REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Département de Génie

Electrique

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et systèmes

Automatisation d'un Système Frigorifique Avec un Automate Programmable Industriel LOGO !

Présenté par :

-BOUKHELKHAL Mouloud
- MELOUAH Abdennour

Dirigé par :

-Dr. BETTACHE Farouk

Promotion 2022/2023

DÉDICACE

NOUS RENDONS GRÂCE, À ALLAH DE M'AVOIR DONNÉE LA FORCE, LA VOLONTÉ, L'INTELLIGENCE ET LA SAGESSE D'ÊTRE PATIENT DANS MES ÉTUDES.

NOUS DÉDIONS CE TRAVAIL À :

NOS CHERS PARENTS QUI NOUS ONT BEAUCOUP AIDÉ ET QUI SONT SACRIFIÉS POUR NOS BIEN ET QUI NOUS ENCOURAGÉ ET SOUTENU LE LONG DE NOTRE VIE ET DURANT NOS CURSUS.

A NOS CHERS AMIS ET TOUS LES COLLÈGES DE PROMO AUTOMATIQUE ET SYSTÈME 2023.

A TOUS LES PROFS D'UNIVERSITÉ YAHIA FARES À MÉDÉA

REMERCIEMENT

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'études de master en « automatique et systèmes » au département de génie electrique, à l'université de Dr Yahia Farés de Médéa.

A son terme, et en premier lieu, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir bien guidés dans notre travail.

On adresse nos remerciements les plus sincères à notre encadreur Dr. Bettache Farouk pour nous avoir permis de bénéficier de son grand savoir dans la matière, pour son aide précieux, se son soutien son professionnalisme.

Veuillez agréer monsieur l'expression de nos sentiments les plus respectueux.

Enfin, nous tenons à remercier nos chères familles qui nous ont encouragés et aidés tout le long des années d'études.

RESUME

أنظمة التبريد من الأنظمة الكثيرة والمهمة في الميدان الصناعي، يعتمد مشروعنا على اختيار وتحليل واعادة تأهيل مخطط كهربائي لآلة توزيع و الذي يعمل على المنطق الربط السلكي، و باستعمال متحكم صناعي قابل للبرمجة قمنا بتحويل المخطط الكهربائي القديم إلى مخطط جديد يمكننا من خلاله الاستغناء عن بعض المركبات والأجهزة القديمة الموجودة داخل الخزانة الكهربائية وإضافة متحكم صناعي مع بعض العناصر الكهربائية والصناعية الحديثة.

الكلمات المفتاحية: متحكم صناعي، الخزانة الكهربائية، المخطط الكهربائي، نظام تبريد.

Les systèmes de frigorifique sont l'un des nombreux et importants systèmes dans le domaine industriel. Notre projet repose sur le choix et l'analyse et la réhabilitation d'un système de refroidissement tel qu'une machine à distribution qui basée sur la logique câblée, Et à l'aide d'un automate programmable industriel nous avons convertir l'ancien schéma électrique en un nouveau à travers lequel on peut se passer de certains composants ou d'anciens appareils Intérieur de l'armoire électrique et ajout d'un API avec quelques éléments électriques et industriels modernes.

Mots clés : API, Schéma électrique, Armoire électrique, Système frigorifique.

Refrigeration systems are one of the many important systems in the industrial field. Our project is based on the choice and analyzing and rehabilitation of a cooling system such as a distribution machine based on hardwire logic, And with using an industrial programmable logic controller we convert the old electrical diagram into a new one through which some components or old devices can be dispensed with interior of the electrical cabinet and addition of a PLC with some modern electrical and industrial elements.

Key words: PLC, Electrical diagram, Electrical cabinet, Refrigeration system.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE I : Généralité Sur Les Systèmes Frigorifique 3
I.1 Introduction 4
I.2 Historique 4
I.3 Principe de fonctionnement 5
I.3.1 Composants d'un système frigorifique : 5
I.3.2 Types de fluides frigorigènes : 6
I.3.3 Considérations environnementales : 6
I.4 Les types de système frigorifique 6
I.4.1 Systèmes de compression de vapeur : 6
I.4.2 Systèmes de compression de gaz : 7
I.4.3 Systèmes à absorption : 7
I.4.4 Systèmes à refroidissement thermoélectrique : 8
I.5 Les usages des systèmes frigorifiques 8
I.7 Conclusion 9
Chapitre II : La Machine à Distribution Marque Carpigiani 10
II.1 Introduction 11
II.2 Schéma de synoptique 11
II.3 Les composants de puissance de la machine : 12
II.3.1 Moteur Malaxeur (électrique) : 12
II.3.2 Le Compresseur : 14
II.3.3 Relais thermique : 15
II.3.4 Condenseur : 17
II.3.5 Le moteur du ventilateur : 18
II.3.6 L'électrovanne : 19
II.3.7 Évaporateur : 19
II.4 Le schéma électrique de la machine 21
II.4.1 La Partie Puissance 22
II.4.2 La Partie commande 23
II.4.2.1 Le Commutateur : 24
II.4.2.2 Explication des symboles 28
II.4.2.3 Les Micro Switch 29
II.4.2.4 Le Moteur temporisé 29

II.4.2.5 Contacteur :..... 30
II.5 Thermostat :..... 33
II.7 Le pressostat :..... 36
II.8 Les Systèmes de principe dans cette machine..... 37
II.8.1 Système de transmission :..... 37
II.8.2 Système de réfrigération :..... 37
II.8.3 Système électrique :..... 38
II.8.4 Système de commande :..... 38
II.8.5 Système de sortie :..... 38
II.9 Conclusion..... 39
CHAPITRE III : L'AUTOMATISATION AVEC PLC LOGO..... 40
III .1 Introduction..... 41
III.2 Cahier des charges..... 41
III.2.1 Introduction..... 41
III.2.2 Spécifications fonctionnelles..... 41
III.2.3 Spécification technique..... 42
III.3 Eléments d'automatisme inclus au système..... 42
III.3.1 PLC LOGO !..... 42
III.3.2 Disjoncteur..... 44
III.3.3 Transformateur..... 45
III.3.4 Redresseur..... 45
III.3.5 Relai statique..... 46
III.3.6 Alarme..... 47
III.4 Nouvelle schéma électrique..... 47
III.4.1 Partie puissance..... 47
III.4.2 Partie Commande..... 49
III.5 Le programme..... 52
III.5.1 L'organigramme de programme..... 53
III.5.2 Explication et Simulation des modes de fonctionnement..... 54
III.6 Conclusion..... 56
CHAPITRE IV : La Maintenance De La Machine Avec Le PLC LOGO !..... 57
IV.1 Introduction..... 58
IV.2 Les types de Maintenance..... 58
IV.3 Préparation de Maintenance..... 59
IV.4 Comment optimiser les opérations de maintenance industrielle..... 60
IV.5 La maintenance de la machine avec l'API LOGO !..... 60
I.V.5.1 Les défaut de la machine..... 61

IV.5.2 Les Erreur 62
IV.6 Conclusion 62
Conclusion Générale 63

Liste des abréviations

AC : Courant Alternative.

API : Automate programmable industriel.

DC : Courant Continue.

E/S : Entrées / Sorties.

KW : Kilo Watt.

mA : Millième d'ampère.

MB: Micro-switch de bras de distribution.

MIA: Micro-switch axial.

NC : Normalement fermée.

NO : Normalement ouvert.

P: Pressostat.

PLC : Programmable logic controller.

RTA : Contact auxiliaire de relais thermique de moteur malaxeur.

RTC : Contact auxiliaire de relais thermique de moteur compresseur.

T: Thermostat.

TTA : Bobine d'excitation de moteur malaxeur.

TTC : Bobine d'excitation de moteur compresseur.

TOR : Tout ou rien.

V: Volts.

Liste des tableaux :

Tableau 1: Explication des symboles de schéma de puissance 23
Tableau 2 : Explication des symboles de schéma de commande 28
Tableau 3: Catégories des contacteurs 32
Tableau 4: Explication des symboles de nouveau schéma de puissance 48
Tableau 5: Explication des symboles de nouveau schéma 50
Tableau 6: Les défauts et réaction de PLC 61
Tableau 7: Les erreurs 62

Liste des figures :

Chapitre I : Généralité Sur Les Systèmes Frigorifique

Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un système frigorifique 5
Figure 2 : Système de compression de vapeur 6
Figure 3 : Explication graphiquement pour Système à absorption 7
Figure 4 : Explication d'un système de refroidissement 8

Chapitre II: La Machine à Distribution Marque Carpigiani.

Figure 5 : Schéma synoptique de fonctionnement de la machine à distribution carpigiani 11
Figure 6: Moteur malaxeur asynchrone de la machine 12
Figure 7: Principe de fonctionnement de machine asynchrone 13
Figure 8:Compresseur de la machine 14
Figure 9:L'intérieur de compresseur 14
Figure 10 : Image réelle de Relai Thermique 15
Figure 11: Interface de relai thermique 15
Figure 12: Principe de relai thermique 16
Figure 13: Symbole de relai thermique dans schéma de puissance 16
Figure 14: Symbole des contacts auxiliaires pour un relai thermique 16
Figure 15: Principe de montage de relai thermique 17
Figure 16 : Principe de Condenseur 18
Figure 17: Ventilateur de refroidissement 19
Figure 18 : L'électrovanne de la machine 19
Figure 19 : Principe d'Evaporateur 20
Figure 20: Schéma de puissance 22
Figure 21: Commutateur rotatif 4 position de la machine 24
Figure 22: Les positions de commutateur ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure 23: L'état de mode arrêt 24
Figure 24: L'état de mode conservation 25
Figure 25: L'état de mode marche 26
Figure 26: L'état de Mode de nettoyage 27
Figure 27: Micro switch axial 29
Figure 28: Micro switch de bras 29
Figure 29 : Moteur temporisé de la machine 30
Figure 30: Image réelle de contacteur 30
Figure 31 : Les composants de contacteur 31
Figure 32: Symboles de Contacteur 32

Figure 33 : Le Thermostat 33
Figure 34 : Schéma électrique pour Thermostat 34
Figure 35 : Principe de Thermostat de Bilame 35
Figure 36 : Principe de Thermostat de Bulbe 35
Figure 37 : La Pressostat de la machine 36
Figure 38 : Principe de fonctionnement de pressostat 36
Figure 39: Les Systèmes de principe dans machine à crème glacée 37

Chapitre III: L'Automatisation Avec Le PLC LOGO!

Figure 40: Interface de PLC LOGO 43
Figure 41: Symbole de disjoncteur magnétothermique 44
Figure 42: Transformateur 45
Figure 43: Redresseur 45
Figure 44: Relai statique 46
Figure 45: Nouvelle Schéma de puissance 47
Figure 46: Nouvelle schéma de commande 49
Figure 47: Programme LADDER dans Logiciel Automation Studio 52
Figure 48 : Organigramme de programmation 53
Figure 49: Simulation de mode de Conservation 54
Figure 50: Simulation de mode de Marche 55
Figure 51: Simulation de mode de Nettoyage 55
Figure 52: Simulation de mode d'Arrêt 56

Chapitre IV: La Maintenance Avec La Machine.

Figure 53: Explication graphiquement de partie de maintenance 59

INTRODUCTION GENERALE

Le système frigorifique est un élément clé de nombreux secteurs industriels, tels que la production alimentaire, l'industrie pharmaceutique, la biotechnologie et la production d'énergie. Les systèmes frigorifiques sont utilisés pour maintenir des températures basses et contrôlées dans des processus de production spécifiques, ce qui garantit la qualité des produits finaux.

Dans ce projet, nous avons choisi le système de machine à crème glacée comme système de travail et d'étude dans le domaine des systèmes de frigorifique.

La machine à crème glacée est un équipement essentiel dans l'industrie alimentaire pour la production de crème glacée de qualité. Traditionnellement, ces machines sont contrôlées manuellement, ce qui entraîne des incohérences dans la production et une augmentation des coûts de main-d'œuvre. L'automatisation du système de machine à crème glacée à l'aide de PLC (contrôleur logique programmable) est une solution qui permettrait de réduire les coûts de main-d'œuvre, d'améliorer la qualité du produit final et d'optimiser les processus de production.

Cependant, l'automatisation du système de machine à crème glacée à l'aide d'un automate pose des défis et des questions. Comment concevoir un système automatisé pour machine à crème glacée à l'aide d'un automate ? Quels sont les principaux paramètres à surveiller et contrôler pour assurer la qualité et la régularité de la glace produite ? Comment pouvez-vous assurer la sécurité du personnel et le respect des normes de sécurité alimentaire lors de l'utilisation d'un système de machine à crème glacée automatisé utilisant un automate ?

La méthode commerciale utilisée pour répondre à ces questions impliquera une recherche documentaire approfondie pour identifier les meilleures pratiques en matière d'automatisation des machines à crème glacée et d'utilisation des automates programmables. Nous mènerons également des études de cas évaluant l'efficacité et les avantages de l'automatisation d'un système de machine à crème glacée à l'aide d'un PLC dans différentes entreprises.

Nous procéderons ensuite à la conception et au développement d'un système de machine à crème glacée automatisé utilisant PLC pour démontrer l'applicabilité et l'efficacité de cette technologie.

Notre mémoire est divisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre intitulé par généralité sur les systèmes frigorifiques qui s’explique l’architecture des systèmes de froide et leur composent interne est leur utilisation industrielle.

Le deuxième chapitre consacré à la présentation de système qu’on a choisie qui est la machine à crème glacée et sont différentes parties sa principe de fonctionnement et la logique qui utilise.

Le troisième chapitre décrie brièvement la méthode que nous avons utilisée pour faire convertir la machine en fonctionnement automatisé à l'aide d'un automate programmable industrielle LOGO ! et les résultats qu'on a obtenus.

Le dernier chapitre consacré à les différent outille de maintenance et les étapes pour faire une maintenance avec l'automate LOGO !

CHAPITRE I : Généralité Sur Les Systèmes Frigorifique

I.1 Introduction

Les systèmes frigorifiques sont largement utilisés dans les domaines commerciaux et industriels pour la production de froid. Ils sont utilisés dans de nombreuses applications telles que la climatisation, la réfrigération et la congélation. Les systèmes frigorifiques sont conçus pour extraire la chaleur d'un espace fermé et la rejeter dans l'environnement extérieur. Ces systèmes sont souvent équipés de compresseurs, d'échangeurs de chaleur, de détendeurs et d'évaporateurs qui travaillent ensemble pour créer un cycle de réfrigération. Dans ce chapitre, nous discuterons des principes de base des systèmes frigorifiques, de leurs composants et de leur fonctionnement. Nous examinerons également les différents types de fluides frigorigènes utilisés dans ces systèmes ainsi que les considérations environnementales liées à leur utilisation.

I.2 Historique

L'histoire des systèmes frigorifiques remonte à l'Antiquité, où les cultures anciennes utilisaient des méthodes rudimentaires pour produire du froid. Au cours des siècles suivants, des avancées ont été réalisées dans la compréhension de la thermodynamique et de la mécanique, ce qui a conduit à la conception de systèmes plus sophistiqués pour produire du froid.

En 1834, le chimiste américain Jacob Perkins a inventé le premier système frigorifique à vapeur comprimée. En 1856, l'ingénieur français Ferdinand Carré a inventé le premier système frigorifique à absorption utilisant de l'ammoniac comme réfrigérant. Au fil des ans, de nombreux autres types de systèmes frigorifiques ont été développés, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients.

Au cours du 20e siècle, les progrès technologiques ont conduit à des améliorations significatives dans la conception des systèmes frigorifiques. Les compresseurs électriques ont remplacé les compresseurs à vapeur, ce qui a permis des niveaux de rendement plus élevés et une plus grande flexibilité dans la conception des systèmes. Les avancées dans la fabrication de matériaux ont également permis de produire des composants plus résistants et plus fiables pour les systèmes frigorifiques.

Cependant, avec l'augmentation de la production et de l'utilisation de systèmes frigorifiques, des préoccupations environnementales ont commencé à émerger. Les fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes frigorifiques ont été identifiés comme des contributeurs majeurs au réchauffement climatique. Cela a conduit à des efforts pour développer des fluides frigorigènes plus respectueux de l'environnement, ainsi qu'à des réglementations plus strictes pour limiter les émissions de gaz à effet de serre provenant des systèmes frigorifiques.

I.3 Principe de fonctionnement

Les systèmes frigorifiques utilisent un processus de refroidissement par compression de vapeur pour extraire la chaleur d'un espace fermé et la rejeter dans l'environnement extérieur. Le principe de base d'un système frigorifique peut être décrit en cinq étapes principales :

1-Compression : Le compresseur du système comprime le réfrigérant à l'état gazeux en augmentant sa pression et sa température.

2-Condensation : Le réfrigérant haute pression et haute température est alors envoyé vers le condenseur, où il est refroidi par l'air ambiant ou par un système de refroidissement à eau.

3-Expansion : Le réfrigérant liquide est ensuite détendu à travers un détendeur, ce qui abaisse sa pression et sa température.

4-Évaporation : Le réfrigérant détendu est alors envoyé à l'évaporateur, où il absorbe la chaleur de l'espace fermé à travers un échangeur de chaleur. Cela provoque l'évaporation du réfrigérant en gaz.

5-Retour au compresseur : Le gaz réfrigérant est ensuite renvoyé au compresseur pour recommencer le cycle. Comme il est représenté dans la figure suivant

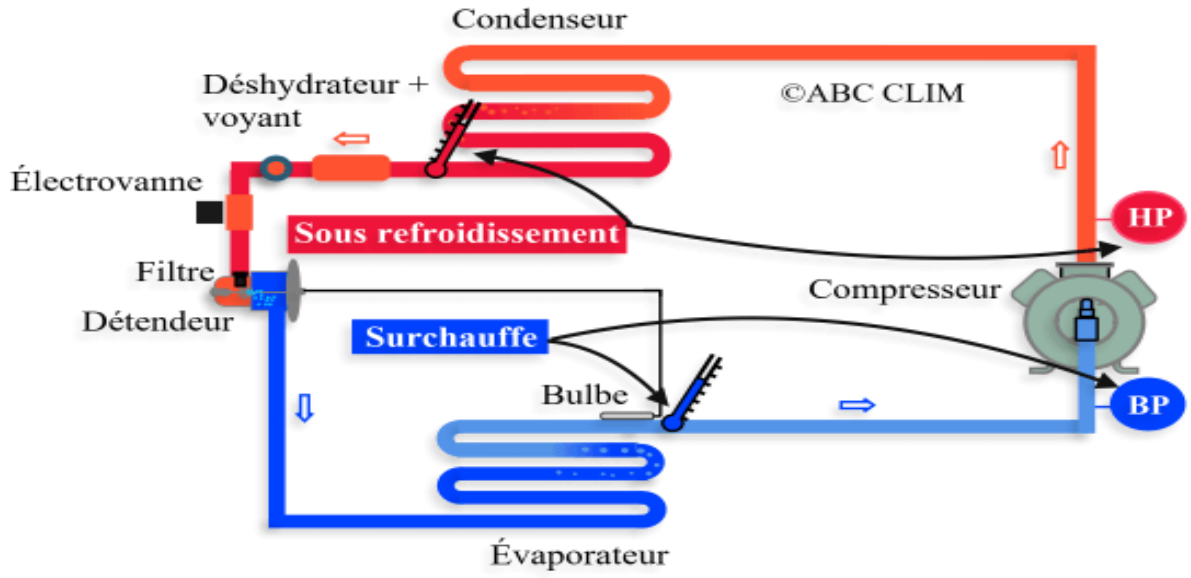


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un système frigorifique

I.3.1 Composants d'un système frigorifique :

Outre le compresseur, le condenseur, le détendeur et l'évaporateur, les systèmes frigorifiques sont également équipés de plusieurs autres composants importants. Ces composants comprennent des filtres, des échangeurs de chaleur supplémentaires, des vannes de régulation de pression, des

thermostats, des voyants de niveau de liquide et des dispositifs de sécurité tels que des soupapes de décharge de pression.

I.3.2 Types de fluides frigorigènes :

Les fluides frigorigènes sont des substances utilisées pour transférer la chaleur dans les systèmes frigorifiques. Les fluides frigorigènes les plus couramment utilisés dans les systèmes frigorifiques comprennent le R-22, le R-134a et le R-410A. Cependant, en raison de leurs effets néfastes sur l'environnement, des fluides frigorigènes plus respectueux de l'environnement, tels que le R-407C et le R-290, sont de plus en plus utilisés dans les nouveaux systèmes frigorifiques.

I.3.3 Considérations environnementales :

Les systèmes frigorifiques ont un impact significatif sur l'environnement, en particulier en raison des émissions de gaz à effet de serre provenant des fluides frigorigènes. Les fabricants de systèmes frigorifiques ont donc commencé à développer des systèmes plus efficaces et plus respectueux de l'environnement, ainsi que des fluides frigorigènes alternatifs qui ont un impact réduit sur l'environnement. Les réglementations environnementales ont également commencé à imposer des normes plus strictes pour limiter les émissions de gaz à effet de serre des systèmes frigorifiques.

I.4 Les types de système frigorifique

I.4.1 Systèmes de compression de vapeur :

Les systèmes de compression de vapeur sont les plus couramment utilisés dans les applications de réfrigération commerciale et industrielle. Ils fonctionnent en comprimant un réfrigérant gazeux à haute pression, ce qui provoque une augmentation de la température du réfrigérant. Ensuite, le réfrigérant est refroidi et condensé dans un condenseur, où il libère de la chaleur à l'extérieur. Le réfrigérant liquide est ensuite évaporé dans un évaporateur.

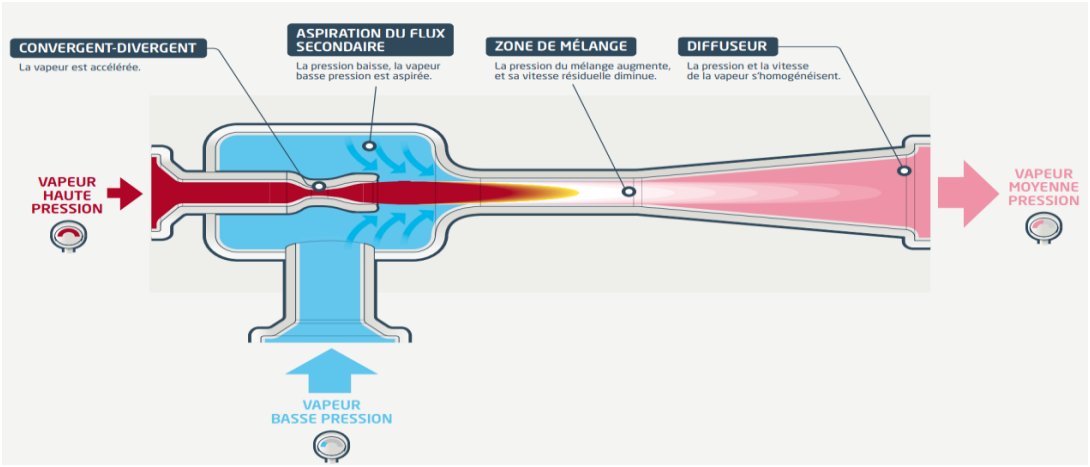


Figure 2 : Système de compression de vapeur

Où il absorbe de la chaleur de l'environnement à refroidir. Le réfrigérant gazeux est ensuite comprimé à nouveau et le cycle recommence.

Les systèmes de compression de vapeur peuvent être utilisés pour une large gamme d'applications de réfrigération, allant des réfrigérateurs domestiques aux grands systèmes de congélation pour les entrepôts alimentaires. Ils sont également utilisés dans les applications de climatisation commerciale et industrielle.

I.4.2 Systèmes de compression de gaz :

Les systèmes de compression de gaz fonctionnent en compressant un gaz plutôt qu'un liquide, comme c'est le cas pour les systèmes de compression de vapeur. Les gaz compressibles tels que l'air ou l'azote sont utilisés pour transférer la chaleur du point chaud au point froid du système. Les systèmes de compression de gaz sont généralement utilisés dans les applications de refroidissement industriel, comme la production de glace ou la congélation des aliments.

I.4.3 Systèmes à absorption :

Les systèmes à absorption utilisent un cycle thermochimique pour produire de la réfrigération. Ils sont souvent utilisés dans les applications de réfrigération commerciale, comme les réfrigérateurs de bateaux ou les réfrigérateurs à gaz pour les camping-cars. Les systèmes à absorption fonctionnent en utilisant un réfrigérant liquide et un absorbeur pour absorber la chaleur du milieu ambiant à refroidir.

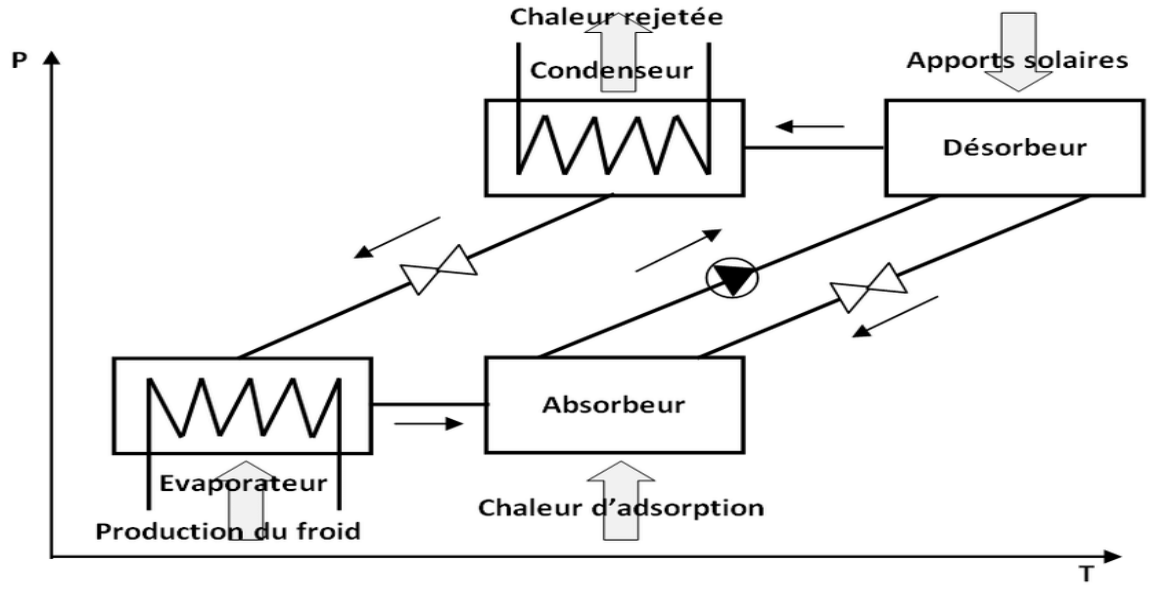


Figure 3 : Explication graphiquement pour Système à absorption

Le réfrigérant liquide est ensuite évaporé et la vapeur résultante est absorbée par un absorbant. Le cycle se poursuit en chauffant l'absorbant et en le libérant de la vapeur de réfrigérant.

I.4.4 Systèmes à refroidissement thermoélectrique :

Les systèmes à refroidissement thermoélectrique fonctionnent en utilisant l'effet Peltier, qui est un phénomène thermique qui se produit lorsque deux métaux différents sont reliés par une jonction. Lorsqu'un courant électrique est appliqué à la jonction, la chaleur est transférée de l'un des métaux à l'autre, créant ainsi un effet de refroidissement. Les systèmes à refroidissement thermoélectrique sont souvent utilisés dans les applications de refroidissement pour les ordinateurs ou les systèmes électroniques.

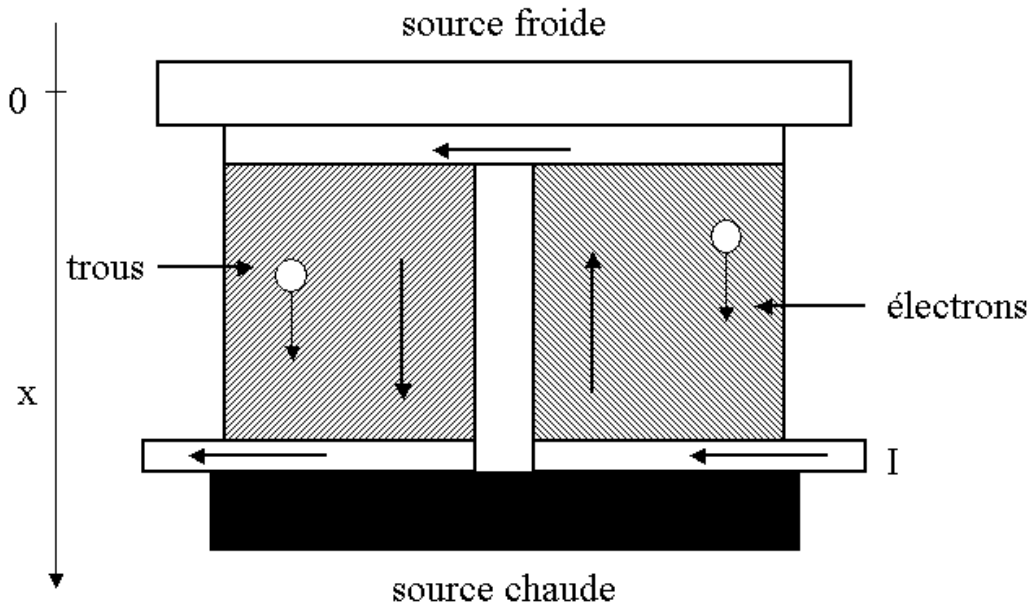


Figure 4 : Explication d'un système de refroidissement

I.5 Les usages des systèmes frigorifiques

Les systèmes frigorifiques sont utilisés dans de nombreux domaines pour différentes applications :

- Réfrigération commerciale : Les systèmes frigorifiques sont couramment utilisés dans les supermarchés, les restaurants, les bars, les hôtels, les cantines, etc. pour conserver les aliments et les boissons à des températures fraîches.

- Climatisation : Les systèmes frigorifiques sont également utilisés pour refroidir l'air ambiant dans les bâtiments résidentiels et commerciaux, les hôpitaux, les écoles, les centres de données, etc.

- Industrie alimentaire : Les systèmes frigorifiques sont utilisés pour refroidir les processus de production alimentaire, tels que la fabrication de boissons, de produits laitiers, de viandes, etc.

- Médecine : Les systèmes frigorifiques sont utilisés dans les hôpitaux, les laboratoires et les pharmacies pour stocker des produits médicaux et pharmaceutiques à des températures fraîches.

- Transport : Les systèmes frigorifiques sont utilisés pour le transport des aliments, des médicaments, des produits chimiques, des fleurs, etc.

- Production de glace : Les systèmes frigorifiques sont utilisés pour produire de la glace en blocs, en paillettes ou en glace carbonique.

- Sports et loisirs : Les systèmes frigorifiques sont utilisés pour les patinoires, les pistes de ski, les parcs aquatiques, les salles de sport, les centres de fitness, etc.

En somme, les systèmes frigorifiques sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activités pour diverses applications, ce qui les rend indispensables dans notre vie quotidienne.

I.7 Conclusion

Le système frigorifique est un système de refroidissement qui utilise le principe de la thermodynamique pour transférer de la chaleur d'un endroit à un autre. Il est utilisé dans de nombreux domaines pour diverses applications, notamment la réfrigération commerciale, la climatisation, l'industrie alimentaire, la médecine, le transport, la production de glace, les sports et loisirs, entre autres. Les différentes technologies de systèmes de réfrigération offrent une grande variété de choix pour répondre à des besoins spécifiques. Il est important de choisir le système frigorifique le plus approprié pour chaque application afin d'optimiser la performance, économiser l'énergie et assurer la durabilité du système. Dans le prochain chapitre, nous choisirons un système et l'expliquerons en détail et comprendrons tous les avantages et caractéristiques de l'automatisation de ce système.

Chapitre II : La Machine à Distribution Marque Carpigiani

II.1 Introduction

La fabrication de crème glacée est un processus délicat qui implique des étapes de refroidissement et de brassage pour créer la texture et la saveur désirées. Les machines à crème glacée sont conçues pour simplifier ce processus, en contrôlant la température et le temps de brassage de manière précise. Ces machines sont utilisées dans les restaurants, les cafés, les glaciers et les usines de production de crème glacée pour produire des quantités importantes de crème glacée. Le processus de fabrication de la crème glacée peut varier selon les types de machines à crème glacée utilisées, mais toutes impliquent l'utilisation de crème, de lait, de sucre et d'autres ingrédients pour créer la crème glacée. Dans ce chapitre, nous allons explorer le système de principe, fonctionnement et tous les composants électriques y existe.

II.2 Schéma de synoptique

La partie mécanique de la machine elle est représenté dans la figure5.

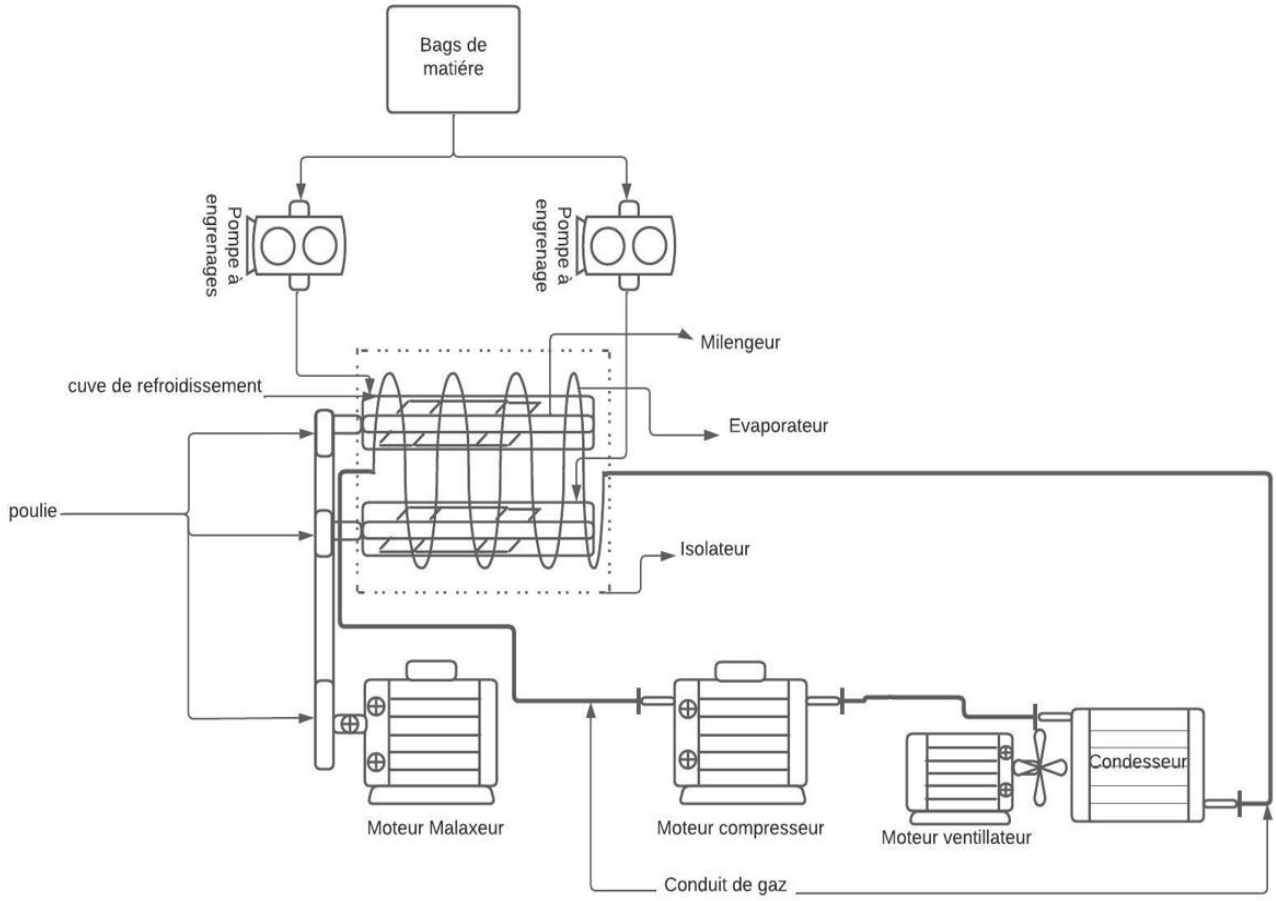


Figure 5 : Schéma synoptique de fonctionnement de la machine à distribution marque carpigiani

II.3 Les composants de puissance de la machine :

II.3.1 Moteur Malaxeur (électrique) :

Le moteur malaxeur (asynchrone) câblé en triangle est alimenté avec une tension triphasée de 380V à travers un contacte tripolaire et protéger par un relais thermique, Le moteur fonctionne dans deux mode (Marche et Nettoyage), est utilisé pour faire tourner les batteurs de la machine de distribution carpigiani, qui est responsable de mélanger les ingrédients assuré le refroidissement total de la matière.



Figure 6: Moteur malaxeur asynchrone de la machine

1. Définition

Un moteur asynchrone est un type de moteur électrique qui fonctionne à partir d'un champ magnétique rotatif créé par le courant alternatif qui alimente le stator du moteur. Le rotor,

Quant à lui, tourne librement grâce à l'interaction entre le champ magnétique rotatif et les courants induits dans les bobines du rotor. Le moteur asynchrone est également connu sous le nom de moteur à induction et est couramment utilisé dans les applications industrielles pour les pompes, les ventilateurs, les compresseurs et les convoyeurs.

2. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose :

• D'une part sur la création d'un courant électrique induit dans un conducteur placé dans un champ magnétique tournant, le conducteur en question est un des barreaux de la cage d'écureuil ci-dessous constituant le rotor du moteur, l'inducteur du courant ne peut se faire que si le conducteur est en court-circuit (c'est le cas puisque les deux bagues latérales relient tous les barreaux).

• D'autre part, sur la création d'une force motrice sur le conducteur considéré (parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique tournant ou variable) dont le sens est donné par la règle des trois doigts de la main droite. (1)

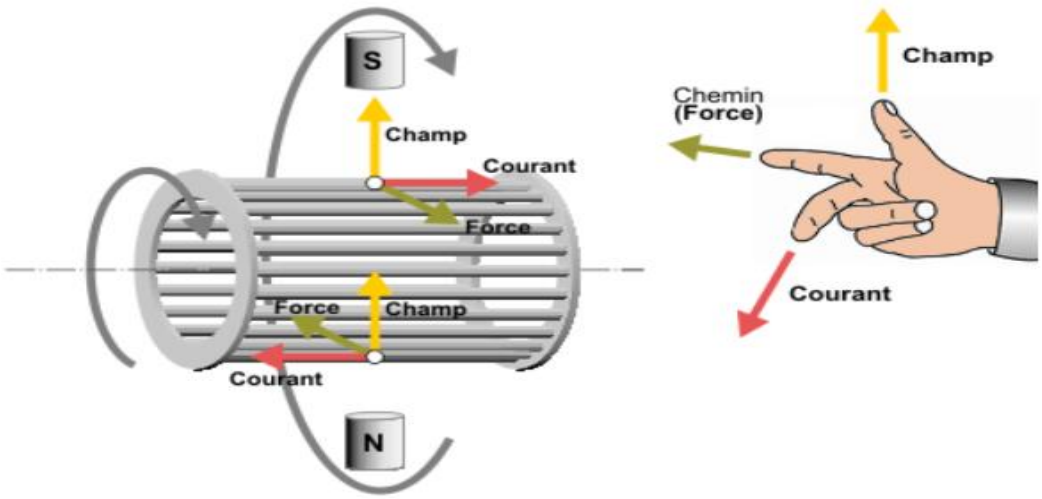


Figure 7: Principe de fonctionnement de machine asynchrone

Lorsque le courant électrique traverse les bobines du stator, un champ magnétique est créé autour de celles-ci. Ce champ magnétique tourne à la même fréquence que le courant alternatif et entraîne la rotation du rotor grâce à l'interaction avec les barres de cuivre. Le rotor tourne donc à une vitesse légèrement inférieure à celle du champ magnétique tournant du stator, d'où le nom de moteur asynchrone.

Les moteurs asynchrones sont largement utilisés dans l'industrie et dans les applications domestiques en raison de leur simplicité de conception, de leur fiabilité et de leur coût relativement bas. Ils sont également très efficaces en termes d'énergie, car ils ne nécessitent pas de balais ni de collecteurs, qui sont des pièces qui peuvent s'user et causer des pertes de puissance.

II.3.2 Le Compresseur :

Le compresseur est t'alimenter à travers un contacte tripolaire et protéger par un relais thermique, Le compresseur fonctionne dans deux états (Conservation et Marche), Il reprisant le composant principal dans le système de refroidissement de la machine de distribution carpigiani. Il est responsable de comprimer le réfrigérant et de le pomper vers le condenseur. Les compresseurs utilisés dans les machines de distribution carpigiani sont généralement des compresseurs hermétiques à double piston.



Figure 8:Compresseur de la machine

Le fluide à basse pression entre en haut à gauche (flèche bleue). Il sort en bas à gauche à haute pression (flèche rouge).

La première partie montre le mouvement des pistons, Et la seconde présente la partie électrique.

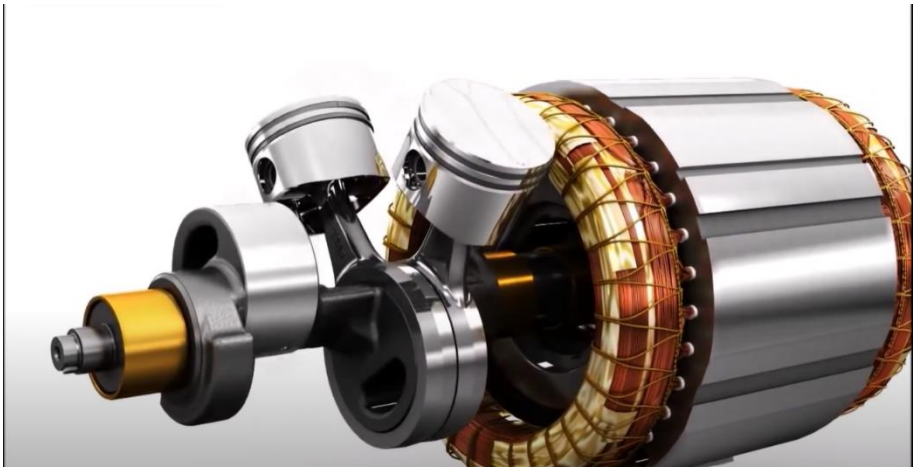


Figure 9:L'intérieur de compresseur

Les deux moteurs sont protégés par des relais thermiques, ce type de protection est contre la surcharge.

II.3.3 Relais thermique :

Un relais thermique est un dispositif de protection thermique qui protège les moteurs électriques contre la surchauffe en coupant l'alimentation électrique lorsque la température atteint un seuil critique. Les relais thermiques sont composés de deux éléments principaux : une sonde thermique qui mesure la température du moteur et un relais électromécanique qui coupe l'alimentation électrique en cas de dépassement de la température maximale. Les relais thermiques sont couramment utilisés dans les installations électriques industrielles pour protéger les moteurs contre les surcharges et les surchauffes.



Figure 10 : Image réelle de Relai Thermique

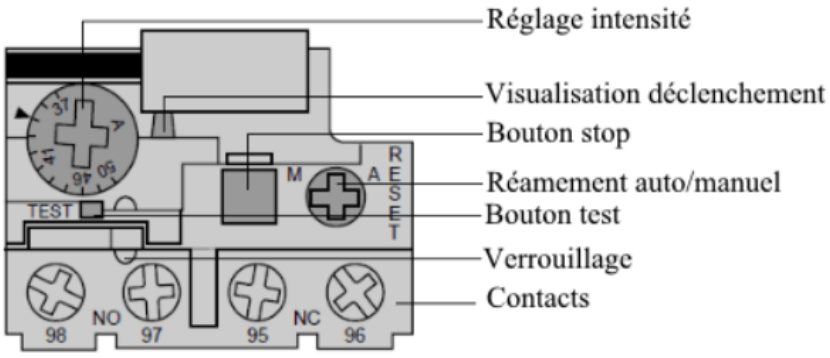


Figure 11: Interface de relai thermique

II.3.3.1 Fonctionnement de relais thermique

- Un relais thermique comprend trois bilames constitués chacun de deux métaux (nickel et fer ou chrome et fer) assemblés par laminage à froid et dont le coefficient de dilatation est différent.
- Un enroulement résistant et chauffant entoure les bilames et sont raccordés en série sur chacune des phases, l'échauffement causé par le passage du courant permet la déformation du

ou des bilâmes. Cette déformation actionne un contact relié au circuit de commande contacteur qui alimente le moteur.

- Une fois les bilames refroidies le réarmement est possible soit manuellement soit automatiquement.
- Pour éviter le déclenchement du relais thermique due à la variation de la température ambiante, un système de compensation est monté sur les bilames.

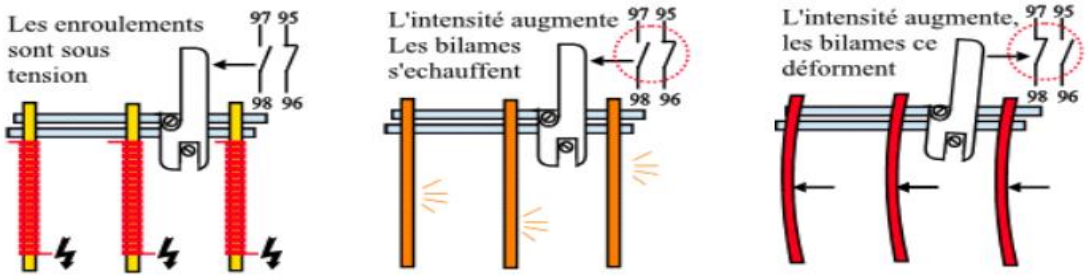


Figure 12: Principe de relai thermique

II.3.3.2 Symboles schéma

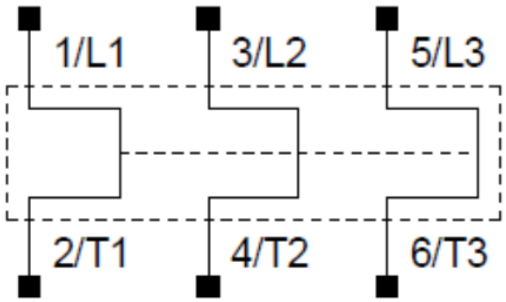


Figure 13: Symbole de relai thermique dans schéma de puissance

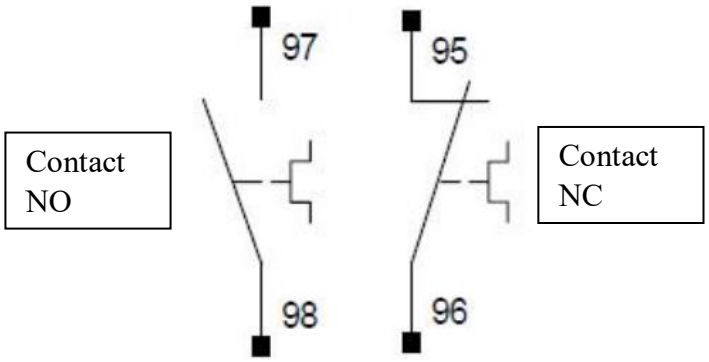


Figure 14: Symbole des contacts auxiliaires pour un relai thermique

II.3.3.3 Montage

Le relais de protection thermique est monté directement sur un contacteur ou indépendamment sur un rail oméga

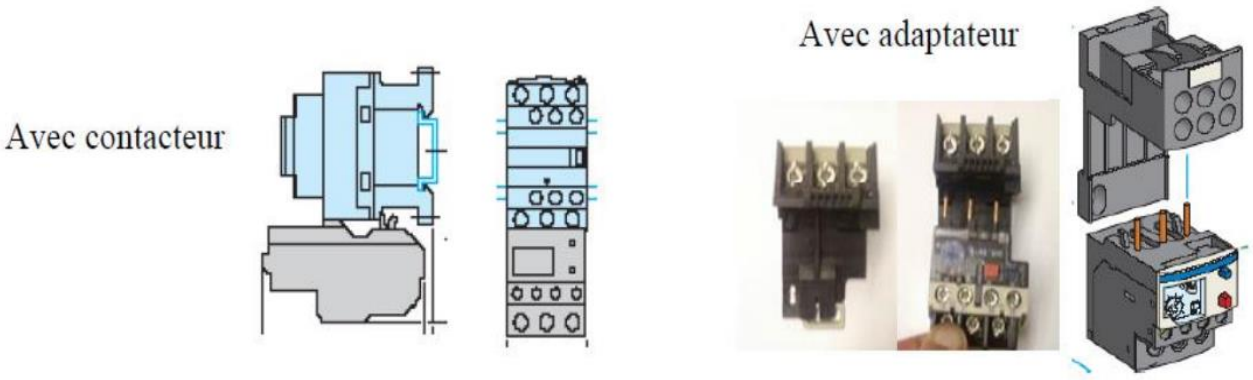


Figure 15: Principe de montage de relai thermique

II.3.3.4 Critère de choix

- Tension d'emploi
- Plage de réglage
- Courant d'emploi
- Durée de démarrage (classe 10, 20 ou 30)

II.3.4 Condenseur :

Le condenseur est responsable de dissiper la chaleur générée par le compresseur en comprimant le réfrigérant. Il est généralement situé à l'extérieur de la machine à crème glacée et se compose de plusieurs serpentins ou tubes en forme de U. Lorsque le réfrigérant se déplace dans les serpentins, il perd de la chaleur et se transforme en liquide.

Il permet la transformation des vapeurs surchauffées par le travail de compression en liquide sous-refroidi.

Il est constitué d'un serpentin intimement lié à des ailettes pour favoriser l'échange, le tout refroidi par un ventilateur, de l'eau perdue, de l'eau d'une tour de refroidissement.

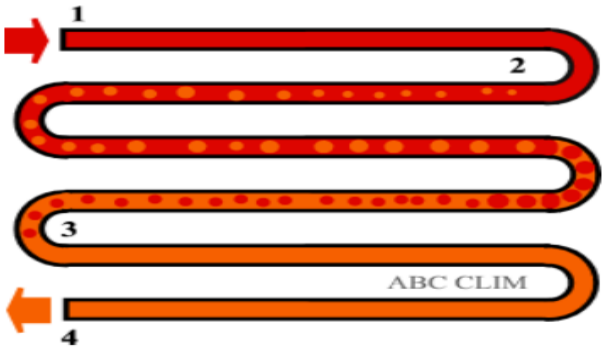


Figure 16 : Principe de Condenseur

Repère 1 : les vapeurs surchauffées quittent le compresseur et entrent dans le condenseur.

Repère 2 : les premières gouttelettes de liquide apparaissent.

Repère 2 et 3 : petit à petit les molécules de gaz se condensent, la proportion de vapeur diminue remplacée par du liquide.

Repère 3 : la dernière molécule de gaz ayant disparue il n'y a donc que du liquide.

Repère 3 et 4 : le liquide continu à se refroidir au contact du médium de refroidissement (air,eau).

Repère 4 : nous sommes à la sortie du condenseur le changement d'état est terminé, le liquide retourne au détenteur.

La valeur normale du sous refroidissement on le sait est comprise entre 4°C et 7°C, entre les points 2 et 4 sur le dessin.

Lorsque celle-ci est inférieure à 4°C cela veut dire que la dernière molécule de gaz se condense au point 3 et qu'il y a manifestement un manque de fluide.

Cette notion est très importante puisqu'elle permet de déterminer la température de condensation en fonction de la température d'entrée d'air. (2)

II.3.5 Le moteur du ventilateur :

Est un composant électrique qui est utilisé pour faire refroidir le condenseur afin de dissiper la chaleur du système de réfrigération. Il est généralement alimenté en courant alternatif et peut être à vitesse unique ou variable en fonction des besoins du système.



Figure 17: Ventilateur de refroidissement

II.3.6 L'électrovanne :

Est un composant électrique qui est utilisé pour contrôler le débit de fluide frigorigène dans le système de réfrigération.



Figure 18 : L'électrovanne de la machine

Elle est généralement montée sur le tuyau d'aspiration du compresseur et est commandée par un signal électrique provenant du système de commande. Lorsque l'électrovanne est ouverte, le fluide frigorigène peut circuler à travers le système de réfrigération, tandis que lorsque l'électrovanne est fermée, le fluide frigorigène est bloqué, ce qui permet de contrôler le processus de réfrigération.

II.3.7 Évaporateur :

L'évaporateur est le composant qui permet au réfrigérant de refroidir le produit en absorbant la chaleur du mélange. Il est généralement situé à l'intérieur de la machine et se compose de plusieurs tubes en forme de U. Lorsque le réfrigérant se déplace dans les tubes, il évapore et absorbe la chaleur du mélange, le refroidissant en un processus continu.

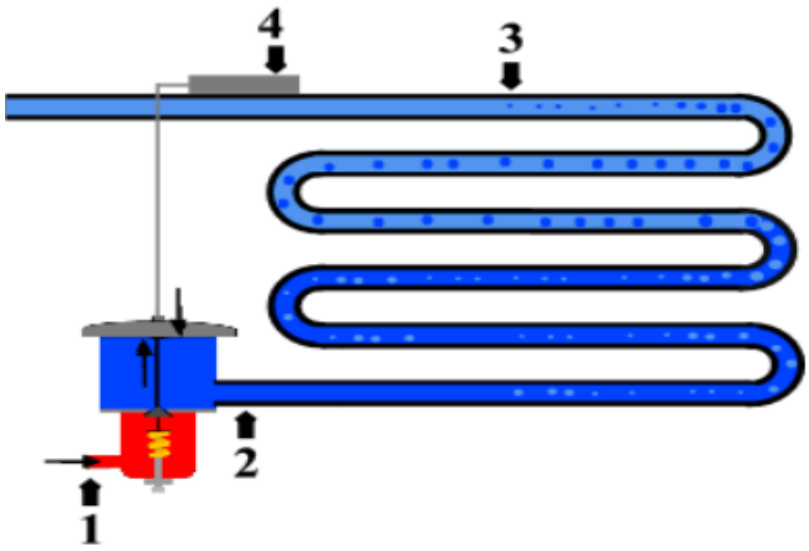


Figure 19 : Principe d'Evaporateur

Repère 1 : Le liquide frigorigène arrive au détenteur en liquide sous-refroidi.

Repère 2 : Le liquide se détend et se vaporise par abaissement brusque de la pression.

Repère 2 et 3 : Au fur et à mesure de l'avancement du fluide dans l'évaporateur, celui-ci change d'état par échange avec l'air (ou l'eau, la saumure, etc.).

Repère 3 : Nous sommes à ce point à 100 % de vapeur.

Repère 3 et 4 : C'est la zone de la surchauffe qui rappelons-le se mesure en prenant la différence de température prise au thermomètre entre le repère 4 et la pression d'aspiration du compresseur traduite en degrés. (La surchauffe est comprise entre 5 et 7 degrés suivant les applications) (3)

II.4 Le schéma électrique de la machine

Le schéma suivant représente la partie électrique de la machine, ce schéma basé sur la logique câblée, la figure suivante représente le schéma électrique globale (partie puissance et partie commande).

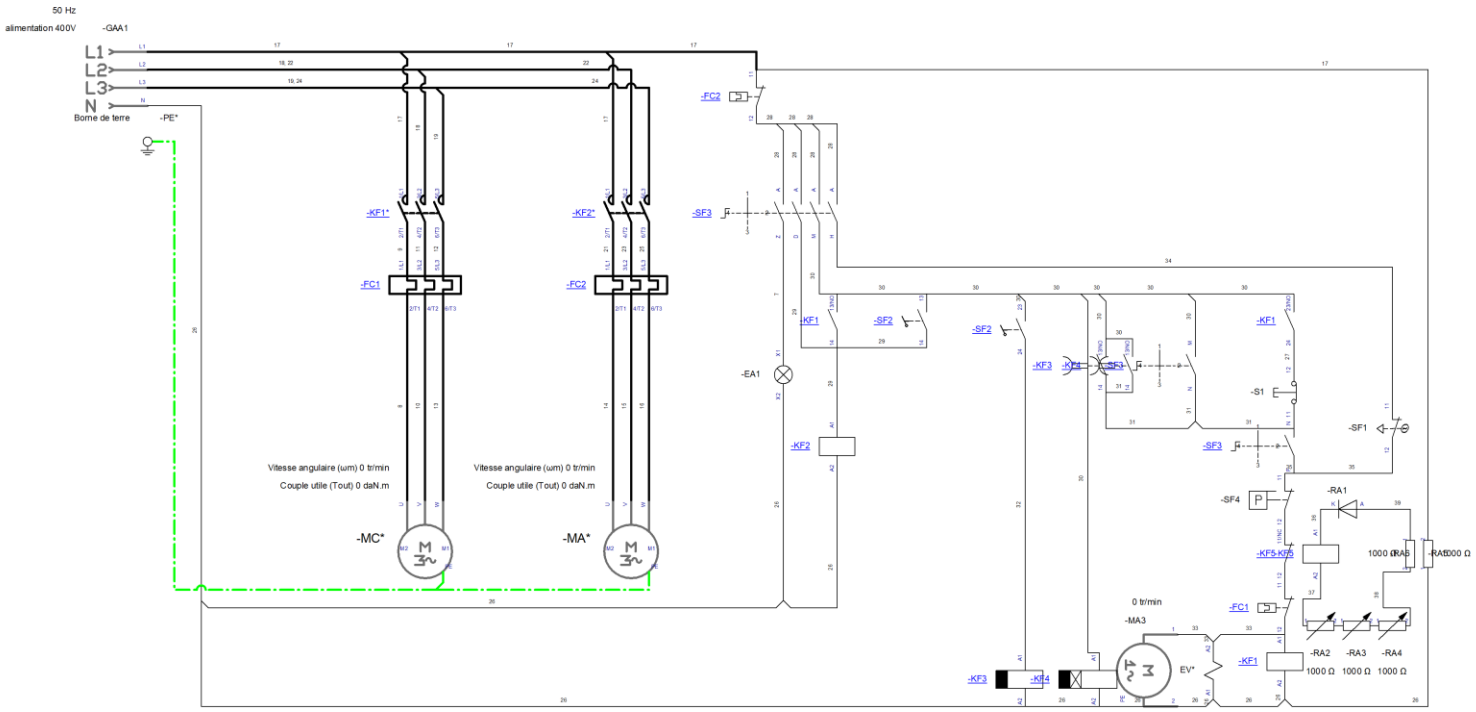


Figure 20 : Schéma électrique de la machine

II.4.1 La Partie Puissance

La partie puissance dans un schéma électrique représente tous les composants électriques qui permettent de distribuer et de contrôler la puissance électrique dans un circuit. Elle est principalement composée de dispositifs de protection comme les relais thermiques les contacteurs, les moteurs.

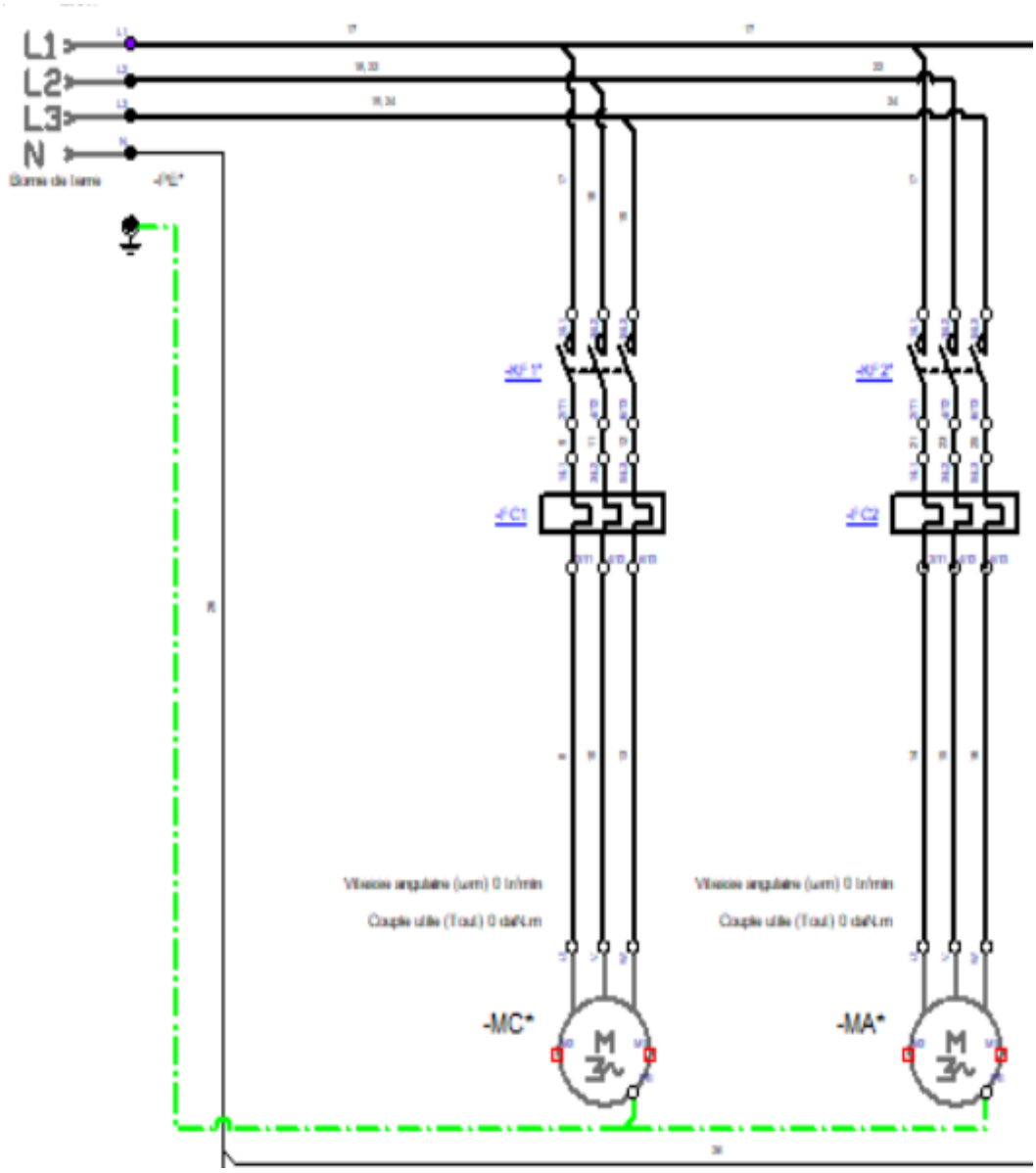
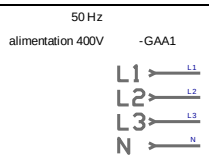
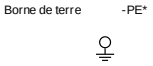
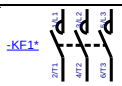
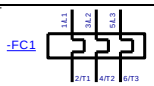
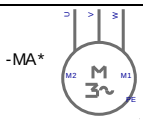
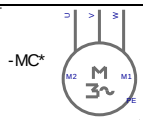


Figure 20: Schéma de puissance

Explication des Symboles

Tout d'abord pour comprendre un schéma électrique il faut que tu connaître tous ou bien la plupart des symboles de ce schéma, Donc la table suivante représente les Significations de ces symboles de la partie puissance.

Tableau 1: Explication des symboles de schéma de puissance

Symbole	Signification
	-Alimentation 400V 50Hz triphasée avec neutre
	-Borne de terre
	-Contact à fermeture tripolaire
	-Relais thermique
	-Moteur asynchrone triphasée malaxeur
	-Moteur asynchrone triphasée compresseur
	-Fil de puissance
	-Fil de terre
	-Bornier de connexion

II.4.2 La Partie commande

La partie commande d'un système électrique est responsable de la gestion et du contrôle des différents équipements électriques qui composent le système. Elle permet de piloter les équipements pour obtenir le résultat souhaité, mais aussi de surveiller leur état pour détecter d'éventuelles pannes ou dysfonctionnements.

II.4.2.1 Le Commutateur :

Il reprisant la première étape dans la commande de la machine, le rôle principal de commutateur est de sélectionné le mode de fonctionnement (Arrêt, Conservation, Marche, Nettoyage) dans le même ordre.

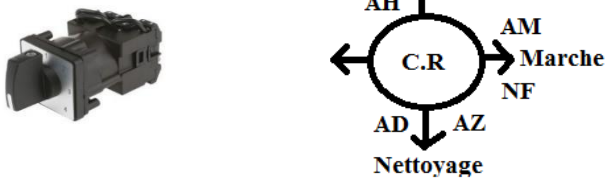


Figure 21: Commutateur rotatif 4 position de la machine

Il existe un contacte masquer c'est le contact NM le rôle de ce contact est d'assuré la continuation quand l'opérateur passer de mode conservation vers le mode marche.

a) Mode Arrêt

Dans ce mode la machine est dans l'état de repos, le circuit de commande et dés-alimenté alors il y a aucun fonctionnement.

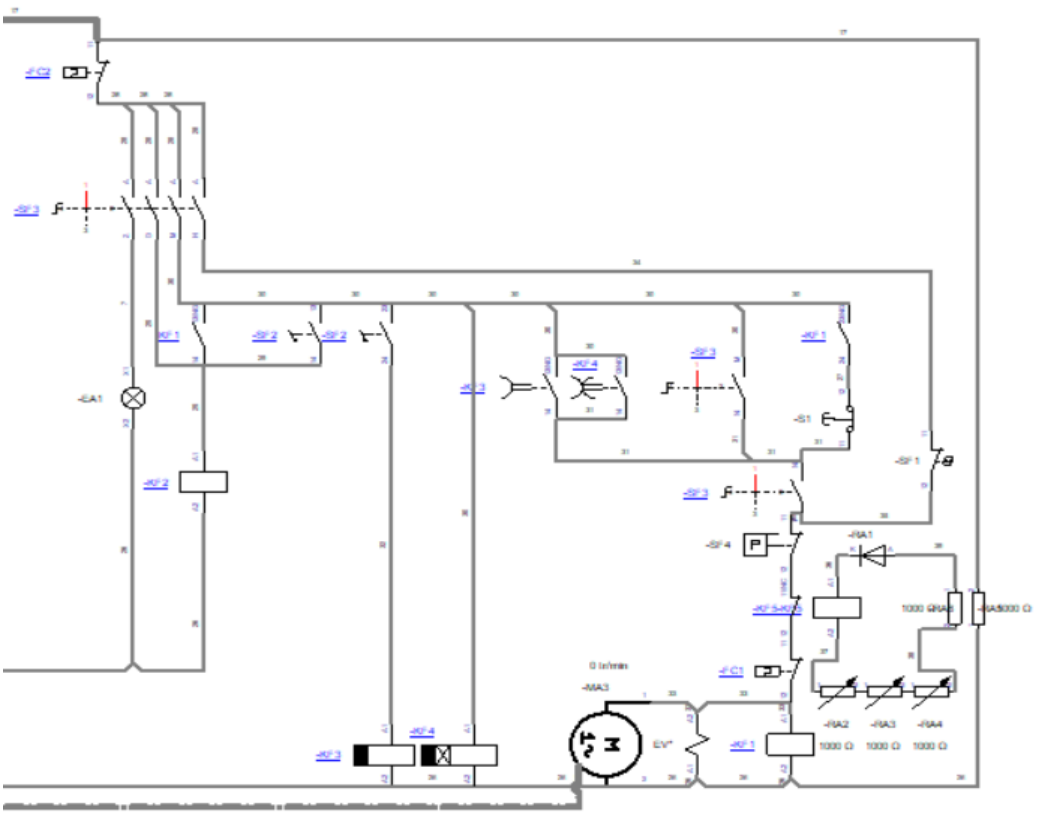


Figure 22: L'état de mode arrêt

b) Mode Conservation

Le mode conservation est un mode très important dans la machine sont rôle est de maintenir la température à un niveau très basse pour la conserver en parfait état pendant une période prolongée et sa saveur pour une consommation ultérieure, Cette position permet de fermer le contacte AH qu'est le responsable à démarrer le compresseur et exciter l'électrovanne de passage de réfrigérant en même temps le moteur de ventilateur d'évaporateur sa lance pour le but de refroidissez le réfrigérant.

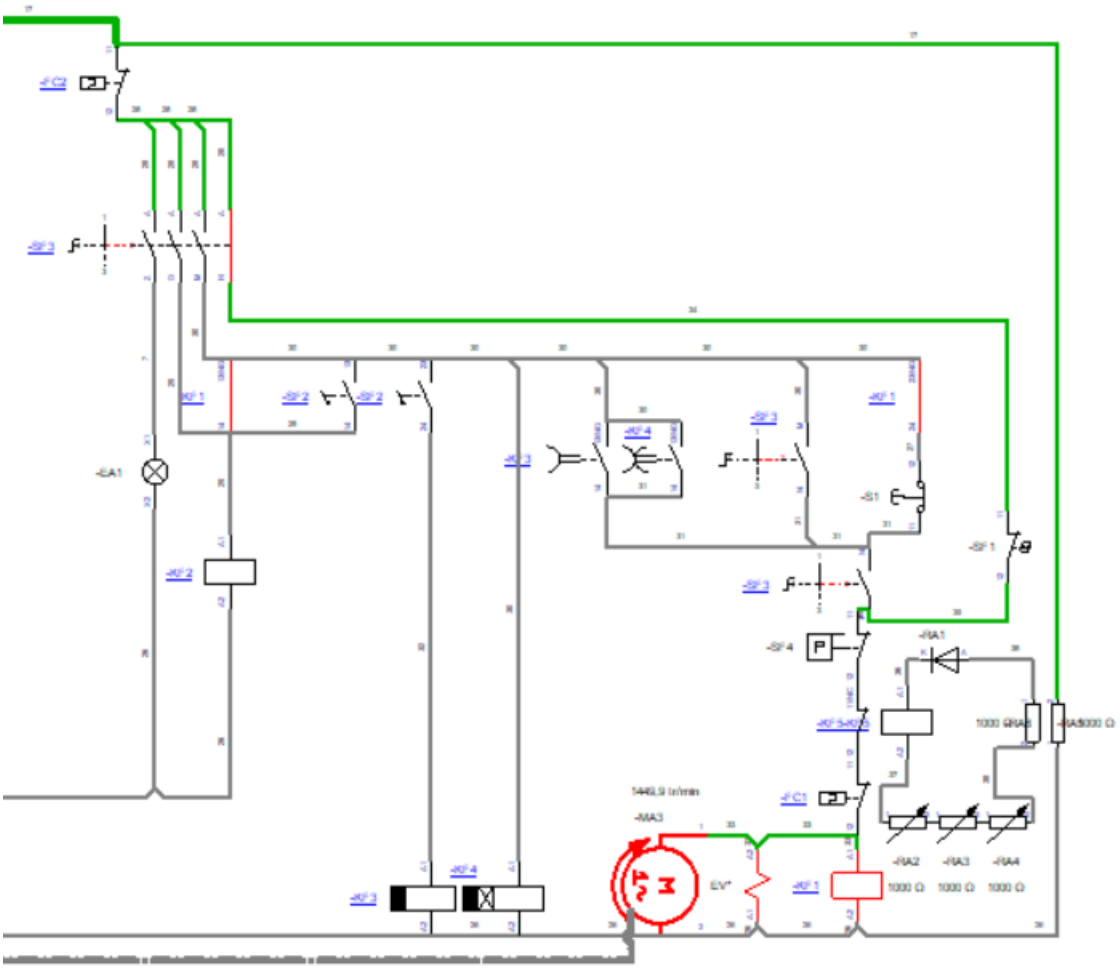


Figure 23: L'état de mode conservation

Après que le mélange devine froid a certain degré le thermostat ouvre le circuit de commande et la machine s'arrête.

c) Mode Marche

A cette étape la machine est prête à utiliser, une fois vous mettez le commutateur en position marche le moteur de mixage et le compresseur sont démarrés.

L'électrovanne s'exciter et le ventilateur tourné pour refroidisse le réfrigérant qu'est dans le condenseur.

Jusqu'à que le mélange devine très froid à travers l'évaporateur un phénomène physique intervenir ce phénomène et la dilatation qui repoussé une poulie est cette poulie compressée un petite micro-switch axial qui arrêter tout la machine.

Il est représenté dans le schéma suivant

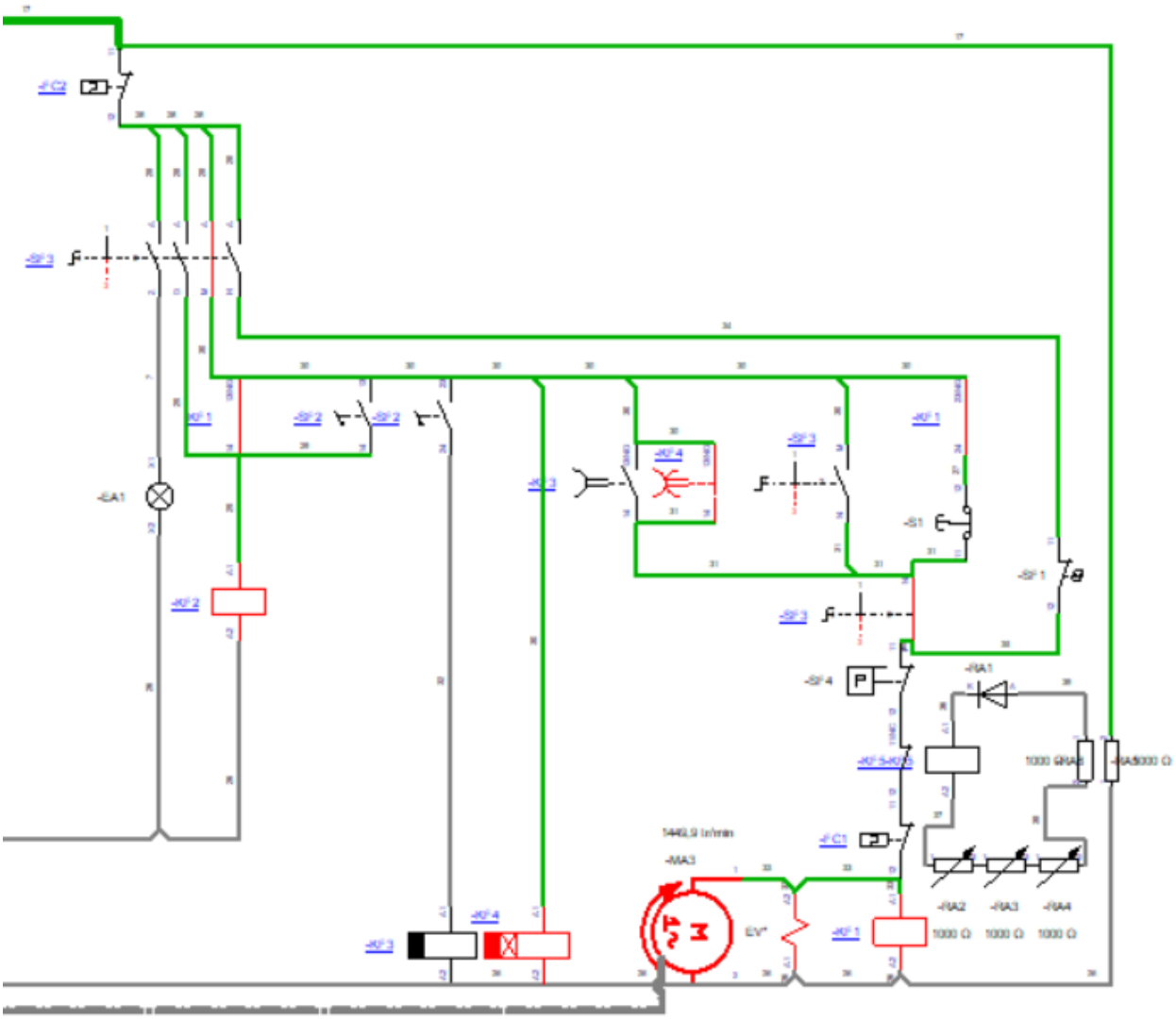


Figure 24: L'état de mode marche

Si vous voulez servi la matière tu peux utiliser un levier de distribution qui excité deux micro-switch, ces micro-switch attaque directement un moteur temporisé qui relancé le processus pour 5’ minute, mais quand la machine reste sans utilisation le temporisateur relancé la machine chaque 10’ minute, pour jouer le rôle de conservation.

d)Mode Nettoyage

Si on va nettoyer la machine il faut d’aller vers le mode nettoyage, qui permet de nettoyer facilement et efficacement les différentes parties de la machine qu’ils sont en contact direct avec le mélange après utilisation, ce mode permet de tourner le moteur malaxeur et allumer un témoin pour averti l’utilisateur.

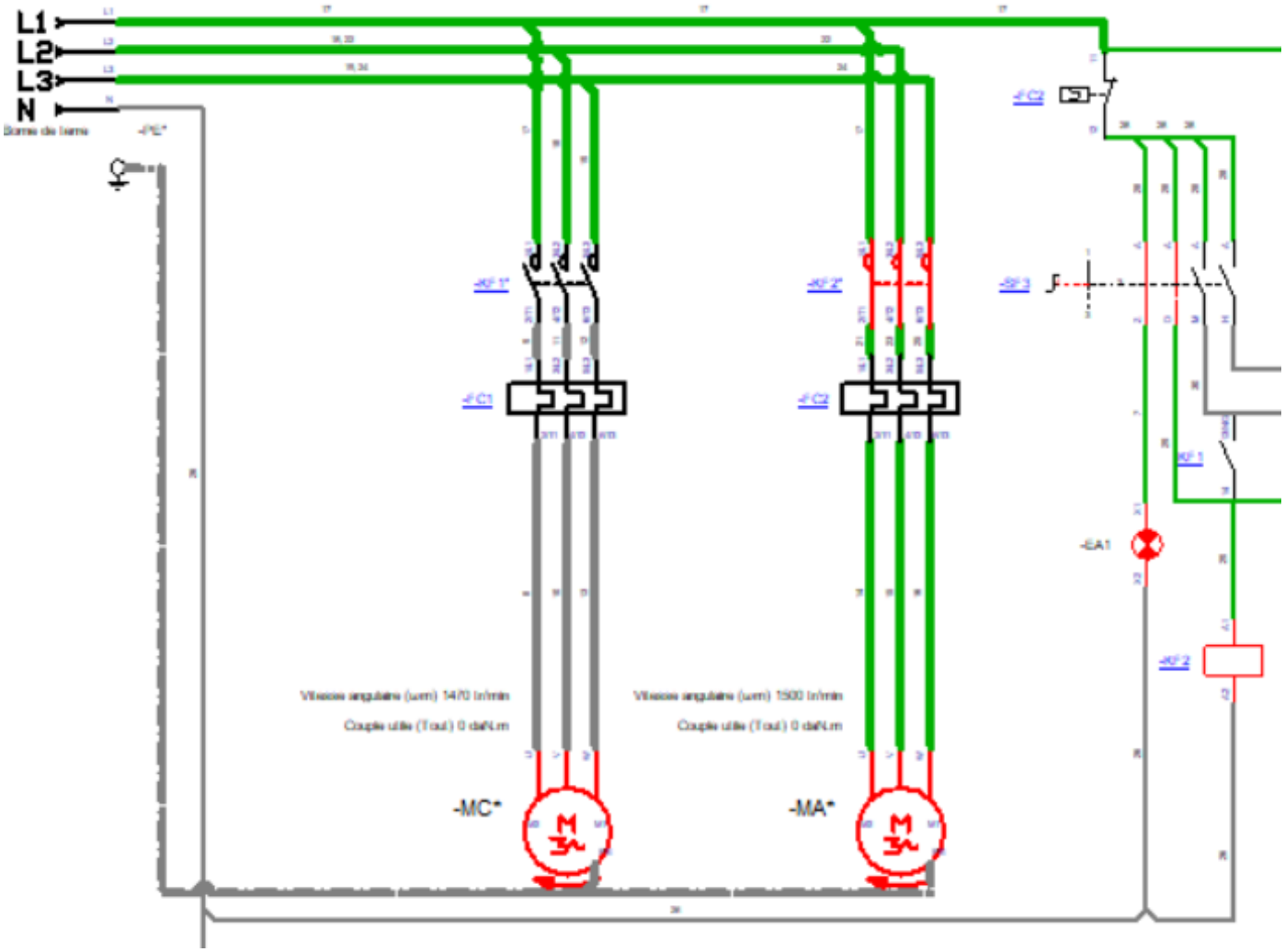
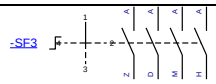
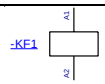
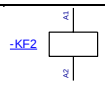
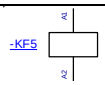
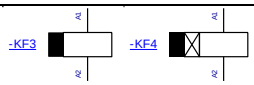
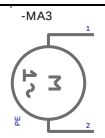
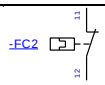
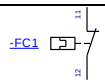
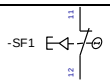
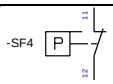
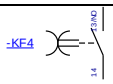


Figure 25: L'état de Mode de nettoyage

II.4.2.2 Explication des symboles

La table suivante représente les Significations de ces symboles qui représenté dans la partie commande.

Tableau 1 : Explication des symboles de schéma de commande

Symbole	Signification
	- Commutateur rotatif, 4 positions
	- Bobine pour contacteur moteur compresseur
	- Bobine pour contacteur moteur malaxeur
	-protecteur thermique
	- Contact auxiliaire à fermeture
	-Interrupteur à levier micro-switch
	-Electrovanne passage de gaz
	-Moteur temporisé
	-Moteur ventilateur
	-Contacte relais thermique moteur malaxeur
	-contacte relais thermique moteur compresseur
	-Thermostat
	-pressostat
	-micro-switch temporisateur
	-Micro-switch axial
	-Lampe témoin
	-Diode

II.4.2.3 Les Micro Switch

Les micro switch sont parmi les conditions d'arrêt et marche de la machine, il y a trois micro switch dans cette machine.

- Micro switch axial : c'est le responsable sur l'arrêt de la machine quand la matière et très froide à travers un poulier et remise en marche de la machine quand la matière est déchiffrée.

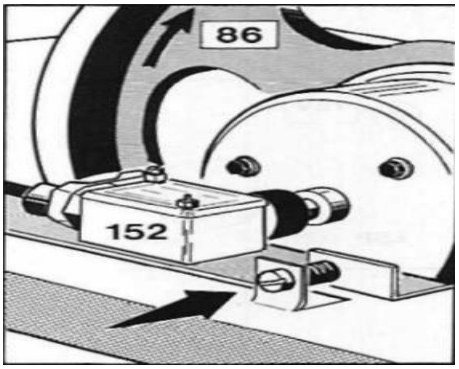


Figure 26: Micro switch axial

- Micro switch de bras de distribution : C'est le composent responsable au démarrage de moteur malaxeur aux distributions et le temporisateur rapide de 5 secondes qui démarrer le compresseur et les autre composant.



Figure 27: Micro switch de bras

II.4.2.4 Le Moteur temporisé

Dans les anciens systèmes ils ont ajouté les moteurs temporisés comme une solution pour contrôler le temps.

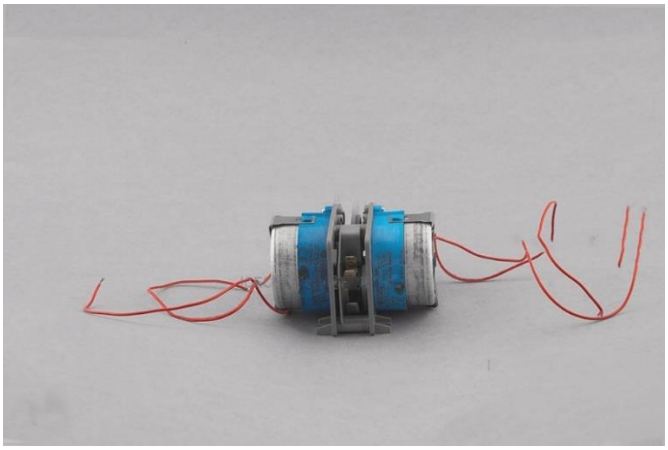


Figure 28 : Moteur temporisé de la machine

Un moteur temporisé est un type de moteur électrique qui peut fonctionner pendant une durée déterminée est pour régler il faut ajuster le moteur à une certaine vitesse et le diamètre et le nombre des dents de disque de rotor doit être bien déterminée aussi on peut ajouter des poulies pour réduire la vitesse.

II.4.2.5 Contacteur :

Un contacteur est un dispositif électromécanique qui permet d'établir ou de couper une liaison électrique entre deux circuits électriques différents. Les contacteurs peuvent être utilisés pour contrôler la mise en marche et l'arrêt des équipements électriques, tels que les moteurs, les compresseurs, les éclairages, etc. Les contacteurs peuvent être actionnés manuellement ou automatiquement à l'aide de signaux électriques. Ils peuvent également être de différents types, tels que les contacteurs à usage général, les contacteurs de puissance et les contacteurs de commande.



Figure 29: Image réelle de contacteur

II.4.2.5.1 Constitution d'un contacteur

- Une bobine
- Un ressort de rappel.
- De 2 à 4 contacts de puissance ou pôles (unipolaires, bipolaires, tripolaires, tétrapolaires).
- Un circuit magnétique constitué d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile)
- Une bague de déphasage qui stabilise les vibrations des bobines alimentées en courant alternatif.
- Des contacts auxiliaires ouverts ou fermés.

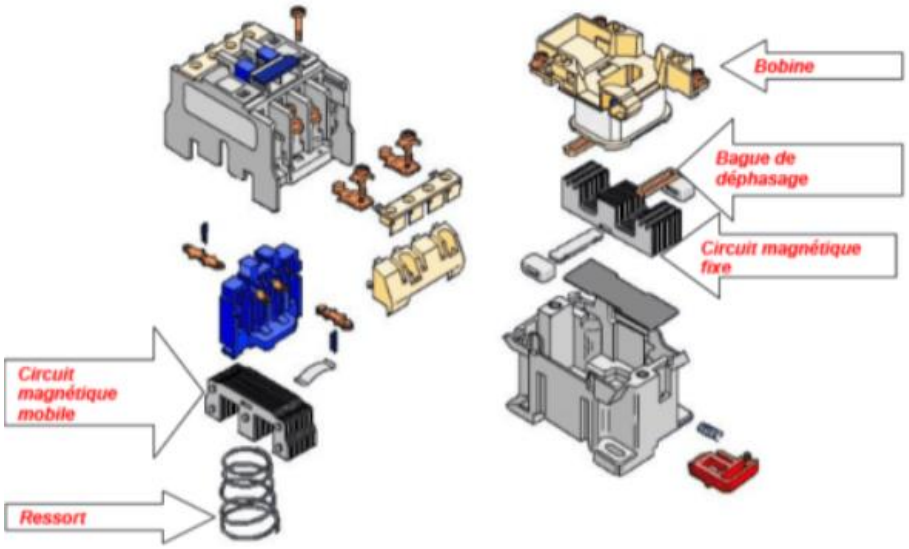


Figure 30 : Les composants de contacteur

II.4.2.5.2 Fonctionnement d'un contacteur

- La bobine du contacteur (bornes A1-A2), peut-être alimentée en AC ou en courant continu (24V,48V,110V,230V,400 V).
- Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent suivant le modèle).
- Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts (ou fermés).

II.4.2.5.3 Symboles schéma

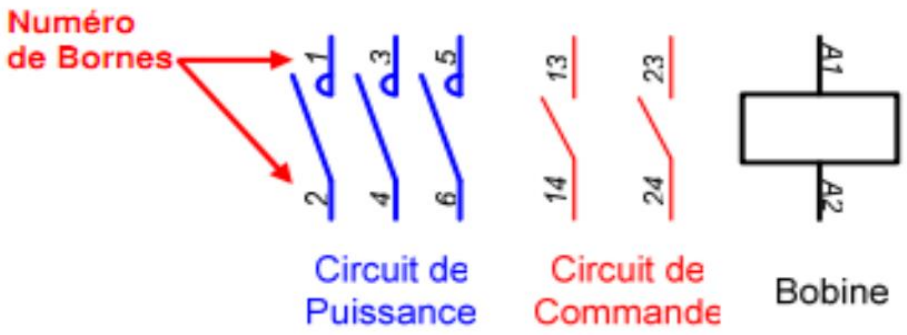


Figure 31: Symboles de Contacteur

II.4.2.5.4 Principaux critères de choix d'un contacteur

- La tension de commande de la bobine du contacteur.
- La tension d'alimentation du récepteur.
- Nombre de contacts de puissances (1,2,3,4).
- La puissance consommée par le récepteur.
- Pouvoir de coupure, courant maximal que le contacteur peut supporter. (5)

II.4.2.5.5 Catégories des contacteurs

Catégories		Applications
Alimentation en courant alternatif	AC1	Résistance
	AC2	Moteur à bagues calé
	AC2	Moteur à bagues lancé
	AC3	Moteur à cage lancé
	AC4	Moteur à cage calé

Tableau 5: Catégories des contacteurs

II.4.2.5.6 Choix du contacteur

Le choix d'un contacteur dépend :

- -La Puissance de la charge (moteur) exprimé en kW
- -La Tension d'alimentation de la charge (moteur)
- -La Tension du circuit de commande pour l'alimentation de la bobine

- -Le Type de Démarrage souhaité : 1 sens de marche ou 2 sens de marche.
- -Le Type de Charge à commander. La Catégorie d'Emploi
- -La catégorie d'emploi dépend de la nature du réseau et de la charge.
- AC1 : Tension alternative charge résistive (résistance)
- AC3 : Tension alternative charge motrice (moteur) (6)

II.5 Thermostat :

Le thermostat est un dispositif de régulation de la température qui est utilisé pour maintenir une température constante dans la machine à distribution. Il est généralement placé à l'intérieur de la machine à distribution et mesure la température du mélange de crème glacée. Lorsque la température dépasse un certain seuil, le thermostat envoie un signal à la machine pour activer le compresseur et abaisser la température.

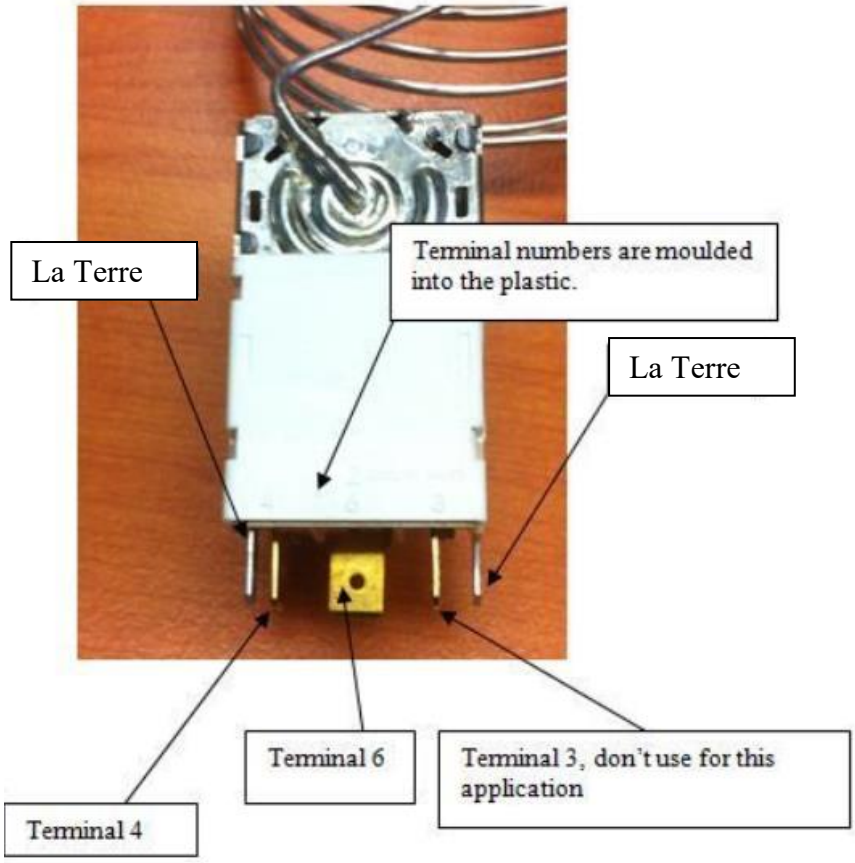
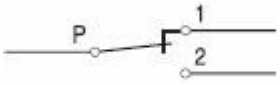


Figure 32 : Le Thermostat

Les thermostats permettent de maintenir une température ambiante (air) ou la température d'un liquide (eau, saumure) à un réglage définie par la consigne (désirée) .



Les thermostats sont des organes de régulation basique " tout ou rien ", qui ferment et ouvrent de simples contacts électriques, libres de potentiel. Les contacts ne peuvent avoir que deux états : ouvert ou fermé. Ils sont utilisés soit en régulation pour le chauffage ou la climatisation, soit en sécurité pour protéger les personnes ou les installations.

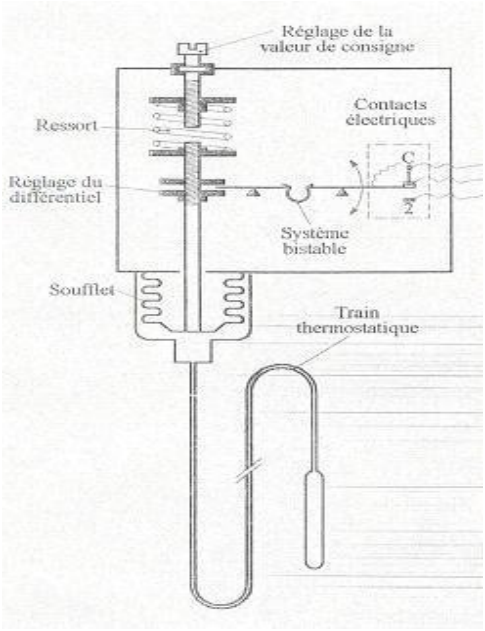


Figure 33 : Schéma électrique pour Thermostat

La plage de réglage définie les températures maximum et minimum que le thermostat peut contrôler. Le différentiel c'est l'écart de température entre le point d'enclenchement et celui de coupure du contact, il peut être fixe (par exemple 2°C) ou réglable.

Il existe un grand nombre d'utilisation et de modèles, citons les thermostats :

- À plusieurs étages ou contact
- De liquide (saumure)
- Incendie
- Antigel (sécurité sur l'air ou sur l'eau)
- À franchissement d'ambiance (quand la température du thermostat est plus basse que celle du bulbe)
- À point neutre. (4)

II.5.1 Thermostats à bilame

Ces thermostats sont constitués deux ‘2’ lames de matériaux ayant des coefficients de dilatation différents formant le contact.

Suivant la température ces contacts se déforment, s'éloignent ou se rapproche du ou des contacts.

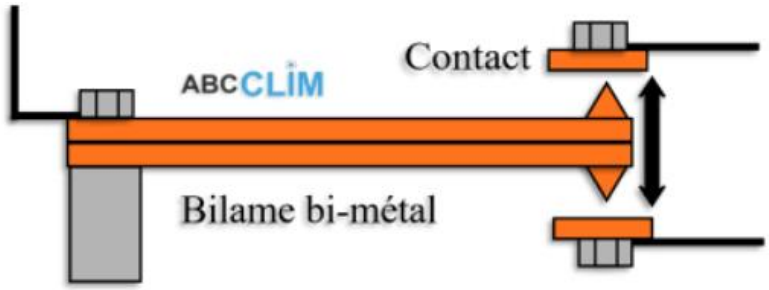


Figure 34 : Principe de Thermostat de Bilame

II.5.2 Thermostats à tension de vapeur

C'est un fluide présent dans un organe de détection (bulbe ou membrane) qui provoque le déplacement d'un contact électrique par variation de pression. La relation pression/température montre how cette variation de pression est directement liée à une variation de température. Si la pression de l'organe de détection est more élevée que celle du ressort, le contact actionnera dans un sens. En revanche, lorsque la température diminue, la pression sur le ressort diminue et le contact basculera dans un autre sens.

II.5.3 Thermostats à bulbe

Le train thermostatique est le terme utilisé pour décrire la connexion entre le bulbe et le capillaire du thermostat. La pression du train thermostatique déforme un soufflet, un ressort opposé réglé par une vis sert de point de consigne et ensemble permet agir sur le contact. Le bulbe, qui contient un mélange de vapeur et de liquide, placé dans la zone surveillée.

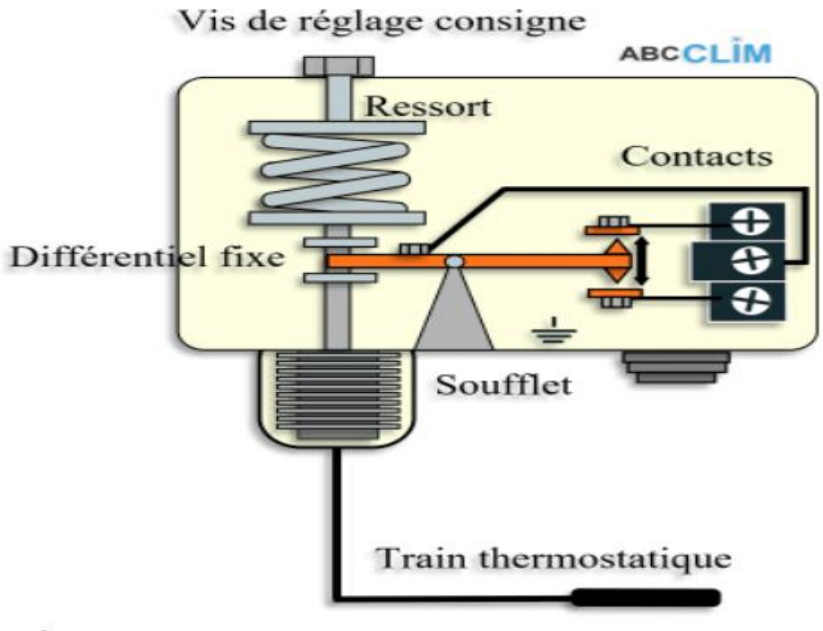


Figure 35 : Principe de Thermostat de Bulbe

II.7 Le pressostat :

Est un élément de détection de pression qui peut être utilisé pour contrôler et réguler la pression du fluide frigorigène dans le système de réfrigération.



Figure 36 : La Pressostat de la machine

Il peut également être utilisé pour protéger le compresseur contre des pressions excessives qui pourraient endommager le système.

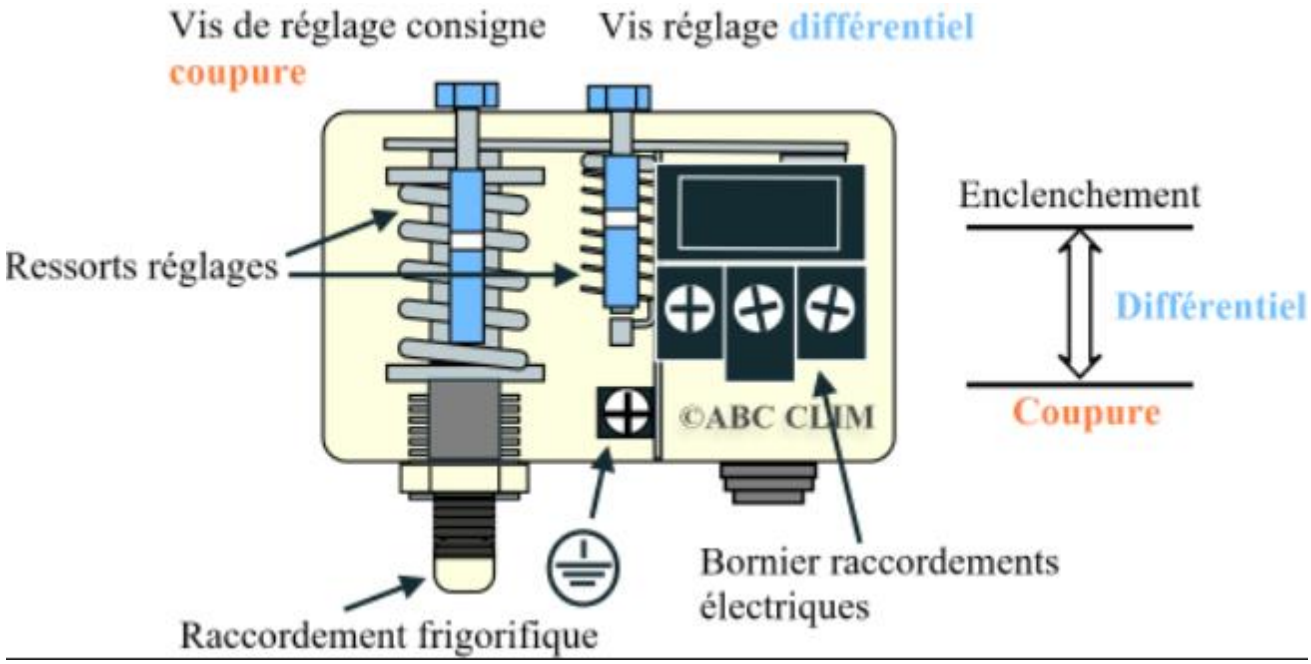


Figure 37 : Principe de fonctionnement de pressostat

II.8 Les Systèmes de principe dans cette machine

Dans chacune des machines industrielles modernes, il fonctionne selon des systèmes coordonnés et ordonnés. Chaque système est le principe de fonctionnement de la machine dans l'une des étapes qui donne le résultat des différentes commandes.

Les étapes des systèmes de machines à crème glacée sont divisées en cinq étapes de base parfaitement construites et pensées

Ces systèmes ont des ordres différents les uns des autres, mais ils sont liés les uns aux autres dans les entrées et les sorties.

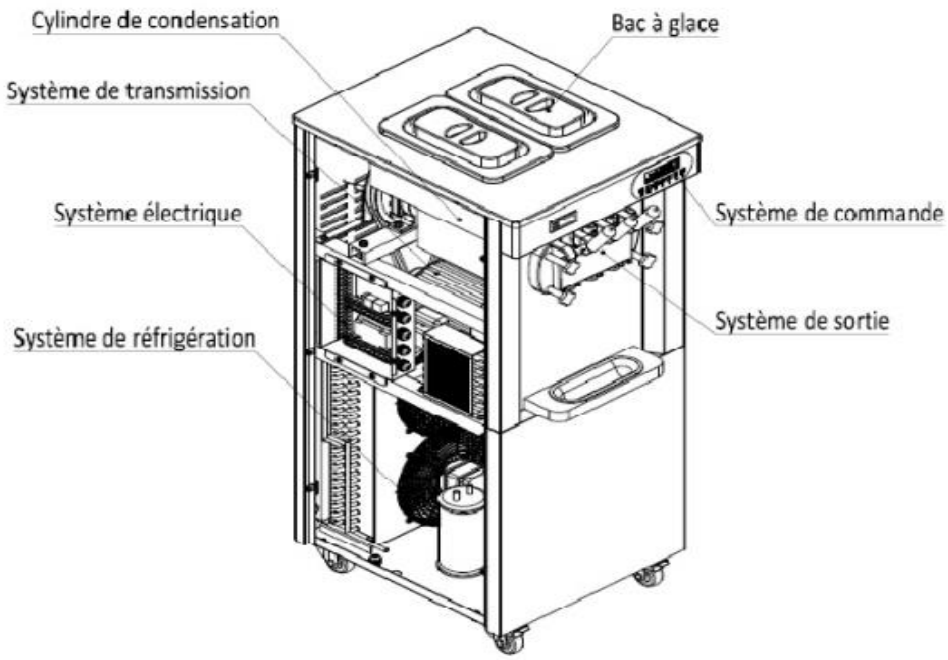


Figure 38: Les Systèmes de principe dans machine à crème glacée

II.8.1 Système de transmission :

Le système de transmission est responsable du mouvement de l'équipement de la machine à crème glacée. Il comprend généralement un moteur, une boîte de vitesses et des courroies. Le moteur est responsable de la génération de la puissance nécessaire pour entraîner la machine, tandis que la boîte de vitesses permet de contrôler la vitesse de rotation des pales et des agitateurs. Les courroies servent à transmettre la puissance du moteur à la boîte de vitesses et aux agitateurs.

II.8.2 Système de réfrigération :

Le système de réfrigération est responsable du maintien de la température de la machine à distribution à un niveau constant et bas. Il est généralement composé d'un compresseur, d'un condenseur,

d'un évaporateur et d'un réfrigérant. Le compresseur comprime le réfrigérant, augmentant ainsi sa température et sa pression. Le réfrigérant passe ensuite dans le condenseur, où il se condense en libérant de la chaleur. L'évaporateur permet au réfrigérant de s'évaporer en absorbant de la chaleur de la machine à crème glacée, maintenant ainsi sa température basse.

II.8.3 Système électrique :

Le système électrique est responsable de l'alimentation en électricité de tous les composants de la machine à crème glacée. Il comprend généralement un tableau de commande électrique, qui contrôle l'alimentation électrique des différents composants de la machine. Il peut également inclure des dispositifs de protection tels que des disjoncteurs pour protéger la machine contre les surcharges électriques.

II.8.4 Système de commande :

Le système de commande est responsable de la gestion et de la régulation des différentes parties de la machine à crème glacée. Il se compose de plusieurs éléments tels que des capteurs, des interrupteurs, des relais, des boutons et un programmateur. Le programmateur est le cerveau de la machine, il reçoit les signaux des différents capteurs et interrupteurs et, en fonction de ceux-ci, commande les différents organes de la machine pour réaliser une recette donnée. Les boutons permettent aux utilisateurs de sélectionner différentes options de fonctionnement et d'interagir avec le système de commande.

II.8.5 Système de sortie :

Le système de sortie est responsable de la distribution de la glace produite par la machine. Il se compose d'un distributeur et d'un tuyau qui transporte la glace du distributeur à l'endroit où elle doit être servie. Le distributeur est actionné par un moteur électrique qui est commandé par le système de commande. Il peut être équipé de différents types de buses pour produire des formes et des tailles de glace différentes.

Le système de sortie doit être conçu de manière à ce que la glace soit distribuée de manière uniforme et sans interruption. Le distributeur doit être facilement accessible pour permettre un nettoyage régulier et une maintenance facile.

En conclusion, la machine à crème glacée est un système complexe composé de plusieurs sous-systèmes interconnectés. Le système de transmission est responsable de la transmission de la puissance du moteur aux différents organes de la machine, tels que le tambour, la palette et le bras raclant. Le système électrique fournit l'alimentation électrique nécessaire à la machine, ainsi que les

commandes pour les différentes fonctions de la machine. Le système de réfrigération est responsable de la production de la glace et maintient la température appropriée pour la fabrication de la glace.

Le système de commande coordonne toutes les actions de la machine à crème glacée pour produire une glace de qualité constante. Enfin, le système de sortie est responsable de la distribution de la glace produite par la machine.

Chacun de ces systèmes est essentiel au fonctionnement de la machine à crème glacée et doit être conçu avec soin pour garantir des performances optimales et une production de glace de qualité constante.

II.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié en détail le fonctionnement de la machine à crème glacée ainsi que les différents composants électriques et mécaniques qui la composent. Nous avons également examiné les différents schémas électriques utilisés pour alimenter les différents composants électriques. Les connaissances acquises dans ce chapitre seront utiles pour comprendre le fonctionnement du système de commande de la machine à distribution carpigiani, qui sera étudié dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III : L'AUTOMATISATION AVEC PLC LOGO

III .1 Introduction

Dans ce chapitre, nous examinerons de plus près les différentes facettes de l'automatisation du système de machine à distribution carpigiani à l'aide du PLC Logo ! Nous explorerons les aspects de la programmation, de la configuration des entrées/sorties, de l'interface utilisateur et des fonctionnalités avancées offertes par ce contrôleur.

L'objectif principal de ce chapitre est de fournir une compréhension approfondie de l'automatisation du système de machine à distribution carpigiani avec le PLC Logo ! et d'analyser les avantages qu'il apporte en termes d'efficacité opérationnelle, de qualité des produits et de réduction des coûts. Nous examinerons également les défis potentiels et les considérations pratiques liées à la mise en œuvre de cette automatisation.

III.2 Cahier des charges

III.2.1 Introduction

Le présent cahier des charges vise à définir les spécifications techniques et fonctionnelles de l'automatisation du système de machine à distribution carpigiani à l'aide du PLC LOGO. L'objectif est de mettre en place un contrôle efficace et automatisé du fonctionnement de la machine.

Le PLC LOGO se compose de huit entrées et de quatre sorties, nous tirerons parti de toutes les entrées et sorties pour assurer le fonctionnement du système.

Dans notre projet, nous opterons pour un automate compact (PLC LOGO) pour répondre à nos besoins en termes de nombre d'entrées et de sorties du système, tout en prenant en compte sa compatibilité avec notre budget. Les principales raisons de ce choix résident dans sa simplicité d'utilisation, sa taille compacte, sa polyvalence et son coût abordable.

III.2.2 Spécifications fonctionnelles

III.2.2.1 Les Entrées de PLC LOGO :

- Nous avons sélectionné les modes du commutateur pour disposer de trois entrées dans l'automate LOGO (Conservation, Marche, Nettoyage).
- La quatrième entrée a été utilisée pour le thermostat chargé de mesurer la température dans les cuves. C'est un responsable pour déclenchement et arrêter le compresseur, électrovanne et le ventilateur dans mode conservation.
- Nous avons ajouté un micro-switch axial en cinquième entrée. Il est responsable pour éviter un problème lors de la taille du matériel à l'intérieur la machine.

- La sixième entrée exploite les contacts auxiliaires du relais thermique pour protéger le moteur contre les surcharges.
- La septième entrée utilise le pressostat pour contrôler le fonctionnement du compresseur avec l'électrovanne et le ventilateur.
- Enfin, la huitième entrée est un micro-interrupteur sur le bras de distribution qui déclenche le fonctionnement du compresseur après une durée programmée.

III.2.2.2 Les sorties de PLC LOGO :

- Nous avons choisi la première sortie pour excitation la bobine (TTC) de contacteur responsable de lancement le compresseur.
- Pour la deuxième sortie on a exploité pour excitation la bobine (TTA) de contacteur responsable de lancement le malaxeur.
- La sortie de PLC LOGO c'est 24V donc on fait ajouter le relai statique pour exécuter la bobine de contacteur 220V.
- Pour la troisième sortie nous avons choisi pour la LED indiquée de mode Nettoyage.
- En fin, la quatrième sortie on a exploité pour LED d'alarme. Cette mode est très importante pour protéger la machine dans quelque problème comme haute température.

Pour faire tout cela et relier les entrées aux sorties, nous l'avons programmé dans un langage LADDER.

III.2.3 Spécification technique

- Dans la partie puissance on a ajouté un disjoncteur différentiel magnétique pour protéger tous les composants dans la machine contre court-circuit et couper automatiquement le courant en cas de fuite.
- Pour faire l'alimentation de l'automate, nous aurions besoin d'un transformateur (220V 24V) et redresseur.
- Nous avons également renoncé moteur temporisé et remplacer avec temporisateur programmée dans l'automate.

III.3 Eléments d'automatisme inclus au système

III.3.1 PLC LOGO !

Le PLC Logo est un automate programmable industriel compact, souvent utilisé dans des applications nécessitant un contrôle simple et économique. Il est produit par Siemens et est largement utilisé dans divers secteurs industriels.



Figure 39: Interface de PLC LOGO

III.3.1.1 Le fiche technique

- **Modèle :** PLC LOGO ! 12/24RCE
- **Fabricant :** Siemens
- **Dimensions :** Varient selon le modèle, typiquement compactes pour une installation dans des espaces restreints
- **Alimentation électrique :** Typiquement 24 V DC
- **Nombre d'entrées/sorties (E/S) :** 8 entrées 24V 2.0 A/DC et 4 sorties 24 V DC, 0,3 A max.
- **Interfaces de communication :** Ethernet, ports série, protocole Modbus, etc.
- **Langage de programmation :** LOGO Soft Comfort (logiciel de programmation fourni).
- **Compatibilité :** Intégration avec d'autres dispositifs et systèmes via des interfaces de communication standard
- **Fiabilité :** Conçu pour résister aux conditions environnementales difficiles et aux perturbations électromagnétiques
- **Coût :** Offre un rapport qualité-prix attractif pour les petites et moyennes entreprises (10)

III.3.1.2 Raison de choisir

Les raisons de choisir le PLC Logo sont multiples :

- **Simplicité d'utilisation :** Le PLC Logo est réputé pour sa convivialité. Son logiciel de programmation intuitif permet aux utilisateurs, même novices, de créer et de modifier facilement des programmes.
- **Taille compacte :** Le PLC Logo est de petite taille, ce qui lui permet d'être installé dans des espaces restreints. Cela le rend idéal pour les applications où l'espace est limité, comme les petites machines et les systèmes embarqués.
- **Polyvalence :** Malgré sa taille compacte, le PLC Logo offre une polyvalence considérable. Il est capable de gérer un nombre suffisant d'entrées et de sorties pour de nombreuses applications industrielles, ce qui en fait un choix adapté à de nombreuses tâches de contrôle.
- **Coût abordable :** Le PLC Logo est connu pour son rapport qualité-prix avantageux. Son prix d'acquisition est généralement inférieur à celui des automates programmables industriels plus complexes, ce qui en fait une option économique pour les petites et moyennes entreprises.

III.3.2 Disjoncteur

Un disjoncteur est un dispositif de sécurité électrique conçu pour interrompre le flux d'électricité dans un circuit en cas de surcharge, de court-circuit ou de défaut d'isolement.

Le fonctionnement d'un disjoncteur est basé sur un mécanisme de déclenchement thermique et/ou magnétique.

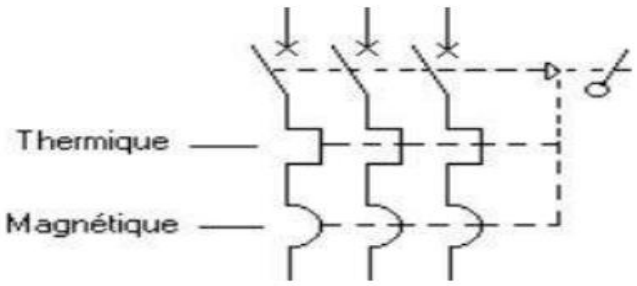


Figure 40: Symbole de disjoncteur magnétothermique

Le déclenchement magnétique : est basé sur le champ magnétique généré par le courant électrique qui traverse le disjoncteur. Lorsque ce champ magnétique dépasse une certaine limite, il provoque l'ouverture d'un mécanisme de verrouillage qui interrompt l'alimentation électrique.

III.3.3 Transformateur

Un transformateur est un dispositif électrique qui permet de modifier la tension d'un courant électrique alternatif. Il se compose de deux bobines enroulées autour d'un noyau magnétique. En fonction du rapport de transformation entre les bobines, le transformateur peut augmenter (élévateur) ou diminuer (abaisseur) la tension électrique. Il est largement utilisé dans les réseaux électriques et les appareils électriques pour assurer une distribution efficace et sécurisée de l'énergie électrique.

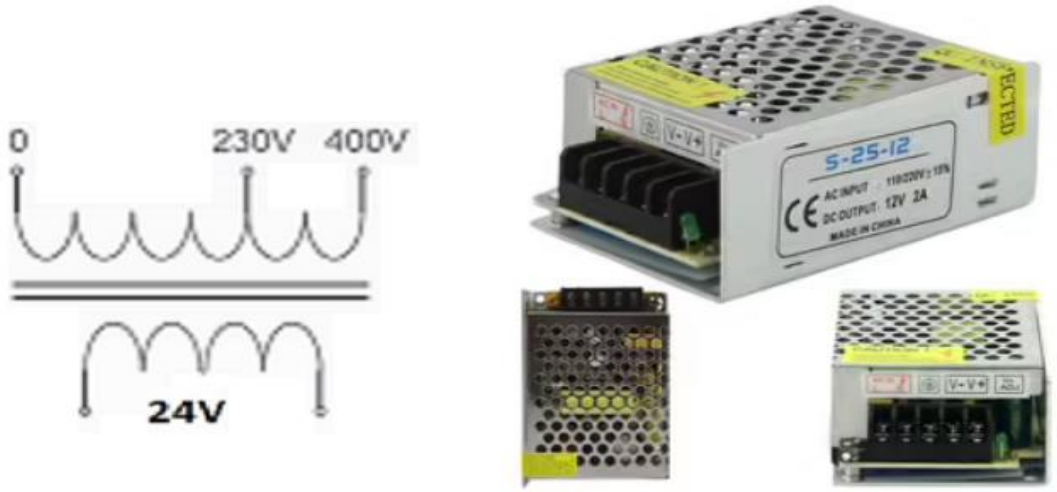


Figure 41: Transformateur

III.3.4 Redresseur

Un redresseur est un dispositif électrique qui convertit le courant alternatif en courant continu en supprimant les alternances négatives.

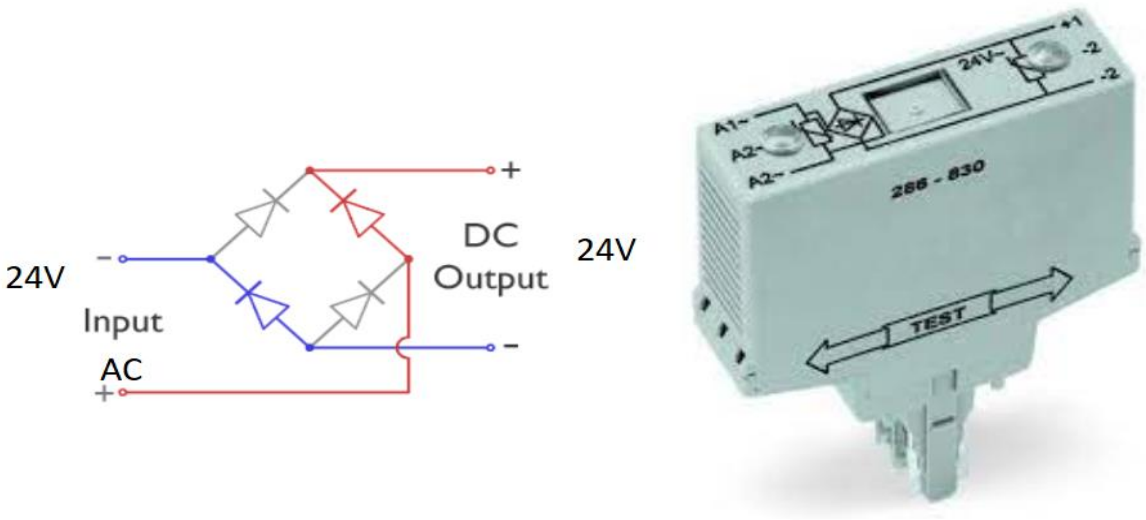


Figure 42: Redresseur

Il est principalement composé de diodes qui permettent de bloquer le passage du courant dans une direction et de le laisser passer dans l'autre. Les redresseurs sont largement utilisés pour alimenter en courant continu divers appareils électroniques et pour charger les batteries.

III.3.5 Relai statique

Les relais statiques sont composés de composants électroniques tels que les transistors, les diodes et les circuits intégrés. Ils sont plus rapides et plus fiables que les relais électromécaniques et sont couramment utilisés dans les installations électriques industrielles.

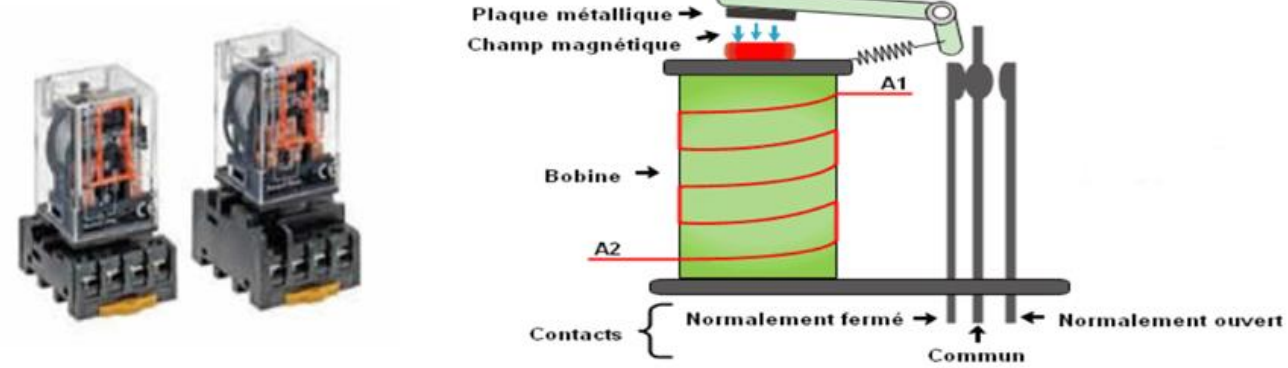


Figure 43: Relai statique

La partie commande dotée d'un bobinage, qui lorsqu'on l'alimente (A1/A2) crée un champ électromagnétique(électroaimant) à l'extrémité de la bobine. Ce champ magnétique va attirer un élément métallique monté sur un axe mobile (non conducteur), qui actionnera des contacts mécaniques. Une fois la bobine dés alimentée les ou le contact revient en position initiale grâce au ressort de rappel.

L'électroaimant (bobine) peut être alimenté en Très Basse Tension, 12 V, 24 V, 48 V continu ou alternatif ou en Basse Tension,230 V,400 V.

La partie actionneur est constituée d'un ou plusieurs contact ouvert (NO=normalement Ouvert) et fermé (NC ou NF=normalement fermé) totalement indépendants et d'une borne commune (commun).

III.3.6 Alarme

Les alarmes dans une machine peuvent être configurées pour divers scénarios tels que des températures élevées, des pressions anormales, des pannes de capteurs ou toute autre condition critique nécessitant une intervention ou une action immédiate. Elles contribuent à assurer la sécurité des opérateurs et à prévenir les dommages ou les défaillances du système.

III.4 Nouvelle schéma électrique

Les nouveaux schémas sont basés sur de nouveaux composants étudiés sur la base des normes d'automatisation industrielle.

III.4.1 Partie puissance

III.4.1.1 Schéma de puissance

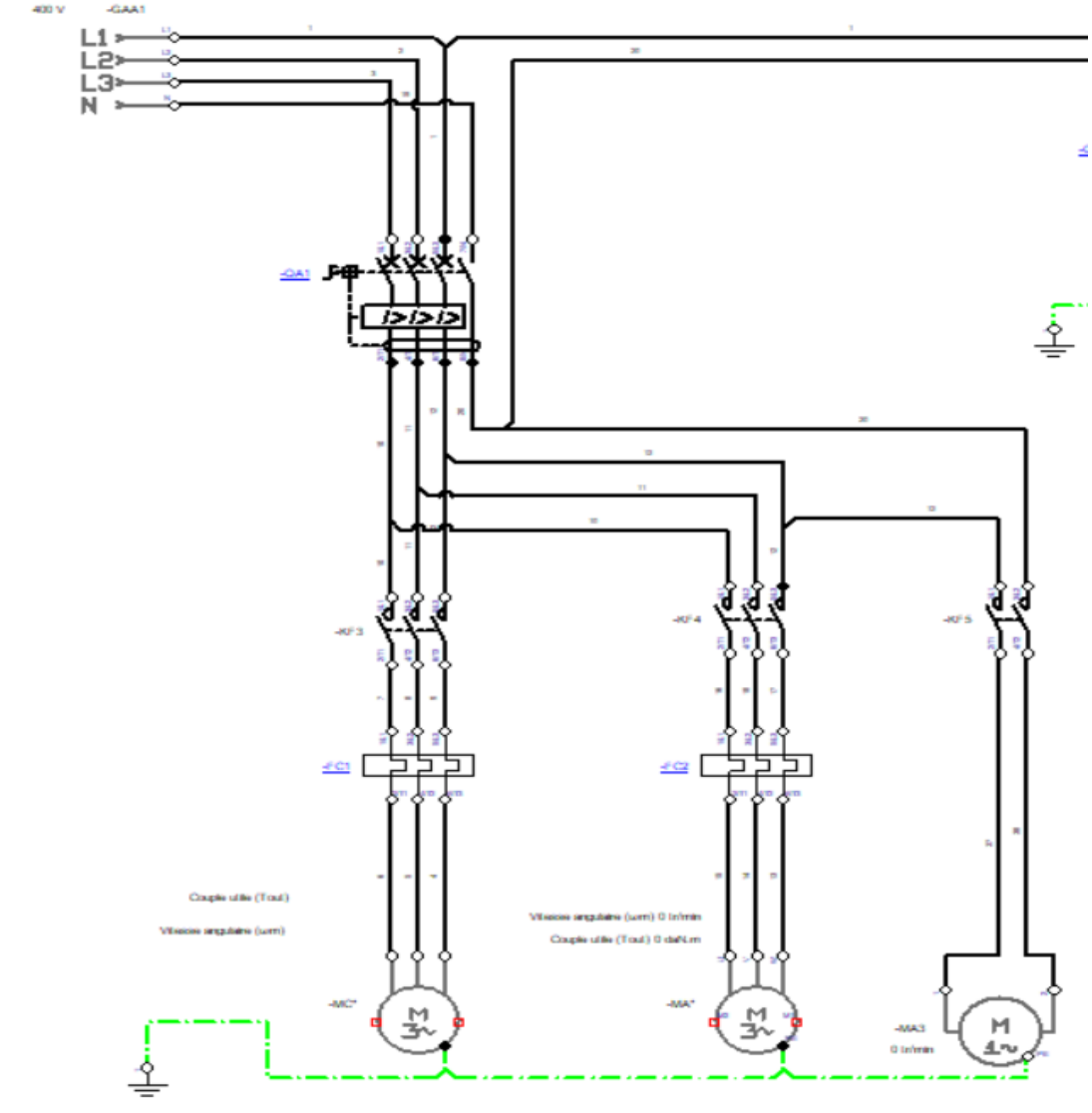
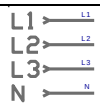
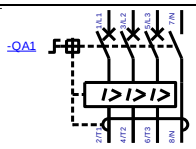
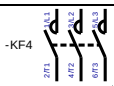
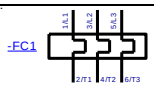
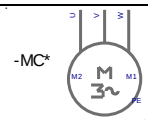
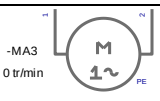


Figure 44: Nouveau Schéma de puissance

III.4.1.2 Explication des Symboles

Tableau 6: Explication des symboles de nouveau schéma de puissance

Symbole	Signification
	-Alimentation triphasé 400V 50Hz avec neutre.
	-Disjoncteur magnétique différentielle triphasé avec neutre.
	-Contacte auxiliaire biphasé pour le disjoncteur.
	-Contacteur triphasé pour le moteur Compresseur (TTC).
	-Contacteur triphasé pour le moteur Malaxeur (TTA).
	-Contacteur biphasé pour le moteur Ventilateur (MV).
	-Relais thermique de protection contre les sur charge.
	-Mise à la terre.
	-Moteur Compresseur asynchrone triphasé.
	-Moteur Malaxeur asynchrone triphasé.
	-Moteur Ventilateur monophasé.
	-Câble de puissance pour les trois phases.
	-Câble de Mise à la terre.

III.4.1.3 Principe de fonctionnement

La partie de puissance d'un système utilisant le PLC LOGO, repose sur les commandes d'entrée et le programme pour assurer le fonctionnement des moteurs. Les signaux de sortie du PLC LOGO, sont

utilisés pour activer les bobines de relais statiques, qui à leur tour activent les bobines des contacteurs responsables du démarrage des moteurs.

III.4.2 Partie Commande

La partie commande d'un système joue un rôle essentiel dans la gestion et le contrôle des différents états opérationnels, tels que la conservation, la marche et le nettoyage. Cette section est responsable de la coordination des actions et de la prise de décisions nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du système.

Dans cette partie, nous explorerons en détail les différents aspects de la commande, en mettant l'accent sur les mécanismes de contrôle, les algorithmes de décision, ainsi que les interfaces homme-machine pour une gestion optimale des différents états opérationnels.

III.4.2.1 Schéma de commande

Dans ce diagramme, il y aura beaucoup de changement dans l'augmentation et la diminution de certains composants, ce que nous expliquerons dans les parties suivantes.

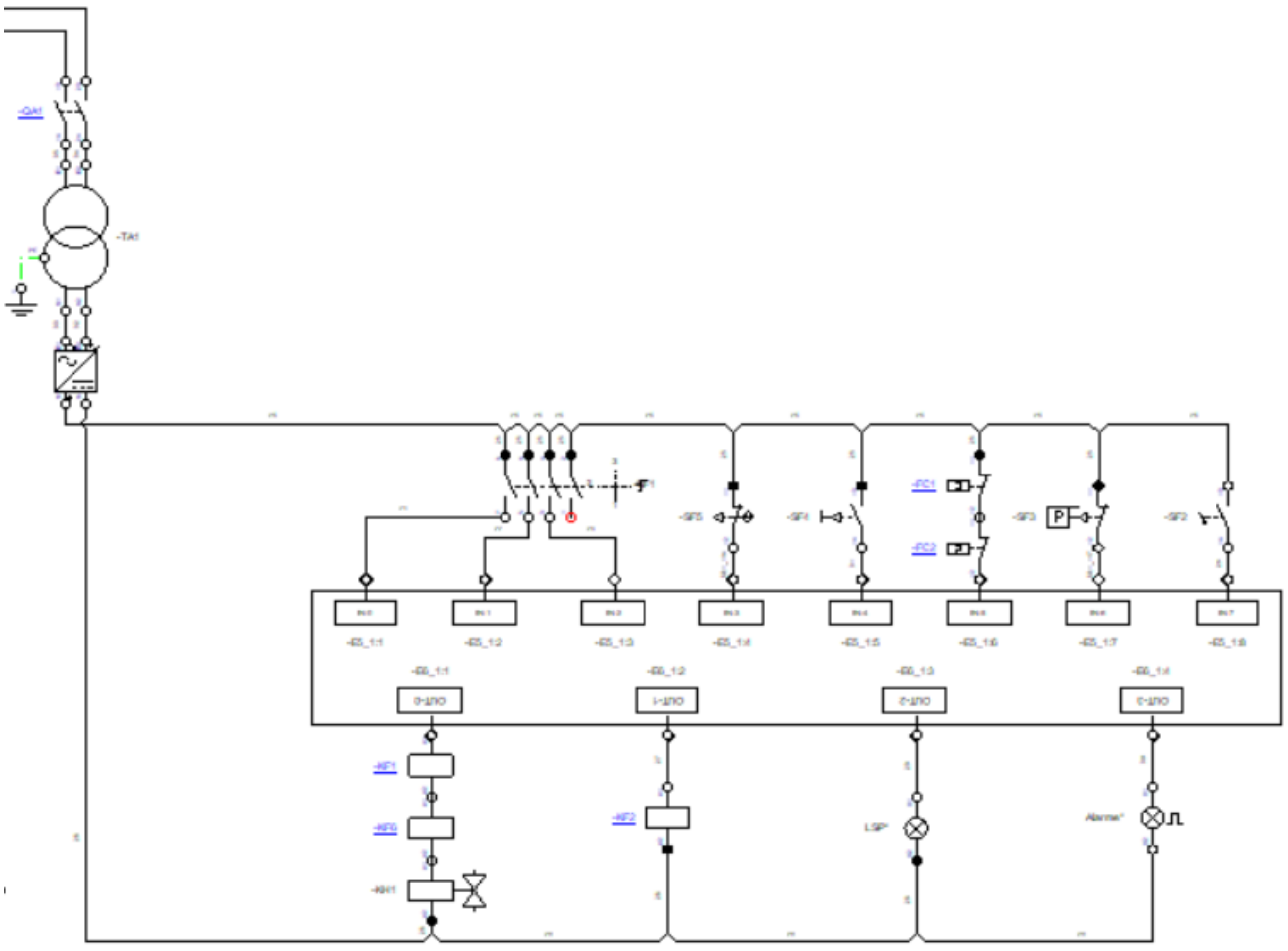
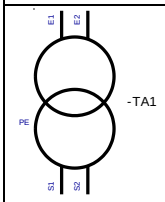
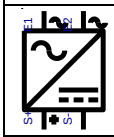
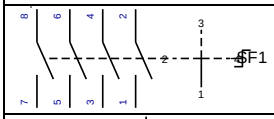
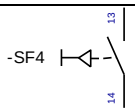
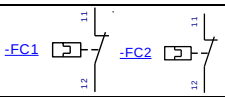
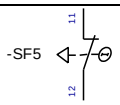
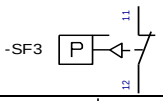
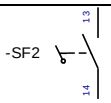
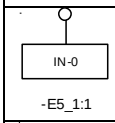
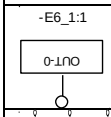
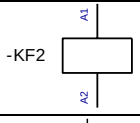
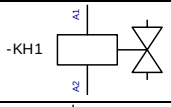
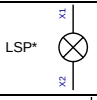
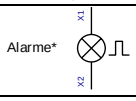


Figure 45: Nouveau schéma de commande

III.4.2.2 Explication des Symboles

Tableau 7: Explication des symboles de nouveau schéma de commande

Symboles	Signification
	- Transformateur 220V/24V AC.
	- Redresseur 24VAC/24VDC.
	- Commutateur rotatif, 4 positions.
	- Micro-switch Axial.
	-Contacts Relais Thermique de protection (RTA) et (RTC).
	-Contact de thermostat.
	-Contact de pressostat.
	- Micro-switch des bras de distribution
	- Borne d'entrée d'API LOGO !
	- Borne de sortie d'API LOGO !
	- Module d'automate.
	-Bobine contacts moteurs
	-Bobine électrovanne
	-LED témoin de mode nettoyage
	-Alarme

III.4.2.3 Principe de fonctionnement

Après l'automatisation la commande de la machine basée complétement sur l'API LOGO, qui jouer le rôle de décisionnaire et gérer et contrôler les différent composent de commande du système quelle que soit les micro-switch les contacts des relais et les contacts des grandeurs physique comme la température et la pression.

Les compensent qui donne l'état de système sont connecter avec les bornes des entrées pour transférer les informations à l'automate.

Le PLC traiter les donnes pour chaque entrée à chaque instant sellent un programme qu'est écrivez la logique de contrôle par des instructions logiques et des temporisateurs, des bloque de fonction des compteurs … etc. Qui détermine les actions et les décisions à prendre.

A la fin de cette chaine la commande et appliqué sur les actionneurs qui sont relier avec les bornes de sortie d'automate à travers des relais statiques pour obtenir la tension compatible pour les bobines d'excitation des actionneurs

En résumé, le principe de fonctionnement de la partie de commande avec un PLC consiste à programmer le PLC pour lire les signaux d'entrée, exécuter une logique de contrôle spécifique et mettre à jour les sorties en fonction des conditions et des actions prédéfinies dans le programme. Cela permet de contrôler et de gérer le système de manière automatisée et réactive.

III.5 Le programme

Nous avons programmé cet Automate (PLC LOGO) en langage LADDER pour sa facilité d'utilisation, il est fréquemment utilisé dans le domaine de la programmation industrielle.

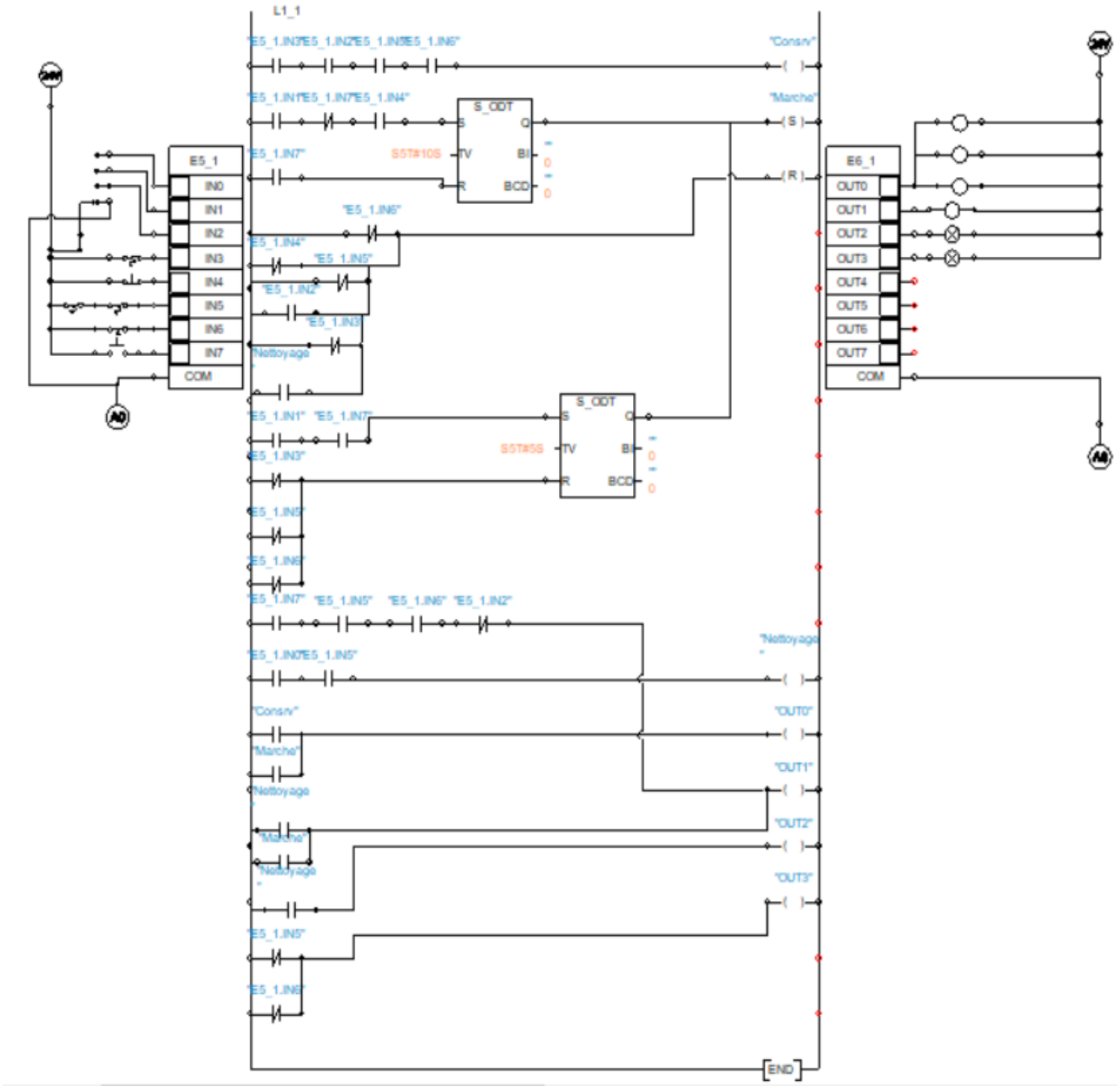


Figure 46: Programme LADDER dans Logiciel Automation Studio

III.5.1 L'organigramme de programme

Il explique comment le programme fonctionne dans l'automate, nous avons expliqué les étapes du commutateur dans la machine en fonction du programme dans PLC LOGO, et tous les conditions disponibles à l'aide de cet organigramme.

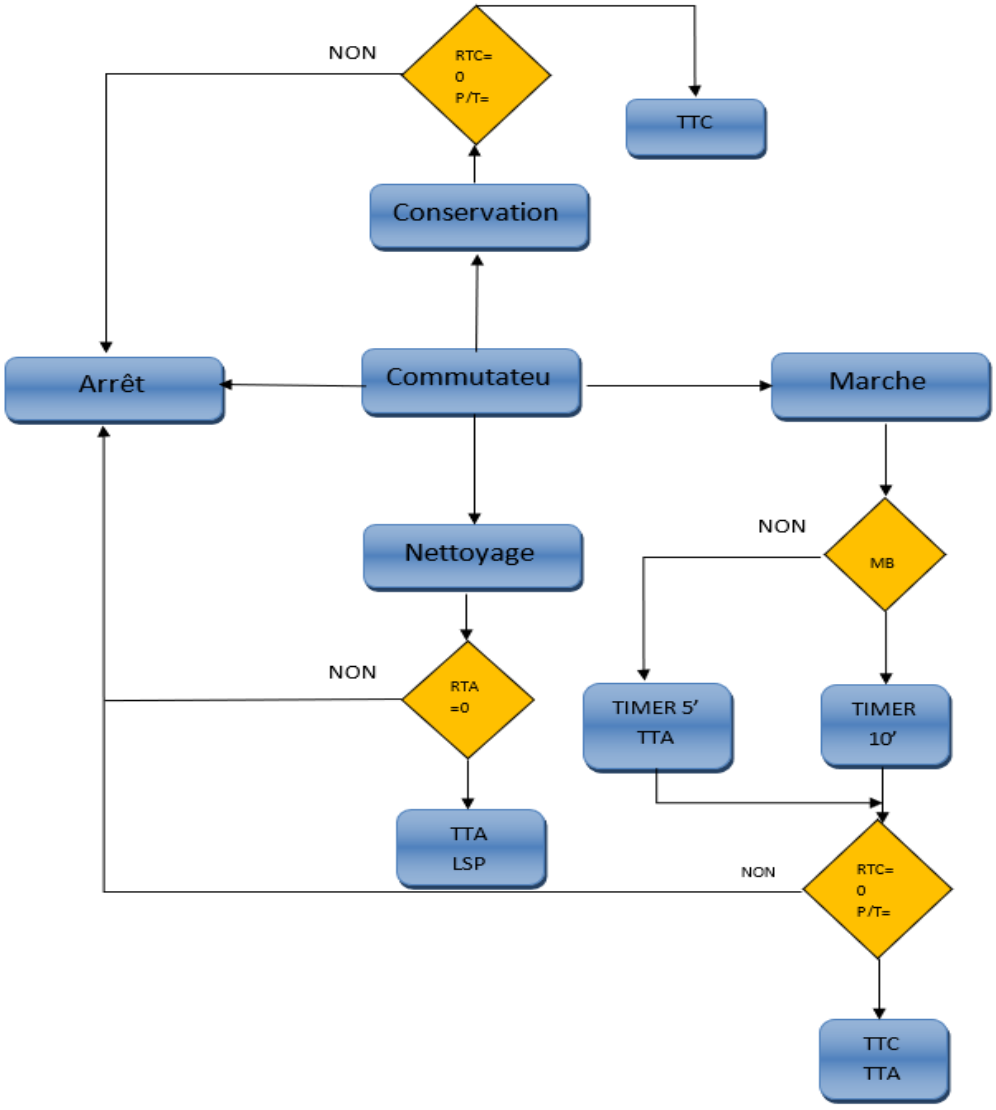


Figure 47 : Organigramme de la logique de fonctionnement

RTC : Relai thermique de Compresseur. RTA : Relai thermique Moteur Malaxeur.

PT : Pressostat et Thermostat.

MIA : Micro-Switch Axial.

MB : Micro-Switch Robinet (Bras)

LSP : LED d'ALARME

TTC : Bobine de contacteur de Compresseur. TTA : Bobine de contacteur de Moteur Malaxeur

III.5.2 Explication et Simulation des modes de fonctionnement

Nous avons utilisé Automation Studio pour simuler le mécanisme de cette machine. Nous avons trouvé quelques problèmes dans la partie liée à la programmation. Chaque fois que nous voulions faire une simulation, le programme se fermée, mais au bout d'un moment, nous avons résolu ce problème en modifiant certaines propriétés.

III.5.2.1 Mode Conservation

Dans le mode conservation les organes qui mais en marche sont le compresseur et l'électrovanne avec le moteur de ventilateur, les conditions d'arrêt sont le relais thermique de compresseur ou pressostat ou le thermostat si non le changement de mode carrément avec le commutateur.

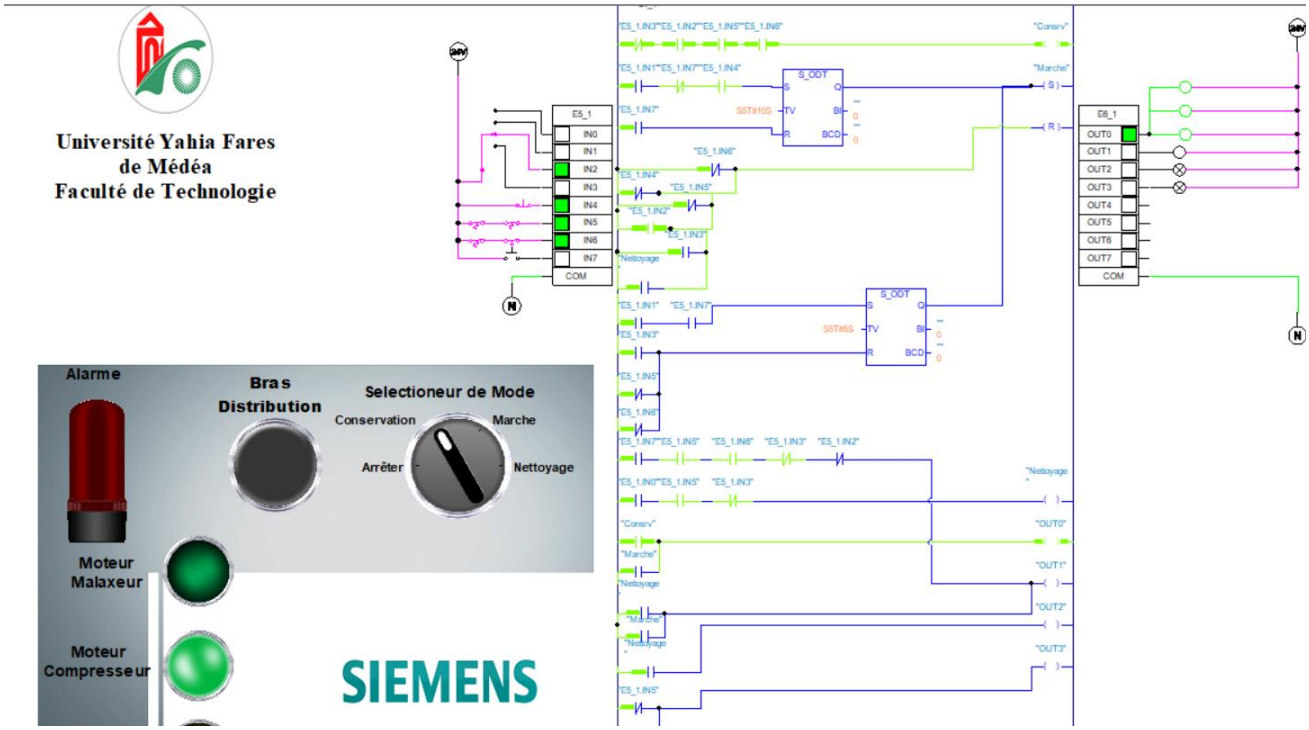


Figure 48: Simulation de mode de Conservation

III.5.2.2 Mode Marche

Ce mode est le plus utilisé dans la machine car il contienne la tâche de distribution donc si le commutateur et dans la position marche et le micro switch axial est fermer un temporisateur de 10 minute démarrer après le temps passe le compresseur sa lance avec les accessoire et le moteur malaxeur aussi, quand l'opérateur utilisé le bras de distribution un temporisateur rapide de 5 second démarrer en même temps le moteur malaxeur, après les 5 second le compresseur et leur accessoire sa lance, les condition d'arrêt sont le relais thermique de compresseur ou pressostat ou le thermostat si non le changement de mode carrément avec le commutateur.

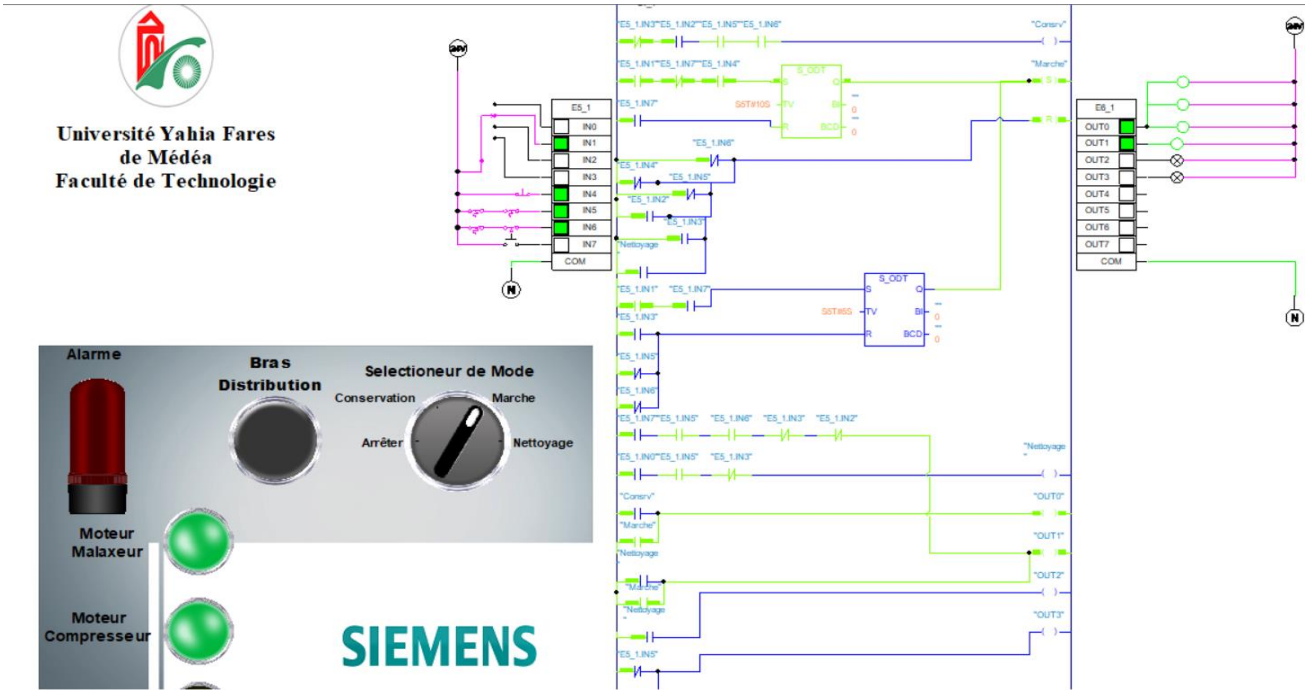


Figure 49: Simulation de mode de Marche

III.5.2.3 Mode Nettoyage

Ce mode à une tâche simple mais trais important pour augmenter la durée de vie de la machine et pour assurer la sécurité de consommateurs, dans cette étape la machine faire un lavage interne utilisons le moteur malaxeur et le témoin LSP pour l'avertissement.

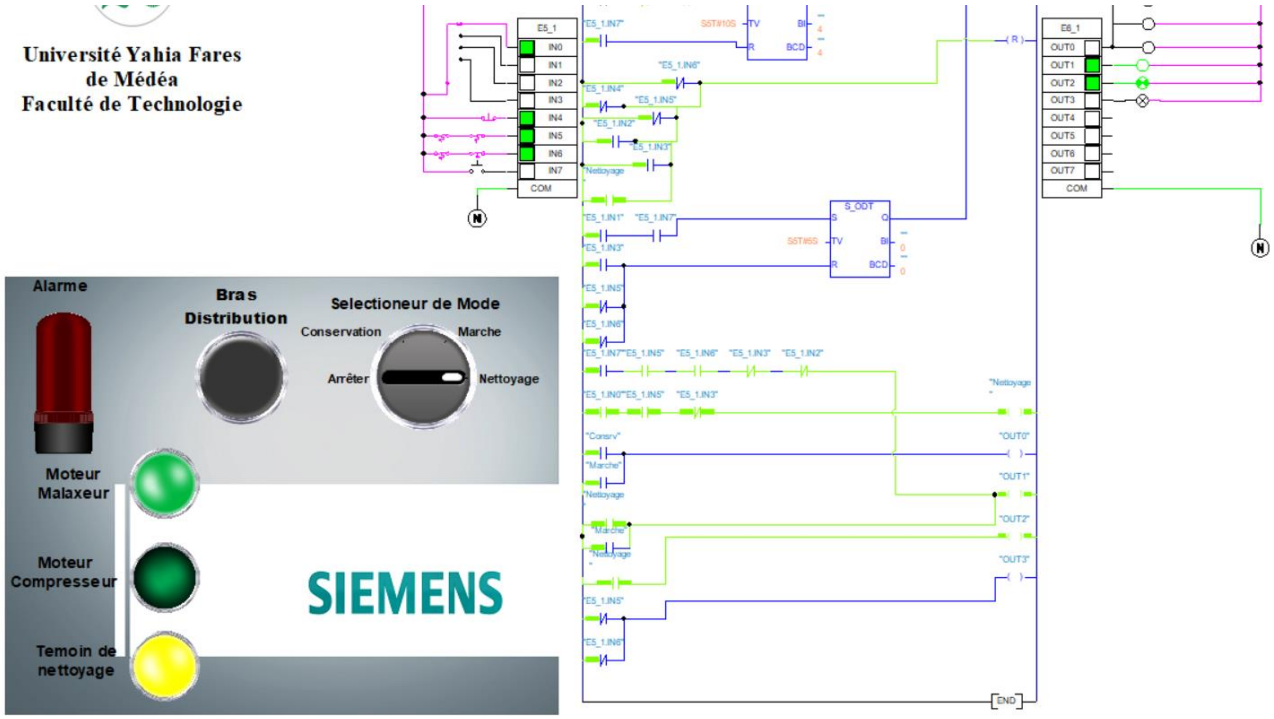


Figure 50: Simulation de mode de Nettoyage

III.5.2.4 Mode Arrêt

C'est l'état de repos de la machine ou quand le système et en disfonctionnement total.

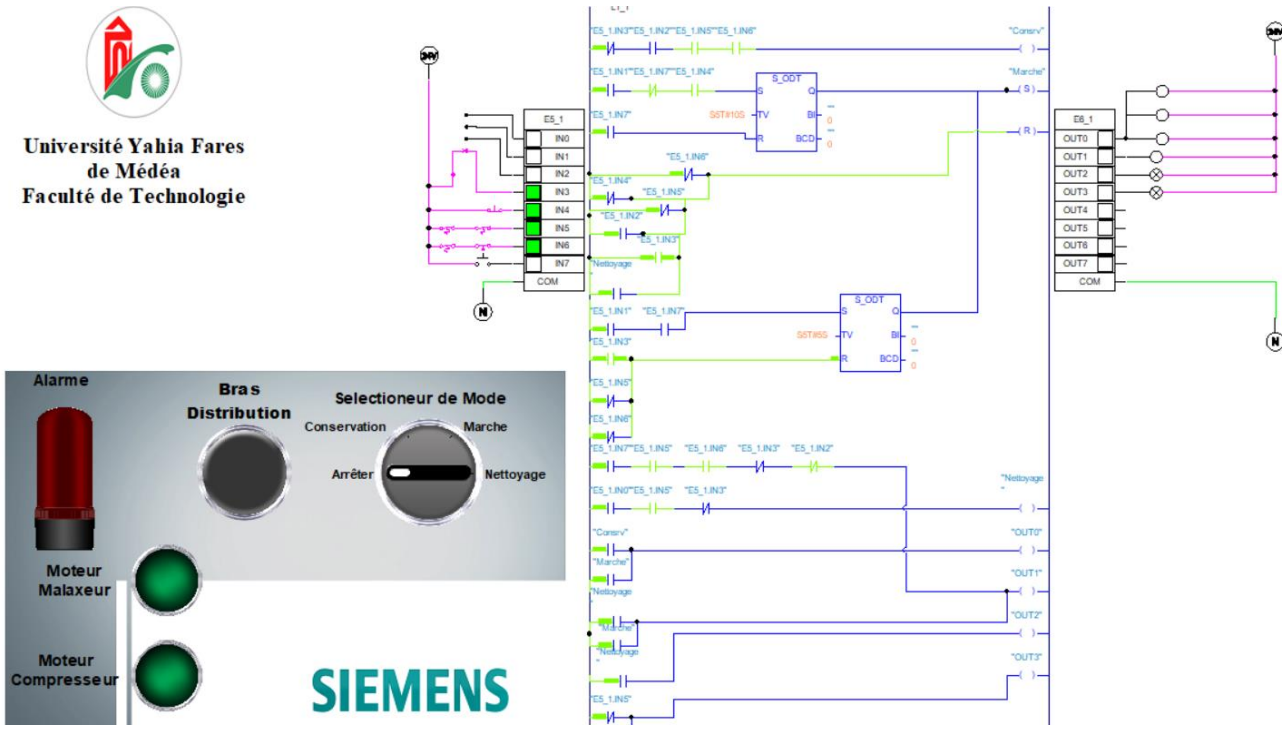


Figure 51: Simulation de mode d'Arrêt

III.6 Conclusion

L'automatisation de ce système avec le PLC LOGO ! offre de nombreux avantages. En utilisant le langage LADDER, la programmation du PLC devient intuitive et conviviale, permettant de créer des instructions logiques claires et faciles à comprendre. Cela facilite la configuration des entrées et des sorties, ainsi que la mise en place des séquences de contrôle nécessaires pour le bon fonctionnement du système.

Pendant le processus de conception, il est souvent nécessaire de modifier la configuration des composants pour répondre aux besoins spécifiques du système. Grâce à la flexibilité du PLC LOGO! et au logiciel Automation Studio, il est possible de diminuer ou d'augmenter certains composants, tels que les entrées et les sorties, en fonction des exigences du système. Cela permet une adaptation précise du système aux besoins réels, optimisant ainsi les performances et les fonctionnalités.

En conclusion, l'automatisation de ce système par le PLC LOGO! en utilisant le langage LADDER et le logiciel Automation Studio offre une solution puissante et fiable. Grâce à la simulation et à la flexibilité des composants, il est possible d'optimiser le fonctionnement du système et d'atteindre les objectifs d'automatisation de manière efficace et réussie

CHAPITRE IV :
La Maintenance De La Machine Avec Le PLC LOGO !

IV.1 Introduction

Les méthodes de maintenance ont souvent recours à une information basée sur l'expérience pour prédire les performances futures. Elles sont formalisées en une discipline systématique qui se base sur une évaluation technique complète des événements survenus pendant les phases expérimentales ou d'exploitation. Les méthodes de maintenance apportent, à la conception de produit, des méthodes et des informations qui permettent de faire mieux qu'avant et surtout, de prévoir le comportement futur d'un matériel nouveau. (11)

Dans ce chapitre, nous explorerons les différentes facettes de la maintenance industrielle et son importance pour assurer la continuité des opérations dans les environnements industriels. Nous aborderons les principales stratégies de maintenance, les meilleures pratiques de gestion des actifs, ainsi que les outils et les technologies utilisés pour optimiser les processus de maintenance.

IV.2 Les types de Maintenance

La maintenance industrielle englobe différents types de maintenance, chacun ayant ses propres objectifs et stratégies. Voici les principaux types de maintenance :

- **Maintenance préventive :** La maintenance préventive consiste à effectuer des tâches de maintenance planifiées régulièrement pour prévenir les pannes et les défaillances. Elle vise à maintenir les équipements en bon état de fonctionnement en réalisant des inspections, des nettoyages, des lubrifications, des remplacements de pièces et des ajustements périodiques. L'objectif est de prolonger la durée de vie des équipements, de réduire les pannes et de minimiser les coûts de maintenance à long terme.
- **Maintenance prédictive** : La maintenance prédictive utilise des techniques de surveillance et de diagnostic pour anticiper les défaillances et planifier les interventions de maintenance. Elle repose sur l'analyse des données collectées en temps réel à partir des équipements, tels que les vibrations, les températures, les pressions et les niveaux de fluides. En utilisant des outils tels que la maintenance conditionnelle et les systèmes de surveillance en ligne, la maintenance prédictive permet d'identifier les signes précurseurs de défaillance et de prendre des mesures avant que des pannes majeures ne se produisent.
- **Maintenance corrective :** La maintenance corrective intervient après une panne ou une défaillance d'un équipement. Elle vise à rétablir rapidement le fonctionnement normal en réparant ou en remplaçant les composants défectueux. Bien que la maintenance corrective soit généralement plus coûteuse et entraîne des temps d'arrêt non planifiés, elle reste essentielle pour rétablir la production dans les situations d'urgence.

Chaque type de maintenance a ses avantages et ses limites, et il est courant de combiner plusieurs approches pour répondre aux besoins spécifiques de chaque équipement ou système. Le choix du type de maintenance dépend de plusieurs facteurs, tels que la criticité de l'équipement, les coûts associés à la maintenance et les exigences de disponibilité et de fiabilité.

La figure ci-dessous représente la courbe des types de maintenance et leurs degrés

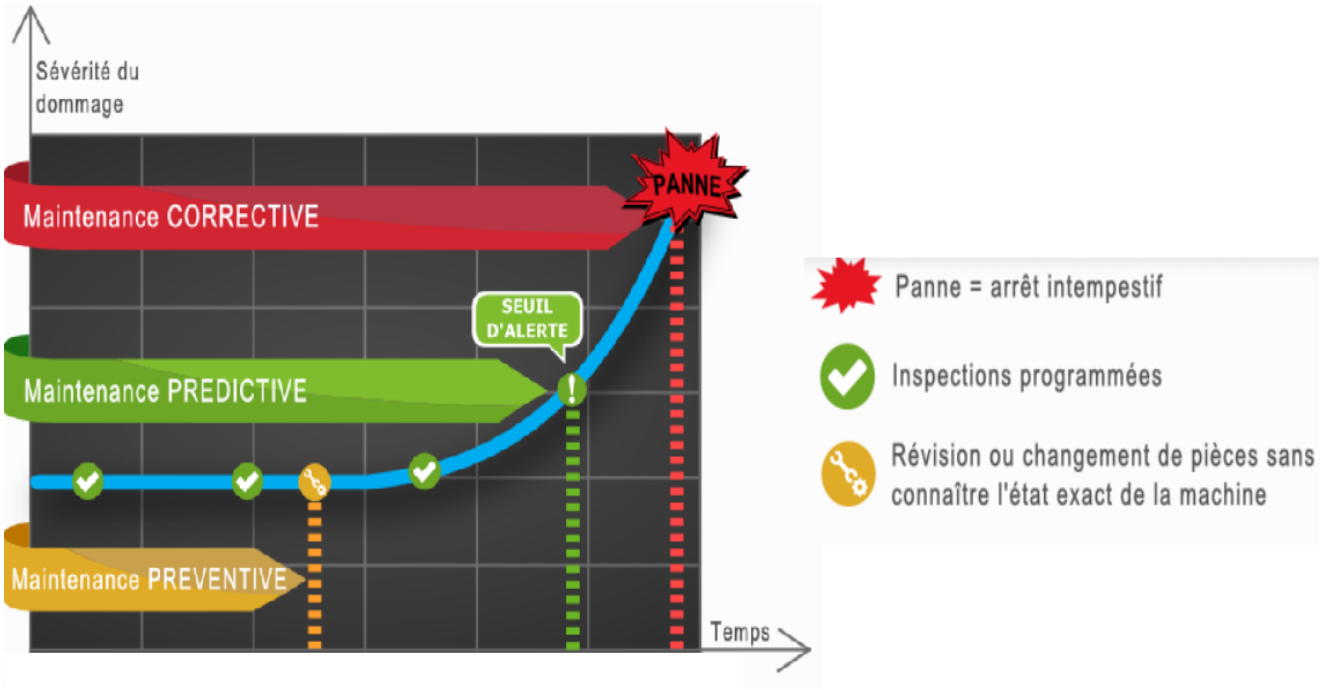


Figure 52: Explication graphiquement de partie de maintenance

IV.3 Préparation de Maintenance

Elle implique la planification et l'organisation des ressources nécessaires, ainsi que la mise en place des procédures et des mesures de sécurité appropriées. Voici les principales étapes de la préparation de la maintenance :

- **Planification :** Identifier les activités de maintenance nécessaires et établir un calendrier.
- Allocation des ressources : Allouer les ressources nécessaires pour réaliser les travaux de maintenance.
- **Préparation des procédures :** Préparer des procédures détaillées pour chaque tâche de maintenance.
- **Sécurité :** Mettre en place des mesures de sécurité pour protéger le personnel et les installations.
- **Communication et coordination :** Assurer une communication claire et coordonner les efforts de maintenance.

IV.4 Comment optimiser les opérations de maintenance industrielle

L'un des méthodes pour optimiser les opérations de maintenance industrielle c'est l'utilisation d'automate programmable industrielle qui permettra de minimiser le temps de maintenance et de la remise en marche de système (temps de détection de la panne et temps de la réparation par l'agent de maintenance) aussi l'amélioration des coûtes lies à la maintenance et assurer une bonne méthode de diagnostic de la défaillance.

IV.5 La maintenance de la machine avec l'API LOGO !

La maintenance notre machine ou bien pour tous les systèmes qui sont fonctionner à l'aide d'un API implique généralement les étapes suivantes

- **Collecte d'informations** : Obtenez toutes les informations pertinentes sur le système et ses composants. Cela peut inclure les spécifications techniques, les schémas électriques, les manuels de l'utilisateur et les données de fonctionnement historiques.
- **Planification de la maintenance** : Établissez un plan détaillé pour la maintenance du système à l'aide de l'API. Identifiez les tâches à effectuer, les ressources nécessaires et les échéances. Assurez-vous d'inclure des fenêtres de maintenance appropriées pour minimiser les perturbations de la production.
- **Arrêt du système** : Avant de commencer la maintenance, arrêtez le système en toute sécurité. Suivez les procédures de mise hors tension recommandées par le fabricant ou les normes de l'industrie.
- **Sauvegarde des programmes et des données** : Avant de procéder à toute modification, effectuez une sauvegarde complète des programmes et des données de l'API. Cela permet de restaurer rapidement le système en cas de problème.
- **Inspection visuelle** : Effectuez une inspection visuelle de l'API et de ses composants pour repérer tout signe de dommage, de corrosion ou de câblage défectueux. Vérifiez également les connexions électriques pour vous assurer qu'elles sont sécurisées.
- **Vérification des capteurs et des actionneurs** : Testez et vérifiez le bon fonctionnement des capteurs et des actionneurs connectés à l'API. Remplacez ou réparez les composants défectueux si nécessaire.
- **Nettoyage** : Nettoyez soigneusement l'API et ses composants, en éliminant toute accumulation de poussière, de débris ou de résidus. Utilisez des méthodes de nettoyage appropriées conformes aux recommandations du fabricant.

- **Vérification des connexions et des câbles** : Vérifiez toutes les connexions et les câbles de l'API pour vous assurer qu'ils sont correctement fixés et fonctionnent correctement. Serrez les connexions lâches et remplacez les câbles endommagés si nécessaire.
- **Mise à jour du firmware** : Si des mises à jour du firmware de l'API sont disponibles, installez-les selon les recommandations du fabricant. Assurez-vous d'utiliser la version de firmware appropriée pour éviter toute incompatibilité.
- **Test et validation** : Une fois la maintenance terminée, effectuez des tests et des validations pour vérifier le bon fonctionnement de l'API. Utilisez des procédures de test appropriées pour évaluer les performances, la précision et la fiabilité du système.
- **Restauration des programmes et des données** : Restaurez les programmes et les données sauvegardés dans l'API. Vérifiez que toutes les configurations et les paramètres sont corrects.
- **Redémarrage du système** : Redémarrez le système en suivant les procédures de démarrage recommandées. Surveillez attentivement le système pour vous assurer qu'il fonctionne normalement après la maintenance.

I.V.5.1 Les défaut de la machine

Le tableau suivant représente les défauts de la machine et la réaction de PLC pour chaque défaut :

Tableau 8: Les défauts et réaction de PLC

Défaut	PLC Réaction
-Relais thermique de moteur malaxeur	- Arrêt total de la machine. - Déclanchement d'alarme. - Message « Error 01 »
-Relais thermique de compresseur	- Arrêt total de la machine. - Déclanchement d'alarme. - Message « Error 01 »
-Haut pression de fluide de refroidissement	- Arrêt de compresseur. - Déclanchement d'alarme. - Message « Error 02 »
-Micro switch axial	- Arrêt totale de la machine. - Déclanchement d'alarme. - Message « Error 03 »

N.B :

- Un défaut est déchargé et résous lorsque l'API est désactivée.
- Il est important de noter que ces étapes sont générales et peuvent varier en fonction du type de machine et du modèle spécifique du PLC Logo! utilisé. Assurez-vous de vous référer à la documentation technique fournie avec votre machine et votre PLC pour des instructions spécifiques à suivre lors de la maintenance.

IV.5.2 Les Erreur

Le tableau suivant représente chaque code d'erreur et leur signification

Tableau 9: Les erreurs

Code erreur	Erreur
E01	Surcharge Moteur ou compresseur
E02	Haute pression de fluide
E03	Micro switch bloquée

IV.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré l'importance de la maintenance industrielle dans le contexte de l'automatisation des systèmes avec le PLC LOGO. Nous avons constaté que l'introduction de l'automatisation par le biais du PLC LOGO offre de nombreux avantages, tels que l'amélioration de l'efficacité, la réduction des temps d'arrêt et la prévention des pannes

En conclusion, l'utilisation du PLC LOGO dans les systèmes automatisés offre de nombreuses opportunités pour améliorer la maintenance industrielle. En tirant parti des fonctionnalités du PLC LOGO et en mettant en place des pratiques de maintenance préventive et prédictive, les entreprises peuvent optimiser leurs opérations, réduire les coûts de maintenance et améliorer la disponibilité des équipements.

Conclusion Générale

Nous avons exploré les différentes étapes de l'automatisation, de la conception à la programmation du PLC LOGO, en passant par la mise en œuvre et la maintenance. Nous avons souligné l'importance de la planification minutieuse, de la sélection des composants appropriés, de la programmation efficace et de la documentation adéquate.

L'automatisation du système de frigorifique à l'aide du PLC LOGO présente de nombreux avantages, tels que l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction des coûts opérationnels, la surveillance en temps réel et la gestion précise des paramètres du système. Cela permet non seulement d'optimiser les performances du système de frigorifique, mais également de garantir un fonctionnement fiable, une meilleure qualité des produits réfrigérés et une réduction des temps d'arrêt.

Nous avons également abordé la maintenance industrielle et son rôle crucial dans le maintien de la performance optimale du système de frigorifique automatisé. La maintenance préventive, prédictive et correctrice joue un rôle essentiel dans la détection précoce des problèmes, la réduction des pannes et l'optimisation des performances à long terme.

Enfin, cette mémoire met en évidence l'importance de l'automatisation et de l'utilisation du PLC LOGO dans les systèmes de frigorifique. Grâce à une approche systématique et à l'utilisation de technologies avancées, les entreprises peuvent améliorer leur productivité, leur efficacité énergétique et leur rentabilité.

En conclusion, cette mémoire de fin d'étude a permis de comprendre les fondements théoriques et pratiques (Simulation) de l'automatisation du système de frigorifique à l'aide du PLC LOGO. Elle a souligné l'importance de l'automatisation dans l'industrie frigorifique et a fourni des recommandations pour la conception, la mise en œuvre et la maintenance efficace de ces systèmes automatisés. En tirant parti des connaissances acquises dans cette mémoire, les professionnels de l'industrie frigorifique peuvent améliorer leurs pratiques et atteindre de meilleurs résultats en termes de performance, d'efficacité et de fiabilité.

Bibliographique

[1] DOUI Abdelhalim, M. A. (2021/2022). *COMMANDE UNE POMPE IMMERGÉE.* Médea: UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

[2] *Le condenseur frigorifique*. (s.d.). Récupéré sur abcclim: https://www.abcclim.net/condenseur.html

[3] *Evaporateur frigorifique,fonctionnement*. (s.d.). Récupéré sur abcclim: https://www.abcclim.net/evaporateur.html

[4] *Régulation par thermostat*. (s.d.). Récupéré sur abcclim: https://www.abcclim.net/thermostat.html

[5] *Contacteur, rôle et fonctionnement*. (s.d.). Récupéré sur acbclim: ttps://www.abcclim.net/contacteur-puissance.html

[6] *LE CONTACTEUR*. (s.d.). Récupéré sur formation-energetique:http://formation-energetique.fr/images/LPBatiment/LE_CONTACTEURPP.pdf

[7] *Relais thermiques*. (s.d.). Récupéré sur abcclim: https://www.abcclim.net/relais-thermiques.html

[8] *Relais électromécanique et relais statique.* (s.d.). Récupéré sur abcclim: https://www.abcclim.net/relais-electromecanique-statique-principe-fonctionnement.html

[10] Petruzella, F. (s.d.). Programmable Logic Controllers. *Documentation technique fournie par Siemens pour le PLC Logo.* Editions McGraw-Hill.

[11] Y. Debbah, A. C. (2015, Novembre 15). Application de la méthode des réseaux de neurones pour la prédiction des vibrations induites par des défauts combinés. *The Second International Conference of Mechanics*.