

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : G. Mecanique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

1 ea

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE AUTOMATIQUE
D'UNE COMMANDE PNEU-
MATIQUE D'UNE PERCEUSE

Proposé Par : MADANI Etudié par : MEZIANI. A Dirigé par : MADANI

PROMOTION : juin 90

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT :

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Proposé Par :

Etudié par :

Dirigé par :

PROMOTION :

اللَّهُمَّ عَلِّمْنَا مَا نَنْفَعُنَا
وَانفَعْنَا بِمَا عَلَّمْتَنَا
وزِدْنَا عِلْمًا

EXTRA STROM

Dedicates

A mes cheres parents.

A mes freres.

A mes soeurs.

A mes Cousins.

A tous mes amis.

Je dedie ce modeste travail.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma vive reconnaissance en vers toutes les personnes qui ont rendu possible l'élaboration de ce projet.

Je tiens à remercier Monsieur Madani mon promoteur pour l'avoir lu et corrigé et pour m'avoir guidé et conseillé.

Je remercie tous les professeurs qui ont contribué à ma formation depuis mon enfance

وزارة التعليم العالي
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole nationale polytechnique
Department: Genie Mecanique
Dائرة الهندسة الميكانيكية
الموجه: ملاحي
Promoteur: MADANI
المطالب المهندس: مزياحي عبد القادر
Eleve ingénieur: MEZIANI ABDELKADER

Sujet: Etude automatique d'une commande pneumatique

Resumé: Ce projet a pour but d'etudier la commande pneumatique d'une perceuse, celle ci est equipée de trois verins, le premier assure l'alimentation du poste de perçage en pieces le deuxieme effectue le serrage et le troisieme assure la descente et la montée du foret.

الموضوع: دراسة أوتوماتيكية للتحكم الهوائي لآلة ثاقبة

الملخص: هذا المشروع يهدف إلى دراسة التحكم الهوائي للآلة الثاقبة. هذه الآلة مجهزة بثلاثة دافعات هوائية الأولى تعمل على وضع القطع في مكان الثقب، والثانية تثبت القطعة أثناء عملية الثقب. أما الثالثة فتعمل على إنزال وصعود المثقب.

Subject: The automatic study of a pneumatic drive of a driller .

Summary: This project consist of a study of a pneumatic drive of a driller, it is equiped with three pneumatic jacks, the first assure the feeding of the drilling shift with parts, the second assure the blocking and the third assure the lowering and the ascent of drill.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| I- Introduction | 1 |
| II- Les organes essentiels d'une commande pneumatique | |
| 2.1-Verins | 3 |
| 2.1.1-Verin à simple effet | 3 |
| 2.1.2-Verin à double effet | 4 |
| 2.1.3-Verin speciaux | 4 |
| a-Verin à amortissement caoutchouc | 4 |
| b-Verin à amortissement pneumatique | 5 |
| c-Verin donnant 3 positions fixes | 6 |
| d-Verin avec 2 sorties de tige | 6 |
| e-Verin à cremaillere | 6 |
| f-Verin avec mouvement de rotation | 7 |
| 2.2-Distributeurs | 8 |
| 2.2.1-Distributeur † voie- 2 orifices | 8 |
| 2.2.2-Distributeur 2 voies- 3 orifices | 9 |
| 2.2.3-Le double distributeur | 9 |
| 2.2.4-La commande des distributeurs | 11 |
| a-Commande manuelle | 11 |
| b-Commande mecanique | 11 |
| c-Commande electrique | 12 |
| 2.3-Selecteur de circuit | 12 |
| 2.4-Etrangleur | 12 |
| 2.5-Capteur | 13 |
| III-Introduction à l'etude automatique | |
| 3.1-Principaux parametres de l'etude | 14 |

| | |
|--|----|
| 3.1.1-Domaine technique | 14 |
| 3.1.2-Domaine economique | 16 |
| 3.1.3-Domaine humain | 16 |
| 3.1.4-Domaine de l'environnement | 16 |
| 3.2-Calcul de la rentabilité d'une automatisation | 16 |
| 3.3-L'algebre de BOOLE | |
| 3.3.1-Les fonctions de base | 18 |
| a-La fonction NON | 18 |
| b-La fonction ET | 18 |
| c-La fonction OU | 19 |
| d- Application electrique et pneumatique | 20 |
| e-Autres fonctions de base | 23 |
| 3.3.2-Lois fondamentales de l'algebre de BOOLE | 26 |
| a-Lois interne | 26 |
| b-Commutativité | 26 |
| c-Associativité | 26 |
| d-Distributivité | 27 |
| e-Idempotence | 27 |
| f-Complementarité | 27 |
| g-Quelques identités remarquables | 27 |
| 3.3.3-Theoremes de MORGAN | 28 |
| 3.4-La methode matricielle | |
| 3.4.1-La table de KARNAUGH | 30 |
| 3.4.2-La logique combinatoire | 32 |
| 3.4.3-La logique sequentielle | 33 |
| 3.4.4-Exemple de resolution d'un probleme de logique sequentielle | 34 |

| | |
|--|----|
| 1-La matrice primitive des etats | 34 |
| 2-Polygone de liaison | 35 |
| 3-La matrice reduite | 36 |
| 4-La matrice du relais secondaire | 36 |
| 5-L'equation du relais secondaire | 37 |
| 6-L'equation de sortie | 37 |
| 3.5-La methode en cascade | 45 |
| 3.5.1-Principe de la methode | 45 |
| 3.5.2-Application de la methode à un probleme de logique combinatoire | 46 |
| 3.5.3-Application de la methode à un probleme de logique sequentielle | 49 |
| 3.6-Le Grafcet | 50 |
| 3.6.1-Le grafcet de niveau 1 | 50 |
| 3.6.2-Le grafcet de niveau 2 | 53 |
| 3.6.3-Le schema logique | 53 |
| 3.7-Comparaison des methodes | 54 |
| IV-L'etude automatique | |
| 4.1-Description de la machine | 55 |
| 4.2-Description du cycle | 57 |
| 4.3-Le grafcet de niveau 1 | 58 |
| 4.4-Le grafcet de niveau 2 | 59 |
| 4.5-Le schema | 60 |
| V-Conclusion | |

chapitre I

Introduction

EXTRA ST

I-INTRODUCTION

Dans un monde industriel en pleine évolution où la compétitivité est l'objectif essentiel, l'automatisation est une nécessité;

Une machine peut être automatisée par différentes techniques, électrique, mécanique, hydraulique ou pneumatique, la puissance pneumatique a pour avantage:

Rapidité d'action: la pression se propage à l'intérieur d'un fluide à la même vitesse que le son, soit à 20° c 343 m/s dans l'air, la vitesse de déplacement du piston d'un vérin est directement liée de circulation du fluide à l'intérieur de la conduite, cette vitesse est liée aux pertes de charges.

Simplicité: les faibles pertes de charges rendent ainsi possible la création d'un poste central de compression unique pour toute l'installation alors qu'en hydraulique il faut le réaliser sur chaque machine.

Propreté: une machine équipée à l'air comprimé est une machine propre, on n'a pas le risque de tacher ou de polluer les produits travaillés, les industries alimentaires de conditionnement et de papeterie peuvent l'utiliser avec sécurité.

Economie: la simplicité et la robustesse sont les premiers facteurs d'économie intéressants de l'installation, une commande pneumatique est généralement économique en énergie.

Mais il faut noter que certains inconvénients restreignent son domaine d'emploi on cite par exemple:

La difficulté d'utilisation à haute **pression**: d'autant la pression est grande d'autant le coût de l'installation est élevé.

Risque de condensation: un fluide liquide ou gaz peut véhiculer des impuretés, parmi ces impuretés l'humidité qui peut donner naissance à des condensations, qui peuvent être à l'origine de l'oxydation des conduites.

Dans la présente thèse on a une perceuse qui travaille en série, elle est munie de trois verins pneumatiques, l'un est destiné à assurer l'alimentation du poste de travail en pièces, le deuxième effectue le serrage et le desserrage de la pièce et le troisième assure la montée et la descente du foret.

L'objectif essentiel de cette thèse est l'étude automatique de la commande pneumatique.

Avant d'aborder cette étude j'ai commencé par la description des organes essentiels utilisés dans une commande pneumatique, après ce chapitre dans l'introduction à l'étude automatique j'ai cité les principaux paramètres de l'étude et dans ce même chapitre j'ai donné quelques rappels de l'algèbre de BOOLE et les méthodes utilisées pour l'étude automatique, en fin lors de l'étude automatique j'ai utilisé le GRAFCET.

chapitre II

les organes essentiels

d'une commande pneumatique

II-LES ORGANES ESSENTIELS D'UNE COMMANDE PNEUMATIQUE

2.1 VERINS :

Les verins pneumatiques permettent de réaliser économiquement les deux mouvements élémentaires : tirer et pousser ce qui permet de satisfaire aux exigences les plus diverses en ce qui concerne les mouvements d'avance, de serrage, de verouillage, d'éjection...etc, nous distinguerons trois classes:

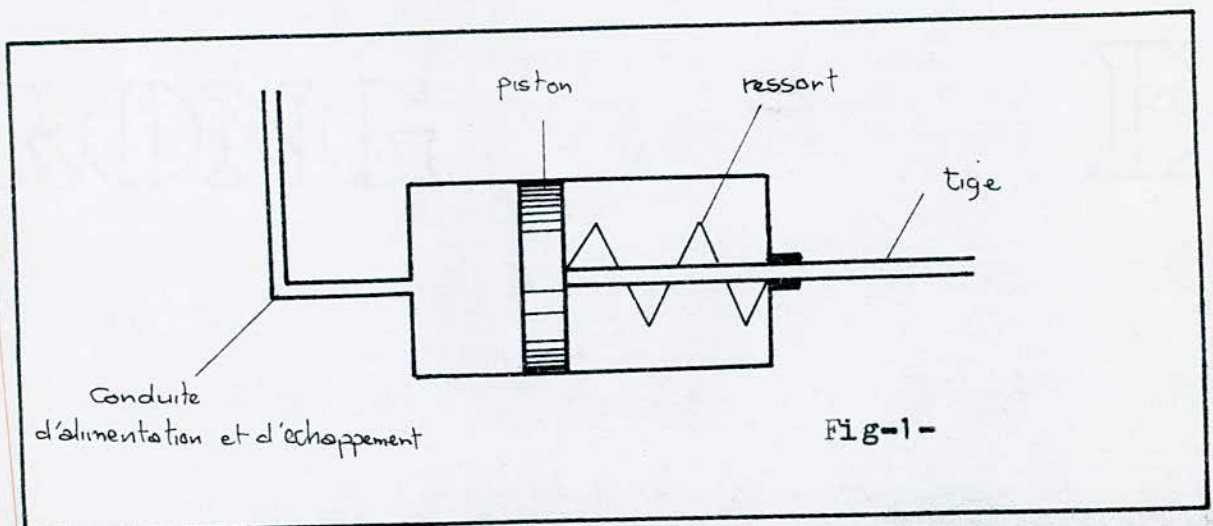
verins à simple effet

verins à double effet

verins spéciaux

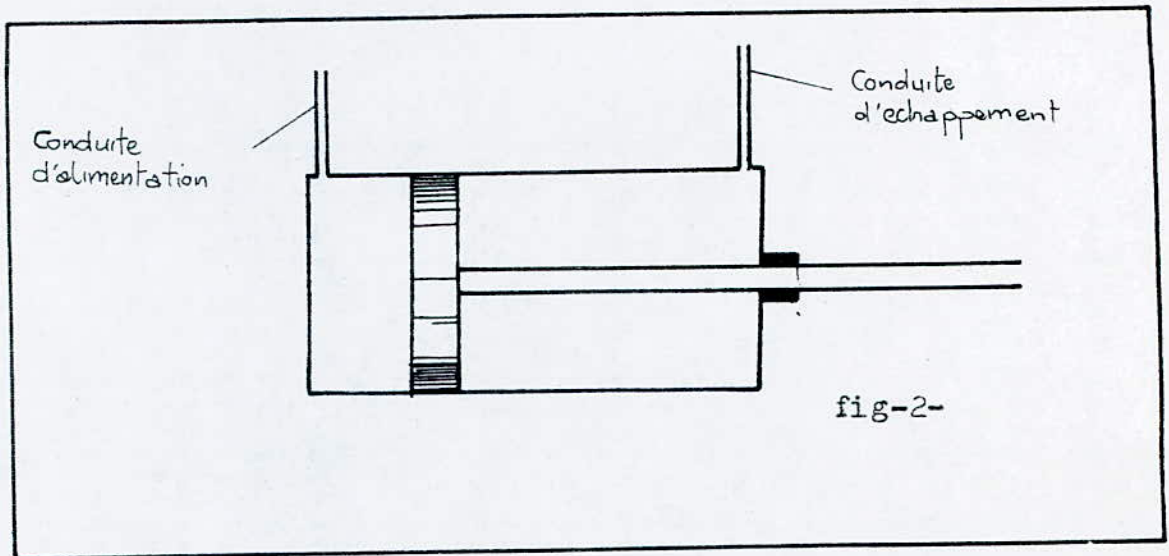
2.1.1 VERINS A SIMPLE EFFET

Un verin à simple effet est constitué par un tube dans lequel peut coulisser un piston étanche muni d'une tige qui sort à une extrémité. La pression de l'air ne peut avoir effet que sur une seule face du piston celui-ci est ramené ensuite à sa position initiale, soit par un ressort soit par une masse soit par une force extérieure. Un orifice fileté permet le branchement du tuyau de raccordement au circuit de puissance.



2.1.2 VERINS A DOUBLE EFFET

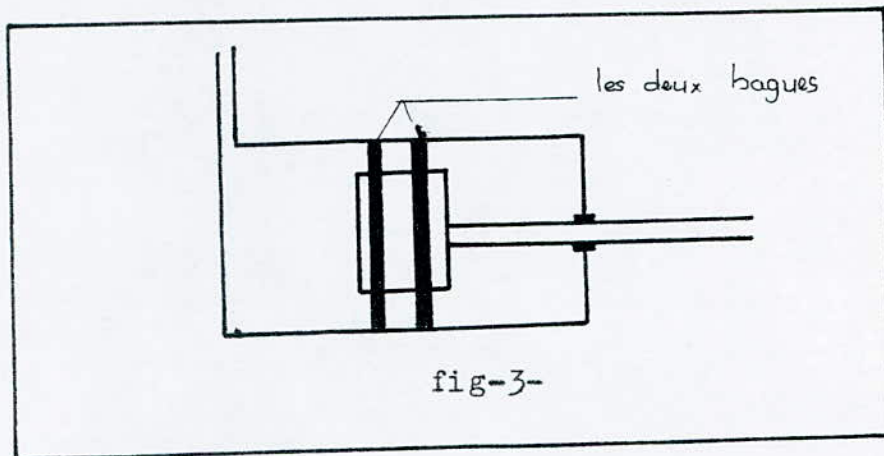
Le ressort du verin à simple effet est remplacé par l'action de l'air qui peut agir de part et d'autre du piston .
Deux entrées distinctes sont aménagées sur le tube.



2.1.3 VERINS SPECIAUX

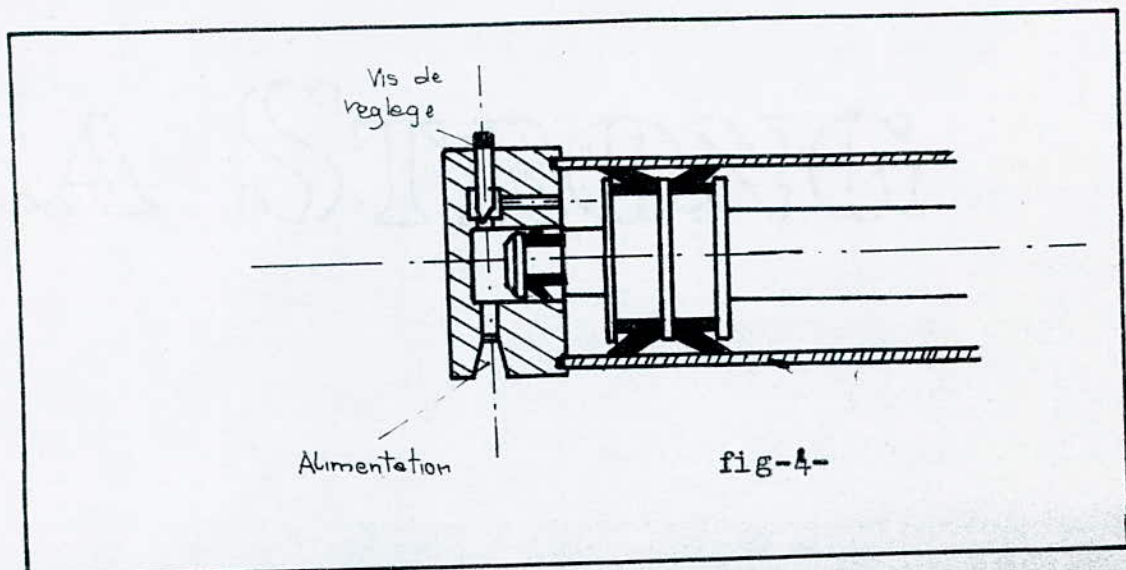
a) _Verin à amortissement caoutchouc:

ce verin doit être utilisé dans sa course totale, deux amortisseurs constitués par des bagues en caoutchouc de dureté appropriées sont disposées à l'intérieur du cylindre, soit sur le piston soit sur chaque fond , le rôle des amortisseurs est d'éviter le bruit.



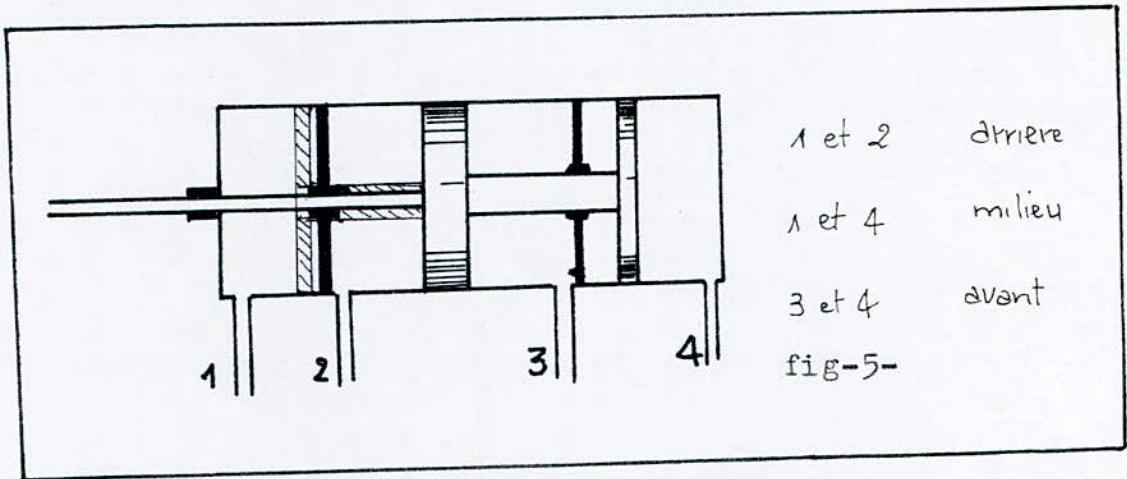
b) Verin à amortissement pneumatique:

Le piston détermine en fin de course une chambre annulaire où l'air d'échappement se trouve comprimé, ne pouvant s'échapper qu'à travers l'orifice réglable, le ralentissement du mouvement s'effectue sur une longueur fixée à l'avance lors de la construction du verin.



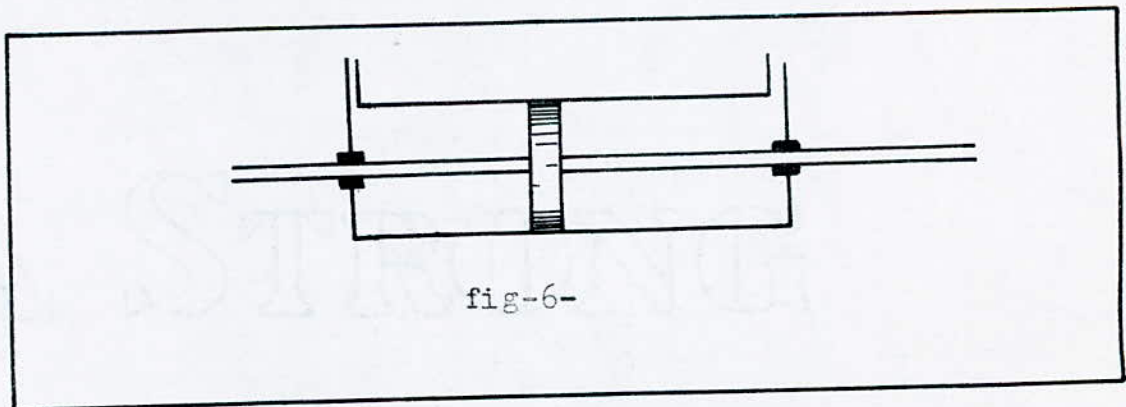
c) Verin donnant trois positions fixes

ce verin permet à la tige d'avoir une position mediane fixe et deux positions extrêmes de part et d'autre.



d) Verin avec deux sorties de tige

Ce type de verin permet d'avoir une commande possible de part et d'autre du piston .



e) Verin avec cremaillère

C'est un verin à double effet dans lequel la partie centrale du piston porte une cremaillère qui permet de manoeuvrer un pignon, ce verin trouve son emploi dans la manoeuvre de chariot à cremaillère sur les machines outils.

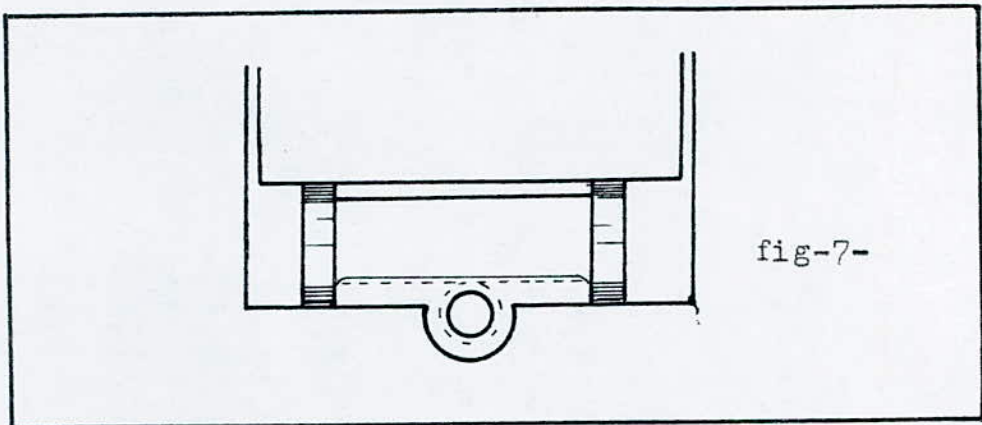


fig-7-

f)-Verin avec mouvement de rotation
 C'est la force de l'air comprimé qui donne directement le mouvement de rotation, ce verin a les mêmes applications que le verin à crémaillère.

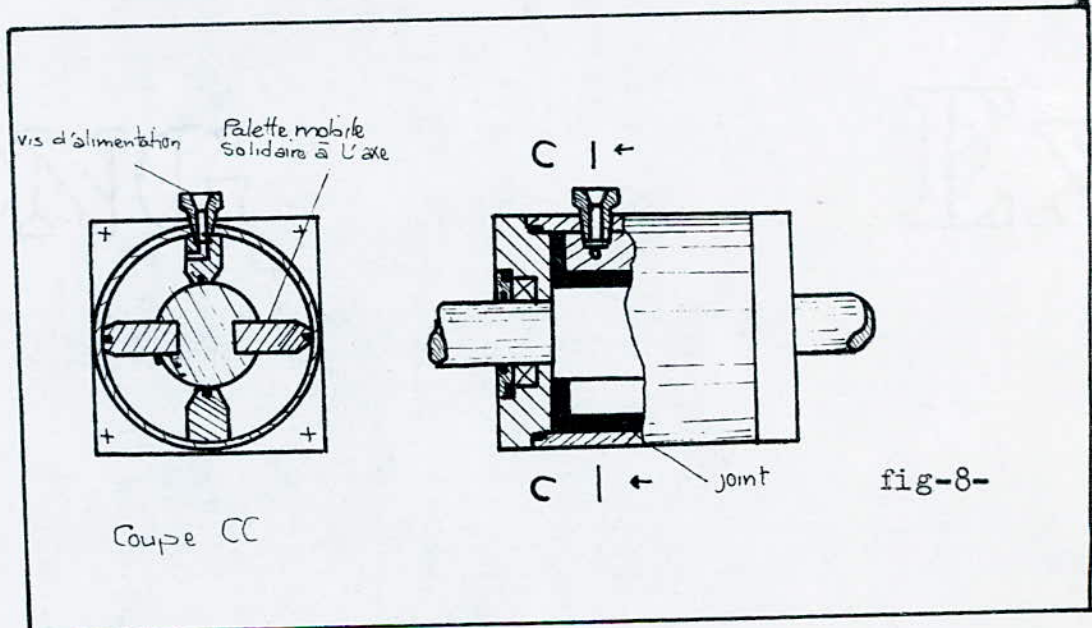


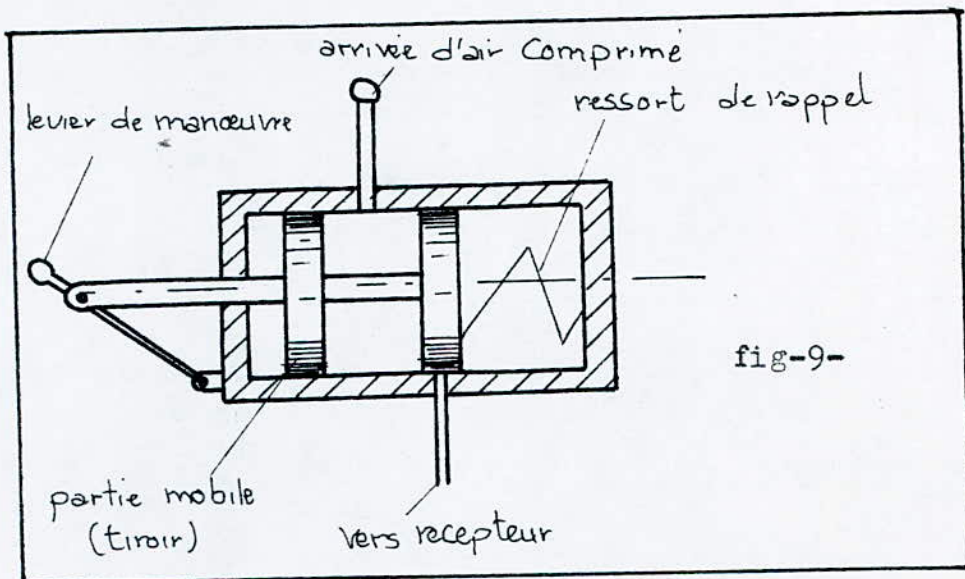
fig-8-

2.2 DISTRIBUTEURS :

Un distributeur est un dispositif mécanique qui permet le passage de l'air comprimé dans un circuit pneumatique, comme le bouton poussoir permet le passage du courant électrique dans un circuit électrique. On distingue plusieurs distributeurs:

2.2.1 LE DISTRIBUTEUR 1VOIE-2 ORIFICES

La figure ci dessous représente d'une façon schematique le distributeur le plus simple.



Ce distributeur est constitué par un corps fixe dans lequel peut se déplacer un tiroir appelé partie mobile, cette dernière est munie d'un ressort de rappel, le déplacement de la partie mobile s'obtient en exerçant une action sur le levier de commande et l'air circule dans la tuyauterie.

Ce distributeur est appelé: distributeur 1 voie-2 orifices

- 1Voie: car dans la partie mobile il n'y a qu'une seule voie de passage de l'air comprimé
- 2Orifice: car dans le corps du distributeur, il y a deux orifices l'un pour l'entrée de l'air et l'autre pour sa sortie.

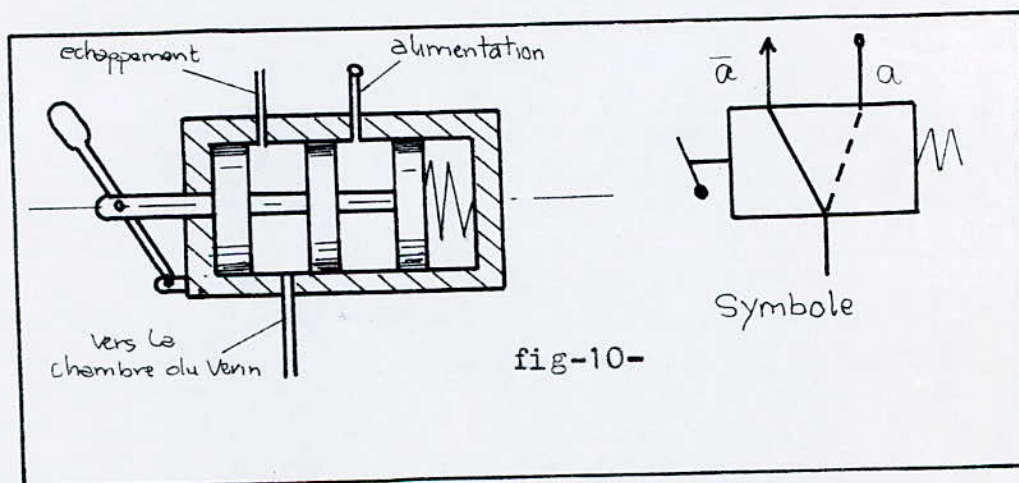
LE DISTRIBUTEUR < 1 VOIE > 2 ORIFICES

2.2.2 LE DISTRIBUTEUR 2 VOIES - 3 ORIFICES

C'est la combinaison de deux distributeurs 2 voies
3 orifices

2 voies : la partie mobile comporte deux passages de
l'air.

3 orifices : le corps du distributeur comporte 3
orifices

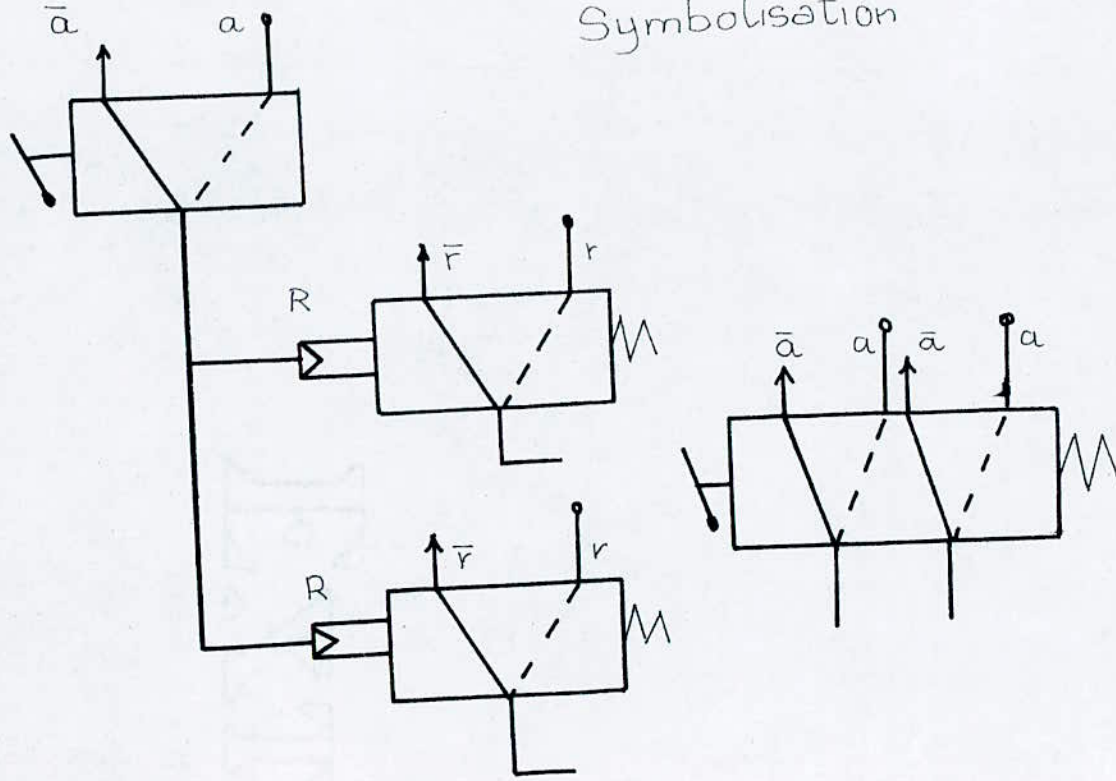


2.2.3 LE DOUBLE DISTRIBUTEUR ((2 VOIES-3 ORIFICES))

Dans certains montages le schema exige l'utilisation
de deux distributeurs identiques comme l'indique le schema
ci dessous, certains constructeurs fournissent sur le
marché des distributeurs dit ((2 fois 2 voies)), donc
un seul distributeur en remplace 3, l'installation est
moins onereuse et moins encombrante.

Fig-11

Symbolisation

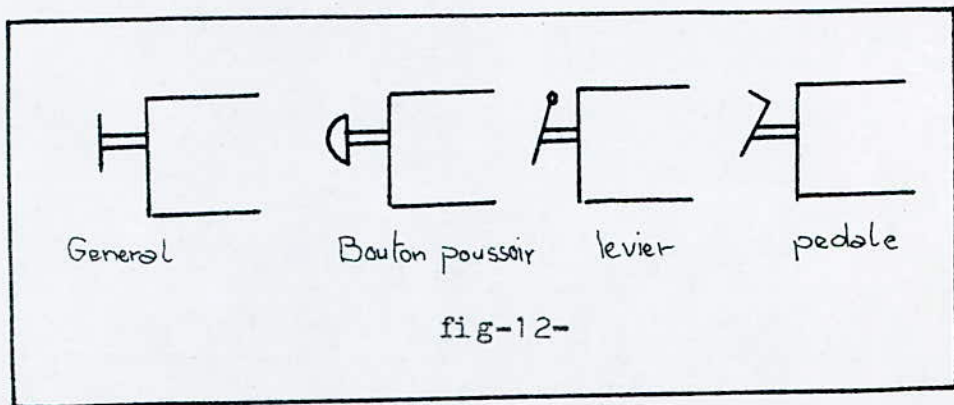


2.2.4 LA COMMANDE DES DISTRIBUTEURS

Les distributeurs peuvent être commandé par différents dispositifs :

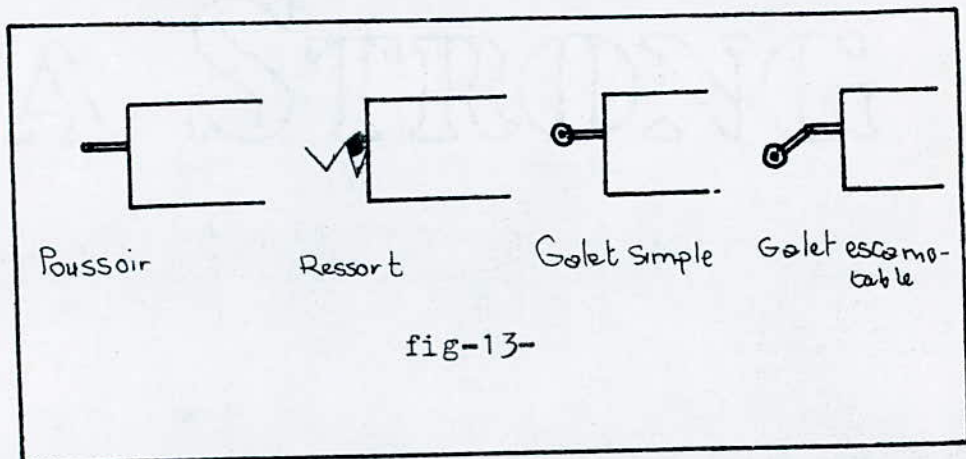
a) -Commande manuelle:

On agit sur l'élément de distribution, tiroir, clapet, levier de commande, pédale ...etc



b) -Commande mécanique:

Dans ce genre de commande l'élément de distribution reçoit son mouvement à partir d'un système mécanique simple.



c) Commande électrique:

C'est un circuit magnétique qui provoque le déplacement du tiroir ou du clapet.

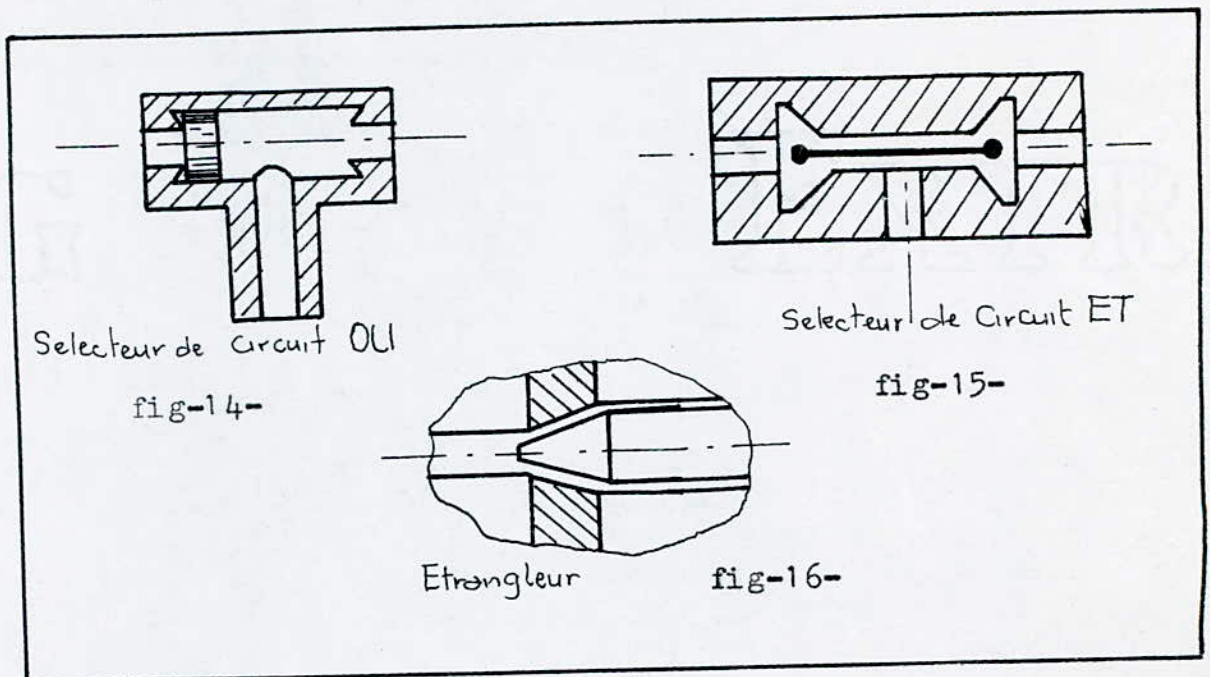
2.3 SELECTEUR DE CIRCUIT

Le selecteur de circuit permet la commande d'un recepteur à partir de deux circuits differents.

Lorsque l'un est sous pression l'autre ~~l'autre~~ est obturé il est utilisé lorsque on veut commander un distributeur à partir de deux vannes de commande.

2.4 ETRANGLEUR

C'est un orifice réglable ou non que l'on place sur la canalisation pour reduire le debit et cela pour reduire la vitesse



2.5 CAPTEURS

le déroulement correct de tout processus industriel est assuré grâce à de multiples capteurs qui fournissent les informations qu'il est nécessaire de contrôler et de traiter pour assurer la sécurité de fonctionnement et la qualité de fabrication.

Il existe plusieurs types de capteurs: capteur optique, capteur de température, capteur de pression, capteur de position, ...etc

chaqu'un d'eux est basé sur un principe physique bien déterminé.

Dans le cas de notre machine on a utilisé des capteurs de fin de course. Ces capteurs sont placés sur le réseau de l'installation pneumatique suivant une équation logique qui commande l'organe d'exécution (le vérin), si ce capteur est actionné il transforme ce signal en un mouvement de l'organe commandé (sortie ou entrée de la tige).

chapitre III

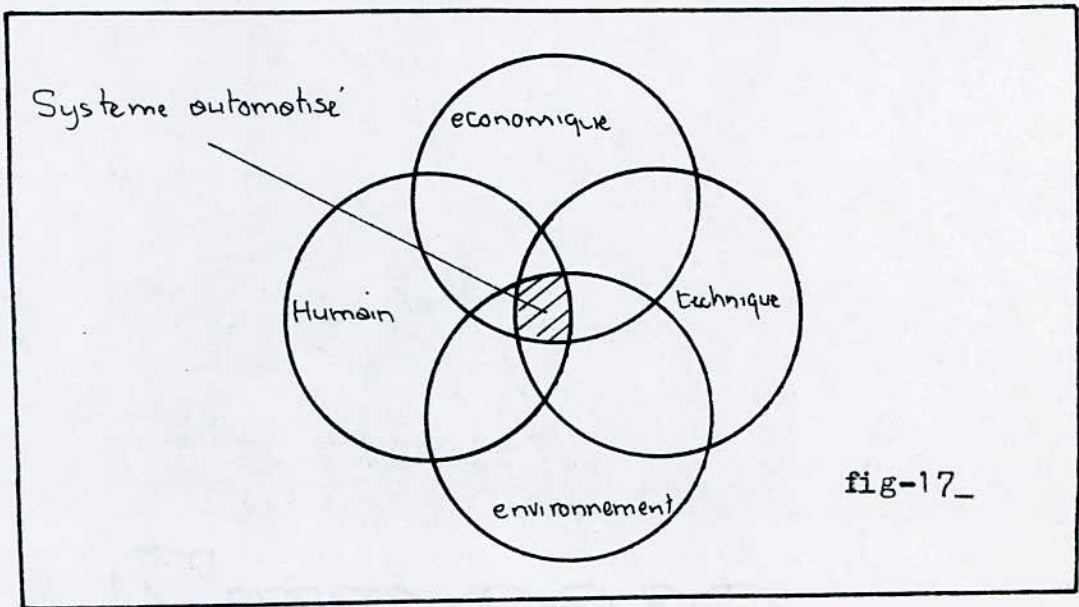
Introduction à l'étude

automatique

III-INTRODUCTION A L'ETUDE AUTOMATIQUE

3.1 PRINCIPAUX PAREMETRES DE L'ETUDE

Comme tout objet technique , un systeme automatisé se trouve lors de sa conception à l'intersection des quatre domaines voir figure -



concevoir un systeme automatisé c'est chercher un compromis entre les parametres relatifs à ces quatre domaines,nous allons les examiner successivement.

3.1.1 PAREMETRES DU DOMAINE TECHNIQUE

La figure ci-dessous rappelle un systeme automatisé

3.1.2 DOMAINE ECONOMIQUE

La recherche du cout minimum est un souci permanent , les principaux facteurs influants sur le prix de revient d'un systeme automatisé sont:

- Les frais d'etude de conception de la po et pc.
- Le cout des composants.
- Le cout de l'energie.
- L'entretien et la maintenance.
- Le salaire de l'operateur(main d'oeuvre qualifiée).
- La formation du personnel.

3.1.3 DOMAINE HUMAIN

Il faudrait ce pendant prendre en compte:

- La securité de l'operateur.
- Qualification exigée pour l'exploitation du systeme.

3.1.4 L'ENVIRONNEMENT

INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE SYSTEME

- Humidité.
- Poussiere.
- La haute temperature.

INFLUENCE DE LA MACHINE SUR L'ENVIRONNEMENT

- Bruit
- Vibration.

3.2 CALCUL DE LA RENTABILITE D'UNE AUTOMATISATION

Un projet d'automatisation est jugé sur sa rentabilité
celle ci peut s'exprimer sous la formule suivante:

$$\frac{\text{investissement}}{\text{gain annuel}} = \frac{\text{nombre d'années}}{\text{pour le retour d'investissement}}$$

Si ce retour est de moins de 3 ans le projet est jugé bon.

3.3 L'ALGEBRE DE BOOLE

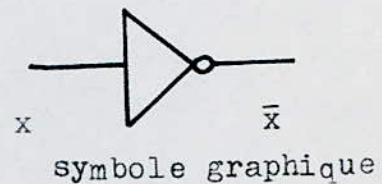
L'algebre de Boole est un ensemble de variables à deux etats de valeur de verité 1 (vrai), 0 (faux) muni d'un ensemble d'operateur: NON, ET, OU ...etc, la manipulation de ces variables booléenes donne des fonctions booléenes.

3.3.1 FONCTIONS DE BASE DE L'ALGEBRE DE BOOLE

a- LA FONCTION NON

Soit x une variable booléene, sa negation NON x, appelée aussi complément de x et sera notée \bar{x}

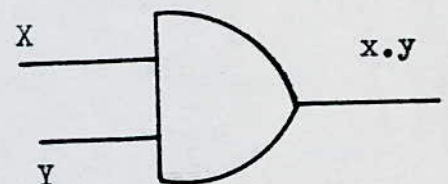
| entrée | | sortie |
|--------|--|-----------|
| x | | \bar{x} |
| 0 | | 1 |
| 1 | | 0 |



b- LA FONCTION ET

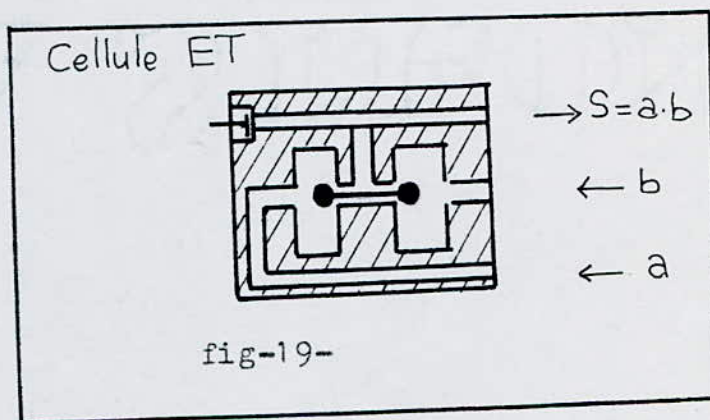
Soit x et y deux variables booléenes, le resultat de x ET y est selon la table de verité ci dessous une variable booléenne

| entrées | | sortie |
|---------|---|--------|
| x | y | x ET y |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |



remarque: l'operateur ET est noté aussi "."

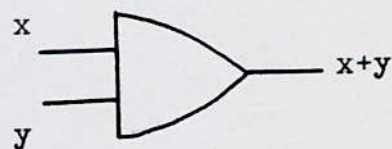
Une fonction ET peut être matérialisée par un distributeur à billes de conception particulière à commande pneumatique appelé "cellule ET", la figure ci dessous nous montre le principe de fonctionnement.



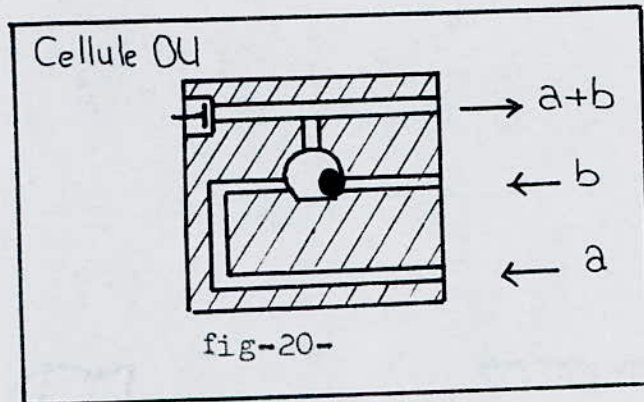
c- LA FONCTION OU

Soit x et y deux variables booléennes. Le résultat x OU y est selon la table ci dessous une variable booléenne

| entrées | | sortie |
|---------|-----|------------|
| x | y | x OU y |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |



L'opérateur OU peut être noté par "+", cette fonction peut être schématisée par un distributeur à bille appelé cellule "OU"



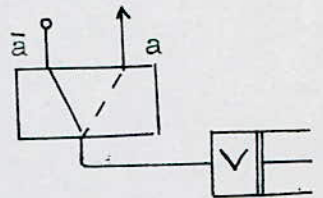
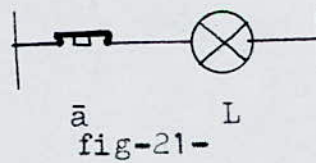
d- L' APPLICATION ELECTRIQUE ET PNEUMATIQUE

Fonction

Application
Electrique

Application
Pneumatique

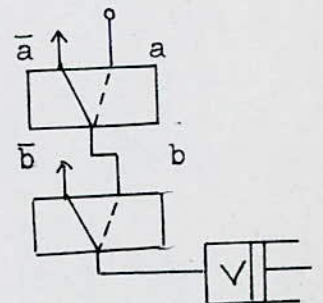
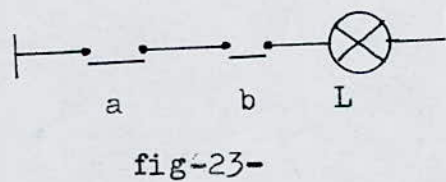
NON



$L=1$ si $a=0$
 $L=0$ si $a=1$

$V=1$ si $a=0$
 $V=0$ si $a=1$

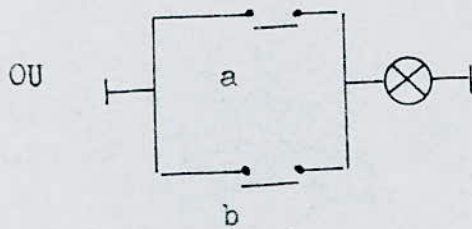
ET



$L=1$ si $a=1$ ET $b=1$

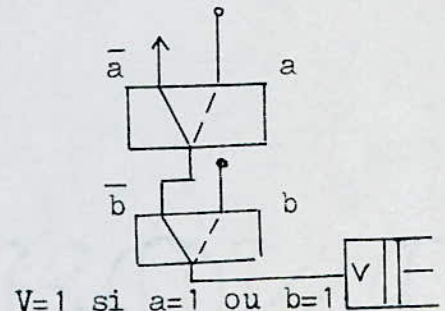
$V=1$ si $a=1$ ET $b=1$

fig-24-



$L=1$ si $a=1$ OU $b=1$

fig-25-



$V=1$ si $a=1$ ou $b=1$

fig-26-

Remarque: il existe d'autres fonctions derivants de la combinaison des fonctions citées ci dessus ces fonctions seront données par le tableau suivant ,ainsi que leurs symboles dans les differentes normes .

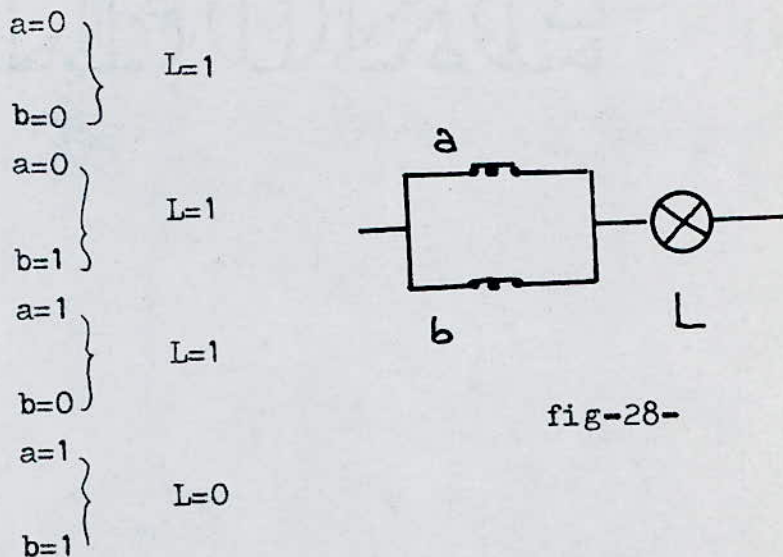
•-autres fonctions de base

| Fonctions | ANSI Y 32-14 | NFE | DIN | NEMA | EQUATIONS |
|---------------------------------------|--------------|-----|-----|------|-----------------------------|
| "OU" ou "Egalité" | | | | | $L = a$ |
| "NON ou "PAS" | | | | | $L = \bar{a}$ |
| "et" ou "AND" | | | | | $L = a \times b$ |
| "Non et" "NAND" | | | | | $L = \overline{a \cdot b}$ |
| "OU" ou "OR" | | | | | $L = a + b$ |
| "Non ou" ou "NOR" | | | | | $L = \overline{a + b}$ |
| "ou on exclu- sif" ou "XOR" | | | | | $L = a \oplus b$ |
| "Non ou Exclusif" ou "N XOR" | | | | | $L = \overline{a \oplus b}$ |
| "INHIBITION" | | | | | $L = a \cdot \bar{b}$ |

- "NON ET " ou "NAND"

Cette fonction est la fonction complémentaire de la fonction ET, une variable de sortie 'L' liée par la fonction "NON ET" à deux variables d'entrée a et b ne prend la valeur 1 que si l'une au moins des variables d'entrée a la valeur 0 .

Cette fonction est schématisée par le circuit suivant:



- "NON OU" ou "NOR"

Une variable de sortie 'L' est liée à deux variables d'entrée a et b par une fonction 'NOR' ne prend la valeur 1 que si aucune des variables d'entrée ne prend la valeur 1

a=0 }
b=0 } L=1

a=0 }
b=1 } L=0

a=1 }
b=0 } L=0

a=1 }
b=1 } L=0



fig-29-

- "NON OU exclusif" ou "NXOR"

Une variable de sortie 'L' est liée par une fonction non ou exclusif à deux variables d'entrée a et b prend la valeur 1 si aucune des variables d'entrée n'a la valeur 1 ou si toutes les variables d'entrée ont la valeur 1

a=0 }
b=0 } L=1

a=1 }
b=0 } L=0

a=0 }
b=1 } L=0

a=1 }
b=1 } L=1

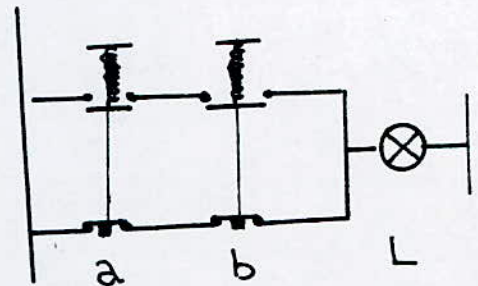


fig-30-

- "fonction INHIBITION"

Une variable de sortie 'L' est liée à deux variables d'entrée par une fonction INHIBITION ne prend la valeur 1 que si la deuxième variable b prend la valeur 0

$a=0$ }
 $b=0$ } $L=0$

$a=1$ }
 $b=0$ } $L=1$

$a=0$ }
 $b=1$ } $L=0$

$a=1$ }
 $b=1$ } $L=0$

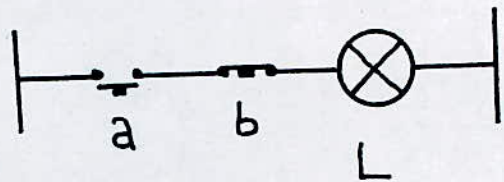


fig-31-

3.3.2 LOIS FONDAMENTALES DE L'ALGÈBRE DE BOOLE

a-LOIS INTERNE

- a) $A \cdot B$ EST une variable booléenne.
- b) $A + B$ est une variable booléenne.

b-LOIS DE COMMUTATIVITE

- a) $A \cdot B = B \cdot A$
- b) $A + B = B + A$

c-LOIS D'ASSOCIATIVITE

- a) $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
- b) $A + (B + C) = (A + B) + C$

d- LOIS DE DISTRIBUTIVITE

a) de ET sur OU

$$A.(B+C)=(A.B)+(A.C)$$

b) de OU sur ET

$$A+(B.C)=(A+B).(A+C)$$

e- LOIS D'IDEMPOTENCE

a) $A+A=A$ $0+0=0$

$$1+1=1$$

b) $A.A=A$ $0.0=0$

$$1.1=1$$

f- LOIS DE COMPLEMENTARITE

$$A+A=1$$

$$A.A=0$$

g- QUELQUES IDENTITES REMARQUABLES

$$A.1=A$$

$$A+1=\bar{1}$$

$$A.0=0$$

$$A+0=A$$

3.3.3 THEOREMES DE MORGAN

THEOREME 1: la negation d'un produit de variable est egale à la somme des negations des variables: $\overline{x.y.z} = \bar{x} + \bar{y} + \bar{z}$

On peut verifier sa par la table de verité suivante:

| x | y | z | x.y.z | $\overline{x.y.z}$ | $\bar{x} + \bar{y} + \bar{z}$ |
|---|---|---|-------|--------------------|-------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

THEOREME 2: la negation d'une somme de variables x, y, z est egale au produit des negations des variables

$$\overline{x+y+z} = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$$

| x | y | z | x+y+z | $\overline{x+y+z}$ | $\bar{x}\bar{y}\bar{z}$ |
|---|---|---|-------|--------------------|-------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

3.4 LA METHODE MATRICIELLE

3.4.1 LA TABLE DE KARNAUGH

Cette table est utilisée pour simplifier l'expression logique d'une fonction et elle est basée sur le groupement des 1 situés dans des cases adjacentes.

Soit n variables, p et q des entiers tel que $p+q=n$ on prend $p=q=n/2$ pour n pair et $p-q=1$ pour n impair, la table comportera alors 2^p colonnes et 2^q lignes, on numérote ensuite les lignes et les colonnes suivant le code binaire réfléchi.

EXEMPLE

Considérons la fonction $S = x\bar{y}\bar{c} + \bar{x}y\bar{c} + \bar{x}\bar{y}c + xyc$

la fonction S est à trois variables $n=3$, prenons $p=2$ et $q=1$, on a donc $2^p=2^2=4$ colonnes, et $2^q=2^1=2$ lignes.

On remplit la table de la manière suivante:

x correspond à la variable binaire 1

\bar{x} correspond à la variable binaire 0

Donc on inscrit des 1 dans les cases correspondants aux termes figurants dans l'expression de S ; par exemple le terme $x\bar{y}\bar{c}$ correspond à la case issue de l'intersection de la colonne 01 et la ligne 0, on inscrit un 1 dans cette case.

Ensuite on inscrit des 0 dans les cases restantes et la table sera:

| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Pour la simplification d'une expression quelconque on peut se servir des regles suivantes:

1^{ere} REGLE : On peut regrouper deux "un" adjacents dans une même somme de produit en eliminant la variable qui change d'etat, il faut noter que l'adjacence existe aussi pour les extrémités de la table.

2^{eme} REGLE : On peut regrouper quatre 1 adjacents dans une somme de produit et eliminer les deux variables qui changent d'etat.

3^{eme} REGLE : un même "un" peut être introduit dans plusieurs groupe.

3.4.2 LA LOGIQUE COMBINATOIRE

Un dispositif combinatoire est un dispositif dont l'état des fonctions de sortie est entièrement déterminé par la combinaison des variables d'entrée, donc la résolution de ses problèmes ne fait intervenir que des variables d'entrée qui sont nécessairement précisées dans l'énoncé.

La résolution de ces problèmes se fait par le tableau de vérité qui présente toutes les configurations possibles des variables d'entrée. Par exemple pour quatre variables d'entrée nous avons 16 lignes et 5 colonnes soit 80 cases à remplir; on peut aussi résoudre ce problème par le tableau de Karnaugh, pour trouver l'équation du circuit on regroupe les '1' qui se trouvent sur la colonne de sortie pour la table de vérité, ou les '1' des cases du tableau de Karnaugh.

3.4.3 LA LOGIQUE SEQUENTIELLE

Il existe des dispositifs automatiques dans lesquels à une même combinaison de variables d'entrée peuvent correspondre deux états possible de variables de sortie.

Par exemple un ascenseur peut aller au 3^{ème} étage en appuyant sur le bouton 3 mais si on est au 4^{ème} étage l'ascenseur descend, donc à la même combinaison correspond deux sorties différentes.

Dans de tels dispositifs il n'est pas possible de distinguer les états de la fonction de sortie uniquement à cause des combinaisons des variables d'entrée.

Le schéma de ces dispositifs ne pourra pas s'établir comme pour le dispositif combinatoire, on doit faire appel à des organes particuliers appelés variables secondaires. De tels dispositifs sont appelés dispositifs séquentielles, la séquence de fonctionnement du dispositif se définit par la succession dans l'ordre chronologique des différents états.

Lors de la résolution d'un problème d'automatisme séquentiel on doit suivre les étapes suivantes:

- 1) Etablir la matrice primitive des états.
- 2) Etablir le polygone de liaison.
- 3) Etablir la matrice contractée.
- 4) Etablir la matrice du relais secondaire.
- 5) Etablir les équations du relais secondaire.
- 6) Etablir l'équation de sortie

1) La matrice primitive des états

Cette matrice est une table de même représentation que le tableau de Karnaugh sur lequel sont définis les états de fonctionnement du cycle.

Cette matrice se construit de la manière suivante:

- Le nombre de colonnes égale au nombre de combinaisons possibles des variables d'entrée (si n est le nombre de variables d'entrée le nombre de colonnes sera 2^n).
- Le nombre de lignes égale au nombre d'états stables définis par l'énoncé.
- Chaque état stable est inscrit dans la colonne correspondant à la combinaison des variables primaires qui lui donne naissance.
- Chaque état instable précédant un état stable portera le même numéro que cet état stable mais non cerclé et il sera inscrit dans la même colonne que l'état stable.

REMARQUE: un circuit sequentiel est dans un etat stable quand tous les elements constitutifs de ce circuit sont eux meme dans un etat stable, parceque les relais secondaires et les circuits statiques ont un temps de reponse non nul c'est à dire entre le moment ou ils reçoivent l'ordre et le moment ou ils prennent le nouveau etat il s'ecoule un certain temps pendant lequel le dispositif n'est plus dans un etat stable mais en evolution d'un etat stable vers un autre on dit qu'il est dans un etat transitoire.

2) Le polygone de liaison

pour elaborer une matrice reduite il faut connaitre les lignes qui peuvent etre fusionnées entre elles. pour construire un polygone de liaison on portera les numeros de la matrice primitive , puis on comparera chacunes d'elles (des lignes) aux lignes qui viennent apres et on reliera le numero de la ligne en question à la ligne ou les lignes avec lesquelles elle peut etre fusionnée.

3) LA MATRICE REDUITE

Après avoir établi le polygone de liaison on connaît maintenant les lignes qui peuvent être fusionnées.

Ce nombre de lignes détermine le nombre de variables secondaires.

Cette matrice contractée est le tableau de KARNAUGH construit en fonction des variables primaires, secondaires et les états de la machine.

4) LA MATRICE DU RELAIS SECONDAIRE

Si la matrice réduite compte:

| | |
|----------|--|
| 1 ligne | pas de variable secondaire et le système est un dispositif combinatoire et non séquentiel. |
| 2 lignes | une variable secondaire |
| 4 lignes | deux variables secondaires |

Cette matrice nous permet d'écrire l'équation ou les équations du circuit secondaire.

Et pour remplir les lignes et les colonnes de cette matrice on inscrit des 1 dans le cas des états stables qui se trouve sur la ligne ou la variable secondaire égale à 1, on inscrit 0 dans le cas des états stables qui se trouvent sur la ligne ou la variable secondaire égale à 0.

Les états transitoires (non cerclé) prennent la même valeur que l'état stable dont il est question.

5) L'ÉQUATION DE LA VARIABLE SECONDAIRE

En regroupant les 1 de la matrice du relais secondaire et après simplification on trouve l'équation du relais secondaire.

6) LA MATRICE DE SORTIE

Elle nous permettra d'écrire l'équation de sortie en fonction des variables primaires et secondaires d'entrée, pour cela on reprendra la matrice contractée et à chaque état stable ou non qui figure sur celle-ci on fera correspondre l'état de sortie qui lui correspond et cela en utilisant la matrice primitive des états.

Pour trouver l'équation de sortie il suffit de regrouper les 1 des cases et simplifier l'expression logique en utilisant les trois règles déjà citées.

L'exemple suivant nous éclaircira cette méthode

EXEMPLE

Un moteur électrique est commandé par 3 boutons m(marche) et a(arret), le fonctionnement est le suivant:

- 1/ A l'arrêt, m et a ne sont pas appuyés.
- 2/ On appuie sur m seulement le moteur tourne.
- 3/ On relache m le moteur continue à tourner.
- 4/ On appuie sur a le moteur s'arrête.
- 5/ On relache a le moteur reste arrêté.

SOLUTION

La variable de sortie M(moteur) est fonction de deux variables d'entrée m et a.

L'ordre chronologique des séquences est le suivant:

| | | | |
|-----|-----|-----|---|
| m=0 | a=0 | M=0 | etat initial |
| m=1 | a=0 | M=1 | l'appui sur m provoque le fonctionnement du moteur |
| m=0 | a=0 | M=1 | on relache le bouton m le moteur continue à tourner |

m=0

a=0

M=0

l'appui sur le bouton
a provoque l'arret du
moteur.

Donc la matrice primitive des etats sera:

| | m a | | | | |
|---|-----|----|----|----|---|
| | 00 | 01 | 11 | 10 | M |
| 1 | | | | 2 | 0 |
| 3 | | | | 2 | 1 |
| 3 | 4 | | | | 1 |
| 1 | 4 | | | | 0 |

Le tableau suivant va nous expliquer le fonctionnement du cycle

| états | | Variable d'entrée | sortie (X) | sortie (M) | Observations |
|-------|-------------|-------------------------|------------|------------|--|
| ① | stable | $m=0$ $a=0$ $x=0$ | $X=0$ | $M=0$ | |
| 2 | transitoire | $m=1$ $a=0$ $x=0$ | $X=1$ | $M=0$ | Pendant un court instant quand m est appuyé X est excité, mais x est attiré par un certain temps |
| ② | stable | $m=1$ $a=0$ $x=1$ | $X=1$ | $M=1$ | |
| ③ | stable | $m=0$ $a=0$ $x=1$ | $X=1$ | $M=1$ | |
| 4 | transitoire | $m=0$ $a=1$ $x=1$ | $X=0$ | $M=1$ | pendant un instant x assure la commutation, son retard est dû à un effet de self de la bobine. |
| ④ | stable | $m=0$ $a=1$ $x=0$ | $X=0$ | $M=0$ | |

-Le polygone de liaison:

Pour trouver ce polygone il suffit de comparer:

La 1^{ere} ligne à la 2^{eme} ligne
à la 3^{eme} ligne
à la 4^{eme} ligne

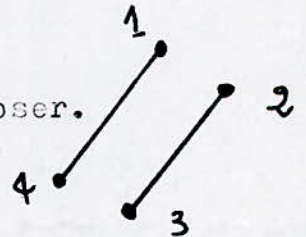
La premiere et la deuxieme ligne ne peuvent pas se superposer car si l'etat transitoire 2 peut disparaitre au benéfice de l'etat stable 2, il n'en est pas de meme de l'etat transitoire 3 qui ne peut pas fusionner avec l'etat stable 1 .

Seule la 1^{ere} ligne et la 4^{eme} peuvent se superposer.

La 2^{eme} ligne à la 3^{eme}
à la 4^{eme}

Seule la 2^{eme} et la 3^{eme} peuvent se superposer.

La 3^{eme} ligne à la 4^{eme}



Elle ne se superpose pas .

On joint les sommets 1,2 et 3,4 ainsi on a construit le polygone de liaison.

-La matrice reduite:

Du polygone de liaison on deduit que la matrice reduite comportera deux lignes seulement.

| | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|----|----|----|----|
| 0 | ① | ④ | | 2 |
| 1 | ③ | 4 | | ② |

On remarque que les états stables et transitoires correspondants sont situés sur la même colonne, on remarque aussi que la colonne 11 est vide et cela parce que le cas où le bouton m et a sont appuyés en même temps n'existe pas.

-La matrice du relais secondaire:

Pour la ligne $x=0$ les états stables seront 0 et pour la ligne $x=1$ ils seront 1, les états transitoires seront de même nature que les états stables correspondant.

| | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|----|----|----|----|
| 0 | ① | ① | | 1 |
| 1 | ① | 0 | | ① |

-Pour trouver l'equation du relais secondaire on fera le groupement mentionné sur le tableau suivant

| | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|----|-------------------|
| \textcircled{x} | | m a | | |
| | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | $\textcircled{0}$ | $\textcircled{0}$ | | 1 |
| 1 | $\textcircled{1}$ | 0 | | $\textcircled{1}$ |

Les hachurées peuvent être affectées des 1 ou des 0.

Le groupement de la colonne 10 donne :

$$m.\bar{a}.\bar{x} + m.x.\bar{a} = m.\bar{a}.(x+\bar{x}) = m.a$$

le groupement des 1 des extrémités de la ligne x=1 donne:

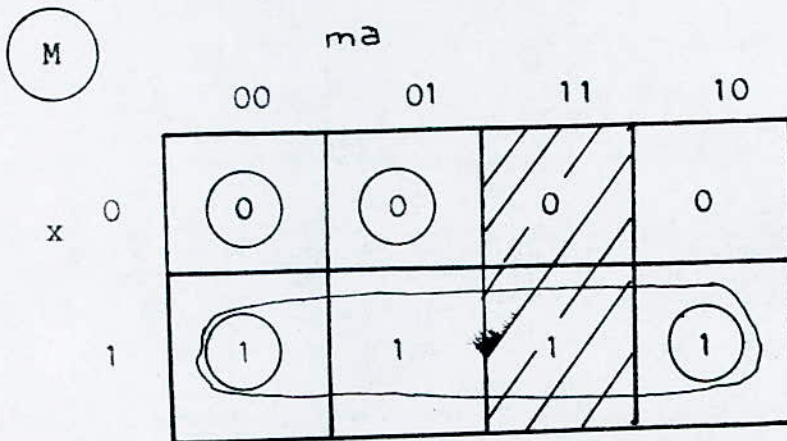
$$\bar{m}.\bar{a}.x + m.\bar{a}.x = (m+\bar{m}).\bar{a}.x$$

d'où l'équation finale:

$$X = m.\bar{a} + \bar{a}.x = \bar{a}.(m+x)$$

-La matrice de sortie: pour remplir les cases de la matrice de sortie il suffit de voir la matrice primitive des états; dans les cases vides

Nous placerons des 0 ou des 1 de manière à obtenir le meilleur groupement qui donne l'équation la plus simple.



En regroupant les 1 on trouve:

$$\bar{m} \cdot \bar{a} \cdot x + \bar{m} \cdot a \cdot x + m \cdot a \cdot x + m \cdot \bar{a} \cdot x = x \cdot (\bar{m} \cdot \bar{a} + \bar{m} \cdot a + m \cdot a + m \cdot \bar{a})$$

$$= x \cdot (\bar{m} \cdot \underbrace{(\bar{a} + a)}_1 + m \cdot \underbrace{(\bar{a} + a)}_1)$$

$$= x \cdot \underbrace{(\bar{m} + m)}_1$$

$$= x$$

l'équation de M est:

$$M = x$$

3.5 LA METHODE DITE "EN CASCADE"

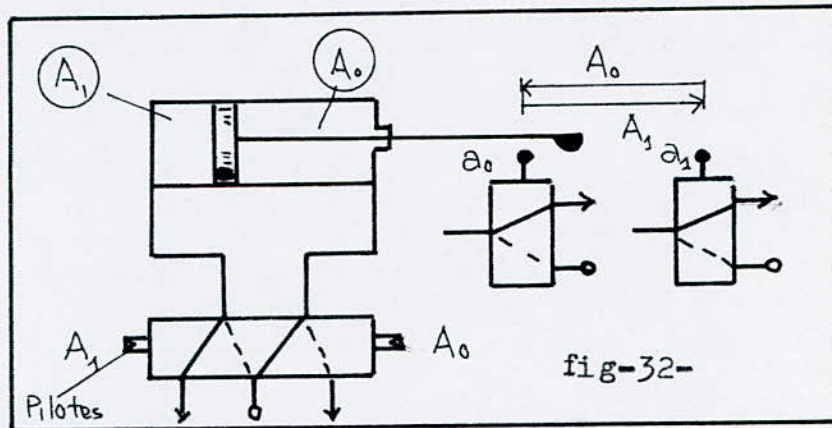
Cette methode d'origine anglosaxonne procede d'un esprit de synthese et de logique formelle.

Elle permet de resoudre des problemes comportants un nombre important de verins, ce grand avantage qu'a cette methode par rapport à la methode matricielle devient important lorsque les verins depasse le nombre quatre, cette methode exige des distributeurs à double pilotage pour l'etablissement des schemas pneumatiques.

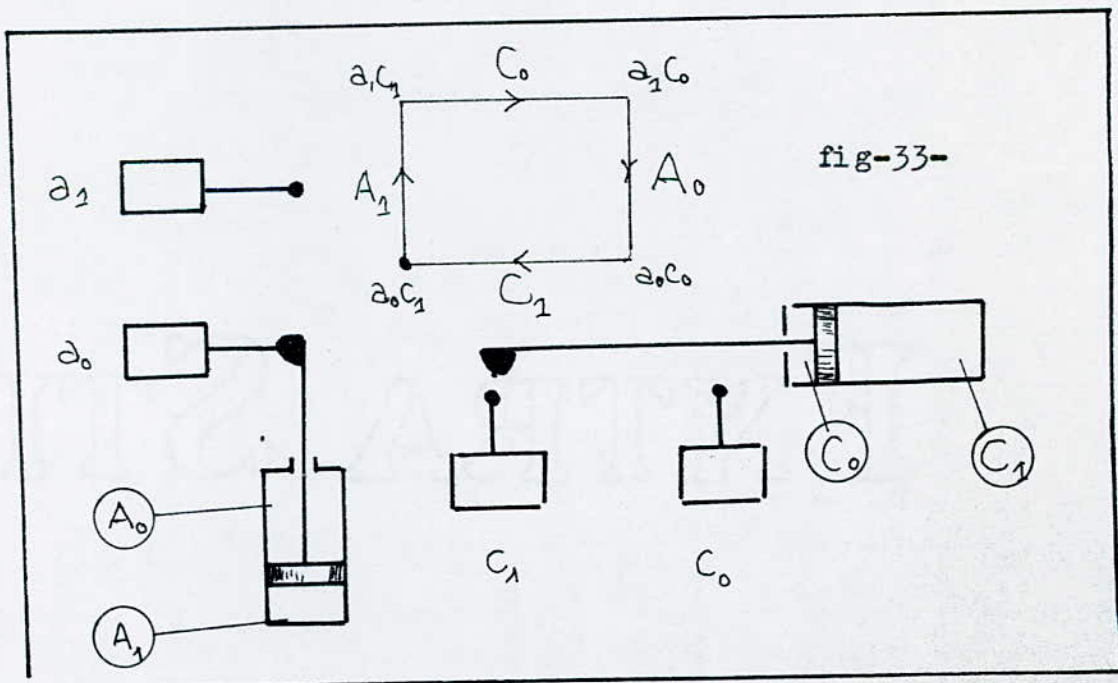
Il ya une convention à respecter car l'element de base est un verin à double effet (A) alimenté par un distributeur à double pilotage dont les pilotes seront designés par A_1 et A_0 et actionnants deux distributeurs ((2 voies - 3 orifices)), les deux fins de courses sont designées par a_1 et a_0 .

a_1 designe le distributeur correspondant à la tige sortie.

a_0 designe le distributeur correspondant à la tige rentrée.



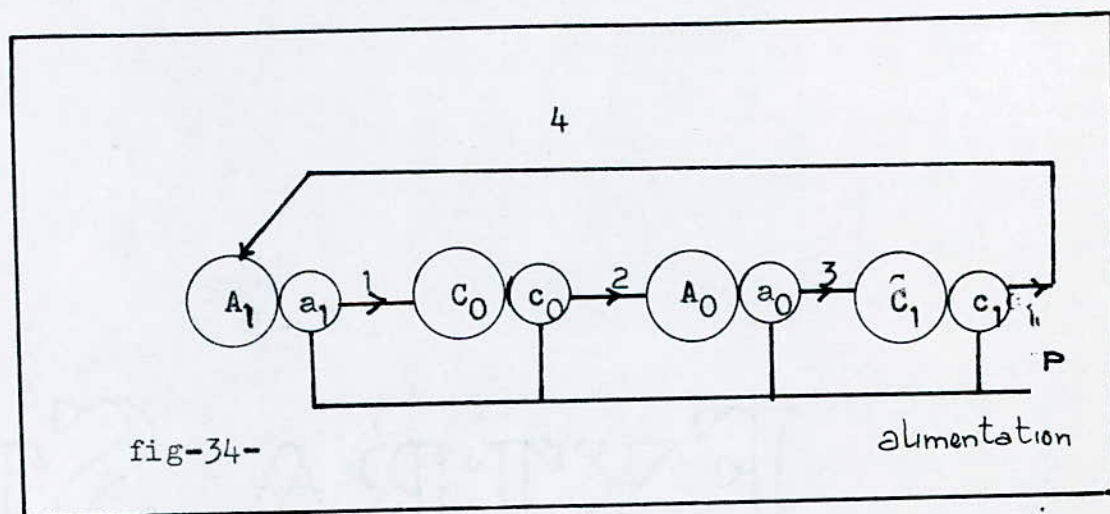
3.5.2-Application de la methode à un probleme relevant de la logique combinatoire:
 Soit le cycle carré suivant



L'ordre chronologique des déplacements des verins est donné par le cycle: A_1 , C_0 , A_0 , C_1 .

Programme:

Pour tracer ce programme ,on inscrit d'abord les déplacements dans l'ordre chronologique puis on inscrit à coté de chacun d'eux les capteurs correspondants et on trace les lignes d'action des capteurs sur le pilotes en fin on represente le circuit d'alimentation des capteurs



Equation des pilotes:

On peut d'apres le programme trouver les equations des pilotes, il suffit en partant d'un capteur

Et on remonte le circuit jusqu'à la rampe d'alimentation d'air comprimé ainsi on trouve:

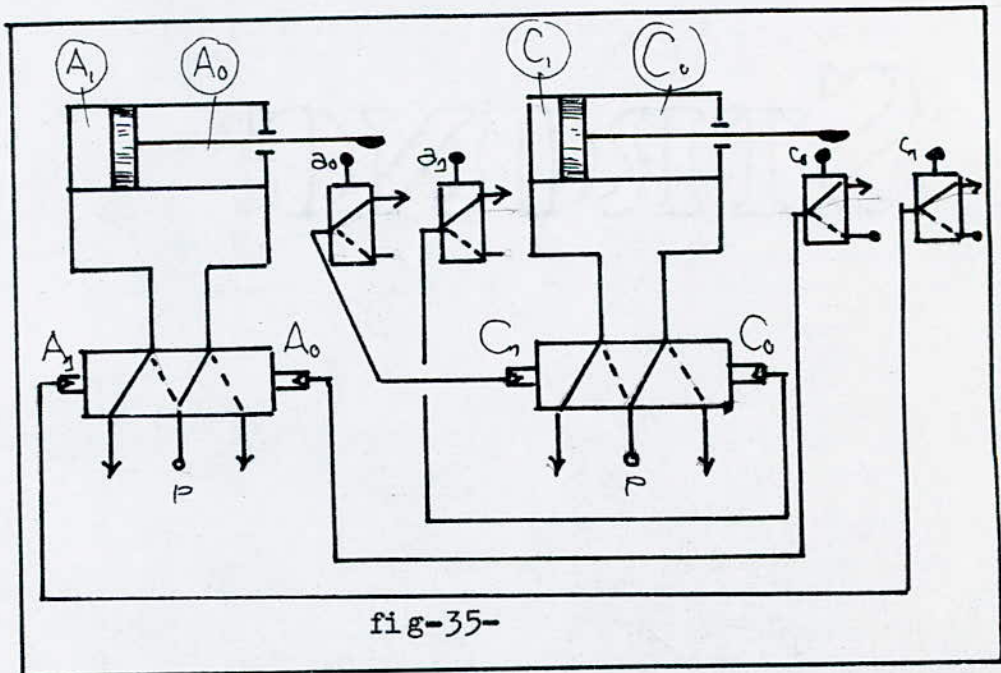
$$A_1 = c_1$$

$$C_0 = a_1$$

$$A_0 = c_0$$

$$C_1 = a_0$$

Le schéma de l'installation est représenté ci dessous:



3.5.3 -APPLICATION A UN PROBLEME DE LOGIQUE SEQUENTIELLE

Dans ce genre de probleme on trouve pour une meme combinaison de capteurs des sorties differentes, donc il faut envisager une solution adequate et c'est le but de cette methode.

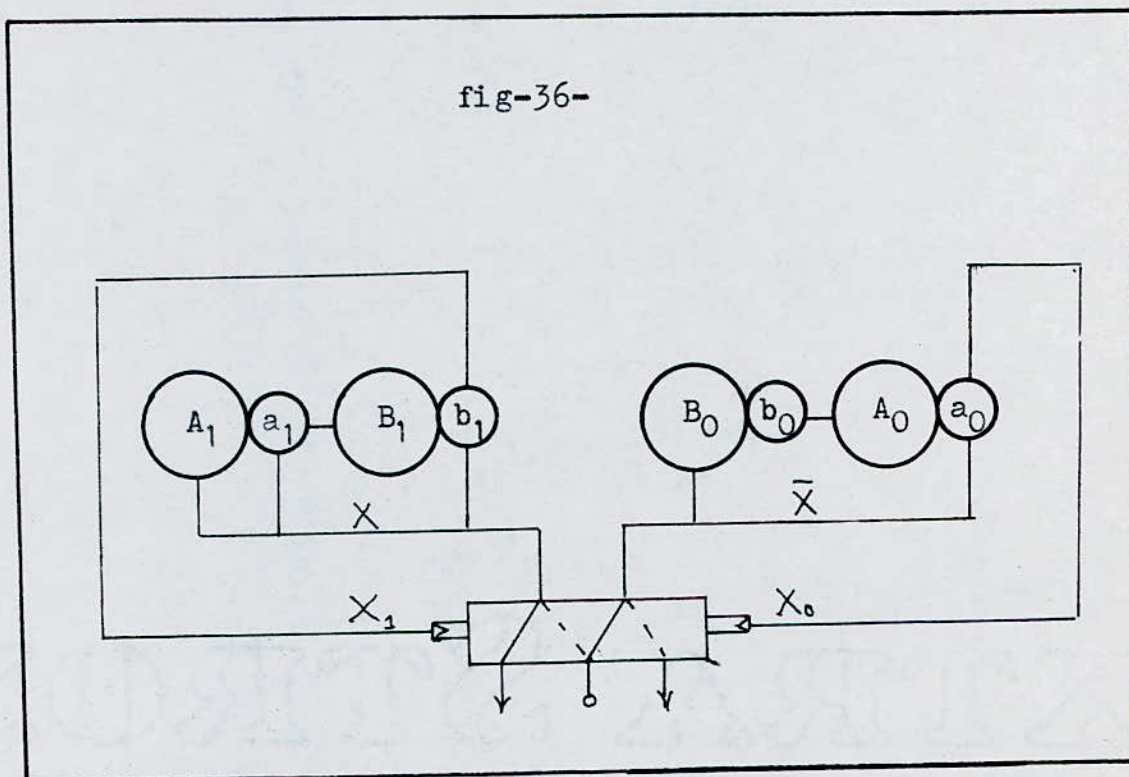
La resolution rapide de ces probleme consiste à suivre les pas suivants:

-On etablit le tableau des deplacements des verins par exemple: $A_1 B_1 B_0 A_0$

-On **decoupe** en zones le tableau de maniere que dans chaque zone ne figure qu'une seule fois un verin: $A_1 B_1 \mid B_0 A_0$

-On etablit le programme en reliant chaque partie à une rampe d'alimentation d'un distributeur soit x et x ,on remarque qu'elles sont complementaires et cela pour eviter la contradiction c'est à dire la mise à l'echappement et l'alimentation en meme temps.

Ainsi on a ramené un problème de logique séquentielle à un problème de logique combinatoire.
Le schéma est donné ci dessous:



3.6 LE GRAFCET

Le cahier de charge est le descriptif fourni par l'utilisateur au concepteur pour lui donner quels sont les modes de marche et les sécurités désirés dans le fonctionnement du mécanisme. Ce document doit être simple pour faciliter le dialogue entre le concepteur et l'utilisateur mais cette simplicité ne doit pas nuire à la rigueur. Le GRAFCET (Graphe de Commande Etapes-Transitoires) est la représentation utilisée actuellement pour l'établissement d'un automatisme, on distingue le Grafcet de niveau 1 et le Grafcet de niveau 2.

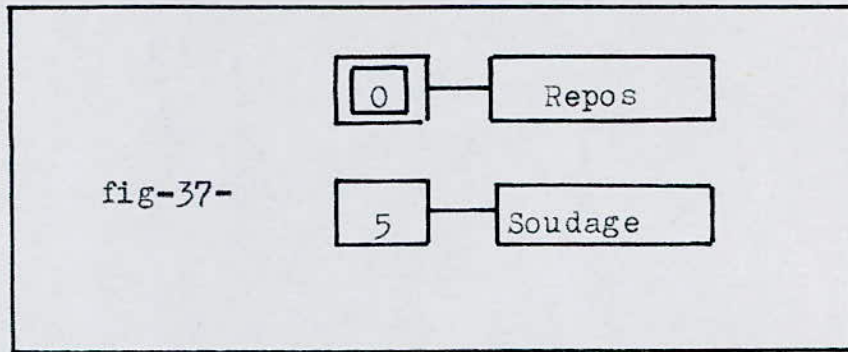
3.6.1 LE GRAFCET DE NIVEAU 1 (spécifications fonctionnelles)

Il ne prend en compte que l'aspect fonctionnel du cahier des charges, il ne considère que les actions à réaliser et les informations nécessaires pour les obtenir, sans spécifier comment elles seront technologiquement obtenues.

Il se compose de :

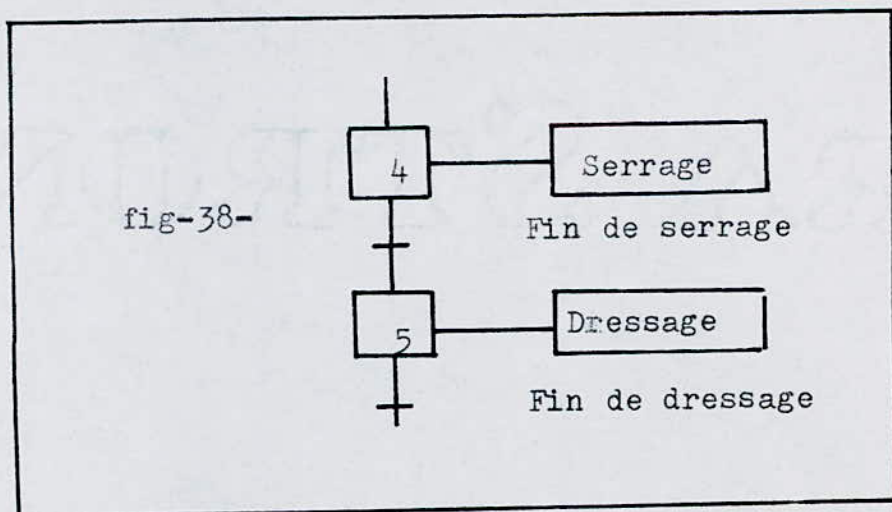
- Etats stables et étapes:

Dans l'élaboration d'un grafcet ; à chaque état stable de la machine on fait correspondre une étape, celle-ci se représente par un carré repéré numériquement



-Transitions et receptivité:

Les transitions correspondent à la fonction test en informatique, elles doivent assurer la sécurité du déroulement chronologique, elle définissent la fin de l'étape qui précède par une condition logique leur est associées et que l'on nomme receptivité, on représente les transitions par un trait court et fort situé sur chaque liaison entre étapes.



3.6.2 LE GRAFCET DE NIVEAU 2 (specifications technologiques)

Les specifications technologiques precisent la façon dont l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble que constitue le systeme automatisé et son environnement ,ce sont les precisions à apporter en complement des specifications fonctionnelles pour que l'on puisse concevoir un automatisme pilotant reellement la partie operative. C'est à ce niveau que doivent intervenir les renseignements sur la nature exacte des capteurs et autres mecanismes actionnants le systeme automatisé.

3.6.3 LE SCHEMA LOGIQUE

Le schema logique joue le même rôle que le dessin de definition en construction mecanique. Ce schema nous decrit le circuit pneumatique de l'installation

3.7 COMPARAISON DES METHODES

Après avoir vu ces trois méthodes on peut faire une comparaison entre elles.

La méthode matricielle est une méthode archaïque elle est utile dans le cas des problèmes simples et cela à cause du tableau de KARNAUGH qui devient compliqué lorsque le nombre de variables dépasse le nombre 5 ainsi que la simplification des équations logiques qui devient difficile surtout dans le cas de la logique séquentielle où il y a plusieurs variables secondaires.

En ce qui concerne la méthode en cascade, celle-ci est utile dans le cas des problèmes de logique séquentielle, mais celle-ci aussi devient compliquée lorsque le nombre de verins augmente parce qu'elle consiste à décomposer le tableau de fonctionnement en plusieurs parties ce qui nécessite plusieurs rampes d'alimentation et la résolution du problème devient compliquée.

En comparant le grafset à ces méthodes on peut dire qu'il est plus pratique parce qu'il ne tient compte que des actions de la machine et les causes qui les provoquent et en plus il nous donne un cahier de charge qui contient des renseignements simples et facile à comprendre.

chapitre IV

L'étude automatique

IV- L'ETUDE AUTOMATIQUE

4.1 DESCRIPTION DE LA MACHINE

Notre machine est une perceuse qui travail en serie, elle realise des trous de 10mm, elle est munie de 3 verins pneumatiques à double effet .

Le premier A assure l'alimentation du poste de travail le deuxieme B assure le serrage de la piece donc il joue le role d'un etau et le troisieme commande la descente et la remontée du foret.

La machine est munie d'un reservoir de pieces et des capteurs de fin de course " $a_0 a_1$ " , " $b_0 b_1$ " et " $c_0 c_1$ " , un capteur "p" de presence de la piece, "s" pour le controle de serrage de la piece et un capteur "r" pour le controle de la rotation du foret et cela pour des raisons de securité.

Un bouton poussoir "m" qui commande la marche et l'arret de la machine, la figure ci dessous nous decrit cette machine.

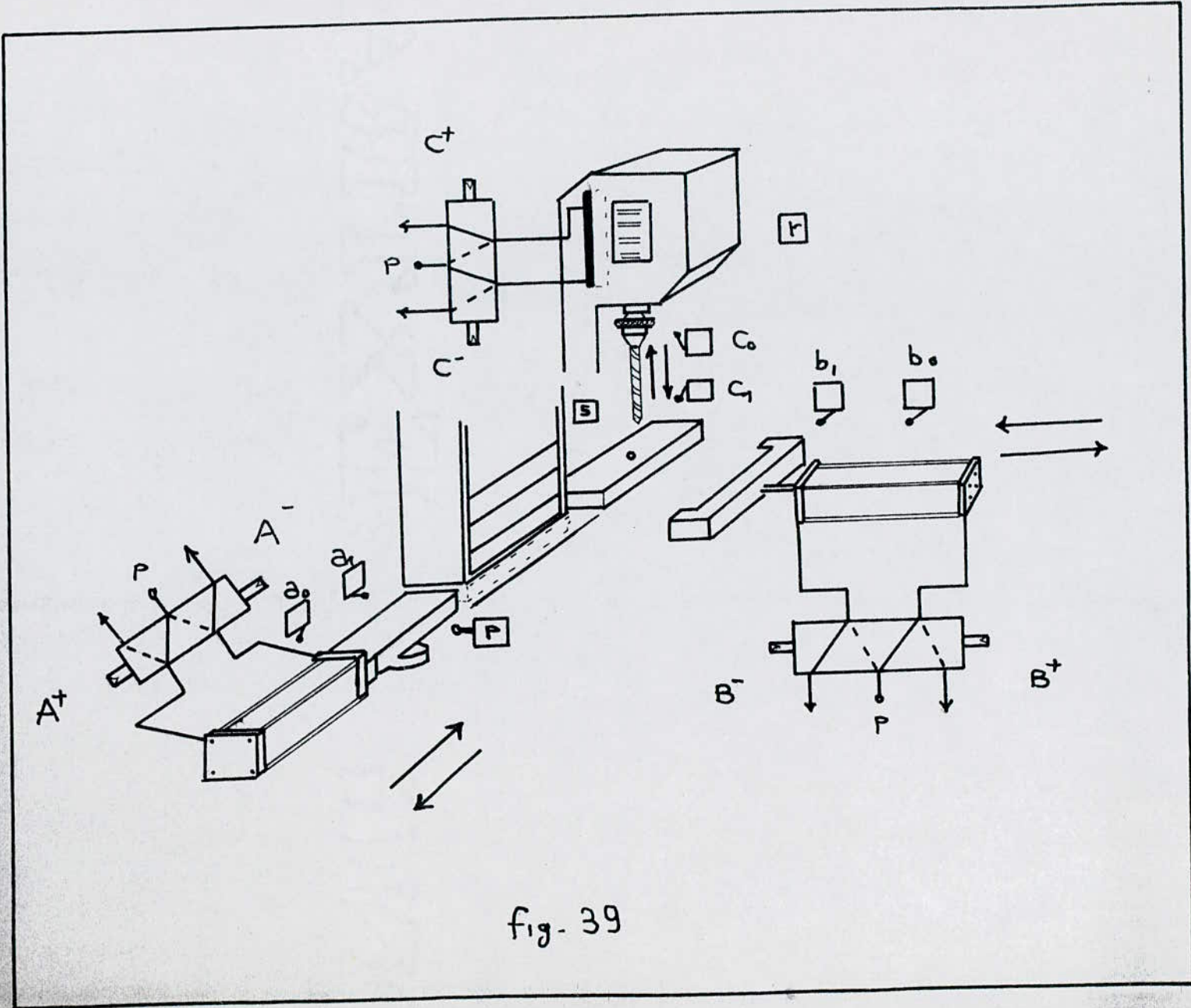


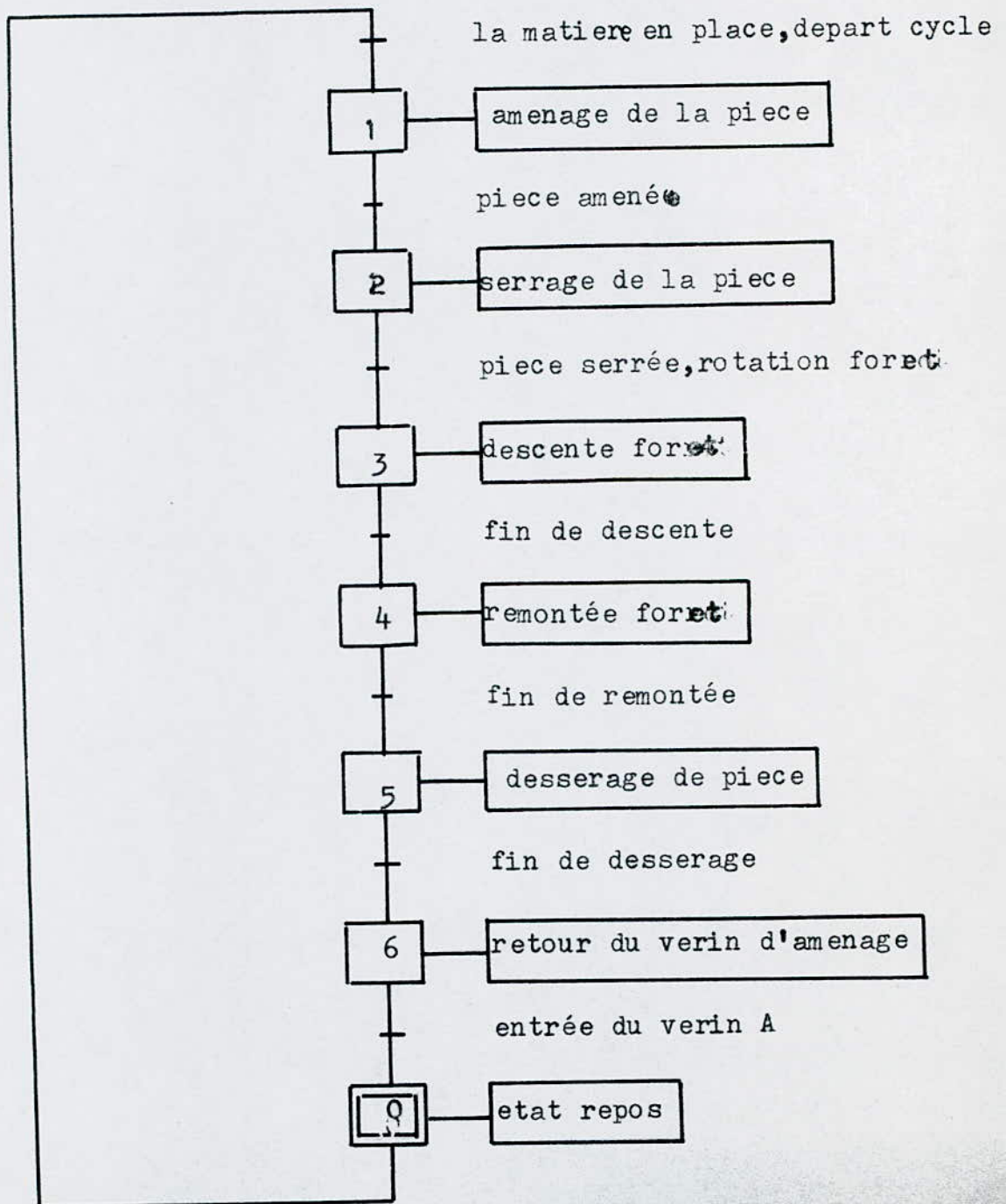
fig-39

4.2 DESCRIPTION DU CYCLE DE LA MACHINE

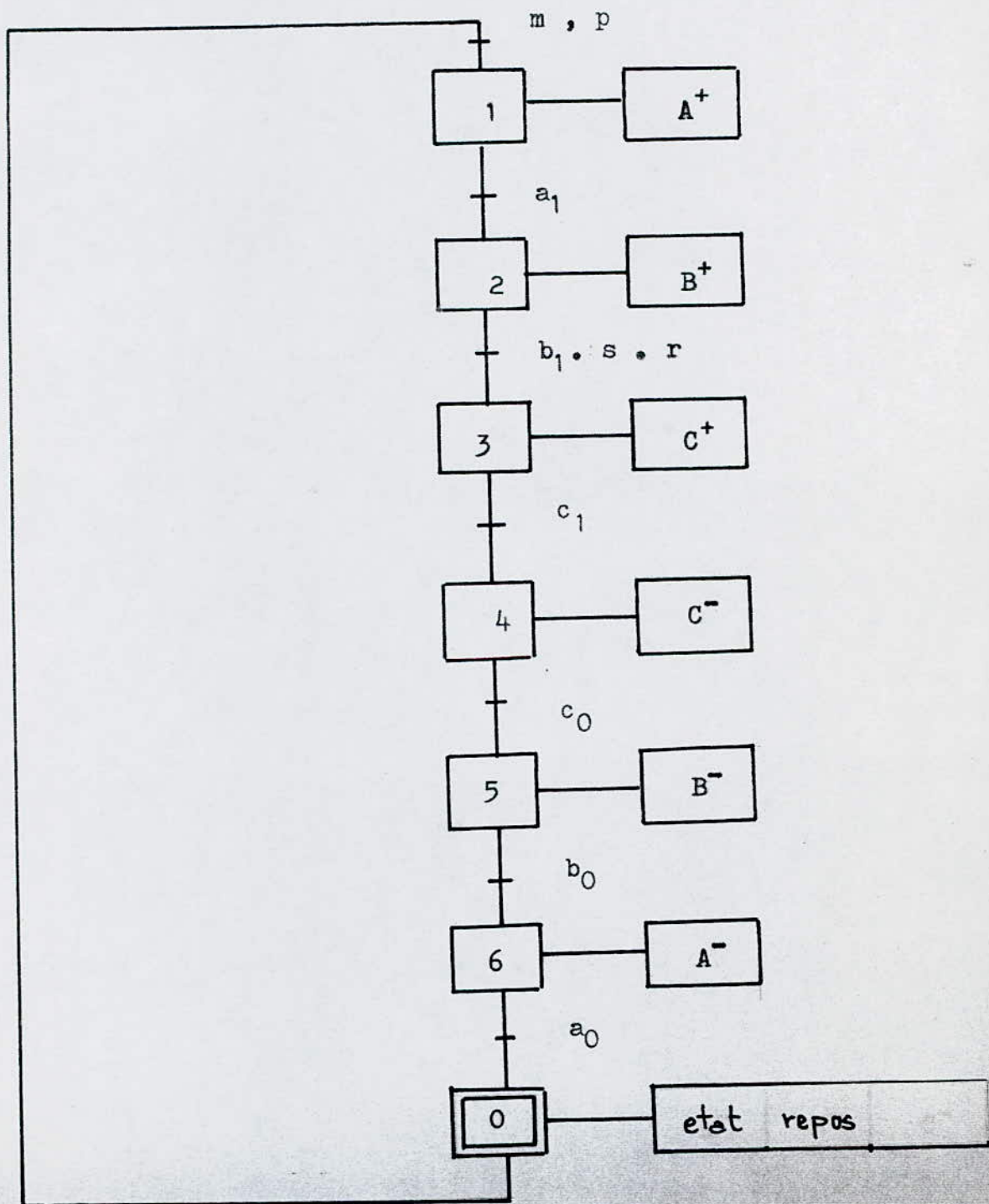
Le déroulement du cycle est le suivant:

- le reservoir plein de pieces, donc le bouton du capteur "p" est appuyé, l'operateur appuie sur le bouton "m" et la machine se met en marche ainsi le cycle a commencé.
 - La tige du verin A sort et à la fin de sa course elle appuie sur le contact a_1 (le contact "p" est toujours appuyé).
 - La tige du piston du verin B sort à fin de serrer la piece , en fin de course (donc la piece est serrée), le contact "s" et " b_1 " sont appuyés et provoquant ainsi la rotation du foret qui est controlée par "r".
 - Le foret ne descend que s'il ya rotation, la descente s'arrete apres une course bien determinée ou se trouve le capteur de fin de course " c_1 ".
 - Dés que le capteur " c_1 " est appuyé le foret remonte, à la fin de la remontée le contact " c_0 " sera appuyé .
 - La tige du verin B entre donc la piece est desserrée.
 - Le retour du verin d'amenage A.
- ainsi le cycle est terminé, pour arreter la machine il suffit d'appuyer sur le bouton "m".

4.3 LE GRAFCET DE NIVEAU 1



4.4 GRAFCET DE NIVEAU 2



4-5. Le schema

Pour etablir le schema j'ai choisi le systeme

Polylog.

Le systeme polylog est un ensemble de modules standards (fabriqué par les constructeurs) associables entre eux pour former sans cablage un centre de commande monobloc incluant:

- Les modules memoires(ou conditions sequentielles)
- Les modules cellules (ou conditions combinatoires)

Le systeme Polylog permet de passer directement de la description du cycle de la machine à l'assemblage du circuit logique.

Le polylog est adapté à toutes les methodes logiques de resolution :

- methode matricielle
- methode en cascade
- Grafcet

-La partie sequentielle:

La partie sequentielle du polylog est basée sur le principe pas à pas c'est à dire:

$X \text{ etapes} = X \text{ modules de memoires}$

-Mise en marche:

-Mise en marche:

- Le capteur p est actionné, l'action sur le bouton m inscrit l'entrée du premier module et donne la sortie A^+ .
- L'action sur le capteur a_1 efface le module précédent et donne la sortie B^+ .
- L'action sur, b_1 s et r efface le module précédent et donne la sortie C^+ .
- L'action sur c_1 efface le module précédent et donne la sortie C^- .
- L'action sur c_0 efface le module précédent et donne la sortie B^- .
- L'action b_0 efface le module précédent et donne la sortie A^- .
- L'action sur le capteur a_0 efface le module précédent et donne le signal de fin de cycle.
- Une nouvelle action sur m ,le cycle recommence.

-Partie combinatoire:

La partie combinatoire du polylog est basée sur l'emploi de fonctions logique (ET,OU,NON...etc) dont la grande particularité est de s'insérer directement dans la partie séquentielle par simple association de modules à fin de former un centre de commande complet.

D'après cette brève description du polylog on peut
donner la remarque suivante :

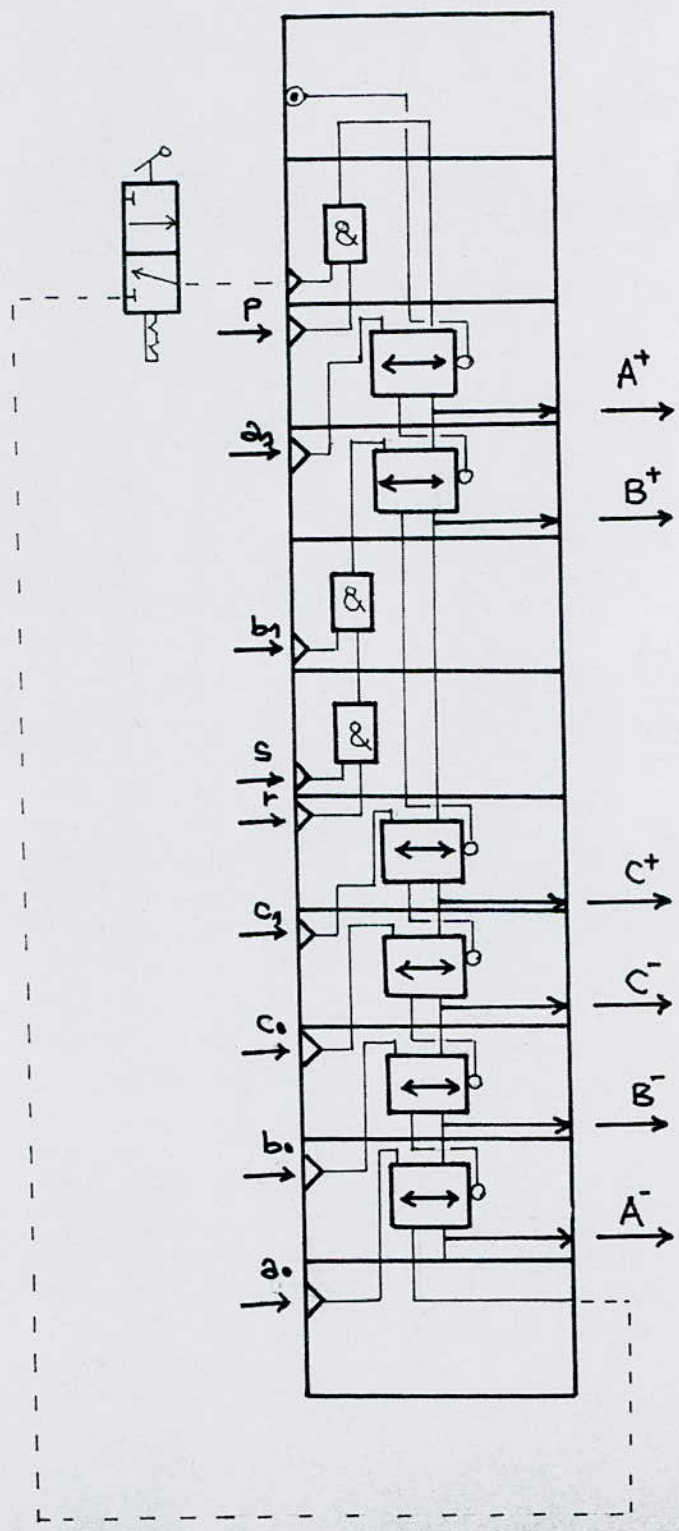
Le système polylog a pour avantages:

SIMPLICITE: le signal de commande d'un mouvement est
relié directement à l'entrée du module
mémoire qui le commande.

SECURITE: la sortie d'un module ne peut se faire que
si les précédents sont effacés.

FIABILITE: la conception du module pas ne fait appel
qu'à une mémoire.

Le schéma est donné par la figure suivante:



chapitre V

conclusion

V-CONCLUSION

Cette etude theorique nous a permis d'accéder à un domaine tres important de ce vingtieme siecle et qui a permis à certains pays d'occuper les premiers rangs de l'industrie mondiale, elle nous a permis aussi de comprendre le fonctionnement des machines outils automatisées et les differents organes necessaires pour celles ci .

En fin on peut faire des etudes pareilles pour l'automatisation des autres machines outils telles que : tours, fraiseuses, rectifieuses...etc qui travail en serie à fin d'augmenter le rendement sans nuire à la qualité ni à la quantité, donc finalement on peut dire que l'automatisation est une necessité et non seulement un luxe.

TRONG

Bibliographie

-AUTOMATIQUE PAR LES PROBLEMES TOME 1 ET 2

J.COJEAN ET L.THIBERVILLE

REUNION FOUCHER 1969

-AUTOMATISATION DES MACHINES OUTILS

P.J.FORT

FOUCHER 2^{eme} SEMESTRE 66

-INTRODUCTION AUX CIRCUITS LOGIQUES

JEAN LETOCHA

MC GRAW HILL JAN 85

-AUTOMATISMES

F.DEGOULANGE

R.LE MAITRE

D.PERRIN

DUNOD JAN 87

