

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA



Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département : Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

ALIANE Khoukha
BOURAMA Sara

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : ELECTRONIQUE
Option : Electronique des Systèmes Embarqués

Thème :

**Proposition d'automatisation de marche en alternance de deux
compresseurs à haute pression (entreprise Mont Djurdjura).**

Devant le jury composé de :

S.CHELBI	MCB	UAMOB	Président
Z.ASRADJ	MAA	UAMOB	Encadreur
R.DID	MAA	UAMOB	Examineur
A.BOUGHAROUAT	MCB	UAMOB	Examineur

Année Universitaire 2018/2019

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier le Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier la SARL ABDALLAH IDAHMANENE, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elle nous a fait vivre au sein de son entreprise.

Monsieur ASRADJ Zahir, notre encadreur pour sa disponibilité, son aide, ses conseils et ses orientations précieuses, sans oublier sa participation à la réalisation de ce mémoire.

Monsieur TOUMI Nacer, responsable du service maintenance de la société SARL ABDALLAH IDAHMANENE, notre Co-encadreur pour nous avoir intégré rapidement au sein de l'entreprise et nous avoir accordé toute sa confiance, pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de cette période, sachant répondre à toutes nos interrogations, sans oublier sa participation à la réalisation de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement les membres de jurys pour l'honneur qu'ils ont fait en acceptant d'évaluer notre travail.

Nous remercions tous les enseignants et toutes les enseignantes de l'université du BOUIRA en particulier les enseignants de la faculté de SAA.

Nous présentons enfin, notre profonde gratitude à notre famille, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.

Khoukha & Sara

Merci 

DEDICACES

C'est avec profonde gratitude que je dédie ce travail :

✚ *A mes chères parents mère et père, pour leurs sacrifices, encouragements et prières pour atteindre la réussite, merci, que dieu vous protège.*

✚ *A mes sœurs : DIHIA, THIZIRI, MASSISSILIA.*

✚ *A mon frère : MASSINISSA.*

✚ *A tous ceux qui m'ont enseigné pendant tous les cycles du primaire à l'enseignement supérieur.*

✚ *A tous mes amis, mes collègues, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réaliser ce travail.*

✚ *A ma collègue BOURAMA Sara, ainsi que toute sa famille.*

ALIANE Khoukha.

DEDICACE

- ✚ Ce travail est dédié en premier lieu à mes très chers parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, dont le sacrifice, la tendresse, l'amour, la patience, le soutien, l'aide et l'encouragement sont le secret de ma réussite.***
- ✚ Mes grands-parents que le dieu les accueille dans son vaste paradis.***
- ✚ Mes chers sœurs : Cécilia, Macinta, Tanina, Anais, et à mon chers frère Lounes ainsi toute ma grande famille.***
- ✚ A tous mes ami(e)s en particulier : Ryna, Amel et Amine.***
- ✚ A mes amis collègues et enseignants du primaire au niveau supérieur.***
- ✚ A tous la promotion électronique 2019.***
- ✚ A ma collègue ALIANE Khoukha, ainsi que toute sa famille.***
- ✚ Je dédie enfin ce travail à toute personne ayant contribué de près ou de loin sa concrétisation.***

BOURAMA Sara.

Sommaire

Sommaire

Remerciements	I
Dédicace	II
Sommaire	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Introduction Générale	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise et description générale des outils électriques	
I.1 Introduction	2
I.2 Partie 1 : Présentation de l'entreprise SARL ABDALLAH IDAHMANENE	
« Mont Djurdjura »	2
I.2.1 Historique SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura »	2
I.2.2 Situation géographique	2
I.2.3 Le produit	3
I.2.4 Mission de « Mont Djurdjura »	3
I.2.5 Description générale sur la production à « Mont Djurdjura »	3
I.2.6 Force de l'entreprise	4
I.3 Partie 2 : Description des outils électriques	5
I.3.1 Les machines électriques	5
I.3.1.1 Le stator	5
I.3.1.2 Le rotor	6
I.3.2 Les différents types des machines électriques	6
I.3.2.1 Machine à Courant Continu	6
I.3.2.2 Machine asynchrones	7
I.3.2.3 Machine synchrone	7
I.3.3 Les type des démarrages	8

I.3.3.1 Démarrage direct	8
I.3.3.2 Démarrage deux sens de marche	9
I.3.3.3 Démarrage étoile triangle	10
I.3.4 Capteurs.....	11
I.3.4.1 Définition d'un capteur	11
I.3.4.2 Types des capteurs	12
I.3.4.2.1 Les capteurs capacitifs	12
I.3.4.2.2 Les capteurs inductifs.....	12
I.3.4.2.3 Capteur de pression	13
I.3.4.2.4 Capteur selon le type de réponse.....	13
I.3.4.3 Le choix d'un capteur.....	14
I.3.5 Disjoncteur	17
I.3.6 Relais de protection	17
I.3.7 Relais à broches.....	17
I.3.8 Armoire électrique.....	18
I.4 Conclusion.....	18

Chapitre II : Généralité sur la pneumatique

II.1 Introduction.....	19
II.2 Définition de l'air comprimé	19
II.3 Les compresseurs.....	19
II.3.1 Compresseur à vis.....	19
II.3.2 Compresseur à piston.....	20
II.3.2.1 Structure d'un compresseur à piston.....	20
II.4 Les symboles normalisés en pneumatiques	21
II.5 L'utilisation de l'énergie pneumatique	23
II.6 Les vérins et leurs constitutions.....	23
II.6.1 Principe de fonctionnement d'un vérin.....	24

II.6.2 Type des vérins	24
II.6.2.1 Vérin simple effet	24
II.6.2.2 Les vérins doubles effet	25
II.6.2.3 Vérins rotatif	25
II.7 Distributeur	26
II.7.1 Différents types des distributeurs	27
II.7.2 Commande des distributeurs	28
II.7.2.1 Distributeur monostable	28
II.7.2.2 Distributeur bistable	28
II.8 Manomètre	28
II.9 Electrovanne	29
II.10 Conclusion	29

Chapitre III : Système automatisé et langage de programmation

III.1 Introduction	30
III.2 Les systèmes automatisés	30
III.2.1 Définition	30
III.2.2 Structure d'un système automatisé	30
III.3 Les automates programmables industriel (API)	31
III.3.1 Définition d'un (API)	31
III.3.2 Architecture des automates	31
III.3.2.1 Structure externe d'un API	31
III.3.2.2 Structure interne d'un API	32
III.3.3 Principes de fonctionnement d'un API	34
III.3.4 Choix d'un automate	34
III.4 GRAFCET	36
III.4.1 Définition du GRAFCET	36
III.4.2 La structure de base de GRAFCET	36

III.4.2.1 Les étapes	37
III.4.2.2 Actions associées aux étapes.....	37
III.4.2.3 Transitions.....	37
III.4.2.4 Réceptivités associées à une transition	38
III.4.2.5 Liaison orienté.....	38
III.4.3 Règles d'évolution d'un GRAFCET	39
III.4.4 Les structures de base.....	40
III.4.4.1 La séquence linéaire	40
III.4.4.2 Le saut d'étapes.....	40
III.4.4.3 Structure répétitive	41
III.4.4.4 Les structure de base ET et OU.....	41
III.4.4.4.1 Divergence-convergence en OU	41
III.4.4.4.2 Divergence-convergence ET	42
III.4.5 Liaison entre GRAFCET.....	42
III.4.6 Structuration par macro-étapes	43
III.5 Modules logiques-ZELIO LOGIC (Modules logiques compacts et modulaires) Logiciel ZELIO LOGIC 2	43
III.5.1 Présentation	43
III.5.2 Langages utilisés	44
III.5.3 Les étapes de création d'un projet sur ZRLIO SOFT 2	46
III.6 Conclusion.....	47

Chapitre IV : Réalisation de travail

IV.1 Introduction	48
IV.2 Définition du système à réaliser	48
IV.3 Matériel proposé.....	48
IV.4 Programmation	48
IV.4.1 Réalisation de cahier de charge	48

IV.4.2	GRAFCET	51
IV.4.2.1	Les symboles du GRAFCET	51
IV.4.2.2	Elaboration du GRAFCET	52
IV.4.2.3	Equation logique du système	53
IV.4.2.4	Définition d'entrée/sortie du système	53
IV.4.5	Programmation en ZELIO SOFT 2	53
IV.5	Conclusion	58
	Conclusion Générale	59
	Bibliographie	60

Liste des figures

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de l'entreprise et description générale des outils électriques	
Figure I.1 : Situation géographique de « Mont Djurdjura »	3
Figure I.2 : Machine électrique	5
Figure I.3 : Le stator	6
Figure I.4 : Rotor bobiné	6
Figure I.5 : Machine à courant continu	7
Figure I.6 : Machine asynchrone	7
Figure I.7 : Machine synchrone	8
Figure I.8 : Circuit de puissance d'un démarrage direct	9
Figure I.9 : Circuit de puissance d'un démarrage double sens avec inverseur	10
Figure I.10 : Circuit de puissance d'un démarrage étoile triangle	11
Figure I.11 : Principe d'un capteur	12
Figure I.12 : Capteur capacitif	12
Figure I.13 : Capteur inductif	12
Figure I.14 : Synoptique d'un capteur de pression	13
Figure I.15 : Capteur de pression	13
Figure I.16 : Principe de fonctionnement d'un capteur PNP	14
Figure I.17 : Principe de fonctionnement d'un capteur NPN	14
Figure I.18 : Choix d'un capteur	16
Figure I.19 : Relais à broches	17
Figure I.20 : Armoire électrique d'un compresseur « SIAD »	18
Chapitre II : Généralité sur la pneumatique	
Figure II.1 : Compresseur à vis	19
Figure II.2 : Compresseur « SIAD » à piston	20
Figure II.3 : Structure d'un piston	20
Figure II.4 : Caractéristique de compresseur SIAD	21

Figure II.5 : L'installation de deux compresseur « SIAD » à « Mont Djurdjura »	21
Figure II.6 : Mode de fonctionnement d'un vérin	23
Figure II.7 : Constitution d'un vérin.....	23
Figure II.8 : L'air comprimé dans le vérin	24
Figure II.9 : Le déplacement de l'air comprimé	24
Figure II.10 : Constitution d'un vérin simple effet	25
Figure II.11 : Vérin double effet.....	25
Figure II.12 : Fonctionnement d'un vérin rotatif à crémaillère	26
Figure II.13 : Fonctionnement d'un vérin rotatif à palette	26
Figure II.14 : Distributeur.....	27
Figure II.15 : Structure de pré-actionneur pneumatique.....	27
Figure II.16 : L'alimentation d'un vérin simple effet avec un distributeur 3/2.....	27
Figure II.17 : L'alimentation d'un vérin double effet avec un distributeur 4/2, 5/2, 5/3	28
Figure II.18 : Manomètre.....	29
Figure II.19 : Electrovanne	29

Chapitre III : Système automatisé et langage de programmation

Figure III.1 : Structure d'un système automatisé	30
Figure III.2 : Des automates programmables industriels.....	31
Figure III.3 : Automate compact	32
Figure III.4 : Automate modulaire.....	32
Figure III.5 : Structure interne d'un API.....	33
Figure III.6 : Principe de fonctionnement d'un API.....	34
Figure III.7 : L'automate Schneider SR2A201BD.....	35
Figure III.8 : Dimensions d'un API Schneider SR2A201BD	35
Figure III.9 : Élément du GRAFCET	36
Figure III.10 : Présentation d'une étape	37

Figure III.11 : La déférence entre étape vide et avec action	37
Figure III.12 : Une transition.....	37
Figure III.13 : Transition associé avec une réceptivité.....	38
Figure III.14 : Liaisons orientées de haut vers le bas	38
Figure III.15 : Présentation des étapes actives	39
Figure III.16 : Franchissement simultané.....	39
Figure III.17 : Séquence dans un GRAFCET.....	40
Figure III.18 : Saut d'étapes	40
Figure III.19 : Reprise d'une séquence.....	41
Figure III.20 : Divergence-convergence en OU	41
Figure III.21 : Divergence-convergence en ET	42
Figure III.22 : Liaison entre GRAFCET	42
Figure III.23 : Conventions d'écriture d'une macro-étape	43
Figure III.24 : Programme en langage à contacts.....	44
Figure III.25 : Langage en FBD	45
Figure III.26 : Créé un projet sur ZELIO	46
Figure III.27 : Choix d'un automate.....	46
Figure III.28 : Choix d'un module de programmation.....	47
Figure III.29 : Simulation de programme.....	47

Chapitre IV : Réalisation de travail

Figure IV.1 : Organigramme de réalisation	50
--	----

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Quelques symboles normalisés en pneumatique	22
Tableau III.1 : Tableau des symboles de langage à contacts	45
Tableau IV.1 : Tableau des symboles du GRAFCET.....	51
Tableau IV.2 : Entrée physique	57
Tableau IV.3 : Sorties physique.....	57
Tableau IV.4 : Fonctions paramétrables	58

Introduction Générale

Introduction Générale

L'industrie se base actuellement sur les systèmes automatisés qui se sont imposés dans presque la totalité des chaînes de production, (machines et équipements industriels) pour effectuer automatiquement les tâches; telles que le soudage, l'emballage, la distribution, le découpage, etc.

L'automate programmable industriel représente l'outil de base d'automatisation des systèmes de production. L'automatisation a pour objectif :

- D'accroître la productivité du système.
- L'amélioration de la qualité et de la fiabilité.
- Minimiser les coûts, les erreurs de production.
- Simplifier la validation des actions menées.
- L'optimisation des temps de cycle des pièces.
- Augmenter la sécurité dans le milieu industriel.

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude nous avons effectué un stage pratique au niveau de la SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura ». Ce projet d'automatisation, il consiste à automatiser une partie de l'installation existante qu'est composé de deux compresseurs « SIAD » à haut pression dont ils fonctionnent aléatoirement, ce qui provoque un effet fort et une charge de travail sur un des deux compresseurs, en système maître-esclave et celui qui permet le rôle du maître, travail en charge tout le temps, vu l'utilisation d'air comprimé dans l'usine.

Alors la solution proposée est d'ajouter un programme qui assure la marche en alternance des deux compresseurs.

Pour réaliser ce mémoire nous avons devisé le travail en quatre (04) chapitres : le premier chapitre, contient une présentation de l'entreprise et une description générale des outils électrique. Tandis que le deuxième chapitre, présente une généralité sur la pneumatique, alors que le troisième est consacré à décrire les systèmes automatisés et les langages de programmation, et enfin, le quatrième contient la réalisation de travail.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale qui résume l'essentiel du travail.

Chapitre I :

***Présentation de l'entreprise et
description des outils électriques***

I.1 Introduction

L'utilisation de l'énergie électrique a fait d'énormes progrès depuis son apparition au 19^{ème} siècle, et aujourd'hui le développement et la création de nouveaux matériaux ont permis une réduction des coûts et le volume des appareils électriques.

Sous cet angle nous avons tout d'abord présenté comme une première partie dans ce chapitre l'entreprise SARL « Mont Djurdjura » où notre recherche a été menée, en suite la deuxième partie, nous avons développé une étude détaillée de la partie électrique afin d'identifier et de décrire les composants de l'installation de l'armoire de deux machines et de comprendre son fonctionnement et de maîtriser son exploitation et son entretien.

I.2 Partie 1 : Présentation de l'entreprise SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura »**I.2.1 Historique SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura »**

SARL ABDALLAH IDAHMANENE (Société responsabilité limité Grand Source d'Arafou), avec le nom commerciale « Mont Djurdjura » est une entreprise de production d'eau minérale, elle est fondée ont quatre-vingt-dix-neuf par Mr ABDALLAH IDAHMANENE.

Le début de « Mont Djurdjura » a commencé en soda mais avec le temps l'entreprise a commencé a donné au consommateur un large choix de produit Eau. Actuellement « Mont Djurdjura » et une SARL familiale toujours de père fondateur Mr ABDALLAH IDAHMANENE, avec un effectif dépassant (600) six cent salariés, gérer par une administration de jeunes diplômés de différentes spécialités.

Les produits «Mont Djurdjura » sont disponibles sur plus de 30 Wilaya et Grandes villes grâce au différent point de vente.

I.2.2 Situation géographique

Le siège social de l'usine de production se situe à la zone d'activité d'ARAFU, CHORFA, Wilaya de BOUIRA sur la route nationale N°15 à 1Km de la route nationale N°5. Sa superficie s'entend sur 5000 m² et dispose de six unités de production (Figure I.1).



Figure I.1 : Situation géographique de « Mont Djurdjura ».

I.2.3 Le produit

« Mont Djurdjura » commercialise actuellement l'eau de source :

- ✚ Goblet 0,25 litre.
- ✚ Bouteilles 0,5 litre.
- ✚ Bouteilles 1,5 litre.
- ✚ Bidon 5 litre.
- ✚ Bonbon 19 litre.

I.2.4 Mission de « Mont Djurdjura »

« Mont Djurdjura » est la première usine de production d'eau sur l'échelle de la daïra de M'Chedallah. Sa mission principale est de satisfaire sa clientèle en ses produits.

I.2.5 Description générale sur la production à « Mont Djurdjura »

➤ **Unité 5L:** La production de 5L est composée de 7 chaînes, une automatique et 6 semi-automatique :

a- L'Automatique : se compose de :

- ✓ Souffleuse et tunnels de chauffe préforme.
- ✓ Rinceuse.

- ✓ Remplisseuse.
- ✓ Poste bouchage.
- ✓ Poste étiquette.
- ✓ Table de réception de produit finie.

b- Semi-automatique : se compose de :

- ✓ Souffleuse + tunnels de chauffe préforme.
- ✓ Remplisseuse de fabrication locale.
- ✓ Deux postes : 101 de bouchage manuel et l'autre de déplacement.
- ✓ Poste d'étiquetage automatique.
- ✓ Une table de réception du produit fini.
- ✓ 2 convoyeurs, 1 pour l'alimentation de la remplisseuse et l'autre partie de l'étiquetage vers la sortie.

➤ **Unité 1,5 L (0,5L et 0,25L) :** cette unité se compose des machines automatiques et semi-automatique :

- ✓ Une Souffleuse automatique.
- ✓ Une Remplisseuse.
- ✓ Une Etiqueteuse.
- ✓ Une Fardeleuse.
- ✓ Une Fileuse.
- ✓ Un convoyeur à chaîne qui relie la sortie souffleuse jusqu'à la remplisseuse.

I.2.6 Force de l'entreprise

- **A l'écoute du consommateur :** l'entreprise à l'écoute de ces clients, leurs objections remarques seront les biens reçus, l'entreprise assure la prise en considération.
- **Qualité du produit :** tous les produits de l'entreprise sont soumis à des vérifications, des bulletins de conformité sont adressés avec tous ces livraisons.
- **Qualité de la Matière première :** le service approvisionnement sélectionne les meilleurs fournisseurs en termes de qualité, de matière première et ça conformité.
- **Disponibilité de produits :** « Mont Djurdjura » assure la disponibilité des produits toute au long de l'année même les jours fériés.

- **Laboratoire d'analyses :** l'entreprise « Mont Djurdjura » est dotée d'un laboratoire d'analyses et de contrôle de qualité. Encadré par un personnel qualifié, et équipé par un matériel adéquat. Assurant des analyses périodiques bactériologiques et physico-chimiques sur tout le processus de production.

I.3 Partie 2 : Description des outils électriques

I.3.1 Les machines électriques

Les machines électriques (Figure I.2) sont de nos jours, à l'exception des dispositifs d'éclairage, les récepteurs les plus nombreux dans les industries. Leur fonction, de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique, leur donne une importance économique toute particulière qui fait qu'aucun concepteur d'installation ou de machine, aucun installateur et aucun exploitant ne peut les ignorer [1].

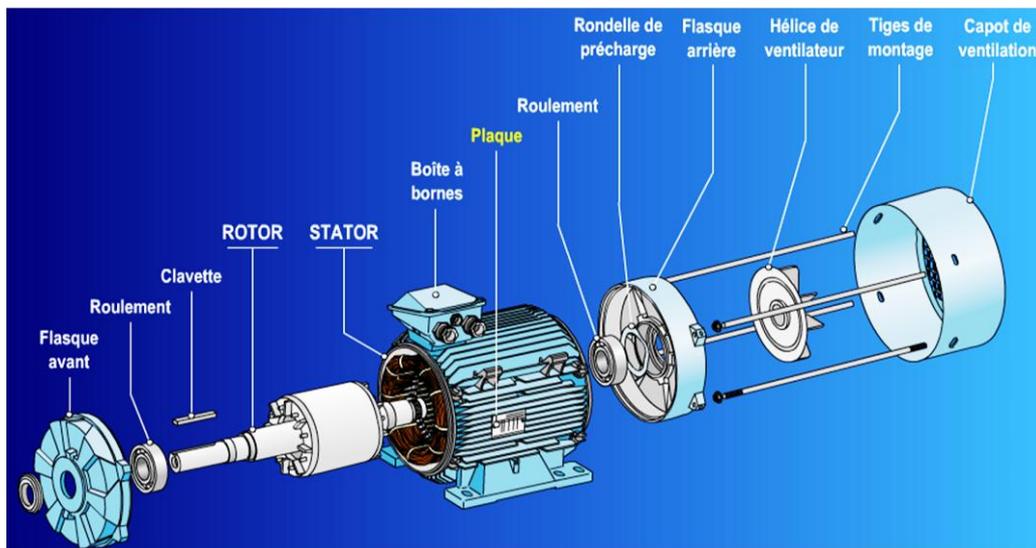


Figure I.2 : Machine électrique [2].

I.3.1.1 Le stator

C'est la partie fixe de la machine. Une carcasse en fonte ou en alliage léger renferme une couronne de tôles minces (de l'ordre de 0,5 mm d'épaisseur) en acier au silicium. Les tôles sont isolées entre elles par oxydation ou par un vernis isolant. Le « feuilletage » du circuit magnétique réduit les pertes par hystérésis et par courants de Foucault. Ces tôles sont munies d'encoches dans lesquelles prennent place les enroulements statoriques destinés à produire le champ tournant. Chaque enroulement est constitué de plusieurs bobines (Figure I.3). Le mode de couplage de ces bobines entre elles définissent le nombre de paires de pôles du moteur, donc la vitesse de rotation [1].



Figure I.3 : Le stator.

I.3.1.2 Le rotor

C'est l'élément mobile d'une machine. Comme le circuit magnétique du stator, il est constitué d'un empilage de tôles minces isolées entre elles et formant un cylindre claveté sur l'arbre de la machine (Figure I.4). Cet élément, de par sa technologie, permet de distinguer deux familles de machines asynchrones : ceux dont le rotor est dit « à cage », et ceux dont le rotor bobiné est dit « à bagues » [1].



Figure I.4 Rotor bobiné [2].

I.3.2 Les différents types des machines électriques

I.3.2.1 Machine à Courant Continu

La machine à courants continus est une machine qui se compose d'une partie fixe stator et d'une partie mobile rotor (Figure I.5).

Les machines à courant continu à excitation séparée sont encore quelque fois utilisées pour l'entraînement à vitesse variable des machines. Très faciles à miniaturiser, ils s'imposent dans les très faibles puissances et les faibles tensions. Ils se prêtent également fort bien, jusqu'à des puissances importantes (plusieurs mégawatts), à la variation de vitesse avec des

technologies électroniques simples et peu onéreuses pour des performances élevées (plage de variation couramment exploitée de 1 à 100).

Leurs caractéristiques permettent également une régulation précise du couple, en moteur ou en générateur. Leur vitesse de rotation nominale, indépendante de la fréquence du réseau, est aisément adaptable par construction à toutes les applications.

Ils sont en revanche moins robustes que les machines asynchrones et beaucoup plus chers, tant en coût matériel qu'en maintenance, car ils nécessitent un entretien régulier du collecteur et des balais [1].

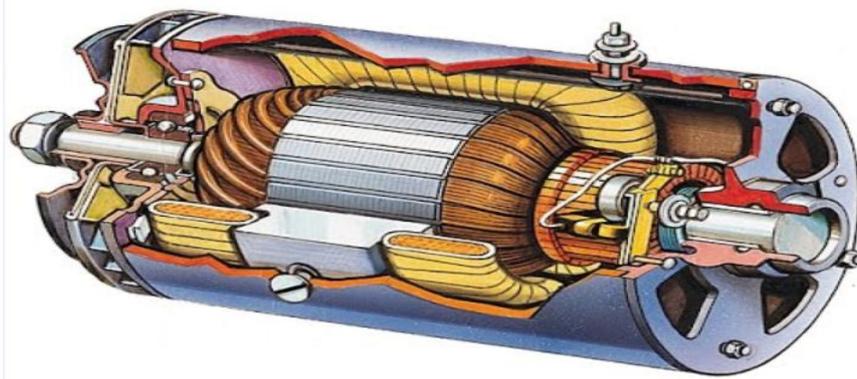


Figure I.5 : Machine à courant continu.

I.3.2.2 Machine asynchrones

La machine asynchrone est une machine à courant alternatif appelée également machine à induction. Représente une partie importante (près de 80% des machines sont des machines à induction) des chaînes de production industrielles [3]. Elle est constituée des principaux éléments : stator et rotor (Figure I.6), dont la vitesse du stator et la vitesse du champ magnétique tournant ne sont pas égales. Le rotor est toujours en retard par rapport au champ magnétique.

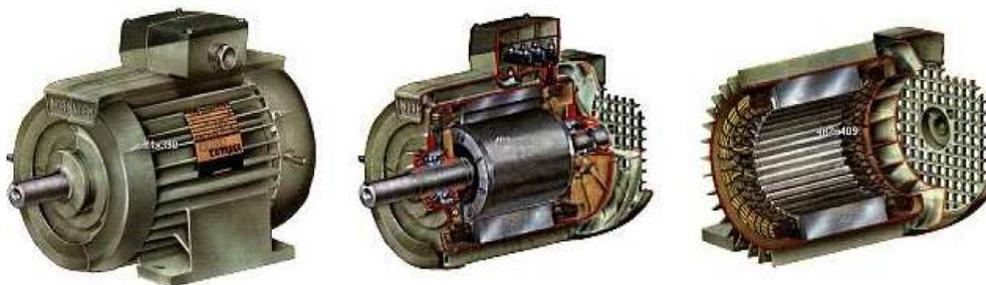


Figure I.6 : Machine asynchrone [4].

I.3.2.3 Machine synchrone

Les machines synchrones possèdent un stator composé d'enroulements alimentés en courant alternatif. La caractéristique de ces machines est le synchronisme entre la vitesse de rotation du rotor et celle du champ tournant créé par le stator. Ce phénomène existe car le

rotor des machines synchrones est constitué d'aimants permanents ou d'un enroulement alimenté en courant continu établissant un champ magnétique fixe (Figure I.7). Cette particularité rend plus complexe leur construction et justifie leur coût plus élevé.

Les machines synchrones sont principalement utilisés pour des applications de très forte puissance (>5MW), nécessitant une vitesse constante quelle que soit leur charge, mais présentent des difficultés de démarrage, ce qui explique qu'ils sont souvent associés à des variateurs de vitesse [5].

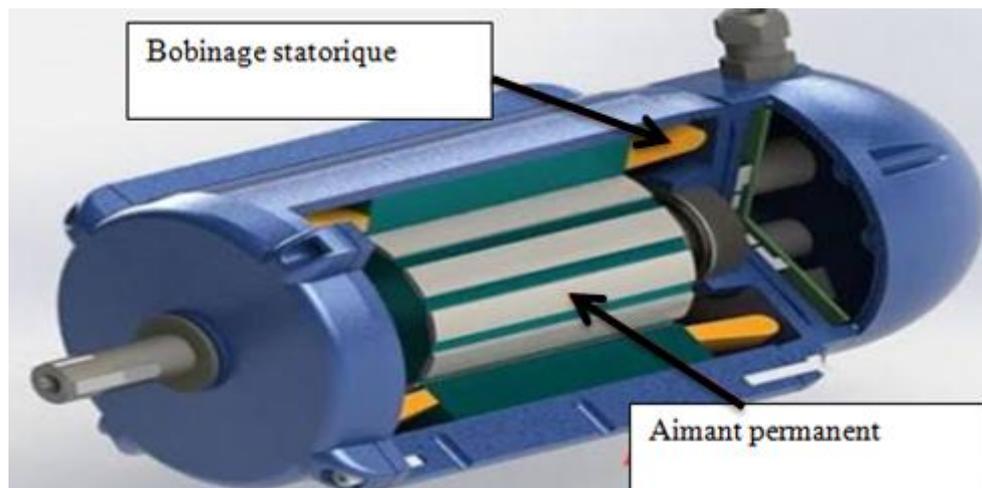


Figure I.7 : Machine synchrone.

I.3.3 Les type des démarrages [6]

I.3.3.1 Démarrage direct

C'est le mode de démarrage le plus simple. Le moteur démarre sur ses caractéristiques naturelles. Au démarrage, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire (rotor) est presque en court-circuit, d'où la pointe de courant au démarrage. Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance devant celle du réseau, ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive. Le couple est énergique, l'appel de courant est important (5 à 8 fois le courant nominal).

✚ Schéma électrique

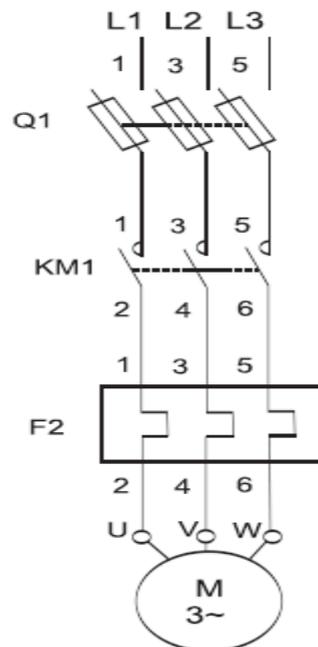


Figure I.8 : Circuit de puissance d'un démarrage direct [6].

Malgré les avantages qu'il présente (simplicité de l'appareillage, démarrage rapide, coût faible), le démarrage direct convient dans les cas où :

- La puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau (dimension du câble).
- La machine utilisée ne nécessite pas de mise en rotation progressif et peut accepter une en rotation rapide.
- Couple de démarrage important.

Ce démarrage ne convient pas si :

- Le réseau ne peut accepter de chute de tension.
- La machine entraînée ne peut accepter les coups mécaniques brutaux.
- Le confort et la sécurité des usages sont mis en cause.

I.3.3.2 Démarrage deux sens de marche

Il existe deux méthodes :

- ✚ Démarrage avec un inverseur.
- ✚ Démarrage avec deux contacteurs et inverseur de phase.

Le dessin de la figure (I.9) ci dessous est la représentation de la base puissance et de l'additif inverseur qui peut se connecter soit sur le côté du produit, soit se raccorder

directement en constituant ainsi un produit compact. La « base puissance » réalise la fonction Marche/Arrêt assure les fonctions de coupure et la protection thermique et contre les courts circuits. L'inverseur ne commute jamais en charge, ce qui élimine toute usure électrique.

Le verrouillage mécanique est inutile car l'électro-aimant qui commande l'inverseur est bistable et l'accès aux râteaux de l'inverseur est impossible ce qui interdit d'agir sur sa position.

✚ Schéma électrique

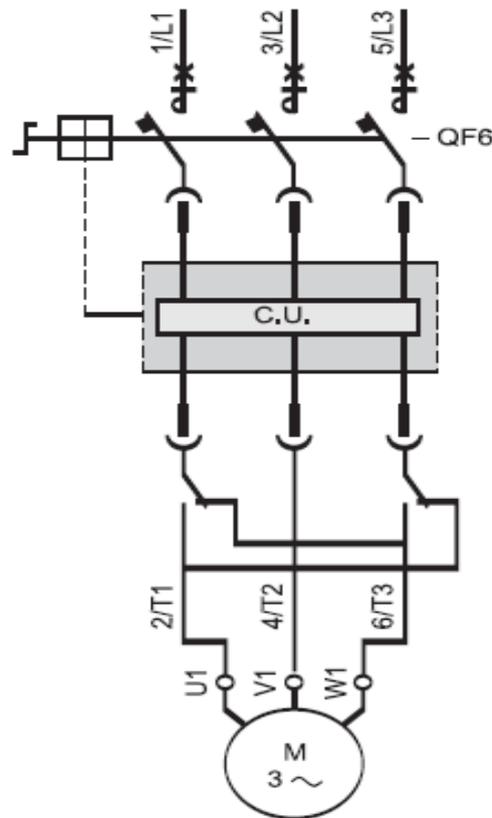


Figure I.9 : Circuit de puissance d'un démarrage double sens avec inverseur [6].

I.3.3.3 Démarrage étoile triangle

Ce mode de démarrage ne peut être utilisé qu'avec un moteur sur lequel les deux extrémités de chacun des trois enroulements statoriques sont ramenées sur la plaque à borne. Par ailleurs, le bobinage doit être réalisé de telle sorte que le couplage triangle correspond à la tension du réseau.

✚ Schéma électriques

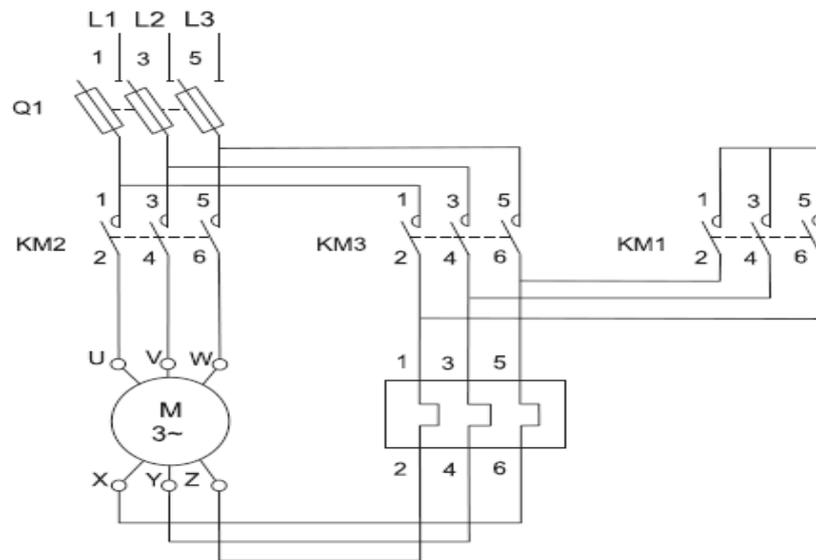


Figure I.10 : Circuit de puissance d'un démarrage étoile triangle [6].

Le démarrage s'effectue en deux temps :

- **Premier temps :** mise sous tension et couplage étoile des enroulements. Le moteur démarre à tension réduite.
- **Deuxième temps :** suppression du couplage étoile et mise en couplage triangle, le moteur est alimenté sous pleine tension.

I.3.4 Capteurs

I.3.4.1 Définition d'un capteur

Le capteur est le premier élément d'une chaîne de mesure ou d'instrumentation, est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée (information entrant) en une grandeur utilisable, telle que : la tension électrique, le courant. La Figure (I.11) synthétise bien ce que c'est un capteur [7].

L'information délivrée par un capteur utilisable à des fins de mesure ou de commande, il pourra être logique, numérique ou analogique. D'une façon générale, les capteurs peuvent être classés selon deux caractères [8] :

- Grandeur mesuré : capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.
- Caractère de l'information délivrée : capteur logique appelés aussi tout ou rien (TOR), capteur analogique ou numérique.

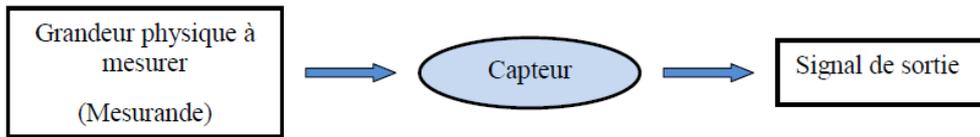


Figure I.11 : Principe d'un capteur [7].

I.3.4.2 Types des capteurs

I.3.4.2.1 Les capteurs capacitifs [9]

Les capteurs capacitifs s'utilisent pour détecter des matériaux de toute nature (verre, matière plastique, métaux, liquide, poudre...) (Figure I.12). Ils sont plus spécifiquement employés pour détecter des éléments non conducteurs (non détectés par des capteurs inductifs). Ils sont très sensibles aux modifications de l'environnement (saletés, poussières). Leur distance de détection est faible (quelques millimètre).



Figure I.12 : Capteur capacitif.

I.3.4.2.2 Les capteurs inductifs [9]

Il permet de signaler la présence d'un objet métallique, il fonctionne grâce à la variation d'un champ électromagnétique perturbé à la proximité d'un objet métallique (Figure I.13).

La distance de détection varie de 1 à 60mm selon le type de capteur, les conditions d'utilisation et la nature de l'objet à détecter (acier, aluminium, cuivre...). Ils supportent bien les ambiances humides ou poussiéreuses.



Figure I.13 : Capteur inductif.

I.3.4.2.3 Capteur de pression

Le capteur de pression est un système constitué de deux parties : une partie détection que nous appellerons « cellule sensible » et une partie traitement de l'information par l'intermédiaire d'un circuit électronique que l'on peut appeler « circuit électronique de traitement » aussi « circuit convertisseur ». La partie détection est constituée d'un « corps d'épreuve » et d'un « transducteur » qui transforme la déformation de ce corps d'épreuve en une grandeur physique, la plupart du temps électrique (signal de sortie). Il peut être représenté par le schéma de la Figure (I.14) [10] :

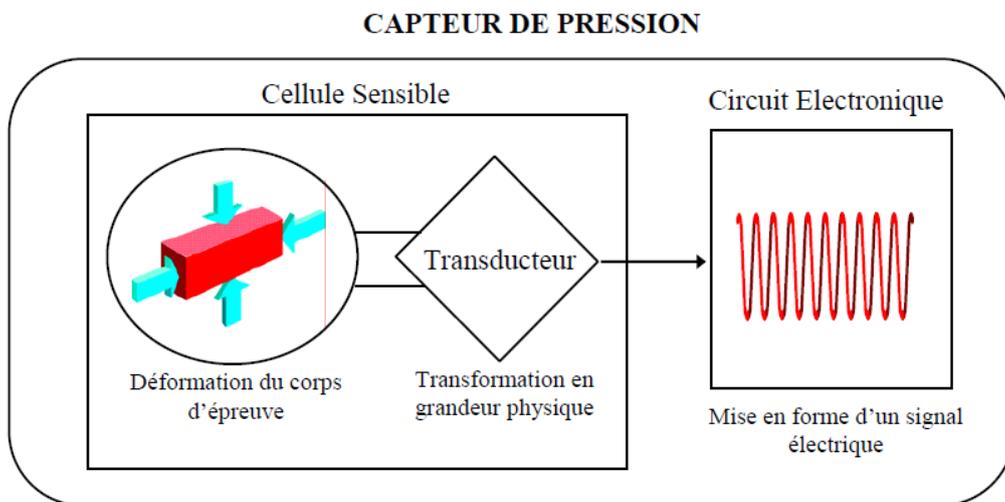


Figure I.14 : Synoptique d'un capteur de pression [10].



Figure I.15 : Capteur de pression.

I.3.4.2.4 Capteur selon le type de réponse

- **Les capteurs sont définis selon le type de la réponse électrique en deux types [9] :**
 - **Capteur PNP** : (positive-négative-positive), lorsqu'il y a détection, le transistor devient passant (assimilable à la fermeture d'un contacte) et la sortie S est mise au potentiel +24V (Figure I.16). L'entrée de l'automate programmable est donc mise à 1

sur un potentiel positif : ce type de capteur est adapté aux automates programmables qui fonctionnent en logique positive.

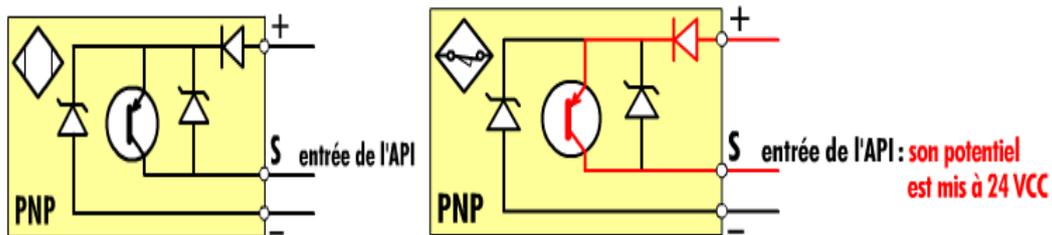


Figure I.16 : Principe de fonctionnement d'un capteur PNP [9].

- **Capteur NPN** : (négative-positive-négative), lorsqu'il y a détection, le transistor devient passant (assimilable à la fermeture d'un contact) et la sortie S est mise au potentiel 0V (Figure I.17). L'entrée de l'automate programmable est donc mise à 1 sur un potentiel nul : ce type de capteur est adapté aux automates programmables qui fonctionnent en logique négative.

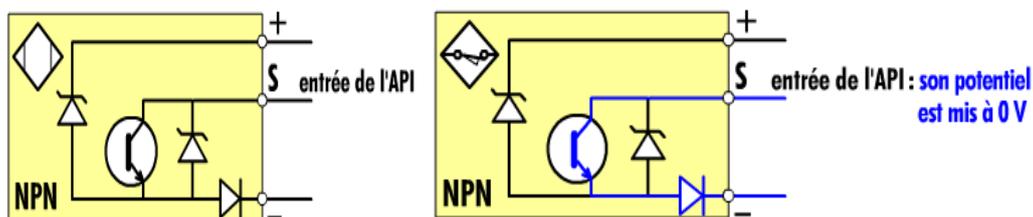


Figure I.17 : Principe de fonctionnement d'un capteur NPN [9].

➤ Capteur selon types de contacts des capteurs

On a :

- **Capteur à contact ouvert (NO)** : dont aucune réponse au repos et fermé lorsque il détecte l'objet.
- **Capteur à contact fermé** : dont il donne une réponse au repos et lorsqu'il détecte l'objet il s'ouvre et coupe la réponse.

I.3.4.3 Le choix d'un capteur [11]

❖ Phase 1 : Détermination de la famille de détecteurs adaptée à l'application

L'identification de la famille recherchée s'effectue par un jeu de questions/réponses chronologiquement posées, portant sur des critères généraux et fondamentaux s'énonçant en amont de tout choix :

- Nature de l'objet à détecter : solide, liquide, gazeux, métallique ou non.
- Contact possible avec l'objet.
- Distance objet/détecteur.
- Masse de l'objet.
- Vitesse de défilement.
- Cadences de manœuvre.
- Espace d'intégration du détecteur dans la machine.

L'organigramme (Figure I.18) illustre cette démarche qui conduit à faire la sélection d'une famille de détecteurs sur la base de critères simples.

❖ **Phase 2 : Détermination du type et de la référence du détecteur recherché**

Cette deuxième phase tient compte :

- De l'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses, etc.
- De la source d'alimentation : alternative ou continue.
- Du signal de sortie : électromécanique, statique.
- Du type de raccordement : câble, bornier, connecteur.

❖ Organigramme de choix d'un capteur

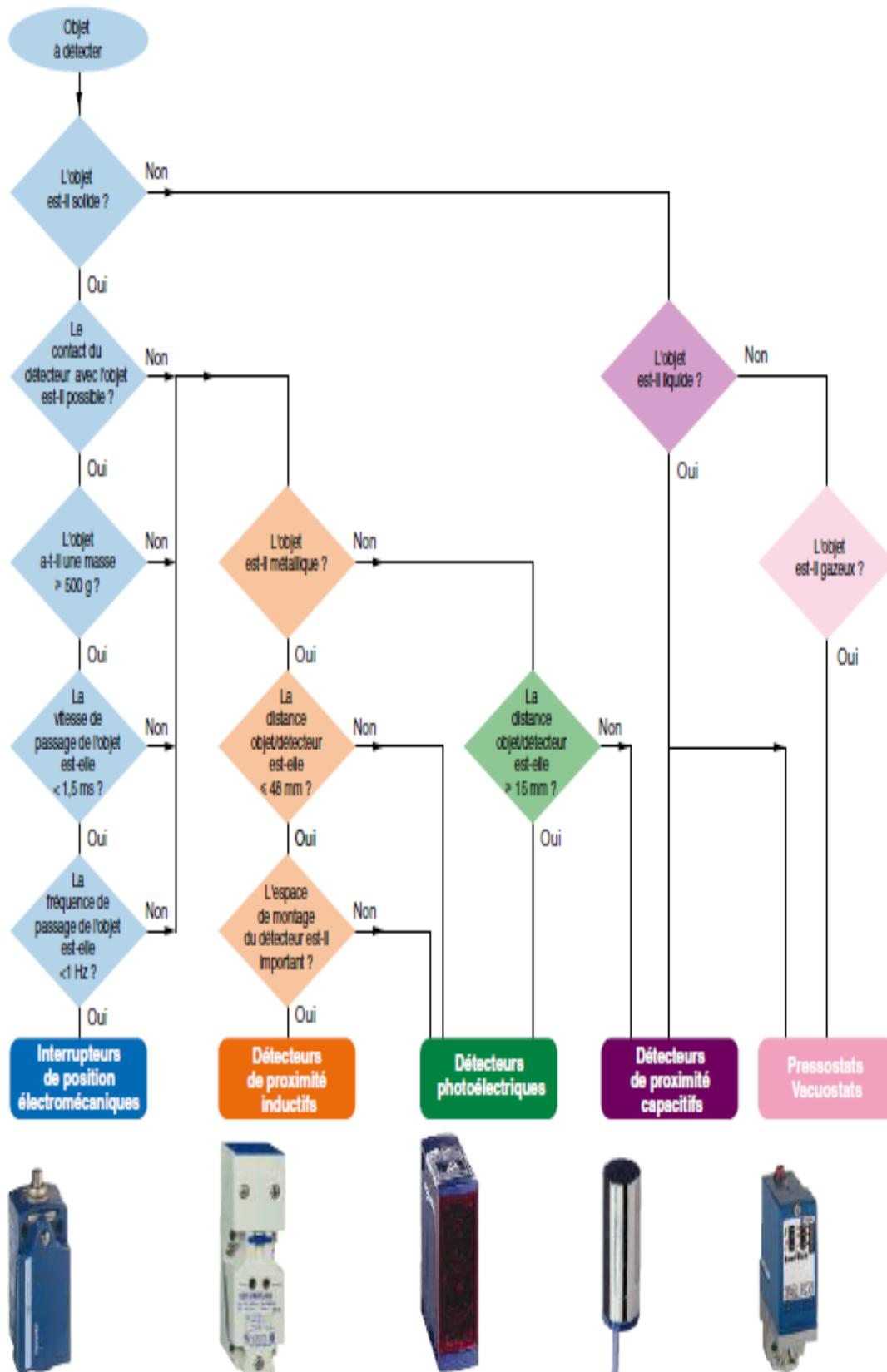


Figure I.18 : Choix d'un capteur [11].

I.3.5 Disjoncteur

Un disjoncteur est un organe électromécanique, de protection dont la fonction est le déclenchement automatique en cas d'un incident et de couper le courant de court-circuit, il permet donc la protection des équipements contre tout défaut, en assurant l'ouverture de circuit sur ordre des relais de mesure, et il peut également effectuer des déclenchements [12].

I.3.6 Relais de protection

Les relais de protection sont des appareils qui reçoivent une ou plusieurs informations (signaux) à caractère analogique (courant, tension, puissance, fréquence, température, ...etc.) et les transmettent en un ordre binaire (fermeture ou ouverture d'un circuit de commande), lorsque ces informations reçus atteignent les valeurs supérieures ou inférieures à certaines limites qui sont fixées à l'avance. Le rôle de ces relais de protection est donc, de détecter tout phénomène anormal pouvant se produire sur un réseau électrique telle défaut (court-circuit), variation de tension, par une surveillance continue. Ils déterminent l'ordre de déclenchement des disjoncteurs [12].

I.3.7 Relais à broches

Le relais à broches c'est un instrument qui sert à faire passer la commande vers les pré-actionneurs (Figure I.19).

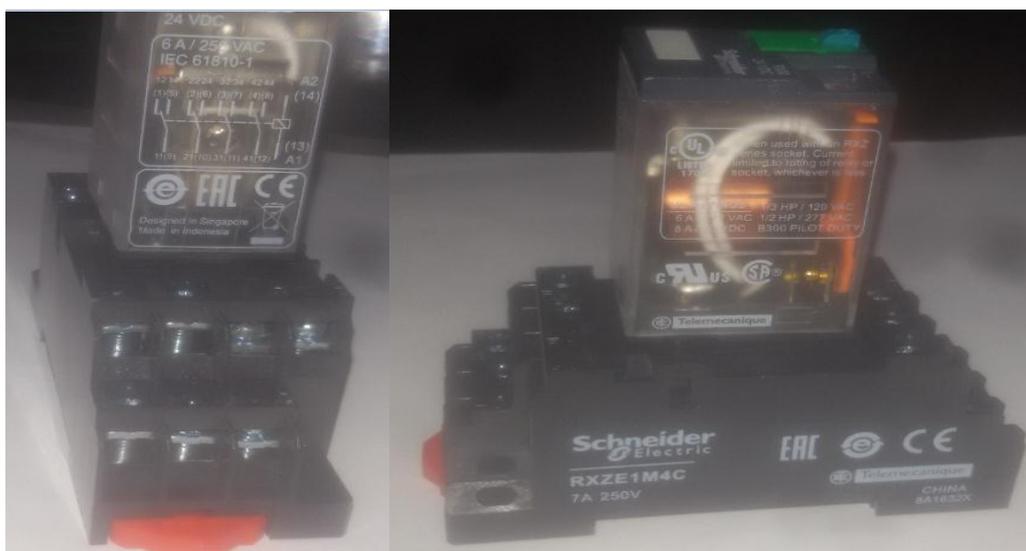


Figure I.19 : Relais à broches.

I.3.8 Armoire électrique

Elle commande et alimente la machine, elle est équipée de tous les équipements électriques qui assurent le fonctionnement et la protection de la machine tel que les sectionneurs, disjoncteurs, relais, etc.

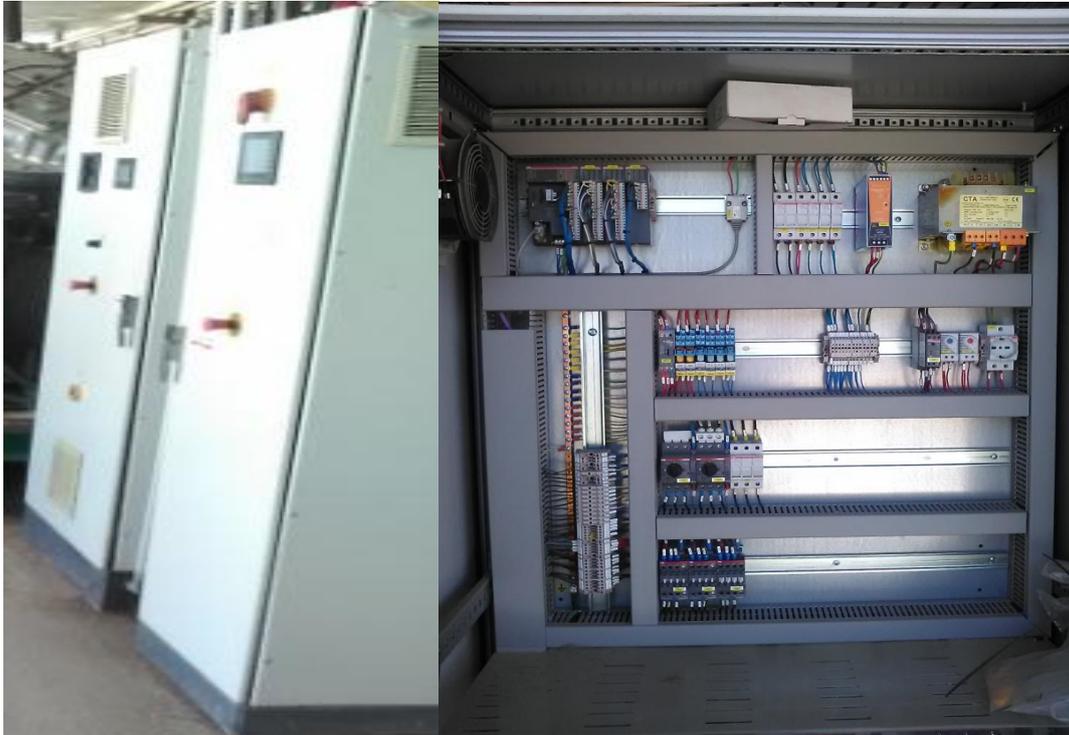


Figure I.20 : Armoire électrique d'un compresseur « SIAD ».

I.4 Conclusion

L'étude de la partie électrique nous a permis de comprendre le fonctionnement de l'armoire électrique et d'identifier les différentes parties qui la constituent ainsi que leurs rôles de fonctionnement. Dans ce qui suit, nous allons parler sur le côté pneumatique et les dispositifs utilisés.

Chapitre II :

Généralité sur la pneumatique

II.1 Introduction

La pneumatique vient du mot grec « Pneuma » qui désigne le vent, elle traite des phénomènes qui résultent de la dynamique de l'air [9].

Ce chapitre sera consacré à la description de l'air comprimé, et certains composants pneumatiques tels que : les compresseurs, les vérins, les distributeurs, l'électrovanne, et le manomètre.

II.2 Définition de l'air comprimé

L'air comprimé est une des formes les plus anciennes de l'énergie que l'être humaine utilise [9], prélevé dans l'atmosphère, dépollué, comprimé et stocké dans des réservoirs pour être mis à la disposition des équipements utilisateurs. Il existe deux étapes de transformation de l'air, complémentaires et distinctes [13] :

- ✚ La compression, qui fait appel à différentes technologies de compresseur.
- ✚ Le traitement, qui fait appel à différentes techniques.

II.3 Les compresseurs

Pour produire l'air comprimé, on utilise des compresseurs qui augmentent la pression de l'air. Il existe plusieurs types des compresseurs :

II.3.1 Compresseur à vis

L'air emprisonné entre les deux vis est aspiré et comprimé grâce aux profils concaves et convexes des filets (Figure II.1) [9].

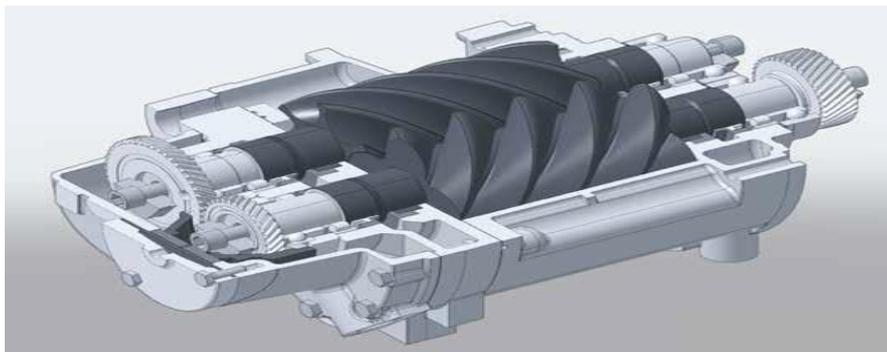


Figure II.1 : Compresseur à vis [14].

II.3.2 Compresseur à piston

C'est le type de compresseur le plus ancien et le plus répandu (Figure II.2). De conception simple ou double, il est lubrifié à l'huile ou fonctionne sans huile. Ils sont appropriés seulement pour la production de pressions élevées > 20 bar et dans le cas des gaz spéciaux [14].



Figure II.2 : Compresseur « SIAD » à piston.

II.3.2.1 Structure d'un compresseur à piston

Le compresseur à piston, Contient un moteur entraine un système bielle/manivelle qui actionne un piston. Dans sa course descendante, le piston aspire l'air extérieur et dans sa course montante, il le refoule vers le réservoir. La pression dans le réservoir augmente à chaque expulsion d'air (Figure II.3) [9].

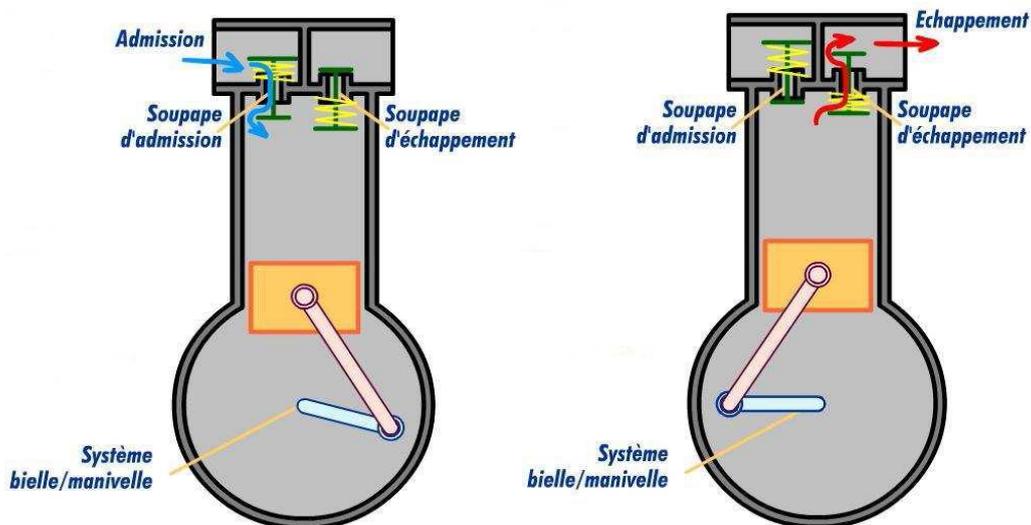


Figure II.3 : Structure d'un piston [9].

Nos deux compresseur « SIAD » (Figure II.5) font partie des nouveaux compresseurs marchent à sec utilisés dans les domaines agroalimentaires, donc sont des compresseurs à piston sans lubrifiant. Sont de types VITO 1720, leur numéro de série est K12541/10A-2015 comme elle montre la figure ci-dessous (Figure II.4).



Figure II.4 : Caractéristique de compresseur SIAD.



Figure II.5 : L'installation de deux compresseur « SIAD » à « Mont Djurdjura ».

II.4 Les symboles normalisés en pneumatiques

Le tableau suivant nous donne quelques symboles normaliser en pneumatique :

Symbole	Description	Symbole	Description
 (1) (2)	Mesure de pression (1) : manomètre (2) : manomètre différentiel		Moteur électrique
 (1) (2)	Mesure de débit (1) : débitmètre (2) : compteur		Contact électrique à pression
	Distributeur 2/2 commande par galet rappel par ressort		Distributeur 4/2 commande électromagnétique rappel électromagnétique
	Distributeur 3/2 commande par bouton poussoir rappel par ressort		Distributeur 4/2 commande électropneumatique rappel électropneumatique
	Distributeur 3/2 commande pneumatique rappel par ressort		Distributeur 5/2 commande pneumatique rappel par pression
	Distributeur 3/2 commande par levier rappel par levier		Distributeur 5/2 commande pression rappel par ressort
	Vérin avec amortisseur fixé d'un coté		Vérin à simple effet A rappel par ressort
	Vérin à simple effet A rappel par force non définie		Vérin double effet à simple tige
 (1) (2)	Commandes (1) : musculaire (2) : bouton poussoir	 (1) (2)	Commande par pression : (1) et (2) augmentation par commande
 (1) (2)	Commandes électrique (1) : un enroulement (2) : deux enroulements	 (3) (4)	Commande par pression (3) et (4) augmentation par commande direct
 (1) (2)	(1) : galet (2) : galet escamotable	 (1) (2)	Commande mécanique (1) : poussoir (2) : ressort

Tableaux II.1 : Quelques symboles normalisés en pneumatique [15].

II.5 L'utilisation de l'énergie pneumatique

On utilise l'énergie pneumatique dans deux parties :

- Fonctionnement des machines, pour cela on utilise la basse pression entre 0 et 10 bar.
- Le thermoformage, pour cela on utilise la haute pression entre 25 à 40 bar, pour le soufflage des bouteilles.

II.6 Les vérins et leurs constitutions

Les vérins pneumatiques font partie des actionneurs pneumatiques, ils produisent l'énergie mécanique sous forme d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement ou de créer une force (Figure II.6) [9], [16]. Ils sont des dispositifs permettant de convertir la pression de l'air en une force et un mouvement linéaire [16].



Figure II.6 : Mode de fonctionnement d'un vérin [9].

Tous les vérins sont constitués de mêmes éléments, Ils sont munis d'un piston avec une tige qui se déplace à l'intérieur du corps, ce corps est délimité par le nez et le fond dans lesquels sont aménagés des orifices d'alimentation en air comprimé. Les chambres sont les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé (Figure II.7) [9].

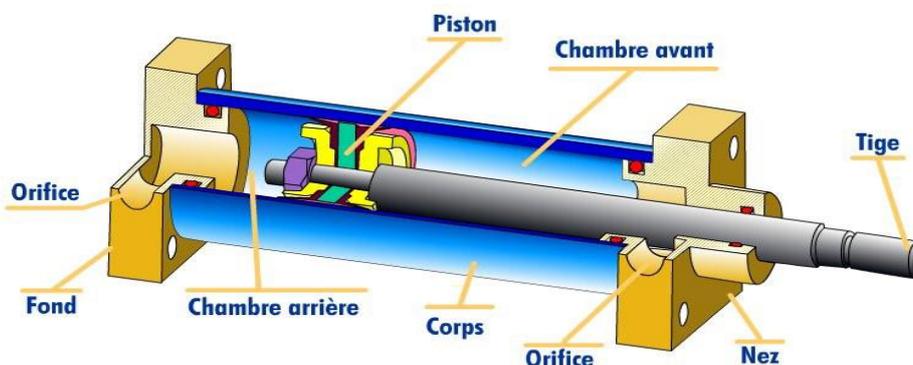


Figure II.7 : Constitution d'un vérin [9].

II.6.1 Principe de fonctionnement d'un vérin

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambres, pousse le piston. La tige se déplace. L'air présent dans l'autre chambre est donc chassé et évacué du corps du vérin (Figure II.8) [9].

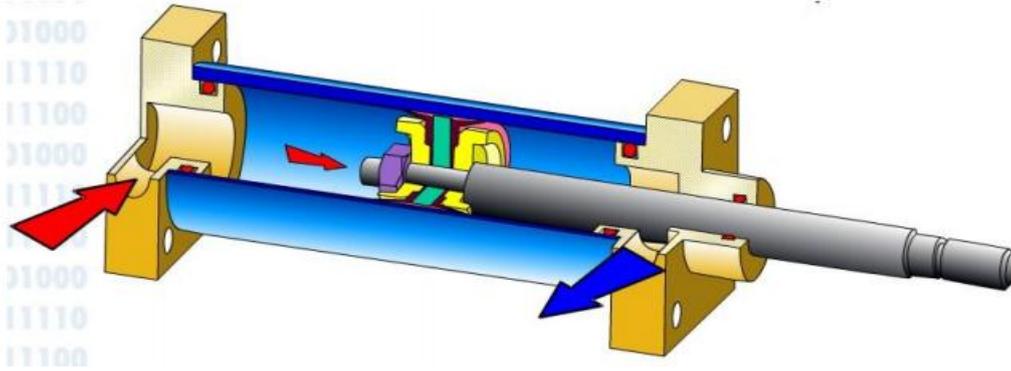


Figure II.8 : L'air comprimé dans le vérin [9].

Le mouvement contraire est obtenu en inversant le sens de déplacement de l'air comprimé (Figure II.9) [9].

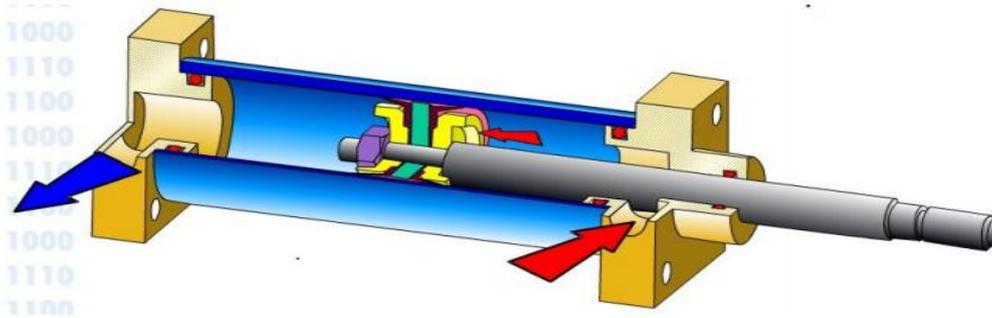


Figure II.9 : Le déplacement de l'air comprimé [9].

II.6.2 Type des vérins

Il existe de très nombreux types de vérins :

II.6.2.1 Vérin simple effet

L'air comprimé n'est distribué que d'un seul côté de piston, le rappel de piston est assuré par un ressort et cette position s'appelle repos (Figure II.10) [9], [13].

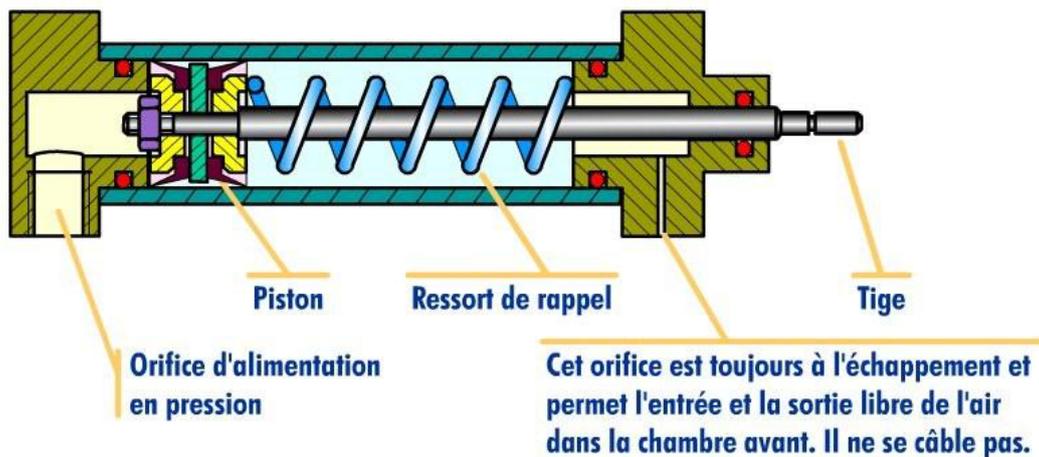


Figure II.10 : Constitution d'un vérin simple effet [9].

II.6.2.2 Les vérins doubles effet

La construction du vérin à double effet est similaire à celle d'un simple effet, mais il n'y a pas de ressort de rappel, ils sont généralement utilisés dans les applications où une longue course est nécessaire [16].

L'air comprimé agit d'une façon alternative sur les deux faces d'un piston, de manière à utiliser le vérin dans les deux sens de déplacements, soit en poussant, soit en tirant [13].

Le piston se déplace librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé. En absence de d'air comprimé, il reste en position (tige rentrée ou sortie) (Figure II.11) [9].

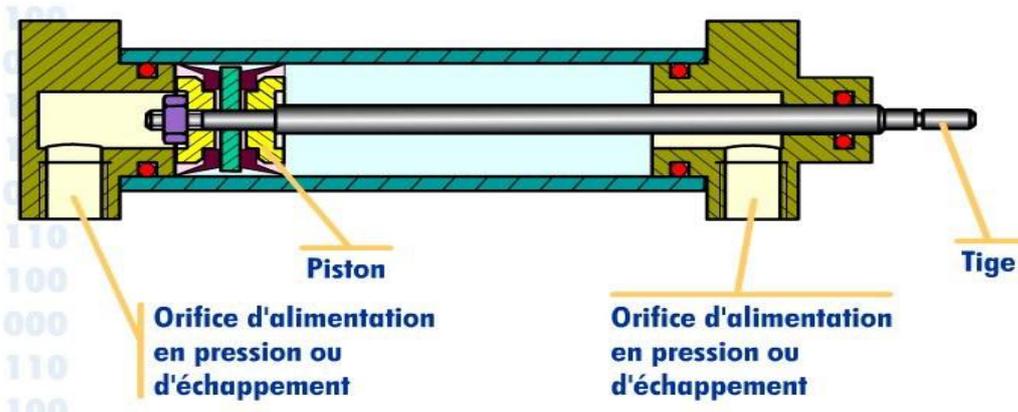


Figure II.11 : Vérin double effet [9].

II.6.2.3 Vérins rotatif

Le vérin rotatif transmet un mouvement de rotation à un arbre par application d'air comprimé, l'amplitude du pivotement de l'arbre est limitée par les butées mécaniques réglables présentes sur l'actionneur ou dans son environnement. L'angle maximal de rotation ne dépasse pas 360° [9]. Il existe deux types des vérins rotatifs :

• **Vérins rotatifs à crémaillère** : L'ensemble piston crémaillère entraîne dans son mouvement rectiligne, un pignon denté qui est actionné en rotation (Figure II.11) [9], [13].

L'amplitude de la rotation dépend de la longueur de la course du piston. On peut réaliser des rotations de 90° à 360° .

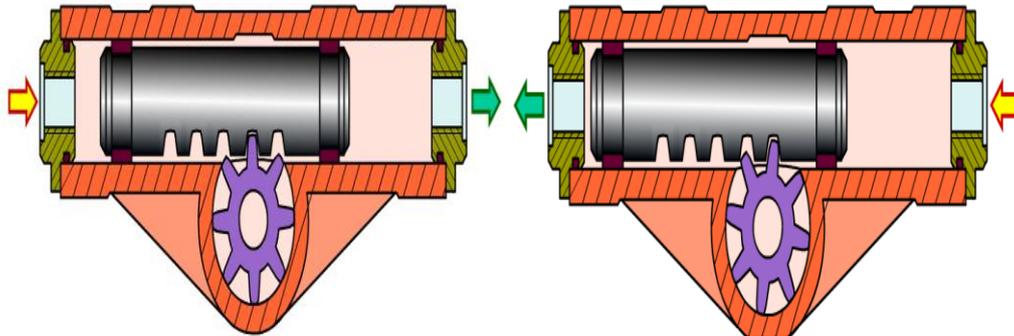


Figure II.12 : Fonctionnement d'un vérin rotatif à crémaillère [9].

• **Vérins rotatifs à palette** : Le couple d'entraînement développé par cet actionneur pivotant est constant sur toute la course. Il peut être à arbre traversant afin d'entraîner un second mécanisme en parallèle. L'amplitude de mouvement peut atteindre 280° (Figure II.13).

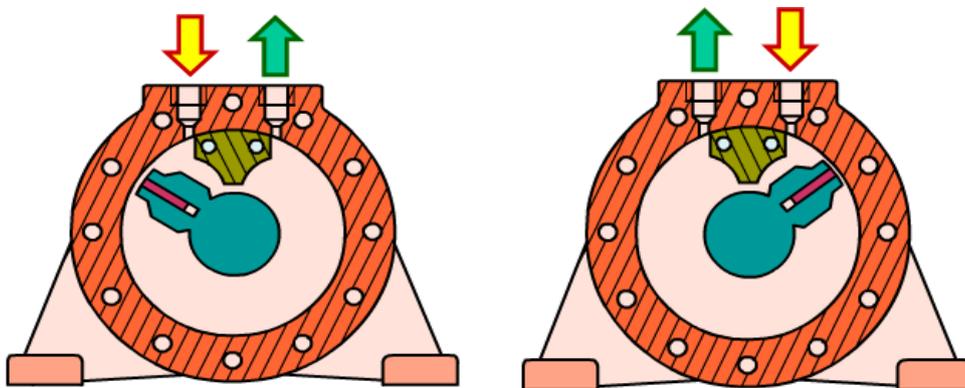


Figure II.13 : Fonctionnement d'un vérin rotatif à palette [9].

II.7 Distributeur

Le distributeur est généralement utilisé comme un pré-actionneur, qui a pour fonction de délivrer un débit d'air comprimé à la réception d'un signal de commande (Figure II.15). Il est associé à un vérin pneumatique. Il existe deux technologies qui sont utilisées [9], [13] :

- Les distributeurs à clapets : utilisés pour les débits d'air faible, (on trouve surtout des 2/2 et 3/2 utilisés comme capteur).

- Les distributeurs à tiroir : utilisés pour les débits plus importants, (on trouve surtout des 4/2 et 4/3, des 5/2 et 5/3).



Figure II.14 : Distributeur.

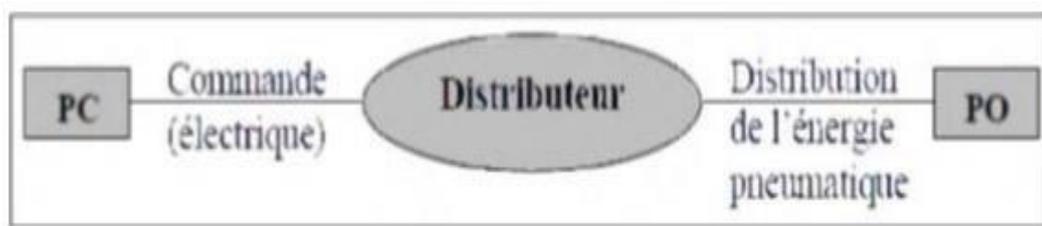


Figure II.15 : Structure de pré-actionneur pneumatique.

II.7.1 Différents types des distributeurs

Ce pré-actionneur est associé à un vérin pneumatique, sa taille et son type sont fonction de ce vérin :

➤ Si le vérin est à simple effet et ne comporte qu'un seul orifice, on utilise un distributeur ne comportant qu'un orifice : d'alimentation, pression et d'échappement, avec deux positions. Ce type de distributeur est dénommé 3/2 (Figure II.16) [9], [13].



Figure II.16 : L'alimentation d'un vérin simple effet avec un distributeur 3/2.

➤ Si le vérin à double effet comporte deux orifices d'utilisation sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement (Figure II.17). Il existe deux possibilités [13] :

✚ Distributeur 4/2 à quatre orifices (pression, utilisation 1, utilisation 2, échappement) et deux positions.

✚ Distributeur 5/2 à cinq orifices (pression, utilisation 1, utilisation 2, échappement 1, échappement 2) et deux positions.

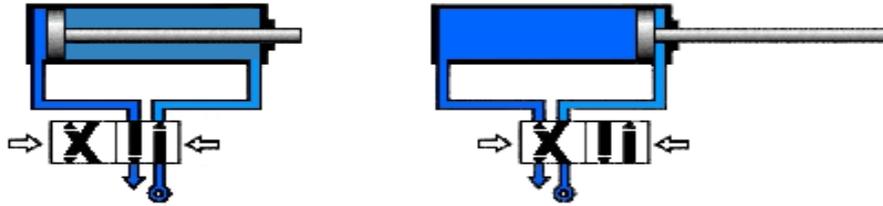


Figure II.17 : L'alimentation d'un vérin double effet avec un distributeur 4/2, 5/2, 5/3.

Dans des cas particuliers, il est nécessaire d'immobiliser ou de mettre hors énergie le vérin double effet, on utilise un distributeur 5/3 (cinq orifices, trois positions) à centre fermé ou centre ouvert [13].

II.7.2 Commande des distributeurs [17]

Il existe deux types de commande :

II.7.2.1 Distributeur monostable

Le distributeur est monostable (ou simple pilotage), s'il possède une commande par ressort. Grâce à ce ressort la seule position obtenue est stable, en l'absence d'un signal de pilotage extérieur, le tiroir se déplace automatiquement dans la position du ressort.

II.7.2.2 Distributeur bistable

Le distributeur est bistable (ou à double pilotage), s'il possède deux pilotages de même nature. Les deux positions sont stables : en l'absence d'un signal de commande extérieur, le tiroir ne bouge pas et reste dans la position qu'il occupe.

II.8 Manomètre

Le manomètre à aiguille est l'appareil de mesure des pressions, le plus courant (il indique la pression relative dans le circuit : l'air comprimé agit sur un fin tube qui se déforme et provoque la déviation de l'aiguille). Il existe aussi des manomètres numériques présents sur le marché (Figure II.18) [9].



Figure II.18 : Manomètre [9].

II.9 Electrovanne

L'électrovanne est un dispositif commandé électriquement, permettent d'autoriser ou d'interrompre, par une action mécanique (Figure II.19). Un actionneur électromagnétique TOR et appelé souvent bobine ou solénoïde. L'électrovanne est constitué principalement d'un corps de vanne ou circule le fluide et d'une bobine alimentée électriquement qui fournit une force magnétique déplaçant le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage, permettant ainsi la circulation ou non du fluide. La bobine doit être alimentée d'une manière continue pour maintenir le noyau attiré [18].



Figure II.19 : Electrovanne.

II.10 Conclusion

Nous avons décortiqué la partie pneumatique, nous avons vu des compresseurs et une description générale sur : les vérins, distributeur, manomètre, électrovanne ainsi leur fonctionnements. Le chapitre suivant, sera consacré aux systèmes automatisé et langages de programmation que nous avons utilisée dans notre proposition.

Chapitre III :

***Systeme automatisé et langage de
programmation***

III.1 Introduction

L'automatisation ces dernières années concerne tous les aspects de l'activité industrielle : production, assemblage, montage, contrôle, conditionnement, manutention, stockage, son objectif est de réaliser, de manière automatique, des fonctions particulières [19], avec une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats évite à l'homme des tâches pénibles et répétitives. Les avancées technologiques ont conduit au développement des automates programmables industriels (API) et à une révolution importante dans l'automatique [20].

Dans ce chapitre, nous décrivons les systèmes automatisés en générale, ensuite une étude sur les automates programmables industriels, en fin une description générale des langages de programmation GRAFCET et le logiciel ZELIO de la firme Schneider.

III.2 Les systèmes automatisés

III.2.1 Définition

Un système automatisé est composé de plusieurs éléments qui exécutent un ensemble de tâches programmées sans que l'intervention humaine ne soit nécessaire. Il est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur. Celui-ci se contente de donner l'ordre de marche ou d'arrêt en cas de besoin [21].

III.2.2 Structure d'un système automatisé

La structure d'un système automatisé peut se représenter comme suit (Figure III.1) :

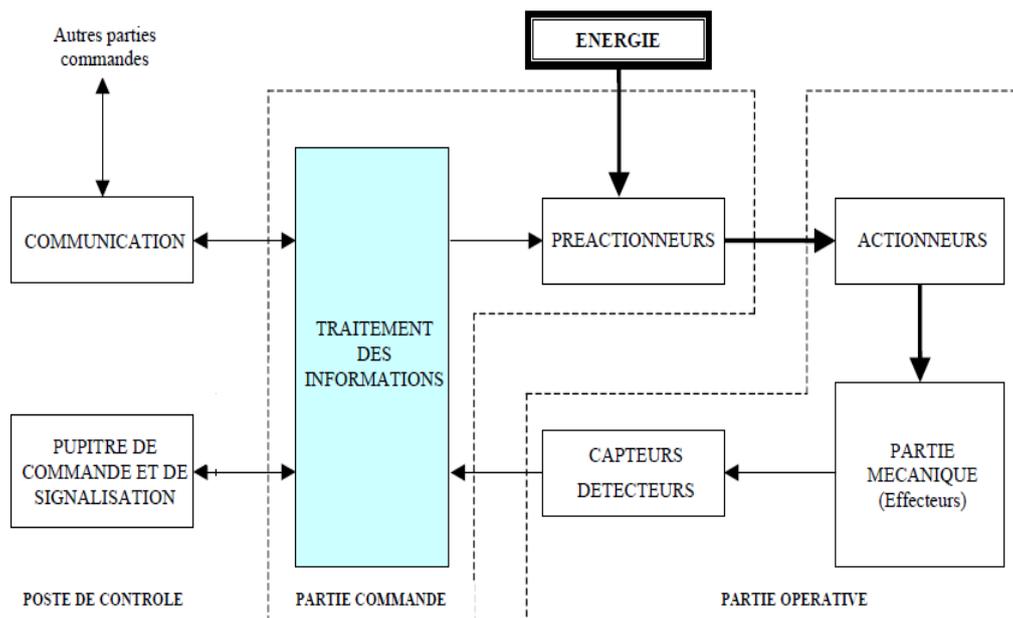


Figure III.1 : Structure d'un système automatisé [22].

- **Poste de contrôle** : composé des pupitres de commandes et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche ou arrêt) et visualiser les différents états du système à l'aide d'un voyant [23].
- **La partie commande (P.C)** : c'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé et qui reçoit les consignes de l'opérateur. Elle adresse des ordres à la partie opérative à partir des pré-actionneurs [13].
- **La partie opérative (P.O)** : c'est la partie qui reçoit les ordres de la partie commande et adresse des comptes rendus à cette dernière, cette partie est constituée d'actionneurs, d'effecteurs et de capteurs [13].

III.3 Les automates programmables industriel (API)

III.3.1 Définition d'un (API)

API est un dispositif électronique adapté à l'environnement industriel. Il envoie des ordres vers les actionneurs à partir des données d'entrée des capteurs (partie opérative) et d'un programme informatique (partie commande) [20], [23]. L'API est structurée autour d'une unité de calcul (processeur), de bus de communication et de modules d'interface et de commande [20].



Figure III.2 : Des automates programmables industriels.

III.3.2 Architecture des automates

III.3.2.1 Structure externe d'un API [22]

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**.

- **Type compact** : Dans ce type, on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet...) des micros automates (Figure III.3).

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et sorties. Selon les modèles et les fabrications, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure III.3 : Automate compact [24].

- **Type modulaire :** Dans ce type, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées /sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le " fond de panier " (bus et connecteurs) (Figure III.4). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Figure III.4 : Automate modulaire [24].

III.3.2.2 Structure interne d'un API [20]

L'API est structurée comme suit (Figure III.5) :

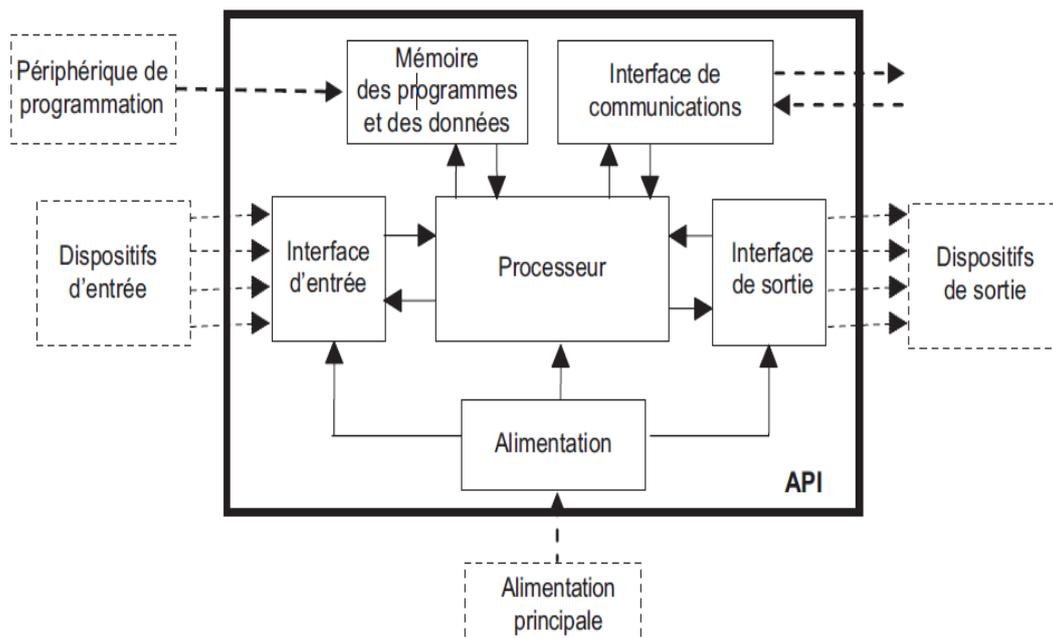


Figure III.5 : Structure interne d'un API [20].

- **Module d'alimentation** : assure la distribution d'énergie aux différents modules. La tension d'alimentation peut être de 5v.
- **Le processeur ou unité centrale de traitement (CPU)** : contient le microprocesseur. Le CPU interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action.
- **La mémoire** : contient le programme qui définit les actions de commande effectuées par le microprocesseur. Elle contient également les données qui proviennent des entrées en vue de leur traitement, ainsi que celle des sorties.
- **Le périphérique de programmation** : est utilisé pour entrer le programme dans la mémoire du processeur. Ce programme est développé sur le périphérique, puis transféré dans la mémoire de l'API.
- **Interface d'entrée /sortie** :
 - **L'interface d'entrée** : comporte des adresses d'entrée qui reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Chaque capteur est relié à une de ces adresses.
 - **L'interface de sortie** : comporte aussi des adresses de sortie et qui transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovanne) et aux

éléments de signalisation (voyants) du pupitre. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses.

III.3.3 Principes de fonctionnement d'un API [9], [20]

Un API travaille selon un programme qui est en générale créé en dehors de l'automate, transmis à l'automate et stocké dans la mémoire de programme. Il exécute les instructions de ce programme séquentiellement par un déroulement cyclique. Le cycle comporte 3 étapes successives qui se présentent comme suit (Figure III.6):

- **Etape 1 : Lecture des entrées**

Les entrées sont scrutées par le CPU et leurs états sont copiés aux adresses correspondantes dans la mémoire RAM.

- **Etape 2 : L'exécution de programme**

L'automate exécute le programme instruction par instruction pour déterminer l'état des sorties puis stocker ces valeurs dans une zone de la mémoire de données réservée aux entrées-sorties.

- **Etape 3 : Ecriture de sorties**

Toutes les sorties sont transférées depuis la RAM vers les canaux de sorties appropriés.

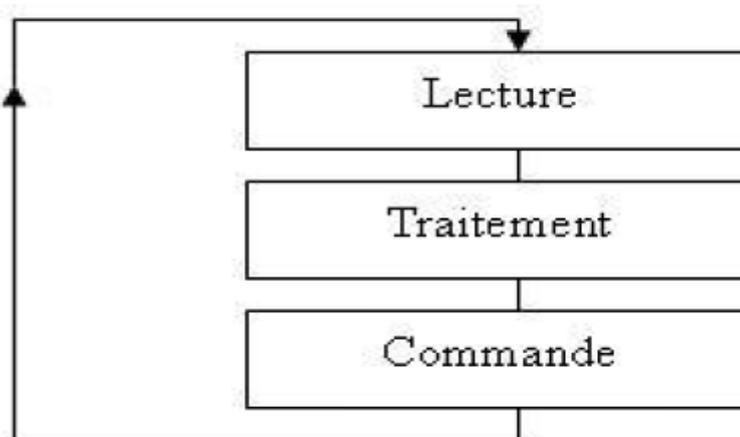


Figure III.6 : Principe de fonctionnement d'un API [20].

Ces trois opérations sont effectuées continuellement par l'automate.

III.3.4 Choix d'un automate [21]

L'automaticien doit réunir certaines informations qui permettent de choisir un API qui sont :

- ✓ Le nombre et la nature des entrées et sorties.
- ✓ Le type de programme de fonctionnement désiré.
- ✓ La nature de traitement (temporisation, couplage, comptage...), qui nous permet le choix de l'unité centrale ainsi la taille de la mémoire à utiliser.

- ✓ Le langage du dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ✓ Le coût.
- ✓ Le type de communication avec d'autre système.
- ✓ La fiabilité et la robustesse.
- ✓ La vitesse du travail.

Dans notre travail nous avons utilisé l'automate programmable industriel **SR2A201BD** (Figure III.7), fabriqué par Schneider qui fait partie de la gamme ZELIO LOGIC, contient des relais intelligent compact et qui répond parfaitement aux besoins nécessaires pour automatiser ces deux machines, il est équipé de [25] :

- ✓ 10 entrées et 8 sortie tout ou rien.
- ✓ 2 entrées analogiques.
- ✓ Alimentation 24VDC.
- ✓ Contient 240 lignes de schéma de contrôle avec LADDER programmation.
- ✓ 18 mois garantis contractuelle.



Figure III.7 : L'automate Schneider SR2A201BD [25].

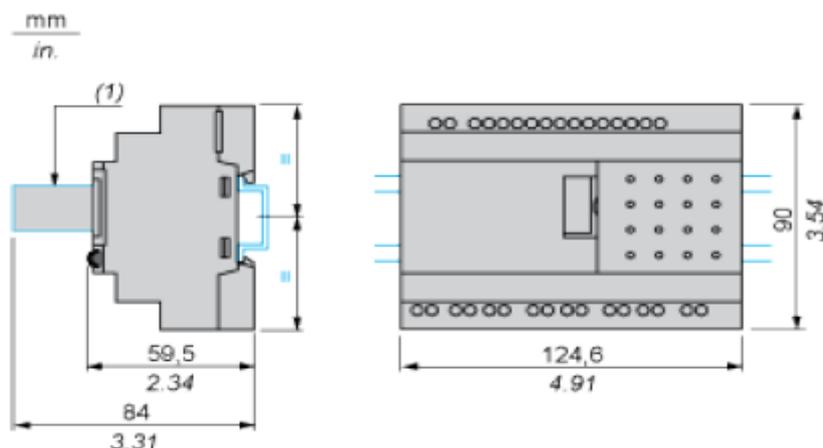


Figure III.8 : Dimensions d'un API Schneider SR2A201BD [25].

III.4 GRAFCET

III.4.1 Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) est un langage de présentation graphique décrivant le dialogue entre la partie commande et la partie opérative [9], [13], [21], [26], [27]. Cette représentation graphique permet une meilleure compréhension par toutes personnes en relation avec l'automatisme. Il est établi pour chaque machine lors de sa conception, puis tout au long de sa vie : réalisation, mise en point, maintenance, modification, réglages. Le langage GRAFCET doit être connu de tous les automaticiens, depuis leurs conceptions jusqu'à leurs exploitations [27], [28].

III.4.2 La structure de base de GRAFCET

Une structure de GRAFCET est un graphe cyclique composé de transition et d'étape, reliée entre elle par des liaisons orientées (ou arcs orientés). Des actions peuvent être associées aux différentes étapes, aux transitions sont associées des réceptivités (Figure III.9) [13].

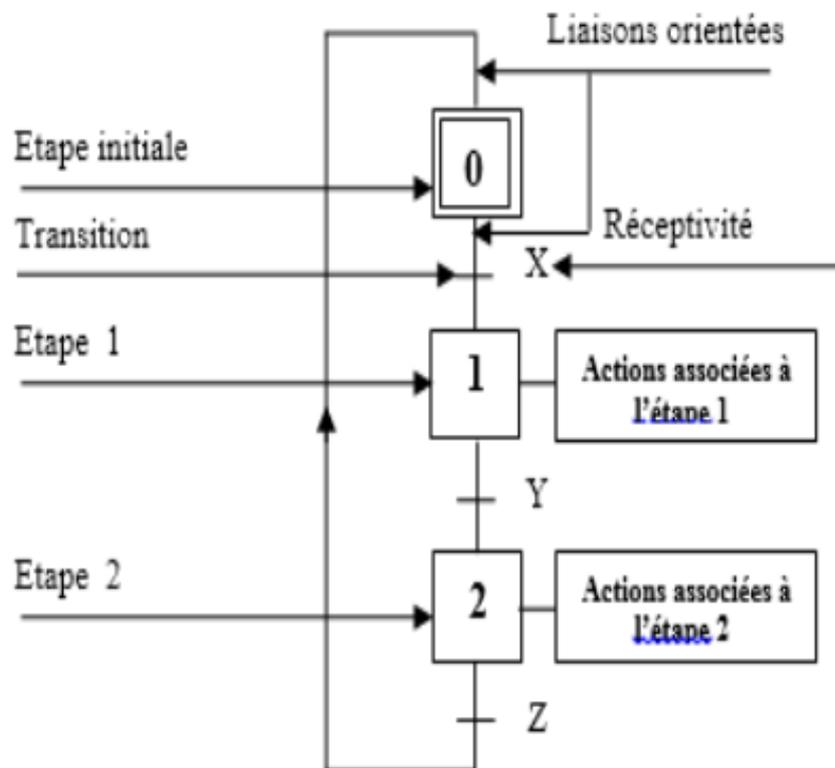


Figure III.9 : Élément du GRAFCET.

III.4.2.1 Les étapes

Les étapes sont utilisées pour définir la situation de la partie séquentielle du système. Elles sont représentées par des carrés, l'étape initiale active est représentée par un carré double. Une variable logique est associée à l'état de chaque étape, appelée en générale variable d'étape X_i , c'est une variable booléenne valant (1) si l'étape est active, sinon (0) (Figure III.10) [21], [27], [29], [30].

Remarque : Dans un GRAFCET il doit avoir au moins une étape initiale.

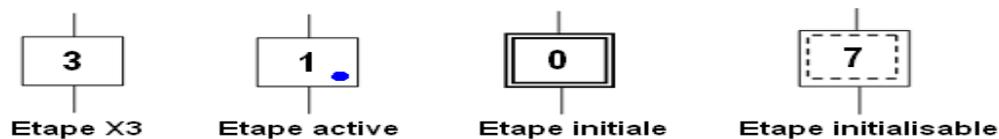


Figure III.10 : Présentation d'une étape.

III.4.2.2 Actions associées aux étapes

Une ou plusieurs actions peuvent être associées à une étape. Elles sont actives lorsque le cycle est arrivé sur l'étape, représentées par un rectangle relié au symbole de l'étape (Figure III.11). On peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape vide (sans action) [29].



Figure III.11 : La différence entre étape vide et avec action.

III.4.2.3 Transitions

Un système lors de son fonctionnement séquentiel change d'état. La transition décrit l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. Lors de son franchissement, elle permet l'évolution de ce système, on symbolise la transition par un tiret horizontal (Figure III.12). A chaque transition est associée à une réceptivité (ou condition de transition) [21], [29].

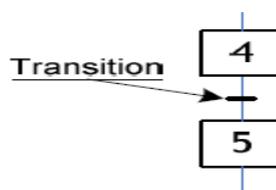


Figure III.12 : Une transition.

III.4.2.4 Réceptivités associées à une transition [21], [29]

Les réceptivités associées à chaque transition (Figure III.13), sont des fonctions combinatoires d'information booléenne dont les variables peuvent être :

- Des variables logiques associées aux états des étapes.
- L'état d'un capteur.
- Des variables logiques et temporisation.
- Une réceptivité simplement et toujours vraie dans certains cas.

Si la réceptivité n'est pas précisée, donc cela signifie qu'elle est toujours vraie (égale à 1).

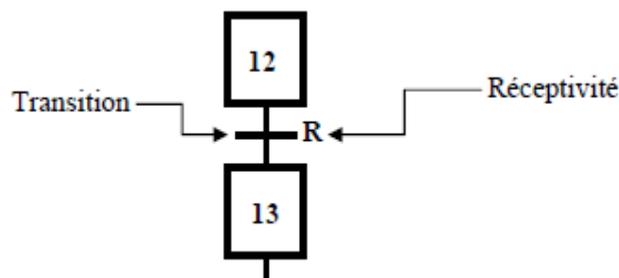


Figure III.13 : Transition associé avec une réceptivité.

III.4.2.5 Liaison orienté

Ils relient les étapes et les transitions par des simples traits verticaux, ils indiquent le sens de système orienté de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire (Figure III.14) [21], [28].

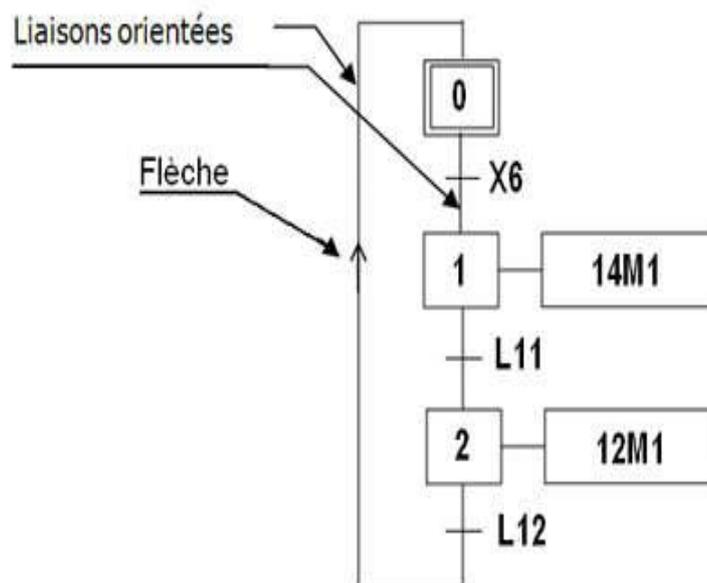


Figure III.14 : Liaisons orientées de haut vers le bas [28].

III.4.3 Règles d'évolution d'un GRAFCET [21], [26], [31]

✓ Règle N°1 : Situation initiale

La situation initiale caractérise le comportement initial du GRAFCET, elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

✓ Règle N°2 : Franchissement d'une transition

Une transition est valide si toutes les étapes précédentes sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsqu'elle est validée, et sa réceptivité associée est vraie.

✓ Règle N°3: Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition conduit à l'activation simultanée de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (Figure III.15).

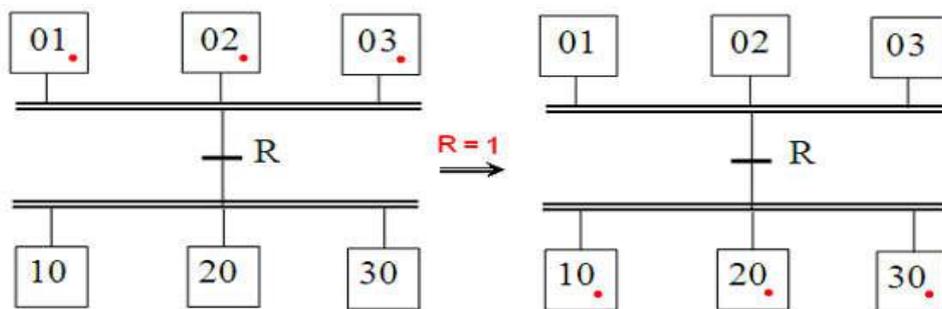


Figure III.15 : Présentation des étapes actives [28].

✓ Règle N°4 : Evolutions simultanées

Toutes les transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies (Figure III.16).

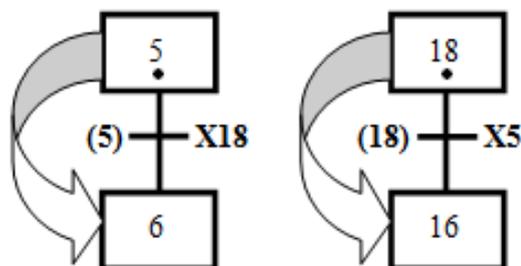


Figure III.16 : Franchissement simultané.

✓ Règle N°5 : Activations et désactivations simultanées

Si au cours d'une évolution, une étape doit être simultanément activée et désactivée, elle reste active.

III.4.4 Les structures de base

III.4.4.1 La séquence linéaire

Une séquence linéaire est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre où chaque étape suivie d'une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape (Figure III.17) [28], [29].

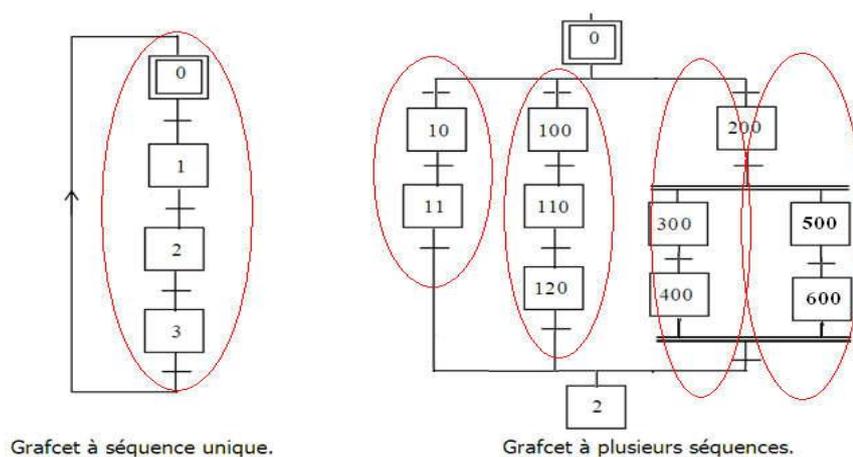


Figure III.17 : Séquence dans un GRAFCET.

III.4.4.2 Le saut d'étapes

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser, et activer une étape en aval dans la séquence [28], [29].

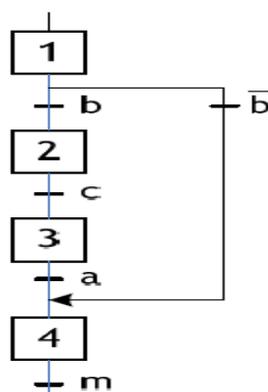


Figure III.18 : Saut d'étapes [29].

Dans l'exemple de la figure (III.18) saut d'étapes, il y a un saut de l'étape (1) à l'étape (4) mais conditionné par la réceptivité (b).

III.4.4.3 Structure répétitive

Structure répétitive appelée aussi la reprise de séquence permettant la reprise, une ou plusieurs fois (boucle) d'une séquence tant qu'une condition logique fixée n'est pas obtenue (Figure III.19) [28], [29].

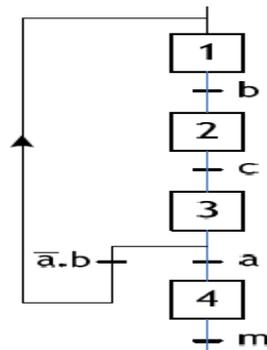


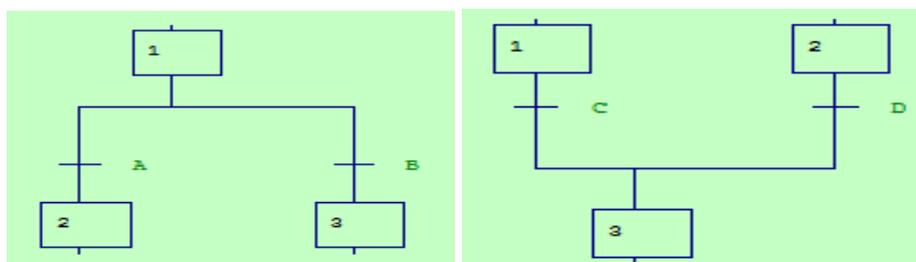
Figure III.19 : Reprise d'une séquence [29].

Dans cette figure (III.19), il y a une reprise des étapes (1), (2) et (3) tant que la réceptivité n'est pas obtenue. On dit aussi que c'est un saut d'étape (3) à (1) par la réceptivité (a.b).

III.4.4.4 Les structure de base ET et OU

III.4.4.4.1 Divergence-convergence en OU

Aiguillage ou divergence en OU est une structure illustre le choix entre deux ou plusieurs séquences possibles. On rencontre aussi la convergence en OU lorsque une séquence peut être activée par deux ou plusieurs séquences possibles [21].



(a) Divergence en OU

(b) Convergence en OU

Figure III.20 : Divergence-convergence en OU.

- Dans l'exemple (a) : l'étape 1 est active cela permet de passer par l'étape (2) ou bien par l'étape (3) selon les réceptivités (A) et (B). D'après la règle (4), si les étapes (2) et (3) sont simultanément activées, l'étape 1 sera désactivée.
- Dans l'exemple (b) : l'étape (3) peut être activée soit par la voie de l'étape (1) soit par l'intermédiaire de l'étape (2).

III.4.4.4.2 Divergence-convergence ET

Divergence en ET traduit l'exécution simultanée de deux actions, donc on se trouve en présence d'un parallélisme. Dans le cas de convergence en ET plusieurs actions en parallèle doivent s'achever pour réaliser la suite [21].

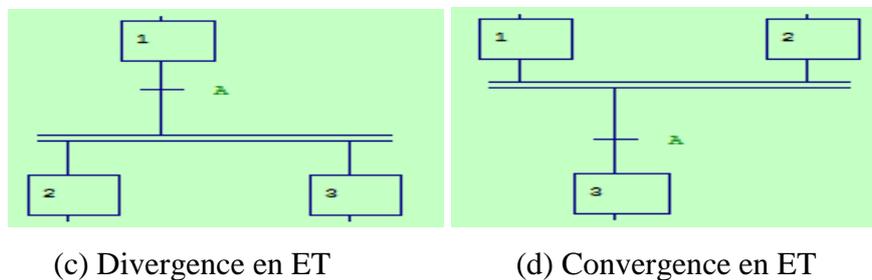


Figure III.21 : Divergence-convergence en ET.

- Dans l'exemple (c) : si la transition (A) est franchissable, l'étape (1) sera désactivée, l'étape (2) et (3) seront activées simultanément.
- Dans l'exemple (d) : cette structure permet d'attendre la fin de l'étape (1) et (2), pour continuer par une seule étape (3).

III.4.5 Liaison entre GRAFCET [28]

Une étape dans un GRAFCET peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre GRAFCET. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux GRAFCET c'est-à-dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre (Figure III.22).

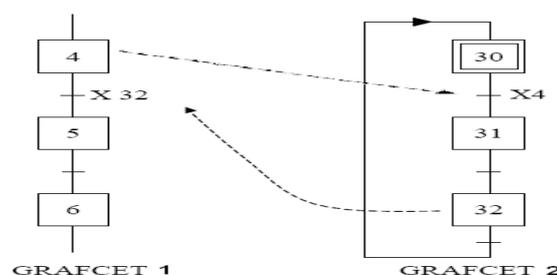
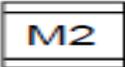


Figure III.22 : Liaison entre GRAFCET.

III.4.6 Structuration par macro-étapes [26]

On appelle macro-étape l'élément du GRAFCET qui dans un graphe remplace une partie de grafcet. On appelle expansion d'une macro-étape la partie de grafcet remplacée dans un graphe par une macro-étape. La représentation de la macro-étape est donnée par le

symbole : 

L'expansion d'une macro-étape (M_i) commence par une étape unique repérée E_i et se termine par une étape unique repérée S_i . L'exemple de la figure ci dessous (Figure III.23) présente un morceau de grafcet contenant une macro-étape et l'expansion de cette macro-étape. On remarque :

- La macro-étape repérée (M_5).
- L'expansion de la macro-étape qui commence par l'étape d'entrée repérée (E_5), et qui se termine par l'étape de sortie (S_5).

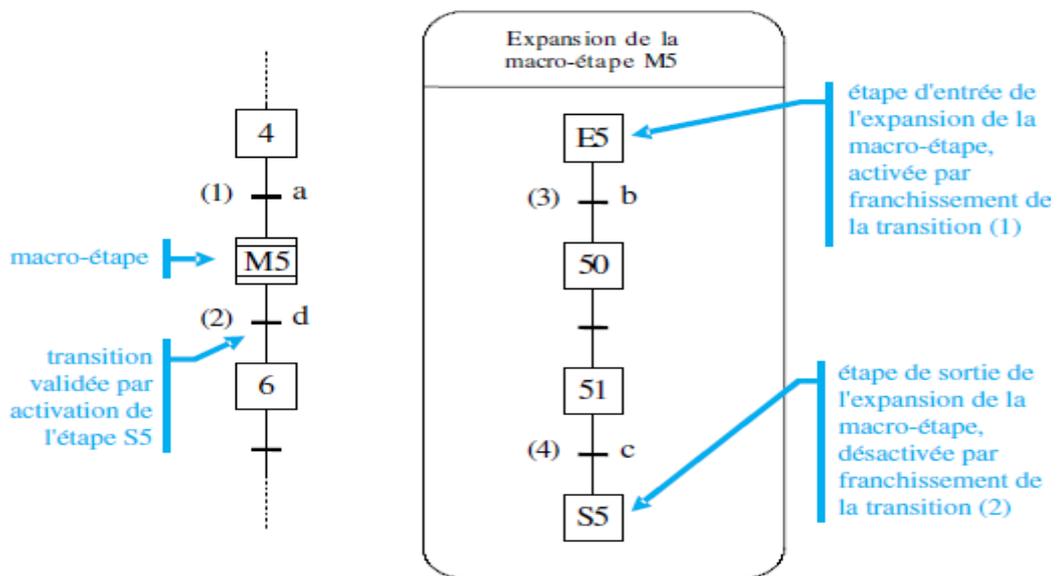


Figure III.23 : Conventions d'écriture d'une macro-étape [26].

III.5 Modules logiques-ZELIO LOGIC (Modules logiques compacts et modulaires) Logiciel ZELIO LOGIC 2

III.5.1 Présentation [32], [33]

Le logiciel de programmation ZELIO SOFT2 est conçu pour programmer les modules logiques de la gamme ZELIO LOGIC. Il nous permet de :

- ✓ Choisir entre les langages de programmation : la programmation en langage à contacts (LADDER) ou en blocs fonctions (FBD).
- ✓ Afficher les données du programme et des paramètres.
- ✓ Chargement et déchargement de programme.
- ✓ Compiler automatiquement le programme.
- ✓ Imprimer la documentation de l'application.

III.5.2 Langages utilisés [32], [33]

Le module logique propose 2 modes de programmation :

➤ Mode LD : Langage à contacts

C'est un langage graphique. Il permet la transcription de schéma à relais et il est adapté au traitement combinatoire. Il fournit des symboles graphiques : contacts, bobines et blocs.

L'exemple suivant décrit un programme en langage à contact :

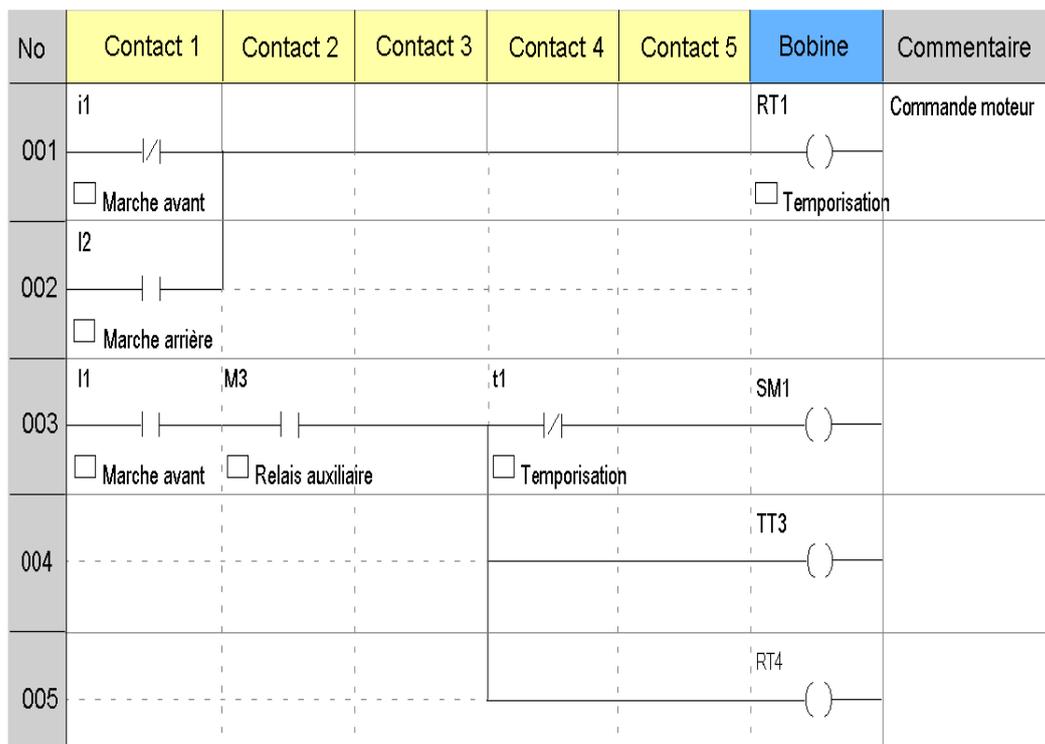
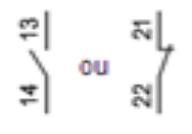
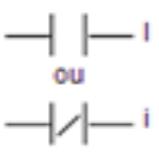


Figure III.24 : Programme en langage à contacts [32].

Le langage à contacts permet d'écrire un programme LADDER avec des fonctions élémentaires, des blocs fonctionnels élémentaires et des blocs fonctionnels dérivés, ainsi qu'avec des contacts, des bobines et des variables. Deux types d'utilisation sont possibles [33] :

- Symboles LADDER.
- Symboles électriques.

Fonction	Schéma électrique	Langage LADDER	Commentaire
Contact			(I) correspond à l'image réelle du contact câblé sur l'entrée du module. (i) correspond à l'image inverse du contact câblé sur l'entrée du module.
Bobine classique			La bobine est excitée lorsque les contacts auxquels elle est reliée sont passants.
Bobine à accrochage (set)			La bobine est excitée lorsque les contacts auxquels elle est reliée sont passants. Elle reste enclenchée lorsque les contacts ne sont plus passants.
Bobine de décrochage (Reset)			La bobine est désexcitée lorsque les contacts auxquels elle est reliée sont passants. Elle reste inactivée lorsque les contacts ne sont plus passants.

Tableaux III.1 : Tableaux des symboles de langage à contacts [33].

➤ **Mode FBD : Langage en blocs fonction**

Permet une programmation graphique basée sur l'utilisation de blocs fonction prédéfinis.

Exemple de programmation en FBD :

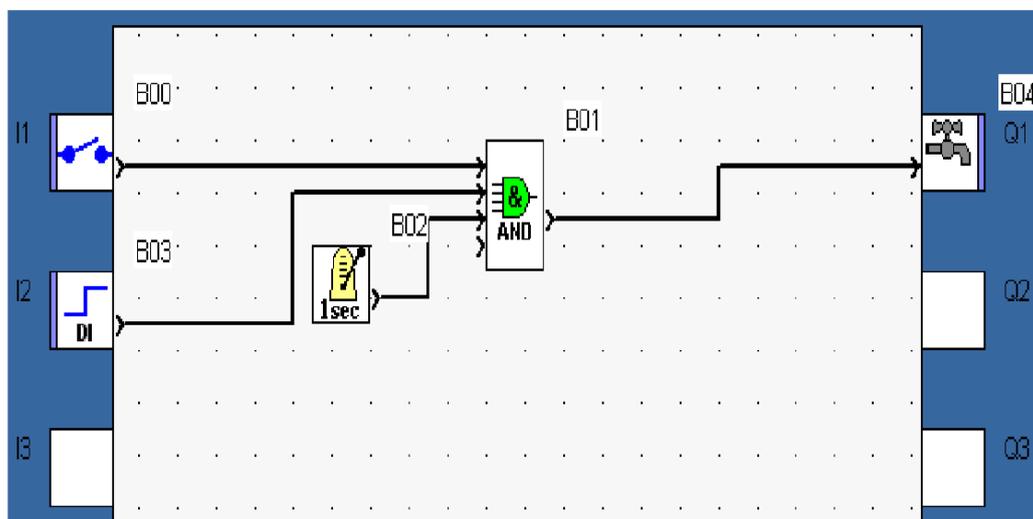


Figure III.25 : Langage en FBD [32].

III.5.3 Les étapes de création d'un projet sur ZRLIO SOFT 2

- ✓ Lancer le logiciel et choisir créer un nouveau programme.

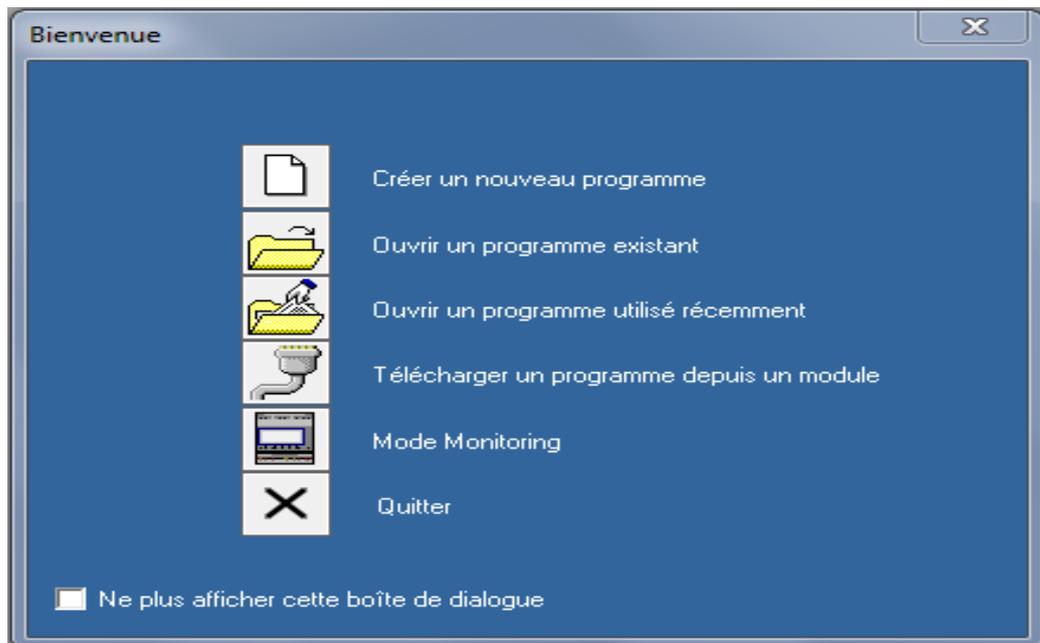


Figure III.26 : Crée un projet sur ZELIO.

- ✓ Choisir l'automate :

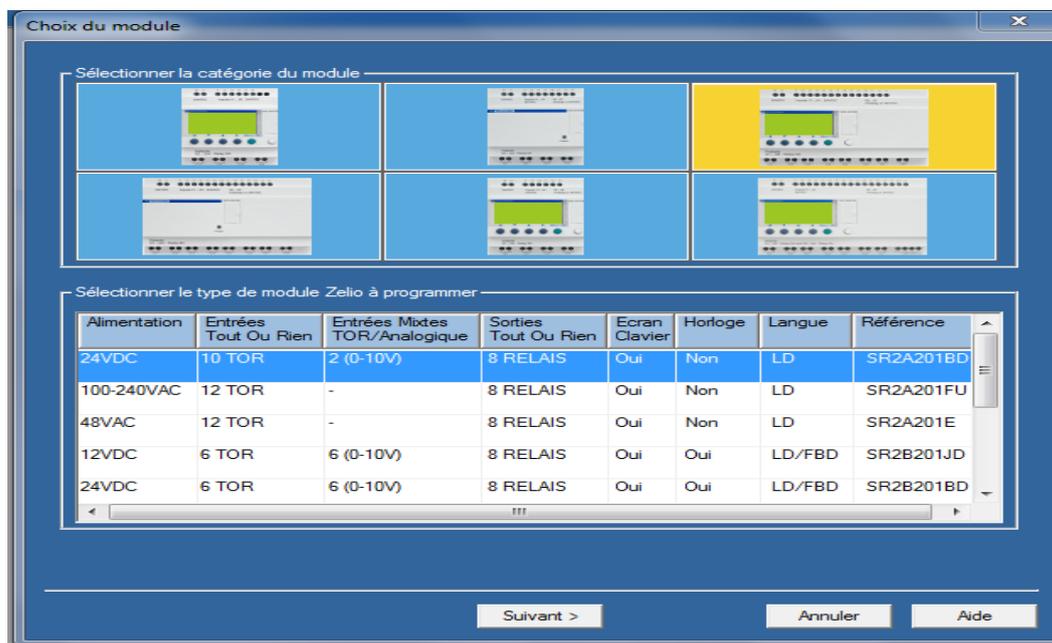


Figure III.27 : Choix d'un automate.

Le nôtre c'est SR2A201BD.

- ✓ Choisir le bon type du module de programmation :

Dans la liste langue on peut savoir c'est l'API peut se programmé seulement par le module de programmation LD, ou par les deux module LD/FBD.

L'API « SR2A201BD » se programme seulement avec le langage LD.

Un exemple d'un API qui peut se programmé en deux langage LD/FBD :

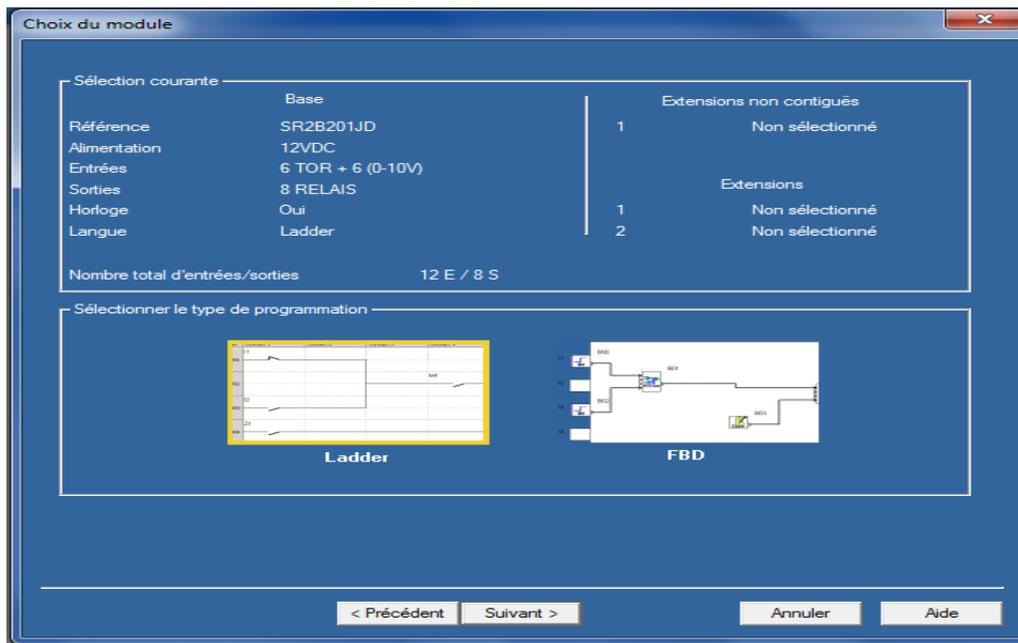


Figure III.28 : Choix d'un module de programmation.

- ✓ Simulation de programme : Passez en mode simulation et cliquez sur RUN.



Figure III.29 : Simulation de programme.

III.6 Conclusion

Nous avons présenté au cours de ce chapitre l'automate programmable industriel et son fonctionnement. Nous avons vu que l'automate est un appareil électronique programmable adapté à l'environnement industriel qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-action et actionneurs à partir d'information logique, analogique ou numérique, le choix de l'API se fait en tenant compte des différents paramètres tel que les types d'entrées/sorties, les modes d'exécutions d'un programme. L'automate fonctionne avec un logiciel ZELIO SOFT 2. Il remplace l'homme dans des opérations. Le chapitre qui suit, nous allons décortiquer les différentes détails et étapes de réalisation de notre travail.

Chapitre IV :

Réalisation du travail

IV.1 Introduction

Après la description générale de notre travail dans les chapitres précédents, l'objectif de ce qui suit est de réaliser un programme de marche en alternance de deux compresseurs en utilisant le GRAFCET et le logiciel ZELIO SOFT 2.

IV.2 Définition du système à réaliser

Nous avons deux compresseurs de la marque « SIAD » à haute pression marchent aléatoirement ce qui provoque une charge de travail sur un des deux compresseurs, donc nous voulons les faire marcher en alternance, dont un seul compresseur sera en charge; quand la pression est entre 34 bar et 38 bar. À chaque fois que la valeur de la pression sort de l'intervalle et revient, le devienne compresseur se mis en charge. Pour cela nous avons utilisé un autre API « SR2A201BD », qui sera programmé avec le logiciel ZELIO SOFT 2.

IV.3 Matériel proposé

- ✓ Armoire électrique 70cm /50cm.
- ✓ boitier électrique.
- ✓ Disjoncteur.
- ✓ 02 Relais à broche.
- ✓ Relais de sécurité.
- ✓ Deux électrovannes.
- ✓ Câbles électrique et alimentation 24VDC.
- ✓ Un API « SR2A201BD ».

IV.4 Programmation

IV.4.1 Réalisation de cahier de charge

Nous avons besoin d'élaborer un programme de marche en alternance de deux compresseurs, le fonctionnement de chaque compresseur est assuré par un automatisme intégré, pour cela on va commander les deux électrovannes de marche à vide ou en charge des deux compresseurs.

Nous allumons le bouton marche, à l'état initiale les deux compresseurs se mis en marche, jusqu'à la pression atteint 34 bar, un compresseur se mis en marche à vide, et l'autre

en charge. Et lorsque la pression atteint 38 bar les deux compresseurs se mis en marche à vide.

- $P < 34$.
- $34 \leq p \leq 38$.
- $P > 38$.

La commande sera appliquée sur les deux électrovannes EV1 et EV2 :

- EV1 de compresseur A.
- EV2 de compresseur B.

Au démarrage lorsque nous appuyons sur le bouton marche les deux compresseurs se mis en marche à vide, la pression est égale à la pression atmosphérique.

Selon organigramme suivant :

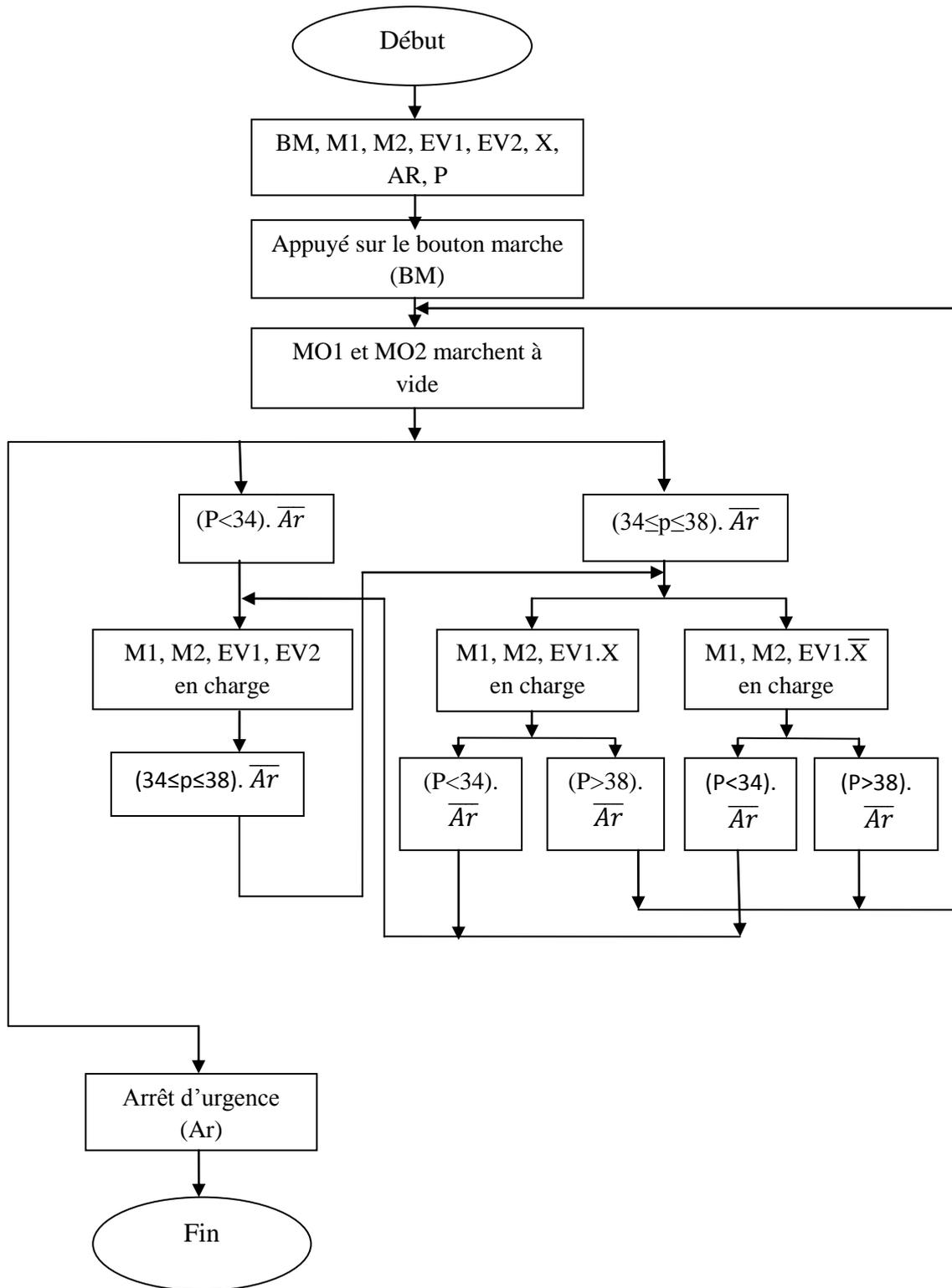


Figure IV.1 : Organigramme de réalisation.

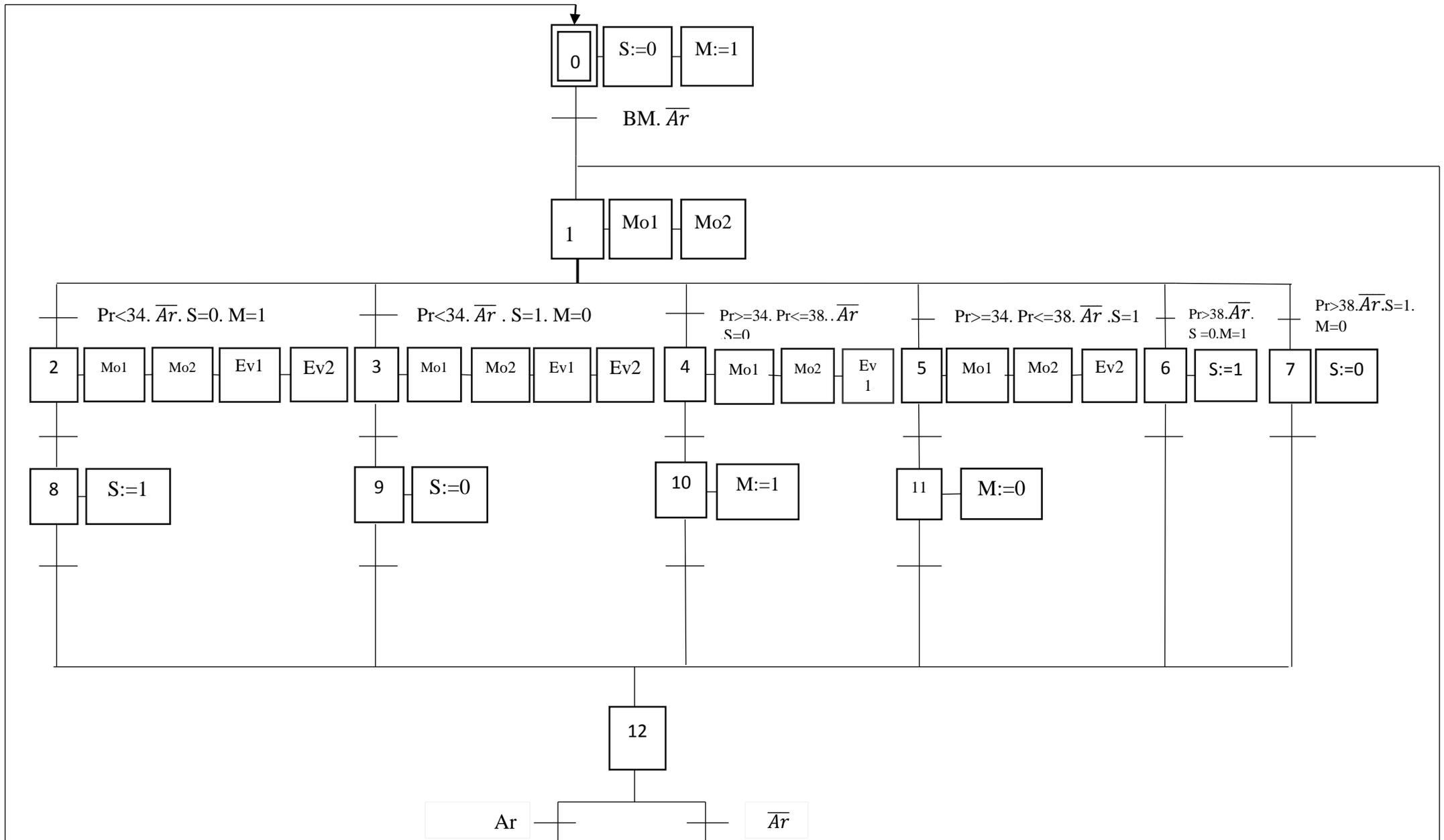
IV.4.2 GRAFCET

IV.4.2.1 Les symboles du GRAFCET

Symbole	variables	Commentaire
BM	%I0	Bouton marche
Pr	%C0	La pression
MO1	%Q0	Moteur 1 de compresseur A
MO2	%Q1	Moteur 2 de compresseur B
EV1	%Q2	Electrovanne 1 de compresseur A
EV2	%Q3	Electrovanne 2 de compresseur B
Ar	%I1	Arrêt d'urgence
S	%C1	Compteur s
M	%C2	Compteur m

Tableau IV.1 : Tableau des symboles du GRAFCET.

IV.4.2.2 Elaboration du GRAFCET



IV.4.2.3 Equation logique du système

Les équations logiques qui permettent le bon fonctionnement du système sont :

- **X0:** $S_0 = \text{Reset}$.
 $R_0 = X_0.B$.
- **X1:** $S_1 = X_0.B + X_3(p > \{38\})$.
 $R_1 = X_1(34 \leq P \leq 38) + P < 34 + \text{Reset}$.
- **X2 :** $S_2 = (X_1+X_3) (P < 34) ;$
 $R_2 = X_2(34 \leq P \leq 38) + \text{Reset}$.
- **X3:** $S_3 = (X_1+X_2) (34 \leq P \leq 38)$.
 $R_3 = X_3(P > 38 + P < 38) + \text{Reset}$.
- **X'0:** $S'_0 = (X'3.X_3) + \text{Reset}$.
 $R'_0 = X'0(X_1+X_2)$.
- **X'1:** $S'_1 = X'0(X_2+X_1)$.
 $R'_1 = X'1(X_3) + \text{Reset}$.
- **X'2:** $S'_2 = X'1(X_3)$.
 $R'_2 = X'2(X_1+X_2) + \text{Reset}$.
- **X'3:** $S'_3 = X'2(X_1+X_2)$.
 $R'_3 = X'3(X_3) + \text{Reset}$.

IV.4.2.4 Définition d'entrée/sortie du système

- $X = X'2 + X'3$.
- $M_1 = M_2 = X_1 + X_2 + X_3$.
- $EV_1 = X_2 + X_3, \bar{X}$.
- $EV_2 = X_2 + X_3, X$.

IV.4.5 Programmation en ZELIO SOFT 2

Schéma du programme

No	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Contact 4	Contact 5	Bobine	Commentaire
001	I1					SM1	arrêt d'urgence
002	M1	I2				SM2	étape (X1) active
003	x0	marche				x1	
004	M2	A1				SM3	étape (X2) active
005	M4	PINF 34				x2	
006	M2		a1	a2		SM4	étape (X3) active
007	M3		PINF 34	PSUP 38		x3	
008	M4	M9				SM6	étape (X'0) active
009	x3	x'3				x'0	
010	I1					SM7	étape (X'1) active
011	reset	M3				SM7	
012	M6	x2				x'1	
013	x'0	M2					
014	M7	x1				SM8	étape (X'2) active
015	x'1	M4					
016	M8	M2				SM9	étape (X'3) active
017	x'2	x1				x'3	
018	x2	M3					
019	M1	I2				RM1	appuyé sur le bouton marche désactive l'arrêt d'urgence
020	x0	marche				x0	
021	M2	a1	a2				
022	x1	PINF 34	PSUP 38			RM2	étape (X1) désactivé
023		A1					
024		PINF 34				x1	
025	I1						
026	reset						
027	M3	a1	a2			RM3	étape (X2) désactivé
028	x2	PINF 34	PSUP 38				
029	I1						
030	reset						

No	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Contact 4	Contact 5	Bobine	Commentaire
021	M4	A2					
	x3	PSUP 38					
022		A1				RM4	étape (X3) désactivé
		PINF 34				x3	
023	I1						
	reset						
024	M6	M2				RM6	étape (X'0) désactivé
	x'0	x1				x'0	
025		M3					
		x2					
026	M7	M4				RM7	étape (X'1) désactivé
	x'1	x3				x'1	
027	I1						
	reset						
028	M8	M2					
	x'2	x1					
029		M3				RM8	étape (X'2) désactivé
		x2				x'2	
030	I1						
	reset						
031	M9	M4				RM9	étape (X'3) désactivé
	x'3	x3				x'3	
032	I1						
	reset						
033	M9					[M5	les étapes ou la variable (X) active
	x'3					x	
034	M8						
	x'2						
035	M2					[Q1	les étapes ou les deux moteurs active
	x1					M1	
036	M3					[Q2	
	x2					M2	
037	M4						
	x3						
038	M3					[Q3	les étapes ou l'electrovanne EV1 active
	x2					EV1	
039	M4	m5					
	x3	x					
040	M3					[Q4	les étapes ou l'electrovanne EV2 active
	x2					EV2	

No	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Contact 4	Contact 5	Bobine	Commentaire
041	M4	M5					
	x3	x					

- **Entrée physiques**

No	Symbole	Fonction	Verrou	Paramètres	Localisation (L/C)	Commentaire
I1		Entrées TOR	---	Pas de paramètres	(1/1) (9/1) (18/1) (20/1) (23/1) (27/1) (30/1) (32/1)	reset
I2		Entrées TOR	---	Pas de paramètres	(2/2) (15/2)	marche

Tableau IV.2 : Entrée physique.

- **Sorties physiques**

No	Symbole	Fonction	Rémanence	Localisation (L/C)	Commentaire
Q1		Sorties TOR	Non	(35/6)	M1
Q2		Sorties TOR	Non	(36/6)	M2
Q3		Sorties TOR	Non	(38/6)	EV1
Q4		Sorties TOR	Non	(40/6)	EV2

Tableau IV.3 : Sorties physique.

- **Fonctions paramétrables**

No	Symbole	Fonction	Verrou	Rémanence	Paramètres	Commentaire
A1		Comparateurs analogiques	Non	---	Ib <= 8.5	PINF 34
A2		Comparateurs analogiques	Non	---	Ib >= 9.5	PSUP 38
M1		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x0
M2		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x1
M3		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x2
M4		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x3
M5		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x
M6		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x'0

M7		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x'1
M8		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x'2
M9		Relais auxiliaires	---	Non	Pas de paramètres	x'3

Tableau IV.4 : Fonctions paramétrables.

Les résultats présentés montrent que le cahier de charge est satisfait, donc la proposition de marche en alternance des deux compresseurs « SIAD » est bien réalisée.

IV.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une définition générale de notre travail, pour cela nous avons commencé par la programmation sur le simulateur GRAFCET, puis avec le logiciel ZELIO, qu'est très riche en options ; il suffit de savoir le fonctionnement du système, de donner ses équations logique, de définir ses entres/sorties à partir de GRAFCET et les appliqués sur ZELIO.

Avec le simulateur GRAFCET et le logiciel ZELIO, on a simulé et testé la proposition d'automatisation en alternance de deux compresseur. En plus, les résultats présentés ont montré que le cahier de charge est satisfait.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Au cours de ce projet de fin d'études, nous avons développé la proposition de marche en alternance de deux compresseurs à haut pression, au niveau de l'entreprise de production d'eau « Mont Djurdjura ».

Nous avons élaboré un GRAFCET, ce dernier est la solution proposé pour l'automatisation de nos deux compresseurs, cette solution présente une série de tache correspondante aux différentes étapes du fonctionnement des deux machines.

Pour l'automatisation du processus, notre choix est porté sur l'automate programmable industriel « SR2A201BD », qui répond au cahier de charge.

La simulation du fonctionnement de deux compresseurs a été réalisée sous logiciel ZELIO SOFT 2. Nous avons utilisée dans la programmation langage « LADDER ».

Nous sommes arrivés à réaliser ce travail grâce aux connaissance théoriques que nous avons acquises au cours de notre formation académique d'une part, et d'autre part, grâce aux informations que nous avons apprises durant notre stage de fin d'études qui s'est déroulé dans l'entreprise « Mont Djurdjura ».

Enfin, ce travail nous a permis de nous former sur l'automatisme et le monde industriel, aussi de découvrir la programmation des automates. Nous avons beaucoup appris sur le fonctionnement des systèmes automatisés et les API.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] : Schneider Electric « Les moteur électriques pour mieux les piloter et les protéger », cahier technique n°207, édition juin 2004.
- [2] : BENNEDJAI Soumaya, « Contribution à l'amélioration de la sureté d'exploitation des moteurs à induction », Thèse Doctorat, soutenue 2016, Université du Annaba.
- [3] : JULIEN MAITRE «Reconnaissance des défauts de la machine asynchrone : application des modèles d'intelligence artificielle », Thèse Doctorat, soutenue mai 2017, Université du Québec.
- [4] : MEDOUED Ammar « Surveillance et diagnostic des défauts des machines électriques : applications aux moteurs Asynchrones », Thèse Doctorat, soutenue le : 08/03/2012, Université du Skikda.
- [5] : Schneider Electric « La protection des moteurs BT », cahier technique n°211, édition janvier 2007.
- [6] : Schneider Electric « Démarrage et protection des moteurs », cahier technique n°161, édition juin 1992.
- [7] : GHANEM Salah «Elaboration et caractérisation des matériaux en couches minces d'oxydes de zinc pour applications capteur », Thèse Doctorat, soutenue 2015, Université du Constantine.
- [8] : SANOGO Yacouba « Conception et fabrication de capteurs et leur technique d'interrogation dans les domaines de la santé et l'environnement », Thèse Doctorat, soutenue le : 10/12/2012, France.
- [9] : Thierry Schanen « Guide des Automatismes –v7 », édition 2008, www.guidedesautomatismes.com.
- [10] : Philippe MENINI « Faisabilité d'un capteur de pression capacitif miniature sur silicium », Thèse Doctorat, soutenue le : 11/02/1998, Université du Toulouse.
- [11] : Schneider Electric « Détection mécanique et électronique », catalogue technique, édition 2011, www.e-cataloge.schneider-electric.fr
- [12] : Mr BOUCHAHDANE Mohamed « Coordination de systèmes de protection appliquée au réseau national », Thèse Doctorat, soutenue 2013, Université du Constantine.
- [13] : Jacques Faisandier et Coll, « Mécanismes hydrauliques et pneumatiques » édition Dunod 2013, ISBN 978-2-10-059490-0.

Bibliographie

- [14] : Fiche technique 26 « Compresseurs d'air comprimé », édition Décembre 2016, www.topmotors.ch.
- [15] : Jean-Louis FANCHON, « Guide des Sciences et technologies industrielles », édition Nathan 2011, ISBN AFNOR 978-2-12-494183-4, ISBN Nathan 978-2-09-161590-5.
- [16] : Abdelhak AZZI « Étude théorique et expérimentale des systèmes d'étanchéité par joints pneumatiques », Thèse Doctorat, soutenue le : 27 Février 2019, Université du Poitiers.
- [17] : FESTO « Guide distributeur à voie multiples », fiche technique, Edition 2007, www.festo.com.
- [18] : IZRAREN Massinissa, AIT KHELIFA Hafid, « Automatisation d'une poseuse de poignée », Mémoire Master, soutenue 2015, Université du Bejaia.
- [19] : Agnan Bonneval, « Mécanisme de Reprise dans les Systèmes de Commande à Evénements Discrets », Thèse Doctorat, soutenue le : Septembre 1993, Université du Toulouse.
- [20] : William Bolton, « Automates Programmables Industriels » Edition Dunod, paris : 2015, ISBN 978-2-10-074033-8.
- [21] : Philippe GRARE, Imed Kacem, « Automatisme, Ce qu'il faut savoir sur les automatismes, Fiche-résumés et application commentées » Edition Ellipse 2008, ISBN 978-2-7298-3659-7.
- [22] : Alain GANZAGA, « Les automates programmables industriels », Edition 2005.
- [23] : BENNANI Fatima Zohra, « Simulation de diagnostic de l'automate programmable industriel API », Mémoire Magister, soutenue le : 2011, Université du Oran.
- [24] : RAHMANI Idris, RERROUDJ Daoudi, « Etude et automatisation de la banderoluse au sien de l'unité de conditionnement de lait Candia », Mémoire Master, soutenue le : 29/06/2017, Université du Bejaia.
- [25] : Schneider Electric, Fiche technique du produit caractéristiques, « SR2A201BD, Zelio logic-relais intelligent compact-20 E/S, 24 VCC-SS horloge-affichage », 27 aout 2019.
- [26] : Jean-Dominique Mosser, Jacques Tanoh, Pascal Leclercq, « Science industrielles pour l'ingénieur, Tout-EN-UN, MP-PSI-PT », Dunod, Paris, 2010, ISBN 978-2-10-05-4636-7.

Bibliographie

- [27] : Jean-Bernard DELUCHE « Pour un bon usage du GRAFCET », Edition 2007.
- [28] : B. REED « Développement des grafkets-Automatismes-Niveau B », édition Ellipses, laboratoire d'automatismes et de production, ISNB 978-2-7298-6203-9, 15/02/2011.
- [29] : El Mimouni El Hassan, Lajouad Rachid, Jemily Abdelghani, Hanafi Ahmed, Rmicha Abdelhay, Errahouti Ali, Moujibi Kamal, « Science de l'ingénieur », cours, le 23/07/2006, Université du Casablanca.
- [30] : Mr. Bacem JRAD « Système Automatisés ».Edition 2009.
- [31] : DAVIDE René, ALLA Hassane, « Grafket aux réseaux de pétri ». Edition Hermès, paris, 1989, ISBN : 978-2-86601 -195-6.
- [32] : Schneider Electric « Guide de programmation du module Zelio Logic », fiche technique, édition : 10/2017.
- [33] : Schneider Electric « Présentation, Modules logique –Zelio Logic, Module logique compacts et modulaires », 14102-FR_Ver10.0.

Résumé

L'entreprise « Mont Djurdjura » contient une partie de l'installation qui est composé de deux compresseurs de la marque « SIAD » à haut pression dont ils fonctionnent aléatoirement, ce qui provoque une charge de travail sur un des deux compresseurs.

Ce mémoire a pour but de développer la proposition d'un nouveau programme qui assure la marche en alternance des deux compresseurs, en utilisant le simulateur GRAFCET, et le logiciel ZELIO SOFT 2, et l'implémenter dans l'API Schneider SR2A201BD.

Mots clés : Compresseur « SIAD », GRAFCET, ZELIO LOGIC, l'API Schneider SR2A201BD.

Abstract

The company « Mont Djurdjura » contains a part of the installation which consists of two compressors of the brand « SIAD », high pressure which they operate randomly, which causes a workload on one of the two compressors.

This research paper is to develop the proposal for a new program that alternately works both using the GRAFCET simulator and the ZELIO SOFT2 software, and implementing it in the Schneider SR2A201BD API.

Keywords : « SIAD » compressors, GRAFCET, ZELIO LOGIC, Schneider SR2A201BD API.

ملخص

تحتوي شركة « Mont Djurdjura » على جزء من تركيبها يتكون من ضاغطين من نوع « SIAD » ذات ضغط عالي يعملان بطريقة عشوائية، مما يستلزم عبئ عمل على احد الضاغطين.

الغرض من هذه الاطروحة هو وضع مقترح لبرنامج جديد يعمل بالتناوب و ذلك باستخدام كل من محاكي GRAFCET، برنامج ZELIO SOFT 2، و تطبيقه في واجهة برمجة التطبيقات Schneider SR2A201BD .

الكلمات المفتاحية : Schneider API SR2A201BD، برنامج ZELIO LOGIC ، ضاغط "SIAD"، محاكي GRAFCET.