

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



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées
Département Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

BECHEKOUR Dihia

BAHLOUL Thiziri

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

Filière : **ELECTRONIQUE**

Option : **ELECTRONIQUE DES SYSTEMES EMBARQUES**

Thème :

Etude De La Machine Bonbonne 19L « unité Mont Djurdjura »

Devant le jury composé de :

AITSAIDI Zohra	Grade	UAMOB	Président
ASRADJ Zahir	Grade	UAMOB	Encadreur
BENZIAN Mourad	Grade	UAMOB	Examineur

Année Universitaire 2019/2020

Remerciement

Louange à **ALLAH** le miséricordieux pour sa grâce de nous avoir donné, santé et courage et volonté afin de mener à bien notre travail.

Nos profonds respects, notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à Mr le directeur **Mr BOUTATA Belkacem** de **SARL Mont Djurdjura** Chorfa pour nous avoir bien accueillies dans leur entreprise.

Nos profonds et sincères remerciements à notre encadreur Mr **ASRADJ Zahir** et Co/encadreur **Mr MELLOULI Karim** pour leurs sérieux, leurs disponibilité et leur patience.

Nous remercions aussi tous les mainteniciens de l'entreprise **Mr LARBI Fouad**, **Mr ABBAS Ibrahim**, **Mr BENZIDAN Tahar** et **Mr TOUMI Nacer**, pour leurs orientations durant notre cursus de stage.

Nous remercions vivement notre enseignant **Mr FEKIK Arezki** pour son orientation.

Et également à tous nos collègues de la promotion 2019/2020.

En fin nous voudrions remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la retenue de ce travail.

Thiziri & Dibia

Merci 

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A

Mes très chers père « Belkacem » et mère « Fatima »

En témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fournis pour mon éducation ainsi que ma formation.

A

Mes tendres frères et mes sœurs « Amirouche et Koussaila et ma petite sœur Liza »

Pour leur affection, compréhension et patience.

A

Mes nièces « Abdelhay, Naima, Ritadj, Kaltouma, Aïssa, Oulaid »

A

Toute la famille BECHEKOUR

A

Mon binôme Thiziri

A

Tous mes amis que je n'oublierai tout au long de ma vie.

Merci à tous, très sincèrement.

Dihia

Merci 

Dédicace

Ce projet de fin d'études, est dédié à mes chers parents, et qui m'ont toujours poussé, motivé et soutenu au cours de mon cursus scolaire et universitaire. Sans leur présence, je n'aurais jamais pu réussir mes études et ce long cursus.

Ce projet de fin d'études, représente donc la concrétisation et l'aboutissement de leur soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité. Qu'ils en soient remerciés par cette modeste dédicace, quoique les mots ne soient jamais assez puissants pour exprimer ma reconnaissance envers eux.

C'est aussi un grand moment de plaisir, de dédier ce travail, à mes deux frères Jugurtha et Lounès, en signe de reconnaissance et de gratitude pour le dévouement et les sacrifices dont ils ont toujours fait preuve à mon égard.

Ceci sans oublier mon fiancé Oussama, ma belle-famille et toutes mes amies, qui m'ont accompagné et encouragé et n'ont jamais cessé de me soutenir et à qui je souhaite plus de succès.

Love

Thiziri

Merci 

Liste des figures

Chapitres	Les figures	page
Chapitre I	Figure I.1 : Situation géographique de « Mont Djurdjura ».	04
	Figure I.2 : Organigramme de l'entreprise SARL Abdellah IDAHMANENE.	07
Chapitre II	Figure II.1 : Type de fonctionnement d'une machine électrique.	15
	Figure II.2 : Réducteur mécanique.	15
	Figure II.3 : Pompe de surface.	16
	Figure II.4 : Moteur asynchrone.	17
	Figure II.5 : Machine synchrone.	18
	Figure II.6 : Machine à courant continu.	18
	Figure II.7 : Plaque signalétique.	19
	Figure II.8 : Couplages des enroulements sur plaque à bornes.	20
	Figure II.9 : Disjoncteur moteur.	20
	Figure II.10 : Sectionneur fusible.	21
	Figure II.11 : Interrupteur sectionneur.	21
	Figure II.12 : Les fusibles.	22
	Figure II.13 : Bouton poussoir marche et arrêt.	22
	Figure II.14 : Relai thermique.	23
	Figure II.15 : Contacteur.	23
	Figure II.16 : Contacteur de puissance.	24
	Figure II.17 : Contacteur auxiliaire.	24
	Figure II.18 : La structure d'un variateur de vitesse.	25
	Figure II.19 : Variateur de vitesse ABB.	25
	Figures II.20 : Lampe de témoin.	26
	Figure II.21 : Principe d'un capteur.	26
	Figure II.22 : Principe de fonctionnement d'un capteur PNP.	27
	Figure II.23 : Principe de fonctionnement d'un capteur NPN.	27
	Figure II.24 : Capteur capacitif.	28
	Figure II.25 : Capteur inductif.	28
	Figure II.26 : Alimentation 24V.	29
	Figure II.27 : Mode de fonctionnement d'un vérin.	29
	Figure II.28 : Vérin standard.	30

Liste des figures

	Figure II.29 : Constitution d'un vérin pneumatique.	30
	Figure II.30 : Vérin simple effet.	31
	Figure II.31 : Vérin double effet.	31
	Figure II.32 : Distributeur pneumatique.	32
	Figure II.33 : Rôle d'un distributeur pneumatique.	32
	Figure II.34 : Constitution d'un distributeur.	33
	Figure II.35 : Distributeur 4/2.	34
	Figure II.36 : Bronchement d'un distributeur 4/2 avec un vérin double effet.	34
	Figure II.37 : Vanne avec bras.	35
	Figure II.38 : Vanne avec robinet.	35
	Figure II.39: Vanne tout ou rien.	35
Chapitre III	Figure III.1 : Structure d'un système automatisé.	38
	Figure III.2: Structure interne d'un API.	40
	Figure III.3: Automates compacts: LOGO de SIEMENS, ZELIO de SCHNEIDER et MILLENIUM de CROUZET.	43
	Figure III.4: Automate modulaire SLC 500 de d'Allen Bradley.	43
	Figure III.5 : Principe de fonctionnement d'un API.	44
	Figure III.6 : L'automate S7-300.	46
	Figure III.7 : Les différents modules constituant S7-300.	46
	Figure III .8 : CPU S7-300.	47
	Figure. III.9: Un module SM de S7-300.	48
	Figure III.10 : Liaisons orientées de haut vers le bas.	53
	Figure III.11 : Sélection de Séquence.	55
	Figure III.12: Saut d'étape.	55
	Figure III.13: Reprise de Séquence.	55
	Figure III.14 : Séquence simultanée.	56
	Figure III.15 : Séquence unique.	56
	Figure III.16 : Liaison entre grafcet.	56
	Figure III.17 : Symbole d'une macro-étape.	56
	Figure III.18 : Conventions d'écriture d'une macro-étape.	57
	Figure IV.1 : La machine bonbonne 19L.	61

Liste des figures

Chapitre IV	Figure IV.2 : L'armoire.	62
	Figure IV.3 : Station de rinçage 1 'Eau Chaud avec Clore'.	63
	Figure IV.4 : Station de rinçage 2 'Eau Fraiche'.	63
	Figure IV.5 : Le pivotage.	63
	Figure IV.6 : La vanne pneumatique de remplissage.	64
	Figure IV.7 : Vérin stoppeur bonbonne.	64
	Figure IV.8 : Le bouchonnage.	64
	Figure IV.9 : Le marteau.	64
	Figure IV.10 : Le tapis de remplissage et bouchonnage.	64
	Figure IV.11 : Réservoir de l'eau chaud avec clore.	65
	Figure IV.12 : L'ensemble de pression.	65
	Figure IV.13 : Le schéma électrique de puissance.	66
	Figure IV.14 : Le schéma électrique de commande.	66
	Figure IV.15 : Le schéma pneumatique.	67
	Figure IV.16 : La table des mnémoniques.	68

Liste des abréviations

API : Automate Programmable Industriel.

CPU : Central Processing Unit.

EM : Etendue de Mesure.

E/S : Entrées/Sorties.

FBD : Function Block Diagram.

GEMMA : Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts.

IL : Instruction List.

LD : Ladder Diagram.

MPI : Multipoint Interface, Protocole.

NPN : Négative-Positive-Négative.

PC : Partie Commande.

PC : Portable computer.

PG : Consol de programmation.

PLC SIM : Programmable Logic Controller.

PNP : Positive-Négative-Positive.

PO : Partie Opérative.

PR : La Partie Relation.

RAM : Random Access Memory.

ROM : Read Only Memory.

SFC : Sequential Function Chart.

SM : Module de Signaux.

ST : Structured Text.

STEP7 : Logiciel de programmation et de supervision.

Liste des abréviations

TOR : Tout ou Rien.

UAL : Unité Arithmétique et Logique.

UC : Unité Centrale.

UL : Unité Logique.

Sommaire

Introduction générale :	1
Chapitre I : Représentation de l'Entreprise	
Partie 01 : Description de l'organisme d'accueil :	3
I. Historique SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura »:	3
II. Situation géographique :	3
III. Joindre l'entreprise :	4
IV. Commercialisation du produit :	4
1. Le produit :	4
2. La part du marché :	4
V. La stratégie Marketing :	5
VI. Force de l'entreprise :	5
1. A l'écoute du consommateur :	5
2. Qualité du produit :	5
3. Qualité de la Matière première :	5
4. Disponibilité de produits :	5
5. Laboratoire d'analyses :	5
VII. Description générale sur la production à Mont Djurdjura :	6
1. Unité 5L :	6
2. Unité 1,5 L (0,5L et 0,25L) :	6
Partie 02 : Organisation administrative de l'entreprise SARL Abdellah IDAHMANENE :	7
I. Comité de direction :	8
II. Gérance :	8
1. Administration général :	8
2. Finance et comptabilité :	8
3. Direction d'exploitation :	9
4. Direction commercial :	10

Sommaire

5. Direction Approvisionnement et achat :	11
III. La certification ISO :	11
Chapitre II : Présentation des dispositifs mécanique et électrique et pneumatique	
I. Introduction :	14
II. La partie mécanique :	15
1. Réducteur de vitesse mécanique :	15
2. Pompes de surfaces :	15
3. Convoyeur :	16
III. La partie électrique :	16
1. Les moteurs électriques :	16
a. Moteur asynchrone :	17
b. Moteur synchrone :	17
c. Moteurs à Courant Continu :	18
2. Disjoncteur moteur :	20
3. Sectionneur :	20
4. Interrupteur sectionneur :	21
5. Fusible :	21
6. Bouton poussoir (arrêt et marche) :	22
7. Relais thermique :	22
8. Contacteur :	23
9. Variateur de vitesse :	24
10. Lampe témoin :	25
11. Les capteurs :	26
12. Alimentation 24 v :	28
IV. La partie pneumatique :	29
1. Les vérins :	29
a. Vérin simple effet:	30

Sommaire

b. Vérin double effet :	31
2. Distributeurs :	31
3. Vanne pneumatique :	34
a. Vanne manuelles:	34
b. Vanne pneumatique tout ou rien :	35
V. Conclusion :	35
Chapitre III : Généralité sur les API et langage de programmation et description de Step7	
I. Introduction :	37
II. Définition d'un système automatisé :	37
III. Objectif de l'automatisation :	37
IV. Structure d'un système automatisé :	38
1. La partie opérative (PO) :	38
2. La partie commande (PC) :	38
3. La partie relation (PR) :	39
V. Généralité sur les API :	39
1. Définition de l'API :	39
2. Historique :	39
3. Architecture d'un API :	40
4. Domaines d'emploi des automates :	43
5. Principes de fonctionnement d'un API :	44
6. Programmation de l'API :	45
7. Choix de l'automate :	45
VI. L'automate S7-300 :	45
1. Définition :	45
2. Les modules S7-300 :	46
3. Le module d'alimentation (PS) :	46

Sommaire

4. Unité centrale (CPU) :	46
5. Module de signaux (SM) :	48
6. Avantage de l'automate S7-300 :	49
VII. Les langages de programmation :	50
1. Le langage IL (Instruction List):	50
2. Le langage LD (Ladder Diagram) :	50
3. Le langage FBD (Function Block Diagram) :	50
4. Le langage ST (Structured Text) :	51
5. Le langage SFC (Sequential Function Chart), ou GRAFCET :	51
VIII. GRAFCET :	51
1. Définition d'un grafcet :	51
2. Eléments graphiques de base et interprétation :	51
3. Règles d'évolution :	54
4. Les structures de base :	54
5. Liaison entre grafcet :	56
6. Structuration par macro-étapes :	56
IX. Logiciel de programmation Step 7 :	57
1. Définitions du logiciel STEP7 :	57
2. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager :	58
3. Éditeur de programme et langages de programmation :	58
4. Paramétrage de l'interface PG-PC :	58
5. Simulateur des programmes PLCSIM :	58
X. Conclusion :	59
chapitre IV: La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système	
I. Introduction :	61
II. La définition de la machine bonbonne :	61

Sommaire

III.	Les outils de la machine :	61
1.	La partie mécanique :	61
2.	La partie électrique :	62
3.	La partie pneumatique :	62
IV.	Les différents dispositifs de la machine :	62
V.	Les schémas de la machine :	66
1.	Le schéma de puissance :	66
2.	Le schéma de commande :	66
3.	Le schéma pneumatique :	67
VI.	Les conditions initiales :	67
VII.	Cahier de charge :	67
VIII.	GRAFCET :	70
1.	Equations logique de système :	70
2.	Les équations des actions :	72
3.	Le programme :	72
IX.	Conclusion :	74
	Conclusion générale :	76

Introduction

générale

Introduction générale :

Les systèmes industriels deviennent de plus en plus complexes et les demandes en termes de sûreté, de robustesse, de gain de productivité et de qualité ne cessent de s'accroître. Ce développement s'accompagne d'une évolution du processus d'automatisation.

En effet, Entre les années 1950 et 1970, grâce aux progrès de l'électronique et de l'informatique, une première grande révolution technologique mondiale s'ébauche : celle de l'automatisation de la production industrielle.

Cette technologie a apporté de profonds bouleversements dans la manière de concevoir et d'organiser le contrôle d'un processus.

L'introduction des automates programmables industriels API représentent l'outil de base d'automatisation de ces systèmes de production, son intégration a renforcé aussi le degré de fiabilité des équipements et a offert une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement. [1]

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'étude, il consiste à présenter une machine sous automatique dans l'Entreprise qui est **la machine bonbonne 19 L** et présenter les différentes techniques de cette machine.

Pour réaliser notre projet on travaille avec un automate siemens S7-300 avec le logiciel de programmation Step 7.

Ce travail est organisé autour des chapitres suivants :

- **Le chapitre 1** : la présentation de l'Entreprise.
- **Le chapitre 2** : description générale de l'appareillage mécanique et électrique et pneumatique.
- **Le chapitre 3** : généralité sur les systèmes automatisés et les API, consacré à la compréhension des automates et Présentation du logiciel STEP7.
- **Le chapitre 4** : la description technique de la machine bonbonne et la programmation du système.

En fin, notre travail se termine par une conclusion générale.

Chapitre 1

Partie 01 : Description de l'organisme d'accueil :

I. Historique SARL ABDALLAH IDAHMANENE « Mont Djurdjura » :

SARL ABDALLAH IDAHMANENE (Société responsabilité limité Grand Source d'Arafou), avec le nom commercial « Mont Djurdjura » est une entreprise de production d'eau minérale et boisson non alcoolisé, elle est fondée en 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 520 cinq cent vingt salaries, gérer par une administration de jeunes diplômés de différentes spécialités.

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

- **Nom de l'entreprise :**

C'est une Société à Responsabilité Limité (SARL), portant le nom SARL Abdallah IDAHMANENE.

- **Domaine d'activité :**

Production des eaux minérales et boissons non alcoolisées.

- **Effectif :**

Cette entreprise est animée par 520 fonctionnaires.

- **Nom commerciale :**

Mont Djurdjura.

II. Situation géographique :

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



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

III. Joindre l'entreprise :

Pour faciliter le contact avec le consommateur, la SARL a mis deux numéros au service du consommateur Plus un numéro de Fax.

IV. Commercialisation du produit :

Les produits Mont Djurdjura sont disponibles sur plus de 30 Wilayas ainsi que les grandes villes grâce aux différents points de vente.

1. 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.

2. La part du marché :

Pour les eaux minérales en Algérie, en distingue une quarantaine de marque qui produise et commercialise presque la même gamme ; (Bouteille 1,5L) ce créneau a été déjà pris par de grand concurrent, ce qui a mené La SARL à réfléchir à mettre un nouveau

produit sur le marché, un produit destiné pour la consommation Familiale, ce produit est le Bidon 5L.

En 2003, Mont Djurdjura est la première entreprise qui a contribué à la commercialisation de ce type de Bidon (5L) et elle mise a resté le leader dans cette gamme.

Ces produits sont disponibles dans plus de 30 Wilayas. Pour cela, des superviseurs son chargé de suivre le produit de l'usine au consommateur finale.

V. La stratégie Marketing :

L'entreprise a visé un nouveau consommateur (la famille algérienne) au lieu de suivre la concurrence elle a lancé un produit Bidon 5L Eau de source.

Ce type de produit et lancé en 2003, au début la société a consacré un budget énorme pour faire connaitre le produit (non habitué pour les algériens) des superviseurs, des commerciaux assure le contact direct avec l'ensemble de nos distributeurs et clients.

VI. Force de l'entreprise :

1. A l'écoute du consommateur :

L'entreprise est à l'écoute de ces clients, leurs suggestions, remarques via une cellule d'écoute afin de d'assurer la prise en considération.

2. Qualité du produit :

Tous les produits de l'entreprise sont soumis à des vérifications, et des bulletins de conformité sont adressés avec tous ces livraisons.

3. Qualité de la Matière première :

Le service approvisionnement sélectionne les meilleurs fournisseurs en termes de qualité de matière première ainsi que sa conformité.

4. Disponibilité de produits :

Mont Djurdjura assure la disponibilité des produits toute au long de l'année même les jours fériés.

5. 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 équipée par un matériel adéquat afin

d'assurant des analyses périodiques bactériologiques et physico-chimiques sur tout le processus de production.

VII. Description générale sur la production à Mont Djurdjura :

1. Unité 5L :

La production de 5L est composée de 7 chaines, une automatique et 6 semi-automatique :

✚ **L'automatique** : se compose de :

- Souffleuse et tunnels de chauffe préforme.
- Rinceuse.
- Remplisseuse.
- Poste bouchage.
- Poste étiquette.
- Table de réception de produit finie.

✚ **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 à partie de
- L'étiquetage vers la sortie.

2. 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 chaine qui reliee la sortie souffleuse jusqu'à la remplisseuse.

Partie 02 : Organisation administrative de l'entreprise SARL

Abdellah IDAHMANENE :

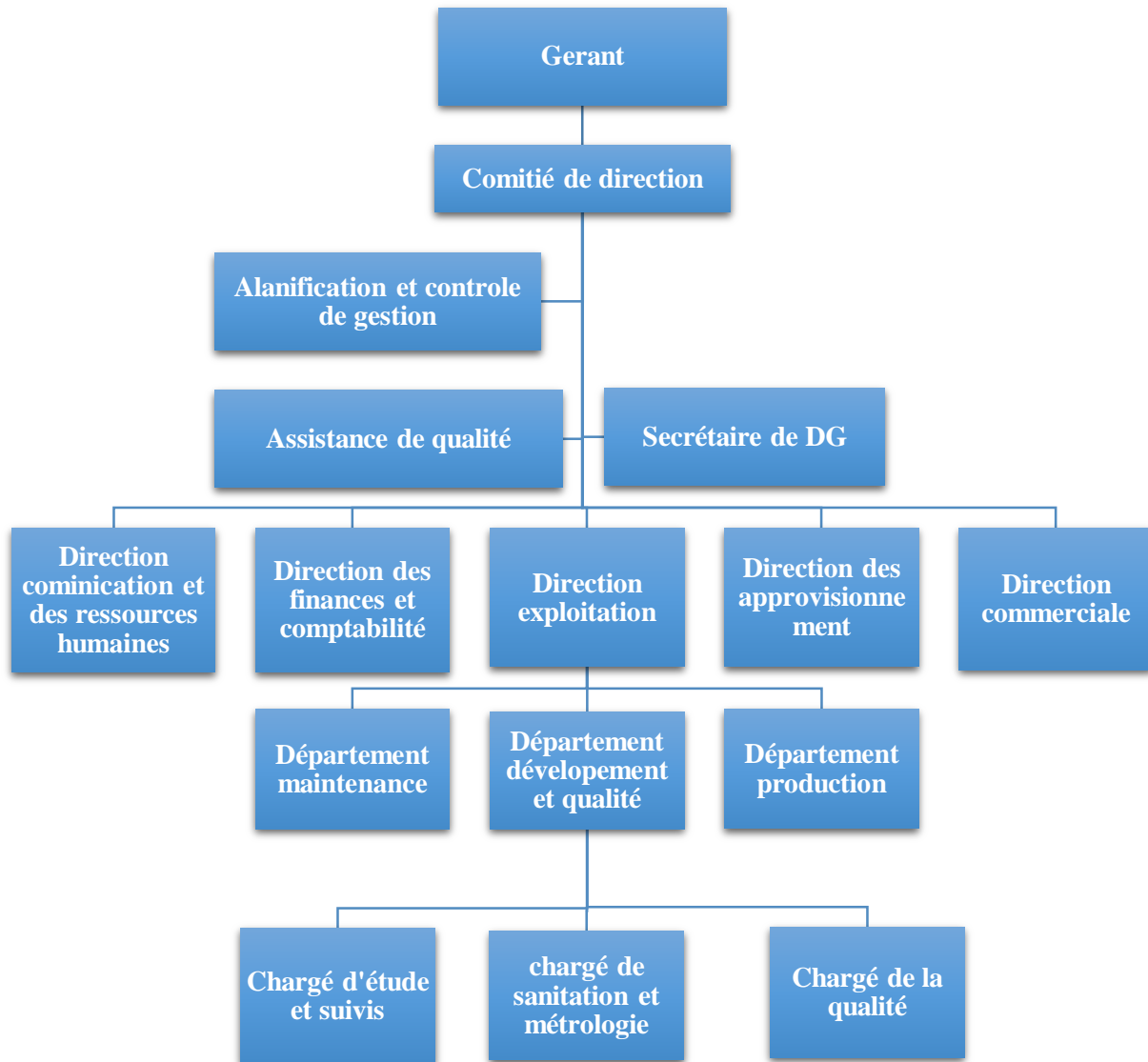


Figure I.2 : Organigramme de l'entreprise SARL Abdellah IDAHMANENE

I. Comité de direction :

Ce comité, ou comité exécutif, au sein de la SARL Abdellah IDAHMANENE est un groupe généralement restreint de personnes qui se constitue de 5 membres : deux directeurs et trois associés. Ce comité de direction a pour rôle de prendre des décisions stratégiques de l'entreprise.

II. Gérance :

Le dirigeant d'une entreprise à responsabilité limitée comme les SARLS est un gérant. Le nombre de gérants est librement fixé par les statuts.

1. Administration général :

Dans l'entreprise, l'information qui circule est saisie, stockée et traitée pour permettre une décision finale qui sera diffusée. Pour organiser cette circulation de l'information, l'activité administrative est primordiale.

Administrer une entreprise c'est :

- Prévoir, et sur la base de ces prévisions, se fixer des objectifs.
- Organier, c'est-à-dire ordonner les tâches et déterminer les moyens nécessaires.
- Commander : donner des directives et des ordres.
- Coordonner : déterminer les activités de tous.
- Contrôler les résultats obtenus et leurs conformités aux objectifs fixés.

L'activité administrative est une activité de soutien. Elle n'est pas directement productive, néanmoins sans elle toutes les autres activités de l'entreprise seront impossibles à réaliser. En effet, si l'information arrête de circuler, la gestion et même le fonctionnement entier de l'entreprise seront freinés.

Les missions de la fonction administrative sont nombreuses et très variées. Elle est donc assurée par de nombreux services (services administratifs, services du personnel,...).

2. Finance et comptabilité :

La fonction Comptabilité et Finance a pour mission de modéliser les flux de composants et produits d'une part, et les flux financiers d'autre part afin de :

- donner des informations sur la situation financière de l'entreprise vis-à-vis des partenaires extérieurs.
- Aider à la décision en mettant en avant les données économiques nécessaires.
- utiliser au mieux les ressources financières disponibles dans l'entreprise.

- Obtenir les capitaux (au meilleur coût) nécessaires pour le développement de l'entreprise.

L'importance de la fonction Comptabilité et Finance se comprend aisément :







- Sur le plan financier : une bonne gestion des flux financiers sera à l'origine de meilleurs résultats. Par ailleurs, un meilleur calcul des coûts permettra de prendre des décisions qui seront rentables économiquement.
- Sur le plan commercial : la comptabilité de gestion donnera toutes les informations sur la rentabilité des projets commerciaux.
- Sur le plan stratégique : une bonne politique financière permettra d'obtenir plus facilement les capitaux nécessaires à son développement stratégique.

3. Direction d'exploitation :

✓ Département de production :

Il a pour rôle d'assurer l'activité de production des différentes gammes telle que :

+ LA GAMME DE PRODUCTION :

5.5L model bouteille carré	5.5L model bouteille ronde	1.5L	0,5L	19L	GOBLET
					

+ Effectifs :

L'effectif est d'un nombre de 340 entre les agents d'administration du département et les agents de production.

+ Les équipes :

Il y'a 22 équipes qui assurent une production des différentes gammes tout au long des 24h.

+ La structure hiérarchique :

- Le responsable de production
- L'ordonnancement et lancement
- Le contre maitre
- Chefs des équipes
- Agents de production

Le département de la production travail en collaboration avec les deux autres départements ; il s'agit de celui de **la qualité** et celui de **la maintenance** afin d'assurer la continuité et la qualité du produit.

+ Le processus de production :

Comme illustrer dans le schéma suivant, le processus de production se débute par la matière première jusqu'au produit fini destiné à être vendus sur le marché.

✓ Département de qualité :

Ce département est une cellule sensible de l'entreprise qui effectue et suit les analyses de l'eau afin d'assurer la qualité et le contrôle qualitatif de la matière première, du produit fini et l'eau à partir du lieu de captation jusqu'à l'embouteillage. La qualité est donc une notation relative basée sur le besoin, on doit en général chercher davantage une qualité optimum qu'une quantité maximum.

Le personnel de département de qualité se compose de (10) éléments spécialisés dans le domaine qualité.

✓ Département de maintenance :

La maintenance est l'ensemble des opérations permettant de maintenir ou de rétablir le matériel ou les machines dans un état donné, ou lui restituer les caractéristiques de fonctionnement spécifique.

L'effectif personnel de département de la maintenance se compose de (27) vingt-sept personnes.

4. Direction commercial :

La fonction commerciale regroupe toutes les tâches qui se rapportent de façon directe ou indirecte à la vente par l'entreprise de ses produits ou services :

- tâches opérationnelles de vente proprement dite (exécution et administration de la vente, service après-vente),
- fonctions logistiques telles que le transport, la livraison,
- entreposage des produits,
- fonctions de soutien,
- étude des marchés, et contribution du marketing à la conception des produits, ainsi que la prévision des ventes,
- formation des vendeurs et définition des méthodes de communication et de promotion des ventes.

5. Direction Approvisionnement et achat :

La fonction Achats et Approvisionnement est chargée de procurer les matières premières et composants nécessaires à la production. Ces composants doivent être livrés dans les délais, tout en étant conformes en qualité et en quantité au cahier des charges en suivant les normes ISO 9001 :2015 respectant les besoins de l'entreprise.

III. La certification ISO :

La certification 9001 version 2015 :

La norme ISO 9001 version 2015, en lien avec les tensions économiques actuelles, tend à évoluer vers la maîtrise des risques et la gestion des ressources financières et l'intégration d'une approche de gestion des risques dans le nouveau référentiel donne le ton. La prise en compte des ressources financières de l'organisme va également dans le sens d'un outil qui aide les dirigeants à gérer et anticiper les difficultés éventuelles.

Le management par processus en complément du management des connaissances, également préconisé dans cette nouvelle version ISO 9001 induit un changement important des systèmes qualité qui devront intégrer les nouvelles technologies et initier le changement vers un management de l'information plus efficace.

Pour accompagner les organismes voulant obtenir ou maintenir leur certification iso 9001, la mise à niveau de leur SMQ est focalisé essentiellement l'adaptation du management des risques par processus, la définition du contexte de l'organisme et détermination des besoins et attentes des parties intéressées. En plus des autres nouvelles exigences que la nouvelle version 2015 de la norme iso 9001.

Pour terminer, le renforcement des notions de résultats, d'amélioration continue et d'efficacité, facilitent la mise en œuvre du mode projet pour porter les objectifs stratégiques et les orientations qui en découlent. La formalisation exigée des processus d'innovation et la prise en compte, encore plus forte, des attentes des clients devraient inciter les organismes à répondre aux changements rapides et ainsi gagner en agilité.

Chapitre II

I. Introduction :

Une machine électrique est un dispositif électromécanique fondé sur l'électromagnétisme permettant la conversion d'énergie électrique. Le but essentiel des machines électriques est la transformation de l'énergie d'une forme dans une autre, l'une au moins de ces formes étant électrique, l'autre pouvant être électrique ou mécanique.

On peut, a priori, classer les machines électriques en trois catégories principales :

- **Les machines génératrices :**

Elles transforment l'énergie mécanique en énergie électrique. Leur fonctionnement est basé sur l'induction d'un courant électrique dans un circuit conducteur par déplacement relatif de celui-ci et d'un champ magnétique, à l'aide d'un engin d'entraînement mécanique.

Selon que le courant électrique induit est continu ou alternatif, la machine génératrice sera appelée dynamo ou alternateur.

- **Les moteurs électriques :**

Ils transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Leur fonctionnement est basé sur l'obtention d'un effort mécanique par action d'un champ magnétique sur un circuit électrique traversé par un courant fourni par une source extérieure, laquelle peut aussi produire éventuellement le champ magnétique.

Selon que le courant électrique fourni par la source extérieure est continu ou alternatif, la machine sera appelée moteur à courant continu ou moteur à courant alternatif (synchrone ou asynchrone).

- **Les machines transformatrices :**

La catégorie la plus importante est le transformateur qui modifie la grandeur des courants et tensions alternatifs.

Son fonctionnement est basé sur l'induction d'un courant électrique dans un circuit conducteur fixe sous l'action d'un champ magnétique variable dans le temps mais fixe dans l'espace. Les autres machines transformatrices (changeurs de fréquence, commutatrices transformant le courant alternatif en continu ou inversement) sont supplantées aujourd'hui par des systèmes statiques utilisant l'électronique de puissance.

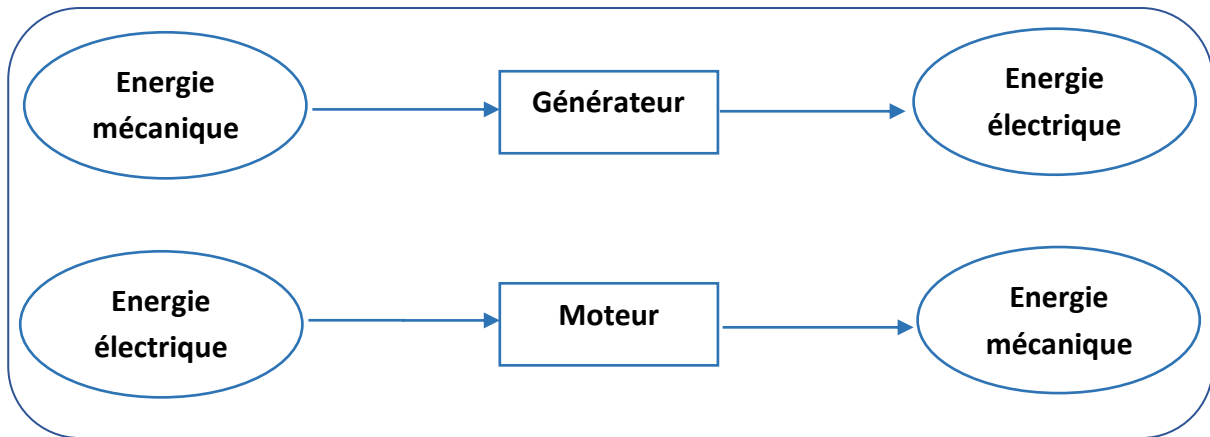


Figure II.1 : Type de fonctionnement d'une machine électrique.

II. La partie mécanique :

1. Réducteur de vitesse mécanique [2] :

Un réducteur mécanique « Figure II.2 » est utilisé pour modifier le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.

Il sert à réduire la vitesse d'un moteur (hydraulique, pneumatique, thermique, électrique) avec transmission de la puissance motrice vers une machine réceptrice en absorbant le moins d'énergie. Il permet d'augmenter le couple moteur afin d'entraîner en rotation un organe récepteur sous l'effet d'un nouveau couple.

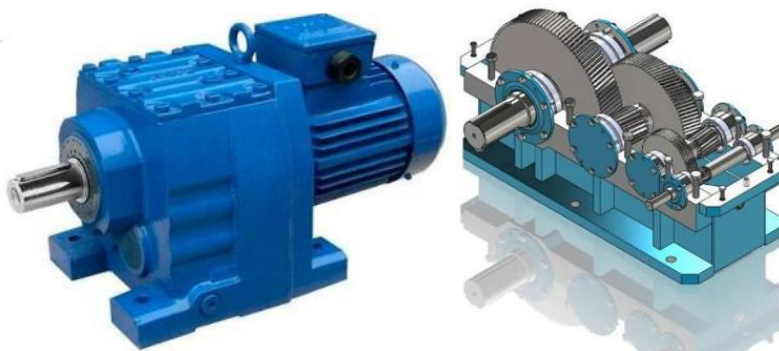


Figure II.2 : Réducteur mécanique.

2. Pompes de surfaces [3] :

Une pompe de surface « Figure II.3 » permet de récupérer de l'eau d'une source comme un étang, une rivière et un puits d'une profondeur de moins de huit mètres. Comme son nom l'indique, cette pompe positionne à la surface pour fonctionner. De façon générale, ce type de pompe s'utilise dans un cadre domestique si vous avez un puits,

mais surtout dans le cadre agricole et industriel. Il existe de nombreuses déclinaisons de pompes de surface qui permettent d'être utilisé pour différents besoins en pompage (eau, carburant, autres liquides,...).

La base de toute pompe, c'est de puiser un liquide d'une source A, pour l'évacuer vers un point B.



Figure II.3 : Pompe de surface.

3. Convoyeur [4] :

Un convoyeur est un mécanisme ou machine qui permet le transport d'une charge isolée (cartons, bacs, sacs, ...) ou de produit en vrac (terre, poudre, aliments...) d'un point A à un point B.

III. La partie électrique :

1. Les moteurs électriques [5] :

Les moteurs électriques sont de nos jours, à l'exception des dispositifs d'éclairage, les récepteurs les plus nombreux dans les industries et les installations tertiaires. 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

✚ Les différents types de moteurs [6] :

Il existe trois principales catégories de moteurs électriques :

- Les moteurs asynchrones.
- Les moteurs synchrones.
- Les moteurs à courant continu.

Chacun d'entre eux est composé d'une partie fixe, le stator ou inducteur, et d'une partie mobile, le rotor ou induit.

a. Moteur asynchrone [7] :

La machine asynchrone « Figure II.4 », souvent appelée moteur à induction comprend un stator et un rotor, constitués de tôles d'acier au silicium et comportant des encoches dans lesquelles on place les enroulements. Le stator est fixe ; on y trouve les enroulements reliés à la source. Le rotor est monté sur un axe de rotation. Selon que les enroulements du rotor sont accessibles de l'extérieure ou sont fermés sur eux-mêmes en permanence, on définit deux types de rotor : bobiné ou à cage d'écureuil.

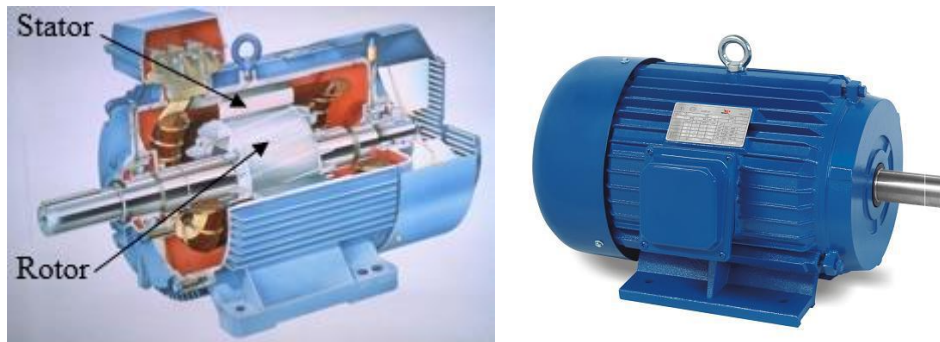


Figure II.4 : Moteur asynchrone.

✓ Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone :

Au démarrage, le moteur se comporte comme un transformateur triphasé et des courants prennent naissance dans l'induit rotorique fermé sur lui-même. Ces courants se repoussent (loi de Laplace) et le rotor se met à tourner. Au fur et à mesure que le rotor accélère, la vitesse relative avec le champ statorique inducteur diminue, la fréquence et l'amplitude des courants induits diminuent, ce qui a pour effet de diminuer le couple moteur.

Le moteur même à vide, ne peut jamais atteindre la vitesse de synchronisme pour laquelle le couple moteur parfaitement nul ne pourrait compenser les pertes mécaniques.

b. Moteur synchrone [8] :

Les moteurs synchrones « Figure II.5 » possèdent un stator composé d'enroulements alimentés en courant alternatif. La caractéristique de ces moteurs 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 moteurs synchrones est constitué d'aimants permanents ou d'un enroulement alimenté en courant continu établissant un champ magnétique fixe. Cette particularité rend plus complexe leur construction et justifie leur coût plus élevé.

Les moteurs 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.

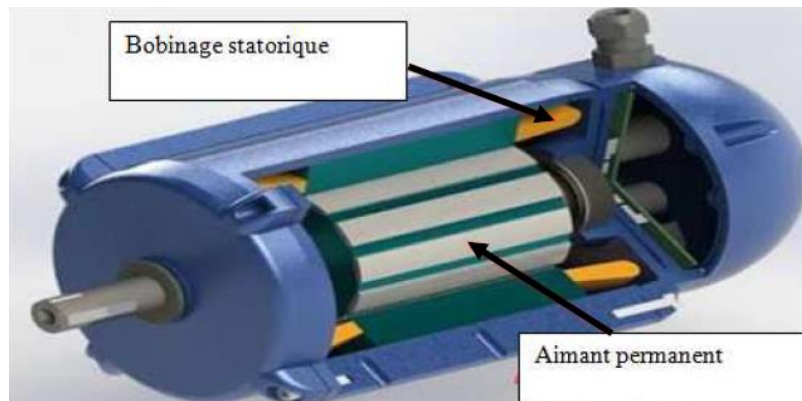


Figure II.5 : Machine synchrone [6].

c. Moteurs à Courant Continu [5] :

Le moteur à courants continue « Figure II.6 » est une moteurs qui se compose d'une partie fixe stator et d'une partie mobile rotor. Les moteurs à courant continu à excitation séparée sont 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 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 tant en coût matériel qu'en maintenance, car ils nécessitent un entretien régulier du collecteur et des balais.

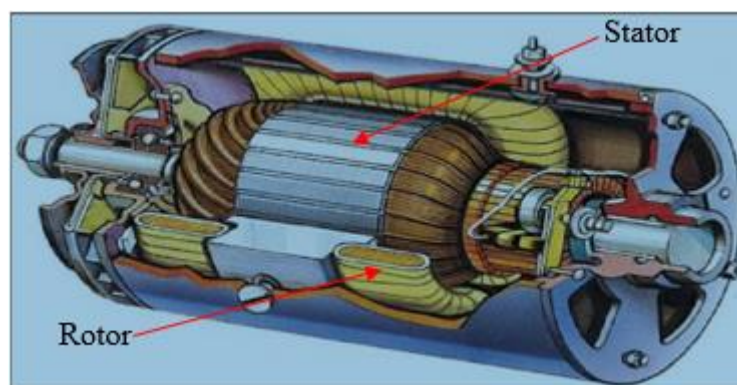


Figure II.6 : Machine à courant continu [5].

✚ Détermination du couplage [9] :

A partir de les indications données par la plaque signalétique « Figure II.7 » et le réseau d'alimentation l'utilisateur doit coupler adéquatement les enroulements du stator soit en triangle soit en étoile.

V		Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A
Δ	220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y	380					1,9
Δ	230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y	400					1,9
Δ	240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y	415	**				1,9

Figure II.7 : Plaque signalétique.

- Si la plus petite tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phases du réseau on adopte **le couplage Δ**.
- Si la plus grande tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on adopte **le couplage Y**.

Réseau d'alimentation		Plaque signalétique		couplage
230v	400v	230v	400v	
230v	400v	400v	690v	Δ
Tension simple	Tension composée	Tension d'un enroulement	Tension entre deux enroulements	

✚ Couplages des enroulements sur plaque à bornes :

On utilise des barrettes pour assurer le couplage choisi des enroulements sur la plaque à bornes du moteur. « Figure II.8 »

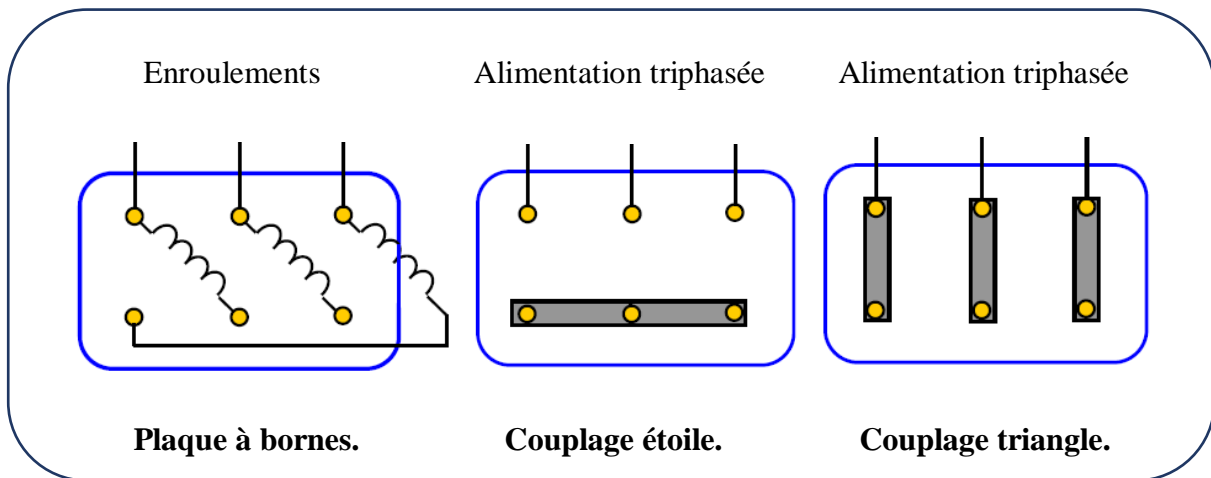


Figure II.8 : Couplages des enroulements sur plaque à bornes.

2. Disjoncteur moteur [7] :

Un disjoncteur « Figure II.9 » 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 réenclenchements.



Schéma électrique

Figure II.9 : Disjoncteur moteur [9].

3. Sectionneur [9] :

Sa fonction : Assurer le sectionnement (séparation du réseau) au départ des équipements. Dans la plupart des cas il comporte des fusibles de protection.

Chapitre II : Présentation des dispositifs mécanique et électrique et pneumatique

Le pouvoir de coupure est le courant maximal qu'un appareil de sectionnement peut interrompre sans aucun endommagement.

Le sectionneur « Figure II.10 » n'a pas de pouvoir de coupure, il doit être manipulé à vide.

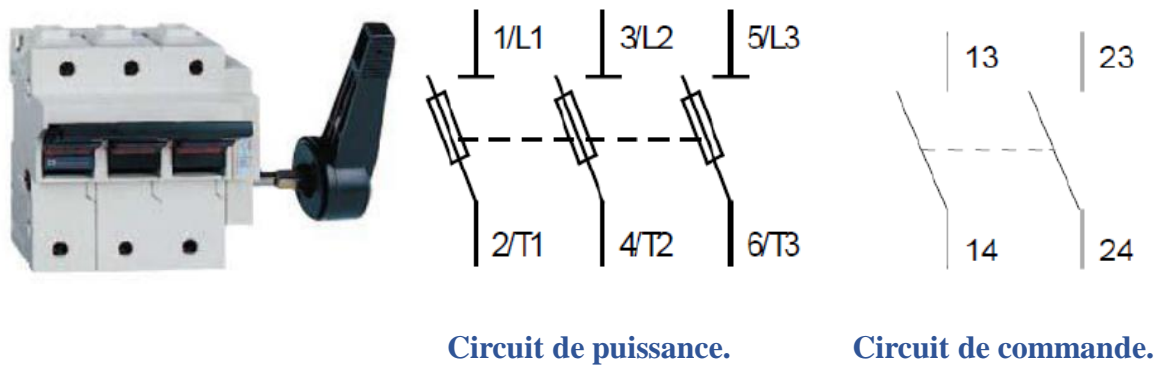


Figure II.10 : Sectionneur fusible.

4. Interrupteur sectionneur [9] :

L'interrupteur sectionneur « Figure II.11 » a un pouvoir de coupure, peut être manipulé en charge.

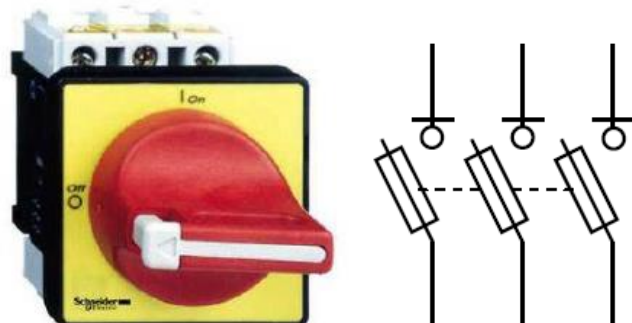


Schéma électrique.

Figure II.11 : Interrupteur sectionneur.

5. Fusible [9] :

Le fusible « Figure II.12 » est élément comportant un fil conducteur, grâce à sa fusion, il interrompe le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



Symbole

Figure II.12 : Les fusibles.

6. Bouton poussoir (arrêt et marche) :

Bouton poussoir « Figure II.13 » est un interrupteur simple qui permet de contrôler les capacités d'une machine ou d'un objet. C'est le principal moyen d'interaction entre l'homme et la machine.



Figure II.13 : Bouton poussoir marche et arrêt.

7. Relais thermique [10] :

Le relais thermique « Figure II.14 » est un appareil de protection capable de protéger contre les surcharges prolongées. Une surcharge est une élévation anormale du courant consommé par le récepteur (1 à 3 In), mais prolongée dans le temps, ce qui entraîne un échauffement de l'installation pouvant aller jusqu'à sa destruction. Le temps de coupure est inversement proportionnel à l'augmentation du courant.

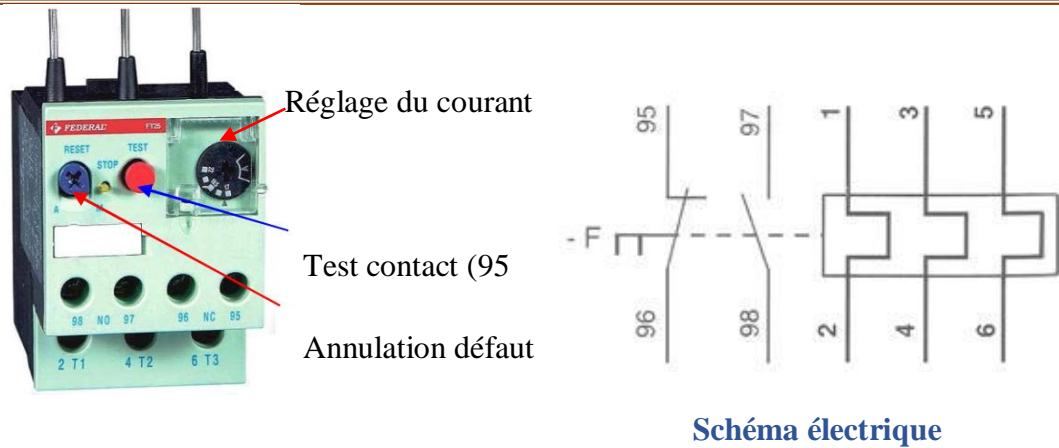


Figure II.14 : Relai thermique.

8. Contacteur [9] :

Le contacteur « Figure II.15 » est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il assure la fonction commutation. En Technologie des Systèmes Automatisés ce composant est appelé Préactionneur puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne des énergies.

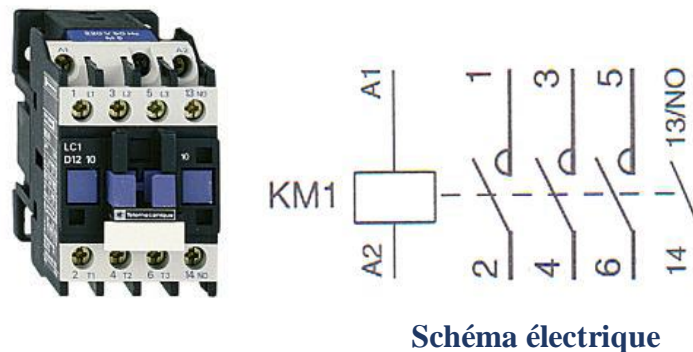


Figure II.15 : Contacteur.

❖ Il y a deux types de contacteurs :

✚ Le contacteur de puissance (KM) :

Les contacteurs de puissance « Figure II.16 » sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance et en général des consommateurs de fortes puissances. Ils possèdent un pouvoir de coupure Pouvoir de coupure (P_{dc}) important.

Une partie de ses contacts peut être utilisée pour commander des éléments de puissance (Moteur, chauffage, circuit de puissance, etc...).

Il est repéré KM (KM1, KMA...) aussi bien pour la bobine et les contacts.



Figure II.16 : Contacteur de puissance.

+ Le contacteur auxiliaire (KA):

Le contacteur auxiliaire « Figure II.17 » est utilisé dans la partie commande des circuits. Il est utilisé pour relayer les capteurs (plus de contacts), permettre de réaliser des commandes plus complexes. On peut lui ajouter des blocs de contacts auxiliaires temporisés ou non. Il est repéré dans les schémas par KA, (KA1, KAA...) aussi bien pour la bobine et les contacts.



Figure II.17 : Contacteur auxiliaire.

9. Variateur de vitesse [10] :

Un variateur de vitesse « Figure II.19 » est un appareil qui permet de commander la vitesse de rotation d'un moteur à courant continu. La structure d'un tel dispositif est généralement détaillée dans la figure II.18 :

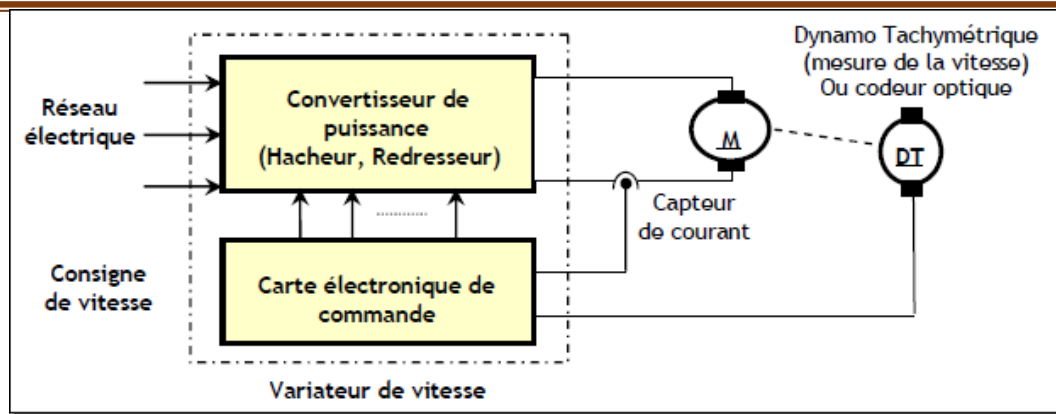


Figure II.18 : La structure d'un variateur de vitesse.

+ Caractéristiques :

Les principales caractéristiques d'un variateur de vitesse industriel sont :

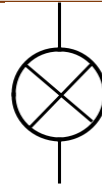
- **Tension réseau électrique** : exemple 220/240V / 50-60Hz.
- **Tension d'induit** : exemple 150V pour un réseau triphasé de 220V.
- **Calibre variateur courant induit** : exemple 12A.
- **Consigne de vitesse** : exemple +/- 10V (vitesse minimale/vitesse maximale).
- **Régulation** : exemple Vitesse et couple.
- **Retour de vitesse** : exemple dynamo tachymétrique.



Figure II.19 : Variateur de vitesse ABB.

10. Lampe témoin :

Lampe témoin « Figure II.20 » Petite lampe dont l'allumage indique qu'un appareil électrique est sous tension Les panneaux de contrôle (...) contiennent les relais qui régissent les avertisseurs et les lampes témoins indiquant les pannes.



Symbole

Figures II.20 : Lampe de témoin [9].

11. Les capteurs [11] :

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, « Figure II.21 » telle que la tension électrique, l'intensité ou la déviation d'une aiguille. La figure suivante synthétise bien ce que c'est un capteur.

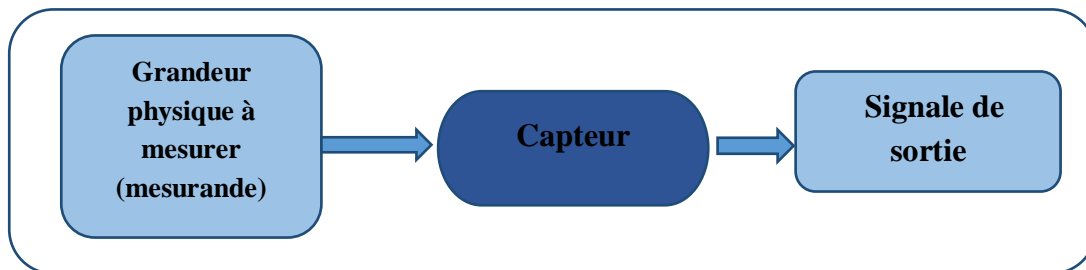


Figure II.21 : Principe d'un capteur.

+ Caractéristiques des capteurs :

- **Etendue de mesure (EM) :**

C'est la différence algébrique entre les valeurs extrêmes de la grandeur à mesurer pour lesquelles les limites de l'instrument sont spécifiées.

- **Sensibilité :**

C'est le quotient de l'accroissement du signal de sortie par l'accroissement correspondant du signal d'entrée.

- **Rapidité :**

C'est le temps de réponse elle exprime l'aptitude à suivre dans le temps les variations de la grandeur à mesurer.

- **Précision de mesure :**

Aptitude à donner des indications proches de la valeur vraie.

- **Fidélité :**

Aptitude à donner, dans les conditions d'emploi fixées, des réponses très voisines lors de l'application répétée d'un même signal d'entrée.

✚ Type des capteurs :

✓ Capteur selon le type de réponse [12] :

On distingue deux types des capteurs selon le type de réponse :

➤ Capteur PNP :

(positive-négative-positive), lorsqu'il y a détection, le transistor devient passant (assimilable à la fermeture d'un contact) et la sortie S est mise au potentiel +24V. 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.

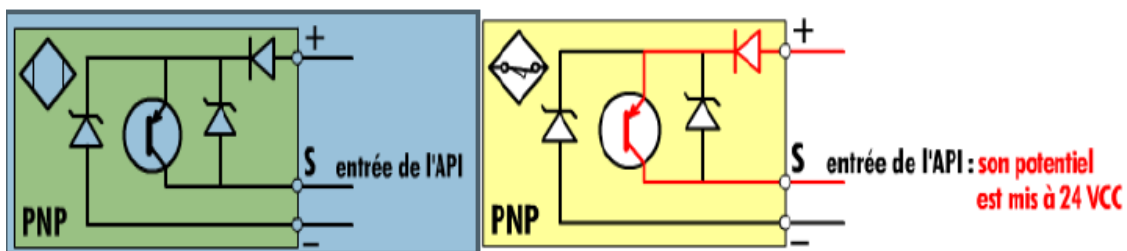


Figure II.22 : Principe de fonctionnement d'un capteur PNP.

➤ 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. 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.

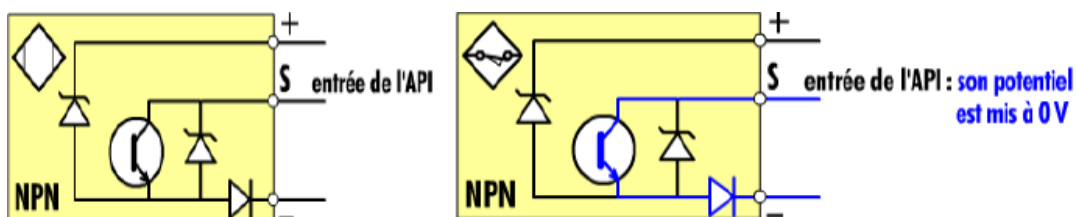


Figure II.23 : Principe de fonctionnement d'un capteur NPN.

✓ Les types des capteurs :

Il existe plusieurs type des capteurs on distingue les capteurs capacitifs et les capteurs inductifs

➤ Capteur capacitif [12] :

Les capteurs capacitifs « Figure II.24 » s'utilisent pour détectent des matériaux de tout nature (verre, matière plastique, métaux, liquide, poudre...). 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)...

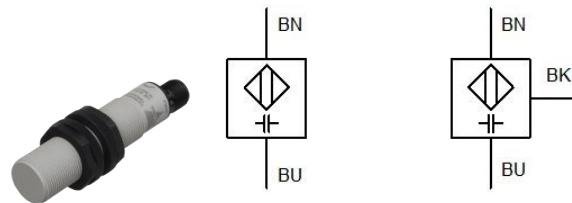


Schéma électrique

Figure II.24 : Capteur capacitif.

➤ Capteur inductif [12] :

Le capteur inductif « Figure II.25 » permet de signaler la présence d'un objet métallique, il fonctionne grâce à la variation d'un champ électromagnétique qui perturbé à la proximité d'un objet métallique. 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.

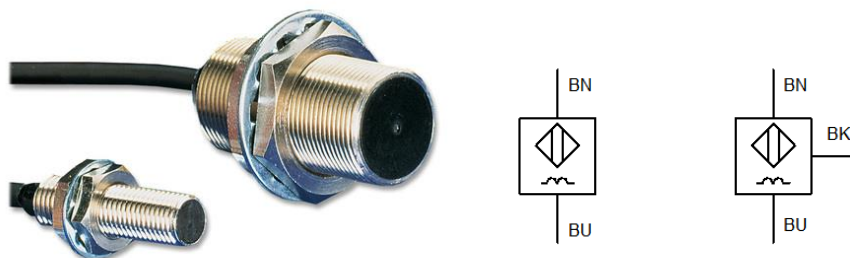


Schéma électrique

Figure II.25 : Capteur inductif.

12. Alimentation 24 v :

Il a le rôle de fournir les tensions continues que nécessitent les composants (5 V, 12 V...) avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures du réseau. Sa source d'énergie est normalement le réseau électrique, parfois 24 V continu. Il ne faut pas oublier que les châssis d'extension et les entrées/sorties doivent aussi disposer d'une alimentation. Il est parfois nécessaire pour lutter contre les perturbations électriques, d'introduire un transformateur d'isolement.



Figure II.26 : Alimentation 24V.

IV. La partie pneumatique :

1. Les vérins [10] :

Les vérins « Figure II.28 » Ce sont les actionneurs qui réalisent des mouvements généralement linéaires à l'endroit même où on a besoin d'une force.

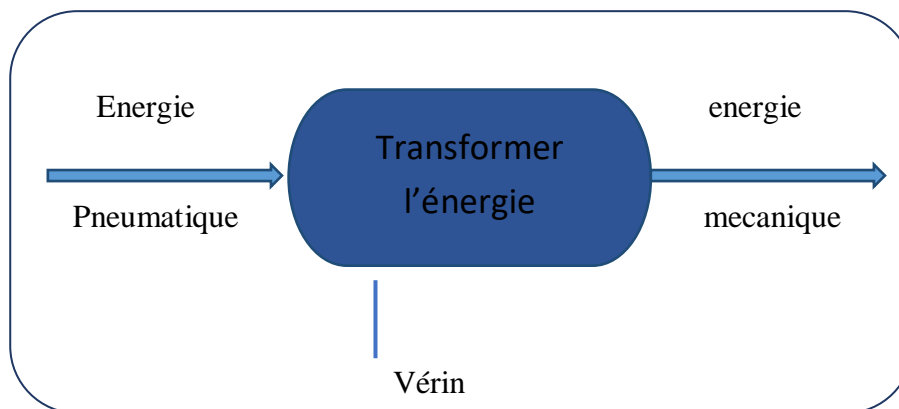


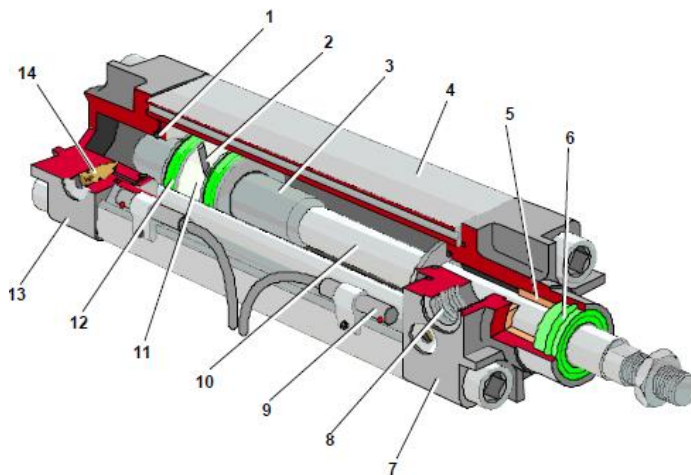
Figure II.27 : Mode de fonctionnement d'un vérin.



Figure II.28 : Vérin standard.

✚ Constitution et principe de fonctionnement :

Un vérin est constitué « Figure II.29 » d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel se déplace librement un piston muni d'une tige, sous l'effet des forces dues à la pression de l'air comprimé. Pour faire sortir la tige, on applique la pression sur la chambre arrière du piston et pour la faire rentrer, on applique la pression sur la chambre avant



- 1- Joint.
- 2- Aimant.
- 3- Amortissement.
- 4- Corps.
- 5- Palier.
- 6- Joint racleur.
- 7- Flasque.
- 8- Orifice d'admission.
- 9- Fin de course.
- 10- Fige de piston.
- 11- Bague porteuse.
- 12- Joint de piston.
- 13- Flasque.
- 14- Amortissement.

Figure II.29 : Constitution d'un vérin pneumatique.

✚ Type des vérins:

- Les vérins simples effet.
- Les vérins doubles effet.

a. Vérin simple effet:

Le vérin simple effet « Figure II.30 » produit l'effort dans un seul sens. Il n'est donc alimenté que d'un seul côté. Le retour à la position initiale s'effectue en général par un ressort.

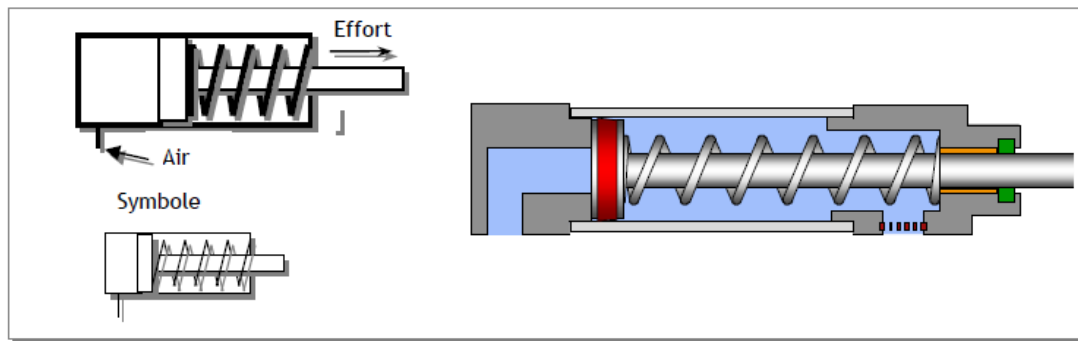


Figure II.30 : Vérin simple effet.

b. Vérin double effet :

Dans un vérin double effet « Figure II.31 » la sortie et la rentrée de la tige s'effectue par l'application de la pression, alternativement, de part et d'autre du piston. Les vérins doubles effet sont utilisés lorsqu'on a besoin d'effort important dans les deux sens.

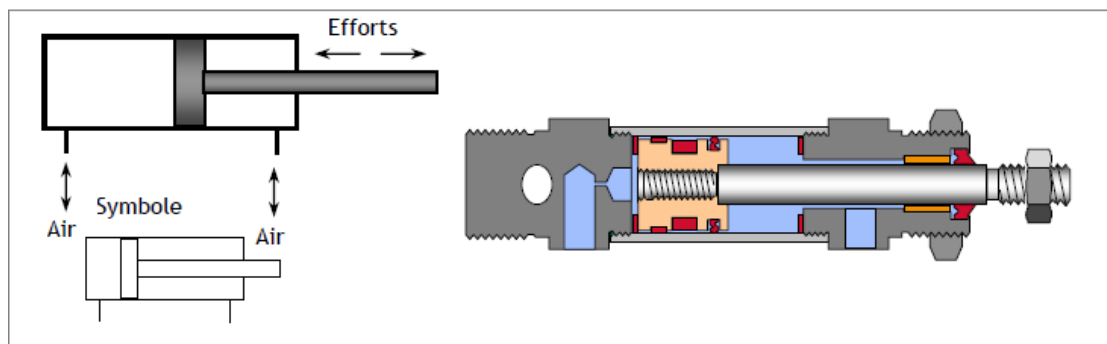


Figure II.31 : Vérin double effet.

2. Distributeurs [9] :

Les distributeurs « Figure II.32 » Ils ont pour fonction essentielle de distribuer l'air sous pression aux différents orifices des actionneurs pneumatiques. Comme le contacteur est associé à un moteur électrique, le distributeur est le préactionneur associé à un vérin pneumatique.

On peut comparer un distributeur à un robinet que l'on ouvre et fermer non pas à la main, mais par des ordres donnés par la PC.

Il est constitué d'une partie fixe (le corps) et d'une partie mobile (le tiroir) qui peut se déplacer à l'intérieur de la partie fixe selon un ordre directe (manuelle) ou indirecte (provenant de la PC). Le tiroir est doté de conduites permettant le passage de l'air entre les différents orifices de la partie fixe.



Figure II.32 : Distributeur pneumatique.

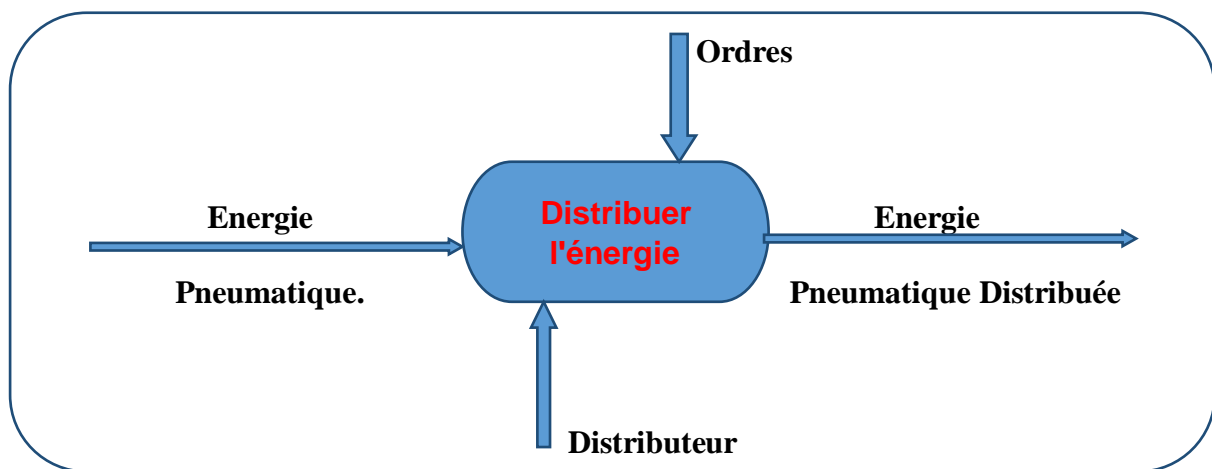
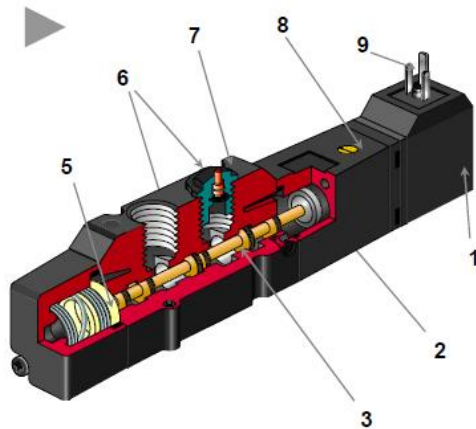


Figure II.33 : Rôle d'un distributeur pneumatique.

✚ Constitution d'un distributeur :

On peut comparer un distributeur à un robinet que l'on ouvre et ferme non pas à la main, mais par des ordres donnés par la PC. Il est constitué d'une partie fixe (le corps) et d'une partie mobile (le tiroir) qui peut se déplacer à l'intérieur de la partie fixe selon un ordre directe (manuelle) ou indirecte (provenant de la PC). Le tiroir est doté de conduites permettant le passage de l'air entre les différents orifices de la partie fixe. « Figure II.34 »



- 1- Bobine.
- 2- Piston.
- 3- Tiroir.
- 5- Ressort de rappel.
- 6- Sorties.
- 7- Indicateur de pression.
- 8- Commande manuelle.
- 9- Connecteur électrique.

Figure II.34 : Constitution d'un distributeur.

✚ Les caractéristiques d'un distributeur :

- **Par son nombre d'orifices :** c'est à dire le nombre de liaisons qu'il peut avoir avec son environnement (arrivée, sortie(s) et échappement de la pression).
- **Par son nombre de positions :** que peut occuper le tiroir.

Le nom et la représentation d'un distributeur découlent de ces deux caractéristiques.

✚ Les types de distributeur :

Il existe 5 types :

- 2/2 : 2 orifices et 2 positions.
- 3/2 : 3 orifices et 2 positions.
- 4/2 : 4 orifices et 2 positions.
- 5/2 : 5 orifices et 2 positions.
- 5/3 : 5 orifices et 3 positions.

✚ Le bronchement d'un distributeur avec un actionneur :

➤ Avec un vérin Simple Effet :

Il ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter sur le vérin, on utilise alors un distributeur ne comportant qu'un seul orifice de sortie, c'est-à-dire un distributeur 3/2, trois orifices et deux positions.

➤ Si le vérin est à Double Effet :

Il comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement. On utilise alors un distributeur 4/2 « Figure II.35 » ou 5/2.

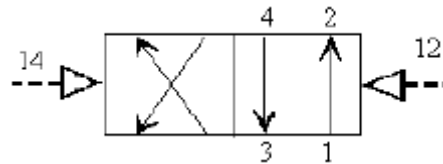


Figure II.35 : Distributeur 4/2.

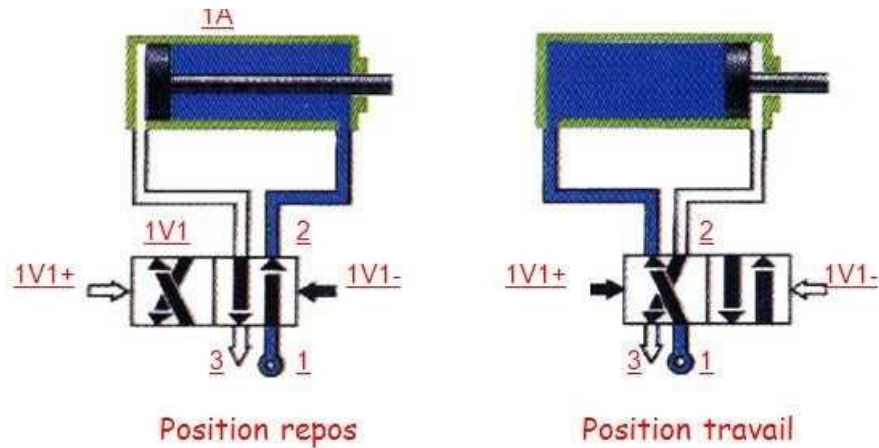


Figure II.36 : Branchement d'un distributeur 4/2 avec un vérin double effet.

3. Vanne pneumatique [11] :

Comme n'importe quel actionneur, Elle agit sur la grandeur réglant quel sera toujours une vanne de deux voies, les grandeurs réglées sont : une pression, un débit, un niveau, une température ou un rapport de concentration. Une vanne est décomposée en deux parties :

- La vanne (corps de vanne, siège, clapet).
- L'actionneur (arcade, servomoteur).

✚ Les différents types de vannes :

a. Vanne manuelles:

Dans les installations industrielles notamment, les vannes manuelles destinées à contrôler l'écoulement de fluides constituent des dispositifs simples mais capitaux, que le personnel est généralement amené à manœuvrer fréquemment.

Et on distingue deux types :

- Avec bras. « Figure II.37 »
- Avec robinet. « Figure II.38 »



Figure II.37 : Vanne avec bras.



Figure II.38 : Vanne avec robinet.

b. Vanne pneumatique tout ou rien :

Les vannes automatiques tout ou rien sont des équipements automatisés dont le rôle est d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide). Elle exécute une action discontinue qui prend deux position ou deux état 0 et 1 (ou 0et 100%), c'est-à-dire ouvert ou fermée. Les vannes tout ou rien sont utilisées pour commander les systèmes ayant une grande inertie ou la précision de la régulation n'est pas importante.



Figure II.39: Vanne tout ou rien.

V. Conclusion :

Après avoir présenté les dispositifs électriques, mécaniques et pneumatiques dans ce chapitre, on a pu comprendre leurs fonctionnements et d'identifier les différentes parties qu'une machine industrielle est constituée et de déduire leurs rôles.

Chapitre III

I. Introduction :

Dans le domaine de l'industrie, l'automatisation tient une place très importante. Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes automatisés de production.

Un système est dit automatiser lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initiale à une situation finale se fait sans intervention humaine, et que ce comportement est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies. L'automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats et évite à l'homme des tâches pénibles et répétitives et diminue le coût de production sensiblement.

Dans ce chapitre nous décrirons les systèmes automatisés en générale, ensuite une étude sur les automates programmables industriels, en fin une description générale de langage de programmation GRAFCET et le logiciel Step 7.

II. Définition d'un système automatisé [13] :

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.

III. Objectif de l'automatisation [14] :

Hors les objectifs à caractères financiers on trouve :

- Eliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité.
- Accroître la productivité.
- Economiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Maintenir la qualité.

IV. Structure d'un système automatisé [15] :

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC), et d'une partie opérative (PO), pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la partie (PC), celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la (PO). « Figure III.1 »

Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC (compte -rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

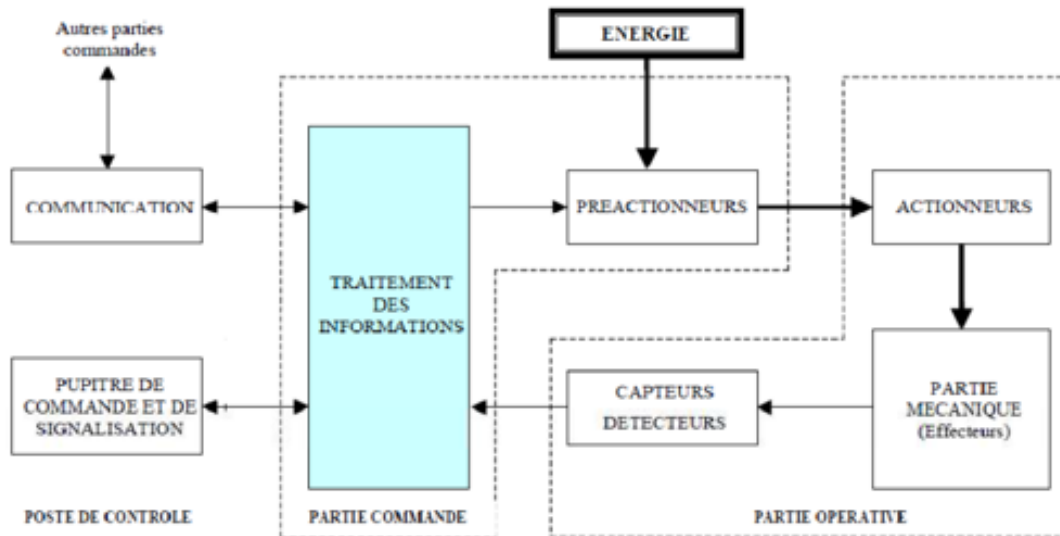


Figure III.1 : Structure d'un système automatisé.

1. La partie opérative (PO) :

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé, elle est généralement composée d'un ordinateur qui contient dans ses mémoires un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

2. La partie commande (PC) :

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

Elle comporte en générale un boîtier (appelé aussi bâti) contenant :

- Des actionneurs (transformant l'énergie reçue en énergie utile : moteur, vérin, lampe).
- Des capteurs (transforment la variation des grandeurs physiques liée au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de position, de température, bouton poussoir).

3. La partie relation (PR) :

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc... . L'outil de description s'appelle le Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA). Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance.

V. Généralité sur les API :

1. Définition de l'API [16] :

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande des processus industriels par un traitement séquentiel.

Il envoie des ordres vers les pré actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

2. Historique [16] :

L'automate programmable industriel API est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations.

Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante aux Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de leur systèmes de commande. Les couts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

3. Architecture d'un API :

a. Structure interne d'un API [17] :

La figure III.2 représente la structure interne d'un API :

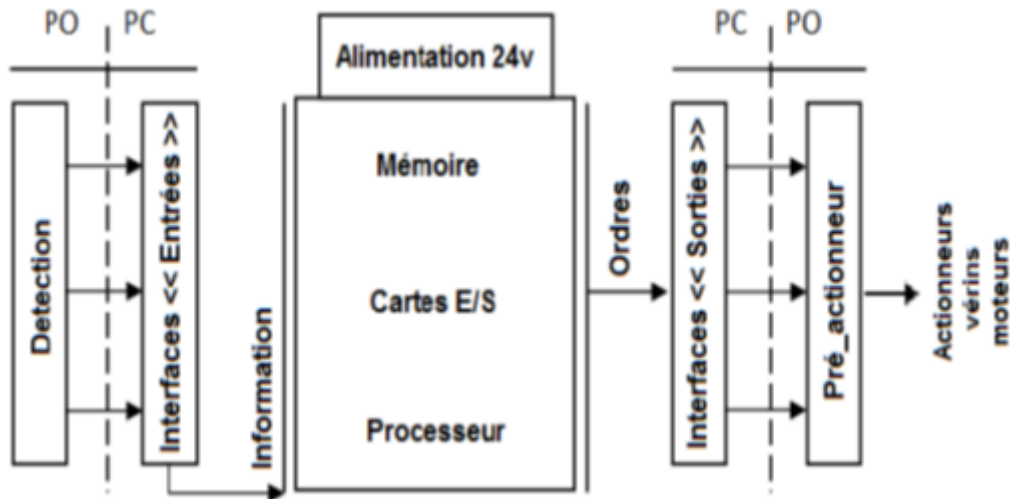


Figure III.2: Structure interne d'un API.

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les prés actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API se compose donc de trois grandes parties :

- Le processeur.
- La mémoire.
- Les interfaces Entrées/sorties.

Le processeur :

Le processeur, ou unité centrale (UC), a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..). Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.

- Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

Un ou plusieurs processeurs exécutent ces fonctions grâce à un micro logiciel préprogrammé dans une mémoire de commande, ou mémoire système. Cette mémoire morte définit les fonctionnalités de l'automate. Elle n'est pas accessible à l'utilisateur.

La mémoire :

Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi que des données qui peuvent être :

- Des informations susceptibles d'évoluer en cours de fonctionnement de l'application. C'est le cas par exemple de résultats de traitements effectués par le processeur et rangés dans l'attente d'une utilisation ultérieure. Ces données sont appelées variables internes ou mots internes.
- Des informations qui n'évoluent pas au cours de fonctionnement, mais qui peuvent en cas de besoin être modifiées par l'utilisateur : textes à afficher, valeurs de présélection, etc... Ce sont des mots constants.
- Les mémoires d'état des entrées/sorties, mises à jour par le processeur à chaque tour de scrutation du programme.

Deux familles de mémoires sont utilisées dans les automates programmables :

- Les mémoires vives **RAM**, « Random Access Memory (RAM) », ou mémoires à accès aléatoire. Le contenu de ces mémoires peut être lu et modifié à volonté, mais il est perdu en cas de manque de tension (mémoire volatiles). Elles nécessitent par conséquent une sauvegarde par batterie. Les mémoires vives sont utilisées pour l'écriture et la mise au point du programme, et pour le stockage des données.
- Les mémoires mortes **ROM**, « Read Only Memory » est destinée à la mémorisation du programme après la phase de mise au point. La mémoire programme est contenue dans une ou plusieurs cartouches qui viennent s'insérer sur le module processeur ou sur un module d'extension mémoire. Elles sont à lecture seule, les informations ne sont pas perdues lors de la coupure de l'alimentation des circuits.

Les interfaces entrées/sorties :

Les entrées/sorties TOR (Tout ou Rien) assurent l'intégration directe de l'automate dans son environnement industriel en réalisant la liaison entre le processeur et le processus. Elles ont toutes, de base, une double fonction :

- Une fonction d'interface pour la réception et la mise en forme de signaux provenant de l'extérieur (capteurs, boutons poussoirs, etc.) et pour l'émission de signaux vers l'extérieur (commande de pré-actionneurs, de voyants de signalisation, etc.). La conception de ces interfaces avec un isolement galvanique ou un découplage optoélectronique assure la protection de l'automate contre les signaux parasites.
- Une fonction de communication pour l'échange des signaux avec l'unité centrale par l'intermédiaire du bus d'entrées/sorties.

Le bus :

C'est un ensemble de conducteurs qui réalisent la liaison entre les différents éléments de l'automate. Dans un automate modulaire, il se présente sous forme d'un circuit imprimé situé au fond du bac et supporte des connecteurs sur lesquels viennent s'enficher les différents modules : processeur, extension mémoire, interfaces et coupleurs.

Le bus est organisé en plusieurs sous-ensembles destinés chacun à véhiculer un type bien défini d'informations :

- Bus de données.
- Bus d'adresses.
- Bus de contrôle pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges, etc...
- Bus de distribution des tensions issues du bloc d'alimentation.

Alimentation :

Elle élabore à partir d'un réseau 220V en courant alternatif, ou d'une source 24V en courant continu, les tensions internes distribuées aux modules de l'automate.

Afin d'assurer le niveau de sûreté requis, elle comporte des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de la tension réseau, et de surveillance des tensions internes. En cas de défaut, ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

b. Structure externe d'un API [18] :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

Compact :

On distinguera les modules de programmation (LOGO de SIEMENS, ZELIO de SCHNEIDER, MILLENIUM de CROUZET) « Figure III.3 » des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, 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: Automates compacts: LOGO de SIEMENS, ZELIO de SCHNEIDER et MILLENIUM de CROUZET.

Modulaire :

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 plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires, comme l'automate SLC 500 de d'Allen Bradley « Figure III.4 ».



Figure III.4: Automate modulaire SLC 500 de d'Allen Bradley.

4. Domaines d'emploi des automates [19] :

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

5. Principes de fonctionnement d'un API [20] :

L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives qui se répètent normalement comme suit dans la figure III.5 :

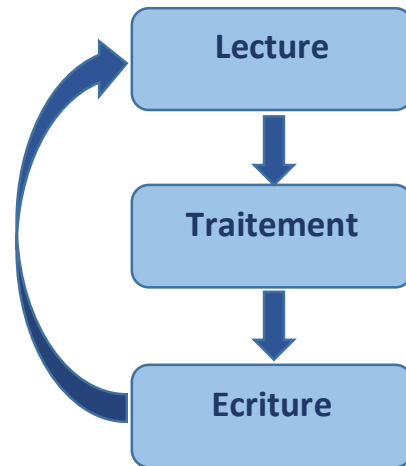


Figure III.5 : Principe de fonctionnement d'un API.

✚ Phase1 : Lecture (photographie des entrées) :

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes : les entrées sont photographiées et leurs états logiques sont stockés dans une zone spécifique de la mémoire de donnée. Le programme n'est pas scruté. Les sorties ne sont pas mises à jour.

✚ Phase2 : Traitement (exécution de programme) :

Durant cette phase qui dure quelques millisecondes : Les instructions de programme sont exécutées une à une. Si l'état d'une entrée doit être lu par le programme, c'est la valeur stockée dans la mémoire de données qui est utilisée. Le programme Détermine l'état des sorties et stocke ces valeurs dans une zone de la mémoire de données réservée aux sorties. Les entrées ne sont pas scrutées. Les sorties ne sont pas mises à jour. Notez que pendant cette phase, seules la mémoire de données et la mémoire programme sont mises à contribution. Si une entrée change d'état sur le module d'entrées, l'API ne voit pas ce changement.

✚ Phase 3 : Ecriture (mise à jour des sorties) :

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes : Les états des sorties mémorisés précédemment dans la mémoire de données sont reportés sur le module de sorties. Les entrées ne sont pas scrutées. Le programme n'est pas exécuté.

6. Programmation de l'API [16] :

Elle peut s'effectuer de trois manières différentes :

- sur l'API lui-même à l'aide de touches
- avec une console de programmation reliée par un câble spécifique à l'API,
- avec un PC et un logiciel approprié avec lequel la programmation est plus conviviale,
- Dans notre système, la commande des différents mouvements sont géré par un automate S7-300.

7. Choix de l'automate [13] :

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.

VI. L'automate S7-300 [16] :

1. Définition :

L'automate S7-300 « Figure III.6 » est un mini automate modulaire de la famille SIMATIC, destiné à des tâches d'automatisation moyennes hautes gammes, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet.



Figure III.6 : L'automate S7-300

2. Les modules S7-300 :

L'automates programmables S7-300 est d'une forme modulaire, permet un vaste choix de gamme de module suivant :

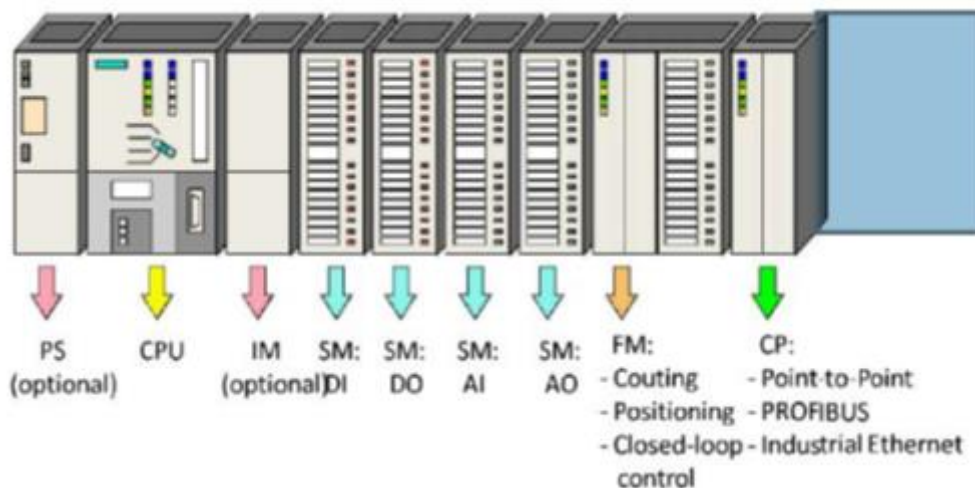


Figure III.7 : Les différents modules constituant S7-300.

3. Le module d'alimentation (PS) :

Le module d'alimentation (PS) délivre un courant de sortie assignée de 2A ,5A ou 10A sous une tension de 24 volts. La tension de sortie a séparation galvanique pour la protection de la CPU contre les courts circuits.

4. Unité centrale (CPU) :

C'est une carte électronique construite autour d'un ou plusieurs processeurs et mémoire. La CPU possède un système d'exploitation, une unité d'exécution et des interfaces de communication. Essentiellement la CPU lit l'état des signaux d'entrée et exécute le programme utilisateur séquentiellement.



Figure III .8 : CPU S7-300.

Interfaces MPI :

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un appareil par exemple adaptateur PC.

Commutateur de mode de fonction :

Les modes de fonctionnement sont :

- RUN-P : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
- RUN : exécution de programme, accès en lecture seule avec la PG.
- STOP : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
- MRES : position dans laquelle en effacement générale de la CPU peut être effectué.

La carte mémoire :

Une carte mémoire peut être montée à la CPU ; elle conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de la pile.

Le processeur :

C'est le cerveau de l'automate. Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrée et de sortie et d'autre part à gérer les instructions du programme. Il est composé :

- D'une Unité Logique (UL) qui traite les opérations ET, OU et la Négation.
- 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 Décodeur d'instruction qui décode l'instruction à exécuter et y associe les microprogrammes de traitement.

- D'un Compteur Programme ou Compteur ORDINAL qui l'adresse à la prochaine instruction à exécuter et gère ainsi la chronologie de l'exécution des instructions du programme.

La mémoire :

Le stockage des données et des programmes s'effectue dans la mémoire.

Ces mémoires peuvent être :

- Des RAM ou des EPROM durant la phase d'étude et de mise au programme.
- Des RAM ou des PROM durant la phase d'exploitation.

5. Module de signaux (SM) :

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrée TOR, des modules de sortie TOR ainsi que des modules d'entrée et de sortie analogiques. Les modules d'entrée/sortie sont des interfaces entre les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation.



Figure. III.9: Un module SM de S7-300.

Les entrées Tout Ou Rien (TOR) :

Les modules d'entrée tout ou rien permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques. Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électroniques. L'état de chaque entrée est donné par une diode électroluminescente située sur la carte. Le nombre d'entrées sur une carte est de : 4, 8, 16, 32. Les tensions d'entrées sont de : 24, 48, 110, 220 volts en courant continu ou alternatif.

Les entrées analogiques :

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en variant un code numérique au sein des modules. Il existe 3 types d'entrées analogiques :

- Haut niveau qui accepte une tension de 0 à 10 v et une intensité de 0 à 20 mA ou de 4 à 20mA.
- Thermocouple avec un signal d'entrée de 0 à 20mV, de 0 à 50mV ou de 0 à 100 mV.
- Sender PT 100 avec un signal d'entrée de 0 a100 mV, 0 à 250 mV ou de 0 à 400 mV.

Il existe des modules à 2, 4, 8 voies d'entrées sur le marché ces modules disposent d'un seul convertisseur analogique/numérique, elles sont scrutées les unes à la suite des autre par un multiplexeur a relais.

Les sorties Tout Ou Rien :

Les modules de sorties tout ou rien permettent de raccorder a l'automate les différents prés actionneurs.

Les tensions de sorties usuelles sont de 5, 24, 48, 110 ou 220 volts en continu ou en alternatif. Les courants vont de quelque mA a quelque Ampères.

Ces modules possèdent des relais ou bien des triacs des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente.

Les sorties analogiques :

Les modules de sorties analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Il existe deux grands types de sorties :

- Avec une résolution de 8 bits.
- Avec une résolution de 12 bits.

Ces sorties peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre de voies sur ces cartes est de 2 ou 4.

6. Avantage de l'automate S7-300 :

- Une construction compacte et modulaire, libre de contrainte de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée.
- Une large gamme de CPU.
- Une large plage de température de -25°C à +60°C.
- Une meilleure tenue aux sollicitations mécaniques.
- Une résistance à la pollution par des gaz nocifs, poussière et humidité de l'air.

VII. Les langages de programmation [21] :

Les programmes utilisés avec les API peuvent être écrits dans différents formats. Pour que les ingénieurs ayant peu de connaissances en programmation puissent élaborer des programmes pour les API.

Il existe définit cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels. Ces cinq langages sont :

1. Le langage IL (Instruction List):

Un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant. Un programme IL est une liste d'instructions. Chaque instruction doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes, séparés par des virgules (','). Une étiquette suivie de deux points (':') peut précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier élément de la ligne. Des lignes vides peuvent être insérées entre des instructions. Un commentaire peut être posé sur une ligne sans instruction.

La structure des champs est donc la suivante:

Etiquette	Opérateur	Opérande	commentaire
------------------	------------------	-----------------	--------------------

2. Le langage LD (Ladder Diagram) :

C'est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation.

3. Le langage FBD (Function Block Diagram) :

C'est un langage graphique. Il permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels. Les principales fonctions sont :

- L'énoncé RETURN (peut apparaître comme une sortie du diagramme, si liaison connectée prend l'état booléen TRUE, la fin du diagramme n'est pas interprétée.

- Les étiquettes et les sauts conditionnels sont utilisés pour contrôler l'exécution du diagramme. Aucune connexion ne peut être réalisée à droite d'un symbole d'étiquette ou de saut.
- Saut à une étiquette (le nom de l'étiquette est « LAB »).

4. Le langage ST (Structured Text) :

Un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage SFC. Un programme ST est une suite d'énoncés. Chaque énoncé est terminé par un point-virgule (« ; »). Les noms utilisés dans le code source (identificateurs de variables, constantes, mots clés du langage...) sont délimités par des séparateurs passifs ou des séparateurs actifs, qui ont un rôle d'opérateur. Des commentaires peuvent être librement insérés dans la programmation.

5. Le langage SFC (Sequential Function Chart), ou GRAFCET :

Très utilisé en milieu industriel, il utilise une forme graphique, Nous étudierons en détail ce langage dans le titre suivant.

VIII. GRAFCET :

1. Définition d'un grafcet [22] :

Le Grafcet est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien. Mais il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas où il y a une séquence à respecter mais où l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire. Il utilise une représentation graphique.

C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique (peut se "câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate voire sur ordinateur).

2. Eléments graphiques de base et interprétation :

Le langage GRAFCET est défini par un ensemble constitué : d'éléments graphiques de base : les ETAPES, les TRANSITIONS et les LIAISONS orientées, formant la partie graphique du grafcet et sa structure qui décrit l'évolution possible entre les situations du système [22].

a. Etape [23] :

Elle caractérise un comportement invariant d'une partie ou de la totalité de la partie commande à un instant donné : elle correspond à une phase durant laquelle on effectue une ACTION pendant une certaine DUREE (même faible mais jamais nulle). L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée d'activation de l'étape, mais la notion d'action est assez large, en particulier composition de plusieurs actions, ou à l'opposé l'inaction (étape dite d'attente). L'étape sera symbolisée par un carré et repérée par un identificateur, en général un numéro, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que deux étapes différentes n'aient pas le même numéro. L'action est représentée dans un rectangle à gauche de l'étape.



Remarque :

- ✓ Une ou plusieurs actions élémentaires ou complexes peuvent être associées à une étape afin de traduire "ce que doit être fait " chaque fois que cette étape est active.



- ✓ L'étape initiale (initialement active au début du fonctionnement) sera représentée par un double carré.



- ✓ Suivant l'évolution du système, une étape est soit active, soit inactive et l'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande.

Une étape est dite active lorsqu'elle correspond à une phase "en fonctionnement", c'est à dire qu'elle effectue l'action qui lui est associée. On représente quelquefois une étape active à un instant donné en dessinant un point à l'intérieur ou en changeant la couleur.



A chaque étape numéro i on associe une variable booléenne X_i tel que: si l'étape est active alors $X_i = 1$ sinon $X_i = 0$.

b. Transition :

Les TRANSITIONS indiquent les possibilités d'évolution entre étapes. On associe à chaque transition une condition logique appelée RECEPTIVITE qui permet de distinguer, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles à un instant donné de faire évoluer la partie commande [24].

On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison verticale. On note à droite la réceptivité et on peut noter à gauche un numéro de transition T_i [23].



- **La RECEPTIVITE [24] :**

Écrite sous forme de proposition logique, est une fonction combinatoire d'informations extérieures (directives de l'opérateur, états de capteurs, de compteurs, de temporisateurs, etc.), de variables auxiliaires ou de l'état actif ou inactif d'autres étapes.

Les réceptivités peuvent aussi faire intervenir des changements d'état de variables.

c. Liaisons orientées [24] :

Les liaisons « Figure III.10 » indiquent les voies d'évolution de l'état du GRAFCET. Les liaisons sont horizontales ou verticales. Le sens général de parcours est du haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.

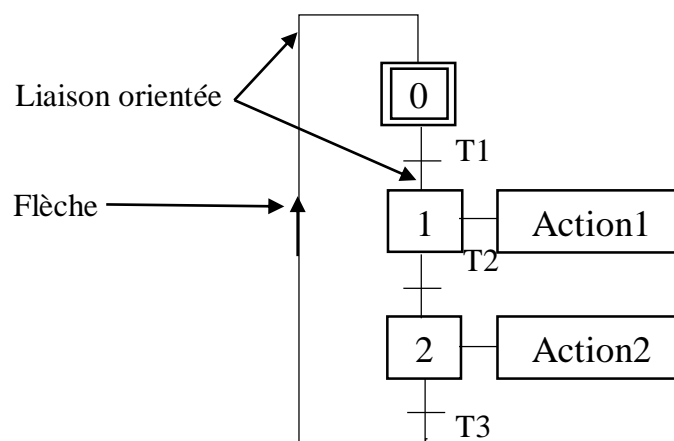


Figure III.10 : Liaisons orientées de haut vers le bas [25].

3. Règles d'évolution [24] :

Règle 1 : situation initiale

L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le GRAFCET en doublant les côtés des symboles correspondants.

Règle 2 : franchissement d'une transition

Une transition est soit validée, soit non validée Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que :

- lorsqu'elle est validée.
- ET que la réceptivité associée à la transition est vraie.

La transition est alors obligatoirement franchie.

Règle 3 : évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes. Lorsque plusieurs étapes sont reliées à une même transition on convient, pour des raisons pratiques, de représenter le regroupement de liaisons par deux traits parallèles.

Règle 4 : évolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Règle 5 : activations et désactivations simultanées

Si au cours du fonctionnement une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée.

❖ Note importante :

La durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si, théoriquement (règles 3 et 4) elle peut être rendue aussi petite que l'on veut. Il en est de même de la durée d'activation d'une étape. En outre, la règle 5 se rencontre très rarement dans la pratique. Ces règles ont été ainsi formulées pour des raisons de cohérence théorique interne au GRAFCET.

4. Les structures de base [26] :

Les structures de bases les plus utilisées décrites ci-dessous, ne sont pas limitatives et peuvent être combinées entre elles.

Séquence unique :

Une séquence unique « Figure III.15 » est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les unes après les autres.

➤ Séquences simultanées :

Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps, ces séquences sont dites séquences simultanées ou parallélisme structural. Après l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors simultanées.

➤ Combinaison et sélection de séquence :

La sélection exprime un choix d'évolution entre plusieurs séquences à partir d'une ou plusieurs étapes. Cette structure se représente par autant des transitions validées ou 'il y a d'évolutions possibles. Il existe deux cas particuliers de sélection de séquence, de saut d'étape et de reprise de séquence.

- **Le saut d'étape :** « Figure III.12 » permet d'éliminer certaines étapes lorsque celles-ci sont inutiles.
- **La reprise de séquence :** « Figure III.13 » permet de recommencer une ou plusieurs fois la même séquence tant qu'une condition n'est pas réalisée.

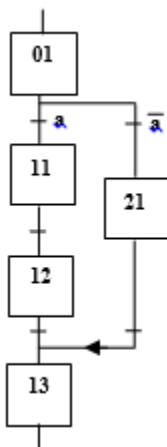


Figure III.11 : Sélection de Séquence.

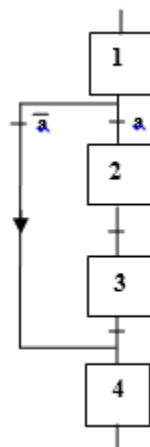


Figure III.12: Saut d'étape.

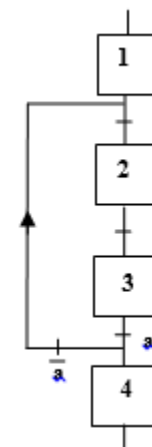


Figure III.13: Reprise de Séquence.

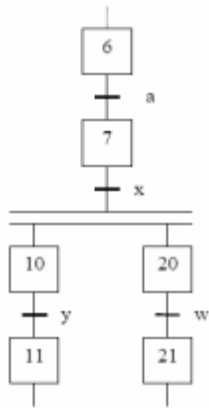


Figure III.14 : Séquence simultanée.

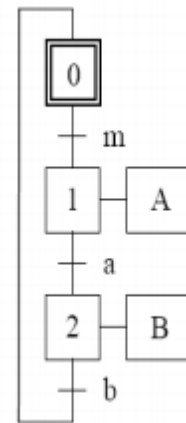


Figure III.15 : Séquence unique.

5. Liaison entre grafcet [25] :

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.

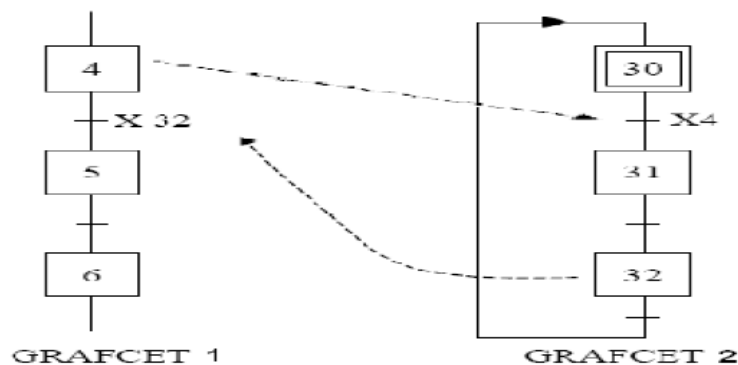


Figure III.16 : Liaison entre grafcet.

6. Structuration par macro-étapes [27] :

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.



Figure III.17 : Symbole d'une macro-étape

L'expansion d'une macro-étape **Mi** commence par une étape unique repérée **Ei** et se termine par une étape unique repérée **Si**.

L'exemple de la figure si dessous présente un morceau de grafcet contenant une macro-étape et l'expansion de cette macro-étape. On remarque :

- La macro-étape repérée M5.
- L'expansion de la macro-étape qui commence par l'étape d'entrée repérée E5, et qui se termine par l'étape de sortie S5.

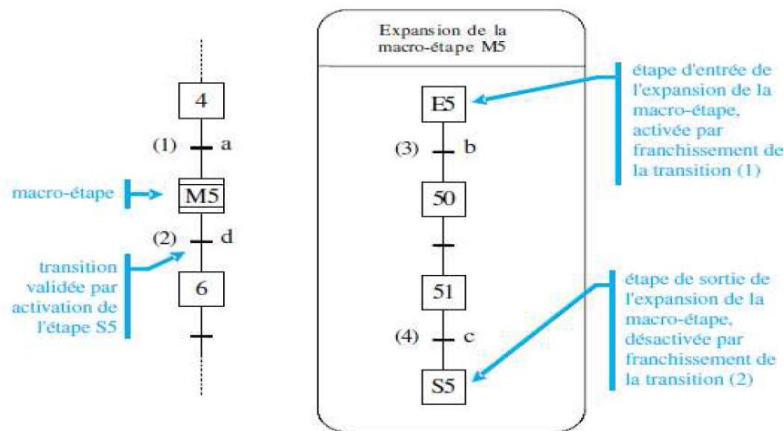


Figure III.18 : Conventions d'écriture d'une macro-étape.

IX. Logiciel de programmation Step 7 :

1. Définitions du logiciel STEP7 [16] :

Step7 est le logiciel de base qui permet la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il s'exécute sous un environnement Windows, à partir d'une console de programmation ou d'un PC.

Il existe plusieurs versions : STEP micro/DOS et STEP micro/ Win pour les applications S7-300 et S7-400.

Le logiciel STEP7 offre les possibilités suivantes :

- Configuration et paramétrage du matériel et de communication.
- Création de gestion des projets.
- La création des programmes.
- Gestion des mnémoniques.
- Test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.
- Document et archivage.
- Notre premier objectif est la programmation et la simulation sur STEP7 et la 2^{ème} objectif est la programmation sur GRAFCET.

2. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager [28] :

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7. Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

3. Éditeur de programme et langages de programmation [29] :

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG font partie intégrante du logiciel de base.

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage ONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts et les bobines.
- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine.
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques

4. Paramétrage de l'interface PG-PC [28] :

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multipoint Interface, protocole de réseau propre à SIEMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

5. Simulateur des programmes PLCSIM [28] :

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un Automate Programmable, qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque. L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300, et de remédier à d'éventuelles erreurs.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la

possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

X. Conclusion :

D'abord nous avons présenté au cours de ce chapitre une généralité sur les systèmes automatisés et les API et leur fonctionnement. Nous avons vu que L'automate programmable industriel API est un outil adéquat pour les solutions d'automatisation. C'est l'outil le plus répandu dans les procédés industriel. 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, et notre choix est l'automate S7-300.

En suit on a présenté les déférentes langages de programmation. Nous avons vu qu'il existe plusieurs méthodes pour programmer un automate.

Enfin, nous avons eu l'occasion de présenter le logiciel STEP7 qui nous a permis de programmer le fonctionnement de notre porte automatique.

Chapitre IV

I. Introduction :

La production d'une machine automatique exige la connaissance du cahier de charges par le client et le fabricant qui propose des solutions, mais le dialogue entre elles n'est pas toujours facile, le client ne peut pas décrire avec précision le problème et le fabricant ne peut pas soulever toutes les circonstances En raison du langage du dialogue entre eux et voici le rôle de GRAFCET, qui donne la solution au problème.

L'objectif de ce chapitre est de réaliser un programme de marche de la machine bonbonne en utilisant le GRAFCET et le logiciel Simatic Manager Step 7.

II. La définition de la machine bonbonne :

La machine Bonbonneuse est une machine industrielle monobloc conçue pour lavage le et le remplissage des bonbonnes récupérables de 19litres.



Figure IV.1 : La machine bonbonne 19L.

III. Les outils de la machine :

1. La partie mécanique :

- 3 moteurs asynchrones.
 - La chaine.
 - Le tapis.
 - La trimie.
- 3 pompes de surfaces :

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

- rinçage l'eau chaude avec clore.
- rinçage l'eau fraiche.
- remplissage.

2. La partie électrique :

- 6 Contacteur.
- 6 Relais thermique.
- 6 Disjoncteur moteur.
- 2 Bouton poussoir (arrêt et marche)
- 3 réducteurs de vitesse mécanique.
- 6 Lampe témoin.
- Alimentation 24 v.
- 3 capteurs inductifs.

3. La partie pneumatique :

- 4 distributeurs.
- 3 vérins doubles effets.
- Vanne pneumatique.

IV. Les différents dispositifs de la machine :

- + La figure suivante « Figure IV.2 » représente la face de l'armoire de la machine bonbonne 19L.

Le disjoncteur principal →

Lampe de témoin (défaut) →

Le bouton poussoir de la chaine de rinçage →

Le bouton poussoir de tapis de remplissage →



Figure IV.2 : L'armoire.

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

- Les figures IV.3 et IV.4 représentent les deux stations de rinçage de la machine, chaque station à 5 buses de rinçage pour laver tous les côtés de la bonbonne (2 buses dans le haut, 3 buses dans le bas). La 1^{er} station fait le lavage avec « eau chaude avec clore », et dans la 2^{ème} station fait le rinçage avec l'eau adoucis.

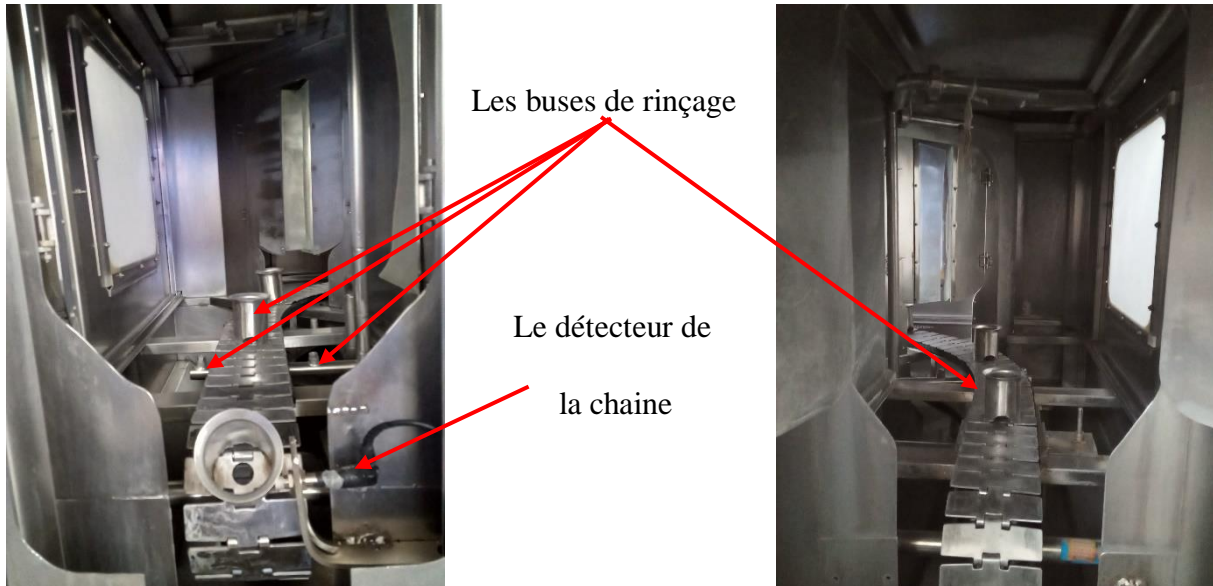


Figure IV.3 : Station de rinçage 1

Figure IV.4 : Station de rinçage 2

‘Eau Chaude avec Clore’.

‘Eau Fraiche’.

- Quand la bouteille est lavée, elle sera pivotée pour le remplissage, le mécanisme de pivotage est représenté dans la figure suivante « Figure IV.5 » :

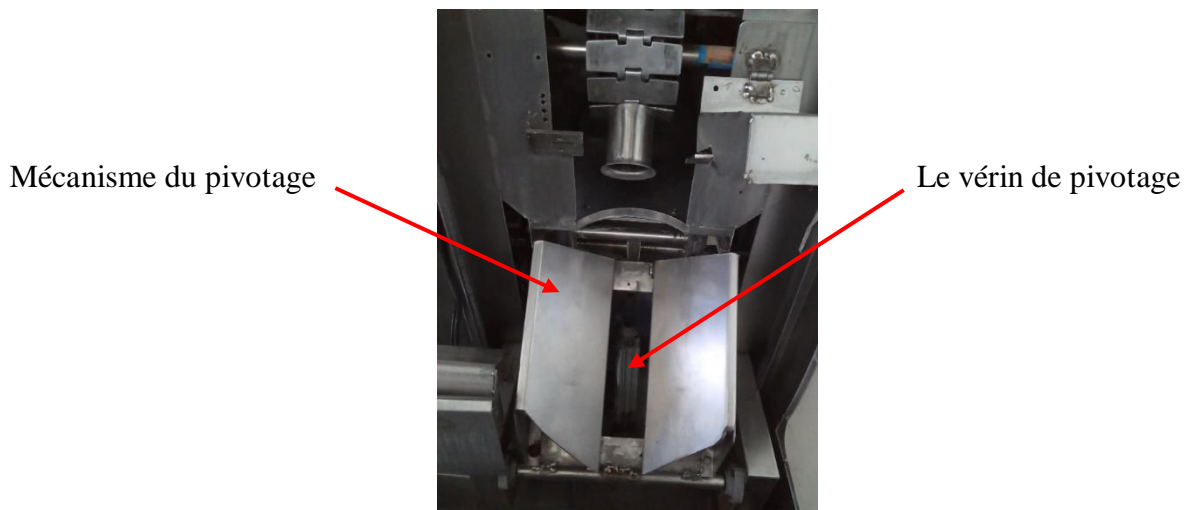


Figure IV.5 : Le pivotage.

- La bouteille est stoppée par le vérin devant la vanne pour le remplissage pour un certain temps puis elle prend le bouchon mécaniquement et avance jusqu’au marteau. Ces étapes

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

sont représentée dans les figures suivantes « Figure IV.6, Figure IV.7, Figure IV.8, Figure IV.9, Figure IV.10 »

Vérin de la vanne



Figure IV.6 : La vanne pneumatique de remplissage.



Figure IV.7 : Vérin stoppeur bonbonne.

Mécanisme du bouchonnage

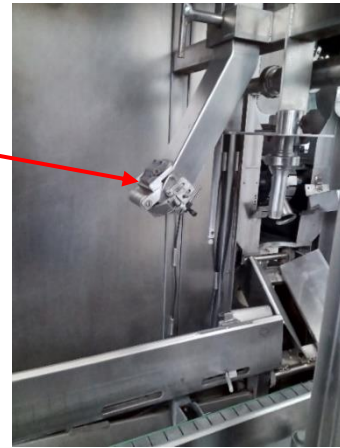


Figure IV.8 : Le bouchonnage.



Figure IV.9 : Le marteau.



Figure IV.10 : Le tapis de remplissage et bouchonnage.

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

- La figure suivante « Figure IV.11 » représente le réservoir de l'eau chaude avec clore, ce réservoir est séparé avec le réservoir principale pour séparer l'eau minérale et l'eau avec clore.



Figure IV.11 : Réservoir de l'eau chaude avec clore.

- La figure IV.12 montre la commande pneumatique de système son schéma est bien détailler dans la figure IV.15.

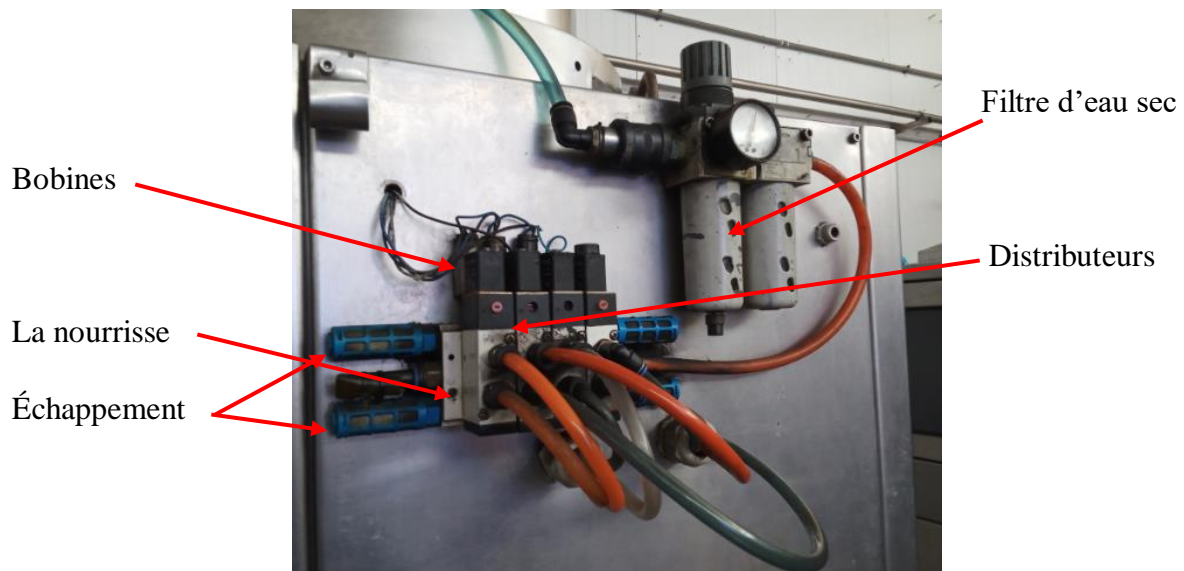


Figure IV.12 : L'ensemble de pression.

V. Les schémas de la machine :

Pour bien présenter notre machine on a schématisé ces différents systèmes.

1. Le schéma de puissance :

Il est composé de trois moteurs triphasés et deux pompes triphasées et une pompe monophasé. Chaque moteur est relie avec un contacteur, et un relais. Il est bien présent dans la figure suivante.

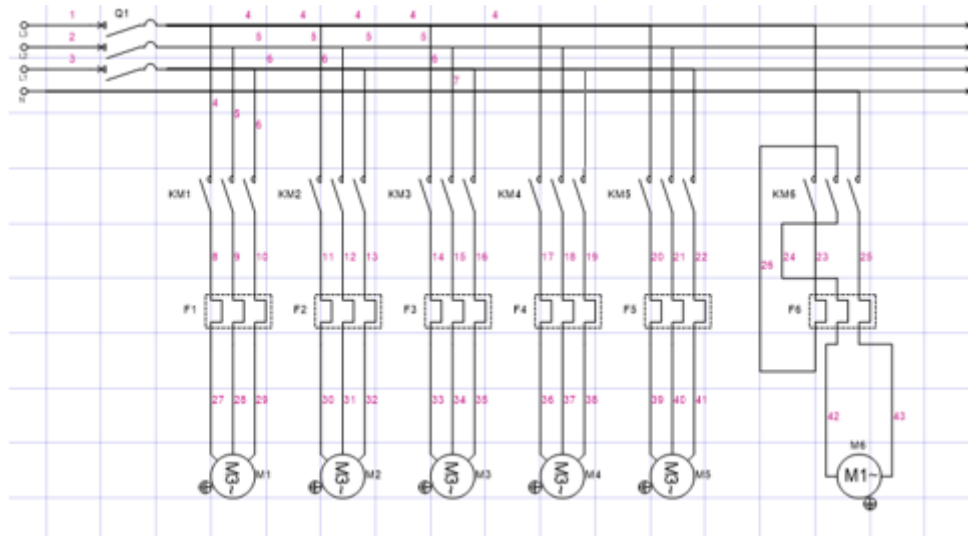


Figure IV.13 : Le schéma électrique de puissance.

2. Le schéma de commande :

Pour bien décrire le système de commande on l'a schématisé dans la figure IV.14. Ce schéma est composé de contacteurs, bobines et interrupteurs (fermée et ouverte).

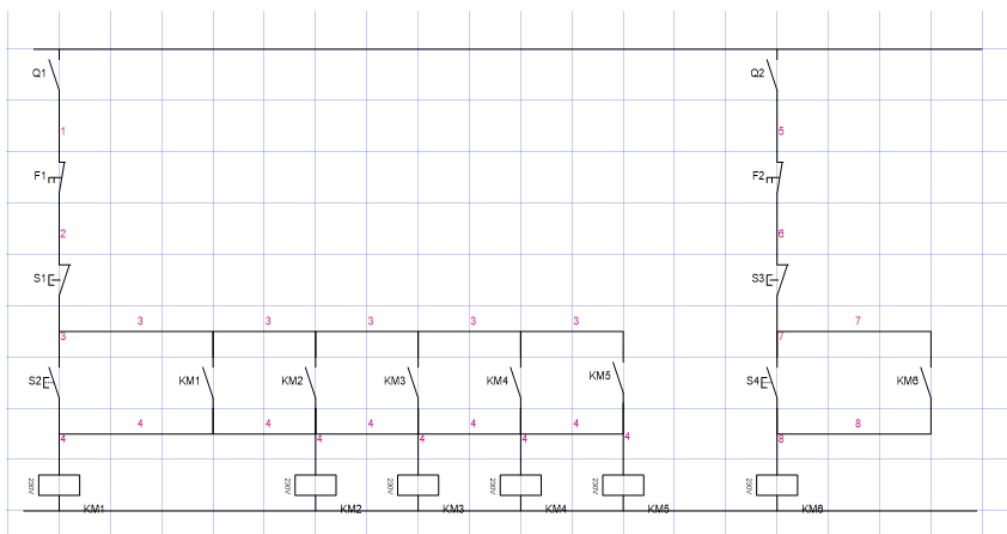


Figure IV.14 : Le schéma électrique de commande.

3. Le schéma pneumatique :

Comme on a vu dans la figure IV.12 « la commande pneumatique », Ce schéma est composé de 4 vérins doubles effets et 4 distributeurs, la nourrice, l'échappement, réservoir, manomètre, filtre et la source.

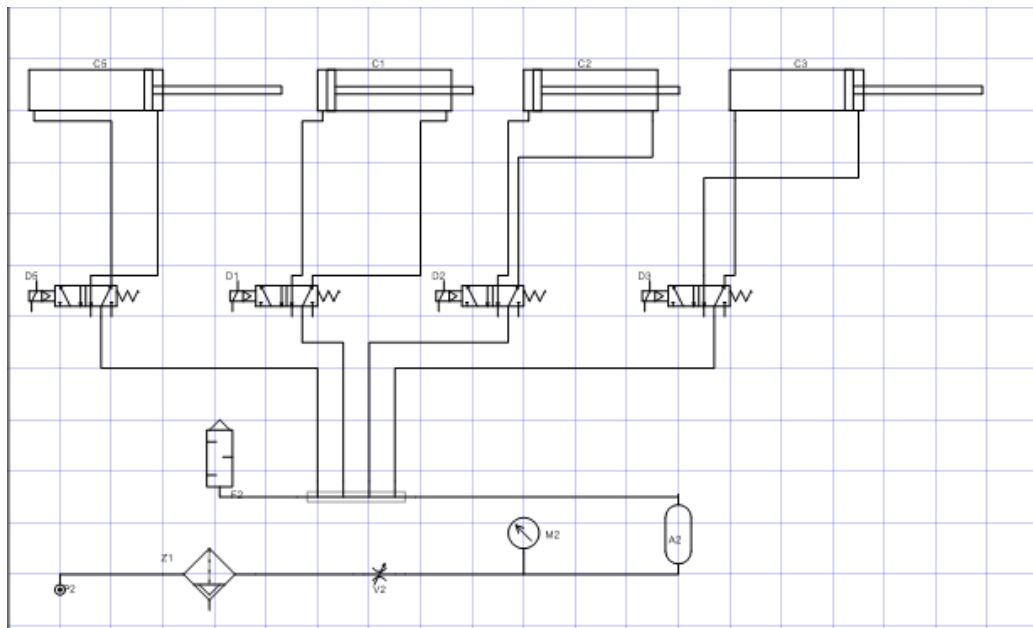


Figure IV.15 : Le schéma pneumatique.

VI. Les conditions initiales :

- Alimentation chaudière (eau chaude à 37c°).
- Alimentation eau adoucis.
- Alimentation eau remplissage.
- Alimentation basse pression 08 bar.
- Synchronisation de la machine de tel que la chaine soit centrée avec les buses de rinçage.

VII. Cahier de charge :

1. Les entrées :

- Bouton poussoir marche.
- Bouton poussoir arrêt.
- Commutateur d'alimentation chaudière.

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

- Commutateur tapi de sortie.
- Capteur de la chaine.
- 02 capteurs de pivotage (bonbon) position.
- 02 capteurs vérin bouchon (marteau) position.
- 01 capteur déclenchement (marteau) présence
- 01 capteur remplissage présence.
- 01 capteur (stoppeur bonbonne pour remplissage) position.
- 01 capteur (stoppeur bonbonne pour le bouchonnage) position.
- Bouton d'arrêt d'urgence.

2. Les sorties :

- Pompe de lavage station 01 (eau chaude et clore).
- Pompe de rinçage station 02 (eau adoucis).
- Pompe de remplissage.
- Electrovanne de remplissage.
- Vérin pivotage bonbonne.
- Vérin stoppeur bonbonne.
- Vérin marteau.
- Moteur principale (transporteur de bonbonne) entrainement de la chaine.
- Moteur tapis expédition (sortie).
- Moteur trimie bouchon (centrifuge).

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		action_tjr_active	M 0.2	BOOL	action toujours vrai
2		cap_bonbonne_stop...	E 0.1	BOOL	Capteur de vérin stoppeur de bonbonne (bonbonne stopper).
3		Boutton_Star	E 0.0	BOOL	bouton poussoir marche
4		cap_bas_marteau	E 0.7	BOOL	Capteur de position décente le marteau
5		Cap_bonbonne_relâ...	E 0.5	BOOL	Capteur de vérin stoppeur de bonbonne (bonbonne relâcher).
6		cap_chaine	E 1.1	BOOL	Capteur de la chaine
7		cap_marteau_mont	E 1.0	BOOL	Capteur de position remonte marteau
8		cap_pivotage_bas	E 1.3	BOOL	Capteur du vérin de pivotage entre
9		cap_pivotage_monte	E 1.2	BOOL	Capteur du vérin de pivotage sort
10		cap_stop_tapis	E 0.6	BOOL	capteur de stoppeur tapis
11		Chaine	A 0.2	BOOL	la chaine de rinçage
12		EV_remplissage	A 0.4	BOOL	Electrovanne remplissage
13		marteau	A 0.5	BOOL	Vérin de marteau
14		pivotage	A 1.0	BOOL	Vérin de pivotage pivote la bonbonne
15		pompe1	A 0.6	BOOL	la pompe de lavage station 01
16		pompe2	A 0.7	BOOL	la pompe de rinçage station 02
17		Tapis	A 0.3	BOOL	le tapis de remplissage
18		Termie	A 0.0	BOOL	mécanisme de la trimie
19		tran_tjr_vrai	M 0.1	BOOL	transition toujours vrai
20		Ver_Stop_bonbon	A 0.1	BOOL	Vérin de stoppeur de bonbonne

Figure IV.16 : La table des mnémoniques.

3. Significations des vérins et capteurs :

+ Capteurs :

- BPM : bouton poussoir marche.
- CAP01 : Capteur de la chaîne.
- CAP02 : Capteur du vérin de pivotage sort.
- CAP03 : Capteur du vérin de pivotage entre.
- CAP04 : Capteur de vérin stoppeur de bonbonne (bonbonne stopper).
- CAP05 : Capteur de vérin stoppeur de bonbonne (bonbonne relâcher).
- CAP06 : Capteur de présence pour le remplissage.
- CAP07 : Capteur de présence pour le marteau.
- CAP08 : Capteur de position décente le marteau.
- CAP09 : Capteur de position remonte marteau.
- CAP10 : capteur stoppeur tapis.

+ Vérins :

- EV01⁺ : Vérin de pivotage pivote la bonbonne (monte).
- EV01⁻ : Vérin de pivotage décent.
- EV02⁺ : Vérin de stoppeur de bonbonne sort.
- EV02⁻ : Vérin de stoppeur de bonbonne entre.
- EV03⁺ : Electrovanne ouverte (remplissage)
- EV03⁻ : Electrovanne fermé (arrêt du remplissage)
- EV04⁺ : Vérin de marteau décent.
- EV04⁻ : Vérin de marteau remonte.
- TR : mécanisme de la trimie.
- TP1⁺ : la chaîne de rinçage tourne.
- TP1⁻ : la chaîne de rinçage arrête.
- TP2⁺ : le tapis de remplissage tourne.
- TP2⁻ : le tapis de remplissage arrêt.
- P1⁺ : la pompe de lavage station 01 (eau chaude) lancé.
- P1⁻ : la pompe de lavage station 01 (eau chaude) arrêté.
- P2⁺ : la pompe de rinçage station 02 (eau adoucis) lancé.
- P2⁻ : la pompe de rinçage station 02 (eau adoucis) arrêté.

4. Principe de fonctionnement :

Après avoir vérifié les conditions initiales pour la mise en marche de la machine, une action sur le bouton poussoir marche, « les deux tapis tournent, le vérin stoppeur bonbonne pour le remplissage sort, la trimie des bouchonnes tourne », jusqu'à le capteur CAP01 détecte la position de la chaine (porte bonbonnes) est qu'elle soit centrée avec les buses de lavage et rinçage, les deux pompe station de lavage 01(lavage avec de l'eau chaude et de clore) et station de lavage 02(rinçage avec de l'eau adoucis) démarrent pendant 50s, et le dispositif de pivotage se met en action. On met la mise en route du moteur tapis par le commutateur.

L'opérateur alimente les portes bonbonnes par des bonbonnes à chaque arrêt de la chaine de lavage qui sont acheminé à l'intérieur de la station 01 puis en même temps dans la station 02, à l'écoulement du temps 50s, la chaine tourne et la bonbonne se met sur le mécanisme de pivotage qui est en position EV01⁺/CAP02, la bonbonne est positionné à la position correcte pour le remplissage initiale et attend le prochain cycle. Bonbonne est stoppée par le vérin stoppeur bonbonne et l'a mettre en position pour le remplissage, le capteur CAP04 détecte la bonbonne et déclenche le remplissage EV03⁺ pendant 7s, quand le temps de remplissage est écoulé, le vérin inverse EV02⁻/CAP05/EV03⁻, la bonbonne avance, elle prend le bouchon mécaniquement et avance jusqu'à le capteur CAP07 détecte la bonbonne, le tapis s'arrête, et déclenche le vérin du marteau EV04⁺/CAP08 qui place le bouchon correctement puis il retourne à la position initiale EV04⁻/CAP09, la bonbonne est acheminer à la sortie de la machine là où elle est datée et stockée ou vendue.

VIII. GRAFCET :

1. Equations logique de système :

$$\begin{array}{l}
 X0 : \left\{ \begin{array}{l}
 S0 = X10.1 + X6.1 + \text{Reset} \dots\dots\dots \text{Equation IV.1} \\
 R0 = X0.BTM \dots\dots\dots \text{Equation IV.2}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 X1 : \left\{ \begin{array}{l}
 S1 = X0.BTM + \text{Reset} \dots\dots\dots \text{Equation IV.3} \\
 R1 = X1.(CAP1 + CAP4) \dots\dots\dots \text{Equation IV.4}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Chapitre IV : La description technique de la machine bonbonne et la programmation de système

X2 :	{	S2=X1.CAP1+Reset.....Equation IV.5	
	{	R2=X2.CAP3.50s.....Equation IV.6	
X3 :	{	S3=X1.CAP1+ResetEquation IV.7	
	{	R3= X3.CAP3.50s.....Equation IV.8	
X4 :	{	S4=X1.CAP1+Reset.....Equation IV.9	
	{	R4=X4.CAP2.....Equation IV.10	
X5 :	{	S5=X4.CAP2+Reset.....Equation IV.11	
	{	R5= X5.CAP3.50s.....Equation IV.12	
X6 :	{	S6=(X2.X3.X5).CAP3.50s+Reset.....Equation IV.13	
	{	R6=X6.1.....Equation IV.14	
X7 :	{	S7=X1.CAP4+Reset.....Equation IV.15	
	{	R7=X7.CAP5.7s.....Equation IV.16	
X8 :	{	S8= X7.CAP5.7s+Reset.....Equation IV.17	
	{	R8=X8.CAP7.CAP8.....Equation IV.18	
X9 :	{	S9= X8.CAP7.CAP8+Reset.....Equation IV.19	
	{	R9=X9.CAP9.....Equation IV.20	

X10 :	{	S10=X9.CAP9+Reset.....Equation IV.21
		R10=X10.1.....Equation IV.22

2. Les équations des actions :

TR = EV02⁺ = X1.....Equation IV.23

P1⁻ = P2⁻ = X6.....Equation IV.24

EV02⁻ = EV03⁻ = X8.....Equation IV.25

EV04⁺ = TP2⁻ = X9.....Equation IV.26

TP1⁺ = X1 + X6.....Equation IV.27

TP2⁺ = X1 + X10.....Equation IV.28

TP1⁻ = X2 + X3.....Equation IV.29

P1⁺ = X2.....Equation IV.30

P2⁺ = X3.....Equation IV.31

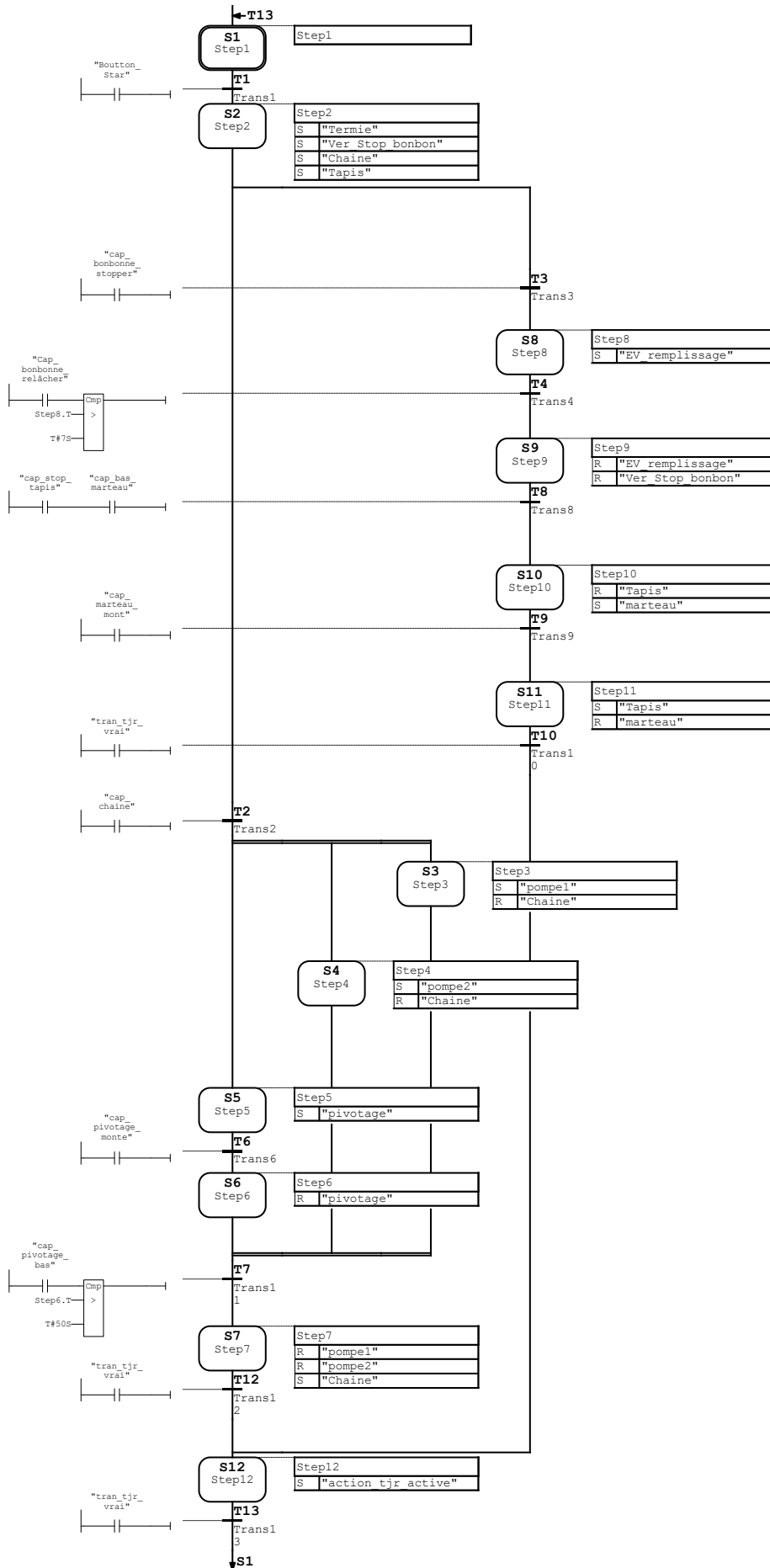
EV01⁺ = X4.....Equation IV.32

EV01⁻ = X5.....Equation IV.33

EV04⁻ = X10.....Equation IV.34

3. Le programme :

Commentaire de bloc



IX. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la machine bonbonne 19L et décrit les différentes techniques de cette machine et ses différents composants. On a utilisé le langage GRAFCET pour programmer le système de la machine. Ce langage est le mieux adapté pour contrôler des systèmes complexes tels que des machines industrielles et d'autres systèmes par rapport à d'autres langages car il se caractérise par une grande précision et une grande facilité de contrôle.

Conclusion

générale

Conclusion générale :

Au cours de ce mémoire de fin d'études, nous avons étudié la machine bonbonne 19 litres au niveau de l'entreprise de production d'eau Mont Djurdjura.

Pour l'automatisation de processus, notre choix est porté sur l'automate programmable industriel S7-300 qui répond au cahier de charge. La simulation du fonctionnement de la machine a été réalisée sous logiciel STEP7. Nous avons utilisé dans la programmation langage GRAFCET. Ce dernier est la solution proposée pour l'automatisation de mis en marche de notre machine, cette solution présente une série de tache correspondante aux différentes étapes du fonctionnement.

Nous sommes arrivés à réaliser ce travail grâce aux connaissance théoriques que nous avons acquise 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 M'ont Djurdjura.

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.

Enfin, nous n'avons pas eu le temps à cause de la pandémie COVID19 pour développer quelques taches de la machine, mais on a pu arriver à la programmer.

Bibliographie

Bibliographie

Bibliographie :

- [1] : Bouamoud Mohamed El Amine et Brahmi Sofiane Maamar « Automatisation d'une station de lavage : étude, programmation et simulation par Step7 », mémoire Master2, 22/06/2016, université de Saïda
- [2] : Aymen NEMOUCHI « Etude d'un réducteur épicycloïdal à arbre tournant et gamme d'usinage de son arbre intermédiaire », mémoire Master2, 2018, université de Annaba.
- [3] : <https://www.pompe-moteur.fr/7-pompes-de-surface> , Consulté le 30/11/2020 à 11 :07
- [4] : LATRECHE Kaddour et BOUMAGOUDA Loubna « CONCEPTION D'UN CONVOYEUR A BANDE », mémoire Master2, 2016, université de Tébessa.
- [5] : Schneider Electric « Les moteur électriques pour mieux les piloter et les protéger », cahier technique n°207, édition juin 2004.
- [6] : Schneider Electric « La protection des moteurs BT », cahier technique n°211, CT édition janvier 2007
- [7] : BOUCHAHDANE Mohamed « COORDINATION DE SYSTEMES DE PROTECTION APPLIQUEE AU RESEAU NATIONAL », Thèse de doctorat, 2013, Université Constantine 1.
- [8] : Noureddine BESSOUS « Contribution Au Diagnostic Des Machines Asynchrones », CONSTANTINE
- [9] : Adel SAID et Yassine JEMAI « INSTALLATIONS INDUSTRIELLES », cours, 2013 / 2014, I.S.E.T de Nabeul
- [10] : El Mimouni El Hassan, Lajouad Rachid, Jemily Abdelghani, Hanafi Ahmed, Rmicha Abdelhay, Errahouti Ali, Moujibi Kamal, « Science de l'ingénieur », cours, le 27/07/2006.
- [11] : SEBKHI Roza et RAHMANI Souhila « Régulation et Supervision d'une station de création de vide à base des automates Siemens, réalisé à Cevital », mémoire master2, 2016, université de Bejaia
- [12] : Thierry Schanen « Guide des Automatismes –v7 », copyright (c) 2001-2008.

Bibliographie

- [13] : Philippe GRARE, IMED KACEM « Automatismes, Ce qu'il faut savoir sur les automatismes, Fiche-résumés et application commentées » Edition Ellipse 2008, ISBN 978-2-7298-3659-7.
- [14] : C.VRIGNON et M.THENAISSIE, « l'automatisation », ISTIA, 17 octobre 2005.
- [15] : MELLALI Sofiane et YOUSFI Lounis « Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres Niagara à CEVITAL - TIA PORTAL V12 -> », mémoire Master2, 2017, université de Bejaia
- [16] : BENMERZOUG Chahrazed « Automatisation & Supervision d'une porte coulissante », mémoire Master2, 2018, université de ANNABA
- [17] : https://www.uvt.rnu.tn/resourcesuvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2.html, consulté le 15 mai 2020 à 15:49
- [18] : SADOUN Mohamed Amine « Dimensionnement et automatisation d'une machine cellophaneuse », mémoire Master2, 2017, université de Bouira
- [19] : Alain GONZAGA, « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », cours
- [20] : MAALEM ELHACHEMI et TAOUADJI IBRAHIM « Les langages de programmation de l'automate programmable industriel, application pilotage d'un ascenseur », mémoire Master2, Soutenu le : 24 Mai 2017, université de Adrar
- [21] : William Bolton, « Automates Programmables Industriels », DUNOD, Paris, 2015.
- [22] : Jean-Jacques DUMÉRY «grafcet Concepts de base », Techniques de l'Ingénieur, S7240
- [23] : Slim BEN SAOUD, « Automatismes », cours
- [24] : Ir. H. LECOCQ, « les automates programmables », Dernières mises à jour 2005.
- [25] : B. REED « Développement des grafkets-Automatismes-Niveau B », 2e édition Ellipses, laboratoire d'automatismes et de production, ISBN 978-2-7298-6203-9, 15/02/2011.
- [26] : IZRAREN Massinissa et AIT KHELIFA Hafid, « Automatisation d'une poseuse de Poignée », mémoire master 2, 2015, université de Bejaia.
- [27] : 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.
- [28] : Manuel SIEMENCs, «Programmation avec STEP 7 », 2000.
- [29] : Manuel SIEMENCs, STEP 7 PLCSIM, «Testez vos Programmes », 2002.

Résumé

Le sujet traité dans ce mémoire de fin d'étude porte sur l'étude d'une machine semi-automatique « machine bonbonne 19L » dans l'entreprise SARL Mont Djurdjura a Chorfa Bouira.

Le but de ce travail est d'étudier cette machine, et détaillée ces différentes techniques et ces différents composants. Le but principal est de programmer le système automatisé de cette machine via un automate S7-300, et avec le langage GRAFCET sous le logiciel de programmation STEP7.

Nous avons commencé par une description générale sur les différents composants utilisés dans l'industrie, ensuite une étude détaillée sur les automates programmables industriels et les systèmes automatisés et comment les contrôler. Puis, nous avons détaillé les différentes techniques de notre machine et la programmation de système.

Abstract

In this final project concerns the study of an automatic slot machine "19L carboy machine" in the company SARL Mont Djurdjura in Chorfa Bouira.

The purpose of this project is to study this machine, and detailed these different techniques and these different components. The main purpose is to program this machine via an S7-300 PLC, and with the GRAFCET language under the STEP7 programming software.

we started with a general description of the different components used in the industry "mechanical, electrical, pneumatic", then a detailed study on industrial programmable logic controllers and automated systems and how to control them, next we detailed the different techniques of our machine and the programming of system.