

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA-BEJAIA
Faculté de technologie
Département Génie électrique



Mémoire de fin de cycle Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Electrotechnique option Electrotechnique industrielle.

Thème

Réalisation d'une maquette destinée au démarrage étoile/triangle d'un moteur asynchrone triphasé en mode manuelle et semi-automatique

Mémoire réaliser par :

KANDI Ryma

MOKRANI Kamilia

Devant les Jury :

Nom et Prénom Université

Mr HAMASSE.K UAM Bejaia Président

Mr LAIFAOUI.A UAM Bejaia Examineur

Encadreurs : Mr TAZERART.F

Mr RAHMANI.A

Année universitaire 2020/2021

Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier **DIEU** le tout puissant, pour la santé et le courage qu'il nous a donné pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous remercions très vivement notre promoteurs **Mr TAZERART** et **Mr RAHMANI** de l'aide précieux qu'ils ont toujours bien Voulus nous apporter, et pour nous tendre la main à chaque fois qu'on avait besoin.*

*Nous présentons aussi nos sincères remerciements au **président du jury et les membres de jury** examinateurs d'avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Toute la promotion **MASTER Electrotechnique industriel**
2020/2021*

Enfin, Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicaces

A l'aide de dieu le tout puissant, qui nous a tracé le chemin de notre vie, nous dédions humblement ce travail avec grande fierté et comme geste de gratitude :

A nos chères mères, qui ont œuvré pour notre réussite, leurs amours, leurs soutiens, tous les sacrifices consentis et leurs précieux conseils, pour toute leurs assistances et patiences dans notre vie, aucune dédicace ne se saurait exprimer notre respect et notre amour éternel, quoi que nous fassions ou que nous disons, on ne saura point vous remercier comme il se doit.

A nos chers pères, qui peuvent être fières et trouvé ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour nous aider à avancer dans la vie. Puisse dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.

A nos chères frère et sœurs, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que nous portons pour vous, vous êtes nos fidèles accompagnants.

A nous deux, pour tous les agréables moments qu'on a passé ensemble, que ce travail soit le fruit de nos efforts et sacrifices.

A ceux qui ont toujours dévoué et sacrifiés pour nous, ceux qui nous ont aidés du mieux qu'ils puissent pour réussir, ceux qui nous ont accompagnés tout au long de ce parcours, ceux qui ont toujours été là, nos familles, nos amis.

Et à tous ceux qui nous sont chères.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Annexes

Introduction générale.....1

CHAPITRE I : Procédés de démarrage des moteurs asynchrones

I.1. Introduction.....2

I.2. Constitutions des installations industrielles.....2

I.2.1. Circuit de commande.....2

I.2.2. Circuit de puissance.....2

I.3. Généralités sur l'appareillage.....3

I.3.1. Disjoncteur magnétothermique.....3

I.3.2. Sectionneur.....3

I.3.3. Fusible.....4

I.3.4. Relais thermique.....4

I.3.5. Contacteur.....4

I.3.6. Temporisateur.....4

I.3.7. Bloc de contacte auxiliaire.....5

I.3.8. Relais à contact.....5

I.3.9. Lampes de signalisation ou voyants.....5

I.3.10. Bouton poussoir.....5

I.4. Moteur asynchrone.....6

I.4.1. Présentation.....6

I.4.2. Constitution.....6

I.4.2.1. Stator.....6

I.4.2.2. Rotor.....	7
I.4.3. Principe de fonctionnement de MAS.....	7
I.4.4. Couplage de la plaque à borne.....	8
I.5. Procédés de démarrage des moteurs asynchrones triphasés.....	9
I.5.1. Problème de démarrage des moteurs asynchrone triphasés.....	9
I.5.2. Choix d'un démarreur.....	9
I.5.3. Démarrage direct.....	10
I.5.3.1. Démarrage semi-automatique à un seul sens de marche.....	11
I.5.3.2. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche.....	12
I.5.4. Démarrage étoile-triangle.....	13
I.5.4.1. Démarrage étoile-triangle semi-automatique un seul sens de marche.....	14
I.5.4.2. Démarrage étoile-triangle semi-automatique à deux sens de marche.....	15
I.5.5. Les démarreurs électroniques.....	16
I.5.6. Démarrage par élimination de résistance statorique.....	18
I.5.7. Démarrage par élimination de résistances rotoriques.....	19
I.6. Conclusion.....	21

CHAPITRE II : Généralités sur les systèmes automatisés et l'informatique industrielle

II.1. Introduction.....	22
II.2. Contraintes du monde industriel.....	22
II.3. Informatique industrielle.....	23
II.3.1. Informatique industrielle une conception assistée par ordinateur.....	23
II.4. Système automatisé.....	24
II.4.1. Automatisation.....	24
II.4.2. Objectif de l'automatisation.....	25
II.5. Structure d'un système automatisé.....	25
I.5.1. Partie commande (PC).....	25

II.5.2. Partie opérative (PO).....	25
II.5.2.1. Pré-actionneurs.....	25
II.5.2.2. Actionneurs.....	26
II.5.2.3. Capteurs.....	26
II.5.2.4. Effecteur.....	26
II.5.3. Poste de contrôle.....	26
II.6. Automates programmables industriels.....	27
II.6.1. Architecture des automates.....	27
II.6.1.1. Aspect extérieur.....	27
II.6.1.2. Structure interne.....	28
II.7. Conclusion.....	29

CHAPITRE III : Conception et programmation d'une armoire électrique

III.1 Introduction.....	30
III.2. Etapes de réalisation d'une armoire électrique.....	30
III.2.1. Collecte d'information de récepteur.....	30
III.2.2. Choix de matériels utilisés.....	30
III.2.3. Choix de l'alimentation (AC/DC).....	31
III.2.4. Dimensionnement technique des appareillages électrique utilisé.....	31
III.2.4.1. Choix et réglage du relais thermique.....	32
III.2.4.2. Choix du contacteur.....	33
III.2.4.3. Choix du disjoncteur.....	34
III.2.5. Choix de l'armoire.....	34
III.3. Composants de l'armoire électrique.....	34
III.4. Automate programmable industriel.....	37
III.5. Automate programmable industriel S7-1200.....	37
III.5.1. Composants principaux du S7-1200.....	38

III.5.2. Unités centrales CPU.....	38
III.5.3. Modules d'entrées et sorties.....	38
III.5.4. Liaisons de communications.....	38
III.6. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal).....	39
III.7. Vue du projet.....	40
III.8. Simulation.....	41
III.9. Chargement du programme vers l'API.....	45
III.10. Conclusion.....	46

LISTES DES ABREVIATIONS

GM : General Motors.

CAO : Conception Assistée par Ordinateur.

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur.

PC : Partie Commande.

PO : Partie Opérative.

API : Automate Programmable Industriel.

E/S : Entrées/Sorties.

MCC : Moteur à Courant Continu.

MAS : Moteur Asynchrone.

DC : Direct Current.

AC : Alternative Current.

FMM : Force Magnéto Motrice.

FEM : Force Electro Motrice.

P : Nombre de paires de Pôles.

Cd : Courant de Démarrage.

Cn. : Courant Nominale.

Y : Couplage étoile.

D : Couplage triangle.

CPU : Central Processing Unit.

TOR : Tout Ou Rien.

TIA portal V.15 : Totally Integrated Automation Portal Version 2015.

LISTES DES FIGURES

Chapitre	Figure	Titre	Page
Chapitre I	1	Disjoncteur magnétothermique et son symbole.	3
	2	Sectionneur et son symbole.	3
	3	Fusible et symbole.	4
	4	Relais thermique et son symbole.	4
	5	Contacteur et son symbole.	4
	6	Temporisateur et son symbole.	4
	7	Bloc de contacte auxiliaire.	5
	8	Relais à contact	5
	9	Lampes de signalisations et leurs symboles.	5
	10	Bouton poussoir et son symbole.	5
	11	Moteur asynchrone.	6
	12	Stator avec et sans bobinage.	6
	13	MAS à rotor à cage d'écureuil.	7
	14	Enroulement du MAS.	8
	15	Couplage étoile.	8

LISTES DES FIGURES

Chapitre	Figure	Titre	Page
Chapitre I	16	Couplage triangle.	8
	17	Circuit de démarrage semi-automatique à un seul sens de marche d'une MAS.	11
	18	Circuit de démarrage semi-automatique à deux sens de marche d'une MAS.	12
	19	Circuit de démarrage étoile triangle semi-automatique un sens de marche d'une MAS.	14
	20	Circuit de démarrage étoile triangle semi-automatique deux sens de marche d'une MAS.	15
	21	Représentation d'un démarreur électronique triphasé (gradateur).	16
	22	Circuit de démarrage électronique.	17
	23	Circuit de démarrage par élimination de résistance statorique.	18
	24	Circuit de démarrage par élimination de résistance rotorique.	20
Chapitre II	1	Composition d'un système automatisé.	24
	2	Rôle général d'un capteur.	25
	3	Structure d'un système automatisé.	26
	4	API compact SIMATIC S7-1200- SIEMENS.	27
	5	Automate modulaire (Siemens).	28
	6	Structure interne d'un API.	28

LISTES DES FIGURES

Chapitre	Figure	Titre	Page
Chapitre III	1	Tableau choix du relais thermique (catalogue de Schneider).	32
	2	Tableau choix de contacteur (Catalogue Schneider).	33
	3	Réalisation d'une armoire électrique.	36
	4	Automate programmable industriel S7-1200.	37
	5	Vue du projet.	40
	6	Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton marche.	42
	7	Visualisation de la simulation après 15 secondes de l'appuie sur le bouton marche.	43
	8	Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton d'arrêt.	44
	9	Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton marche et arrêt au même temps.	45

Introduction générale

Introduction générale

L'être humain, par sa nature, a toujours recherché le moyen d'économiser ses efforts. Il n'a jamais cessé de mettre son intelligence et son imagination au service de ce but et ceci afin de créer un partenaire qui "fera" le travail à sa place. L'arrivée récente des systèmes automatisés permettent d'éliminer bon nombre de travaux pénibles et de réaliser des tâches répétitives. Signalons également que face au défi économique auquel l'industrie mondiale est confrontée ces derniers temps, la mutation de l'appareil productif s'avère nécessaire : automatiser, par exemple, devient indispensable pour obtenir une compétitivité meilleure des produits fabriqués et assurer des performances optimales. Notons aussi à l'occasion que si l'homme (la créature la plus extraordinaire au monde) qui est doté d'intelligence et de divers organes a inventé des machines merveilleuses et complexes, celles-ci ne sont rien sans lui : elles ne sont qu'un outil de travail et de progrès, certes encore une fois merveilleuses, mais dépendant du vouloir de ceux qui s'en servent. Ne nous laissons pas dominer ou déconcerter par leur complexité.

Notre travail sera consacré à la réalisation d'une maquette destinée au démarrage étoile triangle en mode manuelle et semi-automatique. Et pour bien éclaircir notre travail nous avons opté pour le plan de travail suivant :

Le premier chapitre sera consacré à la constitution des installations industrielles ainsi que les appareils de commande et de protection et la définition de la machine asynchrone, son principe de fonctionnement et enfin les différents procédés de démarrage des machines électriques.

Dans le deuxième chapitre nous allons établir des généralités sur les systèmes automatisés, l'automatisation et l'informatique industrielle ainsi que la définition d'un automate programmable industriel et son architecture.

Le troisième chapitre nous allons faire une présentation de l'armoire électrique que nous avons réalisée telle que les différents composants utilisés. Nous terminerons ceci avec une simulation du démarrage étoile triangle du moteur asynchrone par le logiciel TIA PORTAL après l'avoir présenté à partir d'un automate programmable industrielle SIEMENS S7-1200 et charger le programme dans notre armoire électrique.

Enfin nous terminerons notre travail par une conclusion générale, dans laquelle nous ferons une synthèse récapitulative du travail présenté

CHAPITRE I :
Procédés de démarrage des
moteurs asynchrones

I.1. Introduction

Dans le domaine de l'industrie, il est primordial de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique afin de pouvoir effectuer les tâches nécessaires pour la production. Ce rôle de transformation d'énergie est assuré par les moteurs électriques et ce sont les moteurs électriques conventionnels qui sont les plus utilisés (MCC, synchrone et asynchrone).

Dans ce présent chapitre nous essayerons d'en parler sur les constitutions des installations industrielles, les appareils de commande, de signalisation et de protection, les paramètres qui régissent sur le moteur asynchrone ainsi que sa constitution, un aperçu sur son principe de fonctionnement et enfin les procédés de démarrage d'un moteur asynchrone triphasé.

I.2. Constitutions des installations industrielles

Les installations industrielles des automatismes sont constituées de deux circuits :

I.2.1. Circuit de commande

Il comporte l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance. On trouve :

- La source d'alimentation.
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Un appareil de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique). Organes de commande (bobine du contacteur) [1].

I.2.2. Circuit de puissance

Il comporte l'appareillage nécessaire aux fonctionnements des récepteurs de puissance suivant un automate bien défini. On trouve :

- Une source de puissance (généralement réseau triphasé).
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection).
- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur).
- Des récepteurs de puissances (moteurs) [1].

I.3. Généralités sur l'appareillage

L'appareillage électrique doit assurer le contrôle de l'énergie électrique transportée par les canalisations depuis la source de production jusqu'à l'utilisation. Il a pour fonctions suivantes :

- La réalisation des connections ;
- D'établir ou interrompre l'énergie électrique ;
- De protéger les personnes et les biens ;
- De régler, de contrôler, de mesurer les grandeurs électriques [2].

Appareils de commande de signalisation et de protection

Tout circuit comprend quelques composants de base raccordés entre eux de façon à assurer le contrôle désiré du moteur et sa protection [3].

Voici les principaux dispositifs :

I.3.1. Disjoncteur magnétothermique

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique qui protège contre les court-circuit et un relais thermique qui protège contre les surcharges. Il a un pouvoir de coupure automatique afin d'éviter tout danger [4].

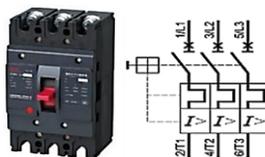


Figure I-1 : Disjoncteur magnétothermique et son symbole.

I.3.2. Sectionneur

Le sectionneur est un appareil de connexion qui permet d'isoler un circuit pour effectuer des opérations de maintenance ou de modification sur les circuits électriques [5].



Figure I-2 : Sectionneur et son symbole.

I.3.3. Fusible

Les fusibles sont des appareils de protection dont la fonction est d'ouvrir un circuit par fusion d'un élément calibré, lorsque le courant dépasse une valeur précise [5].



Figure I-3 : Fusible et symbole.

I.3.4. Relais thermique

Le relais thermique est un appareil qui permet de protéger un récepteur contre les surcharges faibles et prolongées. Il permet de protéger efficacement contre les incidents d'origines mécaniques et les chutes de tension [5].

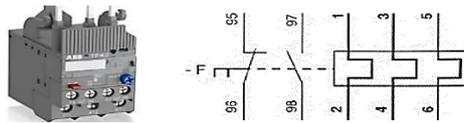


Figure I-4 : Relais thermique et son symbole.

I.3.5. Contacteur

Appareil de commande ayant une seule position de repos, commandé électriquement et capable de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales [5].

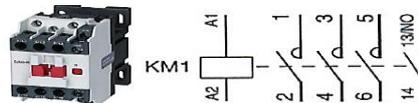


Figure I-5 : Contacteur et son symbole.

I.3.6. Temporisateur

Le temporisateur est un composant utilisé pour ajouter un délai dans un circuit électrique qui est parfois nécessaire pour retarder le départ ou l'arrêt d'un moteur [3].

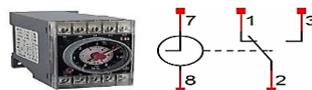


Figure I-6 : Temporisateur et son symbole.

I.3.7. Bloc de contacte auxiliaire

Le bloc de contacte auxiliaire est un appareil mécanique de connexion qu'il s'adapte sur les contacteurs, il permet d'ajouter de deux à quatre contacts supplémentaires au contacte [4].

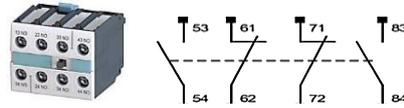


Figure I-7 : Bloc de contacte auxiliaire.

I.3.8. Le relais à contact

C'est un relais de protection et de contrôle de tension universel. Il assure la protection contre les coupures d'alimentations [3].



Figure I-8 : Relais à contact

I.3.9. Lampes de signalisation ou voyants

Ils servent à donner une information sur l'état du système [4].



Figure I-9 :Lampes de signalisations et leurs symboles.

I.3.10. Bouton poussoir

Il existe des boutons poussoirs à fermeture et des boutons poussoirs à ouverture. Ils servent à ouvrir ou fermer un circuit électrique [4].



Figure II-10 : Bouton poussoir et son symbole.

I.4. Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone, connu également sous le terme de machine à induction, est un moteur à courant alternatif sans connexion entre le stator et le rotor. Le terme asynchrone provient du fait que la vitesse de ce moteur n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui la traversent [6].

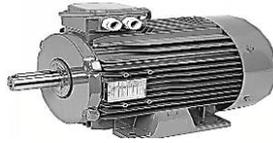


Figure I-11 : Moteur asynchrone.

I.4.1. Présentation

Le moteur se compose de deux pièces principales :

- Le stator est relié au réseau ou un variateur de vitesse.
- Le rotor est constitué de conducteurs en court-circuit qui sont parcourus par des courants induits par le champ magnétique créé par les courants statoriques [6].

I.4.2. Constitution

Le MAS comprend deux parties, l'une fixe appelée stator et l'autre mobile appelée rotor.

I.4.2.1. Stator

Appelé inducteur ou primaire, comporte une carcasse en acier renfermant un empilage de tôles identiques qui constituent un cylindre vide, ces tôles sont percées de trous à leur périphérie intérieure. L'alignement de ces trous forme des encoches où on loge un bobinage triphasé [7].

Le bobinage du stator est serré dans les encoches par des cales et il est imprégné de sorte à obtenir une masse solide qui pourra résister aux effets électrodynamiques de démarrage [8].



Figure I-12 : Stator avec et sans bobinage.

I.4.2.2. Rotor

Se compose d'un cylindre de tôles poinçonnées à leur périphérie extérieure pour former les encoches destinées à recevoir des conducteurs. Il est séparé du stator par un entrefer très court de l'ordre de 0,4 à 2 mm seulement [7].



Figure I-13 : MAS à rotor à cage d'écureuil.

I.4.3. Principe de fonctionnement de MAS

Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose sur la création d'un courant induit dans un conducteur lorsque celui-ci coupe les lignes de force d'un champ magnétique, d'où le nom de "moteur à induction". L'action combinée de ce courant induit et du champ magnétique crée une force motrice sur le rotor du moteur.

Le fonctionnement du moteur asynchrone triphasé est basé sur l'application de trois principes fondamentaux :

- Théorème d'Ampère (principe I) ;
- Loi de Faraday (principe II) ;
- Loi de Lenz (principe III).

Au moment où l'on ferme l'interrupteur, les enroulements statoriques à P pair de pôles seront branchés sur un système de tension triphasée équilibré et se trouvent parcourus par un système du courant également triphasé équilibré de même pulsation électrique.

Ces courants donnent naissance à une FMM tournante et par la suite un flux magnétique tournant (Principe I).

Les enroulements rotoriques voient défiler les P paires de pôles du champ tournant statorique et donc traversés par un flux qui varie sinusoidalement dans le temps. (Principe III). Aux bornes de ces enroulements va apparaître un système de FEM induite triphasé équilibré (principe II).

Comme ces enroulements sont fermés sur eux même, ils seront alors parcourus par un système du courant triphasé équilibré, ces derniers vont créer à leurs tours une FMM et par la suite un flux magnétique tournant à P paires de pôles. Par conséquent les deux FMM ainsi que les deux flux (flux statorique et rotorique) tournent à la même pulsation de rotation par rapport au stator. L'interaction entre les deux champs tournants donne naissance au couple électromagnétique de moteur [9].

I.4.4. Couplage de la plaque à borne

Pour connecter un moteur a un réseau, il faut dans choisir le couplage du moteur.

Il existe deux couplages : couplage étoile (Y) et couplage triangle (D).

Nous effectuons le couplage du moteur en fonction de la tension maximum que peut supporter une bobine [2].

Connexion au réseau

Le stator des moteurs asynchrones standards possède trois enroulements reliés à une plaque à borne comportant six bornes repérées. Les enroulements sont branchés de telle sorte que la tension du réseau corresponde à la tension qui supporte un enroulement du moteur [2].

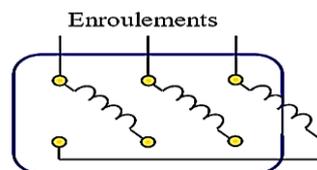


Figure I- 14 : Enroulement du MAS.

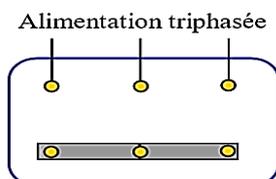


Figure I- 15 : Couplage étoile.

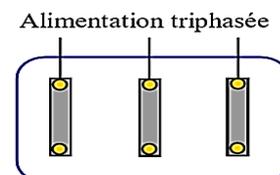


Figure I- 16 : Couplage triangle.

I.5. Procédés de démarrage des moteurs asynchrones triphasés

Les différents procédés de démarrage ont pour objectif fondamental de limiter l'intensité absorbée tout en maintenant les performances mécaniques de l'ensemble « moteur-machine entraînée » conformes au cahier des charges [10].

I.5.1. Problème de démarrage des moteurs asynchrone triphasés

Au moment du démarrage, le moteur asynchrone triphasé fonctionne comme un transformateur, dont le primaire est sous une tension et le secondaire est en court-circuit, l'intensité appelée est alors très simple. Suivant le type et la puissance du moteur, le courant de démarrage peut atteindre 4 à 10 fois le courant nominale de pleine charge. Cet appel de courant très important de courte durée que le moteur pourrait le supporter sans risque d'échauffement dangereux, par ailleurs il est un gêne pour la distribution d'énergie électrique et pour les utilisateurs en voisinage sur la même ligne, en provoquant des chutes de tension excessives, il est alors nécessaire de réduire ce courant de démarrage [10].

Solution générale aux problèmes de démarrage

Dans le cas du moteur asynchrone cette limitation de courant est obtenue par :

- Une réduction de la tension d'alimentation, le courant est proportionnel à la tension.
- Une augmentation de la résistance rotorique [2].

I.5.2. Choix d'un démarreur

Le choix d'un démarreur sera lié :

- Au type d'utilisation : souplesse au démarrage.
- A la nature de la charge à entraîner.
- Au type de moteur asynchrone.
- A la puissance de moteur.
- A la puissance de la ligne électrique.
- A la gamme de vitesse requise pour l'application [8].

Dans la suite de ce chapitre, nous exposerons les différents types de démarreur.

I.5.3. Démarrage direct

C'est le démarrage le plus simple où le stator est directement couplé sur le réseau. Le moteur démarre sur ses caractéristiques naturelles. Au moment de la mise sous tension, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire, constitué par la cage du rotor très peu résistante, est en court-circuit. Le courant induit dans le rotor est important. Il en résulte une pointe de courant sur le réseau : l'appel de courant est important (5 à 8 fois le courant nominal). Le couple de démarrage est en moyenne : $C_{\text{démarrage}} = 0.5 \text{ à } 1.5 C_{\text{nominal}}$ [9].

Le démarrage direct ne peut convenir que dans les cas où :

- La puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau, de manière à limiter les perturbations dues à l'appel de courant.
- Le moteur entraînée ne nécessite pas une mise en vitesse progressive où comporte un dispositif amortisseur qui réduit le choc du démarrage.
- Le couple de démarrage peut être élevé sans incidence sur le fonctionnement de moteur [9].

- **Avantages**

- Simplicité de l'appareillage.
- Couple important.
- Temps de démarrage minimal pour un moteur à cage [11].

- **Inconvénient**

- Appel de courant très important.
- Démarrage brutal [7].

- **Emplois**

- Moteurs de petite puissance ou de puissance faible par rapport à la puissance du réseau.
- Moteurs ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive.
- Moteurs nécessitant un bon couple de démarrage [11]

I.5.3.1. Démarrage semi-automatique à un seul sens de marche

On veut démarrer un MAS triphasé dans un sens de marche avec un bouton poussoir S1 et l'arrêter avec un bouton poussoir S0 [1].

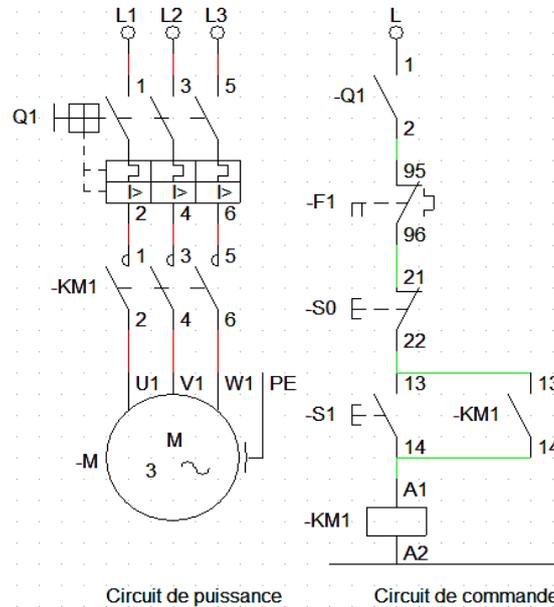


Figure I-17 : Circuit de démarrage semi-automatique à un seul sens de marche d'une MAS.

Composant schéma de puissance :

-L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.

-Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.

-KM1 : Contacteur principale.

-M : Moteur triphasé.

Composant de schéma de commande :

-L : Ligne de phase.

-Q1 : Contact auxiliaire de pré coupure.

-S0 : Bouton poussoir d'arrêt.

-S1 : Bouton poussoir de marche.

-KM1(13,14) : Contact auxiliaire

-KM1 (A1, A2) : Bobine du contacteur.

-F1 : Contact axillaire du relais thermique de contacteur.

Fonctionnement

- Une action sur le bouton poussoir S1 excite la bobine KM1 ce qui provoque son auto-alimentation, fermeture de contact KM1 c'est-à-dire démarrage du moteur.
- Une action sur le bouton poussoirs S0 ou une fonction de disjoncteur Q1, entraîne la désexcitation de la bobine KM1 et l'arrêt de moteur [12].

I.5.3.2. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche

On veut démarrer un MAS dans deux sens de rotation, par un bouton poussoir S1 pour le sens 1, par un bouton poussoir S2 pour le sens 2 et un bouton poussoir S0 pour l'arrêt [1].

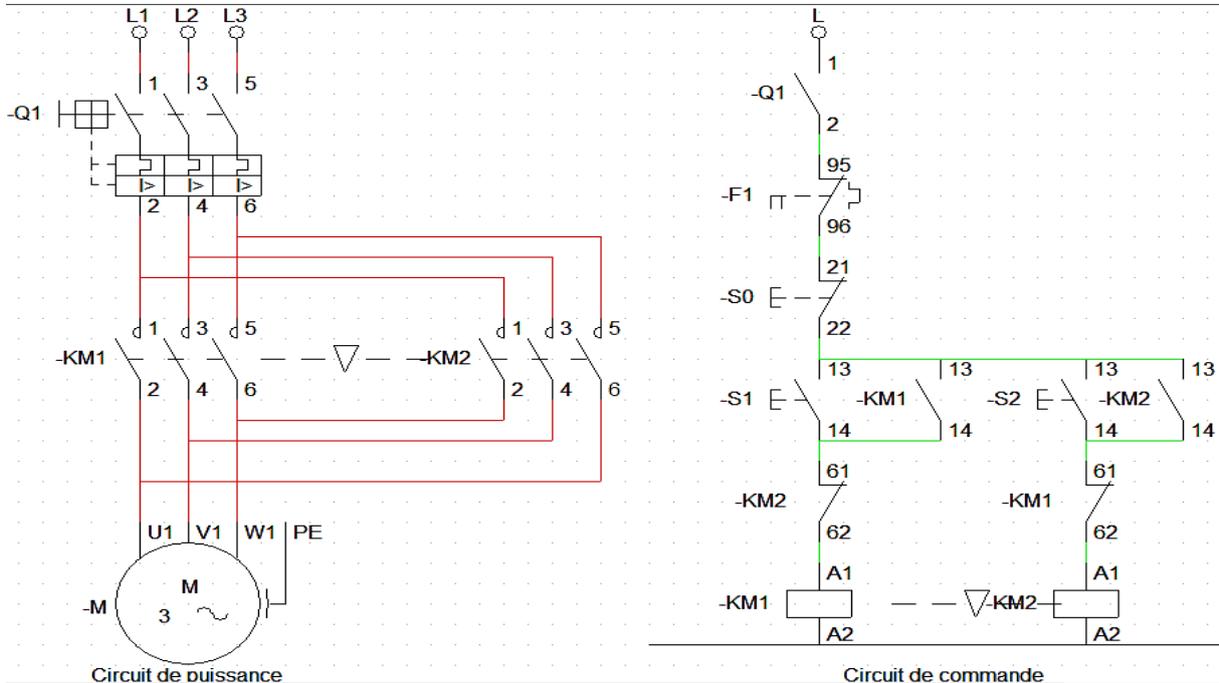


Figure I-18 : Circuit de démarrage semi-automatique à deux sens de marche d'une MAS.

Composant schéma de puissance :

-L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.

- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.

-KM1 : Contacteur sens 1.

-KM2 : Contacteur sens 2.

-M : Moteur triphasé.

Composant de schéma de commande :

-L : Ligne de phase.

-Q1 : Contact auxiliaire de pré coupe.

-F1 : Contact axillaire du relais thermique.

-S0 : Bouton poussoir d'arrêt.

-S1 : Bouton poussoir de marche avant.

-S2 : Bouton poussoir de marche arrière.

-KM1, KM2 (A1, A2) : Bobines des contacteurs KM1, KM2.

-KM1, KM2 (61 ,62) : Contacts à ouverture assure le verrouillage électrique de deux sens de marche.

Fonctionnement

- Une action sur le bouton poussoir S1 excite la bobine KM1 ce qui provoque son auto-alimentation, le verrouillage du contacteur KM1 donc l'alimentation du moteur et son démarrage dans un sens de rotation.
- Une action sur le bouton poussoir S0 ou une fonction de relais thermique F1, coupe l'alimentation de la bobine KM1, le moteur s'arrête.
- Une action sur le bouton poussoir S2 excite la bobine KM2 ce qui provoque son auto-alimentation, le verrouillage du contacteur KM2 donc l'alimentation du moteur et son démarrage dans l'autre sens de rotation.
- Une action sur le bouton poussoir S1 ou une fonction de relais thermique F1, coupe l'alimentation de la bobine KM2, le moteur s'arrête [12].

I.5.4. Démarrage étoile-triangle

Ce mode de démarrage ne peut être utilisé qu'avec un moteur sur lequel les deux extrémités de chacun des trois enroulements statoriques sont ramenées sur la plaque à bornes. Le bobinage doit être réalisé de telle sorte que le couplage triangle correspond à la tension du réseau [9].

Les enroulements du moteur sont couplés en étoile avec le réseau. La tension aux bornes de chaque enroulement est ainsi réduite par un facteur $1/\sqrt{3}=0,58$. Avec ce couplage, le couple de démarrage atteint environ 30% de la valeur obtenue avec un couplage en triangle. À l'enclenchement, le courant est réduit à un tiers du courant avec enclenchement direct [8].

A cause du couple de démarrage réduit, la commutation étoile-triangle convient bien aux entraînements avec une grande masse mobile, mais peu à ceux avec un couple résistant augmentant avec la vitesse [13].

Le démarrage s'effectue en deux temps :

- Premier temps : mise sous tension et couplage étoile des enroulements. Le moteur démarre à tension réduite de $1/\sqrt{3}$;
- Deuxième temps : suppression du couplage étoile et mise en couplage triangle. Le moteur est alimenté à pleine tension [14].

- **Avantage**

- Appel de courant en étoile réduit au tiers de sa valeur en direct.
- Faible complication d'appareillage [11].

- **Inconvénients**

- Couple réduit au tiers de sa valeur en direct ;
- Coupure d'alimentation lors de passage de l'étoile-triangle [11].

- **Emploie**

-Machines démarrant à vide : machine à bois, ventilateurs, machines-outils [11].

I.5.4.1. Démarrage étoile-triangle semi-automatique un seul sens de marche

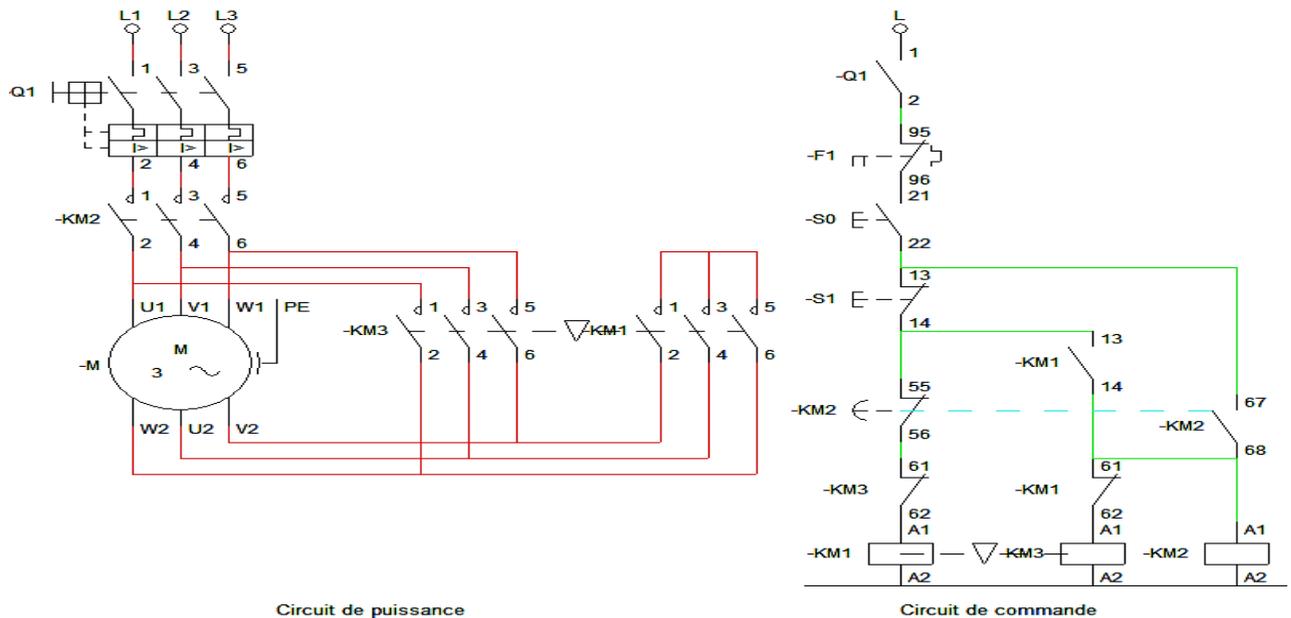


Figure I-19 : Circuit de démarrage étoile triangle semi-automatique un sens de marche d'une MAS.

Composant schéma de puissance :

- L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.
- KM1 : Contacteur couplage étoile.
- KM3 : Contacteur couplage triangle.
- M : Moteur triphasé.
- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.
- KM2 : Contacteur de ligne.

Composant de schéma de commande :

- L : Ligne de phase.
- S0 : Bouton poussoir d'arrêt.
- S1 : Bouton poussoir de marche.
- Q1 : Contact auxiliaire pré coupure.

- F1 : Contact axillaire du relais thermique.
- KM1 (13,14) : Contact de maintien temporisé.
- KM3(61,62) : Contact de maintien triangle.
- KM3 (A1, A1) : Bobine du contacteur triangle.
- KM1(61,62) : Contact de maintien étoile.
- KM2 (A1, A2) : Bobine du contacteur ligne.
- KM2 (A1, A2) : Bobine du contacteur ligne.
- KM2(55,56) : Contact temporisé.

Fonctionnement

1er temps

- Une impulsion sur S0 alimente le relais KM1 ;
- Le contacteur KM1 fermé et le KM2 activé ;
- Il y a auto-alimentation KM2 (13,14) est fermé ;
- Les contacteurs de puissance KM1 et KM2 étant fermés, on a un couplage étoile [3].

2ème temps

- Lorsque le temporisateur atteint le temps donné, son contacteur KM2(55-56) s'ouvre, entraînant avec un léger retard la fermeture du contacteur KM2(67,68) ;
- Le relais KM3 est alors alimenté ;
- Les contacteurs KM2 et KM3 sont donc fermés : c'est le couplage Triangle ;
- L'arrêt est obtenu par une impulsion sur S0 [3].

I.5.4.2. Démarrage étoile-triangle semi-automatique a deux sens de marche

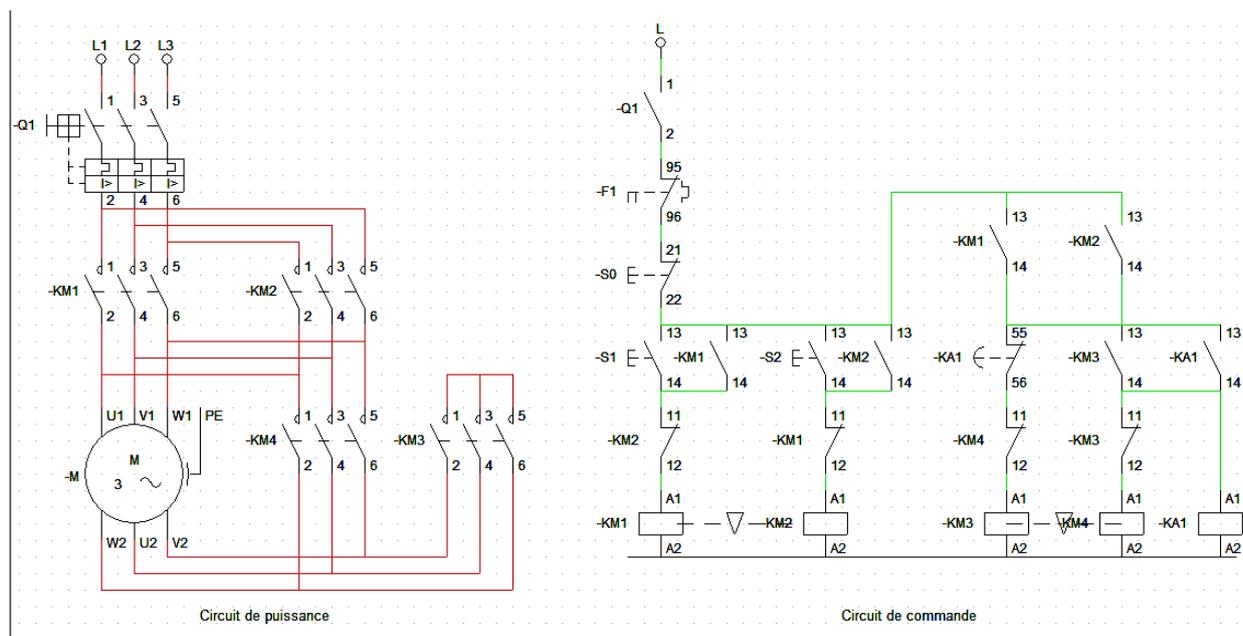


Figure I-20 : Circuit de démarrage étoile triangle semi-automatique deux sens de marche d'une MAS.

Composant schéma de puissance :

- L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.
- KM1 : Contacteur sens 1.
- KM3 : Contacteur couplage étoile.
- M : Moteur triphasé.
- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.
- KM2 : Contacteur sens 2.
- KM4 : Contacteur couplage triangle.

Composant de schéma de commande :

- L : Ligne de phase.
- S0 : Bouton poussoir d'arrêt.
- Q1 : Contact auxiliaire pré coupure.
- KM1(13,14) : Contacteur marche avant.
- KA1 (A1, A2) : Bobine de contacteur temporisé.
- KM1 (A1, A2) : Bobine du contacteur marche avant.
- KM2 (A1, A2) : Bobine du contacteur marche arrière.
- KA1 (13,14) : Contact de maintien de temporisateur.
- KM3 (13,14) : Contact de contacteur couplage étoile.
- KM3 (11,12) : Contact de maintien contacteur couplage étoile.
- KM4 (11,12) : Contact de maintien contacteur couplage triangle.
- KM4 (A1, A2) : Bobine de contacteur couplage triangle [12].
- F1 : Contact axillaire du relais thermique.
- S1 : Bouton poussoir de marche avant.
- S2 : Bouton poussoir de marche arrière.
- KM2 (13,14) : Contacteur marche arrière.
- KA1 (55,56) : Contact temporisé.

I.5.5. Les démarreurs électroniques

Les démarreurs électroniques sont constitués d'un gradateur triphasé à angle de phase [8].

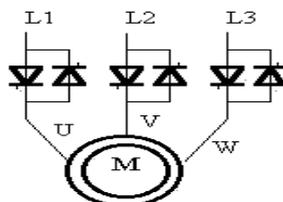


Figure I-21 : Représentation d'un démarreur électronique triphasé (gradateur).

La réduction d'intensité peut être obtenue par des composants électroniques. On utilise alors un convertisseur alternatif/alternatif.

Le contrôle du démarrage peut être obtenu par contrôle de la tension d'alimentation (augmentation progressive) soit par contrôle du courant absorbé soit en jouant sur les deux.

Le convertisseur fonctionne en boucle ouverte lorsqu'il contrôle uniquement l'augmentation progressive de la tension, boucle fermée lorsqu'il contrôle le courant.

Lorsque le moteur atteint sa vitesse normale, il est possible de court-circuiter le démarreur par un contacteur, ceci permet de réduire les pertes dans le convertisseur [11].

- **Avantage**
 - Une grande souplesse de démarrage.
 - La maîtrise des caractéristiques de démarrage, modifiables par l'utilisateur [11].
- **Inconvénient**
 - Prix plus élevé [11].
- **Emploie**
 - Commandes des pompes, ventilateurs, compresseurs,
 - Commande d'escaliers mécaniques de convoyeurs [11].

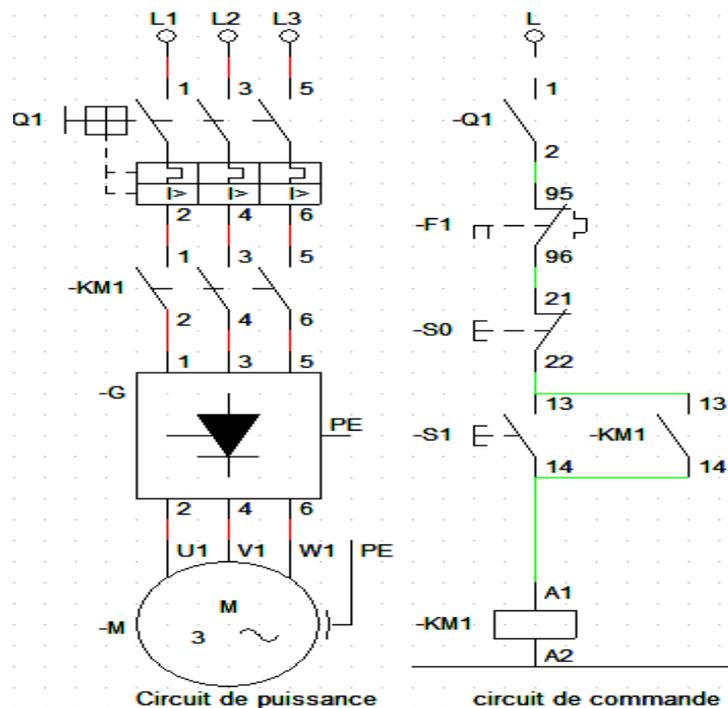


Figure I-22 : Circuit de démarrage électronique.

Composant schéma de puissance :

- L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.
- G : Gradateur triphasé.
- KM1 : Contacteur de ligne.
- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.
- M : Moteur triphasé.

Composant de schéma de commande :

- L : Ligne de phase.
- S0 : Bouton poussoir d'arrêt.
- F1 : Contact axillaire du relais thermique.
- KM1 (13,14) : Contact auxiliaire du contacteur de ligne.
- Q1 : Contact auxiliaire pré coupure.
- S1 : Bouton poussoir de marche.
- KM1 (A1, A2) : Bobine du contacteur.

I.5.6. Démarrage par élimination de résistance statorique

La tension réduite d'alimentation nécessaire pour limiter l'intensité de décollage et obtenue par insertion dans chacune des phases des stators d'une ou plusieurs résistances quand le moteur a atteint environs les 80% de sa vitesse nominale, les résistances sont court-circuitées et le stator est alimenté par là plein tension du réseau [12].

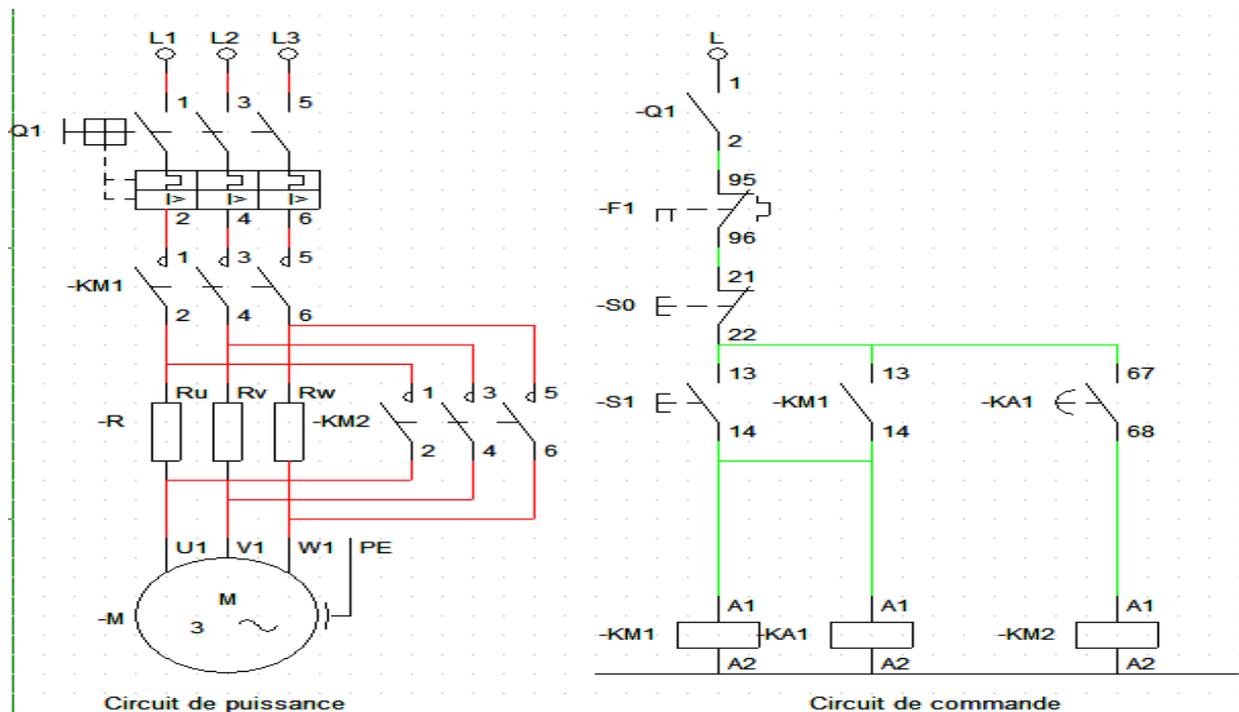


Figure I-23 : Circuit de démarrage par élimination de résistance statorique.

Composant schéma de puissance :

- L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.
- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.
- KM1 : Contacteur de ligne.
- M : Moteur triphasé.
- R (Ru, Rv, Rw) : groupe de résistances.
- KM2 : Contacteur de court-circuit des résistances (Ru, Rv, Rw).

Composant de schéma de commande :

- L : Ligne de phase.
- Q1 : Contact auxiliaire de pré coupure.
- S0 : Bouton poussoir d'arrêt.
- S1 : Bouton poussoir de marche.
- F1 : Contact axillaire du relais thermique.
- KM1(13,14) : Contact auxiliaire de contacteur de ligne.
- KM1 (A1, A2) : Bobine du contacteur de ligne.
- KA1 (67 ,68) : Contact auxiliaire retardé à l'action.
- KA1 (A1, A2) : Bobine de relais auxiliaire retardé a l'action.
- KM2 (A1, A2) : Bobine de contacteur de court-circuit des résistances (Ru, Rv, Rw).

I.5.7. Démarrage par élimination de résistances rotoriques

Ce type de démarrage est utilisé pour les moteurs à rotor bobiné dont les enroulements sont couplés en Y, et les trois sorties sont soudés à des bagues fixées sur l'arbre du moteur auxquels on peut insérer des résistances à l'aide de balais frotteurs. Ce démarrage consiste à alimenter le stator du moteur par la tension nominale et éliminer les résistances rotoriques en plusieurs temps (3 temps au minimum).

1er temps : On insère la totalité des résistances dans les enroulements du rotor.

2ème temps : On diminue la résistance du circuit rotor en éliminant une partie des résistances insérées.

3ème temps : On élimine toutes les résistances rotoriques en court-circuitant les enroulements du rotor [14].

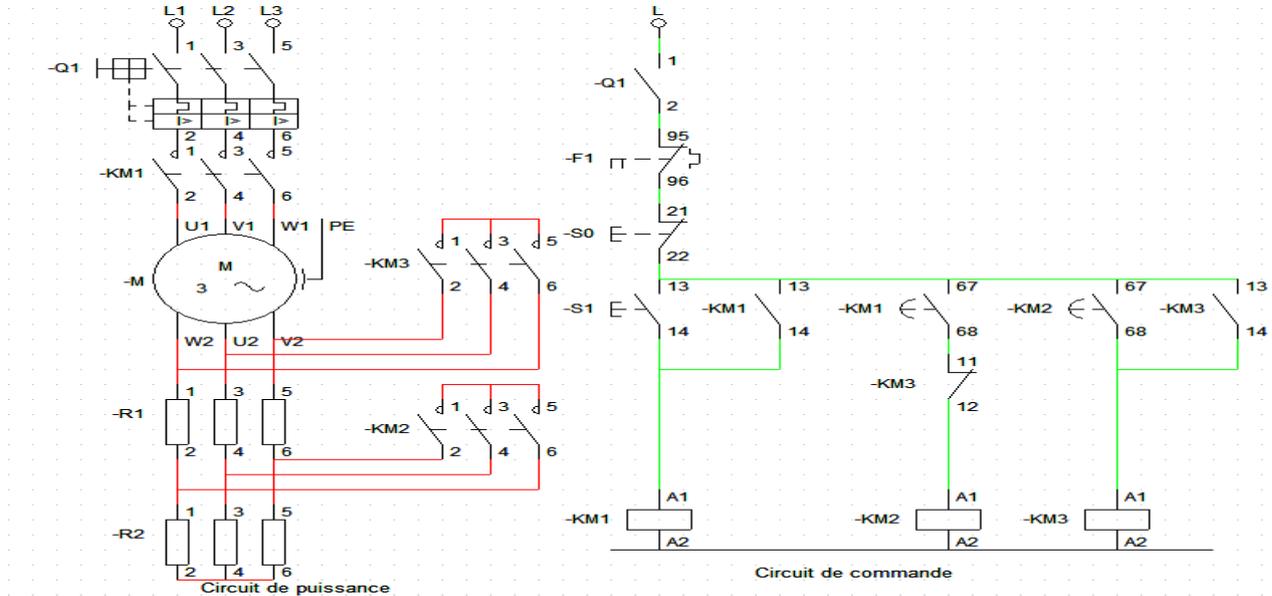


Figure I-24 : Circuit de démarrage par élimination de résistance rotorique.

Composant schéma de puissance :

- L1, L2, L3 : Alimentation triphasé.
- Q1 : Disjoncteur magnéto thermique.
- R1, R2 : Deux groupes de résistances.
- KM1 : Contacteur de ligne.
- KM3 : Contacteur 3^{ème} temps.
- KM2 : Contacteur de 2^{ème} temps.
- M : Moteur triphasé.

Composant de schéma de commande :

- L : Ligne de phase.
- Q1 : Contact auxiliaire de pré coupure.
- S0 : Bouton poussoir d'arrêt.
- S1 : Bouton poussoir de marche.
- F1 : Contact axillaire du relais thermique.

- KM1(13,14) : Contact auxiliaire de contacteur de ligne.
- KM1 (A1, A2) : Bobine du contacteur de ligne.
- KM1 (67,68) : Contact auxiliaire retardé a l'action.
- KM3 (11, 12) : Contact auxiliaire de contacteur de 3^{ème} temps.
- KM2 (A1, A2) : Bobine de contacteur de 2^{ème} temps.
- KM2 (67 ,68) : Contact auxiliaire retardé a l'action.
- KM3 (13, 14) : Contact de maintien de contacteur de 3^{ème} temps.
- KM3 (A1, A2) : Bobine de contacteur de 3^{ème} temps.

I.6. Conclusion

Au sein de toute installation comportant des moteurs asynchrones, différents types de défauts peuvent se produire, leurs conséquences sur les moteurs sont des court-circuit et/ou des sur échauffements au niveau des enroulements. Afin de s'affranchir de ces incidents ou de les limiter, tout moteur doit être protégé avec diffèrent dispositif de protection.

Dans ce chapitre, nous avons vu qu'avec une dizaine de dispositifs de base, on peut réaliser des divers systèmes de commande. Ils sont interconnectés de façon à réaliser les systèmes de puissance, de commande et les fonctions de signalisation. Ces dispositifs industriels sont utilisés dans les schémas des différents modes de démarrage d'un moteur asynchrone triphasé dont nous avons données un aperçu sur les caractéristiques, les avantages et inconvénients.

Le choix d'un mode de démarrage nécessite une bonne communication entre le fournisseur d'énergie électrique, le constructeur du moteur et de la machine entraînée. Telles que :

- la puissance du réseau d'alimentation et l'appel de courant maximal autorisé.
- le couple et l'intensité du moteur à pleine tension en fonction de la vitesse de rotation.
- le couple résistant de la machine entraînée.
- le moment d'inertie des masses tournantes.

CHAPITRE II :

Généralités sur les systèmes automatisés et l'informatique industrielle

II.1. Introduction

Les systèmes automatisés sont de plus en plus présents dans notre environnement. En effet, ils accomplissent les tâches pénibles et répétitives à notre place. Dans l'industrie, ils remplacent les ouvriers et effectuent des tâches de production, de manutention, de contrôle, de montage, etc. Ce qui a pour effet de diminuer les coûts de production. Ils interviennent aussi dans des lieux inaccessibles ou dangereux.

II.2. Contraintes du monde industriel

- **Influences externes**

- Poussières ;
- Température ;
- Humidité ;
- Vibration ;
- Parasites électromagnétiques.

- **Personnel**

- Mise en œuvre de matériel aisée (pas de langage de programmation complexe) ;
- Dépannage possible par des techniciens de formation électromécanique ;
- Possibilité de modifier les systèmes en cours de fonctionnement.

- **Matériel**

- Evolutif ;
- Modulaire ;
- Implantation aisée.

II.3. Informatique industrielle

L'informatique industrielle est une branche technologique de l'informatique appliquée qui couvre l'ensemble des techniques de conception, d'analyse et de programmation de systèmes à base d'interfaçage de l'informatique avec de l'électronique, électrotechnique, mécanique, robotique etc. à vocation industrielle (qui ne sont pas uniquement à base d'ordinateurs). Une autre définition courante est que l'informatique industrielle regroupe les programmes de supervision dont les variables représentent des mesures de grandeurs physiques [15].

II.3.1. Informatique industrielle une conception assistée par ordinateur

C'est l'informatique industrielle qui permet de réaliser la conception assistée par ordinateur (CAO) et le dessin assisté par ordinateur (DAO). Les logiciels et les techniques de modélisation géométrique contribuent à élaborer des produits et des outils pour les fabriquer, puis à les tester virtuellement. On utilise ces technologies dans de nombreux domaines notamment en :

-Mécanique pour modéliser de nombreuses contraintes liées entre différents matériaux utilisés. Les logiciels modernes permettent de concevoir les objets en trois dimensions, de plier virtuellement les matériaux, de percer les pièces ou encore de faire des retouches.

-Électronique pour concevoir des circuits électroniques et des microprocesseurs. La suite de logiciels permet de réaliser la saisie schématique du circuit, la simulation, le placement des composants et le routage. La CAO est particulièrement utile dans le cas des circuits imprimés, notamment lorsque le tracé des pistes doit être effectué sur plusieurs couches.

-Électrotechnique pour élaborer les plans de câblage électrique pour la distribution d'énergie, l'industrie, l'automobile ou encore l'aéronautique. L'outil informatique permet de gérer le projet dans son ensemble, aussi bien les plans que les liens entre les composants, les borniers ou les faisceaux de câblage. Les logiciels d'électronique offrent deux types de conception : le mode symbolique, et depuis plus récemment, le mode objet. Cette technique permet d'effectuer des modifications d'appareils et de câbles ainsi que des mises à jour sur le projet en temps réel et ce sans se soucier de devoir régénérer, par exemple des nomenclatures ou des borniers [16].

II.4. Système automatisé

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur. Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou gagner en efficacité et en précision [17].

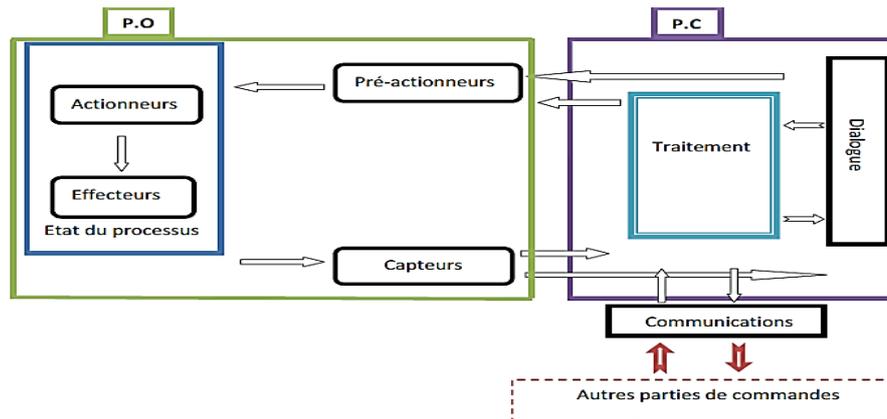


Figure II-1 : Composition d'un système automatisé.

II.4.1. Automatisation

L'automatisation industrielle est la mise en œuvre des moyens automatique qui fonctionnent tout seule ou sans intervention humaine pour la réalisation d'un processus de fabrication.

L'automatisation intervient à presque tous les stades des opérations industrielles dans des domaines aussi divers tel que :

Les industries de transformation (produit chimiques, production d'énergie) pour les réglages de température, de pression ou de débit.

Les industries de fabrication (automobile, électroménager) pour le contrôle de l'ensemble des opérations de montage.

Les industries de transport (chemin de fer, routes, navigation aérienne ou maritime) pour la commande de positionnement, de vitesse [17].

II.4.2. Objectif de l'automatisation

- La recherche d'un coût minimal en réduisant l'effectif ;
- Faciliter les conditions de travail ;
- Optimiser la sécurité du personnel en effectuant les opérations les plus risquées ;
- Ces opérations sont souvent irréalisables manuellement ;
- De plus, la concurrence économique impose une automatisation des industries pour une production de qualité et en quantité suffisante au moment voulu afin d'avoir une meilleure compétitivité [17].

II.5. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé comporte trois parties importantes :

I.5.1. Partie commande (PC)

Un organe de décision qui peut être composée de circuits électriques ou électroniques. Elle est capable de traiter des informations qu'elle reçoit pour donner les ordres correspondants.

Elle joue le rôle de cerveau de notre système, et pilote la partie opérative et reçoit des informations venant des capteurs de la partie opérative, et les transmet vers cette même partie en direction des pré actionneurs et actionneurs (elle coordonne les différentes actions de la partie opérative) [17].

II.5.2. Partie opérative (PO)

C'est l'organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique et bien souvent un assemblage de ces technologies, qui effectue les actions ordonnées par l'organe de commande [17].

Elles se composent des interfaces suivantes :

II.5.2.1. Pré-actionneurs

Ce sont des interfaces de puissance entre la partie commande et la partie opérative. Leur fonction est de transmettre, sur ordre de la partie commande, l'énergie utile aux actionneurs (ils génèrent l'énergie de commande de l'actionneur). Les pré-actionneurs les plus utilisés sont les contacteurs (pour les moteurs électriques) et les distributeurs (pour les vérins) [17].

II.5.2.2. Actionneurs

L'actionneur est un organe qui convertit l'énergie qui lui est fournie par le pré-actionneur en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées [17].

II.5.2.3. Capteurs

Un capteur est un composant technique qui détecte un événement physique se rapportant au fonctionnement du système (présence d'une pièce, température, etc.) et traduit cet événement en un signal exploitable par la PC de ce système.

Ce signal est généralement électrique sous forme d'un signal basse tension [5].



Figure II-2 : Rôle général d'un capteur.

II.5.2.4. Effecteur

L'effecteur est situé à la suite de l'actionneur pour finaliser le travail, il produit l'effet attendu. Par exemple : la pince du robot [18].

II.5.3. Poste de contrôle

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander un système et de visualiser ses différents états à l'aide des voyants [17].

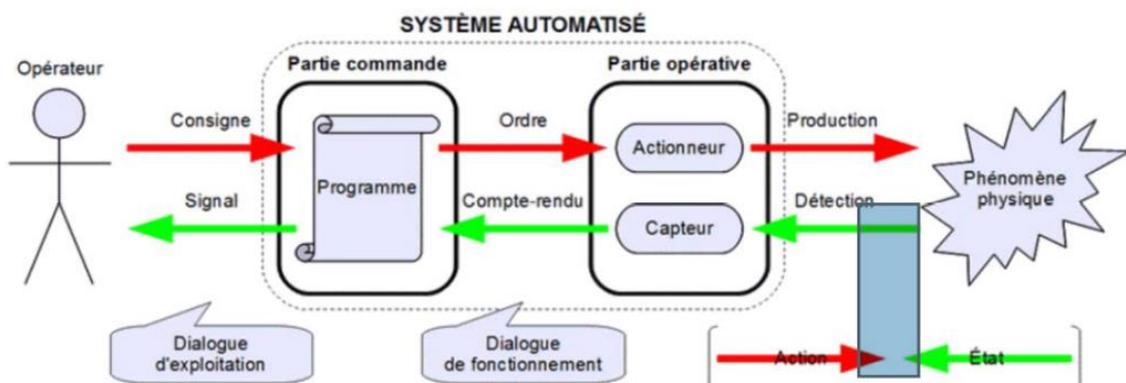


Figure II-3 : Structure d'un système automatisé.

II.6. Automates programmables industriels

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique [19].

Avantages d'un API

- simplifient les modifications car elles sont mises en œuvre de façon logicielle et non pas par des solutions matérielles plus complexes ;
- peuvent être facilement étendus par l'ajout de nouveaux modules, alors que des changements matériels sont sinon requis ;
- sont plus robustes et plus fiables en raison d'un nombre de composants mécaniques moindre ;
- sont plus compacts.
- exigent une maintenance moindre ;
- sont plus rapides.

II.6.1. Architecture des automates

II.6.1.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **Automate de type compact :**

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, etc.) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes (micro automate) [19].



Figure II-4 : API compact SIMATIC S7-1200- SIEMENS.

- **Automate De type 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 la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires [19].

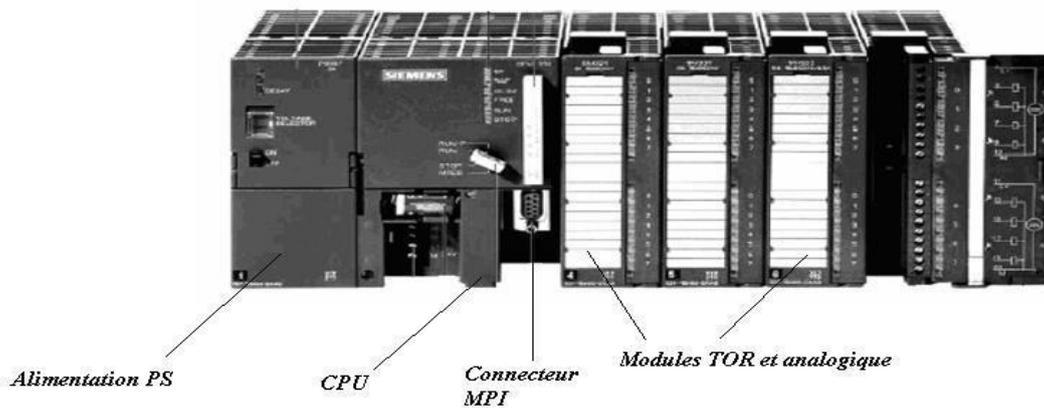


Figure II-5 : Automate modulaire (Siemens).

II.6.1.2. Structure interne

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable destinée à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des systèmes automatisés [20].

La structure interne d'un API est montrée par la figure suivante :

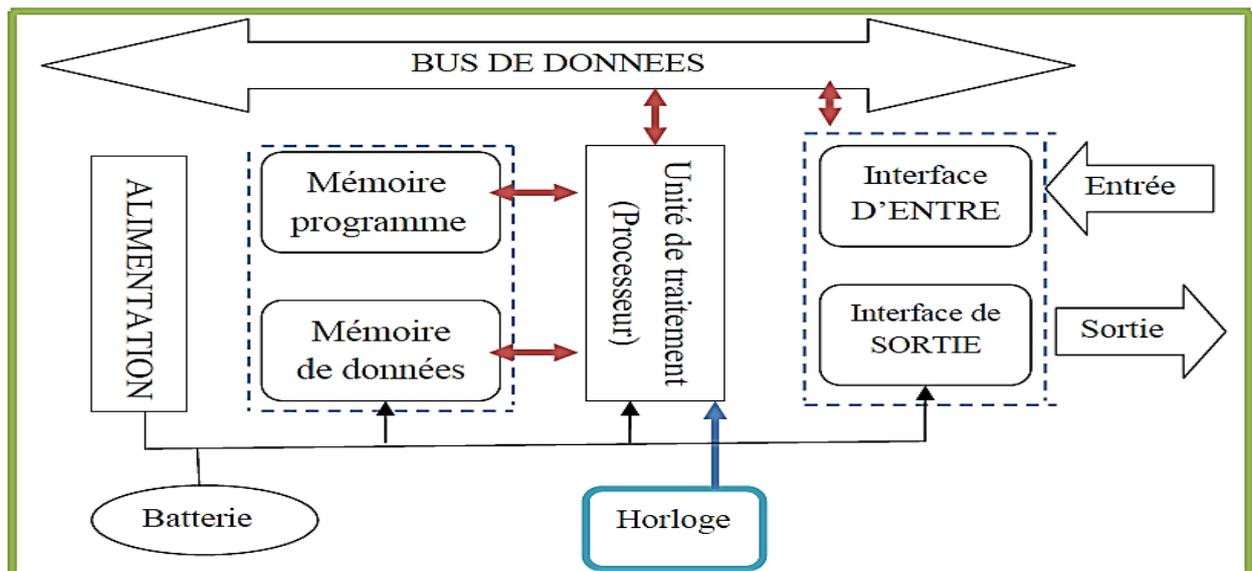


Figure II-6 : Structure interne d'un API.

Un API se compose des éléments suivants :

-La mémoire :

Permet :

- De recevoir les informations issues des entrées ;
- De recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des sorties, des temporisations, etc.) ;
- De recevoir et conserver le programme du processus [20].

-L'unité de traitement

Elle réalise toutes les fonctions logiques et arithmétiques à partir d'un programme contenu dans sa mémoire : elle lit et écrit dans la mémoire et actualise les sorties.

Elle est connectée aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par un "Bus" parallèle qui véhicule les informations entre ces éléments [20].

-Les interfaces d'entrées/sorties

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection et du pupitre opérateur.

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs et aux éléments de signalisation du pupitre.

Ces interfaces d'Entrée/Sortie (E/S) se présentent généralement sous forme d'interfaces modulaires qu'on ajoute selon le besoin [20].

II.7. Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre les systèmes automatisés, leurs structures et architectures de base, objectif de l'automatisation ainsi que quelques définitions, ce qui nous a permis de constater leurs importances dans le domaine industriel ainsi que la structure interne des API.

CHAPITRE III :

Conception et programmation d'une armoire électrique

III.1 Introduction

Toute installation électrique industrielle a besoin d'une armoire électrique pour alimenter ses différents composants électriques (moteurs, capteurs...etc.) en énergie électrique pour assurer leur fonctionnement.

Dans ce chapitre et après avoir étudié la machine asynchrone et ses différents modes de démarrage dans le premier chapitre, nous procéderons à la désignation des différents matériaux, nécessaires à la réalisation d'une armoire électrique de démarrage étoile triangle d'une MAS en mode manuelle et semi-automatique et à la description de l'automate SIEMENS S7-1200, ses caractéristiques (mémoire, les entrées/sorties), puis nous exécuterons une simulation à travers le logiciel TIA portal V.15 qui sera dédié à l'évolution de chaque étape à suivre pour créer un projet et le simuler.

III.2. Etapes de réalisation d'une armoire électrique

La réalisation d'une armoire électrique, passe par une succession d'étapes qui se résume comme suit

III.2.1. Collecte d'information de récepteur

La collecte d'information commence par relever la plaque signalétique de moteur [21].

• Les plaques signalétiques de moteurs asynchrone :

-La tension V :220/380 (V).

-Courant nominale In :4.41(A).

-courant de démarrage Id :2.55(A).

-Vitesse de rotation N :2850(tr/min).

-Facteur de puissance $\cos\phi$:0.85.

-Puissance nominale Pn :1.1(KW).

III.2.2. Choix de matériels utilisés

C'est un ensemble de composants (contacteur, API, ...) qui effectue le traitement d'information, il est destiné à coordonner la succession des actions sur la partie opérative et surveiller son bon fonctionnement, ils permettent aussi de gérer le dialogue avec les intervenants ainsi que les autres systèmes [21].

Dans notre armoire on aura besoin de :

- Un disjoncteur principal ;
- Des contacteurs pour la commande de démarrage du moteur ;
- Des relais thermiques pour la protection ;
- Un temporisateur ;
- Des boutons poussoirs ;
- Un automate programmable industriel S7-1200 et une CPU 1214C DC/DC/DC ;
- 3 relais à contacts.
- Des borniers.

III.2.3. Choix de l'alimentation (AC/DC)

Elle est choisie généralement à base de :

- La tension d'entrée (monophasée ou triphasée) ;
- La puissance délivrée à sa sortie ;
- Le courant et la tension continue de sortie [21].

Dans notre cas, l'alimentation est :

- 380 V AC pour le circuit de puissance.
- 24 V DC pour le circuit de commande.

III.2.4. Dimensionnement technique des appareillages électrique utilisé

En fonction de la tension d'alimentation et de la puissance du moteur il faut choisir :

- Le calibre et la référence du contacteur ;
- La référence du contacteur ;
- La référence et la zone de réglage du relais thermique.

Plaque signalétique du moteur que nous avons utilisé :

- tension des enroulements statorique (220/380) V ;
- Référence 50Hz ;

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Courant nominale (4.41/2.55) A ;
- Vitesse de rotation 2850tr/min ;
- Puissance nominale 1.1KW ;
- Facteur de puissance 0.85 ;
- Classe d'isolement F.

III.2.4.1. Choix et réglage du relais thermique

- Courant nominal du moteur (à lire sur la plaque signalétique) ;
- Plage de réglage du relais thermique ;
- Classe de déclenchement en fonction du temps de démarrage ;
- Données constructeurs (Schneider).

Zone de réglage du relais (A)	Fusibles à associer au relais choisi			Pour association avec contacteur LC1	Référence
	aM (A)	gG (A)	BS88 (A)		
Classe 10 A ⁽¹⁾ avec raccordement par bornes à ressort (montage direct sous contacteur uniquement)					
0,10...0,16	0,25	2	–	D09...D38	LRD013
0,16...0,25	0,5	2	–	D09...D38	LRD023
0,25...0,40	1	2	–	D09...D38	LRD033
0,40...0,63	1	2	–	D09...D38	LRD043
0,63...1	2	4	–	D09...D38	LRD053
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD063
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD073
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD083
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD103
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD123

Zone de réglage du relais (A)	Fusibles à associer au relais choisi			Pour association avec contacteur LC1	Référence
	aM (A)	gG (A)	BS88 (A)		
Classe 20 ⁽¹⁾ avec raccordement par vis-étriers					
0,4...0,63	1	2	-	D09...D38	LRD04L
0,63...1	2	4	-	D09...D38	LRD05L
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD06L
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD07L
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD08L
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD10L
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD12L

Figure III.1 : Tableau choix du relais thermique (catalogue de Schneider).

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

A partir de la figure précédente avons choisis deux relais thermiques :

-LRD103 pour la classe 10 ;

-LRD10L pour la classe 20.

III.2.4.2. Choix du contacteur

Le contacteur moteur se détermine en fonction de :

-Série de contacteurs possibles (relatif au relais thermique) ;

-Puissance du moteur ;

-Nombre de contact auxiliaire nécessaires ;

-Tension d'alimentation de la bobine ;

-Données constructeurs (Schneider).

Contacteurs tripolaires										Courant assigné d'emploi en AC-3 440 V jusqu'à		Contacts auxiliaires instantanés		Référence de base à compléter par le repère de la tension (1)		Masse (2)		
Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 (30 < 60 °C)														Fixation (3)				
220 V	380 V	415 V	440 V	500 V	560 V	1000 V												
230 V	400 V				690 V													
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	A											kg
Raccordement par vis-étriers																		
2,2	4	4	4	5,5	5,5	-	9	1	1	LC1D09**								0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	-	12	1	1	LC1D12**								0,325
4	7,5	9	9	10	10	-	18	1	1	LC1D18**								0,330
5,5	11	11	11	15	15	-	25	1	1	LC1D25**								0,370
7,5	15	15	15	18,5	18,5	-	32	1	1	LC1D32**								0,375
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	-	38	1	1	LC1D38**								0,380
Raccordement puissance par connecteurs EverLink® à vis BTR (4) et contrôle par bornes à ressort																		
11	18,5	22	22	22	30	-	40	1	1	LC1D40A**								0,850
15	22	25	30	30	33	-	50	1	1	LC1D50A**								0,855
18,5	30	37	37	37	37	-	65	1	1	LC1D65A**								0,860
22	37	37	37	37	37	-	80	1	1	LC1D80A** (5)								0,860
Raccordement par vis-étriers ou connecteurs																		
22	37	45	45	55	45	45	80	1	1	LC1D80**								1,590
25	45	45	45	55	45	45	95	1	1	LC1D95**								1,610
30	55	59	59	75	80	85	115	1	1	LC1D115**								2,500
40	75	80	80	90	100	75	150	1	1	LC1D150**								2,500
Raccordement par cosses fermées ou barres																		
Dans la référence choisie ci-dessus, ajouter le chiffre 6 devant le repère de la tension.																		
Exemple : LC1D09** devient LC1D096**.																		
Éléments séparés																		
Blocs de contacts auxiliaires et modules additifs : voir pages B8/23 à B8/29.																		
(1) LC1D09 à D80A : encliquetage sur profilé L _r de 35 mm AM1DP ou par vis.																		
LC1D80 à D95 : encliquetage sur profilé L _r de 35 mm AM1DP ou 75 mm AM1DL ou par vis.																		
LC1D80 à D95 : encliquetage sur profilé L _r de 75 mm AM1DL ou par vis.																		
LC1D115 et D150 : encliquetage sur 2 profilés L _r de 35 mm AM1DP ou par vis.																		
(2) Repères des tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale) :																		
Courant alternatif																		
Volts																		
LC1D09...D150				24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500		
50/60 Hz				B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	S7		

Figure III.2 : Tableau choix de contacteur (Catalogue Schneider).

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

Nous avons choisi à partir de la figure 2 deux types de contacteurs triphasés :

LC1D09(B7) pour la bobine de 24V (logique programmé) ;

LC1D09(Q7) pour la bobine de 380V (logique câblé).

A la disponibilité du matériel au magasin du bloc 10 de l'Université de Bejaia nous avons pris les deux contacteurs LC1E3810B5 pour la logique programmée et LC1E2510Q5 pour la logique câblée.

III.2.4.3. Choix du disjoncteur

Le choix du disjoncteur dépend de plusieurs critères, nous avons compté sur quatre critères :

Caractéristique du réseau : 220/380 V, 50Hz ;

Nombre de pôles (tri polaire neutre) ;

Caractéristique de la charge : 220/380 V, 4.41/2.51 A ;

Types de protection : contre les surcharges et surintensité, contre le court-circuit.

A la disponibilité du matériel au magasin du bloc 10 de l'Université de Bejaia nous avons pris (sans choix) le disjoncteur NG125L.

III.2.5. Choix de l'armoire

Le choix de la taille de l'armoire commence par l'analyse complète du schéma électrique, afin de déterminer le nombre exact d'appareils électrique à installer dans l'armoire et leurs encombrements, Le choix de l'armoire se fait en fonction de 'Hauteur * Longueur * Profondeur'.

Pour notre armoire et après estimation, la taille qui sera occupée par les différents organes et évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire nous avons choisi un coffret de (H x L x P) = (760x750x45) mm³.

III.3. Composants de l'armoire électrique

Une armoire électrique est principalement constituée d'appareils assurent la protection des biens et des personnes. Nous y trouvons aussi d'autres élément ayant chacun une fonction bien déterminer.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

Comme c'est mentionner au début de ce chapitre notre armoire est consisté de deux parties donc on va présenter les composantes principales et les composantes de chaque partie :

Composantes Principales

Ce sont celles qu'on utilise dans les deux parties donc elles seront en commun :

- Disjoncteur magnétothermique (Principale).
- Deux boutons poussoirs de marche et un bouton poussoir d'arrêt.
- Des borniers.

Composantes de système en technologie câblé

- Trois contacteurs similaire 380 V pour la commande de moteur :
 - Le 1^{er} Contacteur démarrage étoile.
 - Le 2^{ème} contacteur de ligne.
 - Le 3^{ème} contacteur démarrage triangle.
- Un relai thermique pour la protection.
- Un temporisateur.
- Deux blocs de contacts auxiliaires.

Composantes de système en technologie programmée

- Trois contacteurs similaire 380 V pour la commande de moteur :
 - Le 1^{er} Contacteur démarrage étoile.
 - Le 2^{ème} contacteur de ligne.
 - Le 3^{ème} contacteur démarrage triangle.
- Un relai thermique pour la protection.
- Un automate programmable industriel S7-1200 et son alimentation.
- Trois relais à contact de 7A.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Notre réalisation d'armoire électrique :

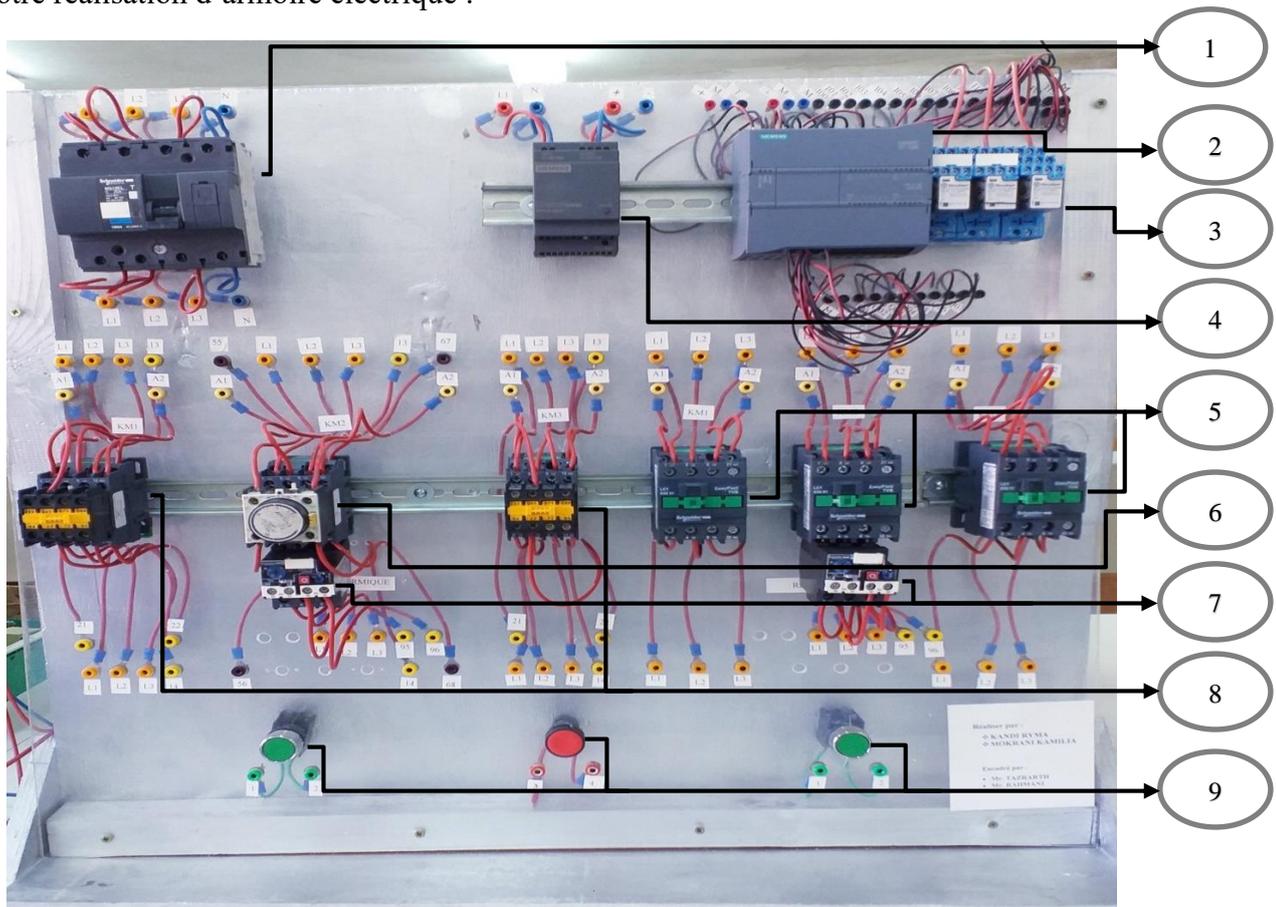


Figure III. 3 : Réalisation d'une armoire électrique.

1 : Disjoncteur magnétothermique.

2 : Automate S7-1200.

3 : Relais à contact.

4 : Alimentation électrique.

5 : Contacteur Tripolaire.

6 : Temporisateur.

7 : Relais thermique.

8 : Bloc de contact auxiliaire.

9 : Bouton poussoir.

III.4. Automate programmable industriel

La Partie Commande (PC) que l'on appelle aussi automate élabore les ordres nécessaires à l'exécution du processus, en fonction de rendus d'exécution qui lui sont fournis par la partie Opérative (PO).

La partie commande assure le traitement logique des informations et échange des informations avec l'extérieur du système pilote et surveillant dont elle reçoit les consignes et à qui elle fournit des comptes rendu visuels ou sonores [22].

III.5. Automate programmable industriel S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 fabriqué par SIEMENS est un automate de conception modulaire et compact, polyvalent, destiné à des tâches d'automatisation simple mais d'une précision extrême, il constitue donc, un investissement sûr et une solution parfaite à une grande variété d'applications.

Une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées, font de cet automate, un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète [23].

L'automate SIMATIC S7-1200 est un système de commande modulaire. Grâce à sa conception modulaire, flexible et ses hautes performances, l'automate SIMATIC S7-1200 convient parfaitement pour une multitude d'applications d'automatisation. Son jeu d'instructions puissant lui permet de réaliser des applications d'automatisation de petite taille mais également de taille moyenne [24].



Figure III.4 : Automate programmable industriel S7-1200.

III.5.1. Composants principaux du S7-1200

L'automate S7-1200 est composé d'une CPU, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant [24].

III.5.2. Unités centrales CPU

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit l'état des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur qui se trouve en mémoire et enfin, commande comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et interfaces de communication [25].

III.5.3. Modules d'entrées et sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions [25].

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

➤ **Modules TOR (Tout Ou Rien)**

L'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...).

➤ **Modules analogiques**

L'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée.

C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, thermomètre...etc.).

➤ **Modules spécialisés**

L'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent [25].

III.5.4. Liaisons de communications

Elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique ;
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses [24].

III.6. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)

Le nouvel environnement d'ingénierie TIA Portal réunit tous les systèmes d'ingénierie pour l'automatisation dans un environnement de développement unique. Le TIA Portal représente un jalon dans le développement logiciel. Un seul projet logiciel pour toutes les tâches d'automatisation. Intuitif, efficace, pérenne [26].

Le portail Totally Integrated Automation, ci-après appelé Portal TIA, offre la fonctionnalité complète pour réaliser notre tâche d'automatisation, regroupée dans une plateforme logiciel globale.

Le TIA portail permet également de disposer, au sein d'un cadre, d'un environnement de travail commun pour une ingénierie transparente avec différents systèmes SIMATIC. Tous les progiciels requis, de la configuration matérielle à la visualisation du processus en passant par la programmation, sont intégrés dans un cadre complet d'ingénierie [23].

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal V15) est l'outil de programmation des nouveaux automates comme :

- SIMATIC S7-1500.
- SIMATIC S7-1200.
- SIMATIC S7-300.
- SIMATIC S7-400.

Pour un API S7-1200 on distingue : mémoire contrôle de poids

- Nombre de module d'extensions E/S : 8.
- Nombre Maximales E/S : 16384.
- Nombre des modules de communication : 3.

III.7. Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée. La figure suivante représente deux réseaux de notre programme [27].

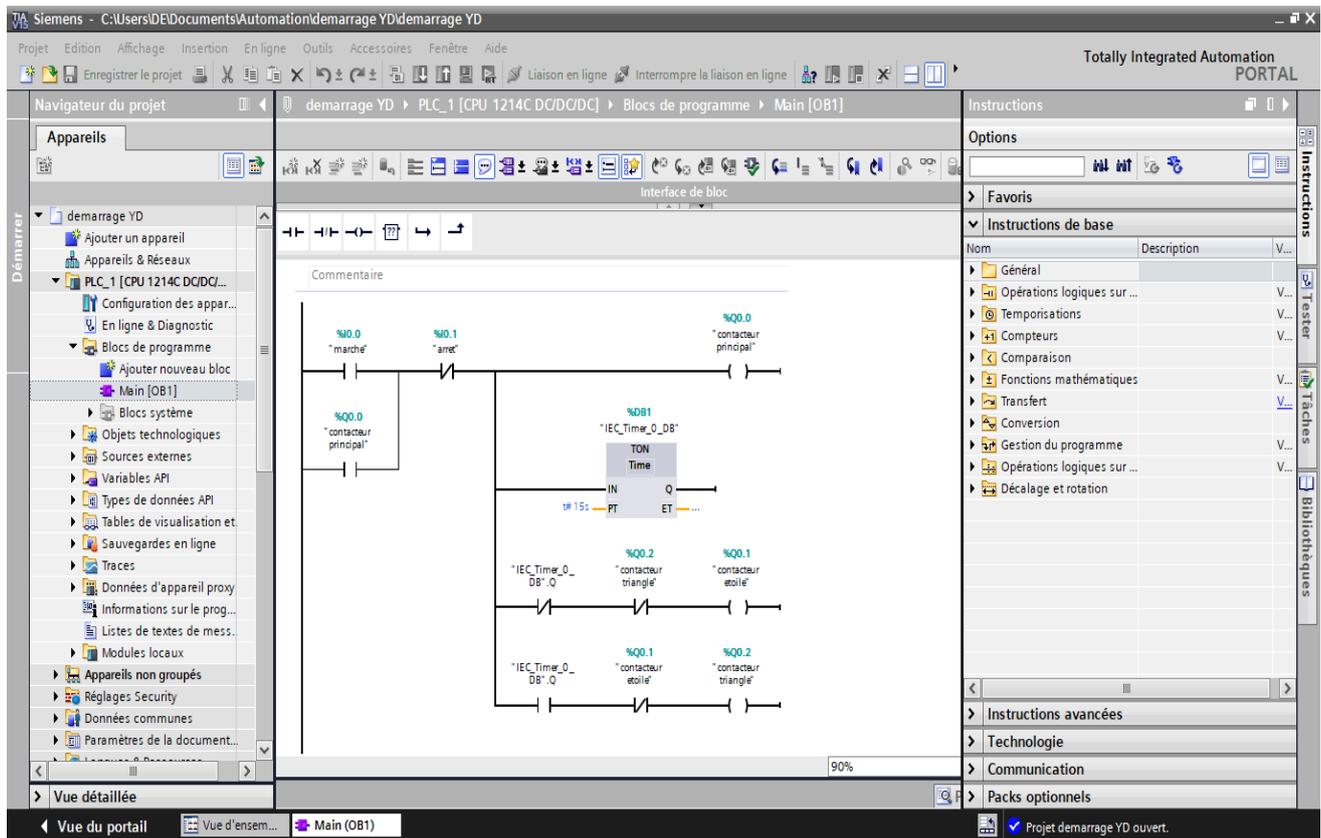


Figure III.5 : Vue du projet.

- **La fenêtre de travail** : permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI.
- **La fenêtre d'inspection** : permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme...).
- **Les onglets de sélection de tâches** : ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle, bibliothèques des composants, bloc de programme, instructions de programmation).

III.8. Simulation

On veut simuler un démarrage étoile triangle en utilisant la fonction TON après avoir vu le schéma de puissance et de commande de l'armoire électrique dans le chapitre 1.

On utilise deux entrées qui sont bouton marche et bouton d'arrêt et trois contacteurs : contacteur principal, contacteur étoile pour le démarrage étoile et contacteur triangle pour le démarrage triangle. Après avoir effectué la configuration du matériel on se dirige vers notre programme dans le bloc programme en cliquant sur MAIN.

Avant de commencer la programmation on doit créer un tableau de variable en dirigeant vers tableau de variable et écrire les entrées et sorties en donnant leurs adresses :

Bouton marche « I0.0 » / Bouton d'arrêt « I0.1 »

Contacteur principale « Q0.0 » / contacteur Etoile « Q0.1 » / contacteur triangle « Q0.2 ».

Nous avons créé le projet dont on ajoute un bloc temporisateur qui est le TON et régler la temporisation à 15 seconds.

Remarque

Les deux contacteurs normalement fermés sont utilisés pour le verrouillage, c'est à dire lorsqu'on fonctionne par le démarrage étoile le démarrage triangle doit être en état d'arrêt et vis vers ça. Pour le maintien on met contacteur principal.

On passe à la partie simulation en cliquant sur commencer la simulation, le programme est en court de compilation puis charger les variables sur l'automate et enfin visualiser.

Créer un projet PLSIM et attendre la liaison entre le PLSIM (simulateur) et le TIA PORTAIL, écrire les variables sur la table PLCSIM et cliquer sur modifier.

Le principe du démarrage est comme suivi :

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Lorsqu'on appuie sur le bouton marche le contacte principale et le contacteur étoile se Met à 1 (état de marche).

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. On the left, the 'Réseau 1' (Network 1) ladder logic is visible, showing a start button (%I0.0) and a stop button (%I0.1) connected to a main contactor (%Q0.0) and a star contactor (%Q0.1). A timer (T#75.910MS) is also present. On the right, the 'Table SIM_1' (Simulation Table) is shown, listing various variables and their states during the simulation.

Nom	Adresse	Format d'affichage	Valeur visualisée/de forçage	Bits	Forçage par lot
*IEC_Timer_0_DB...	Heure	T#15S			T#0MS
*IEC_Timer_0_DB...	Heure	T#8S_116MS			T#0MS
*IEC_Timer_0_DB...	Bool	TRUE			<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
*IEC_Timer_0_DB...	Bool	FALSE			<input type="checkbox"/> FALSE
marche:P	%I0.0:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
arrêt:P	%I0.1:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
*contacteur prin...	%Q0.0	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
contacteur étoile	%Q0.1	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
*contacteur trian...	%Q0.2	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE

Figure III.6 : Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton marche.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Après 15 secondes le contacteur principal va rester en marche le contacteur étoile se met à l'état 0 et le contacteur triangle se met à 1.

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. On the left, the 'Réseau 1' (Network 1) ladder logic is visible. It features a normally open contact labeled '%Q0.0' 'contacteur principal' and a normally closed contact labeled '%Q0.1' 'arrêt'. The logic is connected to a TON timer block (T#15S) with a PT of 15s. The timer's output (C) is connected to three coils: '%Q0.2' 'contacteur triangle', '%Q0.1' 'contacteur étoile', and '%Q0.0' 'contacteur principal'. The timer's output (ET) is connected to a normally open contact labeled '%Q0.1' 'contacteur étoile' and a normally closed contact labeled '%Q0.2' 'contacteur triangle'.

On the right, the 'Table SIM_1' (Simulation Table) is shown, detailing the state of various simulation objects after 15 seconds:

Nom	Adresse	Format d'affichage	Valeur visualisée/de forçage	Bits	Forçage par lot
"IEC_Timer_0_DB..."	Heure	T#15S			T#0MS
"IEC_Timer_0_DB..."	Heure	T#15S			T#0MS
"IEC_Timer_0_DB..."	Bool	TRUE			<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
"IEC_Timer_0_DB..."	Bool	TRUE			<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
"marche":P	%I0.0:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
"arrêt":P	%I0.1:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
"contacteur prin..."	%Q0.0	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
"contacteur étoile"	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
"contacteur trian..."	%Q0.2	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE

Figure III.7 : Visualisation de la simulation après 15 secondes de l'appuie sur le bouton marche.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Appuie sur le bouton d'arrêt tous les contacteurs se met à 0.

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. On the left, a ladder logic diagram for 'Réseau 1' is shown. It features a stop button (I0.1) in series with a normally open contact (Q0.0) leading to a TON timer (T1) with a 15s preset. The timer's output (Q) is connected to three contactors: Q0.0 (principal), Q0.1 (étoile), and Q0.2 (triangle). The stop button is also connected to a normally open contact (Q0.0) in parallel with the timer's output.

On the right, the 'Table SIM_1' window shows the simulation status of various variables:

Nom	Adresse	Format d'affichage	Valeur visualisée/de forçage	Bits	Forçage par lot
*IEC_Timer_Q_DB...		Heure	T#15S		T#OMS
*IEC_Timer_Q_DB...		Heure	T#OMS		T#OMS
*IEC_Timer_Q_DB...		Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
*IEC_Timer_Q_DB...		Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
marche:P	%I0.0:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
arrêt:P	%I0.1:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
*contacteur prin...	%Q0.0	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
contacteur étoile	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
*contacteur trian...	%Q0.2	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE

Figure III.8 : Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton d'arrêt.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

- Lorsqu'on clique sur le bouton marche et arrêt au même temps les trois contacteurs seront l'état 0 car la priorité est toujours pour le bouton d'arrêt pour la sécurité de l'individu et le matériel.

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. On the left, the 'Réseau 1' (Network 1) ladder logic diagram is visible, featuring a timer TON (T#0M5) and various contactors like '%Q0.0 "contacteur principal"', '%Q0.1 "contacteur étoile"', and '%Q0.2 "contacteur triangle"'. On the right, the 'Table SIM_1' (Simulation Table) is shown, detailing the current state of the simulation.

Nom	Adresse	Format d'affichage	Valeur visualisée/de forçage	Bits	Forçage par lot
*IEC_Timer_0_DB...	Heure	T#15S			T#0MS
*IEC_Timer_0_DB...	Heure	T#0MS			T#0MS
*IEC_Timer_0_DB...	Bool	FALSE			<input type="checkbox"/> FALSE
*IEC_Timer_0_DB...	Bool	FALSE			<input type="checkbox"/> FALSE
marche.P	%I0.0:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
arrêt.P	%I0.1:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE
*contacteur prin...	%Q0.0	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
contacteur étoile	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE
*contacteur trian...	%Q0.2	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE

Figure III.9 : Visualisation de la simulation en appuyons sur le bouton marche et arrêt au même temps.

III.9. Chargement du programme vers l'API

Et enfin la dernière partie est le chargement du programme vers l'API.

Après avoir liée l'automate avec le pc en utilisant un câble, On clique sur charger vers l'appareil puis charger après sur terminer, on appuie sur aller en ligne puis visualisation.

Chapitre III : Conception et programmation d'une armoire électrique

Le bouton marche de l'armoire est câblé avec l'entrée physique de l'automate qui est I0.0 et le bouton d'arrêt qui est physiquement normalement fermé, il est câblé avec l'entrée physique de l'automate qui est I0.1 et on a 3 contacteur sur l'armoire.

Le premier contacteur est le contacteur étoile câblé avec la sortie Q0.0.

Le deuxième contacteur est le contacteur principal est câblé avec la sortie physique de l'automate Q0.1.

Et le contacteur triangle qui est câblé avec la sortie physique de l'automate qui est Q0.2.

Les trois contacteurs sont tous mise à 0.

Appuyons sur le bouton marche de notre armoire, le contacteur principal et le contacteur étoile sont excités, après 15 secondes on a le contacteur principal et le contacteur triangle sont à 1 et le contacteur étoile est à 0.

On appuie sur le bouton d'arrêt les trois contacteurs sont en arrêt.

III.10. Conclusion

A travers ce chapitre, on a énuméré les différentes étapes de réalisation des armoires électriques, de manière générale, Le respect de ces étapes est très important pour la réussite de l'armoire électrique, du point de vue fonctionnement, protection et facilité de maintenance.

Notre réalisation est constituée de deux parties qui ont pour rôle de commander le démarrage étoile triangle d'une MAS, nous avons consacré la première partie au démarrage en mode manuelle qui fonctionne à l'aide d'un opérateur et la deuxième partie qui se base sur le mode semi-automatique qui s'intègrent sous l'automate programmable industriel « S7-1200 » via le logiciel « TIA PORTAL V15 ».

Conclusion générale

Conclusion générale

Partant d'une étude sur la constitution des installations industrielles, le moteur asynchrone et ces différents modes de démarrages en citent leur principe de fonctionnement, avantage et inconvénient, puis à des généralités sur les systèmes automatisés et ses objectifs, nous avons consacré la suite de notre travail à la réalisation d'une armoire électrique qui assure le démarrage étoile triangle d'une MAS en mode manuelle et semi-automatique via un automate (simulation par un A.P.I SIEMENS S7-1200, dont nous avons élaboré un programme à l'aide du logiciel « TIA PORTAL V15 ») .

À l'issue de ce présent travail nous arrivons à élaborer un programme pour un démarrage étoile triangle. En effet, l'introduction d'un système automatisé à l'intérieur d'un dispositif de commande industrielle n'a pas eu d'influence néfaste sur son fonctionnement, au contraire, avec ce procédé on a fait l'acquisition de l'installation et son fonctionnement ce qui aide à transmettre les informations à l'armoire de commande.

Dans cette armoire nous tenons à montrer la différence entre le mode manuelle dont les inconvénients sont : la nécessité de plus de composants et les modifications de câblage à chaque modification de commande et qui a la vitesse comme avantage car elle fonctionne simultanément avec l'opérateur, et le mode semi-automatique qui a comme avantage la banalisation du matériel (même matériel quel que soit la fonction logique à réaliser), la facilité de modification de la loi de contrôle (il suffit de modifier le programme), simplification de la maintenance et comme dernier point la faible liaison entre le volume matériel et la complexité du problème (effet simplement sur les entrées/sorties et taille mémoire). Et son Inconvénient se consiste dans la vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème.

Nous distinguons que l'automatisation industrielle est le processus d'intégration de machines et d'équipements industriels pour effectuer automatiquement des tâches telles que les différents démarrages du moteur, L'utilisation de matériels et de logiciels d'automatisation permet d'améliorer productivité, sécurité et rentabilité. L'automatisation apporte de nombreux avantages lorsqu'elle est intégrée correctement.

Conclusion générale

Perspectives

Nous souhaitons faire une extension de notre armoire électrique par installation d'un variateur de vitesse qui est maintenant le plus repartie en industrie pour la commande de vitesse des moteurs asynchrone les plus utilisées aussi.

La suite de ce travail est vaste, du point de vue programmation, nous souhaitons atteindre les applications de cette simulation aux d'autres modes de démarrages et de freinages.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] A. SAID et Y. JEMAI Technologies à L'I.S.E. T de NABEUL.

Cours d'Installation Industrielle.

[2] Cours de l'école de Formation SONELTECH Année 2020.

[3] A. RAISMECHE « Conception et programmation d'une armoire de commande assistée par un ordinateur ». Mémoire de fin d'étude magistère en Electrotechnique. Université FERHAT ABBAS de SETIF.

[4] R. METATLA « Normes et Schéma Electrique », cours, INSTITUT ALGERIEN DU PETROL (IAP) ENTREPRISE NATIONALE SONATRACH ECOLE DE SKIKDA.

[5] LES AUTEURS :

EL MIMOUNI EL HASSAN : Inspecteur de Génie Electrique.

HANAFI AHMED : Professeur d'Electronique.

Livre SCIENCES DE L'INGENIEUR. Edition 2016.

[6] F. NASRI et M. AYACHE « Etude des procédés des freinages des moteurs asynchrones triphasés Par les automates programmables industrielles API ». Mémoire de fin d'études en Electromécanique. Université de M'SSILA. Année 2006/2007.

[7] Auteurs : THEODORE WILDI

Livre « Electrotechnique ». Livre 3^{ème} et 4^{ème} Edition.

[8] Auteur : FION FABRICE

Livre « Démarrage des Moteurs Asynchrones », Edition 2001.

[9] SHNEIDER ELECTRIQUE

Livre « Guide des Solutions d'automatisme », Edition 2008.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[10] A. BIR « Démarrage et protection des Moteurs Asynchrones Triphasées ». Mémoire de fin d'étude master en Electrotechnique Industrielle. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU. Année2016.

[11] Auteur : M. MAATI.

Cours. Ecole Pratique des MINES de TOUISSIT/OUJJA/MAROC.

[12] Auteurs :

-PIERRE BOYE Professeur D'E.N.N. A.

-ANDRE BIANCIOTTO Professeur D'E.N.N. A.

Livre le schéma en électrotechnique. Edition 1981.

[13] ROCKWELL AUTOMATION.

Notions Fondamentales sur le démarrage des moteurs. Année 1998.

[14] Auteur : HENRY NEY

Livre Schéma d'électrotechnique., Edition Patrick Gonido.

[15] Auteur : SCUIO-IP

Article : Etude et débouchés en Electronique, électrotechnique, automatique.

Créé le 1 septembre 2020, Mis à jour le 1 février 2021.

[16] Par Genium360

Article : La 7^{ème} édition de la journée conférence des rencontres de génie.

Créé le 21 décembre 2017.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[17] A. HASSANI « Automatisation d'un ascenseur par un API ». Mémoire de fin d'étude en Electrotechnique Industrielle. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU.

Année 2018.

[18] M. AMROUCHE et M. HADJ ALI « Etude et automatisation d'une ligne d'emboutissage de tôle à l'aide d'un API S7-300 ». Mémoire de fin d'étude master en Electrotechnique Industrielle. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU.

Année 2012/2013.

[19] Alain GONZAGA, LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS.

[20] R. TAAZIBT et A. FELKAT « Automatisation d'un palettiseur avec un automate programmable ». Mémoire de fin d'études master en Automatique et Informatique Industrielles. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU. Année 2015.

[21] A. AIGOUN et Y. HOCINE « Etude et réalisation d'une armoire de commande d'une centrale de neutralisation des eaux usées par un API Mémoire ». Mémoire de fin d'étude en Machine Electrique. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU. Année 2014.

[22] M. DRA EL MIZEN « Étude et réalisation d'un système de contrôle de poids en ligne de produit fini des pâtes alimentaires ». Mémoire de fin d'étude de master en Electronique. Université SAAD DAHLAB de BLIDA. Année 2018.

[23] K. BAHAMMA « Réseaux industriel PROFINET basé sur les automates SIMENS S7-1200 » Mémoire de fin d'étude master en Electronique des Systèmes embarqués. Université MOHAMED KHIDER de BISKRA. Année 2019.

[24] L. MOUHOUB et R. DABOUZ « Automatisation et supervision d'une chaîne auto-bras et presse hydraulique » Mémoire de fin d'étude en Automatique et Informatique Industrielles. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU. Année 2017.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[25] S. MEBTOUCHE et S. MERABET, « Etude d'Automatisation de conditionneuse sous vide COLIMATIC THERA 450 SAIDAL ». Mémoire de fin d'étude en Automatique et Informatique Industrielles. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU.

Année 2017.

[26] A. BIN CHAB et Y. KEBIR « Automatisation d'un poste de relèvement d'assainissement des eaux usées de la Station de REGHAIA ». Mémoire de fin d'étude en Automatique. Université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES. Année 2017.

[27] R. BENFRARES et M. BOURA « Etude, Automatisation par un automate S7-300 et la supervision de la rectifieuse VOUMARD 300 CNC ». Mémoire de fin d'études master en Automatique industrielle. Université MOULOUD MAMMARI de TIZI-OUZOU. Année 2018.

ANNEXES

Annexe A.1 : caractéristiques du moteur asynchrone (licence Siemens)

MOT triphasé 890-100-0832-0021
 N° 91-114-02 IP54 CI. ISOI. F
 220/680V DY 4.41/ 2.55A
 1.1 KW 2850 tr/min
 Cos phi 0.85 CI. Rot. 16
 CEI 34 VDE 0530 50HZ

**Annexe A.2** : caractéristiques du disjoncteur magnétothermique

Schneider Electric
 NG125L
 C 25A
 Uimp 8KV
 Icu 50KA
 Ue 380/415V
 18824 IEC 60947-2

**Annexe A.3** : caractéristiques de l'alimentation d'automate

SIEMENS
 INPUT : AC 100-240V/1,95-
 0,97A/50/60Hz
 OUTPUT : DC 24V/4A
 AMB. TEMP. : -20...55°C (70°C
 WHITH DERATING)
 S YSU/FO 163295



Annexe A.4 : caractéristiques d'automate programmable industriel S7-1200

SIEMENS

SIMATIC S7-1200CPU 1214C
 DC/DC/DC6ES7 214-1AG40-0XB0S C-
 FNS66634 2015FS : 04SUPPLY 24VDC
 1.5ADI 14*24VDC 6mA/ptDQ 10*24VDC
 0.5A/ptAI 2*10 BIT 0-10VDC

**Annexe A.5** : caractéristiques du contacteur (partie câblé et programmé)

Schneider Electric LC1E25IEC 60947-4-1/
 60947-5-1 Ith : 36A U : 690V Uimp :
 6KV 3ph
 AC3230V/5,5KW
 400/415V/11KW

**Annexe A.6** : Relais à contact

Finder

55.34.9.024.0040

24V DC

7A

250V



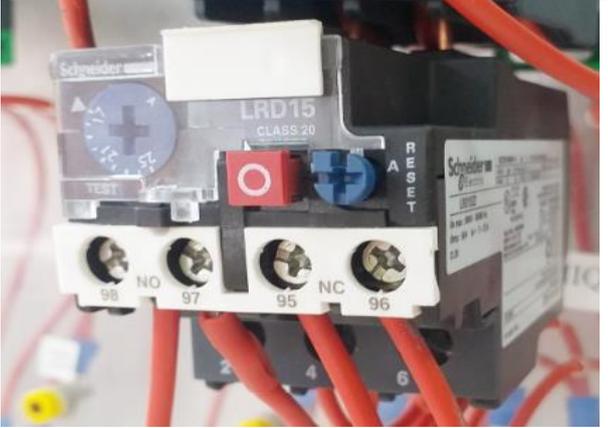
Annexe A.7 : caractéristiques du bloc de contact auxiliaire

<p>Schneider Electric</p> <p>LA1-D22 A 65Th : 10A</p> <p>U_i : 660V</p> <p>N.O : 53 54 83 84</p> <p>N.C : 61 62 71 72</p>	
---	--

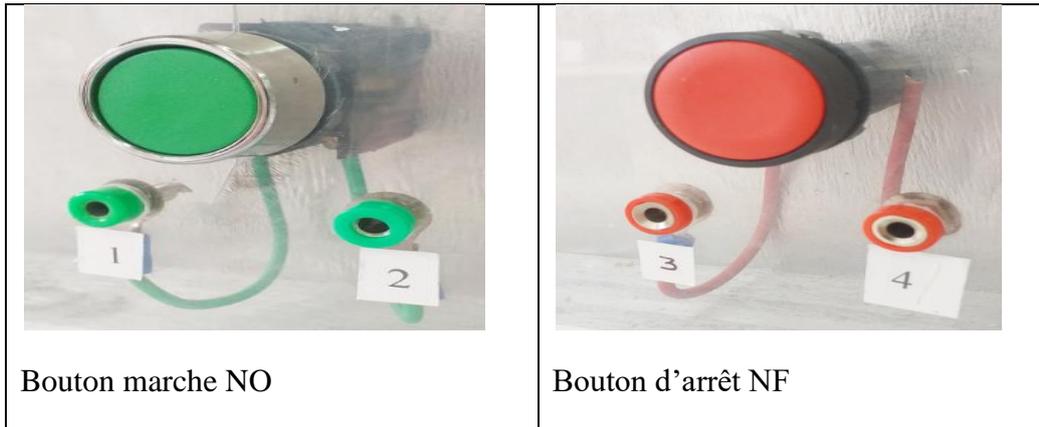
Annexe A.8 : caractéristiques du temporisateur

<p>LA3 DR4</p> <p>Repos OFF DELAY 10-180s I_{th} : 10A U_i : 660VD S FI : I_{th} 10A U_e 500V N FI : AC11 6A 500VLC1 D/LP1 D/CA2 D/CA3 D</p>	
--	---

Annexe A.9 : caractéristiques du relais thermique

<p>Schneider Electric</p> <p>LRD1522</p> <p>U_e max : 690V – 50/60 Hz</p> <p>U_{imp} : 6KV I_e = 17-25A</p> <p>CI.20</p> <p>7Q13263</p>	
---	--

Annexe A.10 : bouton marche et bouton d'arrêt



Annexe A.11 : Notre réalisation de l'armoire électrique.

