

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique

THEME

| |
|--|
| المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات BIBLIOTHEQUE — المكتبة Ecole Nationale Polytechnique |
|--|

**ETUDE CONCEPTUELLE DE LA COMMANDE
HYDRAULIQUE D'UN FAUTEUIL DENTAIRE**

Proposé et Dirigé par :

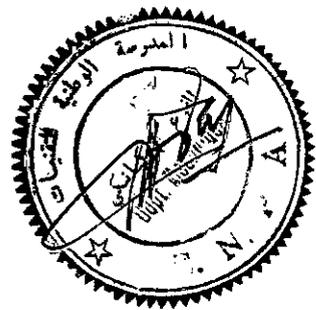
Mr : MADANI

Etudié par :

Mr : BERKANI OMAR

Promotion : Juin 1998

10, Avenue Hassen Badi - EL HARRACH - Alger



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique

THEME

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

**ETUDE CONCEPTUELLE DE LA COMMANDE
HYDRAULIQUE D'UN FAUTEUIL DENTAIRE**

Proposé et Dirigé par :

Mr : MADANI

Etudié par :

Mr : BERKANI OMAR

Promotion : Juin 1998

10, Avenue Hassen Badi - EL HARRACH - Alger

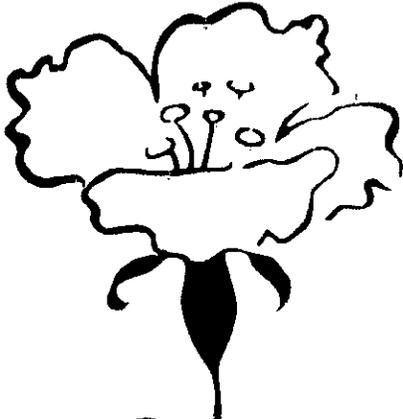
Remerciement



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

Je remercie monsieur Madani mon promoteur pour l'avoir lu et corrigé , pour m'avoir guider et conseillé .

Enfin, je remercie tous les professeurs qui ont contribué à ma formation d'ingénieur depuis mon enfance .



المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

dédicaces

*A mes chers parents ,
qui se sont sacrifiés pour me faire
atteindre ce but.*

*A mes frères , Brahim et El-
Hadi .*

A toute ma famille .

*A tous mes amis et en particulier
Hallouan Abdenour*

Je dédie ce modeste travail.

SOMMAIRE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

| | |
|---|-----------|
| <u>INTRODUCTION GENERALE</u> | 1 |
| <u>I – DEFINITIONS ET DESCRIPTIONS DES SYSTEMES HYDRAULIQUES</u> | 3 |
| <u>I.1)- NOTION SUR L'EVOLUTION DE L'HYDRAULIQUE:</u> | 3 |
| <u>I.1.1)- Historique:</u> | 3 |
| <u>I.1.2)- Transmission Hydraulique:</u> | 4 |
| <u>I.2)- DEFINITION DU SYSTEME HYDRAULIQUE:</u> | 4 |
| <u>I.2.1)- Circuit D'un Système Hydraulique:</u> | 4 |
| <u>I.2.2)- Représentation D'un Circuit Hydraulique:</u> | 5 |
| <u>I.3)- LES ORGANES COMPOSANT LE SYSTEME HYDRAULIQUE:</u> | 6 |
| <u>I.3.1)- Les Vérins:</u> | 6 |
| <u>I.3.2)- Vérin à Double Effet:</u> | 7 |
| <u>I.3.3)- Vérins Spéciaux:</u> | 9 |
| <u>I.3.4)- Les Distributeurs:</u> | 11 |
| <u>I.3.4.1)- Caractéristiques Des Distributeurs:</u> | 11 |
| <u>I.3.4.2)- Représentation Symbolique Des Distributeurs:</u> | 11 |
| <u>I.3.4.3)- Représentation Du Type De Commande:</u> | 12 |
| <u>I.3.4.4)- La Commande Des Distributeurs:</u> | 12 |
| <u>I.3.4.5)- Repérage Des Orifices:</u> | 14 |
| <u>I.3.4.6)- Les Distributeur à Clapets:</u> | 15 |
| <u>I.3.4.7)- Les Distributeurs à Tiroir:</u> | 15 |
| <u>I.3.4.8)- Fonctionnement Du Distributeur (5/2):</u> | 15 |
| <u>I.3.5)- Etrangleur Du Débit:</u> | 18 |
| <u>I.3.6)- Clapets Anti-Retour:</u> | 19 |

| | |
|---|-----------|
| II – AUTOMATISATION DES SYSTEMES HYDRAULIQUES | 20 |
| II.1)- BOUTON POUSSOIR: | 20 |
| II.2)- MISE EN EQUATION: | 21 |
| II.3)- NOTION D'ALGEBRE DE BOOLE ET DE FONCTION LOGIQUES. | 21 |
| <u>II.3.1)- Définitions:</u> | 21 |
| <u>II.3.2)- Technologie Des Fonctions Logiques:</u> | 22 |
| <u>II.3.2.1)- Fonctions Logiques De Base:</u> | 22 |
| <u>II.3.2.2)-Fonction OUI:</u> | 24 |
| <u>II.3.2.3)-Fonction NON:</u> | 25 |
| <u>II.3.2.4)-Fonction OU:</u> | 25 |
| <u>II.3.2.5)-Fonction ET:</u> | 26 |
| <u>II.3.2.6)- Automatismes comportant des vérins à double effet</u> | 27 |
| <u>II.3.2.7)- Contact électrique:</u> | 28 |
| <u>II.3.3)- Schéma Eléctrique:</u> | 29 |
| <u>II.3.4)- La Méthode De KARNAUGH:</u> | 31 |
| III – ETUDE DE LA COMMANDE HYDRAULIQUE DU FAUTEUIL | 34 |
| III.1)- CIRCUIT HYDRAULIQUE DU FAUTEUIL: | 34 |
| III.2)- DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME: | 36 |
| III.3)- COMMANDE DES VERINS: | 41 |
| III.4)- SCHEMA ELECTRIQUE DU FAUTEUIL: | 42 |
| IV – CHOIX ET VERIFICATIONS DES VERINS | 44 |
| IV.1)- CHOIX DES VERINS: | 44 |
| <u>IV.1.1)- Application Au Vérin V:</u> | 47 |



| | |
|--|----|
| <u>IV.1.2)- Application Au Vérin W</u> | 48 |
| <u>IV.1.3)- Matériaux Employés:</u> | 48 |
| <u>IV.2)- VERIFICATION DES VERINS AU FLAMBEMENT:</u> | 49 |
| <u>IV.2.1)- Rappel De Notions Théoriques:</u> | 49 |
| <u>IV.2.2)- Tige Comprimées Non Fléchis:</u> | 54 |
| <u>IV.2.3)- Application Au Vérin V:</u> | 55 |
| <u>VI .3)- REDUCTION DU FLAMBEMENT:</u> | 56 |
| <u>VI.4)- FLAMBEMENT DES TUBES OU CORPS DE VERIN:</u> | 57 |
| <u>CONCLUSION GENERALE</u> | 58 |
| <u>ANX- II.1 –PROPRIETE DE L'ALGEBRE LOGIQUE</u> | 59 |
| <u>ANX - III.1 L'APPLICATION ELECTRIQUE ET HYDRAULIQUE</u> | 61 |

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION

INTRODUCTION GENERALE

Dans un monde industrielle en plein évolution où la compétitivité est l'objectif essentielle , l'automatisation est une nécessité .

Une machine peut être automatisée par différentes techniques électriques , mécaniques , hydrauliques , ou pneumatiques .

Dans un certain nombre de cas , est très souvent lorsqu'il s'agit d'automatisation de puissance , l'hydraulique apporte la meilleur solution .

Ces dernières années , l'industrie hydraulique à reculer au profit de l'électricité , mais les automatismes sont plus performant car ils ont les avantages suivants :

- **Rapidité de réponse** : l'automatisme hydraulique permet de mobiliser rapidement des puissances importantes . Par exemple : pour les grands systèmes de pilotage électrohydraulique d'aviation , pour une puissance de l'ordre de 10 KW le temps de réponse équivalent et de l'ordre de 10 ms .
- **Puissance Massique** : Une machine équipée à l'huile à une puissance massique élevée (grâce à la puissance massique très élevée des organes de puissance hydraulique). Donc l'hydraulique peut fournir une puissance très élevée pour une vitesse faible , ou d'un couple très élevé pour une vitesse angulaire faible .

Généralement , l'automatisation hydraulique n'est pas une solution très bon marché . Donc il faut noter certain inconvénients restreignant son domaine d'emploi :

- **Sur le plan technique** : Tout d'abord la rapidité de réponse des systèmes hydrauliques se fait au détriment de l'instabilité , mais il existe actuellement des moyens de prévisions et de corrections , surtout pour les systèmes commandées par un calculateur numérique .

- Sur le plan économique : Il est vrai que les solutions hydrauliques sont rarement les moins onéreuse , mais cette inconvénient et fortement atténué .
- Risque de condensation : L'huile 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 .

L'objectif essentiel de cet sujet est l'étude automatique de la commande hydraulique . Avant d'aborder cette étude , on a commencer par une description des systèmes hydrauliques et les organes essentiels utilisés dans une commande hydraulique , après ce chapitre dans l'automatisation du système on présente les principaux paramètres de l'étude et dans ce même chapitre on a donné quelques rappels sur l'algèbre de BOOLE et les méthodes utilisées pour l'étude automatique et lors de l'étude on a rétabli un schéma électrique de commande .

Enfin le dernier chapitre est consacré au choix et à la vérification des vérins .

CHAPITRE I

I - DEFINITIONS ET DESCRIPTIONS DES SYSTEMES HYDRAULIQUES

I.1)- NOTION SUR L'EVOLUTION DE L'HYDRAULIQUE :

I.1.1)- Historique :

La création de l'hydraulique en tant que science à été précédée par la découverte de toute une série de lois et par l'étude de question particulière concernant l'équilibre et le mouvement des fluides .

En 1612 parut le traite de G.GALLILE « raisonnement sur les corps prolongés dans l'eau » , où pour la première fois a été exposer d'une façon systématique le principe de l'hydraulique .

Vers 1650 La loi de la transmission de puissance dans les liquides fut découverte par PASCAL sur le nom « principe de PASCAL » . C'est aussi lui qui le premier proposera la notion de viscosité des liquides .

Cependant ce n'était que des lois et des questions séparées les unes des autres jusqu'au 1738 , il n'existait pas encore des sciences ordonnées traitant le mouvement des liquides .

Dans cette même année D.BERNOULLI exposa une lois fondamentale du mouvement des liquides sous forme d'une équation reliant entre elle la pression , la vitesse et la cote dans le courant .

I.1.2)- Transmission Hydraulique :

La transmission hydraulique ou de puissance à l'aide d'un fluide sous pression non compressible est une technique relativement nouvelle dans les industries mécaniques.

Une analyse des principes de base montre que ces techniques sont loin d'avoir atteint une sortie d'apogée , et l'on peut espérer améliorer encore les puissances massiques . Le prix de revient , le volume des applications de la production , dont la croissance est aujourd'hui supérieure à celui des industries mécaniques .

Il est à noter que l'avantage décisif de la commande hydraulique vis à vis des autres types de commandes et son rapport plus élevé du couple moteur maximal (moment) à la masse (moment d'inertie) des éléments mobiles de récepteur .

I.2)- DEFINITION DU SYSTEME HYDRAULIQUE :

I.2.1)- Circuit D'un Système Hydraulique :

Le système hydraulique est un système de commande qui utilise le liquide pour transporter l'énergie jusqu'à son point d'utilisation .

Le système hydraulique comporte un ensemble dit « INSTALLATION HYDRAULIQUE » qui possède un groupe générateur de débit comprenant le bac ou réservoir d'huile . Une crépine d'aspiration , la pompe et le moteur électrique ou thermique entraînant la pompe .

Le choix de la pompe , organe principale du générateur , est fait à partir du service qu'elle doit effectuer , ce circuit comporte aussi les distributeurs et les vérins .

I.2.2)- Représentation D'un Circuit Hydraulique :

La représentation schématique d'un circuit se fait à l'aide des symboles conventionnelles, indiqués par la norme internationale ISO R 1219.

Le rôle du schéma hydraulique est de donner un moyen pratique simple de représenter une installation hydraulique dans un langage compréhensible pour tous les techniciens. Il donne également au technicien des services d'entretien, un outil de travail très utile, sinon indispensable, dans la recherche de cause de panne.

Le schéma représente toujours l'équipement en position repos ou initial, c'est à dire prise par les différents appareils avant la mise en service de la pompe. Il faut noter qu'un tel plan ne comporte aucune échelle et que les symboles des appareils ne préjugent pas de leur fonctionnement.

Une éventuelle transposition sur le schéma de la disposition spatiale des appareils dans l'installation des pannes nécessaire, dans le cas de l'utilisation d'un appareil spéciale, celui-ci doit être représenté par une combinaison des symboles normalisés.

Il est bon d'accompagner chaque schéma d'une notice qui prend en considération des systèmes en repos.

I.3)- LES ORGANES COMPOSANT LE SYSTEME HYDRAULIQUE :**I.3.1)- Les Vérins :****QU'EST CE QU'UN VERIN , QUE FAIT IL ?**

Le vérin est un organe qui transforme l'énergie d'un fluide sous pression, en travail mécanique .

Ce travail peut être produit par un déplacement linéaire ou angulaire, cependant on convient d'appeler moteur les organes qui fournissent une rotation de plusieurs tours .

Les vérins sont généralement constitués par des pièces considérées comme indéformables , qui se déplacent les unes par rapport aux autres .

Cependant il existe des vérins constitués par des enveloppes déformantes sous l'effet de pression . Par exemple Vérins à membranes .

Le plus souvent un vérin prend appuis sur un bâti et déplace un élément mobile. Donc les vérins sont des organes simples qui sont utilisés chaque fois que le mouvement recherché est un mouvement alternatif .(Exemple : pousser , tirer , lever , serrer , ect...)

I.3.2)- Vérin à Double Effet :**QU'EST CE QU'UN VERIN A DOUBLE EFFET ?**

C'est un vérin dans lesquelles l'huile agit sur les deux surface du piston (FIG- 1).

Il faut nécessairement lorsqu'une chambre du vérin est alimentée en l'huile , que l'autre chambre soit mise à l'échappement .

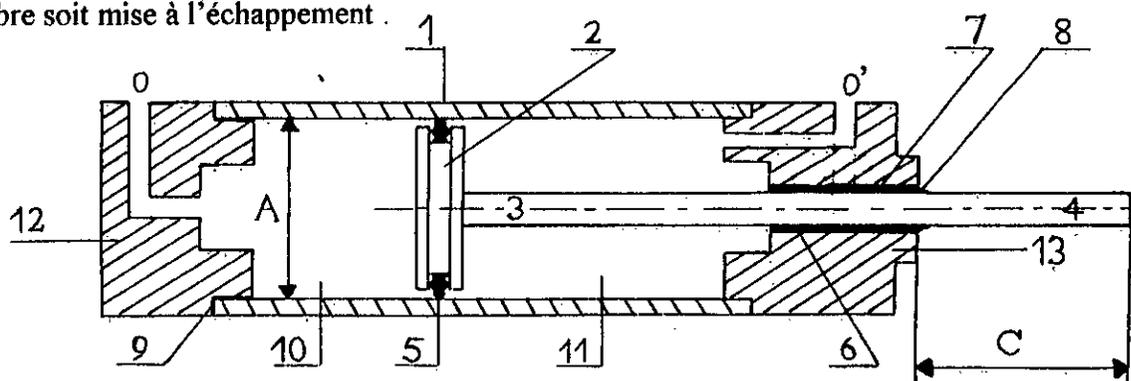
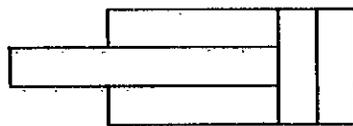


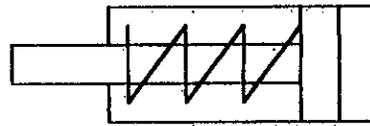
FIG-1 - Vérin à Double Effet

| | |
|------|---------------------------|
| A | Alésage |
| C | Course Utile |
| 0,0' | Orifices de Raccordement |
| 1 | Cylindre |
| 2 | Piston |
| 3 | Tige de Piston |
| 4 | Extrémité de la Tige |
| 5 | Joint de Piston |
| 6 | Bague de Friction |
| 7 | Joint d'étanchéité - Tige |
| 8 | Joint racléur |
| 9 | Joints |
| 10 | Chambre Arrière. |
| 11 | Chambre Avant |
| 12 | Fond Arrière |
| 13 | Fond Avant |

Symbolisation :



Vérin à Double Effet



Vérin à Simple Effet

FIG - 2

Ce vérin est constitué par :

Un ensemble fixe

- Fond arrière
- Fond avant
- Cylindre

Un ensemble mobile

- Piston
- Tige

Des orifices permettent de relier les chambres à une interfaces (distributeur).

FONCTIONNEMENT DU VERIN A DOUBLE EFFET :

1/ Lorsque la chambre arrière sera reliée à une source d'huile sous pression (la chambre avant sera mise à l'échappement), la face arrière du piston sera soumise à un effort F_1 qui sera transmis à l'extérieur par la tige, dans ce cas la tige sort . L'effort appliqué sur la face arrière est : $F_1 = P_1 * S$.

2/ Si la chambre avant est reliée à une source d'huile sous pression (chambre arrière est mise à l'échappement), la face avant du piston sera soumis à une force F_2 qui sera transmis à l'extérieur par la tige, dans ce cas la tige entre. La formule qui donne la force est de la forme : $F_2 = P_2 * s$.

Mais la section active avant du piston est : $s = \pi/4 * (D^2 - d^2)$.

Avec :

D: Diamètre du piston .

d: diamètre de la tige .

3/ Si on applique une pression P1, dans les chambres arrière et une pression P2 dans la chambre avant .

L'effort transmis à l'extérieur par la tige sera :

- L'effort sur la face avant du piston $F_2 = -P_2 * s$.
- L'effort sur la face arrière du piston $F_1 = P_1 * S$.
- L'effort résultant sur la tige du piston $F = P_1 * S - P_2 * s$.

1.3.3)- Vérins Spéciaux :

a)- Vérins à Amortissement Caoutchouc :

Ce vérin doit être utilisé dans sa course totale , deux amortisseurs constitués par des bagues en caoutchouc de dureté appropriées sont disposés à l'intérieur du cylindre soit sur le piston soit sur chaque fond , le rôle des amortisseurs est d'éviter le bruit . (FIG - 4)

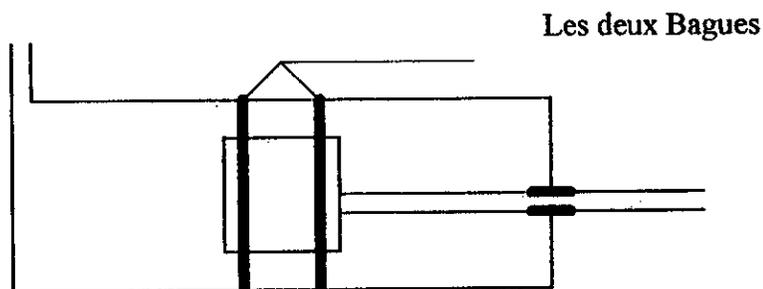


FIG - 4

b)- Vérins à Amortissement Pneumatique :

Le piston détermine en fin de course une chambre annulaire où l'air d'échappement se trouve comprimé, ne peut 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 vérin. (FIG - 5).

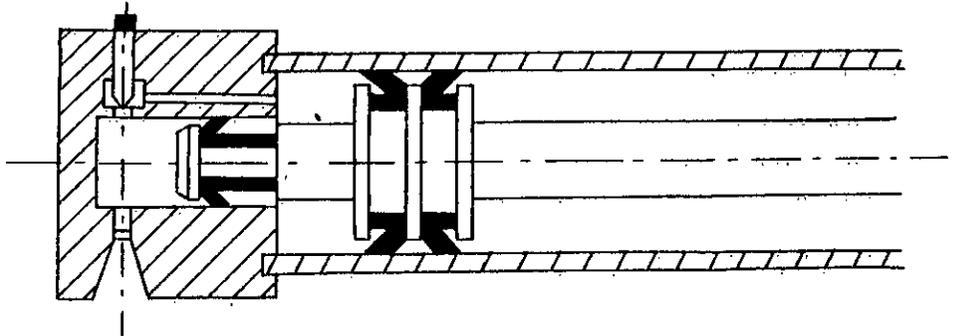


FIG - 5

c)- Vérin avec Deux Sorties de Tige :

Ce type de vérin permet d'avoir une commande possible de part et d'autre du piston. (FIG - 6).

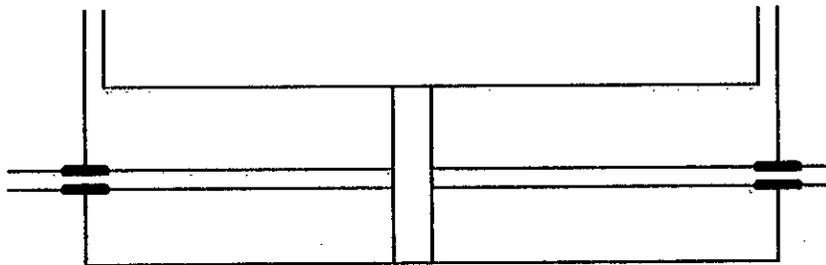


FIG - 6

I.3.4)- Les Distributeurs :

Ce sont des composants de commutation des circuits de l'énergie hydraulique . Dans le cas général les distributeurs (classés dans la catégorie des pré-actionneurs) situés entre la source d'énergie et les organes moteurs assurent le fonctionnement des actionneurs (Vérins) .

I.3.4.1)- Caractéristiques Des Distributeurs :

Les distributeurs se définissent par deux caractéristiques fonctionnelles :

- **NOMBRE D'ORIFICES** : Cette indication désigne le nombre d'orifices principaux du distributeurs nécessaire au fonctionnement des différents types d'actionneur (Sans tenir compte des orifices de pilotage).
- **NOMBRE DE POSITIONS** : généralement à deux positions l'une définissant l'état repos , l'autre l'état travail , les éléments internes de commutation passent d'une position à l'autre alternativement .

L'identificateur d'un distributeur est définie par deux chiffres . Le premier correspond au nombre d'orifices , le second au nombre de positions .

Exemple : distributeur 5/2 = distributeur 5 orifices /2 position .

I.3.4.2)- Représentation Symbolique Des Distributeurs :

La représentation des distributeurs de fluides hydraulique relève de la normalisation internationale ISO 1219 et française AFNOR NFE 04056 . Cette représentation simplifie le tracé des schémas par des symboles fonctionnels et en facilite la compréhension :

La symbolisation se réalise en trois étapes :

- Construction du symbole de base (nombre de positions , nombre d'orifices , fonctions) :
- Représentation du type de commande .
- Repérage des orifices .

Les distributeurs à deux et trois orifices sont réalisables suivant deux versions de fonction :

- Normalement fermé au repos (Appellation : fonction NF) : signifie qu'en l'absence de signal de pilotage sous pression est obturé et ne communique pas avec l'orifice d'utilisation . Exemple : Distributeur 2/2 (FIG - 7)

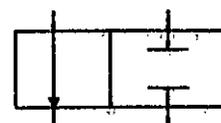


FIG - 7

- Normalement ouvert au repos (Appellation : fonctionNO) : signifie qu'en l'absence de signal de commande sous pression , est en communication avec l'orifice d'utilisation .

I.3.4.3)-Représentation Du Type De Commande :

Les distributeurs sont en liaison avec la partie commande . Celle ci donne les ordres de commande (appelée signaux de pilotage) qui assurent les changements de position du distributeur (état de repos ou état de travail) .

I.3.4.4)- La Commande Des Distributeurs :

Les distributeurs peuvent être commandé par différents dispositifs :

a)- Commande manuelle :

On agit sur l'élément de distribution , tiroir , clapet, le levier de commande , pédale ect.... (FIG - 8) .

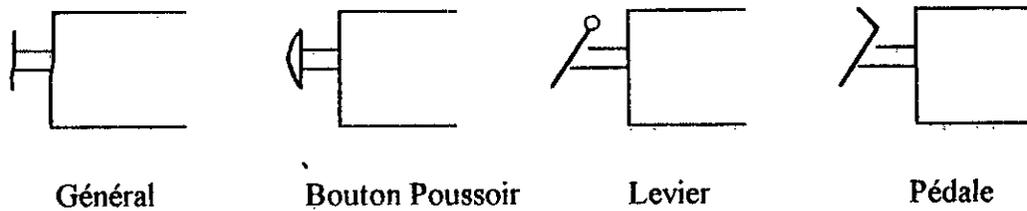


FIG - 8

b)- Commande Mécanique :

Dans ce genre de commande l'élément de distribution reçoit son mouvement à partir d'un système mécanique simple, (FIG - 9) .

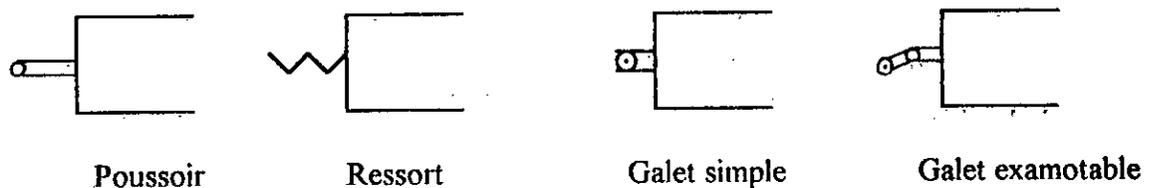


FIG - 9

c)- Commande Electrique :

C'est un circuit magnétique qui provoque le déplacement du tiroir du clapet . Le circuit magnétique comporte une bobine et une partie mobile appelé noyau muni des garniture des joints .

Le circuit appelé « relai » ou aimant électrique .

1.3.4.5)- Repérage Des Orifices :

Le repérage des orifices des distributeurs est réalisé suivant une codification normalisée :

- 1 = Alimentation de pression .
- 2 et 4 = Orifice d'utilisation .
- 3 et 5 = Orifices d'échappement .
- 14 = Pilotage , fonction commande mettant en communication l'arrivée de la pression (1) avec l'utilisation (4) .
- 12 = Pilotage , fonction rappel mettant en communication l'arrivée de pression (1) avec l'utilisation (2) .
- 10 = Pilotage , fonction rappel (ne mettant aucune orificie d'utilisation en pression) .

(FIG - 10) .

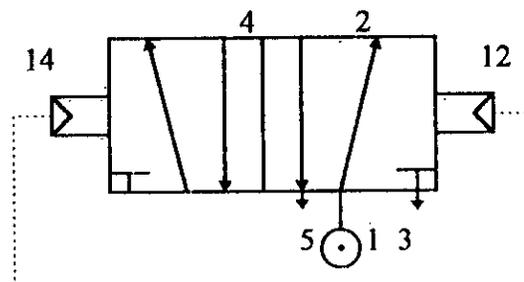


FIG - 10

Les distributeurs sont choisis suivant des critères technologiques et fonctionnels .

On distingue deux types technologiques , des distributeurs :

I.3.4.6)- Les Distributeur à Clapets :

Ces composants sont constitués d'équipement mobile à clapets munis de joints qui en se déplaçant d'un siège à l'autre , ouvrent ou obturent le passage de l'huile déclenché sous l'action d'un signal hydraulique de commande , le fonctionnement sans frottement assure les *changements de direction* de l'huile à la fonction du distributeur .

Le retour à la position repos est assuré par l'action de l'huile complétée par celle d'un ressort . Ces appareils sont essentiellement réalisés en version 3/2 (NF ou NO)

I.3.4.7)- Les Distributeurs à Tiroir :

L'équipement mobile de ce type d'appareil comprend un axe épaulé appelé tiroir , qui en se déplaçant à l'intérieur d'un corps muni des joints d'étanchéité , met les orifices d'utilisation en communication .

I.3.4.8)- Fonctionnement Du Distributeur (5/2) :

-Orifice (1) alimentation en l'huile .

Si on actionne le poussoir de pilotage (1-2) le tiroir se déplace vers la gauche , et dans cette position la voie (1-2) est alimentée , c'est à dire le piston entre (A-) et décanalise l'huile issue de l'orifice (4) vers l'orifice (5) , d'où la voie (4) et (5) est vidage .

Si on actionne le poussoir de pilotage (1-4) le tiroir se déplace vers la droite , et dans cette position la voie (1-4) est alimentée en l'huile et (2-3) sera en vidage (cas gauche du symbole) dans ce cas le piston sort (A+) , (FIG - 11) .

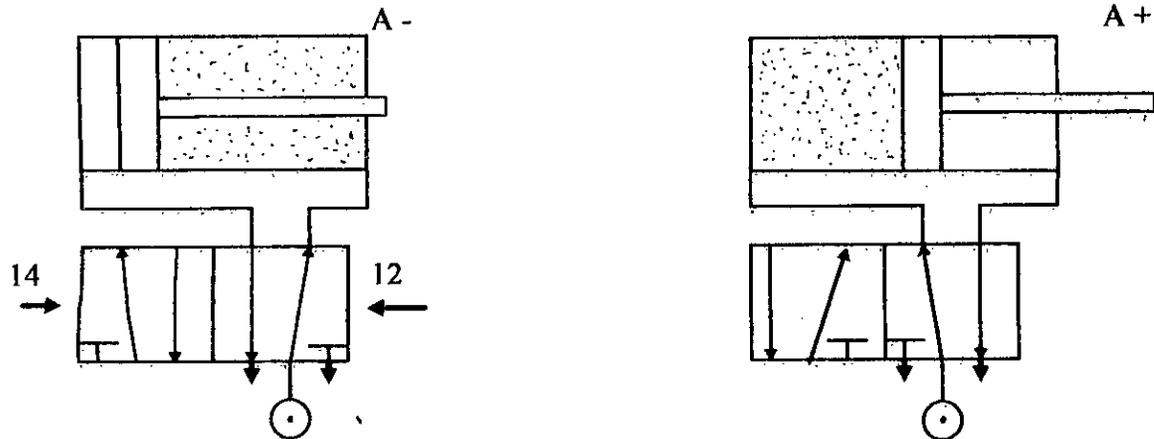


FIG - 11 : Les Positions du Distributeur (5 / 2)

1/ L'ensemble distributeur - vérin dit cervo vérin .

2/ Dans notre étude on adopte un distributeur (2/2) (2 orifices + 2 positions) normalement fermée (NF) , (FIG -12) .

Les distributeurs (2/2) ou électrovanne comporte la partie mobile appelée noyau et la tête magnétique comprenant le circuit magnétique et la bobine .

Lorsque la bobine est mise sous tension , le champ électromagnétique crée soulève le noyau qui ouvre le passage de l'huile vers l'orifice d'utilisation .

Les électro vanne sont du types monostable , un ressort rappelle le noyau mobile en position repos après la disparition du signal électrique de commande .

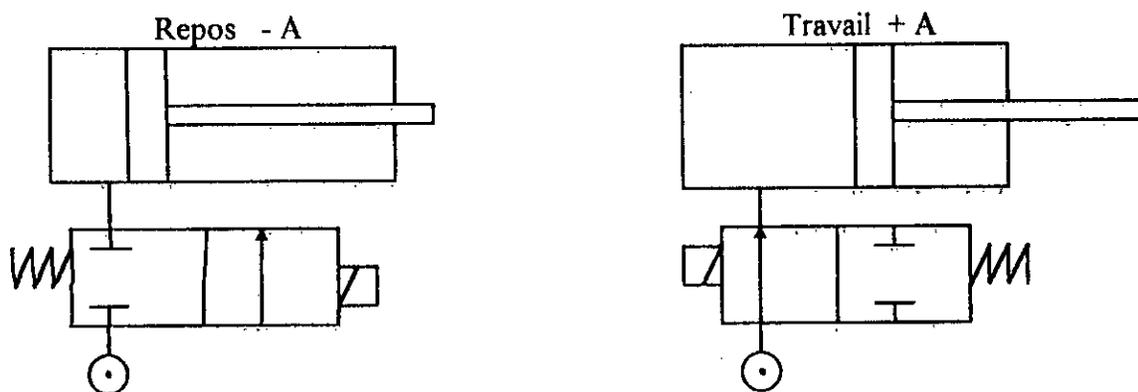
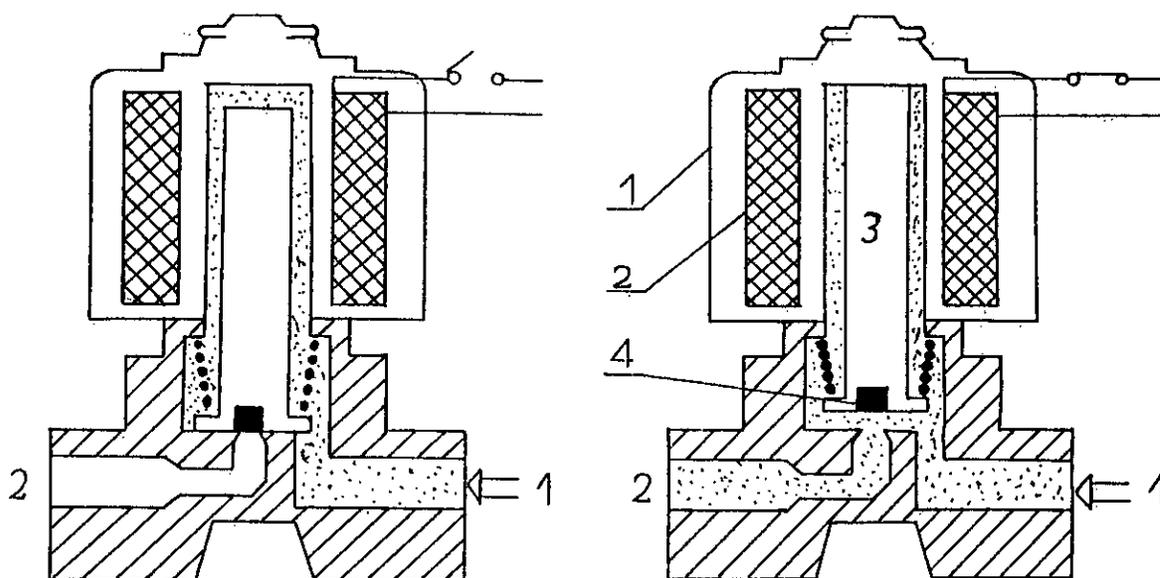


FIG - 12 : Les Deux Positions du Distributeur (2/2) NF en Position Travail et Repos .

L'électrovanne constitué de :

- 1- Tube en forme cheminée comporte le circuit magnétique
- 2- Bobine
- 3- Noyau
- 4- Garniture d'étanchéité . (FIG - 13) .



Hors Tension

Sous Tension

FIG - 13: Electrovanne Normalement Fermée.

I.3.5)- Etrangleur Du Débit :

Dans certains mécanismes pour lesquels l'avance ou le retour du vérin doit s'effectuer à une vitesse lente et réglable, il est indispensable de placer un dispositif permettant d'obtenir en partie la conduite d'arrivée ou de retour d'huile, c'est à dire d'étrangler la conduite à la manière d'un robinet qui ne serait pas tout à fait fermé.

Cet appareil est appelé par certains constructeurs de soupapes d'étranglement réglable et il est qualifiée par d'autre du nom d'étrangleur. (FIG - 14).

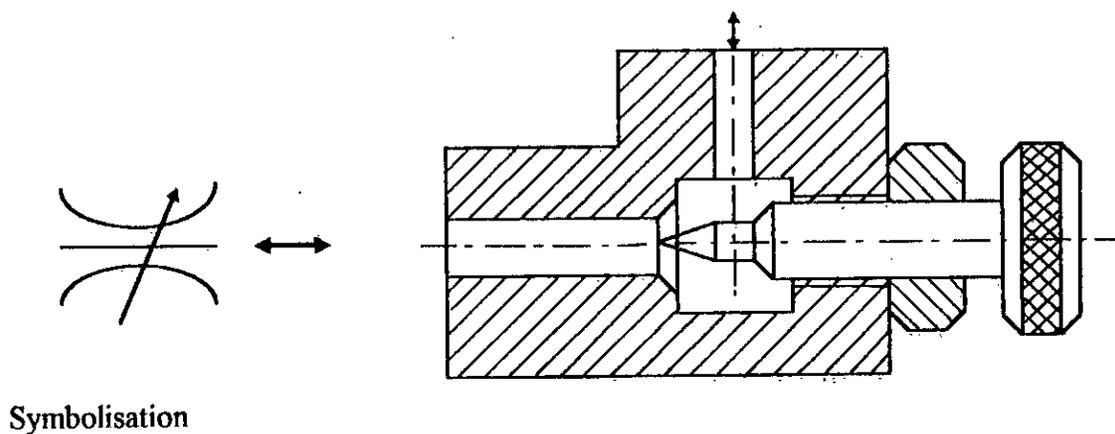


FIG - 14 : Etrangleur du Débit

I.3.6)- Clapets Anti-Retour :

Ces clapets sont destinés à obturer le passage d'huile dans un sens pour ne laisser passer que dans l'autre sens . (FIG -15) montre la conception qui est extrêmement simple elle consiste en une bille qui est appuyée sur son siège au moyen d'un ressort dont la force est calculée en fonction de la pression à admettre .

Ces clapets généralement en acier avec un bille en acier inoxydable . Ils sont susceptibles d'être réalisés pour des pressions pouvant aller jusqu'à 50 bars (FIG - 15).

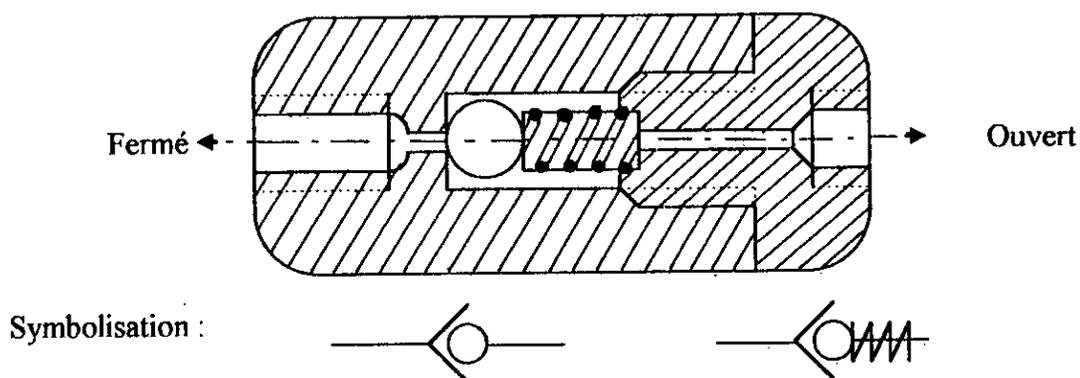


FIG - 15 : Clapets Anti - Retours

CHAPITRE II

II- AUTOMATISATION DES SYSTEMES HYDRAULIQUES

II.1)- BOUTON POUSSOIR :

Un dispositif de commutation désigné par les lettres d'alphabets a,b,.....

Il y a deux types de boutons :

-Bouton travail : puisqu'il met un moteur ou un actionneur sous tension lorsqu'il est soumis à une action extérieure son abréviation est a,b,.....

-Bouton repos : puisqu'il met sous tension un moteur ou un actionneur lorsqu'il n'est soumis à aucune action extérieure son abréviation est \bar{a} , \bar{b} ,..... (FIG -16)

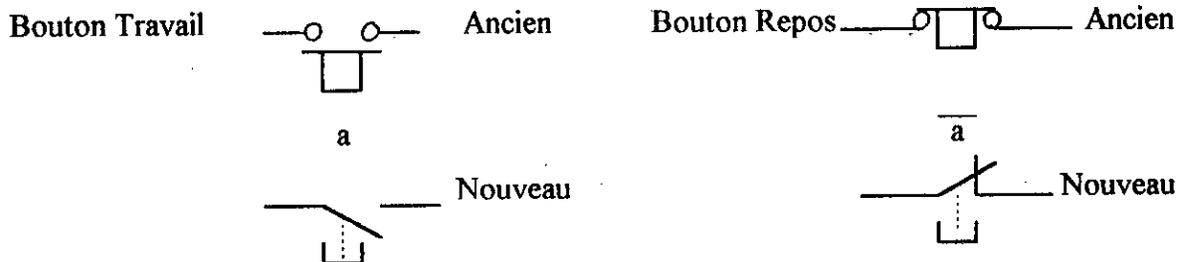


FIG - 16

Conventions :

Pour la commande d'un vérin A , on utilisera les conventions suivantes:

A+ mvt de sortie .

A- mvt de rentrée .

Le signale a+ dirigé sur le distributeur du vérin A déclenche le mvt A+.

Le signale a- dirigé sur le distributeur du vérin A déclenche le mvt A-.

II.2)- MISE EN EQUATION:

Pour résoudre le problème on doit poser des équations qui consistent à établir des relations entre les variables donnant les états des appareils (les vérins dans notre cas) et les variables correspondants aux états des dispositifs de commande (les boutons poussoirs), elles définissent la nature des états de contacts.

II.3)- NOTION D'ALGÈBRE DE BOOLE ET DE FONCTION LOGIQUES.

-En automatisme ,l'algèbre logique est utilisée:

Pour exprimer les cahiers de charges , en particulier le GRAFCET(graphe fonctionnel de commande étapes transitions).

Pour réaliser le système de commande ,par exemple en technologie de de commande hydraulique ,il est donc important de bien connaître les bases et les règles .

II.3.1)- Définitions :

- Organe Binaire :

Un organe est dit binaire si seuls deux états différents en opposition et incompatibles (indépendant) peuvent caractériser son fonctionnement . C'est le cas des contacts électriques , des relais hydrauliques ,de composants logiques électroniques.

- Variable Binaire :

Au deux états caractéristiques d'un organe binaire on attribue deux valeurs '1' et '0' d'une manière arbitraire , '1' est affecté à l'un des états , et '0' à l'autre .

Par Exemple : En technologie électrique ,l'état d'un conducteur est 1 quand il est sous tension et '0' quand il est à la masse.

II.3.2)- Technologie Des Fonctions Logiques :

II.3.2.1)- Fonctions Logiques De Base :

Généralement un vérin qui constitue la variable de sortie est égale à '1' lorsque le vérin est sous pression . Quant il se déplace et même lorsque arrivé au fin de course ,il reste immobile , d'autre part , on attribue à un distributeur le chiffre '1' lorsqu'il est actionné et le chiffre '0' dans le cas contraire .

Représentation Schématique :

Lorsque le distributeur est le dispositif mécanique permettant le passage d'huile dans le circuit hydraulique comme le bouton poussoir permettant le passage du courant dans le circuit électrique. On utilise une représentation ou une symbolisation qui simplifie la représentation .

Nous rappelons que les distributeurs dans tous les schémas sont représenté à l'état de repos .

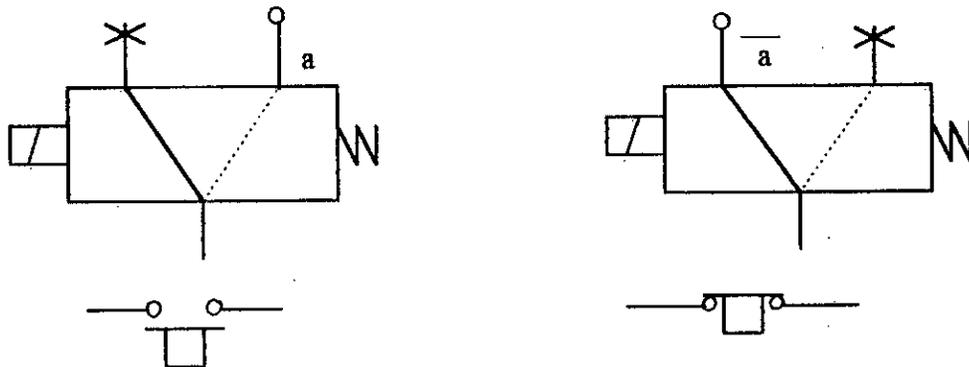


FIG - 17 : Analogie avec les Boutons Poussoir

Pour voir et mieux comprendre la commande des vérins , considérons un dispositif hydraulique (FIG - 18). Ce schéma comporte :

- L'organe récepteur qui est le vérin .
- L'organe de commande qui est le distributeur .

Fonctionnement :

Nous constatons que si l'on n'exerce pas d'action sur le bouton (a), l'huile arrive de la canalisation ne peut pas franchir le distributeur (a), le vérin est à l'état de repos .

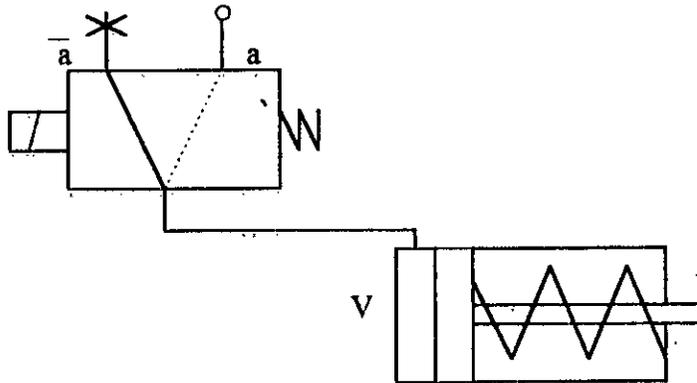


FIG - 18

Si l'on exerce une action sur le bouton (a), la partie mobile du distributeur se déplace, l'huile traverse le distributeur et vient alimenter le vérin (V). (FIG - 19).

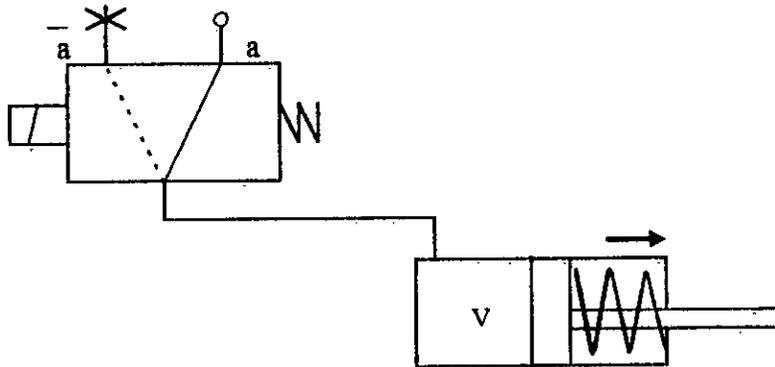


FIG - 19

Le piston se déplace alors de la gauche vers la droite comprimant le ressort de rappel du piston. Il y a donc, jusqu'à cette phase, analogie avec un dispositif électrique.

Lorsque l'on appuie sur le bouton (a), l'huile circule. Lorsque l'on relâche le bouton (a), l'huile ne circule plus.

Remplissage : L'équation du vérin $V = a$

Vidage : L'équation du vérin $V = \bar{a}$

II.3.2.2)-Fonction OUI :

- Equation du circuit : $V = a$

- Il faut agir sur le bouton pour mettre la chambre (V) du vérin en pression. Si (a) est à l'état technologique 1 (V) est à l'état 1. $V = 1$ si $a = 1$ et

$$V = 0 \text{ si } a = 0$$

(FIG -20)

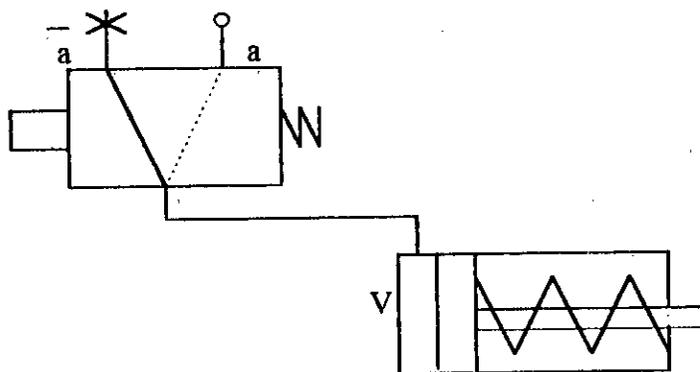


FIG -20 : Schéma Réalisant la Fonction OUI

II.3.2.3)-Fonction NON:

- Equation du circuit : $V = \bar{a}$.

La chambre V est en pression si on n'exerce pas d'action sur le bouton .

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

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

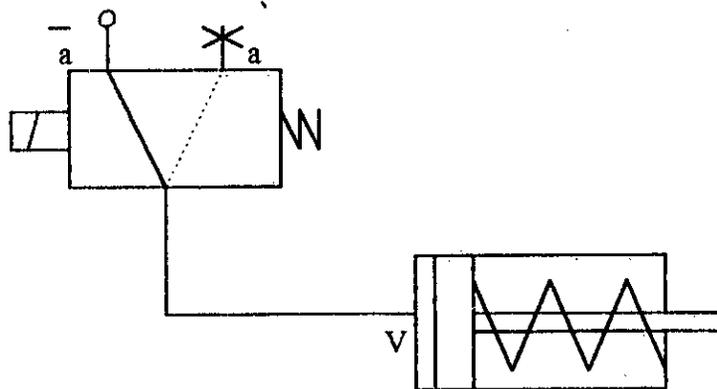


FIG -21 : Schéma Réalise la Fonction NON

II.3.2.4)-Fonction OU :

-Equation du circuit : $V = a + b$

- Si l'on actionne le distributeur \bar{a} seuls , le vérin V est alimenter .
- Si l'on actionne le distributeur b seul, le vérin V est alimenter .
- Si l'on agit sur les deux simultanément le vérin V est alimenter .

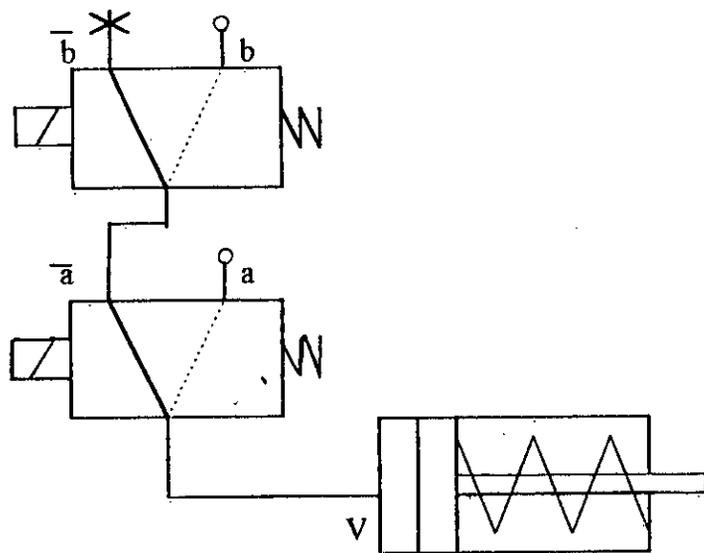


FIG -22 : Schéma réalisant la fonction OU

II.3.2.5)-Fonction ET :

- Equation du circuit : $V = a * b$

Le vérin V est alimenter si l'on agit simultanément sur les deux distributeur a et b .

(FIG - 23) .

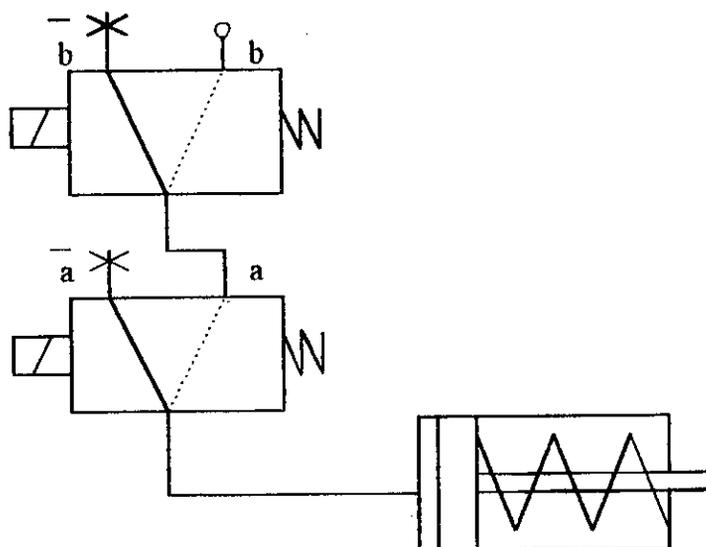


FIG -23 : Schéma réalisant la fonction ET

II.3.2.6)- Automatismes comportant des vérins à double effet

Fonctionnement :

A l'état de repos , la chambre arrière est alimenté , la chambre avant est mis à l'échappement donc lorsque le bouton poussoir est excité alors $V = 0$ si $a = 0$.

Quand on exerce une action sur le bouton poussoir (a) , la partie mobile du distributeur ce déplace et la chambre avant est alimenter lorsque la chambre arrière est mise à l'échappement .

Donc $V = 1$ si $a = 1$. (FIG -24) .

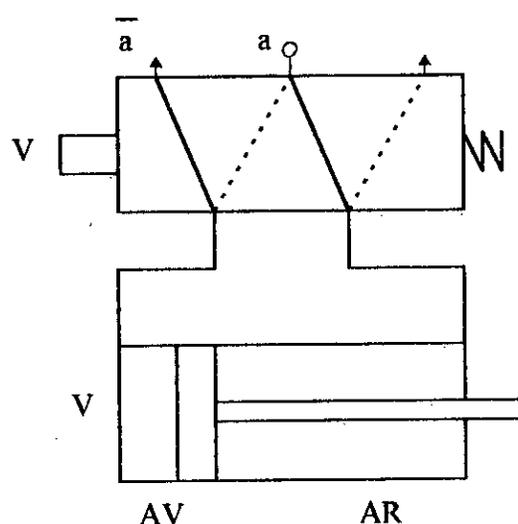


FIG - 24

Pour résoudre le problème on utilise des méthodes de résolutions qui sont des méthodes de simplification des circuits logiques (les circuits de commande) , afin de comprendre la mise en oeuvre de l'automatisme , il y à plusieurs méthodes logiques de résolution qui sont :

- La méthode des graphes .
- La méthode matricielles (Tableau de KARNAUGH) .
- La méthode en cascade (séquentielle) .
- La méthode pas à pas .

Pour nous lorsqu'il s'agit de la commande hydraulique on utilise la méthode de KARNAUGH , pour établir les équations de circuits (de commande et de puissance) , à partir du schéma hydraulique et les données de l'énoncé du problème .

Donc un dispositif réglant un circuit fluide un appareil d'utilisation peut avoir en principe deux états désignés dans le système binaire par 0 ou 1 .

II.3.2.7)- Contact électrique :

a)- Etat technologique :

Il correspond à l'organisation propre de la conception et par suite de son fonctionnement . Il existe des contacts dont l'état technologique est « a » et des contacts dont l'état technologique est \bar{a} . on convient d'écrire : $a = 1$ et $\bar{a} = 0$.

b)-Etat Electrique :

Qui caractérise le passage ou le non passage du courant électrique est à l'état électrique 1 s'il est fermé . C'est à dire s'il laisse passer le courant électrique . Il est à l'état électrique 0 s'il est ouvert est s'oppose ou passage du courant électrique .

c)- Etat Physique :

Si le contact est actionné , son état physique est 1 , s'il n'est pas actionnée , son état physique est 0 .

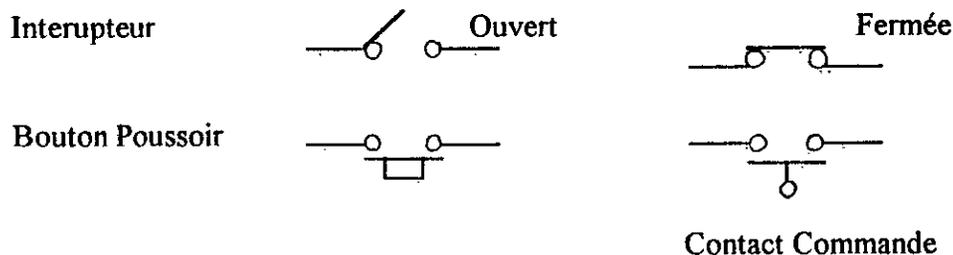
Symbolisation Electrique :

FIG - 25

II.3.3)- Schéma Eléctrique :

Généralement c'est un schéma simple qu'explique le circuit de commande du système c'est à dire que c'est une représentation des équations algébriques qui représente la relation entre les variables de sortie de l'organe récepteur et les variables d'entrées .

Les schémas comportent toujours des aimants électriques . L'aimant électrique d'un distributeur comporte un circuit magnétique constitué d'une bobine .

Symbolisation :

FIG -26

Règle 1 :

Les schémas sont toujours dessinés dans la position repos , les aimants-électriques pouvant être excité , ou non dans cette position et les contacts correspondants *pouvant être* fermés ou ouverts quels que soient les 2 états des aimantsélectriques.

Règle 2 :

*Tout contact ouvert au repos sera désigné par la lettre minuscule afférent à l'aimant - électrique .

* Tout contact fermé au repos sera désigné par la lettre minuscule surmontée d'une barre horizontale .



Représente le Contact Fermée



Représente le Contact Ouvert

FIG - 28

Par exemple : Le système Vérin - Distributeur

Equation du circuit : $V = \textcircled{M}$

Equation de commande $\textcircled{M} = a$

(FIG -29) .

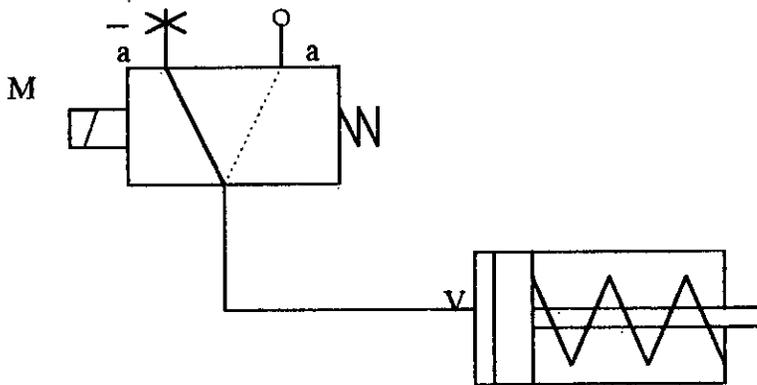


FIG - 29

Schéma électrique :

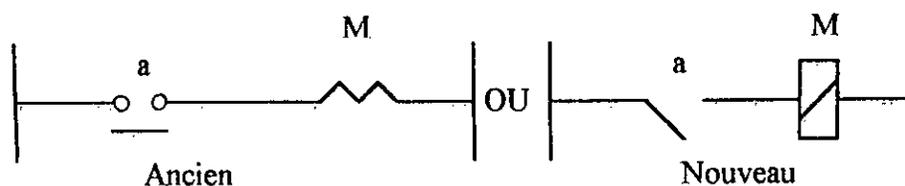


FIG -30

Remarque :

Dans le schéma électrique ne figure ni le distributeur ni le vérin .

Pour les moteurs et les appareils électriques on représente les relais :



Les relais sont des dispositifs électro-magnétiques comportant une bobine monté sur un circuit magnétique .

II.3.4)- La Méthode 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 dans entiers telque $p + q = n$, on prend $p = q = n/2$ pour n pair et $p - q = 1$ pour n impaire , 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 :

$$S = \overline{x} \overline{y} c + x \overline{y} c + x y \overline{c} + x y c .$$

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

\overline{X} correspond à la variable binaire 0

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

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

| | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| \overline{c} | 0 0 | 0 1 | 1 1 | 1 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Pour la simplification d'une expression quelconque on peut permettre les règles suivantes :

1ere Règle :

On peut regrouper deux 'un' adjacentes dans une même somme de produit en éliminant la variable qui change d'état , il faut noter que l'adjacence existe aussi pour les extrémités de la table .

2eme Règle :

On peut regrouper quatre 1 adjacents dans une somme de produit et éliminer les deux variables qui change n d'état .

3eme Règle :

Un même « un » peut être introduit dans plusieurs groupe .

CHAPITRE III

III- ETUDE DE LA COMMANDE HYDRAULIQUE DU FAUTEUIL

III.1)- CIRCUIT HYDRAULIQUE DU FAUTEUIL :

Le circuit hydraulique de l'installation comporte un générateur de débit comprenant le moteur électrique (M) d'un courant alternatif de tension de (220 - 240 V) qui entraîne la pompe (P) (organe principal du générateur) . Le réservoir d'huile (S) et une crépine d'aspiration .

Les éléments de commande qui reçoivent le signal électrique de la partie commande se sont les distributeurs qui commandent le fonctionnement des deux vérin , on à six distributeurs A, B, C1, C2 D1 et D2 , les deux distributeurs A et B associé aux vérin V et les autres distributeurs associé aux vérin W (FIG - 31) .

Le circuit hydraulique comprend aussi des clapets anti-retours (G) , (E) , (N) et un étrangleur réglable du débit (F) .

Données Techniques :

| | |
|---|-------------|
| Tension de l'alimentation | 220 / 240 V |
| Fréquence | 50 / 60 HZ |
| Tension de Fonctionnement de Commande | 24 V |
| Poids Total du siège de Fauteuil | 115 KG |
| Temps Totale de Monté pour (150 KG de poids) | 17 SEC |
| Temps Totale de Descente | 14 SEC |
| Pression d'Alimentation | 45 BARS |

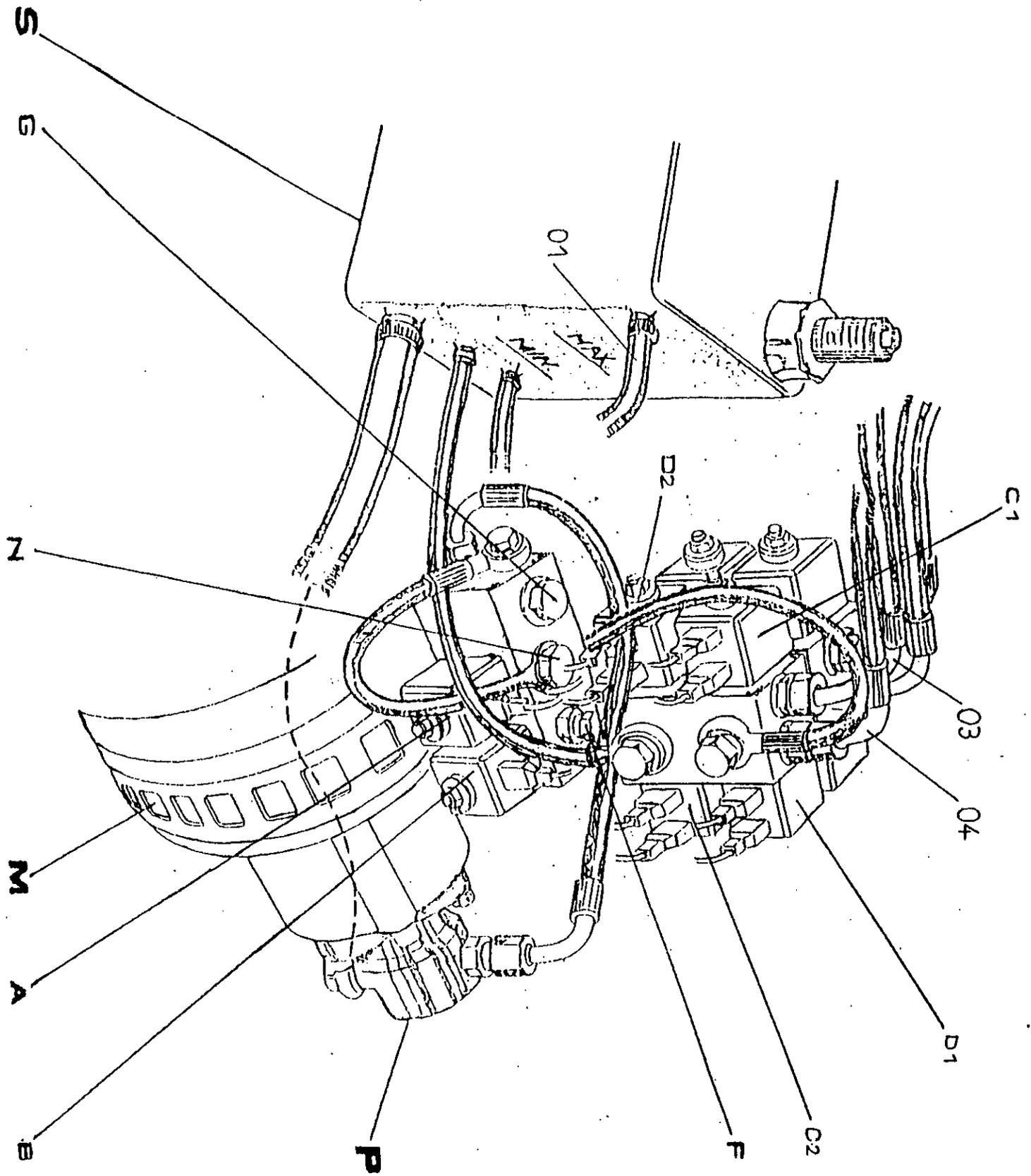


FIG - 31: Circuit Hydraulique

III.2)- DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME :

La partie commande émet un signal électrique dit signal de pilotage , le distributeur de puissance (2 / 2) permet le passage d'huile de l'orifice arrivée de pression vers l'orifice d'utilisation pour une pression d'alimentation égal à 45 bars , dans ce cas l'huile venant du réservoir à l'aide d'une crépine et une pompe entraînée par un moteur électrique à un courant alternatif vers le distributeur de puissance (2 / 2).

Il y a un seul départ et trois retours au réservoir . La partie commande constituée de quatre boutons poussoirs a , b , c , d permet d'obtenir les mouvements désirés .

Donc pour la montée du fauteuil on appui sur le bouton (a) pour actionner le vérin V à partir du distributeur A et le distributeur B qui permet le passage d'une quantité d'huile pour les déplacements lents à l'aide d'un étrangleur réglable F .

Pour le retour on appui sur le bouton (b) qui actionne seulement le distributeur B , a la fin pour basculer le fauteuil on appui sur le bouton (c) qui va actionner les deux distributeurs C1 et C2 et pour le retour on appui sur le bouton (d) pour actionner les deux distributeur D1 et D2 . Le basculement assuré par le vérin W à l'aide d'une articulation .

Les figures suivantes représentent les dispositions des deux vérins dans trois cas : (Extrême , Intermédiaire , et le cas de rentrée de la tige du vérin). (FIG - 32-33-34).

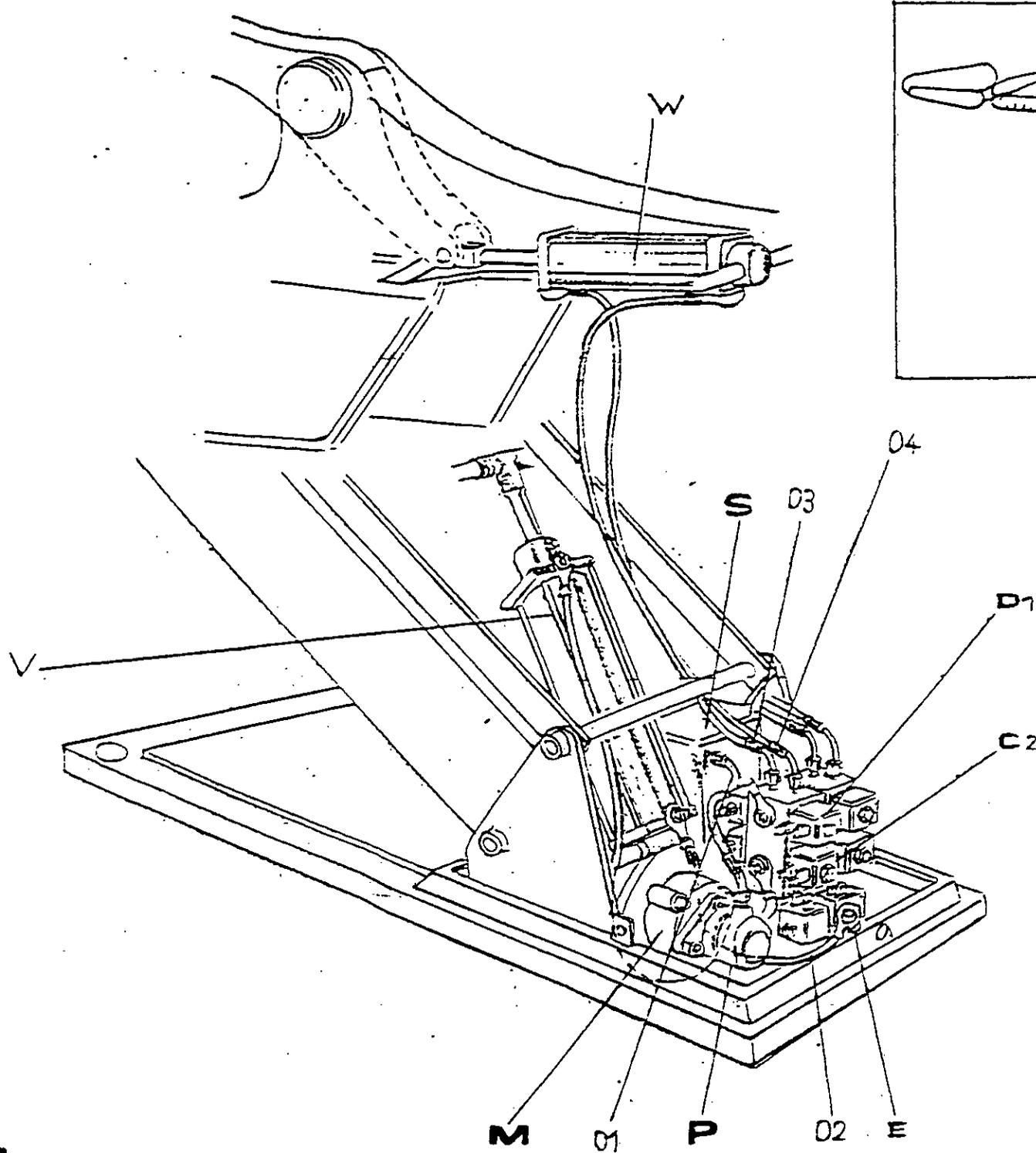


FIG - 32 : Le fauteuil en position intermédiaire

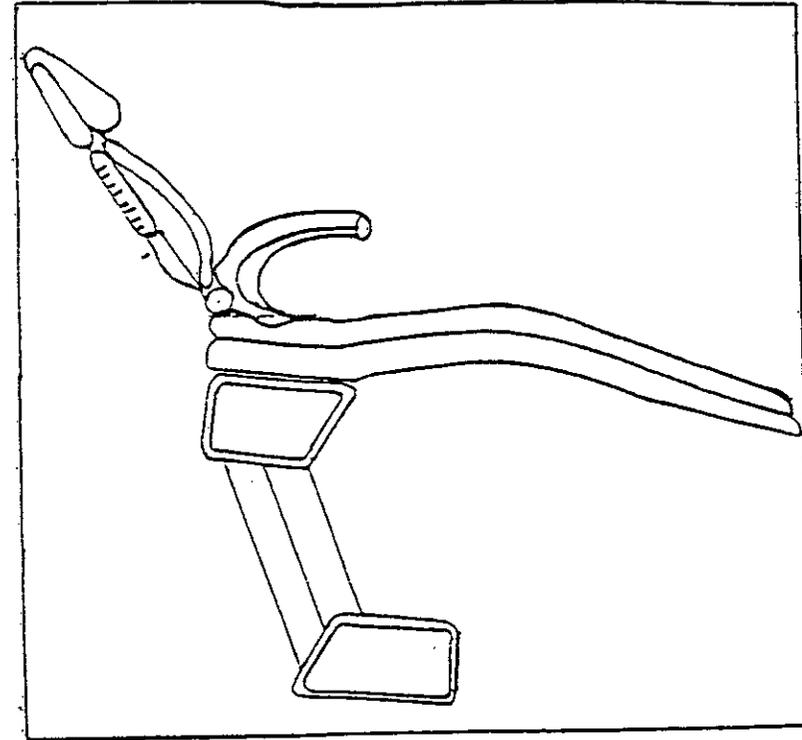
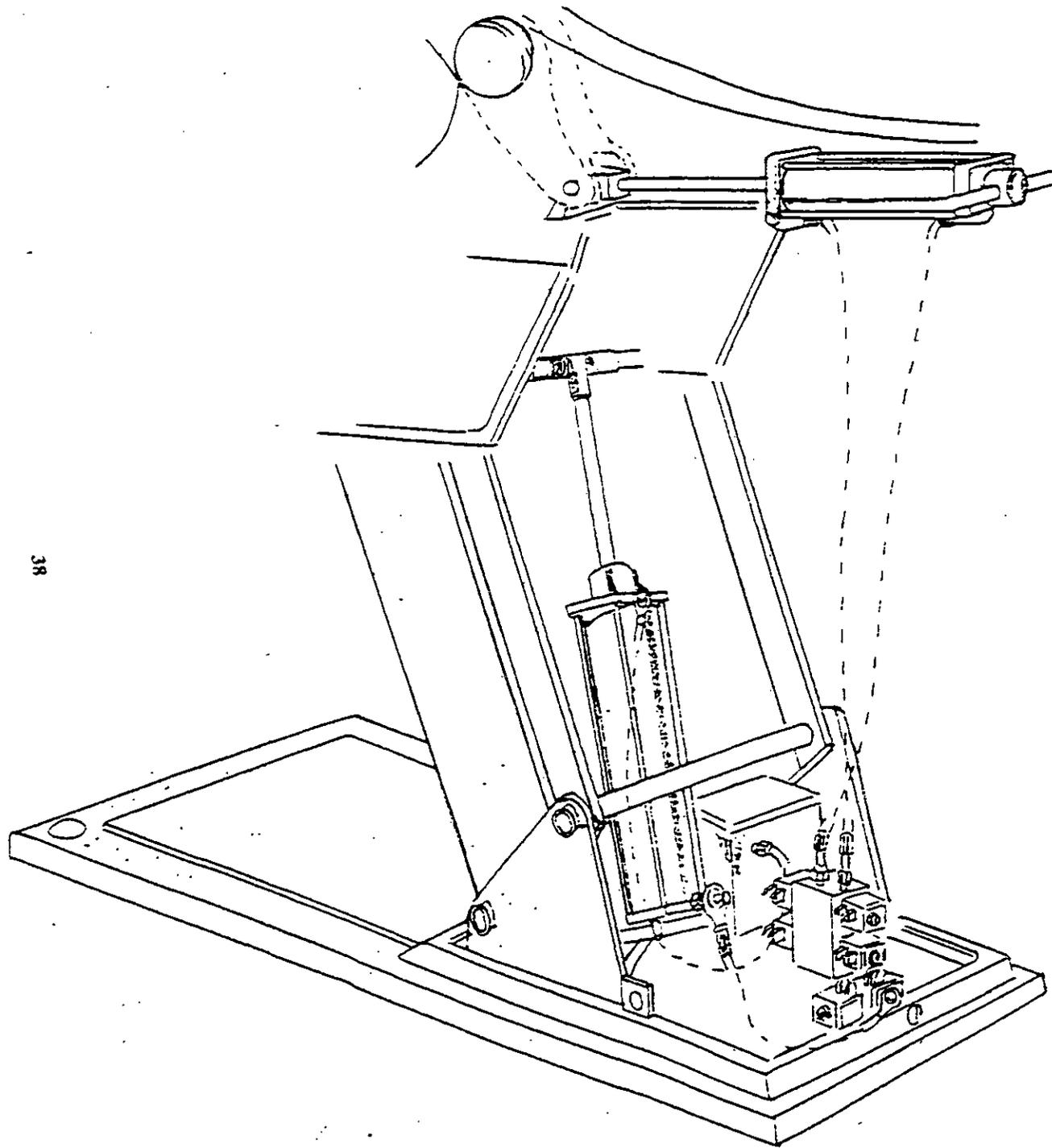


FIG - 33 : Position haute du fauteuil

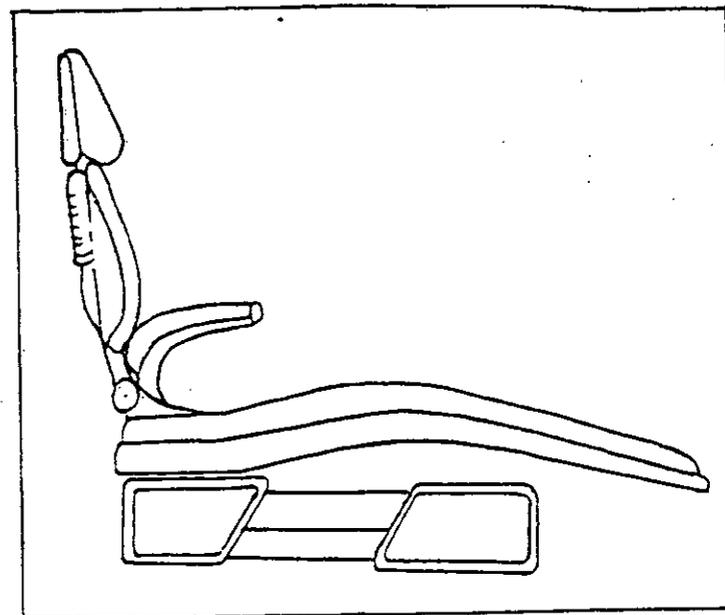
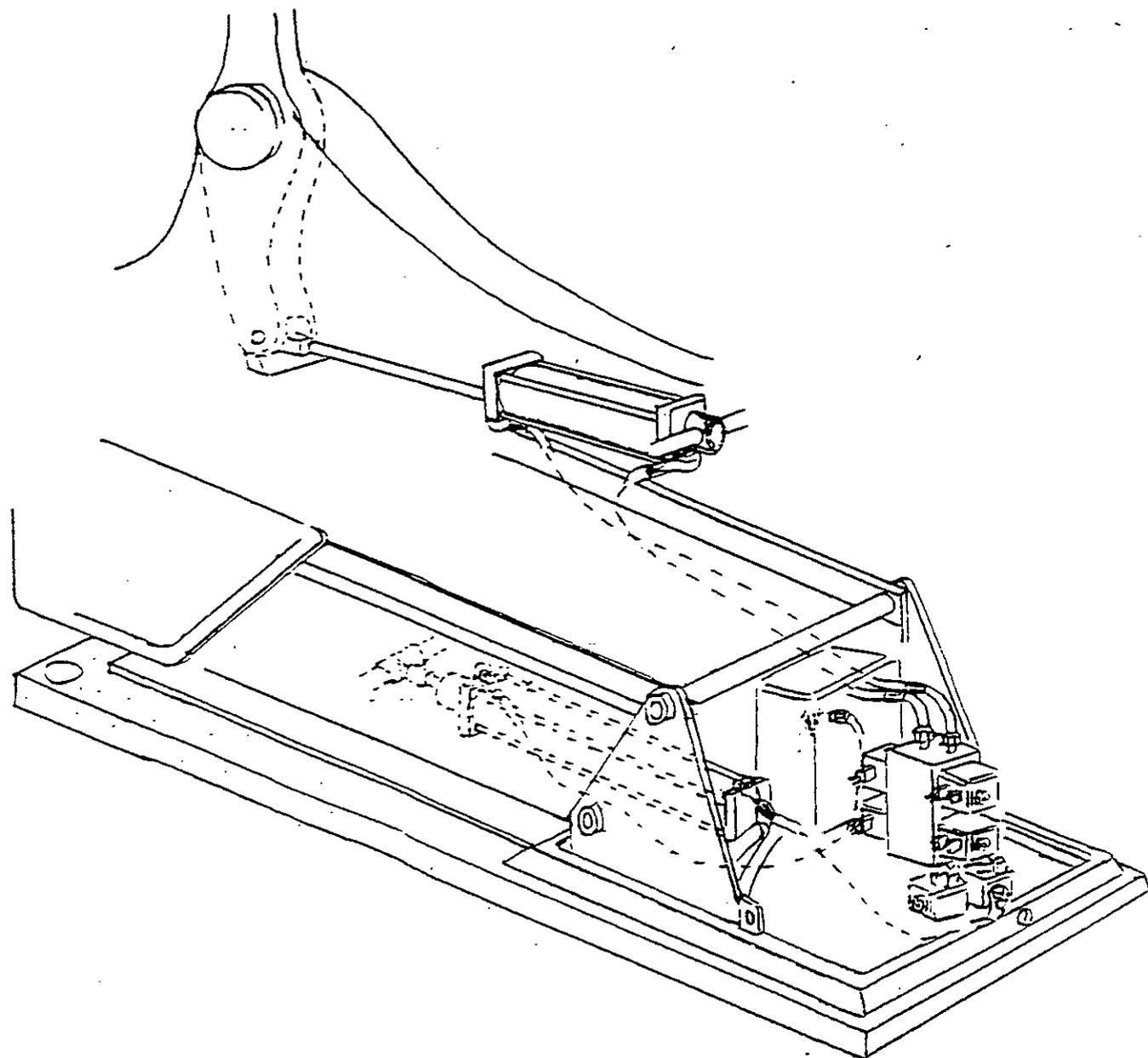


FIG - 34 : Position-bas du fauteuil

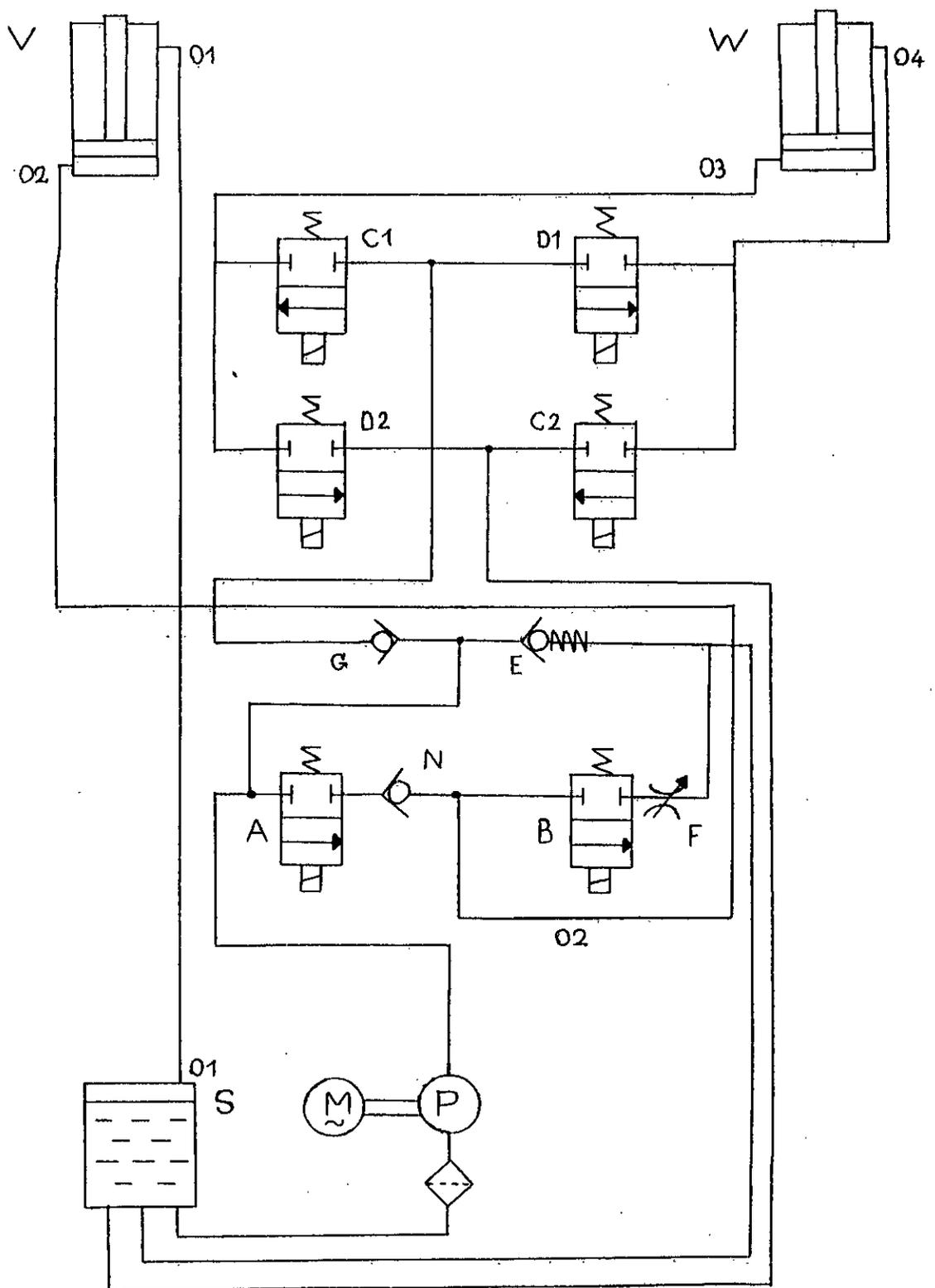


FIG - 35: Schéma Hydraulique

III.3)- COMMANDE DES VERINS :Le Vérin V :

Lorsque 'on appui sur le bouton a , le distributeur A sera actionné avec le distributeur B pour que soit le déplacement lent de la tige du vérin à l'aide d'un étrangleur du débit .

Donc c'est le cas de remplissage du vérin c'est à dire . Le mouvement de sortie de la tige du vérin .

Pour le mouvement de rentrée c'est à dire le cas de vidange , on appui sur le bouton b pour actionner le distributeur B uniquement

Mise En Equation :

En utilisant les variables Booléennes et les tables de KARNAUGH on obtient :

| | \bar{b} | b |
|-----------|-----------|---|
| \bar{a} | 0 | 0 |
| a | 1 | 0 |

$$A = a * \bar{b}$$

(Fonction Inhibition)

| | \bar{b} | b |
|-----------|-----------|---|
| \bar{a} | 0 | 1 |
| a | 1 | 0 |

$$B = a * \bar{b} + \bar{a} * b$$

Le Vérin W :

Pour basculer le fauteuil c'est à dire le mouvement de sortie de la tige du vérin on appui sur le bouton c pour actionner les deux distributeur C1 et C2 et le bouton d pour le retour qui va actionner les deux distributeur D1 et D2 simultanément .

Mise En Equation :

Utilisation des Tableaux de KARNAUGH :

| | | |
|-----------|-----------|---|
| | \bar{d} | d |
| \bar{c} | 0 | 0 |
| c | 1 | 0 |

$C1 = C2 = \bar{c} * \bar{d}$ (Equation de remplissage)
(Fonction Inhibition)

| | | |
|-----------|-----------|---|
| | \bar{d} | d |
| \bar{c} | 0 | 1 |
| c | 0 | 0 |

$D1 = D2 = \bar{c} * d$ (Equation de Vidage)
(Fonction Inhibition)

III.4)- SCHEMA ELECTRIQUE DU FAUTEUIL :

Donc tous ces équations sont des équations de commandes qui relie les variables d'entrée (Bouton Poussoir) et les variables récepteur (Emants - Electrique des Distributeurs) .

Dans le schéma électrique le produit (*) représente les boutons poussoir en série par contre la somme (+) représente eux en parallèle .

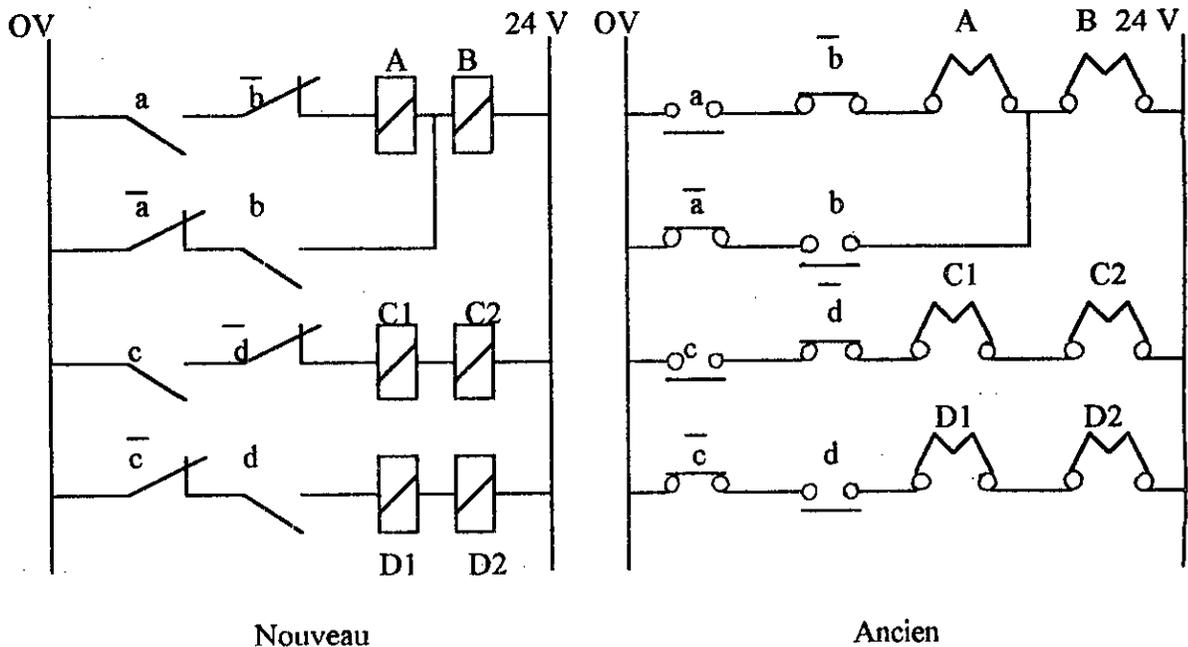


FIG - 36 : Schéma Electrique de Commande

Les Equation De Puissance :

Les équations de puissance sont des équations qui caractérisent le fonctionnement des vérins .

Le vérin V :

$$V = 1 \text{ si } a = 1 \text{ et } b = 0$$

$$V = 0 \text{ si } a = 0 \text{ et } b = 1$$

$$V = 0 \text{ si } a = 0 \text{ et } b = 0$$

$$V = 0 \text{ si } a = 1 \text{ et } b = 1$$

$$\text{Alors : } V = a * \bar{b}$$

Le vérin W :

$$W = c * \bar{d}$$

CHAPITRE IV

IV- CHOIX ET VERIFICATIONS DES VERINS

IV.1)- CHOIX DES VERINS :

Un certain nombre de critères doivent guider le concepteur d'une machine composée d'actionneurs hydrauliques . Pour déterminer les vérins , il faut d'abord connaître les charges et définir les deux caractéristiques dimensionnelles du vérin .

La caractéristique de l'effort de déplacement d'un vérin dépend de deux facteurs :

- L'effort de déplacement statique nécessaire pour vaincre les frottements au démarrage .

- L'effort de déplacement dynamique ou de travail qui est estimée à partir d'une perte de puissance , aucun calcul exact n'est réalisable , tout est empirique basé sur l'estimation de la perte de charge .

L'effort dynamique développé par les vérins en sorte de tige en fonction de la pression d'alimentation définit à l'aide des abaques , s'exprime par la relation :

$$(F) \text{ L'effort en daN} = \text{Pression en bars} * \text{Surface du Piston en cm}^2 * \text{le Rendement}$$

Le rendement d'un vérin dépend de son diamètre , de la pression et du paramètre d'ordre mécanique pour calculer les efforts disponibles en rentrée de tige on réduit les valeurs définies en raison de la diminution de la surface active du piston due à la pression du tige .

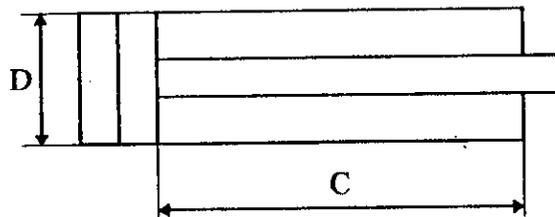


FIG - 36

L'effort dynamique doit être supérieur à la charge réelle à déplacer .

Le rapport de ces forces s'exprime par un taux de charge évalué en pourcentage .

$$\text{Taux de Charge en (\%)} = \frac{\text{Charge Réel}}{\text{Effort Dynamique}} * 100$$

Pour une utilisation optimale , il est généralement recommandé de définir un vérin tel que le taux de charge soit inférieur ou égale à 75 % .

La longueur du déplacement à réaliser détermine la course du vérin . Celle - ci peut être choisi parmi les courses recommandées ou bien spéciales si elle doit être défini avec rigueur . Pour les grandes courses , il est nécessaire de veiller au condition d'utilisations afin d'éviter tout risque de flambage excessif pouvant entraîner un détérioration rapide du vérin . Dans certains cas . Le concepteur doit appliquer les principes de la résistances des matériaux et plus précisément les contraintes de flexibilité et de flambage .

On donne quelques valeurs de forces théoriques en (daN) développés en poussant en fonction de l'alésage et de la pression .

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Alésage (mm) | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| Tige de Piston (mm) | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 |
| Tige filetage en baut | M10 | M14 | M16 | M20 | M24 | M33 | M42 | M52 |
| Surface du piston cm ² | 3.14 | 4.90 | 8.05 | 12.56 | 19.63 | 31.17 | 50.27 | 78.54 |
| Courses recommandée | 250 | 300/320 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| Effort dynamique pour pression de : | | | | | | | | |
| 20.4 bars | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 | 635 | 1010 | 1600 |
| 25.2 bars | 80 | 125 | 200 | 320 | 500 | 780 | 1260 | 1965 |
| 40.8 bars | 12.5 | 200 | 320 | 500 | 800 | 1270 | 2020 | 3200 |
| 50.4 bars | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 | 1560 | 2500 | 3950 |
| 81.8 bars | 250 | 400 | 630 | 1800 | 1600 | 2540 | 4040 | 6400 |
| 100.8 bars | 320 | 500 | 900 | 1260 | 2000 | 3120 | 5000 | 7900 |
| 140 bars | 500 | 800 | 1120 | 1750 | 7036 | 10995 | 21550 | 43980 |

Voici les diamètres de tige du piston et les courses recommandées à partir du diamètre de l'alésage . [6]

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|------|----|
| Diamètre d'alésage | 50 | | 63 | | 80 | | 100 | | 125 | |
| Course recommandé | 600 | | 700 | | 800 | | 900 | | 1000 | |
| Diamètre de tige | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 | 56 | 63 | 70 | 80 | 90 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 160 | | 200 | | 250 | | 320 | | 400 | | 500 | |
| 1100 | | 1200 | | 1300 | | 1400 | | 1500 | | 1600 | |
| 100 | 110 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 | 280 | 320 | 360 |

IV.1.1)- Application Au Vérin V :

Donc on doit calculer le diamètre du vérin V qui est capable de soulever une charge :

$$P = (P_1 + P_2) * g$$

Avec :

P_1 : Poids du siège du fauteuil .

P_2 : Poids moyen du patient .

g : champ de gravité .

Le Poids égale au poids du siège de fauteuil plus le poids moyen du patient alors : On a le poids du siège $P_1 = 115$ Kg et le poids du patient $P_2 = 75$ Kg .

La charge = $1863.9 \approx 186.4$ da N a une pression de 45 bars .

$$\frac{\text{Effort dynamique}}{\text{Théorique}} = \frac{186.4}{0.75} = 248.53 \text{ daN}$$

Donc le diamètre de l'alésage qui correspond à cet effort et à cette pression est de 25 mm , lorsque à partir de tableau on voit que l'effort dynamique 200 correspond à 40.8 et 250 correspond à 50.4 et par conséquent l'effort dynamique qui correspond à 45 bars est situé entre 200 et 250 se qui donne le diamètre de l'alésage égale à 35 mm , la course recommandée égale à 320 mm et le diamètre de tige égale à 16 mm .

Donc les dimensions du vérin V sont :

(L'alésage : 25 , Tige : 16 , Course : 320)[mm] .

IV.1.2)- Application Au Vérin W

Pour le vérin W , l'effort dynamique développé par le vérin est négligeable puisqu'on a seulement le poids du dossier donc on peut choisir pour cela un vérin de diamètre de l'alésage de 12 mm c'est à dire pour une course de 150 mm . Selon les données normalisées ISO , AFNOR , CNOMO : pour les petits diamètres on a :

Diamètres Normalisés , : 8 , 10 , 12 , 16 [mm].

Couses Recommandées : 50 , 100 , 150 , 160 , 200 [mm] .

IV.1.3)- Matériaux Employés :

1/ Cylindres : Les cylindres sont des tubes d'acier inoxydable rectifiés rodés , parfois chromés , il sont parfois en laiton .

2/ Pistons : Ils sont en alliage léger , coulés , usiné (faible inertie) ou en fonte pour les vérins lourds .

3/ Tiges de Pistons : Elles sont en alliage léger , en bronze , en fonte ou en acier moulé et usiné

Pour les deux vérins on choisi :

Tube : Acier Inox .

Tige : Alliage léger .

Piston : Alliage léger .

Fonds : Acier Inox .

Les deux vérins peuvent être indémontable et les joints du pistons sont en polyuréthane .

IV.2)- VERIFICATION DES VERINS AU FLAMBEMENT :

La vérification au flambement des vérins et surtout des tiges relève , si l'on désire une économie maximale de matière, des calculs assez complexes qui ne se justifient que pour des séries très importantes ou des applications spéciales .

Nous allons indiquer une méthode relativement simple permettant de résoudre les cas les plus fréquents , basée sur les travaux de Mousie Dutheil .

IV.2.1)- Rappel De Notions Théoriques :

Une pièce élancée , homogène , chargée suivant son axe par une charge F à tendance à se courber . L'équation de la déformation est

$$M_t = |E I y''| = |Fy| \quad (1)$$

L'effort F peut croître lentement . Pour une certaine valeur F_e de F , appelée charge critique d'Euler , la pièce fléchit brusquement dans le sens de sa plus petite inertie ; elle prend une position d'équilibre instable ; Si F augmente il se produit une rupture par flexion au milieu de la pièce .

Donc la pièce va fléchir , L_f : longueur de flambement .

L'équation (1) admet comme solution :

$$F_e = EI \frac{K^2 \pi^2}{L_f^2} \quad (2)$$

avec K : entier quelconque positif

L_f : longueur de flambement .

La plus petite charge à partir de laquelle apparaît le flambement est donnée par $K = 1$, et l'on obtient :

$$F_e = EI \frac{\pi^2}{L_f^2} \quad (3)$$

Avec : E : module d'élasticité .

I : moment d'inertie de la section considérée .

a)- Longueur De Flambement L_f :

C'est la longueur , ramenée à l'axe . Elle varie dans notre cas en fonction du système d'attache du vérin , de même longueur de la pièce , de la nature des sollicitations .

En pratique , la longueur de flambement varie de $\frac{1}{2}$ à 2 fois la longueur géométrique .

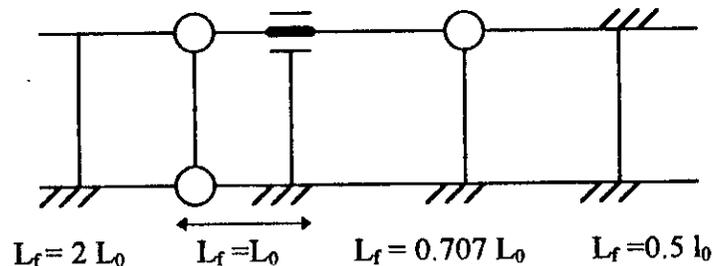


FIG - 37

b)- Contrainte Critique D'EULER :

Par définition la contrainte critique d'Euler est égale au quotient de la force critique par la valeur de la section droite de la pièce .

$$\sigma_{cc} = \frac{F_e}{S} = \frac{\pi^2 EI}{L_f^2 S} \quad (4)$$

Comme $I/S = r^2 =$ carré du rayon de giration donc :

$$\sigma_{ce} = \frac{\pi^2 E r^2}{L_f^2} \quad (5)$$

Dans le cas d'un rond plein : $r = d / 4$.

d'un Tube : $r = \sqrt{(D^2 + d^2)} / 4$.

d'un tube mince : $r = D_{moyen} / 2.83$.

Avec D : diamètre extérieur et d : diamètre intérieur.

c)- Elancement : λ

C'est le rapport sans dimension : $\lambda = L_f / r$; appelé { élancement } , relève le risque de flambement de la pièce , qui apparaissent lorsque λ atteint la valeur 50 . Finalement en écrit :

$$\sigma_{ce} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (6)$$

Pour un rond plein : $\lambda = 4 * L_f / d$

un Tube : $\lambda = 4 * L_f / \sqrt{(D^2 + d^2)}$

un tube mince : $\lambda = 2.83 * L_f / D_{moyen}$.

d)- Domaine De Validité :

La formule généralisée d'Euler n'est applicable que dans le cas où :

- $\lambda > 105$ pour l'acier .

e)- Contrainte De Flambement Admissible :

La contrainte admissible dans une pièce d'élancement $\lambda \geq 50$. est donner par la formule

$$\sigma_e = \bar{\sigma}_e / \alpha .$$

α étant un coefficient de sécurité = 4 pour l'acier .

f)- Condition Réelles :

Si les conditions était idéal , il suffirait que la contrainte de compression $\sigma_1 = F / S$ Soit inférieur à σ_{ce} ou à σ_e (σ_e : élasticité limite en daN / mm²) si $\sigma_e < \sigma_1$.

L'expérience montre qu'il n'en est rien ; la charge n'est jamais parfaitement centrée c'est à dire n'est pas rigoureusement axial , la matière n'est pas homogène d'une section à l'autre ni même à l'intérieur d'une même section, de plus , les défauts géométriques etc... . On peut montrer que la flèche sous charge d'une pièce comprimé par :

$$f \text{ sous charge} = f_0 * \frac{\sigma_{ce}}{\sigma_{ce} - \sigma_1} \quad (7)$$

f_0 : Flèche originelle .

La flèche originelle , due aux erreurs géométriques des jeux ...ect , et toujours présente est initié la courbure .

$\sigma_{ce} / \sigma_{ce} - \sigma_1$: coefficient d'amplification de flèche .

g)- Méthode De M.DUTHEIL :

La contrainte totale maximale au milieu d'une pièce présentant une flèche originelle s'écrit :

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{S} \pm \frac{F * f * f_0}{I} \quad (8)$$

f : étant la flèche totale .

Lorsque le flambage se produit σ_{\max} est égale à la limite d'élasticité σ_e du matériaux F / S prend la valeur σ_z , contrainte critique M.DUTHEIL .

$$\sigma_e = \sigma_z + \frac{\sigma_z * f * f_0}{f^2} \quad (9)$$

Avec :

$$f = f_0 * \frac{\sigma_{ce}}{\sigma_{ce} - \sigma_1} \quad (10) \quad \left[\begin{array}{l} \sigma_{ce} = \pi^2 E / \lambda^2 \\ \sigma_1 = F / S \end{array} \right.$$

On déduit la valeur de la contrainte critique donnée par l'expression suivante :

$$\sigma_z = \frac{\sigma_1 - \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_{ce} \sigma_e}}{\alpha} \quad (11)$$

Avec :

$\sigma_1 = 0.5 (\sigma_{ce} + 1.3 \sigma_e)$ et α coefficient du sécurité .

IV.2.2)- Tige Comprimées Non Fléchis :

Ce cas est assez exceptionnel , il correspond à un vérin vertical avec articulations sans frottement aux deux extrémités .

Dans ce cas la longueur de flambement est égale à la longueur géométrique soit environ 2 fois la longueur sortie, celle-ci vaut généralement la course plus 1.3 fois le diamètre (FIG 38) .

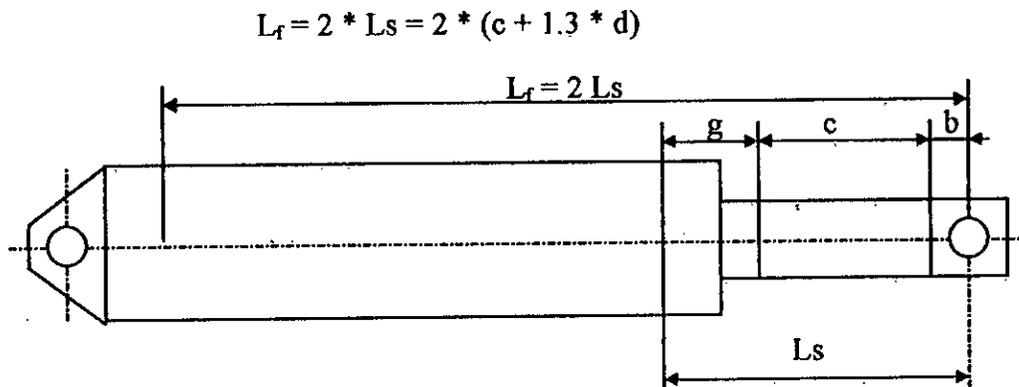


FIG - 38

g et b dimensions imposé par la technologie

Donc pour vérifier les flambements des tiges des vérins on doit vérifier de certaines conditions:

1/ Si $\mu > 1.5$:

On vérifie que $\sigma_1 * K < \bar{\sigma}_e$ avec:

$$\sigma_1 = F/S \quad (\text{effort (daN) et } S \text{ (mm}^2\text{)})$$

$$\bar{\sigma}_e = \sigma_e / \alpha \quad (\sigma_e \text{ limite élastique (daN/mm}^2\text{) et } \alpha \text{ coefficient de sécurité = } 3/2 \text{ (ou } 4/3\text{)})$$

$$K = \frac{\mu - 1}{\mu - 1.3} \quad \text{et} \quad \mu = \frac{\sigma_{ce}}{\alpha * \sigma_1} \quad (12)$$

—
 σ_e = désigne la contrainte admissible en fonction de la limite élastique

En traction-compression, $\alpha = 3/2$ si les calculs sont faits sans tenir compte de l'action des forces parasite propres au type de montage. et $\alpha = 4/3$ si l'on a tenu compte.

Dans notre cas on prend $\alpha = 2.5$ (tige en acier).

2/ Si $\mu < 1.5$:

On vérifiera, dans ce cas que $\sigma_1 < \sigma_z$ avec σ_z défini précédemment.

Pour les tiges en acier on prend ces valeurs:

$$\alpha = 2.5.$$

$$E = 21000 \text{ daN/mm}^2.$$

$$\sigma_e = 30 \text{ daN/mm}^2.$$

IV.2.3)- Application Au Vérin V:

On a, comme données :

Tige: 16 mm

Course: 320 mm

Charge totale : 186.4 daN

Après les calculs, on trouve:

$$S = 16 * 16 * \pi / 4 = 201 \text{ mm}^2.$$

$$\sigma_1 = 186.4 / 201 = 0.93 \text{ daN/mm}^2.$$

$$L_f = 2 * (320 + 1.3 * 16) = 681.6 \text{ mm}$$

$$\lambda = 4 * 681.6 / 16 = 170.4$$

$$\sigma_{cc} = \pi^2 * 21000 / (170.4)^2 = 7.14 \text{ daN/mm}^2$$

d'ou : $\mu = 7.14 / 2.5 * 0.93 = 3.07$ Donc en vérifiera que :

$$\sigma_1 * K < \bar{\sigma}_c$$

$$K = 3.07 - 1 / 3.07 - 1.3 = 1.17$$

$$\bar{\sigma}_c = 30 / 2.5 = 8 \text{ daN/mm}^2.$$

$$\sigma_1 * K = 0.93 * 1.17 = 1.0881.$$

$$\bar{\sigma}_c = 8 \text{ daN/mm}^2.$$

On a $\sigma_1 * K < \bar{\sigma}_c$ Donc:

La tige du vérin V convient , car elle vérifie la condition .

Pour le vérin W le risque de flambage n'est pas prévisible . Car la charge est négligeable . Donc la tige du vérin est convenable .

VI .3)- REDUCTION DU FLAMBEMENT :

On peut tenter d'utiliser une tige creuse pour que la charge axiale soit équilibrer , au moins partiellement , par la pression d'huile . Il faut toutefois être absolument certain que la charge ne peut en aucun cas reposer sur la tige (butée intérieur , perte ou baisse de pression de l'huile). C'est une solution généralement coûteuse ; elle permet toutefois des guidages plus confortables . Dans le cas des vérins télescopiques des précautions sont indispensables pour éviter le support directe de la charge .

La tige creuse permet de concevoir des vérins de proportions exceptionnelles .

VI.4)- FLAMBEMENT DES TUBES OU CORPS DE VERIN :

En générale , le flambement n'est pas à craindre . Il peut se produire si le nez du vérin vient porter sur l'extrémité du tube . même dans ce cas , il n'est pas à redoutable car la longueur de flambement correspond au vérin en position rentrée . La vérification est à faire indépendamment de celle du tube sous pression (si le vérin est sous pression , il n'y à pas de compression longitudinale du tube).

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

Cette étude théorique permet de voir de près le fonctionnement du fauteuil hydraulique, du point de vue automatique. Pour cela il suffit d'avoir le schéma électrique de commande.

Elle nous a permis aussi de comprendre le fonctionnement des différents organes nécessaires constituant le système, celles des verins, leurs dimensionnements et vérification au flambement, et d'accéder à un domaine très important .

J'espère que cette étude devient un outil pour les étudiants qui nous succéderont, pour être amélioré par une autre étude complémentaire qui traite la commande hydraulique,

Finalement on peut dire que l'automatisation est une nécessité et non seulement un luxe.

ANNEXES

ANX- II.1- PROPRIETE DE L'ALGEBRE LOGIQUE

Comme en algèbre classique , les opérations de base (égalité OUI, inversion NON , produit ET somme OU) . Se combinent en équations sur lesquelles on opère des transformations en respectant les règles suivantes :

RELATIONS LOGIQUES CARACTERISTIQUES :

Ces relations caractéristiques sont précieuses pour la simplification d'équations logiques .

| | | |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| $\overline{\overline{a}} = a$ | $1 * 1 = 1$ | $1 + 1 = 1$ |
| $\overline{\overline{1}} = 0$ | $a * 0 = 0$ | $a + 0 = 0$ |
| $\overline{\overline{0}} = 1$ | $a * 1 = a$ | $a + 1 = 1$ |
| | $a * a = a$ | $a + a = a$ |
| | $a * \overline{a} = 0$ | $a + \overline{a} = 1$ |

- COMMUTATIVITES , ASSOCIATIVITES , DISTRIBUTIVITES :

| | |
|----------------|--|
| COMMUTATIVITE | $a * b = b * a$ $a + b = b + a$ |
| ASSOCIATIVITE | $\overline{a} * (b * c) = (a * b) * c$ $a + (b + c) = (a + b) + c$ |
| DISTRIBUTIVITE | $a * (b + c) = a * b + a * c$ $(a + b) (c + d) = a * c + a * d + b * c + b * d$ |

REGLE DE COMPLEMENTATION :

Egalement appelé (Relation de Morgan), cette règle est propre à l'algèbre logique , elle s'explique ainsi : Une inversion logique peut s'appliquer à l'ensemble d'une expression , on peut écrire par exemple :

$$X = a * \bar{b} \quad , \quad Y = \overline{a + b + c} \quad , \quad Z = \overline{(a + b) * c}$$

La règle de complémentation permet de transformer ces inverses et s'énonces :

« Le complément d'une expression logique s'obtient en complimentant chacun des termes et en changeant les signes (+) en signe (.) et inversement »

Exemples :

$$\begin{aligned} \overline{(a + b) * \bar{c}} &= \overline{a + b} + c &= (\bar{a} * \bar{b}) + c \\ \overline{\bar{a} * b + \bar{c} * d} &= \overline{\bar{a} * b} * \overline{\bar{c} * d} &= (a + \bar{b}) * (c + \bar{d}) \\ \overline{(\bar{a} * b * \bar{c} + d) + e} &= \overline{\bar{a} * b * \bar{c} + d} + \bar{e} \\ &= \overline{\bar{a} * b * \bar{c} * \bar{d}} + e \\ &= (a + \bar{b} + c) * \bar{d} + \bar{e} \end{aligned}$$

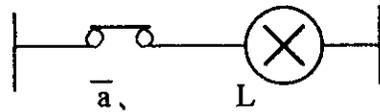
ANX - III.1 L'APPLICATION ELECTRIQUE ET HYDRAULIQUE

FONCTION

APPLICATION
ELECTRIQUE

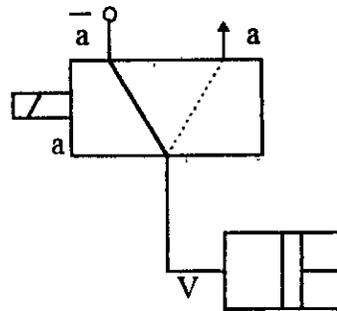
APPLICATION
HYDRAULIQUE

NON



$$L = 1 \text{ Si } a = 0$$

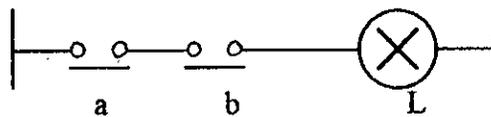
$$L = 0 \text{ Si } a = 1$$



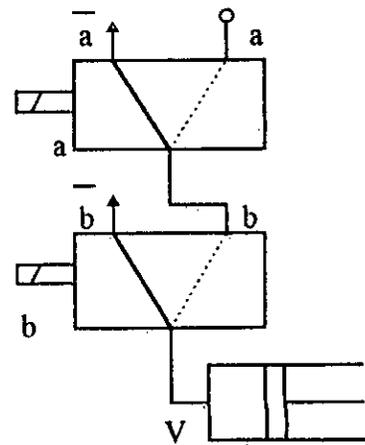
$$V = 1 \text{ Si } a = 0$$

$$V = 0 \text{ Si } a = 1$$

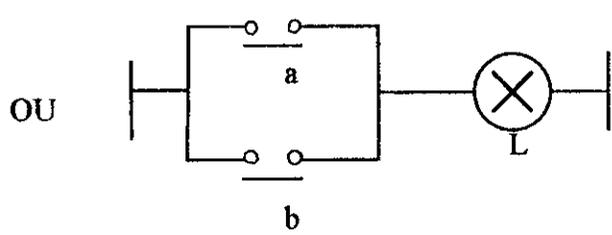
ET



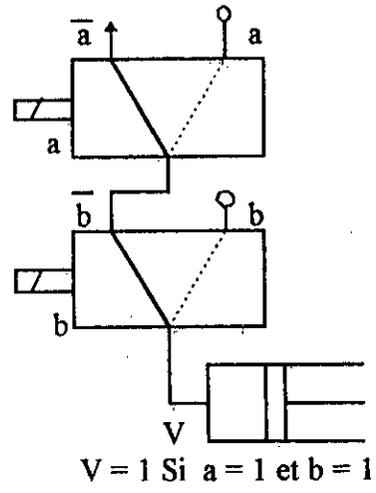
$$L = 1 \text{ Si } a = 1 \text{ et } b = 1$$



$$V = 1 \text{ Si } a = 1 \text{ et } b = 1$$



$$L = 1 \text{ Si } a = 1 \text{ et } b = 1$$



$$V = 1 \text{ Si } a = 1 \text{ et } b = 1$$

Remarque :

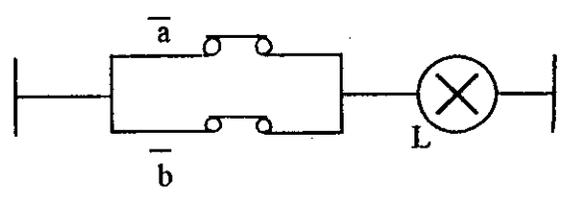
Il existe d'autres fonctions dérivants de la combinaison des fonctions citées ci dessus .

« 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 à la valeur 0 .

Cette fonction est schématisée par le circuit suivant :

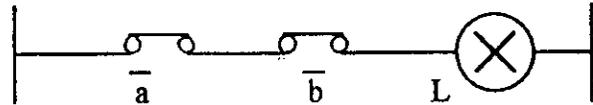
| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| $a = 0$ |] L = 1 | $a = 1$ |] L = 1 |
| $b = 0$ | | $b = 0$ | |
| $a = 0$ |] L = 1 | $a = 1$ |] L = 0 |
| $b = 1$ | | $b = 1$ | |



- « 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 que si aucune des variables d'entrée ne prend la valeur 1

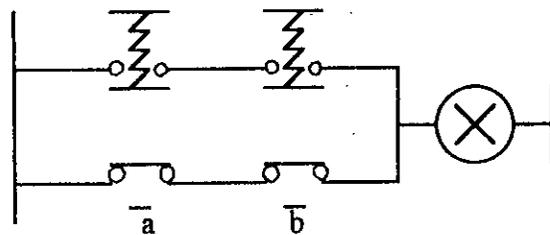
| | | | | |
|---------|--|---------|--|---------|
| $a = 0$ | | $a = 1$ | | |
| $b = 0$ | | $b = 0$ | | $L = 1$ |
| $a = 0$ | | $a = 1$ | | $L = 0$ |
| $b = 1$ | | $b = 1$ | | $L = 0$ |



- « NON ou Exclusif » ou « NXOR » :

Une variable de sortie 'L' est liée par une fonction ou 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

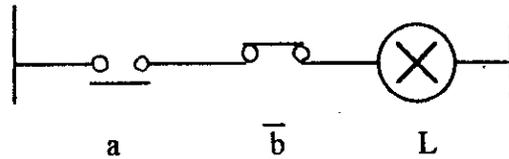
| | | | | |
|---------|--|---------|--|---------|
| $a = 0$ | | $a = 0$ | | |
| $b = 0$ | | $b = 1$ | | $L = 1$ |
| $a = 1$ | | $a = 1$ | | $L = 0$ |
| $b = 0$ | | $b = 1$ | | $L = 1$ |



- Fonction INHIBITION :

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

| | | | |
|---------|-----------|---------|-----------|
| $a = 0$ |] $L = 0$ | $a = 0$ |] $L = 0$ |
| $b = 0$ | | $b = 1$ | |
| $a = 1$ |] $L = 1$ | $a = 1$ |] $L = 0$ |
| $b = 0$ | | $b = 1$ | |



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1]- « *Etude dynamique d'un actionneur pneumatique* », (P.F.E-1988).
A. GUERMACHE
- [2]- « *Recueil de schémas d'hydraulique industrielle* »;
CLAUDE DUCOS , edt : technique et documentation . 1974.
- [3]- « *Etude automatique d'une commande pneumatique d'une perceuse* »,
(P.F.E- 1990). A. MEZIANI.
- [4]-« *Automatique par les problèmes* », Tome I et II;
J. COJEAN et L. THIBERVILLE, edt : Foucher. 1979.
- [5]-« *Notions de résistance des matériaux* », Tome II;
GUY.VILLARD, edt : SNED-Alger. 1974.
- [6]- Techniques de l'ingénieur, « *Vérins hydrauliques* »;
ROBERT AFFOUARD. 1991.