



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude et automatisation d'un
système de lavage des plaquettes
thermoformées des disques frein**

Réalisé Par :

Samba fatim-zahraa

Encadrée par :

P^f Abdellah Mechaqrane (FST FES)

Mr.Said Harguito (Entreprise)

Soutenu le 08 Juin 2017 devant le jury

Pr Ali Ahaitouf (FST FES)

Pr Abdellah Mechaqrane (FST FES)

Pr Mouhcine Razi (FST FES)

Contents

<i>Introduction générale</i>	7
<i>Chapitre I :</i>	8
<i>I- Présentation de la société Floquet Monopole:</i>	9
<i>II- Fiche de présentation de la SMFN :</i>	10
<i>V- organisation technique de la FM:</i>	12
<i>a- Le Bureau d'Etude et de Développements :</i>	12
<i>b- Le bureau de méthodes :</i>	12
<i>c- Le service ordonnancement :</i>	12
<i>d- Le service fonderie :</i>	12
<i>e- Le service production :</i>	13
<i>f- Le service maintenance :</i>	13
<i>g- Le service atelier mécanique :</i>	13
<i>h- Le service qualité :</i>	13
<i>i- Le service contrôle qualité :</i>	13
<i>j- Le service de conditionnement et stockage :</i>	14
<i>k- Le service gestion des produits finis :</i>	14
<i>i- Le service ressources humain :</i>	14
<i>ii- Produits et marchés :</i>	14
<i>VI- Processus de fabrication des pistons :</i>	15
<i>1- Piston :</i>	15
<i>a- Définition :</i>	15
<i>b- Rôle du piston dans un moteur :</i>	15
<i>2- La gamme de fabrication de piston :</i>	15
<i>a- Demande du client :</i>	15
<i>b- Coût du travail :</i>	15
<i>3- Les différentes étapes la fabrication :</i>	16
<i>a- La Fonderie :</i>	16
<i>i. La Matière première :</i>	16
<i>ii. Le coulage d'échantillon :</i>	16
<i>iii. Contrôle destructif par tournage :</i>	16
<i>iv. Le démasselotage :</i>	16
<i>v. La stabilisation :</i>	16
<i>vi. La zone d'attente :</i>	16
<i>b- Usinage :</i>	17
<i>i. Emboitage :</i>	17

ii.	<i>Ebauches trou d'axe</i> :.....	17
iii.	<i>Cassage angle</i> :.....	17
iv.	<i>Gorges segments</i> :.....	17
v.	<i>Finition fond</i> :.....	17
vi.	<i>Stories</i> :.....	17
vii.	<i>Fraisage fente</i> :.....	17
viii.	<i>Gorges, Circlips et chanfreins</i> :.....	17
ix.	<i>Finition jupe</i> :.....	17
x.	<i>Finition trou d'axe</i> :.....	17
xi.	<i>Lavage</i> :.....	17
xii.	<i>Marquage</i> :.....	17
xiii.	<i>L'étamage-graphitage</i> :.....	17
c-	<i>Contrôle</i> :.....	17
i.	<i>Contrôle visuel</i> :.....	17
ii.	<i>Contrôle dimensionnel</i>	17
d-	<i>Super-control</i> :.....	17
e-	<i>Emballage</i> :.....	17
4-	<i>Les chaines de production au sein de Floquet Monopole:</i>	17
a.	<i>La chaine TUI</i> :.....	17
	<i>VII – Fabrication du disque frein</i>	18
a-	<i>Description d'un disque</i> :.....	19
b-	<i>Différences entre disque plein et ventilé</i> :.....	19
	<i>Chapitre II</i> :.....	22
II.	<i>Cahier des charges fonctionnel</i> :.....	23
III.	<i>Fonctionnement de la machine</i> :.....	25
IV.	<i>Matériels utilisés</i>	26
i.	<i>choix du convoyeur</i> :.....	26
ii.	<i>Redresseur</i>	26
iii.	<i>Choix du moteur</i>	27
iv.	<i>Choix de la pompe</i>	28
v.	<i>Choix du compresseur</i>	30
V.	<i>Choix des capteurs</i>	31
	<i>Chapitre III:</i>	32
	32
I-	<i>Introduction</i>	33
II-	<i>L'automate LOGO</i>	33

1. présentation de LOGO.....	33
III- Architecture des automates	34
1. Structure interne des automates programmables	34
IV- Les langages de programmation des APIs :	35
1. Liste d'instructions (IL : Instruction List) :.....	35
2. Langage littéral structuré (ST : Structured Text) :	36
3.Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :	36
4. Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : Sequential Function Chart)	37
i. Définition	37
ii. Principe du Grafcet	37
iii. Niveaux d'emploi du GRAFCET	38
iv. Règles d'évolution du Grafcet	38
V- Automatisation de la machine	38
1. GRAFCET du fonctionnement de la machine :	38
VI- Programmation et simulation du fonctionnement de la machine	41
1. Présentation du logiciel de programmation :	41
i. Présentation de SIMATIC step 7 :	41
2. l'automate programmable SIMENS	42
i. Présentation de l'automate.....	42
ii. Entrées / Sorties TOR (Tout Ou Rien) :	42
3. Programmation du système sur STEP7:.....	42
i. Programmation avec STEP 7.....	44
4. La simulation de la station	46
ii. Solution validée.....	46
VII- Schéma du démarrage du moteur électrique et arrêt d'urgence:	48
1. Schéma de commande	48
2. Schéma de puissance	48

Remerciements

Au terme de notre projet de fin d'études, Nous exprimons notre profonde gratitude au Pr. A. Mechaqrane, professeur en génie électrique à FST Fès, pour le dynamisme de cette licence, et tout le cadre administratif et professoral pour leurs efforts considérables, spécialement le département génie électrique .

Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude à M. HARGUITOU Said responsable maintenance au sein du Floquet Monopole et son équipe de travail, pour leur disponibilité, pour l'intérêt et l'effort qu'ils ont déployé afin de nous soutenir durant notre période de stage.

Nous aimerons exprimer notre reconnaissance à l'ensemble du personnel du Floquet Monopole et plus particulièrement à ceux de la direction contrôle pour leur soutien, leur aide et surtout pour leur sympathie, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et notre profond respect.

Enfin, nous exprimons notre profonde estime et gratitude au membre de jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Merci

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincère mots que nous dédions ce modeste travail de fin d'étude à nos chers parents : qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux.

Nous espérons qu'un jour, nous pourrons leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour nous, que Dieu leur prête bonheur et longue vie.

Nous dédions aussi ce travail à nos frères et sœurs, nos familles, nos amis, tous nos professeurs qui nous ont enseigné et à tous ceux qui nous sont chers.

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc qui bénéficie depuis toujours d'une attention particulière des sphères politiques et économiques. C'est l'un des secteurs les plus structurés et productifs au Maroc qui se caractérise par l'intervention de plusieurs entreprises dans différents domaines de compétence.

Sur le plan international, Floquet Monopole reste l'une des grandes sociétés de fabrication et de commercialisation des pistons. Elle cherche constamment à améliorer la qualité de son produit, sa performance et son système de production dans le but d'augmenter la productivité.

En effet, la construction des pistons est la branche d'activité économique qui rassemble les activités de conception, de fabrication et de commercialisation. Elle est aussi le secteur qui rassemble toute la production de véhicules dans le cadre d'amélioration et d'obtenir des rendements satisfaisants.

*Dans le cadre de mes études de la licence génie électrique des à la Faculté des Sciences et technique Fès, j'ai effectué un stage de fin d'études sous le thème : **«étude et automatisation d'un système de lavage des plaquettes thermoformée d'un disque frein »**, au sein de l'usine Floquet Monopole de Fès.*

La problématique qu'on a traitée concerne l'augmentation de la cadence de production. A la lumière des données, il s'est avéré nécessaire d'étudier les composantes de la machine et l'étude de nouveaux mécanismes en automatisant la machine.

Afin de répondre à l'objectif de notre sujet, nous avons suivi le plan suivant :

- ✓ **Généralité sur la société Floquet Monopole et processus de fabrications**
- ✓ **Le contexte général et le cahier des charges du projet et la démarche suivie pour la résolution du problème.**
- ✓ **Matériels utilisés et Conception des solutions choisies**
- ✓ **Automatisation du système de lavage des plaquettes thermoformée**
- ✓ **Conclusion dans laquelle on a résumé les différentes parties abordées dans ce stage.**

Le présent rapport explique les différents aspects de notre travail durant ces deux mois

Chapitre I :

Généralités sur la société Floquet Monopole et processus de fabrications

Le présent chapitre donne une vue générale sur l'environnement du projet, vous trouvez dans cette partie :

- ⇒ **Présentation de l'organisme d'accueil
« Floquet Monopole »**
- ⇒ **Description du Processus de production**

I- Présentation de la société Floquet Monopole:

FLOQUET MONOPOLE, se situe dans le quartier industriel Sidi Brahim, lot 59, rue 812 Fès, Maroc. Elle a été créée en 1981 sous le nom de la Société Marocaine du Fonderie du nord (SMFN).

C'est une société de fabrication par moulage, usinage et de vente des pistons en alliage d'aluminium. Elle dispose d'un atelier de fabrication de pistons.

Floquet Monopole (FM) est une société française qui fait partie du groupe Dana Américaine a été évaluée et jugée conforme aux exigences de la norme ISO 9001 version 2000 et la norme ISO TS/16949 ce qui montre son intégration à l'échelle mondiale.

Il s'agit de la plus grande fonderie d'Afrique et du Moyen Orient. FLOQUET MONOPOLE est une société anonyme dont le capital est de 21.800.000 DHS, qui réalise un chiffre d'affaires de plus de 80 millions DHS par an.

Elle a aussi une production qui varie en fonction des années et pour l'année 2002-2003 la production a atteint une valeur de plus de 600.000 pistons.

FLOQUET MONOPOLE est une grande société qui exporte ses produits vers l'Europe, ainsi qu'à plusieurs pays à travers le monde entier, En effet, elle produit pour des clients tels que Perfect-Circle, Distribution Europe (PCDE), FAURICIA, Renault Maroc, Citroën..., de ce fait, elle doit suivre l'évolution de la technologie en améliorant ses moyens de production, de contrôle et d'exportation.



Figure 1: Vue partielle du Floquet Monopole

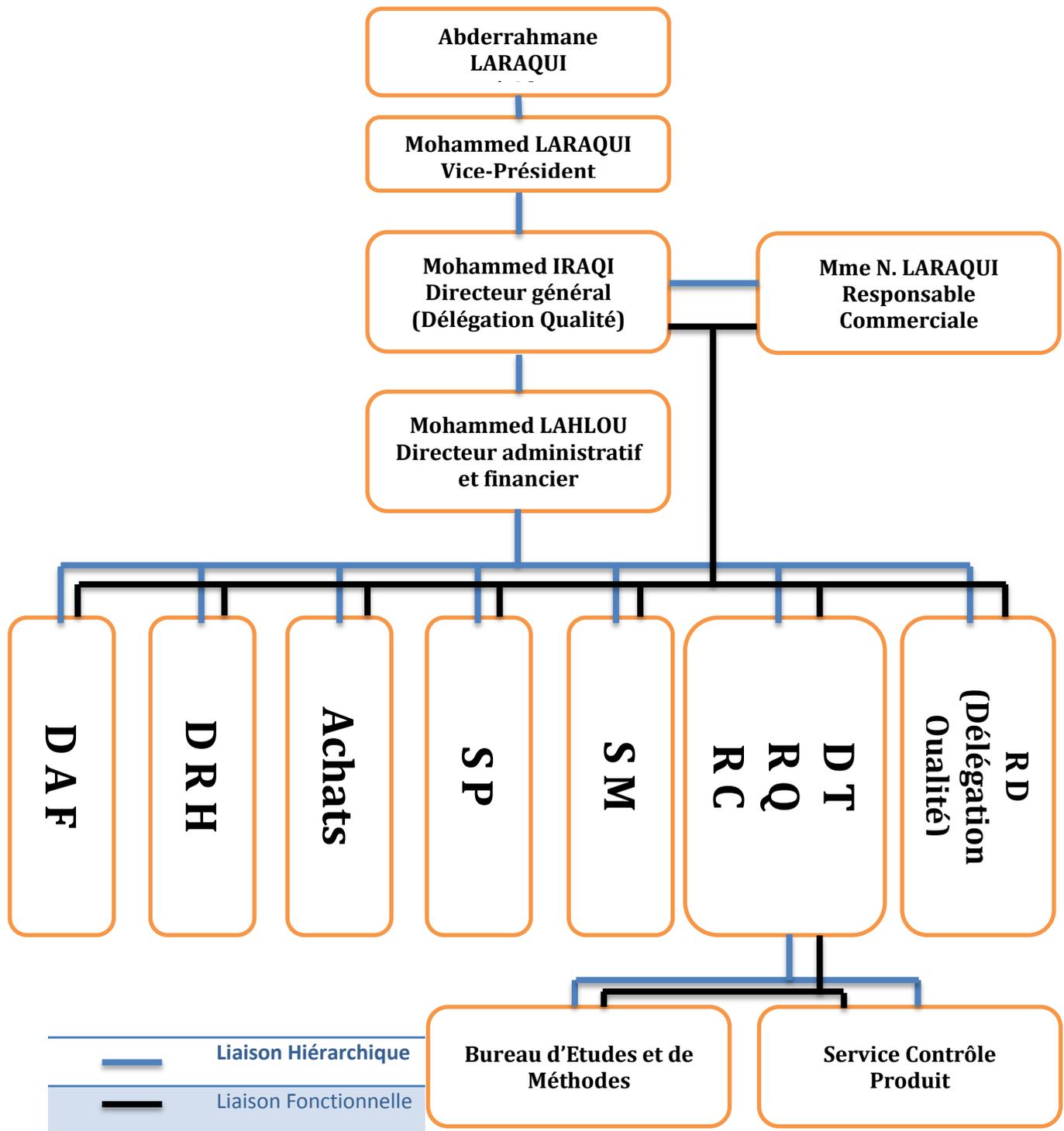
II- Fiche de présentation de la SMFN :

<i>Raison sociale</i>	<i>Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN) : Floquet Monopole (FM)</i>
<i>Forme</i>	<i>Société Anonyme (S.A)</i>
<i>Date de création</i>	<i>1981</i>
<i>Siège</i>	<i>Quartier Industriel Sidi Ibrahim, Lot 59, Rue 813 Fès</i>
<i>Activité</i>	<i>Fabrication par moulage des pistons en alliage d'aluminium</i>
<i>Capital</i>	<i>20.800.000 DHS</i>
<i>Chiffre d'affaire</i>	<i>80 millions DHS</i>
<i>Production</i>	<i>Plus de 600.000 pistons par an</i>
<i>e-mail</i>	<i>fm@floquetmonopole.co.ma fmi.sales@menara.ma sales@floquetmonopole.co.ma</i>
<i>Téléphone</i>	<i>05 35 64 26 91 05 35 64 28 69 05 35 64 26 42</i>
<i>Principaux pays d'exploitation</i>	<i>FRANCE, ALGERIE, LIBYE, MALI, NIGERIA</i>
<i>Principaux produits exportés</i>	<i>Déchets et débris d'aluminium (sauf SCORIES, MACHEFERS, ECT, produits par la sidérurgie et contenant de l'aluminium récupérable sous forme de silicates, les déchets ligotés et autres forme brutes en déchets ou débris d'aluminium fondus, parties reconnaissables comme étant exclusivement ou principalement destinées au moteur à piston à allumage par étincelle, N.D.A. • Parties reconnaissables comme étant exclusivement ou partiellement destinées aux moteurs à piston à allumage par compression N.D.A</i>

Tableau 1:Fiche de présentation de la SM

(Source : des informations de la société Floquet Monopole industrie)

IV- Organigramme de Floquet Monopole :



DAF	DRH	SP	SM	RC	RQ	DT	RD
Direction Administratif Financière	Direction des ressources humaines	Service production	Service maintenance	Responsable du client	Direction qualité	Direction technique	Représentant de la direction

V- organisation technique de la FM:

La société Floquet Monopole se constitue de plusieurs services qui contribuent au bon déroulement des procédés de production de contrôle et d'exportation ce qui entraîne ainsi un bon fonctionnement de l'entreprise ; parmi ces services on discerne :

a- Le Bureau d'Etude et de Développements :

Il se charge de la conduite des études de produits de l'entreprise, les projets sont développés au sein de ce bureau il sert a :

- + étudier un mécanisme*
- + concevoir le fonctionnement*
- + choisir les matériaux constitutifs*
- + réaliser les plans de nouveaux produits en partant de relevées dimensionnelles du produit existant.*
- + Il est en relation avec le bureau d'étude de FLOQUET MONOPOLE pour l'homologation des études.*
- + Dessiner les plans des outillages de fonderies et d'usinage spécifique à chaque produit.*
- + Assure la collecte des informations techniques des produits concurrents.*
- + Participe aux réunions A.M.D.E.C.*
- + Gérer les modifications techniques suivant la procédure.*

b- Le bureau de méthodes :

Ce service a pour fonction la préparation et le suivi de la production de l'entreprise. Il fournit les outils nécessaires pour garder une production optimale c'est-à-dire il définit les moyens, les temps ainsi que les moyens de production.

Ce service collabore avec les autres services en particulier avec le bureau d'études et de développements.

c- Le service ordonnancement :

Il organise dans le temps, le fonctionnement de l'atelier afin de respecter les délais fixés. En plus de l'organisation des tâches, ce service s'occupe du suivi de production et définit à partir des données recueillies, des plans destinées à corriger les écarts éventuels pouvant amener au non-respect des programmes rétablis.

d- Le service fonderie :

Il est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que la quantité, il est chargé de faire respecter les règles de procédures et les règles de sécurité travail.

La fonderie de Floquet Monopole utilise des alliages d'aluminium importés. Ces alliages sont conformes aux cahiers de charge des constructeurs automobiles. Les pistons, bruts de fonderie, sont traités thermiquement. Ces traitements sont destinés à donner aux pièces une parfaite stabilité dimensionnelle.

e- Le service production :

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps, des dates de début et de la fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les détails de fabrication. Ces états sont utilisés lors du lancement.

f- Le service maintenance :

Ce service s'occupe de l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou d'assurer un service déterminé, ainsi que l'entretien de tous les équipements de la société en garantissant à ces derniers un bon état de fonctionnement en particulier aux machines servant à la production.

Il comporte une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance systématique qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.

Ce service est très important que leur rôle dans cette société, le cas est différent que les autres sociétés pour que la différence au niveau des machines.

g- Le service atelier mécanique :

Il est chargé de réaliser des pièces unitaires d'après les dessins de définitions fournis par Bureau d'Etudes et de Développement et le Bureau de Méthodes fournissent ainsi que les pièces demandées par le service Maintenance.

h- Le service qualité :

Il a deux rôles principaux à savoir :

 *Surveiller la qualité de la production et déceler les facteurs ayant causé des fluctuations sur la qualité des produits.*

A partir de cette analyse, ce service détermine les actions correctives nécessaires à entreprendre.

 *Assurer la mise en application et le maintien du système de management de la qualité ainsi que la tenue à jour des normes et certificats de la société.*

Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité.

i- Le service contrôle qualité :

Ce service a pour rôle de contrôler, l'action de mesurer, d'examiner, d'essayer, de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

A chaque stade de fabrication des contrôles rigoureux de qualité et de conformité sont effectués sur chaque pièce.

Ces contrôles sont réalisés à l'aide des moyens et des matériels de contrôle très sophistiqués et performants :

 *Pour la matière :*

- Spectromètre pour l'analyse chimique (composition de la matière).*

- Analyse thermique.
- Contrôle dégazage.
- Contrôle ultra-son.
- Microscope métallographique (avec système vidéo).

✚ Pour le dimensionnel :

- Un laboratoire entièrement climatisé et Chaîne de contrôles électriques.
- Form-Tester.
- Rugosimètre (contrôle d'état de surface).
- Duro-mètre (contrôle de la dureté de la matière).
- Trusquins électriques.

✚ En fabrication :

- Tous les postes de fabrication sont équipés de leurs propres moyens de contrôles adaptés aux types d'usinages effectués.
- Avant le conditionnement des produits, un contrôle final unitaire est effectué sur l'ensemble de la production et portant sur la conformité exigée par les constructeurs.

j- Le service de conditionnement et stockage :

Ce service s'occupe des travaux de conditionnement, d'emballage et de stockage final avant l'expédition chez le client.

L'exportation représente une part très importante de l'activité du centre de distribution. Les commandes en provenance de plus de 50 pays sont traitées à l'aide d'un système informatisé qui permet de satisfaire l'ensemble des commandes dans les meilleurs délais.

k- Le service gestion des produits finis :

Comme son nom l'indique, ce service gère les produits qui sortent de la production et qui vont être livrés aux clients.

i- Le service ressources humain :

Il joue un rôle capital au sein de la société FM, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine afin de s'assurer qu'ils disposent de toutes les ressources nécessaires pour garantir le bon fonctionnement de l'entreprise.

ii- Produits et marchés :

Les produits fabriqués sont : les pistons pour les moteurs thermiques à combustion et explosion interne.

La FM commercialise sa production auprès des principaux agents de marque automobile poids lourd, ainsi que les fabricants de moteurs industriels et les revendeurs de pièces détachées

Les clients sont :

- Perfect-Circle Distribution Europe & FAURECIA (PEUGEOT France)
- Buses Trucks (IVECO LYBIE)
- VEGE
- RENAULT MAROC
- Autres...

VI- Processus de fabrication des pistons :

1- Piston :

a- Définition :

Pièce cylindrique mobile, qui sert à comprimer le gaz en vue d'une explosion, et qui après l'explosion transforme une énergie thermique en énergie mécanique.

Outre ces deux rôles primordiaux, le piston a d'autres rôles tout aussi importants pour le bon fonctionnement du moteur :

- *Aspiration du mélange air carburant dans la chambre de combustion lors de sa descente.*
- *Expulsions du gaz brûlé lors de sa remontée.*
- *Evacuation de la chaleur créée par les explosions répétitives.*
- *Assurance de l'étanchéité entre la chambre de combustion et le carter du vilebrequin rempli d'huile.*
- *Résistance aux contraintes thermique et mécaniques.*
- *Il doit être le plus léger possible pour diminuer les masses en mouvement.*

Donc le piston est une pièce parfois légèrement conique, et dans certains cas en forme de tonneau; ces formes et le jeu dans son ajustement avec la chemise confèrent à l'ensemble une liaison mécanique moins contraignante pour le montage et le fonctionnement.

b- Rôle du piston dans un moteur :

Le piston est l'élément mobile assurant la variation de la chambre d'un cylindre. Généralement lié à une bielle, il assure la compression des gaz de combustion et subit leur détente source du mouvement du moteur. Lorsque la chambre est ouverte par une soupape, il expulse les gaz brûlés ou aspire le mélange du cycle suivant.

2- La gamme de fabrication de piston :

Le piston est le cœur du moteur, s'il est bien dimensionné et bien fabriqué, on aura donc un bon rendement du moteur, pour cela le but de l'entreprise est de fabriquer un piston de bonne qualité, contrôlé au micron. Pour cela il doit parcourir toutes les étapes du processus de fabrication.

a- Demande du client :

Il peut se faire avec un prototype ou avec un dessin du produit à fabriqué.

b- Coût du travail :

On effectue la gamme d'usinage afin de :

- *calculer le temps d'usinage*
- *La consommation en énergie*
- *déterminer le cout de travail ou de la fabrication du produit*
- *emploi de la main d'œuvre*



Figure 2: Piston

Après tous ses calculs, le devis est soumis au client et s'il est favorable alors la production est lancée.

3- Les différentes étapes la fabrication :

a- La Fonderie :

i. La Matière première :

Les blocs de métal arrivent directement de chez le fournisseur en lingots stockés dans les boxes.

Chaque piston est réalisé dans un alliage composé, au minimum, d'aluminium et de silicium avec un pourcentage de 84% de l'aluminium.

Le tableau si dessous montre la décomposition de la matière

première utilisée par une construction de piston :

i. Les fours de maintiens :

Des fours électriques composés d'un creuset à base de carbure de silicium est céramique à propriétés thermiques intéressantes, entouré d'une résistance électrique. Le tout revêtu d'une couche de laine de verre (isolant thermique).

ii. Le coulage d'échantillon :

On réalise une pièce d'échantillon et on l'envoie au laboratoire de contrôle, pour vérifier la composition chimique du métal et donner le feu vert à l'opération de moulage.

iii. Contrôle destructif par tournage :

Pour s'assurer de la qualité de la coulée, il est indispensable voire nécessaire de faire un control destructif par tournage. Cette opération consiste à prélever des pistons pour chaque creuset et chaque moule à la fréquence d'une pièce par jour et par référence.

iv. Le démasselotage :

Après l'obtention de la matière brute, il faut enlever le système de la coulée et la masselotte suivant les dimensions du piston.

v. La stabilisation :

La fonderie est dotée de deux fours de stabilisation pour le traitement thermique des pistons. Les pièces sont passées dans le four de stabilisation (220°C pendant 10 heures) pour réguler la dureté.

vi. La zone d'attente :



Figure 3 : les lingots



Figure 4: Les fours de maintiens



Figure 5: Le coulage d'échantillon

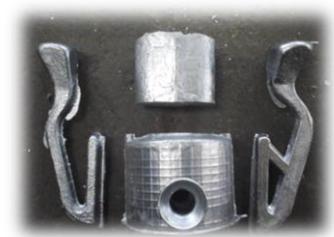


Figure 6 : Le démasselotages



Figure 7: zone d'attente

b- Usinage :

L'usinage se fait en plusieurs étapes à l'aide des contrats de phase élaborés par le bureau de méthode et réalisé au niveau des différentes chaînes existant en usine.

- i. Emboitage :
- ii. Ebauches trou d'axe :
- iii. Cassage angle :
- iv. Gorges segments :
- v. Finition fond :
- vi. Stories :
- vii. Fraisage fente :
- viii. Gorges, Circlips et chanfreins :
- ix. Finition jupe :
- x. Finition trou d'axe :
- xi. Lavage :
- xii. Marquage :
- xiii. L'étamage-graphitage :



Figure 8:Emboitage

L'étamage : est une opération qui consiste à déposer une couche de carbonate de soude sur la jupe du piston.

Graphitage : est une opération qui consiste à déposer une couche de graphite sur la jupe du piston.

c- Contrôle :

Après l'usinage, le contrôle visuel et dimensionnel est effectué afin de vérifier qu'il n'y a pas de défaut sur la surface.

- i. **Contrôle visuel :**
- ii. **Contrôle dimensionnel**

Il consiste à vérifier :

- ⇒ **Les trous d'axe :** *l'appareillage utilisé pour cette opération est un montage de contrôle (comparateur axe).*
- ⇒ **Le diamètre.**
- ⇒ **La hauteur de compression.**

d- Super-control :

Après l'étamage et le graphitage les pistons sont expédiés au magasin pour y subir un super contrôle.

e- Emballage :

- ⇒ *Si les pièces ont passé l'étape du contrôle, le conditionnement est effectué dans des cartons.*

4- Les chaînes de production au sein de Floquet Monopole:

a. La chaîne TUI :

Cette série comporte 8 machines qui sont : l'OP 20A, OP20B, OP20C, OP30, OP40, OP50, OP60, OP70. Ces machines sont très sophistiquées et sont commandées numériquement. Elles exécutent généralement plusieurs opérations en même temps. Comme elle représente la liste des OP au sein de la chaîne TUI

OP 20 :

Operations effectuées :

- Emboitage
- Ebauche fond, jupe et cordon
- L'ébauche et la finition des gorges segments
- La finition du fond (bossette et trottoir)
- La mise en longueur et les cassages des angles



OP 30 :

Operations effectuées :

- Réaliser l'ébauche du trou d'axe
- Chambrage et bain d'huile trou d'axe



OP40 :

Operations effectuées :

- Réaliser la finition jupe et cordon du piston
- Cassage des angles



OP 50 :

Operations effectuées :

- Finition trou d'axe



OP 60 :

Operations effectuées :

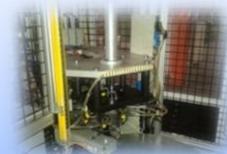
- Lavage



OP 70 :

Operations effectuées :

- Etalonnage et le marquage : machine de contrôle des pistons
 - Le diamètre



VII – Fabrication du disque frein

1-Définition du produit « disque frein »:

Le frein à disque est un système de freinage performant pour les véhicules munis de roues en contact avec le sol : automobile, avion, train, etc. et pour diverses machines. Ce système transforme l'énergie cinétique du véhicule en chaleur. Le frein à disque (Figure 10) est composé de :

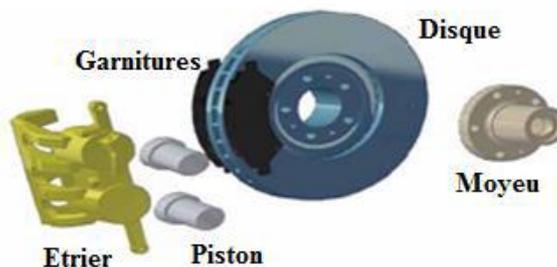


Figure 10 : Principaux éléments de frein à disque

- Un disque généralement en fonte lié à la roue par l'intermédiaire du moyeu et qui lui est intérieur. - Deux plaquettes de part et d'autre du disque, composées chacune d'une garniture en matériau.

- Un étrier en acier, solidaire de l'essieu qui supporte les plaquettes ; en forme de chape.

- Un piston hydraulique dans le cas d'un étrier flottant ou coulissant ou deux pistons dans le cas d'un étrier fixe posés contre les supports des plaquettes.

a- Description d'un disque :

Le disque est constitué d'un anneau plein avec deux pistes de frottement (Figure 11), d'un bol qui est fixé sur le moyeu et sur lequel est fixée la jante, d'un raccordement entre les pistes et le bol. Les pistes de frottement sont dites extérieures quand elles se situent du côté de la jante et intérieures quand elles se situent du côté de l'essieu.

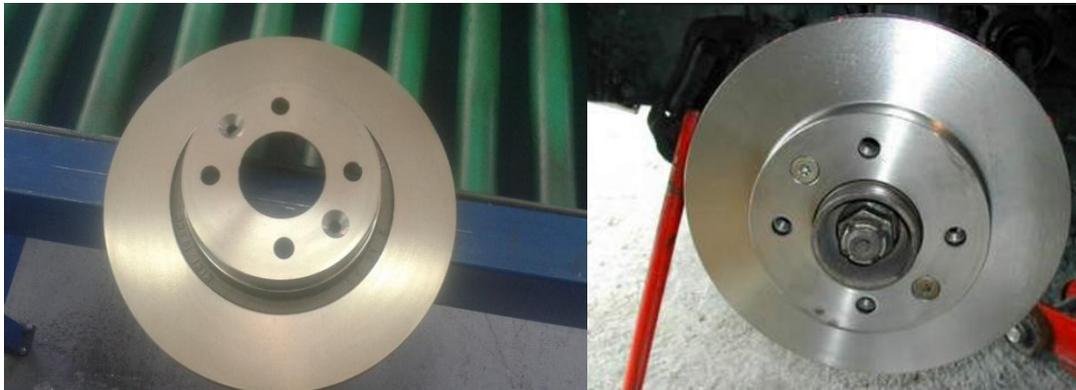


Figure 11 : disque frein

b- Différences entre disque plein et ventilé :

- Les disques pleins, de géométrie simple et donc de fabrication simple, sont généralement placés sur l'essieu arrière de la voiture. Ils se composent tout simplement d'une couronne pleine reliée à un "bol" qui est fixé sur le moyeu de la voiture (Figure 12)

- Les disques ventilés, de géométrie plus complexe, sont apparus plus tardivement. Composés de deux couronnes – appelées flasques – séparées par des ailettes (Figure 13), ils refroidissent mieux que les disques pleins grâce à la ventilation entre les ailettes qui, en plus, favorisent le transfert thermique par convection en augmentant les surfaces d'échange. Le disque ventilé comporte plus de matière que le disque plein ; sa capacité d'absorption calorifique est donc meilleure.



Figure 12 : Disque plein

Figure 13 : Disque ventilé

1 -Gamme d'usinage :

Le processus d'usinage englobe les quatre opérations traitées auparavant, en plus de d'autres opérations qui servent à améliorer l'état final du disque ventilé. Ces dernières vont être démontrées dans la gamme d'usinage.

La gamme de fabrication est un document d'archive qui précise clairement les différentes phases de fabrication du produit. Ce document englobe toutes les étapes réalisées auparavant.

2-Gamme de fabrication :

Gamme de fabrication				
Elément : Disque ventilé		Matière : FONTE GL		Cadence : 100 disques/heure
N°	OPERATION	Machine-outil	Image correspondante	
10	Réception du disque brut			
20	Tournage	TOUR CNC		
30	Tournage	TOUR CNC	//	
40	Tournage	TOUR CNC	//	
50	Perçage	Perceuse multibroche		Réalisation de 6 trous de diamètres différents simultanément
60	Equilibrage	Machine à équilibrer		Enlever de la matière de la surface contenant les ailettes. Elle est programmée à faire une différence entre une pièce bonne et une pièce défectueuse.
70	Lavage	Machine de nettoyage		Dégraissage Lavage Séchage
80	Contrôle final	Machine de control		Contrôle de toutes les cotations
90	Protection peinture	Machine de peinture		Peindre des surfaces spécifiques pour protéger le disque du rouillage

Tableau 2 : gamme de fabrication

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté la société, ses activités, ses différents services et ses différents produits : Fabrication des pistons, Par la suite, on a donné une définition du disque de frein, qui est la base de notre étude, on décrivant son processus de fabrication (Nouveau Produit).

Chapitre II :

Problématique

- ❖ **Le contexte général, le cahier des charges du projet et la démarche suivie pour la résolution du problème.**
- ❖ **Les matériels utilisés pour cette machine :**
 - ⇒ **Choix du convoyeur**
 - ⇒ **Redresseur**
 - ⇒ **Choix du moteur**
 - ⇒ **Choix de pompe**
 - ⇒ **Choix du compresseur**
 - ⇒ **Choix des capteurs**

I. Introduction

L'usinage est une famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de manière à donner à la pièce brute la forme voulue, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision. Une machine-outil est un équipement mécanique destiné à exécuter un usinage, ou autre tâche répétitive, avec une précision et une puissance adaptées. C'est un moyen de production destiné à maintenir un outil fixe, mobile ou tournant et à lui imprimer un mouvement afin d'usiner ou déformer une pièce ou un ensemble fixé sur une table fixe ou mobile.

Les principales machines-outils de l'enlèvement de matière sont les suivants : TOUR, PERCEUSE et FRAISEUSE.

II. Cahier des charges fonctionnel :

Après avoir déterminé le nombre d'opérations nécessaires à l'obtention de la qualité souhaitée, on définira l'ensemble des opérations d'usinage (Réception du disque brut, Tournage, Perçage, Equilibrage, Lavage, Contrôle final, protection peinture) qu'il convient d'effectuer pour arriver au produit final.

Finalement on pose les disques frein dans des plaquettes thermoformées

Ils ont trouvé un problème à propos du nettoyage de ces plaquettes et pour cette raison il faut réaliser une machine de lavage de ces plaquettes thermoformées d'un disque frein alors mon travail consiste à faire l'étude et la conception de ce système de lavage de ces plaquettes par la proposition d'un processus automatisé qui permet de laver ces plaquettes d'une manière autonome en utilisant un automate programmable industriel.



Figure 14 : plaquette thermoformée

On a commencé par destiner une forme générale à l'aide du logiciel **SOLIDWORKS** :

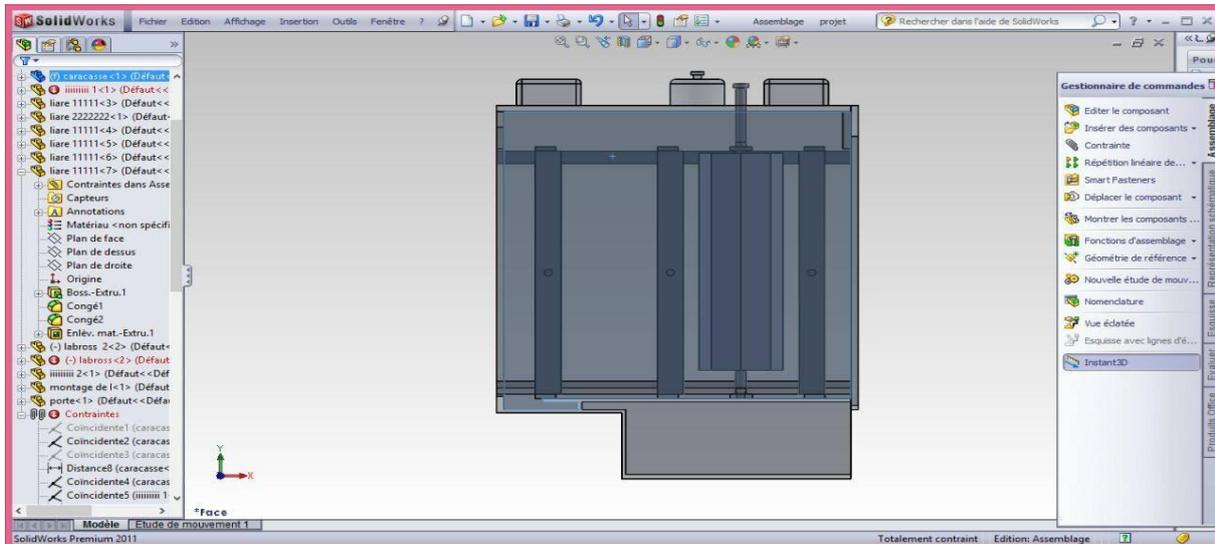


Figure 15 : vue de face

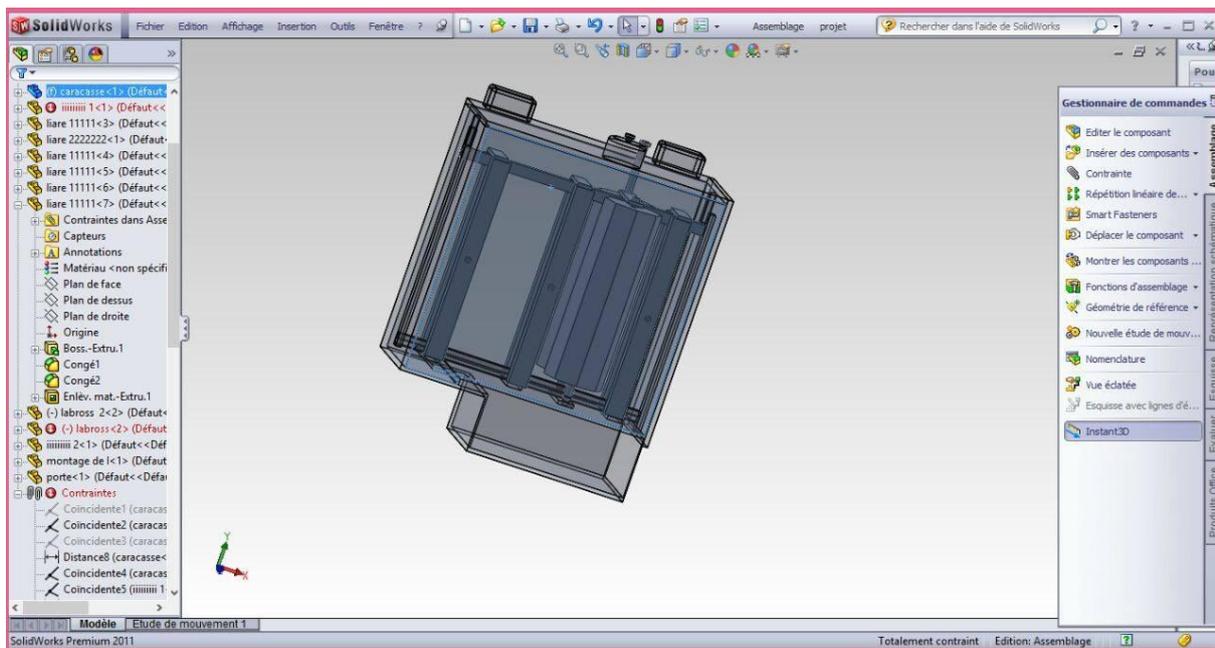
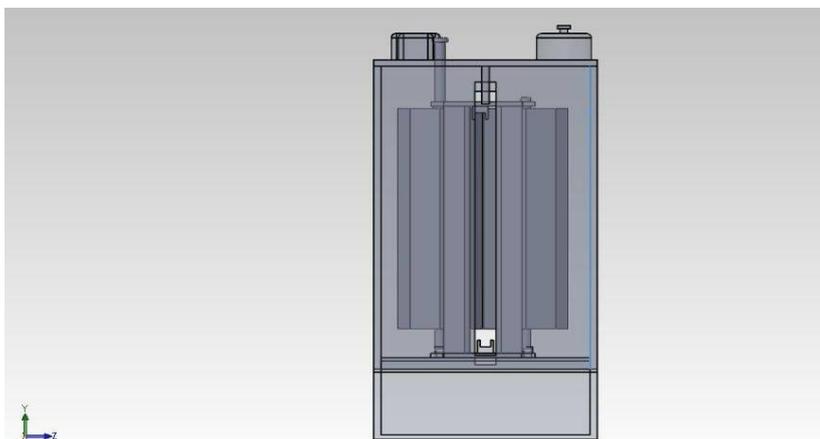


Figure 16 : vue perspective(3D)



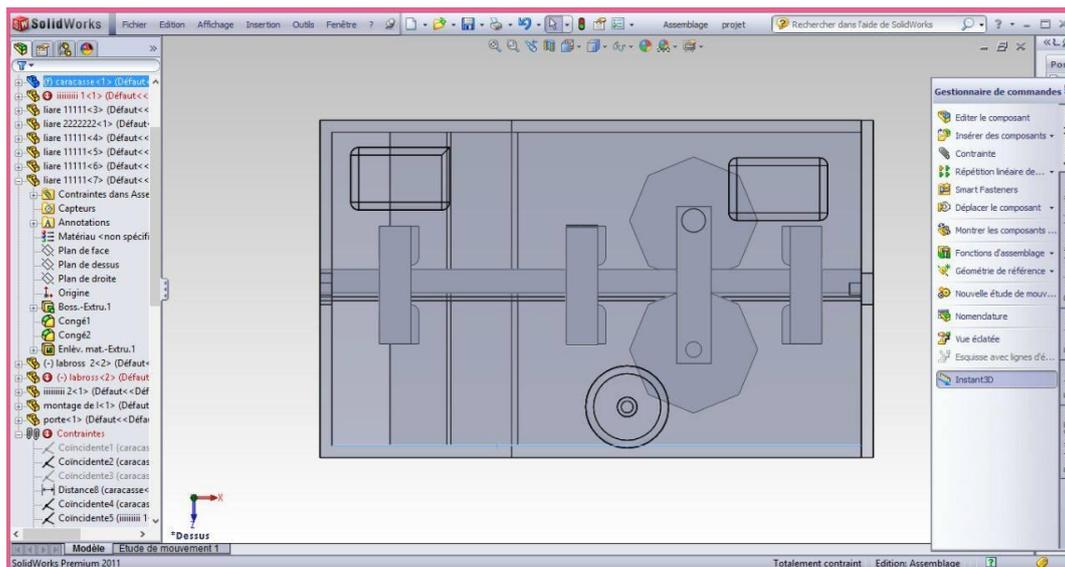


Figure 18 : Vue de dessus

III. Fonctionnement de la machine :

Au démarrage du premier cycle, un moteur électrique fait tourner un convoyeur après que le capteur ultrasons (capteur de position) détecte la présence de la plaquette et deux autres indiquant la présence de l'eau et de l'air. Après que le convoyeur est en marche on aura quatre plaquettes horizontales, chacune des plaquettes portent trois douches: les deux premières plaquettes contiennent des douches avec une eau savonnée et les deux dernières portent des douches avec une eau sans savon pour le lavage. Au milieu de ces deux plaquettes, on trouve deux brosses.

Les brosses et les douches vont marcher en cascade pour bien rincer et laver les douches qui contient l'eau sans savon pour laver la plaquette. Cette opération est appelée : opération de lavage et de rinçage. Cette opération est assurée en maintenant la rotation des deux brosses avec une temporisation bien définie de 30 secondes.

L'opération de séchage va durer 30 secondes.

Le convoyeur démarre avec une vitesse : $v = 4 \text{ cm/s}$ pendant tout le cycle.

La longueur de la machine est : $d = 241.2 \text{ cm}$

La longueur de la plaquette est : $d_1 = 110.6 \text{ cm}$.

$$v = \frac{d}{t}$$

Donc $t = 241.2/4 = 60.3 \text{ s}$. C'est le temps nécessaire pour que l'opération se termine et que la plaquette soit disponible.

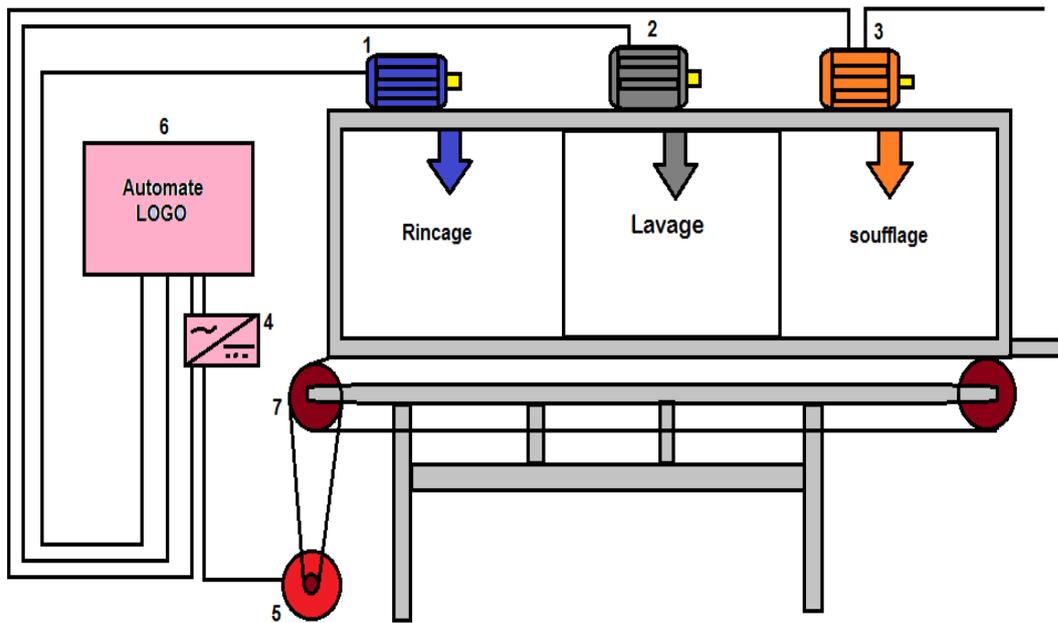


Figure 19: image qui montre le fonctionnement de la machine

IV. Matériels utilisés

i. choix du convoyeur :

Après avoir discuté avec l'encadrant de l'entreprise et en prenant en considération les conditions convenables pour que la machine fonctionne bien, on a choisit un convoyeur à courroie crantée.

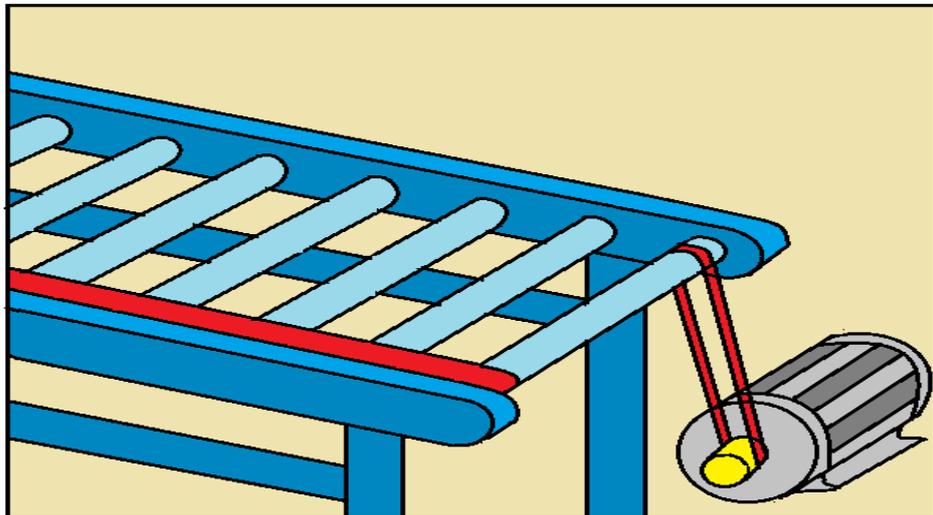


Figure 20 : convoyeur à courroie crantée.

ii. Redresseur



Figure 21: Redresseur

Un redresseur, également appelé convertisseur alternatif/continu, est un convertisseur destiné à alimenter une charge par une tension ou un courant continu à partir d'une source alternative. L'alimentation est, la plupart du temps, un générateur de tension.

Un redresseur converti le courant en continue en plusieurs étapes: lorsqu'il reçoit la tension alternative de 220V, il la transforme à l'aide d'un transformateur en tension alternative de 30V, après l'inversion des signes négatifs, il passe au filtrage et finalement le régulateur nous donne à la sortie une tension continue de 24V.

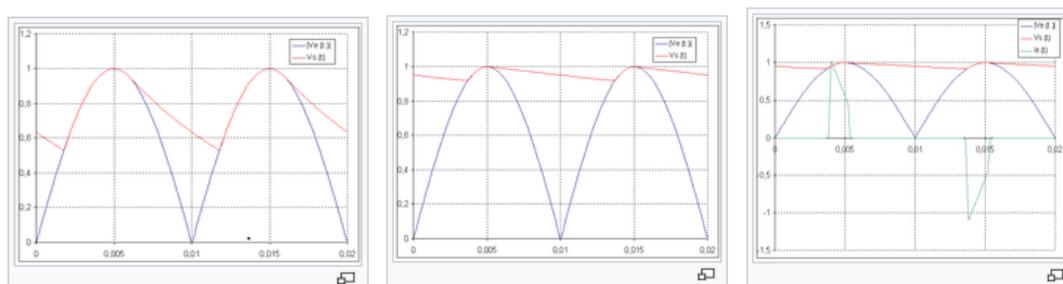


Figure 22 : Redressement d'une tension

(source: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Redresseur>).

iii. Choix du moteur

Le rendement en puissance d'un moteur est donné

par la relation: $\mu = \frac{P_s}{P_e}$

Soit V = vitesse R = rayon, ω vitesse de rotation

On a La vitesse de rotation est $v = r \times \omega$
avec $N = \omega / 2\pi$ (ω en rad/s)

On prend $N=10\text{tr/s}$ et $r=1\text{cm}=10^{-2}\text{ m}$
 Le poids est : $P=m \times g$ ($g=10\text{N/kg}$)

La force en newton $F=2 \times P$

La puissance d'entrée du moteur est $Pe=F \times V$

Alors on peut conclure que la puissance de sortie :

$$Ps = Pe \times \mu \quad \text{Avec } \mu=0.9$$

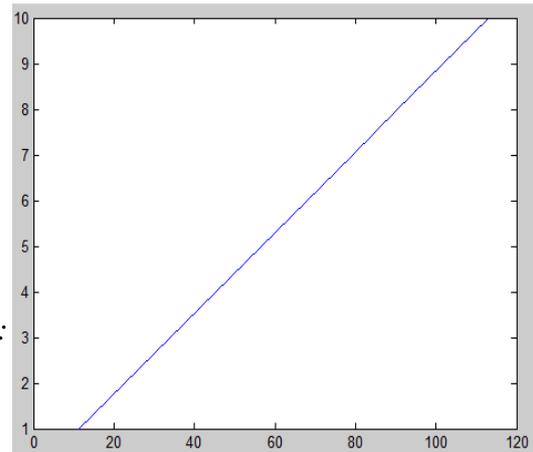


Figure 23 : la courbe de la puissance de sortie en fonction de la masse

D'après le catalogue, on peut choisir le moteur à courant continu convenable en prenant en considération la puissance de sortie :

Modèle M3B	009	012	018	027
Cylindrée (cm ³ /tour)	9,2	12,3	18,5	27,8
Pression continue maxi (bar)	175	210	210	210
Vitesse de Rotation maxi. ¹ (tr/min)	3000	3000	3000	3000
Couple de sortie ² (Nm)	4,3	5,8	10,0	16,3
Puissance de sortie ² (kw)	19,7	26,7	46,6	77,4

Tableau 3 : les modèles des moteurs à courant continu selon la puissance de sortie

iv. Choix de la pompe

On peut choisir une pompe convenable selon le débit volumique et la puissance hydraulique.

Le débit volumique $Q_v=V \times S$ s'exprime en (m³/s). S étant la section en m² et V est la vitesse en (m/s).

La puissance d'une pompe

$$Ph = \Delta p \cdot Q_v \quad \Delta p: \text{différence de pression entre l'aspiration et le refoulement}$$

Après concertations et prenant en considérations les conditions pour que la machine fonctionne bien, on a choisi la pompe :

Suppresseur Eurocom SP - 3/4 CV monophasé

Cette pompe est très silencieuse, adaptée pour l'alimentation hydraulique et la surpression dans des installations domestiques.



Figure 24 : Pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal.

- CARACTERISTIQUES GENERALES
- ✓ POMPE

Corps de pompe en techno polymère

Support moteur en aluminium moulé sous pression, couvercle de support garniture en acier inoxydable ISI 304

Garniture mécanique en carbone/céramique

Arbre rotor en acier inoxydable AISI304

Roues, corps diffuseurs et diffuseurs en techno polymère

Anneaux d'usure en acier inoxydable Inox 316

- ✓ MOTEUR

Moteur de type asynchrone à service continu

Protection thermo ampérométrique et condensateur permanent incorporés dans la version monophasée

Protection à prévoir par l'utilisateur pour la version triphasée

Indice de protection de moteur : IP 44

Classe d'isolement : F

Tension de série : Monophasé 220/240 V - 50Hz - 2 pôles.

Installation : fixe ou portable en position horizontale.

Pour choisir une bonne pompe on prend en considération le tableau suivant :

Modèle TD7	B14	B17	B20	B22	B24	B28	B31	B35	B38	B42	B45	B50
Cylindrée (cm ³ /tour)	44.0	55.0	66.0	70.3	79.5	89.7	98.3	111.0	120.3	136.0	145.7	158.0
Pression continue max (bar)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	230	210	160
Vitesse de rotation max (tr/min)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2800	2800	2500	2200	2200
Puissance d'entrée (kW)	34.2	42.4	50.7	53.9	62.0	68.7	75.6	80.5	85.6	90.5	89.5	85.0

Tableau 4 : les modèles des pompes selon la puissance d'entrée

(source : <https://www.manomano.fr/surpresseur-de-piscine/surpresseur-piscine-eurocom-sp-m-t-118486>)

v. Choix du compresseur

Les Distributeurs pneumatiques

Fonction

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins.

Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.

Constitution d'un distributeur

Le distributeur comporte un coulisseau, ou tiroir qui se déplace dans le corps du distributeur. Il permet de fermer ou d'ouvrir les orifices par où circule l'air (orifices 2 & 4).

Source (<http://geea.org.pagesperso-orange.fr/PNEUM/Distributeurs.htm>)

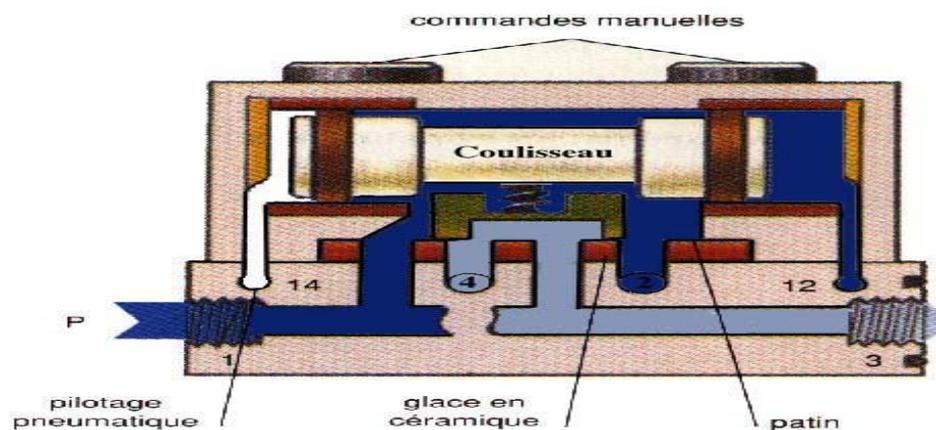


Figure 25 : distributeur

V. Choix des capteurs

Puisqu'on va utiliser l'eau et pour éviter l'oxydation des capteurs, après discussion avec l'encadrant de l'entreprise, on a choisi des capteurs à ultrasons.

Les capteurs à ultrasons sont particulièrement polyvalents. Qu'il s'agisse de détection de position, de mesure de distance ou de détection de supports solides, de liquide ou de poudre, les capteurs à ultrasons SICK ont prouvé leur fiabilité et leur précision dans presque toutes les applications.



Figure 26 : capteurs à ultrasons SICK

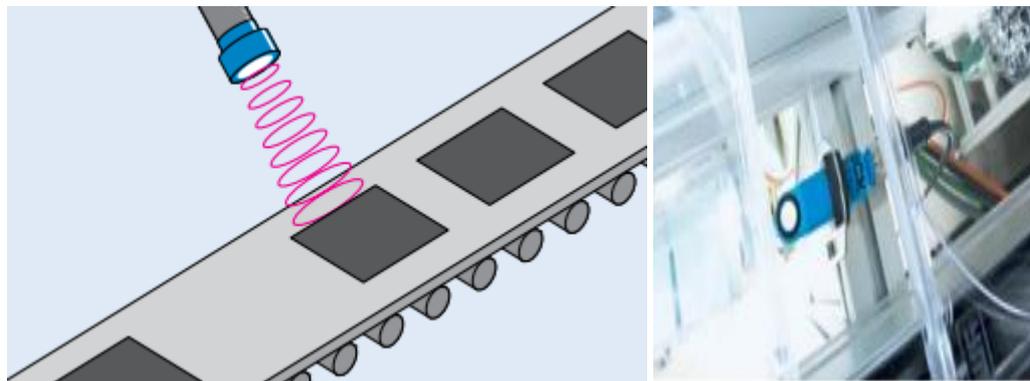


Figure 27 : La détection à distance d'objets

⇒ Source : <https://www.sick.com/fr/fr/product-portfolio/distance-sensors/ultrasonic-sensors/c/g185671>

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté d'une façon générale le système et son fonctionnement, et Pour avancer en projet , nous avons commencé à chercher des solutions qui vont faciliter la tâche et diminuer le temps de cette opération (nettoyage), et en même temps trouver des solutions qui marchent bien avec les besoins de l'entreprise (choisir les matérielles de la machine, trouver la solution la moins chère, augmenter la productivité, etc.).

Chapitre III:

Automatisation du système de lavage des plaquettes thermoformée

Vous trouverez dans cette partie :

- ⇒ **Présentation des automates programmables.**
- ⇒ **Automatisation du système de lavage des plaquettes thermoformées.**

I- Introduction

L'automatisation est l'art d'utiliser les machines afin de réduire la charge de travail d'opérateur tout en gardant la productivité et la qualité. Elle fait appel à des systèmes électroniques qui englobent toute la hiérarchie de contrôle-commande depuis les capteurs de mesure, en passant par les automates, les bus de communication, la visualisation, l'archivage jusqu'à la gestion de production et des ressources de l'entreprise.

II- L'automate LOGO

1. présentation de LOGO

C'est un nano automate développé par la marque SIEMENS. Il connaît un succès mondial dans la petite et la grande industrie où il remplace avantageusement les techniques de commutation et de commande. Il possède des entrées et des sorties bien déterminées, avec une interface de modules d'extensions. Par ses nombreuses fonctions et sa simplicité de mise en œuvre, LOGO offre une solution de rentabilité pour pratiquement toutes les applications, dans toutes les branches. Il est rapide à installer et facile à programmer, comme il induit des économies substantielles de câblage. Ce petit automate possède un logiciel spécifique pour le programmer, qui met plusieurs éléments à la disposition de l'utilisateur qui sont répartis en :

-  *Listes des bornes (connecteurs)*
-  *Liste des fonctions de base AND, OR...*
-  *Listes des fonctions spéciales (Compteurs, Retard, Minuterie, Horloge...)*
-  *Listes des blocs déjà complétés dans le circuit et réutilisables.*



Figure 28 : Automate LOGO de la marque siemens

Types de LOGO :

Il existe quatre types du LOGO! Ce qui leur confère une grande flexibilité. Ces quatre types sont :

- *LOGO! Basic* : C'est un LOGO! à 8 entrées et 4 sorties.
- LOGO! Pure* : C'est un LOGO! Sans affichage ayant 6 entrées et 4 sorties.
- *LOGO! Long* : C'est un LOGO! qui offre 12 entrées et 8 sorties.
- LOGO! BUS* : C'est un LOGO! Qui se met en communication avec d'autres LOGO! Bus, il peut fonctionner en maître ou en esclave.
- *Le boîtier LOGO!*, peut trouver des applications dans des installations électriques domestiques ou industrielles (par exemple éclairage d'une cage d'escalier, éclairage extérieur, activation de stores, volets roulants, éclairage de vitrines, etc.) et dans les domaines de la construction mécanique et de la construction d'appareils (par exemple, commande d'ouverture de barrière, dispositifs de ventilation, pompe à eau sanitaire, etc.)

Source : (Catalogue LOGO Soft Comfort, Siemens automation)

III- Architecture des automates

Puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

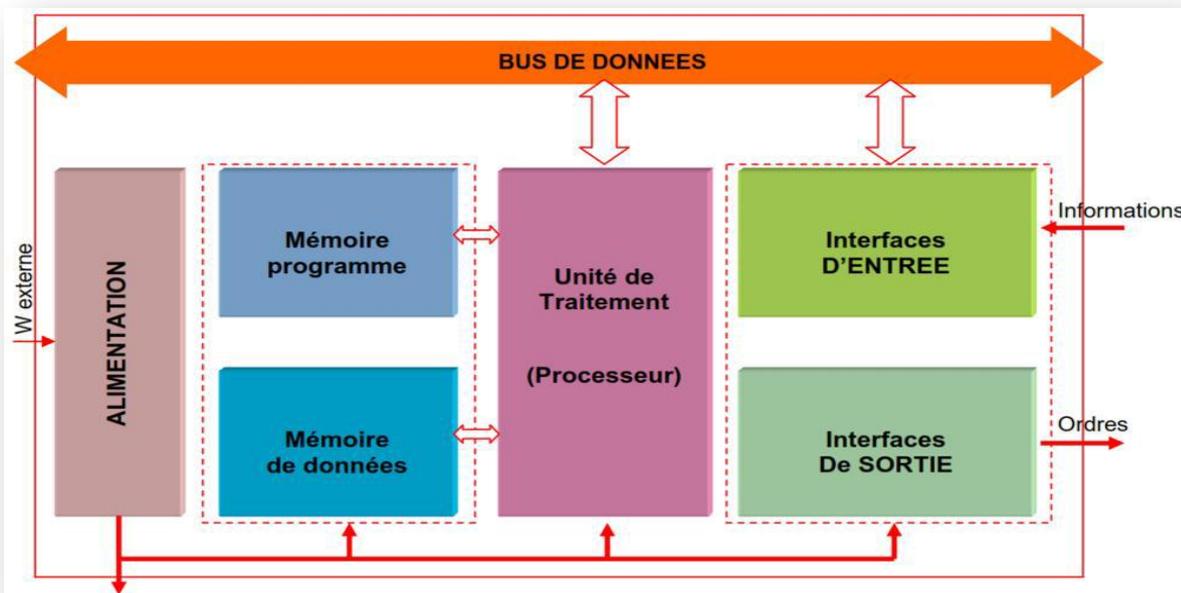


Figure 29 : Architecture de l'automate

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Un API se compose donc de trois grandes parties :

Le microprocesseur : réalise toutes les fonctions logiques ET/OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.

Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire.

La mémoire : *Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système. Elle permet de :*

- *stocker le programme du processus*
- *stocker les informations issues des entrées*
- *stocker les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des sorties, des temporisations, etc.)*
- *stocker les informations liées à des calculs intermédiaires*

Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- *La conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM*
- *La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM*

Les modules d'entrées-sorties :

- **Le module des entrées :** *a pour rôle de recevoir les informations en provenance des capteurs et de l'interface homme/machine, les traiter en les mettant en forme, en éliminant les parasites d'origine industrielle et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative pour la protection (isolation galvanique).*
- **Les modules des sorties :** *transmet des informations aux pré-actionneurs et aux éléments de signalisation de l'IHM, tout en adaptant les niveaux de tension de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières*

Les autres parties :

Liaisons de communication : *Elles permettent la communication de l'ensemble des modules de l'automate et des éventuelles extensions.*

Les liaisons s'effectuent :

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

IV- Les langages de programmation des APIs :

1. Liste d'instructions (IL : Instruction List) :

Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens.

le langage List est très proche du langage assembleur on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs

```

! %L0 : LD      %I1.0
      ANDN   %M12
      OR (   %TM4.Q
      AND   %M17
      )
      AND   %I1.7
      ST    %Q2.5
! %L5 : LD      %I1.10
      ANDN   %Q2.3
      ANDN   %M27
      IN    %TM0
      LD    %TM0.Q
      AND   %M25
      AND   %M000.XS
      [%M0015 := %M0010+500]
  
```

Figure 30: Liste d'instructions

2. Langage littéral structuré (ST : Structured Text) :

Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if ... then ... else ... (si ... alors ... sinon ...). Peu utilisé par les automaticiens.

Ce langage structuré ressemble aux langages de haut niveau utilisés pour les ordinateurs :

```

IF %M0 THEN
  FOR %M0099 := 0 TO %I1 DO
    IF %M00100 [%M0099] > 0 THEN
      %M0010 := %M00100 [%M0099];
      %M0011 := %M0099;
      %M1 := TRUE;
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
  
```

Figure 31 : Langage littéral structuré

3. Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :

Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.

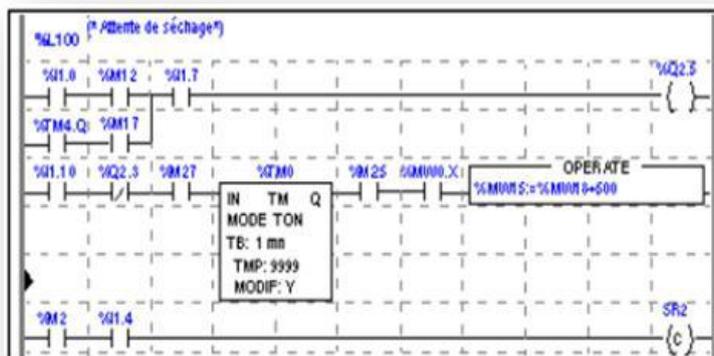


Figure 32: diagramme de ladder

4. Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : Sequential Function Chart)

i. Définition

Le diagramme fonctionnel ou GRAFCET (Graphe de Commande Etape – Transition) est un moyen de description du cahier des charges d'un automate. C'est une méthode de représentation graphique qui décrit les comportements successifs de la partie commande d'un système automatisé (ordres à émettre, actions à effectuer, événements à surveiller).

ii. Principe du Grafcet

Pour visualiser le fonctionnement de l'automatisme, le GRAFCET utilise une succession alternée d'ETAPES et de TRANSITIONS. A chaque étape correspond une ou plusieurs actions à exécuter. Une étape est soit active, soit inactive, les actions associées à cette étape sont effectuées lorsque celle-ci est active. Les transitions indiquent avec les liaisons orientées, les possibilités d'évolution entre étapes.

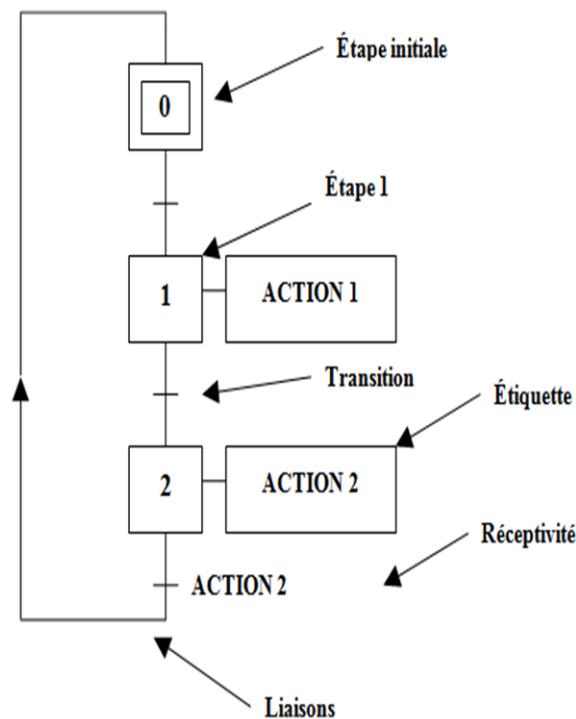


Figure 33: Principe du Grafcet

iii. Description du Grafcet

- **À Etape initiale**: représente une étape qui est active au début du fonctionnement
- **Transition**: la transition est représentée par un trait horizontal.
- **Réceptivité**: les conditions de réceptivité sont inscrites droite de la transition
- **Etape**: chaque étape est représentée par un carré repéré numériquement

- **Action(s):** elles sont décrites littéralement ou symboliquement à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles reliés par un trait à la partie droite de l'étape
- **Liaisons orientées:** indique le sens du parcours.

iii. Niveaux d'emploi du GRAFCET

Afin de définir correctement le cahier des charges d'un équipement, le diagramme fonctionnel est utilisé à 3 niveaux :

- **Niveau 1 :** ne prend en compte que l'aspect fonctionnel du cahier des charges. Il ne considère que les actions à réaliser et les informations nécessaires pour les obtenir, sans spécifier comment elles seront technologiquement obtenues. (Spécification fonctionnelle repérée par des phrases)
- **Niveau 2 :** pourra être différent du Grafcet de niveau 1, compte tenu de la nature et en particulier de la technologie des capteurs et actionneurs utilisés. (Spécification technologique)
- **Niveau 3 :** spécification opérative c'est une interface en machine.

iv. Règles d'évolution du Grafcet

Règle1 : L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le GRAFCET en doublant les côtés des symboles correspondants.

Règle2 : Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées. Elle ne peut être franchie que:

- ✓ lorsqu'elle est validée
- ✓ et que la réceptivité associée à la transition est vraie.
- ✓ La transition est alors obligatoirement franchie.

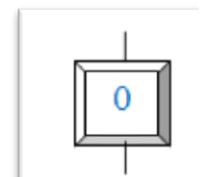


Figure 34: Etape ini

Règle3 : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes. Cette évolution du GRAFCET est donc synchrone. Il y a évolution asynchrone lorsque le franchissement de la transition entraîne l'activation des étapes suivantes et que c'est la vérification de cette activation qui autorise la désactivation des étapes précédentes.

Règle 4 : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont franchies.

Règle 5 : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

V- Automatisation de la machine

1. GRAFCET du fonctionnement de la machine :

Table des entrées :

Abréviation	Explication
DCY	Départ cycle
PE	Présence de l'eau (à ultrasons)
PA	Présence de l'air (à ultrasons)
PP	Présence de plaquette (à ultrasons)
C1	Convoyeur démarré
C2	Moteur en marche
C3	Pompe en marche
T1=30s	Temporisation1 pendant lavage
T2=30s	Temporisation2 pendant le séchage
	Capteur ultrasons

Table des entrées

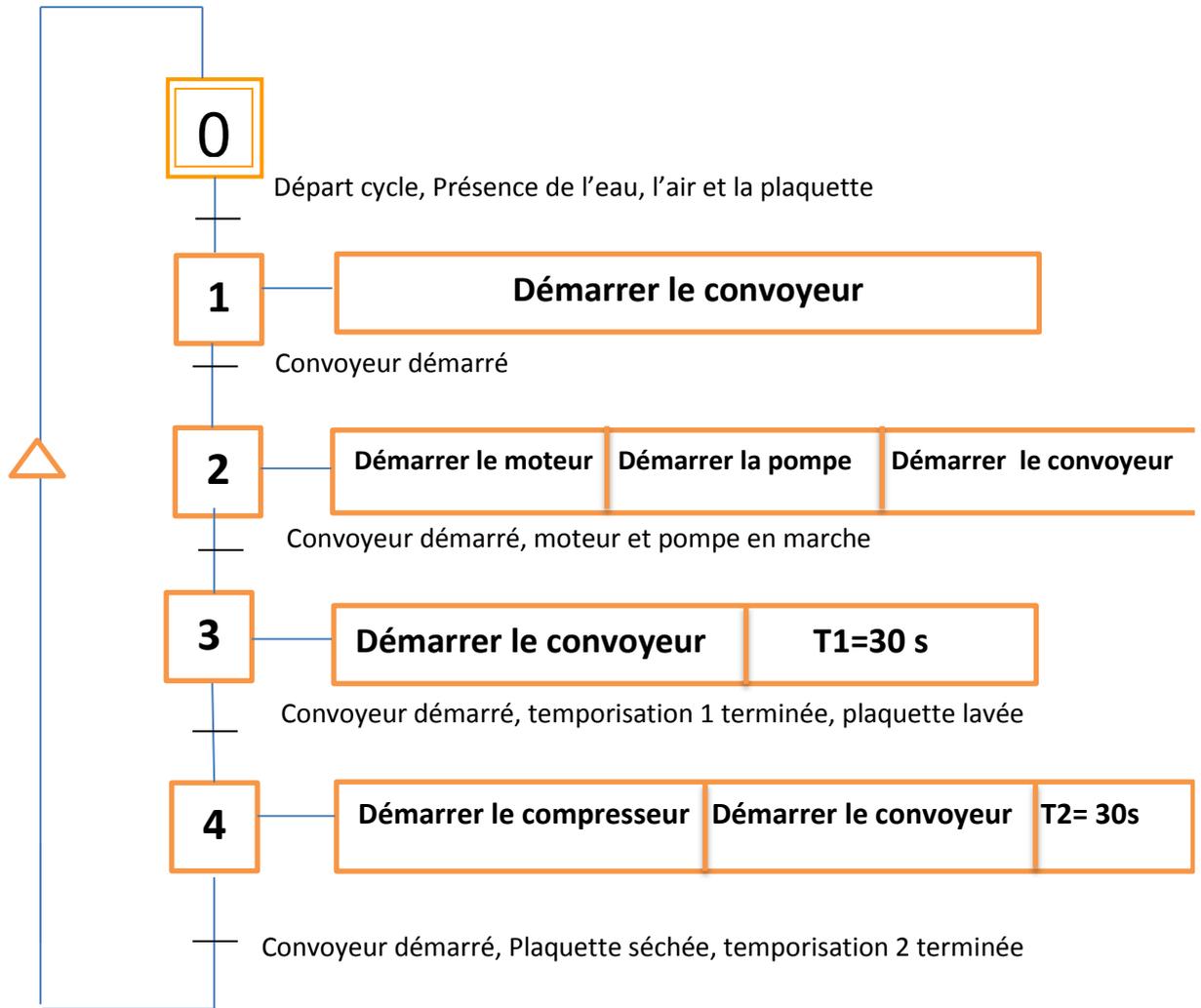
Table des actions :

Abréviation	Explication
KM1	Démarrer le convoyeur
P ⁺	Démarrer la pompe
KM2	Démarrer le moteur
KM3	Démarrer le compresseur
t1/x3/30s	Temporisations 1 terminée
t2/x4/30s	Temporisation 2 terminée

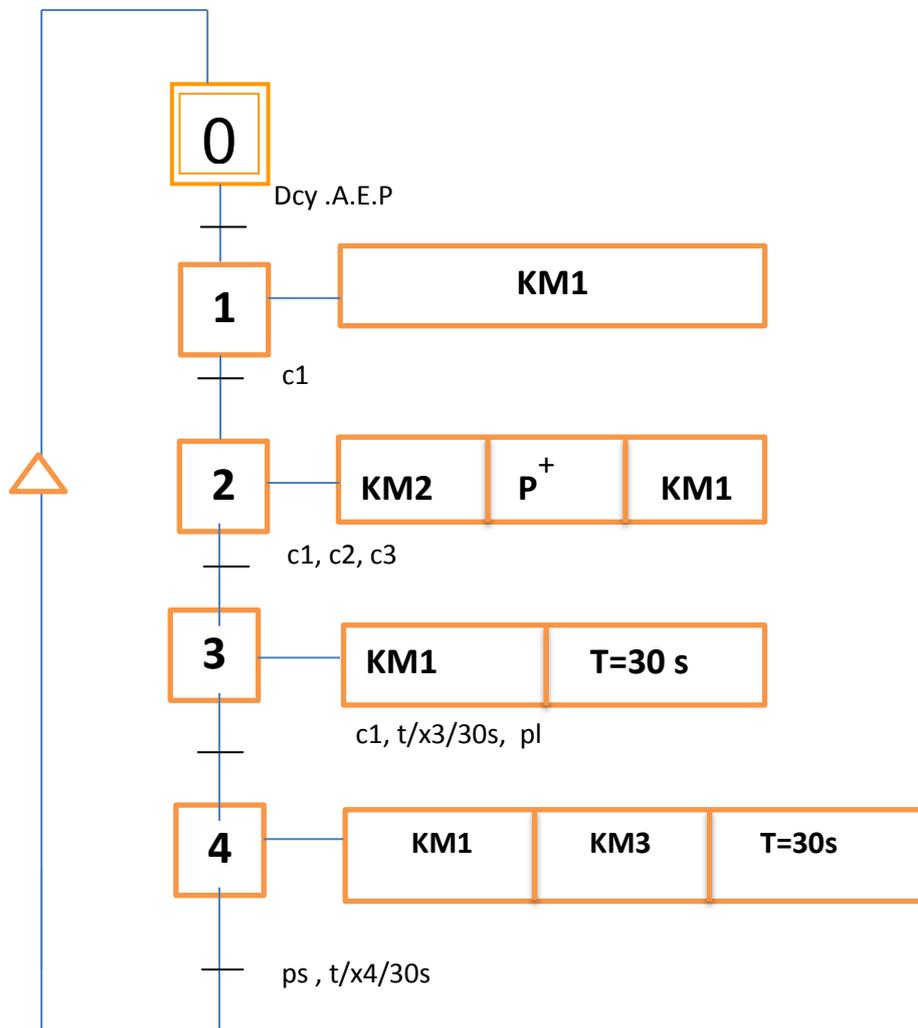
Table des actions

Le grafset suivant définit les étapes de fonctionnement de cette machine automatiquement :

Grafcet niveau 1



Grafcet niveau 2



VI- Programmation et simulation du fonctionnement de la machine

Après la description du fonctionnement de la machine, nous procéderons à son automatisation. Pour piloter la station, nous présenterons un programme que nous allons implanter dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes de systèmes d'automatisation.

1. Présentation du logiciel de programmation :

i. Présentation de SIMATIC step 7 :

STEP 7 est le logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC S7 et par conséquent le logiciel de programmation de S7-300. STEP 7 offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer S7-300. Il met à disposition du programmeur des fonctions d'assistance pour résoudre efficacement les problèmes d'automatisation. Les caractéristiques de STEP 7 facilitent la tâche de programmation pour l'utilisateur. Il permet l'accès "de base" aux automates Siemens et permet de programmer

individuellement un automate (en différents langages). Step 7 prend également en compte le réseau, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer), et éventuellement aux automates de s'envoyer des messages entre eux.

2. l'automate programmable SIMENS

i. Présentation de l'automate

L'automate logo v8 de Siemens est conçu pour des solutions d'automatisation plus petites et peut être idéal notamment dans les domaines des machines spéciales ou du bâtiment



Figure 35 : automate programmable LOGO V8

Source : <http://www.automation-sense.com/blog/automatisme/automate-logo-siemens.html>

ii. Entrées / Sorties TOR (Tout Ou Rien) :

Chaque entrée et chaque sortie possède par défaut une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle. Celle-ci est indiquée de manière directe, c'est-à-dire absolue. L'adresse d'une entrée ou d'une sortie d'un module TOR est composée de l'adresse d'octet



3. Programmation du système sur STEP7:

Pour piloter le système de lavage de pistons, nous réaliserons un programme que nous implanterons dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes de systèmes d'automatisation SIMATIC STEP7.

L'automate programmable LOGO contrôle et commande à l'aide du programme S7 de la station d'usinage. L'adressage des modules d'E/S se fait par l'intermédiaire des adresses du programme S7.

L'interaction du logiciel (STEP7) et du matériel (la machine) est présentée dans la figure ci-dessous :

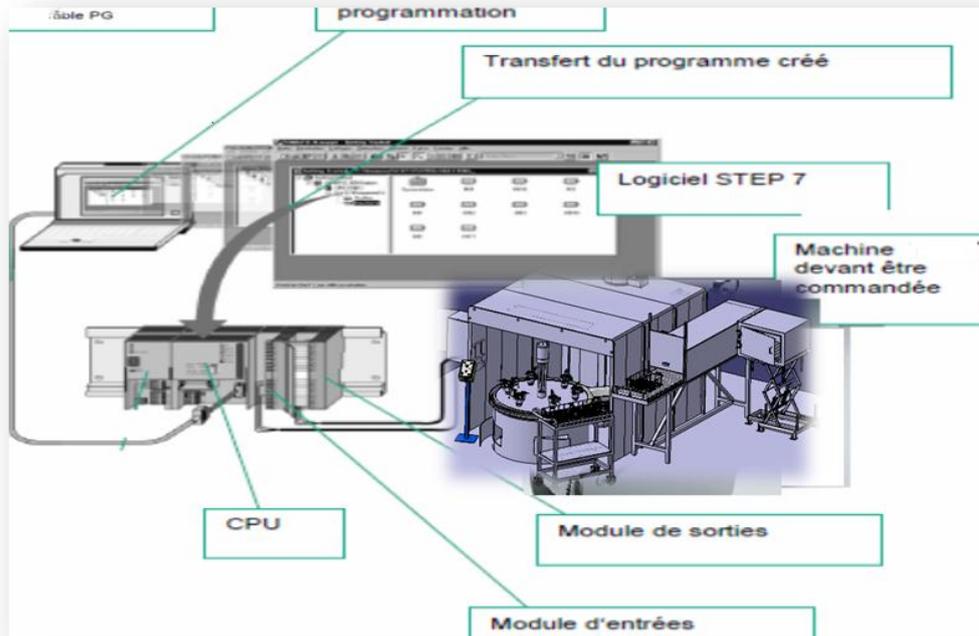
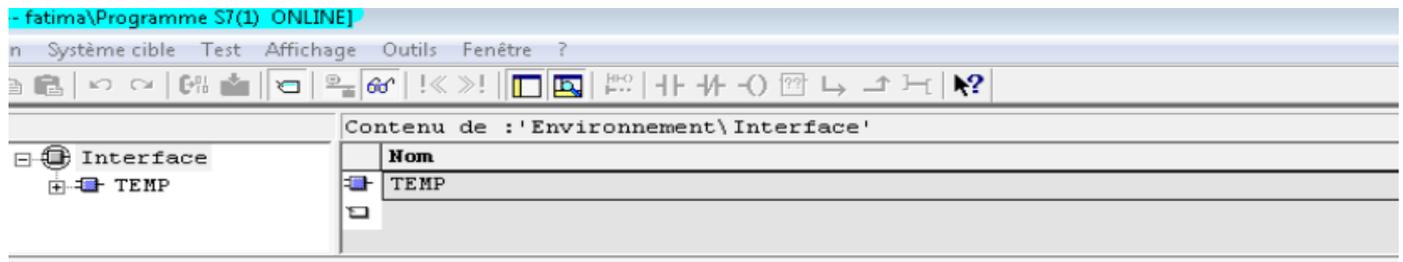


Figure 36 : L'interaction du logiciel (STEP7) et du matériel (la machine)

i. Programmation avec STEP 7

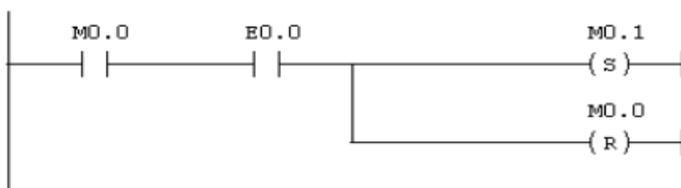


OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

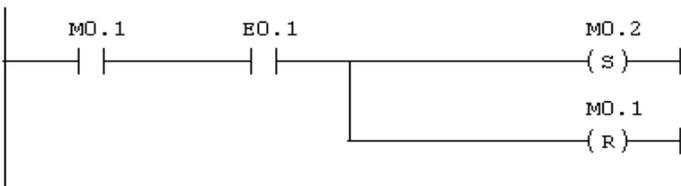
Réseau 1 : Les entrées

Commentaire :



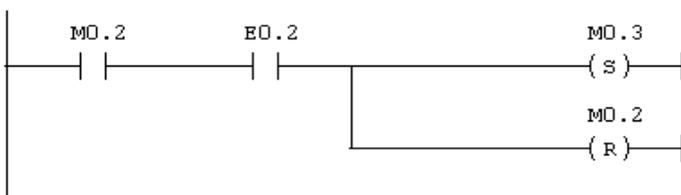
Réseau 2: Titre :

Commentaire :



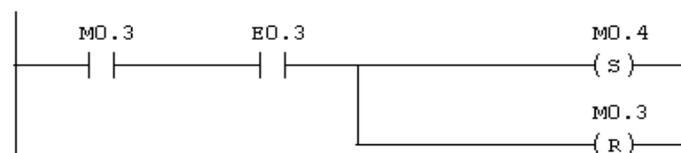
Réseau 3: Titre :

Commentaire :



Réseau 4: Titre :

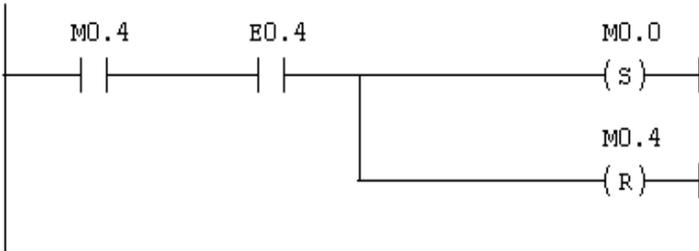
Commentaire :





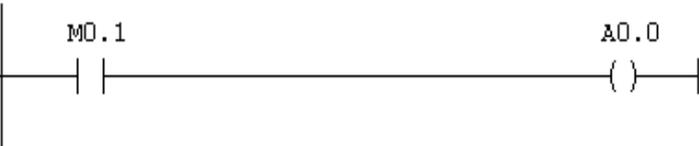
Réseau 5 : Titre :

Commentaire :



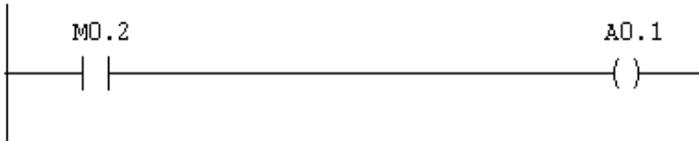
Réseau 6 : Les sorties

Commentaire :



Réseau 7 : Titre :

Commentaire :



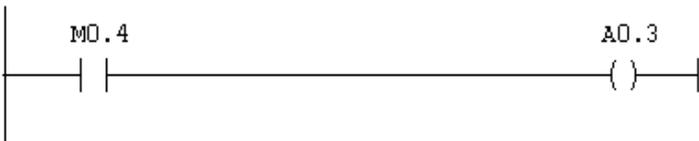
Réseau 8 : Titre :

Commentaire :



Réseau 9 : Titre :

Commentaire :



4. La simulation de la station

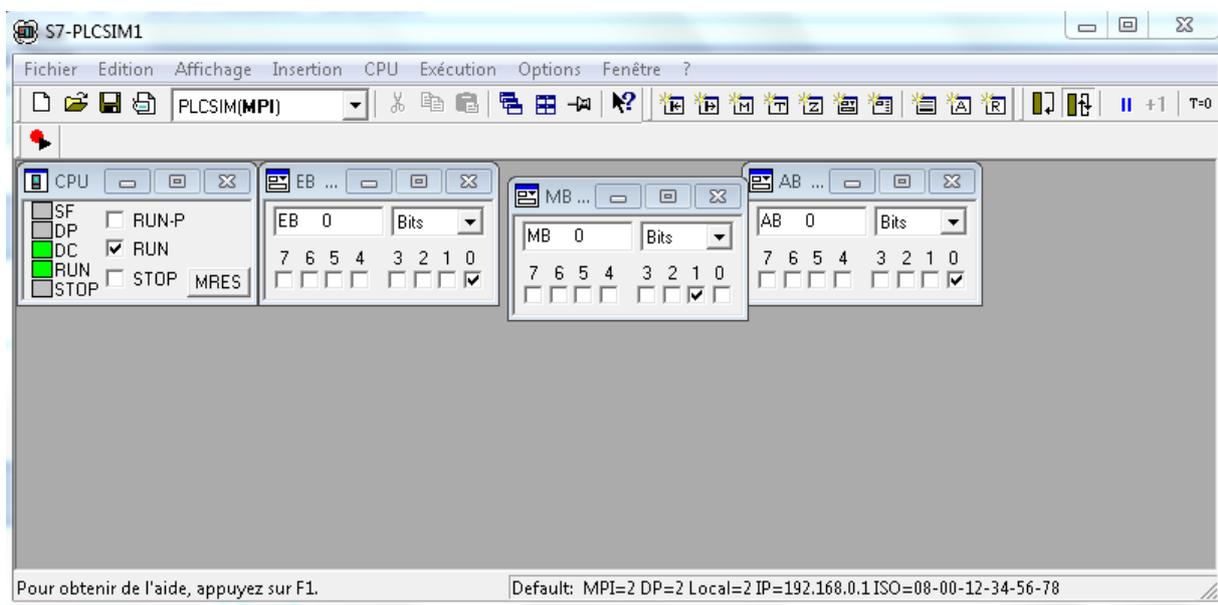
La simulation sur PLCSIM

Pour tester le programme sans connecter le PC à un automate, il suffit d'activer le simulateur. Tous les accès à l'interface de l'automate sont simulés de manière interne par le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Pour lancer PLCSIM, il faut que le Simulateur soit activé.

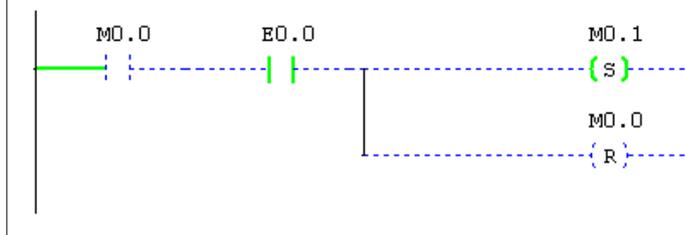
ii. Solution validée

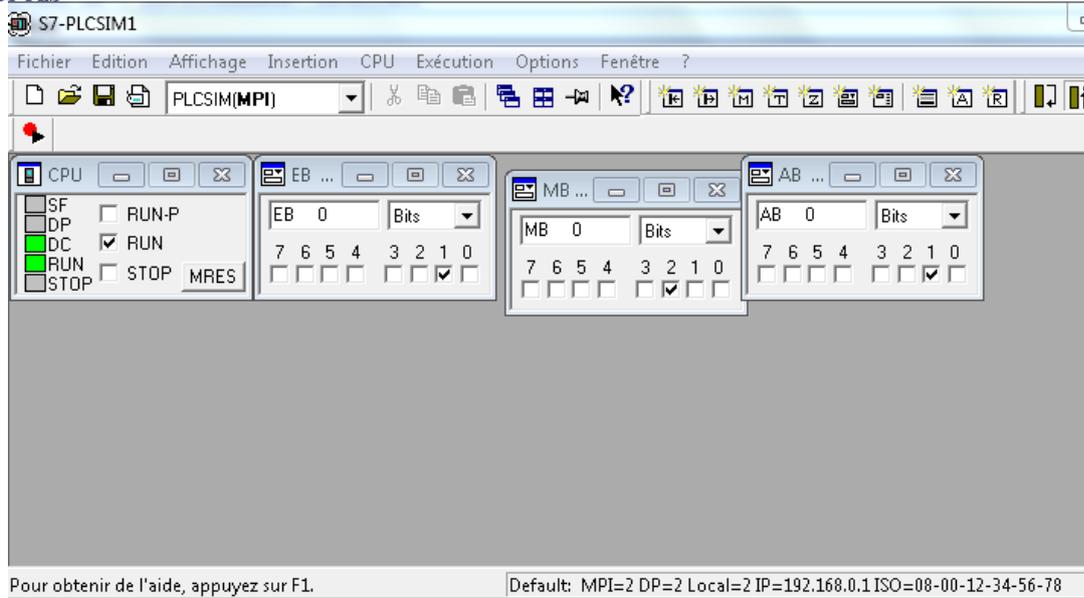
On prend l'exemple des deux premières entrées :



Réseau 1 : Les entrées

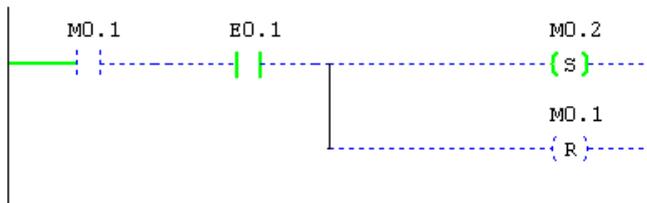
Commentaire :





Réseau 2 : Titre :

Commentaire :



Les sorties :

Réseau 6 : Les sorties

Commentaire :



Réseau 7 : Titre :

Commentaire :



Source : -Cours électrotechnique, LST S5, Pr H. EL MARKHI

-Cours automatisé industriel LST S6, Pr H. EL MARKHI

VII- Schéma du démarrage du moteur électrique et arrêt d'urgence:

1. Schéma de commande

Le schéma suivant permet d'alimenter un moteur à courant continu directement sur le réseau. Le moteur est commandé par un bouton marche et un bouton d'arrêt, l'arrêt est prioritaire.

Le schéma de puissance est constitué principalement d'un sectionneur, d'un automate programmable LOGO, redresseur. Dans le cas d'une partie commande en basse tension comme montré sur le schéma de commande.

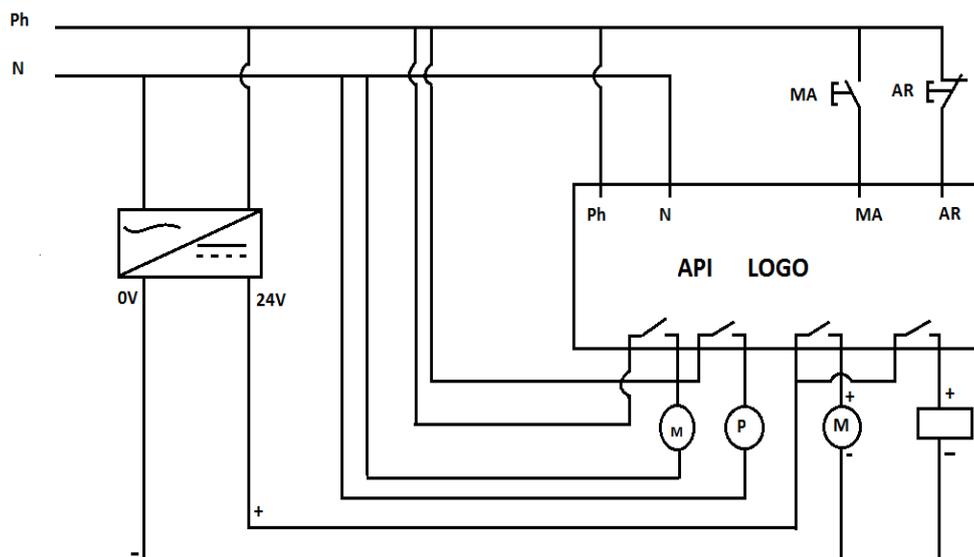
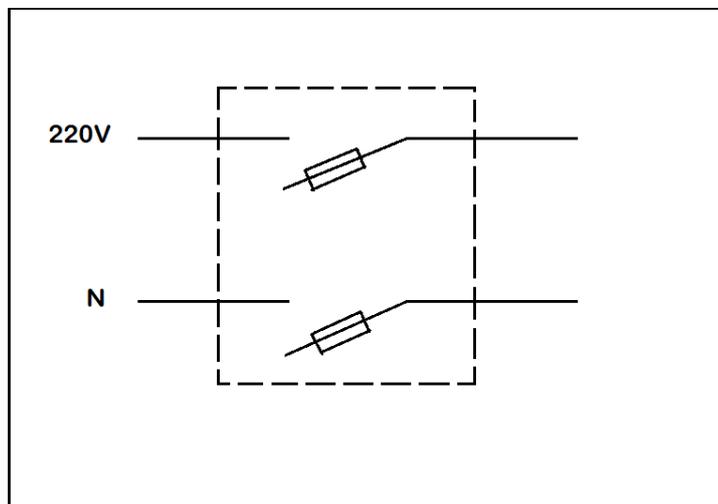


Figure 37 : schéma de commande

2. Schéma de puissance

Le schéma de puissance est constitué principalement d'un sectionneur pour assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique



Conclusion

Ce projet avait comme objectif de réaliser une machine en ajoutant un système automatique pour améliorer sa productivité.

On a traité la partie automatisé pour des avantages suivant :

Augmenter la sécurité, Accroître la productivité, Augmenter la compétitivité, Économiser la matière première et l'énergie , Superviser les installations et les machines ,Éliminer les tâches répétitives ou sans intérêt , Simplifier le travail des agents

Conclusion générale

Le travail que nous avons réalisé dans le cadre de ce Projet de Fin d'Etudes nous a été très bénéfique. En effet, il nous a permis d'une part de nous intégrer dans le milieu industriel, et d'autre part d'établir des relations avec les professionnels confirmés dans le monde professionnel.

A l'issue de ces deux mois de travail, nous avons concouru les différentes étapes de réalisation d'un projet, et ceci partant de l'établissement du cahier des charges pour effectuer l'étude et la conception. Ensuite nous avons mis en place les différentes solutions possibles à réaliser par la suite.

Dans ce projet nous avons conçu une machine automatisée qui permet de nettoyer les plaquettes thermoformées des disques frein. Les signaux issus des capteurs sont conditionnés par un automate programmable.

En guise de conclusion, la Société Marocaine des fonderies du nord « Floquet-Monopole» Maroc-FES a étudié la possibilité d'adopter et réaliser notre projet et nous espérons que notre nouvelle machine sera en réalité et d'une grande utilité.