

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

## MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

## INTITULE

**Automatisation d'un banc d'essai hydraulique**

**DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE**

**FILIERE : GENIE MECANIQUE**

**SPECIALITE : MECATRONIQUE**

**PRESENTE PAR : BOUKHENTEF MOHAMED SAID**

**DIRECTEUR DU MEMOIRE : LAOUAR Lakhdar Pr Université Badji Mokhtar -ANNABA**

### DEVANT LE JURY

**PRESIDENT : BOUCHELAGHEM Abdelaziz Pr Université Badji Mokhtar -ANNABA**

**EXAMINATEURS :**

LAOUAR Lakhdar	Pr	Université Badji Mokhtar -ANNABA
BOURENANE Rabah	MC	Université Badji Mokhtar -ANNABA
ABDERRAHMANE Abdelhamid	MC	Université Badji Mokhtar -ANNABA
BOUZITOUNA Belgacem	MA	Université Badji Mokhtar -ANNABA

**Année : 2012/2013**

# REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apportées leur aide et qui ont contribuées à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur LAOUAR Lakhdar, qui, en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré très disponible et à l'écoute tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer, et sans qui, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur KALLOUCH Abdelkader pour la générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges professionnelles.

J'exprime ma gratitude à tous les consultants et internautes rencontrés, lors des recherches effectuées, et qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

# DEDICACE

A ma mère

A mon père

A toute la famille

A tous mes amis

# Sommaire

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>Introduction :</b> .....	13
<b>Chapitre 1 - Présentation du banc d'essai ALFAPIPE</b>	
1.1-Introduction : .....	16
1.2-Le banc d'essai de l'Unité ALFAPIPE : .....	16
1.3-Description des composants actuels : .....	19
• 1.3.1-Le moteur électrique : .....	19
• 1.3.2-Les pompes : .....	20
• 1.3.2.1-La pompe à palettes : .....	21
• 1.3.2.2-Pompe à pistons radiaux : .....	23
• 1.3.3-Limiteur de pression : .....	25
• 1.3.4-Présentation d'un clapet anti-retour : .....	26
• 1.3.5-Manomètre : .....	27
• 1.3.6-Le distributeur : .....	27
1.4-Les différents tests effectués sur le banc d'essai : .....	28
• 1.4.1-Test de vérin : .....	29
• 1.4.2-Test de clapet : .....	29
1.5-Conclusion : .....	29

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>Chapitre 2 – Nouvelle conception</b>	
2.1-Introduction : .....	31
2.2- Le filtre : .....	32
• 2.2.1- Choix du filtre :.....	32
• 2.2.2- Principe de fonctionnement : .....	32
2.3-Le limiteur de pression proportionnel à action directe : .....	33
• 2.3.1-Principe de base : .....	34
• 2.3.2-Choix du limiteur de pression : .....	35
2.4-La carte de consigne et de régulation numérique : .....	35
• 2.4.1-Accessoires requis :.....	36
2.5-BODAC : .....	37
• 2.5.1-Configuration informatique requise : .....	37
• 2.5.2-Interface de service : .....	37
2.6-Contrôle de pression avec la carte VT-HACD-1-1X/V0 : .....	37
2.7-Le distributeur : .....	41
• 2.7.1-Fonctionnement : .....	41
• 2.7.2-Coupe : .....	42
2.8-Les manomètres : .....	42
• 2.8.1-Choix du manomètre : .....	42

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
2.9-Automate programmable : .....	43
• 2.9.1-Choix de l'automate : .....	43
• 2.9.2-Description : .....	44
2.10-Schéma hydraulique : .....	45
2.11-Schémas de commande électrique : .....	45
• 2.11.1-Circuit de commande du démarrage et arrêt du moteur : .....	45
• 2.11.2-Circuit de commande du distributeur hydraulique : .....	46
2.12-Conception du pupitre de commande : .....	47
2.13-Conception de l'alarme : .....	48
• 2.13.1-Le circuit intégré « NE555 » : .....	49
• 2.13.2-Brochage : .....	49
• 2.13.3-Fonction astable : .....	50
• 2.13.4-Principe de fonctionnement de l'alarme : .....	51
• 2.13.5-Choix des composants : .....	51
• 2.13.6-Calcul du temps de cycle : .....	52
• 2.13.7-Calcul de la tension de sortie "3" : .....	52
2.14-Conclusion : .....	53

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>Chapitre 3 – Programmation de l’automate</b>	
3.1-Introduction :.....	55
3.2-Le logiciel pl7 07 : .....	55
• 3.2.1-Présentation : .....	55
• 3.2.2-Langages de programmation : .....	55
• 3.2.2.1-Le langage liste :	55
• 3.2.2.2-Le langage à contacts (LD) : .....	56
3.3-Le GRAFCET :.....	56
3.4-Branchements sur l’automate :.....	57
3.5-Le programme :.....	58
3.6-Conclusion :.....	61
<b>Conclusion générale &amp; perspectives :.....</b>	<b>63</b>
<b>Références :.....</b>	<b>66</b>

**Liste des figures**

**&**

**Tableaux**

## Figures

1.1	La table de travail, les sorties A et B et les limiteurs de pression	Page 17
1.2	Le circuit hydraulique	Page 17
1.3	Schéma hydraulique du banc d'essai	Page 18
1.4	Moteur électrique	Page 20
1.5	Fonctionnement de la pompe	Page 20
1.6	Pompe à palettes du banc d'essai	Page 21
1.7	Abaques de performance	Page 22
1.8	Coupe de pompe à palettes	Page 22
1.9	Pompe à pistons radiaux du banc d'essai	Page 23
1.10	Coupe de la pompe à pistons radiaux	Page 24
1.11	Les limiteurs de pression du banc d'essai	Page 25
1.12	Schéma d'un limiteur de pression	Page 26
1.13	Clapet anti-retour du banc d'essai	Page 26
1.14	Schéma d'un clapet anti-retour à bille	Page 27
1.15	Distributeur 4/2 manuel du banc d'essai	Page 27
1.16	Fonctionnement d'un distributeur	Page 28
1.17	Test de verin	Page 29
2.1	Synoptique de fonctionnement	Page 31
2.2	Contrôle de passage de la consigne	Page 31
2.3	Filtre avec by-pass incorporé	Page 32
2.4	Schéma du filtre hydraulique	Page 33
2.5	Limiteur de pression proportionnelle à action directe	Page 34
2.6	Abaques de performance limiteur de pression proportionnelle	Page 35
2.7	Principe de fonctionnement d'un limiteur de pression proportionnel	Page 35
2.8	Carte de consigne REXROTH	Page 36
2.9	Fenêtre du choix de la carte à contrôler	Page 38

2.10	La carte en mode 1	Page 38
2.11	La carte en mode 2	Page 39
2.12	Fenêtre de confirmation	Page 39
2.13	Fenêtre Loops	Page 40
2.14	Fenêtre de réglage analogique	Page 40
2.15	La boucle avec les réglages mis à jour	Page 41
2.16	Coupe du distributeur	Page 42
2.17	Manomètre DPI 104	Page 43
2.18	Automate TSX NANO 07	Page 44
2.19	Nouveau schéma hydraulique du banc d'essai	Page 45
2.20	Schéma électrique du démarrage et d'arrêt du moteur	Page 46
2.21	Schéma de commande du distributeur	Page 46
2.22	Le pupitre de commande	Page 47
2.23	Schéma du circuit de l'alarme	Page 48
2.24	broches sur le « NE555 »	Page 49
2.25	Branchement du « NE555 » en configuration astable	Page 50
2.26	Signal de sortie "3"	Page 52
3.1	Exemple d'un langage liste	Page 55
3.2	Exemple d'un langage à contacts	Page 56
3.3	GRAFCET point de vue commande	Page 57
3.4	GRAFCET point de vue A.P.I	Page 58

## Tableaux

1.1	Désignation des symboles hydrauliques	Page 19
2.1	Table des broches du « NE555 »	Page 49
2.2	Composants et leurs caractéristiques	Page 51
3.1	Les entrées A.P.I	Page 57
3.2	Les sorties A.P.I	Page 57

# Introduction

Lors du stage à l'Unité ALFAPIPE d'Annaba, où quasiment toutes les machines comportent des installations hydrauliques, on comprend que pour garder un bon fonctionnement, avoir une équipe hautement qualifiée et un atelier de maintenance moderne devient primordial ; cependant , une fois dans l'atelier de maintenance, nous sommes surpris de constater l'obsolescence du banc d'essai hydraulique utilisé pour vérifier les composants réparés ; en effet, le banc d'essai s'avère dépassé de part le degré de précision des tests et son mode de fonctionnement. Nous constatons sur l'appareil utilisé que les pressions sont obtenues par le contrôle des vannes de limitation de pression manuellement, et que les durées de test sont aléatoires, or pour avoir des résultats fiables, la pression de test ainsi que la durée doivent être très précises. De plus, le manque de sécurité est flagrant ; l'appareillage ne dispose d'aucun capteur en cas de surpression engendrée au niveau des limiteurs de pression, l'opérateur est ainsi exposé à un éclatement de la tuyauterie avec une pression de 350 bars au cas où il y aurait un blocage du dispositif.

Nous nous sommes fixés comme objectifs d'améliorer l'installation en nous appuyant sur les apports de la mécatronique, en l'occurrence :

### Intégration de nouvelles fonctions:

- surveillance et diagnostic,
- sécurité et redondance,
- communication et commandes décentralisées.

### Amélioration des performances :

- précision (pas ou peu de dérives),
- contrôle des boucles d'asservissements,
- optimisation des réseaux correcteurs (algorithmes avancés),
- modification de paramètres en fonctionnement,
- linéarisation, compensation de bande morte.

### Simplification d'utilisation :

- disponibilité (produits configurables en stock),
- échanges standard sans réglage complexes,
- création d'options à coûts réduits,
- facilité de maintenance (maintenance conditionnelle),
- réduction des coûts de câblage,
- communication avec les autres composants.

Les solutions proposées tout au long de ce travail s'articulent autour des points suivants :

- Remplacer le limiteur de pression manuel par un limiteur proportionnel à commande électrique,
- Installer un distributeur électrique,
- Installer des manomètres électroniques avec alarme,
- Installer un filtre avec by-pass,
- Concevoir un système de commande et de contrôle,
- Utiliser un automate programmable,
- Concevoir un pupitre de commande,
- Concevoir une alarme.

Ainsi le mémoire est structuré en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons le banc d'essai, son schéma, ses différents éléments, et quelques exemples de tests sur les composants hydrauliques avec les paramètres pris en compte, ainsi que les solutions proposées, citées précédemment.

Dans le deuxième chapitre, nous exposerons le nouveau banc d'essai (intégrant les solutions proposées) avec les nouveaux composants (filtre, distributeur, manomètre), la carte et le logiciel de commande du limiteur, l'automate programmable, la conception de circuits électriques et d'un pupitre pour la commande et le contrôle des différents composants ainsi que la conception d'une alarme, en précisant les caractéristiques, et en justifiant nos choix.

Dans le troisième chapitre, nous présenterons la programmation selon GRAFCET traduit en langage contact, de l'automate TSX NANO 07.

Le mémoire s'achève par des conclusions et des perspectives.

# Chapitre 1

Présentation du banc d'essai ALFAPIPE

## 1.1-Introduction :

Les bancs d'essai hydraulique sont utilisés par les fabricants de composants hydrauliques, et en maintenance, afin de tester par stimulation artificielle, les conditions réelles de sollicitation de ces organes. On mesure les caractéristiques de fonctionnement statique et/ou dynamique des composants hydrauliques testés, notamment :

- Les conditions d'ouverture/fermeture de clapet,
- La performance des pompes et turbines hydrauliques,
- La mesure des contraintes hydrauliques résultantes ;

Ce qui permet un contrôle de leurs performances.

Dans ce chapitre, nous allons aborder la conception du banc d'essai de l'Unité ALFAPIPE, traiter de ses défauts, et exposer une solution alternative.

## 1.2-Le banc d'essai de l'Unité ALFAPIPE :

Le banc d'essai hydrostatique de l'Unité ALFAPIPE/Annaba est un banc qui comporte un moteur électrique asynchrone triphasé qui entraîne deux **(02)** pompes (l'une à pistons radiaux et l'autre à palettes), deux **(02)** limiteurs de pression manuels, un **(01)** réservoir d'huile d'une capacité totale de cent **(100)** litres, un **(01)** clapet anti-retour, un **(01)** manomètre, un **(01)** distributeur hydraulique manuel 4/2, et un **(01)** circuit de tuyauteries de diamètre Ø38 mm à l'aspiration et de diamètre Ø25 mm au refoulement pour la pompe à clapets, et de diamètre Ø20 mm à l'aspiration et de diamètre Ø14 mm au refoulement pour la pompe à pistons.

Le réseau est de diamètre Ø14 mm du clapet anti-retour jusqu'aux sorties A et B



Figure 1.1-La table de travail, les sorties A et B et les limiteurs de pression



Figure 1.2-Le circuit hydraulique

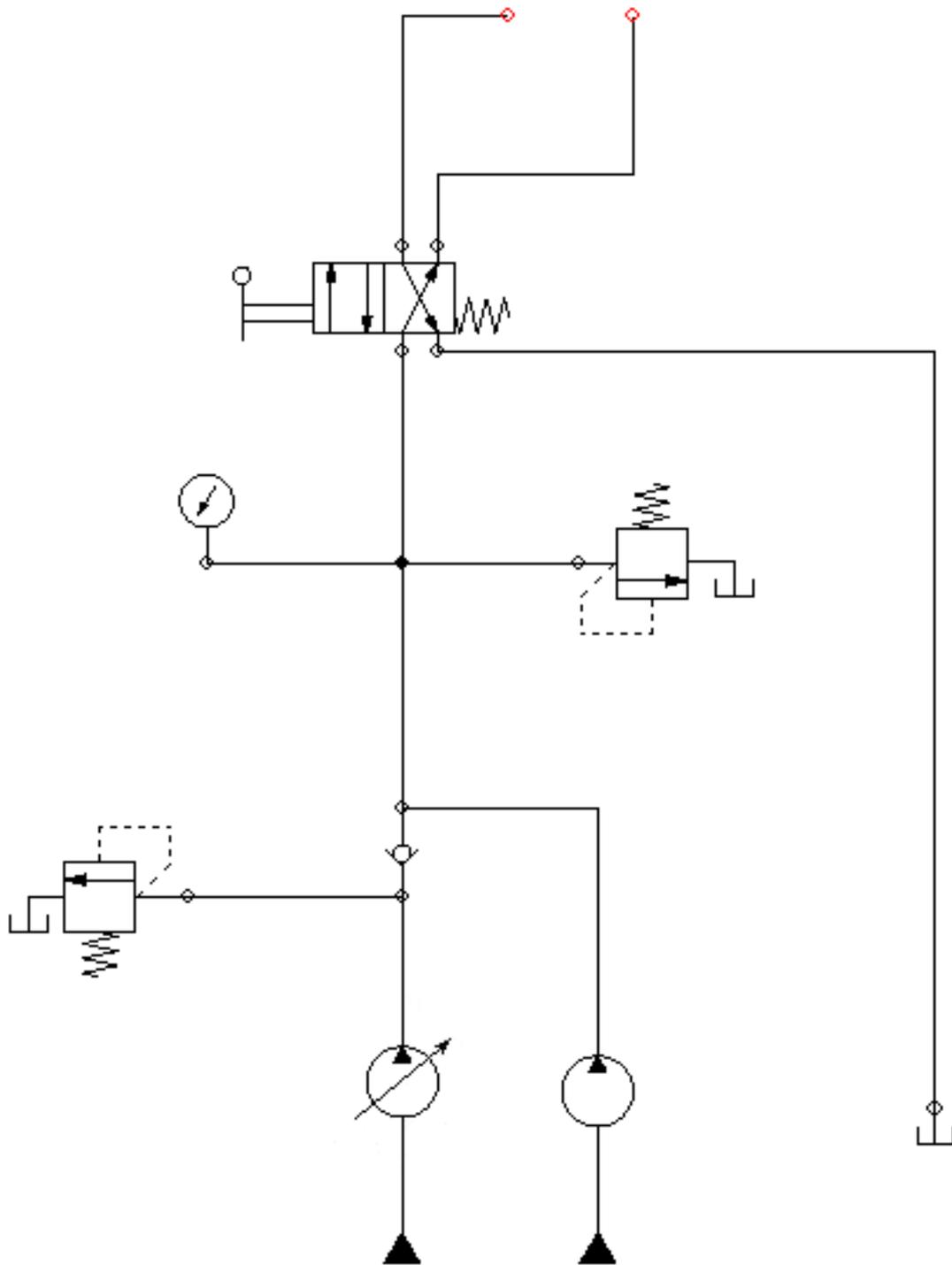
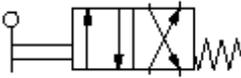
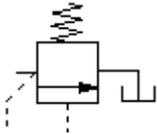
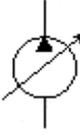


Figure 1.3-Schéma hydraulique du banc d'essai

Tableau 1.1-Désignation des symboles hydrauliques

symboles	désignations
	Distributeur 4/2 à commande manuelle avec ressort de rappel
	Limiteur de pression
	réservoir
	manomètre
	Clapet anti-retour
	Pompe hydraulique à cylindrée fixe
	Pompe hydraulique à cylindrée variable
	Alimentation hydraulique

### 1.3-Description des composants actuels :

#### 1.3.1-Le moteur électrique : [1]

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie. Sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien ; il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil.

Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'empilages de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

Caractéristiques techniques :



Figure 1.4-Moteur électrique

Puissance : 8,8 KW    Tensions : (220/380) V    Fréquence : 50 Hz    Intensités : (30,4/17,5) A  
 Vitesse : 1450 tr/min    Nombre de phases : ph 3    Cos  $\varphi$  : 0,87    Poids : 133 Kg.

1.3.2-Les pompes :

Une pompe permet de transformer l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique. En pratique, il s'agit souvent d'augmenter la pression du fluide.

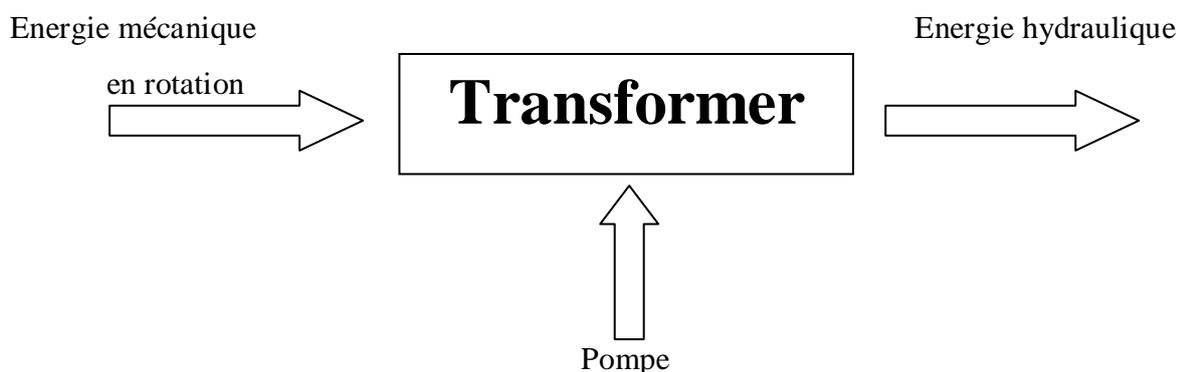


Figure 1.5-Fonctionnement de la pompe

Le banc d'essai est équipé de deux (02) pompes hydrauliques accouplé à un (01) moteur électrique (voir moteur). Une pompe à palette et une pompe à piston, la première sert essentiellement à remplir le circuit d'huile car elle a un débit plus important alors que la seconde, qui sert à élever la pression (jusqu'à 350 bars).

#### 1.3.2.1-La pompe à palettes :



Figure 1.6-Pompe à palettes du banc d'essai

#### Caractéristiques techniques : [2]

- Référence : 1PV2V3-30/63,
- Pression maximale : 63 bars,
- Débit maximal : 70 litres/min.

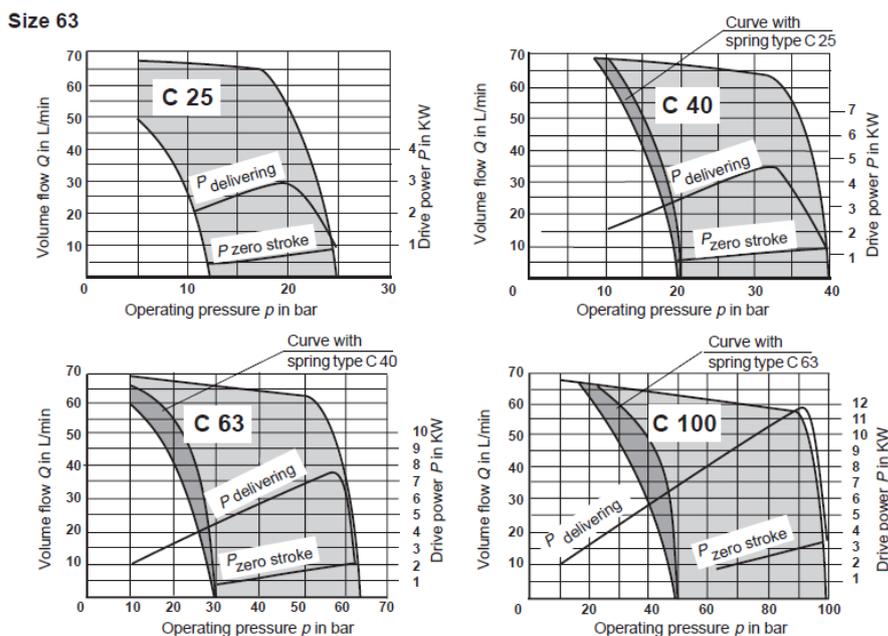


Figure 1.7-Abaques de performance [2]

Présentation et Principe de fonctionnement :

La pompe est rotative ; le rotor est muni de plusieurs lames (les palettes) qui coulisent radialement et assurent le transfert du fluide pompé. La pompe à palettes est une pompe de transfert volumétrique. Elle est constituée par un corps en fonte à l'intérieur duquel se trouvent un stator (fixe) et un rotor en acier qui tourne tangentiellement au stator. Solidaires du rotor, les palettes peuvent coulisser, et sont maintenues en contact avec les parois du stator par un jeu de ressorts et grâce à la force centrifuge.

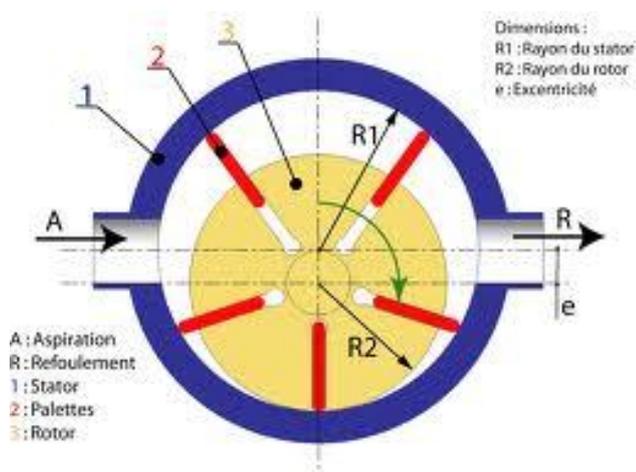


Figure 1.8-Coupe de pompe à palettes

Les dernières générations de pompes permettent d'atteindre des pressions de l'ordre de 320 bars; elles disposent d'une compensation de l'effort des palettes sur la face intérieure du stator par équilibrage hydrostatique sous les palettes ; la force d'appui est proportionnelle à la pression de refoulement grâce à des canaux dans le rotor qui permettent de transmettre sous les palettes la pression de refoulement. La génératrice de tangence rotor-stator divise le corps de la pompe en trois parties notées I, II et III.

Le domaine I est relié à l'enceinte à vide par une canalisation G ; le domaine III est en liaison avec l'atmosphère par une soupape A recouverte d'un bain d'huile qui assure l'étanchéité de A et la lubrification des parties mobiles. Lorsque l'espace I d'admission est en expansion, l'espace II qui est clos est en expansion, puis en compression. Lorsque la pression en III est supérieure à la pression de la soupape, celle-ci est soulevée et les gaz refoulés.

#### Particularité géométrique :

Comme le stator cylindrique (ou ovale) a un rayon de courbure supérieur à celui du rotor, les deux **(02)** surfaces (rotor - stator) ne peuvent se rapprocher parfaitement au point haut, comme le fait le piston dans son cylindre. Dans le cas des liquides incompressibles, cette limitation est mineure (recirculation neutre d'un petit volume de liquide), mais elle se traduit par un taux de compression faible avec les gaz compressibles, et réduit l'efficacité des projets de moteurs à palettes à combustion. Notons que la quasiturbine est un cas limite avec des palettes à débattement imperceptible, dont les surfaces du rotor et du stator peuvent se marier exactement l'une contre l'autre, pour produire un taux de compression élevé.

#### 1.3.2.2-Pompe à pistons radiaux :



Figure 1.9-Pompe à pistons radiaux du banc d'essai

Caractéristiques techniques : [3]

Référence : PF1 R2 0/7-12-9,45MG

Pression : 350 bars

Elles se composent essentiellement du corps (1), de l'arbre à excentrique (2) et des éléments de pompe (3), composés chacun de la valve d'aspiration (4), de la valve de refoulement (5) et du piston (6).

Processus d'aspiration et de refoulement : [3]

Les pistons sont disposés radialement par rapport à l'arbre à excentrique (2). Le barillet (7) guide le piston (6) et le ressort (8) l'appuie sur l'arbre à excentrique (2). Le mouvement descendant du piston (6) augmente le volume utile (9) dans le barillet (7), ce qui a pour effet de créer une dépression qui soulève la lamelle de la valve d'aspiration (4.1) de l'arête d'étanchéité. Simultanément s'établit la liaison entre la chambre d'aspiration (10) et le volume utile (9), qui se remplit de fluide. Lors du mouvement ascendant du piston (6), la valve d'aspiration se ferme et la valve de refoulement (5) s'ouvre, ce qui provoque l'écoulement du fluide vers le système par l'orifice de refoulement (P).

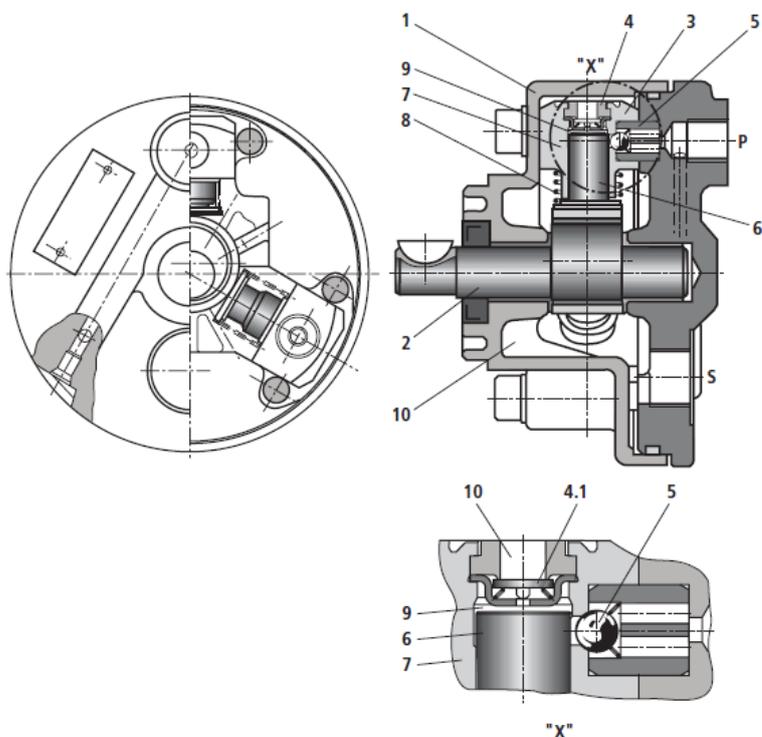


Figure 1.10-Coupe de la pompe à pistons radiaux

### 1.3.3-Limiteur de pression :



Figure 1.11-Les limiteurs de pression du banc d'essai

Les limiteurs de pression sont des appareils normalement fermés ; leur mission est de limiter la pression dans une installation afin de protéger les appareils et tuyauteries contre un éclatement ou une surcharge. C'est pour cette raison qu'on les nomme aussi limiteur de pression maximale ou soupape de sécurité. Ils sont commandés par la pression du circuit et dirigent le débit à contrôler dans le réservoir lorsque la pression de réglage est atteinte. La figure 1.12 représente un limiteur de pression; ces limiteurs se composent essentiellement d'un corps (1) du ressort de réglage (2) du clapet conique avec amortisseur (3) et de l'élément de réglage (4).

#### Fonctionnement :

L'orifice (P) reçoit la pression du circuit à contrôler, l'orifice (T) correspond à la décharge d'huile directement reliée au réservoir. Le clapet (3) demeure plaqué contre son siège par l'action du ressort (2). Lorsque la pression provoque sous le clapet (3) une force supérieure à celle exercée par le ressort de réglage, celui-ci se soulève de son siège ; l'huile coule alors de la canalisation (P) vers (T) et évite toute élévation de la pression dans le circuit. Lorsque la pression chute, la force de pression devient inférieure à celle du ressort et le clapet (3) se referme. Le coussin d'huile en dessous du clapet joue le rôle d'un amortisseur et limite sensiblement les vibrations du clapet.

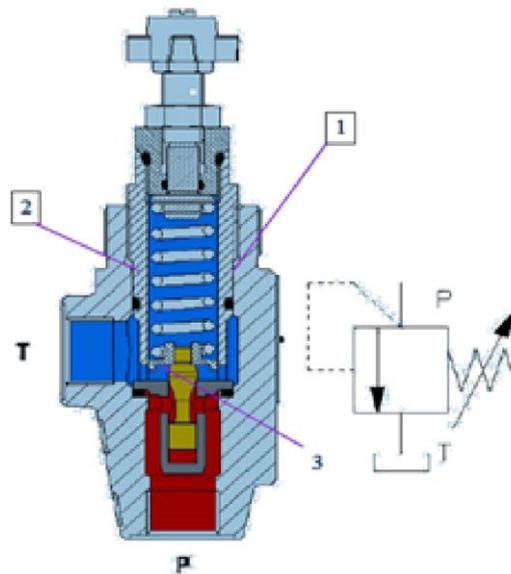


Figure 1.12-Schéma d'un limiteur de pression

#### 1.3.4-Présentation d'un clapet anti-retour :



Figure 1.13-Clapet anti-retour du banc d'essai

Un clapet anti-retour est un dispositif permettant de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque. Il permet le passage d'un liquide, d'un gaz, d'air comprimé, dans un sens et bloque le flux si celui-ci venait à s'inverser.

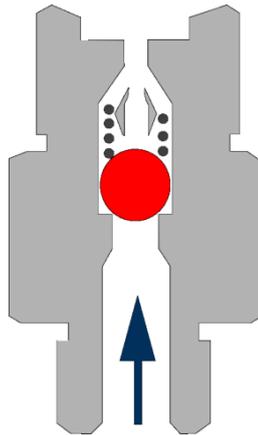


Figure 1.14-Schéma d'un clapet anti-retour à bille

### 1.3.5-Manomètre :

Le manomètre permet de connaître la pression du fluide dans le circuit. On l'utilise le plus souvent pour effectuer le contrôle de la pression de service du système ; associé à un régulateur de pression, il permet d'effectuer le réglage de celui-ci. Le choix du calibre s'effectue selon la pression de service à mesurer. Le calibre doit être environ 50% supérieur à la pression normale du circuit.

Exemple : 0 – 150 bar / 0 – 300 bar.

### 1.3.6-Le distributeur :



Figure 1.15- Distributeur 4/2 manuel du banc d'essai

Il est destiné à distribuer le fluide hydraulique (TASFALOUT 22B) sous pression venant de la pompe vers l'utilisation (vérin ou moteur hydraulique).

Etude du fonctionnement du système :

- **ROUGE** : l'huile sous pression,
- **BLEU** : l'huile sans pression (circuit de retour),
- Sens de déplacement du vérin dans chaque position.

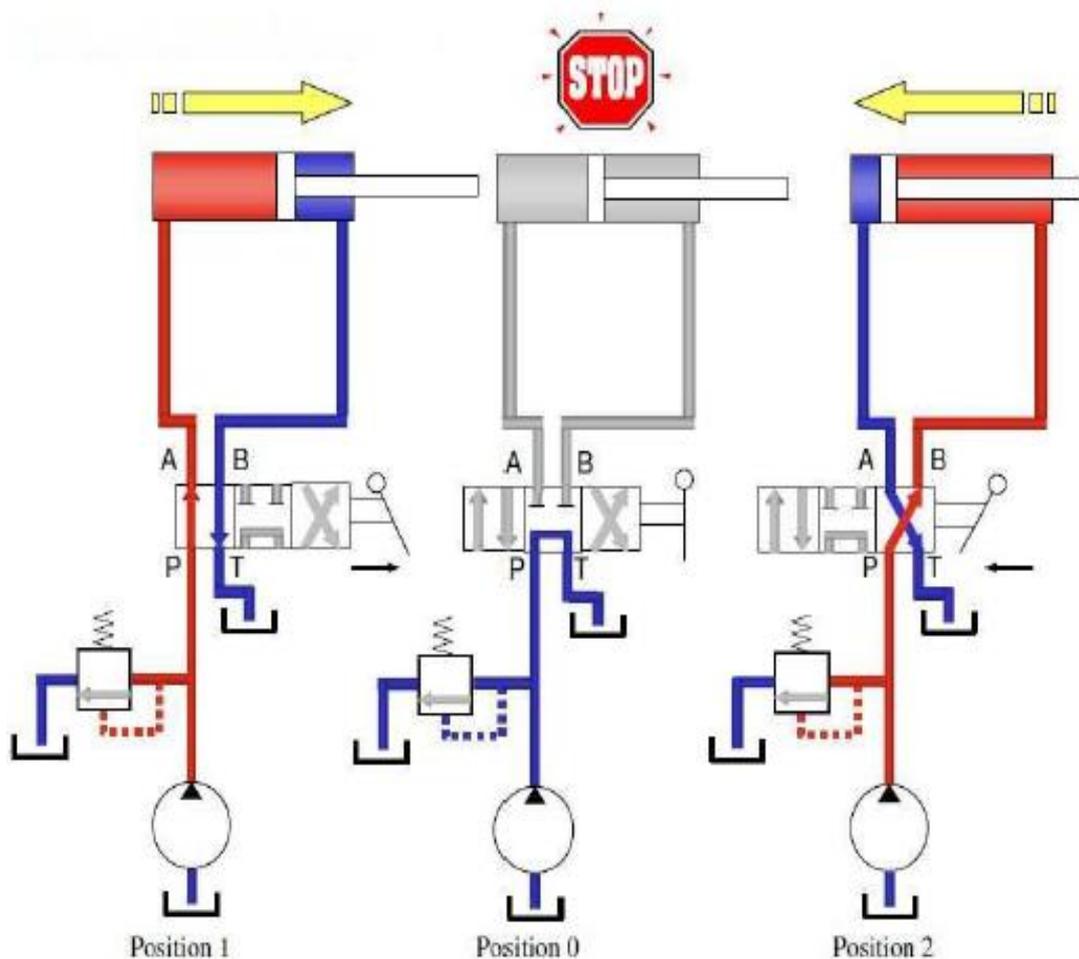


Figure 1.16-Fonctionnement d'un distributeur

#### 1.4-Les différents tests effectués sur le banc d'essai :

Le banc sert à tester l'étanchéité des composants réparés à l'atelier ; ainsi ils sont soit validés, soit révisés à nouveau. La plupart de ces composants sont des vérins hydrauliques double effet, des clapets anti-retour ou des distributeurs.

### 1.4.1-Test de vérin : [4]

On branche un orifice du vérin à la sortie du banc d'essai et on le soumet à une pression équivalente à 150% de sa pression nominale sur une durée de trente (30) secondes à une (01) minute ; on observe à l'autre orifice (échappement) s'il y a des fuites d'huile ; on inverse ensuite le sens pour contrôler le joint sur ses deux côtés.

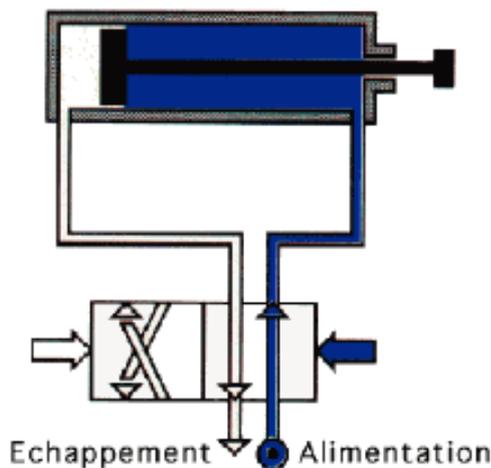


Figure 1.17-Test de vérin

Le vérin est opérationnel s'il n'y a aucune fuite, sinon il sera vérifié de nouveau.

### 1.4.2-Test de clapet : [4]

Comme pour les vérins, on branche le clapet sur sa sortie, et on le soumet à une pression de 150% de la pression nominale pendant trente (30) secondes à une (01) minute et on vérifie visuellement l'étanchéité à l'entrée.

## 1.5-Conclusion :

Dans ce chapitre ; nous avons passé en revue la présentation du banc d'essai, ses différents composants et quelques exemples des déroulements de tests. Avec cette configuration, les résultats des tests ne sont pas fiables et les opérateurs manquent de sécurité. Un changement du mode de fonctionnement, ainsi que de nouveaux composants, l'installation d'alarme et la création d'un pupitre de commande s'impose, c'est ce qui sera présenté au chapitre suivant.

# Chapitre 2

Nouvelle conception

## 2.1-Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de présenter les nouveaux composants du banc, les nouveaux schémas hydraulique et électrique, et d'exposer le principe de fonctionnement. Le pilotage des tests se fera à l'aide d'une commande électronique ; cette dernière a pour rôle le contrôle précis de la pression du test, et le circuit électrique pour contrôler les différents composants ainsi que permettre une meilleure sûreté de l'installation.

Le système fonctionnera de la manière suivante :

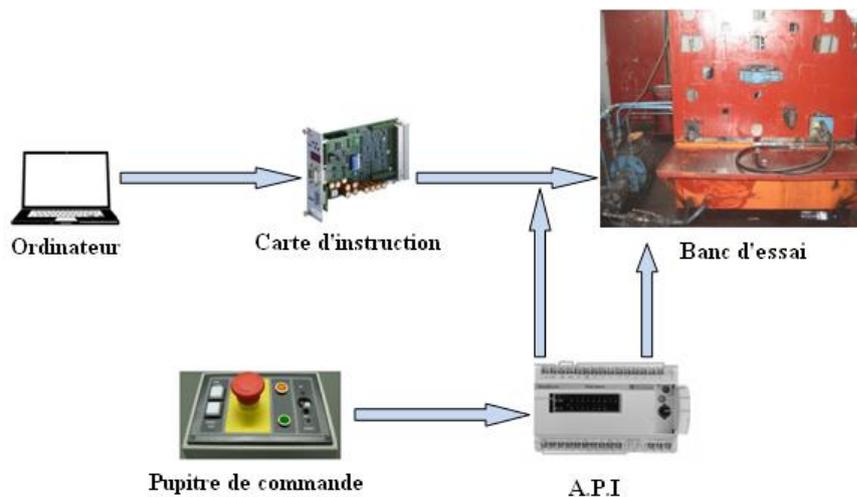


Figure 2.1-Synoptique de fonctionnement

L'automate contrôle le passage de la consigne de la carte d'instruction à l'aide d'un relais électromécanique de 24v.

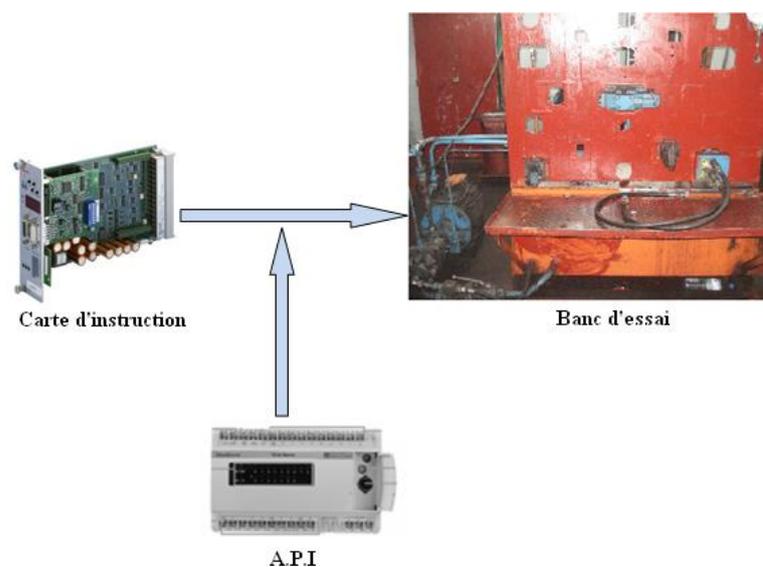


Figure 2.2-Contrôle de passage de la consigne

Les différents composants que nous nous proposons d'utiliser sont décrits ci-après :

## 2.2- Le filtre :

Les filtres hydrauliques sont des éléments indispensables dans les circuits hydrauliques, aussi bien pour leur précision, que pour préserver la durée de vie de ses composants.

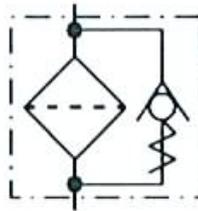


Figure 2.3-Filtre avec by-pass incorporé

### 2.2.1- Choix du filtre :

Le filtre choisi est un filtre sous pression REXROTH "ABZFD-S0400-03N-400-1X/M-DIN" équipé de by-pass avec indicateur de pollution, de grosseur de filtration à 3  $\mu\text{m}$  et de pression nominale de 400 bars. Le choix est justifié par les deux conditions suivantes :

- Pression de tests pouvant atteindre 350 bars,
- Sensibilité des composants en hydraulique proportionnelle qui nécessite une filtration entre 3  $\mu\text{m}$  et 5  $\mu\text{m}$ .

Nous avons opté pour une filtration sur le refoulement, pour protéger efficacement les composants situés après la pompe, ce qui est indispensable en hydraulique proportionnelle. [5]

### 2.2.2- Principe de fonctionnement : [6]

Les filtres sous pression sont appropriés pour le montage direct dans les tuyaux. Le plus souvent, ils sont montés devant les appareils de commande ou de régulation à protéger. Ils sont composés essentiellement de la tête de filtre (1), du pot de filtre visible (2), de l'élément filtrant (3) ainsi que de l'indicateur de pollution mécano-optique (4) et de la vanne by-pass (5). Via l'orifice A, le fluide hydraulique est amené à l'élément filtrant (3) et y est nettoyé. Les particules polluantes filtrées se déposent dans le pot de filtre (2) et l'élément filtrant (3). Via l'orifice B, le fluide hydraulique filtré passe au circuit

hydraulique. Le boîtier du filtre et tous les éléments de connexion sont conçus de sorte que les pointes de pression - comme celles pouvant se produire par exemple lors de l'ouverture immédiate de grands distributeurs par la masse fluide accélérée – peuvent être absorbées en sécurité. Le modèle standard des filtres sous pression comprend un indicateur de pollution mécano-optique (4).

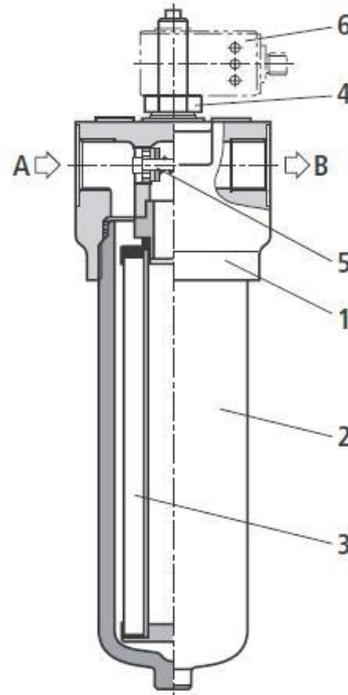


Figure 2.4-Schéma du filtre hydraulique

### 2.3-Le limiteur de pression proportionnel à action directe :

Les limiteurs de pression agissent sur le niveau de pression dans les installations hydrauliques et peuvent être commandés à distance, au moyen d'une commande électrique proportionnelle. Ils protègent les installations contre un dépassement de la pression maximale admissible.

### 2.3.1-Principe de base : [7]

Le réglage de la pression dans le système est garanti par un limiteur de pression proportionnelle à action directe REXROTH " DBET-X6-/350YG24XEJV ", présenté dans la figure 2.5.

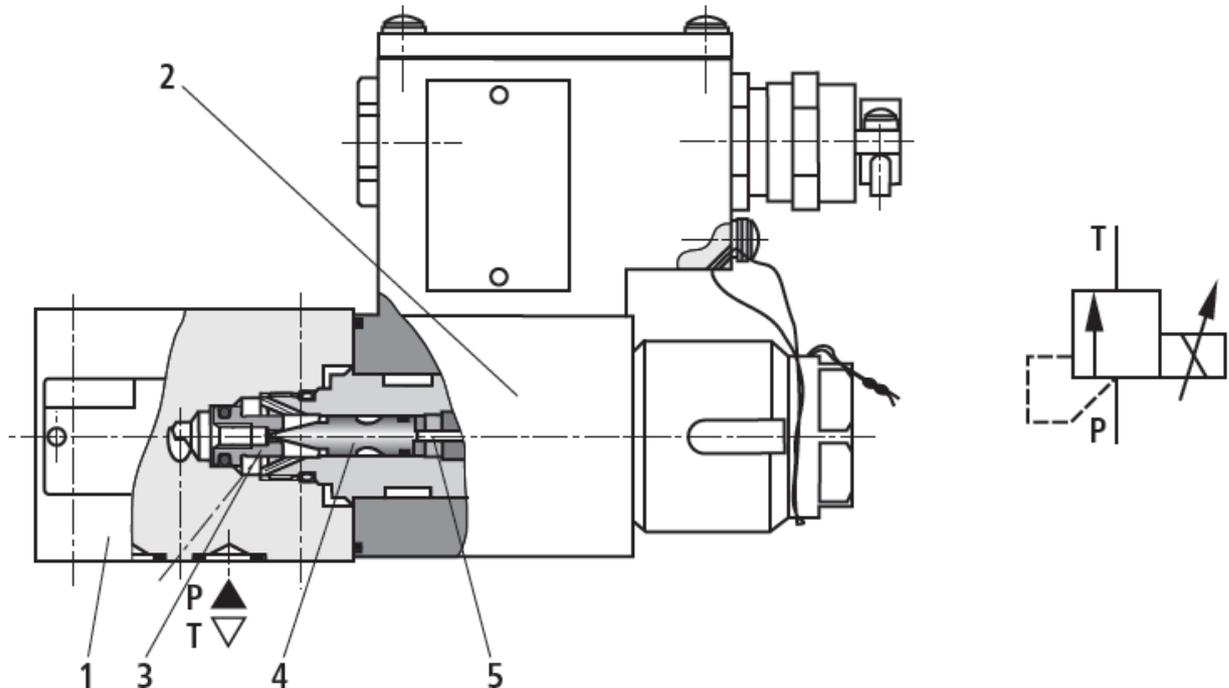


Figure 2.5-Limiteur de pression proportionnelle à action directe

La valeur de consigne est prescrite au niveau de l'amplificateur de pilotage. En fonction de la valeur de consigne, l'amplificateur électronique pilote la bobine avec le courant électrique. L'aimant à action proportionnelle convertit le courant électrique en une force mécanique qui agit via le poussoir d'induit (5) sur le pointeau (4). Le pointeau (4) appuie sur le clapet (3) et bloque la liaison entre l'orifice P et l'orifice T ou Y. Si la force hydraulique exercée sur le pointeau (4) est identique à la force de l'électroaimant, la valve régule la pression à la valeur pré-réglée (pression de consigne). Le pointeau (4) se soulève du clapet (3) et le fluide peut ainsi s'écouler de l'orifice P vers T ou Y. Lorsque la valeur de consigne est nulle, l'électroaimant à action proportionnelle (2) n'est alimenté qu'avec un courant de pilotage minimum permettant une pression de réglage minimale.

L'étage principal est calibré pour laisser passer le débit de l'installation. L'étage de commande est un limiteur de pression à commande proportionnelle. Selon les appareils et les réglages des paramètres de la carte électronique, une consigne d'entrée de « 0V ÷ 10V » permettra d'obtenir par exemple, une pression de « 0 ÷ 350 » bars [8]. La courbe de performance du limiteur de pression est présentée sur la figure 2.6.

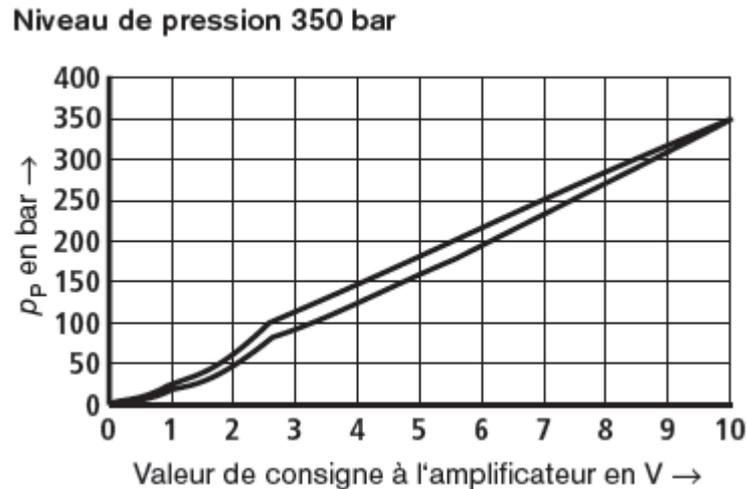


Figure 2.6-Abacques de performance limiteur de pression proportionnelle

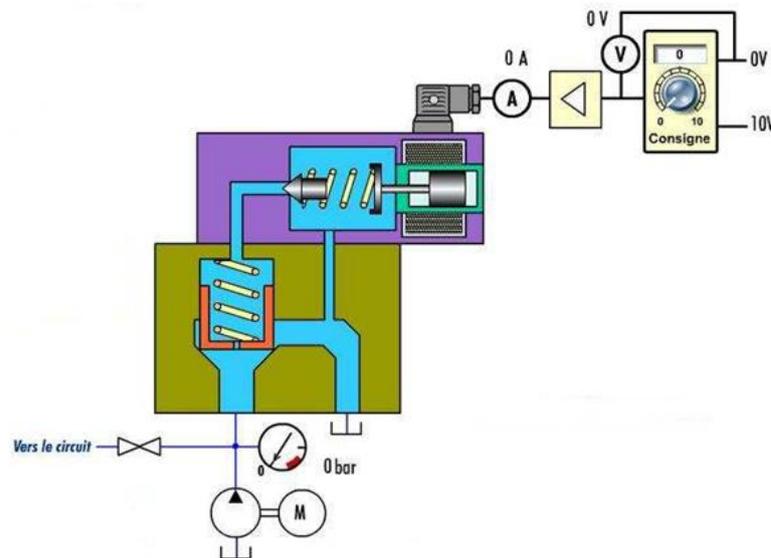


Figure 2.7-Principe de fonctionnement d'un limiteur de pression proportionnel

### 2.3.2-Choix du limiteur de pression :

Le choix s'est tourné vers un limiteur de pression proportionnel à action direct d'une pression de service de 350 bars ; il sera contrôlé avec la carte VT-HACD-1-1X/V0/1-0-0 et le logiciel BODAC.

### 2.4-La carte de consigne et de régulation numérique : [9]

La carte que l'on a choisi est une carte du constructeur REXROTH (Figure 2.8) modèle VT-HACD-1-1X/V0/1-0-0 qui offre plusieurs avantages tels que :

- Possibilité de diagnostic (fonction oscilloscope),
- Sortie d'essai paramétrable,
- Affichage frontal avec touches de paramétrage et modification ainsi que pour le diagnostic,
- Entrées analogiques de tension ( $\pm 10$  V, 0...10 V) et courant (0...20 mA, 4...20 mA) commutable sans cavalier par logiciel,
- Nombreuses possibilités d'enchaînement de signaux et commutations,
- Régulation en cascade (par ex. régulation de la position avec régulation pression/force en bouclage) possible,
- Emploi comme carte de régulation à régulateur PIDT1 et boucle d'asservissement en option,
- Nombreuses possibilités de paramétrage d'adaptation des consignes,
- Utilisation de systèmes numériques de mesure de course SSI ou de capteurs incrémentiels,
- Aucun convertisseur, du fait de l'interface standard RS232,
- Emploi d'un câble de raccordement standard 1:1.



Figure 2.8-Carte de consigne REXROTH

#### 2.4.1-Accessoires requis :

- Logiciel BODAC: Référence de commande du CD: SYS-HACD-BODAC-01 (R900777335) ou téléchargement gratuit par Internet [www.boschrexroth.com/hacd](http://www.boschrexroth.com/hacd),
- Câble d'interface: Jeu de câbles VT-HACD-1X/03.0/ HACD-PC (R900776897) ou câble 1:1 courant dans le commerce,

- Adaptateur USB en option VT-ZKO-USB/S-1-1X/V0/0,
- Type de fiche 6ES7972-0BA42-0XA0 pour PROFIBUS DP, réf. art. R901312863.

## 2.5-BODAC :

La base du fonctionnement de la HACD est la création d'un fichier de paramètres. Le fichier de paramètres comprend la structure de blocs de la HACD où sont établis les enchaînements des variables. Les fichiers de paramètres sont créés dans BODAC.

Le fichier de paramètres peut être créé hors ligne pour être ensuite transmis à la HACD à l'aide d'un ordinateur.

Cette étude par logiciel se fait selon les étapes suivantes :

1. Choix de la HACD,
2. L'application est définie à l'aide de la structure de blocs,
3. Réglage des paramètres (capteurs, régulateurs...),
4. Les données sont transmises à la HACD,
5. Enregistrement des données dans la mémoire flash,
6. Le réglage et le déroulement sur la machine font l'objet d'une optimisation au niveau de la machine.

### 2.5.1-Configuration informatique requise :

- Windows XP, Windows Vista, Windows 7,
- Utilisation typique de la mémoire 64 MB,
- Capacité libre du disque dur 250 MB.

### 2.5.2-Interface de service :

- RS 232.

## 2.6-Contrôle de pression avec la carte VT-HACD-1-1X/V0 :

A l'exécution du logiciel BODAC une fenêtre s'affiche pour choisir la carte à contrôler.

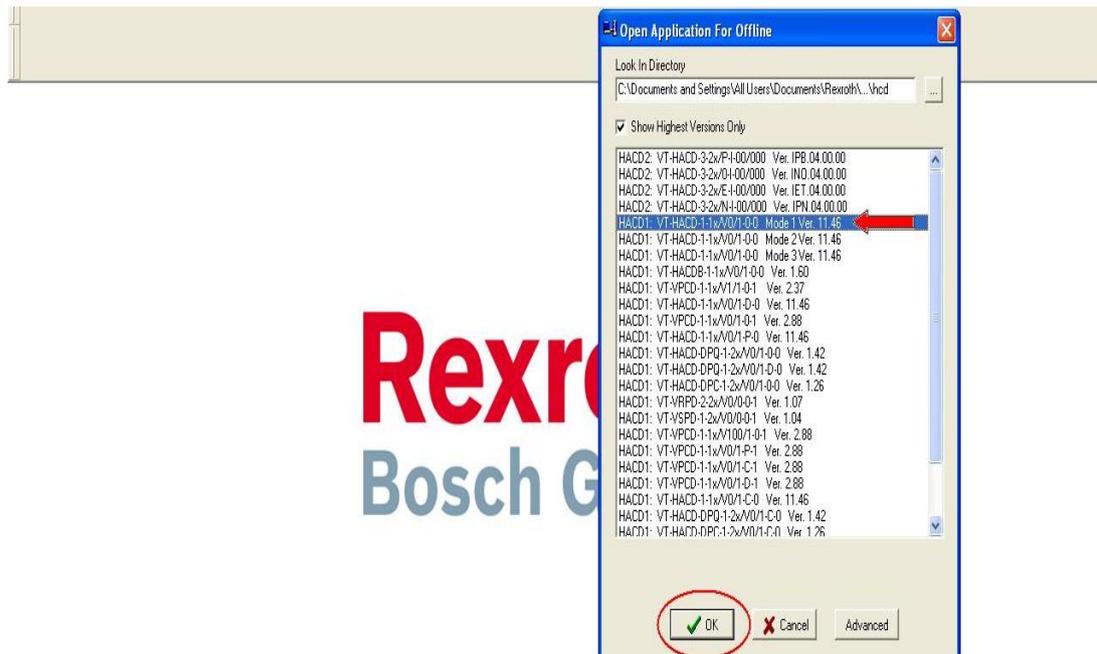


Figure 2.9-Fenêtre du choix de la carte à contrôler

Il existe 3 modes de fonctionnement :

Mode 1 :

32 blocs sont fixés et codés et peuvent être appelés en utilisant des combinaisons numériques. Ce mode peut être utilisé pour le contrôle en boucle fermé de la vitesse, force, ou de la pression.

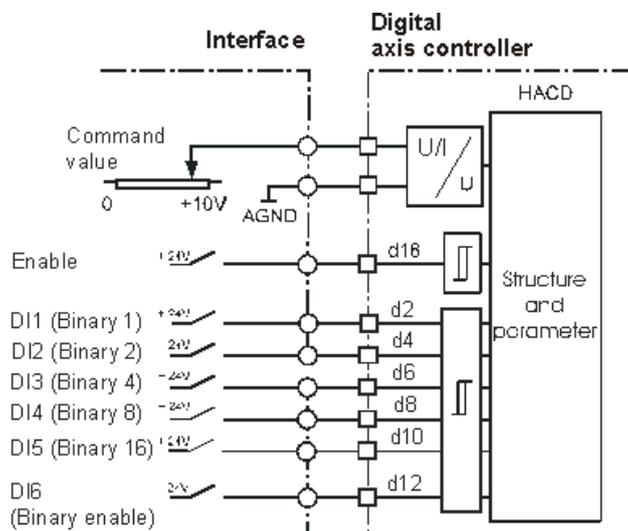


Figure 2.10-La carte en mode 1

Mode 2 :

C'est un mode pré-réglé pour le contrôle de position ; ce mode prend en charge le mouvement entre un point A et un point B avec ou sans accélérations, par exemple pour contrôler des vérins.

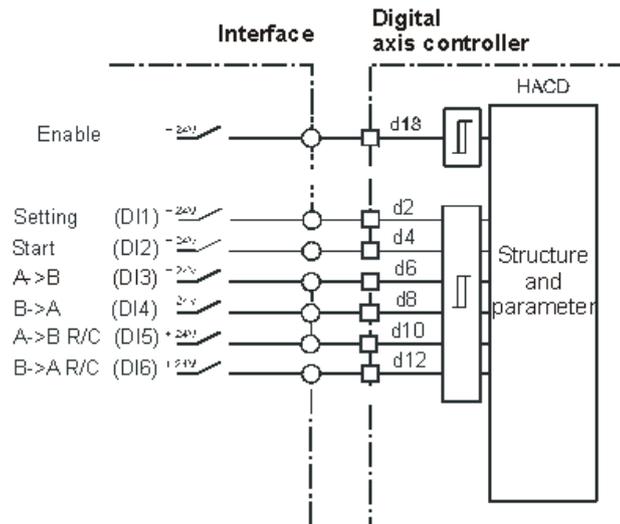


Figure 2.11-La carte en mode 2

### Mode 3 :

Mode avec programmation manuelle qui permet une grande personnalisation de tous les paramètres à contrôler.

Pour notre opération, on choisi le « mode 1 ».

Une fois la carte choisie, une fenêtre de confirmation apparait ; on confirme en cliquant sur OK.

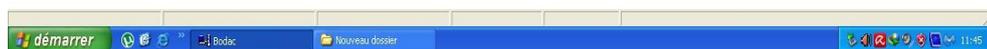
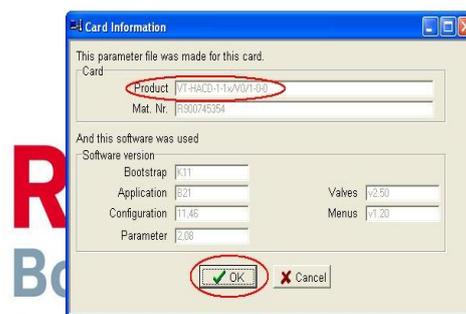


Figure 2.12-Fenêtre de confirmation

On clique sur « application screens » sur la barre d'outils, ensuite sur loops. La boucle de régulation apparait avec les différents modes de réglages. Pour le réglage en analogique on clique sur l'icône « Analog I/O ».

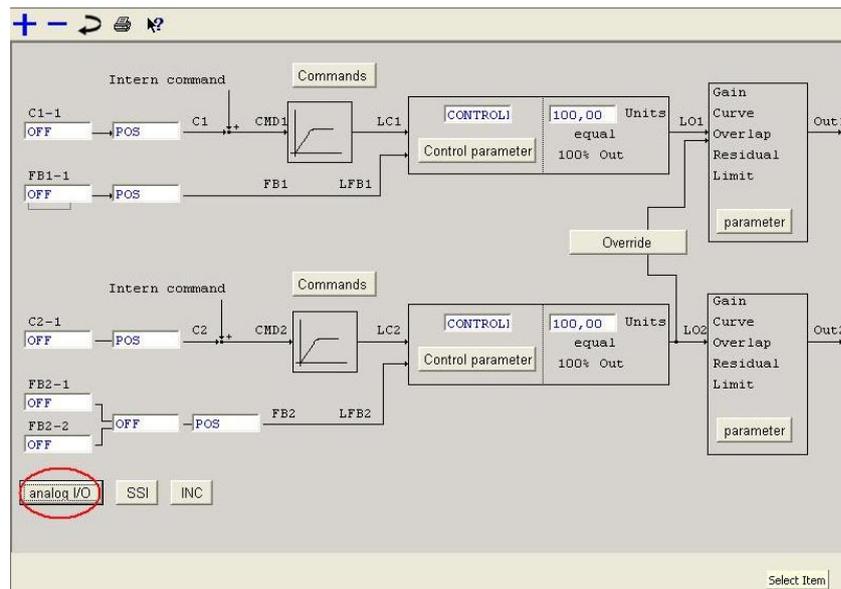


Figure 2.13-Fenêtre Loops

Une fenêtre apparaît qui affiche la valeur de consigne d'entrée, la consigne du limiteur de pression proportionnel étant de « 0V ÷ 10V ». En supposant que le limiteur est branché à la carte sur l'entrée AI1, on enregistre sur -type- la valeur « 0V ÷ 10V » et sur -range- « 0 ÷ 100% » avec le minimum sur 0 V et le maximum sur 10 V.

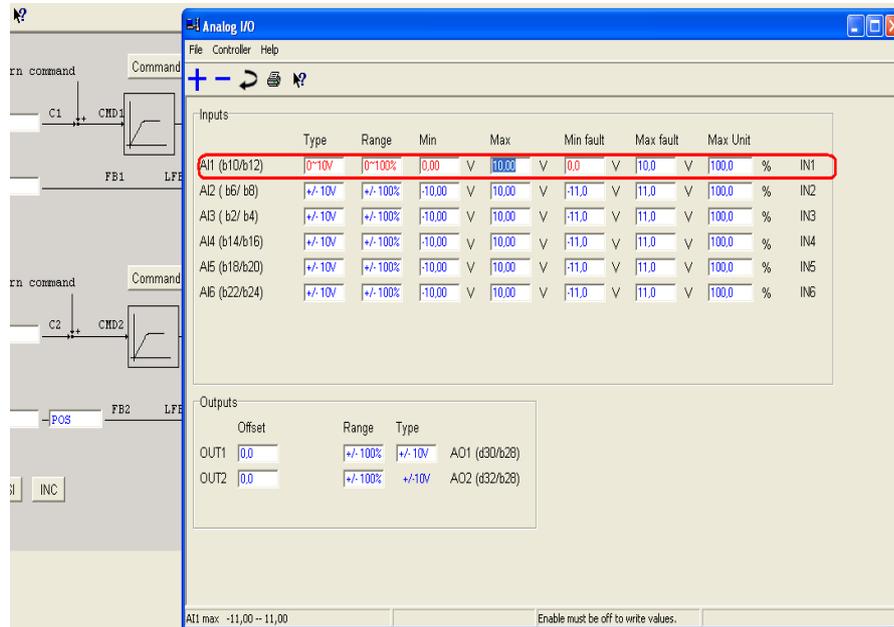


Figure 2.14-Fenêtre de réglage analogique

On revient ensuite sur le schéma de la boucle de régulation, on sélectionne le mode contrôle et on pourra régler la consigne en pourcentage « 0-100% », ce qui vaut « 0 bar ÷ 350 bars » sur le limiteur.

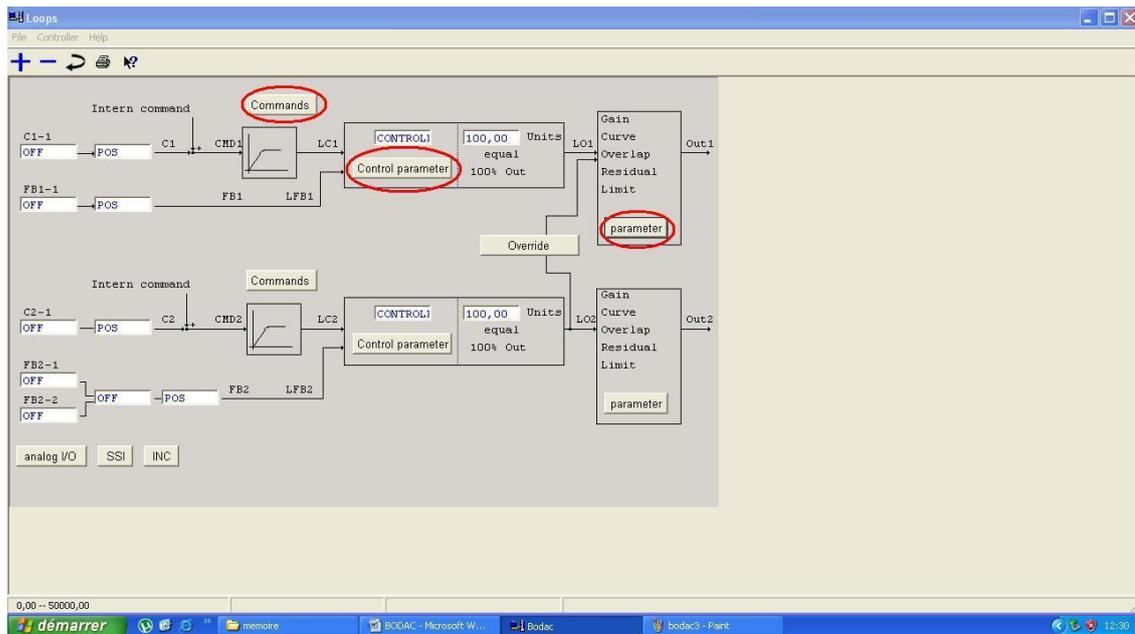


Figure 2.15-La boucle avec les réglages mis à jour

## 2.7-Le distributeur : [10]

Pour l'automatisation du système, l'utilisation d'un distributeur à commande électrique s'impose ; nous avons choisi un distributeur 4/2 à commande électrique REXROTH de Type WE 6 dont les particularités sont les suivantes :

- Distributeur à tiroir à action directe, à commande par électroaimant pour utilisation spécifique en atmosphère explosive,
- Plan de pose selon DIN 24340 forme A6, sans alésage de fixation (standard),
- Plan de pose selon ISO 4401 - 03 - 02, avec alésage de fixation,
- Bobine d'électroaimant orientable de 90°,
- Branchement électrique par connecteur individuel avec connecteur femelle,
- Avec commande manuelle de secours masquée, optionnelle.

### 2.7.1-Fonctionnement : [10]

Les distributeurs du type WE sont des distributeurs à tiroir à commande électromagnétique. Ils commandent le passage, l'arrêt et le sens d'écoulement du fluide. Les distributeurs se composent essentiellement du corps (1), d'un ou deux électroaimants (2), du tiroir de distribution (3) et d'un ou deux ressorts de rappel (4). Au repos, le tiroir de distribution (3) est maintenu en position médiane ou en position initiale par les ressorts

de rappel (4). La commande du tiroir de distribution (3) est assurée par des électroaimants à bain d'huile (2). Pour garantir un fonctionnement impeccable, il faut veiller à ce que la chambre de pression de l'électroaimant soit remplie d'huile. La force de l'électroaimant (2) agit par l'intermédiaire du poussoir (5) sur le tiroir de distribution (3) et pousse ce dernier hors de sa position de repos dans la position finale souhaitée, libérant ainsi le sens d'écoulement  $P \rightarrow A$  et  $B \rightarrow T$  ou  $P \rightarrow B$  et  $A \rightarrow T$ . Après désexcitation de l'électroaimant (2), le tiroir de distribution (3) est ramené dans sa position de repos par le ressort de rappel (4). Une commande manuelle de secours (6), optionnelle, permet de déplacer le tiroir de distribution (3) sans excitation de l'électroaimant.

### 2.7.2-Coupe : [10]

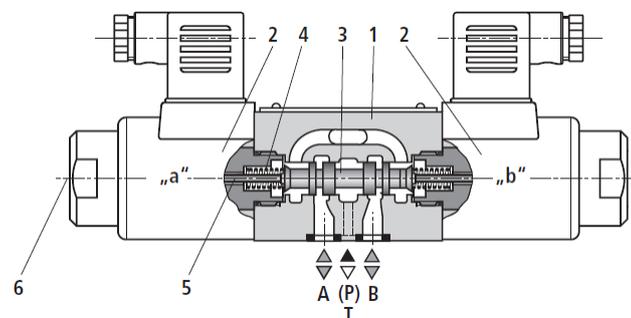


Figure 2.16-Coupe du distributeur

## 2.8-Les manomètres :

Pour la sécurité des opérateurs, nous avons opté pour un changement des anciens manomètres par de nouveaux plus précis, et qui disposent d'une alarme en cas de surpression. Ces manomètres seront installés juste avant les limiteurs de pression pour indiquer la pression, mais aussi pour lancer une alarme au cas où ces derniers se bloquent.

### 2.8.1-Choix du manomètre : [11]

Le choix est basé sur le DPI 104 de GE Sensors and Measurement, disponible sur notre marché, et qui convient parfaitement à notre application ; il offre les caractéristiques suivantes :

- 0.05% de précision à grande échelle,
- Gammes de pression à 10000 psi (700 bars),

- Grand affichage facile à lire à cinq chiffres,
- L'indication de la pression en pourcentage avec graphique à barres pour référence visuelle,
- Température compensée précision de 14 ° F à 122 ° F (-10 ° C à 50 ° C),
- Test de commutateur de pression, Min / Max, tare et des fonctions d'alarme,
- Positions de montage réglables,
- IDOS compatibles avec l'interface RS 232 et la capacité de mise en réseau,
- Sortie Alarme : Max. 24V / 250 mA.



Figure 2.17-Manomètre DPI 104

## 2.9-Automate programmable :

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les préactionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. [12]

### 2.9.1-Choix de l'automate :

Selon les critères du système, nous proposons l'emploi de l'automate TSX NANO 07 de SCHNEIDER Electric en raison de sa disponibilité, de son prix économiquement abordable, et surtout qui convient parfaitement au nombre d'actions à effectuer et à sa facilité de programmation.

Nous avons choisit plus précisément le modèle de base, à savoir celui comportant 10 (entrées/sorties) non extensibles, du fait que l'on n'a pas un nombre important de dispositifs à gérer.

### 2.9.2-Description : [13]

L'automate TSX NANO 07 non extensible comprend en face avant :

1. Une prise (1) pour raccordement du terminal de programmation (ou bus Uni-Telway ou liaison série),
2. Une visualisation :
  - des entrées 0 à 7 ou 0 à 11,
  - des sorties 0 à 5 ou 0 à 7,
  - de l'état automate (RUN, ERR, COM, I/O).
3. Un raccordement de l'alimentation secteur,
4. Une alimentation capteurs (24 V/150 mA),
5. Un raccordement des capteurs d'entrées,
6. Un raccordement des préactionneurs de sorties,
7. Un cache amovible pour protection des borniers à vis,
8. Un point de réglage analogique.

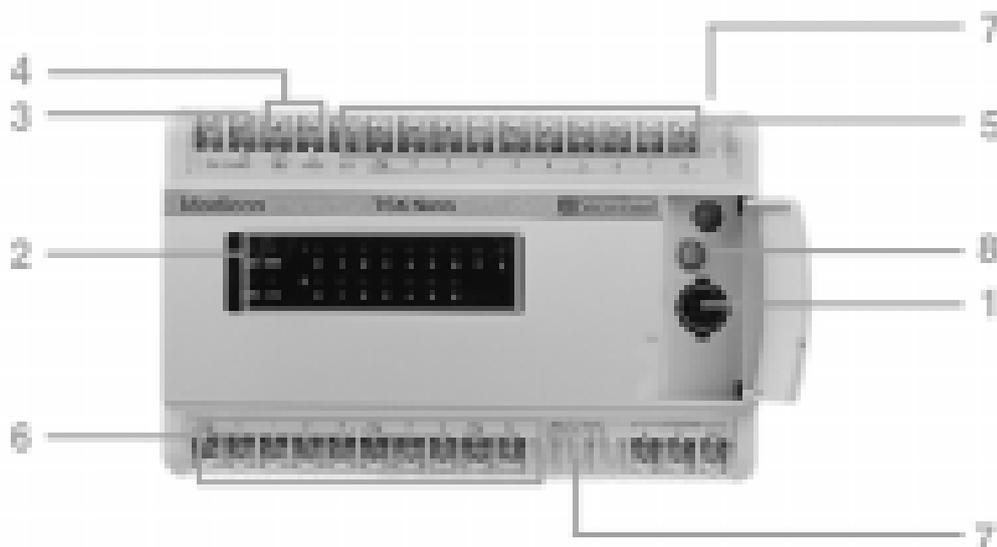


Figure 2.18-Automate TSX NANO 07

## 2.10-Schéma hydraulique :

Suite aux changements des composants, le nouveau schéma hydraulique devient comme suit :

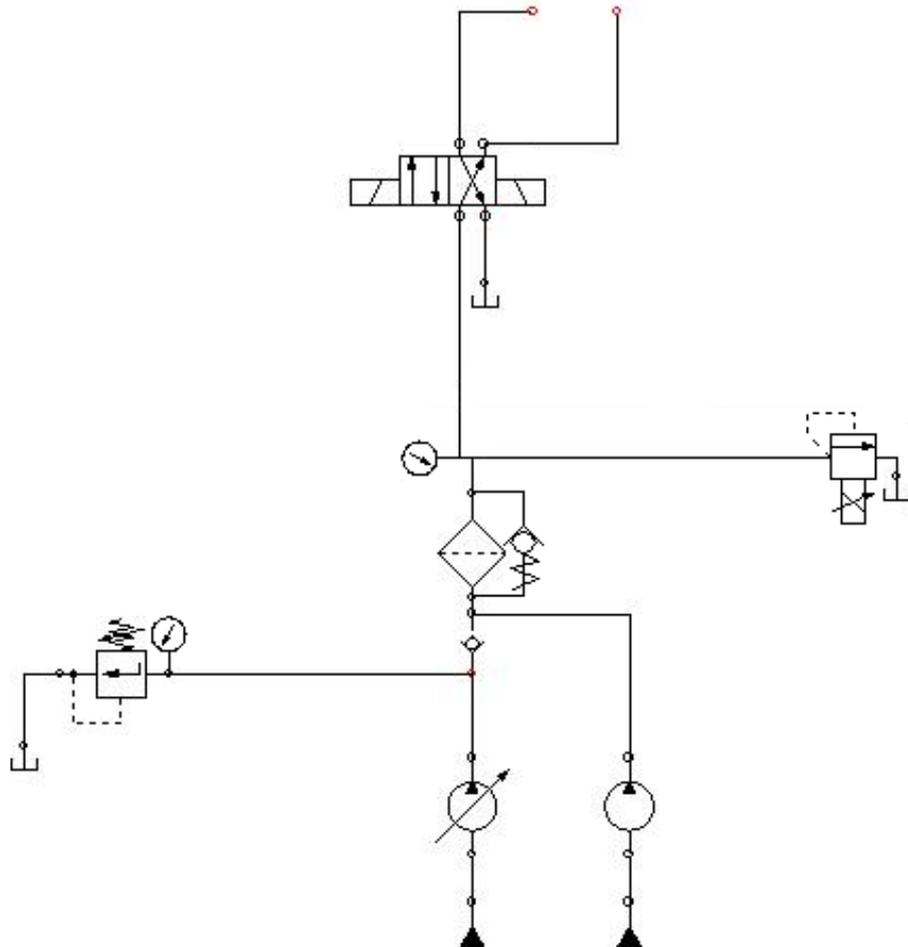


Figure 2.19-Nouveau schéma hydraulique du banc d'essai

## 2.11-Schémas de commande électrique :

Pour la commande des nouveaux équipements du banc d'essai, la mise en place d'un circuit électrique de commande s'impose, un réseau pour la mise en marche et l'arrêt du moteur et un autre pour contrôler le distributeur hydraulique.

### 2.11.1-Circuit de commande du démarrage et arrêt du moteur :

Le schéma ci-dessous montre le démarrage et l'arrêt du moteur à l'aide de deux boutons poussoirs.

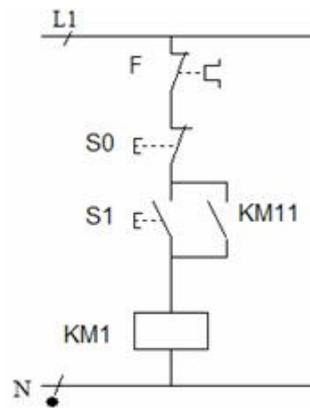


Figure 2.20-Schéma électrique du démarrage et d'arrêt du moteur

Avec :

F : contact auxiliaire du relais thermique,

S<sub>0</sub> : bouton poussoir arrêt,

S<sub>1</sub> : bouton poussoir marche,

KM1 : bobine du contacteur,

KM11 : contact auxiliaire du contacteur.

### 2.11.2-Circuit de commande du distributeur hydraulique :

On utilise un distributeur hydraulique 4/2 bistable avec 2 électro-aimants ; ces deux solénoïdes ne doivent pas être alimentés simultanément ; on utilisera alors un circuit électrique avec porte logique « ou-exclusif ».

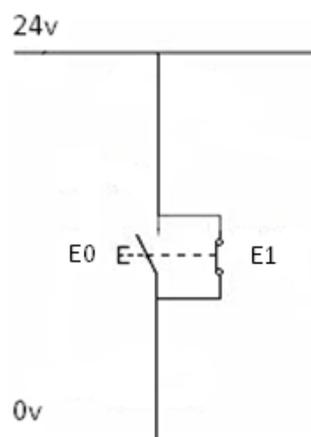


Figure 2.21-Schéma de commande du distributeur

Avec :

$E_0$  : position électro-aimant gauche excité

$E_1$  : position électro-aimant droite excité

## 2.12-Conception du pupitre de commande :

Le pupitre de commande sert à commander le banc d'essai à distance ; d'après nos besoins, nous devons avoir cinq (5) boutons qui disposent des fonctions suivantes :

- Interrupteur de mise sous tension,
- Bouton pour démarrer le test,
- Bouton pour choisir le sens du test « contrôle du distributeur »,
- Bouton de remise à zéro du test,
- Bouton d'arrêt d'urgence.

Il doit posséder aussi un indicateur lumineux (vert) qui s'allume pour indiquer que le dispositif est sous tension et un indicateur lumineux d'alarme (orange).

Suivant ces exigences, nous proposons le pupitre de commande représenté dans la figure 2.21.



Figure 2.22-Le pupitre de commande

### 2.13-Conception de l'alarme :

En cas de suppression du banc d'essai, l'opérateur doit être averti ; nous nous proposons de réaliser une alarme, sur la base du circuit intégré « NE555 » ; elle comprend les éléments suivants :

- Un **(01)** circuit intégré « NE555 »,
- Cinq **(05)** résistances,
- Deux **(02)** diodes,
- Deux **(02)** capacités,
- Un **(01)** relais électromécanique,
- Un **(01)** transistor,
- Deux **(02)** thyristors,
- Une **(01)** ampoule,
- Une **(01)** led,
- Une **(01)** sonnerie d'alarme avec haut parleur.

La figure 2.22 ci-après illustre l'installation de l'alarme.

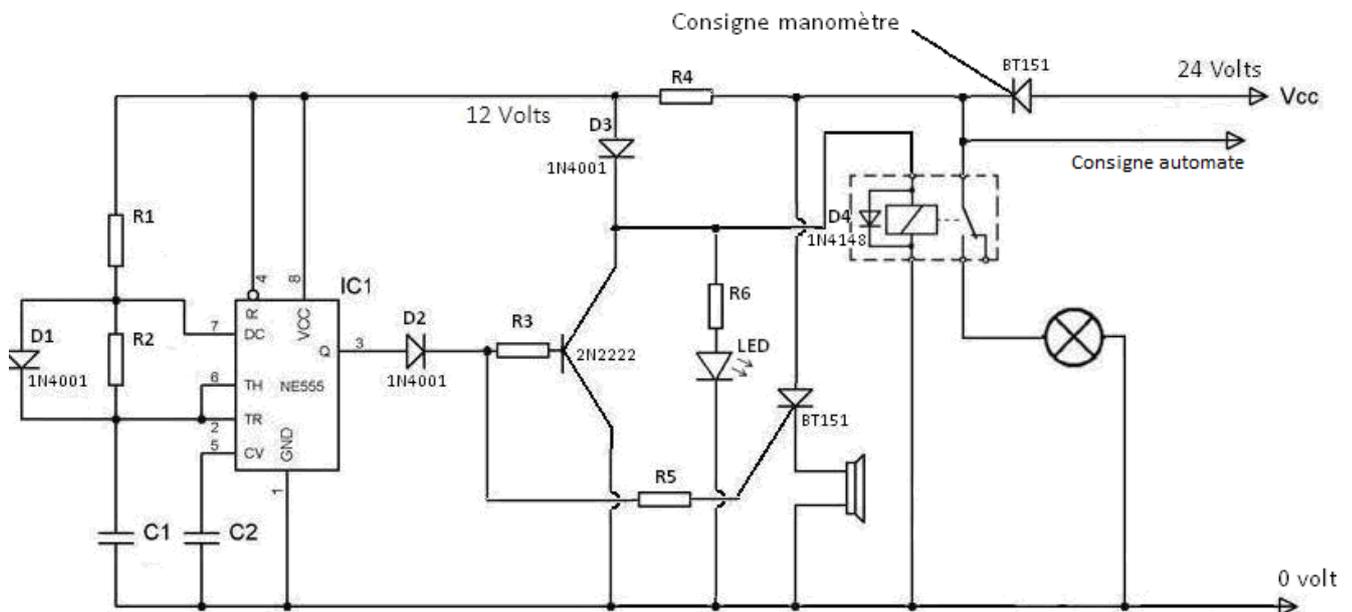


Figure 2.23-Schéma du circuit de l'alarme

### 2.13.1-Le circuit intégré « NE555 » : [14]

Le circuit intégré « NE555 », utilisé pour la temporisation ou en mode multivibrateur, est employé en raison de sa facilité d'utilisation, de sa stabilité et de son faible coût. Il contient 23 transistors, 02 diodes et 16 résistances, qui constituent quatre (04) éléments :

- deux (02) amplificateurs opérationnels de type comparateur,
- une (01) porte logique de type inverseur,
- une (01) bascule SET-RESET.

### 2.13.2-Brochage : [14]

La table suivante présente les broches présentes sur le « NE555 » :

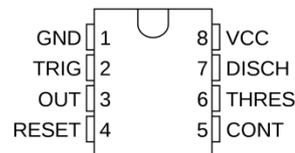


Figure 2.24-broches sur le « NE555 »

Tableau 2.1-Table des broches du « NE555 » [13]

#	Nom	Description
1	GND	Masse
2	TRIG	Gâchette, amorce la temporisation – Détecte lorsque la tension est inférieure à 1/3 de VCC
3	OUT	Signal de sortie
4	RESET	Remise à zéro, interruption de la temporisation
5	CONT	Accès à la référence interne (2/3 de VCC)
6	THRES	Signale la fin de la temporisation lorsque la tension dépasse 2/3 de VCC
7	DISCH	Borne servant à décharger le condensateur de temporisation
8	VCC	Tension d'alimentation, généralement entre 5v et 15v

Le « NE555 » peut fonctionner selon trois modes : monostable, astable ou bistable ; pour l'alarme, on utilise la fonction astable.

### 2.13.3-Fonction astable : [14]

La configuration astable permet d'utiliser le « NE555 » comme oscillateur. Deux (02) résistances et un (01) condensateur permettent de modifier la fréquence d'oscillations ainsi que le rapport cyclique. L'arrangement des composants est tel que présenté par le schéma ci-après :

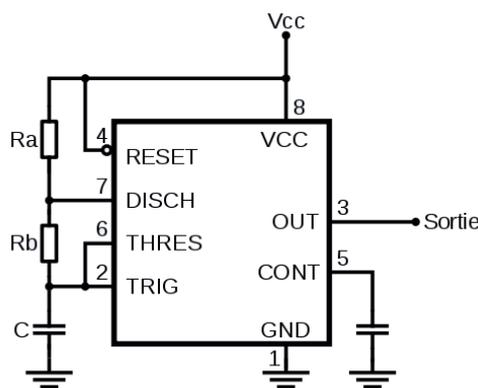


Figure 2.25-Branchement du « NE555 » en configuration astable

Dans cette configuration, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle générant un train d'impulsions perpétuelles. Une oscillation complète est effectuée lorsque le condensateur se charge jusqu'à  $2/3$  de  $V_{cc}$ , et se décharge à  $1/3$  de  $V_{cc}$ . Lors de la charge, les résistances  $R_a$  et  $R_b$  sont en série avec le condensateur, mais la décharge s'effectue à travers la résistance  $R_b$  seulement ; c'est de cette façon que le rapport cyclique peut être modifié.

La fréquence d'oscillations  $f$  se calcule selon la relation suivante :

$$f = \frac{1,44}{(R_a + 2R_b) * C} \quad (1)$$

Pour le calcul du temps haut et du temps bas, on utilise les formules suivantes : [14]

- Temps haut (s) =  $0.693 * (R_1 + R_2) * C_1$  (2)
- Temps bas (s) =  $0.693 * R_1 * C_1$  (3)
- Temps de cycle = Temps haut + Temps bas (4)

#### 2.13.4-Principe de fonctionnement de l'alarme:

Une tension  $V_{cc}$  de 24 v vient du manomètre, elle traverse la résistance R4 (diviseur de tension) pour passer à 12v (car la plage de tension du « NE555 » est comprise entre 5v ÷ 15v).

Cette tension alimente le « NE555 » branché en mode astable (voir la fonction astable), où à sa sortie "3", un transistor et un thyristor sont branchés. Le transistor a pour rôle d'exciter le relais électromécanique qui contrôle l'alimentation de l'ampoule ainsi que la led du pupitre, le thyristor à son tour alimente le système d'alarme sonore, sous l'excitation de la gâchette par la résistance R5. On obtient ainsi, un signal lumineux clignotant, et un signal sonore continu.

Nous choisissons une résistance  $R4=48$  ohms afin d'abaisser la tension de 24v à 12v.

La puissance de la résistance R4 est déterminée par la formule :

$$P=U.I \text{ où } U=12v \text{ et } I=U/R=0.25A$$

$$D'où P=3w$$

#### 2.13.5-Choix des composants :

Les valeurs des composants utilisés sont présentées dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2-Composants et leurs caractéristiques

Désignations	Caractéristiques
R1, R2, R5	10 k $\Omega$ , 1/4W
R3	4,7 k $\Omega$ , 1/4W
R4	48 $\Omega$ , 3W
R6	430 $\Omega$ , 1/2W
C1	100nF, 50V
C2	10nF, 50V
D1, D2, D3	1N4001 (50V, 1A)
D4	1N4148 (100v, 200mA)
D5	Led (3,4V, 20mA)
Transistors	2N2222 (30V, 800mA)
Thyristors	BT151F (600V ÷ 800V, 9A)
Relais	12V

### 2.13.6-Calcul du temps de cycle :

En choisissant les résistances  $R1 = R2 = 10 \text{ k ohm}$  et une capacité  $C_1$  de  $100 \text{ nf}$ , on aura d'après les formules (1 ,2 ,3) :

- $f = 0,48 \text{ Hz}$
- Temps haut =  $1,386 \text{ s}$
- Temps bas =  $0,693 \text{ s}$
- Temps de cycle =  $2,079 \text{ s}$

### 2.13.7-Calcul de la tension de sortie "3" : [15]

La tension de sortie "3" du « NE555 » est égale à  $2/3$  de  $V_{cc}$ , soit  $8 \text{ Volts}$ .

En prenant en compte les temps (haut et bas) ainsi que la tension de sortie "3", le signal prendra la forme suivante représentée dans la figure (2.26).

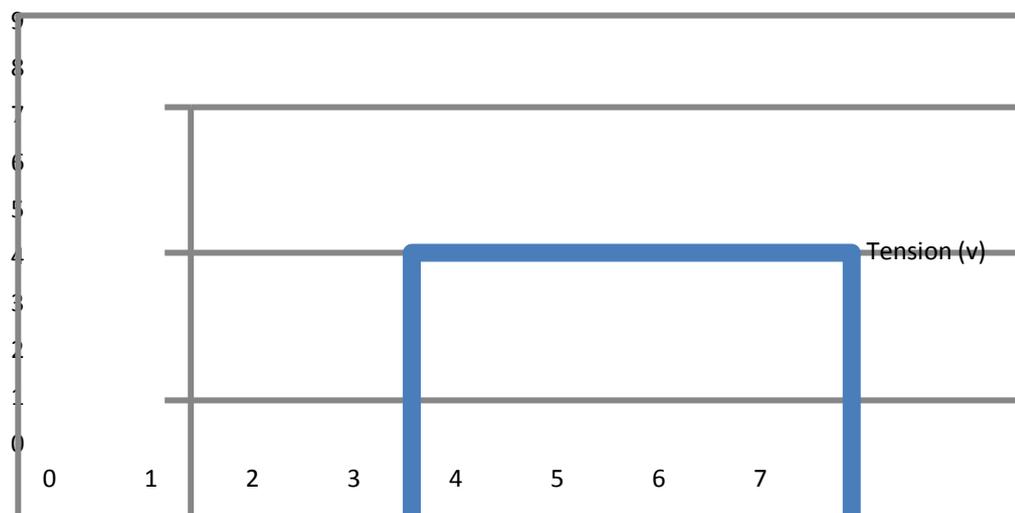


Figure 2.26-Signal de sortie "3"

### 2.14-Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu les différents équipements proposés (le filtre, le limiteur de pression proportionnel, la carte de consigne, le distributeur avec électro-aimants, les manomètres, la conception d'un pupitre de commande et d'une alarme).

Nous avons présenté le logiciel BODAC qui sert à contrôler la carte de consigne et nous avons montré les différentes étapes à suivre.

Nous avons aussi élaboré des schémas de commande électrique et un nouveau schéma hydraulique.

# Chapitre 3

Programmation de l'automate

### 3.1-Introduction :

La commande électronique du banc d'essai est réalisée à l'aide d'un api TSX NANO 07 ; nous allons présenter la partie programmation, ce qui nous conduit à la réalisation d'un GRAFCET et à la présentation du langage de programmation qu'il emploie, en l'occurrence PL7 07.

### 3.2-Le logiciel pl7 07 :

#### 3.2.1-Présentation :

Le logiciel PL7-07 permet la programmation d'une manière entièrement réversible en langage à contacts, et en langage List sur les terminaux compatibles PC (sous système d'exploitation DOS, compatible Windows 95 /Windows98/ Windows NT /Windows XP). Ce logiciel, doté d'une ergonomie de type Windows, facilite la tâche des automaticiens grâce à une saisie graphique optimisée, des fonctions d'édition, et une aide en ligne performantes.

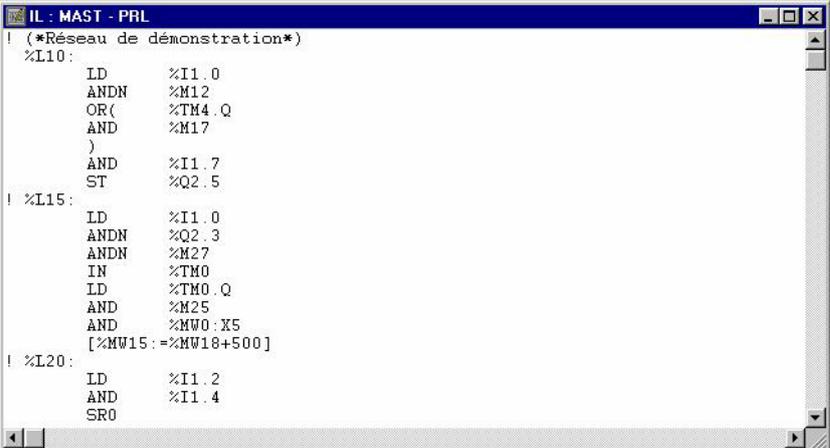
#### 3.2.2-Langages de programmation :

Le logiciel PL7 07 propose deux langages de programmation :

##### 3.2.2.1-Le langage liste (IL) :

Le langage PL7-07 liste d'instructions est un langage booléen pouvant traiter également des opérations numériques. Ce langage traduit de manière aisée les différentes représentations graphiques telles que :

- Schéma à contacts,
- GRAFCET.



```
IL : MAST - PRL
! (*Réseau de démonstration*)
%L10:
  LD      %I1.0
  ANDN   %M12
  OR(    %TM4.Q
  AND    %M17
  )
  AND    %I1.7
  ST     %Q2.5
! %L15:
  LD      %I1.0
  ANDN   %Q2.3
  ANDN   %M27
  IN     %TM0
  LD     %TM0.Q
  AND    %M25
  AND    %MW0.X5
  [%MW15:=%MW18+500]
! %L20:
  LD      %I1.2
  AND    %I1.4
  SRO
```

Figure 3.1-Exemple d'un langage liste

### 3.2.2.2-Le langage à contacts (LD) :

Ce langage graphique permet la programmation par transcription des schémas électriques et offre :

- Des symboles graphiques de base,
- Des blocs fonctions standard (temporisateurs...),
- Des blocs spécifiques (générateur d'impulsions...),
- Des blocs comparaisons et des blocs opérations (additions...).

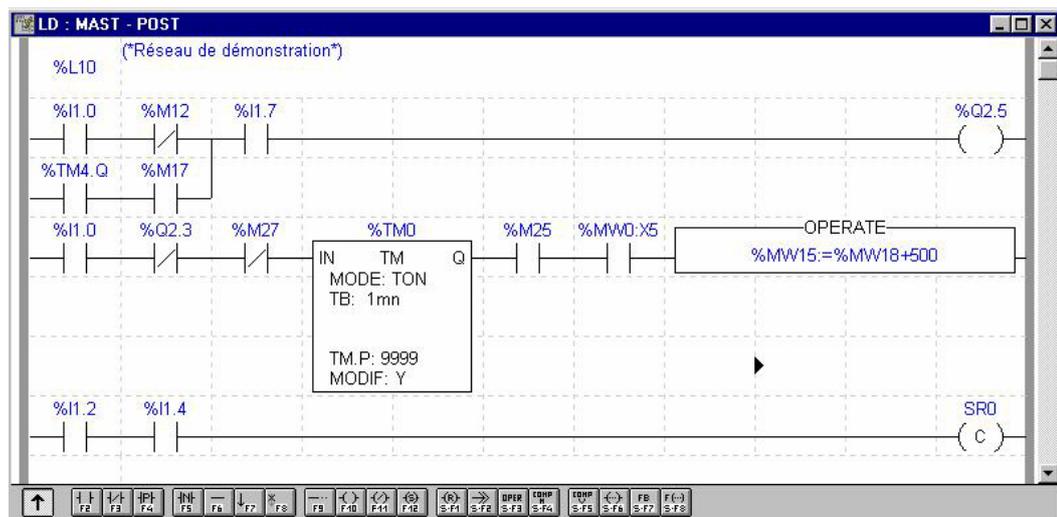


Figure 3.2-Exemple d'un langage à contacts

### 3.3-Le GRAFCET :

Le GRAFCET est un langage graphique adapté à l'expression de la partie séquentielle des automatismes de production. Cet outil est un diagramme fonctionnel utilisé pour la description du cahier des charges des automatismes logiques; il permet de décrire les fonctions remplies par l'automatisme. La représentation graphique du GRAFCET assure également un lien entre les différents intervenants, soit lors de la construction, soit lors de l'exploitation des systèmes automatisés.

Le GRAFCET est composé :

- d'étapes, qui seront associées aux actions,
- de transitions, correspondant aux réceptivités.

Son nom est l'acronyme de <graphe fonctionnel de commandes étapes/transitions>. [16]

L'élaboration du GRAFCET repose essentiellement sur les données d'entrées et de sorties.

### 3.4-Branchements sur l'automate :

Le système comprend trois (3) entrées et trois (3) sorties, les tableaux suivants montrent leur branchement sur l'A.P.I.

Tableau 3.1-Les entrées A.P.I

Abréviations	Désignations	Affectation A.P.I
E1	Début test	I1.0
E2	Remise à zéro	I1.1
E3	Alarme	I1.2

Tableau 3.2-Les sorties A.P.I

Abréviations	Désignations	Affectation A.P.I
S1	Attente	Q2.1
S2	Relais	Q2.2
S3	Commande de la pompe	Q2.3

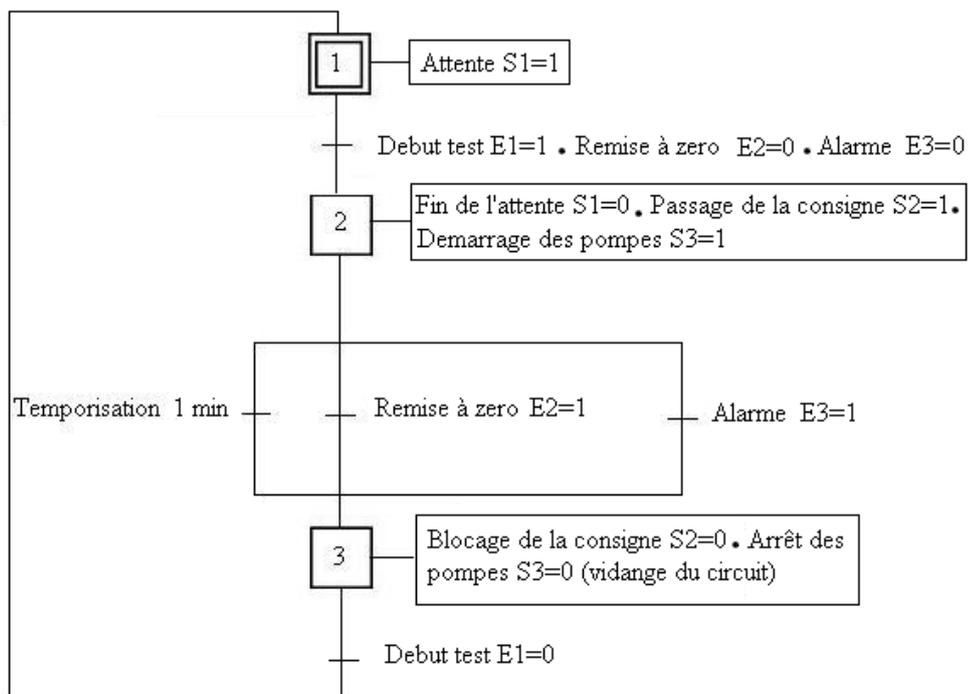


Figure 3.3-GRAFCET point de vue commande

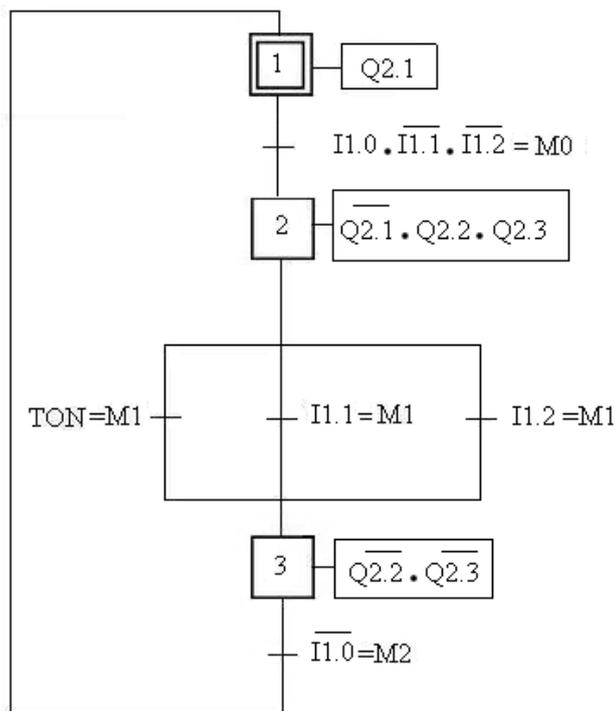


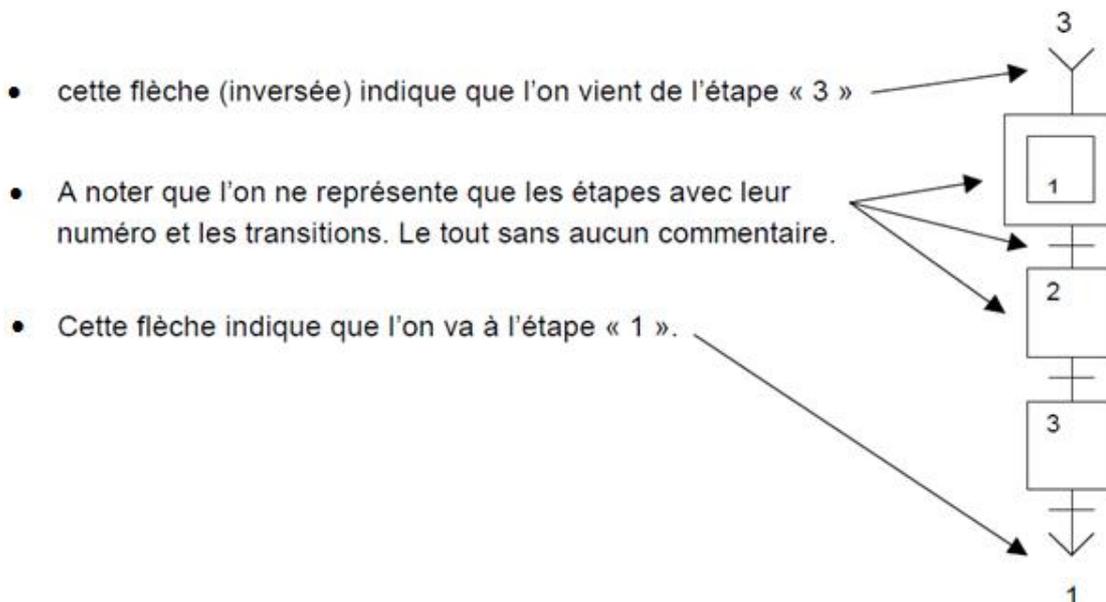
Figure 3.4-GRAFCET point de vue A.P.I

3.5-Le programme : [17]

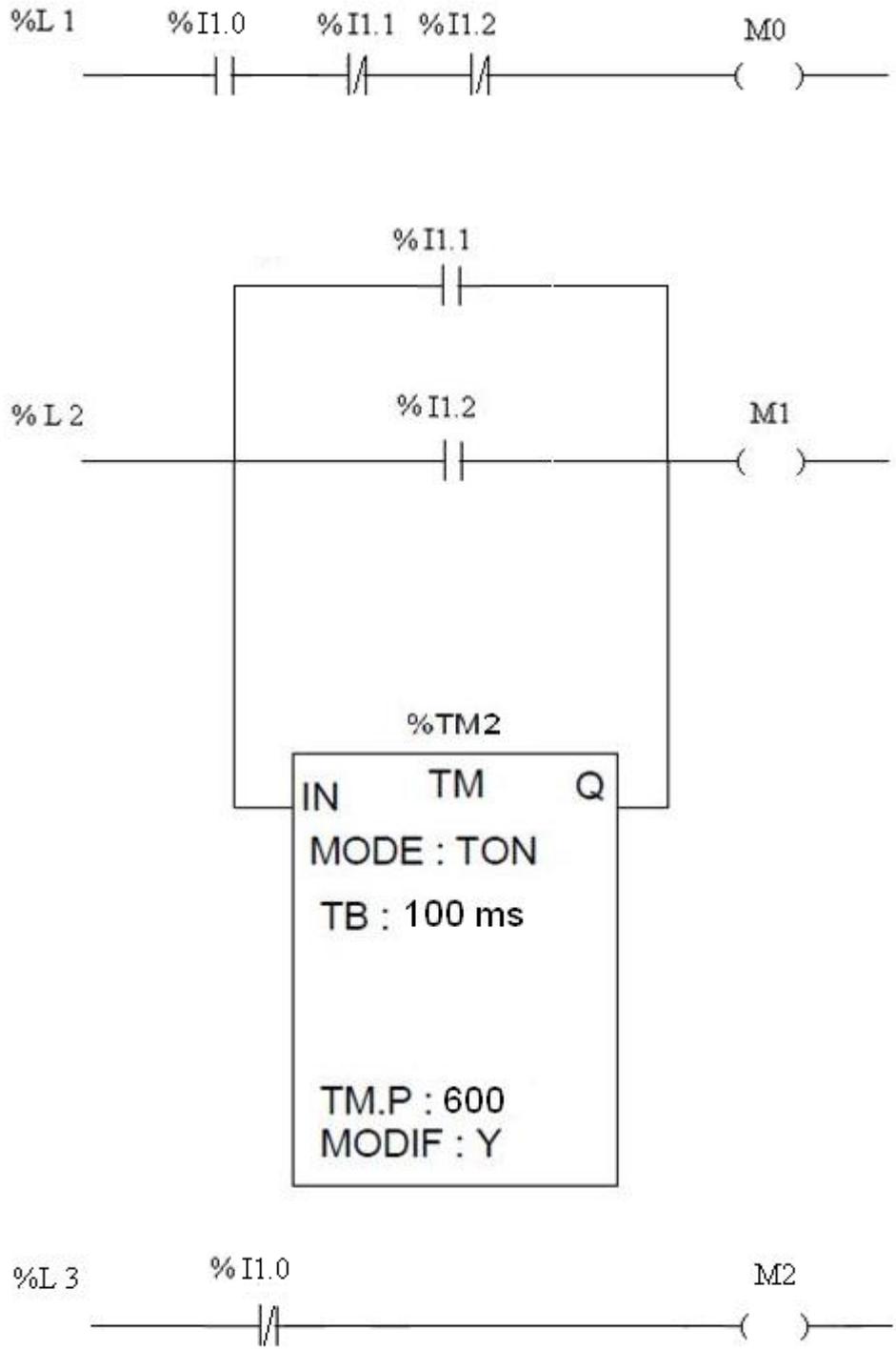
Le programme est conçu en langage contact et se déroule en quatre étapes :

- 1) La première étape, consiste à transformer le GRAFCET de manière à ce qu'il soit compréhensible par l'automate. En langage automate on appelle cette étape le « CHART »

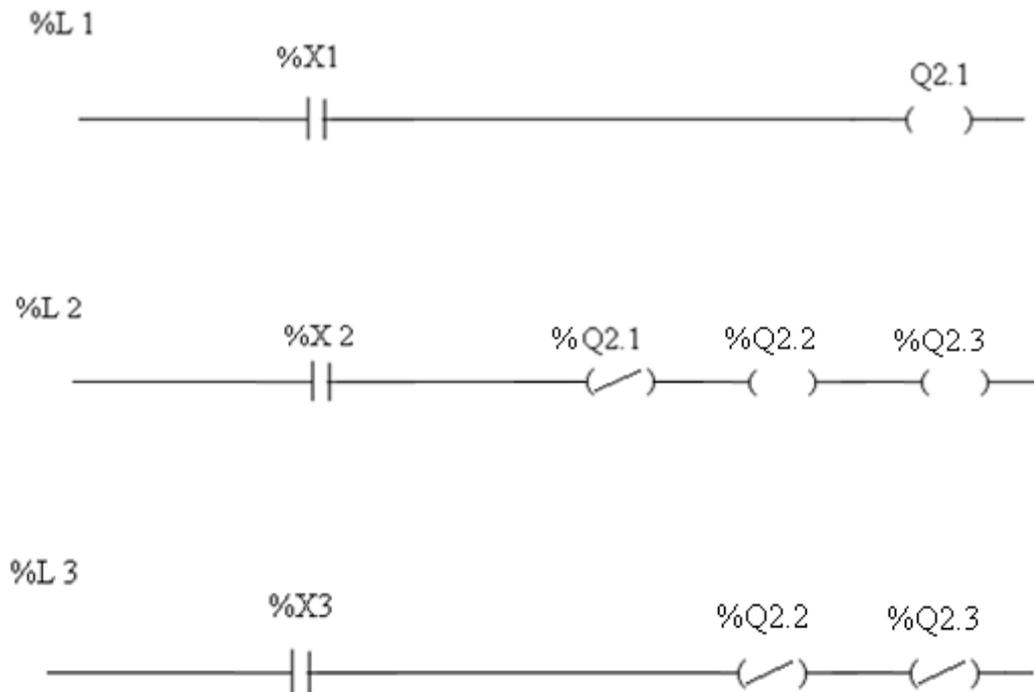
Notre GRAFCET deviendra :



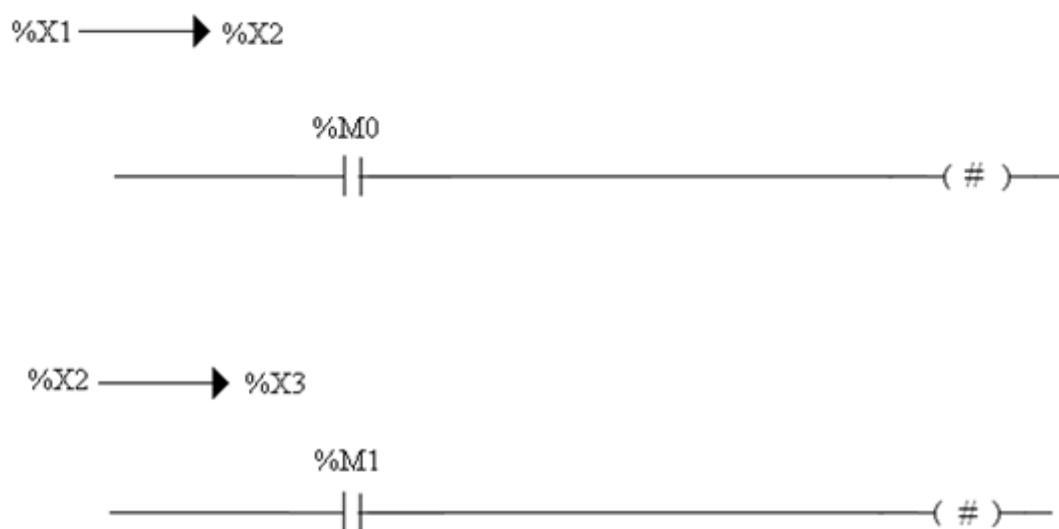
2) La deuxième étape consiste à traiter les transitions. On appelle cette partie PRELIMINAIRES. Nous pouvons constater sur notre GRAFCET point de vue API qu'à chaque transition est associée une mémoire « M ». Cette mémoire est appelée BIT INTERNE. Lorsque nos « BITS INTERNES » sont affectés, le programme devient :



- 3) La troisième étape consiste à affecter les sorties correspondantes aux étapes de notre GRAFCET. Cette partie est appelée POSTERIEUR. (Cf. GRAFCET point de vue API), le programme devient :



- 4) La quatrième et dernière étape consiste à faire « dérouler » le GRAFCET. En effet, il faut indiquer à l'automate quand passer d'une étape à l'autre. Le programme deviendra :





### 3.6-Conclusion :

Ce chapitre regroupe les parties suivantes :

- Présentation du logiciel pl7 07 et ses différents langages de programmation,
- Réalisation du GRAFCET du fonctionnement du système,
- Réalisation d'un programme en langage à contact.

L'A.P.I TSX NANO 07 et sa programmation avec PL7 07, est couramment employé dans les applications qui ne demandent pas un important courant d'informations en entrées et sorties, ce qui justifie son emploi dans notre cas. Le langage à contact, nous a permis de programmer aisément les séquences du déroulement du test avec une facilité de modification ou d'extensions d'autres fonctions.

**Conclusion générale**

**&**

**Perspectives**

Le travail entrepris dans ce mémoire de fin d'études consiste à automatiser la commande du banc d'essai de l'Unité ALFAPIPE. Nous nous sommes fixés comme objectifs d'améliorer sa précision et d'accroître sa sécurité.

Pour améliorer la précision, la pression de test, qui se réglait manuellement sur le limiteur de pression, est maintenant réalisée avec une régulation à l'aide de dispositif électro-hydraulique et électronique (limiteur de pression proportionnel piloté par ordinateur avec une carte de consigne). Pour la prise en charge automatique de la durée du test qui était aléatoire, nous avons intégré un « timer » dans le programme de l'automate " temps de test : 01 minute.

Pour protéger les composants du banc d'essai nous avons installé un filtre à grosseur de filtration de 3  $\mu\text{m}$ .

Pour la sécurité du personnel, nous avons automatisé le banc d'essai en installant un distributeur électromagnétique 4/2. Ce dernier est commandé par le pupitre de commande ; ainsi l'opérateur peut contrôler et suivre les tests, tout en étant à une distance de sécurité du banc d'essai. Nous avons aussi conçu une alarme qui a rôle d'avertisseur en cas de surpression dans le circuit du banc d'essai, due au blocage des limiteurs de pression.

Les différentes phases de déroulement du test sont gérées par l'automate TSX NANO 07, au moyen d'un programme PL7 07 en langage à contacts. Cette solution permet de simplifier considérablement le travail de l'opérateur, qui après avoir réglé la pression sur PC et choisi le sens de la pression du test en réglant le distributeur dans la position souhaitée ; avec un simple click sur le bouton "début test", le test démarre pour une durée d'une minute, ensuite le circuit est vidangé. En cas d'aléas, le système peut être interrompu par une simple impulsion sur le « bouton d'arrêt d'urgence ».

En perspectives, nous envisageons d'aborder les points suivants :

- Mettre en place des capteurs pour prendre en compte la vitesse de sortie et de retrait des vérins,
- Concevoir un système pour la lecture des diagnostics à l'aide de capteurs et ainsi, valider ou refuser le test automatiquement,
- Enregistrer de manière automatique le compte rendu des différents tests dans une base de données informatisée.

Au final, nous souhaitons, de part ce modeste travail, avoir rempli l'objectif fixé d'automatiser la commande du banc d'essai pour augmenter sa précision et accroître sa sécurité. Nous souhaitons que ce travail, dont l'enjeu est important, puisse être poursuivi et développé davantage.

# Références

- 
- [1] Document académie de Caen, science de l'ingénieur
- [2] Document Rexroth, référence KE 1015 GB
- [3] Pompe à pistons radiaux à cylindrée fixe Bosch Rexroth groupe document RF 11260/08.05 PR4
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrostatic\\_test](http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrostatic_test)
- [5] [http://www.hydrauliques.fr/formation\\_online/filtration.html](http://www.hydrauliques.fr/formation_online/filtration.html)
- [6] Document Bosch Rexroth, référence RF 50086/01.07
- [7] Document Bosch Rexroth, référence RF 29162-XE-B2
- [8] Guide de l'automatismes-THIERRY SCHANEN-POS industry
- [9] Document Bosch Rexroth, référence RF 30143/04.12]
- [10] Document Bosch Rexroth, référence RF 23178-XN-B2
- [11] <http://www.directindustry.fr/prod/ge-sensors-and-measurement/manometres-numeriques-7233-419602.html>
- [12] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel)
- [13] : Document Schneider Electric, référence 40050\_Ver5.00-FR.fm
- [14] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/NE555>
- [15] : <http://etronics.free.fr/dossiers/analog/analog60/LE555.htm>
- [16] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Grafcet>
- [17] ressource de formation individualisée, coder une séquence de GRAFCET, Maintenance industrielle, académie de Lyon, référence MI IV 333 B