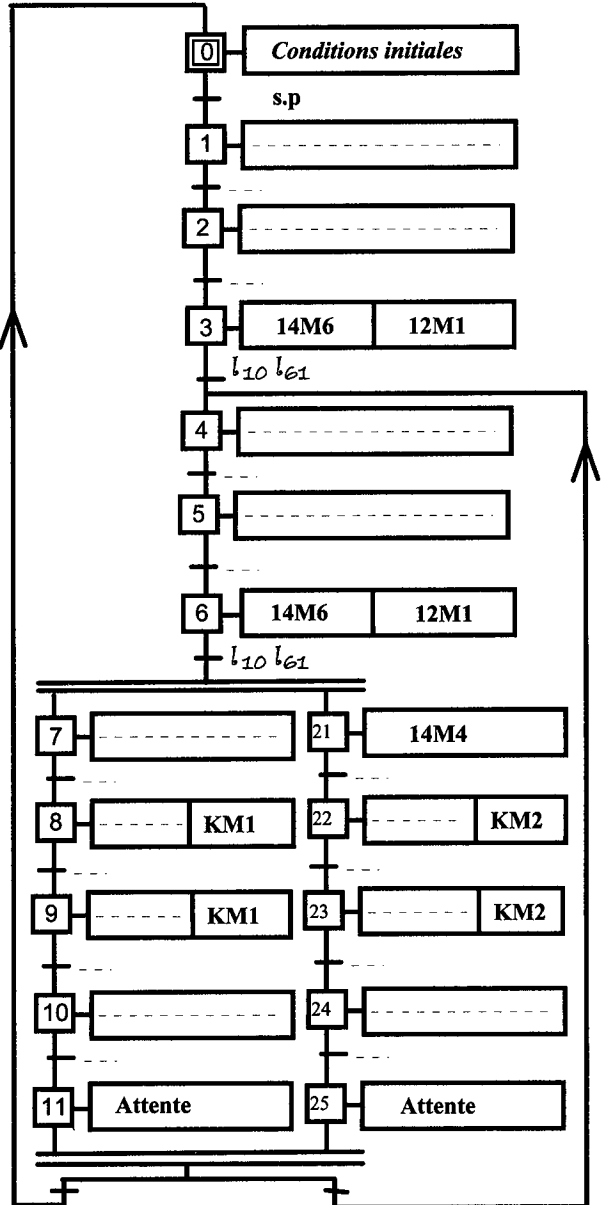
**I) Etude de la partie opérative**

En se référant au dossier technique , compléter, ci-dessous, le GRAFCET du point de vue P.O. :



**II) Etude de la partie commande**

1. En se référant au dossier technique , Compléter, ci-dessous, le GRAFCET du point de vue P.C.



# Leçon A3-4 : Les séquenceurs

## Résumé du cours

### I. Structure d'un module étape

Un module étape est constitué :

- d'un module d'activation ;
- d'un module de désactivation ;
- d'une mémoire

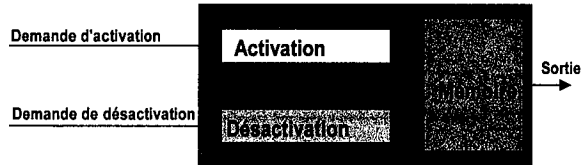


Figure A3-4\_1

#### 1. Module d'activation

Pour activer une étape, il faut que :

- l'étape (ou les étapes) immédiatement précédente(s) **EP**  
**ET**
- la (les) réceptivité(s) immédiatement précédente(s) **RP**  
soit (soient) vraie(s)

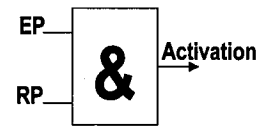


Figure A3-4\_2

#### 2. Module de désactivation

Pour désactiver une étape, il faut que :

- l'étape (ou les étapes immédiatement) suivante(s) **ES**  
soit (soient) active(s).

**OU**

- autre ordre de désactivation **OD** (RAZ : remise à zéro...)

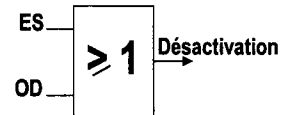


Figure A3-4\_3

#### 3. module mémoire

La fonction mémoire est une cellule logique à 2 entrées et deux sorties complémentaires:

- E : enclenchement ou activation.
- D : déclenchement ou désactivation.

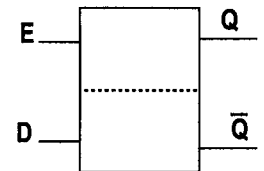
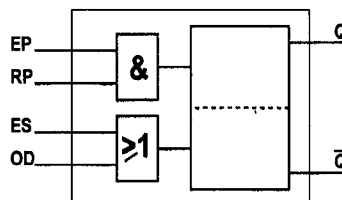


Figure A3-4\_4

#### 4. Logigramme d'un module étape

Figure



A3-4\_5

## II. Séquenceur électronique

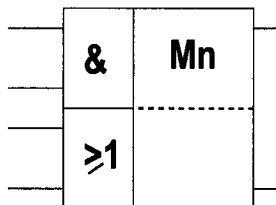
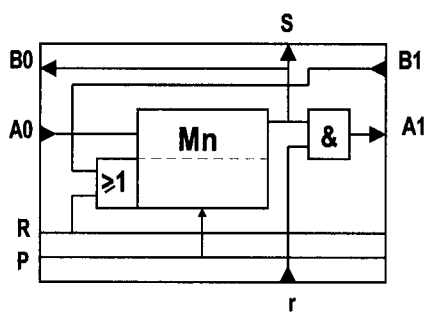


Figure A3-4\_6

## III. Séquenceurs pneumatiques

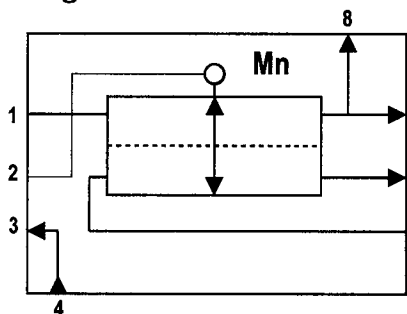
### 1. Technologie TELEMECANIQUE :



- $A_0$  : entrée d'enclenchement du module  $M_n$ .
- $B_0$  : sortie de déclenchement du module  $M_{n-1}$ .
- $A_1$  : sortie de d'enclenchement du module  $M_{n+1}$ .
- $B_1$  : entrée de déclenchement du module  $M_n$ .
- $S$  : Sortie.
- $r$  : Condition de transition (réceptivité).
- $P$  : Pression.
- $R$  : Remise à zéro.

Figure A3-4\_7

### 2. Technologie CROUZET



- 1** : Validation de l'étape n.
- 2** : Activation de l'étape n.
- 3** : Désactivation de l'étape n-1.
- 4** : Condition de transition.
- 5** : Désactivation de l'étape n.
- 6** : Désactivation de l'étape n.
- 7** : Validation de l'étape n+1.
- 8** : sortie.

Figure A3-4\_8

## Exercices

### Exercice 1 : Poste de décoration automatique

On donne le GRAFCET de point de vue de la P.C du système : Poste de décoration automatique :

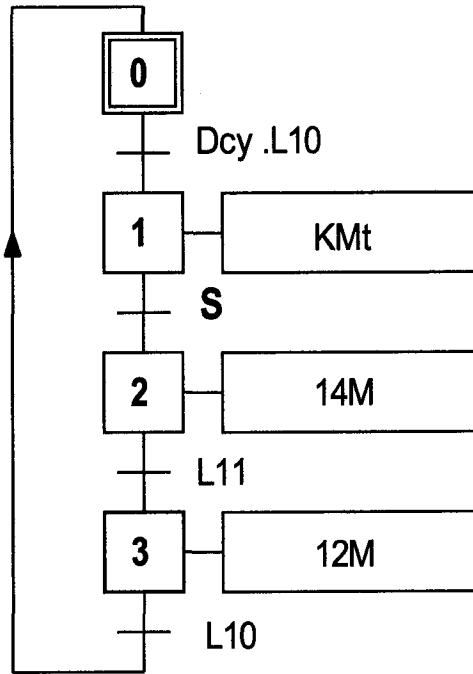


Figure A3-4\_9

1. Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique ci-dessous (technologie TELEMECANIQUE)

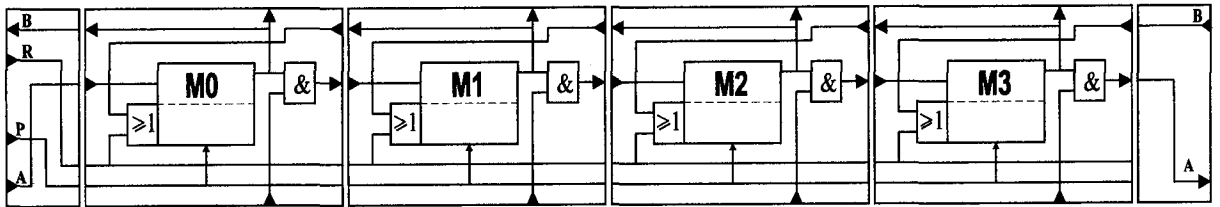


Figure A3-4\_10

2. Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique ci-dessous (technologie CROUZET)

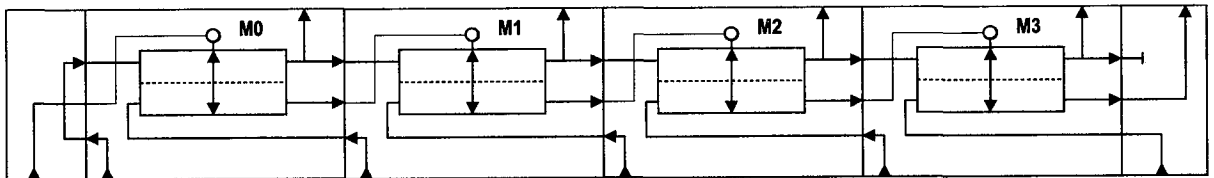


Figure A3-4\_11

**Exercice 2 :**

On donne le GRAFCET de point de vue de la P.C ci-dessous :

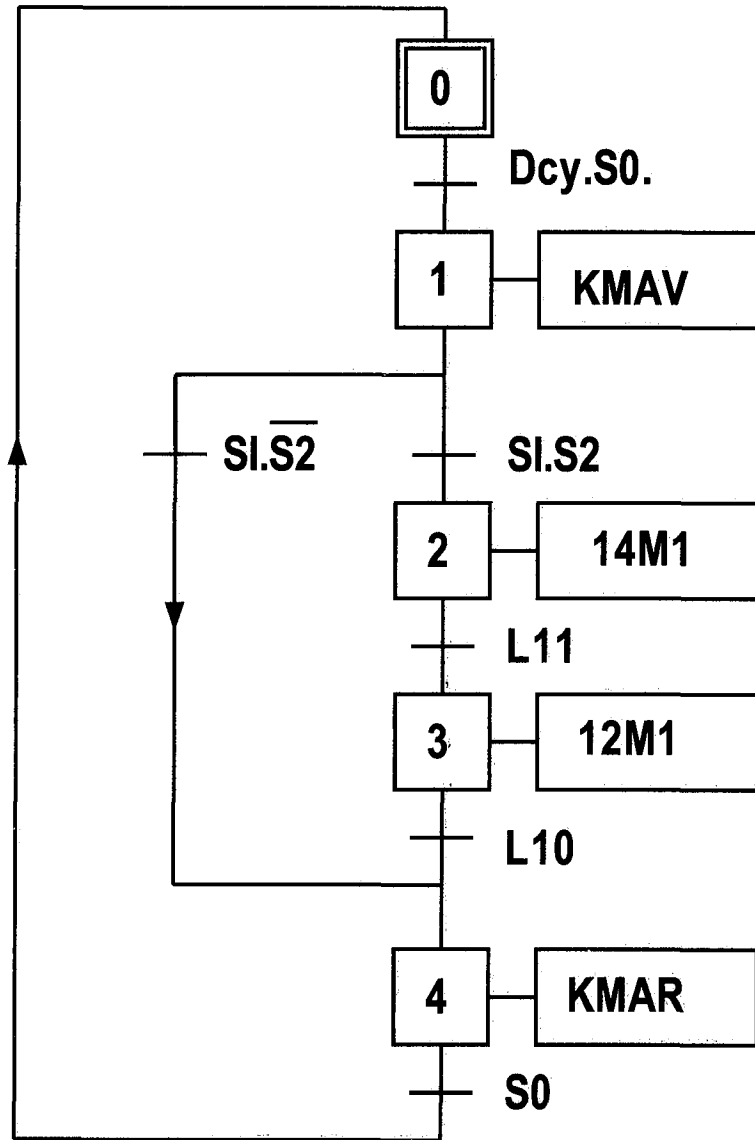


Figure A3-4\_12



Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique électronique ci-dessous:

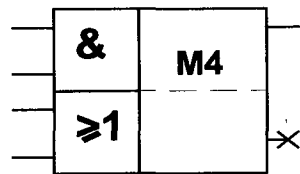
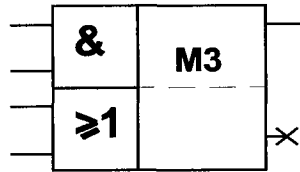
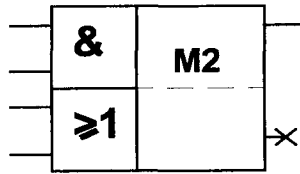
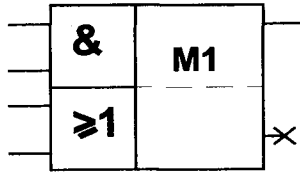
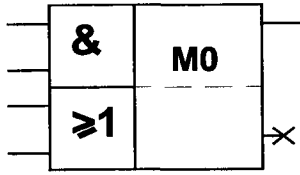
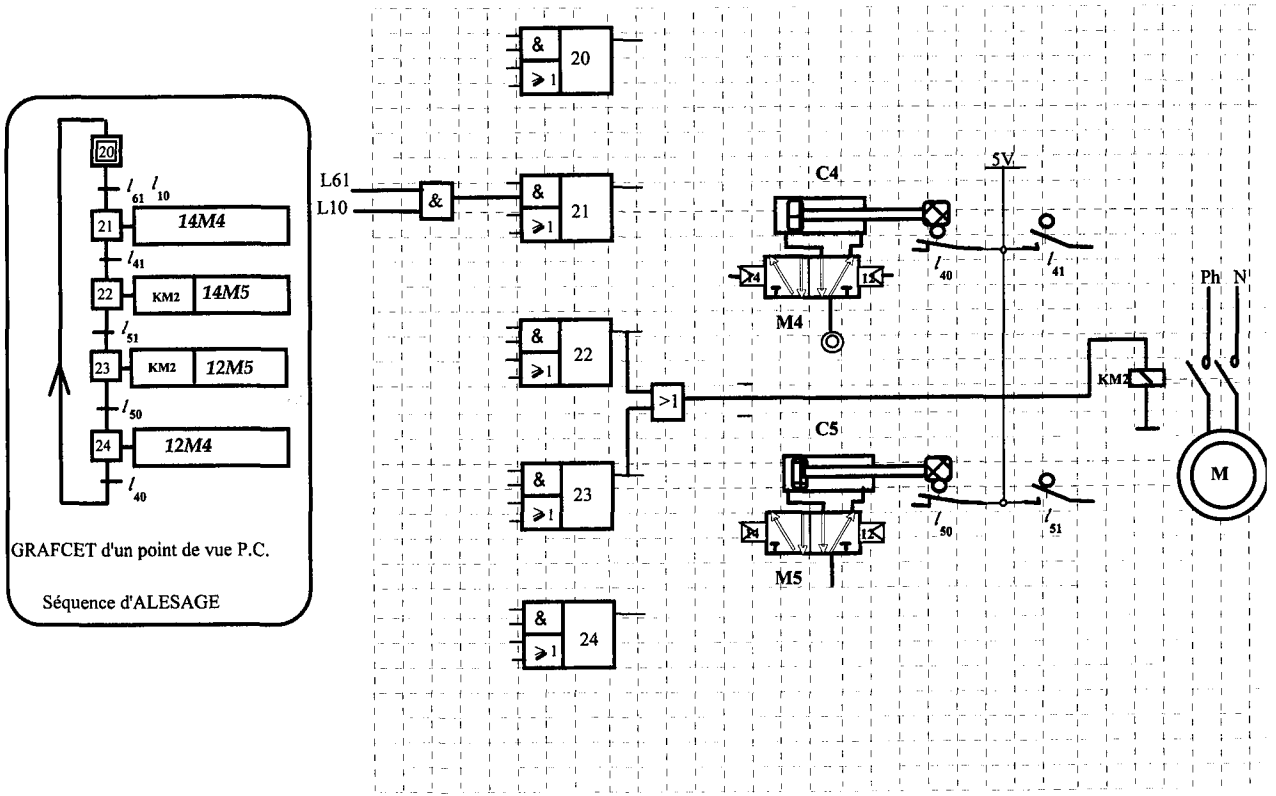


Figure A3-4\_13

**Exercice 3 :**

Disposons d'une séquence inspirée du GRAFCET de commande du poste d'alésage automatique (leçon 3 Exercice 7). Cette séquence correspondante à l'alésage d'une seule pièce, compléter le schéma du séquenceur électronique suivant :



GRAFCET d'un point de vue P.C.

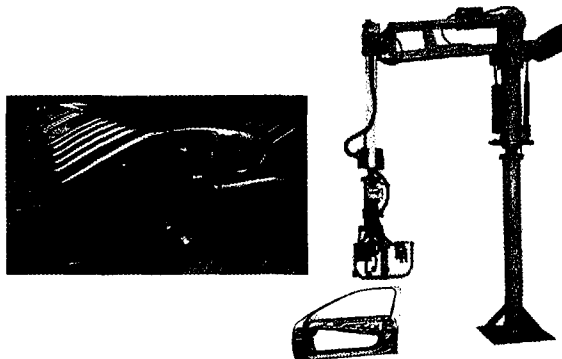
Séquence d'ALESAGE

**Exercice 4 :**

**Pince de manutention**

**Description**

Cet équipement est un outil de préhension et de manutention des portes dans un secteur d'assemblage et de montage des voitures. Il est entraîné par trois vérins électriques : VP pour la préhension ou le relâchement d'une porte ; VE pour l'élévation ou la descente ; VR pour la rotation à gauche ou la rotation à droite.

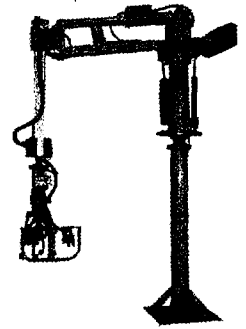


Fonctionnement

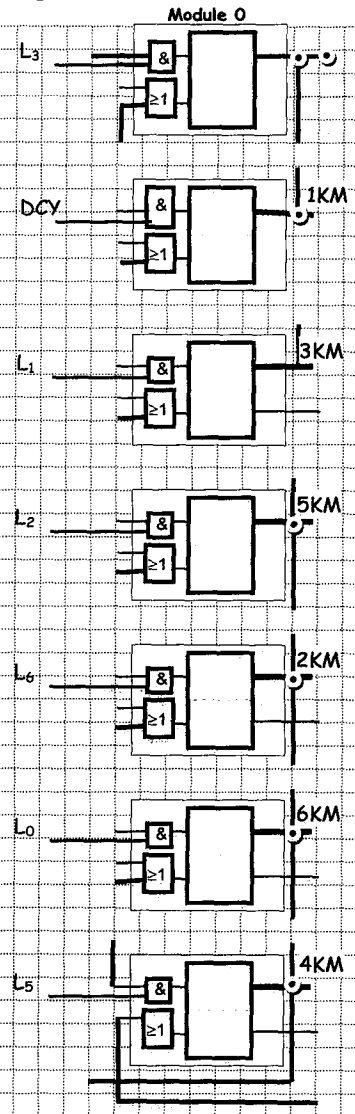
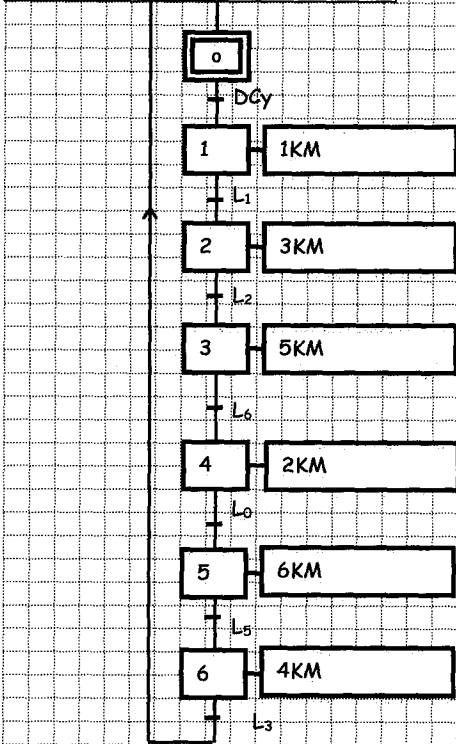
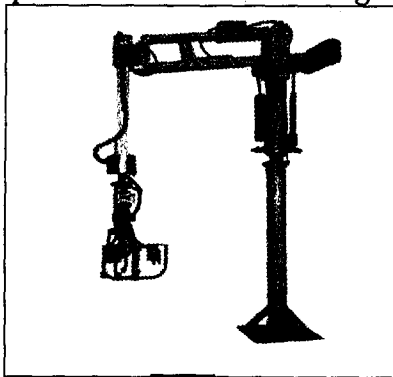
Une action sur le bouton DCY permet le fonctionnement de cet équipement. La pince de manutention décrit le cycle suivant :

- 1) Préhension ; 2) Elévation ; 3) Rotation gauche ; 4) Relâchement ;
- 5) Rotation droite ; 6) Descente.

Fonction	Actionneur	Préactionneur	Capteur
Prendre Relâcher	Vérin électrique VP	1KM 2KM	L <sub>1</sub> L <sub>0</sub>
Elever Descendre	Vérin électrique VE	3KM 4KM	L <sub>2</sub> L <sub>3</sub>
Tourner à gauche Tourner à droite	Vérin électrique VR	5KM 6KM	L <sub>6</sub> L <sub>1</sub>



- 1) Etablir le GRAFCET PC
- 2) Compléter le schéma de câblage du séquenceur électronique



**Exercice 5 :**

**Bras de manutention manipulatrice**

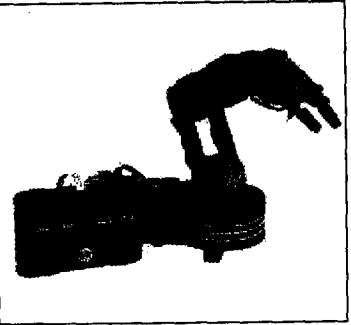
Cet équipement est un outil de préhension et de manutention de charges. Il est entraîné par trois vérins pneumatiques V1 pour la préhension et le relâchement, V2 pour la rotation et V3 pour la l'élevation et la descente.

**Fonctionnement**

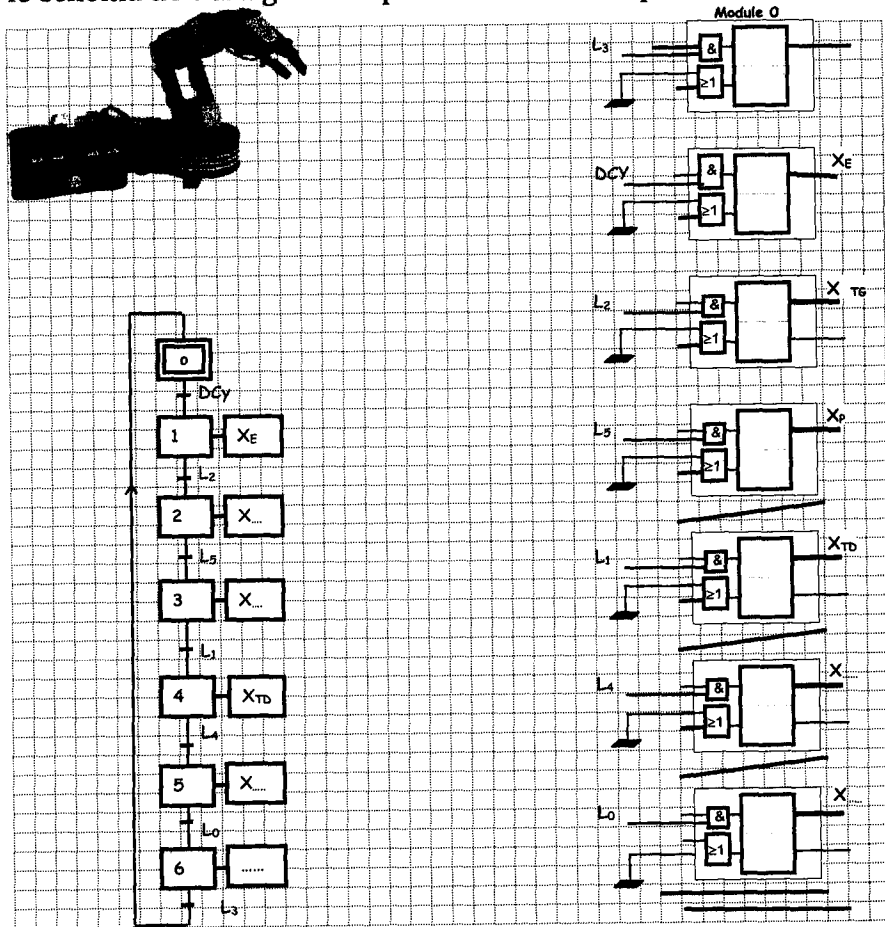
Une action sur DCY déclenche un cycle décrit par la pince. Ce cycle est : 1) Elevation ; 2) Rotation gauche ; 3) préhension ; 4) Rotation droite ; 5) relâchement ; 6) Descente.

2) Une action sur le bouton DCY entraîne un cycle de fonctionnement décrit par la pince de manutention.

Fonction	Actionneur	Préactionneur	Capteur
Prendre	V1P	X <sub>P</sub>	L <sub>1</sub>
Relâcher	V1R	X <sub>R</sub>	L <sub>0</sub>
Elever	V2E	X <sub>E</sub>	L <sub>2</sub>
Descendre	V2D	X <sub>D</sub>	L <sub>3</sub>
Tourner à droite	V3Dr	X <sub>TD</sub>	L <sub>4</sub>
Tourner à gauche	V3Ga	X <sub>TG</sub>	L <sub>5</sub>



- 1) Etablir le GRAFCET PC
- 2) Compléter le schéma de câblage du séquenceur électronique



**Exercice 6 :**

**Vibreux à béton**

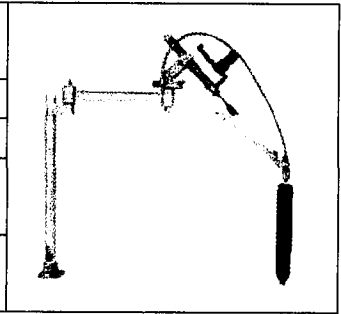
Cet équipement est un outil utilisé dans la construction de bâtiment et des travaux de génie civil. La vibration du marteau dans les poutres pendant la construction améliore la qualité du béton.

**Fonctionnement**

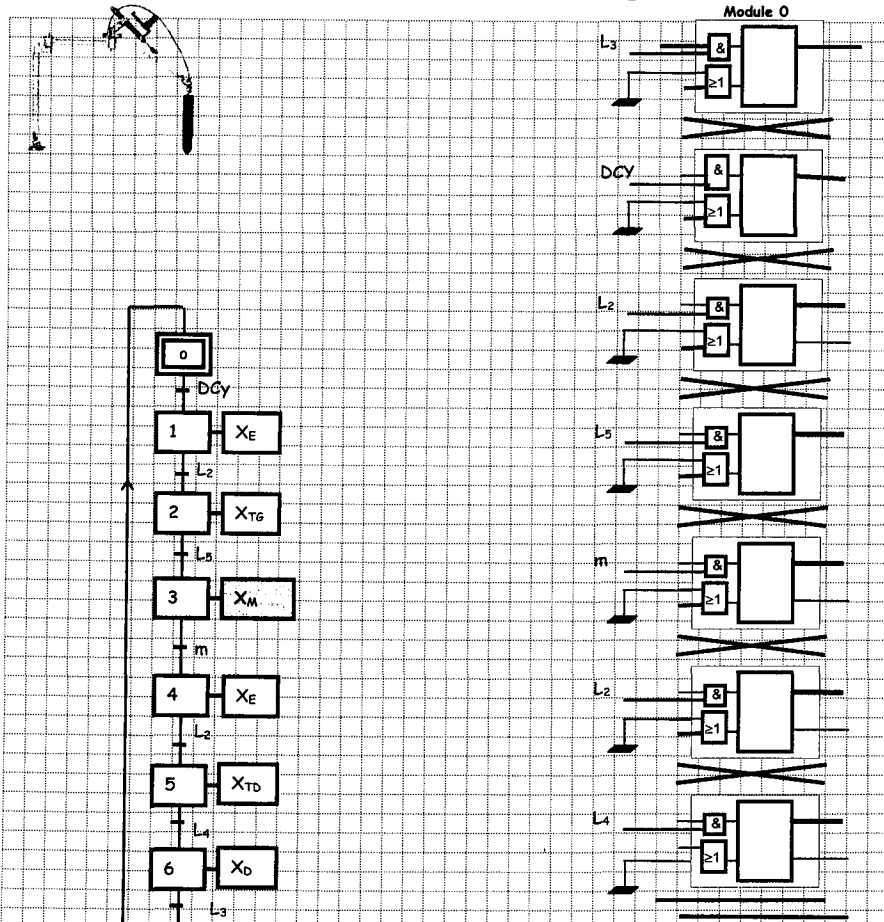
Le cycle décrit par le marteau est : 1) élévation ; 2) rotation gauche ; 3) attente pour permettre à l'ouvrier d'utiliser le vibreur. L'ouvrier une fois terminer cette opération, il agit sur un bouton m ; 4) élévation ; 5) Rotation droite ; 6) descente.

1) Une action sur le bouton DCY entraîne un cycle de fonctionnement décrit par la pince de manutention.

Fonction	Préactionneur	Capteur
Faire vibrer (Moteur)	$X_M$	
Elever	$X_E$	$L_2$
Descendre	$X_D$	$L_3$
Tourner à droite	$X_{TD}$	$L_4$
Tourner à gauche	$X_{TG}$	$L_5$



- 1) Etablir le GRAFCET PC
- 2) Compléter le schéma de câblage du séquenceur électronique



**Exercice 7 :**

**Bras manipulateur**

Cet équipement est un outil utilisé dans un atelier de montage des engins. Il permet la manutention des roues en toute sécurité. Il est, aussi, utilisé pour gonfler les pneus.

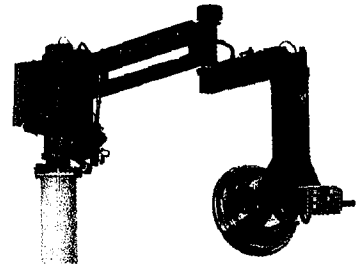
**Fonctionnement**

Le cycle décrit par le bras manipulateur est : 1) Elévation ; 2) rotation gauche ; 3) descente 4) Gonfler un pneu; 5) élévation ; 6) Rotation droite ; 7) descente.

La préhension et le relâchement d'une roue sont effectués manuellement

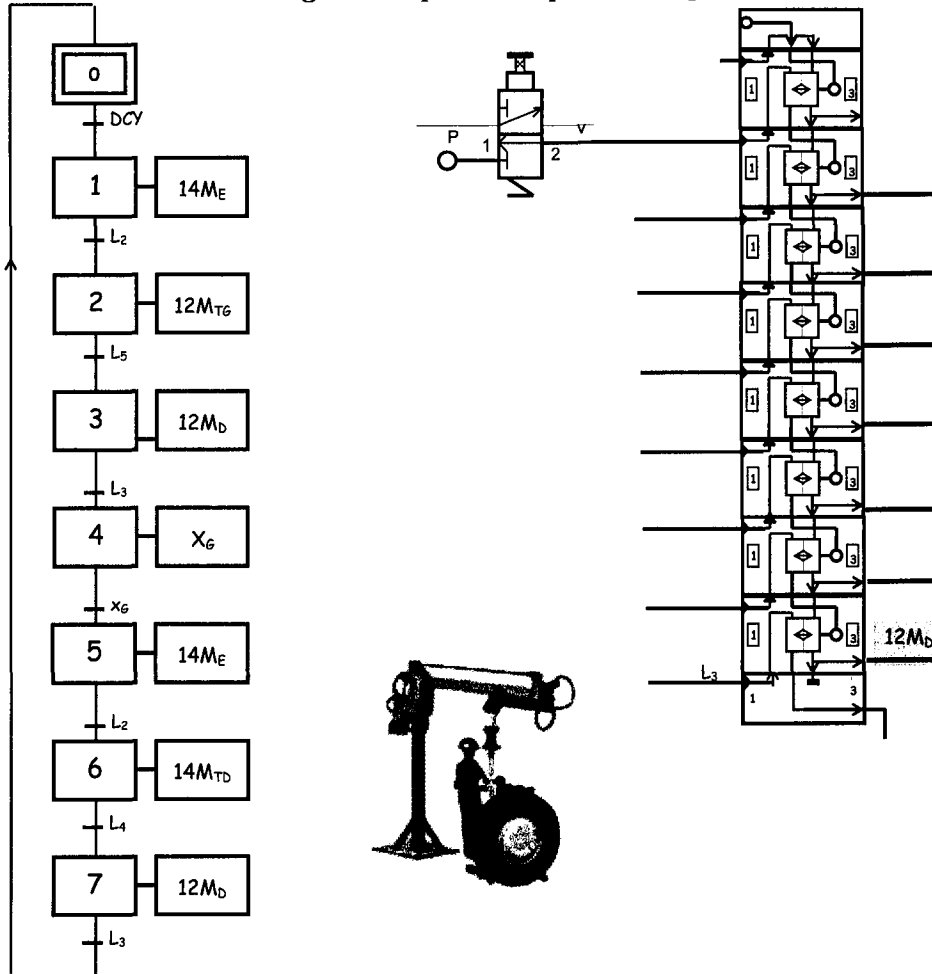
1) Une action sur le bouton DCY (v) entraîne un cycle de fonctionnement décrit par la pince de manutention.

Fonction	Préactionneur	Capteur
Gonfler	X <sub>G</sub>	X <sub>g</sub>
Elever	14M <sub>E</sub>	L <sub>2</sub>
Descendre	12M <sub>D</sub>	L <sub>3</sub>
Tourner à droite	14M <sub>TD</sub>	L <sub>4</sub>
Tourner à gauche	12M <sub>TG</sub>	L <sub>5</sub>



1) Etablir le GRAFCET PC

2) Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique



**Exercice 8 :**

**Bras manipulateur**

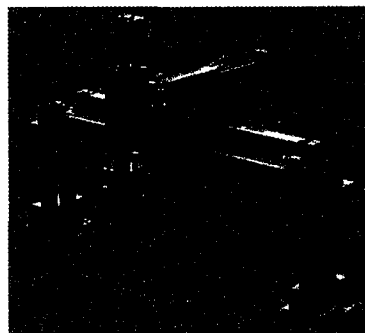
Cet équipement est un outil utilisé dans un atelier de montage des engins. Il facilite et sécurise la manutention des pièces de grandes tailles.

**Fonctionnement**

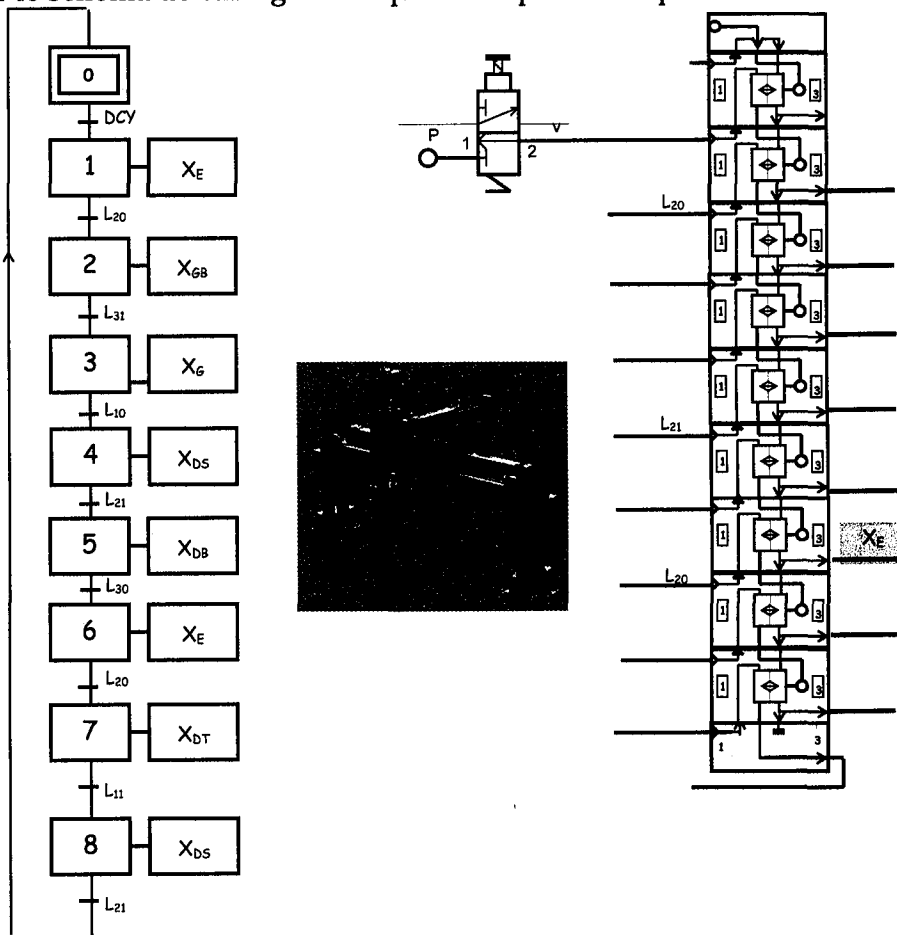
Le cycle décrit par le marteau est : 1) Elévation ; 2) rotation gauche ; 3) descente ; 4) élévation ; 5) Rotation droite ; 6) descente.

1) Une action sur le bouton DCY (v) entraîne un cycle de fonctionnement décrit par la pince de manutention.

Fonction	Actionneur	Capteur
Translater à gauche	X <sub>g</sub>	L <sub>20</sub>
Translater à droite	X <sub>dr</sub>	L <sub>21</sub>
Elever	X <sub>E</sub>	L <sub>20</sub>
Descendre	X <sub>Ds</sub>	L <sub>21</sub>
Tourner à droite la pince	X <sub>DP</sub>	L <sub>30</sub>
Tourner à gauche la pince	X <sub>GP</sub>	L <sub>31</sub>



- 1) Etablir le GRAFCET PC
- 2) Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique



# Chapitre A4 : Les microcontrôleurs

## 1- Introduction

Les microcontrôleurs sont aujourd'hui implantés dans la plupart des applications grand public ou professionnelles, il en existe plusieurs familles.

La société Américaine Microchip Technologie a mis au point dans les années 90 un microcontrôleur CMOS : le PIC (Peripheral Interface Controller). Ce composant encore très utilisé à l'heure actuelle, est un compromis entre simplicité d'emploi, rapidité et prix de revient.

## 2- Classification des PICs de Microchip

Actuellement les modèles Microchip, sont classés en 3 grandes familles, comportant chacun plusieurs références. Ces familles sont :

- Base-line : les instructions sont codées sur 12 bits.
- mid-line : les instructions sont codées sur 14 bits.
- High-End : les instructions sont codées sur 16 bits.

## 3- Identification des PICs

Un PIC est généralement identifié par une référence de la forme suivante : **xx(L)XXyy-zz**

**xx :** famille du composant, actuellement « 12, 14, 16, 17 et 18 ».

**L :** tolérance plus importante de la plage de tension

**XX :** type de mémoire programme

**C :** EPROM ou EEPROM

**CR :** PROM

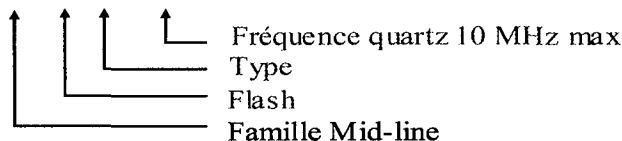
**F :** Flash

**yy :** Identificateur.

**zz :** vitesse maximale du quartz de pilotage.

Exemple :

PIC : 16 F 84 - 10



## 4- Tableau des comparaisons

	Mem prog en octets	RAM en octets	EEPROM en octets	Fmax en MHz	E / S	Boîtier
<b>12C508</b>	512x12	25	-	4	6	8 broches
<b>16C72A</b>	2048x14	128	-	20	22	28 broches
<b>16F84</b>	1024x14	68	64	20	13	18 broches
<b>16F628</b>	2028x14	224	128	20	16	18 broches
<b>16F876</b>	8192x14	368	256	20	22	28 broches
<b>16F877</b>	8192x14	368	256	20	33	40 broches

Tableau 1 : Caractéristiques de quelques pics.



### 5- LE BROCHAGE DU PIC 16F84

Ce microcontrôleur se présente sous la forme d'un boîtier DIL à 18 broches comme schématisé figure 5.

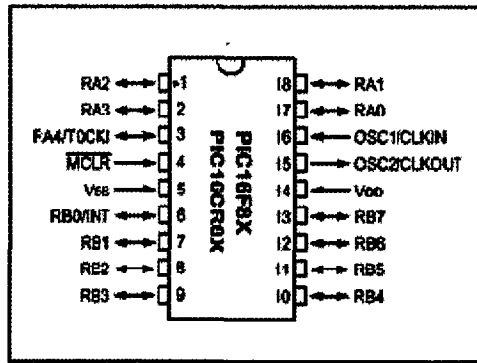
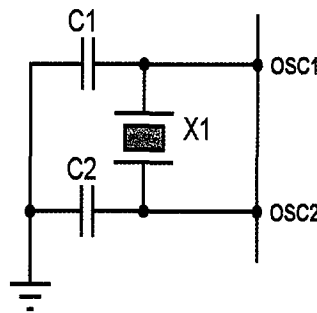


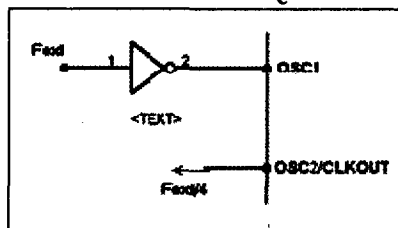
Figure 5 : Brochage du PIC 16F84.

- RA0 à RA4/TOCKI sont les pattes d'entrées/sorties du port A. RA4/TOCKI est commune avec l'entrée d'horloge externe du timer 0.
- RB0/INT à RB7 sont les pattes d'entrées/sorties du port B. RB0/INT est commune avec l'entrée d'interruption externe.
- Individuellement, chaque broche des ports A et B ne peut débiter plus de 20 mA ou absorber plus de 25 mA. Le total des intensités débitées par le port A ne peut dépasser 50 mA et par le port B, 100 mA. Le total des intensités absorbées par le port A ne peut dépasser 80 mA et par le port B, 150 mA.

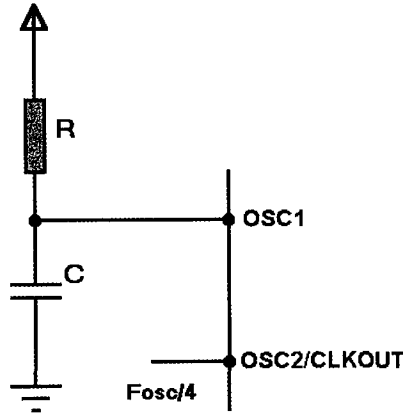
OSC1/CLOCKIN et OSC2/CLOCKOUT sont les pattes d'horloges. Plusieurs types d'horloges peuvent être utilisés: externe, à quartz ou à circuit RC. La figure 6 (a, b et c) montre les schémas de câblage en version RC et quartz. L'oscillateur à quartz présente une meilleure précision que l'oscillateur RC.



a : Oscillateur à Quartz.



b : Horloge externe.



c : Oscillateur RC

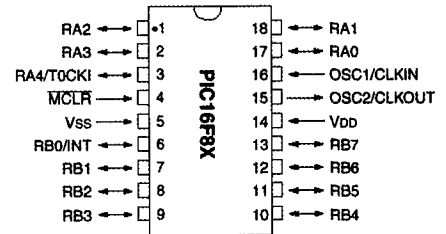
Figure 6 : Schémas du câblage de l'oscillateur.

- La fréquence de l'horloge interne du PIC est obtenue en divisant par 4 la fréquence de l'horloge externe. Pour un quartz à 4 MHz, la fréquence interne est donc de 1 MHz et la durée d'un cycle est de 1  $\mu$ s.
- MCLR/VPP est la patte de *Reset* et d'entrée de la tension de programmation. Les circuits PIC intégrant en interne le circuit de *Reset* automatique à la mise sous tension, cette broche doit être reliée à la V<sub>DD</sub> en utilisation normale.
- V<sub>SS</sub> et V<sub>DD</sub> sont les pattes d'alimentation. V<sub>DD</sub> doit être compris entre 2 et 6 V en utilisation. Lors de la programmation, V<sub>DD</sub> doit être comprise entre 4,5 V et 5,5 V et V<sub>PP</sub> comprise entre 12 V et 14 V.

### 6- Caractéristiques du PIC 16F84 :

Ce microcontrôleur, que nous surnommerons « le pic » pour des raisons de commodité, possède 13 broches configurables réparties sur deux ports : le port A et le port B.

**Remarque:** On ne peut affecter que deux valeurs différentes de configuration à chaque patte : un '1' pour la mettre en entrée, ou un '0' pour une sortie.



Le port A possède 5 broches (nommées RA0 à RA4), mais la quatrième, également appelée T0CKI peut servir pour une éventuelle temporisation externe. Le port B, lui, possède 8 broches (à RB7) ; mais la broche RB0 peut également servir comme interruption éventuelle (un peu comme un garde sur un évènement). La broche 4, le MCLR barre, sert à indiquer au PIC s'il est en fonctionnement normal (un '1' logique) ou alors s'il est en cours de programmation (un '0' logique). Cette broche sert également à un éventuel Reset du PIC. Ne reste que 4 broches : l'alimentation (la 5 (0 volts) et la 14(+5 volts)) l'oscillateur (pattes 16 et 15)

Voici enfin, les caractéristiques du PIC 16F84 fournit par Microchip :

- ▣ Mémoire de programme : 1KO, type Flash
- ▣ Mémoire de données RAM : 68 octets
- ▣ Mémoire de données E<sup>2</sup>PROM : 64 octets
- ▣ Niveau de la pile : 8
- ▣ Jeux d'instruction RISC : 35 de 14 bits

- ▣ Temps d'exécution des instructions normales : 4\* Tosc
- ▣ Temps d'exécution des instructions de saut : 8\* Tosc
- ▣ Cause d'interruption : 4
- ▣ Fréquence max de travail : 10 MHz
- ▣ Lignes E/S numérique : 13
- ▣ Temporisateur : un pour l'utilisateur, un pour le Watchdog
- ▣ Tension d'alimentation : 2 à 6 V continu
- ▣ Tension de programmation : 12 à 14 V continu
- ▣ Boîtier : DIL 18

**TRISA :**

Le TRISA est le registre permettant de définir les entrées/sorties du Port A. En remplaçant les RAX par leur valeur correspondante (1 pour une entrée, 0 pour une sortie), on obtient alors le mot binaire à rentrer dans TRISA. Quand au bit 7, 6 et 5, on peut leur donner la valeur que l'on veut, selon que ça nous arrange ou non.

**TRISB :**

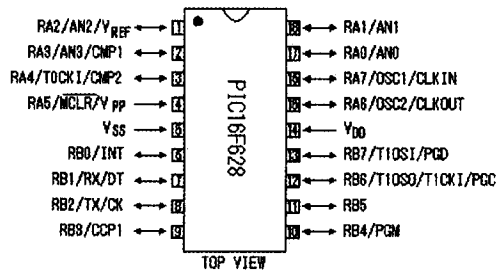
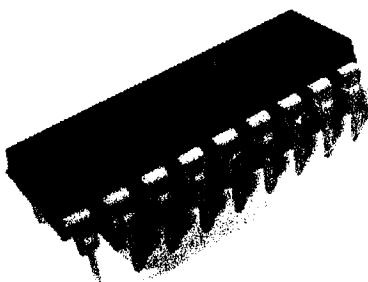
Le TRISB fonctionne de la même manière que le TRISA, mais avec 2 bits supplémentaires

**Programmer le Port A et le Port B :**

Configuration du port A							
1 : entrée							
0 : sortie							
-	-	-	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Configuration du port B							
1 : entrée							
0 : sortie							
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

**7- LE PIC 16F628**



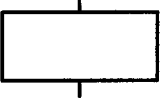
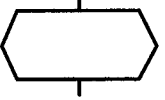
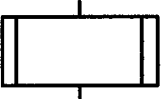

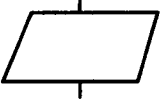

Avec un boîtier identique au 16F84, le 16F628 reprend les mêmes fonctions que son prédécesseur, en lui rajoutant des fonctions et des avantages au passage. De ce fait, les deux sont parfaitement identiques, et on pourra remplacer, dans un circuit donné, un 16F84 par un 16F628. Quand à sa programmation, elle est identique à celle d'un 16F84. Les améliorations notables sont :

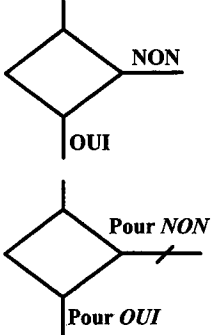
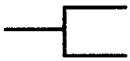
- ▣ mémoire flash multipliée par deux
- ▣ mémoire E<sup>2</sup>PROM multipliée par deux
- ▣ jusqu'à 16 E/S disponible selon les utilisations (avec un min de 13)
- ▣ Deux timers 8 bit au lieu d'un

- Un timer 16 bits
- Deux comparateurs analogiques
- Une interface série
- Une référence de tension interne
- Un module de comparaison
- Dix sources d'interruptions au lieu de 4
- Une horloge interne

En effet, le simple fait d'avoir une mémoire doublée, permet déjà d'ouvrir de nouvelles possibilités d'applications, tout comme la présence des deux comparateurs analogique

**c) Principaux symboles utilisés.**

Symbole	Désignation	Symbole	Désignation
	<b>Symbole général "traitement"</b> Opération ou groupe d'opérations sur des données, instructions, etc., ou opération pour laquelle il n'existe aucun symbole normalisé.		<b>Préparation</b> Opération qui détermine partiellement ou complètement la voie à suivre dans un embranchement ou un sous-programme. Symbole également utilisé pour préparer une décision ou mettre un aiguillage en position.
	<b>Sous-programme</b> Portion de programme considérée comme une simple opération.		<b>Début, fin, interruption</b> Début, fin ou interruption d'un organigramme, point de contrôle, etc..
	<b>Entrée - Sortie :</b> Mise à disposition d'une information à traiter ou enregistrement d'une information traitée.		<b>SYMBOLES AUXILIAIRES</b> <b>Renvoi</b> Symbole utilisé deux fois pour assurer la continuité lorsqu'une partie de ligne de liaison n'est pas représentée.

	<b>Décision :</b> Exploitation de conditions variables impliquant le choix d'une voie parmi plusieurs. Symbole couramment utilisé pour représenter une décision ou un aiguillage.		<b>Commentaire</b> Symbole utilisé pour donner des indications marginales.
--	---	---	---

**Exercices de compréhension :**

**Exercice N°1 :**

En se référant au datasheet du **16F84A**, donner le nombre des entrées sorties:

.....

**Exercice N°2 :**

Répondre par vrai ou faux sur les questions suivant :

- les broches du port A servent comme des entrées seulement

-Les broches du port A servent comme des entrées/sorties

- Les broches du port B servent comme des sorties seulement

- Les broches du port A servent comme des entrées

- Les broches du port A servent comme des sorties

- Les broches du port B servent comme des entrées/sorties

**Exercice N°3 :**

Compéter le paragraphe en utilisant les mots suivants :

Microcontrôleur - traitement de l'information - composants externes - (16) - Mid-Range - 84 - 14 bits - FLASH - (-04) - la fréquence d'horloge maximale - fréquence maximale d'horloge de 4 MHz.

Un PIC « Programmable Interface Controler » est un ....., c'est à dire une unité ..... de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajout des .....

Sur le boîtier du PIC on peut lire la désignation suivante :

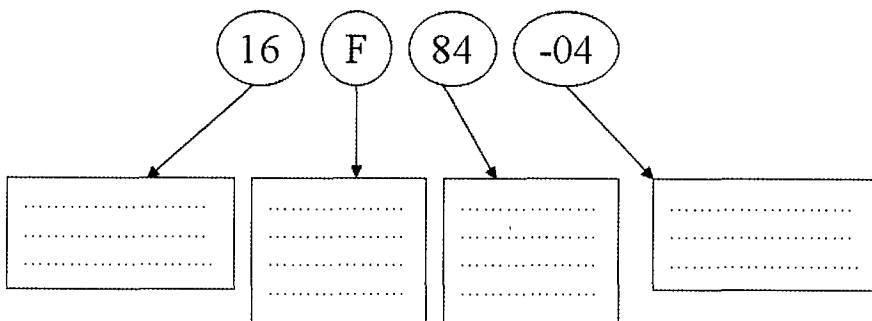
Les 2 premiers chiffres indiquent la catégorie du PIC, (.....) indique un PIC appartient a la famille« ..... » qui utilise des mots de .... . Vient ensuite une lettre (...) pour indiquer une mémoire de type ..... Les derniers chiffres (...) identifient précisément le type du.....

Finalement, le suffixe (...) représente .....en MHz que le PIC peut recevoir.

**NB:** La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles : La famille Base-Line, qui utilise des mots d'instruction de 12 bits, La famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie les PICs 16F84), et la famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits.

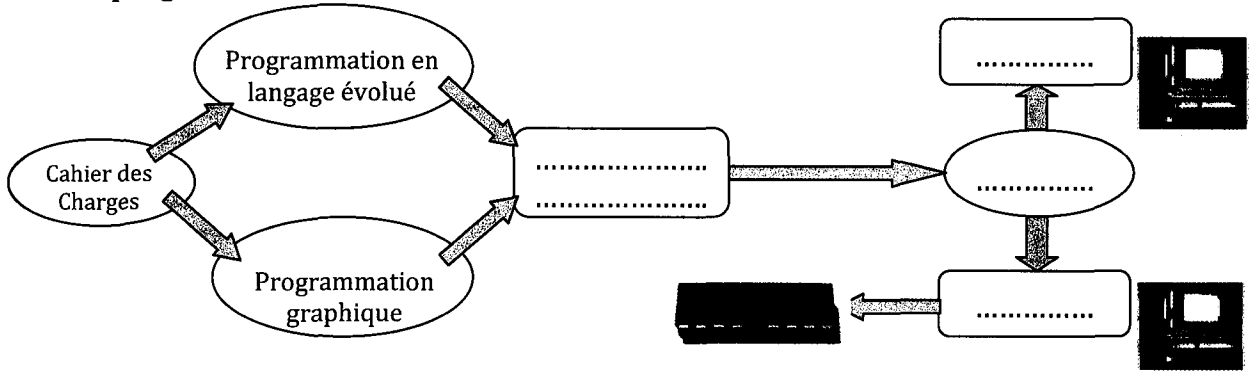
**Exercice N°4**

Compléter les cases :



**Exercice N°5**

1) Placer les indications suivantes sur le schéma : Fichier . Hex ; Compilateur ; Simulation sur ISIS ; Icprog ;



2) Quel est le rôle du logiciel **Logipic** ?

3) Quel est le rôle du logiciel **ISIS** ?

4) Quel est le rôle du logiciel **icprog** ?

**Exercice N°6**

Donner les significations des symboles suivants :

<p>2</p> <pre>TRISB = D'0'</pre>	<p>5</p> <pre>Tempo: T_2_5000000µs</pre>	<p>3</p> <pre>si PORTA = D'1'</pre> <p style="text-align: right;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p>
----------------------------------	--	--

**Exercices d'applications**

**Exercice 1 : Fonction OUI**

On demande l'algorithme par le logiciel **LogiPic** et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par **ISIS**

**Tableau d'affectation**

<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
<b>Rb1</b>	<i>Lampe</i>	<i>Led Green</i>
<b>RA0</b>	<i>Interrupteur</i>	<i>Switch</i>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>

**Exercice 2 : Fonction NON**

On demande l'algorithme par le logiciel **LogiPic** et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par **ISIS**

**Tableau d'affectation**

<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
<b>Rb1</b>	<i>Lampe</i>	<i>Led Green</i>
<b>RA0</b>	<i>Interrupteur</i>	<i>Switch</i>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>

**Exercice 3 : Fonction ET**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
	<b>Rb1</b>	<b>Lampe</b>	<b>Led Green</b>
	<b>RA1</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
	<b>RA2</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>	

**Exercice 4 : Fonction NAND**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
	<b>Rb0</b>	<b>Lampe</b>	<b>Led Green</b>
	<b>RA0</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
	<b>RA1</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>	

**Exercice 5 : Fonction NOR**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
	<b>Rb0</b>	<b>Lampe</b>	<b>Led Green</b>
	<b>RA0</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
	<b>RA1</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>	

**Exercice 6 : Fonction OU EXCLUSIF**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	<i>PIN</i>	<i>Désignation</i>	<i>Composants à partir d'ISIS</i>
	<b>Rb1</b>	<b>Lampe</b>	<b>Led Green</b>
	<b>RA0</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
	<b>RA1</b>	<b>Interrupteur</b>	<b>Switch</b>
		<i>Résistance: RES</i> <i>Alimentation: Power</i> <i>Masse: Ground</i>	

**Exercice 7 : Fonction COÏNCIDENCE**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	PIN	Désignation	Composants à partir d'ISIS
	Rb0	Lampe	Led Green
	RA0	Interrupteur	Switch
	RA1	Interrupteur	Switch
		Résistance: RES Alimentation: Power Masse: Ground	

**Exercice 8 : Fonction CLIGNATEUR**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	PIN	Désignation	Composants à partir d'ISIS
	Rb1	Lampe	Led Green
			Résistance: RES Alimentation: Power Masse: Ground

**Exercice 9 : FEU DE CARREFOUR 1**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	PIN	Désignation	Composants à partir d'ISIS
	Rb0		TRAFFICLIGHTS
	Rb1		
Rb2			

**Exercice 10 : COMPTEUR modulo 12**

<p>On demande l'algorithme par le logiciel LogiPic et le schéma de câblage en vue de faire la simulation par ISIS</p>	Tableau d'affectation		
	PIN	Désignation	Composants à partir d'ISIS
	Rb0	LED	Led Green
	Rb1	LED	Led Green
	Rb2	LED	Led Green
	Rb3	LED	Led Green
		Résistance: RES Alimentation: Power Masse: Ground	



**Problèmes**

**Problème 1 : Commande d'une lampe H par deux boutons poussoirs S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>**

**Cahier des charges :**

On désire commander une lampe H par deux boutons poussoirs S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> en utilisant un microcontrôleur de type PIC 16F84A.

On donne :

Table de vérité :

S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	H
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tableau d'affectation :

Entrées / Sorties	Broches du µC
Entrée : Bouton poussoir S <sub>1</sub>	RA0
Entrée : Bouton poussoir S <sub>2</sub>	RA1
Sortie : Lampe H	RA2

$$H = S_1 \bar{S}_2 + \bar{S}_1 S_2$$

**Travail demandé :**

1- Configurer les deux ports A et B en utilisant respectivement les registres TRISA et TRISB.

TRISA	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	TRISB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0

	Binaire	Décimal	Hexadécimal
TRISA			
TRISB			

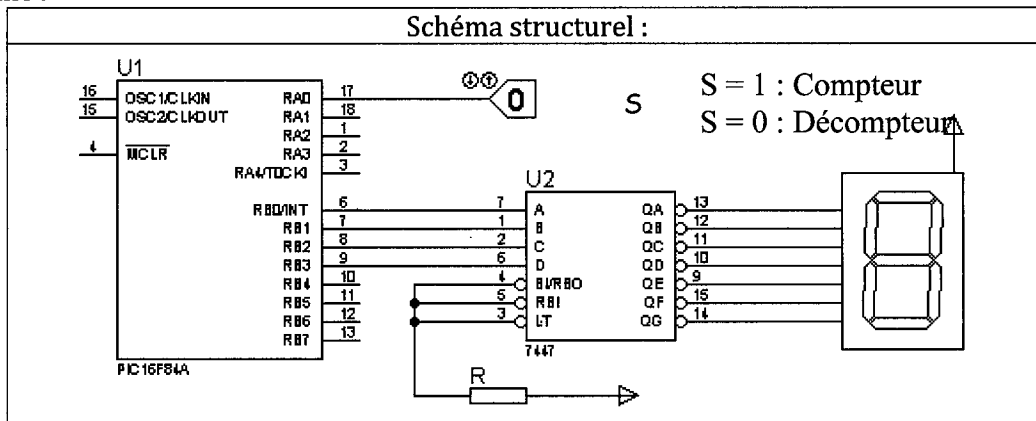
2. Déterminer l'algorithme.

**Problème 2 : Compteur / décompteur modulo 10**

**Cahier des charges :**

On désire réaliser un compteur/décompteur modulo 10 en utilisant un microcontrôleur de type PIC 16F84A et un afficheur sept segments.

On donne :



**Travail demandé :**

1- Configurer les deux ports A et B en utilisant respectivement les registres TRISA et TRISB.

TRISA	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	TRISB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0

	Binaire	Décimal	Hexadécimal
TRISA			
TRISB			

2- Déterminer l'algorithme.

## Chapitre A5: NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINEAIRE

### I) Introduction.

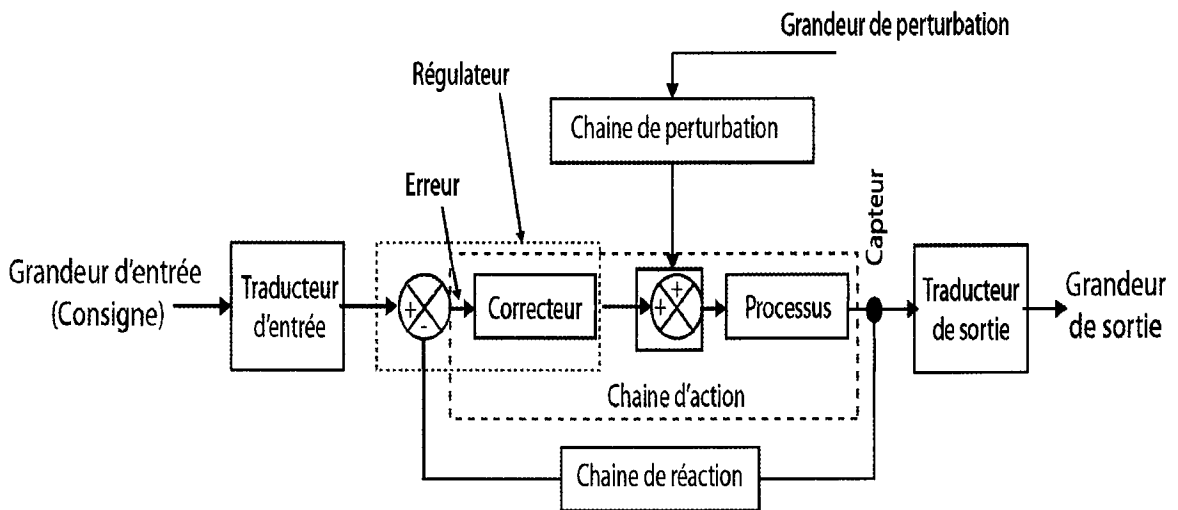
La régulation est une fonction d'automatisme qui consiste à maintenir une grandeur physique, (appelée grandeur désirée) égale à une valeur donnée, indépendamment de l'environnement.

Exemples :

- la température d'une pièce,
- le débit d'un combustible,
- la vitesse d'un train. etc.

### Asservissement et régulation

#### Boucle de régulation



#### Termes

- **But** d'un système asservi : **annuler l'erreur** et avoir une **réponse la plus rapide possible**
- **Régulation** : la consigne varie peu (climatisation...)
- **Asservissement** : la consigne peut varier beaucoup et souvent.
- **Réponse indicielle** : réponse d'un système à un échelon de consigne

### II) Système asservi :

#### 1- Définition

Un système asservi est un ensemble d'organes physiques agissant de façon que sa **grandeur physique de sortie** soit obligée de **suivre** l'évolution d'une grandeur d'entrée dite « **consigne** » sur laquelle on peut agir.

2 - **Constitution** : Un système asservi comporte essentiellement :

- ① **Une chaîne directe** : constituée d'un correcteur, d'un actionneur (agit sur la grandeur de sortie) et du système à commander (processeur).
- ② **Un comparateur** : permet de calculer l'écart entre l'image de la sortie et la consigne.
- ③ **Une chaîne de réaction** : comporte le plus souvent un capteur qui permet de mesurer la grandeur de sortie et fournir une image de cette sortie.

**Remarque :**

➤ La chaîne de réaction permet de stabiliser le système et d'atténuer l'influence des perturbations sur la sortie.

➤ Dans la pratique, deux situations peuvent se présenter :

Si la **consigne est constante**, on parle de régulation (régulation de tension, de température, de niveau d'eau..)

Si la **consigne est variable** (évolue dans le temps), on parle d'asservissement (poursuite) : asservissement de vitesse, de température...

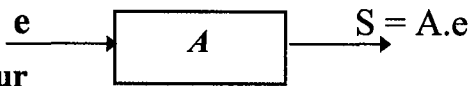
**III) Modélisation d'un système asservi :**

Modéliser un système, c'est le décrire par un ensemble **d'équations mathématiques** qui peuvent être représentées par un schéma fonctionnel et réciproquement.

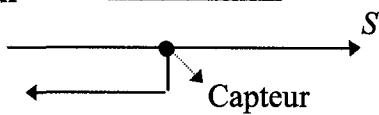
Un schéma fonctionnel est équivalent à un ensemble d'équations traduisant le fonctionnement du système.

Le schéma fonctionnel utilise les symboles graphiques suivants :

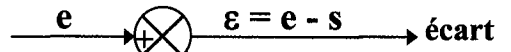
▪ **Bloc**



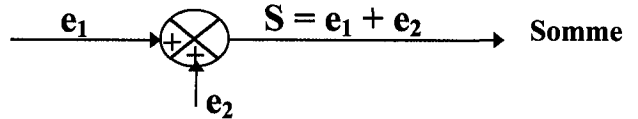
▪ **Capteur**



▪ **Comparateur**



▪ **Sommateur**



**IV) Simplification des Schémas fonctionnels:**

1) **Définition**

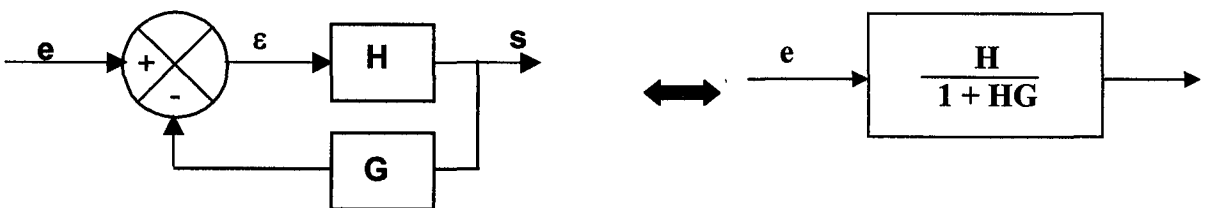
Simplifier un schéma fonctionnel (ou le réduire) revient à exprimer la relation **entrée/sortie** sous la forme : **S = A. e**

Au niveau des systèmes d'équations ceci revient à éliminer les variables intermédiaires donc fusionner plusieurs blocs en un seul.

La simplification des schémas fonctionnels se fait en utilisant les règles suivantes :

2) **Formule de BLACK**

On considère le schéma fonctionnel suivant :


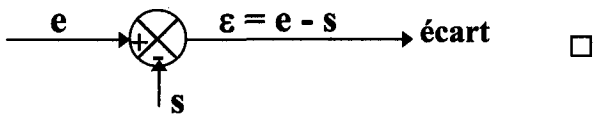
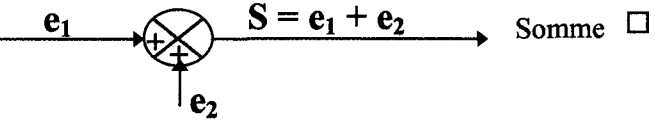
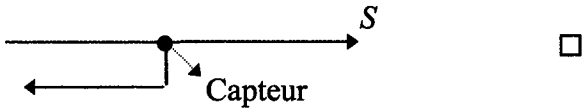


Ce qui permet d'avoir l'expression de la sortie (s) en fonction de la consigne (e) et des paramètres d'asservissement. Cette grandeur est appelée Transmittance (ou fonction de transfert) du système, notée T.

### Exercices de compréhension

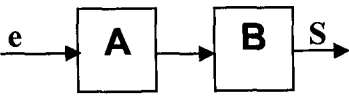
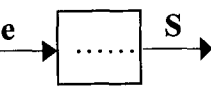
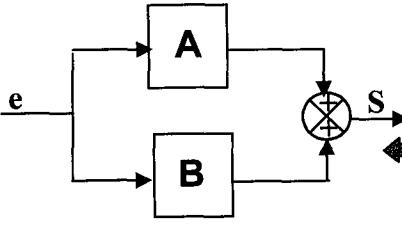

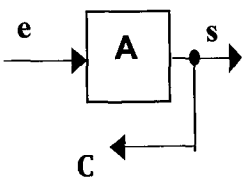
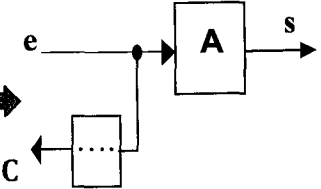
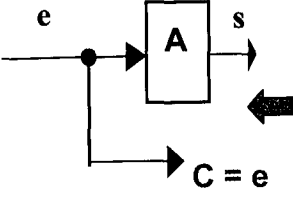
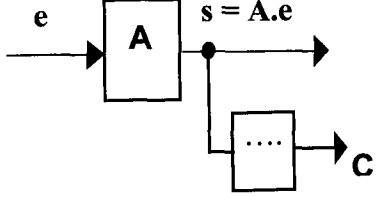
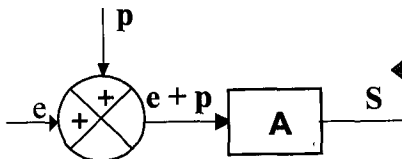
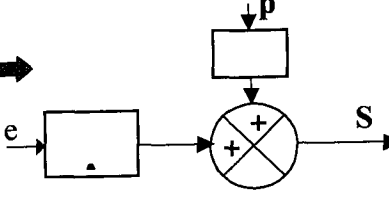
#### Exercice 1

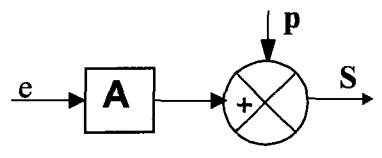
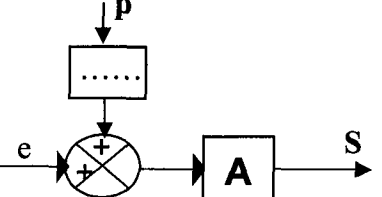
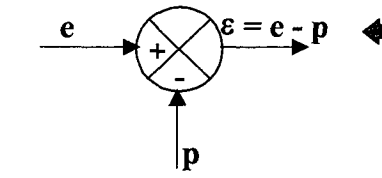
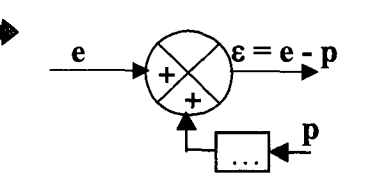
Relier, par une flèche, chaque symbole à sa désignation.

Symboles	Désignations
	<input type="checkbox"/> <b>Comparateur</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Bloc</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Sommateur</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Capteur</b>

**Exercice 2**

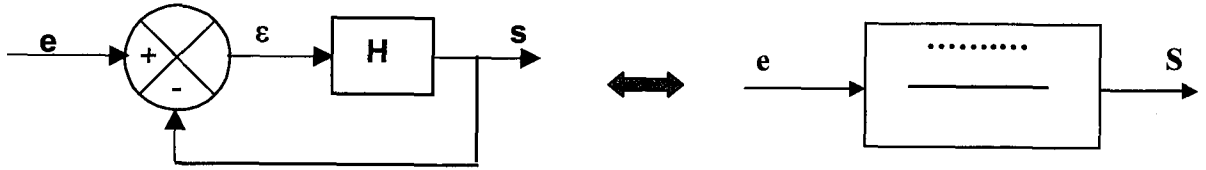
Compléter les schémas simplifiés

Activité	Transformation	Schéma fonctionnel	Schéma fonctionnel simplifié (équivalent)
1	Blocs en série	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>
2	Blocs en parallèle	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>
3	Déplacement d'un capteur d'aval en amont.	 <p><math>C = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>C = \dots\dots\dots</math></p>
4	Déplacement d'un capteur d'amont en aval.	 <p><math>C = e</math></p> <p><math>C = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>s = A.e</math></p> <p><math>C = \dots\dots\dots</math></p>
5	Déplacement d'un sommateur d'amont en aval.	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>

6	Déplacement d'un sommateur d'aval en amont.	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>	 <p><math>S = \dots\dots\dots</math></p>
7	Transformation d'un comparateur en un sommateur.		

**Exercice 3**

On considère le schéma fonctionnel suivant :  
 Compléter le schéma bloc équivalent

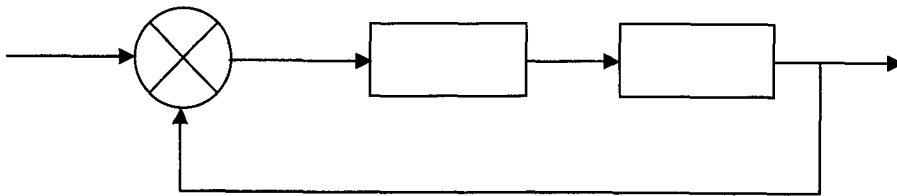


**Exercices d'applications**

**Exercice 1**

Soit le système d'équation suivant :  
 Compléter le schéma fonctionnel correspondant

$$\begin{cases} \epsilon = e - S \\ \omega = K \cdot E \\ S = B \cdot \omega \end{cases}$$

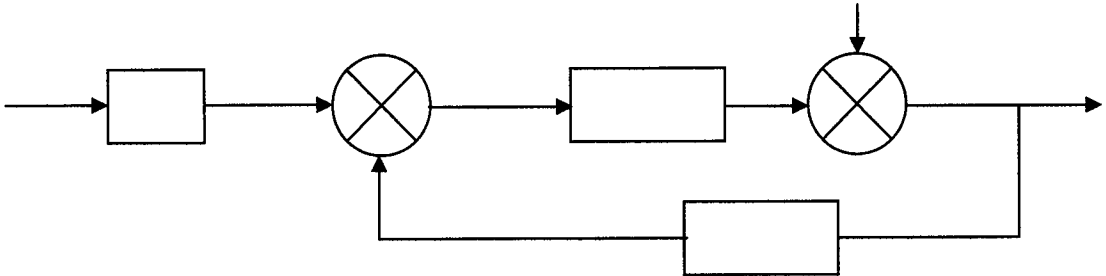


**Exercice 2**

Soit le système d'équation suivant :

Compléter le schéma fonctionnel correspondant

$$\begin{cases} x + 3.y = 5.e \\ 2.x - y = e \\ s = 3 \epsilon + p \end{cases}$$



**Exercice 3**

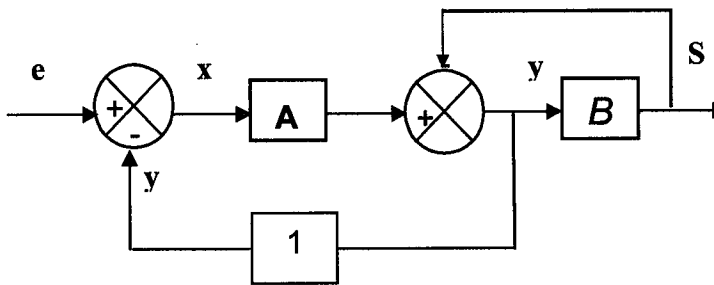
Soit le schéma fonctionnel suivant .Donner les équations de x, y et S

Les équations de fonctionnement sont :

x = .....

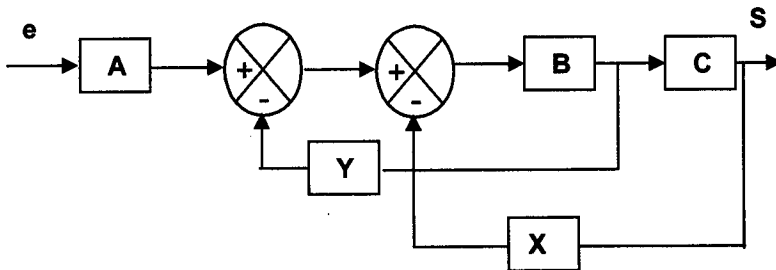
y = .....

S = .....



**Exercice 4**

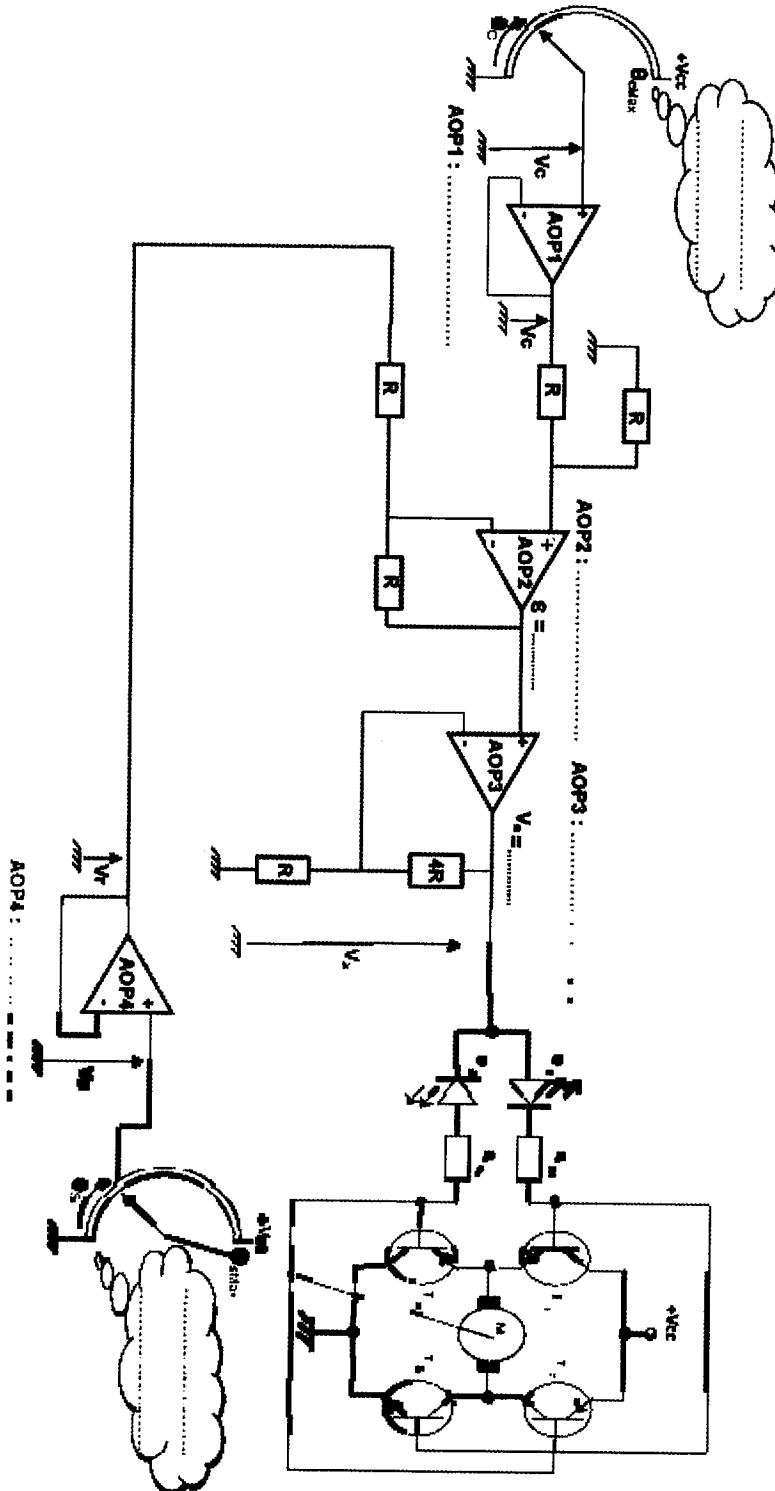
Simplifier le schéma fonctionnel suivant :



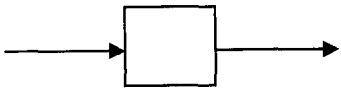
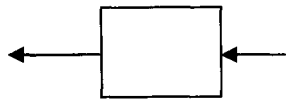
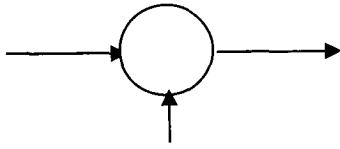
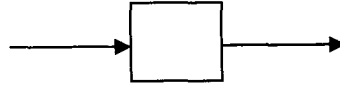
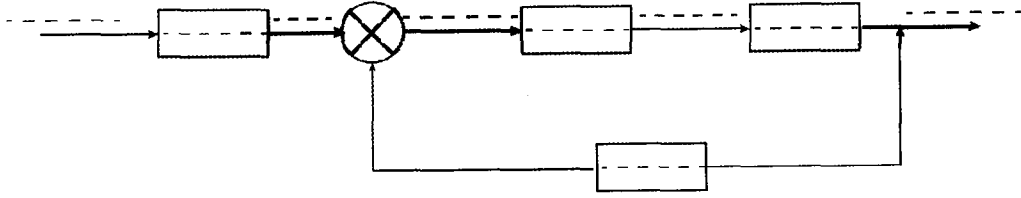
Problèmes

Problème 1 : Asservissement de position

Compléter le schéma de principe suivant :



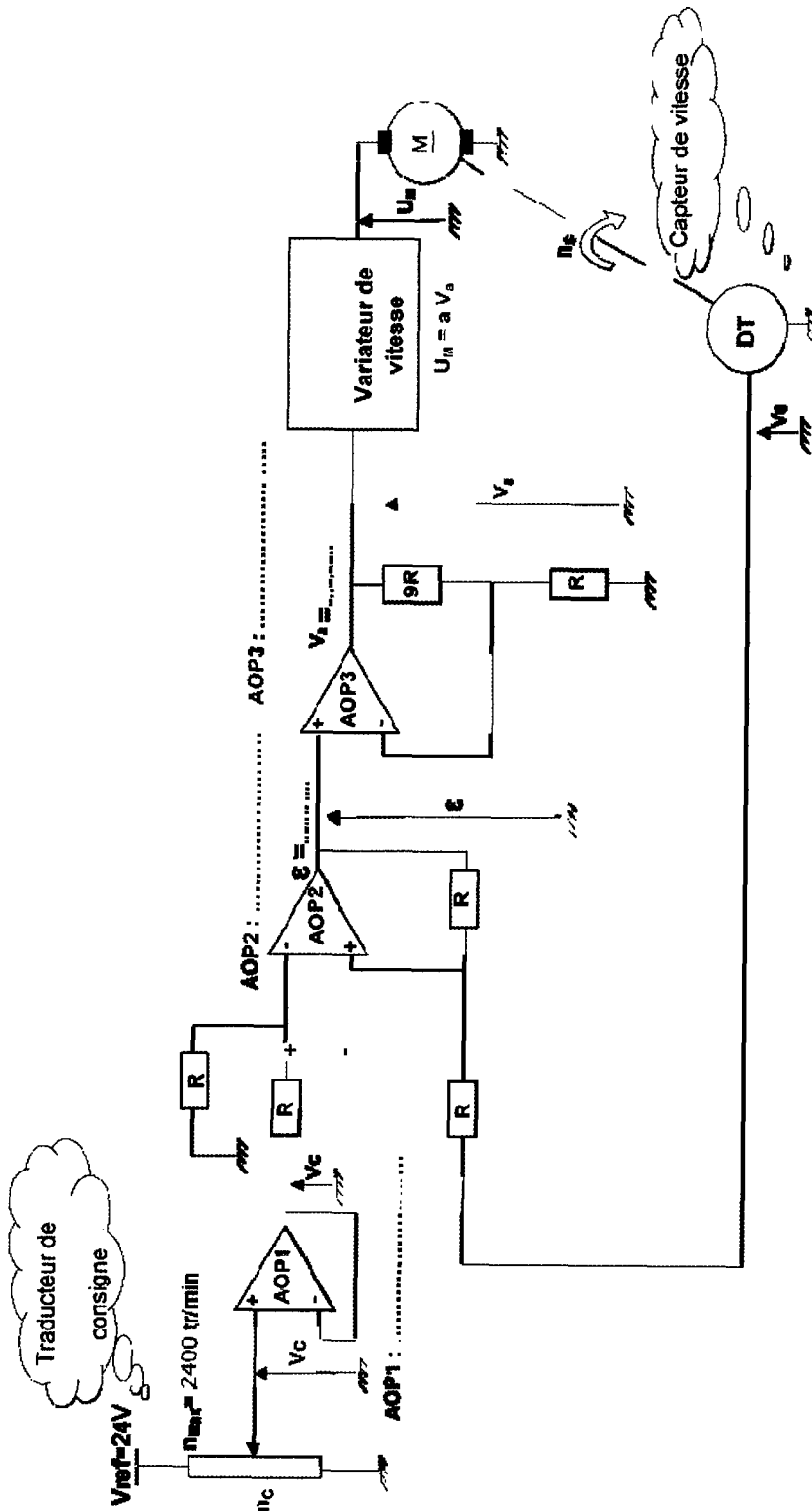




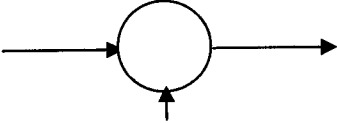


Questions	Réponses
<p><b>Q1 : Traducteur de consigne :</b></p> <p>a) Exprimer <math>V_c</math> en fonction de <math>V_{cc}</math>, <math>\theta_{cMax}</math> et <math>\theta_c</math>.</p> <p>b) Si on donne <math>V_{cc} = +18V</math>, Calculer le contenu du bloc</p> <p>c) Modéliser le traducteur de consigne</p>	<p><b>R1a :</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>R1b :</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>R1c :</b></p> 
<p><b>Q2 : Chaîne de réaction :</b></p> <p>a) Exprimer <math>V_r</math> en fonction de <math>V_{cc}</math>, <math>\theta_{sMax}</math> et <math>\theta_s</math>.</p> <p>b) Pour la même valeur de <math>V_{cc}</math>, Calculer le contenu du bloc</p>	<p><b>R2a :</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>R2b :</b></p> 
<p><b>Q3 : Etude du comparateur :</b></p> <p>a) Exprimer <math>\mathcal{E}</math> en fonction de <math>V_c</math> et de <math>V_s</math></p> <p>b) Modéliser le comparateur :</p>	<p><b>R3a :</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>R3b :</b></p> 
<p><b>Q4 : Etude de l'amplificateur :</b></p> <p>a) Exprimer <math>V_a</math> en fonction de l'écart</p> <p>b) Modéliser l'amplificateur :</p>	<p><b>R4a :</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>R4b :</b></p> 
<p><b>Q5 : Compléter le schéma fonctionnel suivant :</b></p> 	

**Problème 2 : Asservissement de vitesse**

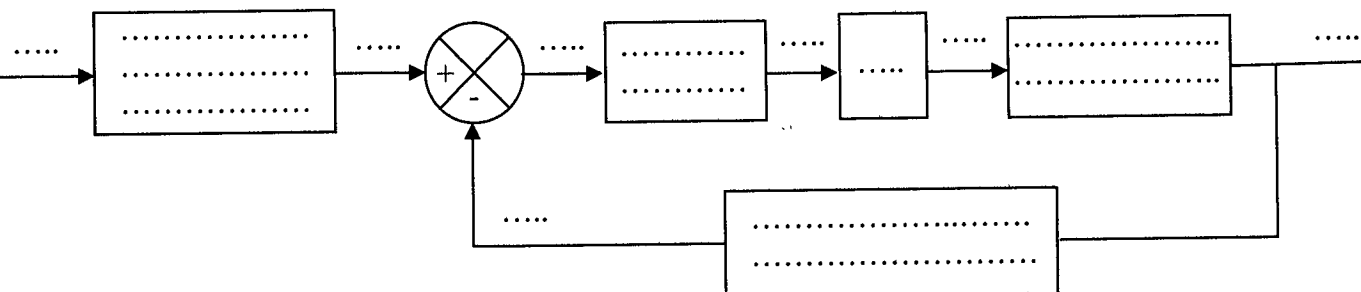
Asservissement de vitesse

Compléter le schéma de principe suivant :



Questions	Réponses
<p><b>Q1 : Traducteur de consigne :</b></p> <p>a) Exprimer <math>V_c</math> en fonction de <math>V_{ref}</math>, <math>n_{Max}</math> et <math>n_c</math>.</p> <p>b) Si on donne <math>V_{ref} = +24V</math>, Calculer le contenu du bloc</p> <p>c) Modéliser le traducteur de consigne</p>	<p>R1a : .....</p> <p>.....</p> <p>R1b : .....</p> <p>.....</p> <p>R1c : </p>
<p><b>Q2 : Etude du DT :</b></p> <p>La dynamo tachymétrique est un capteur de vitesse qui délivre une tension <math>V_s = 0,06.n_s</math></p> <p>Traduire cette équation par un schéma fonctionnel</p>	
<p><b>Q3 : Etude du comparateur :</b></p> <p>a) Exprimer <math>\mathcal{E}</math> en fonction de <math>V_c</math> et de <math>V_s</math></p> <p>b) Modéliser le comparateur :</p>	<p>R3a : .....</p> <p>R3b : </p>
<p><b>Q4 : Etude de l'amplificateur :</b></p> <p>a) Exprimer <math>V_a</math> en fonction de l'écart <math>\mathcal{E}</math></p> <p>b) Modéliser l'amplificateur :</p>	<p>R4a : .....</p> <p>.....</p> <p>R4b : </p>
<p><b>Q5 : Etude du moteur: (<math>R_a = 0 \Omega</math>)</b></p> <p>a) Montrer que <math>U_M = K \cdot n_s</math> puis exprimer <math>n_s</math> en fonction de <math>U_M</math></p> <p>b) Modéliser l'amplificateur :</p>	<p>R5a : .....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>R5b : </p>

Q6 : Compléter le schéma fonctionnel suivant :



**Problème 3**

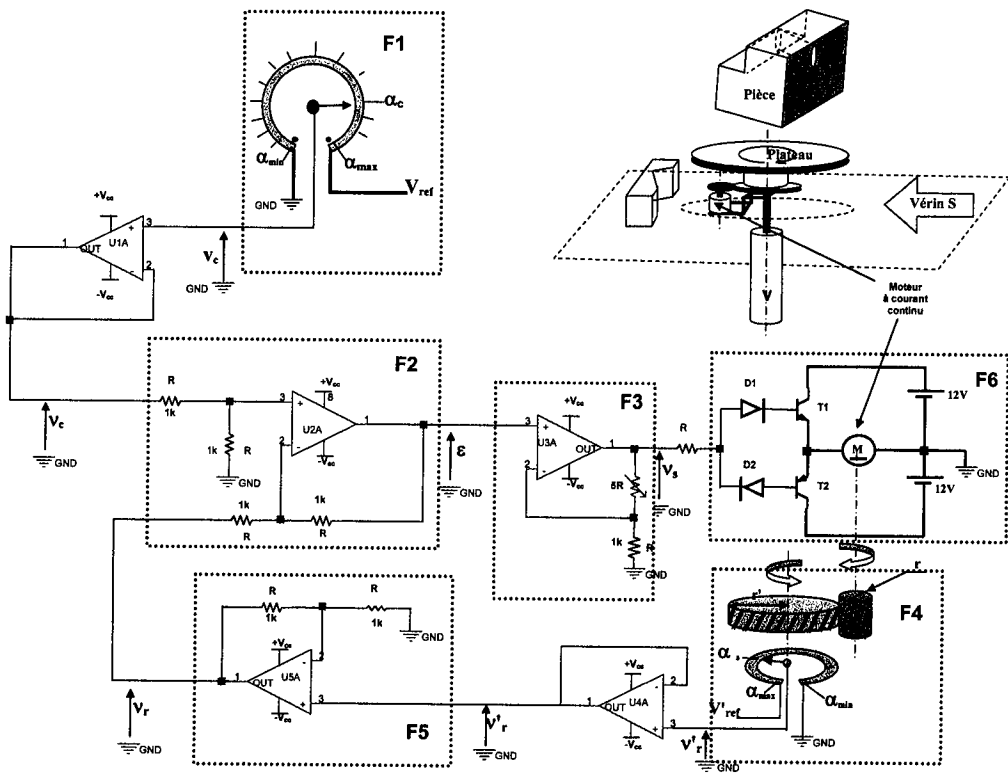
**POSTE D'USINAGE**

Un poste équipé est d'une unité de fraisage et d'une unité d'alésage des pièces. Les deux unités fonctionnent simultanément, donc chaque pièce après mise en place, par un plateau mu en rotation par un système de régulation de position, et serrage par le vérin S, elle sera soumise aux deux opérations suivantes :

- **Fraisage** : L'outil "fraise" est entraîné en rotation par un moteur M1 et une tête de fraisage. Il est déplacé par le vérin F réalisant ainsi une entaille sur la pièce (voir schéma).
- **Alésage** : L'outil à aléser est monté sur le vérin A est entraîné en rotation par le moteur M2.
- Après usinage, la pièce sera évacuée par le vérin E, pour débiter un nouveau cycle, il faut que tous les vérins soient en position tige rentrée, qu'une pièce soient présente sur le plateau de positionnement et qu'on appuie sur le bouton départ cycle "m" une fois que le capteur pp indique la présence de la pièce à usiner dans le poste.
- L'évacuation d'une pièce usinée ne pourra avoir lieu qu'après la rentrée des vérins A et F et desserrage de la pièce.

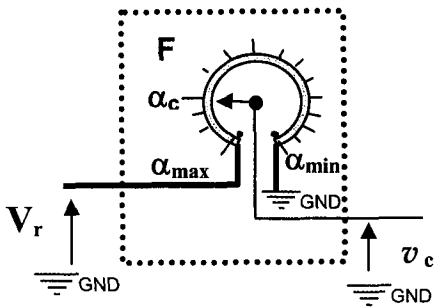
La figure suivante présente le circuit de commande du moteur d'entraînement du plateau de positionnement de la pièce en face des mors fixe et mobile. Ce moteur porté sur par un support solide de la tige du vérin entraîne en rotation le plateau, qui, lui aussi, est porté par la même tige, ce dernier est libre en rotation. Le circuit de commande, objet de cette étude, permet la régulation de position.

*N.B: Les deux suiveurs de tensions sont insérés pour ne pas faire fonctionner les deux potentiomètres (F1 et F4) en charge.*



ETUDE DE LA REGULATION

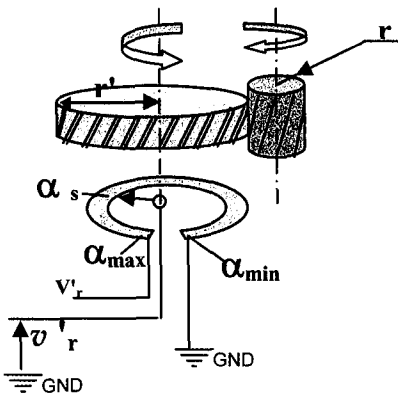
ETUDE DE LA FONCTION F1



1. Exprimer puis calculer  $v_c$  en fonction de  $V_{ref}$ ,  $\alpha_c$  et  $\alpha_{max}$ . Sachant que  $V_{ref} = 9V$ ,  $\alpha_{max} = 1,8\pi$  et  $\alpha_{min} = 0$  [rd].

Tracer le schéma bloc de cette fonction  
2. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

ETUDE DE LA FONCTION F4

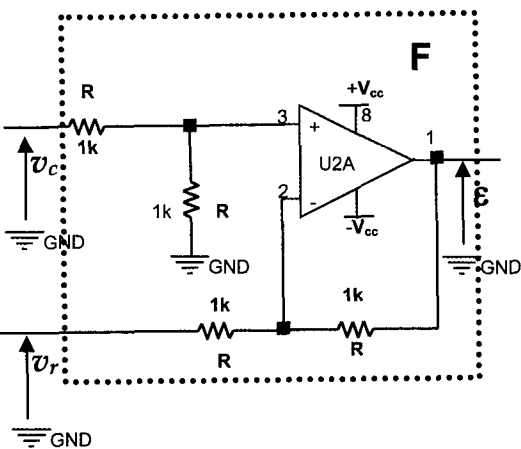


1. En déduire l'expression de  $v'_r$  en fonction de  $V'_{ref}$ ,  $\alpha_s$  et  $\alpha_{max}$

Calculer  $v'_r$  sachant que  $V'_{ref} = 4,5V$ ,  $\alpha_{max} = 1,8\pi$  et  $\alpha_{min} = 0$  [rd]

Tracer le schéma bloc de cette fonction  
3. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

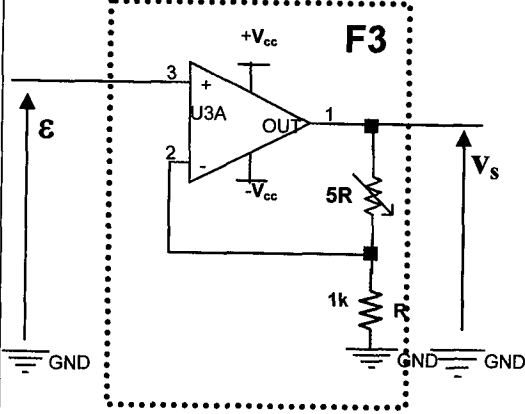
ETUDE DE LA FONCTION F2



1. Montrer que  $\epsilon = v_c - v_r$  en utilisant les méthodes de base (lois des mailles et des nœuds). Indiquer les mailles, le sens des courants et la ddp appliquée à chaque résistor sur le schéma du circuit ci-joint.

2. Tracer le schéma bloc de cette fonction  
3. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

**ETUDE DE LA FONCTION F3**



1. Montrer que en utilisant les méthodes de base (lois des mailles et des nœuds). *Indiquer les mailles, le sens des courants et la ddp appliquée à chaque résistor sur le schéma du circuit ci-joint.*

.....

.....

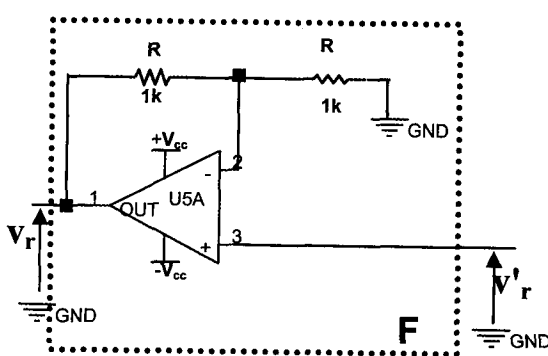
Tracer le schéma bloc de cette fonction.

2. Quel est le rôle de cette fonction, indiquer son nom.

.....

.....

**ETUDE DE LA FONCTION F5**



1. Montrer que en utilisant les méthodes de base (lois des mailles et des nœuds). *Indiquer les mailles, le sens des courants et la ddp appliquée à chaque résistor sur le schéma du circuit ci-joint.*

.....

.....

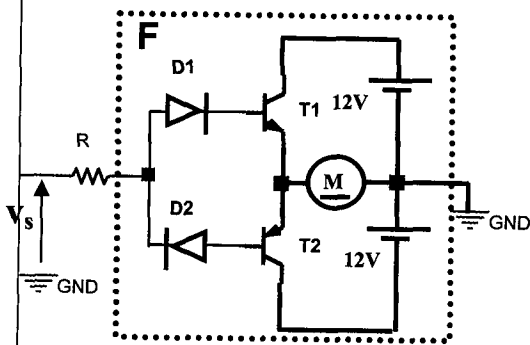
Tracer le schéma bloc de cette fonction

2. Quel est le rôle de cette fonction, indiquer son nom.

.....

.....

**ETUDE DE LA FONCTION F6**



1. Compléter par : passante - bloquée - saturé - bloqué - premier sens - deuxième sens

- $v_s > 0$  : D1 ..... D2 ..... T1 ..... T2 .....

Le moteur tourne dans un .....

- $v_s < 0$  : D1 ..... D2 ..... T1 ..... T2 .....

Le moteur tourne dans un .....

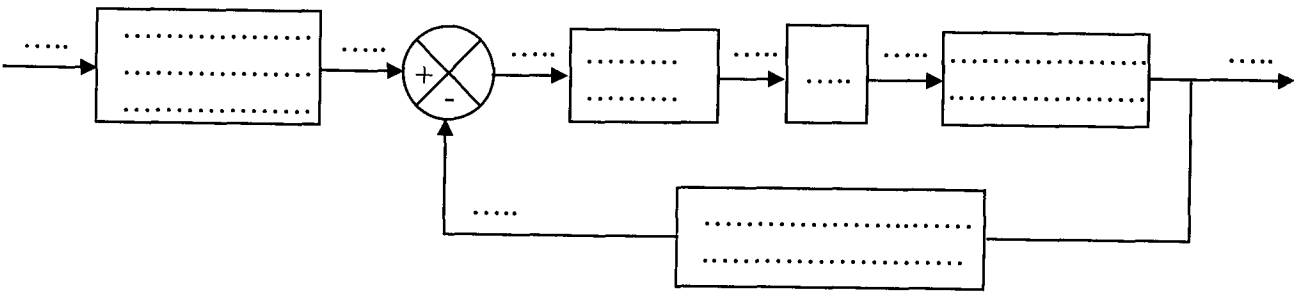
2. Quel est alors le rôle du circuit constitué par  $v_s$ , les deux diodes, les deux transistors et les deux générateurs de 12V.

.....

.....

Tracer le schéma bloc de cette fonction, sachant que

Compléter le schéma fonctionnel suivant :



# Chapitre B3 : Les moteurs à courant continu

## Leçon B3-1 : Présentation d'un moteur à courant continu

## Leçon B3-2 : Etude d'un moteur à courant continu

### I. Présentation

#### 1. Symboles :

##### a. Moteur à électroaimant :

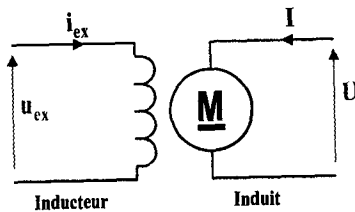


Figure B3\_1

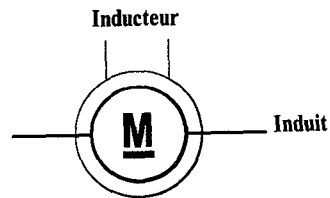
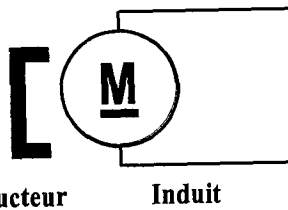


Figure B3\_2

##### b. Moteur à aimant permanent :



(Aimant permanent)  
Figure B3\_3

### 2. Constitution :

Sur le **stator** est bobiné l'**inducteur**. L'inducteur crée un champ magnétique à travers le rotor. Pour créer ce champ l'inducteur peut-être constitué de bobinages (moteur à électroaimant) ou d'aimants permanents (moteur à aimant permanent). Sur le **rotor** se trouve le bobinage **induit**. Le **collecteur** et les **balais** permettent l'alimentation électrique de l'induit. L'ensemble stator plus rotor constitue un circuit magnétique canalisant le champ.

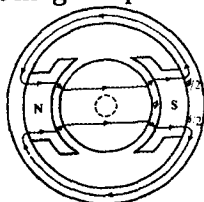


Figure B3\_4 : Ligne de champ d'un moteur bipolaire

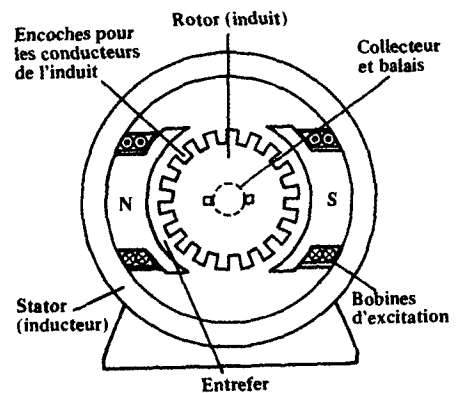


Figure B3\_5

### 3. Principe de fonctionnement :

Lorsqu'on alimente l'inducteur par une source de tension continue, celui-ci produit un champ magnétique dont les lignes de champ sont canalisées par le circuit magnétique.

On alimente ensuite l'induit par une autre source de tension continue.

Chacun des conducteurs de l'induit est alors parcouru par un courant et, placé dans le champ magnétique inducteur, est soumis à une force de Laplace dont le sens est déterminée par la règle des trois doigts de la main droite.

Deux conducteurs sont reliés pour former une spire. Il apparaît donc deux forces de même intensité  $F$  mais de sens opposés qui forment un couple électromagnétique.

Pour déterminer le sens de la force, il faut placer les trois doigts (pouce, index, majeur) perpendiculairement entre eux.

Le pouce se place dans le sens du champ (le sens des lignes d'induction est toujours du N au S à l'extérieur d'un aimant et du S au N à l'intérieur).

Le majeur se place dans le sens du courant (sens conventionnel toujours du + vers le -).

L'index détermine alors le sens de la force.

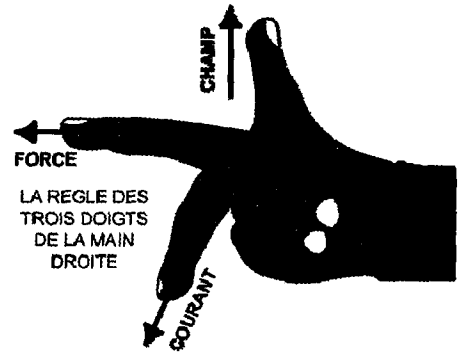


Figure B3\_6

#### Exemple :

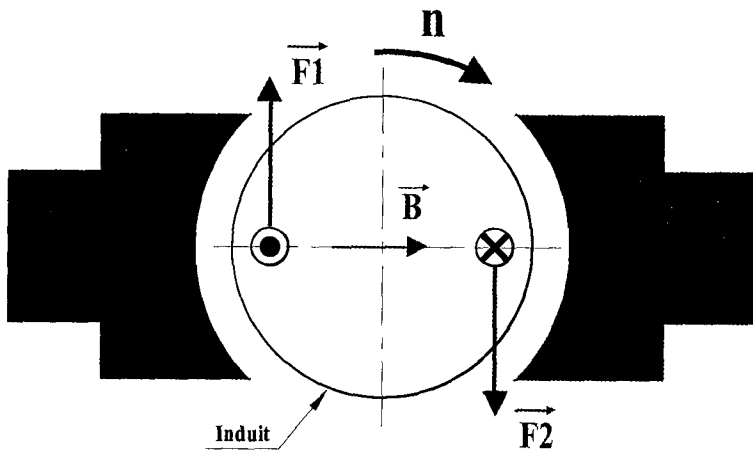
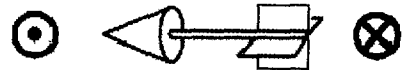


Figure B3\_7



### 4. Inversion du sens de rotation :

Pour inverser le sens de rotation du moteur, il suffit simplement d'inverser les polarités d'alimentation soit à l'induit soit à l'inducteur. Une inversion des polarités à l'induit et à l'inducteur ne modifie en rien le sens de rotation du moteur.



### 5. f.c.é.m E' & Loi d'ohm

$$E' = N \cdot n \cdot \Phi$$

- E' : f.c.é.m [V]
- N : nombre de conducteurs actifs de l'induit.
- n : vitesse de rotation [tr/s]
- Φ : flux sous un pôle [Wb]

- Schéma équivalent de l'induit et expression de la tension U entre ses bornes :

#### Schéma équivalent de l'induit

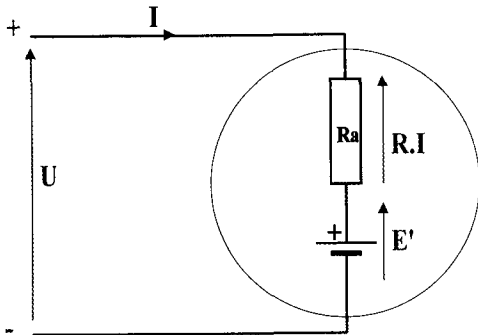


Figure B3\_8

$$U = E' + R \cdot I$$

- R : Résistance des enroulements de l'induit [Ω]
- I : Courant dans l'induit (courant absorbé) [A]
- E' : f.c.é.m [V]
- U : Tension aux bornes de l'induit [V]

### 6. Nécessité d'un rhéostat de démarrage :

Au démarrage (à  $t = 0$  s :  $n = 0$  tr/s  $\implies E' = 0$  V) et la tension de démarrage appliquée à l'induit :

$U_d = R \cdot I_d$ . ( $I_d$  : l'intensité du courant absorbé par l'induit juste au moment du démarrage du moteur), on constate qu'au démarrage l'intensité du courant d'induit n'est limitée que par sa résistance  $R_\omega$ , il faut réduire la tension de démarrage à la valeur  $R_\alpha \cdot I_{max}$ , ( $I_{max}$ : valeur donnée par le constructeur) sinon on peut alimenter l'induit sous sa tension nominale tout en insérant un rhéostat de démarrage avec l'induit, qu'on court-circuitera dès que le moteur aura démarré.

### 7. Plaque signalétique d'un moteur à courant continu

La plaque signalétique est la fiche d'identité du moteur délivrée et certifiée par le constructeur, elle donne de précieux renseignements, ils concernent le fonctionnement le mieux approprié, c'est-à-dire celui qui permet un très bon rendement, pas forcément le plus élevé, mais qui assure une très bonne durée de vie de la machine. Les valeurs mentionnées sur la plaque signalétique sont appelées des **valeurs nominales**,

LR 57008 IEC 34.1.1990				2 102 451 / A MADE IN FRANCE			
		<b>MOTEUR A COURANT CONTINU</b> <b>DIRECT CURRENT MOTOR</b>					
TYPE: LSK 1604 S 02		N° 700000/10		9/1992   M 249 kg			
Classe / Ins class H		IM 1001		IP 23 IC 06			
M <sub>nom</sub> / Rated torque		301 N.m	Alt. 1000 m	Temp. 40 °C			
		kW	min <sup>-1</sup>	V	A	V	A
Norm./Rat.		36,3	1150	440	95,5	360	3
		3,63	115	44	95,5	360	3
		36,3	1720	440	95,5	240	
T		Système peinture: I		Induit / Arm.		Excit. / Field	
○ Service / Duty S1		DE 6312 2RS C3		NDE 6312 2RS C3		○	

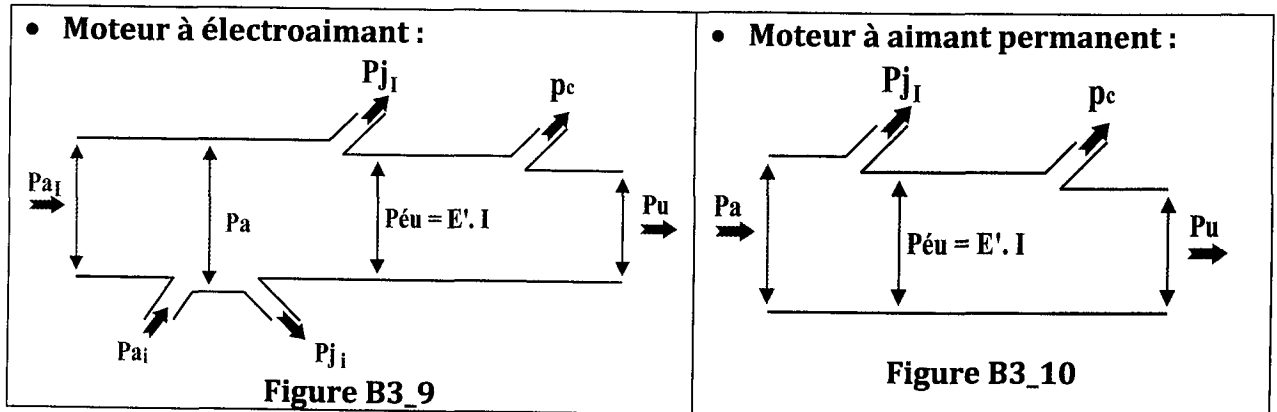
Exemple : Lecture d'une plaque signalétique d'un moteur à courant continu



Figure B3\_8

- 36.3 KW : Puissance utile nominale du moteur ( $P_u$ ).
- 1150 tr/min : Fréquence de rotation nominale du rotor ( $n$ ).
- 440 V : Tension nominale à appliquer aux bornes de l'induit ( $U$ ).
- 95.5 A : Intensité nominale du courant dans l'induit ( $I$ ).
- 360 V : Tension nominale à appliquer aux bornes de l'inducteur ( $u_{ex}$ ).
- 3 A : Intensité nominale du courant dans l'inducteur( $i_{ex}$ ).

8. Bilan des puissances :



- Puissance absorbée par l'induit:  $P_{ai} = U \cdot I$  [W]
- Puissance absorbée par l'inducteur :  $P_{ai} = u_{ex} \cdot i_{ex} = r \cdot i_{ex}^2 = u_{ex}^2 / r$ . [W] (Pour un moteur à aimant permanent  $P_{ai} = 0$  W)
- Puissance totale absorbée :  $P_a = P_{ai} + P_{ai} = U \cdot I + u_{ex} \cdot i_{ex}$  [W] (Pour un moteur à aimant permanent  $P_a = P_{ai}$ )
- Pertes par effet Joule dans l'induit:  $P_{jI} = R \cdot I^2$  [W]
- Pertes par effet Joule dans l'inducteur:  $P_{ji} = u_{ex} \cdot i_{ex}$  [W] (toute la puissance absorbée par l'inducteur est perdue, elle ne sert qu'à créer le flux inducteur).
- Puissance électromagnétique:  $P_{em} = E' \cdot I = T_{em} \cdot \Omega$  [W] ( $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot n$  [rd/s]: vitesse angulaire)
- Pertes collectives:  $p_c = P_{em} - P_u = T_{p} \cdot \Omega$  [W]
- Puissance utile :  $P_u = P_a - \text{la somme des pertes dans le moteur} = T_u \cdot \Omega$  [W]
- Rendement de tout le moteur :  $\eta = P_u / P_a$

**Questions à choix multiples: Q.C.M**

**1 - Le moteur à courant continu est un convertisseur :**

- Mécanique / Electrique.
- Electrique / Mécanique.
- Electrique / Electrique.
- Mécanique / Mécanique.

**2 - La partie mobile d'un moteur à courant continu est :**

- l'induit.
- l'inducteur.
- le collecteur.

**3 - L'inducteur d'un moteur à courant continu se trouve :**

- Sur le rotor.
- Sur le stator.
- Entre le rotor et le stator.

**4 - Le courant dans l'inducteur d'un moteur à courant continu est appelé :**

- Courant de démarrage.
- Courant d'excitation.

**5 - Quelle est la fonction de l'inducteur d'un moteur à courant continu ?**

- Création du champ magnétique.
- Alimentation de l'induit.
- Diminuer les pertes.

**6 - Pour un moteur à aimants permanents :**

- La vitesse de rotation reste constante.
- Le couple électromagnétique reste constant.
- Le flux magnétique reste constant.

**7 - La puissance  $P_{ex}$  absorbée par l'inducteur est-elle égale ?**

- $P_{ex} = r i_{ex}^2$
- $P_{ex} = u_{ex} \cdot i_{ex}$
- $P_{ex} = u_{ex}^2 / r$

**8 - Les pertes par effet Joule de l'inducteur sont-elles égales?**

- $P_{ji} = u_{ex}^2 / r$
- $P_{ji} = u_{ex} \cdot i_{ex}$
- $P_{ji} = r i_{ex}^2$

**9 - Quelle est la relation entre la vitesse de rotation et la vitesse angulaire ?**

- $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot n$
- $n = 2 \cdot \pi \cdot \Omega$

- $\Omega = 2 \cdot \pi / n$
- $n = \Omega / (2 \cdot \pi)$

**10 - Dans le cas d'un fonctionnement en moteur, quelle relation est vraie ?**

- $U = E' + R.I$
- $U = R.I$
- $U = E' - R.I$

**11 - Un moteur entraîne une charge dont le couple résistant est  $T_r$ , quelle relation est vraie ?**

- En régime permanent le couple  $T_r$  est nul.
- En régime permanent le couple  $T_u = T_r$ .
- En régime permanent le couple  $T_r$  est supérieur à  $T_u$ .

**12 - Pour inverser le sens de rotation d'un moteur, que faut-il inverser :**

- Les bornes d'alimentation de l'induit.
- Les bornes d'alimentation de l'inducteur.
- Les bornes d'alimentation de l'induit et de l'inducteur.

**13 - Le couple électrique utile d'un moteur a-t-il pour expression ?**

- $T_{eu} = T_u + T_p$
- $T_{eu} = T_u - T_p$
- $T_{eu} = P_{eu} / \Omega$

**14 - La puissance électrique utile d'un moteur a-t-il pour expression ?**

- $P_{eu} = P_u + p_c$
- $P_{eu} = P_u - P_c$
- $P_{eu} = T_{eu} \cdot \Omega$
- $P_{eu} = E' \cdot I$

**15 - Si le courant d'excitation est accidentellement coupé alors que l'induit reste alimenté :**

- Le moteur se bloque.
- Le moteur s'emballe.
- Le moteur ralentit.

**16 - Dans un essai à vide :**

- L'intensité du courant  $I$  est nulle.
- La puissance utile est nulle.
- Le rendement est élevé.

**17 - Les pertes collectives d'un moteur peuvent être calculées :**

- En annulant le courant d'excitation.
- A partir d'un essai à vide.
- Par un essai en charge.

18 - Lorsque la relation  $E' = K.n$  est vérifiée avec  $n$ , exprimée en  $\text{tr.s}^{-1}$ , quelle relation est vraie ?

- $T_{eu} = K.I_a$
- $T_{eu} = K \cdot I_a / 2.\pi$
- $T_{eu} = 2.\pi. K \cdot I_a$

19 - Le rendement du moteur à électroaimant a-t-il pour expression ?

- $\eta = P_a / P_u$
- $\eta = P_u / P_a$
- $\eta = (P_a - \Sigma \text{ Pertes}) / (U.I_a + u_{ex}.i_{ex})$
- $\eta = (P_a - \Sigma \text{ Pertes}) / U.I_a$

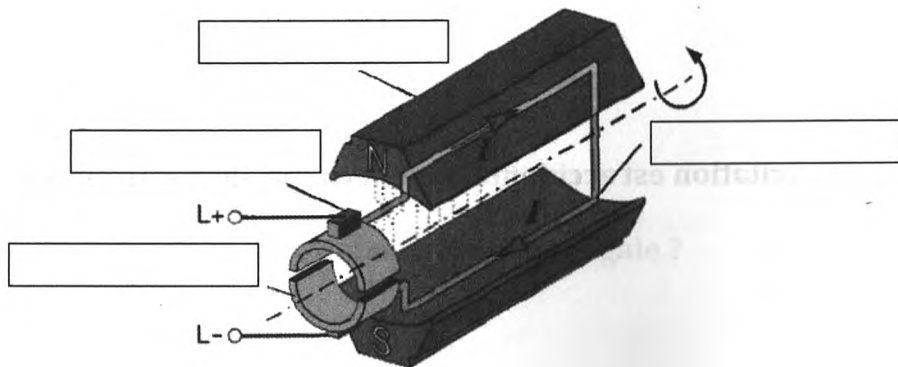
20 - Le rendement du moteur à aimant permanent a-t-il pour expression ?

- $\eta = P_u / P_a$
- $\eta = P_a / P_u$
- $\eta = (P_a - \Sigma \text{ Pertes}) / U.I_a$
- $\eta = (P_a - \Sigma \text{ Pertes}) / (U.I_a + u_{ex}.i_{ex})$

**Exercices :**

**Exercice 1 :**

Remplir les rectangles avec le(s) mot(s) approprié(s) :



**Exercice 2 :**

Déterminer dans les cas suivants :

- Les directions et les sens des forces de Laplace.
- Le sens de rotation de l'induit

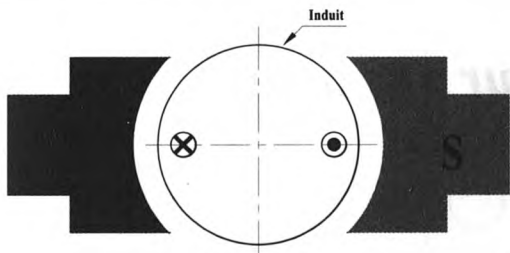


Figure A

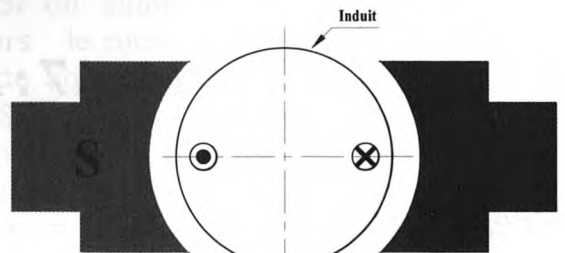


Figure B

**Exercice 3 :**

Un moteur à excitation séparée possède les caractéristiques suivantes :

Induit : **230 V – 1,15 Ω**

Inducteur : **170 V – 350 Ω**

En charge nominale, l'induit est traversé par une intensité de **5,3 A**.

Calculer :

a. le courant dans l'inducteur  $i_{ex}$

.....

.....

b. la f.c.é.m du moteur  $E'$

.....

.....

c. la valeur du rhéostat de démarrage  $R_h$  si la pointe de courant ne doit pas dépasser **2,5  $I_n$**

.....

.....

.....

**Exercice 4 :**

Un moteur à courant continu, alimenté sous **230 V**, possède une f.c.é.m de **176 V** en fonctionnement nominal. L'induit a une résistance de **0,9 Ω**.

Calculer:

a. Le courant d'induit

.....

.....

b. La valeur du courant de démarrage sans résistance de démarrage

.....

.....

c. La valeur de la résistance de démarrage permettant de ne pas dépasser une pointe de courant égale à deux fois le courant nominal.

.....

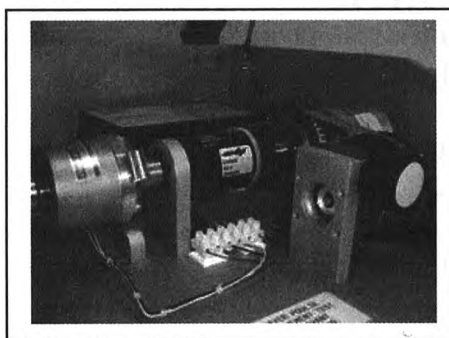
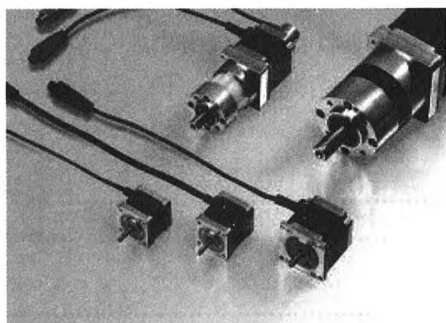
.....

# Chapitre A7 : Moteur pas à pas

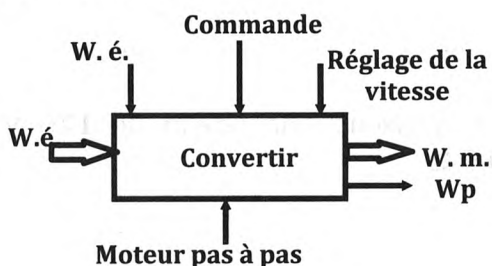
## 1) Présentation

Le moteur pas à pas est un système électromagnétique qui convertit les ordres qu'il reçoit (impulsions) en une rotation proportionnelle.

En raison de sa précision, le moteur pas à pas est très utilisé pour la commande des imprimantes, robots, etc...



## 2) Modélisation



## 3) Les différents types

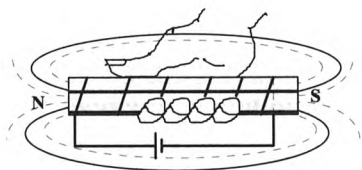
Il en existe trois :

- Moteur hybride
- Moteur à réluctance variable
- Moteur à aimant permanent

On s'intéresse à l'étude du moteur à aimant permanent.

## 4) Moteur pas à pas à aimant permanent

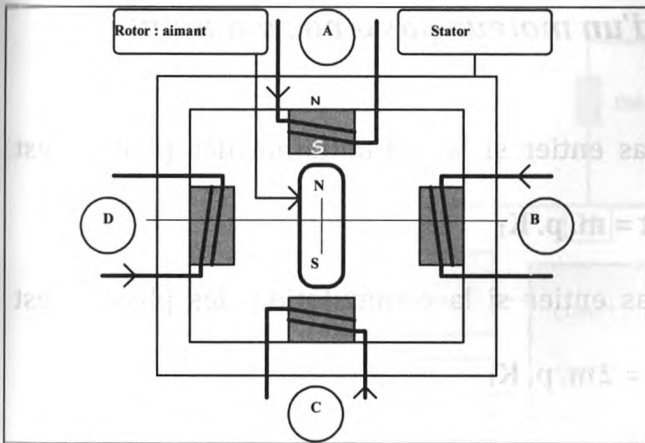
### a) Principe de fonctionnement



### Règle

Le pouce de la main droite indique le pôle Nord d'une bobine alimentée par un courant continu dont le sens du courant est indiqué par les autres doigts comme il est illustré par la figure ci-jointe.

### Principe de la rotation en pas à pas



Si on alimente l'enroulement A alors le rotor se positionne devant cette bobine.

Si on alimente consécutivement (uniquement A) puis (B) puis (C) puis (D) puis (A), le rotor effectue un tour en pas à pas. D'où la notion du moteur pas à pas.

**b) Symbole**



**c) Caractéristiques**

- \* **phases (m)** : une phase est un enroulement ou un moitié d'enroulement. (m) est le nombre d'enroulements ou de moitié d'enroulements.
  - \* **Paires de pôles (p)** : Nombre de paires de pôles du rotor est désigné par (p).
  - \* **Séquence de commutation** : la séquence de commutation dépend du nombre de phases et du sens du courant dans chaque phase par pas pendant un tour.
    - **Commutation unidirectionnelle ( $K_1= 1$ )**: si on ne change pas le sens du courant par phases par pas pendant un tour alors ( $K_1= 1$ ). C'est-à-dire : la commutation en courant est unidirectionnelle.
    - **Commutation bidirectionnelle ( $K_1= 2$ )**: si on change le sens du courant par phases par pas pendant un tour alors ( $K_1= 2$ ). C'est-à-dire : la commutation en courant est bidirectionnelle.
    - **Commutation symétrique** : si on utilise le même nombre de phases chaque pas pendant un tour, alors ( $K_2= 1$ ). C'est-à-dire : la commutation des phases est symétrique.
    - **Commutation asymétrique** : si le même nombre de phases utilisé entre deux pas consécutif change, alors ( $K_2= 2$ ). C'est-à-dire : la commutation des phases est asymétrique.
- Une séquence de commutation s'obtient en combinant la commutation en courant et la commutation des phases pendant un tour. Elle est identifiée par le produit ( $K_1 K_2$ )

**d) Nombre de pas par tour** déterminé par l'expression  $N_{p/t} = m.p.K_1.K_2$ .

**e) Pas angulaire**

Le pas angulaire encore appelé « écart angulaire » correspond à l'angle balayé par un pôle du rotor pendant un pas. L'écart angulaire est exprimé par :  $\alpha_p = \frac{360}{N_{p/t}} [^\circ]$      $\alpha_p = \frac{2.\Pi}{N_{p/t}} [rd]$

**5) Différents types de moteur pas à pas à aimant permanent**

**a) Moteur unipolaire**

Un moteur pas à pas unipolaire est un moteur dont la commutation est unidirectionnelle symétrique :  $K_1.K_2=1.1 = 1$      $N_{p/t} = m.p$

**b) Moteur bipolaire**

Un moteur pas à pas bipolaire est un moteur dont la commutation est bidirectionnelle symétrique :  $K_1.K_2=2.1 = 2$  ;  $N_{p/t} = 2.m.p$



### 6) Différents mode de fonctionnement d'un moteur pas à pas à aimant permanent

#### a) Mode pas entier

Un moteur pas à pas fonctionne en mode pas entier si la commutation des phases est symétrique :

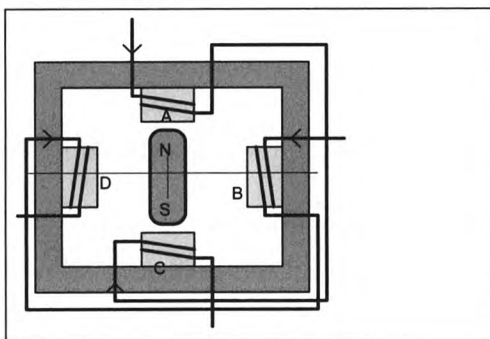
$$K_2 = 1 ; Np/t = m. p. K_1$$

#### b) Mode demi-pas

Un moteur pas à pas fonctionne en mode pas entier si la commutation des phases est asymétrique :

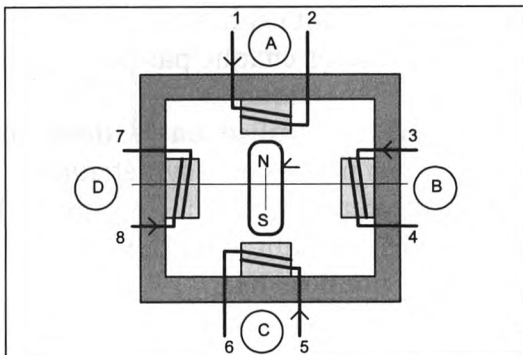
$$K_2 = 2 ; Np/t = 2m. p. K_1$$

#### Exemples :



$$m = 2 \quad p = 1$$

4 pas par tour	$Np/t = 2.1.2.1$	$K_1.K_2 = 2$	Moteur bipolaire
8 pas par tour	$Np/t = 2.1.2.2$	$K_1.K_2 = 2.2$	



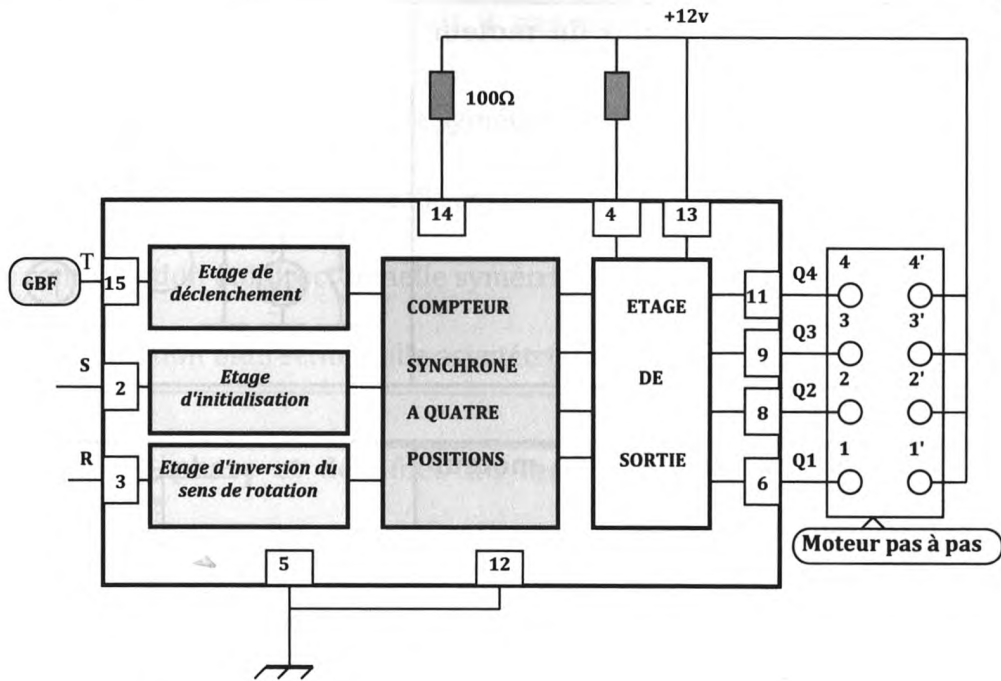
$$m = 4 \quad p = 1$$

4 pas par tour	$Np/t = 4.1.1.1$	$K_1.K_2 = 1.1$	Moteur unipolaire
8 pas par tour	$Np/t = 4.1.1.2$	$K_1.K_2 = 1.2$	

### 7) Commande des moteurs pas à pas

#### Commande par C.I. SAA1027

Moteur pas à pas unipolaire ayant 4 phases.



**Exercice de compréhension**

**1) Un moteur pas à pas est une machine**

- dont la rotation est discontinue
- dont le nombre de phase est quatre phases
- dont le nombre de pôles est 16 pôles
- dont la commutation est unidirectionnelle



**2) Un moteur pas à pas unipolaire**

- est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- est à commutation unidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique



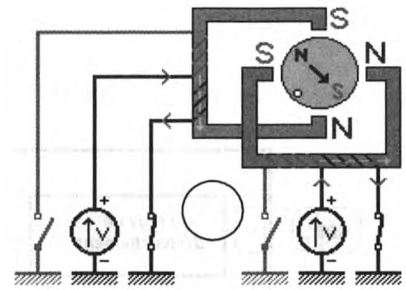
**4) Un moteur pas à pas bipolaire**

- est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- est à commutation unidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique



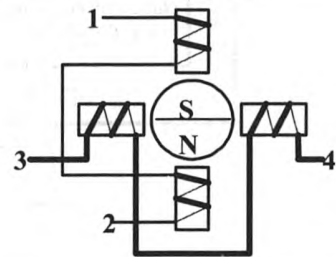
5) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :

- m = 4 ; p = 2
- m = 2 ; p = 2
- m = 2 ; p = 1
- m = 4 ; p = 1



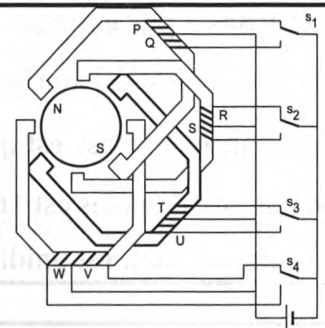
6) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :

- m = 4 ; p = 2
- m = 2 ; p = 2
- m = 2 ; p = 1
- m = 4 ; p = 1



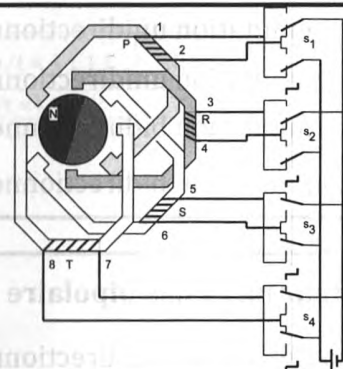
7) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :

- m = 8 ; p = 2
- m = 2 ; p = 2
- m = 2 ; p = 1
- m = 8 ; p = 1

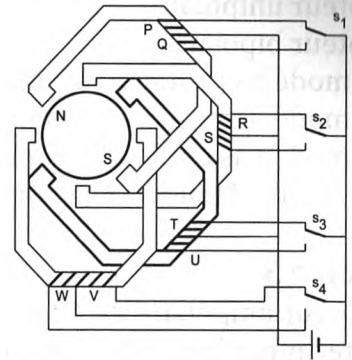


8) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :

- m = 4 ; p = 2
- m = 2 ; p = 2
- m = 2 ; p = 1
- m = 4 ; p = 1

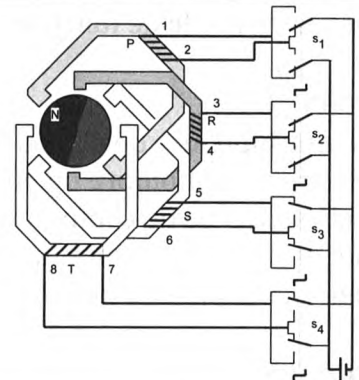


9) Le moteur pas à pas ci-contre fait 8 pas par tours :



- Il est à commutation bidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation bidirectionnelle asymétrique

10) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :



- Il est à commutation bidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation bidirectionnelle asymétrique

### Exercices de synthèse

#### Exercice 1

Un moteur pas à pas de 8 phases et 48 pôles. Calculer le nombre de pas par tours dans les cas suivants :

- 1) commutation bidirectionnelle symétrique ;
- 2) commutation bidirectionnelle asymétrique ;
- 3) commutation unidirectionnelle symétrique ;
- 4) commutation unidirectionnelle asymétrique ;
- 5) moteur unipolaire
- 6) moteur bipolaire
- 7) en mode pas entier et à commutation unidirectionnelle
- 8) en mode demi-pas et à commutation unidirectionnelle
- 9) en mode pas entier et à commutation bidirectionnelle
- 10) en mode demi-pas et à commutation bidirectionnelle

#### Exercice 2

Un moteur pas à pas de 4 phases et 16 pôles. Calculer le nombre de pas par tours dans les cas suivants :

- 1) commutation bidirectionnelle symétrique ;
- 2) commutation bidirectionnelle asymétrique ;
- 3) commutation unidirectionnelle symétrique ;
- 4) commutation unidirectionnelle asymétrique ;

- 5) moteur unipolaire
- 6) moteur bipolaire
- 7) en mode pas entier et à commutation unidirectionnelle
- 8) en mode demi-pas et à commutation unidirectionnelle
- 9) en mode pas entier et à commutation bidirectionnelle
- 10) en mode demi-pas et à commutation bidirectionnelle

**Exercice 3**

Un moteur unipolaire de 48 pas par tour et de 4 phases.

- 1) Déterminer le nombre de pôles
- 2) Quel est le type de commutation en courant?
- 3) Quel est le type de commutation des phases?
- 4) Quel est le mode de fonctionnement ? Justifier.

**Exercice 4**

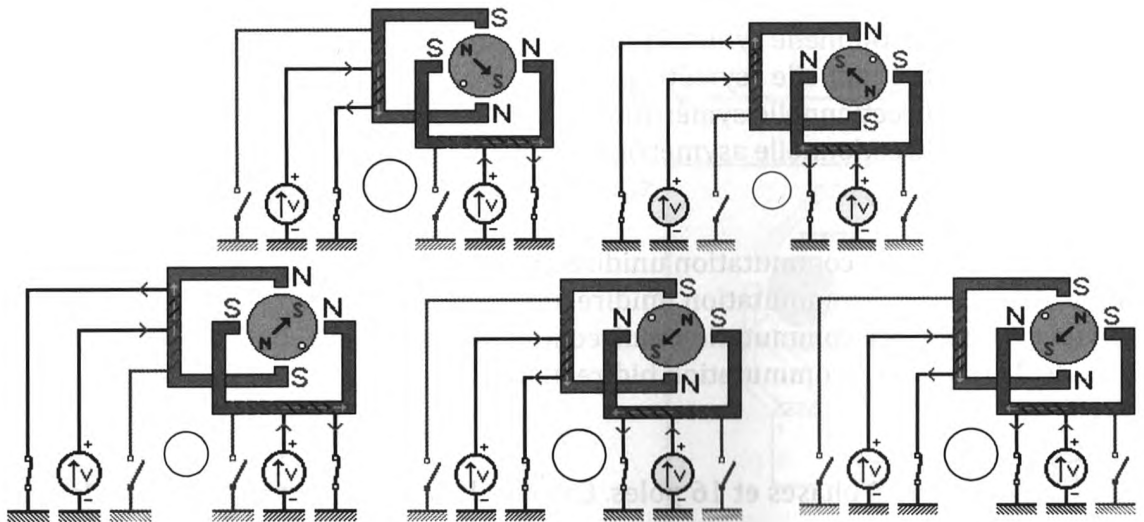
Un moteur bipolaire de 48 pas par tour et de 4 phases.

- 1) Déterminer le nombre de pôles
- 2) Quel est le type de commutation en courant?
- 3) Quel est le type de commutation des phases?
- 4) Quel est le mode de fonctionnement ? Justifier.

**Exercice 5**

On donne ci-dessous un moteur pas à pas à aimant permanent en 5 positions différentes.

- 1) Repérer les positions du rotor permettant correspondante au sens de rotation Horaire.
- 2) Repérer les positions du rotor permettant correspondante au sens de rotation trigonométrique.



# Chapitre A8 : Amplificateurs Linéaires Intégrés (A.L.I)

## 1. Configuration des PINS (Brochage)

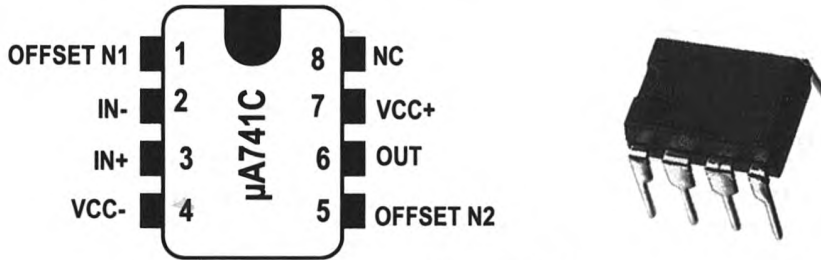


Figure C\_1

## 2. Description des PINS

N° PIN	Désignation	Nom et fonction
1	OFFSET N1	Réglage du décalage en tension
2	IN-	Entrée inverseuse E <sup>-</sup>
3	IN+	Entrée non inverseuse E <sup>+</sup>
4	VCC-	Polarisation négative
5	OFFSET N2	Réglage du décalage en tension
6	OUT	Sortie V <sub>s</sub>
7	VCC+	Polarisation positive
8	NC	Non Connecté

## 3. Symboles

Symbole NF C 03 - 213

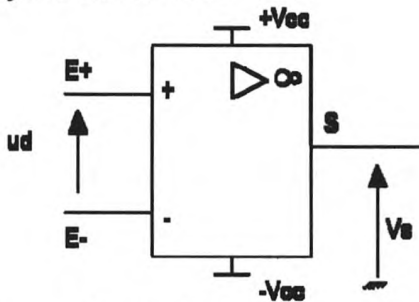


Figure C\_2

Symbole Américain

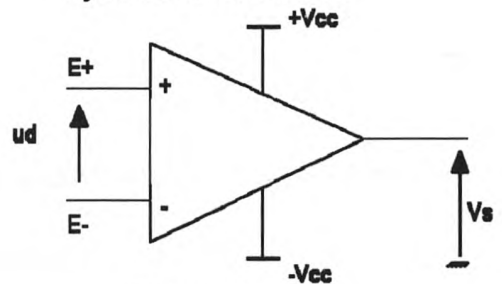


Figure C\_3



4. Caractéristiques électriques (exemple) :

	$\mu A741C$	$\mu A741I$	$\mu A741M$
Polarisation positive +VCC	+18V	+22V	+22V
Polarisation négative -VCC	-18V	-22V	-22V
Amplification différentielle $A_{ds}$	$20 \cdot 10^3 - 200 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3 - 200 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3 - 200 \cdot 10^3$
Impédance d'entrée $Z_e$ (M $\Omega$ )	0.3 - 2	0.3 - 2	0.3 - 2
Impédance de sortie $Z_s$ ( $\Omega$ )	75	75	75
Puissance (mW)	100	100	100
Température de fonctionnement ( $^{\circ}C$ )	0 à 70	- 40 à 85	- 55 à 125

5. Caractéristiques d'un A.L.I

Amplificateur réel	Amplificateur idéal
<ul style="list-style-type: none"> <li>Une amplification différentielle <math>A_{ds}</math> élevée: <math>A_{ds} = u_s / u_d</math> (de l'ordre de <math>10^5</math>)</li> <li>Une tension différentielle d'entrée très faible en boucle fermée : <math>u_d = V_{E+} - V_{E-}</math>.</li> <li>Une impédance d'entrée <math>Z_e</math> élevée : <math>Z_e</math> de l'ordre de M<math>\Omega</math> (<math>10^6 \Omega</math>)</li> <li>Une impédance de sortie <math>Z_s</math> très faible : <math>Z_s = 75 \Omega</math> pour le CI : <math>\mu A741X</math></li> <li>Un courant de décalage très faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une amplification différentielle <math>A_{ds}</math> infinie : <math>A_{ds} = u_s / u_d = \infty</math></li> <li>Une tension différentielle d'entrée nulle en boucle fermée : <math>u_d = V_{E+} - V_{E-} = 0</math> (<math>V_{E+} = V_{E-}</math>)</li> <li>Une impédance d'entrée <math>Z_e</math> infinie : <math>Z_e = \infty</math></li> <li>Une impédance de sortie <math>Z_s</math> nulle: <math>Z_s = 0</math></li> <li>Un courant de décalage nul : <math>i^+ = i^- = 0</math></li> </ul>

6. Schémas équivalents d'un A.L.I

Amplificateur réel

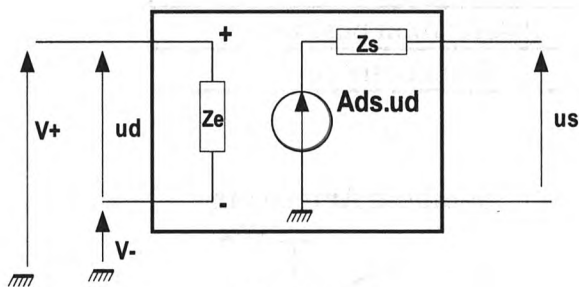


Figure C\_4

Amplificateur idéal

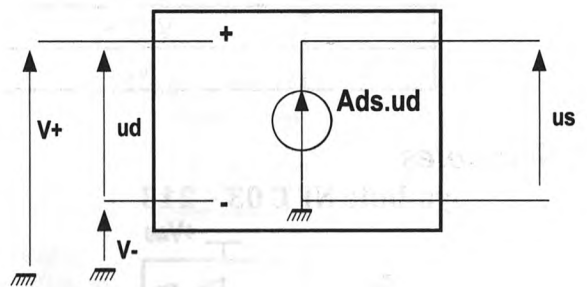


Figure C\_5

7. Conditions de fonctionnement linéaire et non linéaire d'un montage à A.I.L.

- S'il existe une connexion (fil ou résistance) entre l'entrée inverseuse  $E^-$  et la sortie, alors le fonctionnement en régime linéaire est possible (dans les limites de l'alimentation de l'A.L.I)
- S'il n'y a pas de connexion ou une entre l'entrée non inverseuse  $E^+$  et la sortie, alors le fonctionnement est en régime non linéaire (régime saturé),  $u_d$  est non négligeable, on s'intéresse à son signe :

✓ Si  $u_d > 0$  V alors  $u_s = +V_{cc}$ .

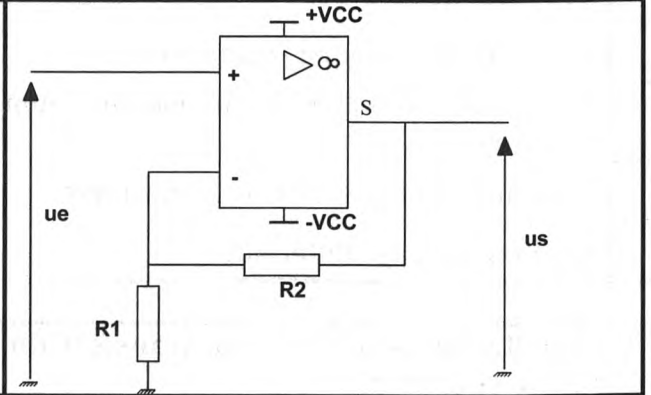
✓ Si  $u_d < 0$  V alors  $u_s = -V_{cc}$

**Questions à choix multiples: Q.C.M**

Cocher une seule réponse par question

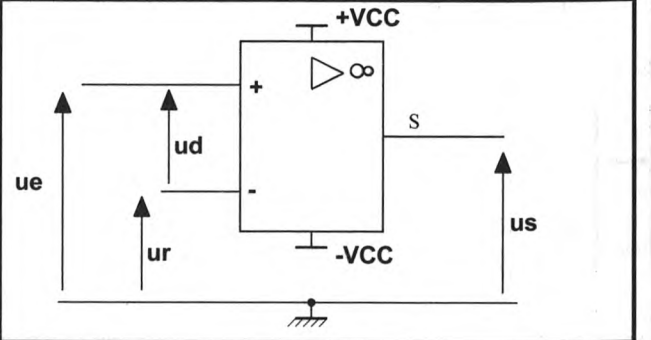
**1 - Le montage, ci-contre, fonctionne en régime linéaire, car:**

- L'ALI est polarisé par +VCC et -VCC.
- La sortie S est reliée à l'entrée (-) à travers R2.
- L'entrée + est soumise à la tension  $u_e$ .
- C'est un montage amplificateur inverseur.



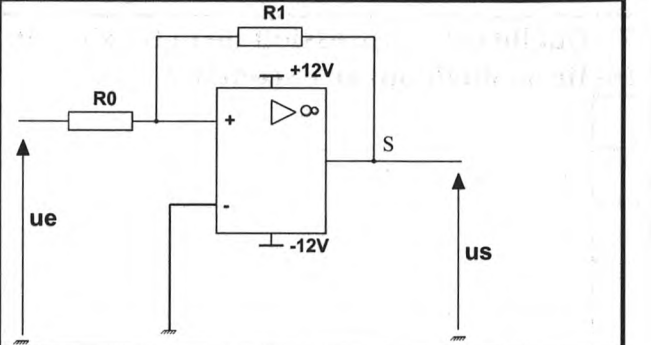
**2 - Le montage ci-contre fonctionne en régime saturé car :**

- La sortie et l'entrée (-) ne sont reliées.
- La borne (+) est soumise à la tension  $u_e$ .
- L'amplificateur est polarisé par +VCC et -VCC.
- La tension différentielle  $u_d = u_e - u_r$ .



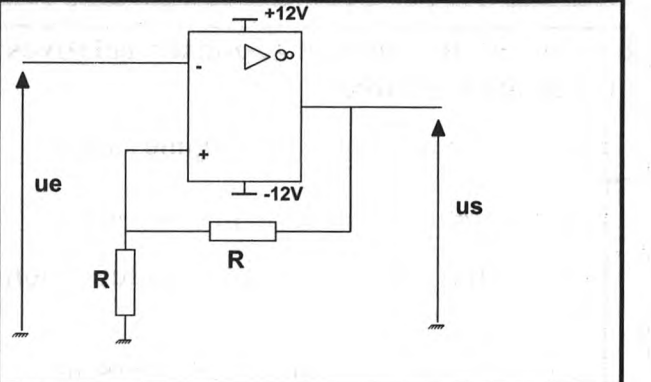
**3- Le montage, ci-contre, fonctionne en régime saturé, car:**

- L'ALI est polarisé par +VCC et -VCC.
- La sortie S n'est pas reliée à l'entrée (-) à travers R1
- L'entrée - est reliée à la masse.
- La tension différentielle  $u_d = V_{e^+} - V_{e^-}$ .



**4- Le montage, ci-contre, fonctionne en régime saturé, car:**

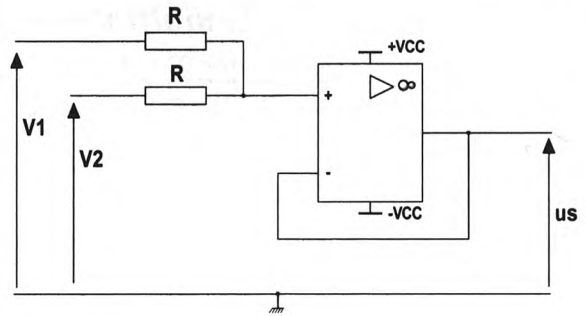
- L'ALI est polarisé par +VCC et -VCC.
- La sortie S n'est pas reliée à l'entrée (-) à travers R
- L'entrée - est soumise à la tension  $u_e$ .
- La tension différentielle  $u_d = V_{e^+} - V_{e^-}$ .





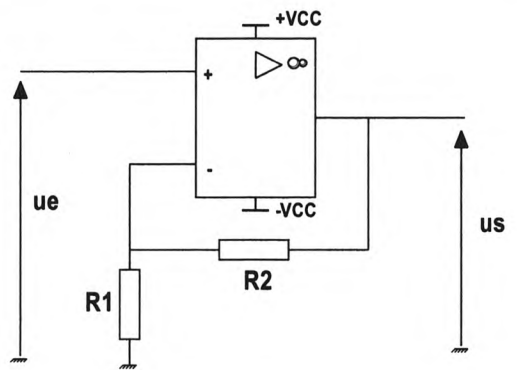
**5 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime saturé.
- Le fonctionnement en régime linéaire.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur.
- C'est un montage différentiel.



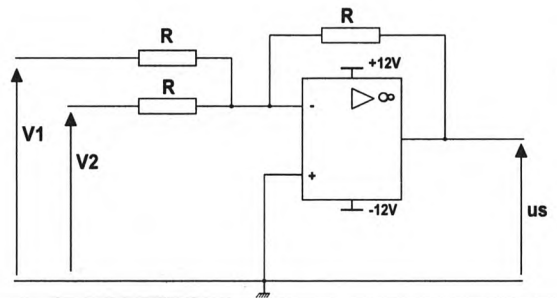
**6 - Quelle est la fonction de transfert du montage ci-contre?**

- $\frac{u_s}{u_e} = -\frac{R_1+R_2}{R_2}$
- $\frac{u_s}{u_e} = \frac{R_1}{R_2}$
- $\frac{u_s}{u_e} = \frac{R_2}{R_1}$
- $\frac{u_s}{u_e} = \frac{R_1+R_2}{R_2}$



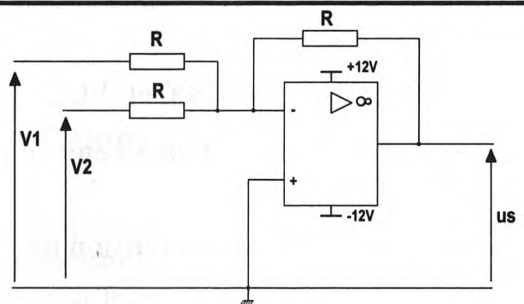
**7 - Quelle est l'expression de la tension de sortie us du montage ci-contre ?**

- $u_s = V1 + V2$
- $u_s = - (V1 + V2)$
- $u_s = V1 - V2$
- $u_s = V2 - V1$



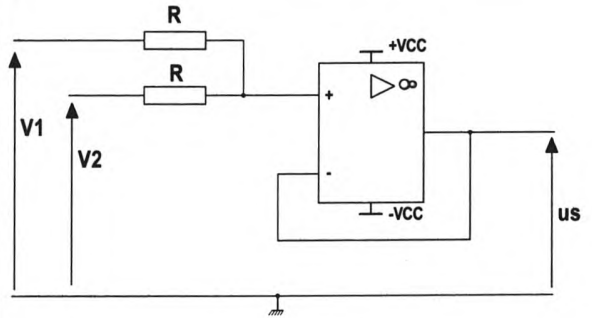
**8 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime saturé.
- Le fonctionnement en régime linéaire.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur.
- C'est un montage différentiel.



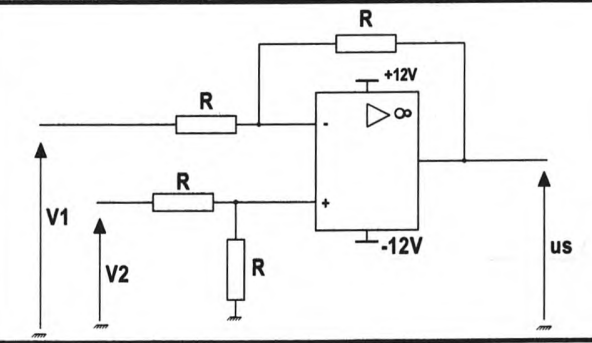
**9 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur.
- C'est un montage différentiel.



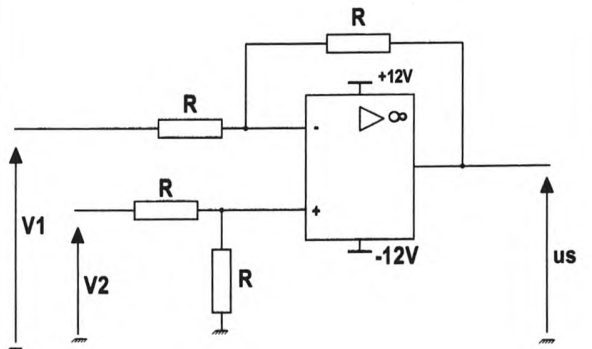
**10 - Quelle est l'expression de la tension de sortie  $u_s$  du montage ci-contre ?**

- $u_s = V1 + V2$
- $u_s = V1 - V2$
- $u_s = V2 - V1$
- $u_s = - (V1 + V2)$



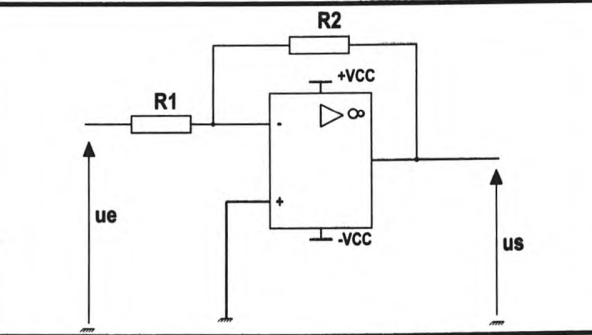
**11 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime saturé.
- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- C'est un montage différentiel.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur



**12 - Quelle est la fonction de transfert du montage ci-contre?**

- $u_s/u_e = - (R1 / R2)$
- $u_s/u_e = - (R2 / R1)$
- $u_s/u_e = R2 / R1$
- $u_s/u_e = (R1+R2) / R2$



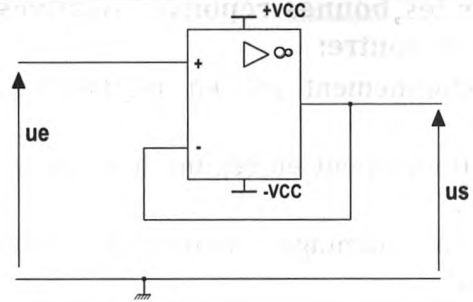
**13 - Observer le montage ci-contre et cocher les bonnes réponses:**

$u_s = -u_e$

$u_s = u_e$

C'est un montage suiveur de tension.

C'est un montage adaptateur d'impédances.



**14 - Observer le montage ci-contre et cocher les bonnes réponses:**

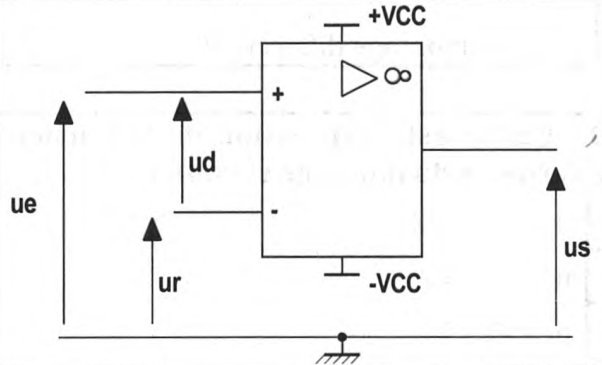
$u_d = u_e - u_r$

$u_d = u_r - u_e$

Si  $u_d > 0$  V alors  $V_s = +V_{cc}$

Si  $u_d > 0$  V alors  $V_s = \pm V_{cc}$

Si  $u_d < 0$  V alors  $V_s = -V_{cc}$



**15 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $V_1 = +6$ V;  $V_2 = +4$ V**

**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

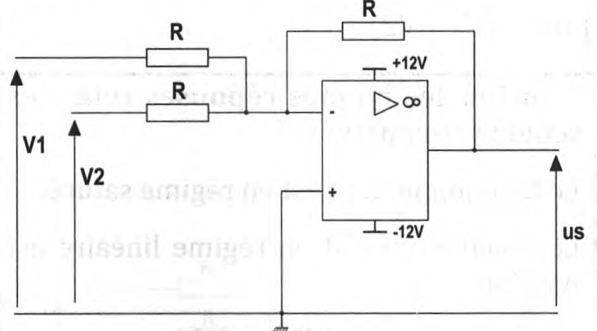
$u_s = 10$  V

$u_s = -10$  V

$u_s = -12$  V

$u_s = +12$  V

$u_s = +2$  V



**16 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $V_1 = +8$ V ;  $V_2 = +6$ V**

**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

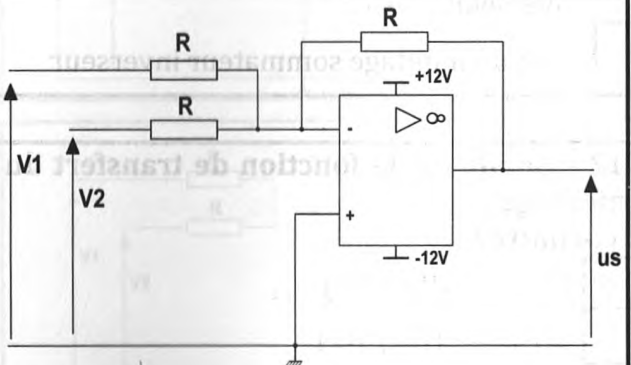
$u_s = 14$  V

$u_s = -14$  V

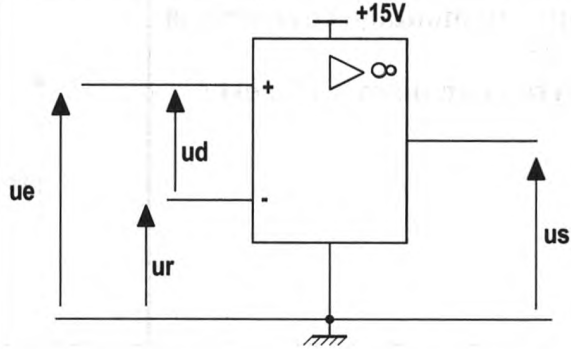
$u_s = -12$  V

$u_s = +12$  V

$u_s = +2$  V

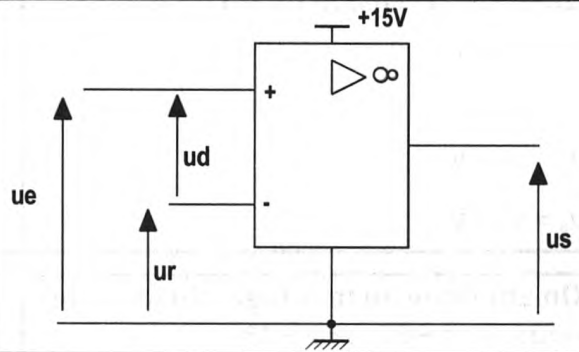


17 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $u_e = +4V$  ;  $u_r = +2V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :



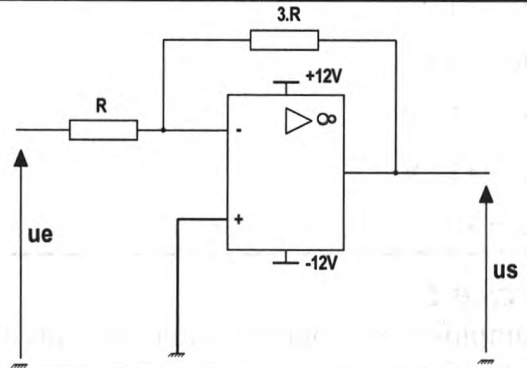
- $u_s = 6 V$
- $u_s = + 15 V$
- $u_s = - 15 V$
- $u_s = 2 V$
- $u_s = 0 V$

18 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $u_e = +2V$  ;  $u_r = +4V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :



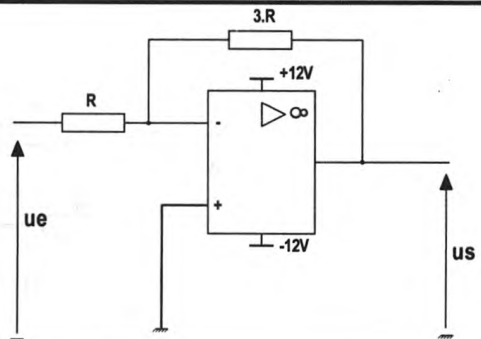
- $u_s = 0 V$
- $u_s = + 15 V$
- $u_s = - 15 V$
- $u_s = 2 V$

19 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +3V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :



- $u_s = +9 V$
- $u_s = - 9 V$
- $u_s = - 12 V$
- $u_s = +12 V$

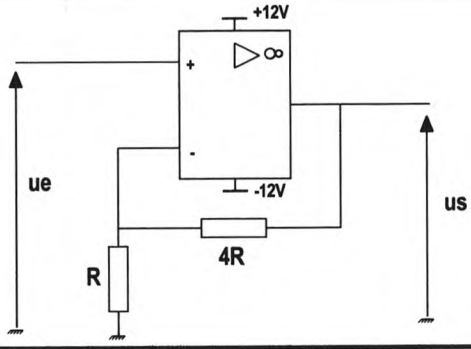
20 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +5V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :



- $u_s = +15 V$
- $u_s = - 15 V$
- $u_s = - 12 V$
- $u_s = +12 V$

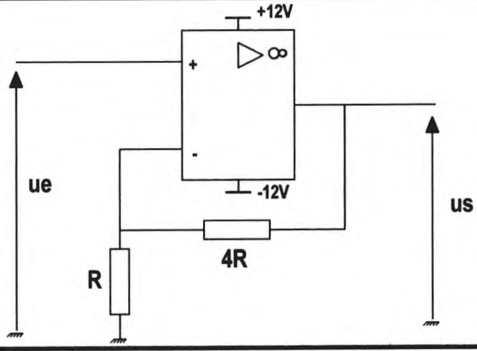
21 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +2V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = +10 V$
- $u_s = -10 V$
- $u_s = -12 V$
- $u_s = +12 V$



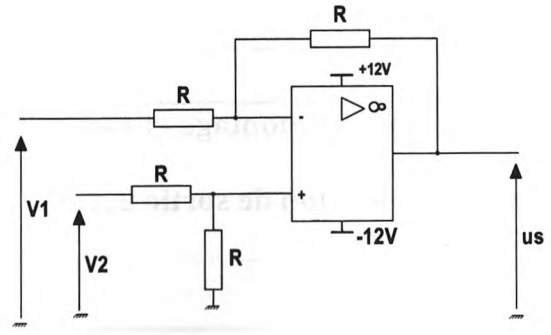
22 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +3V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = +12 V$
- $u_s = -12 V$
- $u_s = -15 V$
- $u_s = +15 V$



23- On applique au montage ci-contre les tensions:  $V_1 = +6V$ ;  $V_2 = +2V$   
 La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = +4 V$
- $u_s = -4 V$
- $u_s = -12 V$
- $u_s = +12 V$
- $u_s = +8 V$



**Exercice 1**

Les amplificateurs opérationnels figurant dans les montages sont parfaits.  
 Ils sont alimentés en +15 V et -15 V.

• **Montage 1**

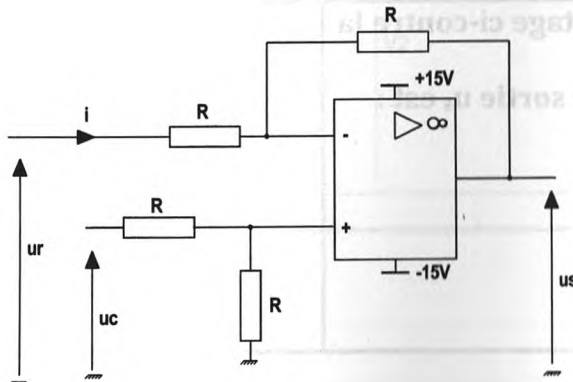


Figure C\_6

1. Ecrire la relation qui lie les tensions  $V^-$  et  $V^+$  en régime linéaire.
  2. Donner les expressions de :
    - a)  $V^+$  en fonction de  $u_c$ .
    - b)  $i$  en fonction de  $u_r$ ,  $u_s$  et  $R$
    - c)  $V^-$  en fonction de  $u_r$ ,  $i$  et  $R$ .
    - d)  $V^-$  en fonction de  $u_r$ ,  $u_s$ .
  - e) En se référant à la question N°1, exprimer  $u_s$  en fonction de  $u_r$  et  $u_c$ .
3. Donner le nom de ce montage.
- **Montage 2**

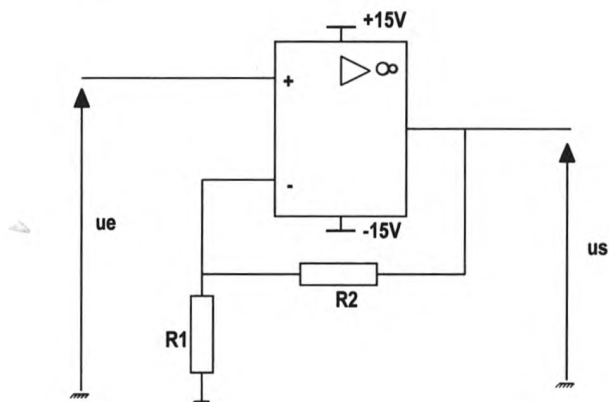


Figure 7

1. En déduire l'expression de  $V^+$  en fonction de  $u_e$ .
  2. En déduire l'expression de  $V^-$  en fonction de  $u_s$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
  3. En déduire l'expression de  $u_s$  en fonction de  $u_e$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
  4. Donner le nom de ce montage.
  5. Donner l'expression de la transmittance :  $A = u_s / u_e$ .
  6. On veut obtenir  $A = 20$  sachant que  $R_1 = 2k\Omega$ , calculer la valeur de  $R_2$ .
- **Montage 3**

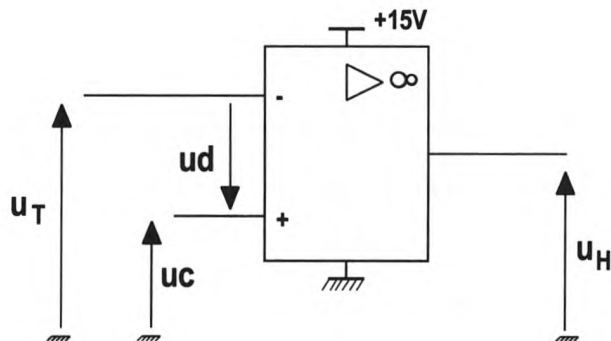


Figure 8

1. Quel est le mode de fonctionnement de l'A.L.I ? En déduire les valeurs possibles de la tension de sortie  $u_H$ .
2. Représenter l'allure de la tension de sortie lorsque  $u_c = 3 V$ .

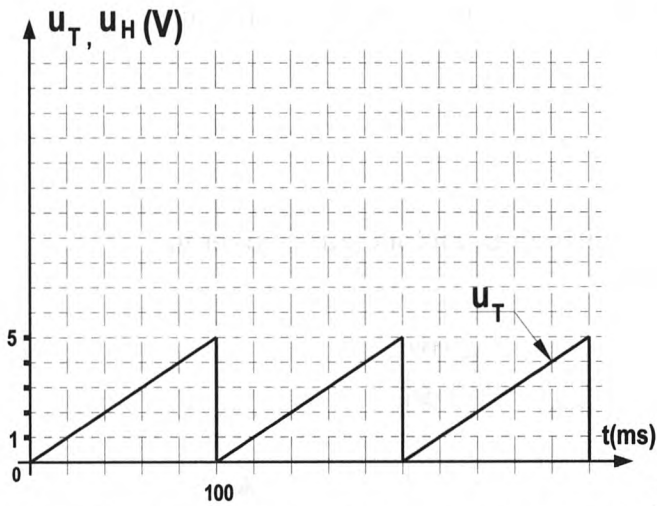


Figure 9

3. Représenter la caractéristique de transfert :  $u_H = f(u_T)$

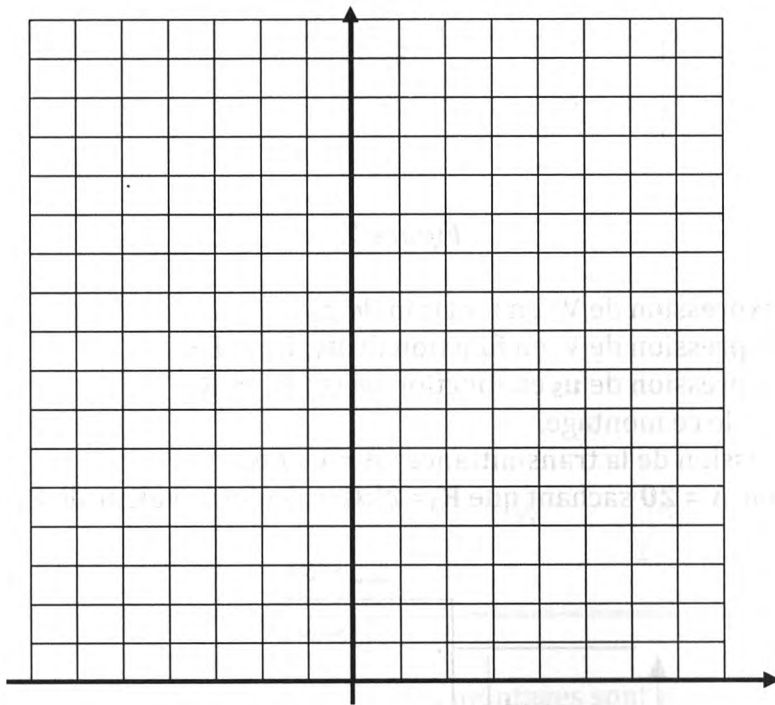


Figure 10

4. Donner le nom de ce montage.

**Exercice 5**

On donne le montage de la figure 11 et l'oscillogramme de la tension  $u_e(t)$  (figure 12)



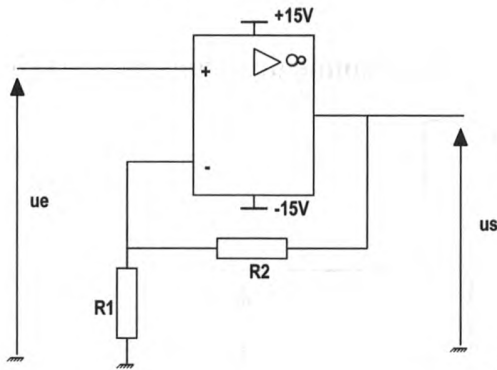


Fig. 11

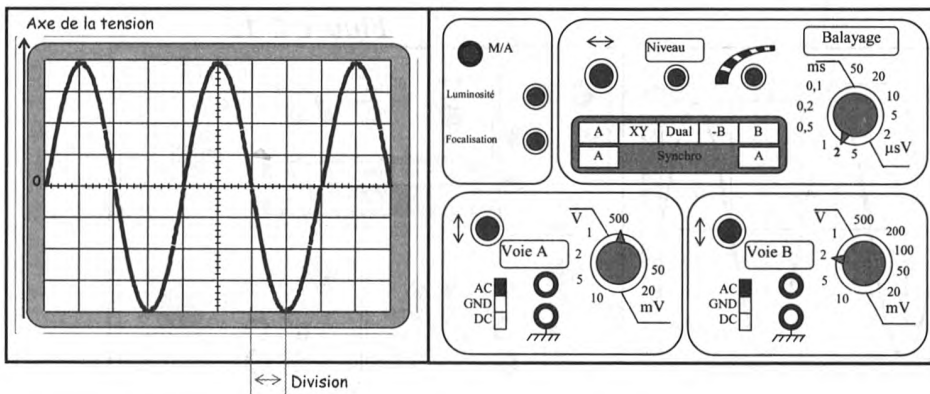
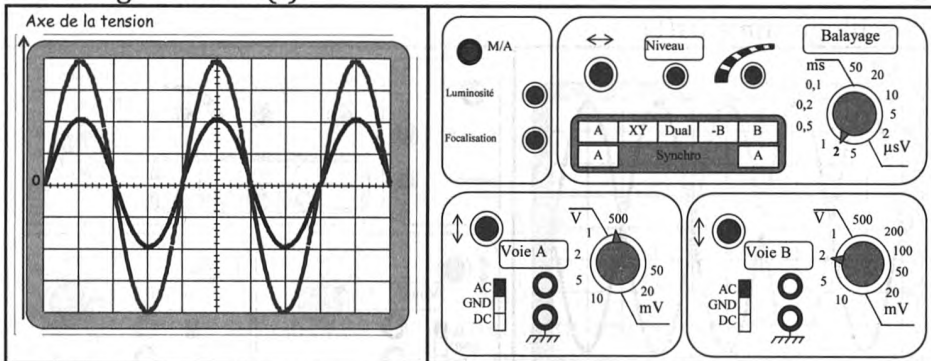


Fig. 12

- 1) Donner en se référant à la figure 12:  
Le calibre de la voie A  
Le calibre de la voie B.  
Le calibre du balayage horizontal
- 2) Indiquer sur la courbe  $U_{eMAX}$  et  $-U_{eMAX}$
- 3) Indiquer la période T.
- 4) Déterminer la période T.
- 5) Calculer la fréquence du signal  $u_e(t)$ .
- 6) Exprimer  $u_e(t)$ .
- 7) On donne l'oscillogramme  $u_s(t)$



- 8) Dédurre l'expression de  $u_s(t)$ .
- 9) Calculer le gain en tension.
- 10) Sachant que la valeur de R1 est 470, exprimer puis calculer la valeur de R2



**Exercice 6**

On donne le montage de la figure ...et l'oscillogramme de la tension  $u_e(t)$  (figure .....

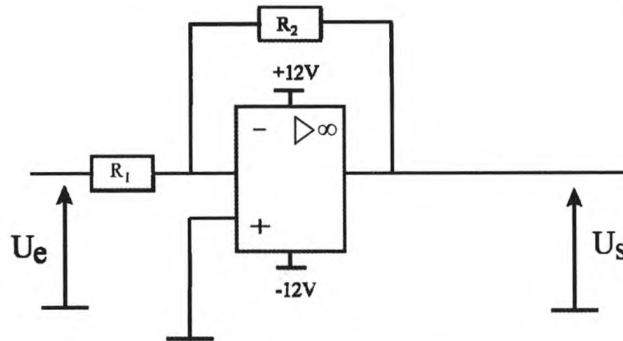
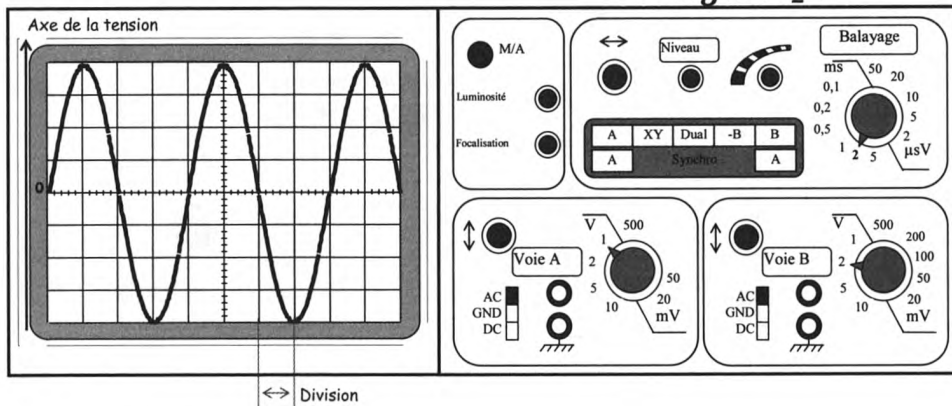
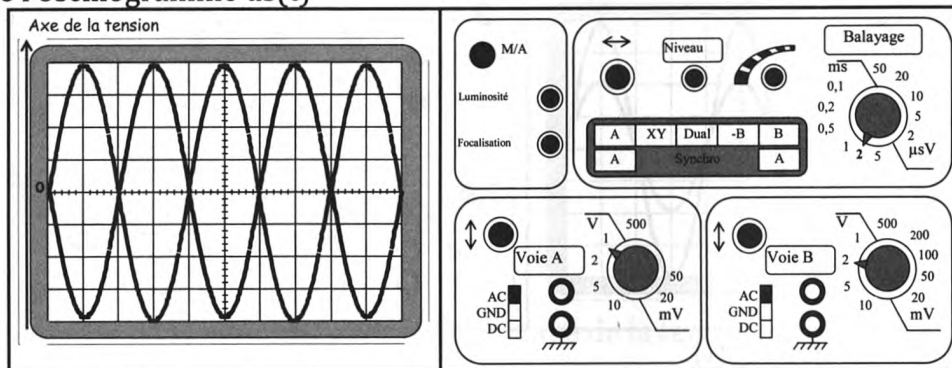


Figure C\_12



- 1) Donner en se référant à la figure :  
 Le calibre de la voie A  
 Le calibre de la voie B.  
 Le calibre du balayage horizontal
- 2) Indiquer sur la courbe  $U_{eMAX}$  et  $-U_{eMAX}$
- 3) Indiquer la période  $T$ .
- 4) Déterminer la période  $T$ .
- 5) Calculer la fréquence du signal  $u_e(t)$ .
- 6) Exprimer  $u_e(t)$ .
- 7) On donne l'oscillogramme  $u_s(t)$



- 8) Dédire l'expression de  $u_s(t)$ .
- 9) Calculer le gain en tension.
- 10) Sachant que la valeur de  $R_1$  est 470, exprimer puis calculer la valeur de  $R_2$ .

## DEVOIR DE CONTROLE N°1.1

### Monte-charge

**Description du fonctionnement**

- La montée et la descente du container s'effectue en deux vitesses : Lente et rapide.
- Une boîte à deux boutons poussoirs « S1 ; S2 » est un commutateur « X » permettant la commande de façon à obtenir le fonctionnement suivant :
  - Montée lente commandée par KM1.
  - Descente lente commandée par KM2.
  - Montée rapide commandée par KM3.
  - Descente rapide commandée par KM4.
- Un afficheur à 7 segments permet la signalisation du sens de déplacement du container.
- Le schéma de la partie commande est ci-contre :

**MONTE CHARGE :**

**ETUDE DU CIRCUIT 1 :** La commande du système se fait de la façon suivante :

➤ **Premier cas :** Container plein « X » non actionné ( X = 0 ) :

- L'action sur S2 entraîne la montée lente.
- L'action sur S1 entraîne la descente lente.
- L'action simultanée sur S2 et S1 entraîne la montée lente.

➤ **Deuxième cas :** Container vide « X » actionné ( X = 1 ) :

- L'action sur S2 entraîne la montée rapide.
- L'action sur S1 entraîne la descente rapide.
- L'action simultanée sur S2 et S1 entraîne la montée rapide.

➤ **Dans tous les cas** si S1 = S2 = 0 entraîne l'arrêt du moteur.

**A) Analyse fonctionnelle et calcul de prédétermination :**

1) Compléter la table de vérité correspondante au circuit 1.

X	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	KM <sub>1</sub>	KM <sub>2</sub>	KM <sub>3</sub>	KM <sub>4</sub>
0	0	0	0	0		
0	0	1			0	
0	1	0				0
0	1	1			0	
1	0	0		0		
1	0	1	0			
1	1	0		0		
1	1	1				0

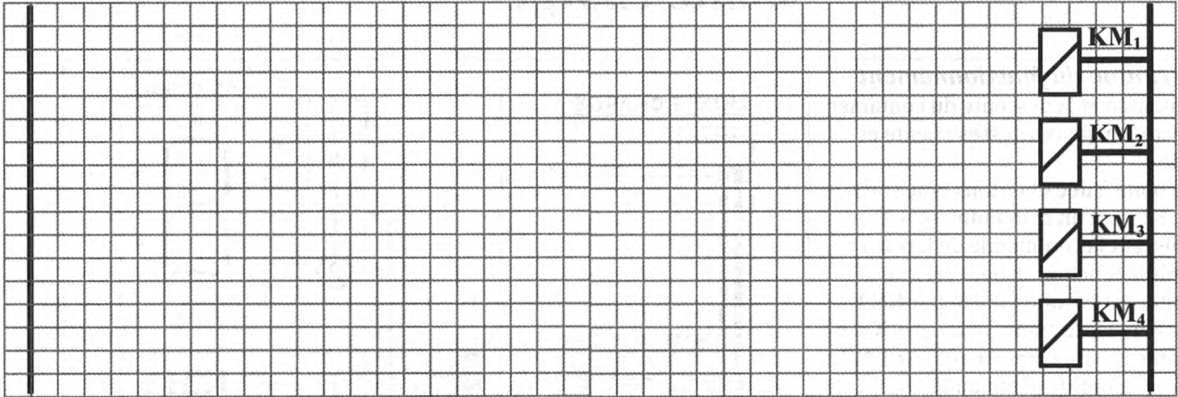
2) Chercher les équations simplifiées par la méthode algébrique des différentes sorties.

KM <sub>1</sub> = ..... .....	KM <sub>2</sub> = ..... .....
KM <sub>3</sub> = ..... .....	KM <sub>4</sub> = ..... .....

3) Soient  $KM_1 = \bar{X}.S_2$   
 $KM_3 = X.S_2$

$KM_2 = \bar{X}.S_2.S_1$   
 $KM_4 = X.S_2.S_1$

Etablir alors le schéma électrique à contacts du circuit 1 :

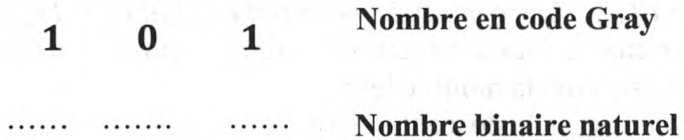


4) Ecrire l'équation de  $KM_1$  et  $KM_3$  avec les opérateurs NAND à deux entrées

$KM_1 = \dots\dots\dots$   
 $KM_3 = \dots\dots\dots$

5) Soit le nombre binaire réfléchi 101

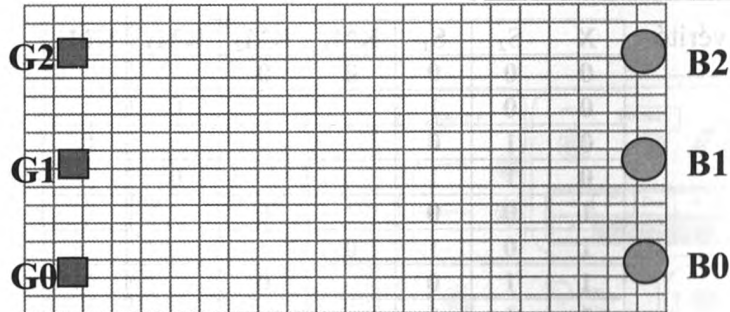
a) Convertir ce nombre du code Gray au code binaire pur



b) En appliquant la règle de conversion du binaire réfléchi vers le binaire naturel :

- Compléter la table de vérité ci-contre
- Etablir l'équation de  $B_j$
- $B_j = \dots\dots\dots$
- $= \dots\dots\dots$
- Compléter le logigramme

$G_j$	$B_{j+1}$	$B_j$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



c) Convertir les nombres suivants :

$(110)_8 = \dots\dots\dots = (\dots\dots)_{10}$   
 $(110111101111)_2 = (\dots\dots\dots)_{16} = (\dots\dots\dots)_8$   
 $(BCD)_{16} = (?)_{10} = \dots\dots\dots = (\dots\dots\dots)_{10}$

.....

.....

$(980)_{10} = (?)_{BCD} = \dots\dots\dots$

$(1010010)_2 = (?)_{BCD} : \dots\dots\dots$

$(110)_{Gray} = (?)_{BCD} : \dots\dots\dots$

$(112)_3 = (?)_4 = (?)_{BCD} : \dots\dots\dots$

$(00010011)_{BCD} = (?)_{Gray} : \dots\dots\dots$

d) Sur les emballages des produits qui existent dans le contenair sont imprimés le code-barres suivant :

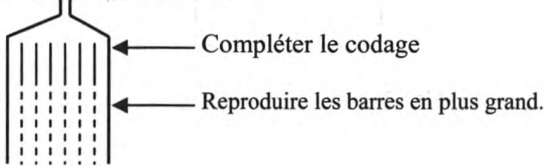


Table de codage

	à gauche du milieu	à droite du milieu
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100001	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

**ETUDE DU CIRCUIT 2 :**

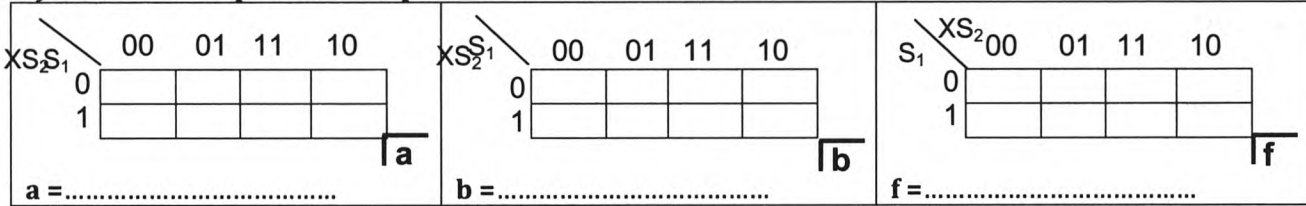
On désire afficher le sens de déplacement et la vitesse sur un afficheur à sept segments de la façon suivante

Montée lente (haut):		Descente lente (bas):		A l'arrêt :	
Montée rapide (Haut):		Descente rapide (Bas):			

1) Compléter la table de vérité qui correspond au circuit 2 :

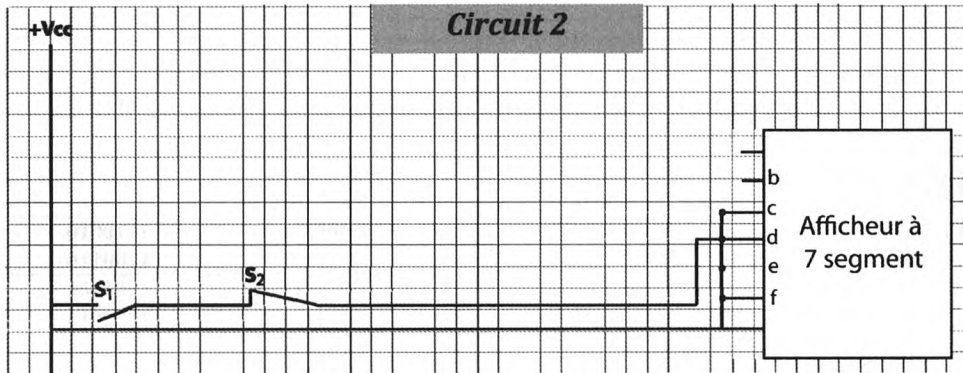
X	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	1	1				1		A
0	0	1	0	0				1		h
0	1	0	0	0				1		
0	1	1	0	0				1		
1	0	0	1	1				1		
1	0	1	1	1				1		
1	1	0	0	1				1		
1	1	1	0	1				1		H

2) Donner les équations simplifiées des sorties **a**, **b** et **f**



3) Soient  $a = \overline{S_2} (X + \overline{S_1})$        $b = X + \overline{S_1} \overline{S_2}$        $d = S_1 \overline{S_2}$

a) Tracer le schéma électrique à contacts des segments **a** et **b**

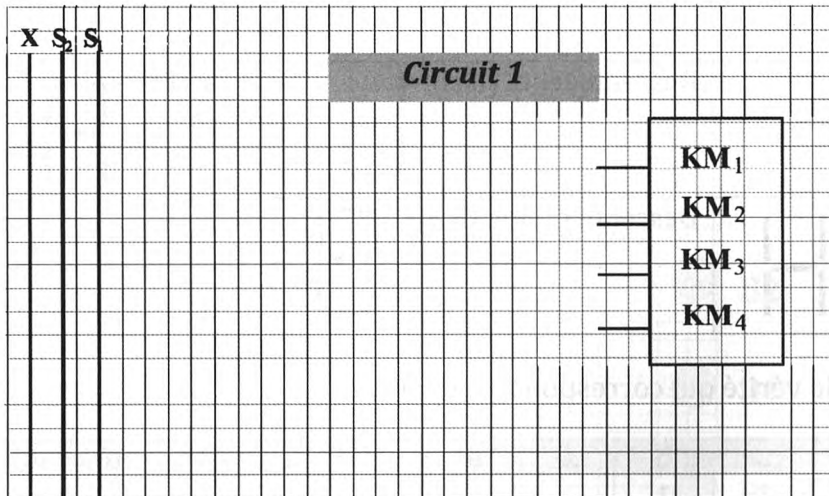


b) Ecrire l'équation de **a** en utilisant que des opérateurs **NOR** à deux entrées :

a = .....

**B) Modification d'une solution :**

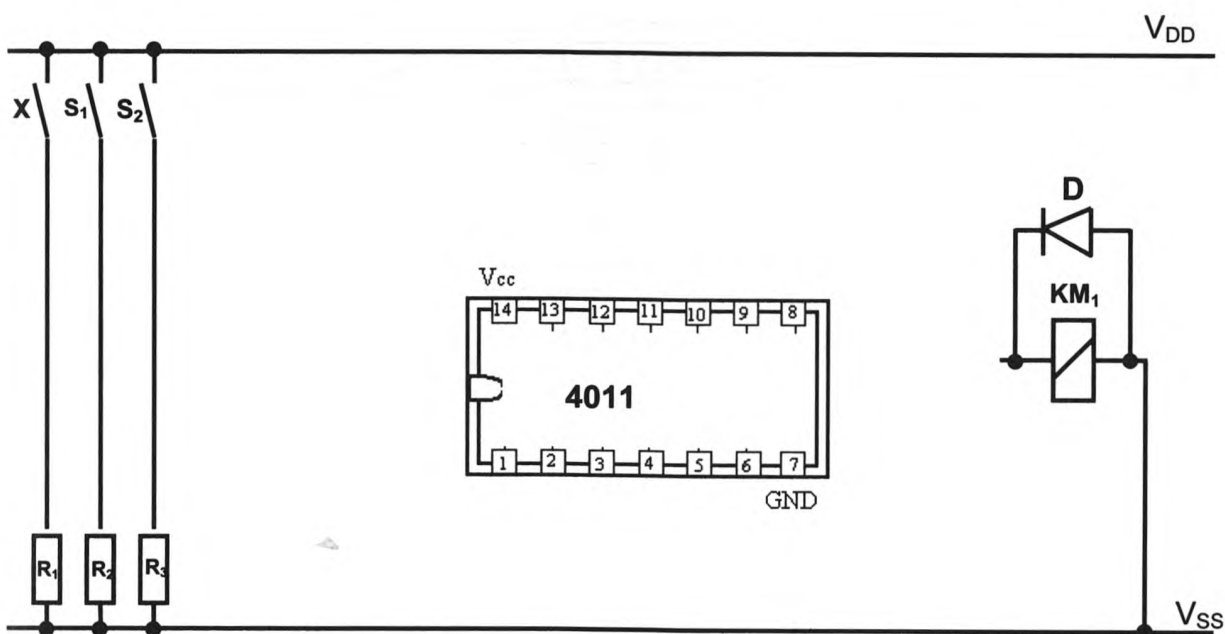
1) Etablir le logigramme du **circuit 1** en utilisant les opérateurs Non, ET et OU à deux



2) On désire réaliser pratiquement à l'aide du circuit intégré 4011 le schéma de câblage de l'équation de **KM1**. On donne  $KM_1 = [ (X / X) / S_2 ] /$  L'alimentation des bobines qui commandent les moteurs est de **12V**.

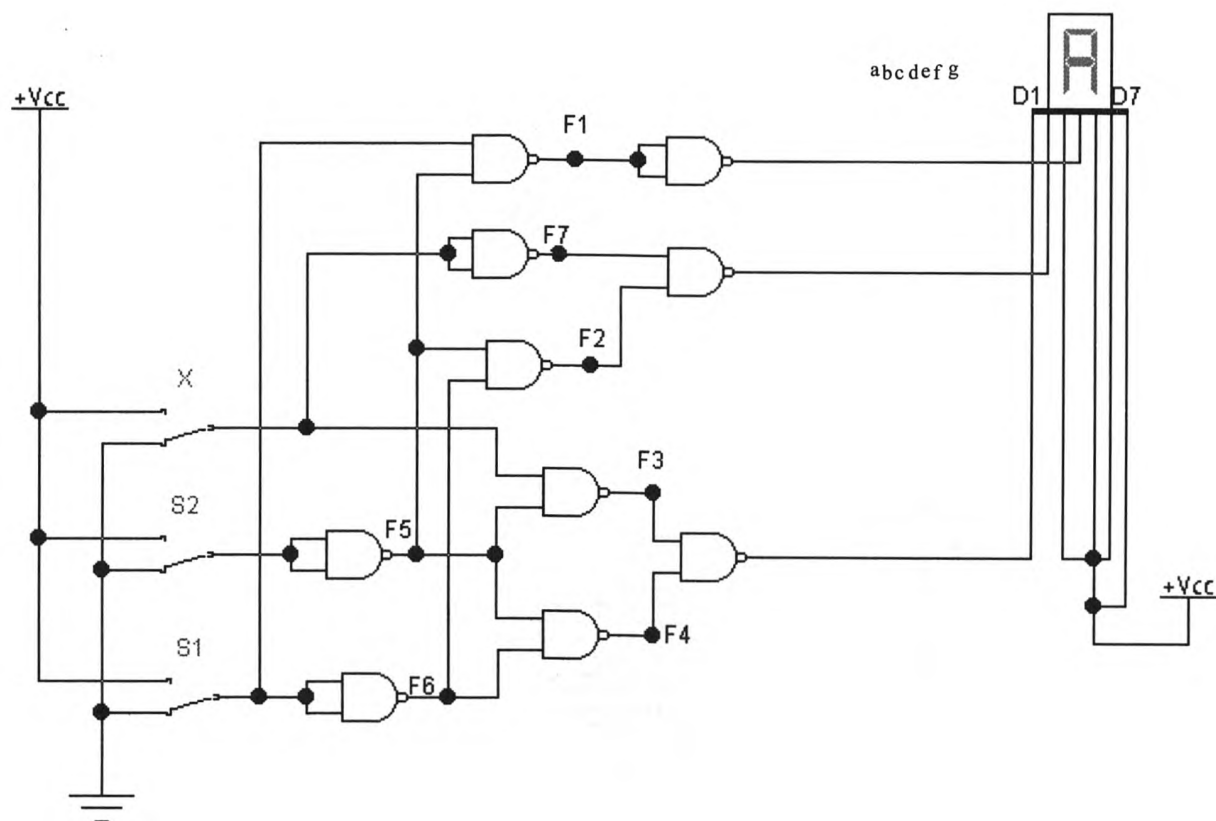
Dans le commerce ce circuit se présente comme ci-contre :

**Compléter le schéma de câblage de l'équation de **KM1**.**



3) On donne le logigramme suivant :

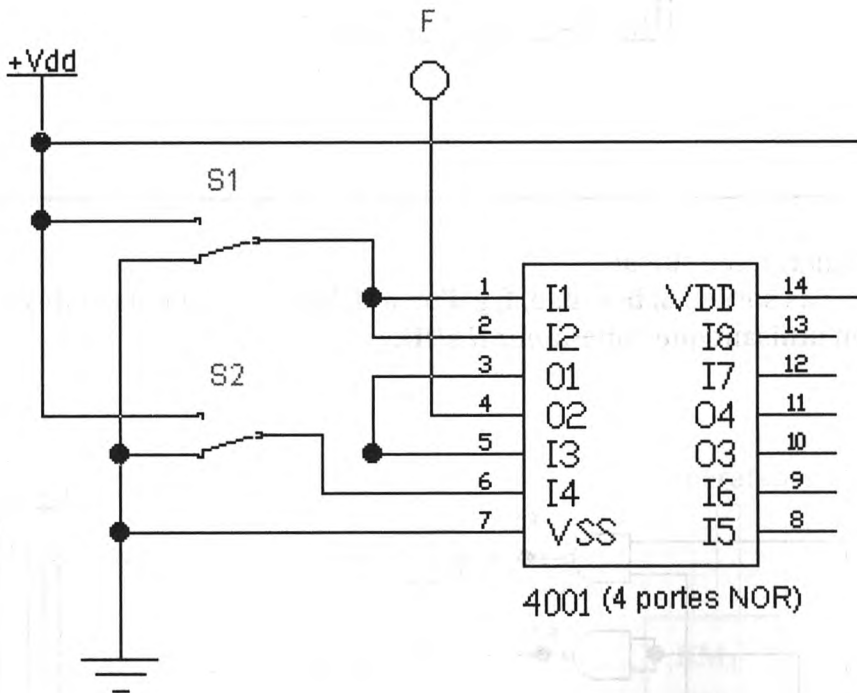
Donner les équations des sorties **a, b, c, d, e, f, g** d'un afficheur 7 segments et des fonctions **F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub>, F<sub>7</sub>** en utilisant que l'opérateur **NAND**.



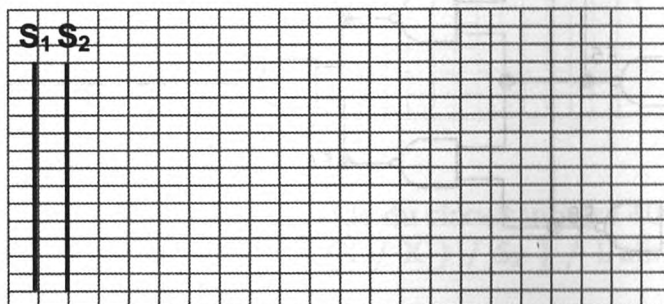


$F_5 = \dots\dots\dots$	$F_3 = \dots\dots\dots$	$d = \dots\dots\dots$
$F_6 = \dots\dots\dots$	$F_4 = \dots\dots\dots$	$e = \dots\dots\dots$
$F_7 = \dots\dots\dots$	$a = \dots\dots\dots$	$f = \dots\dots\dots$
$F_1 = \dots\dots\dots$	$b = \dots\dots\dots$	$g = \dots\dots\dots$
$F_2 = \dots\dots\dots$	$c = \dots\dots\dots$	

4) On donne le schéma de câblage de la fonction F :



a) Tracer le logigramme de F



## **DEVOIR DE CONTROLE N°1.2**

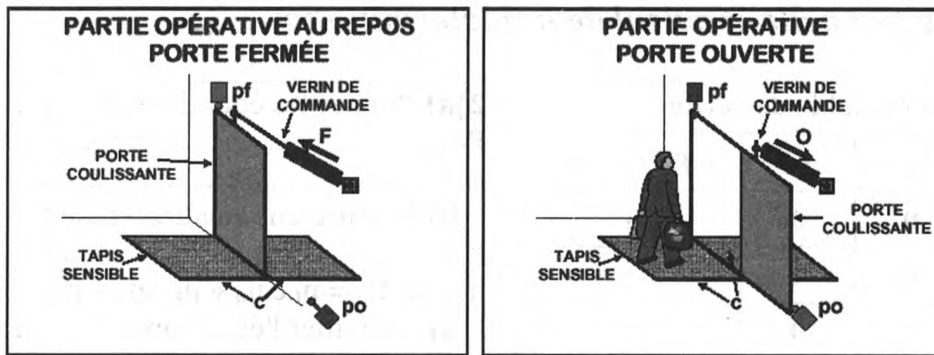
### **Dossier technique**

### **PORTE COULISSANTE D'AEROPORT**

#### **AUTOMATIQUE**

Pour entrer dans un aéroport, ou pour en sortir, vous devez franchir une porte coulissante automatique, dont le fonctionnement est décrit ci-dessous :

- Lorsque la porte est complètement fermée et que personne ne marche sur le tapis sensible placé des deux côtés, la machine, est en position repos : l'ordre de fermer la porte est maintenu actif, pour éviter que quelqu'un puisse ouvrir la porte à la main.



- Lorsque votre pied appuie sur le tapis sensible de commande et que la porte est complètement fermée, l'ordre de fermer cesse, et l'ordre d'ouvrir la porte est activée.
- Lorsque la porte a commencé à s'ouvrir et que vous gardez le pied sur le tapis, elle continuera de s'ouvrir, jusqu'en position complètement ouverte.
- Si vous enlevez le pied du tapis pendant que la porte est en train de s'ouvrir, alors l'ordre d'ouvrir s'arrête et la porte commence à se fermer.
- Dès que la porte arrive en position complètement ouverte, elle s'y arrête, mais l'ordre d'ouvrir, demeure aussi longtemps que vous êtes sur le tapis.
- Si, en position complètement ouverte vous quittez le tapis, l'ordre d'ouvrir s'arrête et la porte commence à se fermer.
- Quand la porte a commencé à se fermer, l'ordre de fermer continue à être actif tant que personne n'appuie sur le tapis.
- Si vous appuyez sur le tapis pendant que la porte est en train de se fermer, l'ordre de fermeture cesse et la porte recommence à s'ouvrir.
- Lorsque la porte est complètement fermée et que personne ne marche sur les tapis, la machine est revenue à l'état repos. L'ordre de fermer est actif.



- Tableau des variables :

Description	Type	Variable
porte complètement fermée	entrée	$p_f$
présence sur tapis sensible	entrée	$c$
fermer porte	sortie	$F$
ouvrir porte	sortie	$O$
porte complètement ouverte	entrée	$p_o$
Carte magnétique introduite	entrée	$c_m$

## Dossier pédagogique

### AUTOMATIQUE

#### A) Analyse fonctionnelle et calcul de prédétermination :

<p><b>1) Compléter la table de vérité</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th><math>p_f</math></th> <th><math>c</math></th> <th><math>p_o</math></th> <th><math>F</math></th> <th><math>O</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	$p_f$	$c$	$p_o$	$F$	$O$	0	0	0			0	0	1			0	1	0			0	1	1			1	0	0			1	0	1	1	0	1	1	0			1	1	1	1	0	<p><b>2)a) Donner les équations de F et O</b>  <math>F = \dots\dots\dots</math>  <math>O = \dots\dots\dots</math></p> <p><b>b) Dédire une relation entre F et O</b>  <math>F = \dots\dots\dots</math></p> <p><b>3) Soit <math>H_1 = \overline{p_f} \cdot c \cdot \overline{p_o} + \overline{p_f} \cdot c \cdot p_o + p_f \cdot c \cdot \overline{p_o}</math></b>  <b>a) Simplifier l'équation de <math>H_1</math> par la méthode algébrique.</b>  <math>H_1 = \dots\dots\dots</math>  <math>\dots\dots\dots</math>  <math>\dots\dots\dots</math></p> <p><b>b) Calculer <math>\overline{H_1}</math></b>  <math>\overline{H_1} = \dots\dots\dots</math>  <math>\dots\dots\dots</math></p>
$p_f$	$c$	$p_o$	$F$	$O$																																										
0	0	0																																												
0	0	1																																												
0	1	0																																												
0	1	1																																												
1	0	0																																												
1	0	1	1	0																																										
1	1	0																																												
1	1	1	1	0																																										

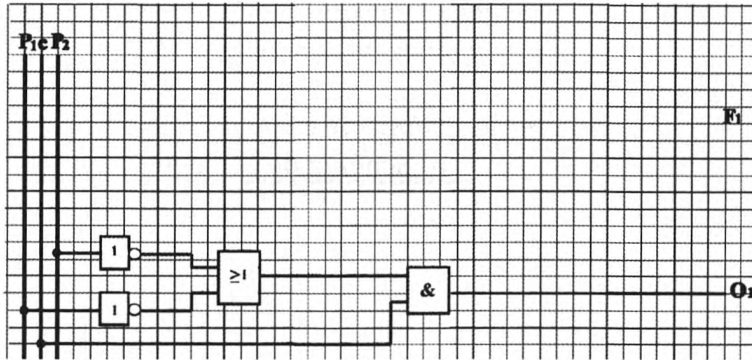
**4) Soit le tableau de Karnaugh suivant.**

	$p_f c$				
$p_o$		00	01	11	10
0		1	0	0	1
1		1	0	1	1
		$H_2$			

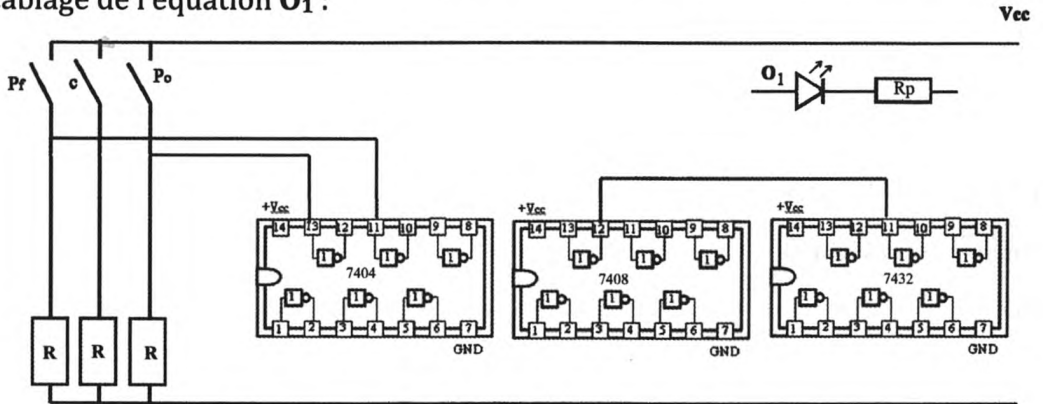
- a) Donner l'équation simplifiée de  $H_2$**   
 $H_2 = \dots\dots\dots$
- b) calculer  $\overline{H_2}$**   
 $\overline{H_2} = \dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

5) On donne  $F_1 = \bar{c} + p_o \cdot p_f$

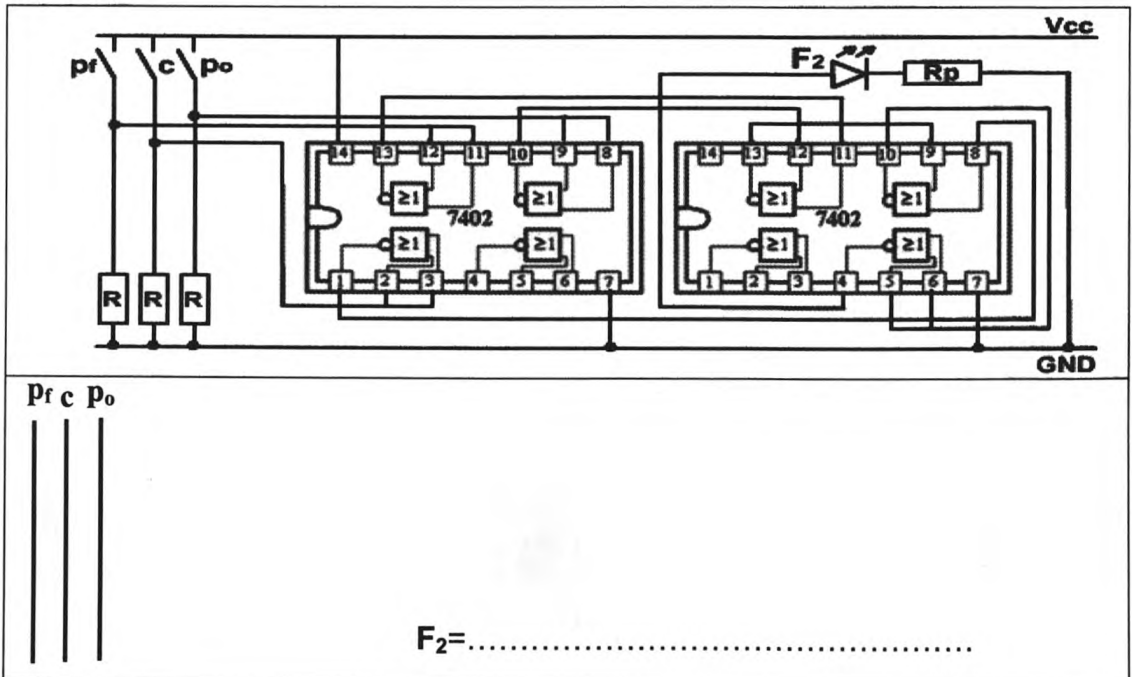
Tracer le logigramme relatif à  $F_1$  (le logigramme relatif à  $O_1$  est donné).



6) En se référant aux brochages des circuits intégrés (voir document technique) Compléter le câblage de l'équation  $O_1$  :



7) Soit le schéma de câblage suivant. Retrouver le logigramme et l'équation de  $F_2$ .



8) Soit l'équation  $F'_2 = \bar{c} + p_o \cdot p_f$ . Transformer l'équation de  $F'_2$  en utilisant que l'opérateur NOR

9) Soit  $O_2 = [c \downarrow (p_o \downarrow p_f)] \downarrow$

Tracer le logigramme de  $O_2$  et compléter le schéma de câblage à base de circuit intégré.

a) Logigramme

b) Schéma de câblage Vcc

0V

10) Compléter le tableau suivant :

décimal	hexadécimal	octal	Base 5
457	1C9	.....	.....
.....	.....	270	.....

Recherche : .....

.....

.....

.....

.....

11) Donner l'équivalent **GRAY** du nombre binaire suivant :

1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0

.....

$10001100110_{(2)} = \text{-----}$

12) Donner l'équivalent **binaire naturel** du nombre GRAY suivant :

1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0

.....

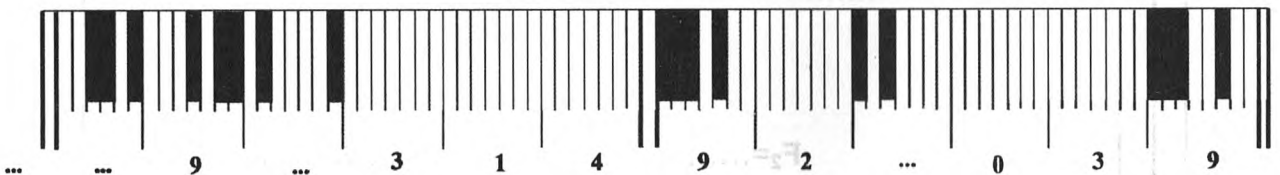
$10001100110_{(G)} = \text{-----}$

13) Convertir les nombres suivants :

$(BCD)_{16} = (?)_{10} = \text{-----} = (\text{-----})_{10}$

$(1110)_{Gray} = (?)_{BCD} : \text{-----}$

14) La porte est fabriquée en **Tunisie**. Elle contient le code à barre suivant qu'on demande de compléter :



	Gauche	Droite
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100001	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

**B) Modification d'une solution :**

La porte du personnel est munie d'un lecteur de carte magnétique  $c_m$ . Même condition du problème précédent mais la porte ne s'ouvrira que si on introduit la carte magnétique  $c_m$  ( $c_m=1$ ). Un afficheur a sept segments indique F si la porte est activée en fermeture ( $F=1$ ) et indique O si la porte est activée en ouverture ( $O=1$ ).

1) Compléter la table de vérité suivante :

$c_m$	$p_f$	$c$	$p_o$	F	O	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	0			1	0					1	F
0	0	0	1			1	0					1	
0	0	1	1			1	0					1	
0	0	1	0			1	0					1	
0	1	1	0			1	0					1	
0	1	1	1			1	0					1	
0	1	0	1			1	0					1	
0	1	0	0			1	0					1	
1	1	0	0			1	0					1	
1	1	0	1			1	0					1	
1	1	1	1			1	0					1	
1	1	1	0			1	1					0	
1	0	1	0			1	1					0	
1	0	1	1			1	1					0	
1	0	0	1			1	0					1	
1	0	0	0			1	0					1	

2) Donner les équations simplifiées des sorties a, b, c, d, e, f et g

$c_m p_o$	$c_m p_f$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

b

$c_m p_o$	$c_m p_f$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

g

$c_m p_o$	$c_m p_f$	00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

a

**b** = .....

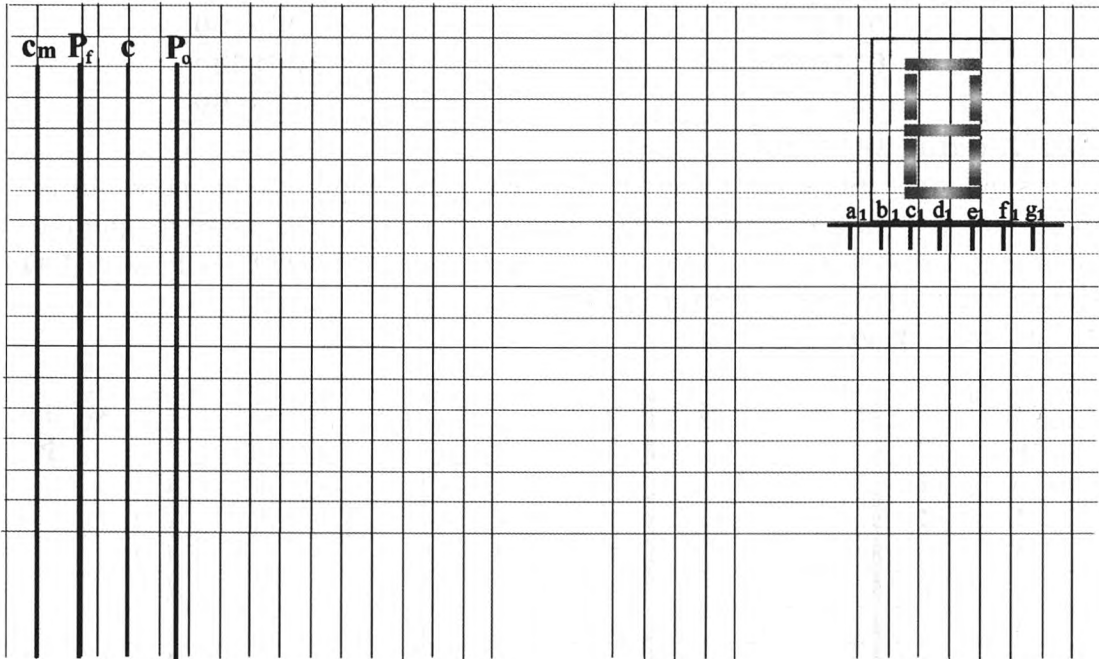
**g** = .....

**a** = .....

Déduire une relation entre **b** et **g** : **b** = .....

3) On donne les équations des segments d'un afficheur :

$a_1 = f_1 = e_1 = 1$  ;  $b_1 = c_1 = d_1 = c_m \cdot c \cdot (\bar{p}_f + \bar{p}_o)$  ;  $g_1 = \bar{c} + \bar{c}_m + p_f \cdot p_o = \bar{b}_1 = \bar{c}_1 = \bar{d}_1$   
 Compléter le logigramme simplifié relatif aux segments  $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1$  et  $g_1$



# DEVOIR DE SYNTHÈSE N°1.1

## Système d'emballage

### Dossier technique

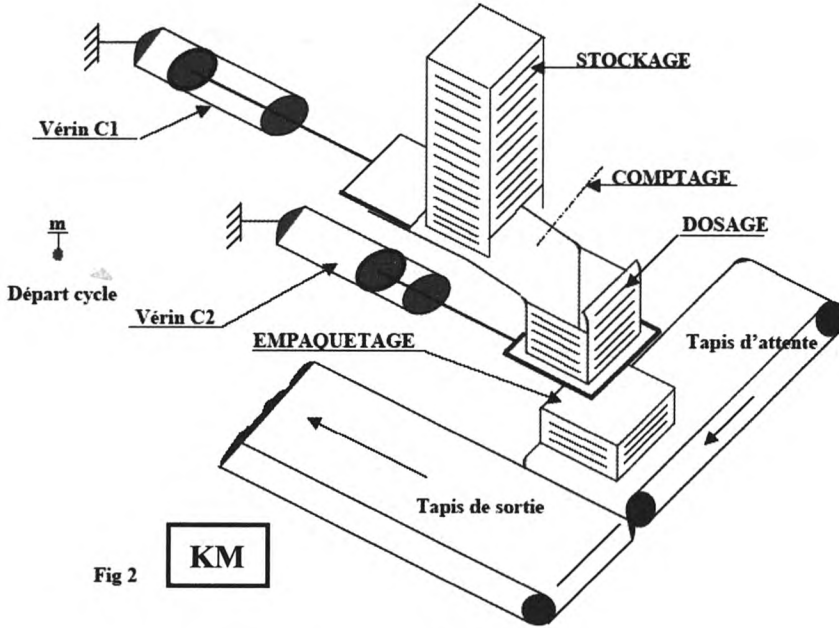


Fig 2

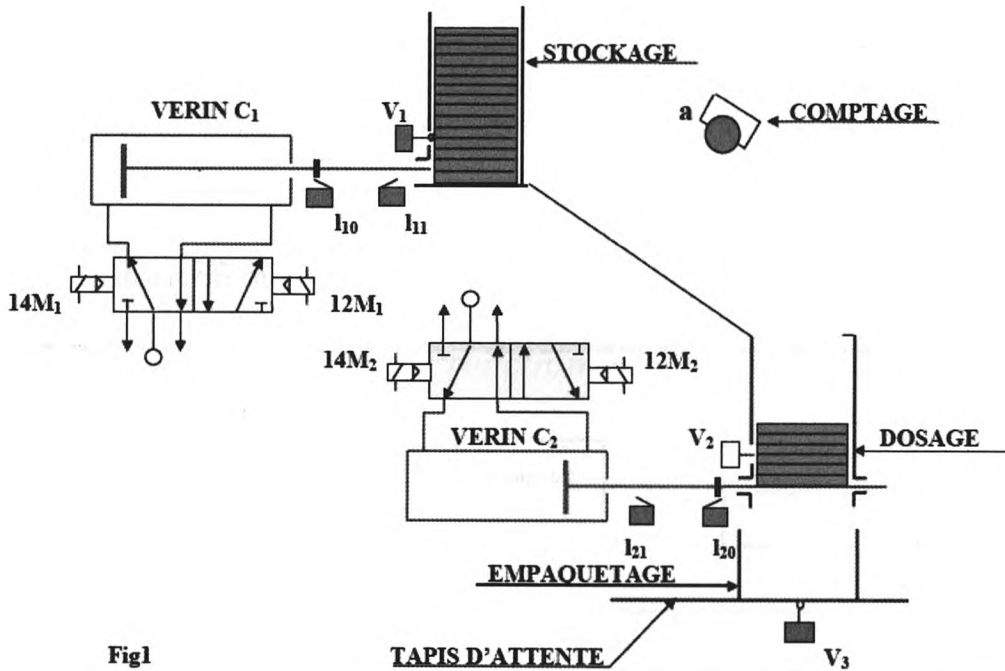


Fig1



**I - ORGANISATION DU POSTE D'EMPAQUETAGE:****Le poste comprend:**

Une goulotte de stockage servant à alimenter l'alvéole de dosage par l'intermédiaire du vérin  $C_1$ .

Une rampe d'amenée des plaquettes munie d'un dispositif de comptage par la cellule photo-électrique « a »

Une alvéole de dosage dont la fonction est de doser à 8 les plaquettes à emballer qui seront transférées dans le carton vide grâce au vérin  $C_2$

Un tapis d'attente permettant d'amener un carton vide et de l'évacuer une fois rempli, le tapis est mû par un moteur à courant continu.

Un tapis de sortie servant à amener les cartons remplis à la zone de stockage

**II - FONCTIONNEMENT DU SYSTEME:**

**A-** Le cycle permet la préparation d'un nouveau paquet de huit (8) plaquettes dans l'alvéole de dosage dès que le lot précédent sera évacué dans le carton d'emballage, et le tapis est à l'arrêt, et un bouton de départ cycle « m » est actionné. Les plaquettes en plastique sont stockées dans une goulotte. Etant donnée leur épaisseur et les déformations possibles, un contrôle rigoureux de ce nombre est obtenu grâce à un compteur associé au système.

La présence des plaquettes prêtes à être évacuées est indiquée par le capteur «  $V_1$  » elles sont poussées par le vérin «  $C_1$  » et comptées par la cellule photoélectrique « a ». A la huitième plaquette, le vérin «  $C_1$  » s'arrête et le capteur «  $V_2$  » sera actionné. Le tapis d'attente avance d'un pas, amenant un carton vide dont la présence au-dessous de l'alvéole de dosage sera détectée par le capteur «  $V_3$  ». Ce tapis est entraîné par un moteur à courant continu (M) commandé par un contacteur KM.

Le tapis s'arrête alors et deux secondes plus tard (2s), le vérin «  $C_2$  » ouvre le passage des plaquettes vers le carton vide en vue de le remplir.

Pour un raison de sécurité on prévoit un arrêt du vérin «  $C_2$  » de deux secondes (2s) avant qu'il revienne à sa position initiale (refermeture de l'alvéole de dosage).

Dès le retour du vérin «  $C_2$  », le tapis est mis en marche pendant deux secondes (2s) pour permettre l'évacuation du carton plein et un nouveau cycle peut commencer ...

**B-** Le comptage des pièces est réalisé à l'aide d'un compteur asynchrone modulo 8. à base du circuit 74LS190 suivant:

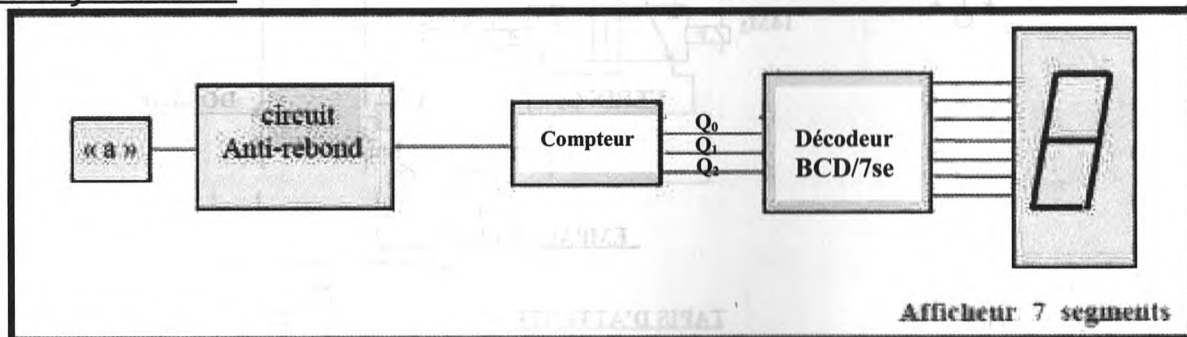
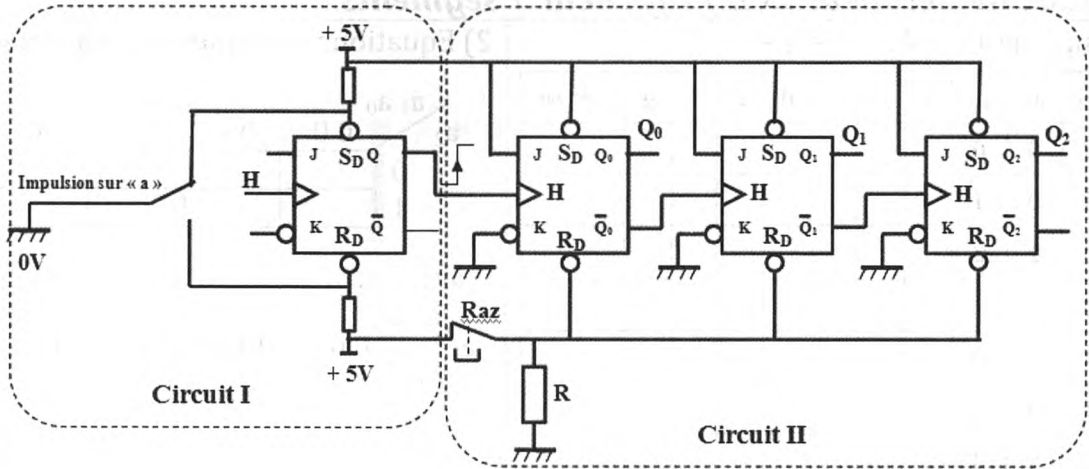
**Schéma fonctionnel**

Schéma structurel



**Dossier pédagogique**

**A) Analyse fonctionnelle :**

En se référant au dossier technique, identifier la fonction des éléments suivants utilisés dans le système :

<b>actionneurs</b>	<b>Fonction</b>
Vérin $C_1$	.....
Vérin $C_2$	.....
Moteur à courant continu $M$	.....

En se référant au dossier technique, compléter le tableau suivant :

<b>actionneurs</b>	<b>Préactionneurs</b>	<b>Capteurs</b>
Vérin $C_1$		
Vérin $C_2$		
Moteur à courant continu $M$		



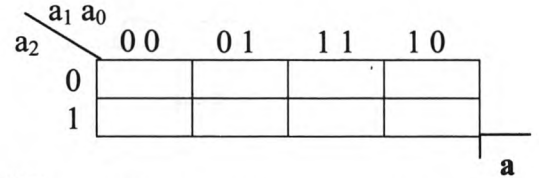
**B) Calcul de prédétermination**

**I) Etude du décodeur BCD / Afficheur 7 segments**

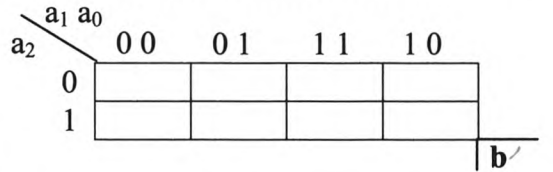
1) Compléter la table de vérité

	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	0								
1	0	0	1								
2	0	1	0								
3	0	1	1								
4	1	0	0								
5	1	0	1								
6	1	1	0								
7	1	1	1								

2) Equations simplifiées de « a » et « b ».

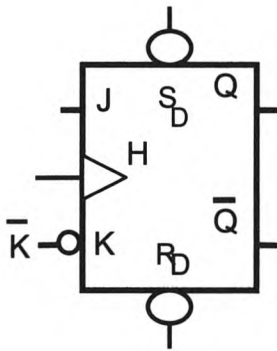


a = .....



b = .....

**II) Etude du circuit I :**



➤ Donner le type de bascules utilisées :

- .....
- Les bascules sont à quel front d'horloge ?
- .....
- Que représente  $\overline{R}_D$  et  $\overline{S}_D$  ?
- .....
- Comment fonctionne la bascule :
- Lorsque  $\overline{R}_D = 1$  et  $\overline{S}_D = 1$  : .....
- Lorsque  $\overline{R}_D = 1$  et  $\overline{S}_D = 0$  : .....
- Lorsque  $\overline{R}_D = 0$  et  $\overline{S}_D = 1$  : .....

La mémoire issu du capteur « a » est une bascule dont la représentation est la suivante :

2) Compléter le chronogramme

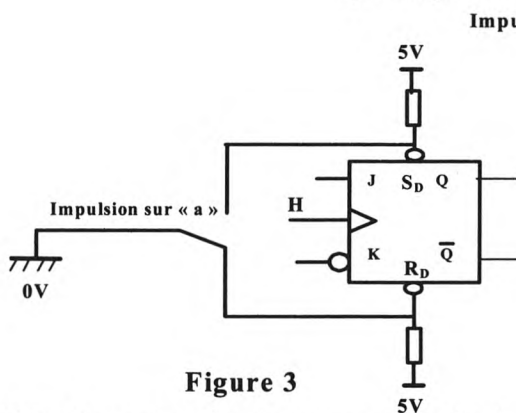
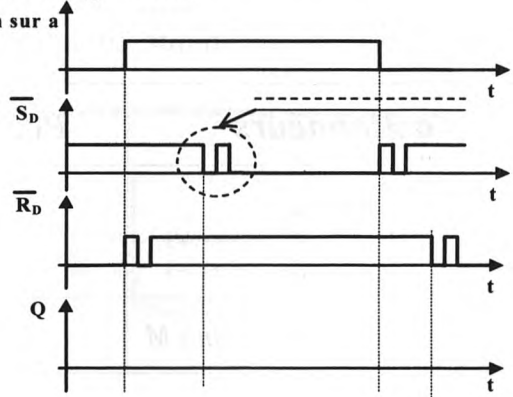


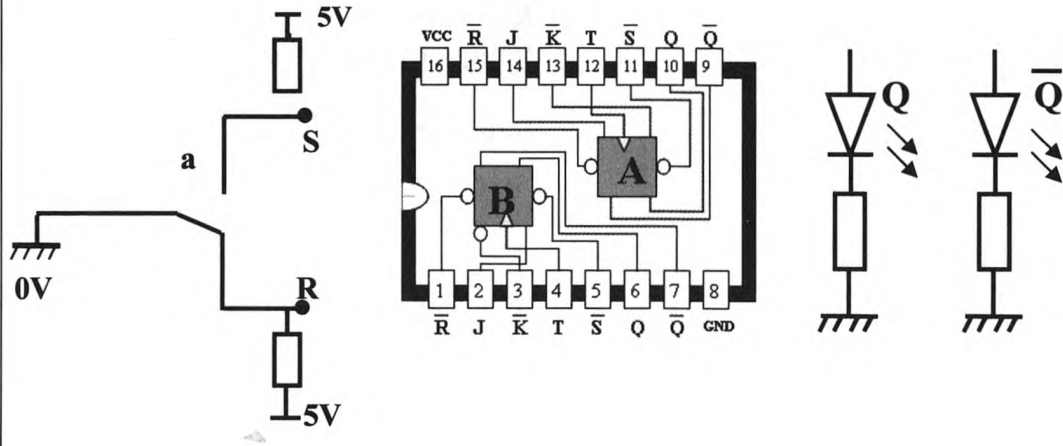
Figure 3



1) Indiquer le rôle du montage utilisé :

.....

2) Câbler le montage de la **figure 3** en utilisant la bascule « B » du circuit suivant :

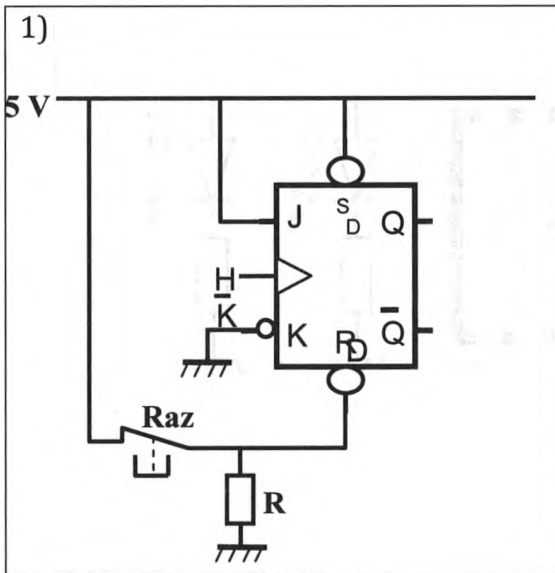


3) a) Identifier dans chaque cas la bascule, son mode de fonctionnement en tenant compte du niveau logique de  $S_D$  et de  $R_D$ .

<p>-Bascule : .....</p> <p>.....</p> <p>-Mode de fonctionnement : .....</p> <p>.....</p> <p>-Q = .....</p>	<p>-Bascule : .....</p> <p>.....</p> <p>-Mode de fonctionnement : .....</p> <p>.....</p> <p>-Q = .....</p>
<p>-Bascule : .....</p> <p>.....</p> <p>-Mode de fonctionnement : .....</p> <p>.....</p> <p>-Q = .....</p>	<p>-Bascule : .....</p> <p>.....</p> <p>-Mode de fonctionnement : .....</p> <p>.....</p> <p>-Q = .....</p>

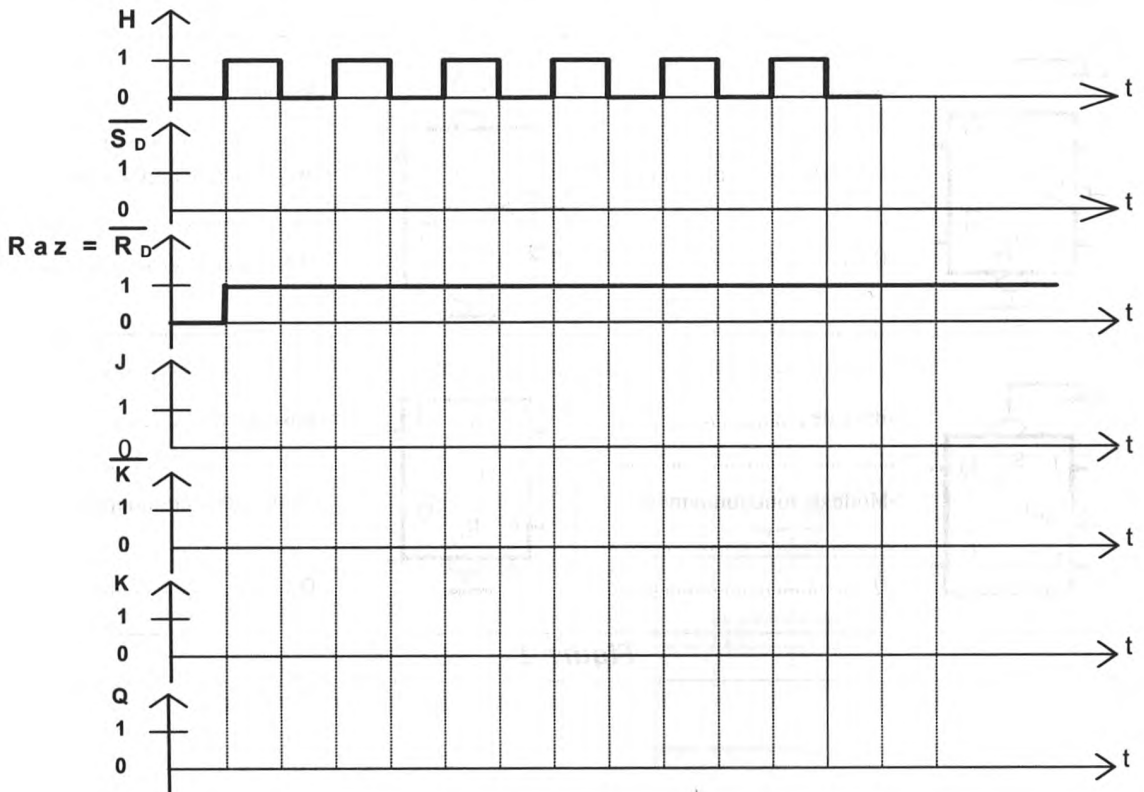
Figure 4

III) Etude du circuit II



- $\overline{R_D} = \dots\dots$  et  $\overline{S_D} = \dots\dots$  : Mode.....
  - Indiquer la nature de l'horloge
  - .....
  - Indiquer le niveau logique de J et  $\overline{K}$
- $$\left\{ \begin{array}{l} J = \dots\dots \\ \overline{K} = \dots\dots \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} J = \dots\dots \\ \overline{K} = \dots\dots \end{array} \right.$$
- Identifier la bascule équivalente à celle utilisée dans ce montage :

➤ Compléter le chronogramme suivant de la bascule étudiée:



a) Compléter la table de vérité suivante :

Mode	H	$Q_n$	J	$\overline{K}$	$\overline{S_D}$	$\overline{R_D}$	$Q_{n+1}$	Commentaires
	0	0	0	0	1	1	...	
	0	0	0	1	1	1	...	
	0	0	1	0	1	1	...	
	0	0	1	1	1	1	...	
	0	1	0	0	1	1	...	
	0	1	0	1	1	1	...	
	0	1	1	0	1	1	...	
	0	1	1	1	1	1	...	
	1	0	0	0	1	1	...	
	1	0	0	1	1	1	...	
	1	0	1	0	1	1	...	
	1	0	1	1	1	1	...	
	1	1	0	0	1	1	...	
	1	1	0	1	1	1	...	
	1	1	1	0	1	1	...	
	1	1	1	1	1	1	...	
	1	0	$\Phi$	$\Phi$	0	1	...	
	1	0	$\Phi$	$\Phi$	1	0	...	
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	0	1	...	
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	1	0	...	

b) Compléter le tableau de Karnaugh pour déterminer l'équation de  $Q_{n+1}$

		$\overline{J\overline{K}}$					
		00	01	11	10		
$H Q_n$	00						
	01						
	11						
	10						

$Q_{n+1}$

$Q_{n+1} = \dots\dots\dots$

-Transformer  $Q_{n+1}$  en NAND.

$Q_{n+1} = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

c) Compléter le tableau de Karnaugh pour déterminer l'équation de  $\overline{Q_{n+1}}$

		$\overline{J\overline{K}}$					
		01	11	10			
$H Q_n$	00						
	01						
	11						
	10						

$\overline{Q_{n+1}}$

$\overline{Q_{n+1}} = \dots\dots\dots$

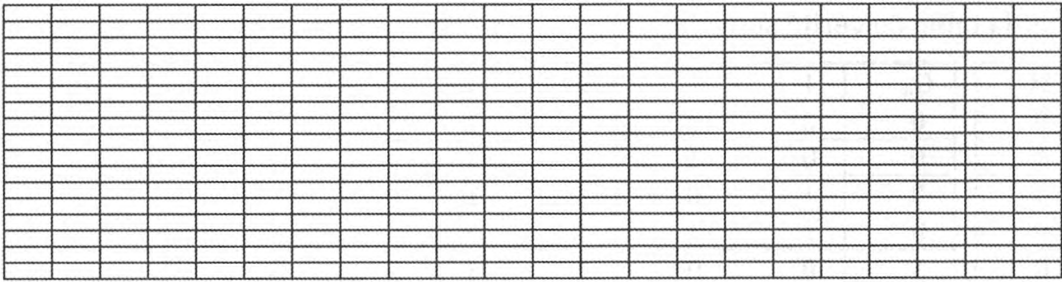
-Transformer  $\overline{Q_{n+1}}$  en NAND.

$\overline{Q_{n+1}} = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\overline{Q}$

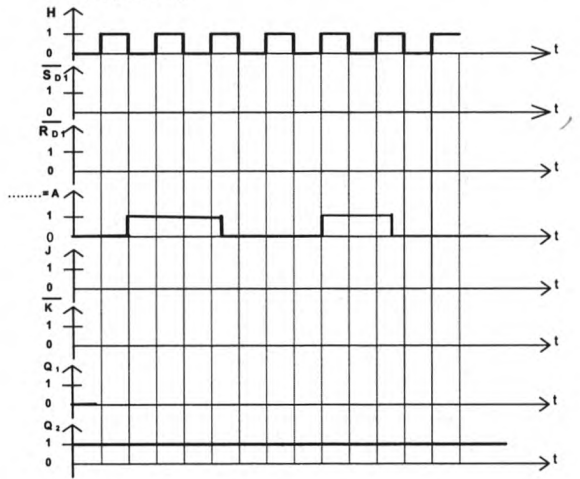
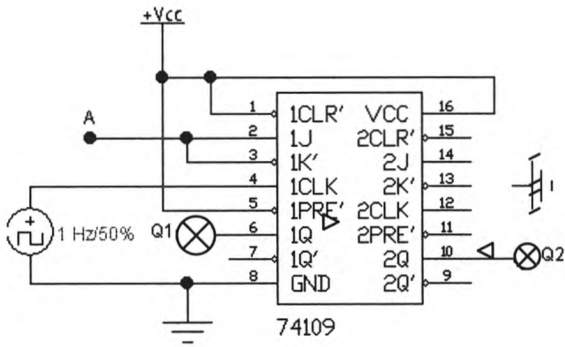


3) On se propose de réaliser un deuxième câblage en utilisant la même bascule du **circuit II**

- Compléter le câblage pour obtenir les sorties  $Q_1$  et  $Q_2$ .
- La bascule  $J_1 K_1$  utilisée est équivalente à une bascule de type :

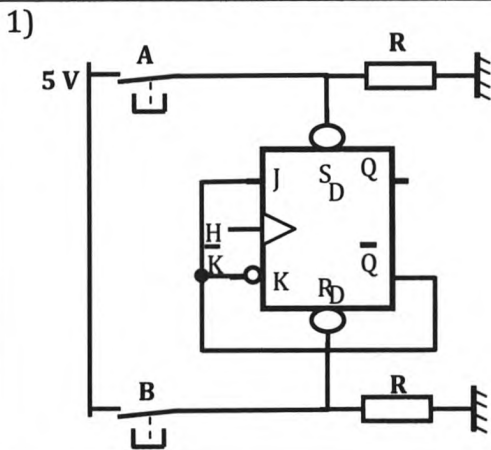
- Compléter le chronogramme suivant

Justifier : .....



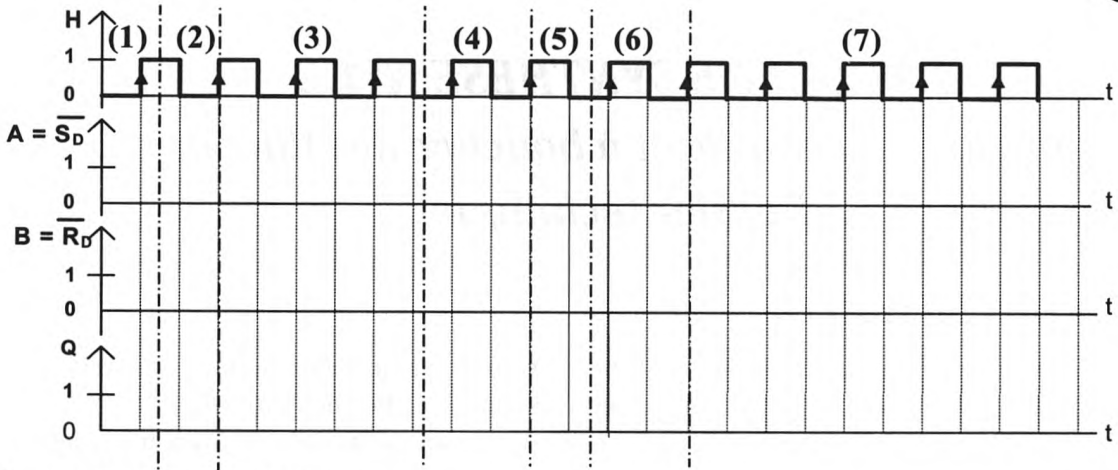
### C) Modification d'une solution

1) La bascule précédente est utilisée dans le montage suivant :



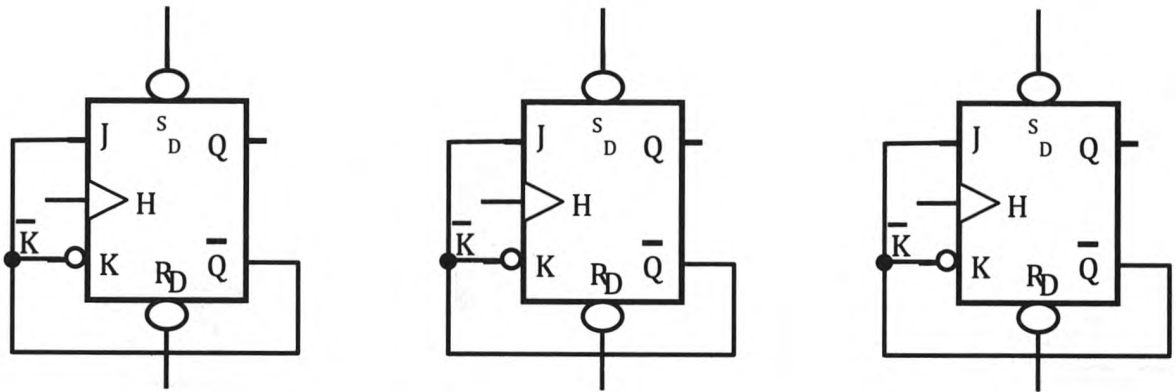
$J = \bar{K} = \dots\dots$  La bascule est de type.....  
 Pour les états des intervalles suivants, on demande de déterminer le chronogramme suivant

- (1) A est non actionné et B est non actionné
- (2) A est actionné et B est non actionné
- (3) A est actionné et B est actionné
- (4) A est non actionné et B est actionné
- (5) A est actionné et B est actionné
- (6) A est actionné et B est non actionné
- (7) A est actionné et B est actionné



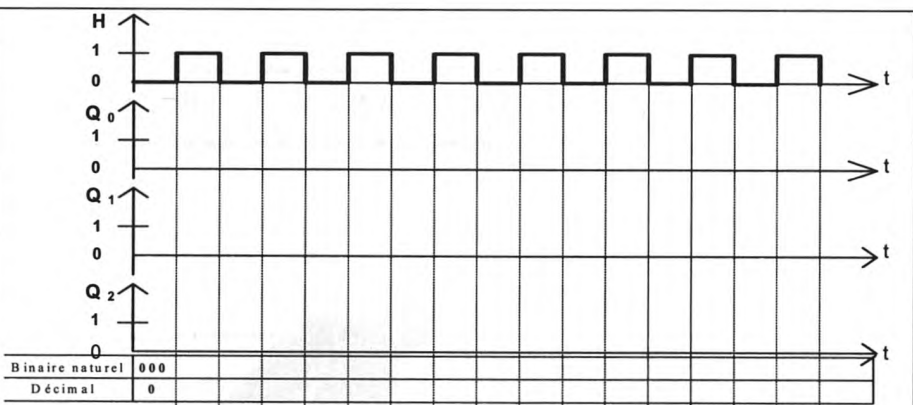
2) compteur asynchrone :

a) Compléter le schéma de câblage suivant pour obtenir un compteur asynchrone modulo 8 en utilisant la bascule précédente.



b) Compléter la table de comptage et le chronogramme suivants :

D	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



## DEVOIR DE SYNTHÈSE N°1.2

### Machine à remplir et à boucher des flacons

#### Dossier technique

#### PRESENTATION DU SYSTEME :

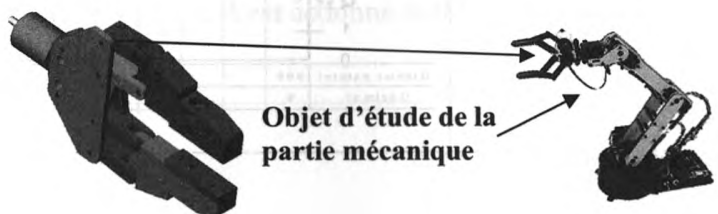
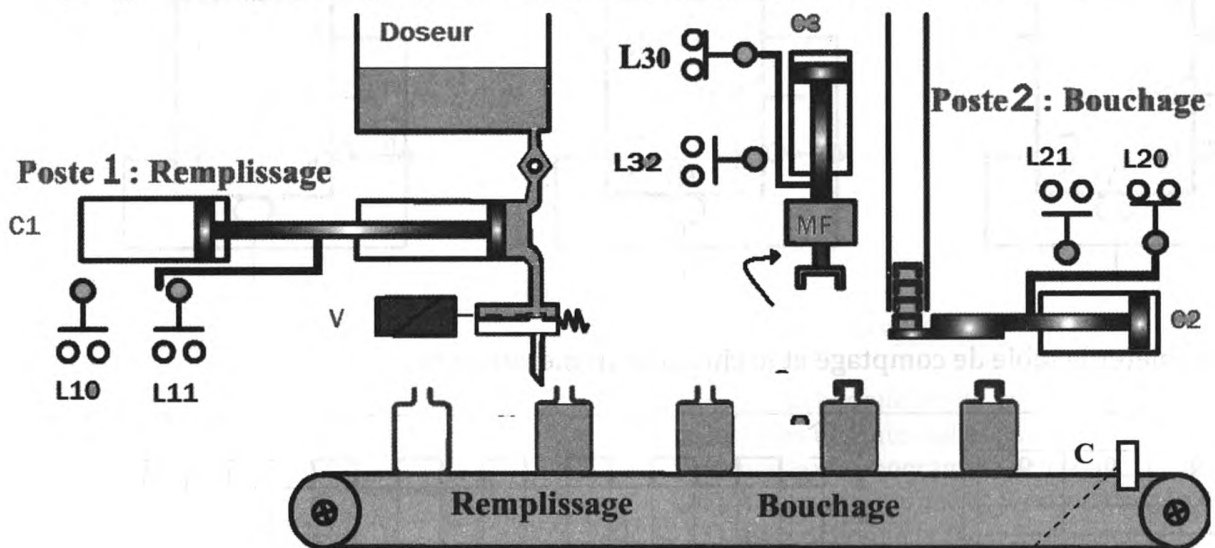
Sous des formes variées, ce type de machine se rencontre souvent dans l'industrie, pour remplir automatiquement toutes sortes de contenants, flacons, bidons, bouteilles...

Les contenants sont présentés sous un poste de remplissage, puis sous un poste de bouchage.

**Le poste 1** de remplissage comporte un doseur volumétrique réglable, commandé par un vérin  $C_1$ , et une vanne de fermeture  $V$ .

**Le poste 2** de bouchage comporte un vérin  $C_2$  de transfert de bouchon, un petit moteur électrique  $MF$  pour tourner le bouchon à visser monté sur la tige du vérin  $C_3$ .

**Remarques :** un capteur  $S_1$  non représenté permet de détecter l'existence des flacons (un ou plus) sur le tapis. Au repos, les trois tiges des vérins  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  sont rentrées.



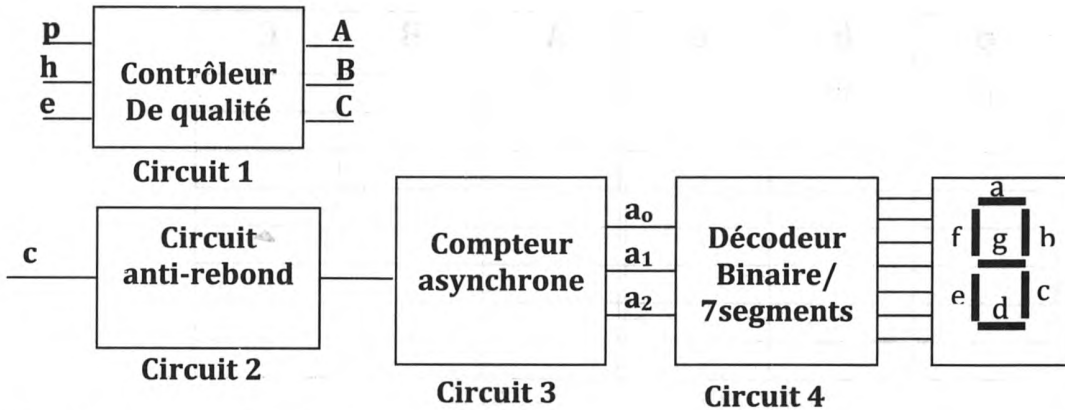


**FONCTIONNEMENT :**

Un tapis d'avance pas à pas transporte des flacons vides qui seront d'abord remplis et ensuite bouchés à deux postes différents. La distance entre les flacons est fixée par des taquets situés sur le tapis et distants d'un pas.

Les flacons remplis sont contrôlés puis à la fin emballés par 8, un capteur fournie à chaque passage d'un flacon une impulsion qui va être appliqué à l'entrée d'un compteur asynchrone, qui sera décodé et afficher sur un afficheur B.C.D /7 segments.

**Schéma fonctionnel**



**I. Etude de contrôle de qualité :**

Les flacons remplis ont subit un contrôle de qualité selon trois critères : le poids « **p** », la hauteur du liquide « **h** » et la présence d'un bouchon « **b** »

Un produit de bonne qualité doit avoir les critères suivants :

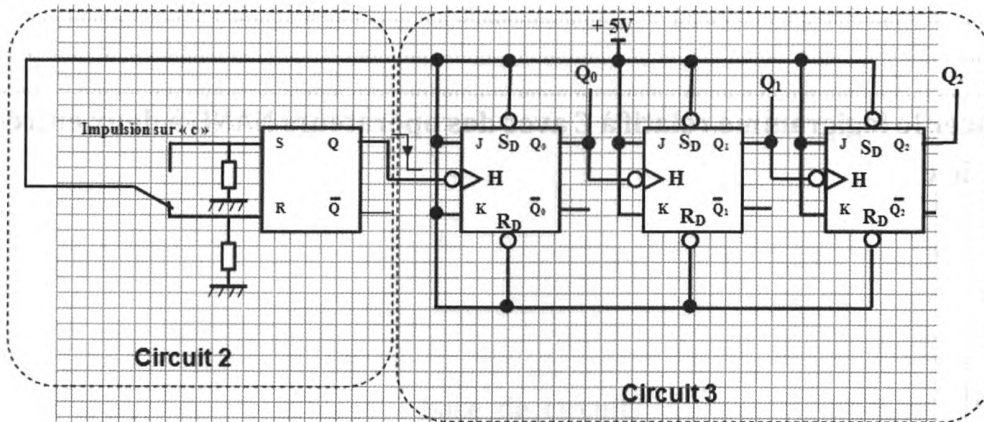
$$390g \leq p \leq 400 g , \quad 9 \leq h \leq 10 \text{ cm}, \quad \text{bouteille bouchée } (b = 1).$$

(1 : correct, 0 : incorrect)..

Cela nous permet de classer les flacons en trois catégories :

- Qualité **A** : les trois critères sont correctes.
- Qualité **B** : deux critères seulement sont incorrectes.
- Qualité **C** : un seul critère au plus est correcte.

**Schéma structurel**





## DOSSIER PEDAGOGIQUE

### Machine à remplir et à boucher des flacons

**I) Etude du circuit 1**

**I.1) Compléter la table de vérité suivante :**

p	h	e	A	B	C
0	0	0			

**I.2) Déduire les équations des sorties à partir de la table de vérité :**

A= .....

B= .....

C= .....

**I.3) Simplifier l'équation de C en utilisant le tableau de Karnaugh :**

ph e	00	01	11	10
0				
1				

C = .....

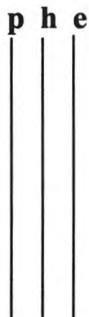
**I.4) Exprimer l'équation de C à l'aide des opérateurs NAND à deux entrées :**

C= .....

.....

.....

**I.5) Tracer le logigramme relatif à C avec des opérateurs NAND à deux entrées :**



**II) Etude du circuit 4**

**II.1) Compléter la table de vérité du décodeur BCD /7segments sachant que les nombres décimaux vont être écrit de la façon suivante :**

Entrées			Sorties							Affichage
a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0								0
0	0	1								1
0	1	0								2
0	1	1								3
1	0	0								4
1	0	1								5
1	1	0								6
1	1	1								7

**II.2) Compléter le tableau de Karnaugh relatif aux segments « a », « c » et « e » et donner leurs équations :**

a <sub>2</sub> a <sub>1</sub> \ a <sub>0</sub>	00	01	11	10
00				
01				

a <sub>2</sub> \ a <sub>1</sub> a <sub>0</sub>	00	01	11	10
00				
01				

a <sub>2</sub> \ a <sub>1</sub> a <sub>0</sub>	00	01	11	10
00				
01				

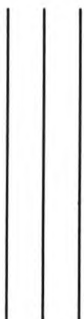
a=.....

c=.....

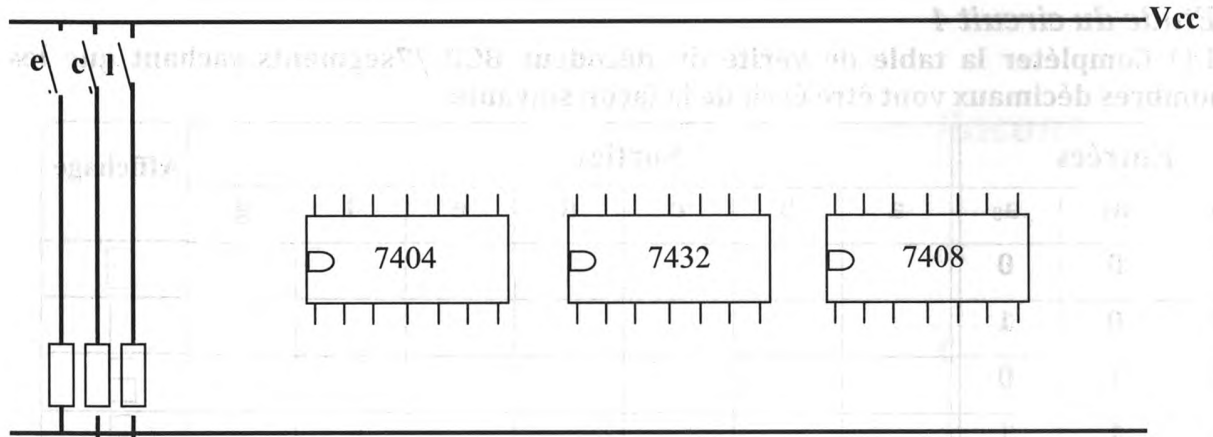
e=.....

**II.3) Tracer le logigramme de « a » en utilisant les opérateurs logiques de base à deux entrées :**

a<sub>2</sub> a<sub>1</sub> a<sub>0</sub>



**7) Compléter le schéma de câblage à base de circuits intégrés en utilisant les fonctions logiques de base.**



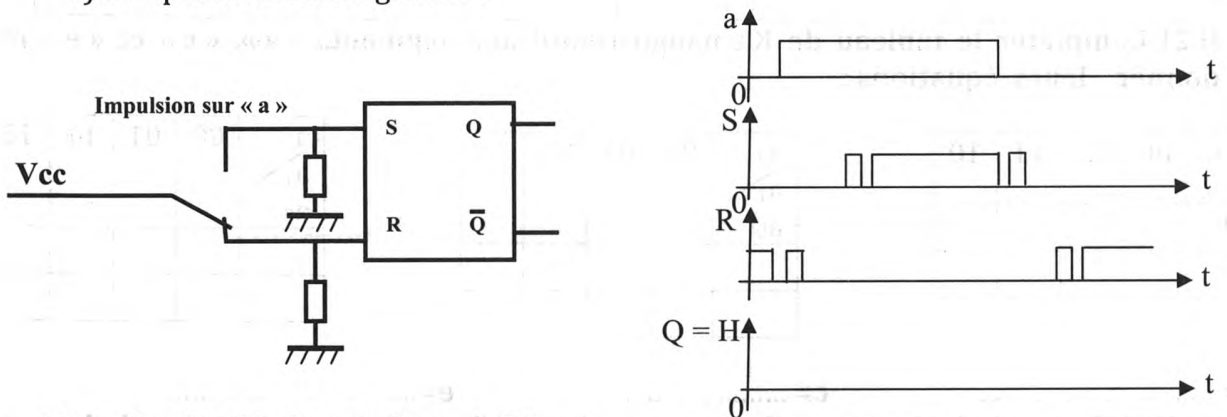
### III) Etude du circuit 2

Le capteur « c » est utilisé pour faire le comptage des flacons remplis (NB : On utilise le document technique de la page 2 du dossier technique pour voir le schéma du compteur)

#### 1) Etude de la bascule RS :

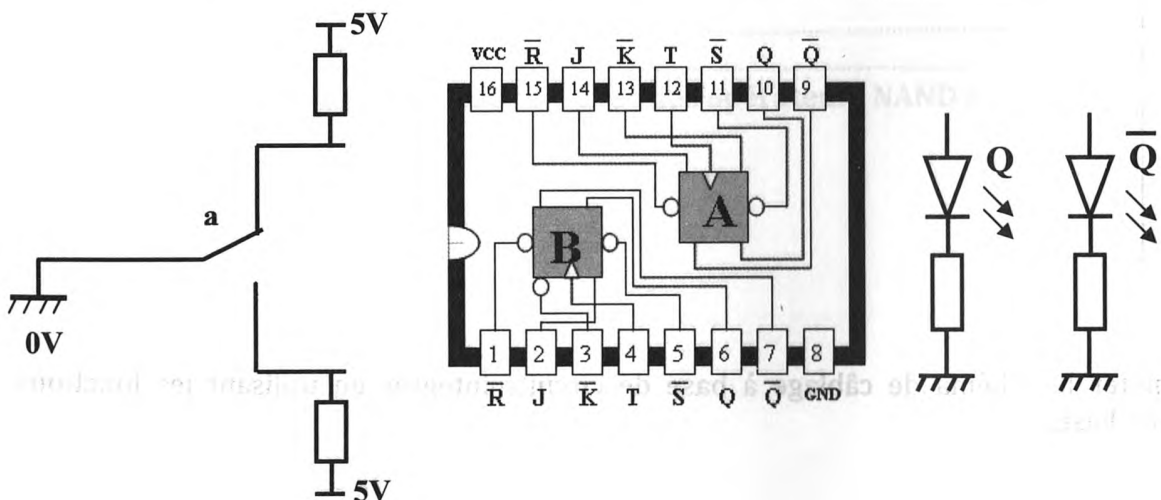
La mémoire issu du capteur « c » est une bascule dont la représentation est la suivante :

a) Compléter le chronogramme



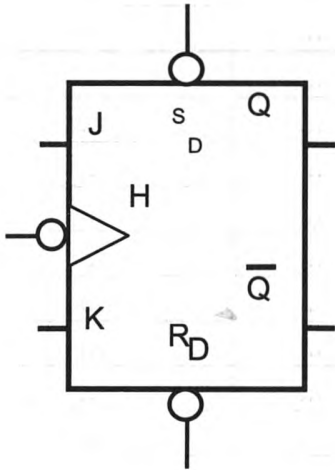
b) Quel est le rôle de cette bascule RS : .....

2) Câbler le montage de la **figure 3** en utilisant la bascule « B » du circuit suivant



III) Etude du circuit 3

1) Etude de la bascule JK



• Donner le type de la bascule utilisée :

.....

• Cette bascule est à quel front d'horloge ?

.....

• Que représente  $\overline{R_D}$  et  $\overline{S_D}$  ?

.....

• Quel est le mode de fonctionnement de la bascule :

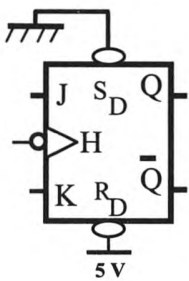
- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 1$  : .....

- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 0$  : ..... Q = .....

- Lorsque  $\overline{R_D} = 0$  et  $\overline{S_D} = 1$  : ..... Q = .....

2) Identifier dans chaque cas la bascule, son mode de fonctionnement en tenant compte du niveau logique de  $S_D$  et de  $R_D$ .

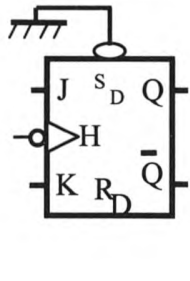
3) a) Compléter la table de vérité suivante :



-Q = .....

-Justifier :

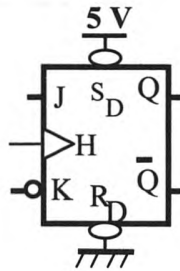
.....  
.....



-Q = .....

-Justifier :

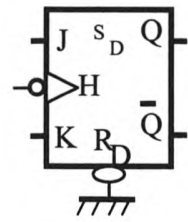
.....  
.....



-Q = .....

-Justifier :

.....  
.....



-Q = .....

-Justifier :

.....  
.....

Mode	H	$Q_n$	J	K	$\overline{S}_D$	$\overline{R}_D$	$Q_{n+1}$	Commentaires
<i>Synchrone</i>	0	0	0	0	...	...	...	...
	0	0	0	1	...	...	...	...
	0	0	1	0	...	...	...	...
	0	0	1	1	...	...	...	...
	0	1	0	0	...	...	...	...
	0	1	0	1	...	...	...	...
	0	1	1	0	...	...	...	...
	0	1	1	1	...	...	...	...
	1	0	0	0	...	...	...	...
	1	0	0	1	...	...	...	...
	1	0	1	0	...	...	...	...
	1	0	1	1	...	...	...	...
	1	1	0	0	...	...	...	...
	1	1	0	1	...	...	...	...
	1	1	1	0	...	...	...	...
1	1	1	1	...	...	...	...	
<i>Asynchrone</i>	1	0	$\Phi$	$\Phi$	...	...	0	...
	1	0	$\Phi$	$\Phi$	...	...	1	...
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	...	...	0	...
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	...	...	1	...

## **DEVOIR DE CONTROLE N°2.1**

### **SYSTEME DE PREPARATION**

### **D'UN PRODUIT BUVABLE**

#### **I - PRESENTATION :**

Le système automatisé représenté sur la page 2 permet de préparer un produit buvable composé de trois produits dosés (P1 , P2 , P3 ) .

La dose de chacun des trois produits est déterminée par pesage sur les bascules BD et BE :

\* Pour la bascule BD :

- S0 = 1 : Bascule vide,
- S1 = 1 : Bascule chargée : Dosage du produit (P1),

\* Pour la bascule BE :

- S2 = 1 : Bascule vide,
- S3 = 1 : Bascule chargée par produit (P2),
- S4 = 1 : Bascule chargée par produits (P2 + P3).

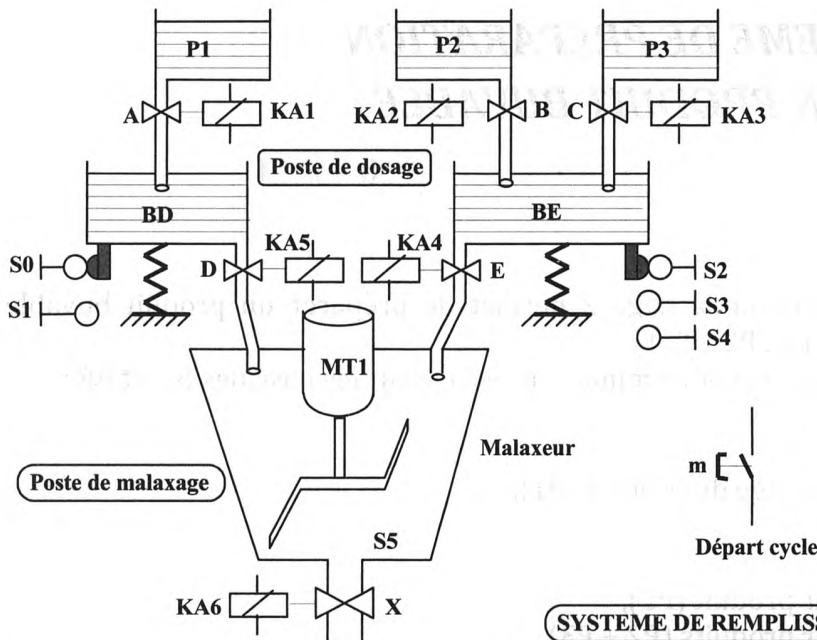
Une fois les trois produits sont dosés, ils seront écoulés dans un malaxeur pour les mélanger puis remplis dans des bouteilles :

#### **II - DESCRIPTION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT :**

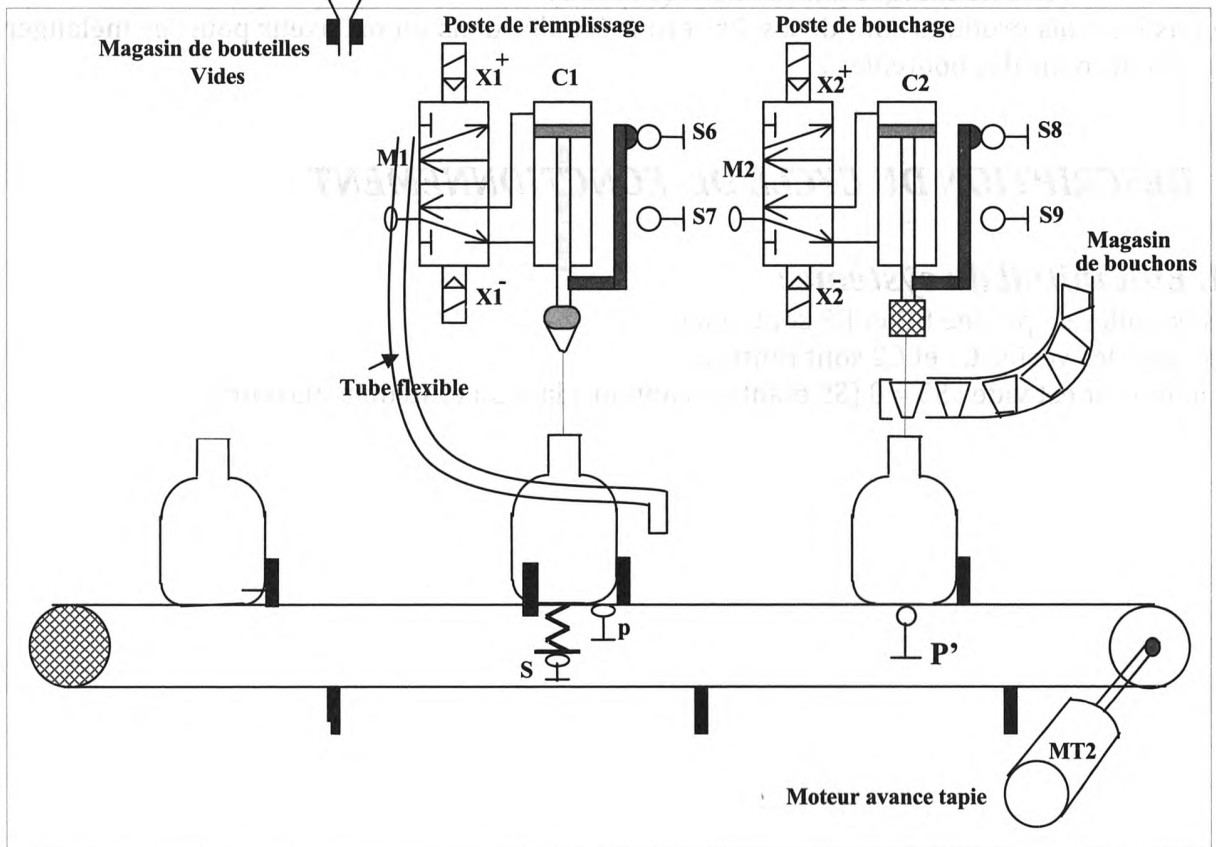
##### **1. Etat initial du système :**

- Les bascules de pesage BD et BE sont vides .
- Les tiges des vérins C1 et C2 sont rentrées .
- Le malaxeur est vide : S5 = 0 (S5 étant un capteur placé au fond du malaxeur ) .

## Présentation du système



### SYSTEME DE REMPLISSAGE ET BOUCHAGE





## 2. Fonctionnement :

### ■ Description du système doseur malaxeur :

↳ Une impulsion sur le bouton départ cycle ( m ) provoque simultanément les opérations suivantes:

a) - Pesée du produit P<sub>1</sub> : Cette opération se déroule comme suit :

- Ouverture de l'électrovanne A jusqu'à l'obtention du poids désiré du produit P<sub>1</sub>.
- Fermeture de l'électrovanne A et ouverture de l'électrovanne D jusqu'à l'écoulement total du produit P<sub>1</sub> dans le malaxeur, ce qui entraîne la fermeture de celle-ci.

b) - Pesée du produit P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> : Cette opération se déroule comme suit :

- Ouverture de l'électrovanne B jusqu'à l'obtention du poids désiré du produit P<sub>2</sub>.
- Fermeture de l'électrovanne B et ouverture de l'électrovanne C jusqu'à l'obtention du poids désiré des produits ( P<sub>2</sub> + P<sub>3</sub> ).
- Fermeture de l'électrovanne C et ouverture de l'électrovanne E jusqu'à l'écoulement total des produits ( P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> ) dans le malaxeur, ce qui entraîne la fermeture de celle-ci.

↳ Une fois les opérations ( a ) et ( b ) sont terminées, le moto-réducteur MT1 se met en rotation ( KM1 = 1 ) durant t<sub>1</sub> = 60 secondes pour malaxer les trois produits ( P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> ) et y avoir un produit itérogène nécessaire au système de remplissage et bouchage.

### ■ Description du système de remplissage et bouchage :

↳ Après malaxage, le moteur MT2 se met en rotation ( KM2 = 1 ) pour faire avancer le tapis amenant une bouteille vide sous le poste de remplissage ( p = 1 ) ce qui entraîne les opérations suivantes :

- Arrêt du moteur MT2 et sortie de la tige du vérin C1 jusqu'à S7 ( position de mise du tube flexible dans la gorge du bouteille à remplir par le produit malaxé ).
- Ouverture de l'électrovanne X ( KA6 = 1 ) pour déverser le produit dans la bouteille jusqu'à le plein de celle-ci ( S = 1 ).
- Fermeture de l'électrovanne X et retour du vérin C1 jusqu'à S6.
- Fonctionnement du moteur avance tapis jusqu'à la présence de la bouteille remplie sous le poste de bouchage ( P' = 1 ).
- Sortie du vérin C2 afin d'enfoncer le bouchon dans la bouteille ( S9 = 1 )
- Retour de C2 jusqu'à S8.
- Répéter le cycle de remplissage et bouchage des bouteilles tant qu'il y a du produit mélangé dans le malaxeur ( S5 = 1 ).

↳ Une fois le malaxeur sera vidé ( S5 = 0 ), le système s'arrête ; c'est la fin du cycle

↳ Une nouvelle impulsion sur ( m ) entraîne alors le début d'un nouveau cycle.

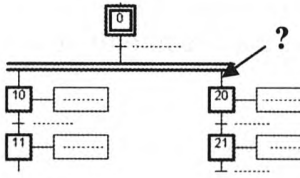
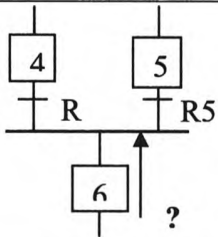
N.B.: - Le chargement d'une bouteille vide sur le tapis s'effectue manuellement.

- L'évacuation des bouteilles remplies est effectuée par l'opérateur ( ne fait pas partie de notre étude).



## Dossier pédagogique

### I) QCM : Cocher la case convenable :

 <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <input type="checkbox"/> Divergence en OU             <input type="checkbox"/> Divergence en ET             <input type="checkbox"/> Convergence en ET         </div>	 <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <input type="checkbox"/> Divergence en OU             <input type="checkbox"/> Divergence en ET             <input type="checkbox"/> Convergence en OU         </div>
Soit un compteur modulo 20. Donner le nombre de bascules	Soit un compteur modulo 128 Donner le nombre de bascules
<input type="checkbox"/> 4 bascules <input type="checkbox"/> 5 bascules ET <input type="checkbox"/> 6 bascules ET	<input type="checkbox"/> 6 bascules <input type="checkbox"/> 7 bascules ET <input type="checkbox"/> 8 bascules ET

### II) Analyse fonctionnelle de la PC :

#### 1) Etude du comptage :

On désire effectuer l'opération de comptage de N bouteilles en mettant en œuvre des bascules **D** dans des circuits intégrés **4013**. Ces bascules à front montant sont associées à des portes **ET** à deux entrées.

a - Déterminer le nombre de bascules nécessaires si notre compteur est modulo « 10 »

.....

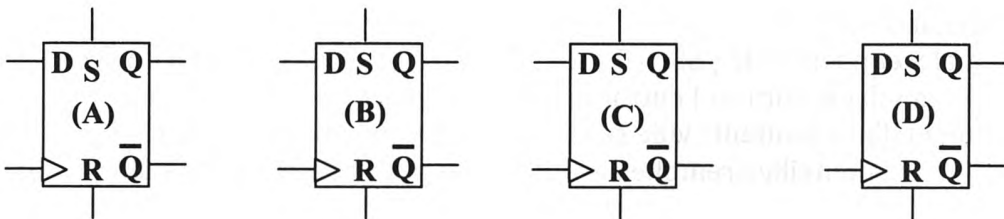
b - En déduire alors le nombre de circuits intégrés **4013** à utiliser :

.....

c - Déterminer les équations des entrées de forçage

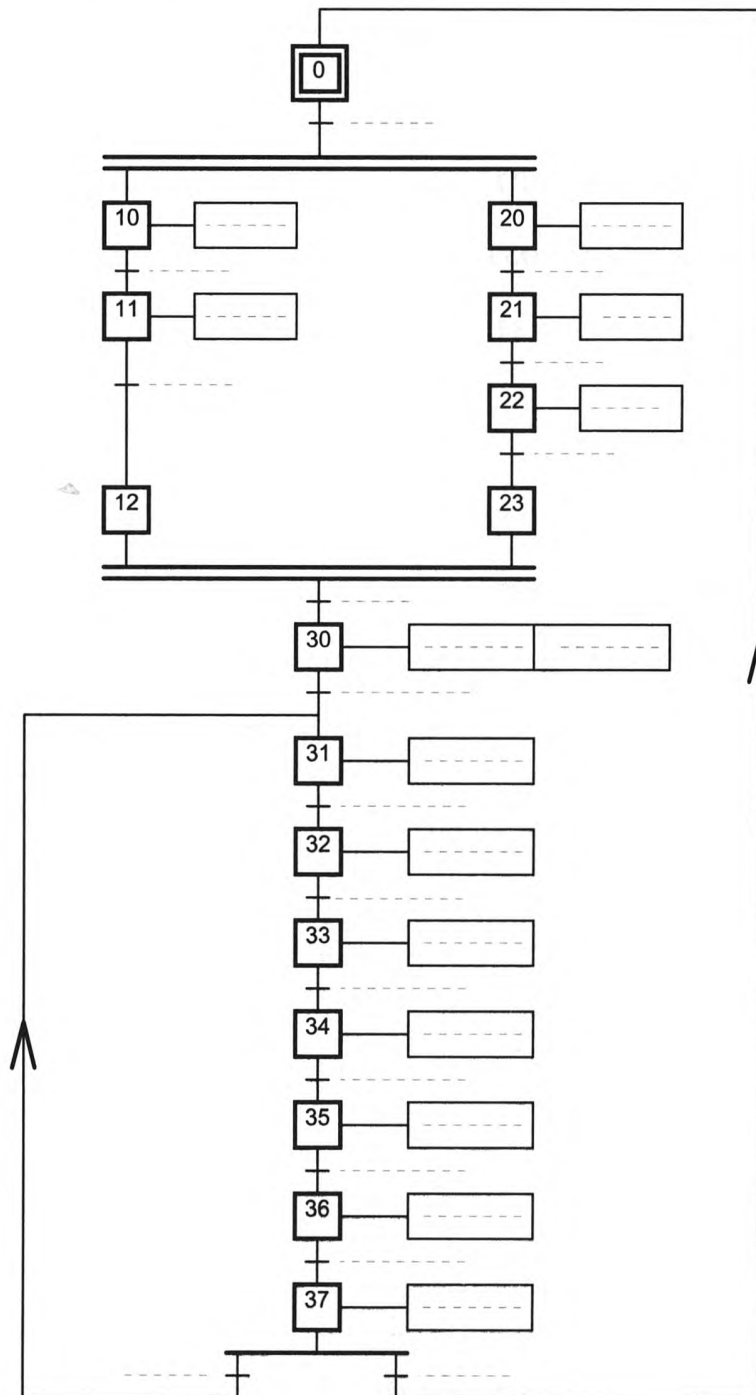
.....

d - Compléter le schéma suivant du compteur :



**NB :** Un circuit intégré 4013 contient deux bascule « D » à front montant avec des entrées de forçage  $S_D$  et  $R_D$

2) Compléter le GRAFCET du point de vue P.C :



3) En se référant au GRAFCET de point de vue PC, écrire les équations des étapes suivantes

a) - **Etape 30 :**

- Equation d'activation : **A30 = .....**

- Equation de désactivation : **D30** = .....

- Equation de l'étape 30 : **X30** = .....

**b) - Etape 31 :**

- Equation d'activation : **A31** = .....

- Equation de désactivation : **D31** = .....

- Equation de l'étape 31 : **X31** = .....

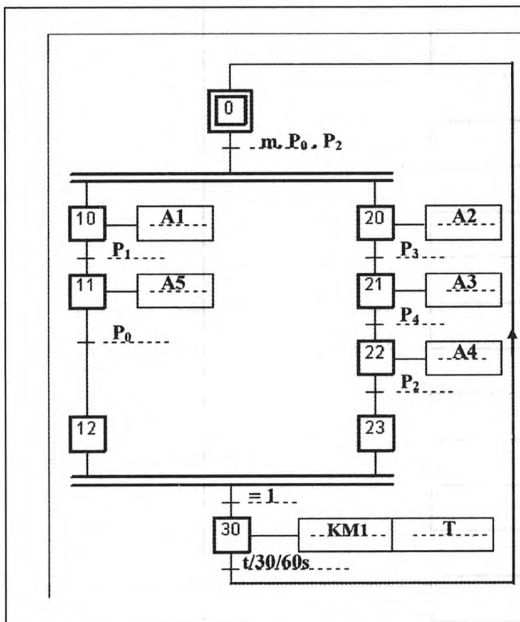
**c) - Etape 37 :**

- Equation d'activation : **A37** = .....

- Equation de désactivation : **D37** = .....

- Equation de l'étape 37 : **X37** = .....

**4) On donne le GRAFCET de point de vue partie commande suivant :**



**a) écrire les équations des étapes et des sorties suivantes :**

**X<sub>0</sub>** = .....

**X<sub>10</sub>** = .....

**X<sub>11</sub>** = .....

**X<sub>12</sub>** = .....

**X<sub>20</sub>** = .....

**X<sub>21</sub>** = .....

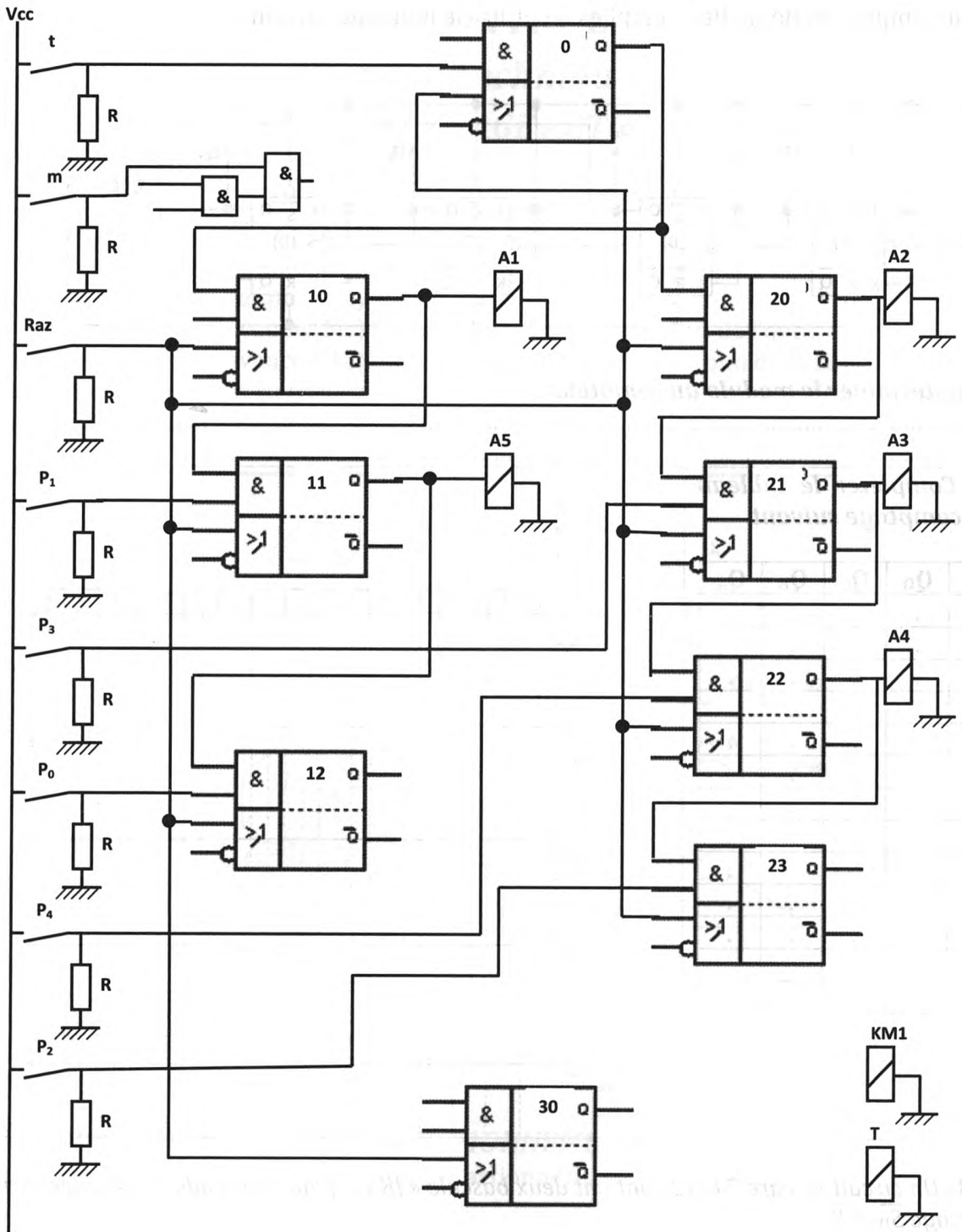
**X<sub>22</sub>** = .....

**X<sub>23</sub>** = .....

**X<sub>30</sub>** = .....

**T** = .....

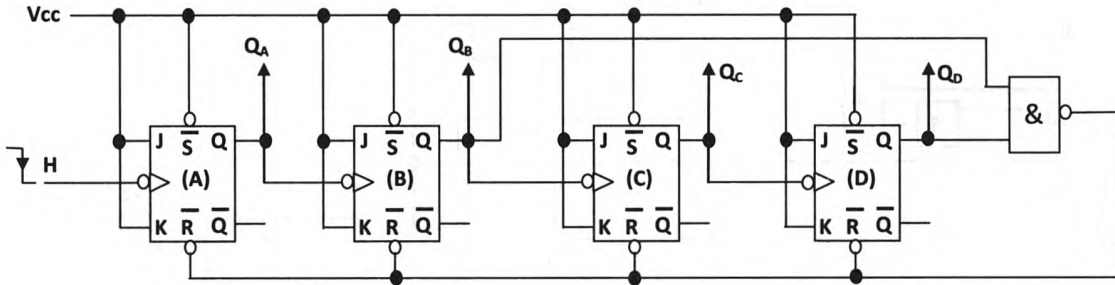
**b) Compléter le Schéma de câblage du séquenceur électronique relatif au GRAFCET de point de vue PC de la question N°4**



### III) Modification d'une solution

On remplace le circuit intégré 4013 par un CI 74112.

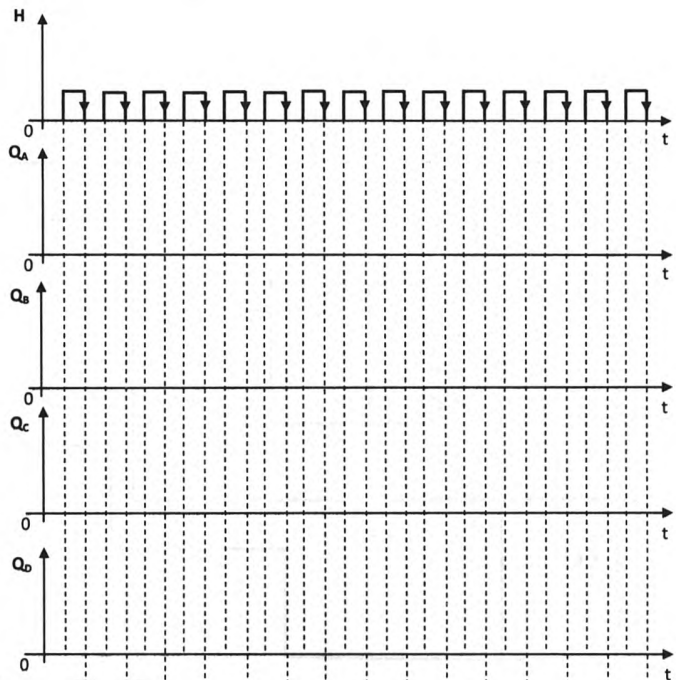
Pour compter les bouteilles remplies on utilise le montage suivant :



1) Déterminer le modulo du compteur :

2) Compléter le tableau de comptage suivant

D	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
0	.	.	.	.
1	.	.	.	.
2	.	.	.	.
3	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.



**NB :** Un circuit intégré 74112 contient deux bascule « JK » à front descendant avec des entrées de forçage  $\overline{S}_D$  et  $\overline{R}_D$

## DEVOIR DE CONTROLE N°2.2

### Dossier Technique

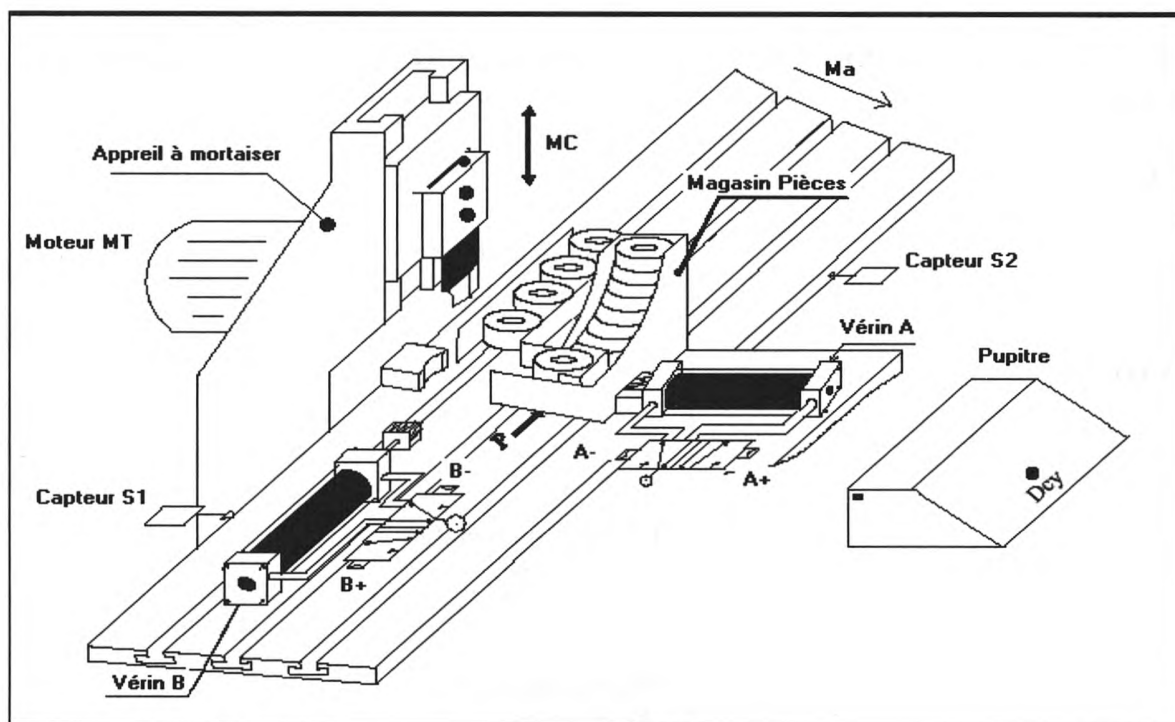
### POSTE DE MORTAISAGE AUTOMATIQUE

#### 1) PRESENTATION DU SYSTEME:

Le système à étudier est un poste automatique de mortaisage permettant d'usiner des rainures de clavettes sur des pièces cylindriques alésées.

- Le mouvement de coupe (Mc) est une translation alternative de l'outil.
- Le mouvement d'avance (Ma) est une translation coup par coup de la table.

Les pièces empilées dans le magasin, se positionnent par gravité une par une devant le vérin A dès que celui-ci est dans sa position initiale.



#### 2) DESCRIPTION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT :

- ✓ La table en position initiale (Capteur S1 actionné).
- ✓ La pièce à mortaiser est convenablement positionner devant le vérin A (Capteur P actionné).
- ☺ L'action sur le bouton départ cycle permet :
  - a) Amener et serrer la pièce par le vérin A (action A+), jusqu'à l'action du capteur  $a_1$  (pièce convenablement serrée).

**b) Mortaiser la pièce :**

Le moteur MT tourne en avant (KM1), pour :

- ❖ Amener l'outil d'un mouvement de coupe en translation alternative.
- ❖ Donner à la table un mouvement d'avance coup par coup jusqu'à l'usinage complet de la rainure.

La détection de la fin d'usinage est assurée par le capteur de fin de course réglable S2 .

Le moteur MT tourne en sens arrière ( KM2 ) pour :

- ❖ Arrêter l'outil en position haute.
- ❖ Reculer la table en arrière jusqu'au capteur S1 .

c) Desserrer la pièce : par le vérin A ( action A- ) .

d) Ejecter la pièce : par le vérin B ( action B+ ) jusqu'à ( b<sub>1</sub> ) .

L'action sur le capteur ( b<sub>1</sub> ) permet le retour de la tige du vérin B jusqu'à ( b<sub>0</sub> ).

- ❖ Reprendre le cycle s'il y a encore de pièce dans le magasin ( capteur p : p = 1 ).
- ❖ Arrêter le cycle quant toutes les pièces sont usinées ( capteur p : p = 0 ).

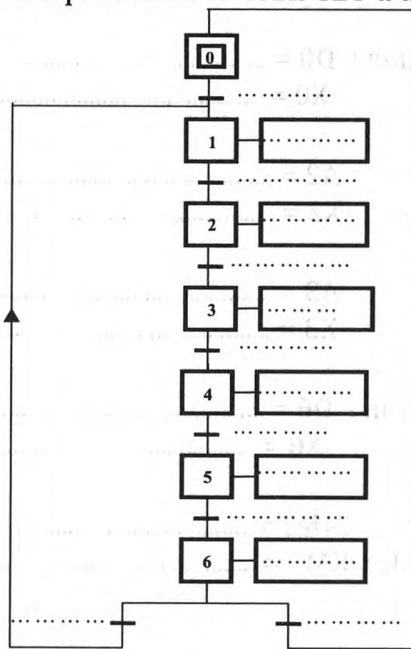
**3) IDENTIFICATION DES ACTIONNEURS ET DES CAPTEURS :**

Fonctions	Actionneurs		Pré-actionneurs	Capteurs	
Amener et serrer la pièce	Vérin A		Distributeur bistable M <sub>4</sub> ( $\frac{5}{2}$ )	A+	a <sub>1</sub>
Desserrer la pièce				A-	a <sub>2</sub>
Evacuer la pièce	Vérin B	Avancer	Distributeur bistable M <sub>4</sub> ( $\frac{5}{2}$ )	B+	b <sub>1</sub>
		Recul		B-	b <sub>2</sub>
Mortaiser la pièce	Moteur électrique MT		- Translation outil - Avance table	KM1	S <sub>2</sub>
			Retour de la table	KM2	S <sub>1</sub>
Ordre départ cycle					Bouton poussoir Dcy
Présence pièce					Capteur p

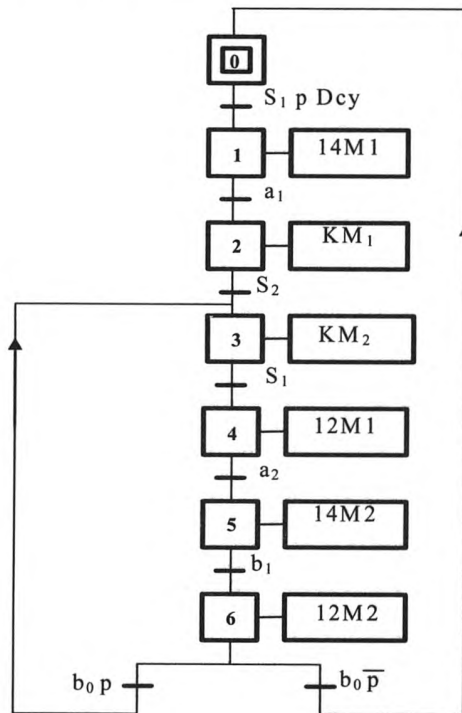


### A. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA P.C :

A.1. En se référant au dossier technique établir le GRAFCET d'un point de vue de la PO :



A.1. En se référant au dossier technique établir le GRAFCET d'un point de vue de la PC :





2. En se référant au GRAFCET PC, écrire les équations des étapes et actions associées suivantes

a) - Etape initiale :

- Equation de désactivation :  $D0 = \dots\dots\dots$
- Equation de l'étape 0 :  $X0 = \dots\dots\dots$

b) - Etape2 :

- Equation d'activation :  $A2 = \dots\dots\dots$
- Equation de l'étape 20 :  $X2 = \dots\dots\dots$

c) - Etape 3 :

- Equation d'activation :  $A3 = \dots\dots\dots$
- Equation de l'étape 3 :  $X3 = \dots\dots\dots$

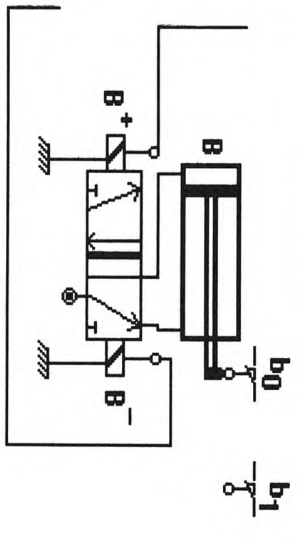
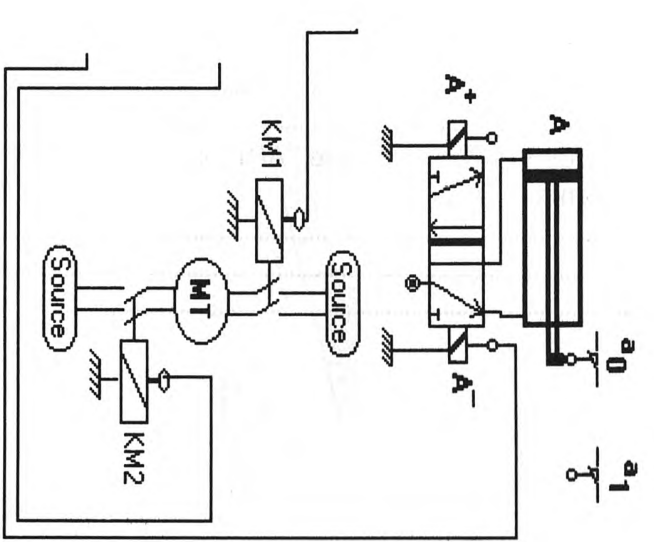
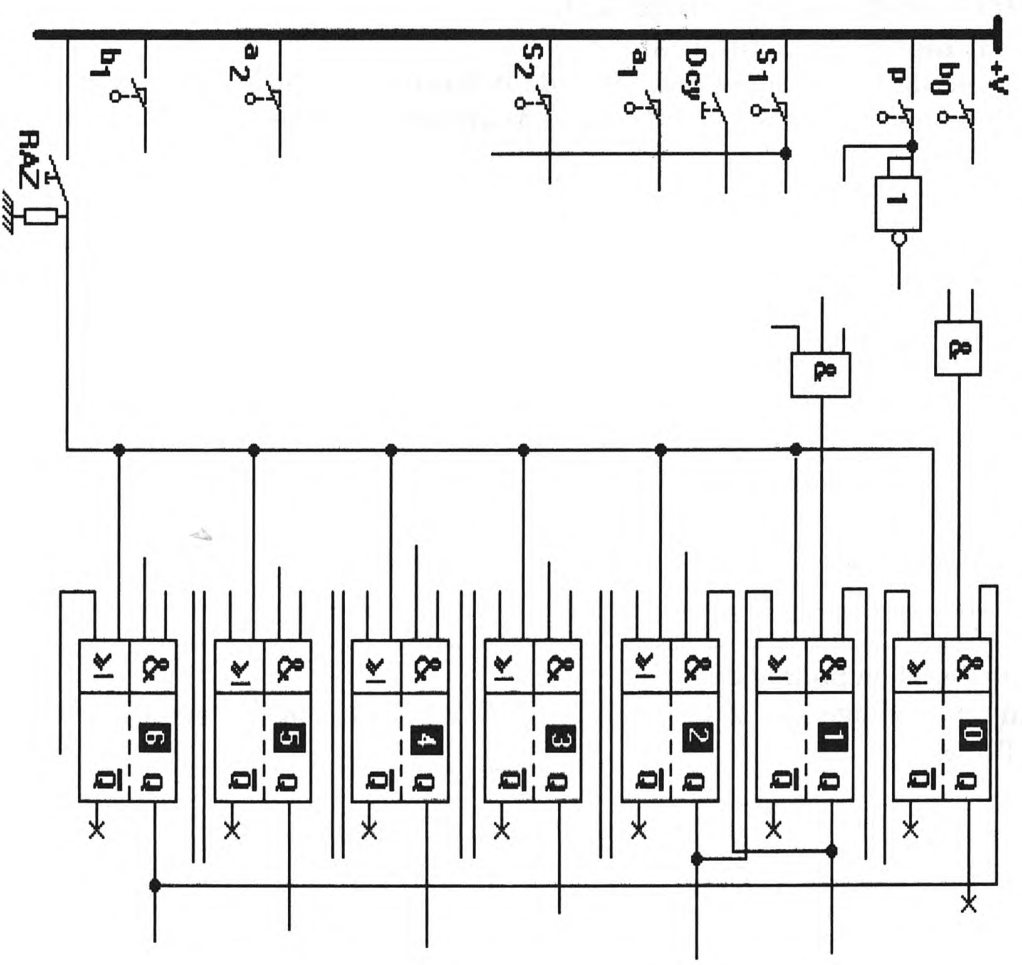
d) - Etape 6 :

- Equation de désactivation :  $D6 = \dots\dots\dots$
- Equation de l'étape 4 :  $X6 = \dots\dots\dots$

e) - Actions associées :

- Equation de l'action A<sup>+</sup> :  $14M1 = \dots\dots\dots$
- Equation de l'action KM<sub>1</sub> :  $KM_1 = \dots\dots\dots$

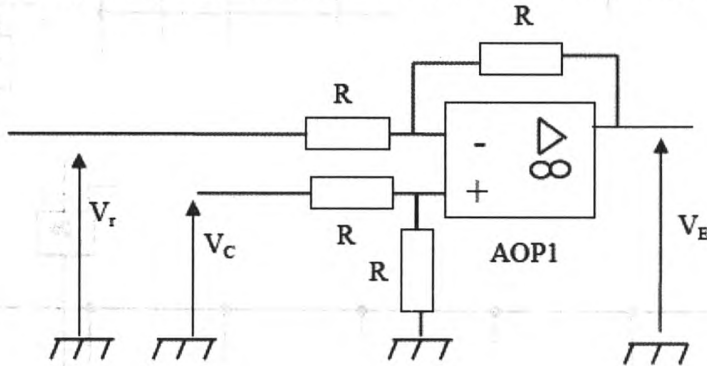
A.2. Compléter le câblage du séquenceur électronique suivant, relatif au GRAFCET précédent :



### B. Calcul de prédétermination

#### 1) Etude de l'amplificateur différentiel :

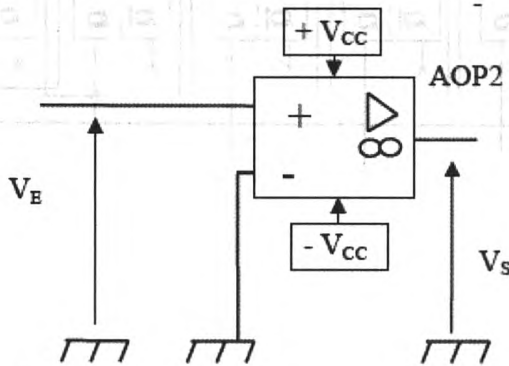
Soit le montage de la figure 6, permettant de déterminer la différence entre la tension de consigne et celle délivrée par le potentiomètre à curseur entraîné par le moteur MP.



Montrer que  $V_E = V_c - V_r$

#### 2) Etude de l'A.L.I en boucle ouverte:

D-3-1 Pour le montage de la figure 7 où l'AOP2 est en boucle ouverte d'amplification différentielle  $A_{ds}$



Exprimer  $V_s$  en fonction de  $V_E$ .

D - 3 - 2 Sachant que  $V_E = V_c - V_r$  et que l'AOP2 se sature à 12V ou à - 12V, donner la valeur de  $V_s$  dans les cas suivants :

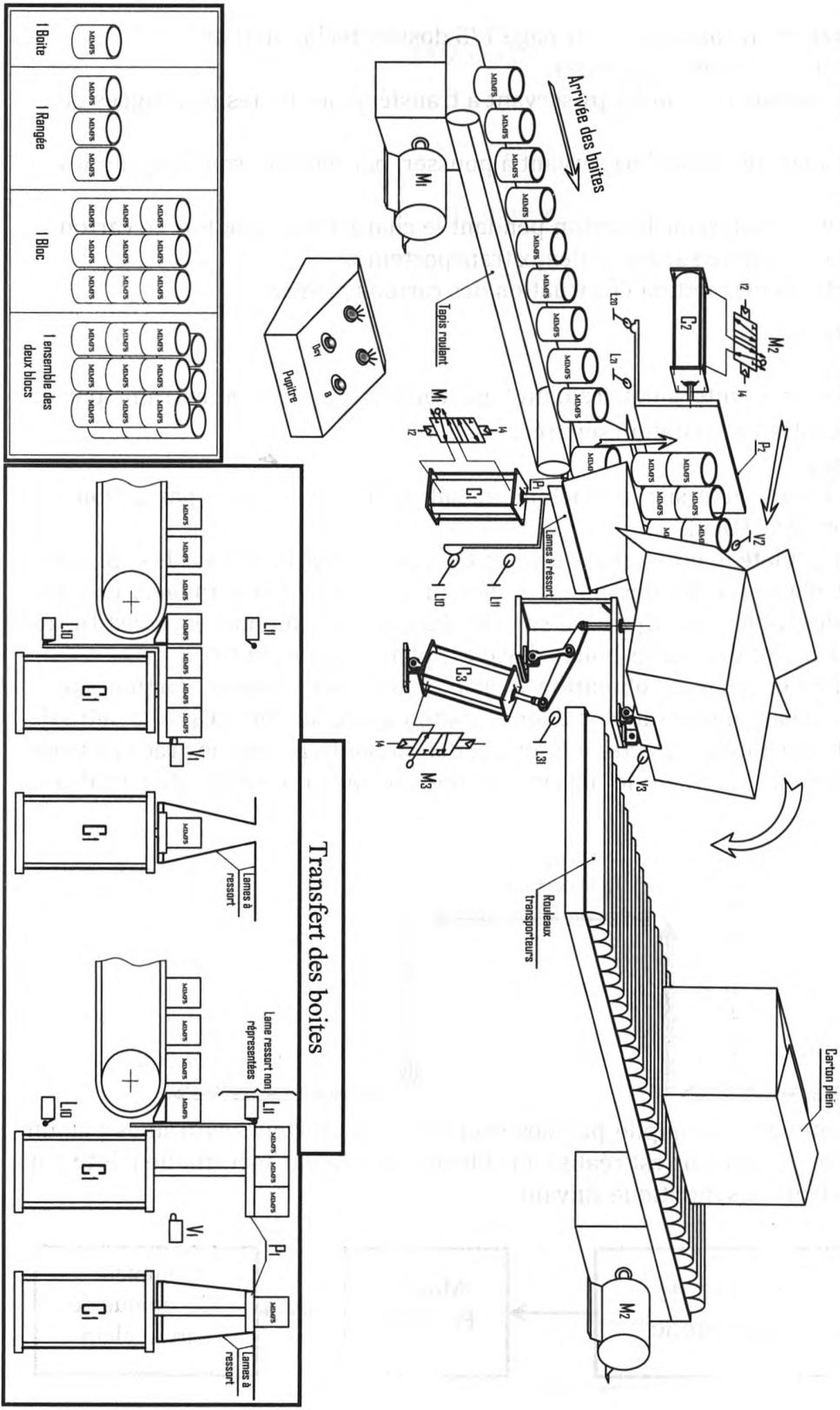
- $V_c > V_r$  : .....
- $V_c = V_r$  : .....
- $V_c < V_r$  : .....

# DEVOIR DE SYNTHÈSE N°2.1

## Système d'encaissage

### Dossier technique

**I- Mise en situation :**  
 Le système à étudier consiste à mettre des boîtes dans des cartons.



**II- Description :**

Le système est principalement composé (voir page 1/5 dossier technique) de :

Un tapis roulant amenant les boîtes à encaisser.

Un vérin  $C_1$  muni d'un plateau horizontal  $p_1$  servant à transférer les boites en rangées de trois.

Un vérin  $C_2$  muni d'un plateau vertical  $p_2$  servant à pousser, par bloc de trois rangées, les boites dans le carton.

Un vérin  $C_3$  permettant de maintenir le carton pendant le chargement, une fois ce carton est rempli, le vérin  $C_3$  le transfère sur les rouleaux transporteurs.

Des rouleaux transporteurs permettant l'évacuation des cartons pleins.

**III- Fonctionnement :**

**1- Amenée des boites**

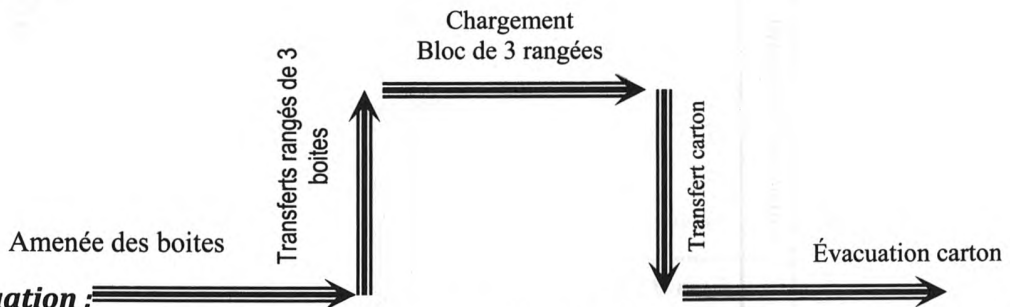
Les boites sont amenées par l'intermédiaire d'un tapis roulant. Ce tapis est entraîné par un moteur  $M_1$  à courant continu à excitation séparée.

**2- Transfert des boites**

L'opérateur place un carton vide sur la machine et fait démarrer le cycle par action sur bouton poussoir départ cycle (Dcy).

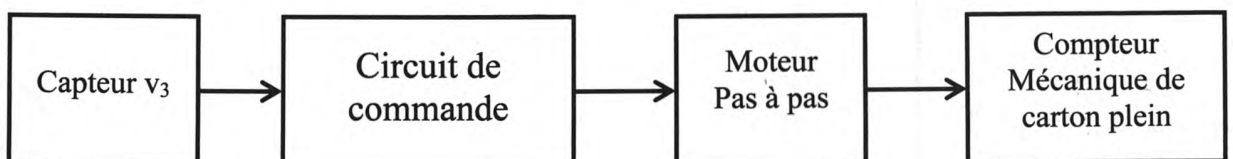
Les boites arrivent sur le plateau horizontal du vérin  $C_1$ . L'action des boites sur le capteur  $v_1$  provoque le transfert d'une rangée des boîtes grâce au vérin  $C_1$ . Cette rangée, une fois soulevée, est empilée devant le vérin  $C_2$  sur un support élastique. Ce support est constitué de deux lames ressort qui maintiennent les boites devant le plateau du vérin  $C_2$ .

Cette opération se répète jusqu'à l'obtention d'un bloc de trois rangées, l'action sur le capteur  $v_2$  provoque le chargement du bloc dans le carton grâce au vérin  $C_2$ . A la suite du deuxième chargement, un capteur  $v_3$ , actionné sous l'effet du poids, provoque grâce au vérin  $C_3$  le transfert du carton plein en le faisant pivoter jusqu'au chemin des rouleaux transporteurs.



**3- Évacuation :**

L'évacuation des cartons est accomplie par des rouleaux transporteurs entraînés par un moteur  $M_2$ , le comptage des cartons est réalisé à l'aide d'un compteur mécanique piloté par un moteur pas à pas suivant le synoptique suivant.



## Dossier pédagogique

### Exercice QCM :

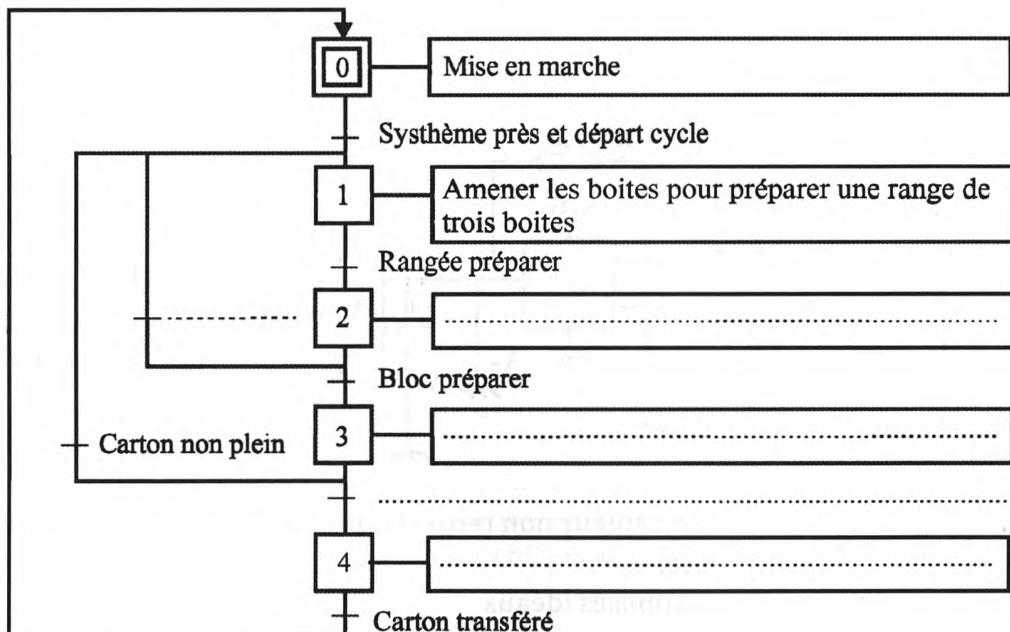
Pour chacun des items suivants il peut y avoir une ou plusieurs réponses exactes. Indiquez dans chaque cas la (ou les) lettre(s) qui correspond (ent) à la (ou aux) réponse(s) exacte(s). Toute réponse fausse annule la note attribuée à l'item considéré.

- 1) Les différentes pertes d'un moteur à courant continue à aimant permanent sont :
  - a) Les pertes par effet joule dans l'inducteur
  - b) les pertes constantes
  - c) Les pertes par effet joule dans l'induit
- 2) La partie mobile d'une machine est :
  - a) Le rotor
  - b) Le stator
  - c) Le collecteur
- 3) La machine à courant continu à électroaimant fonctionne en génératrice lorsque :
  - a) On alimente l'induit seul par une tension continue
  - b) On fait tourner l'induit
  - c) On alimente l'induit et l'inducteur par une tension continue
- 4) On veut inverser le sens de rotation d'un moteur à courant continu :
  - a) On inverse le sens du courant dans l'induit et l'inducteur
  - b) On inverse le sens du courant dans l'induit seul
  - c) On inverse le sens du courant dans l'inducteur seul

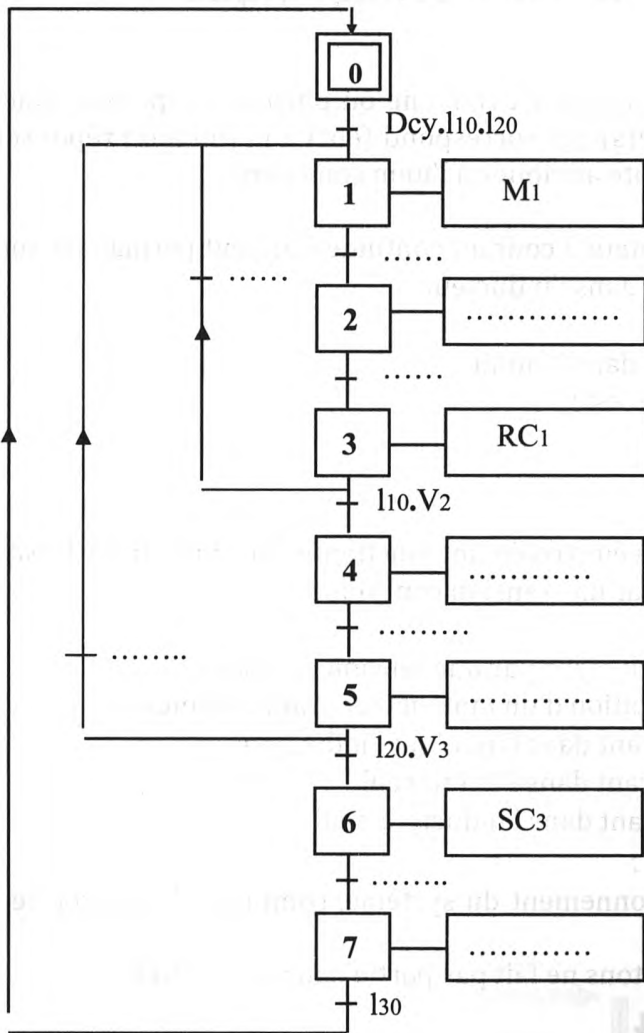
### A) PARTIE AUTOMATIQUE :

A-1- En se référant au fonctionnement du système, compléter le grafcet de point de vue système.

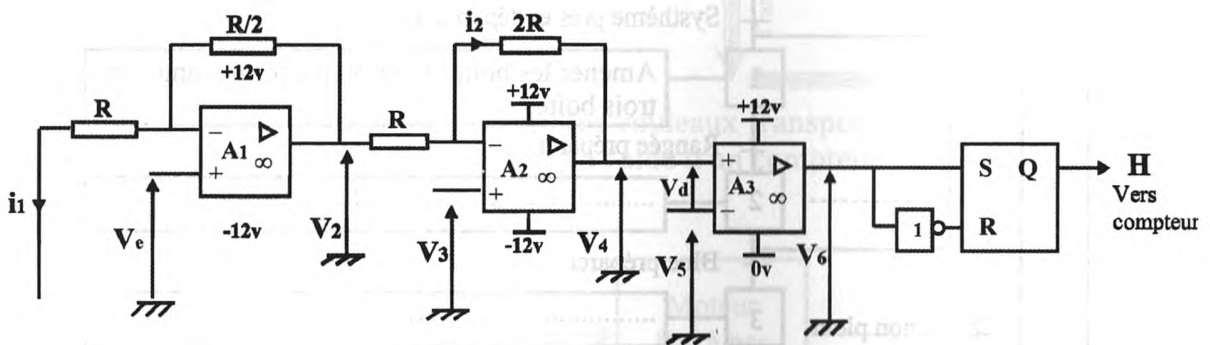
Remarque : L'évacuation des cartons ne fait pas partie dans notre étude.



A-2- Selon le grafcet de point de vue système compléter le grafcet de point de vue partie opérative.



**B) PARTIE ELECTRONIQUE:**



NB :  $V_e$  étant le signal délivré par un capteur non représenté dans la zone d'évacuation.  
 $V_3$  est une tension de référence.  
 Les amplificateurs sont tous supposés idéaux



**B1 : Etude des amplificateurs « A1 et A2 » :**

1) Quel est le régime du fonctionnement de « A1 » ? Justifier la réponse.

2) Etablir l'expression de **V2** en fonction de **Ve**.

3) Quelle est la fonction réalisée par « A1 »?

4) Etablir l'expression de **V4** en fonction de **V2** et **V3**.

5) Quelle est la fonction réalisée par « A2 »?

6) Montrer que **V4 = α(V3 - Ve)**. En déduire la valeur de **α**

**B2 : Etude de l'amplificateur « A3 » :**

1) Quel est le régime du fonctionnement de « A3 » ? Justifier la réponse.

2) Exprimer **Vd** en fonction de **V4** et **V5**

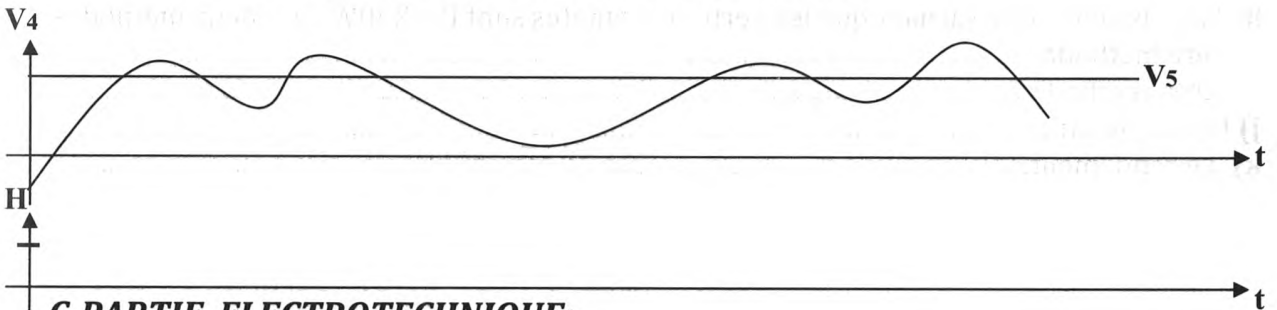
3) Donner la valeur de **V6** et l'état de **H** pour les cas suivants :

\*  $V_4 > V_5 \iff V_d \dots \iff V_6 = \dots \iff H = \dots$

\*  $V_4 = V_5 \iff V_d \dots \iff V_6 = \dots \iff H = \dots$

\*  $V_4 < V_5 \iff V_d \dots \iff V_6 = \dots \iff H = \dots$

4) Tracer le niveau logique de **H** pour les tensions suivantes :



**C-PARTIE ELECTROTECHNIQUE:**

**Etude du moteur (M1)**

Ce moteur est à courant continu à excitation indépendante dont on dispose les caractéristiques suivantes :

- **Inducteur** :  $r = 120\Omega$  et la tension d'alimentation est  $u = 180\text{ v}$

- **Induit** :  $R_a = 0,8\Omega$  et la tension d'alimentation est  $U = 220\text{ v}$

- Lorsque le moteur fonctionne à vide l'induit absorbe une puissance  $P_0 = 290\text{ w}$ .

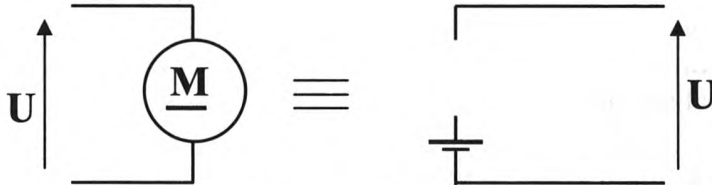


- Lorsque le moteur fonctionne en charge à une vitesse de **1400 tr/mn**, il absorbe un courant de **16A**.

On donne le schéma équivalent incomplet d'un moteur à courant continu :

1- Compléter ce schéma en indiquant le sens du courant, le sens de la chute de tension aux bornes de **Ra** et celui de **E'**.

2-



3- Que représente **P<sub>0</sub>**, si l'on considère que les pertes joules sont négligeables pendant l'essai à vide ? (Justifier la réponse)

4- Calculer pour l'essai en charge

a) La puissance absorbée par l'induit.

b) La puissance absorbée par l'inducteur

c) La puissance absorbée par le moteur

d) Les pertes par effet joule dans l'induit

e) Les pertes par effet joule dans l'inducteur (que remarquez vous)

f) La puissance électrique utile

g) Le couple électrique utile

h) La puissance utile sachant que les pertes constantes sont  $P_c=290W$  (par deux méthodes)

1ère méthode:.....

2ème méthode:.....

j) Le couple utile: .....

k) Le rendement: .....

# DEVOIR DE SYNTHÈSE N°2.2

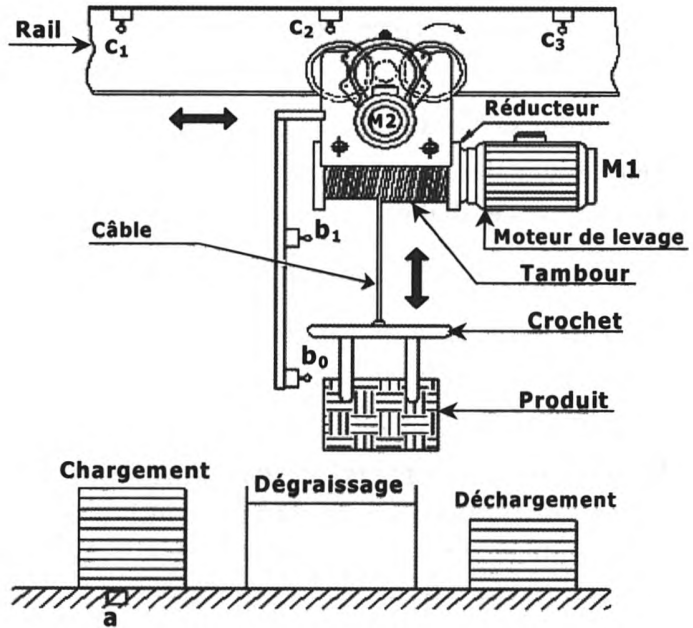
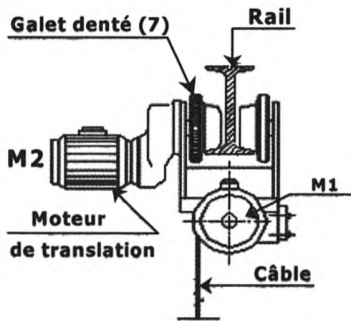
## PALAN A COMMANDE ELECTRIQUE

### Dossier technique

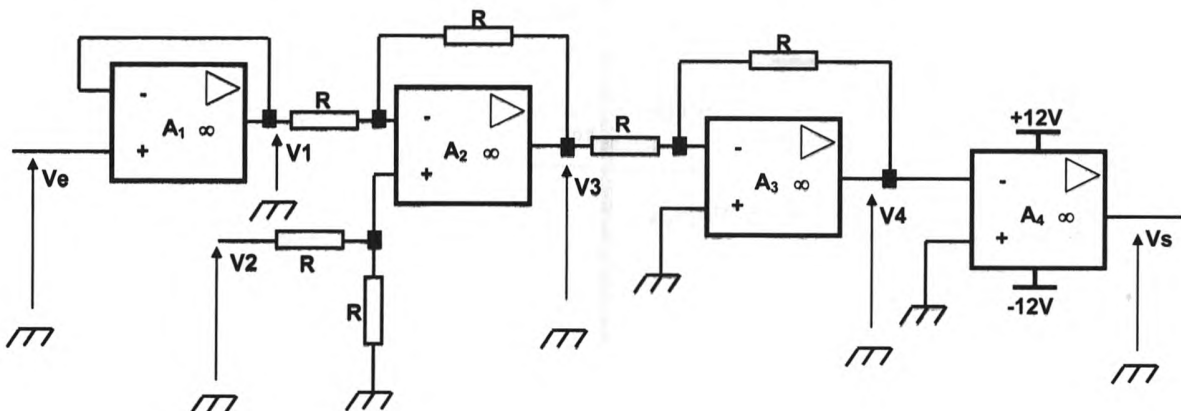
#### 1 - Présentation schématique du système :

Dans un atelier, pour déplacer une charge de 1 à 3 tonne (Machines,...) il est nécessaire d'utiliser un palan à commande électrique.

\* **Moteur de translation :** Le moteur  $M_2$  en tournant entraîne le galet denté qui transforme le mouvement de rotation en mouvement de translation sur une rail.



#### 2 - Schéma structurel du circuit de commande du moteur $M_2$ :



**A- Electrotechnique :**

**1°- Répondre aux QCM suivants**

→ Cocher la bonne réponse :

**Q1 - Pour inverser le sens de rotation d'un moteur à courant continu on doit**

- Inverser le sens du courant dans l'induit.
- Inverser le sens du courant dans l'inducteur.
- Inverser le sens du courant dans l'induit et dans l'inducteur.

**Q2 - Pour les moteurs à courant continu à électro aimant on doit :**

- Ouvrir le circuit de l'induit avant le circuit de l'inducteur.
- Ouvrir le circuit de l'inducteur avant le circuit de l'induit.
- Ouvrir les deux circuits en même temps.

**Q3- Lorsqu'on ouvre le circuit de l'inducteur d'un moteur à courant continu en cours de fonctionnement.**

- Le moteur se bloque.
- Le moteur ralenti puis s'arrête.
- Le moteur s'emballe.

**Q4- La machine à courant continu est dite réversible parce qu' :**

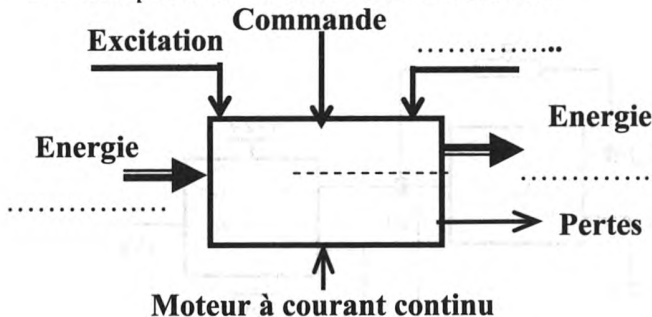
- On peut inverser le courant dans l'induit.
- On peut inverser le courant dans l'inducteur.
- On peut la faire fonctionner en moteur ou en génératrice.

**2°- Etude des caractéristiques du moteur M2 :**

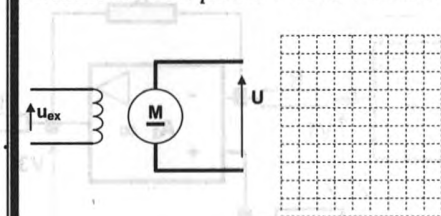
Le moteur  $M_2$  est un moteur à courant continu qui tourne à une vitesse nominale à vide  $n_0 = 1980$  trs/min et absorbe un courant  $I_0 = 0,88$  A, il est alimenté sous une tension continu  $U = 200$ V, La résistance  $R_a$  de l'induit est de  $1\Omega$ .

L'inducteur est soumis à une tension constante  $U_{ex} = 100$  V et parcouru par un courant constant  $i_{ex} = 0,3$  A.

2.1- Compléter la modélisation de ce moteur.

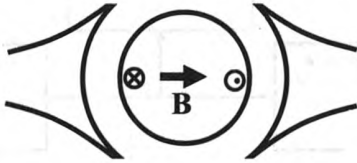


2.2-Tracez le schéma équivalent à l'induit en indiquant le sens du courant.

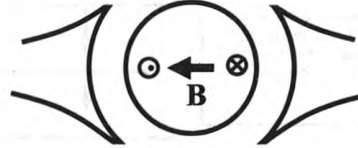


2.3- Déterminer les forces appliquées aux conducteurs de l'induit ainsi que le sens de rotation dans les deux cas suivants :

**Fonctionnement en moteur :**



**Fonctionnement en génératrice :**



2.4-Calculer la f.c.é.m ( $E'_0$ ) à vide de ce moteur.

2.5- En charge le moteur  $M_2$  absorbe une intensité du courant  $I = 10A$ .

1) Calculer la f.c.é.m ( $E'_c$ ) en charge de ce moteur :

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

2) Déduire l'expression de la vitesse de rotation  $n_c$  en fonction de  $E'_c$ ,  $E'_0$ ,  $n_0$ .

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

2.6- On fait fonctionner ce moteur en charge avec un rendement égal à 85 % et  $I = 10A$ : Calculer :

1- La puissance absorbée par ce moteur.

.....  
 .....

2- Les pertes joules dans le rotor (Induit).

.....  
 .....

3- Les pertes joules dans le stator (inducteur).

.....  
 .....

4- La puissance utile.

.....  
 .....

5- Les pertes constantes ( $p_c$ )

.....  
 .....

6- Le couple électromagnétique.

.....  
 .....

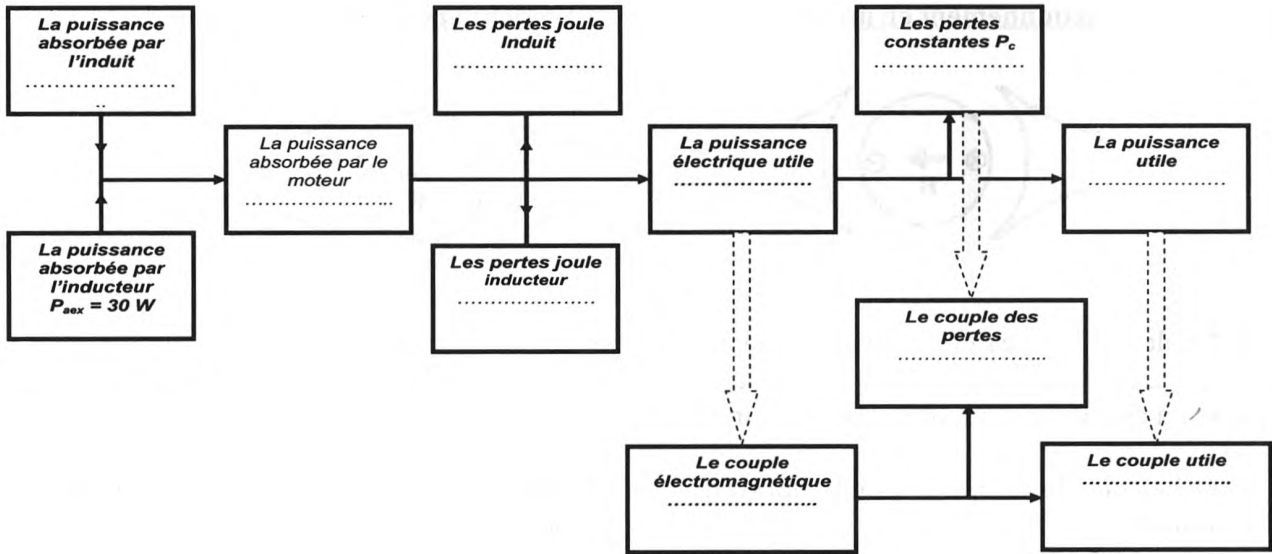
7- Le couple utile.

.....  
 .....

8- Le couple des pertes.

.....  
 .....

2.7- Compléter numériquement le bilan des puissances de ce moteur.



2.8- Pour le démarrage du moteur  $M_2$  à vide et pour atteindre la vitesse de rotation  $n_0$  ( $n_v=1980\text{trs/min}$ ,  $I_0=0,88\text{A}$ ,  $R_a = 1 \Omega$  et  $U = 200\text{V}$ )  
 On dispose d'un rhéostat de démarrage dont la résistance  $R_d$  varie de la façon suivante :  
 $n \leq 800 \text{ trs/min } R_d = 20\Omega$ .

$800 < n \leq 1300 \text{ trs/min } R_d = 2\Omega$ .  
 $1300 < n \leq 1700 \text{ trs/min } R_d = 6\Omega$ .  
 $n > 1700 \text{ trs/min } R_d = 0\Omega$ .

1- Pourquoi on utilise un rhéostat de démarrage ?

.....  
 .....

2- Exprimer le courant  $I_d$  en fonction ( $R_a$ ,  $R_d$ ,  $U$ ).

.....  
 .....

3- Calculer la f.c.é.m ( $E'$ ) pour  $n = 1600 \text{ trs/min}$

.....  
 .....

4- Déduire alors la valeur du courant de démarrage à cet instant.

.....  
 .....

2-9-Montrer que pour un couple électromagnétique constant le courant absorbé par le moteur reste constant même si on varie U :

.....

.....

.....

.....

2-10- On prendra  $I = 10A$  montrer qu'on peut écrire  $n = A.U - B$  où A et B sont des constantes à déterminer leurs expressions puis à calculez leurs valeurs (le flux est constant (On prendra  $N.\phi = 6$ ). (NB : Mettre A et B sous forme de fraction)

.....

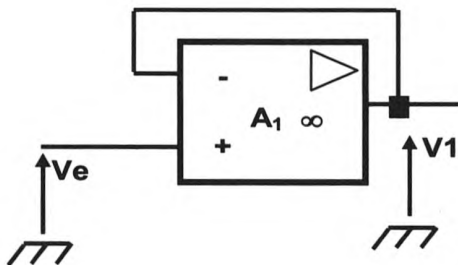
.....

.....

.....

**B- Electronique :**

1- Etude de l' A.L.I A1 :



a- Quel est le régime du fonctionnement.

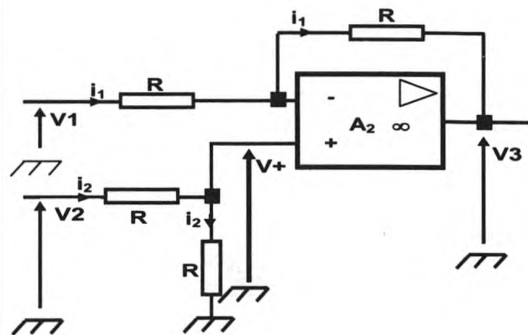
b- Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_e$ .

c- Donner le mode du fonctionnement.

d- Quel est le rôle du montage.

.....

2- Etude de l' A.L.I A2 :



a- Quel est le régime du fonctionnement.

b- Exprimer  $V^+$  en fonction de  $V_2$ .

.....

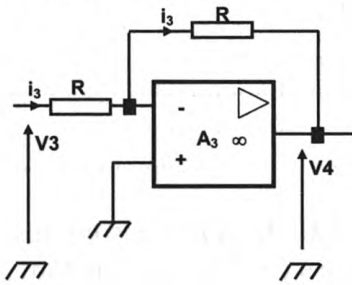
.....

.....

.....



3- Etude de l' A.L.I A3 :



a- Quel est le régime du fonctionnement

b- Exprimer  $V_4$  en fonction de  $V_3$

c- Donner le mode du fonctionnement.

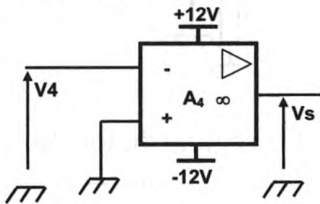
c- Exprimer  $i_1$  en fonction de  $V_1$ ,  $V^+$  et  $R$ .

d- Exprimer  $i_1$  en fonction de  $V_3$ ,  $V^+$  et  $R$ .

e- Déduire  $V_3$  en fonction de  $V_1$  et  $V_2$ .

f- Donner le mode du fonctionnement.

4- Etude de l' A.L.I A4 :



a- Quel est le régime du fonctionnement.

b- Donner le mode du fonctionnement.

c -Représenter  $V_d$  et donner son expression.

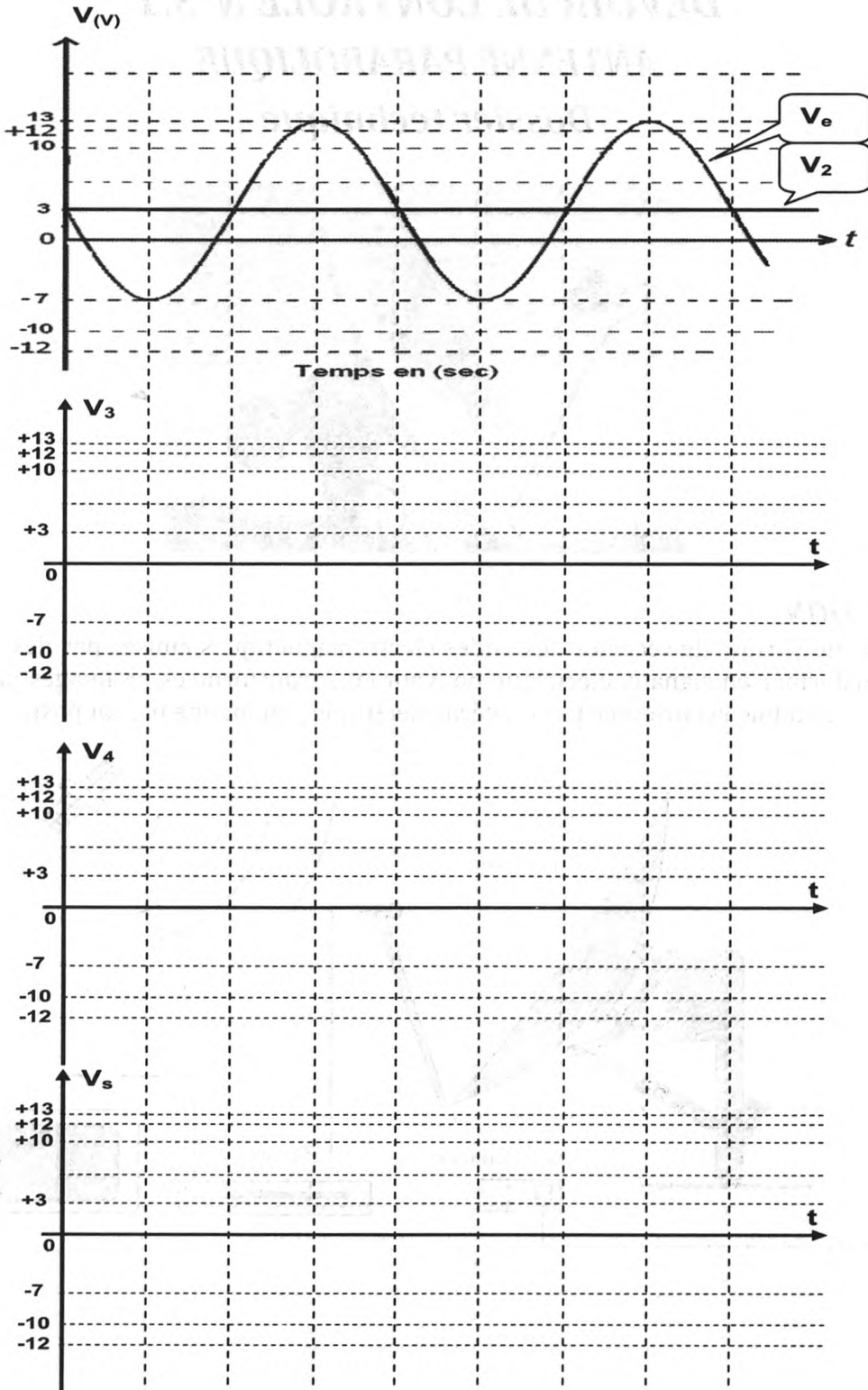
d- Compléter par  $>0$ ,  $<0$ ,  $= +12V$ ,  $= -12V$ .

♣ Si  $V_4 < 0 \rightarrow V_d \rightarrow \dots \rightarrow V_s = \dots$

♣ Si  $V_4 > 0 \rightarrow V_d \rightarrow \dots \rightarrow V_s = \dots$

♣ Si  $V_4 = 0 \rightarrow V_d \rightarrow \dots \rightarrow V_s = \dots$

5- On donne l'oscillogramme de  $V_e$  et  $V_2$ , on demande de compléter l'oscillogramme de  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_s$

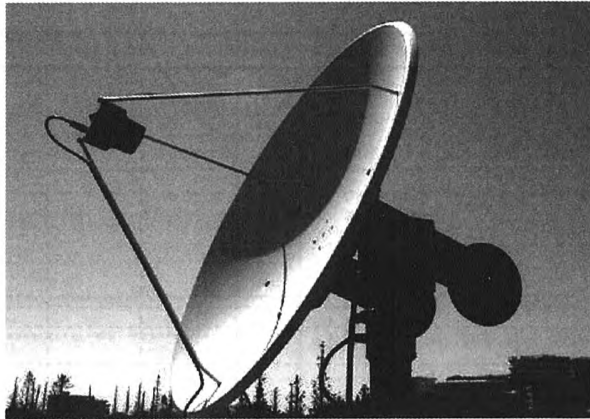




## **DEVOIR DE CONTRÔLE N°3.1**

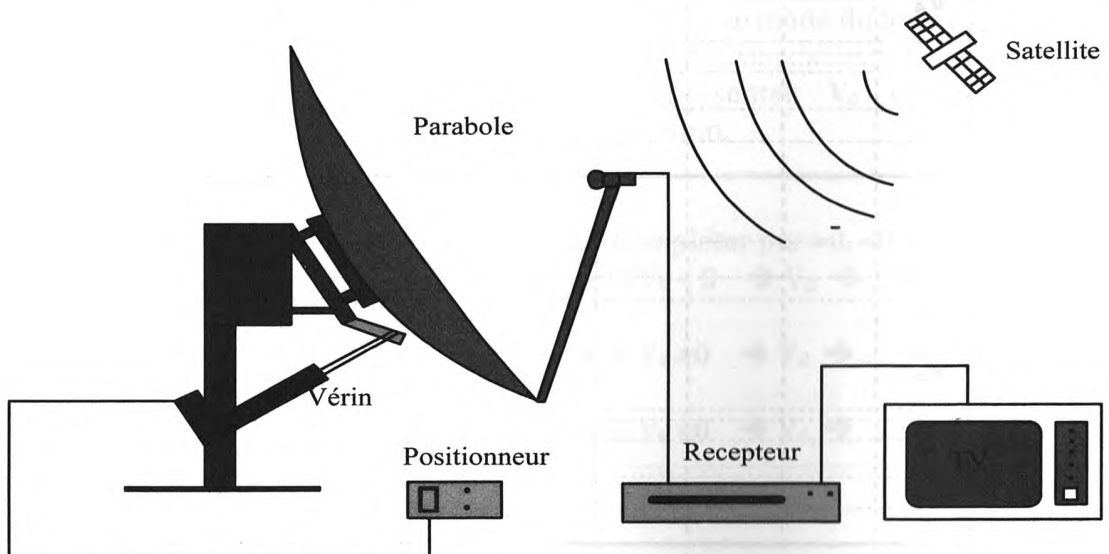
### **ANTENNE PARABOLIQUE**

#### **Dossier technique**

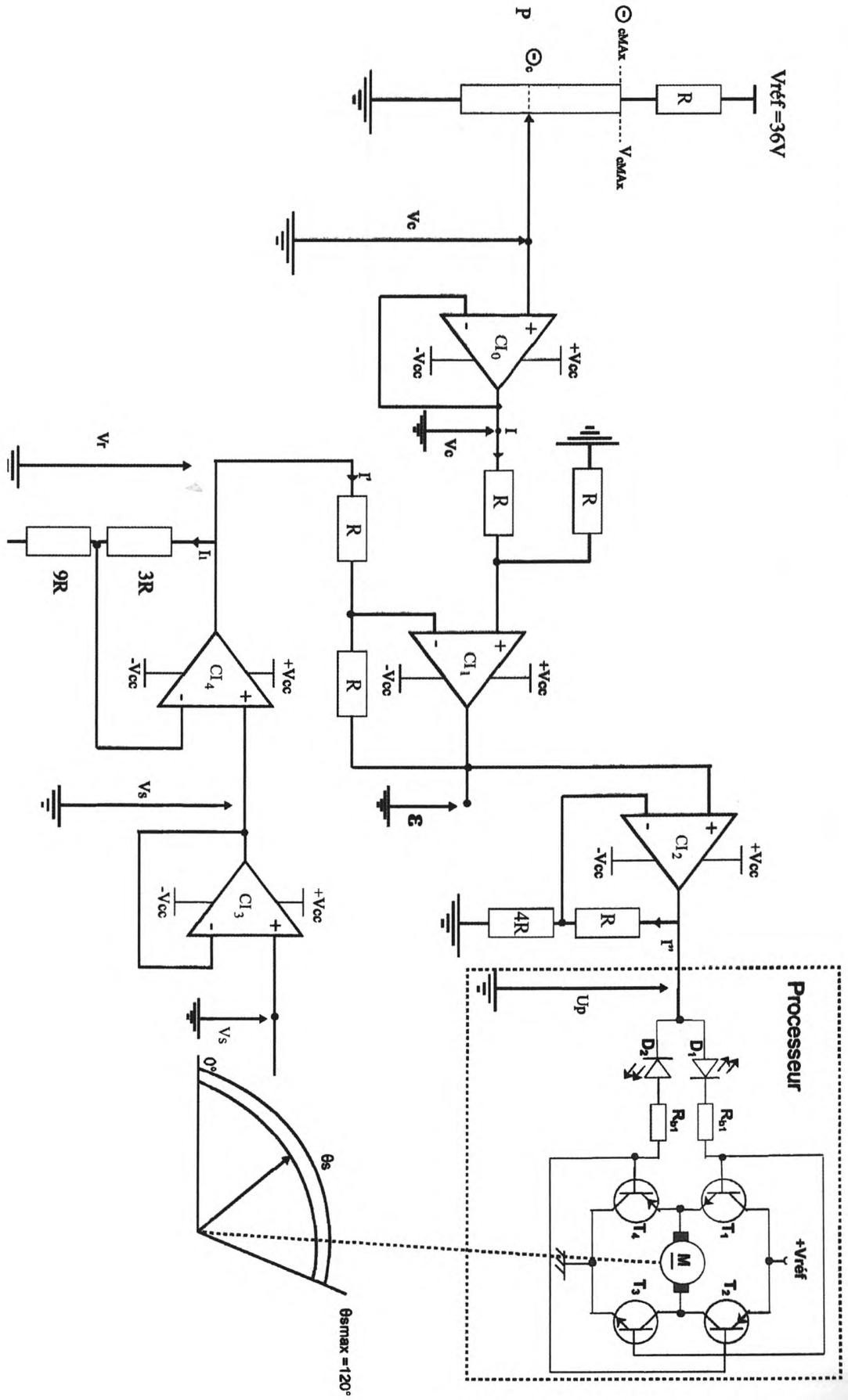


#### **DESCRIPTION**

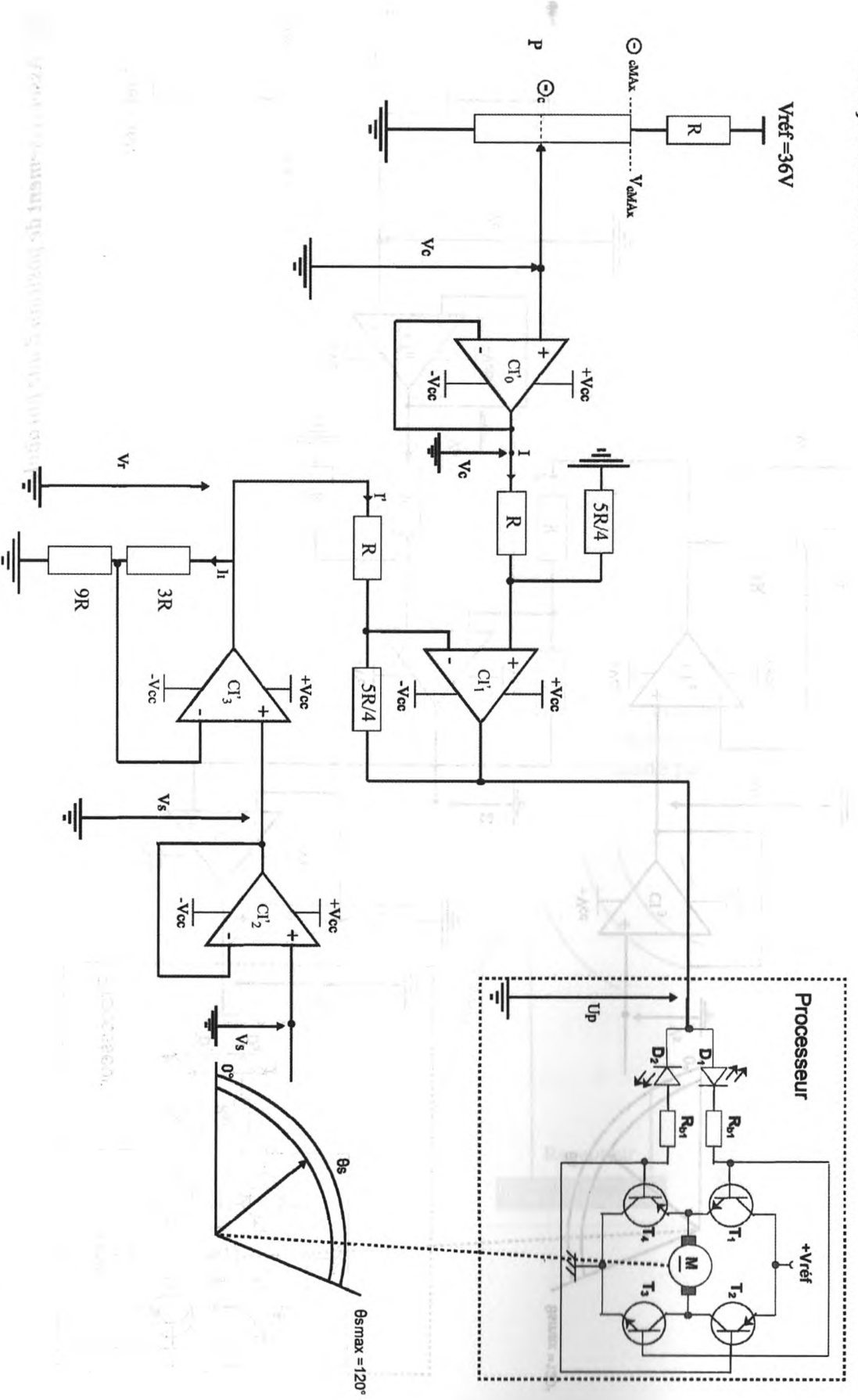
Ce système permet de recevoir des ondes électromagnétiques émises par des satellites et de les transformer en signaux électriques pouvant être transformés en images par un poste téléviseur. L'antenne est orientée par un vérin électrique commandé par un positionneur.



Asservissement de position d'une parabole



Modification d'une solution



# A) AUTOMATIQUE

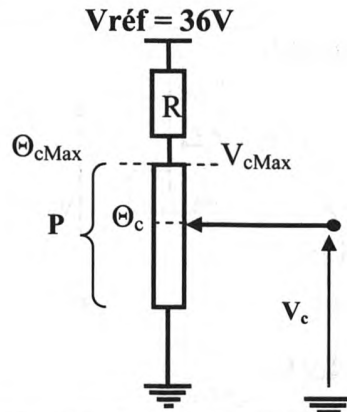
## Analyse fonctionnelle de la partie commande :

### Asservissement de position

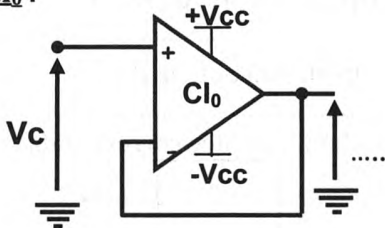
La parabole est équipée d'un positionneur de commande qui est constitué d'un potentiomètre de consigne **P** qui permet à l'utilisateur de contrôler la position de la parabole entre deux valeurs limites  $\theta_{cmin} = 0^\circ$  et  $\theta_{cmax} = 120^\circ$

#### ETUDE DU TRADUCTEUR DE CONSIGNE :

- 1 - Calculer  $V_{cMax}$  (On donne  $R = 5\text{ K}\Omega$  et  $P = 10\text{ K}\Omega$ )
- 2 - Exprimer et calculer  $V_c$  en fonction de  $V_{cMax}$  ;  $\theta_{cmax}$  et  $\theta_c$
- 3- Représenter le schéma fonctionnel correspondant.



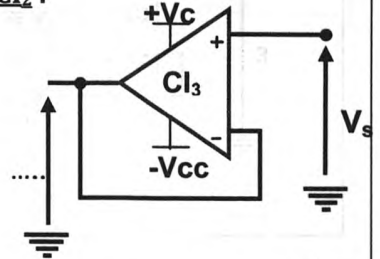
#### ETUDE DU $Cl_0$ :



- 1 - Exprimer la tension de sortie en fonction de  $V_c$
- 2- Représenter le schéma fonctionnel correspondant



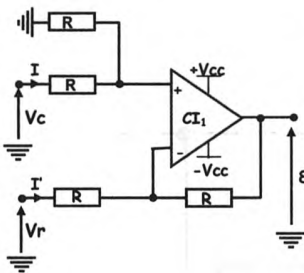
#### ETUDE DU $Cl_2$ :



- 1 - Exprimer la tension de sortie en fonction de  $V_s$
- 2- Représenter le schéma fonctionnel correspondant



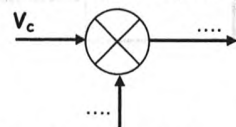
#### ETUDE DU $Cl_1$ :



- 1 - Exprimer  $V_c$  en fonction de  $R$  et  $I$
- 2 - Exprimer  $V_r$  en fonction de  $R$ ,  $I$  et  $I'$
- 3 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $R$ ,  $I$  et  $I'$

- 4 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $V_c$  et  $V_r$

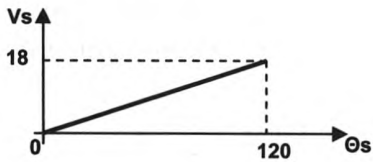
- 5 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant



- 6 - Quel est le rôle du montage

**ETUDE DU TRADUCTEUR DE SORTIE :**

La variation de  $V_s$  en fonction de  $\Theta_s$  est donnée par la courbe suivante

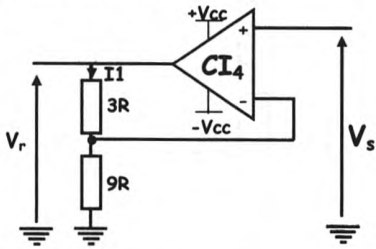


1 - Exprimer  $V_s$  en fonction de  $\Theta_s$

2- Représenter le schéma fonctionnel correspondant



**ETUDE DU CI<sub>4</sub> :**

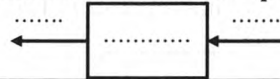


1 - Exprimer  $V_s$  en fonction de  $R$  et  $I_1$

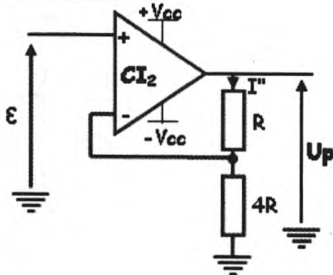
2 - Exprimer  $V_r$  en fonction de  $R$  et  $I_1$

3 - Exprimer  $V_r$  en fonction de  $V_s$

4 - Donner le schéma en bloc correspondant.



**ETUDE DU CI<sub>2</sub> :**



1 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $R$  et  $I''$

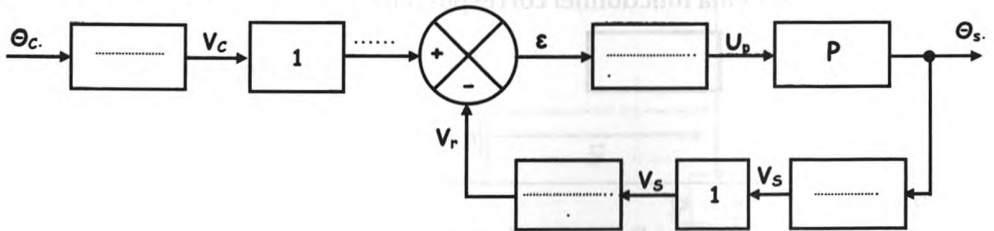
2 - Exprimer  $U_p$  en fonction de  $R$  et  $I''$

3 - Exprimer  $U_p$  en fonction de  $\epsilon$

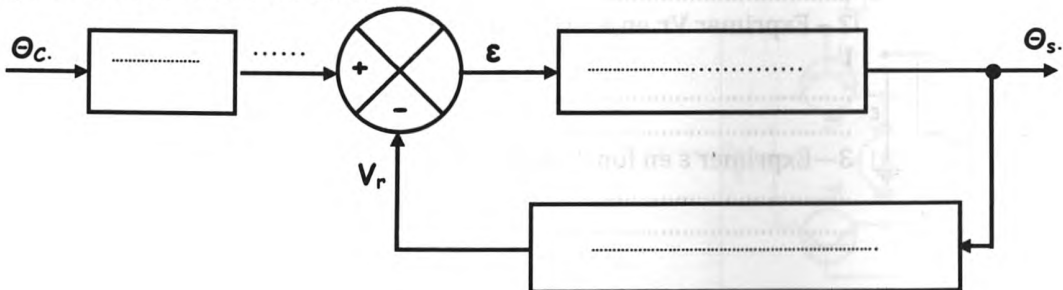
4 - Donner le schéma en bloc correspondant.

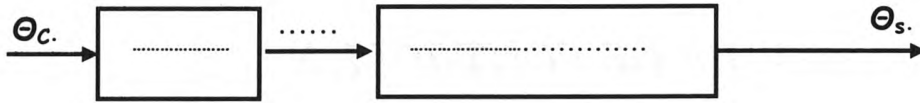


Compléter le schéma fonctionnel suivant relative à la régulation de la position de la parabole en se référant aux questions précédentes et au schéma de la page 3 du dossier technique.



Simplifier le schéma fonctionnel

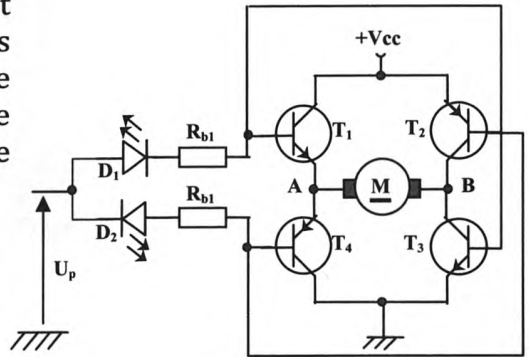




T = .....

**ETUDE DE L'ETAGE DE PUISSANCE :**

1. Compléter le tableau suivant en indiquant l'état des diodes (Passante ou bloquée), l'état des transistors (saturé ou bloqué), et le sens de rotation du moteur (Avant ou arrière) sachant que le sens avant est obtenu lorsque le courant circule de A vers B :



	Etat de D <sub>1</sub>	Etat de D <sub>2</sub>	Etat de T <sub>1</sub>	Etat de T <sub>2</sub>	Sens du moteur
$\epsilon < 0$	.....	.....	.....	.....	.....
$\epsilon = 0$	.....	.....	.....	.....	.....
$\epsilon > 0$	.....	.....	.....	.....	.....

**Modification d'une solution :** En se référant au schéma de la page 4 du dossier technique.

<p><b>ETUDE DU CI<sub>1</sub> :</b></p>	<p><b>1 - Exprimer Vc en fonction de R et I</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>2 - Exprimer Vr en fonction de R, I et I'</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>3 - Exprimer Up en fonction de R, I et I'</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p><b>4 - Exprimer Up en fonction de Vc et Vr</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>5 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant</b></p> <p><b>6 - Quel est le rôle du montage</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	--	---

## **DEVOIR DE CONTROLE N°3.2**

### **TRICYCLE ELECTRIQUE**

#### **Dossier technique**

#### **I - PRESENTATION DU SYSTEME :**



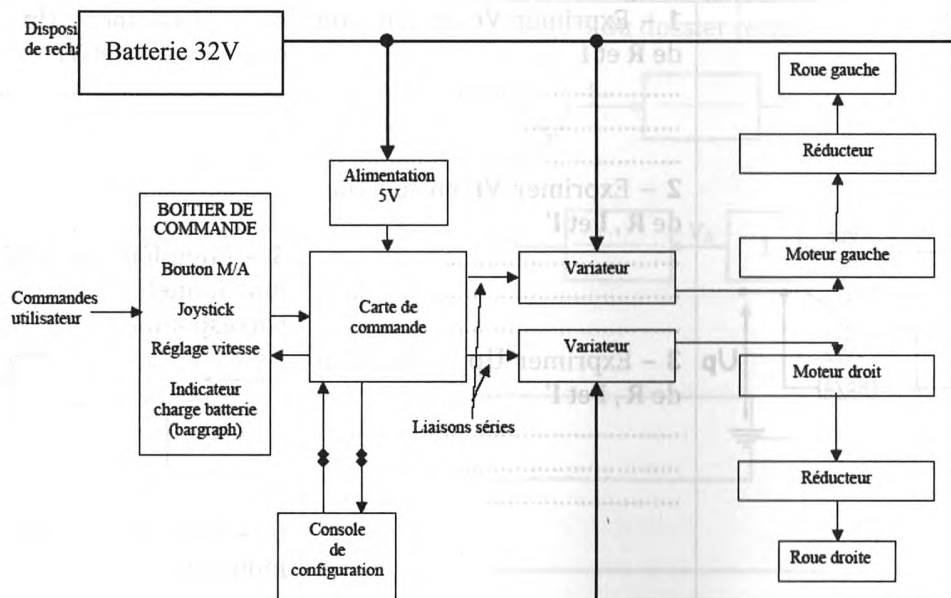
Afin de faciliter le déplacement dans les grandes surfaces, les tricycles sont électriquement motorisés.

La motricité est assurée par un moteur à courant continu.

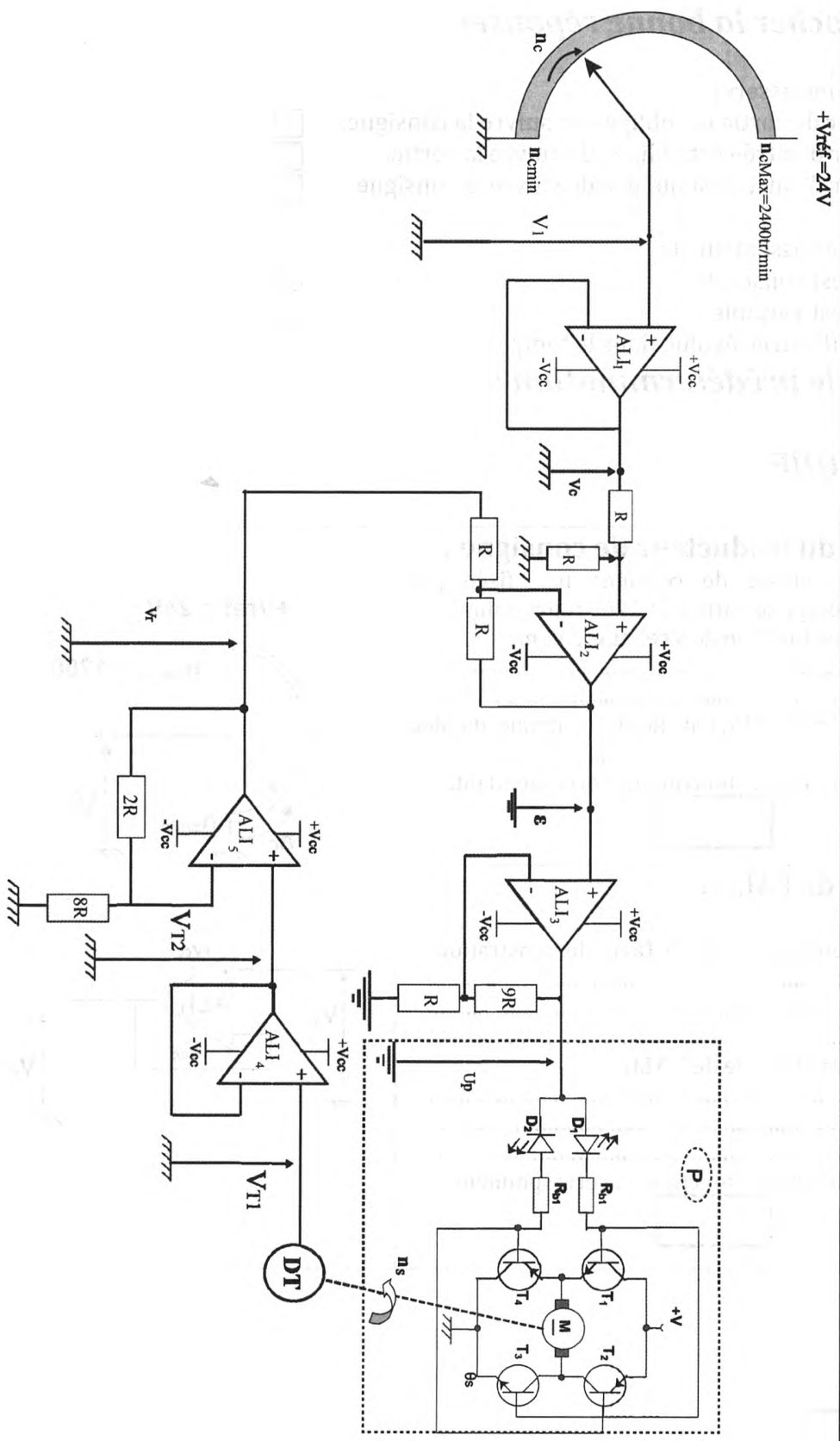
L'asservissement de la vitesse et la commande de puissance de motos réductrices sont effectués par une carte électronique.

L'orientation de la roue avant est assurée par un moteur pas à pas.

#### **ORGANISATION MATERIELLE DE LA CHAINE FONCTIONNELLE DU TRICYCLE**



Asservissement de vitesse





**A - QCM : Cocher la bonne réponse:**

**Question 1 :**

Dans un système asservi

- a) - La grandeur de sortie est obligée de suivre la consigne.
- b) - La grandeur d'entrée est obligée de suivre la sortie.
- c) - La grandeur d'entrée est obligée de suivre la consigne.

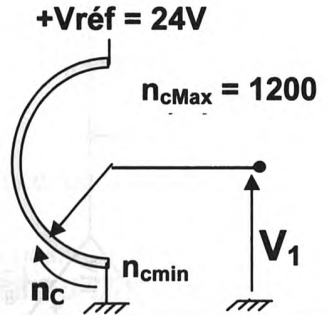
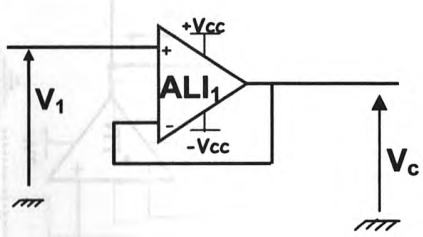
**Question 2 :**

On parle d'asservissement si :

- a) La consigne est constante
- b) La consigne est variable.
- c) La grandeur d'entrée évolue dans le temps

**B - Calcul de prédétermination :**

**AUTOMATIQUE**

<p><b>B.1 : Etude du traducteur de consigne :</b>                  Sachant que la vitesse de consigne <math>n_c</math> fixée par l'opérateur, est comprise entre 0 et 1200 tours/minute.  <b>1 -</b> Exprimer <math>V_1</math> en fonction de <math>V_{réf}</math>, <math>n_{cMax}</math> et <math>n_c</math>.                  .....                  .....  <b>2 -</b> Si on donne <math>+V_{réf} = 24V</math>, Calculer le contenu du bloc                  .....  <b>3 -</b> Représenter le schéma fonctionnel correspondant.  <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> </p>	
<p><b>B.2 : Etude de l'ALI1 :</b>  <b>1 -</b> Exprimer <math>V_c</math> en fonction de <math>V_1</math>. (avec démonstration)                  .....                  .....  <b>2 -</b> Donner le nom et le rôle de l' ALI1.                  .....                  .....  <b>3 -</b> Représenter le schéma fonctionnel correspondant.  <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> </p>	

**B.3 : Etude de l'ALI<sub>2</sub> :**

1 - Démontrer que  $\epsilon = V_c - V_r$ .

.....

.....

.....

.....

.....

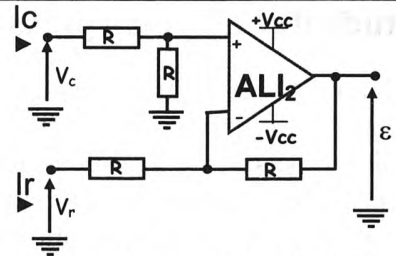
.....

.....

.....

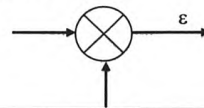
.....

.....



2 - Donner le nom et le rôle de l'ALI<sub>2</sub>.....

3 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant

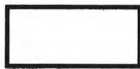


**B.4 : Etude de l'ALI<sub>3</sub> :**

1- Donner l'expression de  $U_p$  en fonction de  $\epsilon$ . (avec démonstration)

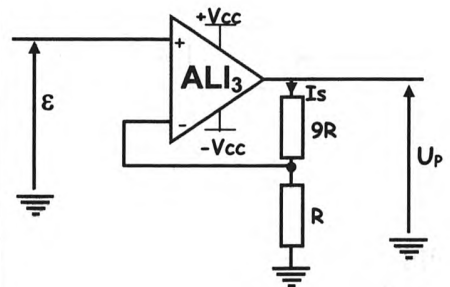
2 - Donner le nom et le rôle de l'ALI<sub>3</sub>

3 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant.



4 - Que représente l'ALI<sub>3</sub> dans la chaîne d'action.

5 - Que représente l'ALI<sub>2</sub> et l'ALI<sub>3</sub>.

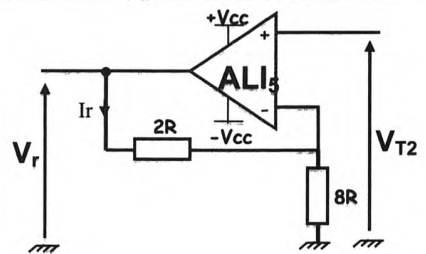


**B.5 : Etude de l'ALI<sub>5</sub> :**

1 - Donner l'expression de  $V_r$  en fonction de  $V_{T2}$  (avec démonstration)

2 - Donner le nom et le rôle de l'ALI<sub>5</sub>

3 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant.



2 - Traduire cette équation par un schéma fonctionnel



**B.6 : Etude du DT :**

La dynamo tachymétrique est un capteur de vitesse qui délivre une tension  $V_{T1} = 0,06.ns$

1 - Quel est le rôle de La dynamo tachymétrique

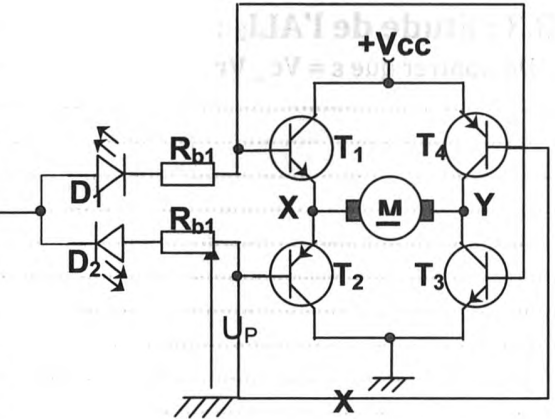
.....

.....

.....

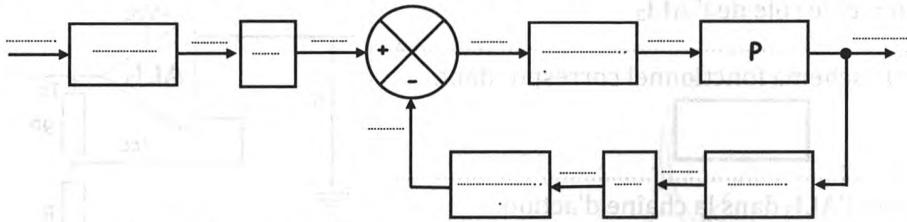
### B.7 : Etude de l'étage de puissance :

1 - Compléter le tableau suivant en indiquant l'état des diodes (Passante « P » ou bloquée « B »), l'état des transistors (Saturé « S » ou bloqué « B »), et le sens de rotation du moteur (Avant ou arrière) sachant que le sens avant est obtenu lorsque le courant circule de X vers Y :

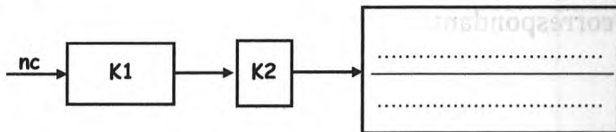
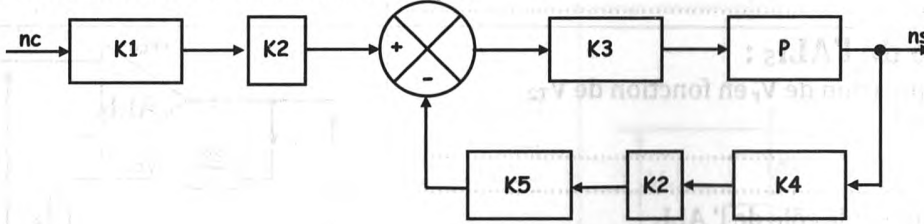


	Etat de		Etat de				Sens du moteur
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
U <sub>P</sub> < 0	...	...	...	...	...	...	.....
U <sub>P</sub> = 0	...	...	...	...	...	...	.....
U <sub>P</sub> > 0	...	...	...	...	...	...	.....

2 - Compléter le schéma fonctionnel suivant relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma structurel du dossier technique de la page 2,



3- En appliquant la formule de BLACK réduire le schéma fonctionnel suivant en un seul bloc et en déduire la Fonction de transfert  $T = ns/nc$



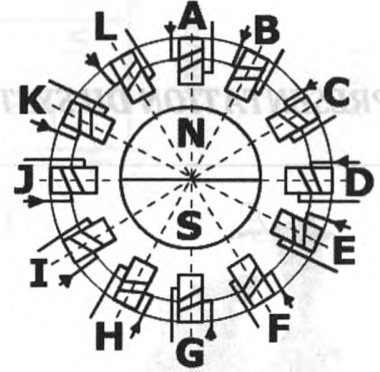
# ELECTROTECHNIQUE

## B.8 : Etude du moteur pas à pas de l'orientation de la roue avant

1.a) Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnel symétrique** : 1pt

Le moteur pas à pas est représenté comme suite :

m	p	K1	K2	Np/t



b) On donne la séquence de commutation suivante :  
Compléter la position du roto dans chaque cas :

A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L

c) Calculer le pas angulaire en radian :

.....

2- a) Comment doit-on réaliser le branchement des phases pour que le moteur soit à commutation **bidirectionnelle symétrique** ?

.....

b) Donner une séquence de commutation dans le sens horaire :

(DJ) ; (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....); (.....)

3. a) Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnelle asymétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t

b) Donner une séquence de commutation dans le sens anti-horaire :

E ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ; ..... ;

4- Compléter le tableau suivant en calculant l'écart angulaire, et en précisant le mode de pas et le type du moteur :

	Mode de pas	$\alpha_p$	Type du moteur
Commutation unidirectionnelle symétrique	.....	.....	.....
Commutation bidirectionnelle symétrique	.....	.....	.....
Commutation unidirectionnelle asymétrique	.....	.....	.....

# DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3.1

## TRICYCLE ELECTRIQUE

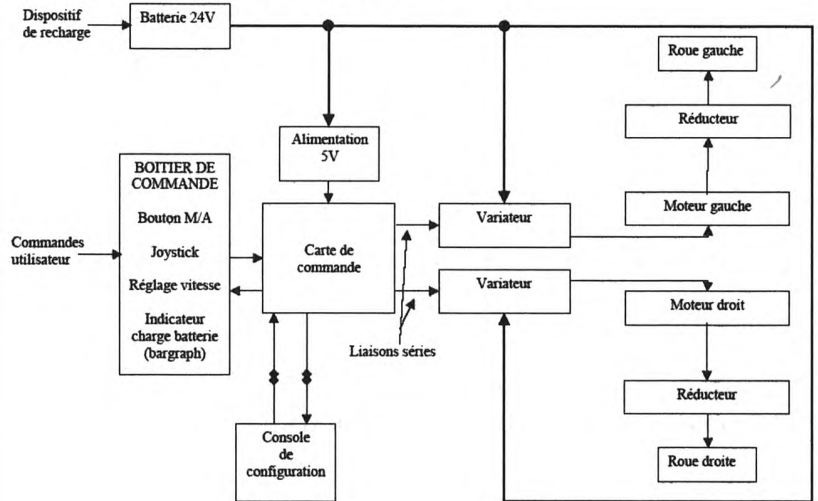
### Dossier technique

#### I - PRESENTATION DU SYSTEME :

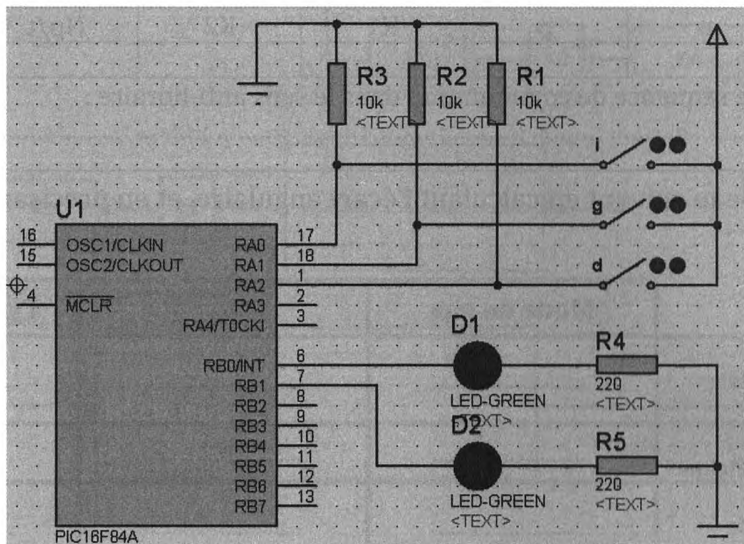


Afin de faciliter le déplacement dans les grandes surfaces, les tricycles sont électriquement motorisés. La motricité est assurée par un moteur à courant continu. L'asservissement de la vitesse et la commande de puissance des motos réducteurs sont effectués par une carte électronique. L'orientation de la roue avant est assurée par un moteur pas à pas.

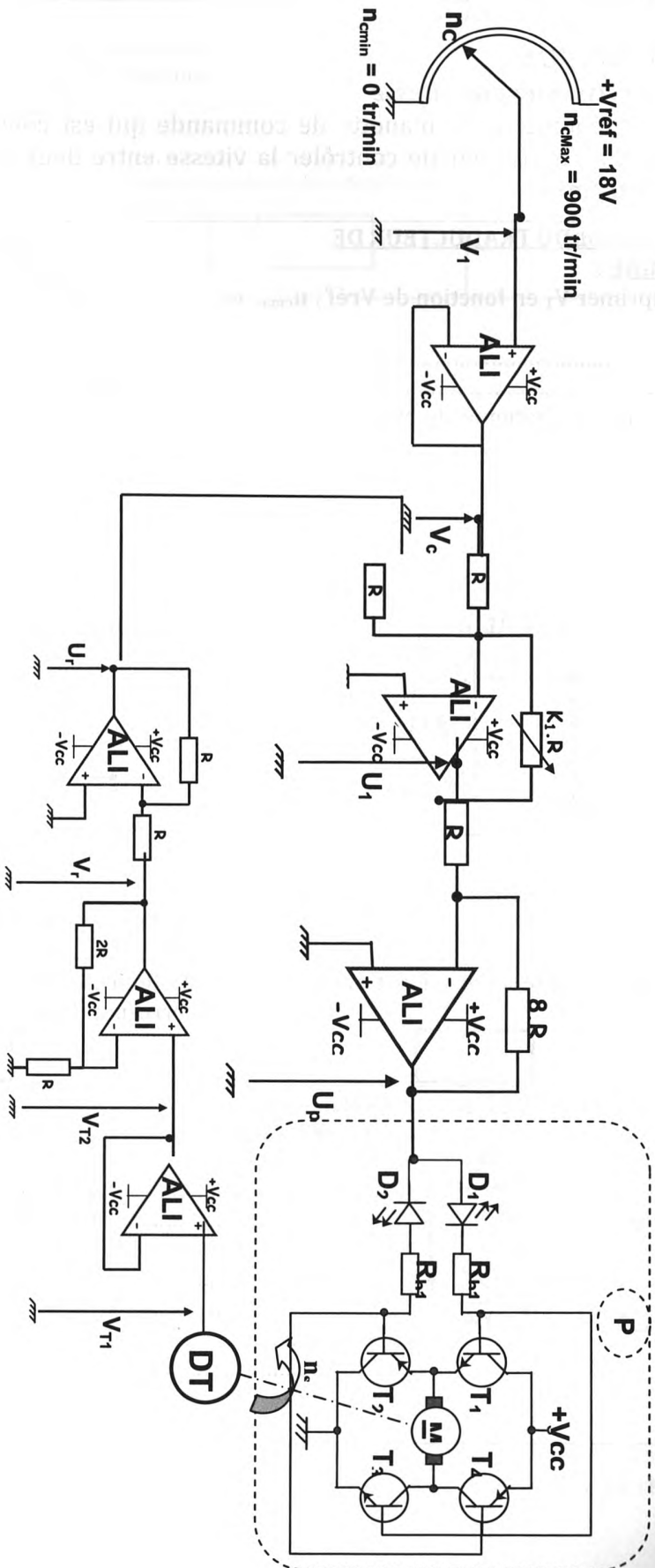
#### ORGANISATION MATERIELLE DE LA CHAÎNE FONCTIONNELLE DU TRICYCLE



#### Schéma de câblage sur ISIS



Asservissement de vitesse





**A - AUTOMATIQUE**

**A.1 : Asservissement de vitesse**

Le tricycle est équipé d'une manette de commande qui est constituée d'un potentiomètre  $P_1$  qui permet à l'utilisateur de contrôler la vitesse entre deux valeurs limites  $n_{cmin} = 0$  et  $n_{cmax} = 1000$  tr/min

**A.1.1 : ETUDE DU TRADUCTEUR DE**

**CONSGNE :**

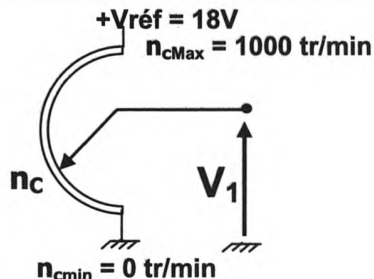
1 - Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_{réf}$  ;  $n_{cmax}$  et  $n_c$

.....

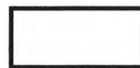
2 - Calculer le contenu du bloc

.....

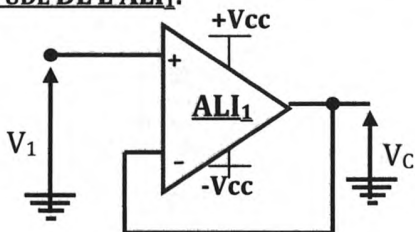
.....



3 - représenter le schéma fonctionnel correspondant.



**A.1.2 : ETUDE DE L'ALI1:**



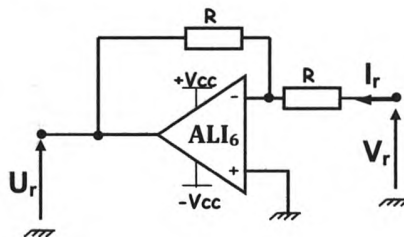
1 - Exprimer la tension de sortie  $V_c$  en fonction de  $V_1$

.....

2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant



**ETUDE DE L'ALI6:**



1 - Exprimer la tension  $U_r$  fonction de  $V_r$

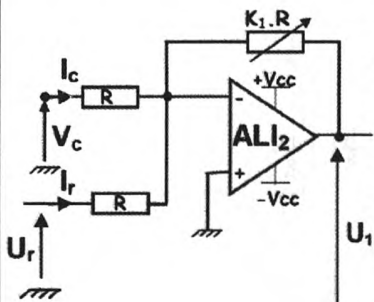
.....

2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant



**A.1.3 : ETUDE DE L'ALI2:**

1 - Montrer que :  $U_1 = -K_1(V_c + V_r)$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

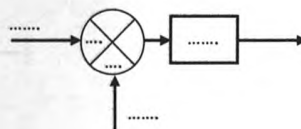
.....

.....

.....

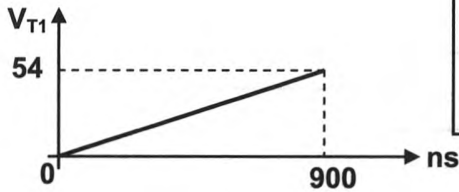
.....

2 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant



**A.1.4 : ETUDE DE LA DT :**

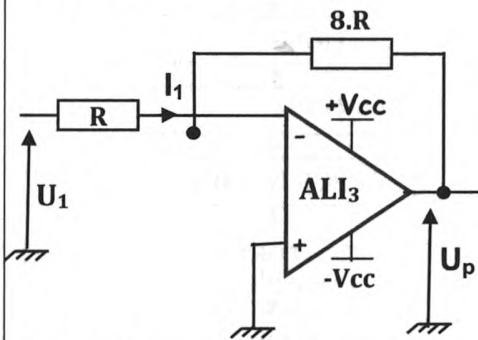
La variation de  $V_{T1}$  en fonction de  $n_s$  est donnée par la courbe suivante



<p><b>1 - Exprimer <math>V_{T1}</math> en fonction de <math>n_s</math></b>                  .....                  .....                  .....</p> <p><b>2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant</b></p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 10px auto;"></div>	<p><b>3 - Donner le rôle de la DT</b>                  .....</p>
---	--

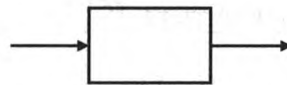
**4 - Pour une vitesse de sortie  $n_{s2} = 300$  tr/mn. Calculer la valeur de  $V_{T12}$  correspondant :**  
 .....

**A.1.5 : ETUDE DE L'ALI<sub>3</sub>:**

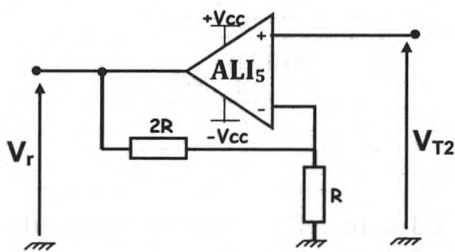


**1 - Montrer que  $U_p = -8 U_1$**   
 .....  
 .....

**4 - Donner le schéma en bloc correspondant.**

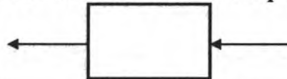


**A.1.6 : ETUDE DE L'ALI<sub>5</sub>:**

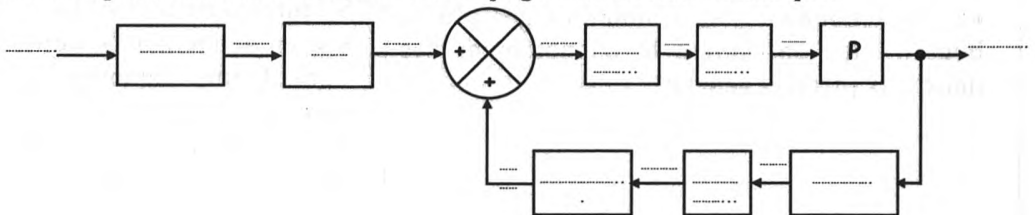


**1 - Montrer que  $V_r = 3 V_{T2}$**   
 .....  
 .....

**4 - Donner le schéma en bloc correspondant.**

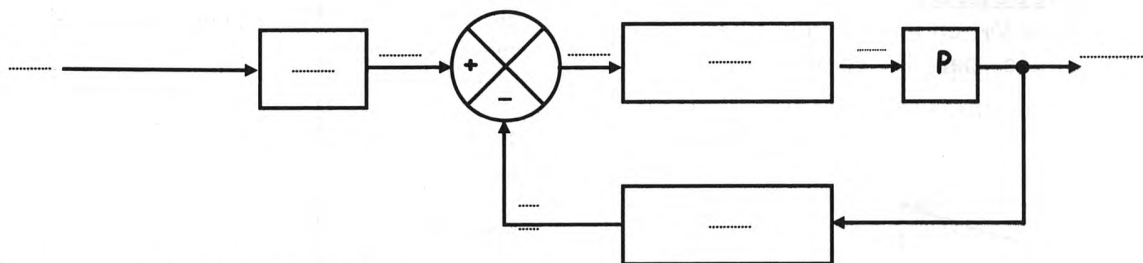


**A.1.7 - Compléter le schéma fonctionnel suivant relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma de la page 2 du dossier technique.**



**A.1.8 - Compléter le schéma fonctionnel suivant relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma de la page 2 du dossier technique en remplaçant le sommateur en un comparateur.**





**A.2 : LES MICROCONTROLEURS**

**B .2.1 - Compléter l'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle sachant que :**

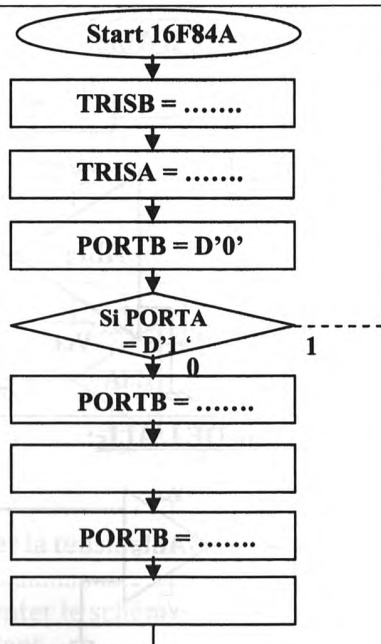
\* Si l'interrupteur (**i = 0**)  
on obtient le Clignotement des deux feux  
(droit et gauche)

		RA0 = i
LED G (gauche) Avant	} RB0 clignote	0
LED G (gauche) Arrière		
LED D (Droite) Avant	} RB1 clignote	0
LED D (Droite) Arrière		

\* Si l'interrupteur (**i = 1**)  
Les feux droit et gauche seront éteints

		RA0 = i
Les deux LED (Gauche)	RB0 = 0	1
Les deux LED (Droite)	RB1 = 0	1

**NB :** Pour tout le problème on prendra une temporisation  $T_1 = 1s$



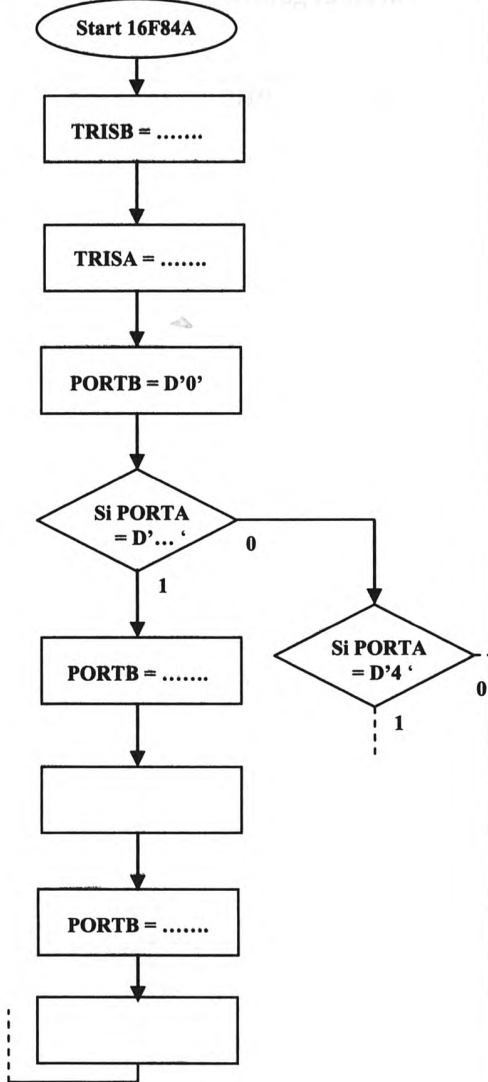
**A.2.2- Compléter l'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle sachant que :**

\* Si l'interrupteur (**i = 0**)  
• Si en actionnant soit le bouton « g », soit le bouton « d » on obtient le Clignotement des deux feux (droit et gauche)

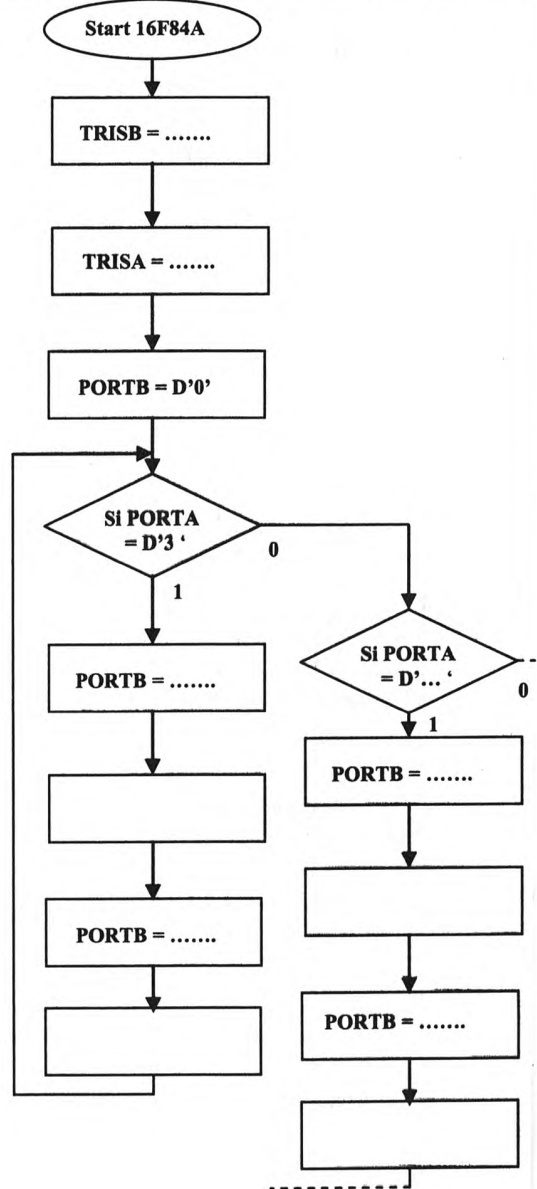
**A .2.3- Compléter l'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle sachant que :**

\* Si l'interrupteur (**i = 1**)  
• Si en actionnant le bouton « g » On obtient un Clignotement des feux gauches  
• Si en actionnant le bouton « d » On obtient un Clignotement des feux droits

		RA2	RA1	RA0
		d	g	i
LED G et LED D clignote	RB0	0	1	0
LED G et LED D clignote t	RB1	1	0	0



		RA2	RA1	RA0
		d	g	i
LED G (gauche)	RB0	0	1	1
LED D (Droite)	RB1	1	0	1



**B.2.4 - Compléter l'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle sachant que :**

\* Si l'interrupteur (**i = 1**) :

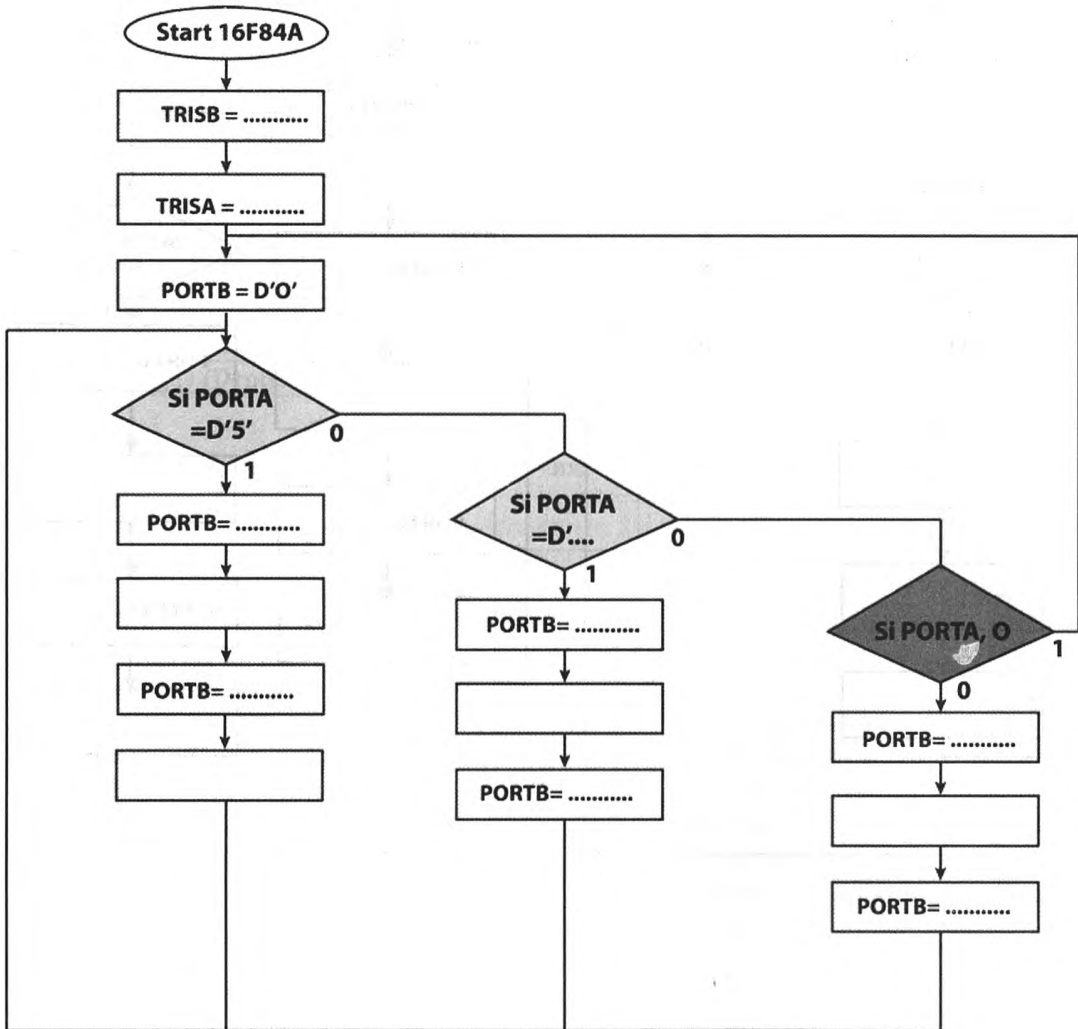
- Si en actionnant le bouton « **g** » On obtient un Clignotement des feux gauches
- Si en actionnant le bouton « **d** » On obtient un Clignotement des feux droits

		RA2	RA1	RA0
		d	g	i
LED G (gauche)	RB0	0	1	1
LED D (Droite)	RB1	1	0	1

\* Si l'interrupteur (**i = 0**) :

Quelque soit l'état des boutons « **g** » et « **d** » on obtient le Clignotement des deux feux (droit et gauche)

		RA2	RA1	RA0
		d	g	i
LED G et LED D clignotent	RB0	0	1	0
LED G et LED D clignotent	RB1	1	0	0



## DEVOIR DE SYNTHESE N°3.2

### CHAÎNE DE PRODUCTION DES CAPSULES A GAZ

#### Dossier technique

#### Mise en situation :

L'exploitation de certains brûleurs à gaz nécessite l'utilisation de capsules métalliques dites "capsules à gaz" (bouteilles à gaz) remplies d'un gaz approprié ex : butane, etc...

Le système à étudier fait partie d'une chaîne de fabrication des capsules à gaz. (Voir Fig.1). Cette chaîne est composée de :

- ☛ Poste N°1 : Fabrication des deux parties de la capsule.
- ☛ Poste N°2 : Assemblage des deux parties de la capsule.
- ☛ Poste N°3 : Soudage des deux parties de la capsule.

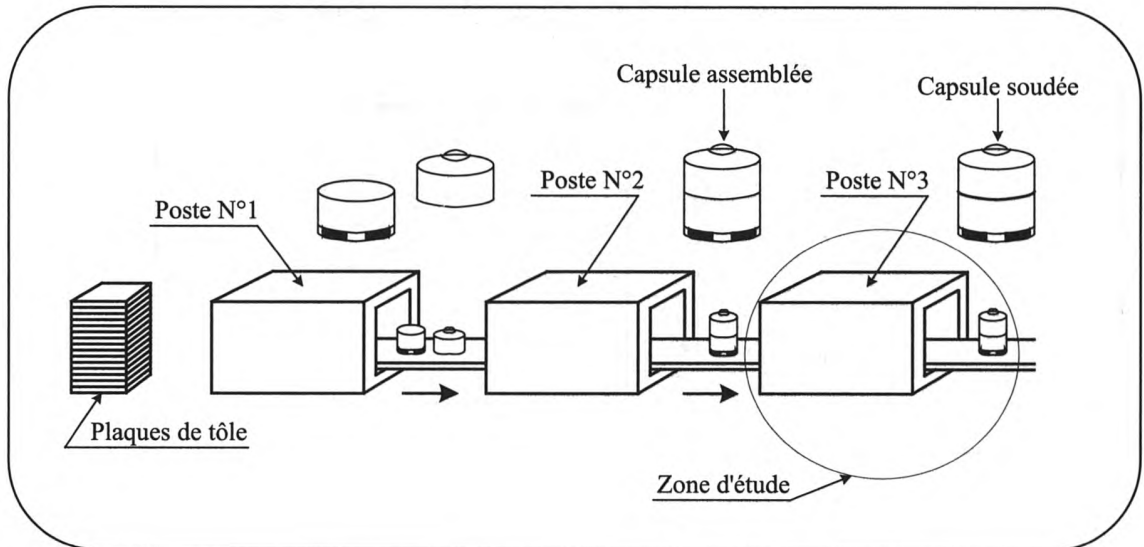


Fig. 1 chaîne de production des capsules à gaz

#### Description du fonctionnement :

L'étude portera uniquement sur le poste de soudage (Fig.2)

Une fois assemblées, les deux parties de la capsule arrivent au poste de soudage par un transporteur à bande T1.

La présence d'une capsule assemblée, détectée par un capteur P1, provoque successivement :

- ☛ La mise en position de la capsule assemblée sur le plateau par le vérin C1 ;
- ☛ Le serrage de cette capsule par le vérin C2 ;
- ☛ L'avance du pistolet de soudage par le vérin C3 jusqu'à la position de soudage réglée par une butée (non représenté) ;
- ☛ L'ouverture de l'arrivée du gaz de protection de soudage (gaz neutre) par électrovanne E1, la rotation de la capsule à souder par le moteur M1, l'alimentation en courant de soudage

et de la mise en marche du moteur **M2** de débitage du fil de soudage. Ces actions sont simultanées.

Après un tour complet de la capsule (capsule soudée), détectée par le capteur **S7**, On réalise successivement :

- ① L'arrêt simultané du débit du gaz de protection, du moteur **M2** de dévidage du fil et de l'alimentation du courant de soudage ;
- ② Le recul du pistolet de soudage ;
- ③ La montée du vérin de serrage **C2** ;
- ④ Le déchargement de la capsule par le vérin **C4** sur le transporteur à bande **T2**.

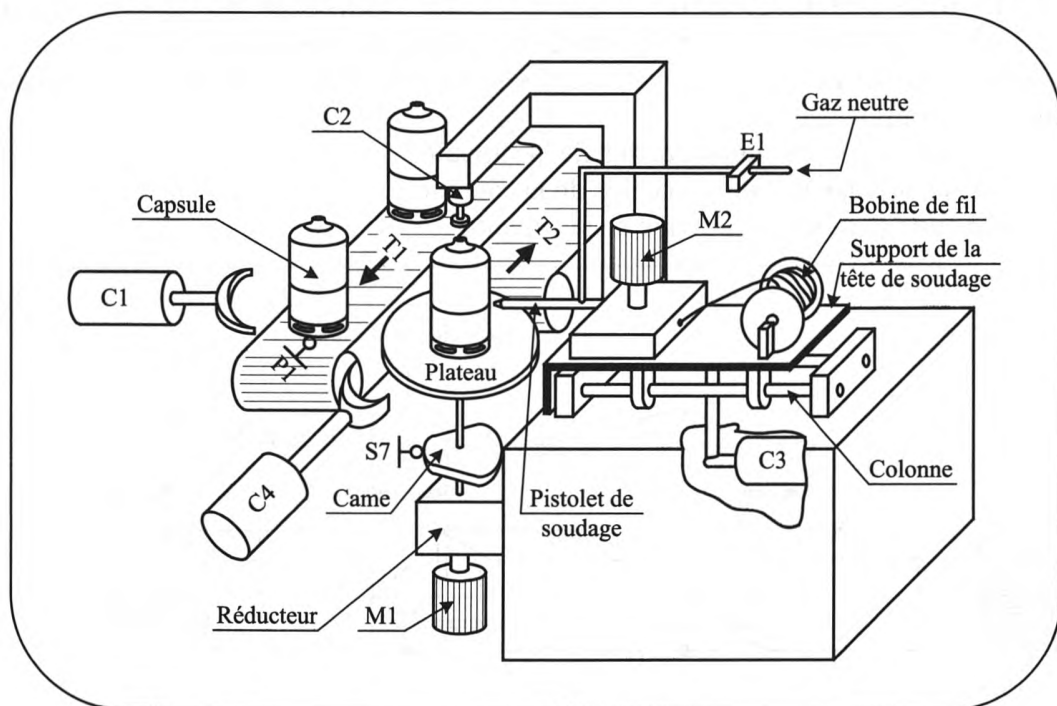


Fig. 2 Poste de soudage

**Table d'affectation :**

Opération	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Serrage et desserrage	Vérin double effet C2	Distributeur M2 5/2	L21, L20
Transfert de la capsule sur le plateau	Vérin double effet C1	Distributeur M1 5/2	L11, L10
Avance et recul du pistolet	Vérin double effet C3	Distributeur M3 5/2	L31, L30
Dégagement	Vérin simple effet C4	Distributeur M4 3/2	L41
Ouverture et fermeture du gaz	Electrovanne E1	Electro-aimant KE	
Rotation de la capsule	Moteur M1	Contacteur KM1	S2
Vidange de fil de soudage	Moteur M2	Contacteur KM2	
Soudage	Résistance chauffante R		

Présence capsule			P1
Départ cycle			m
Fin de soudage			S7
Cycle/cycle			S1
Cycle continu			S1

### Commande du moteur pas à pas unipolaire

Le moteur pas à pas est commandé par un microcontrôleur **16F84A** et doit être utilisé avec un circuit de puissance **ULN2003A**.

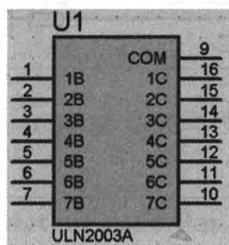


Figure 1

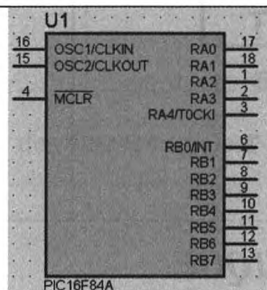


Figure 2

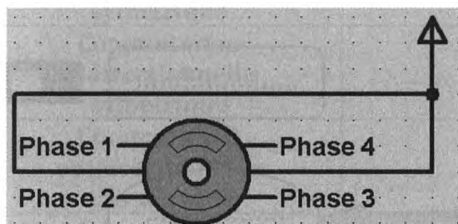


Figure 3

Si **SM = 1** → Sens avant (sens horaire)  
 Si **SM = 0** → Sens arrière (sens antihoraire)  
 RB0, RB1, RB2, RB3 sont affectés respectivement au phase 1, phase 2, phase 3, phase 4.

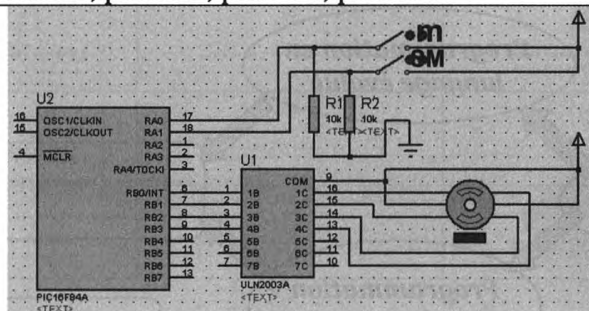


Figure 6

Temporisation = 1s

Le fonctionnement du moteur pas à pas est décrit par les chronogrammes suivant :

SM = 1

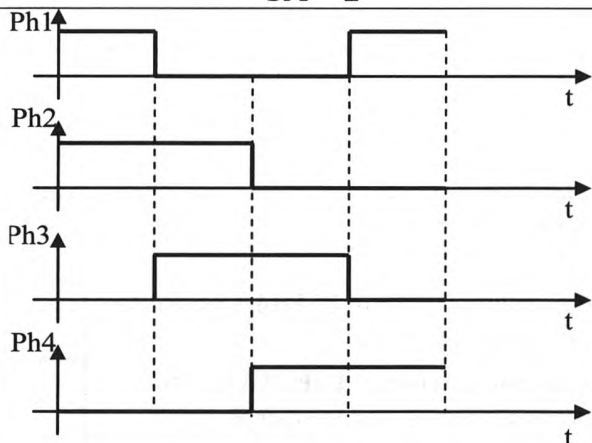


Figure 4

SM = 0

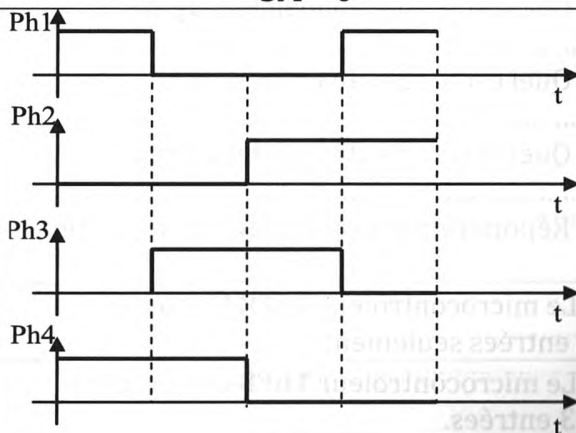


Figure 5



Schéma structurel du moteur

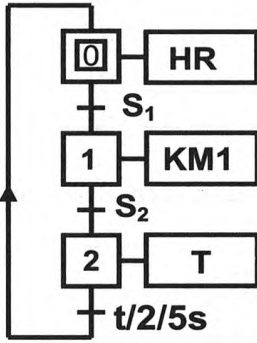


Figure 7

Carte de commande du moteur M1

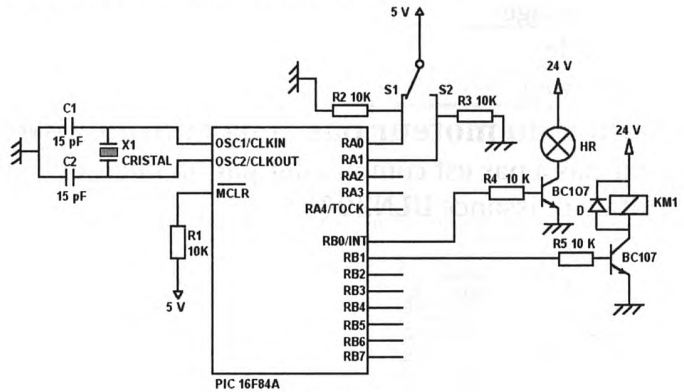


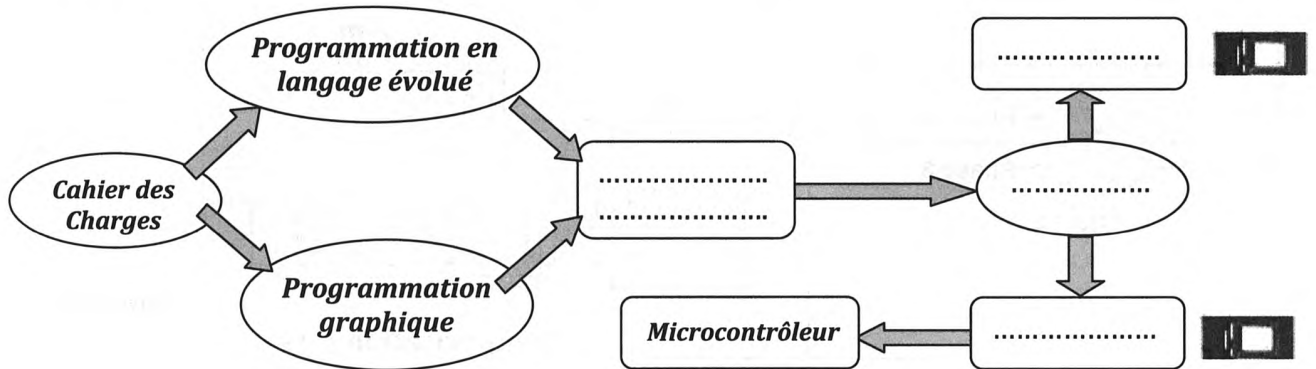
Figure 8

A) AUTOMATIQUE

A -1 : Analyse fonctionnelle de la partie commande :

A-1-1) Microcontrôleur

1) Placer les indications suivantes sur le schéma : Fichier . Hex ; Compilateur ; Simulation sur ISIS ; Icprog ;



2) Quel est le rôle du logiciel **Logipic** ?

3) Quel est le rôle du logiciel **ISIS** ?

4) Quel est le rôle du logiciel **icprog** ?

5) Répondre par **vrai** ou **faux** aux questions suivantes :

- Le microcontrôleur <b>16F84A</b> possède <b>5</b> entrées seulement.	<input type="checkbox"/>	- Le microcontrôleur <b>16F84A</b> possède <b>13</b> entrées/sorties.	<input type="checkbox"/>
- Le microcontrôleur <b>16F84A</b> possède <b>13</b> entrées.	<input type="checkbox"/>	- Le microcontrôleur <b>16F84A</b> possède <b>8</b> entrées/sorties sur le port B.	<input type="checkbox"/>
- Le microcontrôleur <b>16F84A</b> possède <b>5</b> entrées/sorties sur le port A.	<input type="checkbox"/>	- Les broches du port <b>B</b> servent comme des entrées/sorties	<input type="checkbox"/>



6) Donner les significations des symboles suivants :

<p>2</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">             TRISB = D'0'           </div> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>5</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">             Tempo: T_2_5000000µs           </div> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>3</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">             si PORTA = D'1'           </div> <p style="text-align: right;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--	--

s

7) En se référant au datasheet du 16F84A, donner le nombre des entrées sorties:

.....

### A-1-2) Moteur Pas à Pas

Compléter le tableau suivant pour **m = 4** et **p = 1**:

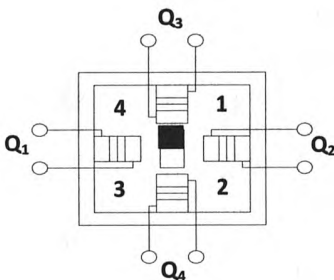
	Nombre de pas par tour	Mode de pas	Type de moteur
<b>Commutation unidirectionnelle symétrique</b>	.....	.....	.....
<b>Commutation bidirectionnelle symétrique</b>	.....	.....	.....
<b>Commutation unidirectionnelle asymétrique</b>	.....	.....	.....
<b>Commutation bidirectionnelle asymétrique</b>	.....	.....	.....

### A -2 : Etude du moteur Pas à Pas :

Le pistolet de soudure est contrôlé en température par action sur le débit du gaz neutre. Pour cela on désire remplacer l'électrovanne **E1** par un moteur pas à pas.

Dont la commutation est **unidirectionnelle**

Figure a



1) Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnel symétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t

2) On veut doubler le nombre de pas par tours toujours à commutation **unidirectionnelle** :

a) Que faut-il faire dans ce cas

.....  
.....

b) Quel est le mode de pas dans ce cas.

.....



3) Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnelle asymétrique**

<b>m</b>	<b>p</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>Np/t</b>

4) En se référant au schéma « Figure a » :

4-1) Compléter le tableau suivant :

Phases excitées				Position
Q4	Q3	Q2	Q1	
				1
				2
				3
				4

a) Quelle est le type de la commutation.

.....  
 .....

b) Quel est le type du moteur.

.....  
 .....

c) Déterminer le nombre de pas par tour.

.....  
 .....

4-2) Compléter le tableau en indiquant la séquence de commutation pour que le moteur tourne dans le sens contraire.

Q4	Q3	Q2	Q1
0	1	1	0

a) Quel est le mode de pas ?

.....  
 .....

b) Déterminer le pas angulaire du moteur.

.....  
 .....

4-3) On pilote ce moteur par demi-pas

a) Donner le type de commutation : .....

b) Déterminer le nombre de pas par tour : .....

c) Donner la séquence de commutation dans ce cas: .....

.....

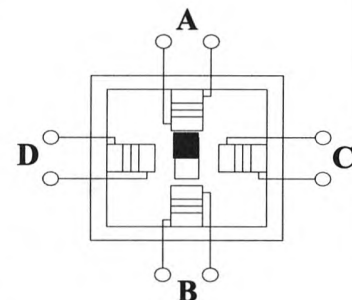
5) On désire obtenir un pas de 90° dans le sens anti-horaire en excitant à chaque fois une seule phase.

a) Sachant qu'à l'état initial seul la phase A est excitée, déterminer la nature de la commutation, justifier votre réponse.

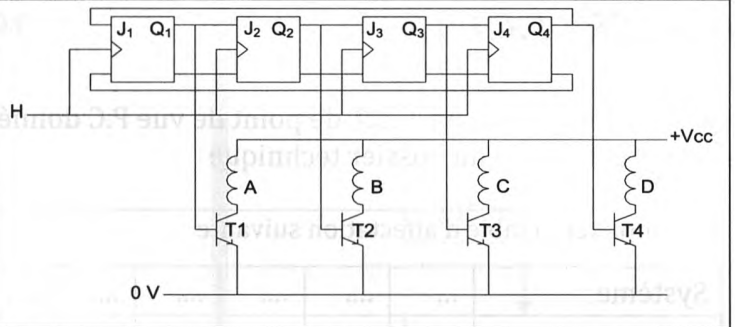
.....

b) Donner l'ordre d'alimentation des phases : .....

c) En se référant au circuit de commande du moteur ci-après et au séquence d'alimentation des phases, compléter la table de séquence ainsi que les états des transistors (Bloqué « B » ou Saturé « S ») à chaque pas.



Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>	T1	T2	T3	T4



**A -3 : commande du moteur Pas à Pas par microcontrôleur :**

Le pistolet de soudure est contrôlé en température par action sur le débit du gaz neutre. Pour cela on désire remplacer l'électrovanne E1 par un moteur pas à pas dont la commande est à base de microcontrôleur 16F84A (voir dossier technique : commande du moteur pas à pas).

3-1) En se référant aux chronogrammes du dossier technique page 3 figure 4 et 5

Compléter le tableau suivant.

SM = 1					SM = 0				
Ph4	Ph3	Ph2	Ph1	Dec	Ph4	Ph3	Ph2	Ph1	Dec

3-2) Gestion de la commande du moteur pas à pas

En se référant au schéma structurel de la carte de commande de ce moteur donné à la page 3 figure 6 du dossier technique compléter le tableau suivant :

3-3) Configuration des ports :

TRISA=....				RA4	RA3	RA2	RA1	RA0
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
TRISB=....	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

3-4) Compléter l'algorithme (page 5) du moteur pas à pas sachant que :

La mise en marche est assurée par un interrupteur « m »

\* Un sélecteur « SM » permet de choisir le sens de rotation :

SM = 1 (chronogramme figure 4)

SM = 0 (chronogramme figure 5)

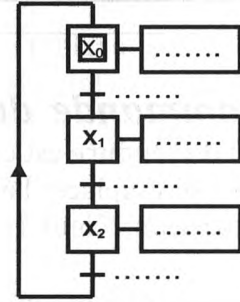
**A -4 :GRA.F.C.E.T:**

En se référant au GRA.F.C.E.T de point de vue P.C donné à la page 3 figure 7 et au schéma structurel figure 8 du dossier technique

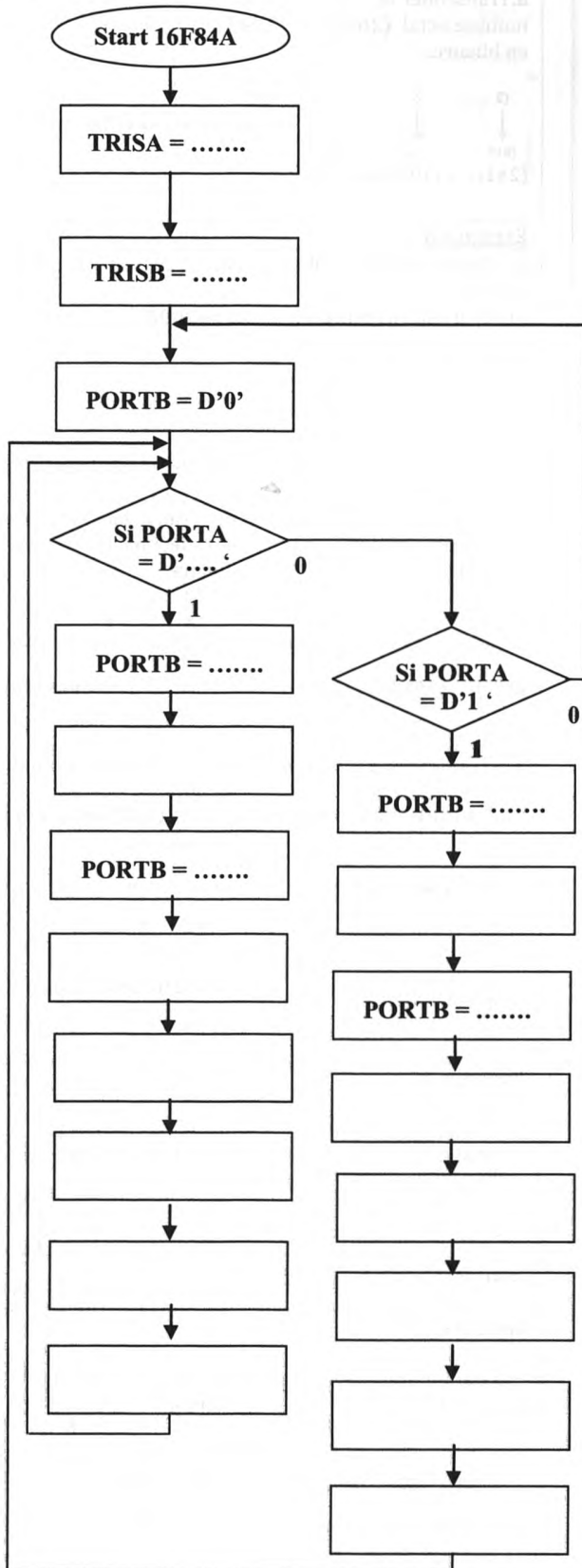
1) compléter la table d'affectation suivante

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

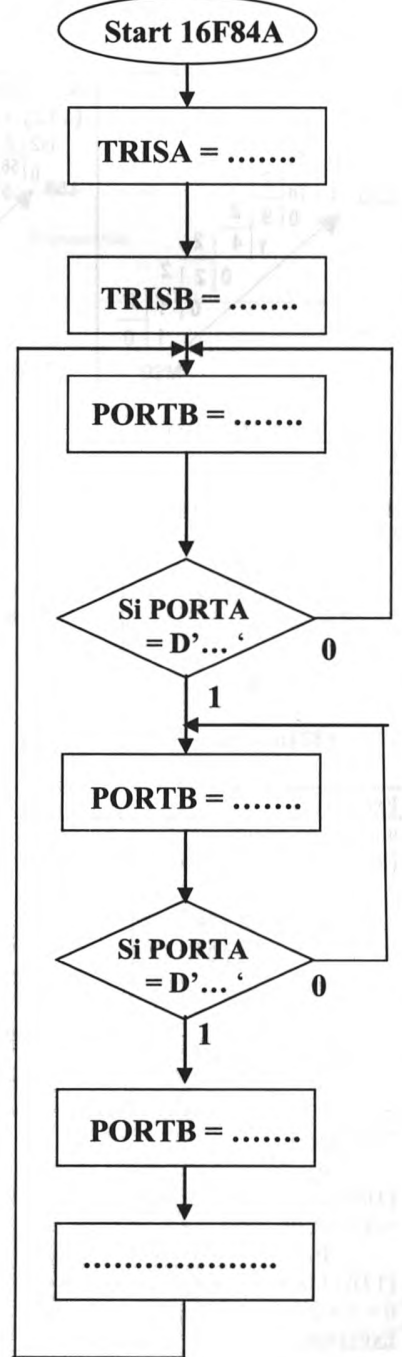
2) compléter le GRAFCET codé microcontrôleur



### Algorithme Moteur Pas à Pas



### Algorithme GRAFCET



**Chapitre A1 : Système de numération et codes**

**Exercice 1**

<p><b>a. Coder le nombre <math>(37)_{10}</math> en binaire</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>37 \begin{array}{l} 2 \\ 18 \ 2 \\ 0 \ 9 \ 2 \\ 1 \ 4 \ 2 \\ 0 \ 2 \ 2 \\ 0 \ 1 \ 2 \\ 1 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(37)_{10} = (100101)_2</math></p>	<p><b>b. Coder le nombre <math>(112)_{10}</math> en binaire</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>112 \begin{array}{l} 2 \\ 56 \ 2 \\ 0 \ 28 \ 2 \\ 0 \ 14 \ 2 \\ 0 \ 7 \ 2 \\ 1 \ 3 \ 2 \\ 1 \ 1 \ 2 \\ 1 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(112)_{10} = (1110000)_2</math></p>
---	--

**Exercice 2**

<p><b>a. Coder le nombre <math>(37)_{10}</math> en octal.</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>37 \begin{array}{l} 8 \\ 5 \ 4 \ 8 \\ 4 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(37)_{10} = (45)_8</math></p>	<p><b>b. Coder le nombre <math>(112)_{10}</math> en octal.</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>112 \begin{array}{l} 8 \\ 0 \ 14 \ 8 \\ 6 \ 1 \ 8 \\ 1 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(112)_{10} = (160)_8</math></p>
---	---

**Exercice 3**

<p><b>a. Coder le nombre <math>(37)_{10}</math> en hexadécimal.</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>37 \begin{array}{l} 16 \\ 5 \ 2 \ 16 \\ 2 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(37)_{10} = (25)_{16}</math></p>	<p><b>b. Coder le nombre <math>(59)_{10}</math> en hexadécimal.</b></p> <div style="text-align: right;"> <math>59 \begin{array}{l} 16 \\ B \ 11 \ 3 \ 16 \\ 3 \ 0 \end{array}</math> </div> <p style="text-align: right;">MSB</p> <p><math>(59)_{10} = (3B)_{16}</math></p>
--	---

**Exercice 4**

- a. Décoder le nombre binaire  $(100101)_2$**   
 $(100101)_2 = 1x2^5 + 0x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 = 32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 = (37)_{10}$
- b. Décoder le nombre binaire  $(11011)_2$**   
 $(11011)_2 = 1x2^4 + 1x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 + 1x2^0 = 16 + 8 + 0 + 2 + 1 = (27)_{10}$

**Exercice 5**

- a. Décoder le nombre octal  $(45)_8$**   
 $(45)_8 = 4x8^1 + 5x8^0 = 32 + 5 = (37)_{10}$
- b. Décoder le nombre octal  $(146)_8$**   
 $(146)_8 = 1x8^2 + 4x8^1 + 6x8^0 = 64 + 32 + 6 = (102)_{10}$

**Exercice 6**

- a. Décoder le nombre hexadécimal  $(25)_{16}$**   
 $(25)_{16} = 2x16^1 + 5x16^0 = 32 + 5 = (37)_{10}$
- b. Décoder le nombre hexadécimal  $(A5F)_{16}$**   
 $10x16^2 + 5x16^1 + 15x16^0 = 2560 + 80 + 15 = (2655)_{10}$

**Exercice 7**

<p><b>a. Transcoder le nombre octal <math>(261)_8</math> en binaire.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccc} (2) &amp; (6) &amp; (1)_8 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (010) &amp; (110) &amp; (001)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(261)_8 = (10110001)_2</math></p>	<p><b>b. Transcoder le nombre octal <math>(1047)_8</math> en binaire.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (1) &amp; (0) &amp; (4) &amp; (7)_8 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (001) &amp; (000) &amp; (100) &amp; (111)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(1047)_8 = (1000100111)_2</math></p>
---	---

**Exercice 8**

<p><b>a. Transcoder le nombre binaire <math>(11010110101000)_2</math> en octal.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccccc} (011) &amp; (010) &amp; (110) &amp; (101) &amp; (000)_2 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (3) &amp; (2) &amp; (6) &amp; (5) &amp; (0)_8 \end{array}</math> </div> <p><math>(11010110101000)_2 = (32650)_8</math></p>	<p><b>b. Transcoder le nombre binaire <math>(10000111010110)_2</math> en octal.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccccc} (100) &amp; (000) &amp; (111) &amp; (010) &amp; (110)_2 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (4) &amp; (0) &amp; (7) &amp; (2) &amp; (6)_8 \end{array}</math> </div> <p><math>(10000111010110)_2 = (40726)_8</math></p>
--	--

**Exercice 9**

<p><b>c. Transcoder le nombre hexadécimal <math>(A5F)_{16}</math> en binaire.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccc} (A) &amp; (5) &amp; (F)_{16} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (1010) &amp; (0101) &amp; (1111)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(A5F)_{16} = (101001011111)_2</math></p>	<p><b>d. Transcoder le nombre hexadécimal <math>(20C)_{16}</math> en binaire.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccc} (2) &amp; (0) &amp; (C)_{16} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (0010) &amp; (0000) &amp; (1100)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(20C)_{16} = (1000001100)_2</math></p>
---	---

**Exercice 10**

<p><b>a. Transcoder le nombre binaire <math>(1101110010011010)_2</math> en hexadécimal.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (1101) &amp; (1100) &amp; (1001) &amp; (1010)_2 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (D) &amp; (C) &amp; (9) &amp; (A)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(1101110010011010)_2 = (DC9A)_{16}</math></p>	<p><b>b. Transcoder le nombre binaire <math>(1001110010001111)_2</math> en hexadécimal.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (1001) &amp; (1100) &amp; (1000) &amp; (1111)_2 \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (9) &amp; (C) &amp; (8) &amp; (F)_2 \end{array}</math> </div> <p><math>(1001110010011010)_2 = (9C8F)_{16}</math></p>
--	--

**Exercice 11**

<p><b>a. Décoder le nombre <math>(1001\ 0101\ 0110\ 0001)_{BCD}</math>.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (1001) &amp; (0101) &amp; (0110) &amp; (0001)_{BCD} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (9) &amp; (5) &amp; (6) &amp; (1)_{10} \end{array}</math> </div> <p><math>(1001\ 0101\ 0110\ 0001)_{BCD} = (9561)_{10}</math></p>	<p><b>b. Décoder le nombre <math>(0111\ 0100\ 0000\ 0111)_{BCD}</math>.</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (0111) &amp; (0100) &amp; (0000) &amp; (0111)_{BCD} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (7) &amp; (4) &amp; (0) &amp; (3)_{10} \end{array}</math> </div> <p><math>(0111\ 0101\ 0110\ 0001)_{BCD} = (7403)_{10}</math></p>
---	---

**Exercice 12**

<p><b>a. Coder en B.C.D le nombre décimal 801</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{ccc} (8) &amp; (0) &amp; (1)_{10} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (1000) &amp; (0000) &amp; (0001)_{BCD} \end{array}</math> </div> <p><math>(801)_{10} = (1000\ 0000\ 0001)_{BCD}</math></p>	<p><b>b. Coder en B.C.D le nombre décimal 3796 :</b></p> <div style="text-align: center;"> <math>\begin{array}{cccc} (3) &amp; (7) &amp; (9) &amp; (6)_{10} \\ \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow &amp; \downarrow \\ (0011) &amp; (0111) &amp; (1001) &amp; (0110)_{BCD} \end{array}</math> </div> <p><math>(3796)_{10} = (0011\ 0111\ 1001\ 0110)_{BCD}</math></p>
---	--

**Exercice 13**

**a.** Transcoder le nombre binaire naturel  $(111)_{BN}$  en binaire réfléchi.

$$\begin{array}{r} 111 \\ + 111 \\ \hline = 100 \end{array} \times$$

$(111)_{BN} = (100)_{BR}$

**b.** Transcoder le nombre binaire naturel  $(1010)_{BN}$  en binaire réfléchi.

$(1010)_{BN} = (1111)_{BR}$

**Exercice 14**

**a.** Transcoder le nombre binaire réfléchi  $(1010)_{BR}$  en binaire naturel.

$(1010)_{BR} = (1100)_{BN}$

**b.** Transcoder le nombre binaire réfléchi  $(1111)_{BR}$  en binaire naturel.

$(1111)_{BR} = (1010)_{BN}$

**Exercice 15**

Ecrire Gray en ASCII.

	G	r	a	y
Code du caractère	Binaire	100 0111	111 0010	110 0001 111 1001
	Décimal	71	114	97
	Hexadécimal	47	72	61

**Chapitre 2 : LA LOGIQUE COMBINATOIRE**

**Exercices de compréhension**

**Exercices 1**

Fonction OU

Fonction ET

Fonction NAND

Fonction NOR

Fonction XOR

**Exercices 2**

(+)  Opérateur (OU exclusif)

(•)  Opérateur (OU)

(.)  Opérateur (ET)

( )  Opérateur (NAND)

( )  Opérateur (ET inclusif)

( )  Opérateur (NOR)

**Exercice 3**

Lampe

Interrupteur

Combinaison d'Interrupteurs

Moteur

Bouton-poussoir

Sonnerie

Fonction logique

Variable de sortie

Variable logique d'entrée

**Exercice 4 : Coche la bonne réponse**

Les tableaux de Karnaugh sont surtout utilisés : pour simplifier des équations logiques

**Exercices d'application**

**Exercice 1**

$X_0 = 1$	$X_1 = 0$	$X_2 = a_0 \cdot \bar{a}_2$	$X_3 = \bar{a}_0 \cdot a_2$
$X_4 = a_0 \cdot \bar{a}_2$	$X_5 = a_0 \cdot a_2$	$X_6 = \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2$	$X_7 = \bar{a}_1 \cdot a_2$
$X_8 = \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2$	$X_9 = \bar{a}_1 \cdot a_2$	$X_{10} = \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0$	$X_{11} = \bar{a}_1 \cdot a_0$
$X_{12} = \bar{a}_1 \cdot a_0$	$X_{13} = \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0$	$X_{14} = \bar{a}_1$	$X_{15} = a_1$
$X_{16} = a_0$	$X_{17} = \bar{a}_0$	$X_{18} = a_2$	$X_{19} = \bar{a}_2$
$X_{20} = \bar{a}_1 + a_0$	$X_{21} = a_1 + a_0$	$X_{22} = \bar{a}_1 + \bar{a}_0$	$X_{23} = a_1 + \bar{a}_0$
$X_{24} = a_2 + \bar{a}_0$	$X_{25} = \bar{a}_2 + \bar{a}_0$	$X_{26} = 1$	$X_{27} = 0$
$X_{28} = \bar{a}_1$	$X_{29} = a_2$	$X_{30} = a_0$	$X_{31} = a_2 + \bar{a}_0$

**Exercice 2**

$Y_0 = \bar{a}_1$	$Y_1 = a_0$	$Y_2 = a_1$	$Y_3 = \bar{a}_0$
$Y_4 = \bar{a}_3$	$Y_5 = a_2$	$Y_6 = a_3$	$Y_7 = \bar{a}_2$
$Y_8 = a_3 + a_0$	$Y_9 = \bar{a}_2 + a_0$	$Y_{10} = a_2 + a_0$	$Y_{11} = \bar{a}_3 + a_0$
$Y_{12} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_2 \cdot a_0 + a_2 \cdot \bar{a}_0$	$Y_{13} = \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 + a_3 \cdot a_1$	$Y_{14} = a_0 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_0 \cdot a_1$	$Y_{15} = a_0 \cdot a_2$
$Y_{16} = \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + \bar{a}_3 \cdot a_1 \cdot a_0 + a_2 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + a_2 \cdot a_1 \cdot a_0$	$Y_{17} = a_0 \cdot \bar{a}_2$	$Y_{18} = a_2 \cdot a_1 + a_2 \cdot \bar{a}_0 + a_3 \cdot a_0$	
$Y_{19} = \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 + a_2 \cdot a_0 + \bar{a}_2 \cdot a_0$	$Y_{20} = a_2 \cdot a_0 + \bar{a}_2 \cdot a_0$	$Y_{21} = a_2 \cdot a_0 + \bar{a}_2 \cdot \bar{a}_0$	$Y_{22} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_3 \cdot a_1$
$Y_{23} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1$	$Y_{24} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_3 \cdot a_1 + a_2 \cdot a_0$	$Y_{25} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 + a_2 \cdot a_0$	
$Y_{26} = \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + a_3 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + \bar{a}_3 \cdot a_2 \cdot a_1$	$Y_{27} = \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 + a_3 \cdot \bar{a}_1 + a_2 \cdot a_0 + a_3 \cdot a_2 \cdot a_1 + \bar{a}_3 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0$		
$Y_{28} = 0$	$Y_{29} = 1$	$Y_{30} = a_0 + \bar{a}_3 \cdot a_2$	$Y_{31} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + \bar{a}_2 \cdot a_1$
$Y_{32} = a_3 \cdot \bar{a}_1 + a_2 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0$	$Y_{33} = a_1 \cdot a_0 + a_3 \cdot a_0 + \bar{a}_3 \cdot a_2 \cdot a_1$		$Y_{34} = a_0$
$Y_{35} = a_0$	$Y_{36} = a_0 + \bar{a}_1$	$Y_{37} = a_0 + a_3 \cdot a_2$	$Y_{38} = \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 + S_1 \cdot S_0$
$Y_{39} = \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 \cdot \bar{S}_4 + S_1 \cdot S_0 \cdot \bar{S}_4$	$Y_{40} = \bar{S}_4$	$Y_{41} = \bar{S}_3 \cdot \bar{S}_4 + S_3 \cdot S_4$	
$Y_{42} = \bar{S}_4 \cdot S_3 \cdot S_2 + \bar{S}_4 \cdot S_3 \cdot \bar{S}_2 + S_4 \cdot S_3 \cdot S_2 + S_4 \cdot S_3 \cdot \bar{S}_2$	$Y_{43} = 1$		$Y_{44} = 1$
$Y_{45} = 1$	$Y_{46} = S_0$	$Y_{47} = S_1 \cdot \bar{S}_0 + \bar{S}_3 \cdot S_1 + S_3 \cdot \bar{S}_0$	$Y_{48} = \bar{S}_0$



Exercice 3 :

1)

$M_0 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 S_1 \bar{S}_0 + \bar{S}_2 S_1 S_0$	$M_2 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 S_1 S_0 + S_2 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + S_2 \bar{S}_1 S_0$
$M_1 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 S_1 S_0 + S_2 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + S_2 S_1 \bar{S}_0$	
$M_3 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 S_1 S_0 + S_2 \bar{S}_1 S_0$	$M_4 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + S_2 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + S_2 \bar{S}_1 S_0$
$M_5 = \bar{S}_1 \bar{S}_1 S_0 + \bar{S}_2 \bar{S}_1 S_0 + S_2 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + S_2 \bar{S}_1 S_0$	

2)

$M_0 = (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (S_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (S_2 + \bar{S}_1 + \bar{S}_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0)$	$M_1 = (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0)$
$M_2 = (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + \bar{S}_0)$	
$M_3 = (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + \bar{S}_0)$	
$M_4 = (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (S_2 + S_1 + \bar{S}_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + \bar{S}_0)$	
$M_5 = (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (S_2 + S_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + S_0) \cdot (\bar{S}_2 + \bar{S}_1 + \bar{S}_0)$	

Exercice 4 :

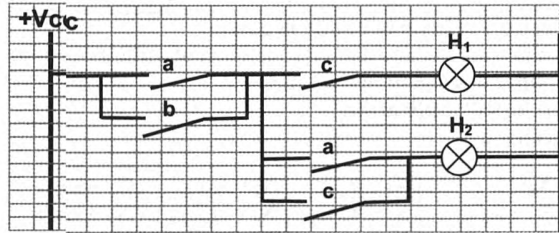
$S = A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot C + A \cdot B \cdot C$	$S1 = (B + C) \downarrow (A \downarrow B)$
	$S2 = \overline{A \cdot B}$
	$S3 = (A \downarrow C) \oplus \bar{C}$

Exercice 5 :

On donne l'équation logique des variables de sortie

$H_1 = (a + b) \cdot c$  et  $H_2 = (a + b) \cdot (a + c)$

1. Le schéma électrique à contacts de  $H_1$  et  $H_2$



2.

a/ Le logigramme de $H_1$ et $H_2$ en utilisant les fonctions logiques de base.	b/ Le nombre de circuits intégrés à utiliser. On a besoin de trois circuits intégrés.
---	--

a b c

1 & H<sub>1</sub>

1 & H<sub>2</sub>

3. a/

$H_1 = (a \downarrow b) \downarrow (c \downarrow)$	$H_2 = (a \downarrow b) \downarrow (a \downarrow c)$
--	--

b/ On a besoin de deux circuits intégrés.

4. a/

$H_1 = [((a) (b)) c]$	$H_2 = (a \downarrow b) \downarrow (a \downarrow c)$
-----------------------	--

b/ On a besoin de trois circuits intégrés.

Exercice 6 :

1)

		c d			
a b	00	0	1	-	0
	01	-	1	-	-
	11	0	-	1	1
	10	-	-	0	1
	X = $\bar{a} \cdot \bar{d} + b \cdot c + a \cdot c \cdot \bar{d}$				

		c d			
a b	00	1	0	-	1
	01	-	0	-	-
	11	0	-	0	0
	10	-	-	1	0
	Y = $\bar{a} \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{d}$				

		c d			
a b	00	0	0	-	0
	01	-	0	-	-
	11	1	-	0	0
	10	-	-	0	0
	Z = $a \cdot \bar{c}$				

3)

$X = [(a)|(d)]|(b|(c))|[(a|(c)|(d))]$      $Y = [(a)|(d)]|[(a|(b))|(d)]$      $Z = [(a)|(c)]|$

4)

$X = [(a \downarrow (d \downarrow)) \downarrow ((b \downarrow) \downarrow (c \downarrow)) \downarrow ((a \downarrow) \downarrow]$      $Y = (a \downarrow d) \downarrow ((a \downarrow) \downarrow b \downarrow (d \downarrow))$      $Z = (a \downarrow) \downarrow c \downarrow (c \downarrow) \downarrow d \downarrow$

Problèmes

Problème 1 : Indicateur de niveaux de réservoirs

1/ La table de vérité :

a	b	c	d	V1	V2	V3
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	Φ
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0	Φ
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	Φ
1	0	1	1	0	0	Φ
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	Φ
1	1	1	0	0	0	Φ
1	1	1	1	0	0	Φ

2/ Les équations simplifiées de V1, V2 et V3

		c d			
a b	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	1	0	0	0
	10	0	0	0	0
	V1 = $a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}$				

		c d			
a b	00	0	0	1	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	V2 = $\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d$				

		c d			
a b	00	1	1	0	1
	01	1	Φ	Φ	1
	11	0	Φ	Φ	Φ
	10	1	1	Φ	Φ
	V3 = $\bar{a} \cdot \bar{c} + \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{d}$				

$$V1 = [a|b|(c)|(d)]; \quad V2 = (a)|(b)|c|d$$

$$V3 = [(a)|(c)]|[(b)|(c)]|[(a)|(d)]$$

**Problème 2 : Monte-charge automatique**

➤ La table de vérité pour D, M et A en fonction de a, b, c et d :

a	b	c	d	D	M	A
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	1

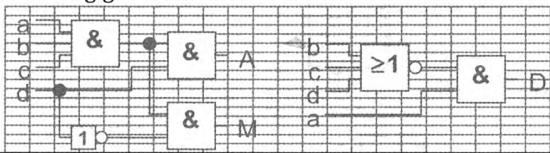
➤ Les équations :

$$D = a \cdot b \cdot c \cdot d = a \cdot (b + c + d) = a \cdot (b \downarrow c \downarrow d)$$

$$M = a \cdot b \cdot c \cdot d$$

$$A = a \cdot b \cdot c \cdot d$$

➤ Les logigrammes



**LES CIRCUITS COMBINATOIRES**

**Problème 1 : Indicateur de vitesse**

**1. Affichage 7 segments en hexadécimal**

Variables d'entrée :				Affichage segments	Variables de sortie : segments						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	2	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	4	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	5	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	6	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	7	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	8	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	9	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	A	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	B	0	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	C	0	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	D	0	1	1	1	1	0	1
1	1	1	0	E	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	F	1	0	0	0	1	1	1

2. Les équations réduites de ces variables.

$$a = \overline{A \cdot C} + \overline{B \cdot D} + B \cdot C + A \cdot C \cdot \overline{D} + \overline{B \cdot C} \cdot \overline{D}$$

$$b = \overline{A \cdot C} + \overline{A \cdot B} \cdot \overline{D} + A \cdot B \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + C \cdot \overline{D}$$

$$c = \overline{C \cdot D} + \overline{C \cdot D} + A \cdot \overline{B} + \overline{B \cdot D} + A \cdot \overline{D}$$

$$d = \overline{B \cdot C} \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{B \cdot C} + \overline{A \cdot B \cdot C} + \overline{A \cdot B \cdot C} + A \cdot C \cdot \overline{D} + \overline{B \cdot D}$$

$$e = \overline{A \cdot C} + \overline{A \cdot B} + C \cdot \overline{D} + \overline{B \cdot D}$$

$$f = \overline{C \cdot D} + \overline{B \cdot C} \cdot \overline{D} + \overline{A \cdot B} \cdot \overline{D}$$

$$g = \overline{A \cdot B} + \overline{B \cdot C} + \overline{D} + \overline{B \cdot C}$$

**II.2. Affichage 7 segments en base 10**

Variables d'entrée :				Affichage segments	Variables de sortie : segments						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	2	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	4	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	5	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	6	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	7	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	8	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	9	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

$$a = \overline{A \cdot C} + \overline{D} + B + A \cdot C$$

$$b = \overline{C} + A \cdot B + \overline{A \cdot B}$$

$$c = C + A + \overline{B}$$

$$d = \overline{A \cdot C} + \overline{D} + \overline{A \cdot B} + B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B \cdot C}$$

$$e = \overline{A \cdot C} + \overline{A \cdot B}$$

$$f = D + \overline{A \cdot B} + \overline{A \cdot C} + \overline{B \cdot C}$$

$$g = D + \overline{A \cdot B} + B \cdot \overline{C} + \overline{B \cdot C}$$

**Problème 2 :**

Un afficheur 7 segments permet d'afficher un nombre décimal entre 0 et 9. Pour simplifier, on s'intéressera à l'affichage uniquement des nombres 0, 1 et 2 :



On souhaite câbler deux interrupteurs T1 et T2 de telle façon que si T1 est ouvert et T2 ouvert, on affiche 0. Si T1 fermé et T2 ouvert, on affiche 1. Si T1 ouvert et T2 fermé on affiche 2.

Le fonctionnement est résumé dans la table de vérité ci-dessous :

T2	T1	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	2

**Chapitre 3 : LES BASCULES**

**Exercice 1**

Désignation	Définition
Bascule RS <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé par une seule entrée. Sa sortie prend la valeur de l'entrée à chaque front d'horloge.
Bascule D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé en mode synchrone par deux entrées. A l'action simultanée sur ces deux entrées et à la présence de H, sa sortie change d'état.
Bascule JK <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système commandé seulement par H. Il change d'état à chaque front d'horloge.
Bascule T <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Un système séquentiel commandé par deux entrées. L'action simultanée sur ces deux entrées donne un état indéterminé.



**Exercice 2**

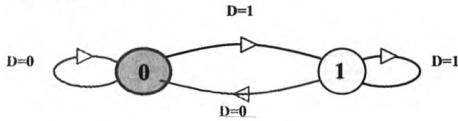


fig. b : diagramme de fluence de la bascule D

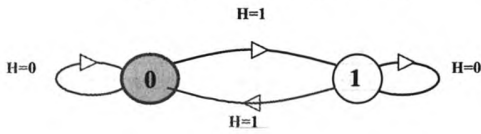


diagramme de fluence de la bascule T

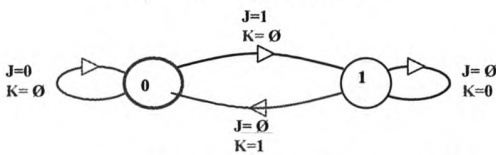


fig. a : diagramme de fluence de la bascule JK

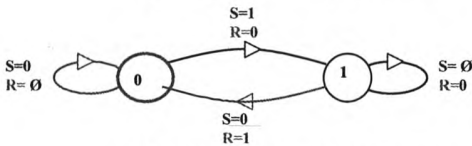


fig. b : diagramme de fluence d'une bascule RS

**Exercice 4**

- a) Bascule : RS  
Front : MONTANT  
Forçage :  $S_D$  et  $R_D$
- b) Bascule : RS  
Front : DESCENDANT  
Forçage :  $S_D$  et  $R_D$  COMPLEMENTEES
- c) Bascule JK  
Front : MONTANT  
Forçage : S et R
- d) Bascule JK  
Front : MONTANT  
Forçage : S et R COMPLEMENTEES

**Exercice 5**

- a) Type du front MONTANT  
 $S_D = 0$  ET  $R_D = 0$ , le fonctionnement de la bascule est en mode SYNCHRONES  
 $S_D = 1$  ET  $R_D = 0$   
Fonctionnement de la bascule en mode ASYNCHRONES
- b) Type du front MONTANT  
Si ( $\overline{S_D} = 1$  ET  $\overline{R_D} = 1$ ) alors la bascule fonctionne en mode SYNCHRONES .....
- Si ( $\overline{S_D} = 1$  ET  $\overline{R_D} = 0$ ) alors la bascule fonctionne en mode ASYNCHRONES
- c) Type du front MONTANT  
 $S_D = 0$  ET  $R_D = 0$ , le fonctionnement de la bascule est en mode SYNCHRONES .....
- $S_D = 1$  ET  $R_D = 0$

Fonctionnement de la bascule en mode ASYNCHRONES

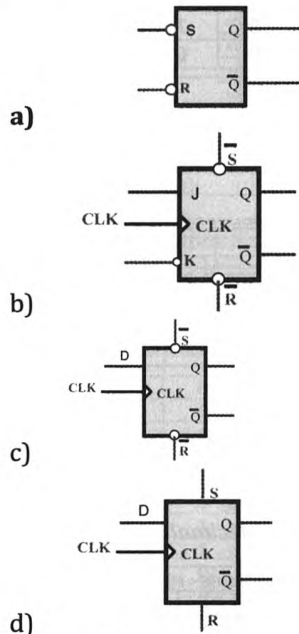
d) Type du front MONTANT

$S_D = 0$  ET  $R_D = 0$ , le fonctionnement de la bascule est en mode ASYNCHRONES .....

$S_D = 1$  ET  $R_D = 0$

Fonctionnement de la bascule en mode ASYNCHRONES .....

**Exercice 6**



**Exercice 7**

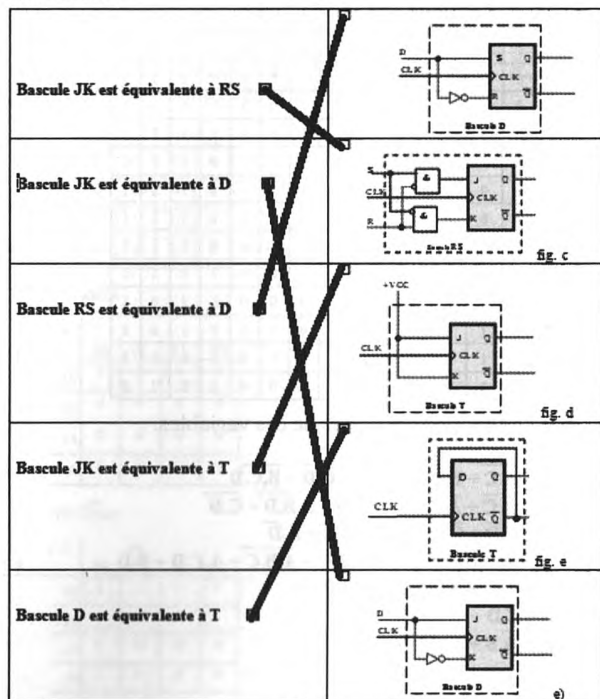


Fig 24

**Exercices de synthèse**

**Exercice 1**

1) Donner le nom de cette bascule (RSH)

2)  $Q_{n+1} = SH + (\bar{R} + \bar{H})Q_n$

a)  $Q_{n+1} = SH\bar{S}_D + (\bar{R} + \bar{H})\bar{R}_D Q_n$

3)

a) l'état logique de Q=1

b) Q=0 quand R=1 ET S=0 ET H=1

4) Pour  $S_D=0$  ET  $R_D=1$ .

a) l'état de Q = 0

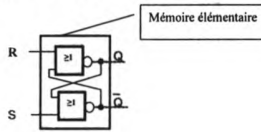
b) Q=1 quand R=0 ET S=1 ET H=1

**Exercice 3**

$Q_{n+1} = S\bar{R} + \bar{R}Q_n ; Q_{n+1} = R \downarrow ((S \downarrow Q_n))$



Bascule RS



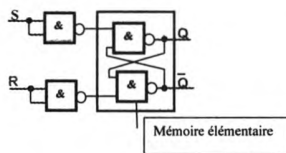
$Q_{n+1} = S + \bar{R}Q_n$

**Exercice 4**

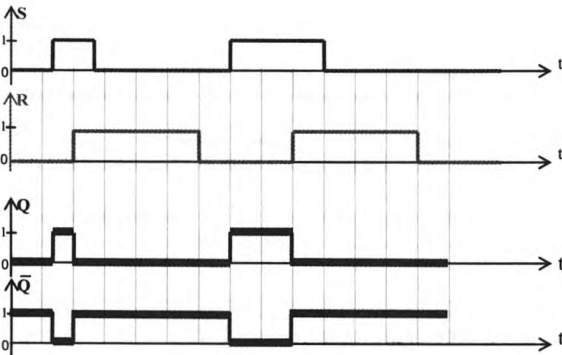
$Q_{n+1} = (S)/(R)/(Q_n)$



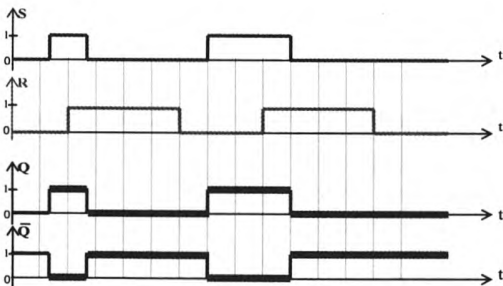
Bascule RS



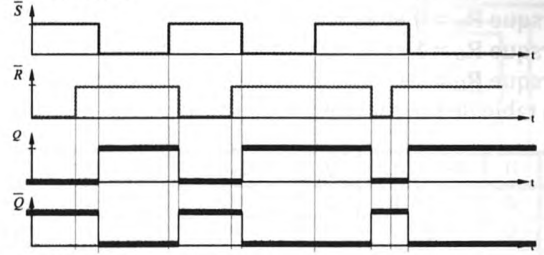
**Exercice 5**



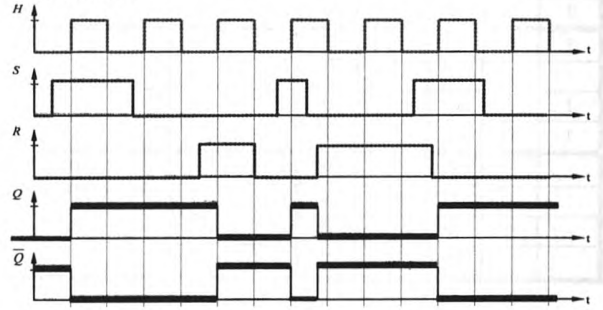
**Exercice 6**



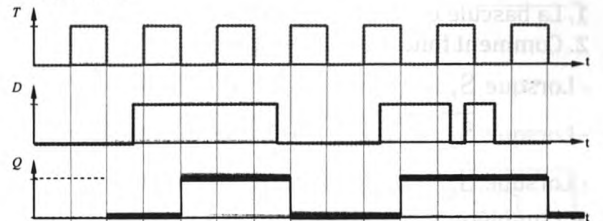
**Exercice 7**



**Exercice 8**

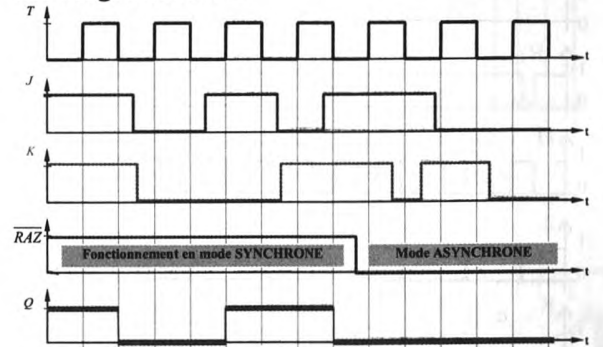


**Exercice 9**



**Exercice N°10**

**Chronogramme N°1**



**Chronogramme N°2**

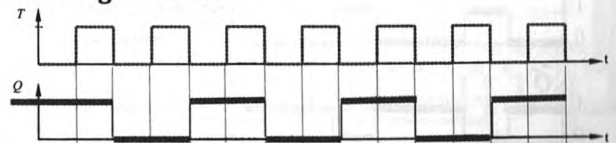


Fig. 37

**Problèmes : Problème N°1**

1. La bascule D est à FRONT MONTANT?

2.  $R_D$  et  $S_D$  sont les entrées de commande en mode asynchrone

3) Comment fonctionne la bascule ?

- Lorsque  $R_D = 0$  et  $S_D = 0$  : mode synchrone
- Lorsque  $R_D = 1$  et  $S_D = 0$  : mode asynchrone  $Q=0$
- Lorsque  $R_D = 0$  et  $S_D = 1$  : mode asynchrone  $Q=1$

4) la table de fonctionnement suivante :

H	D	$S_D$	$R_D$	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Com.
0	0	0	0	0	$Q_n$	$\mu_0$
1	0	0	0	1	0	$\delta$
0	1	0	0	0	$Q_n$	$\mu_0$
1	1	0	0	0	1	$\varepsilon$
1	0	0	0	0	0	$\mu_0$
-	1	0	0	1	1	$\mu_1$
1	1	0	0	0	1	$\varepsilon$
1	0	0	0	1	0	$\delta$
-	-	1	0	0	1	MODE ASYNCHRONE
-	-	1	0	1	1	
-	-	0	1	0	0	
-	-	0	1	1	0	

Fig. 39

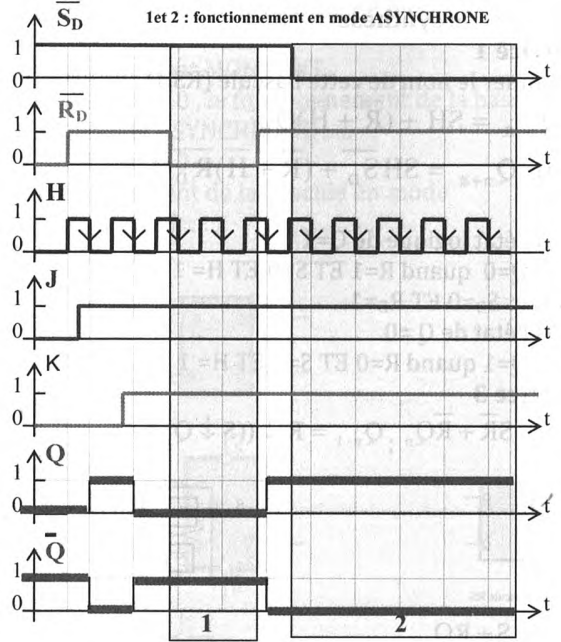
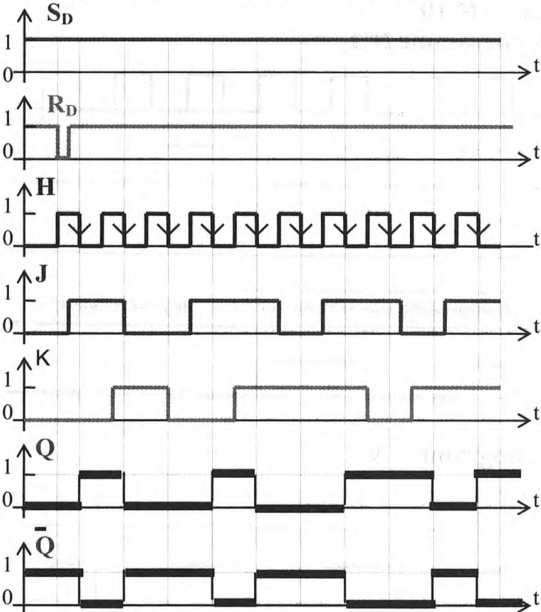
Problème N°2 :

On donne le symbole de la bascule JK suivante :

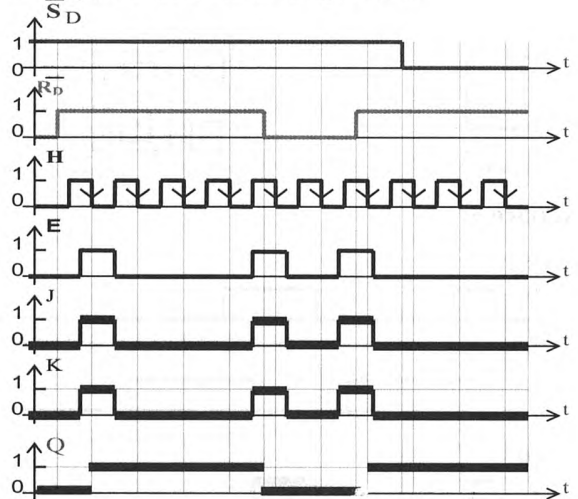
1. La bascule utilisée est à FRONT DESCENDANT
2. Comment fonctionne la bascule ?

- Lorsque  $\overline{S}_D = 1$ ;  $\overline{R}_D = 1$  : SYNCHRONE
- Lorsque  $\overline{S}_D = 1$ ;  $\overline{R}_D = 0$  : ASYNCHRONE
- Lorsque  $\overline{S}_D = 0$ ;  $\overline{R}_D = 1$  : ASYNCHRONE

3. Compléter les chronogrammes suivants :



2.4. Ayant le schéma de la figure 46 :



Leçon 2 : Comptage en mode asynchrone

Exercices de compréhension

Exercice 1

- Décompteur à base de bascule T à front descendant
- Décompteur modulo 8
- Compteur modulo 8.
- Compteur modulo 8.

Exercice 2

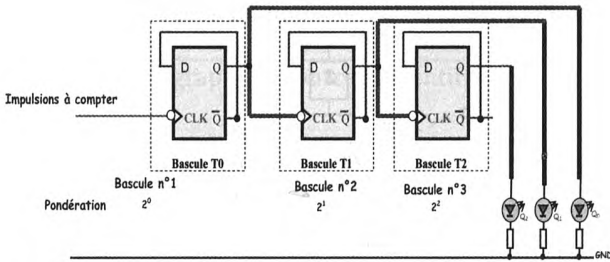
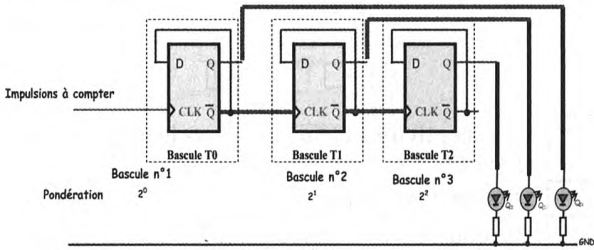
- Décompteur modulo 16
- Compteur modulo 16.
- Décompteur modulo 64
- Compteur modulo 128

Exercice 3

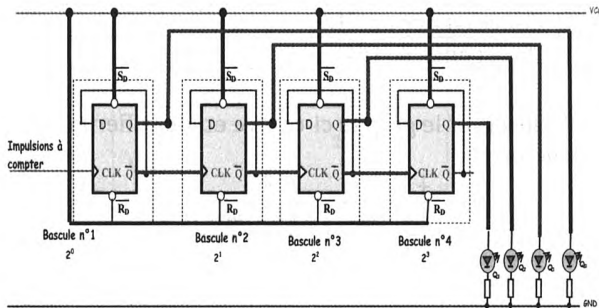
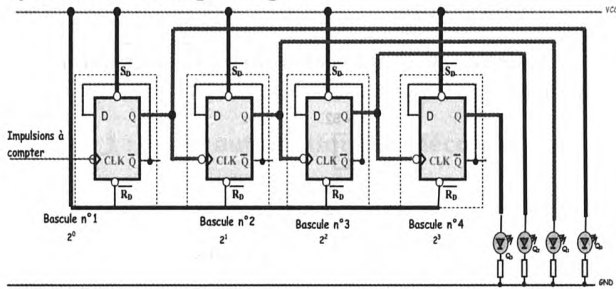
- Bascule T à front montant
- Bascule T à front montant



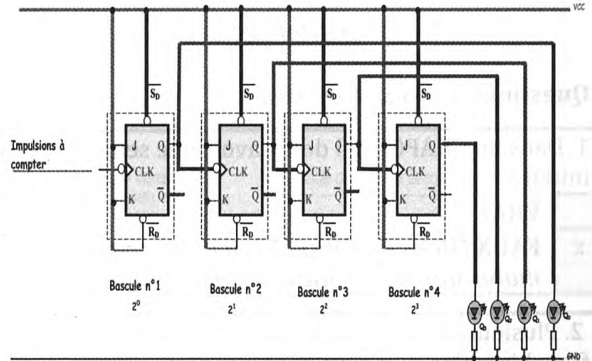
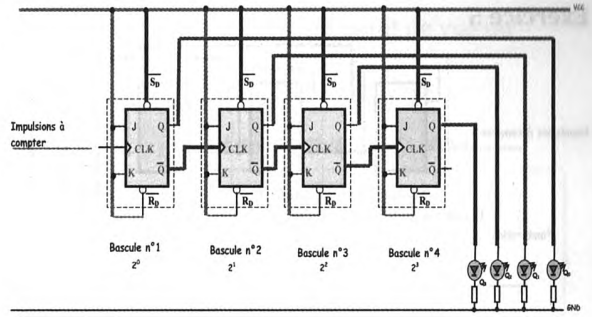
### Exercices de synthèse Exercice 1



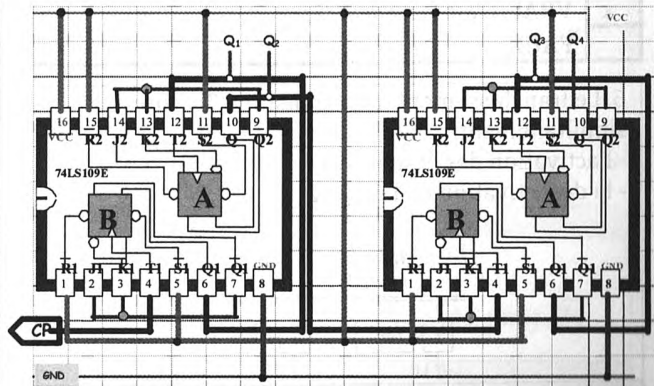
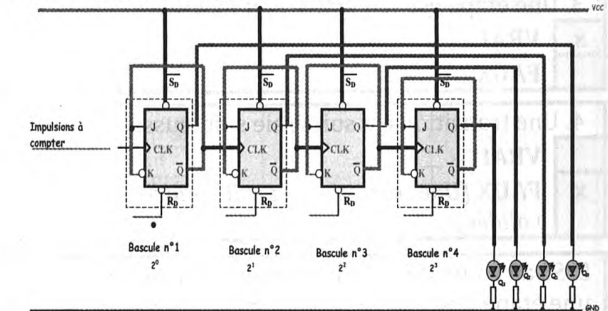
### Exercice 2 Système de remplissage



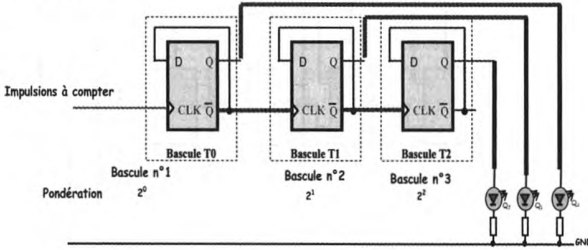
### Exercice 3 Chaîne de conditionnement et d'emballage



### Exercice 4 Moulin automatique d'huile



Exercice 5



**Le GRAFCET**

Questions à choix multiples

1. Dans un GRAFCET, il doit y avoir une seule étape initiale.

- VRAI
- FAUX (Dans un GRAFCET, il doit y avoir au moins une étape initiale: C'est la règle N°1)

2. Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- VRAI (C'est la règle N°4)
- FAUX

3. Une étape est soit active soit inactive.

- VRAI
- FAUX

4. Une transition est soit vraie soit fausse.

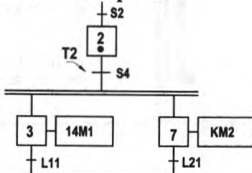
- VRAI
- FAUX (Une transition est soit validée soit non validée)

5. Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une étape doit être simultanément désactivée et activée, elle reste active.

- VRAI (C'est la règle N°5)
- FAUX

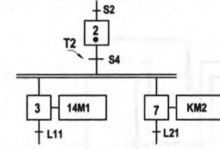
6. Le franchissement de la transition T2 entraîne simultanément:

- l'activation des étapes 3 et 7
- la désactivation de l'étape 2



- VRAI (C'est la règle N°3)
- FAUX

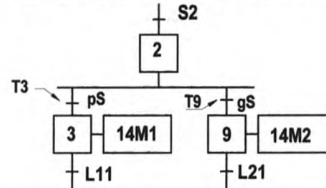
7. La transition T2 est validée si:



La réceptivité qui lui est associée est vraie (S4 = 1).

- L'étape 2 est active.
- Les étapes 3 et 7 sont actives.

8. Pour franchir la transition T3 il faut

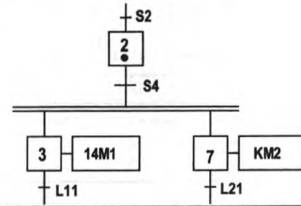


qu'elle soit validée.

que la réceptivité qui lui est associée est vraie (p.S=1).

- qu'elle soit validée ET que la réceptivité (p.S) est vraie.

9. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:



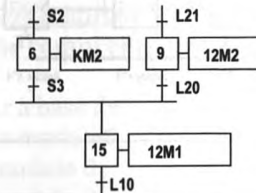
Convergence en ET.

- Divergence en ET.

Convergence en OU.

Divergence en OU.

10. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:



- Convergence en OU.

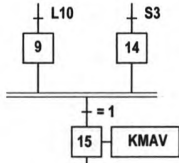
Divergence en OU.

Convergence en ET.

Divergence en ET.

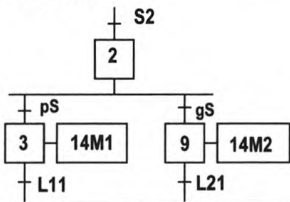


11. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:



	Convergence en OU.
	Divergence en OU.
x	Convergence en ET.
	Divergence en ET.

12. Observer le graphe ci-contre et identifier la structure:



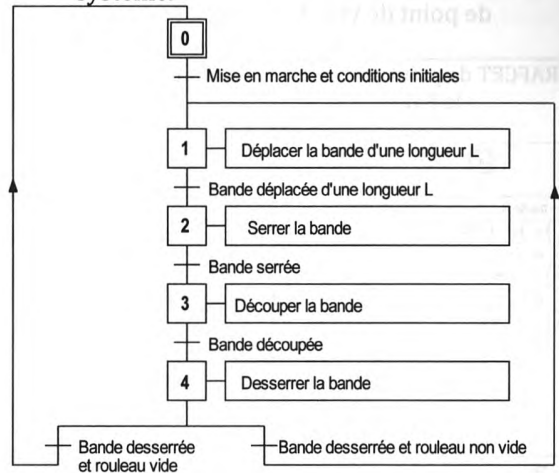
	Convergence en OU.
x	Divergence en OU.
	Convergence en ET.
	Divergence en ET.

**Exercice 1 : Poste automatique de découpage de carton**

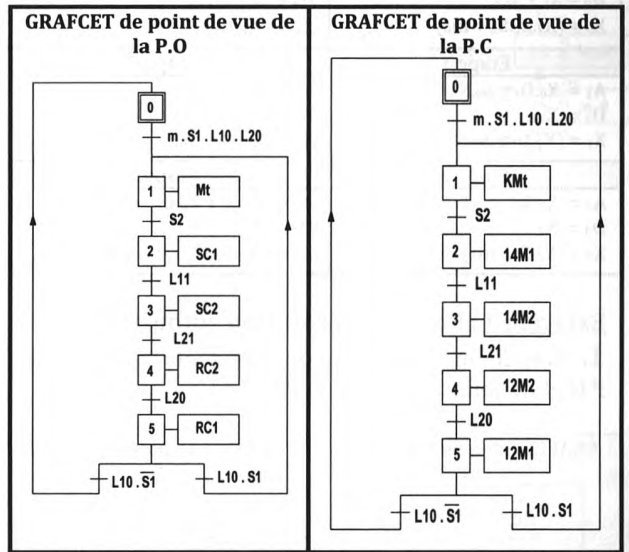
1. Identifier les entrées et les sorties du système et compléter le tableau ci-dessous :

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Déplacer la bande	Moteur Mt	KMt	S <sub>1</sub> : Présence carton S <sub>2</sub> : Bande déplacée d'une longueur L
Serrer la bande	Vérin C <sub>1</sub>	12M <sub>1</sub>	L <sub>10</sub> : Serre bande en position initiale
		14M <sub>1</sub>	L <sub>11</sub> : Bande serrée
Découper la bande	Vérin C <sub>2</sub>	12M <sub>2</sub>	L <sub>20</sub> : Couteau en position initiale
		14M <sub>2</sub>	L <sub>21</sub> : Bande découpée

2. Etablir le GRAFCET d'un point de vue du système.



3. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.

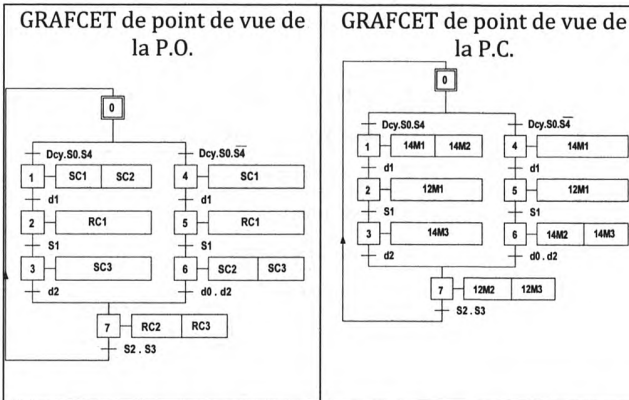


4. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0,1,3 et 5 :

Etape 0	Etape 3
$A_0 = X_5.L10.S1$ $D_0 = X_1$ $X_0 = (X_5.L10.S1 + m_0). \overline{X1}$	$A_3 = X_2.L11$ $D_3 = X_4$ $X_3 = (X_2.L11 + m_3). \overline{X4}$
Etape 1	Etape 5
$A_1 = X_0.m.S1.L10.L20 + X_5.L10.S1$ $D_1 = X_2$ $X_1 = (X_0.m.S1.L10.L20 + X_5.L10.S1 + m_1). \overline{X2}$	$A_5 = X_4.L20$ $D_5 = X_0 + X_1$ $X_5 = (X_4.L20 + m_5). \overline{X0+X1}$

**Exercice 2 : Trémie doseuse**

1. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.

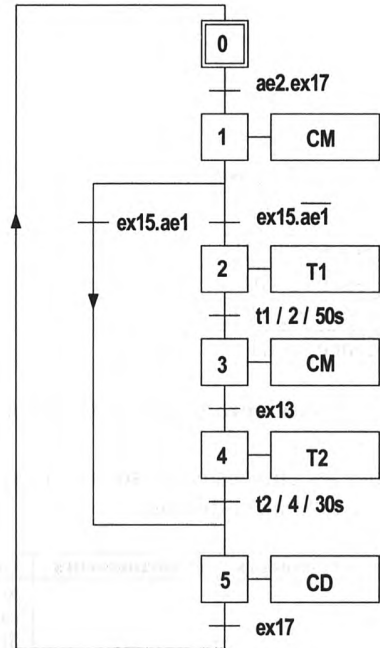


3. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0,1,3 et 5 :

Etape 0	Etape 4
$A_0 = X_7.S_2.S_3$ $D_0 = X_1 + X_4$ $X_0 = (X_7.S_2.S_3 + m_0). \overline{X_1 + X_4}$	$A_4 = X_0.Dcy.S_0.S_4$ $D_4 = X_5$ $X_4 = (X_0.Dcy.S_0.S_4 + m_4). \overline{X_5}$
Etape 1	Etape 6
$A_1 = X_0.Dcy.S_0.S_4$ $D_1 = X_2$ $X_1 = (X_0.Dcy.S_0.S_4 + m_1). \overline{X_2}$	$A_6 = X_5.S_1$ $D_6 = X_7$ $X_6 = (X_5.S_1 + m_6). \overline{X_7}$
Etape 3	Etape 7
$A_3 = X_2.S_1$ $D_3 = X_7$ $X_3 = (X_2.S_1 + m_3). \overline{X_7}$	$A_7 = X_3.d_2 + X_6.d_0 . d_2$ $D_7 = X_0$ $X_7 = (X_3.d_2 + X_6.d_0 . d_2 + m_7). \overline{X_0}$

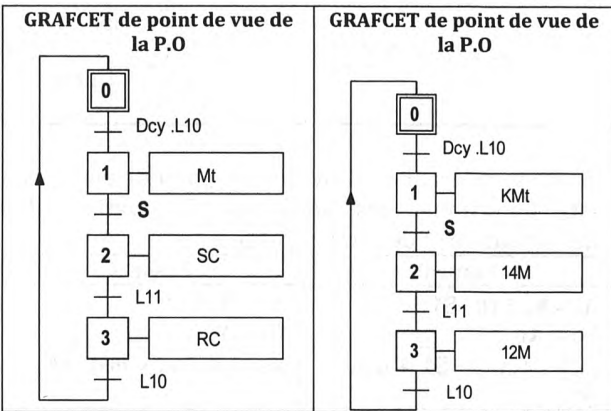
Etape 0	Etape 2
$A_0 = X_3.L10$ $D_0 = X_1$ $X_0 = (X_3.Dcy . L10 + m_0). \overline{X_1}$	$A_2 = X_1.S$ $D_2 = X_3$ $X_2 = (X_1.S + m_2). \overline{X_3}$
Etape 1	Etape 3
$A_1 = X_0.Dcy.L10$ $D_1 = X_2$ $X_1 = (X_0.Dcy.L10 + m_1). \overline{X_2}$	$A_3 = X_2.L11$ $D_3 = X_0$ $X_3 = (X_2.L11 + m_0). \overline{X_0}$

**Exercice 4 : Monte-charge**



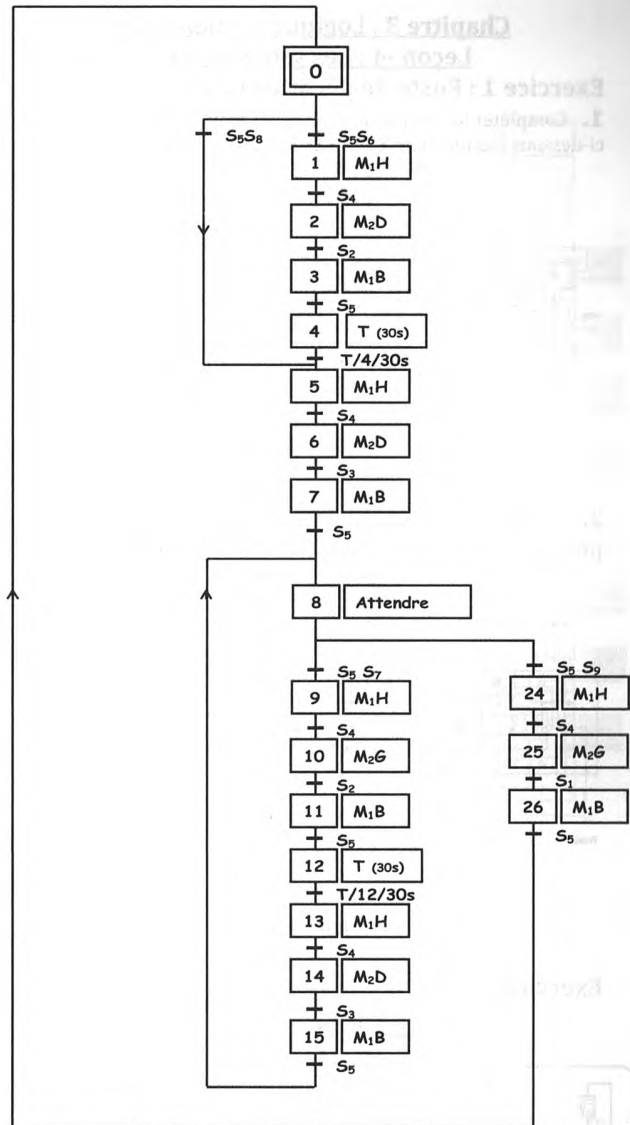
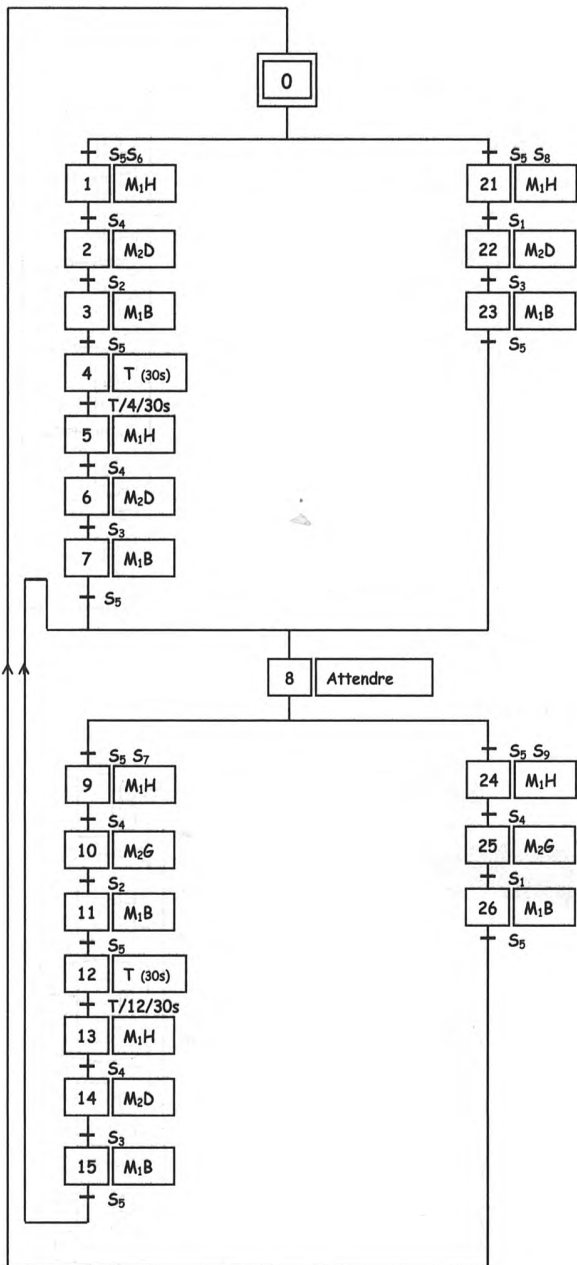
**Exercice 3 : Poste de décoration automatique**

1. Etablir le GRAFCET de point de vue de la P.O et de point de vue de la P.C.



2. En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.C, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0,1, 2 et 3 :

**Exercice 5 : Système de dégraissage**



En se référant au GRAFCET de point de vue de la P.O, ci-dessous, déterminer les équations d'activation, de désactivation et des étapes 0,1,5 et 8 :

Etape 0	Etape 1
$A_0 = X_{26}S_5$	$A_1 = (X_0S_5S_6)$
$D_0 = X_1 + X_5$	$D_1 = X_2$
$X_0 = (X_{26}S_5 + m_0).(X_1 + X_5)$	$X_1 = (X_0S_5S_6 + m_1).(X_2)$
Etape 5	Etape 8
$A_5 = (X_4T + X_0S_5S_6)$	$A_8 = (X_7S_8 + X_{15}S_5)$
$D_5 = X_6$	$D_8 = (X_9 + X_{24})$
$X_5 = (X_4T + X_0S_5S_6 + m_5).(X_6)$	$X_8 = (X_7S_8 + X_{15}S_5 + m_8).(X_9 + X_{24})$

a. Comparer les cycles décrit par le GRAFCET de point de vue de la P.O, ci-dessous, aux cycles de fonctionnement décrit GRAFCET demandée en 1.



**Chapitre 3 : Logique séquentielle**

**Leçon -4 : Les séquenceurs**

**Exercice 1 : Poste de décoration automatique**

1. Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique ci-dessous (technologie **TELEMECANIQUE**)

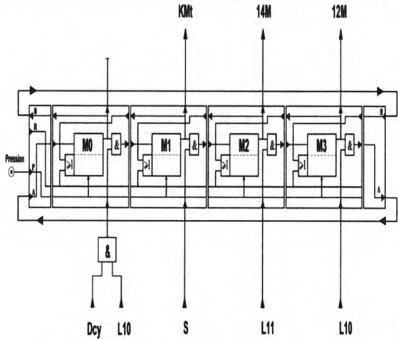
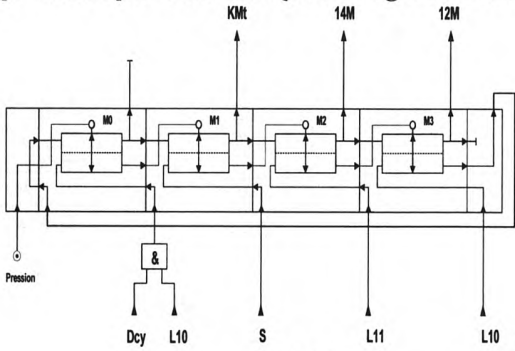


Figure A3-4\_14

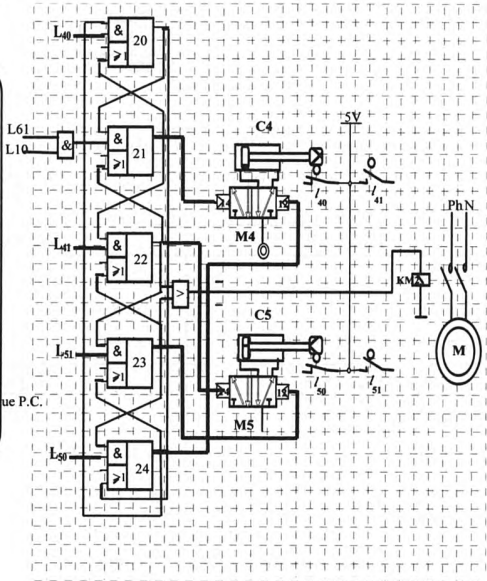
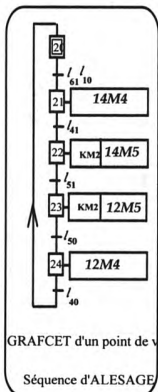
2. Compléter le schéma de câblage du séquenceur pneumatique ci-dessous (technologie **CROUZET**)



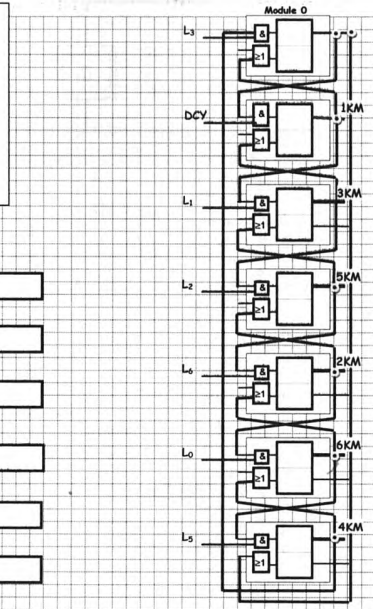
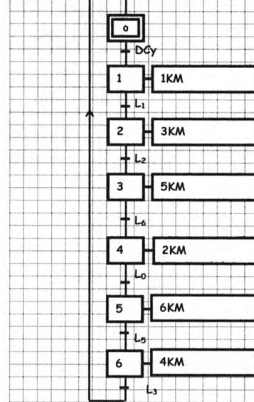
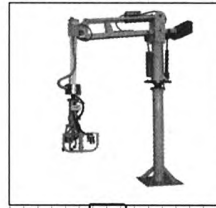
A3-4\_15

Figure

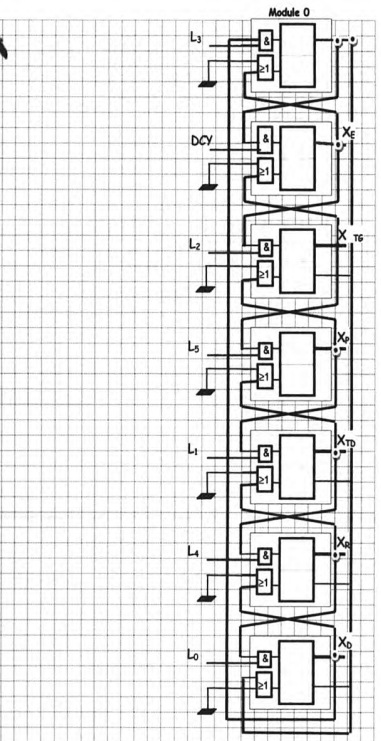
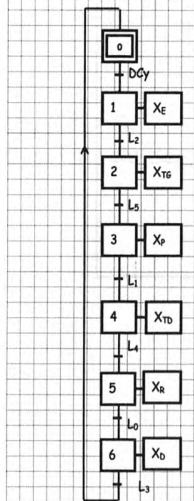
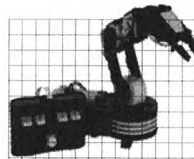
**Exercice 3**



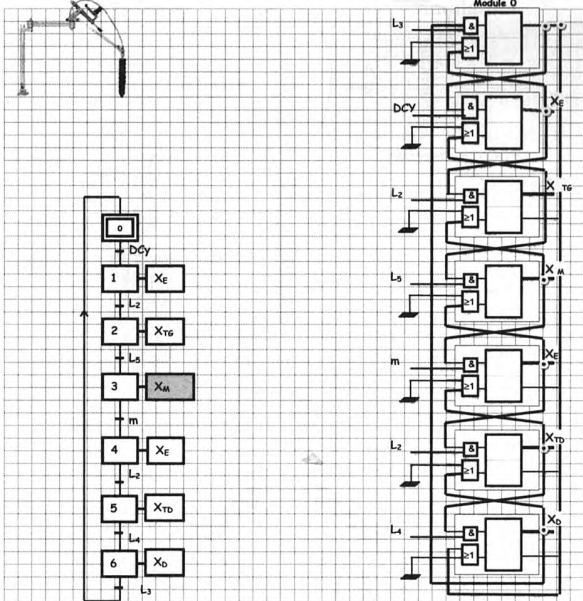
**Exercice 4 :**



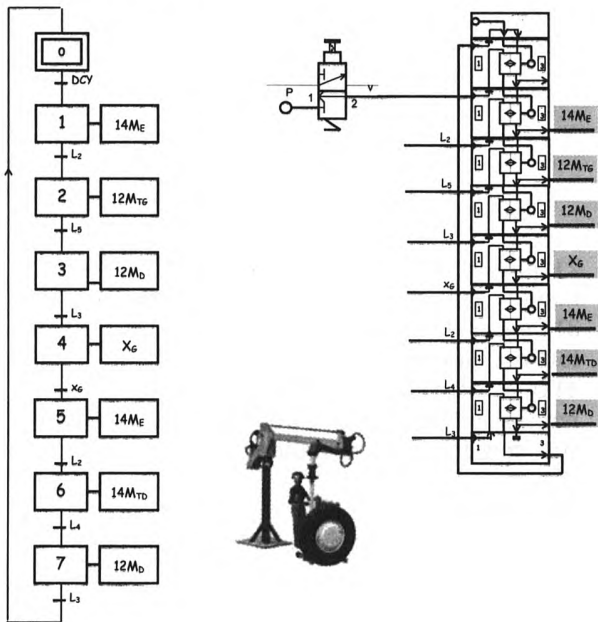
**Exercice 5 :**



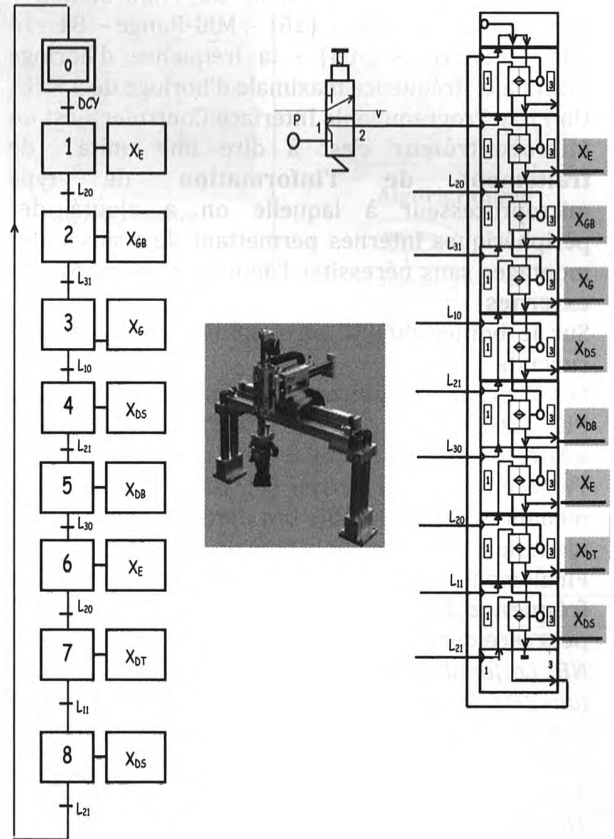
**Exercice 6 :**  
**Bras de manutention manipulatrice**  
**Vibreux à béton**



**Exercice 7 :**  
**Bras manipulateur**



**Exercice 8 :**  
**Bras manipulateur**



**Chapitre 4 : LES MICROCONTROLEURS**

**Exercices de compréhension :**

**Exercice N°1 :**

En se référant au datasheet du **16F84A**, donner le nombre des entrées sorties:

**13 entrées sorties**

**Exercice N°2 :**

Répondre par vrai ou faux sur les questions suivant :

- les broches du port A servent comme des entrées seulement (**faux**)
- Les broches du port A servent comme des entrées/sorties (**vrai**)
- Les broches du port B servent comme des sorties seulement(**faux**)
- Les broches du port A servent comme des entrées(**vrai**)
- Les broches du port A servent comme des sorties(**vrai**)
- Les broches du port B servent comme des entrées/sorties(**vrai**)

**Exercice N°3 :**

Compéter le paragraphe en utilisant les mots suivants :

Microcontrôleur - traitement de l'information - composants externes - (16) - Mid-Range - 84 -14 bits - FLASH - (-04) - la fréquence d'horloge maximale - fréquence maximale d'horloge de 4 MHz. Un PIC « Programmable Interface Controller » est un **Microcontrôleur** c'est à dire une unité de **traitement de l'information** de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajout des **composants externes**

Sur le boîtier du PIC on peut lire la désignation suivante :

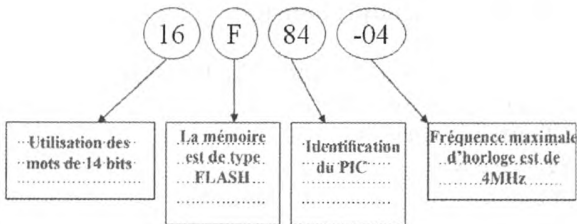
Les **2** premiers chiffres indiquent la catégorie du PIC, (**16**) indique un PIC appartient a la famille « **Mid-Range** » qui utilise des mots de **14 bits**. Vient ensuite une lettre (**F**) pour indiquer une mémoire de type **FLASH** Les derniers chiffres (**84**) identifient précisément le type du PIC.

Finalement, le suffixe (**-04**) représente la **fréquence d'horloge maximale** en MHz que le PIC peut recevoir.

**NB:** La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles: La famille Base-Line, qui utilise des mots d'instruction de 12 bits, La famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie les PICs 16F84), et la famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits.

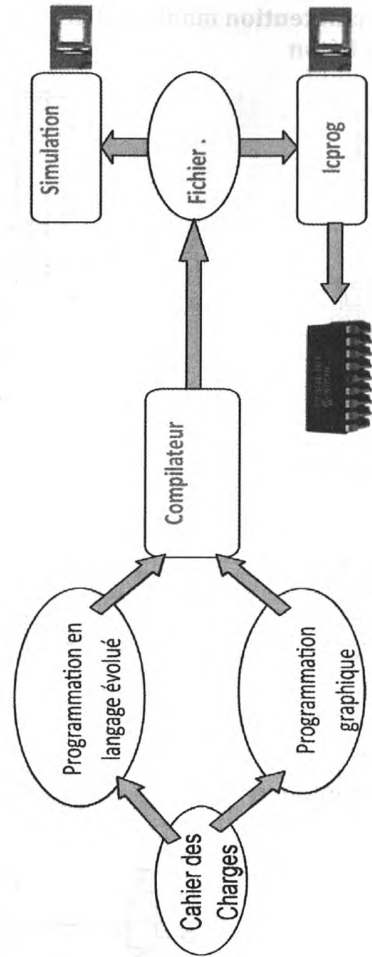
**Exercice N°4**

Compléter les cases :



**Exercice N°5**

1/ Placer les indications suivantes sur le schéma : Fichier . Hex ; Compilateur ; Simulation sur ISIS ; Icprog ;



2) Quel est le rôle du logiciel **Logipic** ?

**Logipic est un logiciel de programmation.**

3) Quel est le rôle du logiciel **ISIS** ?

**ISIS est un logiciel de simulation.**

4) Quel est le rôle du logiciel **Icprog** ?

**Icprog est un logiciel de transfert du fichier . Hex vers le microcontroleur**

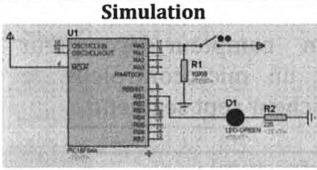
**Exercice N°6**

Donner les signification des symbole suivants :

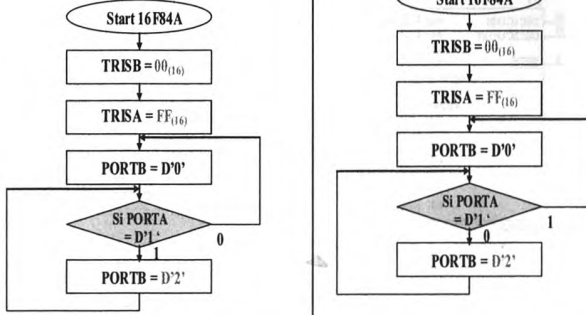


Exercices d'applications

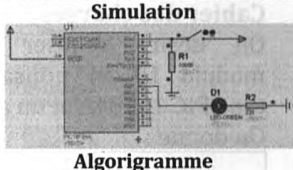
Exercice 1 : Fonction OUI



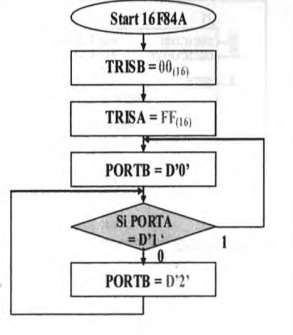
Algorithme



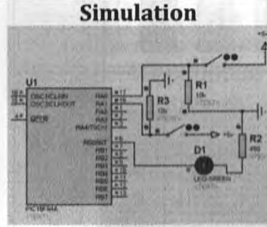
Exercice 2 : Fonction NON



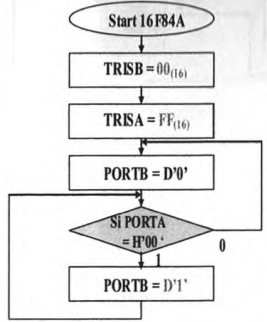
Algorithme



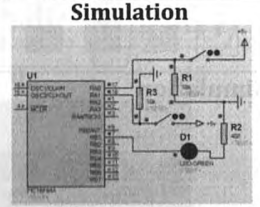
Exercice 5 : Fonction NOR



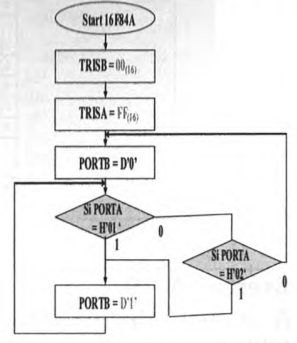
Algorithme



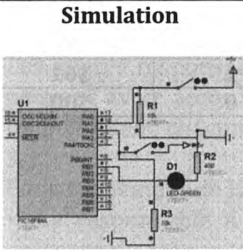
Exercice 6 : Fonction OU EXCLUSIF



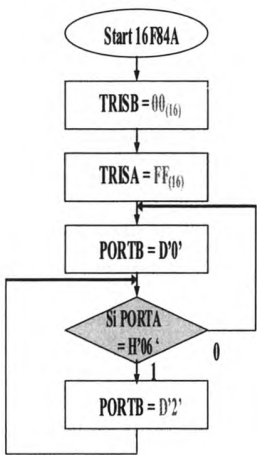
Algorithme



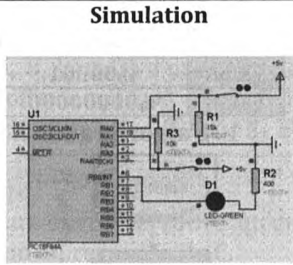
Exercice 3 : Fonction ET



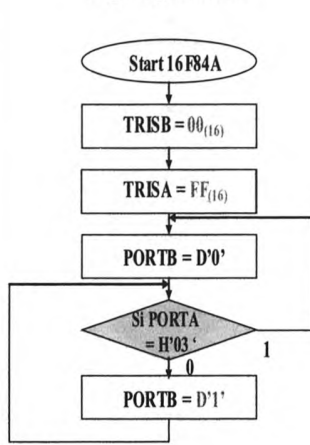
Algorithme



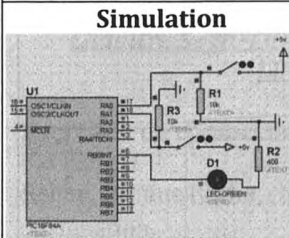
Exercice 4 : Fonction NAND



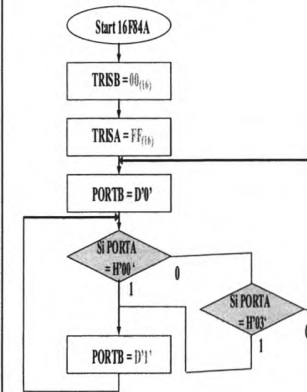
Algorithme



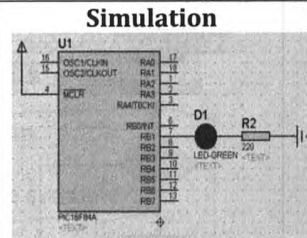
Exercice 7 : Fonction COÏNCIDENCE



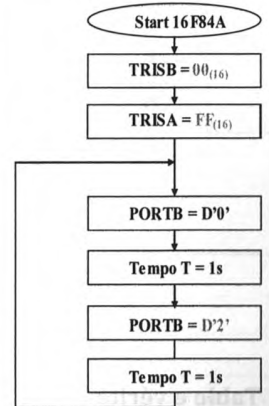
Algorithme



Exercice 8 : CLIGNATEUR

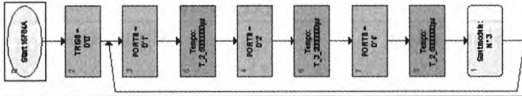


Algorithme

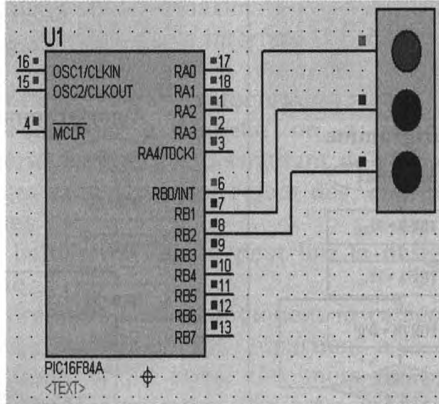


**Exercice 9 : FEU DE CARREFOUR 1**

**Algorithme**

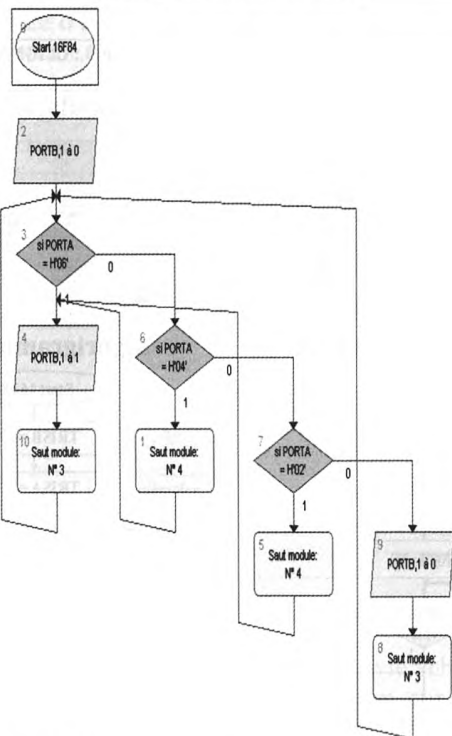


**Simulation**



**Exercice N°10**

A partir l'algorithme suivant, déterminer la table de vérité et l'équation de la sortie.



**Table e vérité**

RA1	RA0	RB1
0	0	0
0	1	1
1	1	1
1	0	1

Equation:  $RB1 = RA0 + RA1$

Conclusion: C'est la fonction OU

**Problèmes**

**Problème 1 :**

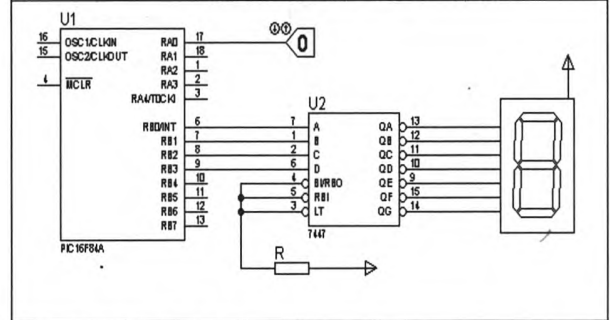
**Compteur/ décompteur modulo 10**

**Cahier des charges :**

On désire réaliser un compteur\_décompteur modulo 10 en utilisant un microcontrôleur de type PIC 16F84A et un afficheur sept segments.

On donne :

**Schéma structurel :**

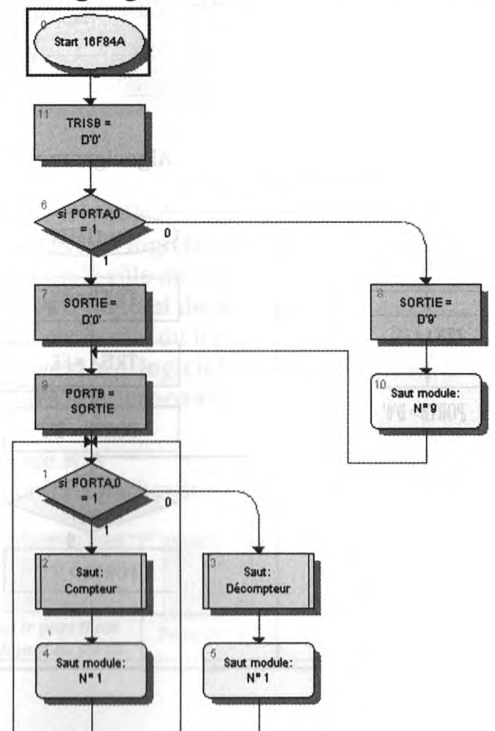


**Travail demandé :**

1- Configurer les deux ports A et B en utilisant respectivement les registres TRISA et TRISB.

TRI SA	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	TRI SB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0
	Binaire			Décimal			Hexadécimal							
	TRISA			%000001			1			\$01				
	TRISB			%00000000			0			\$00				

**1. L'algorithme.**

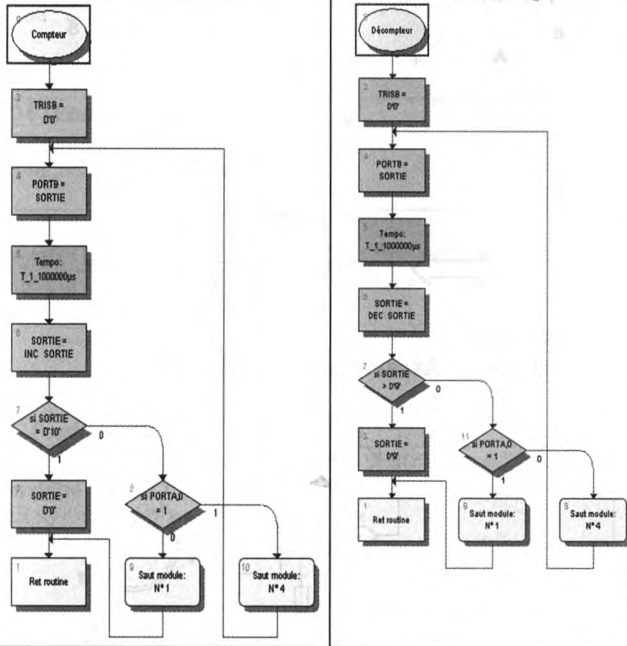




Les routines

Routine compteur

Routine décompteur



Problème 2 :

Serrure codée Cahier des charges :

Les quatre responsables (A, B, C et D) d'une banque peuvent avoir accès à un coffre à serrure codée (H). Ils possèdent chacun une clé différente (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub>).

Fonctionnement de la serrure :

- ✓ Le responsable A ne peut ouvrir le coffre qu'en présence du responsable B ou du responsable C.
- ✓ Les responsables B, C et D ne peuvent ouvrir le coffre qu'en présence d'au moins deux des autres responsables.

On donne :

Tableau d'affectation :		Equation simplifiée :
Entrées / Sorties	Broches du µC	
Entrée : Clé S <sub>1</sub>	RA1	$H = S_1S_2 + S_1S_3 + S_2S_3S_4$
Entrée : Clé S <sub>2</sub>	RA2	
Entrée : Clé S <sub>3</sub>	RA3	
Entrée : Clé S <sub>4</sub>	RA4	
Sortie : Serrure codée H	RBO	

Travail demandé :

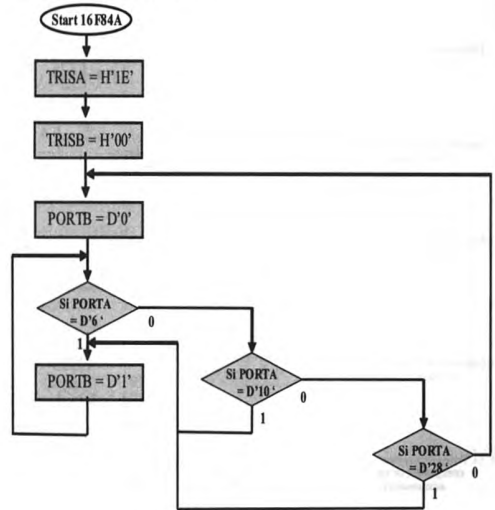
1- Configurer les deux ports A et B en utilisant respectivement les registres TRISA et TRISB.

T	R	R	R	R	R
R	A	A	A	A	A
I	4	3	2	1	0
S	1	1	1	1	0
B					

T	R	R	R	R	R	R	R	R
R	B	B	B	B	B	B	B	B
I	7	6	5	4	3	2	1	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0
B								

	Binaire	Décimal	Hexadécimal
TRISA	%11110	30	\$1E
TRISB	%00000000	0	\$00

2- L'algorithme.



Chapitre 5 : NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINEAIRE

Exercices de compréhension

Exercice 1

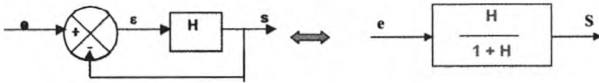
Relier, par une flèche, chaque symbole à sa désignation.

Symboles	Désignations
	Comparteur
	Bloc
	Sommeur
	Capteur

Exercice 2 :

Activité	Transformation	Schéma fonctionnel	Schéma (structurel) équivalent (équivalents)
1	Blocs en série		
2	Blocs en parallèle		
3	Déplacement d'un capteur d'avant en avant.		
4	Déplacement d'un capteur d'avant en aval.		
5	Déplacement d'un actionneur d'avant en avant.		
6	Déplacement d'un actionneur d'avant en aval.		
7	Transformation d'un capteur en un actionneur.		

Exercice 3

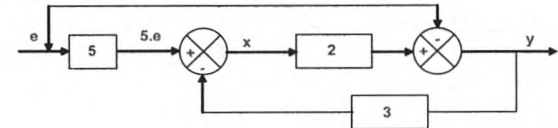


Exercices d'applications

Exercice 1



Exercice 2



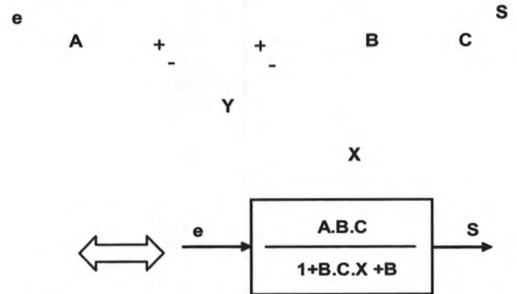
Exercice 3

Soit le schéma fonctionnel suivant. Donner les équations de x, y et S

	<p>Les équations de fonctionnement sont :</p> <p><math>x = e - y</math></p> <p><math>y = A.x - S</math></p> <p><math>S = B.y = B.(A.x - S)</math></p>
--	---

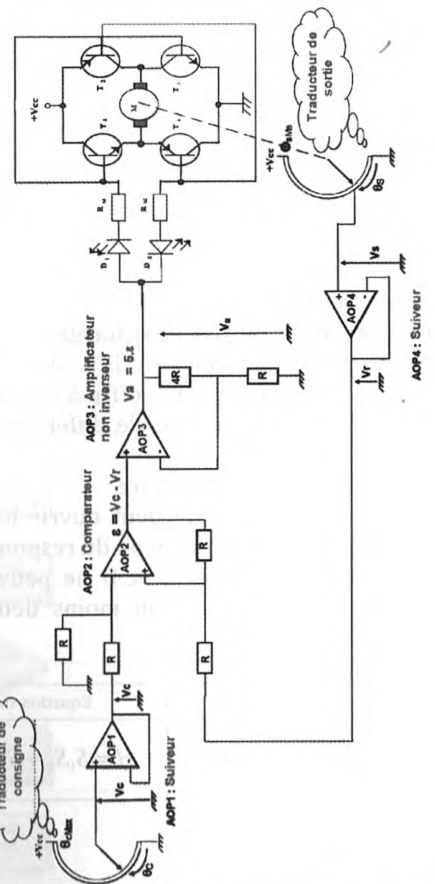
Exercice 4

Simplifier le schéma fonctionnel suivant :



Problèmes

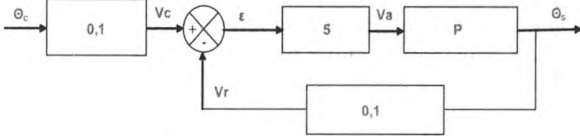
Problème 1 : Asservissement de position



<p>Q1 : Traducteur de consigne :</p> <p>R1a : <math>V_c = (V_{cc} / \theta_{cMax}) . \theta_c</math></p>	<p>R1b <math>V_{cc} / \theta_{cMax} = 18 / 180 = 0,1</math> V/°</p> <p>R1c : <math>\theta_c = 0,1 . V_c</math></p>
<p>Q2 : Chaîne de réaction :</p> <p>R2a : <math>V_r = (V_{cc} / \theta_{sMax}) . \theta_s</math></p> <p><math>\theta_s = (18 / 180) . \theta_s</math></p>	<p>R2b : <math>V_r = 0,1 . \theta_s</math></p>

<b>Q3 : Etude du comparateur :</b> <b>R3a : <math>\varepsilon = V_c - V_r</math></b>	<b>R3b :</b> $V_c \quad + \quad \varepsilon = V_c - V_r$ $V_r \quad -$
<b>Q4 : Etude de l'amplificateur :</b> <b>R4a : <math>V_a = 5.\varepsilon</math></b>	<b>R4b :</b> $\varepsilon \quad 5 \quad V_a$

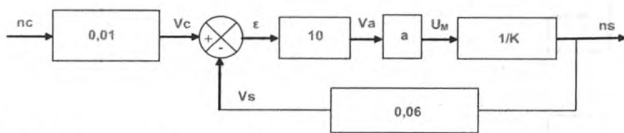
**Q5 : Compléter le schéma fonctionnel suivant :**



**Problème2 :**

<b>Q1 : Traducteur de consigne :</b> <b>R1a : <math>V_c = (V_{réf} / n_{cMax}) . n_c</math></b>	<b>R1b <math>V_{réf} / n_{cMax} = 24/2400 = 0,01 \text{ V/tr.min}^{-1}</math></b> <b>R1c :</b> $n_c \quad 0,01 \quad V_c$
<b>Q2 : Etude du DT :</b>	$V_s \quad 0,06 \quad n_s$
<b>Q3 : Etude du comparateur :</b> <b>R3a : <math>\varepsilon = V_c - V_s</math></b>	<b>R3b :</b> $V_c \quad + \quad \varepsilon = V_c - V_s$ $V_s \quad -$
<b>Q4 : Etude de l'amplificateur :</b> <b>R4a : <math>V_a = 10.\varepsilon</math></b>	<b>R4b :</b> $\varepsilon \quad 10 \quad V_a$
<b>Q5 : Etude du moteur: (<math>R_a = 0 \Omega</math>)</b> <b>R5a : <math>E' = N.\Phi.n = K.n.s = U_M</math></b> <b><math>\rightarrow n_s = (1/K).U_M</math></b>	<b>R5b :</b> $U_M \quad 1/K \quad n_s$

**Q5 : Compléter le schéma fonctionnel suivant :**



**Problème 3 POSTE D'USINAGE**

**ETUDE DE LA FONCTION F1**

1. Exprimer puis calculer  $v_c$  en fonction de  $V_{ref}$ ,  $\alpha$  et  $\max$ . Sachant que  $V_{ref} = 9V$ ,  $\max = 1,8$  et  $\min = 0$  [rd].  
 $V_c = (V_{réf}/\alpha \max)/\alpha \rightarrow V_c = (9/1,8.\pi) . \alpha \rightarrow \alpha = 1,6$   
 Tracer le schéma bloc de cette fonction



2. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

**Traducteur de consigne  $\rightarrow$  Traduire la consigne  $\alpha$  en une**

**tension proportionnelle  $V_c$ .**

**ETUDE DE LA FONCTION F4**

- En déduire l'expression de  $v'_r$  en fonction de  $V'_{ref}$ ,  $\alpha$  et  $\max$   
 $V'_r = (V_{réf}/\alpha \max)/\alpha$
- Calculer  $v'_r$  sachant que  $V'_{ref} = 4,5V$ ,  $\max = 1,8$  et  $\min = 0$  [rd]  
 $V'_r = (4,5/1,8.\pi) . \alpha \rightarrow \alpha = 0,8$
- Tracer le schéma bloc de cette fonction



4. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

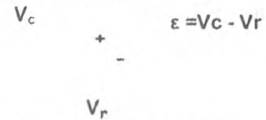
**Capteur de position pour fournir l'image  $V'_r$  de  $\alpha$**

**ETUDE DE LA FONCTION F2**

- Montrer que  $\varepsilon = v_c - v_r$  en utilisant les méthodes de base (lois des mailles et des nœuds). Indiquer les mailles, le sens des courants et la ddp appliquée à chaque résistor sur le schéma du circuit ci-joint.  
 $V^+ = V_c/2$  (loi du diviseur de tension)  
 $V_r - R i_r - V^- = 0 \rightarrow i_r = (V_r - V^-)/R$ ;  $V_r - 2R[(V_r - V^-)/R] - \varepsilon = 0 \rightarrow V^- = (V_r + \varepsilon)/2$

A.L.I est idéal  $\rightarrow V_d = V^+ - V^- = 0 \rightarrow V^+ = V^- \rightarrow V_c/2 = (V_r + \varepsilon)/2 \rightarrow \varepsilon = V_c - V_r$

2. Tracer le schéma bloc de cette fonction

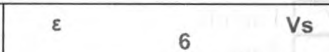


3. Quel est le nom et le rôle de cette fonction

**Comparateur pour donner l'écart entre  $V_c$  et  $V_r$**

**ETUDE DE LA FONCTION F3**

- $V_s = 6.\varepsilon$
- Tracer le schéma bloc de cette fonction



3. Quel est le rôle de cette fonction, indiquer son nom  
**Correcteur pour amplifier l'erreur.**

**ETUDE DE LA FONCTION F5**

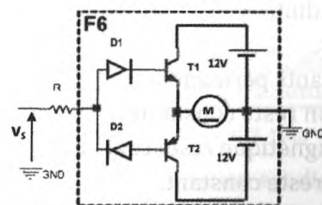
- $V_r = 2.V'_r$
- Tracer le schéma bloc de cette fonction



3. Quel est le rôle de cette fonction, indiquer son nom.

**Régulateur proportionnel dans la chaîne de retour pour amplifier l'image de la sortie**

**ETUDE DE LA FONCTION F6**



1.  
 $v_s > 0$  : D1 Passante D2 bloquée T1 saturé T2 bloquée  
 Le moteur tourne dans le sens avant.

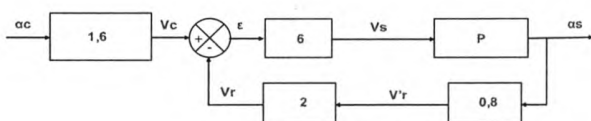
$v_s < 0$  : D1 bloquée D2 Passante T1 bloquée T2 saturé  
 Le moteur tourne dans un sens arrière

**Etage de puissance pour**



commander le moteur dans les deux sens.

Le schéma fonctionnel est le suivant :



**Chapitre B3 : Les moteurs à courant continu**

**Questions à choix multiples: Q.C.M**

1 - Le moteur à courant continu est un convertisseur :

- Mécanique / Electrique.
- Electrique / Mécanique.
- Electrique / Electrique.
- Mécanique / Mécanique.

2 - La partie mobile d'un moteur à courant continu est :

- l'induit.
- l'inducteur.
- le collecteur.

3 - L'inducteur d'un moteur à courant continu se trouve :

- Sur le rotor.
- Sur le stator.
- Entre le rotor et le stator.

4 - Le courant dans l'inducteur d'un moteur à courant continu est appelé :

- Courant de démarrage.
- Courant d'excitation.

5 - Quelle est la fonction de l'inducteur d'un moteur à courant continu ?

- Création du champ magnétique.
- Alimentation de l'induit.
- Diminuer les pertes.

6 - Pour un moteur à aimants permanents :

- La vitesse de rotation reste constante.
- Le couple électromagnétique reste constant.
- Le flux magnétique reste constant.

7 - La puissance  $P_{ex}$  absorbée par l'inducteur est-

elle égale ?

- $P_{ex} = r i_{ex}^2$
- $P_{ex} = u_{ex} \cdot i_{ex}$
- $P_{ex} = u_{ex}^2 / r$

8 - Les pertes par effet Joule de l'inducteur sont-elles égales ?

- $P_{ji} = u_{ex}^2 / r$
- $P_{ji} = u_{ex} \cdot i_{ex}$
- $P_{ji} = r i_{ex}^2$

9 - Quelle est la relation entre la vitesse de rotation et la vitesse angulaire ?

- $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot n$
- $n = 2 \cdot \pi \cdot \Omega$
- $\Omega = 2 \cdot \pi / n$
- $n = \Omega / (2 \cdot \pi)$

10 - Dans le cas d'un fonctionnement en moteur, quelle relation est vraie ?

- $U = E' + R \cdot I$
- $U = R \cdot I$
- $U = E' - R \cdot I$

11 - Un moteur entraîne une charge dont le couple résistant est  $T_r$ , quelle relation est vraie ?

- En régime permanent le couple  $T_r$  est nul.
- En régime permanent le couple  $T_u = T_r$ .
- En régime permanent le couple  $T_r$  est supérieur à  $T_u$ .

12 - Pour inverser le sens de rotation d'un moteur, que faut-il inverser :

- Les bornes d'alimentation de l'induit.
- Les bornes d'alimentation de l'inducteur.
- Les bornes d'alimentation de l'induit et de l'inducteur.

13 - Le couple électrique utile d'un moteur a-t-il pour expression ?

- $T_{eu} = T_u + T_p$
- $T_{eu} = T_u - T_p$
- $T_{eu} = P_{eu} / \Omega$

14 - La puissance électrique utile d'un moteur a-t-elle pour expression ?

- $P_{eu} = P_u + P_c$
- $P_{eu} = P_u - P_c$
- $P_{eu} = T_{eu} \cdot \Omega$
- $P_{eu} = E' \cdot I$

15 - Si le courant d'excitation est accidentellement coupé alors que l'induit reste alimenté :

- Le moteur se bloque.
- Le moteur s'emballle.

16 - Dans un essai à vide :

- L'intensité du courant  $I$  est nulle.
- La puissance utile est nulle.
- Le rendement est élevé.

17 - Les pertes collectives d'un moteur peuvent être calculées :

- En annulant le courant d'excitation.
- A partir d'un essai à vide.
- Par un essai en charge.

18 - Lorsque la relation  $E' = K \cdot n$  est vérifiée avec  $n$ , exprimée en  $\text{tr.s}^{-1}$ , quelle relation est vraie ?

- $T_{eu} = K \cdot I_a$
- $T_{eu} = K \cdot I_a / 2$
- $T_{eu} = 2 \cdot K \cdot I_a$

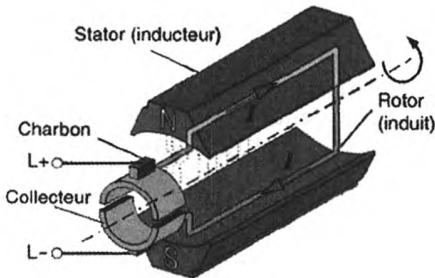
19 - Le rendement du moteur à électroaimant a-t-il pour expression ?

- $= P_a / P_u$
- $= P_u / P_a$
- $= (P_a - \text{Pertes}) / (U \cdot I_a + u_{ex} \cdot i_{ex})$
- $= (P_a - \text{Pertes}) / U \cdot I_a$

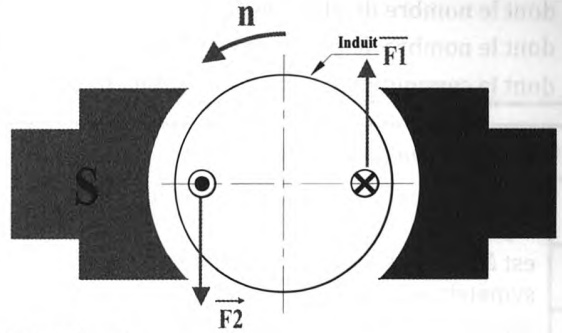
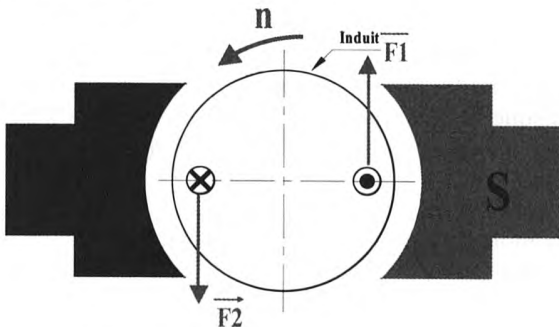
20 - Le rendement du moteur à aimant permanent a-t-il pour expression ?

- $= P_u / P_a$
- $= P_a / P_u$
- $= (P_a - \text{Pertes}) / U \cdot I_a$
- $= (P_a - \text{Pertes}) / (U \cdot I_a + u_{ex} \cdot i_{ex})$

**Exercice 1 :**



**Exercice 2 :**



**Exercice 3 :**

- a.  $i_{ex} = u_{ex} / r = 170 / 350 = 0.49 \text{ A}$
- b.  $E' = U - R \cdot I = 230 - 1.15 \cdot 5.3 = 223.9 \text{ V}$
- c.  $I_d = 2.5 \cdot I_n = 2.5 \cdot 5.3 = 13.25 \text{ A}$   
 $R_h = (U / I_d) - R = (230 / 13.25) - 1.15 = 16.2$

**Exercice 4 :**

- a.  $U = E' + R \cdot I \Leftrightarrow I = (U - E') / R = (230 - 176) / 0.9 = 60 \text{ A}$
- b. Au démarrage  $E' = 0 \text{ V}$  ( $n = 0 \text{ tr/s}$ )  $\Leftrightarrow I_d = U / R = 230 / 0.9 = 255.6 \text{ A}$
- c.  $I_d = 2 \quad I_n = 2 \quad 60 = 120 \text{ A}$   
 $R_h = (U / I_d) - R = (230 / 120) - 0.9 = 1.02$

**Exercice 5 :**

- 1. Calculer :
  - a.  $E' = U - R \cdot I = 240 - 0.5 \cdot 42 = 219 \text{ V}$
  - b.  $P_a = U \cdot I + 250 = 240 \cdot 42 + 250 = 10\,080 + 250 = 10\,330 \text{ W}$   
 $P_{ém} = E' \cdot I = 219 \cdot 42 = 9\,198 \text{ W}$   
 $P_u = P_{ém} - 625 = 8\,573 \text{ W}$
  - c.  $T_u = P_u / \omega = 8573 / (2 \cdot \pi \cdot 1200 / 60) = 8573 / 125.7 = 68.2 \text{ Nm}$   
 $= P_u / P_a = 8573 / 10\,330 = 0.83 \text{ soit } 83,0 \%$

2. Quelle est la vitesse de rotation  $n_2$  du moteur quand le courant d'induit est  $I_2 = 30 \text{ A}$  ?

$E_2' = U - R \cdot I_2 = 240 - 0.5 \cdot 30 = 225 \text{ V}$   
 L'excitation est constante donc la f.c.ém est proportionnelle à la vitesse de rotation :  
 $n_2 / n = E_2' / E' \Leftrightarrow n_2 = (E_2' / E') \cdot n = (225 / 219) \cdot 1200 = 1233 \text{ tr/min}$

- 3.  $P_u = P_{ém} - p_c = E' \cdot I - 625 = 225 \cdot 30 - 625 = 6750 - 625 = 6125 \text{ W}$   
 $T_u = P_u / \omega = P_u / (2 \cdot \pi \cdot n_2 / 60) = 6125 / (1233 \cdot 2 / 60) = 6125 / 129.1 = 47.4 \text{ Nm}$
- 4.  $P_a = U \cdot I + 240 \cdot 30 + 250 = 7200 + 250 = 7450 \text{ W}$   
 $= 6125 / 7450 = 0.822 \text{ soit } 82,2 \%$

**Chapitre 7 : Moteur pas à pas**

**Exercice de compréhension**

- 1) Un moteur pas à pas est une machine  dont la rotation est discontinue

- dont le nombre de phase est quatre phases
- dont le nombre de pôles est 16 pôles
- dont la commutation est unidirectionnelle

**2) Un moteur pas à pas unipolaire**

- est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- est à commutation unidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique

**4) Un moteur pas à pas bipolaire**

- est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- est à commutation unidirectionnelle symétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique
- est à commutation bidirectionnelle asymétrique

**5) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :**

- $m = 4 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 1$
- $m = 4 ; p = 1$

**6) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :**

- $m = 4 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 1$
- $m = 4 ; p = 1$

**7) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :**

- $m = 4 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 1$
- $m = 8 ; p = 1$

**8) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :**

- $m = 4 ; p = 2$
- $m = 2 ; p = 2$

- $m = 2 ; p = 1$
- $m = 4 ; p = 1$

**9) Le moteur pas à pas ci-contre fait 8 pas par tours :**

- Il est à commutation bidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation bidirectionnelle asymétrique

**10) Le nombre de phase et de pôles du moteur figuré ci-contre est :**

- Il est à commutation bidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle asymétrique
- Il est à commutation unidirectionnelle symétrique
- Il est à commutation bidirectionnelle asymétrique

**Exercices de synthèse**

**Exercice 1**

Un moteur pas à pas de 8 phases et 48 pôles. Calculer le nombre de pas par tours dans les cas suivants :

- 1) bidirectionnelle symétrique  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t);
- 2) bidirectionnelle asymétrique  $N_p/t = 768$  (pas/t)
- 3) unidirectionnelle symétrique  $N_p/t = 192$  (pas/t) ;
- 4) commutation unidirectionnelle asymétrique  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t) ;
- 5) moteur unipolaire  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t)
- 6) moteur bipolaire  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t);
- 7) en mode pas entier et à commutation unidirectionnelle  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t)
- 8) en mode demi-pas et à commutation unidirectionnelle  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t);
- 9) en mode pas entier et à commutation bidirectionnelle  $N_p/t = m p k_1 k_2 = 384$  (pas/t);
- 10) en mode demi-pas et à commutation bidirectionnelle  $N_p/t = 768$  (pas/t)

**Exercice 3**

Un moteur unipolaire de 48 pas par tour et de 4 phases.

- 1) Déterminer le nombre de pôles (24 pôles)
- 2) commutation en courant unidirectionnel.
- 3) commutation des phases : symétrique
- 4) le mode de fonctionnement est pas entier : puisque le moteur est unipolaire les commutations sont unidirectionnel symétrique c.à.d : pas en pas entier.

**Exercice 4**

Un moteur bipolaire de 64 pas par tour et de 4 phases.

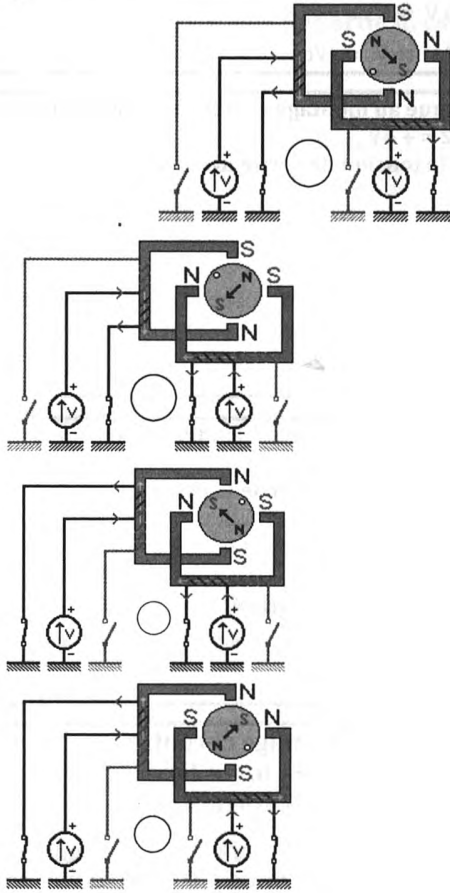
- 5) 8 pôles
- 6) La commutation en courant est bidirectionnelle

- 7) la commutation des phases est symétrique
- 8) le mode de fonctionnement est en pas entier.

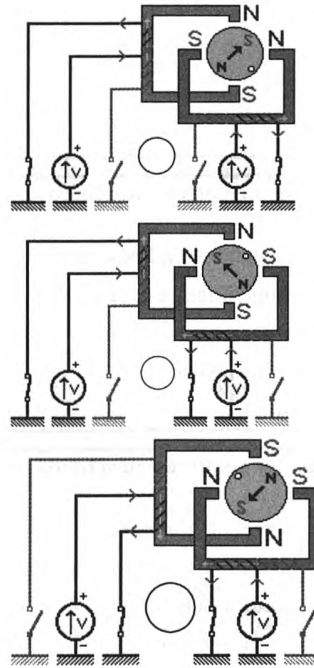
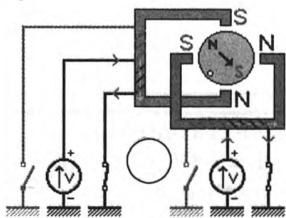
**Exercice 5**

On donne ci-dessous un moteur pas à pas à aimant permanent en 5 positions différentes.

1)



2)



**Chapitre 8 :**

**Questions à choix multiples: Q.C.M**

**1 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- C'est un montage amplificateur non inverseur.
- C'est un montage amplificateur inverseur.

**2 - Quelle est l'expression de la tension de sortie  $u_s$  du montage ci-contre ?**

- $u_s = V1 + V2$
- $u_s = - (V1 + V2)$
- $u_s = V1 - V2$
- $u_s = V2 - V1$

**3 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- C'est un comparateur de tensions.
- C'est un suiveur de tension.

**4 - Quelle est la fonction de transfert du montage ci-contre?**

- $u_s/u_e = (R1+R2) / R2$
- $u_s/u_e = (R1+R2) / R1$
- $u_s/u_e = - (R2 / R1)$
- $u_s/u_e = -(R1 / R2)$
- $u_s/u_e = (R2 / R1)$

**5 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur.
- C'est un montage différentiel.

**6 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur.
- C'est un montage différentiel.

**7 - Quelle est l'expression de la tension de sortie  $V_s$  du montage ci-contre ?**

- $u_s = V1 + V2$
- $u_s = V1 - V2$
- $u_s = V2 - V1$
- $u_s = - (V1 + V2)$

**8 - Cocher les bonnes réponses relatives au schéma ci-contre:**

- Le fonctionnement est en régime non linéaire.
- Le fonctionnement en régime linéaire est possible.
- C'est un montage différentiel.
- C'est un montage sommateur non inverseur.
- C'est un montage sommateur inverseur

**9 - Quelle est la fonction de transfert du montage ci-contre?**

- $u_s/u_e = - (R1 / R2)$
- $u_s/u_e = - (R2 / R1)$
- $u_s/u_e = R2 / R1$
- $u_s/u_e = (R1+R2) / R2$

**10 - Observer le montage ci-contre et cocher les bonnes réponses:**

- $u_s = - u_e$
- $u_s = u_e$
- C'est un montage suiveur de tension.
- C'est un montage adaptateur d'impédances.

**11 - Observer le montage ci-contre et cocher les bonnes réponses:**

- $u_d = u_e - u_r$
- $u_d = u_r - u_e$
- Si  $u_d > 0 V \Rightarrow V_s = +V_{cc}$
- Si  $u_d > 0 V \Rightarrow V_s = \pm V_{cc}$
- Si  $u_d < 0 V \Rightarrow V_s = -V_{cc}$

**12 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $V1 = +6V$  ♦  $V2 = +4V$**

La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = 10 V$
- $u_s = -10 V$
- $u_s = -12 V$
- $u_s = +12 V$
- $u_s = +2V$

**13 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $V1 = +8V$  ♦  $V2 = +6V$**

La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = 14 V$
- $u_s = -14 V$
- $u_s = -12 V$  (l'A.L.I est saturé)
- $u_s = +12 V$
- $u_s = +2V$

**14 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $u_e = +4V$  ♦  $u_r = +2V$**

La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = 6 V$
- $u_s = +15 V$  ( $u_e > u_r \Rightarrow u_d > 0 V \Rightarrow u_s = +15V$ )
- $u_s = -15 V$
- $u_s = 2 V$
- $u_s = 0 V$

**15 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $u_e = +2V$  ♦  $u_r = +4V$**

La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = 0 V$  ( $u_e < u_r \Rightarrow u_d < 0 V \Rightarrow u_s = 0V$ )
- $u_s = +15 V$
- $u_s = -15 V$
- $u_s = 2 V$

**16 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +3V$**

La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :

- $u_s = +9 V$



- $u_s = -9 \text{ V} \quad (u_s = -3 \cdot u_e)$
- $u_s = -12 \text{ V}$
- $u_s = +12 \text{ V}$

**17 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +5\text{V}$**   
**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

- $u_s = +15 \text{ V}$
- $u_s = -15 \text{ V}$
- $u_s = -12 \text{ V} \quad (u_s = -3 \cdot u_e \text{ mais l'A.L.I est saturé})$
- $u_s = +12 \text{ V}$

**18 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +2\text{V}$**   
**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

- $u_s = +10 \text{ V} \quad (u_s = 5 \cdot u_e)$
- $u_s = -10 \text{ V}$
- $u_s = -12 \text{ V}$
- $u_s = +12 \text{ V}$

**19 - On applique au montage ci-contre la tension:  $u_e = +3\text{V}$**   
**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

- $u_s = +12 \text{ V} \quad (u_s = 5 \cdot u_e \text{ mais l'A.L.I est saturé})$
- $u_s = -12 \text{ V}$
- $u_s = -15 \text{ V}$
- $u_s = +15 \text{ V}$

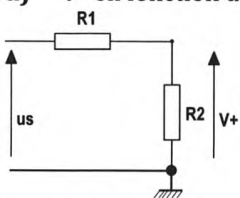
**20 - On applique au montage ci-contre les tensions:  $V_1 = +6\text{V}$  ♦  $V_2 = +2\text{V}$**   
**La valeur de la tension de sortie  $u_s$  est :**

- $u_s = +4 \text{ V}$
- $u_s = -4 \text{ V} \quad (u_s = V_2 - V_1)$
- $u_s = -12 \text{ V}$
- $u_s = +12 \text{ V}$
- $u_s = +8 \text{ V}$

**Exercice 1**

**Montage 1**

1. Ecrire la relation qui lie les tensions  $V^-$  et  $V^+$  en régime linéaire.  $u_d = 0 \Rightarrow V^+ = V^-$
2. Donner les expressions de :
  - a)  $V^+$  en fonction de  $u_c$ .



**Cas général :**  
 $V^+ / u_c = R_2 / 0 \Rightarrow V^+ = u_c \cdot [R_2 / (R_1 + R_2)]$   
**Cas de l'exercice:**  
 $R_1 = R_2 = R \Rightarrow V^+ = u_c \cdot [R / (R + R)] = u_c / 2$

Figure C\_15

b)  $i$  en fonction de  $u_r$ ,  $u_s$  et  $R$

**Loi de maille :**

$u_r - R \cdot i - R \cdot i - u_s = 0 \Rightarrow i = (u_r - u_s) / 2R$

c)  $V^-$  en fonction de  $u_r$ ,  $i$  et  $R$ .

**Loi de maille :**  $u_r - R \cdot i - V^- = 0 \Rightarrow V^- = u_r - R \cdot i$

d)  $V^-$  en fonction de  $u_r$ ,  $u_s$ .

$V^- = u_r - R \cdot i = u_r - R \cdot [(u_r - u_s) / 2R] = (u_r + u_s) / 2$

e) En se référant à la question N°1, exprimer  $u_s$  en fonction de  $u_r$  et  $u_c$ .

$V^+ = V^- \Leftrightarrow u_c / 2 = (u_r + u_s) / 2 \Rightarrow u_s = u_c - u_r$

3. Donner le nom de ce montage: **Montage différentiel**

**Montage 2**

1. En déduire l'expression de  $V^+$  en fonction de  $u_e$ .  $V^+ = u_e$

2. En déduire l'expression de  $V^-$  en fonction de  $u_s$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

$V^- / u_s = R_1 / (R_1 + R_2) \Rightarrow V^- = u_s \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$

3. En déduire l'expression de  $u_s$  en fonction de  $u_e$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

$V^- = V^+ \Leftrightarrow u_s \cdot R_1 / (R_1 + R_2) = u_e$

$\Rightarrow u_s = u_e \cdot [(R_1 + R_2) / R_1]$

4. Donner le nom de ce montage.

**Montage amplificateur non inverseur**

5. Donner l'expression de la transmittance :

$A = u_s / u_e$

$A = u_s / u_e = (R_1 + R_2) / R_1$

6. On veut obtenir  $A = 20$  sachant que  $R_1 = 2\text{k}\Omega$ , calculer la valeur de  $R_2$ .

$A = 20 = (R_1 + R_2) / R_1 \leftarrow$

$\Rightarrow R_2 = 19 \cdot R_1 = 19 \times 2 = 38 \text{ K}$

**Montage 3**

1. Quel est le mode de fonctionnement de l'A.L.I? En déduire les valeurs possibles de la tension de sortie  $u_H$ .

**L'A.L.I fonctionne en régime non linéaire (saturé) : boucle ouverte.**

$u_d = u_c - u_T$

▪  $u_c > u_T \Rightarrow u_d > 0 \Rightarrow u_H = 15\text{V}$

▪  $u_c < u_T \Rightarrow u_d < 0 \Rightarrow u_H = 0\text{V}$

2. Représenter l'allure de la tension de sortie lorsque  $u_c = 3 \text{ V}$ .

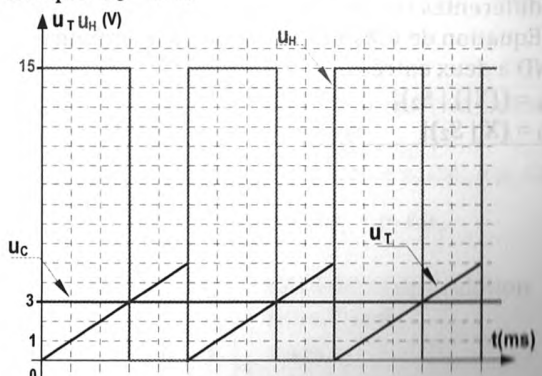


Figure C\_16

3. Représenter la caractéristique de transfert :  $u_H = f(u_T)$

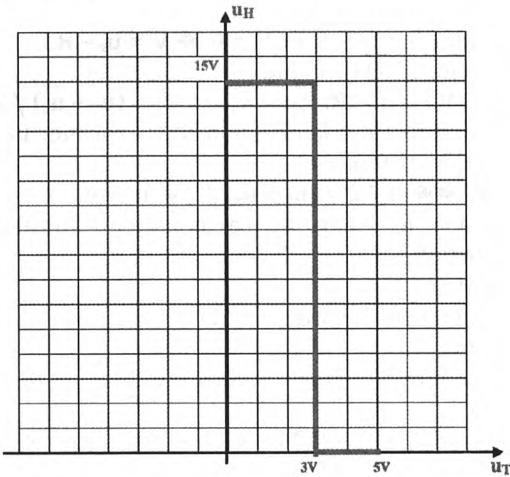


Figure C 17

4. Donner le nom de ce montage.  
Montage comparateur de tensions (comparateur simple seuil)

**DEVOIR DE CONTROLE N°1.1**

A/ Analyse fonctionnelle et calcul de prédétermination :

1°/ table de vérité correspondante au circuit 1.

X	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	KM <sub>1</sub>	KM <sub>2</sub>	KM <sub>3</sub>	KM <sub>4</sub>
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0

2°/ Equations simplifiées par la méthode algébrique

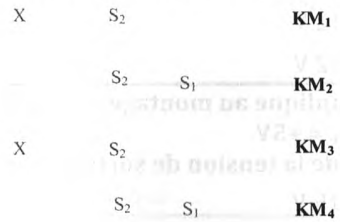
$KM_1 = \bar{X}.S_2.\bar{S}_1 + \bar{X}.S_2.S_1 = \bar{X}.S_2$	$KM_2 = \bar{X}.\bar{S}_2.S_1$
$KM_3 = X.S_2.\bar{S}_1 + X.S_2.S_1 = X.S_2$	$KM_4 = X.S_2.S_1$

des différentes sorties.

4°/ Equation de KM<sub>1</sub> et KM<sub>3</sub> avec les opérateurs NAND à deux entrées

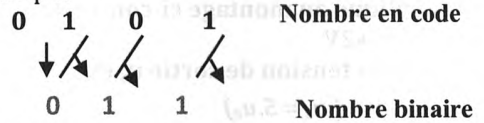
$KM_1 = ((X) | S_2)$   
 $KM_3 = (X | S_2)$

3°/ Schéma électrique à contacts du circuit 1 :



5°/ Soit le nombre binaire réfléchi 101

a/ Codage de ce nombre du Gray au code binaire pur



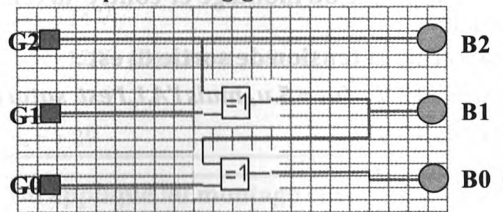
b/ En appliquant la règle de conversion du binaire réfléchi vers le binaire naturel :

Compléter la table de vérité ci-contre

➤ Etablir l'équation de B<sub>j</sub>

$B_j = G_j \oplus B_{j+1}$

➤ Compléter le logigramme



c/ Convertir les nombres suivants :

- $(110)_8 = (72)_{10}$
- $(110111101111)_2 = (DEF)_{16} = (6757)_8$
- $(BCD)_{16} = (3021)_{10}$
- $(980)_{10} = (1001\ 1000\ 0000)_{BCD}$
- $(1010010)_2 = (82)_{BCD} = (1000\ 0010)_{BCD}$
- $(0110)_{Gray} = (0100)_2 = (4)_{10} = (0100)_{BCD}$
- $(112)_3 = (14)_{10} = (32)_4 = (0001\ 0100)_{BCD}$
- $(00010011)_{BCD} = (13)_{10} = (1101)_2 = (1011)_{Gray}$

d/ Sur les emballages des produits qui existent dans le contenir sont imprimés le code-barres suivant :



Compléter le codage

Reproduire les barres en plus grand.

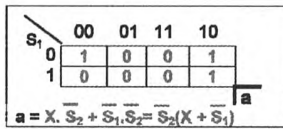
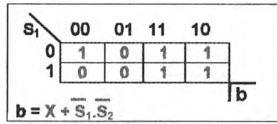
On désire afficher le sens de déplacement et la vitesse sur un afficheur à sept segments de la façon suivante

1°/ Compléter la table de vérité qui correspond au circuit 2

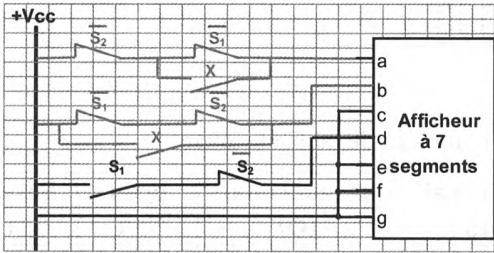
X	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	A
0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	B
0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	C
0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	D
1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	E
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	F
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	G
1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	H

2°/ Equations simplifiées des sorties a, b et f

Gj	Bj+1	Bj
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



3/ Soient  $a = \overline{S_2} (X + \overline{S_1})$ ,  $b = X + S_1 \overline{S_2}$ ,  $d = S_1 \overline{S_2}$   
 a/ Schéma électrique à contacts des segments a et b

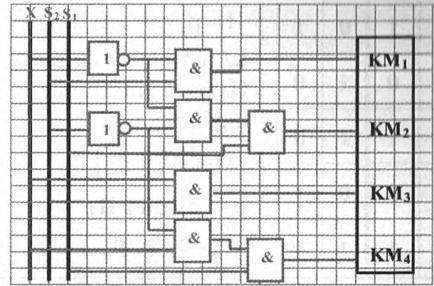


b/ Ecrire l'équation de a en utilisant que des opérateurs NOR à deux entrées :

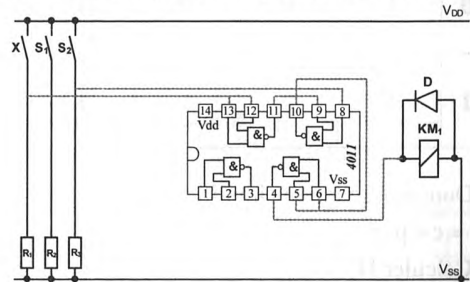
$$a = S_2 \downarrow (X \downarrow (S_1 \downarrow))$$

B/ Modification d'une solution:

1/ Etablir le logigramme du circuit 1 en utilisant les opérateurs Non, ET et OU à deux entrées.



2°/ On désire réaliser pratiquement à l'aide du circuit intégré 4011 le schéma de câblage de l'équation de KM1. On donne  $KM_1 = [(X/X) / S_2]$   
 Schéma de câblage de l'équation de KM1.

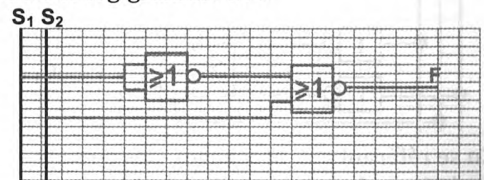


3°/ Equations des sorties a, b, c, d, e, f, g d'un afficheur 7 segments et des fonctions F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub>, F<sub>7</sub> en utilisant que l'opérateur NAND.

$F_5 = S_2 /$	$F_3 = X / (S_2 /)$	$d = F_1 /$
$F_6 = X /$	$F_4 = (S_1 /) / (S_2 /)$	$e = 1$
$F_7 = S_2 /$	$a = F_3 / F_4$	$f = 1$
$F_1 = S_1 / (S_2 /)$	$b = F_2 / F_7$	$g = 1$
$F_2 = (S_1 /) / (S_2 /)$	$c = 1$	

4°/ On donne le le schéma de câblage de la fonction F :

a/ Tracer le logigramme de F



**DEVOIR DE CONTROLE N°1.2**

**AUTOMATIQUE**

A/ Analyse fonctionnelle et calcul de prédétermination :

1/ Compléter la table de vérité

p <sub>r</sub>	c	p <sub>o</sub>	F	O
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1

2-a/ Donner les équations de F et O

$$F = \overline{p_r} \cdot c \cdot p_o + p_r \cdot c \cdot p_o + p_r \cdot c \cdot \overline{p_o} + \overline{p_r} \cdot c \cdot p_o + p_r \cdot c \cdot p_o$$

b/ Dédire une relation entre F et O

$$F = \overline{O}$$

3/ Soit



0	1	1	0	1	$H = \overline{p_f} \cdot c \cdot p_o + p_f \cdot c \cdot p_o + p_f \cdot c \cdot \overline{p_o}$ <b>a/ Simplifier l'équation de <math>H_1</math> par la méthode algébrique.</b> $H = c(\overline{p_f} + p_o)$ <b>b/ Calculer <math>H_1</math></b> $\overline{H_1} = \overline{c + p_f \cdot p_o}$
1	0	0	1	0	
1	0	1	1	0	
1	1	0	0	1	
1	1	1	1	0	

4/ Soit le tableau de Karnaugh suivant.

$p_o \backslash p_f c$	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	1	1

$H_2$

a/ Donner l'équation simplifiée de  $H_2$

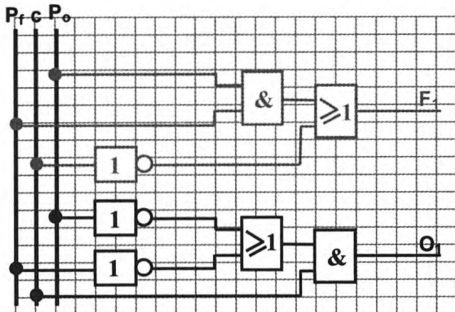
$H_2 = \overline{c} + p_f \cdot p_o$

b/ Calculer  $H_2$

$\overline{H_2} = H_1$

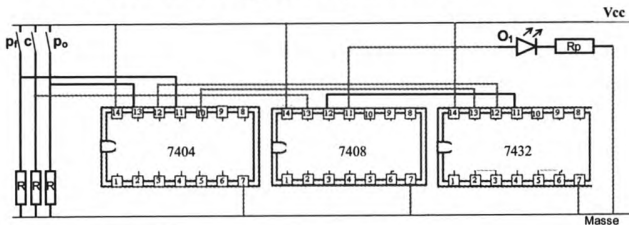
5/ On donne  $F_1 = c + \overline{p_o} \cdot p_f$

Tracer le logigramme relatif à  $F_1$  (le logigramme relatif à  $O_1$  est donné).

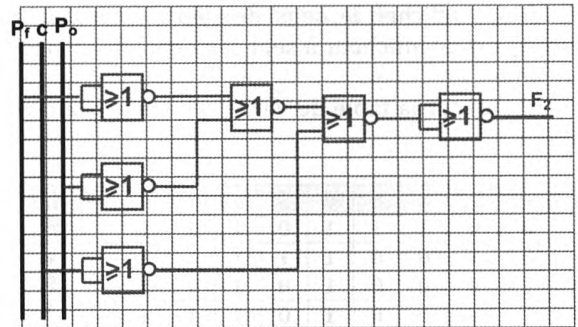


6/ En se référant aux brochages des circuits intégrés (voir document technique)

Compléter le câblage de l'équation  $O_1$  :



7/ Logigramme et l'équation de  $F_2$ .



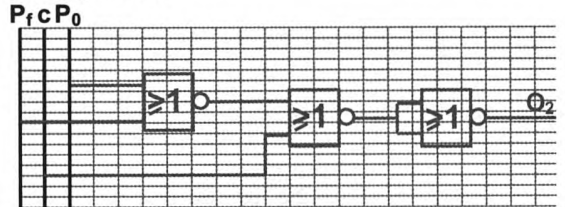
8/ Soit l'équation  $F'_2 = c + p_o \cdot \overline{p_f}$ . Transformer l'équation de  $F'_2$  en utilisant que l'opérateur NOR

$F'_2 = [(c \downarrow) \downarrow [(p_o \downarrow) \downarrow (p_f \downarrow)]] \downarrow$

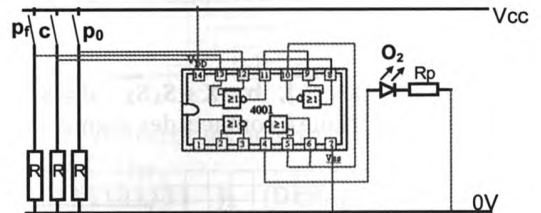
9/ Soit  $O_2 = [c \downarrow (p_o \downarrow p_f)] \downarrow$

Tracer le logigramme de  $O_2$  et compléter le schéma de câblage à base de circuit intégré.

a/ Logigramme



b/ Schéma de câblage



10/ Compléter le tableau suivant :

décimal	hexadécimal	octal	Base 5
457	1C9	711	3312
184	B8	270	1214

11/ Donner l'équivalent GRAY du nombre binaire suivant :

1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0  
 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1  
 $10001100110_{(2)} =$   
 $11001010101_{(GRAY)}$

12/ Donner l'équivalent binaire naturel du nombre GRAY suivant :

1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0  
 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1  
 $10001100110_{(G)} =$   
 $11110111011_{(2)}$

13/ Convertir les nombres suivants :

$(BCD)_{16} = (3021)_{10}$   
 $(1110)_{Gray} = (1011)_2 = (11)_{10} = (0001\ 0001)_{BCD}$   
 14/ La porte est fabriquée en Tunisie. Elle contient le code à barre suivant qu'on demande de compléter :



**B/ Modification d'une solution :**

1/ Compléter la table de vérité suivante :

$c_m$	$p_r$	$c$	$p_o$	F	O	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	F

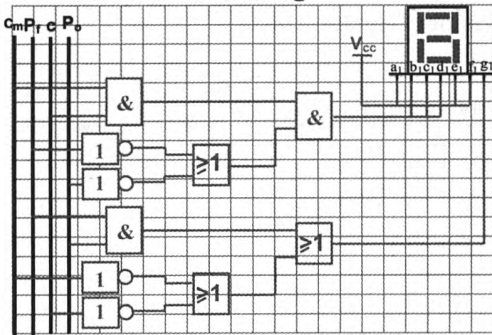
2/ Donner les équations simplifiées des sorties a, b, c, d, e, f et g

$b = c_m \cdot c \cdot (\overline{p_f} + \overline{p_o})$        $g = \overline{c} + \overline{c_m} + p_f \cdot p_o$        $a = 1$   
 Déduire une relation entre b et g : **b = g**

3/ On donne les équations des segments d'un afficheur :

$a_1 = f_1 = e_1 = 1$  ;  $b_1 = c_1 = d_1 = c_m \cdot c \cdot (\overline{p_f} + \overline{p_o})$  ;  
 $g_1 = \overline{c} + \overline{c_m} + p_f \cdot p_o = \overline{b_1} = \overline{c_1} = \overline{d_1}$

Compléter le logigramme simplifié relatif aux segments a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>, d<sub>1</sub>, e<sub>1</sub>, f<sub>1</sub> et g<sub>1</sub>



**DEVOIR DE SYNTHESE N°1.1**

A/ Analyse fonctionnelle :

En se référant au dossier technique, identifier la fonction des éléments suivants utilisés dans le système :

actionneurs	Fonction
Vérin C <sub>1</sub>	Pousser une plaquette du poste de stockage.
Vérin C <sub>2</sub>	Empaqueter les huit plaquettes.
Moteur à courant continu M	Entrainer le tapis.

En se référant au dossier technique, compléter le tableau suivant :

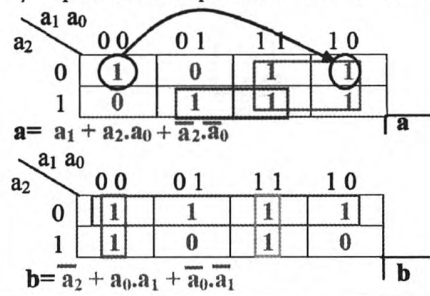
actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Vérin C <sub>1</sub>	Distributeur M <sub>1</sub>	L <sub>10</sub> - L <sub>11</sub>
Vérin C <sub>2</sub>	Distributeur M <sub>2</sub>	L <sub>20</sub> - L <sub>21</sub>
Moteur à courant continu M	Contacteur KM	

**Calcul de prédétermination**

I/ Etude du décodeur BCD / Afficheur 7 segments

	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	Afficheur
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
6	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1

2/ Equations simplifiées de « a » et « b ».



II/ Etude du circuit I :

Donner le type de bascules utilisées : **Bascule JK**  
 Les bascules sont à quel front d'horloge ? **Bascule à front montant**

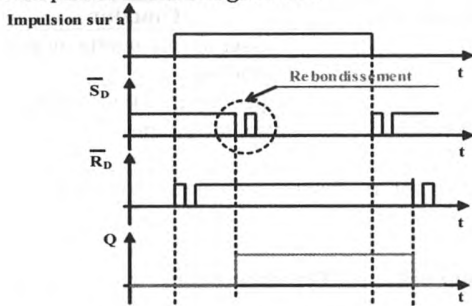
Que représente R<sub>D</sub> et S<sub>D</sub> ? **Entrées de forçage (commande asynchrone)**

> Comment fonctionne la bascule :

- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 1$  : **Mode synchrone (Q=1)**
- Lorsque  $\overline{R_D} = 1$  et  $\overline{S_D} = 0$  : **Mode asynchrone (Q=1)**
- Lorsque  $\overline{R_D} = 0$  et  $\overline{S_D} = 1$  : **Mode asynchrone (Q=0)**

La mémoire issu du capteur « a » est une bascule dont la représentation est la suivante :

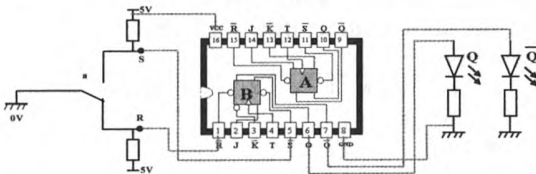
2/ Compléter le chronogramme



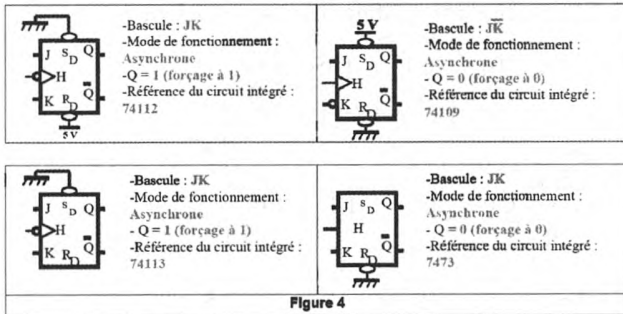
1/ Indiquer le rôle du montage utilisée :

**Montage anti-rebond (éviter le rebondissement)**

2/ Câbler le montage de la figure 3 en utilisant la bascule « B » du circuit suivant :



3/ a) Identifier dans chaque cas la bascule, son mode de fonctionnement en tenant compte du niveau logique de SD et de RD.



III/ Etude du circuit II

1)  $R_D = 1$  et  $S_D = 1$  : Mode synchrone  
Indiquer la nature de l'horloge : Front montant

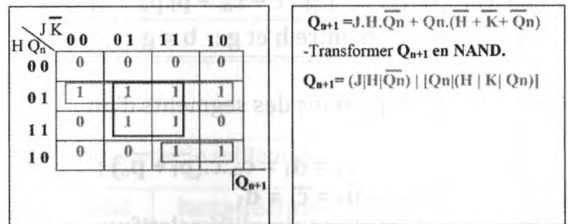
- Indiquer le niveau logique de J et  $\bar{K}$   $\left\{ \begin{matrix} J=1 \\ K=0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{matrix} J=1 \\ K= \end{matrix} \right\}$
- Identifier la bascule équivalente à celle utilisée dans ce montage :
- Compléter le chronogramme suivant de la bascule étudiée :



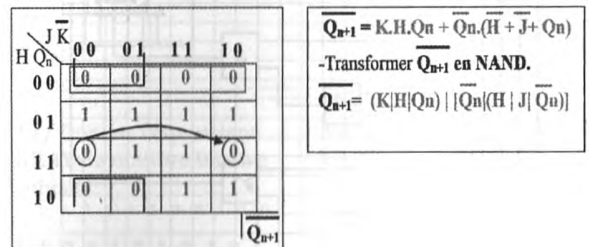
a) Compléter la table de vérité suivante :

Mode	H	$Q_n$	J	$\bar{K}$	$\bar{S}_D$	$\bar{R}_D$	$Q_{n+1}$	Commentaires	
Mode synchrone	0	0	0	0	1	1	0	$\mu_0$	
	0	0	0	1	1	1	0	$\mu_0$	
	0	0	1	0	1	1	0	$\mu_0$	
	0	0	1	1	1	1	0	$\mu_0$	
	0	1	0	0	1	1	1	$\mu_1$	
	0	1	0	1	1	1	1	$\mu_1$	
	0	1	1	0	1	1	1	$\mu_1$	
	0	1	1	1	1	1	1	$\mu_1$	
	1	0	0	0	0	1	1	0	$\mu_0$
	1	0	0	1	1	1	1	0	$\mu_0$
	1	0	1	0	1	1	1	1	$\mu_1$
	1	0	1	1	1	1	1	1	$\mu_1$
	1	1	0	0	0	1	1	0	$\delta$
	1	1	0	1	1	1	1	1	$\mu_1$
	1	1	1	0	0	1	1	0	$\delta$
	1	1	1	1	1	1	1	1	$\mu_1$
Asynchrone	1	0	$\Phi$	$\Phi$	0	1	1	Forçage à 1	
	1	0	$\Phi$	$\Phi$	1	0	0	Forçage à 0	
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	0	1	1	Forçage à 1	
	1	1	$\Phi$	$\Phi$	1	0	0	Forçage à 0	

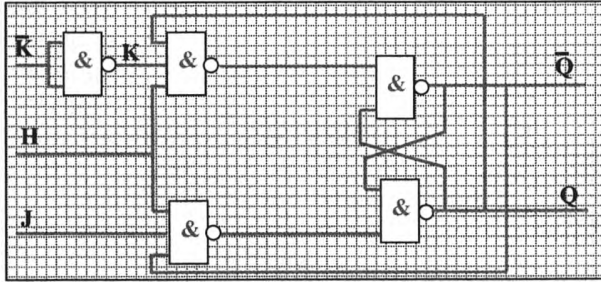
b) Compléter le tableau de Karnaugh pour déterminer l'équation de  $Q_{n+1}$



c) Compléter le tableau de Karnaugh pour déterminer l'équation de  $\bar{Q}_{n+1}$



Tracer le logigramme de  $\bar{Q}_{n+1}$



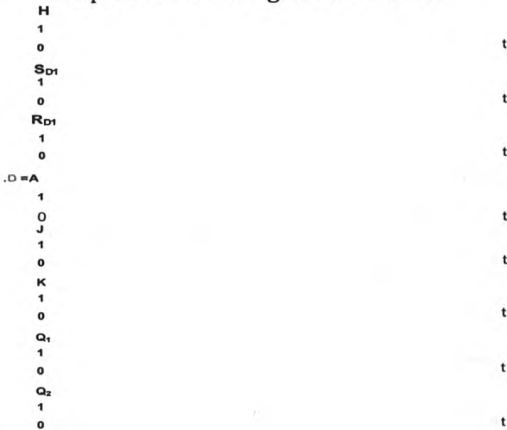
3/

➤ La bascule  $J_1 K_1$  utilisée est équivalente à une bascule de type : **Bascule D**

Justifier :  $J = \bar{K}$

=D

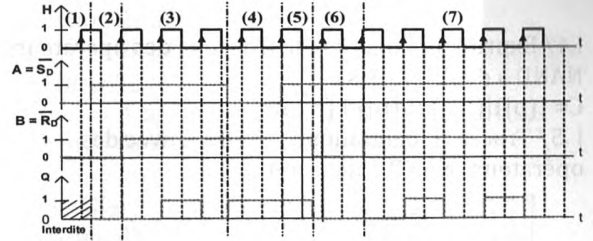
➤ Compléter le chronogramme suivant



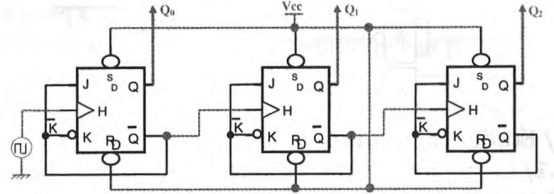
**C/ Modification d'une solution**

1) La bascule précédente est utilisée dans le montage suivant :

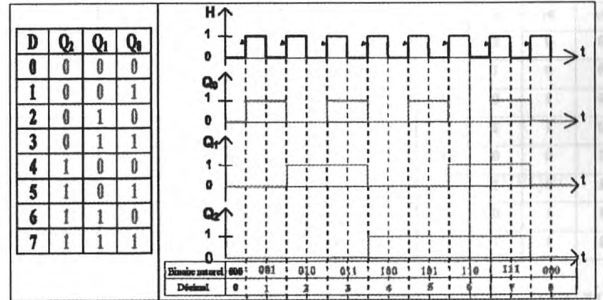
$\bar{J} = K = \bar{Q}$  La bascule est de type **T**



2) compteur asynchrone :



b) Compléter la table de comptage et le chronogramme suivants :



**DEVOIR DE SYNTHESE N°1.2**

Machine à remplir et à boucher des flacons

I/ Etude du circuit 1

I.1/ Compléter la table de vérité suivante :

p	h	b	A	B	C
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0

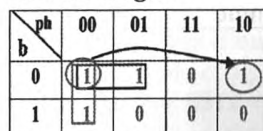
I.2/ Déduire les équations des sorties à partir de la table de vérité :

$A = p.h.b$

$B = p.h.b + p.h.\bar{b} + p.\bar{h}.b$

$C = p.h.b + p.h.\bar{b} + p.\bar{h}.b + p.\bar{h}.\bar{b}$

I.3/ Simplifier l'équation de C en utilisant le tableau de Karnaugh :



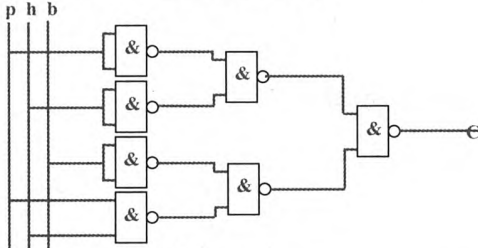
$C = \bar{p}.h + \bar{p}.\bar{b} + \bar{b}.h = \bar{p}.h + \bar{b}(p+h)$



I.4/ Exprimer l'équation de C à l'aide des opérateurs NAND à deux entrées :

$C = [(p)|(h)] | [(b) | (p | h)]$

I.5/ Tracer le logigramme relatif à C avec des opérateurs NAND à deux entrées :



II/ Etude du circuit 4

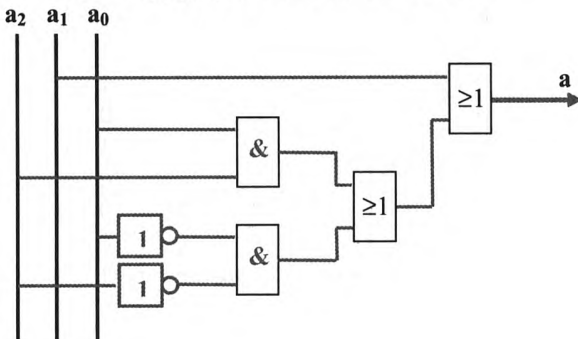
II.1/ Compléter la table de vérité du décodeur BCD /7 segments sachant que les nombres décimaux vont être écrit de la façon suivante :

Entrées			Sorties							Affichage
a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

II.2/ Compléter le tableau de Karnaugh relatif aux segments « a », « c » et « e » et donner leurs équations :

$a = a_1 + a_0 \cdot a_2 + a_0 \cdot \bar{a}_2$        $c = a_2 + a_1 + a_0$        $e = a_1 \cdot a_0 + \bar{a}_2 \cdot a_0 = a_0 (a_1 + \bar{a}_2)$

II.3/ Tracer le logigramme de « a » en utilisant les opérateurs logiques de base à deux entrées :



III/ Etude du circuit 2

1/ Etude de la bascule RS :

a/ Compléter le chronogramme



III/ Etude du circuit 3

1/ Etude de la bascule JK

Donner le type de la bascule utilisée :

**Bascule JK**

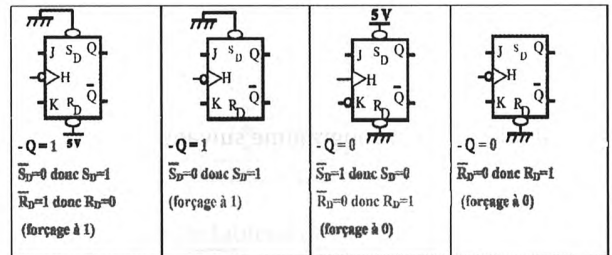
Cette bascule est à quel front d'horloge ?

**Bascule à front descendant**

Que représente R<sub>D</sub> et S<sub>D</sub> ?

**Entrées de forçage (commande asynchrone)**

3/ Identifier dans chaque cas la bascule, son mode de fonctionnement en tenant compte du niveau logique de S<sub>D</sub> et de R<sub>D</sub>.



4/ a) Compléter la table de vérité suivante :

Mode	H	Q <sub>n</sub>	J	K	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>	Q <sub>n+1</sub>	Commentaires
Synchrone	0	0	0	0	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	0	0	0	1	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	0	0	1	0	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	0	0	1	1	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	0	1	0	0	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	0	1	0	1	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	0	1	1	0	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	0	1	1	1	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	1	0	0	0	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	1	0	0	1	1	1	0	μ <sub>0</sub>
	1	0	1	0	1	1	1	ε
	1	0	1	1	1	1	1	ε
	1	1	0	0	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	1	1	0	1	1	1	0	δ
	1	1	1	0	1	1	1	μ <sub>1</sub>
	1	1	1	1	1	1	0	δ
Asynchrone	1	0	Φ	Φ	1	0	0	Forçage à 0
	1	0	Φ	Φ	0	1	1	Forçage à 1
	1	1	Φ	Φ	1	0	0	Forçage à 0
	1	1	Φ	Φ	0	1	1	Forçage à 1

**DEVOIR DE CONTROLE N°2.1 : SYSTEME DE PREPARATION D'UN PRODUIT BUvable**

I/ QCM : Cocher la case convenable :

- 2<sup>ème</sup> choix
- 2<sup>ème</sup> choix
- 3<sup>ème</sup> choix
- 2<sup>ème</sup> choix

**II/ Analyse fonctionnelle de la PC :**

**1) Etude du comptage :**

a - Le nombre de bascules nécessaires si notre compteur est modulo « 10 »

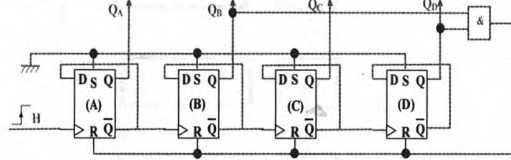
$2^{n-1} < 10 < 2^n \rightarrow n = 4$  bascules

b - Le nombre de circuits intégrés 4013 à utiliser : **2 circuits intégrés 4013**

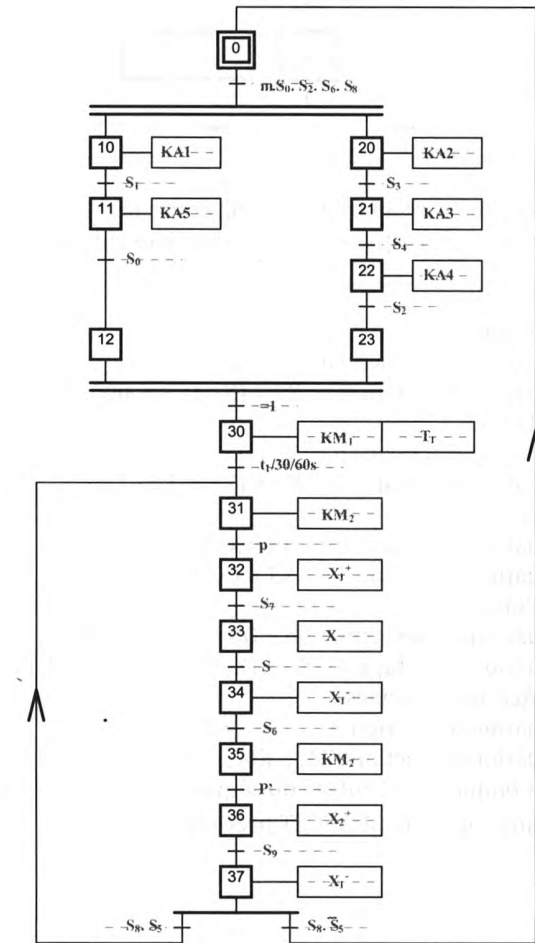
c - Les équations des entrées de forçage

**Modulo 10 = 1010**  $\rightarrow R_D = Q_D, Q_C, Q_B, \overline{Q_A} = Q_D, Q_B$

d - le schéma du compteur :



**2) Le GRAFCET du point de vue P.C :**



**3) En se référant au GRAFCET de point de vue PC , écrire les équations des étapes suivantes :**

a) - **Etape 30** :- Equation d'activation :  $A_{30} = X_{12}.X_{23}$

- Equation de désactivation :  $D_{30} = X_{31}$
- Equation de l'étape 30 :  $X_{30} = (X_{12}.X_{23} + m_{30}) \overline{X_{31}}$

**b) - Etape 31 :**

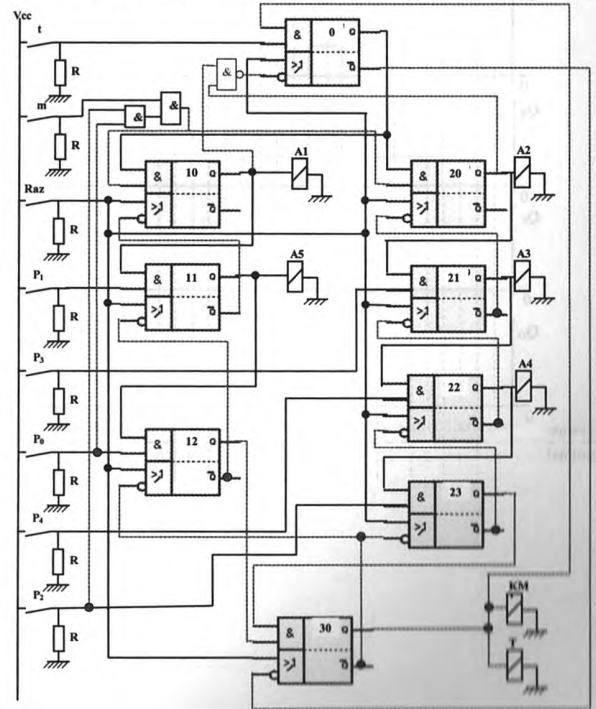
- Equation d'activation :  $A_{31} = X_{30} + X_{37}.S_8.S_5$
- Equation de désactivation :  $D_{31} = X_{32}$
- Equation de l'étape 31 :  $X_{31} = (X_{30} + X_{37}.S_8.S_5 + m_{31}) \overline{X_{32}}$
- Equation d'activation :  $A_{37} = X_{36}.S_9$
- Equation de désactivation :  $D_{37} = X_{31} + X_0$
- Equation de l'étape 37 :  $X_{37} = (X_{36}.S_9 + m_{37}).(X_0 + X_{31})$

**4) On donne le GRAFCET de point de vue partie commande suivant :**

a/ écrire les équations des étapes et des sorties suivantes

- $X_0 = (X_{30}.t + m_0).(\overline{X_{10}} + \overline{X_{20}})$
- $X_{10} = (X_0.m.P_0.P_2 + m_{10}).X_{11}$
- $X_{11} = (X_{10}.P_1 + m_{11}).\overline{X_{12}}$
- $X_{12} = (X_{11}.P_0 + m_{12}).X_{30}$
- $X_{20} = (X_0.m.P_0.P_2 + m_{20}).X_{21}$
- $X_{21} = (X_{20}.P_3 + m_{21}).X_{22}$
- $X_{22} = (X_{21}.P_4 + m_{22}).X_{23}$
- $X_{23} = (X_{22}.P_2 + m_{23}).X_{30}$
- $X_{30} = (X_{12}.X_{23} + m_{30}).\overline{X_0}$
- $T = X_{30}$

b/ Schéma de câblage du séquenceur électronique relatif au GRAFCET de point de vue PC



**III/ Modification d'une solution**

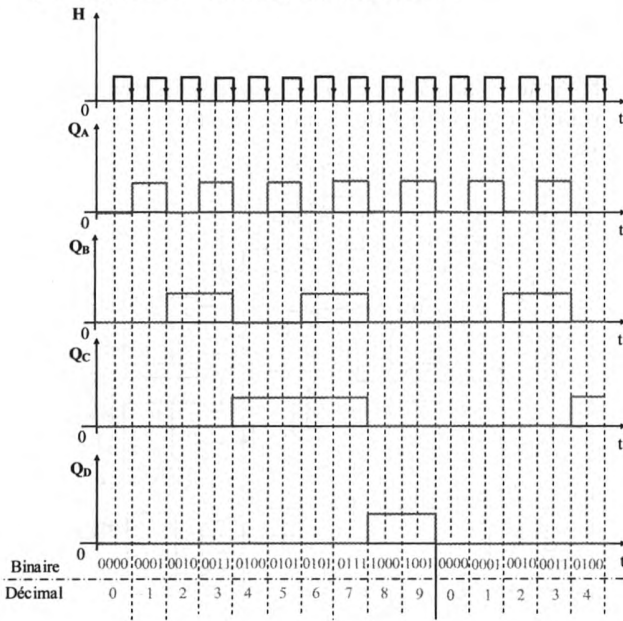
**1/ Le modulo du compteur :**

$Q_D, \overline{Q_C}, \overline{Q_B}, \overline{Q_A} = 1010 = 10 \rightarrow$  compteur modulo 10

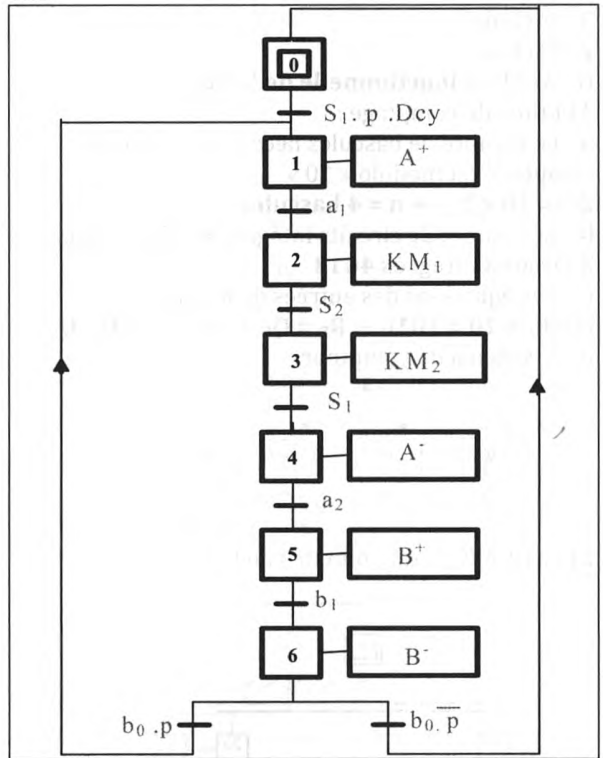
2/ Compléter le tableau de comptage suivant

D	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

3/ Compléter le chronogramme suivant :



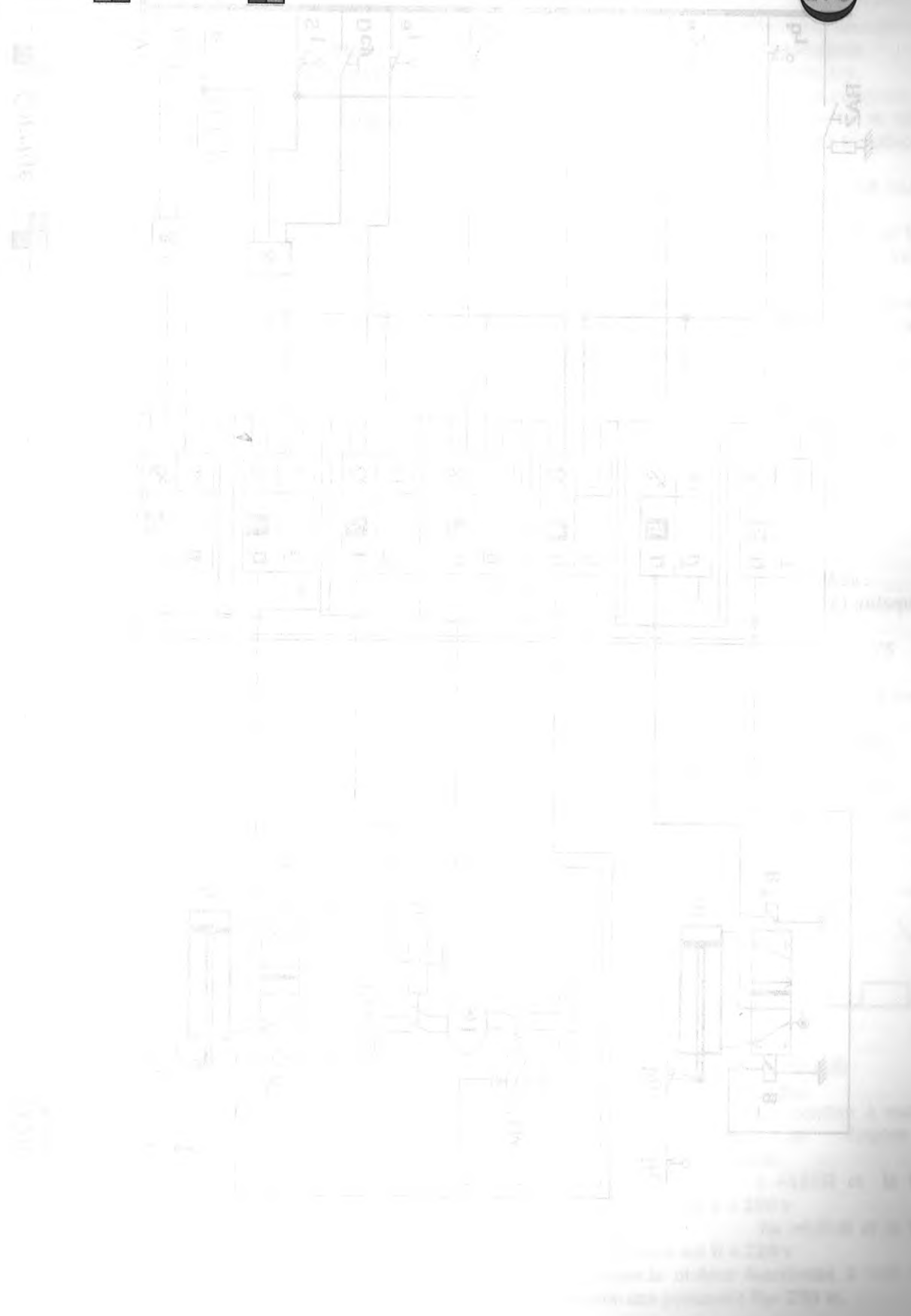
**A. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA P.C :**  
**A.1**



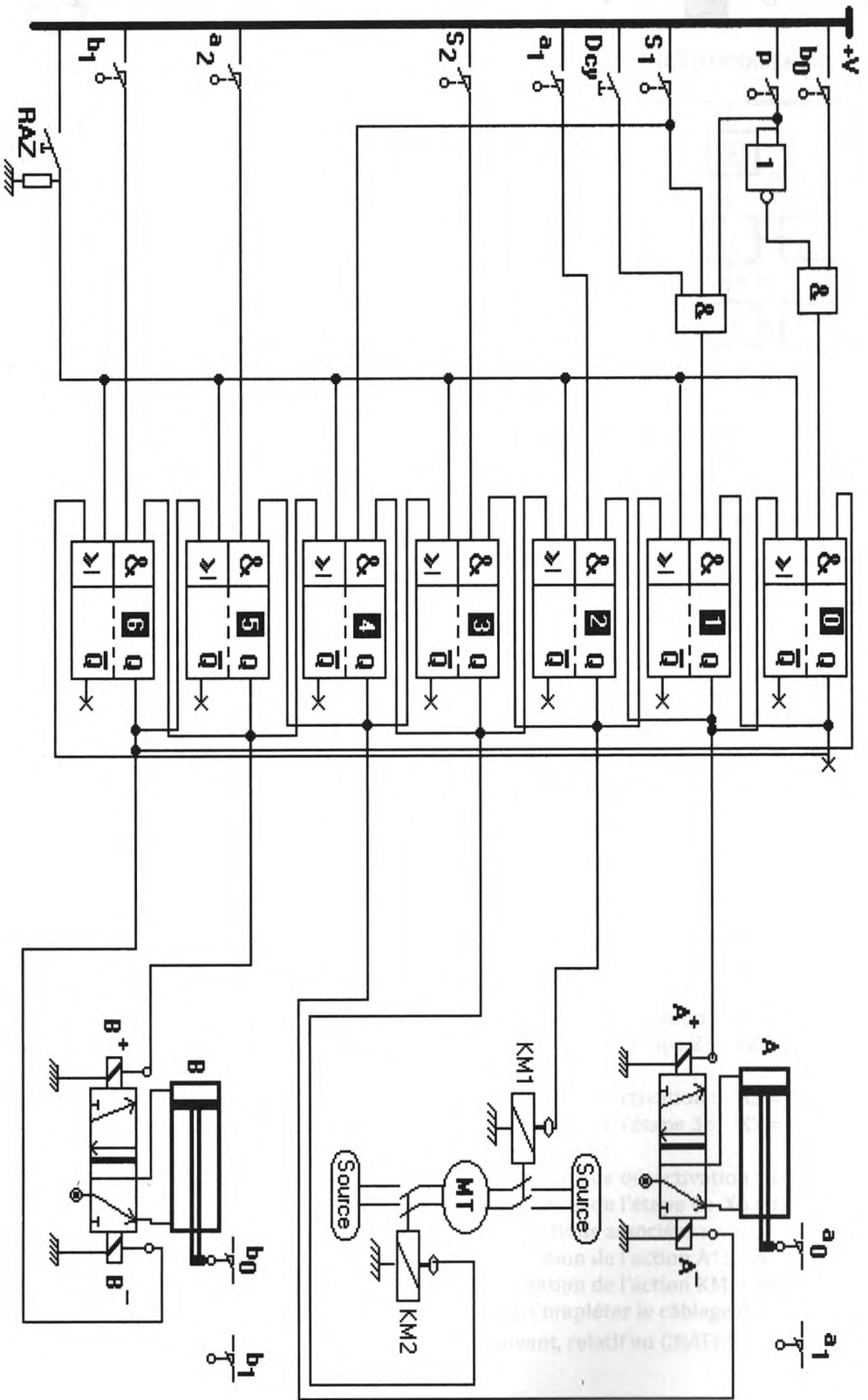
2. En se référant au GRAFCET PC, écrire les équations des étapes et actions associées suivantes

- a) - Etape initiale :
  - Equation de désactivation :  $D0 = X_1$
  - Equation de l'étape 0 :  $X0 = (X_6 . B_{0.p} + m_0) . X_1$
- b) - Etape 2 :
  - Equation d'activation :  $A2 = X_{1.a_1}$
  - Equation de l'étape 2 :  $X2 = (X_{1.a_1} + m_2) . X_3$
- c) - Etape 3 :
  - Equation d'activation :  $A3 = X_2 . S_2$
  - Equation de l'étape 3 :  $X3 = (X_2 . S_2 + m_3) . X_4$
- d) - Etape 6 :
  - Equation de désactivation :  $D6 = A3 = X_0 + X_1$
  - Equation de l'étape 4 :  $X6 = (X_5 . b_1 + m_6) . (X_0 + X_1)$
- e) - Actions associées :
  - Equation de l'action  $A^+$  :  $A^+ = X_1$
  - Equation de l'action  $K M_1$  :  $K M_1 = X_2$

**A.2. Compléter le câblage du séquenceur électronique suivant, relatif au GRAFCET précédent :**



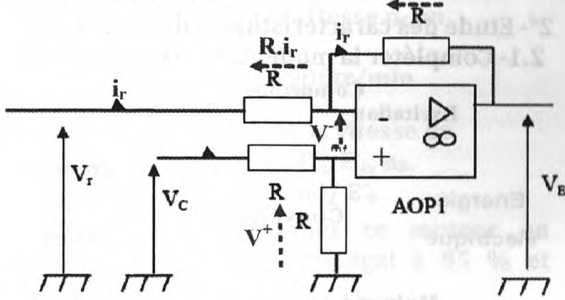




**B/ Calcul de prédétermination**

**1/ Etude de l'amplificateur différentiel :**

Soit le montage de la figure 6, permettant de déterminer la différence entre la tension de consigne et celle délivrée par le potentiomètre à curseur entraîné par le moteur MP.



Montrer que  $V_E = V_c - V_r$

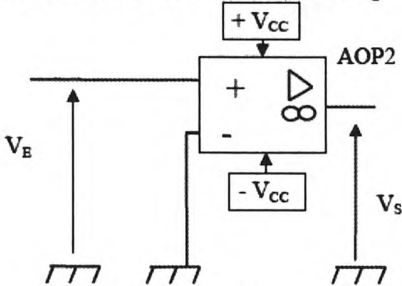
$$V^+ = V_c / 2 ; V_r - R \cdot i_r - V^- = 0 \rightarrow i_r = (V_r - V^-) / R$$

$$V_E + R \cdot i_r - V^- = 0 \rightarrow V_E + R \cdot (V_r - V^-) / R - V^- = 0$$

$$\rightarrow V^- = (V_E + V_r) / 2$$

Régime linéaire donc  $V_d = V^+ - V^- = 0 \rightarrow V^+ = V^-$   
 $\rightarrow V_c = V_E + V_r \rightarrow V_E = V_c - V_r$

**2/ Etude de l'A.L.I en boucle ouverte:**



Exprimer  $V_S$  en fonction de  $V_E$ .

Si  $V_d > 0 \rightarrow V_E > 0 \rightarrow V_S = +V_{cc}$

Si  $V_d < 0 \rightarrow V_E < 0 \rightarrow V_S = -V_{cc}$

D - 3 - 2 Sachant que  $V_E = V_c - V_r$  et que l'AOP2 se sature à 12V ou à -12V, donner la valeur de  $V_S$  dans les cas suivants :

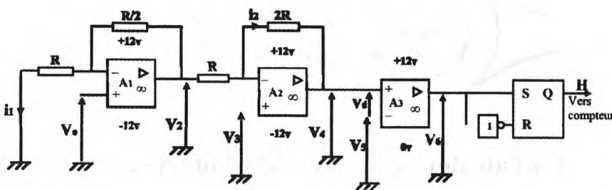
$V_c > V_r : V_d > 0 \rightarrow V_E > 0 \rightarrow V_S = +V_{cc}$ .

$V_c = V_r : V_d = 0 \rightarrow$  on a basculement.

$V_c < V_r : V_d < 0 \rightarrow V_E < 0 \rightarrow V_S = -V_{cc}$ .

**DEVOIR DE SYNTHESE N°2.1**

**B-PARTIE ELECTRONIQUE:**



**NB :**  $V_e$  étant le signal délivré par un capteur non représenté dans la zone d'évacuation.

$V_3$  est une tension de référence.

Les amplificateurs sont tous supposés idéaux

**B1 : Etude des amplificateurs « A1 et A2 » :**

1°/ Régime linéaire puisque A1 fonctionne en boucle fermée

2°/ Maille 1 :  $Ri_1 + U_d - V_e = 0 \dots$  or  $U_d = 0$  car ALI est idéal  $i_1 = V_e / R$

Maille 2 :  $V_2 - (R/2) \cdot i_1 + U_d - V_e = 0 \dots$  or  $U_d = 0$  car ALI est idéal  $V_2 = (R/2) \cdot (V_e/R) + V_e$

$V_2 = 3/2 V_e$

3°/ A1 est un amplificateur non inverseur

4°/ Maille 3 :  $V_2 - Ri_2 + U_d - V_3 = 0$  or  $U_d = 0$  car ALI est idéal  $i_2 = (V_2 - V_3) / R$

Maille 4 :  $V_4 + 2Ri_2 + U_d - V_3 = 0$  ( $U_d = 0$ )  $V_4 = V_3 - 2R[(V_2 - V_3) / R]$

$$\Rightarrow V_4 = 3V_3 - 2V_2$$

5°/ Quelle est la fonction réalisée par « A2 »?

A1 est un soustracteur (différentiel)

6°/  $V_4 = V_3 - 2V_2 = 3V_3 - 2(3/2 V_e)$

$$= 3V_3 - 3V_e$$

$$= 3(V_3 - V_e)$$

d'où  $\alpha = 3$

**B2 : Etude de l'amplificateur « A3 » :**

1°/ Régime non linéaire (saturé) puisque A3 fonctionne en boucle ouverte

2°/ Exprimer  $V_d$  en fonction de  $V_4$  et  $V_5$

$$V_d = V_4 - V_5$$

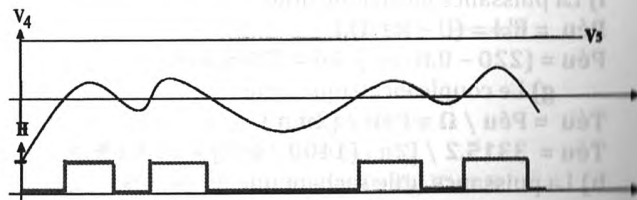
3°/ Donner la valeur de  $V_6$  et l'état de H pour les cas suivantes :

\*  $V_4 > V_5 \Leftrightarrow V_d > 0 \Leftrightarrow V_6 = 12 \Leftrightarrow H = 1$

\*  $V_4 = V_5 \Leftrightarrow V_d = 0 \Leftrightarrow V_6 = 0 \Leftrightarrow H = 0$

\*  $V_4 < V_5 \Leftrightarrow V_d < 0 \Leftrightarrow V_6 = 0 \Leftrightarrow H = 0$

4°/ Tracer le niveau logique de H pour les tensions suivantes :



**C-PARTIE ELECTRO TECHNIQUE:**

**Etude du moteur (M1)**

Ce moteur est à courant continu à excitation indépendante dont on dispose les caractéristiques suivantes :

- **Inducteur :**  $r = 120 \Omega$  et la tension d'alimentation est  $u = 180 \text{ v}$

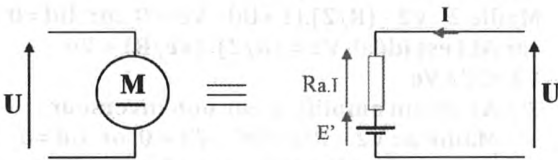
- **Induit :**  $R_a = 0,8 \Omega$  et la tension d'alimentation est  $U = 220 \text{ v}$

- Lorsque le moteur fonctionne à vide l'induit absorbe une puissance  $P_0 = 290 \text{ w}$ .

- Lorsque le moteur fonctionne en charge à une vitesse de **1400 tr/mn**, il absorbe un courant de **16A**.

On donne le schéma équivalent incomplet d'un moteur à courant continu :

1- Compléter ce schéma en indiquant le sens du courant, le sens de la chute de tension aux bornes de **Ra** et celui de **E'**.



2- Que représente **P<sub>0</sub>**, si l'on considère que les pertes joules sont négligeables pendant l'essai à vide ? (Justifier la réponse)

**P<sub>0</sub>** représente les pertes constantes. A vide on a **P<sub>0</sub> = P<sub>c</sub> + Ra.(I<sub>0</sub>)<sup>2</sup> or Ra.(I<sub>0</sub>)<sup>2</sup>**

D'où **P<sub>0</sub> = P<sub>c</sub>**

3- Calculer pour l'essai en charge

a) La puissance absorbée par l'induit.

**P = U.I = 220 . 16 = 3520 w**

b) La puissance absorbée par l'inducteur

**p = u . i = (u<sup>2</sup>) / r = (180<sup>2</sup>) / .120 = 270 w**

c) La puissance absorbée par le moteur

**Pa = P + p = 3520 + 270 = 3790 w**

d) Les pertes par effet joule dans l'induit

**PjI = Ra.(I)<sup>2</sup> = 0,8 . (16<sup>2</sup>) = 204,8 w.**

e) Les pertes par effet joule dans l'inducteur (que remarquez vous)

**Pji = r.(i)<sup>2</sup> = (u<sup>2</sup>) / r**

**Pji = (180<sup>2</sup>) / .120 = 270 w**

La puissance absorbé par l'inducteur est totalement dissipé par effet joule

f) La puissance électrique utile

**Péu = E'.I = (U - Ra .I).I**

**Péu = (220 - 0,8 . 16) . 16 = 3315,2 w**

g) Le couple électrique utile

**Téu = Péu / Ω = Péu / (2π.n)**

**Téu = 3315,2 / [2π . (1400 / 60)] = 22,61 Nm**

h) La puissance utile sachant que les pertes constantes sont P<sub>c</sub>=290W (par deux méthodes)

1ère méthode : **Pu = Pa - (PjI + Pji + P<sub>c</sub>)**

**Pu = 3790 - (204,8 + 270 + 290) = 3025,2 w**

2ème méthode : **Pu = Péu - P<sub>c</sub>**

**Pu = 3315,2 - 290 = 3025,2 w**

j) Le couple utile

**Tu = Pu / Ω = Pu / (2π.n)**

**Tu = 3025,2 / [2π . (1400 / 60)] = 20,63 Nm**

k) Le rendement

**η = Pa / Pu = 3025,2 / 3790 = 0,798 = 79,8 %**

**DEVOIR DE SYNTHESE N°2.2**

**Palan à commande électrique**

**A- Electrotechnique :**

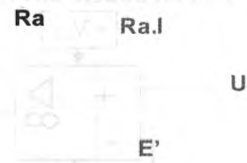
<b>Q1 : 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> choix</b>	<b>Q2 : 1<sup>er</sup> choix</b>	<b>Q3 : 3<sup>ème</sup> choix</b>	<b>Q4 : 3<sup>ème</sup> choix</b>
---	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

**2°- Etude des caractéristiques du moteur M2 :**

**2.1- Compléter la modélisation de ce moteur.**

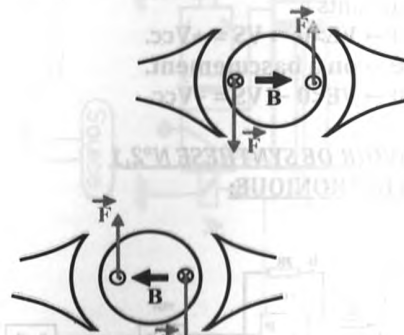


**2.2- Schéma équivalent à l'induit en indiquant le sens du courant.**



**2.3- Déterminer les forces appliquées aux conducteurs de l'induit ainsi que le sens de rotation dans les deux cas suivants :**

**Fonctionnement en moteur : Fonctionnement en génératrice :**



**2.4-Calculer la f.c.é.m (E'<sub>0</sub>) à vide de ce moteur.**

**E'<sub>0</sub> = U - Ra.I<sub>0</sub> = 200 - 1 . 0,88 = 199,12V**

2.5- En charge le moteur  $M_2$  absorbe une intensité du courant  $I = 10A$ .

1- Calculer la f.c.é.m ( $E'_c$ ) en charge de ce moteur :

$$E'_c = U - R_a \cdot I = 200 - 1 \cdot 10 = 190V$$

3- Calculer la valeur de la vitesse  $n_c$  en trs/min

$$n_c = (190 \cdot 1980) / 198 = 1900 \text{ tr/min}$$

2- Déduire l'expression de la vitesse de rotation  $n_c$  en fonction de  $E'_c$ ,  $E'_0$ ,  $n_0$ .

$$E'_0 / E'_c = n_0 / n_c \rightarrow n_c = (E'_c \cdot n_0) / E'_0$$

2.6- On fait fonctionner ce moteur en charge avec un rendement égal à 85 % et  $I = 10A$ :

Calculer :

1- La puissance absorbée par ce moteur.

$$P_a = U \cdot I + u_{ex} \cdot i_{ex} = 200 \cdot 10 + 100 \cdot 0,3 = 2030W$$

2- Les pertes joules dans le rotor (Induit).

$$P_{ji} = R_a \cdot I^2 \rightarrow P_{ji} = 1 \cdot 10^2 = 100W$$

3- Les pertes joules dans le stator (inducteur).

$$P_a = u_{ex} \cdot i_{ex} = 100 \cdot 0,3 = 30W$$

4- La puissance utile.

$$\eta = P_u / P_a \rightarrow P_u = \eta \cdot P_a = 0,85 \cdot 2030 = 1725,5W$$

5- Les pertes constantes ( $P_c$ )

$$P_c = U \cdot I_0 - R_a \cdot I^2 = 175,23W$$

6- Le couple électromagnétique.

$$T_{ém} = E' \cdot I / \Omega = 9,55Nm$$

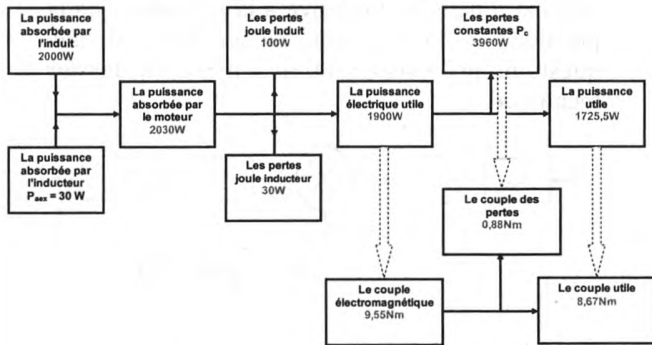
7- Le couple utile.

$$T_u = P_u / \Omega = 8,67Nm$$

8- Le couple des pertes.

$$T_p = T_{ém} - T_u = 0,88Nm$$

2.7- Compléter numériquement le bilan des puissances de ce moteur.



2.8- Pour le démarrage du moteur  $M_2$  à vide et pour atteindre la vitesse de rotation  $n_0$

1- Pourquoi on utilise un rhéostat de démarrage ?

on utilise un rhéostat de démarrage pour limiter le courant au démarrage.

2- Exprimer le courant  $I_d$  en fonction ( $R_a$ ,  $R_d$ ,  $U$ ).

$$I_d = U / (R_a + R_d)$$

3- Calculer la f.c.é.m ( $E'$ ) pour  $n = 1600$  trs/min

$$E' = 198,12 \cdot 1600 / 1980 = 160V$$

4- Déduire alors la valeur du courant de démarrage à cet instant.

$$I_d = (U - E') / (R_a + R_d) = 5,7A$$

2-9- Montrer que pour un couple électromagnétique constant le courant absorbé par le moteur reste constant même si on varie  $U$  :

$$T_{ém} = P_{éu} / \Omega = E' \cdot I / 2\pi n = N\Phi n I / 2\pi n = (N\Phi I / 2\pi) I = \text{cte} \text{ donc } I = \text{cte}$$

2-10- On prendra  $I = 10A$  montrer qu'on peut écrire  $n = A \cdot U - B$  où  $A$  et  $B$  sont des constantes à déterminer leurs expressions puis à calculez leurs valeurs (le flux est constant (On prendra  $N \cdot \Phi = 6$ ). (NB : Mettre  $A$  et  $B$  sous forme de fraction)

$$E' = N\Phi n = U - R_a I \rightarrow n = (1/N\Phi)U - R_a I / N\Phi$$

$$\rightarrow A = 1/6 ; B = 10/6$$

B- Electronique :

1- Etude de l' A.L.I A1 :

a- Quel est le régime du fonctionnement.

Régime linéaire

b- Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_e$ .

$$V_1 = V_e$$

c- Donner le mode du fonctionnement.

Montage suiveur

d- Quel est le rôle du montage.

Adaptateur d'impédance

2- Etude de l' A.L.I A2 :

a- Quel est le régime du fonctionnement.

Régime linéaire

b- Exprimer  $V^+$  en fonction de  $V_2$ .

$$V^+ = V_2 / 2 \text{ (Diviseur de tension)}$$

c- Exprimer  $i_1$  en fonction de  $V_1$ ,  $V^+$  et  $R$ .

$$V_1 - R i_1 - V^+ = 0 \rightarrow i_1 = (V_1 - V^+) / R$$

d- Exprimer  $i_1$  en fonction de  $V_3$ ,  $V^+$  et  $R$ .

$$V_3 + R i_1 - V^+ = 0 \rightarrow i_1 = (V^+ - V_3) / R$$

e- Déduire  $V_3$  en fonction de  $V_1$  et  $V_2$ .

$$(V_1 - V^+) / R = (V^+ - V_3) / R$$

$$V_1 - V^+ = V^+ - V_3 \rightarrow V_1 + V_3 = 2V^+ = V_2 \rightarrow V_3 = V_2 - V_1$$

f- Donner le mode du fonctionnement.

2- Montage soustracteur

3- Etude de l' A.L.I A3 :

a- Quel est le régime du fonctionnement

Régime linéaire

b- Exprimer  $V_4$  en fonction de  $V_3$

$V_3 - Ri_3 = 0 \rightarrow V_3 = Ri_3$   
 $V_4 + Ri_3 = 0 \rightarrow V_4 = -Ri_3$   
 $V_4 = -V_3$

c- Donner le mode du fonctionnement.

Montage inverseur

4- Etude de l' A.L.I A4 :

a- Quel est le régime du fonctionnement.

Régime saturé

b- Donner le mode du fonctionnement.

Comparateur simple seuil

c - Représenter  $V_d$  et donner son expression.

d- Compléter par  $>0, <0, = +12V, = -12V.$

Si  $V_4 < 0 \rightarrow V_d > 0. \rightarrow V_s = +12V$

Si  $V_4 > 0 \rightarrow V_d < 0. \rightarrow V_s = -12V$

Si  $V_4 = 0 \rightarrow V_d = 0 \dots \rightarrow V_s = 0V$

**DEVOIR DE CONTROLE N°3.1**

**Antenne parabolique**

**A/ AUTOMATIQUE**

**Analyse fonctionnelle de la partie commande :**

**Asservissement de position**

La parabole est équipée d'un positionneur de commande qui est constitué d'un potentiomètre de consigne **P** qui permet à l'utilisateur de contrôler la position de la parabole entre deux valeurs limites  $\theta_{cmin} = 0^\circ$  et  $\theta_{cmax} = 120^\circ$

**ETUDE DU TRADUCTEUR DE CONSIGNE :**

1 - Calculer  $V_{CMax}$  (On donne

$R = 5K\Omega$  et  $P = 10 K\Omega$ )

$V_{CMax} = Vr_{ref} \cdot P / (R + P)$

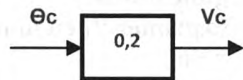
$= 36.10/15 = 24V$

2 - Exprimer et calculer  $V_c$  en fonction de  $V_{CMax}$ ;  $\theta_{cmax}$  et  $\theta_c$

$V_c = (V_{CMax} / \theta_{CMax}) \cdot \theta_c$

$= (24/120) \cdot \theta_c = 0,2 \cdot \theta_c$

3- Représenter le schéma fonctionnel correspondant.

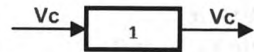


**ETUDE Du Cl0 :**

1 - Exprimer la tension de sortie en fonction de  $V_c$

$V_c = V_c$

2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant

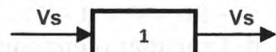


**ETUDE Du Cl2 :**

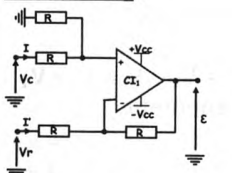
1 - Exprimer la tension de sortie en fonction de  $V_s$

$V_s = V_s$

2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant



**ETUDE Du Cl1 :**



1 - Exprimer  $V_c$  en fonction de  $R$  et  $I$

$V_c = 2.R.I \rightarrow I = V_c/2R$

2 - Exprimer  $V_r$  en fonction

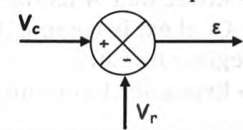
4 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $V_c$  et  $V_r$

$V_c - V_r = 2R.I - R.I - R.I$

$V_c - V_r = R.I - R.I'$

$\epsilon = V_c - V_r$

5 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant



de  $R, I$  et  $I'$

$V_r - R.I' - R.I = 0$

$V_r = R.(I' + I)$

3 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $R, I$  et  $I'$

$\epsilon + R.I' - R.I = 0$

$\epsilon = R.I - R.I' = R.(I - I')$

6 - Quel est le rôle du montage  
**Montage comparateur (soustracteur)**

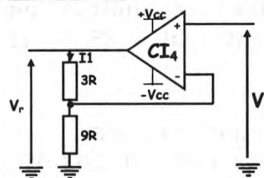
**ETUDE DU TRADUCTEUR DE SORTIE :**

1 -  $V_s$  en fonction de  $\theta_s$

$V_s = (18/120) \cdot \theta_s$

2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant :

**ETUDE DU Cl4 :**



1 - Exprimer  $V_s$  en fonction de  $R$  et  $I_1$

$V_s - 9.R.I_1 = 0 \rightarrow I_1 = V_s/9R$

2 - Exprimer  $V_r$  en fonction de  $R$  et  $I_1$

$V_r = 12.R.I_1 \rightarrow V_r = 12.R \cdot V_s/9R$

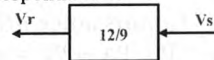
3 - Exprimer  $V_r$  en fonction de  $V_s$

$V_s/9R = V_r/12.R$

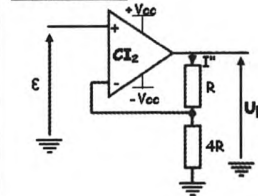
$\rightarrow 9.V_r = 12.V_s$

$\rightarrow V_r = (12/9) \cdot V_s$

4 - Donner le schéma en bloc correspondant.



**ETUDE DU Cl2 :**



1 - Exprimer  $\epsilon$  en fonction de  $R$  et  $I''$

$\epsilon = 4.R.I'' \rightarrow I'' = \epsilon/4.R$

2 - Exprimer  $U_p$  en fonction de  $R$  et  $I''$

$U_p = 5.R.I'' \rightarrow I'' = U_p/5.R$

3 - Exprimer  $U_p$  en fonction de  $\epsilon$

$\epsilon/4.R = U_p/5.R \rightarrow 5.\epsilon = 4.U_p \rightarrow U_p = (5/4) \cdot \epsilon$

4 - Donner le schéma en bloc correspondant.

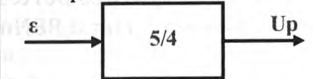
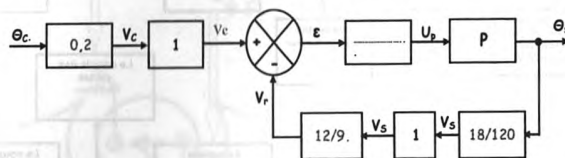
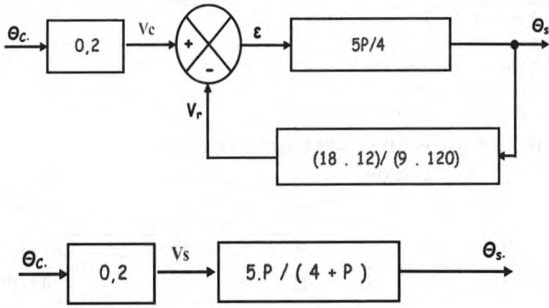


Schéma fonctionnel relative à la régulation de la position de la parabole en se référant aux questions précédentes et au schéma du dossier technique.



Simplifier le schéma fonctionnel





$$T = \Theta_s / \Theta_c = P / (4 + P)$$

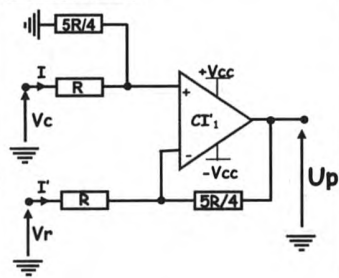
ETUDE DE L'ETAGE DE PUISSANCE :

	Etat de D <sub>1</sub>	Etat de D <sub>2</sub>	Etat de T <sub>1</sub>	Etat de T <sub>2</sub>	Sens du moteur
< 0	bloquée	passante	bloqué	saturé	Avant
= 0	bloquée	bloquée	bloqué	bloqué	Arrêt
> 0	passante	bloquée	saturé	bloqué	Arrière

MODIFICATION D'UNE SOLUTION :

En se référant au schéma du dossier technique.

ETUDE DU CI<sub>1</sub> :



- Exprimer Vc en fonction de R et I  
 $V_c = (R + 5R/4).I$   
 $V_c = (9R/4).I$
- Exprimer Vr en fonction de R, I et I'  
 $V_r - R.I' - (5R/4).I = 0$   
 $V_r = R.I' + (5R/4).I$
- Exprimer Up en fonction de R, I et I'  
 $U_p + (5R/4).I' - (5R/4).I = 0$   
 $U_p = (5R/4).(I - I')$

4 - Exprimer Up en fonction de Vc et Vr

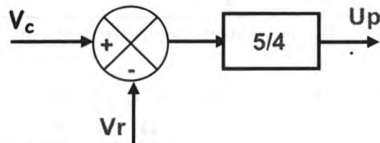
$$V_c - V_r = (9R/4).I - R.I' - (5R/4).I$$

$$V_c - V_r = R.I - R.I' = R(I - I')$$

$$5/4(V_c - V_r) = R(I - I') \quad 5/4$$

$$U_p = (5/4).(V_c - V_r)$$

5 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant



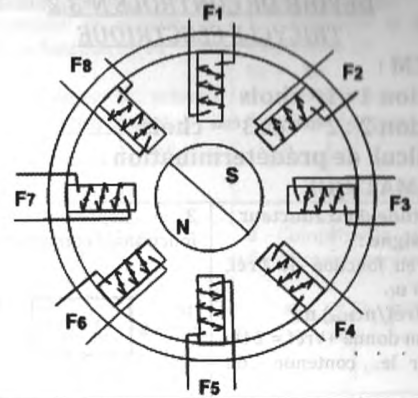
6 - Quel est le rôle du montage

Soustracteur amplificateur

## B/ ELECTROTECHNIQUE

MODIFICATION D'UNE SOLUTION :

On remplace le moteur à courant continu par un moteur pas à pas.



1. Alimenter l'enroulement F<sub>6</sub> pour obtenir la position du rotor suivante :

2. Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnel symétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t
8	1	1	1	8

➔ Donner une séquence de commutation dans le sens horaire.

F6 - F7 - F8 - F1 - F2 - F3 - F4 - F5

3 Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnelle asymétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t
8	1	1	2	16

➔ Donner une séquence de commutation dans le sens horaire :

F6 - (F6-F7) - F7 - (F7-F8) - F8 - (F8-F1) - F1 - (F1-F2) --

F2 - (F2-F3) - F3 - (F3-F4) - F4 - (F4 - F5) - F5

4- Comment doit-on réaliser le branchement des phases pour que le moteur soit à commutation

**bidirectionnelle symétrique** ?

On branche en série les phases diamétralement opposées.

➔ Donner une séquence de commutation dans le sens anti-horaire :

(F6F2) - (F5F1) - (F4F8) - (F3F7) - (F2F6) - (F1F5) - (F8F4) - (F7F3)

5- Compléter le tableau suivant en calculant l'écart angulaire, et en précisant le mode de pas et le type du moteur :

	p	Mode de pas	Type du moteur
Commutation unidirectionnelle symétrique	360/8 = 45°	Pas entier	Moteur unipolaire
Commutation unidirectionnelle asymétrique	360/16 = 22,5°	Demi-pas	Moteur pas à pas
Commutation bidirectionnelle symétrique	360/8 = 45°	Pas entier	Moteur bipolaire

**DEVOIR DE CONTROLE N°3.2**  
**TRICYCLE ELECTRIQUE**

A - QCM :

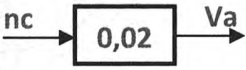
Question 1 : 1<sup>er</sup> choix

Question 2 : 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> choix

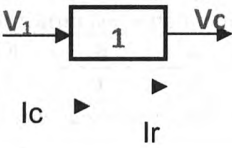
B - Calcul de prédétermination :

**AUTOMATIQUE**

**B.1 : Etude du traducteur de consigne :**  
1 -  $V_1$  en fonction de  $V_{réf}$ ,  $n_{cMax}$  et  $n_c$ .  
 $V_a = (V_{réf}/n_{cMax}) \cdot n_c$   
2 - Si on donne  $+V_{réf} = 24V$ , Calculer le contenu du bloc  
 $24/1200 = 0,02 V/tr/min$

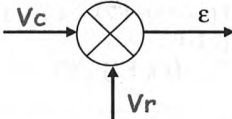


**B.2 : Etude de l'ALI1 :**  
1 - Exprimer  $V_c$  en fonction de  $V_1$ . (avec démonstration)  
 $V_1 - V_c = 0 \rightarrow V_c = V_1$   
2 - Donner le nom et le rôle de l' ALI1.  
**Montage suiveur.**  
**C'est un adaptateur d'impédance.**



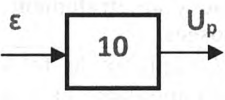
**B.3 : Etude de l'ALI2 :**  
1 - Démontrer que  $\epsilon = V_c - V_r$ .  
 $V_c = 2 \cdot R \cdot I_c \rightarrow I_c = V_c / 2R$   
 $V_r - R \cdot I_r - R \cdot I_c = 0$   
 $V_r = R \cdot (I_r + I_c)$   
 $\epsilon + R \cdot I_r' - R \cdot I = 0$   
 $\epsilon = R \cdot I_c - R \cdot I_r = R \cdot (I_c - I_r)$   
 $V_c - V_r = 2R \cdot I - R \cdot I' - R \cdot I$   
 $V_c - V_r = R \cdot I_c - R \cdot I_r$   
 $\epsilon = V_c - V_r$

2 - Donner le nom et le rôle de l' ALI2 :  
**Comparateur. ALI2**  
**Comparer la consigne par rapport à l'image de la sortie.**  
3 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant



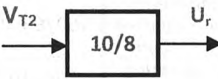
**B.4 : Etude de l'ALI3 :**  
1 - Donner l'expression de  $U_p$  en fonction de  $\epsilon$ .  
 $U_p = 10 \cdot \epsilon$   
2 - Donner le nom et le rôle de l' ALI3  
**Amplificateur non inverseur : pour amplifier l'erreur  $\epsilon$**   
3 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant.

4 - Que représente l'ALI3 dans la chaîne d'action.  
**correcteur**  
5 - Que représente l'ALI2 et l'ALI3.  
**Régulateur.**

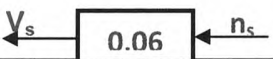


**B.5 : Etude de l'ALI5 :**  
1 - Expression de  $V_r$  en fonction de  $V_{T2}$   
 $V_r = (10/8) \cdot V_{T2}$   
2 - Donner le nom et le rôle de l' ALI5  
**Amplificateur non inverseur pour amplifier l'image de la sortie.**

3 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant.



**B.6 : Etude du DT :**  
La dynamo tachymétrique est un capteur de vitesse qui délivre une tension  $V_{T1} = 0,06 \cdot n_s$

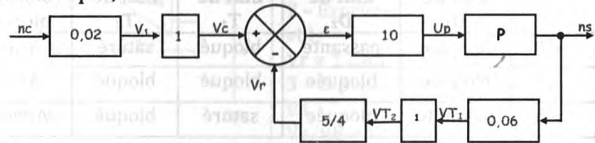


1 - Le rôle de La dynamo tachymétrique  
**Traduire la vitesse  $n_s$  en une tension  $V_s$  proportionnelle.**

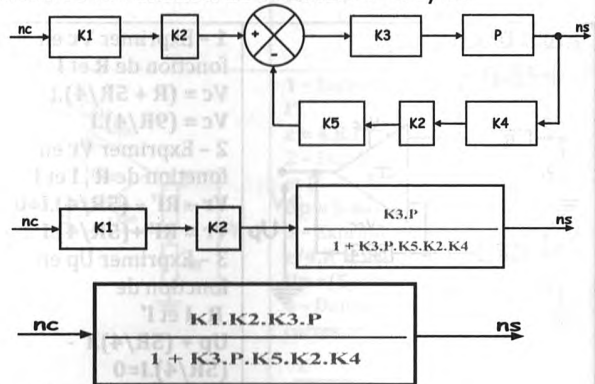
**B.7 : Etude de l'étage de puissance :**

	Etat de D		Etat de T				Sens du moteur
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
$U_p < 0$	B	P	B	S	B	S	Arrière
$U_p = 0$	B	B	B	B	B	B	Arrêt
$U_p > 0$	P	B	S	B	S	B	Avant

2 Le schéma fonctionnel relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma structurel du dossier technique,



3 - En appliquant la formule de BLACK réduire le schéma fonctionnel suivant en un seul bloc et en déduire la Fonction de transfert  $T = ns/nc$



**ELECTROTECHNIQUE**

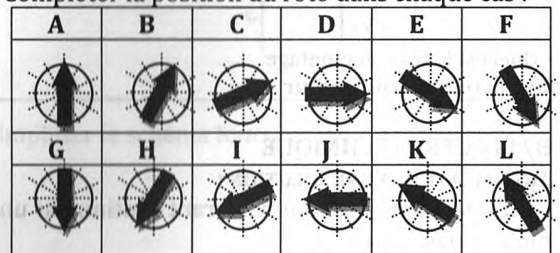
**B.8 : Etude du moteur pas à pas de l'orientation de la roue avant**

1.a) Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnel symétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t
12	1	1	1	12

b) On donne la séquence de commutation suivante :

Compléter la position du roto dans chaque cas :



c) Calculer le pas angulaire en radian :  
 $\alpha_p = 2.\pi/12 = \pi/6$

2- a) Comment doit-on réaliser le branchement des phases pour que le moteur soit à commutation **bidirectionnelle symétrique** ?  
**On branche en série les phases diamétralement opposées.**

b) Donner une séquence de commutation dans le sens horaire :  
 (DJ) ; (EK) ; (FL) ; (GA) ; (HB) ; (IC) ; (ID) ; (KE) ; (LF) ; (AG) ; (BH) ; (CI)

2. a) commutation est **unidirectionnelle asymétrique** : Déterminer Le nombre de pas par tour si la

3.

m	p	K1	K2	Np/t
12	1	1	2	24

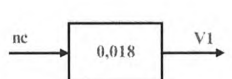
b) Donner une séquence de commutation dans le sens anti-horaire :  
 E ; E-F ; F ; F-G ; G ; G-H ; H ; H-I ; I ; I-J ; J ; J-K ; K ; K-L ; L ; L-A ; A ; A-B ; B ; B-C ; C ; C-D ; D ; D-E ;  
 4- Compléter le tableau suivant en calculant l'écart angulaire, et en précisant le mode de pas et le type du moteur :

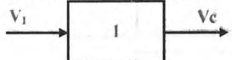
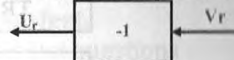
	Mode de pas	p	Type du moteur
Commutation unidirectionnelle symétrique	Pas entier	$\pi/6$	Moteur unipolaire
Commutation bidirectionnelle symétrique	Pas entier	$\pi/6$	Moteur bipolaire
Commutation unidirectionnelle asymétrique	Demi-pas	$\pi/12$	Moteur pas à pas

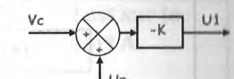
**DEVOIR DE SYNTHESE N°3.1**  
**TRICYCLE ELECTRIQUE**

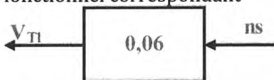
**A - AUTOMATIQUE**

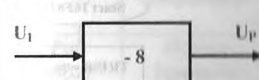
**A.1 : Asservissement de vitesse**

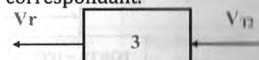
<p>A.1.1 : ETUDE DU TRADUCTEUR DE CONSGNE :</p> <p>1 - Exprimer <math>V_1</math> en fonction de <math>V_{réf}</math> ; <math>n_{cmax}</math> et <math>n_c</math>  <math>V_1 = (V_{réf} / n_{cmax}) . n_c</math></p> <p>2 -Calculer le contenu du bloc  <math>V_{réf} / n_{cmax} = 18/1000 = 0,018V/tr.min^{-1}</math></p>	<p>3- Le schéma fonctionnel correspondant.</p> 
---	--

<p>A.1.2 : ETUDE DE L'ALL1:</p> <p>1 - Exprimer la tension de sortie <math>V_c</math> en fonction de <math>V_1</math>  <math>V_c = V_1</math></p> <p>2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant</p> 	<p>ETUDE DE L'ALL2:</p> <p>1 - Exprimer la tension <math>U_r</math> fonction de <math>V_r</math>  <math>U_r = -V_r</math></p> <p>2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant</p> 
---	--

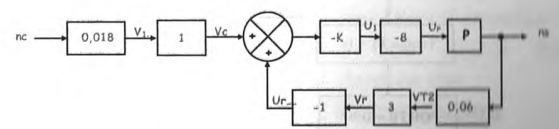
<p>A.1.3 : ETUDE DE L'ALL2:</p> <p>1 - Montrer que <math>U_1 = -K_1(V_c + V_r)</math>  <math>I_c = V_c/R</math> ; <math>I_r = U_r/R</math>  <math>U_1 = -K_1R.(I_c + I_r)</math>  <math>U_1 = -K_1R.(V_c/R + U_r/R)</math>  <math>U_1 = -K_1.(V_c + U_r)</math></p>	<p>2 - Compléter le schéma fonctionnel correspondant</p> 
---	--

<p>A.1.4 : ETUDE DE LA DT :</p> <p>1 - Exprimer <math>V_{T1}</math> en fonction de <math>n_s</math>  <math>V_{T1} = 54/900.n_s = 0,06.n_s</math></p> <p>2 - Représenter le schéma fonctionnel correspondant</p> 	<p>3 - Donner le rôle de la DT Traduire la vitesse <math>n_s</math> en une tension proportionnelle <math>V_{T1}</math>.</p> <p>4 - Pour une vitesse de sortie <math>n_{s2} = 300 tr/mn</math>. Calculer la valeur de <math>V_{T12}</math> correspondant.  <math>V_{T12} = 0,06 . 300 = 18V</math></p>
--	---

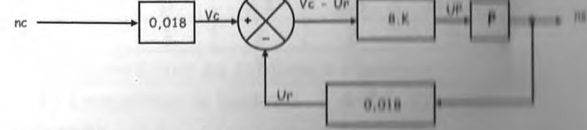
<p>A.1.5 : ETUDE DE L'ALL3:</p> <p>1 - Montrer que <math>U_p = -8 U_1</math>  <b>On a un amplificateur inverseur</b>  <math>\rightarrow U_p = (-8R/R).U_1</math>  <math>\rightarrow U_p = -8 U_1</math></p>	<p>4 - Donner le schéma en bloc correspondant.</p> 
---	--

<p>A.1.6 : ETUDE DE L'ALL3:</p> <p>1 - Montrer que <math>V_r = 3 V_{T2}</math>  <b>On a un amplificateur non inverseur</b>  <math>V_r = (3R/R).V_{T2} \rightarrow V_r = 3 V_{T2}</math></p>	<p>4 - Donner le schéma en bloc correspondant.</p> 
---	---

A.1.7 - Le schéma fonctionnel relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma du dossier technique.

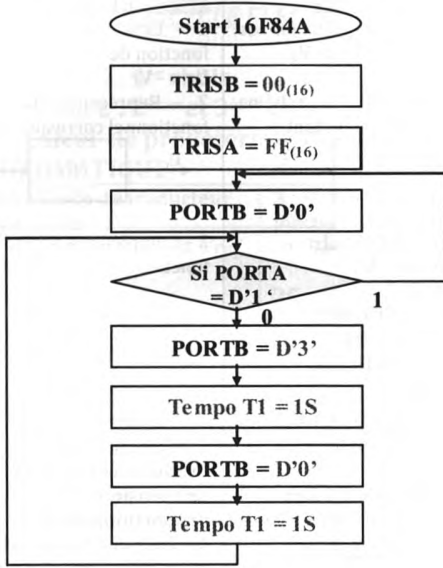


A.1.8 - Le schéma fonctionnel suivant relatif à la régulation de la vitesse du moteur en se référant aux questions précédentes et au schéma du dossier technique en remplaçant le sommateur en un comparateur.

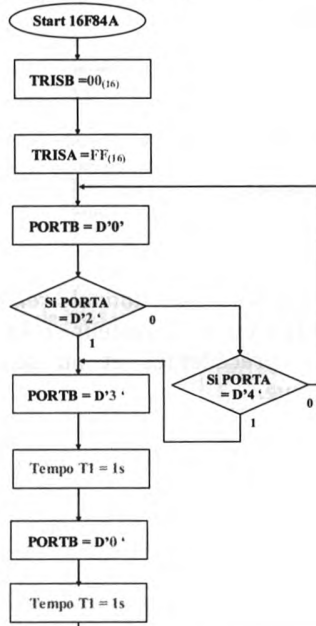


**A.2 : LES MICROCONTROLEURS**  
**B.2.1 - L'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle**

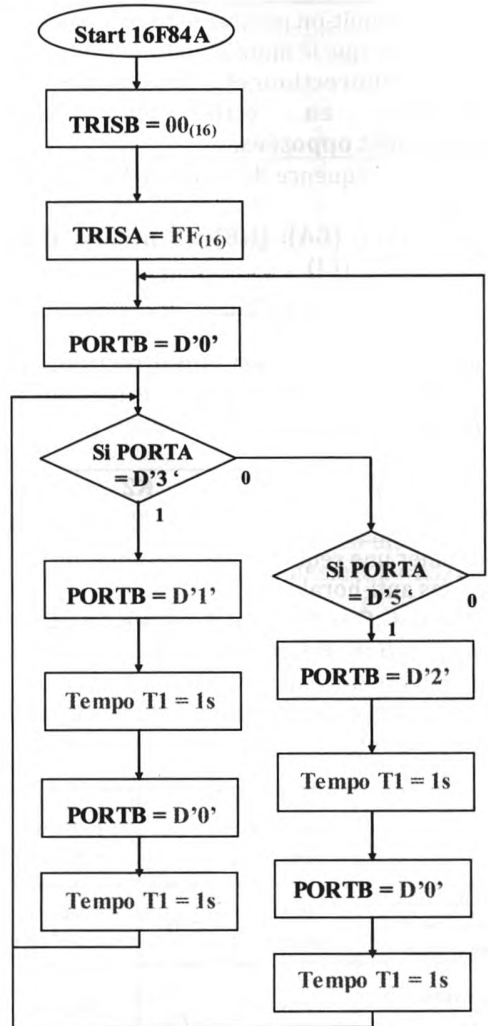




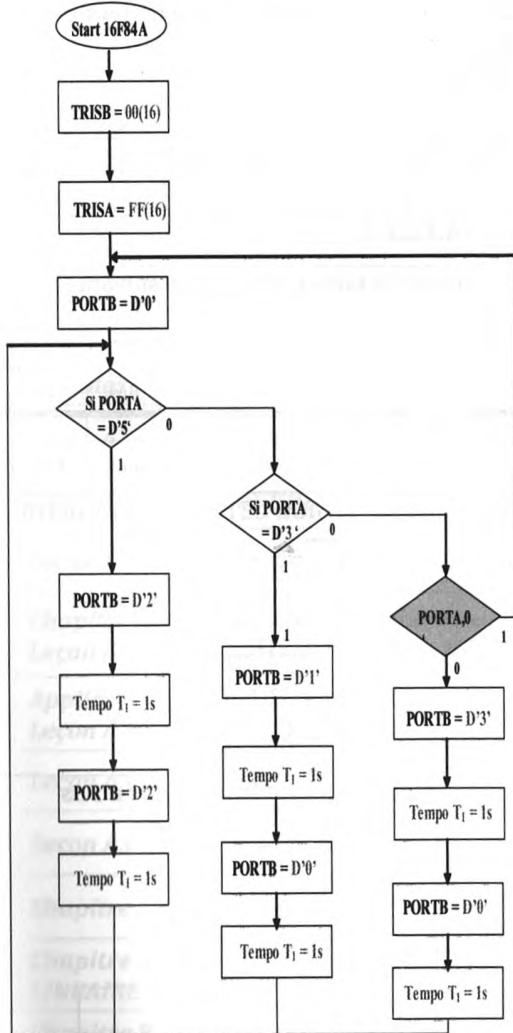
A.2.2- L'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle:



A.2.3 - L'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle:



B.2.4 - Compléter l'algorithme de deux clignoteurs droite et gauche du tricycle sachant que



**DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3.2**

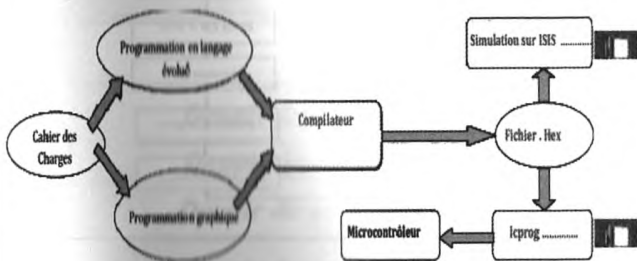
**CHAÎNE DE PRODUCTION DES CAPSULES A GAZ**

**A : AUTOMATIQUE**

**A - 1 : Analyse fonctionnelle de la partie commande :**

**A-1-1/ Microcontrôleur**

1/ Placer les indications suivantes sur le schéma : Fichier . Hex ; Compilateur ; Simulation sur ISIS ; Icprog ;



2/ Le rôle du logiciel **Logipic** ?

**Logipic est un logiciel de programmation.**

3/ Le rôle du logiciel **ISIS** ?

**ISIS est un logiciel de simulation**

3/ Le rôle du logiciel **Icprog** ?

**Icprog est un logiciel de transfert.**

5/ Répondre par **vrai** ou **faux** aux questions suivantes :

**Faux ; Faux ; Vrai ; Vrai ; Vrai ; Vrai .**

6/ Donner les significations des symboles suivants :

Tout le port B est configuré en sortie.	Temporisation T2 = 5s.	Test sur le port A.
---	------------------------	---------------------

7/ En se référant au datasheet du **16F84A**, donner le nombre des entrées sorties:

**13 entrées/sorties**

**A-1-2/ Moteur Pas à Pas**

Compléter le tableau suivant pour **m = 4** et **p = 1**:

	Nombre de pas par tour	Mode de pas	Type de moteur
Commutation unidirectionnelle symétrique	4 P/tr	Pas entier	Moteur unipolaire
Commutation bidirectionnelle symétrique	8 P/tr	Pas entier	Moteur bipolaire
Commutation unidirectionnelle asymétrique	8 P/tr	Demi-pas	Moteur pas à pas
Commutation bidirectionnelle asymétrique	16 P/tr	Demi-pas	Moteur pas à pas

**A - 2 : Etude du moteur Pas à Pas :**

1. Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnel symétrique** :

m	p	K1	K2	Np/t
4	1	1	1	4

2- On veut doubler le nombre de pas par tours toujours à commutation

**unidirectionnelle :**

a) Que faut-il faire dans ce cas

**Commutation asymétrique.**

b) Quel est le mode de pas dans ce cas.

**Demi-pas**

3. Déterminer Le nombre de pas par tour si la commutation est **unidirectionnelle asymétrique**

m	p	K1	K2	Np/t
4	1	1	2	8

4. En se référant au schéma « Figure a » :

**4-1/ Compléter le tableau suivant :**

Phases excitées				Position
Q4	Q3	Q2	Q1	

**4-2/ Compléter le tableau en indiquant la séquence de commutation pour**

0	1	1	0	1
1	0	1	0	2
1	0	0	1	3
0	1	0	1	4

que le moteur tourne dans le sens contraire.

Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
0	1	1	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	0	1	0

a/ Quelle est le type de la commutation.

**Commutation unidirectionnelle symétrique**

b/ Quel est le type du moteur.

**Moteur unipolaire**

c/ Déterminer le nombre de pas par tour.

$Np/tr = m.P.K_1.K_2 = 4.1.1.1 = 4p/tr$

a/ Quel est le mode de pas ?

**Mode pas entier**

b/ Déterminer le pas angulaire du moteur.

$\alpha p = 360/4 = 90^\circ$

4-3/ On pilote ce moteur par demi-pas

a) Donner le type de commutation : **asymétrique**

b) Déterminer le nombre de pas par tour :  $Np/tr = m.P.K_1.K_2 = 4.1.1.2 = 8p/tr$

c) Donner la séquence de commutation dans ce cas: « sens horaire »

$Q_4 - (Q_4-Q_1) - Q_1 - (Q_1-Q_3) - Q_3 - (Q_3-Q_2) - Q_2 - (Q_2-Q_4)$

5. On désire obtenir un pas de 90° dans le sens anti-horaire en excitant à chaque fois une seule phase.

d) Sachant qu'à l'état initial seul la phase A est excitée, déterminer la nature de la commutation,

e) **Commutation unidirectionnelle symétrique**

f) Donner l'ordre d'alimentation des phases :  $Q_A - Q_D - Q_B - Q_C$

Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>	T1	T2	T3	T4
0	0	0	1	S	B	B	B
1	0	0	0	B	B	B	S
0	0	1	0	B	S	B	B
0	1	0	0	B	B	S	B

A -3: commande du moteur Pas à Pas par microcontrôleur :

3-1/ En se référant aux chronogrammes du dossier technique page 3 figure 4 et 5

Compléter le tableau suivant.

SM = 1					SM = 0				
Ph4	Ph3	Ph2	Ph1	Dec	Ph4	Ph3	Ph2	Ph1	Dec
0	0	1	1	3	0	0	1	1	3
0	1	1	0	6	1	1	0	0	12
1	1	0	0	12	0	1	1	0	6
1	0	0	1	9	0	0	1	1	3

3-2/ Gestion de la commande du moteur pas à pas

3-3/ Configuration des ports :

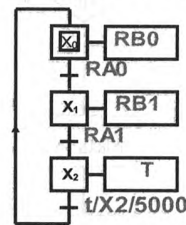
TRISA = FF <sub>(16)</sub>				RA4	RA3	RA2	RA1	RA0
TRISB = F0 <sub>(16)</sub>	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
	1	1	1	1	0	0	0	0

A -4 :GRA.F.C.E.T:

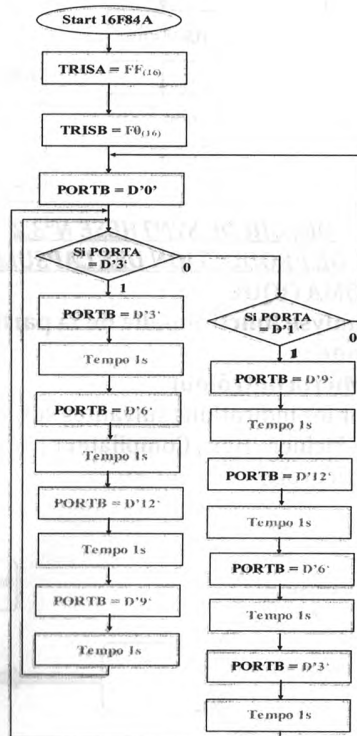
1/ compléter la table d'affectation suivante

Système	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	-	-	-	-	-
Microcon trôleur	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RB6	RB7
Système	HR	KM1	-	-	-	-	-
Microcon trôleur	RB0	RB1	RB2	RB3	RB4	RB5	

2/ compléter le GRAFCET codé microcontrôleur



Algorithme Moteur Pas à Pas



# Sommaire

<b>Chapitre</b>	<b>Page</b>		
	<b>Résumé de cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Corrigés</b>
<b>Chapitre A1 : Systèmes de numération et codes</b>	5	5	240
<b>Leçon A1-2 : Codes alphanumériques</b>	13	15	240
<b>Chapitre A2 : LA LOGIQUE COMBINATOIRE</b>	17	19	241
<b>Leçon A2-2 : LES CIRCUITS COMBINATOIRES</b>	35	39	243
<b>Chapitre A3 : Logique séquentielle</b> <b>Leçon A3-1 : LES BASCULES</b>	44	49	243
<b>Applications à base de bascules</b> <b>Leçon A3-2 : Comptage en mode asynchrone</b>	64	67	246
<b>Leçon A3-3: Le GRAFCET</b>	75	79	248
<b>Leçon A3-4 : Les séquenceurs</b>	96	97	252
<b>Chapitre A4 : Les microcontrôleurs</b>	107	111	253
<b>Chapitre A5: NOTIONS D'ASSERVISSEMENT LINEAIRE</b>	117	119	257
<b>Chapitre B3 : Les moteurs à courant continu</b> <b>Leçon B3-1 : Présentation d'un moteur à courant continu</b> <b>Leçon B3-2 : Etude d'un moteur à courant continu</b>	130	134	260
<b>Chapitre A7 : Moteur pas à pas</b>	138	143	261
<b>Chapitre A8 : Amplificateurs Linéaires Intégrés (A.L.I)</b>	145	147	263
<b>Devoirs</b>			
<b>Devoirs 1ère trimestre</b>			
<b>Devoir de contrôle n°1.1</b>	157		266
<b>Devoir de contrôle n°1.2</b>	163		267
<b>Devoir de synthèse n°1.1</b>	169		269
<b>Devoir de synthèse n°1.2</b>	178		271

<b>Devoirs 2<sup>ème</sup> trimestre</b>		
<b>Devoir de contrôle n°2.1</b>	<b>185</b>	<b>272</b>
<b>Devoir de contrôle n°2.2</b>	<b>193</b>	<b>274</b>
<b>Devoir de synthèse n°2.1</b>	<b>199</b>	<b>276</b>
<b>Devoir de synthèse n°2.2</b>	<b>205</b>	<b>277</b>
<b>Devoirs 3<sup>ème</sup> trimestre</b>		
<b>Devoir de contrôle n°3.1</b>	<b>212</b>	<b>279</b>
<b>Devoir de contrôle n°3.2</b>	<b>218</b>	<b>281</b>
<b>Devoir de synthèse n°3.1</b>	<b>224</b>	<b>282</b>
<b>Devoir de synthèse n°3.2</b>	<b>231</b>	<b>284</b>



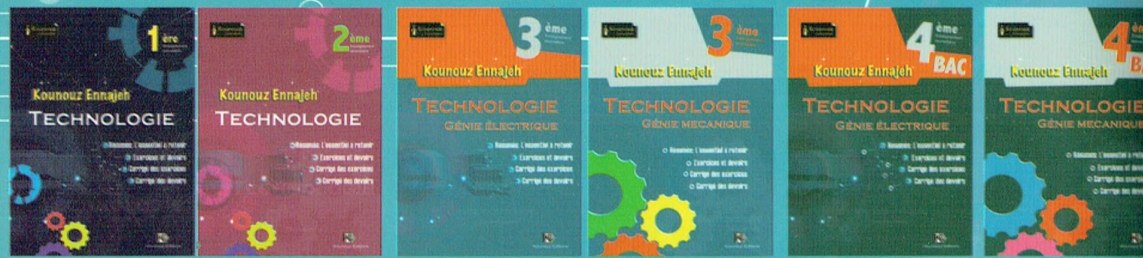


# TECHNOLOGIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

## Kounouz Ennajeh

est une nouvelle collection de manuels parascolaires conformes aux programmes officiels et aux manuels scolaires. Cette collection couvre tous les niveaux et toutes les disciplines et considère les parents comme des véritables partenaires pour l'école, des tuteurs capables d'aider leurs enfants.

## Dans la même collection



● **7<sup>ème</sup> année de Base**

العربية - الفرنسية - الإنجليزية - علوم الحياة والأرض - الرياضيات  
الفيزياء - تربية تقنية - امتحانات

● **8<sup>ème</sup> année de Base**

العربية - الفرنسية - الإنجليزية علوم الحياة والأرض - الرياضيات  
الفيزياء - تربية تقنية - امتحانات

● **9<sup>ème</sup> année de base**

العربية - الفرنسية - الإنجليزية علوم الحياة والأرض - الرياضيات  
الفيزياء - تربية تقنية - امتحانات - جداول

● **1<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire**

تربية تقنية - الرياضيات  
العربية - الفرنسية - الإنجليزية - امتحانات  
Devoirs- informatique- SVT  
Physique, chimie

● **2<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire**

تربية تقنية - الرياضيات  
العربية - الفرنسية - الإنجليزية - امتحانات  
Devoirs- informatique- SVT  
Physique, chimie

● **3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire**

تربية تقنية - الرياضيات - تاريخ و جغرافيا  
العربية - الفرنسية - الإنجليزية  
Devoirs- informatique- SVT- Economie.Gestion  
Technologie- Physique, chimie

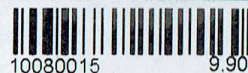
● **4<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire**

تربية تقنية - الرياضيات - تاريخ و جغرافيا  
العربية - الفرنسية - الإنجليزية  
Devoirs- informatique- SVT  
Economie.Gestion  
Technologie- Physique, chimie



كنوز للنشر والتوزيع  
KOUNOUZ EDITIONS

[www.kounouz-edition.com](http://www.kounouz-edition.com)



10080015 9.900

KOUNOUZ 3 EME TECHNOLOGIE  
(genie électrique)



ISBN: 978 9938065732