

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE*



*Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Electrotechnique*



MEMOIRE

**de fin d'études
en vue de l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'état en Electrotechnique
option : Machines Electriques**

Thème

*Automatisation du tableau de commande
d'un compresseur par API Siemens*

Proposé par

M^r Metref Mouloud

Dirigé par

M^r Mansouri Rachid

Etudié par

M^r Tabbou Boualem

M^r Akli Meziane

Promotion : 2007-2008

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE*

*Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Electrotechnique*



MEMOIRE

de fin d'études
en vue de l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'état en Electrotechnique
option : Machines Electriques

Thème

*Automatisation du tableau de commande
d'un compresseur par API Siemens*

Proposé par:

M^r Metref Mouloud

Dirigé par

M^r Mansouri Rachid

Etudié par :

M^r Tabbou Boualem

M^r Akli Meziane

Promotion : 2007-2008

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné la force physique et intellectuelle pour mener à terme ce présent travail, et le louons pour tout ce que nous sommes en l'implorant pour notre devenir.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur M^r Mansouri Rachid (UMMTO) et notre copromoteur M^r Metref Mouloud (ENGI) pour leurs permanentes disponibilités, et leurs encouragements qu'isl n'as cessés de nous prodiguer jusqu'à l'achèvement de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier les membres de Jury pour avoir aimablement accepté d'évaluer le contenu de ce mémoire.

Nous exprimons particulièrement notre gratitude à l'égard de nos enseignants pour nous avoir prodigué savoir et conseils.

Nous n'oublions pas tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire et nous profitons de cette occasion qui nous est offerte pour leurs témoigner notre sincère amitié et leurs avouer notre reconnaissance.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Mes chers frères et sœurs

Ma chère fiancée

Tous mes amis

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

**La mémoire de ma gande mère
« tassadite », mon cousin « moh » et ma
tante « sadia » que Dieu les accueille dans
son vaste paradis**

Mes chers parents

Mes chers frères et sœurs

Touts mes amis (es)

SOMMAIRE

Présentation de l'entreprise

INTRODUCTION GENERALE.....	01
----------------------------	----

CHAPIRE I : Définitions et généralités sur les compresseurs

I-1) Définitions et généralités sur les compresseurs.....	3
I-2) Les compresseurs à piston.....	5
I-2-1) Principe de fonctionnement.....	5
I-2) Compresseurs rotatifs volumetriques.....	7
I-2-1) Compresseurs à palettes.....	8
I-2-2) Compresseur à vis	9
I-3) Les turbo compresseurs.....	9
I-3-1) Compresseurs axiaux.....	10
I-3-2) Compresseurs centrifuges.....	11

CHAPIRE II : Présentation du procédé à automatiser

INTRODUCTION

II-1) Constitution du procédé	14
II-1-1) Le compresseur.....	14
II-1-2) Le moteur d'entrainement.....	15
II-1-3) Les accouplements.....	15
II-2) Fonctionnement.....	16
II-2-1) conditions générales de fonctionnement.....	19
II-2-2) Circuit de l'huile.....	17
II-2-3) Circuit d'eau.....	19
II-2-4) Circuit d'air.....	20
II-2-5) Descriptif.....	22
II-3) Les regulations.....	23
II-3-1) Reglage de debit.....	23
II-3-2) Regulation anti pompage.....	23
II-4) Les procédures de demarrage et d'arret.....	25
II-4-1) Demarrage.....	25
II-4-2) Arret.....	26
II-5) regroupement des surveillances.....	28
Conclusion.....	29

CHAPITRE III : Elements technologiques de mise en œuvre d'un système automatique

INTRODUCTION

III-1) Organes de commande électriques	31
III-1-1) Les relais.....	31
III-1-2) Le contacteur.....	32
III-2) Les pré-actionneurs pneumatiques.....	33
III-2-1) Electrovanne.....	33
III-2-2) Les distributeurs.....	33
III-3) Actionneurs électriques et pneumatiques.....	34
III-3-1) Moteur asynchrone.....	34
III-3-2) Les vérins.....	35
III-4) Les capteurs.....	36
Conclusion	39

CHAPITRE IV : Présentation et choix des API

Introduction.....	41
IV-1) Généralités et définition d'un API.....	41
1) Partie opérative (PO)	42
2) Partie commande (PC).....	42
3) Partie relation.....	43
IV-2) Architecture interne d'un API.....	43
IV-2-1) Le module d'alimentation.....	44
IV-2-2) l'unité central.....	45
IV-2-3) Les modules entrées/sorties.....	46
IV-2-4) Les consoles.....	48
IV-2-5) Les coupleurs.....	49
IV-3) Programmation dun API.....	49
IV-3-1) Cycle de l'automate.....	49
IV-3-2) Langage de programmation.....	51
a) Le diagramme échelle.....	51
b) Logigramme.....	51
c) Langage booleen.....	52
IV-4) Mise en oeuvre d'un API.....	52
IV-5) Choix d'un API.....	52
IV-6) L'automate S7-300.....	53
IV-6-1) Modularité.....	53
IV -6-2) Les unites fonctionnelles de S7-300.....	55
IV-6-3) Modes fonctionnelles de S7-300.....	55
IV-6-4) Tepms de cycle.....	56
IV-6-5) Temps de reponse.....	56
IV-6-6) Plage de variation.....	56
IV-6-7) La fonction de surveillance et de signalisation.....	57
IV-7) Application sur notre procédé.....	58
IV-7-1) Avant le démarrage.....	58
IV-7-2) Pendant le démarrage.....	58
IV-7-3) Pendant le fonctionnement.....	59

IV-8) Configuration matérielle.....	59
IV-9) Chargement du programme.....	60
IV-10) Test du programme.....	60
IV-11) Simulation du programme.....	61
CONCLUSION	62
CONCLUSION GENERALE.....	64

Présentation de l'entreprise

Historique

L'entreprise Nationale des Gaz Industriels «EN GI» était une division de l'ex «SNS» sous tutelle du ministère de l'industrie et de l'énergie de 1972 à 1978 puis du ministère de l'industrie lourde de 1979 à 1983.

Son origine remonte au rachat par SNS des vieilles usines de la société multinationale «Air Liquide» en 1972. A la suite de la restructuration organique de la SNS en 1983, «ENGI» a été créé et placée sous tutelle du ministère de l'énergie et des industries chimique et pétrochimique de 1983 à 1989.

GI a été transformée en société par actions et est entrée dans l'autonomie le 11 février 1989 avec un capital de 30 millions de dinars repartis entre, fonds de participation chimie, pétrochimie, pharmacie, fonds de participation hydrocarbures, hydrauliques. En 1996, suite à la dissolution des fonds de participations, toutes les actions émises par l'entreprise furent transférées au Holding Chimie, Pharmacie Service, puis à la société de gestion de participation (SGP) Chimie-Pharmacie qui est actuellement l'unique actionnaire.

Actuellement «EN GI» est dotée d'un capital de 900.000.000 DA.

Activités de l'entreprise

L'Entreprise Nationale des Gaz Industriels «ENGI» a pour mission essentielle de satisfaire aux impératifs économiques et sociaux du pays en assurant la prise en charge des besoins générés par la multiplicité des applications des gaz industriels dans les différents secteurs de l'économie. Sa mission essentielle est la production et la distribution des gaz industriels.

La distribution de ces gaz à l'état liquide est assurée par une flotte de citernes cryogénique, cette distribution se fait par transvasement sur tank clientèle, alors que les produits gazeux nécessitent un processus supplémentaire de conditionnement qui fait appel à des bouteilles.

Implantation de l'entreprise

ENG.I est présentée sur l'ensemble du territoire national par un réseau comprenant :

Neuf (09) unités de production: Alger (Reghaia), Annaba, Constantine, Ouargla, Oran, Bouira, S.B.Abbes, Arzew, Skikda.

Avec ces neuf unités de production, G.I assure la production des différents gaz industriels et médicaux à l'état comprimé, liquéfié ou dissous ainsi que certains mélanges de gaz.

L'entreprise G.I assure également la commercialisation du matériel et accessoires liés à l'utilisation des gaz industriels.

Principaux clients de l'entreprise

Coca Cola, Sonatrach, Hôpitaux, Compagnie pétrolières étrangères, Filiales de SIDER, ENIP, ENIEM, ENIE, Centres de recherches et universités, COMEX Tunisie et Artisans.

Présentation de l'unité de Réghai

Localisation

Zone industrielle de Reghaia ; Daïra de Reghaia ; Wilaya d 'Alger.

L'unité a une annexe au Caroubier, Daïra d'Hussein Dey.

Elle occupe une superficie totale de 45.800 m² dont 35.000 m² à Reghaia et 10.800 m² au Caroubier.

Capacité de production :

Acétylène : 100 m³/ heure.

Gaz carbonique : 2 tonnes/heure pour les deux lignes.

Oxygène : 1650 litres/heure.

Azote : 320 litres/heure.

Protoxyde : 100kg/heure.

Introduction

L'air ambiant doit être traité pour extraire des gaz prêts à la consommation, ce traitement comporte une série d'opérations qui commence par l'aspiration et la compression, qui est la fonction fondamentale des compresseurs.

D) Définition et généralités sur les compresseurs

Les compresseurs sont des appareils destinés à réaliser un accroissement de pression d'un fluide à l'état gazeux. Les fluides traversant les compresseurs peuvent être de nature diverse, gaz, mélange gazeux, vapeur surchauffée ou saturée.

L'équation fondamentale de thermodynamique:

$$PV = nRT \quad (1)$$

Où

P : est la pression ;

V : est le volume ;

T : est la température absolue.

R : est la grandeur qui conserve une valeur fixe pour un gaz parfait donné (constante spécifique du gaz), tandis que pour un fluide gazeux non assimilable à un gaz parfait elle varie avec les grandeurs P et T.

La relation (1) montre que pour augmenter la pression d'un gaz, on peut agir soit sur sa température, soit sur son volume, soit encore sur ces deux grandeurs à la fois. Si on chauffe une masse donnée d'un gaz dans une enceinte de volume constant, on obtient un accroissement simultané de température et de pression. Pour une dépense de chaleur égale à θ Kcal/Kg, l'élévation de température résulte de la relation :

$$\theta = C_v (T_2 - T_1) \quad (2)$$

Où C_v : est la chaleur spécifique du gaz à volume constant.

La pression finale P_2 est donnée par :

$$P_2/P_1 = T_2/T_1 \quad (3)$$

Où les indices 1 et 2 correspondent aux états initial et final du gaz.

Si la température du gaz est maintenue constante, sa pression est inversement proportionnelle au volume occupé par le gaz. Dans ce cas l'élévation de pression résulte d'une compression

c'est-à-dire d'une action directe sur le volume du gaz donnée. La diminution du volume du gaz conduit toujours à un accroissement de la pression.

Les appareils fonctionnant suivant ce principe sont des compresseurs volumétriques. Dans ces appareils l'énergie nécessaire pour produire l'élévation de pression est dépensée sous forme de travail qui est fourni par un moteur d'entraînement (moteur électrique, thermique...etc.).

Ces compresseurs sont divisés en deux types : compresseur à piston et compresseur rotatif.

L'autre principe de fonctionnement des compresseurs est celui de transformer le travail en énergie cinétique du fluide à comprimer, et cette dernière à son tour, est transformée en pression. La mise en vitesse est obtenue en soumettant le fluide à l'action de roue à aubes qui sont calées sur un arbre ayant habituellement une grande vitesse de rotation. Au point de vue de l'écoulement de fluide dans les compresseurs les turbocompresseurs se divisent en appareils centrifuges et axiaux.

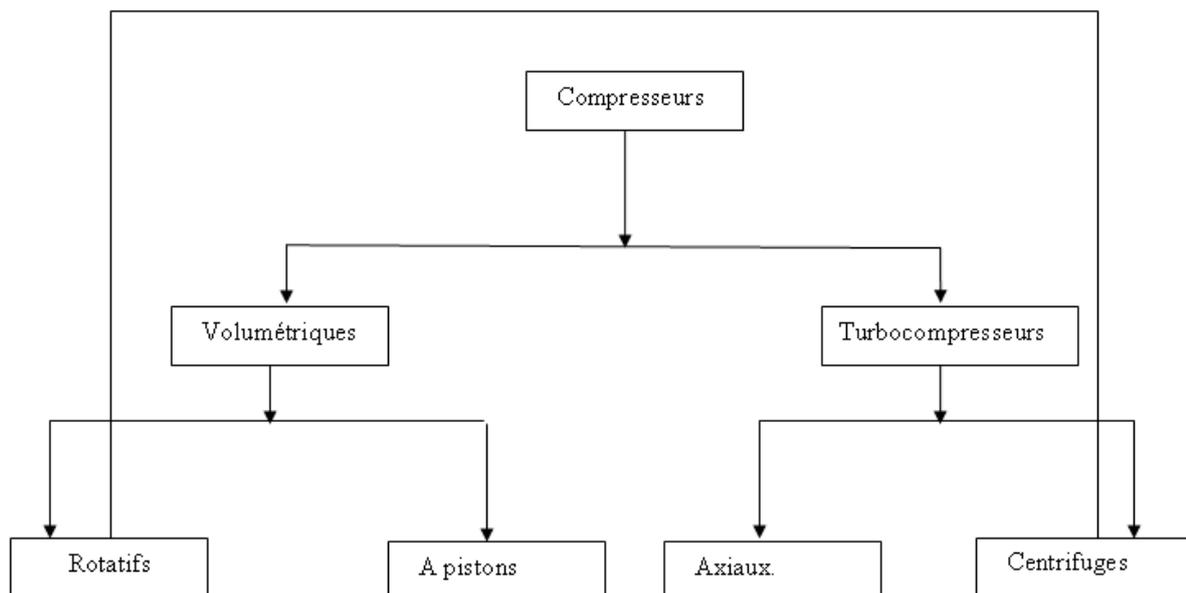


Figure (I) : Classification des compresseurs

Les compresseurs sont choisis en fonction de la pression de refoulement, du travail maximal fourni par le moteur d'entraînement et du débit de refoulement, ainsi que sur la base des autres critères tels que le prix, l'encombrement, la consommation d'énergie, le niveau de bruit,...etc.

I-1) Les compresseurs à piston

On classe les compresseurs à piston d'après différents indices

1. disposition des cylindres (horizontal, vertical, en coin)
2. nombre de cylindres (monocylindre, poly cylindriques, en série et en parallèle)
3. partie d'entraînement (bielle, manivelle, moteur à compresseur quant le moteur et le compresseur ont l'arbre vilebrequin commun).
4. méthode de refroidissement.
5. méthode de graissage (barbotage, sous pression).
6. valeur de débit.
 - a- faible débit : $0 < q < 160 \text{ m}^3/h$.
 - b- Moyen débit : $160 < q < 4000 \text{ m}^3/h$.
 - c- Grand débit : $q > 4000 \text{ m}^3/h$.
7. pression de refoulement.
 - a- basse pression $p < 25$ bars.
 - b- Moyenne pression : $25 < p < 100$ bars.
 - c- Haute pression : $p > 100$ bars.

I-1-1) Principe de fonctionnement d'un compresseur à piston

Le piston est relié par une tige à un mécanisme, par exemple (à bielle, et manivelle) qui lui transmet le mouvement du moteur d'entraînement, puis il se déplace dans un cylindre. Le fond de cylindre comporte des clapets s'ouvrant en sens inverse l'un de l'autre et dont l'un sert à l'aspiration du gaz à comprimer et l'autre son refoulement (voir figure (I-1)).

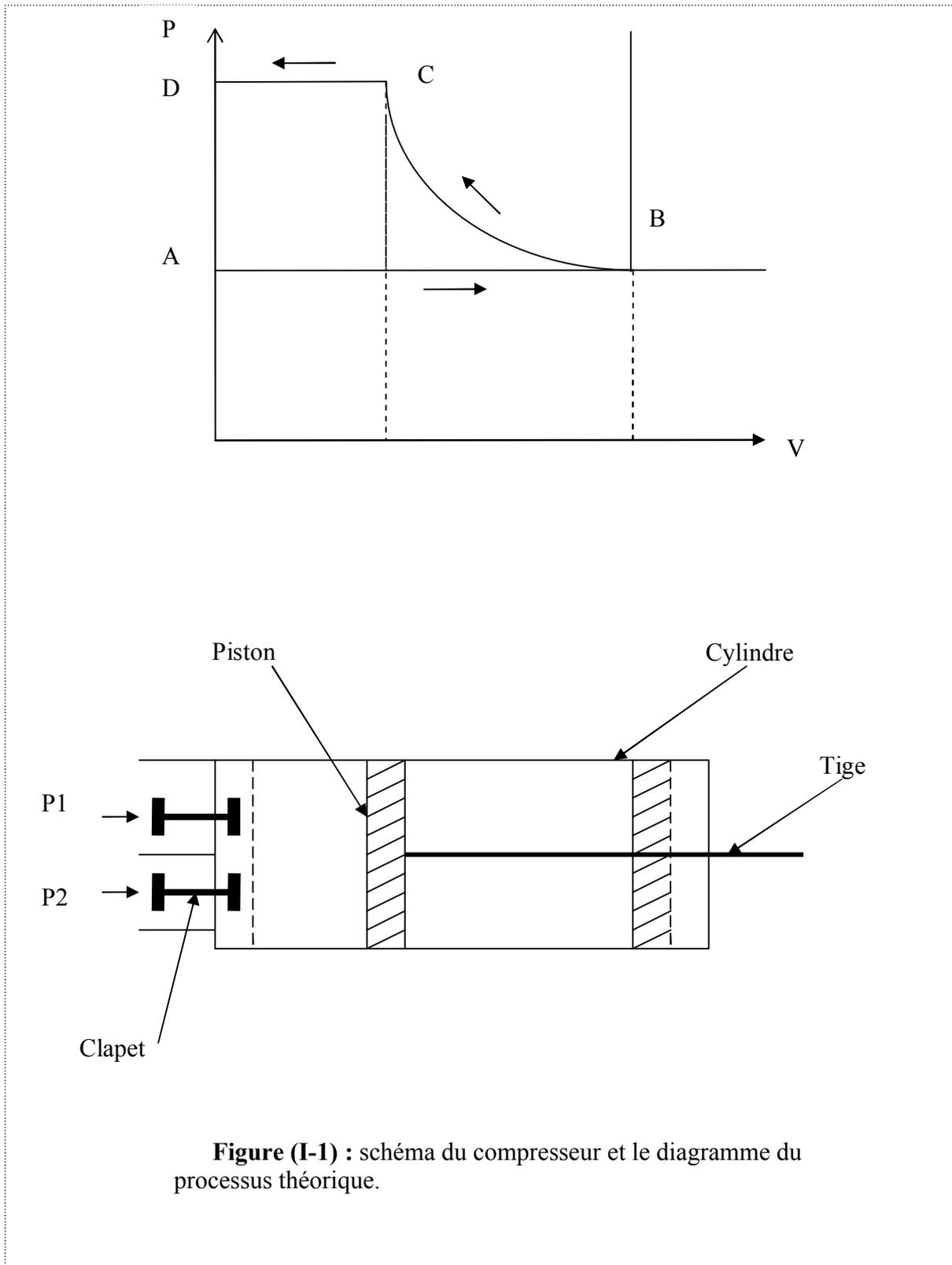


Figure (I-1) : schéma du compresseur et le diagramme du processus théorique.

Le déplacement de piston a lieu entre deux positions extrêmes qui dans la figure (I-1), sont représentés en pointillés. Celle de gauche correspond au point mort intérieur et celle de droite, au point mort extérieur. La distance entre ces deux points morts est la course du piston.

Le clapet d'aspiration s'ouvre sous l'action de la pression extérieure (P_1) et le gaz pénètre dans le cylindre. Cette aspiration du gaz a lieu pendant toute la durée de la course du piston. Lorsque celui-ci atteint son point mort extérieur le cylindre se trouve rempli de gaz à la pression (P_1), dans la figure (I-1) l'aspiration est représenté par la droite «AB». Dès que le piston quitte le point mort extérieur et commence à se déplacer vers la gauche, la pression dans le cylindre devient supérieure à (P_1) et le clapet d'aspiration se ferme.

D'autre part le clapet de refoulement est réglé de manière à ne pas s'ouvrir que lorsque la pression dans le cylindre atteint une certaine valeur (P_2). Il en résulte que pendant l'élévation de pression de (P_1 à P_2) la masse de gaz enfermée dans le cylindre est invariable. La courbe de compression est représentée sur la figure (I-1) par l'arc «BC».

Enfin lorsque la pression (P_2) est atteinte, le clapet de refoulement s'ouvre (le clapet d'aspiration reste toujours fermé), et le gaz comprimé quitte le cylindre sous cette pression finale. Le refoulement de gaz est représenté par la droite «CD».

I-2) Compresseurs rotatifs volumétriques

Les compresseurs rotatifs sont utilisés pour obtenir des faibles et moyennes pressions, ils sont en général constitués d'une roue mobile à aubes ou d'un rotor qui tourne dans un boîtier circulaire hermétique. L'air est aspiré au centre de la roue et est accéléré par la force centrifuge des aubes, l'énergie de l'air en déplacement (énergie cinétique) est alors convertie en travail de compression dans le diffuseur, et l'air comprimé est amené à travers un passage étroit jusqu'au réservoir.

I-2-1) Compresseurs à palettes

Le compresseur à palette (figure : I-2) comporte un tambour tournant (rotor) autour d'un axe qui est excentré par rapport à l'enveloppe fixe (stator) de forme cylindrique, le tambour porte des rainures radiales dans les quelles coulisent les palettes.

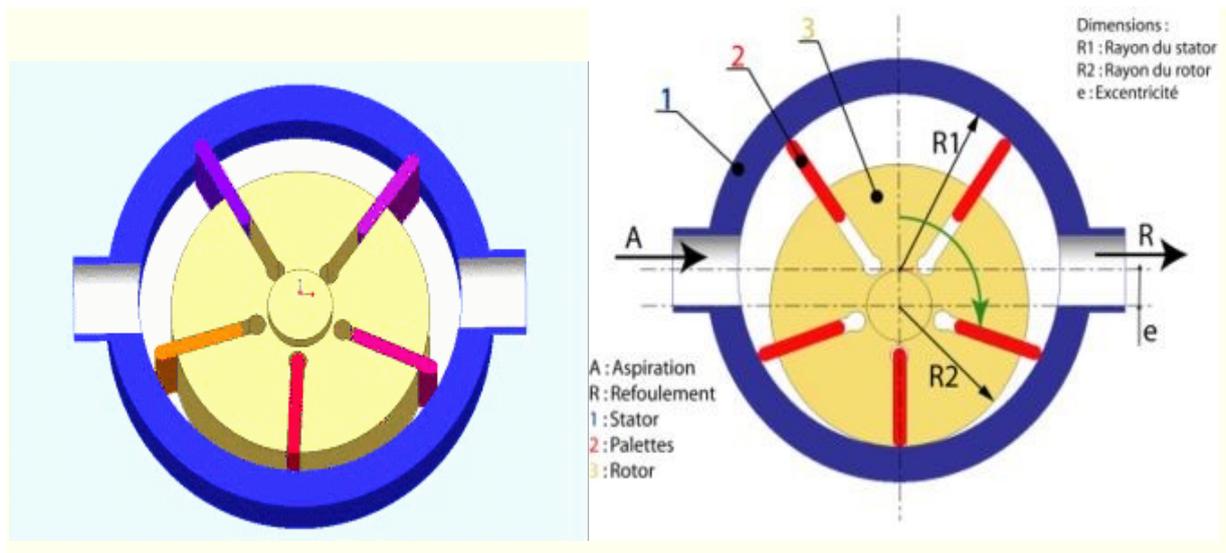


Figure (I-2) : compresseur à palettes excentrique

Les palettes de ces compresseurs sont en acier, ou en plastique, ces palettes tournent à une vitesse qui ne doit pas dépasser une certaine valeur, pour éviter l'usure rapide. Pour réduire les frottements le cylindre est muni d'anneaux d'équilibrage qui entourent les palettes et sont entraînés par celles-ci avec un léger glissement, leurs rôle consiste à absorber les poussées centrifuges des palettes et à empêcher celles-ci d'exercer une pression sur l'enveloppe fixe.

Les compresseurs a palettes couvrent une gamme de 75 KW et une pression de refoulement de 4 atmosphère du compresseurs simple étage et 10 atmosphère à deux étages.

I-2-2) Compresseurs a vis

Ils sont constitué de deux ou plusieurs vis, chaque vis a plusieurs filets, la longueur et plus grande que sont diamètre (figure : I-3). Ces compresseurs assurent un refoulement régulier et peuvent êtres utilisé à des vitesses de rotation élevées (300 tr/mn et plus).

Dans les compresseurs à deux vis le rotor est monté en excentricité par rapport à l'axe du stator. Lorsque le rotor fait un tour sur lui-même son axe fait un tour autour de l'axe du stator. Les chambres qui se ferment entre la surface de la vis et celle du stator se déplacent parallèlement aux axes et transportent le fluide. Ces compresseurs couvrent une gamme courante jusqu'à 300KW et une dizaine de bars.



Fig (I-3) : les vis d'un compresseur à vis

I-3) Les turbocompresseurs

Du point de vue de l'écoulement de fluide les turbocompresseurs se divisent en deux catégories : appareils centrifuges et appareils axiaux.

I-3-1) Le compresseur axial

C'est un compresseur dont l'écoulement suit l'arbre en rotation ce qui diffère du compresseur centrifuge. Le fluide en sortie a un mouvement radial, le compresseur axial génère un flux continu d'air comprimé et fournit un rendement élevé pour une masse volumique donnée et une section donnée du compresseur. Il est nécessaire d'avoir plusieurs étages de palettes pour obtenir des pressions équivalentes à celle de compresseur centrifuge.

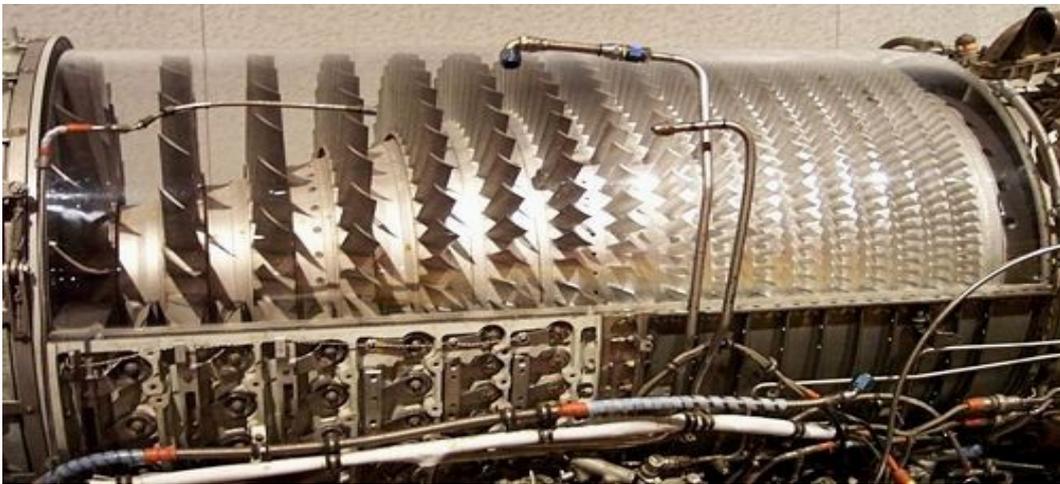


Figure (I-4) : vue d'un compresseur axial

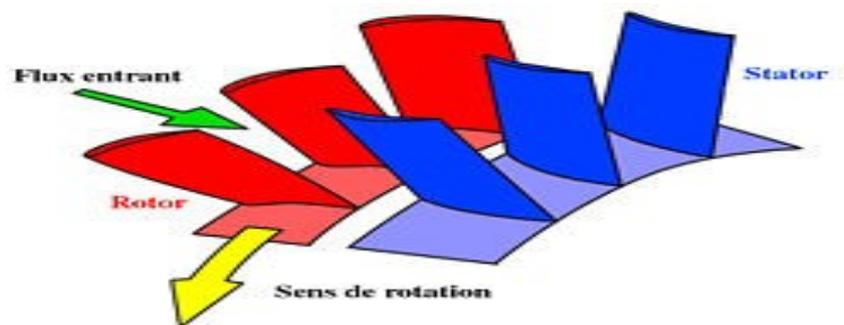


Figure (I-5) : étage d'un compresseur axial

III-3-2) Compresseur centrifuge

Les compresseurs dynamiques centrifuges augmentent l'énergie du gaz comprimé grâce à la force centrifuge qui est provoquée par le mouvement de rotation des roues munies d'aubes.

Le compresseur centrifuge comprend dans le cas le plus général :

Une roue garnie d'un certain nombre d'aubes, son rôle est de transmettre à chaque masse (la quantité de fluide qui la traverse) le travail utile.

Un diffuseur garni lui aussi d'ailettes. Son rôle consiste à réduire la vitesse du fluide après sa sortie de la roue, c'est-à-dire à transformer l'énergie cinétique correspondante en énergie potentielle. La relation de Bernoulli appliquée entre les points 1 et 2, nous donne l'augmentation de pression résultant de la diminution de la vitesse

$$\text{Alors : } \frac{p_1 - p_2}{\rho g} + \frac{1}{2g}(V_2^2 - V_1^2) = 0 \Rightarrow P_2 - P_1 = \frac{\rho}{2}(V_2^2 - V_1^2).$$

Une volute qui canalise le fluide sortant du diffuseur vers la tubulure de sortie. Elle est prolongée par un cône diffuseur dont le rôle est de ralentir la vitesse jusqu'à une valeur admise dans la conduite de refoulement.

Fonctionnement d'un compresseur centrifuge

L'air arrive à la roue du compresseur parallèlement à son axe de rotation et se dirige vers les canaux formés par les aubes, après avoir parcouru ces canaux, l'air sort de la roue. Alors à l'intérieur de la roue l'air est soumis à deux mouvements :

1. d'entraînement (mouvement de rotation avec le rotor de la pompe) ;
2. relatif (déplacement de l'air par rapport à la surface intérieure de la roue) ;

Pour chaque mouvement, il correspond une vitesse qui caractérise l'écoulement de l'air. De ce fait la vitesse absolue de l'air à l'intérieur de la roue V peut être trouvée par addition des vitesses de mouvement de rotation U et de la vitesse relative W . la valeur de la vitesse U est déterminée par la relation $U = w.r$.

Pour vitesse angulaire, $w = \pi.n / 30$ s.

n- vitesse de rotation tr/mn ;

r -rayon du point considéré, m ;

A l'entrée de la roue, on a r_1 à la sortie r_2 . Alors, $U_1 = w.r_1$ et $U_2 = w.r_2$ c'est-à-dire $U_2 > U_1$ la direction de la vitesse U est tangente à la circonférence correspondante.

La direction de la vitesse W est tangente à la surface d'aube.

On peut écrire : $\bar{V} = \bar{U} + \bar{W}$.

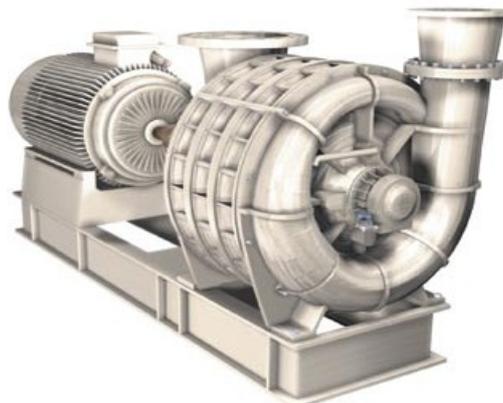


Figure (I-6) : compresseur centrifuge multi étages

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait la connaissance des différents types de compresseur, et leurs principes de fonctionnement, ainsi que leurs rôles importants dans la production d'air comprimé.

Introduction

La production de gaz s'effectue selon trois phases principales qui sont :

- L'aspiration et la compression d'air atmosphérique à l'aide du compresseur (C10).
- La liquéfaction d'air comprimé sous conditions spécifiques (pression et température).
- Et la phase finale qui est la séparation des différents gaz dans le séparateur.

Notre travail consiste à automatiser le tableau de commande du compresseur (C10) ; qui nécessite la lubrification, le refroidissement et beaucoup de sécurité. Ainsi, pour réussir son automatisation et garantir la sécurité du matériel et du personnel il faut bien connaître le système à automatiser.

II-1) constitution du procédé

II-1-1) le compresseur

Le compresseur qui fait l'objet de notre étude est un turbo compresseur de type centrifuge et de cycle 10 (C10).

Le groupe (moteur-compresseur) est équipé d'un compresseur centrifuge à quatre étages entraîné par un moteur électrique. Après chaque étage de compression l'air doit être refroidi dans un réfrigérant air/eau ; et un séparateur est placé après chaque réfrigérant pour séparer la condensation apparue pendant la réfrigération de l'air.

Le groupe possède sa propre centrale de lubrification. Un tableau de contrôle permet de vérifier en permanence tous les paramètres de fonctionnement de la machine. Ce tableau abrite également les alarmes, les automatismes d'arrêt et de démarrage ainsi que les régulations.

Caractéristiques aérodynamiques du compresseur

Le fluide de fonctionnement est l'air atmosphérique.

Conditions d'aspiration :

- Pression : 0,993 bar.
- Température : 18° C. (Au point nominal).
- Débit : 8,470 (m³/h).

Condition de refoulement :

- Pression : 5,65 bar.
- Température : 39° C.

II-1-2) Le Moteur d'entraînement

Le compresseur est entraîné par un moteur électrique de marque UNELEC type N2. PX.450 K 52.5/B3 qui a les caractéristiques suivantes :

Moteur MT :	U= 6 KV (moteur moyenne tension).	
Vitesse de rotation :	2960 tr/min.	
Puissance utile	850 KW.	
Tension d'alimentation	6 KV \pm 5 %	50Hz
Rendement 4/4 pour I2=I2n	94 %	cos φ =0.90
Rendement 3/4 pour I2=3/4 I2n	93.5 %	cos φ =0.80
Rendement 2/4 pour I2=1/4 I2n	92 %	cos φ

- Type : protégé auto ventilé.
- Rotor flottant (type palier).
- Moteur à coussinets – graissage sous pression.
- Sens de rotation : sens des aiguilles d'une montre pour un observateur faisant face au bout d'arbre.
- Le moteur est équipé de six (6) sondes à résistance en platine 100 ohms à 0° C dans les enroulements.

II-1-3) Les accouplements

a)- Entre le compresseur et le moteur électrique

Vitesse 2960 tr /mn.

Lubrification par barbotage d'huile.

b)- Entre l'arbre central et la pompe attelée

Souple à flector en perbunan.

Vitesse d'entraînement nominale : 2960 tr/min.

II-2) fonctionnement**II-2-1) Conditions générales de fonctionnement**

Le contrôle est conçu pour permettre le démarrage et l'arrêt du groupe localement et manuellement.

L'alimentation en air comprimé des vérins des différentes vannes et organes de réglage est faite à partir du réseau "air service" de l'usine.

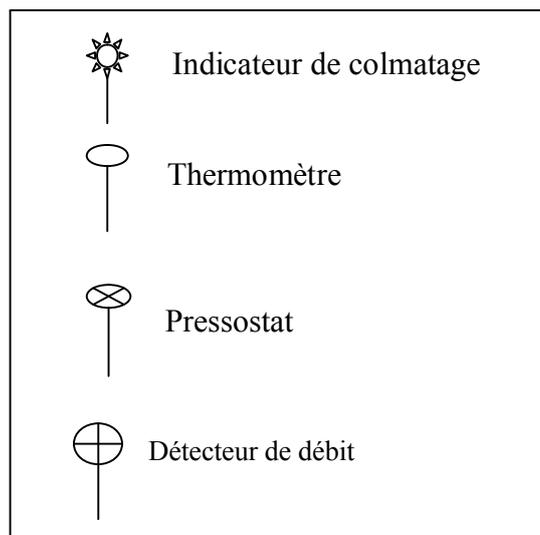
Le démarrage ne peut se faire que si un certain nombre de consignes sont respectées et une chaîne de sécurité effectuée la vérification des paramètres correspondants avant d'autoriser le démarrage.

Les paramètres de cette chaîne de sécurité sont les suivants :

1) Circuit d'huile

Le circuit de circulation de l'huile est représenté dans la figure suivante :

Significations des symboles



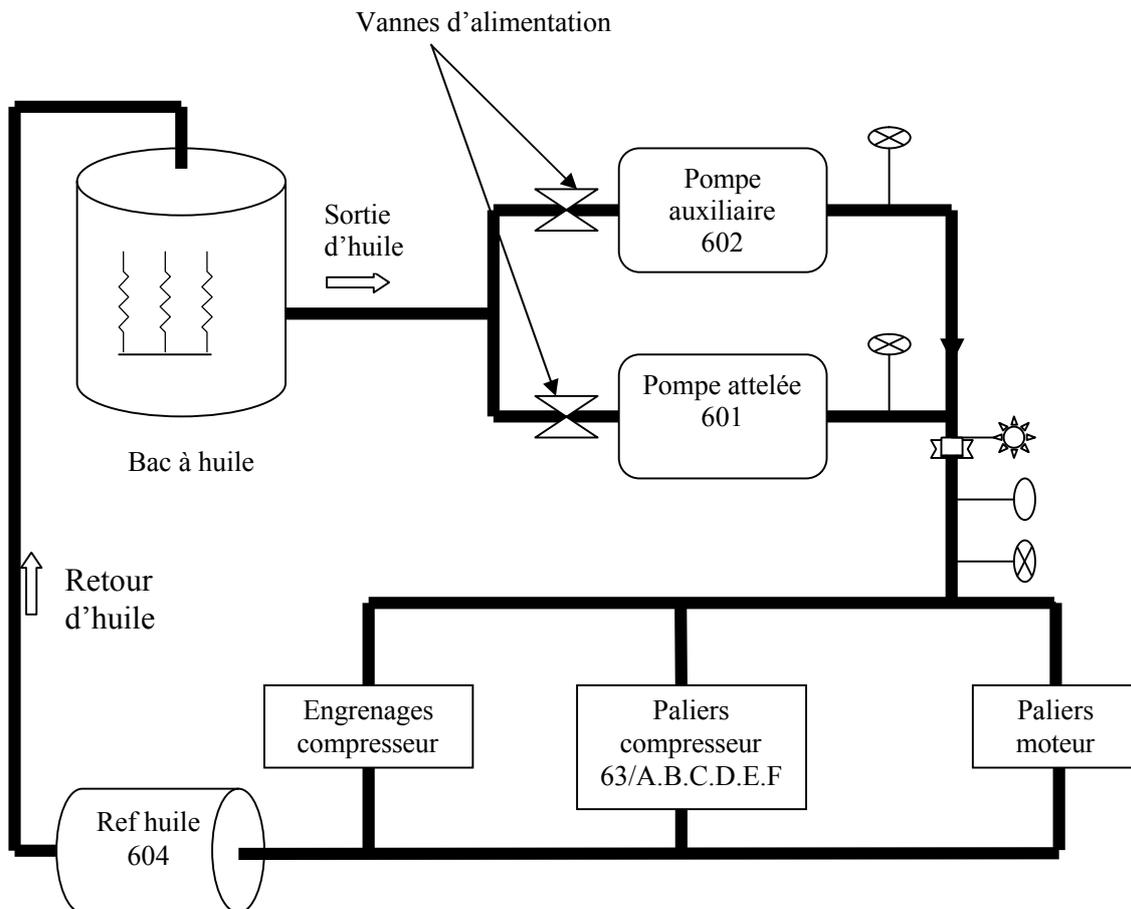


Fig. : II-2 : Circuit d'huile

1-2) Stockage d'huile

L'huile est stockée dans un réservoir rempli manuellement, elle est maintenue en permanence à la température désirée par un réchauffeur électrique commandé automatiquement par un thermostat. La température minimum de l'huile pour obtenir l'autorisation de démarrage est de 40° C.

Un contrôle de niveau électrique à un seuil "alarme" est installé sur la cuve à huile et ce contrôle est intégré à la chaîne d'autorisation de démarrage.

1-3) La circulation de l'huile

La circulation de l'huile est assurée au démarrage par la pompe auxiliaire (602) ;
(voir fig. : II-2)

L'autorisation de démarrage est donnée lorsque :

- 1- La pression est suffisante.
- 2- L'équilibre thermique des paliers est obtenu, ce qui impose une durée de circulation minimum de trois minutes, entre le démarrage de la pompe (602) et celui du compresseur (C10).

Après le démarrage, c'est la pompe attelée (601) qui assure la circulation de l'huile, et la pompe auxiliaire s'arrête automatiquement.

En cas d'incident, la pompe auxiliaire est remise en route par un second pressostat.

Pompe auxiliaire de graissage

Mise en service

Avant le démarrage du compresseur, par action sur le bouton marche pompe auxiliaire et après le démarrage de cette dernière, il faut attendre au moins trois (3) minutes pour que le moteur démarre.

Arrêt

Automatique :

Quinze (15) secondes après le démarrage de compresseur et donc de la pompe attelée.

Manuel : Trois (3) minutes après l'arrêt du compresseur, arrêter la pompe par action sur le bouton "arrêt pompe".

1-4) Filtre et réfrigérant

Un manomètre et un thermomètre placés sur le tableau de contrôle permettent de contrôler l'efficacité et l'encrassement du filtre à l'huile.

L'encrassement de filtre est contrôlé par un indicateur de colmatage .

Après commutation d'un élément sur l'autre, la cartouche de filtration encrassée doit être remplacée.

La circulation de l'eau dans le réfrigérant (604) peut être réglée par une vanne manuelle , en fonction de la température de l'eau.

Le réfrigérant d'huile n'est fixe au châssis qu'à une seule extrémité pour permettre une libre dilatation.

1-5) Lubrification

L'huile est prévue pour lubrifier :

- Les six (6) paliers du compresseur (63/A.B.C.D.E.F).
- Les engrenages, après l'engrènement.
- Les paliers du moteur.

Les débits respectifs sont réglés en cour d'essai par des diaphragmes.

Chaque palier est équipé d'un thermomètre à contact électrique (TISHP63/A.B.C.D.E.F) donnant l'ordre d'arrêt lorsque la température devient importante.

Ces thermomètres sont placés sur le tableau de contrôle.

1-6) le retour de l'huile

Le retour de l'huile à la cuve s'effectue à partir du fond du carter à l'aide d'une conduite de forte section pour lui donner un temps de rétention de cinq minutes qui lui permet de se dégazer avant d'être réemployée.

1-7) Réchauffage de l'huile

Lorsque le commutateur correspondant est en position "en service", le réchauffage est automatiquement commandé par le thermostat placé sur la cuve.

2) Circuit d'eau

Le circuit de circulation d'eau est représenté sur la figure suivante :

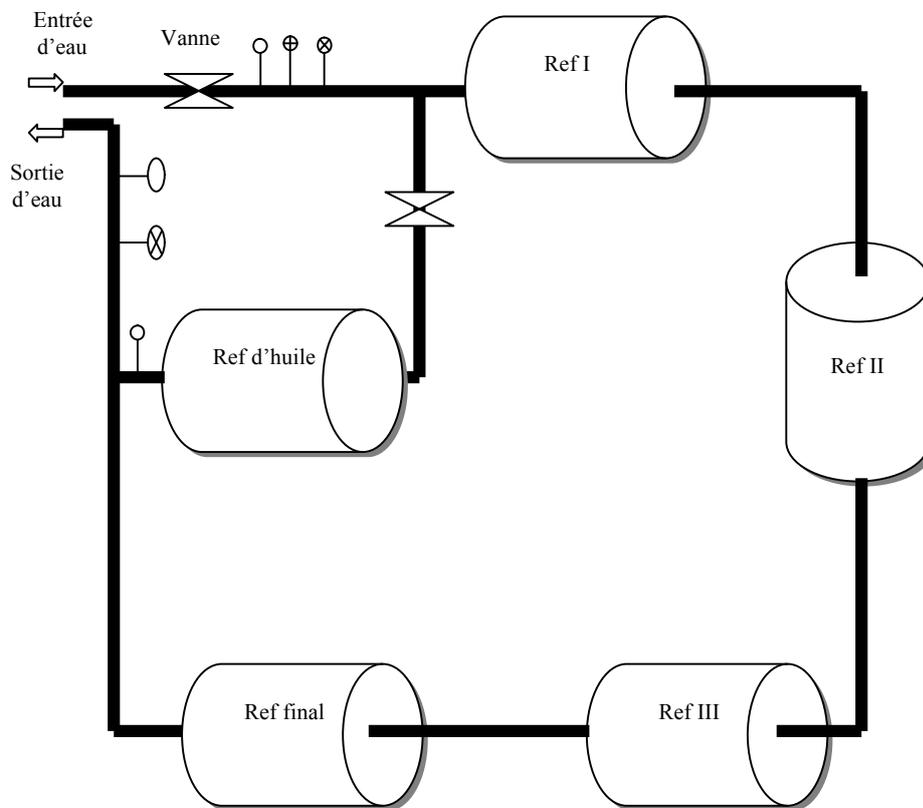


Fig : II-3 : Circuit d'eau

2-1) Rôle du circuit d'eau

Le circuit d'eau alimente les quatre réfrigérants d'air et le réfrigérant de l'huile. Le circuit est raccordé au réseau usine par deux (2) brides une "arriver" une "départ".

2-2) protection

Le circuit d'eau est équipé d'un contrôleur de circuit, indicateur du débit d'eau. Le contact de ce contrôleur intervient dans les chaînes de sécurité du groupe et interdit le démarrage lorsqu'il n'y a pas circulation. Chaque réfrigérant est équipé d'un contrôleur visuel de passage d'eau.

3) circuit d'air

Le circuit de circulation d'air est représenté sur la figure suivante :

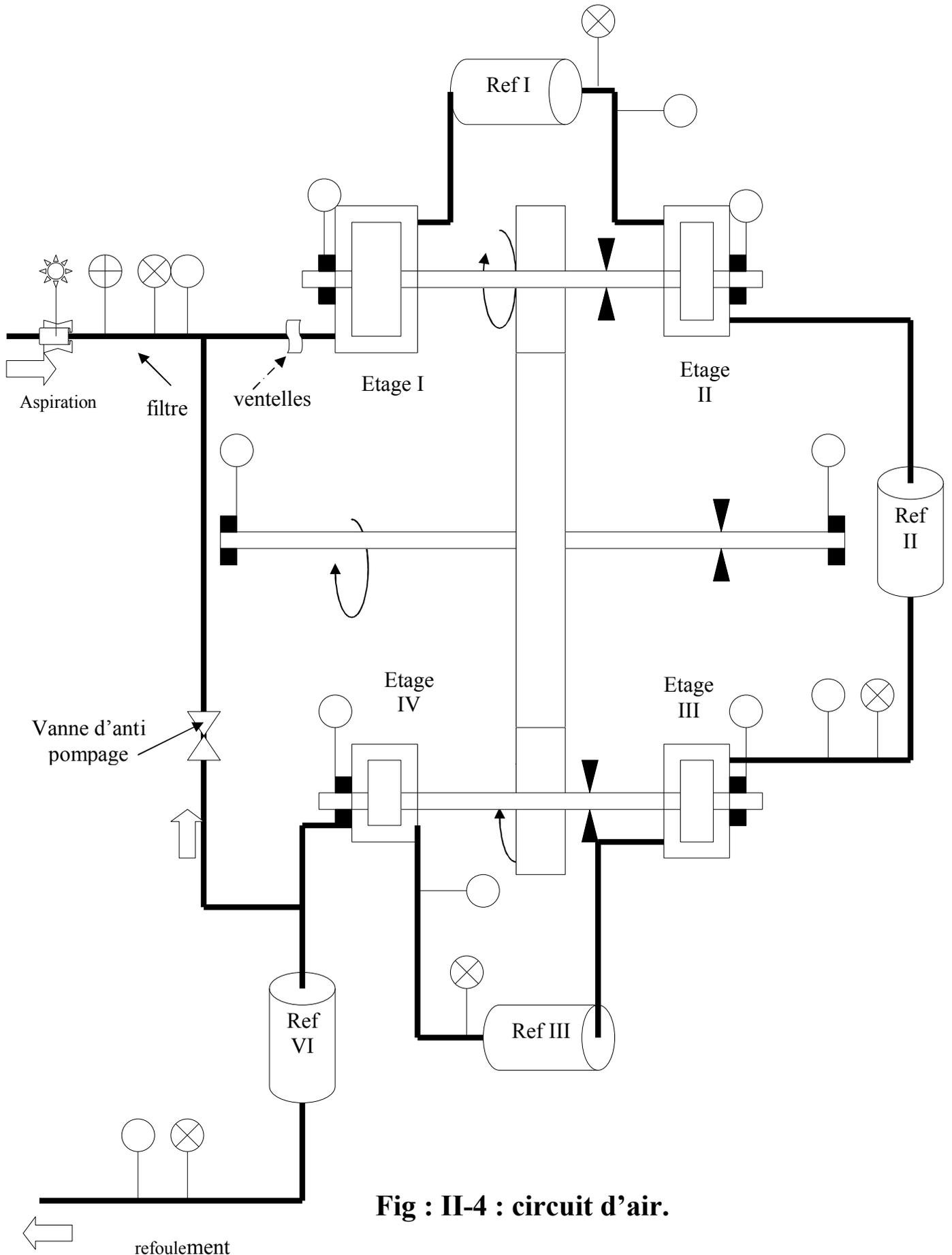


Fig : II-4 : circuit d'air.

II-2-2) Descriptif

L'air traverse successivement :

A l'aspiration : $\Phi = 400\text{mm}$

- 1- Un filtre
- 2- Un silencieux d'aspiration
- 3- Un diaphragme permettant la mesure du débit
- 4- Une manchette permettant la dilatation de la gaine d'aspiration

Le compresseur :

- 5- Les quatre étages du compresseur avec entre eux les réfrigérants intermédiaires. L'étage un (1) est équipé d'un inclineur à ventelles. Cet inclineur commandé par un vérin pneumatique avec positionneur asservi à deux émetteurs pneumatiques à commande manuelle.

L'inclineur est fermé par manque d'air

- 6- Le réfrigérant final :

Au refoulement : $\Phi = 200\text{mm}$

- 7- Le silencieux de refoulement
- 8- Le clapet d'anti-retour

En dérivation, la vanne d'anti-pompage renvoie à l'aspiration du compresseur l'air en excès. Cette vanne d'anti-pompage est commandée par un vérin pneumatique et un positionneur asservi à la régulation d'anti-pompage. La vanne est ouverte par manque d'air.

- 9- Un thermomètre, sans contact, est placé après chaque réfrigérant intermédiaire. L'examen de ces deux thermomètres permet le contrôle du bon fonctionnement des réfrigérants.

II-3) Les régulations

II-3-1) Réglage de débit

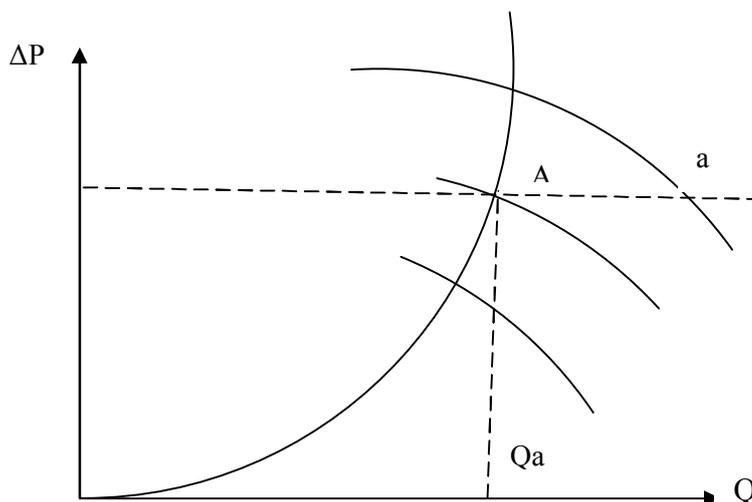
Il est réalisé en agissant sur les ventelles de l'inclinaire par l'intermédiaire d'un relais de commande pneumatique manuel.

A chaque calage de l'inclinaire correspond un point de fonctionnement différent du compresseur.

II-3-2) Régulation anti-pompage

Sur le diagramme élévation de pression/débit aspiré, le compresseur doit être protégé du phénomène de pompage qui apparaît lorsque le point de fonctionnement passe à gauche d'une courbe limite de pompage.

Courbe de $\Delta P = f(Q)$:



Pour un ΔP donné, le débit aspiré du compresseur ne doit pas devenir inférieur à Q_a , ce qui oblige à recycler une partie du débit refoulé.

La vanne de décharge reçoit son signal de commande d'un régulateur qui compare :

1. la mesure de débit aspiré, au point de consigne.
2. un diaphragme monte dans la gaine d'aspiration.
3. un capteur transmetteur ΔP .
4. une correction de température effectuée grâce à :
 - a. un transmetteur de température.
 - b. Un relais diviseur.
5. un extracteur de racine carrée.

Le point de consigne est élaboré par une chaîne comprenant :

- 1) un capteur transmetteur de pression au refoulement.
- 2) un relais de proportion.

Afin d'obtenir une loi linéaire de la forme $ap+b$ qui approche correctement la courbe limite de pompage dans la zone de fonctionnement du compresseur.

Les constantes a et b sont réglables.

La chaîne d'anti-pompage est totalement indépendante de reste de l'installation, ce là pour obtenir la sécurité maximale.

La vanne de décharge est ouverte lorsque le groupe est à l'arrêt.

Le régulateur d'anti-pompage, placé sur le tableau de contrôle, comporte un indicateur de pompage.

II-4) les procédures de démarrages et de l'arrêt

II-4-1) Démarrage

- 1) commutateur CM 110 "sous tension".
- 2) Commutateur d'éclairage CME.
- 3) Commutateur CMR en position marche.
- 4) Commutateur CMRM en position marche.
- 5) Par mesure de sécurité, le régulateur d'anti-pompage doit être en position "auto".

- 6) Relais de commande de l'inclinaire "inclinaire fermé".
- 7) Signalisation L1 L2 L4 L7 L8 allumées.
- 8) Action sur bouton "marche pompe".
- 9) La pompe électrique démarre.
- 10) Signalisation L3 allumée.
Si les conditions de démarrage sont réalisées :
Température d'huile suffisante.
Niveau d'huile suffisant.
Circulation d'eau établie.
- 11) Signalisation L9 L10 allumées.
Alors, l'autorisation de marche est accordée.
- 12) Signalisation L5 allumée.
Et après un délai de trois minutes environ, on peut démarrer le compresseur.

- 13) Signalisation L5 allumée.
- 14) Signalisation L4 L5 éteintes.
- 15) Quinze (15) secondes après le démarrage du compresseur la pompe électrique s'arrête, la pompe attelée ayant pris le relais.
- 16) Signalisation L3 éteinte.

En agissant sur le relais de commande manuelle on donne l'ordre d'ouverture des vannes.

- 17) La pression croit au refoulement de compresseur.
- 18) Signalisation L8 éteinte.
- 19) La vanne d'anti-pompage se referme quant le compresseur refoule sur le réseau de l'usine.
- 20) Signalisation L7 éteinte.
- 21) La vanne d'anti-pompage suit les variations du débit, en cas de débit insuffisant il s'ouvre pour éviter le pompage.
Dans ce cas, la signalisation L11 est allumée.
- 22) En cas de défaillance de la pompe attelée, la pompe auxiliaire démarre automatiquement.
- 23) Signalisation L3 et B40 allumées.
- 24) Rechercher directement la raison de la panne de la pompe attelée.
- 25) En cas de non alimentation 220V. la signalisation B41 s'allume et le compresseur s'arrête. (sauf micro-coupures).

II-4-2) Arrêt

Par action sur le bouton "arrêt compresseur"

- 1) Par action sur le relais commande manuelle refermer les ventelles de l'incliner.
- 2) Simultanément la pompe d'anti-pompage s'ouvre.
- 3) Signalisation L8 allumée.
- 4) Ordre d'arrêt par action sur bouton "arrêt compresseur".
L'ordre d'arrêt provoque :
L'ouverture du disjoncteur moteur et le démarrage de la pompe auxiliaire.
- 5) Trois (3) minutes après l'arrêt du compresseur, arrêter la pompe auxiliaire par action sur le bouton "arrêt pompe".

Arrêt d'urgence

L'action sur le bouton arrêt d'urgence provoque le même enchaînement des opérations, excepte pour l'incliner qui reste ouvert.

Par conséquent, agir sur le relais de commande manuelle pour le refermer.

Trois (3) minutes après l'arrêt de compresseur arrêter la pompe auxiliaire par action sur le bouton "arrêt pompe".

En cas d'arrêt de compresseur par défaut "température d'air trop élevée", "température des paliers trop élevée", etc....

La procédure d'arrêt est la même que l'arrêt d'urgence.

II-5) Tableau récapitulatif des surveillances

Action ou défaut	Appareil détecteur	référence	alarme	solution correspondante
Sur le circuit d'huile				
Niveau huile bas	Indicateur de niveau	842	B42	Interdiction de démarrage
T° cuve basse	thermomètre	641	B32	Marche réchauffeur
T° cuve haute	thermomètre	641	B33	Arrêt réchauffeur
T° cuve normale	thermomètre	641	L9	
Marche pompe auxiliaire	commutateur	CMP	L3	
Pression refou basse	pressostat	PSLD841	B14	Marche pompe auxiliaire
T° palier 1 haute	thermomètre	631A	B16	alarme
T° palier 2 haute	thermomètre	631B	B17	alarme
T° palier 3 haute	thermomètre	631C	B18	alarme
T° palier 4 haute	thermomètre	631D	B19	alarme
T° palier 5 haute	thermomètre	631E	B20	alarme
T° palier 6 haute	thermomètre	631F	B21	alarme
Colmatage filtre	Indicateur de colmatage	DPI5H3C		Encrassement du filtre
Pré réfrigérant haut	pressostat	635		alarme
T° palier 1 moteur haute	thermomètre	631G	B22	Arrêt compresseur
T° palier 2 moteur haute	thermomètre	631H	B23	Arrêt compresseur
Sur le circuit d'eau				
Débit d'eau insuffisant	Indicateur de débit	1590	B38	Arrêt compresseur
T° entrée haute	thermomètre	760A		Arrêt compresseur
T° sortie haute	thermomètre	760B		alarme

Pression entrée basse	pressostat	761A		alarme
Pression sortie basse	pressostat	761B		alarme
Sur circuit d air				
T° refoulement 1 étage haute	thermomètre	835A	B35	Arrêt compresseur
T° refoulement 2 étage haute	thermomètre	835B	B36	Arrêt compresseur
T° refoulement 3 étage haute	thermomètre	835C		Arrêt compresseur
T° refoulement 4 étage haute	thermomètre	835D		Arrêt compresseur
Colmatage filtre	Indicateur de colmatage		B39	alarme
Pompage 1 étage	pressostat	718A	L7	alarme
Pompage 2 étage	pressostat	718B	L8	alarme
Pompage 3 étage	pressostat	718C	L9	alarme
Pompage 4 étage	pressostat	718D	L10	alarme
T° aspiration 1 étage haute	thermomètre	719A		alarme
T° aspiration 2 étage haute	thermomètre	719B		alarme
T° aspiration 3 étage haute	thermomètre	719C		alarme
T° aspiration 4 étage haute	thermomètre	719D		alarme
Sur parties mécanique				
Déplacement axial premier seuil	Détecteur de déplacement axial		B34	
Déplacement axial 2eme seuil	Détecteur de déplacement axial		B25	Arrêt compresseur
Vanne d anti-pompage ouverte	électrovanne		L7	
T° bobinage moteur haute	thermomètre		B24	Arrêt compresseur
Manque 220 V			B41	Arrêt compresseur

Conclusion

Pendant notre présence sur site on nous a fait remarqué la diminution de la production qui est due essentiellement au vieillissement du matériel et l'existence d'anomalies comme par exemple : la marche en parallèle de la pompe attelée et la pompe auxiliaire qui dans le cahier technique ne doivent pas fonctionner simultanément.

Ainsi pour remédier à ces anomalies et leurs difficultés de détection ; on a proposé le pilotage et la surveillance de l'installation par une nouvelle technologie de commande plus efficace que celle existante (logique câblée).

Introduction

L'évolution remarquable en technologie cautionne l'évolution des méthodes de résolution des problèmes séquentiels, en utilisant moins de composants, une rapidité d'exécution en temps réel et un rendement optimal des appareils. Dans ce cadre, l'automate programmable industriel, en abrégé "API" est le constituant souhaité dans tout équipement automatisé.

IV-1) Généralité et définition d'un API

L'API est un dispositif électronique de contrôle de processus, il génère des ordres vers les pré-actionneurs de la partie opérative à partir des données d'entrées (capteurs) et d'un programme, il est généralement relié à un pupitre (ou console) de commande.



Figure IV-1 : Représentation de l'automate programmable industriel S7-300

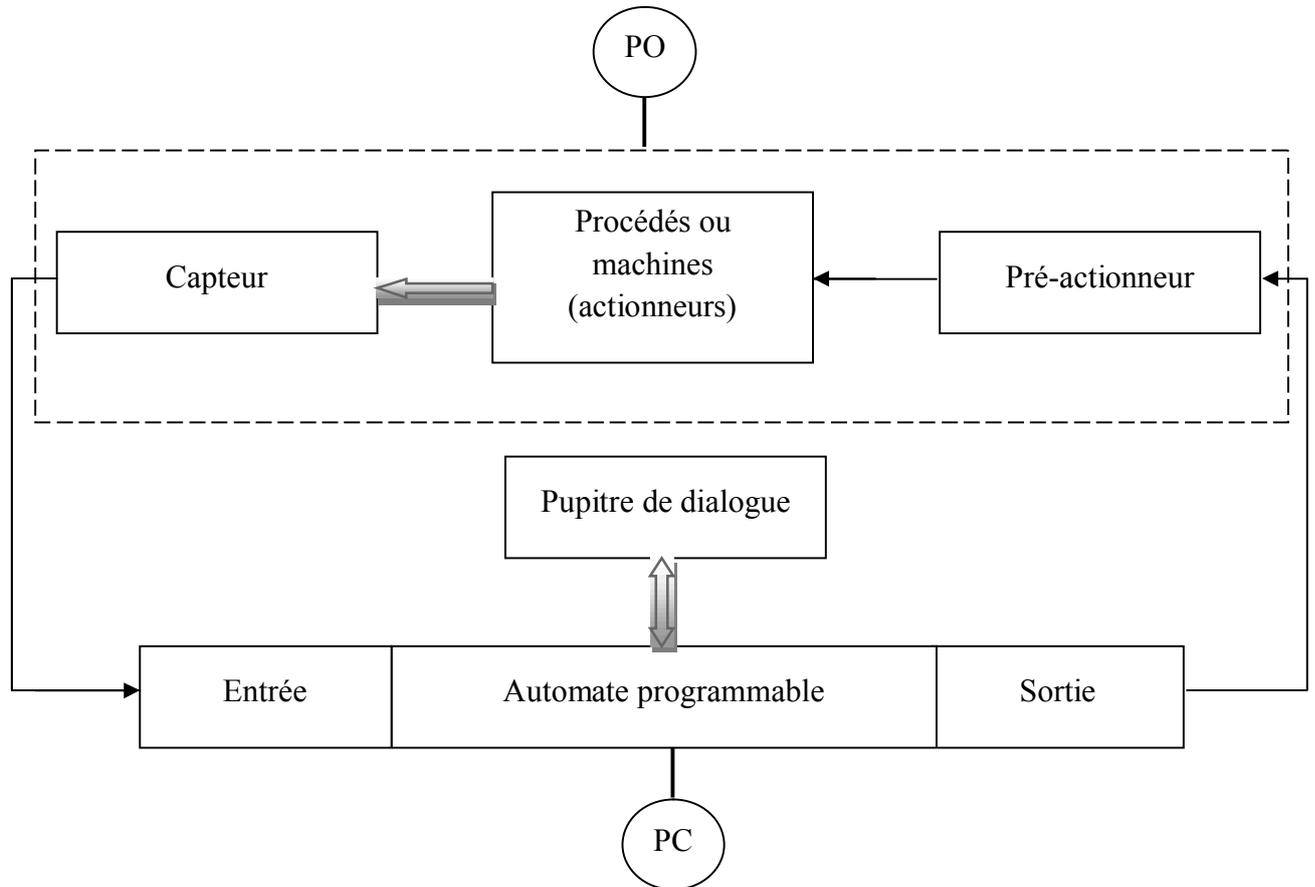


Figure IV-2 : Schéma fonctionnel d'une installation automatisée.

PO partie opérative.

PC partie commande

➤ **Partie opérative (PO)**

Elle comporte les éléments mécaniques de l'automatisme avec :

- Des pré actionneurs, qui reçoivent des ordres de la partie commande.

Exemple : (contacteurs dans le cas des moteurs, électrodistributeur dans le cas des vérins... etc.)

- Des actionneurs qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres.
- Des détecteurs (capteurs) qui informent la partie commande de l'état du processus.

➤ **Partie commande (PC)**

Elle gère dans une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser.

➔ **Partie relation (pupitre de dialogue)**

Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé.

IV-2) Architecture interne d'un automate programmable industriel

La structure d'un automate programmable ressemble à celle d'un micro-ordinateur. Il est constitué :

- d'une unité centrale ;
- des modules d'entrées (ou interfaces d'entrées).
- Des modules de sorties (ou interfaces de sorties).
- Des coupleurs.
- d'une console de programmation.

Ces unités échangent des informations par l'intermédiaire d'un ensemble de bus.

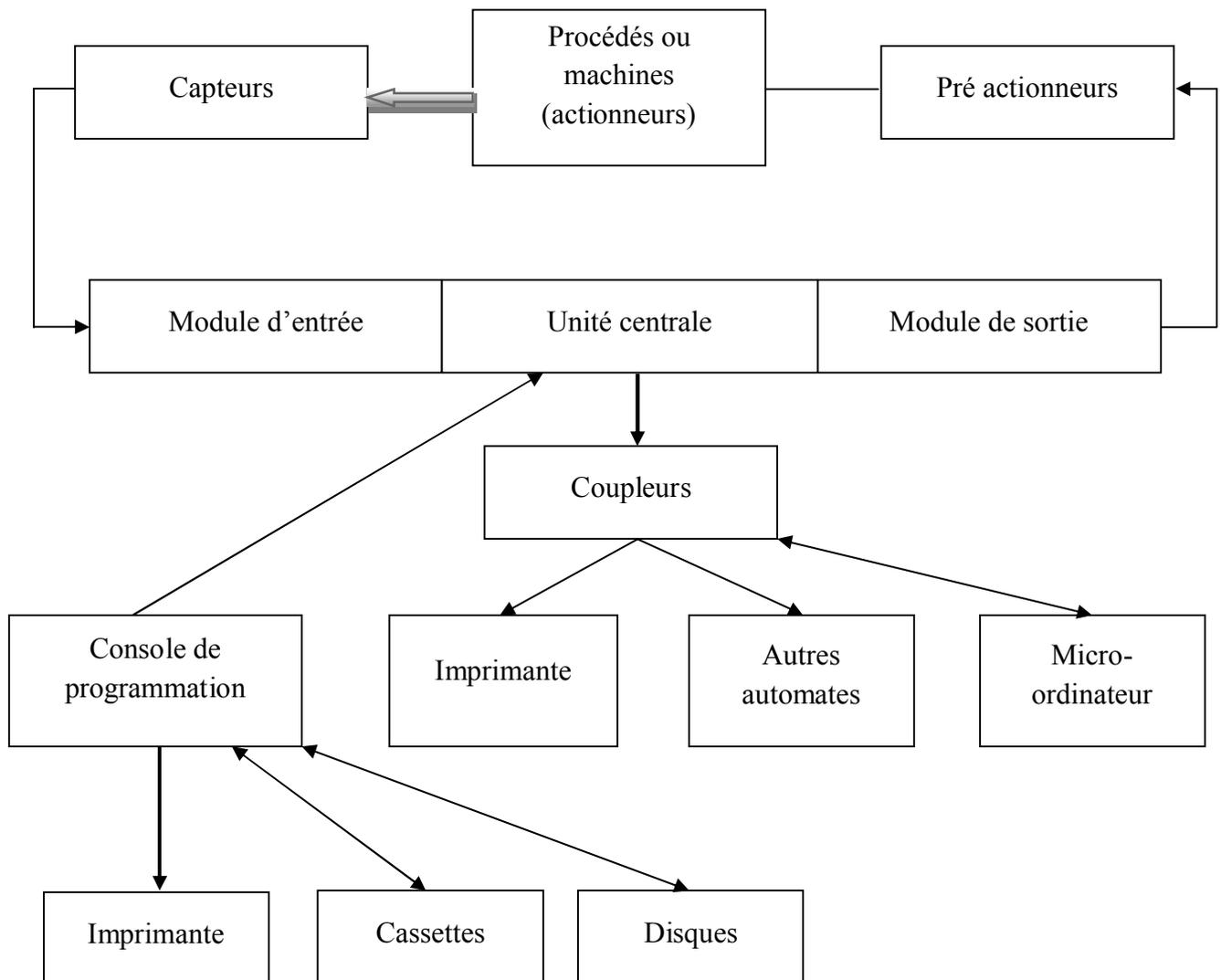


Figure IV-3 : L'automate programmable et ses auxiliaires

IV-2-1) Le module d'alimentation

Composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement, à partir d'une alimentation en 220 volts alternatif, ces blocs délivrent des sources de tension dont l'automate à besoin : 24V, 12V ou 5V en continue.

En règle générale, un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate.

IV-2-2) L'unité centrale

Elle constitue le cerveau de l'automate, et comprend le où les processeur (s) (unité de traitement logique ou numérique), et la mémoire.



Représentation de la CPU.

a- Le processeur :

Il assure le contrôle de l'ensemble de l'automate, et effectue les traitements par les instructions de programme. Il est composé essentiellement :

- D'une unité logique (UL) qui traite les opérations logiques ;
- D'une unité arithmétique et logique (UAL) qui traite les opérations de temporisation, de comptage et de calcul.
- D'un accumulateur qui est un registre de travail dans lequel se range une donnée ou un résultat ;
- D'un registre d'instruction qui contient, durant le temps de traitement, l'instruction à exécuter ;

b- La mémoire :

La mémoire est l'élément qui stocke le programme de l'application et les données nécessaires au fonctionnement (durées de temporisations, présélection de compteurs, paramètres divers, etc...).

Durant la phase d'étude et de mise au point du programme, les mémoires utilisées sont généralement des mémoires RAM supportant facilement les modifications, afin de ne pas perdre les contenues en cas de coupure d'alimentation, un dispositif de sauvegarde par batterie est nécessaire.

En phase d'exploitation, le programme définitif est stocké dans des mémoires programmables EPROM (Erasable programmable Read Only Memory) et EEPROM (Electrical Erasable Programmable Memorie) qui permettent des modifications. Une mémoire vive du type RAM reste nécessaire pour les données temporaires.

La taille mémoire s'exprime en nombre d'instructions ou en kilo mots. Les valeurs vont de quelques kilos octets à plusieurs centaines pour des applications importantes.

c- Les bus

- Les bus d'entrée/sorties appelé aussi bus fond de panier, relie les modules d'entrées/sorties à l'unité centrale ;
- Le bus système est interne à l'unité centrale, il permet au processeur d'accéder aux différentes ressources.

IV.2.3) Les modules d'entrées / sorties

IV.2.3.1) Les modules d'entrées

Ces modules sont équipés de connecteur de raccordement permettant un montage rapide. Ces entrées peuvent accepter suivant les modules des informations en courant ou en tension, (alternatif ou continu).

Ces modules assurent l'isolation galvanique entre l'unité centrale et le système.

a- Les modules d'entrées tout ou rien (TOR)

Les modules d'entrées tout ou rien permettent de raccorder à l'automate les différents Capteur logiques tels que :

- Boutons poussoirs ;
- Pressostats ;
- Thermostats ;
- Fin de cours ;
- Capteurs de proximité inductifs ou capacitifs ;
- Capteurs photo électriques...etc.

Une diode électroluminescente située sur le module donne l'état de chaque entrée. Le nombre d'entrées sur un module est de : 4,8, 16 ou 32. Les tensions d'entrées sont de : 24, 48, 110, 220 volts en courant continu ou alternatif.

b- Les modules d'entrées analogiques

Les modules analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques (courant, pression, tension) en valeurs numériques qui peuvent être traitées par la CPU. L'opération de conversion est assurée par des convertisseurs analogiques / numérique (CAN).

IV.2.3.2) Les modules de sorties

Les modules de sorties sont équipés de connecteurs de raccordement pour faciliter leurs montages. Ils peuvent accepter des informations en courant ou en tension, alternatifs ou continus.

a- Les modules de sorties tout ou rien (TOR)

Les modules de sorties tout ou rien permettent de raccorder à l'automate les différents pré actionneurs tels que :

- Vannes, électro- vannes ;
- Contacteurs ;
- Afficheurs.

- Relais de puissance ;

Les tensions de sorties usuelles sont de 5 volts en continu ou de 24, 48, 110, 220 volts en continu ou en alternatif. Ces modules possèdent soit des transistors ou des relais. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électro lumineuse.

b- Les modules de sorties analogiques

Les modules de sortie analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques ces modules fournissent des signaux analogiques en fonction de valeurs qui lui sont transmis par la CPU.

L'opération de conversion est assurée par des convertisseurs numériques / analogiques.

IV-2-4) Les consoles

Il existe deux types de consoles, l'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs et visualisation), l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation. Cette dernière dans la phase de programmation effectue :

- L'écriture ;
- La modification ;
- L'effacement ;
- Le transfert d'un programme dans la mémoire de l'automate ou dans une mémoire EPROM.
- Dans la phase de réglage et d'exploitation elle permet :
 - D'exécuter le programme pas à pas ;
 - De le visualiser ;
 - De forcer ou de modifier des données telles que les entrées, les sorties, les bits internes, les registres de temporisation et les compteurs, ... etc.
 - La sortie sur une imprimante du programme si un port de sortie existe.

La console peut également afficher le résultat de l'autotest comprenant l'état des modules d'entrées et de sorties, l'état de la mémoire, de la batterie, etc.

Les consoles sont équipées (pour la plus part), d'un écran à cristaux liquides. Certaines consoles ne peuvent être utilisées que connectées à un automate (l'automate fournit l'alimentation à la console), d'autres peuvent fonctionner de manière autonome grâce à la mémoire interne et à leur alimentation.

IV-2-5) Les coupleurs

Ce sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les entrées/sorties (périphériques ou autres) et l'unité centrale.

L'échange d'information entre l'unité centrale et les modules d'entrées s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne. Entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (console, lecteur de disque, ... etc.), il se fait par un bus externe.

IV-3) Programmation d'un API

C'est l'un des atouts majeurs des API puisqu'elle permet une multitude de traitement des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle.

Certaines modifications peuvent même s'effectuer alors que l'automate est en marche. Il faut toute fois comprendre le fonctionnement du processus et choisir le langage le plus approprié dans le cadre du problème à résoudre.

IV-3-1) Cycle de l'automate

Suivant la conception de l'automate ou de la programmation, il existe trois cycles possibles

a- Traitement mono-tâche

Le traitement est cyclique, c'est-à-dire est relancé à la fin de chaque exécution, le processus exécute les instructions, l'une après l'autre, dans l'ordre de la liste.

Ce type est réalisé en trois étapes principales (figure a).

- Acquisition des entrées ;
- Traitement du programme écrit par l'utilisateur, d'une durée variable selon les instructions (type et nombre) ;
- Mise à jour ou affectation des sorties quand les commandes sont définies.

b- Traitement multitâches

Avec un automate multitâche, le programme est organisé en tâche correspondant chacune à une fonction ; positionnement d'un mobile, régulateur de niveau (figure b).

c- Structure multitraitement

Les structures multitraitement permettant de séparer les fonctions de traitement et d'affecter à chacune un processeur spécialisé (figure c).

Cette solution augmente la performance du système grâce à la simultanéité des traitements.

a-

Lecture de toute Les entrées	Traitement	Ecriture de toutes Les sorties
---------------------------------	------------	-----------------------------------

b-

Lecture de toutes les entrées	Traitement partie 1	Ecriture de la sortie 1	Traitement de l'entrée n	Ecriture de la sortie n
-------------------------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

c-

Lecture de l'entrée 1	Traitement partie 1	Ecriture de la sortie 1	Lecture de l'entrée n	Traitement partie n	Ecriture de la sortie n
--------------------------	------------------------	----------------------------	--------------------------	------------------------	----------------------------

Représentation des différents cycles de l'automate.

Remarque

- Le temps de cycle dépend de nombreux paramètres :
 - Types et importance du traitement ;
 - Caractéristiques logicielles et matérielles de l'automate.

Il peut atteindre plusieurs dizaines de millisecondes.

- Si le cycle n'est pas effectué dans une période définie par l'automate, une alarme est déclenchée par l'intermédiaire du « chien de garde » qui est une temporisation exécutée au début de chaque cycle.

IV-3-2) Langage de programmation

La programmation des API consiste à écrire, à l'aide d'instructions spécialisées et à partir d'un terminal associé, ou d'un micro-ordinateur, la suite des expressions décrivant les opérations logiques et numériques à exécuter. L'automate ainsi conçu pour traiter un ou plusieurs langages, comprenant chacun un ensemble d'instruction.

Dans le domaine logique, les automates modernes offrent à la fois un langage à contacts et un langage de plus haut de gamme comportant en outre un langage littéral.

a- Le diagramme - échelle (Ladder Diagramme ML-D)

Un diagramme-échelle est également nommé « schéma à contacts » est un langage des habitués des schémas électriques, sa programmation est de type graphique, elle sert d'une part en tant qu'instrument pour l'élaboration du projet, d'autre par en tant que langage de programmation.

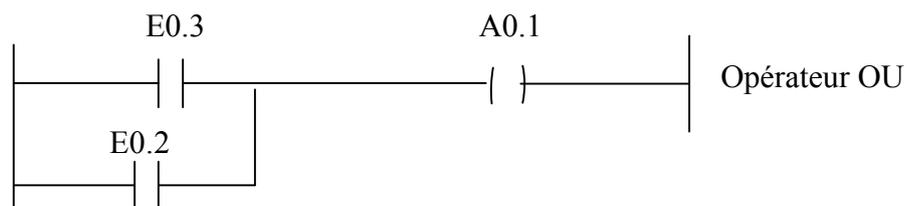
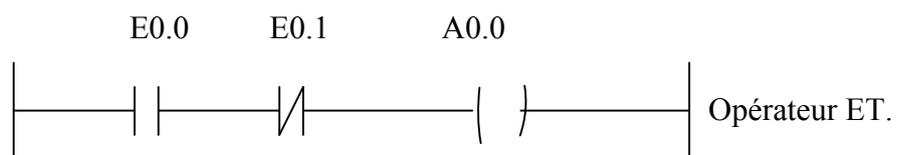


Figure IV- 4 : Représentation des Opérations ET, OU par CONTACTS.

b- Logigramme (LOG)

Le logigramme ou diagramme logique ou encore schéma logique, est une représentation graphique d'un système de commande qui est constitué de modules logiques.

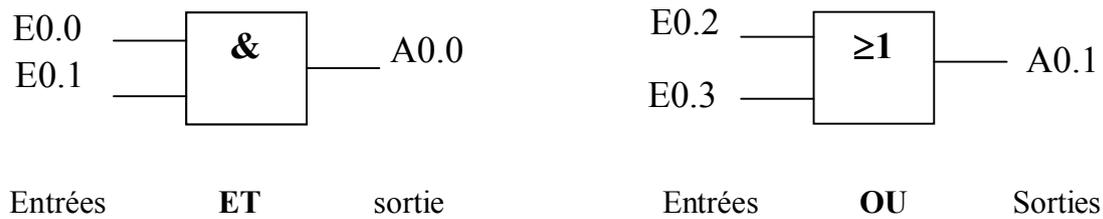


Figure IV- 5 : Représentation des opérations ET, OU par LOGIGRAM.

c- Langage booléen

Il permet de transcrire directement une équation booléenne, en l'implantant en mémoire. Ligne par ligne.

S01. E07,00 = A05,00

S02. A05,00 = A05,01

S03. A05,01 = E07,02 = A05,02

S04. End

IV-4) Mise en œuvre d'un API

A partir d'un problème d'automatisation donné dans lequel on a bien défini :

- Les commandes ;
- Les capteurs et les organes de sortie ;
- Le processus à réaliser.

La mise en œuvre d'un API peut se résumer par les étapes suivantes :

1. Etablir le GRAFCET et les équations ou le schéma à contact ;
2. Ecrire le programme dans la mémoire programme puis le simuler si possible ;
3. Transférer le programme dans l'unité centrale de l'automate ;
4. Tester à vide : mise au point finale du programme ;
5. Raccorder l'automate à la machine.

IV-5) choix d'un automate programmable industriel

Les critères de choix essentiels d'un automate programmable industriel sont :

- Nombre des entrées/sorties nécessaires ;
- La nature des entrées (logique, analogique, numérique) ;
- La nature des sorties ;
- La documentation ;

- La fiabilité et la robustesse ;
- La garantie ;
- Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'UC et de la taille de la mémoire.

IV-6) L'automate S7-300

Pour la réalisation de notre système automatique on a opté pour l'API S7-300 qui est largement suffisant pour commander notre compresseur.

IV-6-1) Modularité

L'automate S7-300 dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés à volonté.

Sa composition est la suivante :

a) Module d'alimentation

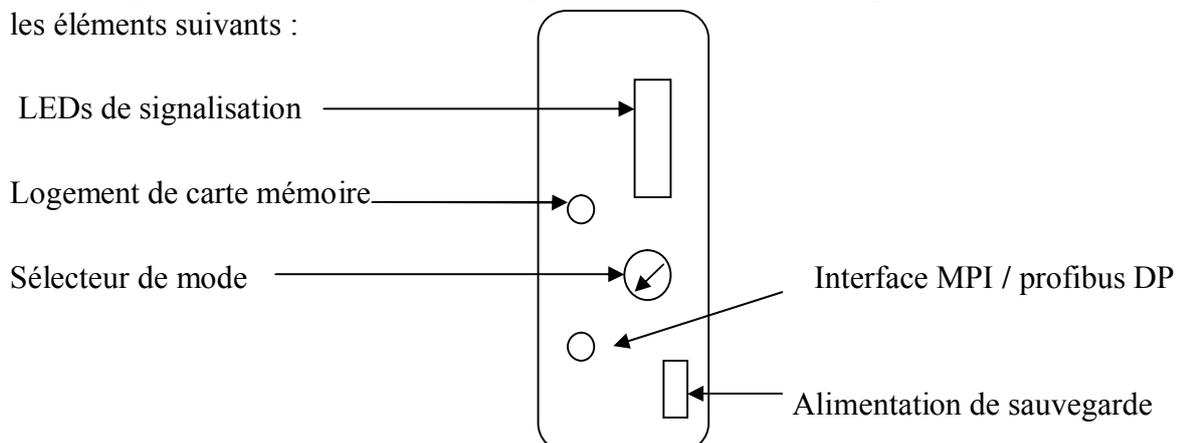
A partir des tensions externes 120/230 V alternative ou 24 V continue ; le module d'alimentation S7-300 délivre par le biais d'un bus les tensions d'alimentation 5V ou 24V nécessaire au fonctionnement des autres modules.

Ce module d'alimentation présente les caractéristiques suivantes :

- . Construction encapsulée pour la fixation.
- . Refroidissement par convection naturelle.
- . Sorties résistantes aux courts-circuits.
- . Les deux tensions sorties ont une masse commune.
- . Sauvegarde par pile en option.

b) Module unité centrale (CPU)

Le panneau de commande et de signalisation de la CPU comporte les éléments suivants :



Le sélecteur de mode

Il permet de choisir le mode de la CPU. Il s'agit d'un commutateur a clé, comportant quatre positions ; on utilise les différents niveaux de protection et restreindre a un nombre de personnes limitées pour les modifications du programme ou les possibilités de démarrage (passage de STOP a RUN).

Logement pour carte mémoire

On insère dans ce logement deux types des cartes mémoires.

- . Carte RAM
- . Carte flash

Interface MPI/DP/ Profibus-DP

Cette interface sert au raccordement des appareils comme la console de programmation.

Alimentation tension de sauvegarde

L'entrée EXT-BATT est utilisée pour :

- . Sauvegarder le programme utilisateur
- . Conserver les mémentos, temporisation, compteurs, données du système
- . Sauvegarder l'horloge interne

Elle a les propriétés suivantes :

Protection contre les erreurs de polarité ;

Limitation du courant de court-circuit a 20 mA.

c) Modules de communication

Le S7-300 est doté de processeur de communication permettant la communication homme – machine et machine – homme. Il permet :

La conduite et l'observation du processus.

La signalisation et l'observation des états des machines.

d) Modules d'interface pour signaux

Pour les entrées/sorties TOR et analogiques.

e) Modules de fonction

L'utilisation du module de fonction permet de monter les cartes d'axes (IP) ; ce sont des cartes périphériques intelligentes, qui ont des fonctions spéciales telles que le comptage des impulsions à fréquence élevée, régulation de la température et la vitesse. Elles possèdent leur propre processeur et soulagent ainsi la CPU.

Cela permet en plus une exécution parallèle des tâches de commande et de régulation.

IV-6-2) les unités fonctionnelles de l'API S7-300

1) Mémoires images entrées et sorties (MIE ; MIS)

Les mémoires images sont des zones réservées en mémoire RAM de la CPU.

Les états des signaux des modules d'entrées et de sorties sont dans les mémoires images de la CPU. Les états des signaux du processus peuvent être lus ou délivrés, soit directement, soit par l'intermédiaire de ces mémoires images.

2) Temporisation, compteurs et mémentos

La CPU met à notre disposition des temporisations, des compteurs et des mémentos internes qui peuvent être appelés par le programme utilisateur.

Les mémentos sont des emplacements dans la mémoire destinés à la mémorisation des états des signaux. La moitié de ces temporisations, compteurs ou mémentos peuvent être rémanents, c'est à dire. leur contenu est conservé (par la pile de sauvegarde) après une éventuelle coupure de la tension secteur.

3) Accumulateurs

L'accumulateur (ACC) est un registre de calcul dans lequel sont chargées des valeurs, par exemple les valeurs de temporisation et des compteurs internes.

L'ACC sert également à exécuter des opérations de comptage, de calcul et de conversion. La CPU dispose de deux accumulateurs ACC1 et ACC2.

4) Processeurs

Le processeur lit les instructions les unes après les autres dans la mémoire du programme et les exécute. Pour se faire, il traite les informations de la MIE et tient compte des valeurs de temporisation et compteurs internes ainsi que des états des signaux des mémentos internes.

5) Bus périphérique

C'est la liaison sur laquelle sont échangés tous les signaux entre la CPU et les autres modules.

IV-6-3) Modes fonctionnels de l'API S7-300

Suivant la position du sélecteur de mode on distingue les modes de fonctionnement suivant :

a) Mode RUN-P

En absence d'évènement empêchant le démarrage ou en absence d'erreurs et lorsque la CPU est en mesure de passer en RUN, la CPU traite le programme utilisateur en fonctionnement à vide. Des accès au périphérique sont possibles ; dans cette position il n'est pas possible de retirer la clé.

b) Mode RUN

Le programme dans la CPU ne peut pas être modifié lorsque le commutateur est en position RUN

c) Mode STOP

La CPU n'exécute pas le programme utilisateur. Les modules TOR des signaux sont bloqués et dans cette position ; il est possible de retirer la clé pour que l'on puisse modifier le programme.

d) Mode MRES : (effacement général : Master Reset)

Position du commutateur à clé pour effacement général de la CPU et pour le démarrage à froid.

Il existe trois types de démarrage de la S7-300 :

1- Démarrage à froid

Lors de ce démarrage, toutes les données (mémoire image, mémentos, compteurs...) sont ramenées à leurs valeurs initiales conservées dans le programme, qu'elles aient paramétrées rémanentes ou non rémanentes. Le programme s'exécute à partir de son début.

2- Démarrage à chaud

Lors de ce démarrage, les mémoires images, les mementos et les compteurs non rémanents sont réinitialisés ; et ceux qui sont rémanents conservent leurs dernières valeurs validées. Le programme s'exécute à partir du début.

3- Redémarrage

Lors du redémarrage, toutes les données conservent leurs dernières valeurs validées.

IV-6-4) Temps de cycle

Le temps de cycle est le temps nécessaire au système d'exploitation pour exécuter un cycle de programme, ce temps est surveillé par le chien de garde.

IV-6-5) Temps de réponse

Le temps de réponse est le temps qui sépare la détection d'un signal d'entrée et la modification du signal de sortie qui lui est lié.

IV-6-6) Plage de variation

C'est le temps de réponse effectif, qui est compris entre le temps de réponse le plus court et le temps de réponse le plus long lors de la configuration de l'installation, il faut toujours prendre en compte le temps de réponse le plus long.

IV-6-7) La fonction de surveillance et de signalisation de la CPU

1) Types d'alarme et classe de priorité

Le matériel de la CPU et le système d'exploitation contiennent des fonctions de surveillance qui assurent un travail correct et un comportement défini en cas d'erreurs ou Pour une série d'erreurs, une réaction du programme est possible.

Trois LEDs INT, EXTF et FRCE situées en façade de la CPU informent sur les erreurs et particularités durant l'exécution du programme utilisateur. Le tableau suivant montre la signification des LEDs :

LEDs			SIGNIFICATION
INTF	EXTF	FRCE	
H	X	X	Une erreur interne a été détectée
X	H	X	Une erreur externe a été détectée (une erreur dont la cause ne se situe pas sur le module CPU)
X	X	H	Une commande de forçage est active

H = LED allumé ; X = état de la LED non pertinent.

2) Traitement d'alarme

La CPU S7 dispose des OB (bloques d'organisation) d'alarme cyclique qui interrompt le traitement du programme à intervalles précis.

Les alarmes cycliques sont déclenchées à des intervalles de temps précis ; le moment de déclenchement de la période est le passage de l'état de fonctionnement ARRET à l'état RUN.

3) Déclenchement de l'alarme cyclique

Pour déclencher une alarme cyclique, nous devons préciser via STEP7 une période dans le bloc des paramètres des alarmes cycliques. Cette période est toujours un multiple entier de la période de base de 1ms.

4) Les OB d'alarmes

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur. Ils nous permettent de déclencher l'exécution de certaines parties du programme :

- A la mise en route de la CPU.
- De façon cyclique ou a intervalles de temps.
- A certaines heures ou certains jours.
- Apres écoulement d'un temps donné.
- Quant une erreur intervient.
- Quand une alarme de processus intervient.

Les blocs d'organisation sont traités selon la priorité qui leurs est effectuée.

On appelle alarme, les événements qui déclenchent l'appel d'un OB donné.

IV-7) Application sur notre procédé

En répondant aux recommandations inscrites dans le cahier technique du groupe ; pour un bon fonctionnement, le concepteur exige :

IV-7-1) Avant le démarrage

La vérification de certains paramètres qui peuvent poser de problèmes pendant le fonctionnement, par exemple le manque d'huile dans la cuve mène à une mauvaise lubrification des paliers.

Dans le programme on a opté a faire des comparaisons entre les seuils prescrit dans la notice de fonctionnement et les mesures venues des capteurs installés sur les machines.

Exemples :**Comparaison :**

L seuil (charger le seuil)
L mesure (charger la mesure)
T MW x (mémoriser la mesure dans le memento de mot numéro x)
<I (comparer entre seuil et mesure)
= “ RLL ” (si seuil < mesure ; alors RLL = 1
si non on aura une signalisation)

Signalisation :

UN “ RLL ” (si RLL = 0)
= “ sig ” (alors actionner la signalisation correspondante)

IV-7-2) Pendant le démarrage :

On a deux moteurs à démarrer, le moteur d'entraînement et le moteur de la pompe auxiliaire.

On les a programmés dans FB1 et pour chaque moteur s'affecte un DBI (bloc de données d'instance)

Pour le moteur d'entraînement :

U “MME” (commutateur de marche)
UN “AUTME” (mode automatique du moteur)
S # moteurentain (démarrer moteur)
O “AME” (arrêt moteur)
ON “AUME” (arrêt d'urgence moteur)
R #moteurentain (arrêt moteur)

IV-7-3) Pendant le fonctionnement

Pendant le fonctionnement, on intervient :

- S'il y a une signalisation d'erreur qu'on peut voir sur le pupitre de commande ou une sonorisation ; dans ce cas le programme contrôle les paramètres et génère les signalisations.
- Pour arrêter le groupe normalement par action sur le bouton "arrêt" ou en cas d'anomalie de fonctionnement par action sur le bouton "arrêt d'urgence".

U "arrêt" (action sur le bouton arrêt)

U "arrur" (action sur le bouton arrêt d'urgence)

IV-8) Configuration matérielle

IV-8-1) Manipulations de base pour la configuration matérielle

1) Fenêtre de configuration

Pour réaliser la configuration d'un automate programmable nous allons utiliser deux fenêtres :

- la fenêtre de station dans laquelle nous allons disposer les profilés support/châssis pour la configuration de la station
- la fenêtre "Catalogue du matériel" dans laquelle nous allons sélectionner les composants matériels requis, comme par exemple les profilés support ou châssis, les modules et cartouches interface.

2) Affichage du catalogue du matériel

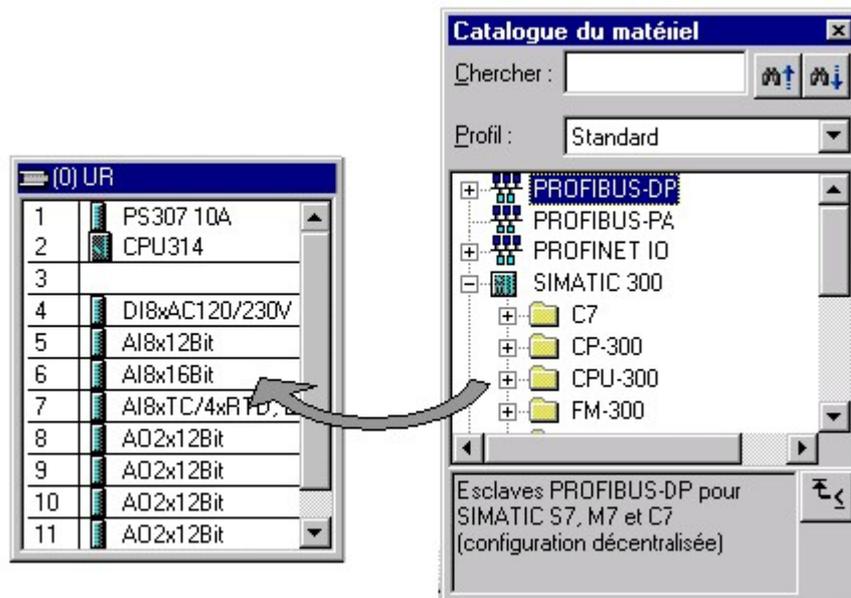
Si la fenêtre "Catalogue du matériel" ne s'affiche pas, choisissez la commande **Affichage > Catalogue**. Elle permet d'afficher ou de masquer le catalogue du matériel.

IV-8-2) Marche à suivre pour la configuration d'une station

Quelle que soit la technique de configuration d'une station, il faut toujours nous en tenir aux étapes suivantes pour la configurer :

1. Sélectionner un composant matériel dans la fenêtre "Catalogue du matériel".
2. Amener le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser-lâcher.

La figure suivante illustre les manipulations de base :



Dans notre configuration, on a suivi les étapes citées dans l'aide. On a choisi la CPU 314, avec 2 modules entrées analogiques, 2 modules sorties analogiques, un module entrée TOR, 4 modules sorties TOR et un module entrée/sortie. On a laissé vide le premier emplacement qu'on réserve pour le module d'alimentation.

IV-9) Chargement du programme

Le chargement du programme dans le système automatisé s'effectue en quatre étapes :

- 1- Mise sous tension.
- 2- Effacement général de la CPU.
- 3- Chargement du programme.
- 4- Mettre la CPU en marche.

IV-10) Test du programme

1) Test avec la fonction de visualisation :

La fonction de visualisation permet de tester le bloc d'un programme ; pour cela :

- Une liaison en ligne doit être établie à la CPU.
- La CPU doit être en mode de fonctionnement.

- Le programme doit être chargé dans la CPU.
- Ouvrir le bloc OB1 dans la fenêtre en ligne de projet.
- Activer la fonction **test<visualiser**.

2) Test avec la table des variables

Les marches à suivre pour la création de la table des variables sont :

On teste des variables du programme en les visualisant et en les forçant à partir de la table des variables, il faut pour cela :

Une liaison en ligne à la CPU existe.

La CPU se trouve en mode de fonctionnement.

Le programme est chargé.

3) test avec un programme de simulation

Une des fonctions les plus importantes, est la possibilité de simuler le programme sur PC sans être relié sur site. Cette application dispose d'une interface simple, qui permette de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans la CPU simulée, on a en outre la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, comme par exemple la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

IV-11) Simulation du programme

Vue la non disponibilité du matériel (API) ; et afin d'éviter des anomalies dans notre programme, ainsi corriger ses erreurs et ses défauts s'il y a lieu. On s'est destiné à l'utilisation d'un logiciel optionnel S7-PLCSIM ; qui nous offre la possibilité de visualiser l'état des entrées, sorties et mémentos du système.

Démarrer S7-PLCSIM

- On sélectionne la commande **Outils>Simulation de modules**.
- On clique sur le bouton de barre d'outils pour S7-PLCSIM.

Possibilités offertes par S7-PLCSIM

S7-PLCSIM nous permet de charger et de déboguer un programme S7 sans automate programmable, simplement en utilisant les applications du progiciel de base STEP7 ou de STEP7 Lite ainsi que l'interface S7-PLCSIM. Cette application nous sert principalement à déboguer les codes. La gestion du temps étant sensiblement différentes de celle d'une CPU réelle, certains tests matériels sont toujours recommandés en ce qui la concerne. Les entrées et sorties peuvent aisément être visualisées et forcées depuis l'interface visuelle. Le test du programme s'effectue de la même manière avec une CPU réelle.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a montré l'utilité des API, on a donné des initiations sur le logiciel STEP7 et on a introduit un programme via STEP7 pour la commande du procédé.

Pour tester notre programme, on l'a simulé à l'aide d'un logiciel optionnel qui est PLC-SIM.

Introduction :

Les systèmes automatisés qui mettent en œuvre des actionneurs pneumatiques et électriques sont nombreux dans l'industrie. Ces systèmes nécessitent un entraînement assuré par des machines tournantes et plus particulièrement par la machine asynchrone qui réalise la majorité des entraînements à vitesse constante, cela dans une très large gamme de puissance et d'un mouvement linéaire qui est assuré par les vérins.

III.1- Organe de commande électrique :

III.1.1- Les relais :

La construction d'un relais peut être très différente dans la pratique tandis que son fonctionnement reste en principe identique :

Lorsqu'une tension se produit sur la bobine de relais via les contacts A_1 et A_2 (voir figure : III-1), un courant électrique circule dans les bobinages. Un champ magnétique se crée et place l'induit contre le noyau de la bobine l'orifice de commutation 1 est relié l'orifice de commutation 4. En absence de tension, l'induit est mis en position de sortie via un ressort. L'orifice de commutation 1 est relié à l'orifice de commutation 2.

Un relais peut posséder plusieurs contacts de commutation qui sont activés simultanément. Les structures sont par exemple les :

- Relais multiples ;
- Relais à impulsions.
- Relais temporisé.

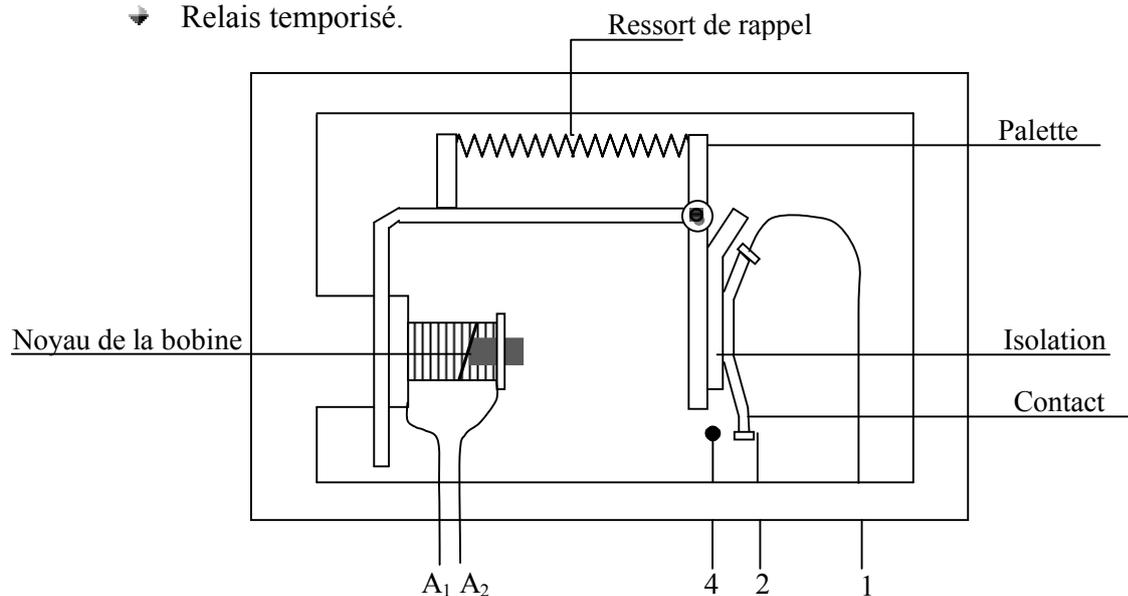


Figure III.1 : Relais.

III-1-2) Le contacteur :

Un contacteur est un relais de haute puissance modulaire comportant des contacts à double rupture pour s'assurer de pouvoir couper des tensions et des courants élevés.

Les contacteurs sont utilisés pour commuter de moyennes ou de grosses charges électriques. Dès que l'on envisage de commander un moteur, quelle que soit sa puissance, on devrait utiliser un contacteur.

Il se compose d'une bobine qui est l'organe de commande, de contacts principaux et de contacts auxiliaires voir la figure III.2.

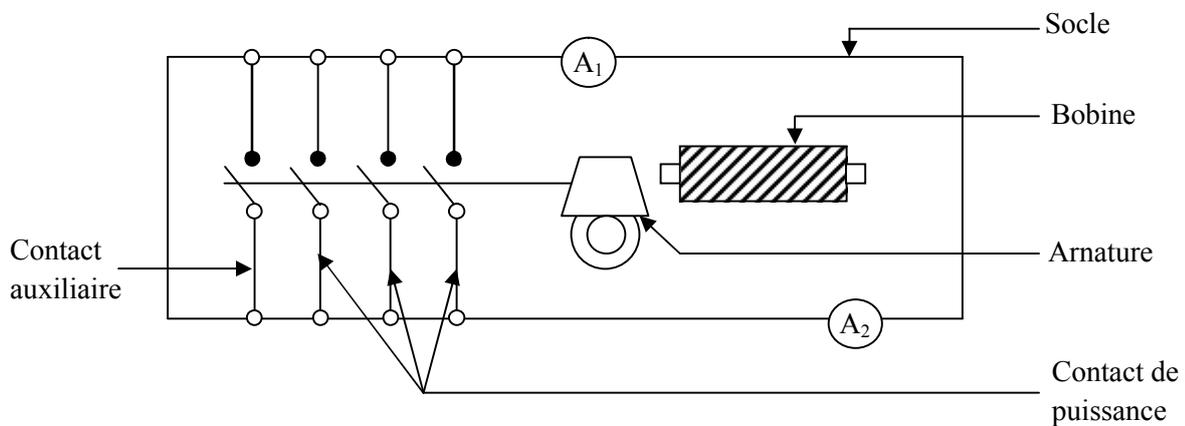
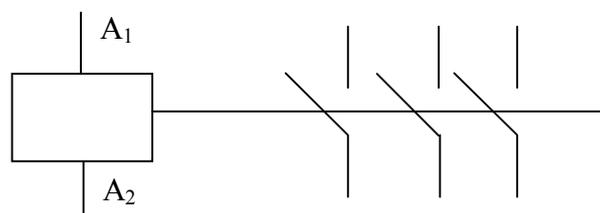


Figure III.2 : Schéma de contacteur.

✦ Principe de fonctionnement :

Lorsque la bobine est alimentée en courant, l'armature est attirée et ferme les contacts.

Lorsque la tension entre A1 et A2 est supprimée les contacts sont à la position initiale par l'action d'un ressort de rappel.



Symbole général.

III-2) Les pré-actionneurs pneumatiques :

Un pré actionneur est un composant de gestion de l'énergie de commande d'actionneur. A toute action, est associé un pré-actionneur indispensable pour son fonctionnement.

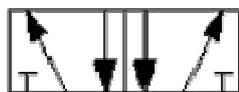
III-2-1) Electrovanne :

C'est un pré-actionneur électropneumatique tout ou rien (TOR), permettant le passage de l'air véhiculé dans le circuit pneumatique.

L'électrovanne est principalement constituée d'un corps de vanne où circule l'air. Elle est munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique qui déplace le moyen mobile qui agit sur l'orifice de passage. En se déplaçant, le noyau peut permettre ou pas le passage de l'air. Le champ de pression dépend directement de la force d'attraction de la bobine. Le bobinage doit être alimenté de façon continue pour maintenir le noyau attiré.

III-2-2) Les distributeurs :

En règle générale, il n'existe pas d'organe de puissance qui ne soit accompagné par un pré-actionneur appelé distributeur. C'est un organe dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir du gaz ou du fluide comprimé et les vérins, ainsi il est inséré entre la source et les organes moteurs, il est associé à un vérin, sa taille et son type sont fonctions du vérin.



Distributeur 5/2

Fig III-2 : Représentation d'un distributeur.

III-3) Actionneurs électrique et pneumatique :

III-3-1) Moteur asynchrone :



Représentation de la machine asynchrone

Le moteur asynchrone comprend deux parties distinctes :

1- Stator :

C'est un anneau de tôles encochées à l'intérieur dans les quelles on place un enroulement triphasé, ce dernier est toujours relié à la source.

2- Rotor :

Il est de forme cylindrique (rotor massif, rotor à cage, rotor bobiné,..), il est concentrique au stator et séparé de lui par un entrefer d'épaisseur constante.

Le rotor porte un enroulement polyphasé en court-circuit, électriquement, le rotor n'est relié à aucune source extérieure. Selon le mode de réalisation de rotor, on distingue deux types :

✦ Le rotor à cage :

Nommé aussi rotor en court-circuit. Dans le moteur à cage les encoches du rotor découpées dans l'acier ont le plus souvent une forme ovale.

L'enroulement rotorique est constitué de barres en cuivre identiques parallèles à l'axe de rotation. De chaque côté, les extrémités de ces barres sont réunis entre elles par des couronnes en cuivre.

➔ **Rotor bobiné :**

Nommé ainsi rotor à bague, il comporte un enroulement exécuté comme un enroulement triphasé statorique. Ces enroulements sont généralement branchés en étoile, leurs extrémités sont réunies à trois bagues.

III-3-2) Les vérins :

Les vérins pneumatiques sont des actionneurs linéaires dans lesquels l'énergie de l'air comprimée est transformée en travail mécanique.

La pression d'utilisation standard est de 2 à 10 bars en usage courant et la vitesse est de 0,2 à 0,3 m/s.

Du fait de la simplicité de mise en œuvre, ils sont très nombreux dans les systèmes automatisés industriels.

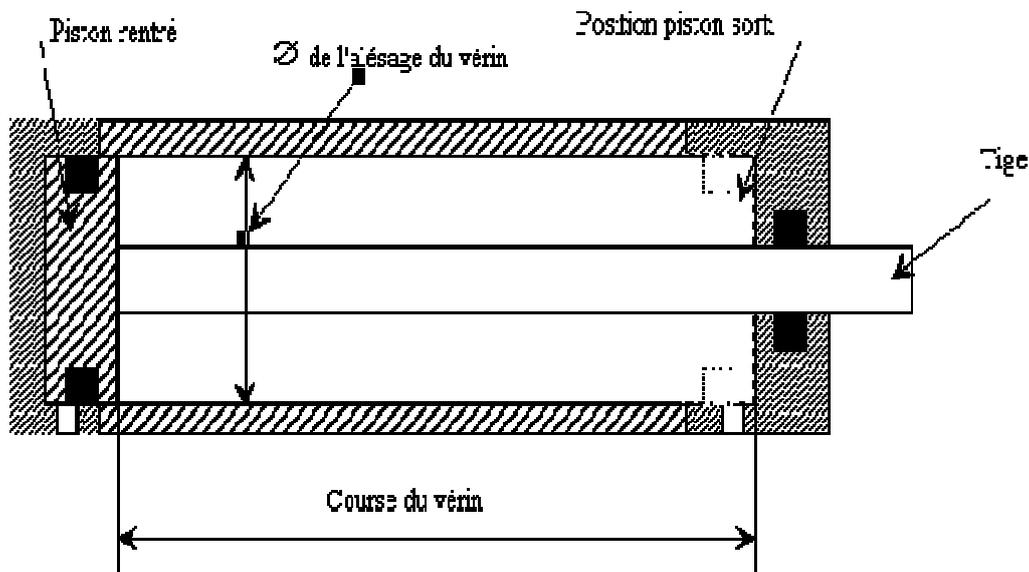


Fig III-3 : Représentation de la caractéristique dimensionnelle du vérin



Représentation du vérin.

III-3-2-1) Constitution d'un vérin pneumatique :

Un piston muni d'une tige se déplace librement à l'intérieur d'un tube. Pour faire sortir la tige, on applique une pression sur la face avant du piston, et sur la face arrière pour faire rentrer la tige.

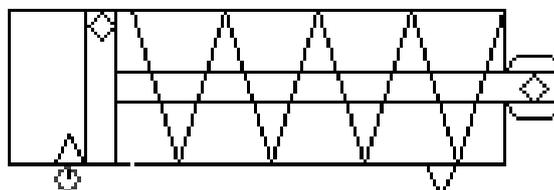
III-3-2-2) Classification des vérins pneumatique :

Leur classification tient compte de mode d'action de la tige : simple effet et double effet.

1- Vérins simple effet (VSE) :

L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : ressort, charge,... pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à échappement.

L'emploi de ces vérins est limité aux faibles cours ils sont surtout utilisées pour des raisons de sécurité rappel automatique en cas de panne d'air comprimée.



Représentation de vérin simple effet

2- Vérin double effet (VDE) :

L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression (air comprimé).

L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.

Ce type de vérins développe une force disponible à l'allée comme au retour pour produire du travail. Il a deux directions de travail et comporte deux orifices d'alimentation.

La pression est distribuée de chaque côté du piston, afin d'assurer son déplacement dans un sens puis dans un autre.

➤ Avantages et inconvénients du vérin pneumatique :

➤ Avantages :

- 1- Il permet des cadences élevées ;
- 2- La vitesse se règle simplement par action sur le débit et les efforts par action sur la pression.
- 3- Il s'arrête naturellement en fin de course ou en cas d'effort anormal.

➤ Inconvénients :

- 1- Il ne permet pas de gros efforts à cause de la grande compressibilité.
- 2- Dans le cas de charges variables, la vitesse est irrégulière, pour obtenir de gros efforts et / ou une vitesse constante, il faudra utiliser des vérins hydrauliques.

III-4) Les capteurs :

Un capteur est un objet technique de développement d'une information sur un processus. Il réalise la conversion d'une grandeur physique mesurée (grandeur d'entrée) en une autre grandeur physique accessible et exploitable par un composant de traitement (grandeur de sortie).

Un capteur délivre un signal relatif à la grandeur qu'il mesure. Il prélève une information sur le comportement de la partie opérative et la transforme en une information exploitable par la partie commande.

Les capteurs peuvent être classés selon deux critères :

- La grandeur mesurée : on parle alors de capteurs de position, de température, de vitesse, de force etc.
- Le caractère de l'information délivrée, on parle alors de capteur logique appelés aussi capteur tout ou rien (TOR), les capteurs analogiques ou numérique.

III-4-1) Capteurs de pression (Pressostat) :

Les détecteurs de pression (ou pressostat) utilisent un organe mécanique pour provoquer la commutation si la pression est suffisante. Il est représenté dans la figure suivante :

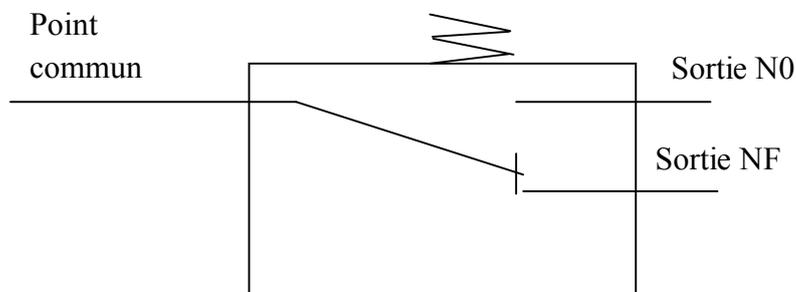


Figure : III.4 : Détecteur de pression.

III-4-2) Capteur de fin de course magnétique (magnéto -inductif) :

Le détecteur magnéto inductif se compose d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. Le champ magnétique de l'aimant fait varier le courant circulant dans l'oscillateur.

Un amplificateur transforme cette variation en signal de sortie de type tout ou rien (TOR).

III-4-3) Capteurs de fin de course mécaniques :

Ces capteurs sont à contacts et peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple ou d'une bille. L'information donnée par ces capteurs est de type tout ou rien (TOR).

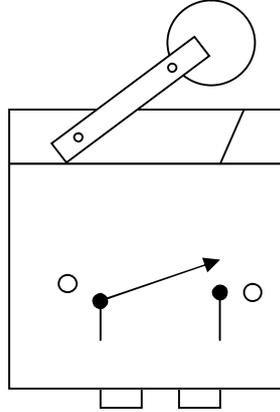


Figure III-5 : Capteur de fin de course.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons représenté les différents actionneurs pneumatiques et électriques et les normes qualités que représente chacun d'eux. Les vérins pneumatiques assurent la plupart des déplacements linéaires et les machines de celui de l'entraînement.

FB1 - <offline>

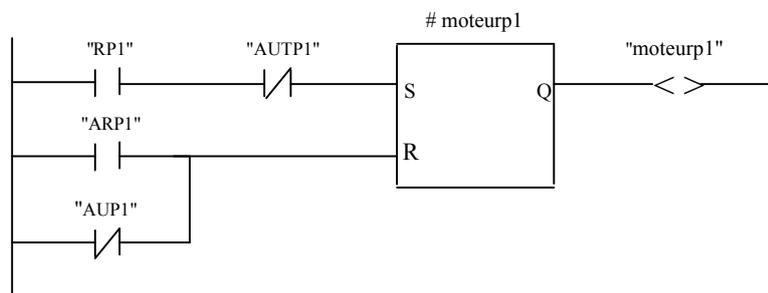
"moteurs" moteurs

Nom :**Famille :****Auteur :****Version :** 0.1**Version de bloc :** 2**Horodatage code :** 25 /08/2008 16 :30 :06**Interface :** 15 /02 /1996 16 :51 :12**Longueur (bloc/ code/ données locales) :** 01830 01494 00026

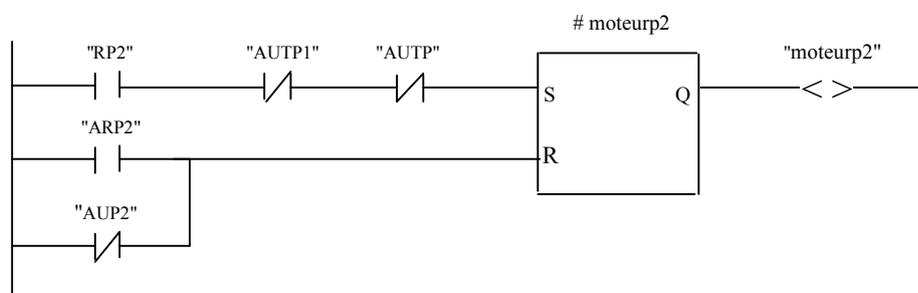
Nom	Type de données	Adresse	Valeur initiale	Commentaire
IN		0.0		
ONT		0.0		
IN_OUT		0.0		
moteurp1		0.0	FALSE	
moteurp2		0.1	FALSE	
motuerentr		0.2	FALSE	
STAT		0.0		
TEMP		0.0		

Bloc : FB1 bloc moteurs

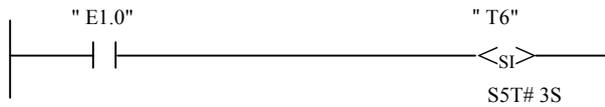
Réseau : 1 démarrage pompe principale



Réseau : 2 marche pompe auxiliaire



Reseau : 3 temporisation pour démarrage sous Un

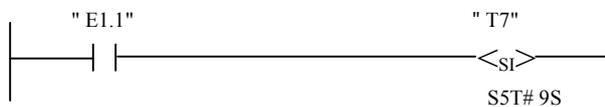


Reseau : 4 marche moteur d'entraînement sous Un

```

U      "MME"
UN     "AUTME"
U      T 6
S      #moteurenr
U (
O      "AME"
ON     "AUME"
)
R      #moteurenr
=      #moteurenr
NOP    0
  
```

Reseau : 5 temporisation pour démarrage sous 0.6 Un



Reseau : 6 marche moteur d'entraînement sous 0.6 Un

```

U      "MME"
UN     "AUTME"
U      T 7
S      #moteurenr
U (
O      "AME"
ON     "AUME"
)
R      #moteurenr
=      #moteurenr
NOP    0
  
```


Réseau : 7 contrôle vitesse moteur

```
L   1500           // vitesse à atteindre par le moteur
L   "actuelvite"   // vitesse du moteur
>=I "VMMEA"       // "VMMEA" est mis à 1 si le moteur atteint la vitesse
```

FC1 - <offline>

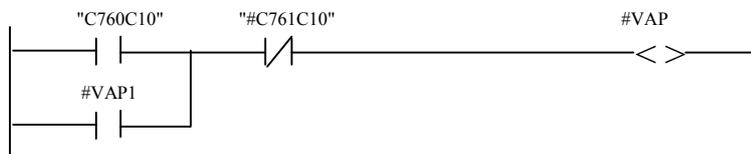
"bloc vannes" bloc action des vannes

Nom :**Famille :****Auteur :****Version :** 0.1**Version de bloc :** 2**Horodatage code :** 25 /08/2008 16 :30 :06**Interface :** 15 /02 /1996 16 :51 :12**Longueur (bloc/ code/ données locales) :** 00220 00096 00000

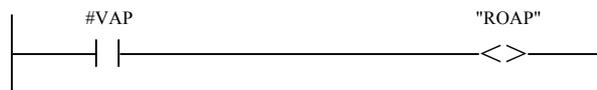
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
C761C10	Bool	0.0	fermer vanne anti pompage
VAP	Bool	4.0	vanne anti pompage
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETOURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC1 bloc action des vannes

Reseau : 1 vanne anti pompage



Réseau : 2 vanne anti pompage ouverte



Réseau : 3 vanne fermée



OB1 - <offline>

"Cycle exécution"

Nom : Famille :

Auteur : Version : 0.1

Version de bloc :

Horodatage code : 25 /08/2008 16 :30 :06

Interface : 15 /02 /1996 16 :51 :12

Longueur (bloc/ code/ données locales) : 01830 01494 00026

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASSE	Byte	0.0	Bits 0 – 3 = 1 (Coming event), Bits 4 – 7 =1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2 – n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (organization block 1 , OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloc : OB1 "Main Programme Sweep (cvcle)"

Réseau : 1 contrôle de niveau d'huile de la cuve

```

L 100 // charger la valeur du seuil
L " 612C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 0 // la transférer au memento MW 0
T AW 0 // sortie périphérique AW 0
<I // ACCU2 > ACCU1 ??? Le résultat serait dans le RLG
= "RLL31" // affecter la valeur RLG à "RLL31"

```

Réseau : 2 signalisations niveau bas cuve huile



Réseau : 3 contrôle temp circuit huile

```

L 30      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 618C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 2    // la transférer au memento 16 bits 0
T AW 4    // sortie périphérique AW 4
<I       // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RLL31" // affecter la valeur RLG à "RTL34"

```

Réseau : 4 temp basse circuit huile



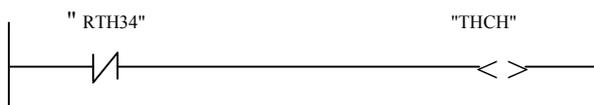
Réseau : 5 contrôle temp circuit huile (seuil supérieur)

```

L 50      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 618120" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 3    // la transférer au memento 16 bits 0
T AW 6    // sortie périphérique AW 6
<I       // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RLL31" // affecter la valeur RLG à "RTL34"

```

Réseau : 6 signalisation temp haute circuit huile



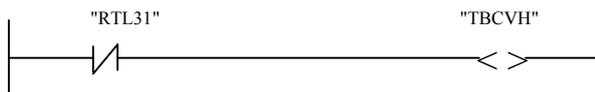
Réseau : 7 contrôle temp cuve huile

```

L 35      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 636C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 4    // la transférer au memento 16 bits 4
T AW 8    // sortie périphérique AW 8
<I       // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RLL31" // affecter la valeur RLG à "RTL34"

```

Réseau : 8 signalisation temp basse



Réseau : 9 contrôles pression refoulement pompe

```

L 3.800 // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 635C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 5 // la transférer au memento MW 5
<I // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RL33" // affecter la valeur RLG à "RTL34
T AW 10 // sortie périphérique AW 10

```

Réseau : 10 pression refoulement pompe basse



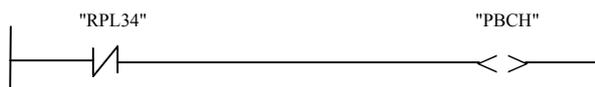
Réseau : 11 contrôlé pression circuit huile (seuil inf)

```

L 3.500 // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 651C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 5 // la transférer au memento 16 bits 7
<I // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RPL33" // affecter la valeur RLG à "RPL34
T AW 14 // sortie périphérique AW 14

```

Réseau : 12 pression basse circuit huile



Réseau : 13 contrôle pression circuit huile (seuil sup)

```
L 1.380    // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 651C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 8    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RPH34"   // affecter la valeur RLG à "RHL34"
T AW 16   // sortie périphérique AW 16
```

Réseau : 14 pression haute circuit huile



Réseau : 15 contrôle temp sortie refrigerant 3eme etage

```
L 100        // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 725C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 19    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "TSR3E"   // affecter la valeur RLG à "TSR3E"
T AW 38   // sortie périphérique AW 38
```

Réseau : 16 contrôle temp sortie refrigerant 2eme etage

```
L 100        // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 721C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 20    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "TSR2E"   // affecter la valeur RLG à "TSR2E"
T AW 40   // sortie périphérique AW 40
```

Réseau : 17 contrôle temp sortie refrigerant 1er etage

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 716C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 21    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "TSR1E"  // affecter la valeur RLG à "TSR1E
T AW 42    // sortie périphérique AW 42
```

Réseau : 18 contrôle temp entree refrigerant 3eme etage (1seuil)

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 722C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 22    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "TER3E"  // affecter la valeur RLG à "TER3E
T AW 44    // sortie périphérique AW 44
```

Réseau : 19 contrôle temp refrigerant 2eme etage

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 717C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 23    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RL
= "TER2E"  // affecter la valeur RLG à "TER2E
T AW 46    // sortie périphérique AW 46
```

Réseau : 20 contrôle temp refrigerant 1er etage

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 712C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 24    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "TER1E"  // affecter la valeur RLG à "TER1E
T AW 48    // sortie périphérique AW 48
```

Réseau : 21 contrôle débit d'eau

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L "485C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 25    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RFL21"  // affecter la valeur RLG à "RFL21"
T AW 50    // sortie périphérique AW 50
```

Réseau : 22 débit d'eau insuffisant



Réseau : 23 contrôle pression aspiration compresseur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L "709C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 26    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RPL12"  // affecter la valeur RLG à "RPL12"
T AW 52    // sortie périphérique AW 52
```

Réseau : 24 pression basse aspiration compresseur



Réseau : 25 contrôle temp bobinage moteur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L "S1C10"  // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 27    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM1C10" // affecter la valeur RLG à "SM1C10"
T AW 54    // sortie périphérique AW 54
```

Réseau : 26 contrôle bobinage moteur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " S2C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 28    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM2C10" // affecter la valeur RLG à "SM2C10
T AW 56    // sortie périphérique AW 56
```

Réseau : 27 contrôle temp bobinage moteur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " S3C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 29    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM3C10" // affecter la valeur RLG à "SM3C10
T AW 58    // sortie périphérique AW 58
```

Réseau : 28 contrôle temp bobinage moteur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " S4C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 30    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM4C10" // affecter la valeur RLG à "SM4C10
T AW 60    // sortie périphérique AW 60
```

Réseau : 29 contrôle temp bobinage moteur

```
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " S5C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 31    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM5C10" // affecter la valeur RLG à "SM5C10
T AW 62    // sortie périphérique AW 62
```

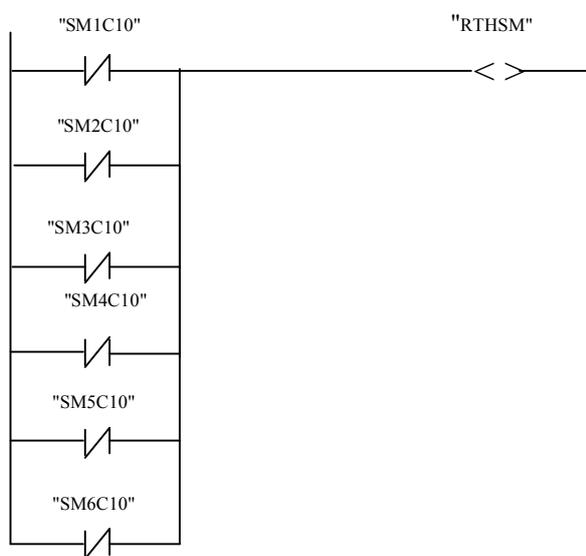
Réseau : 30 contrôle temp bobinage moteur

```

L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L "S6C10"  // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 32    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "SM6C10" // affecter la valeur RLG à "SM6C10
T AW 64    // sortie périphérique AW 64

```

Réseau : 31 temp bobinage moteur



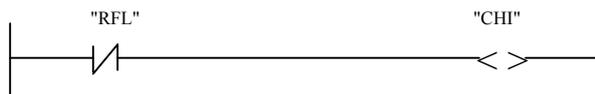
Réseau : 32 contrôle circulation huile

```

L 40      // charger la valeur du seuil ACCU1
L "FA441C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 33    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RFL"    // affecter la valeur RLG à "RFL
T AW 66    // sortie périphérique AW 66

```

Réseau : 33 circulation huile insuffisante



Réseau : 34 déplacement axial palier compresseur (1 seuil)

```

L 15      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 642C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 48   // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RXH37C" // affecter la valeur RLG à "RXH37C"
T AW 96   // sortie périphérique AW 96

```

Réseau : 35 déplacement axial palier compresseur (2 seuil)

```

L 25      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 642C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 49   // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RXH37BC" // affecter la valeur RLG à "RXH37BC"
T AW 98   // sortie périphérique AW 98

```

Réseau : 36 déplacement axial arbre intermédiaire (1 seuil)

```

L 15      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 639C10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 50   // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RXH37AM" // affecter la valeur RLG à "RXH37AM"
T AW 100  // sortie périphérique AW 100

```

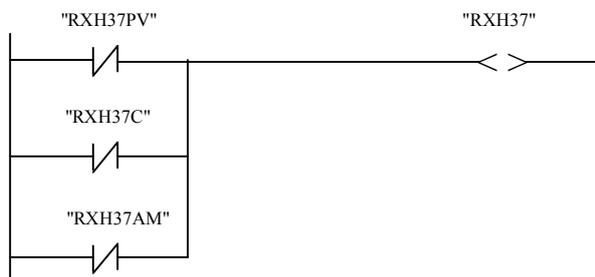
Réseau : 37 déplacement axial arbre intermédiaire (2 seuil)

```

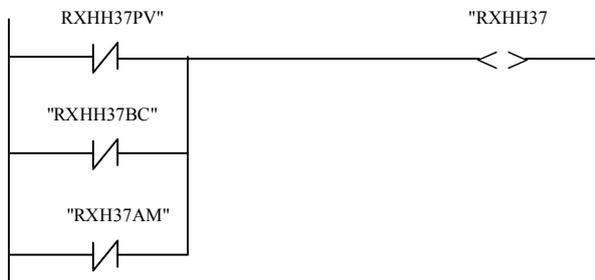
L 100      // charger la valeur du seuil ACCU1
L " 639AC10" // lire la valeur de l'entrée analogique ACCU1
T MW 51    // la transférer au memento 16 bits 0
>I        // ACCU2 > ACCU1 ??? le résultat serait dans le RLG
= "RXHH37AM" // affecter la valeur RLG à "RXHH37AM"
T AW 102 // sortie périphérique AW 102

```

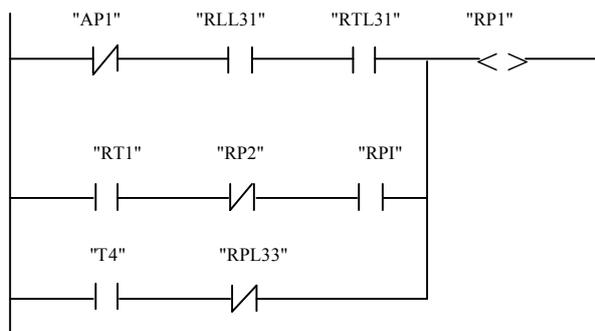
Réseau : 38 déplacement axial (1 seuil)



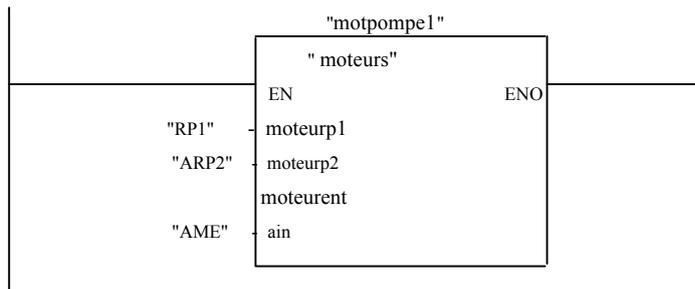
Réseau : 39 déplacement axial (2 seuil)



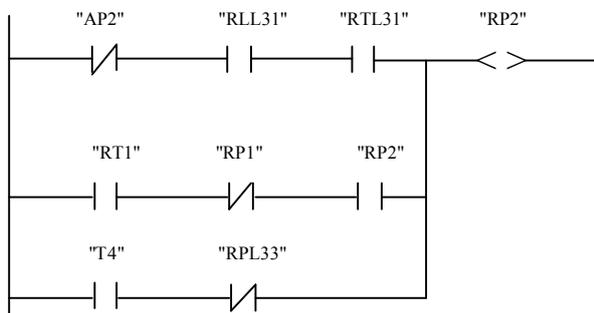
Réseau : 39 commande pompe principale



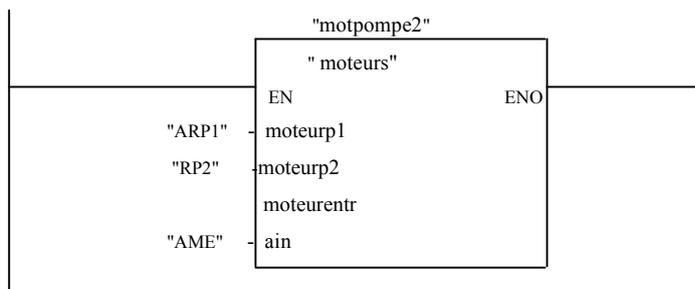
Réseau : 40 marche moteur pompe principale



Réseau : 41 commande pompe auxiliaire



Réseau : 42 marche moteur pompe auxiliaire



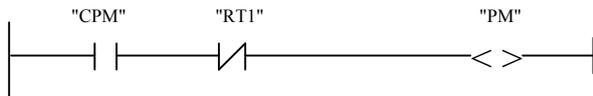
Réseau : 43 démarrage moteur d'entraînement

```

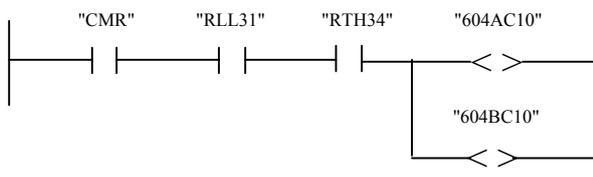
U      "RAM"
U      "VAP"
UN     "val"
CALL   "moteurs", "motentr"
      moteurp1   := "RP1"
      moteurp2   := "ARP2"
      moteurent   := "MME"
NOP    0

```

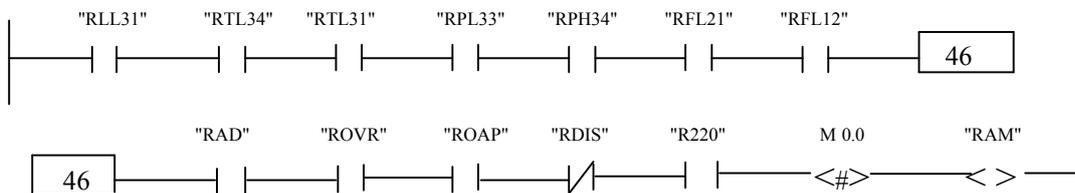
Réseau : 44 commande préchauffage moteur



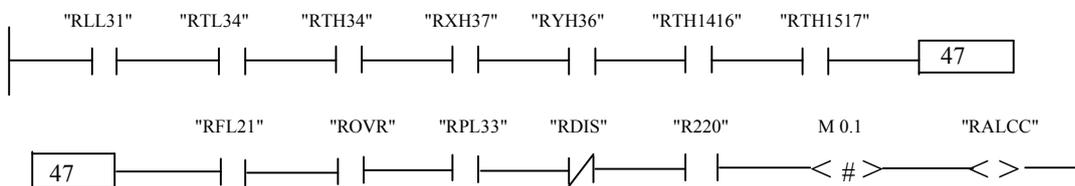
Réseau : 45 commande préchauffage huile



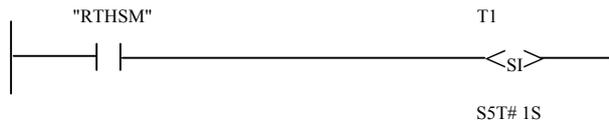
Réseau : 46 chaine prêt a demarrer



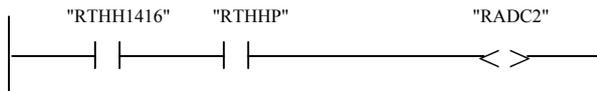
Réseau : 47 regroupement alarmes compresseur



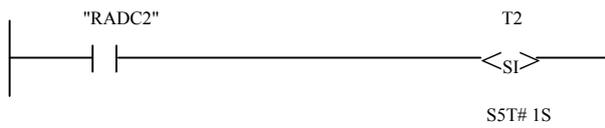
Réseau : 48 Tempo RTHSM



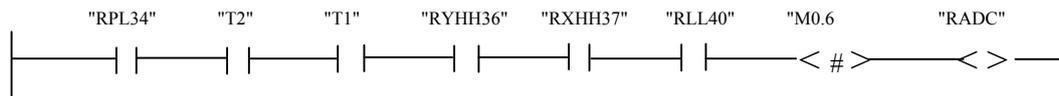
Réseau : 49 RADC2



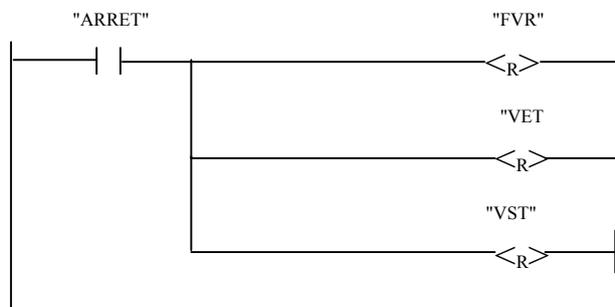
Réseau : 50 tempo RADC2



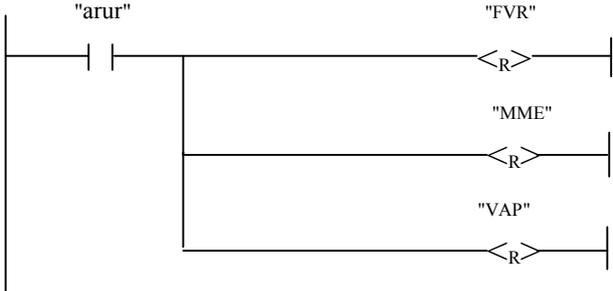
Réseau : 51 regroupement déclenchement compresseur



Réseau : 52 ARRET



Réseau : 52 Arrêt d urgences ou défaillance



Conclusion générale

Durant notre stage au sein de l'ENGI, on a effectué une étude sur un procédé réel (groupe moteur-compresseur), et on a travaillé avec des ingénieurs responsables de la maintenance de l'installation.

Cela nous a permis de s'initier au monde de travail et à la pratique industrielle. On a aussi profité de cette occasion pour approfondir nos connaissances dans les systèmes d'automatisations des procédés industriels.

Et durant notre présence sur site, on a constaté une dégradation au niveau de la production de cette installation (plus de 40%) due à quelques contraintes que rencontre cette dernière (vieillesse du matériel, la commande et le contrôle par une ancienne technologie,...).

Dans notre projet de fin d'étude, et en coordination avec les ingénieurs responsables de la maintenance, nous nous sommes intéressés à l'étude du groupe de pompage pour lequel nous avons proposé une automatisation par automate programmable industriel, afin d'améliorer les performances de l'installation. Les avantages des API (moins coûteux, fiables, adaptables aux changements pouvant toucher l'installation) nous a motivé à le maintenir comme solution de remplacement.

Après consultation du cahier technique du groupe ainsi des rencontres avec les opérateurs sur site, nous avons abouti à une bonne analyse du procédé, qui est une démarche nécessaire pour toute automatisation.

La programmation de l'API a été effectuée sous STEP7, logiciel de programmation des CPU siemens des séries 300 et 400. Ce logiciel nous a permis aussi de procéder à la simulation du programme sous le module PLCSIM ; et la correction des erreurs faites dans le programme.

Table des mnémoniques :

ETAT	Mnémonique	opérande	Type de données	commentaires
	C760C10	A 0.1	BOOL	ferme vanne anti pompage
	PBAC	A 0.0	BOOL	pression basse aspiration compresseur
	FV	A 1.3	BOOL	signalisation fermeture vantelles
	604AC10	A 4.1	BOOL	réchauffeur 1 huile
	604BC10	A 4.2	BOOL	réchauffeur 2 huile
	RLL31	A 4.3	BOOL	niveau bas cuve huile
	RLL40	A 4.4	BOOL	niveau bas bac en charge
	RTL34	A 4.5	BOOL	température basse circuit huile
	RTH34	A 4.6	BOOL	température haute circuit huile
	RTL31	A 4.7	BOOL	température basse cuve huile
	RPL33	A 5.0	BOOL	pression basse reff pompe
	RA1	A 5.1	BOOL	press air instrument bac sous pression
	RPL34	A 5.2	BOOL	press basse circuit huile
	RPH34	A 5.3	BOOL	press normal circuit huile
	RTHHP	A 5.4	BOOL	très haute temp paliers
	RFL21	A 6.0	BOOL	débit d eau insuffisant
	RPL12	A 6.1	BOOL	press basse aspiration compresseur
	RYH37	A 7.5	BOOL	vibration 1 seuil
	RXHH37	A 7.6	BOOL	vibration 2 seuil
	RP1	A 7.7	BOOL	marche pompe principale
	RP2	A 8.0	BOOL	marche pompe auxiliaire
	RADC	A 8.1	BOOL	regroupement déclenchement compr
	RAM	A 8.5	BOOL	prêt à démarrer
	RALC	A 8.6	BOOL	regroupement alarmes compresseur
	RT1	A 9.1	BOOL	répétiteur disjoncteur
	RAVR	A 9.4	BOOL	relais
	RFVT	A 10.0	BOOL	fermeture ventelles
	RFAP	A 10.1	BOOL	fermeture anti pompage
	ROAP	A 10.2	BOOL	ouverture anti pompage
	REL	A 10.3	BOOL	lampes marche
	R220	A 10.4	BOOL	alimentation
	RTHSM	A 10.5	BOOL	température bobinage moteur
	RADC	A 10.6	BOOL	pré déclenchement moteur
	NBCH	A 10.7	BOOL	signalisation niveau bas cuve huile
	TBCH	A 11.1	BOOL	signalisation temp basse circuit huile
	THCH	A 11.2	BOOL	signalisation temp haute circuit huile
	TBCV	A 11.3	BOOL	signalisation
	TP2MA	A 12.4	BOOL	temp palier moteur cote accoup
	TPM	A 12.5	BOOL	temp palier moteur
	TSR3E	A 12.6	BOOL	temp sortie refreg 3 étage

	TSR2E	A	12.7	BOOL	temp sortie refreg 2 étage
	TSR1E	A	13.0	BOOL	temp sortie refreg 1 étage
	TER3E	A	13.1	BOOL	temp entrée refreg 3 étage
	TER2E	A	13.2	BOOL	temp entrée refreg 2 étage
	TER1E	A	13.3	BOOL	temp entrée refreg 1 étage
	motpomp1	DB	1	FB 1	moteur pompe 1
	motpomp2	DB	2	FB 1	marche moteur pompe auxiliaire
	moteurentr	FB	3	FB 1	marche moteur entrainement
	AP1	E	0.0	BOOL	bouton poussoir marche pompe1
	AP2	E	0.1	BOOL	bouton poussoir marche pompe 2
	CPM	E	0.2	BOOL	commutateur prechauf moteur
	CMR	E	0.3	BOOL	commutateur marche rechauf huile
	OVR	E	0.5	BOOL	ouverture vanne rapide
	FVR	E	0.6	BOOL	fermeture vanne rapide
	EVFR	E	0.7	BOOL	essai vanne fermeture rapide
	ARP1	E	1.4	BOOL	arrêt pompe principale
	AUP1	E	1.5	BOOL	arrêt urgence pompe principale
	ARP2	E	1.6	BOOL	arrêt pompe auxiliaire
	AUP2	E	1.7	BOOL	arrêt urgence pompe auxiliaire
	AUTP1	E	2.0	BOOL	mode automatique pompe principale
	AUTP2	E	2.1	BOOL	mode automatique pompe auxiliaire
	MME	E	2.2	BOOL	démarrage moteur d entrainement
	AME	E	2.3	BOOL	arrêt moteur d entrainement
	AUME	E	2.4	BOOL	arrêt urgence moteur entrainement
	AUTME	E	2.5	BOOL	mode automatique moteur entrain
	Arrêt	E	2.6	BOOL	commutateur d arrêt
	Arrur	E	2.7	BOOL	commutateur arrêt d urgence
	612C10	EW	0	WORD	niveau bas cuve huile
	618C10	EW	4	WORD	température circuit huile
	636C10	EW	6	WORD	température cuve huile
	635C10	EW	8	WORD	pression refoulement pompe
	651C10	EW	10	WORD	pression circuit huile
	637BC10	EW	28	WORD	temp palier 2 moteur cote accouplem
	637AC10	EW	30	WORD	temp palier 1 moteur
	725C10	EW	32	WORD	temp sortie 3 étage réfrigérant
	721C10	EW	3	WORD	temp sortie 2 étage réfrigérant
	716C10	EW	36	WORD	temp sortie 1 étage
	722C10	EW	38	WORD	temp entree1 étage
	717C10	EW	40	WORD	temp entrée 2 étage
	712C10	EW	42	WORD	temp entrée 3 étage
	485C10	EW	44	WORD	débit d eau
	709C10	EW	4	WORD	pression aspiration compresseur
	S1C10	EW	44	WORD	sonde 1 bobinage moteur
	S2C 10	EW	50	WORD	sonde 2 bobinages moteurs
	S3C10	EW	52	WORD	sonde 3 bobinages moteurs
	S4C10	EW	54	WORD	sonde 4 bobinages moteurs

	S5C10	EW 56	WORD	sonde 5 bobinages moteurs
	S6C10	EW 58	WORD	sonde 6 bobinages moteurs
	actuelvite	EW 60	WORD	vitesse du moteur
	moteurs	FB 1	FB 1	
	bloc vannes	FC 1	FC 1	

Bibliographie

- [1] Jean-Marc PUGNET technique de l'ingénieur, traite génie mécanique.**

- [2] Patrick Jacquard et Serge Sandre, « Automates programmables industriels » juillet 1993**

- [3] Taib Mouh « machines hydrauliques et compresseurs »**

- [4] SIMATIC « programmer avec STEP 7 » document 03 /2006
référéncée 6ES7 810- 4CA05-8CA0**

- [5] SIMATIC « langage list pour simatic S7- 300/400 » document 03/2006**

- [6] Mémoire de fin d'étude : DJIDEL MASSINISSA « Etude et commande de la chaine de refroidissement de la colonne de liquéfaction des gaz »
Université de Boumerdes. Faculté des hydrocarbures et de la chimie
Promotion 2007/2008**