

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



UMMTO

Faculté de génie électrique et d'informatique

Département Automatique

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes

Master professionnel

Option : **Automatique industrielle**

THEME

**MIGRATION, REGROUPEMENT, AUTOMATISATION
ET SUPERVISION DES TOP-ROLLERS**

Proposé et dirigé par :

Mr. M. Zair

Mr.M. O. Bensidhoum

Présenté par :

Mr. Oumohand Said

Mr. Krim Adel

Soutenu le : 04/10/2018 Devant le jury compose de:

Président : **Mr. Kasri Ahmed**

Examineur : **Mr. Idjeri Boussad**

Promoteur : **Mr.M.O.Bensidhoum**

Promotion : 2017-2018

Remerciement

Au nome de dieu le clément et le Miséricordieux, le grand merci lui revient a nous avoir à élaborer ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Mr Bensidhoum, notre prometteur, qui a suivi et dirigé ce travail avec un enthousiasme toujours égal, ses précieux commentaires, et ses conseils pertinents nous ont grandement aidés tout au long des différents étapes de l'élaboration de ce mémoire. Nous le remercions pour sa gentillesse, sa patience, la disponibilité constante qu'il a manifestée, le soutien qu'il nous a apporté, la confiance qu'il nous a témoignée, afin de mener à terme ce mémoire.

Nous tenons aussi à adresser nos vifs remerciements à notre encadreur dans l'entreprise MFG Mr Moustafa Zair pour nous avoir encadrés pendant notre stage pratique, et de nous avoir donnés toutes les informations nécessaires pour accomplir ce stage.

Nous voudrions également remercier les membres de jury, pour avoir bien voulu lire, commenter, et débattre notre mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent également à toute personne, qui de près ou de loin ayant généreusement contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Notre pensée finale va à nos familles, nous remercions leurs présences, leurs encouragements et leurs soutiens, Et aussi nous remercions tout le personnel de Mediterranean Flot glass pour leurs soutiennes.



Dédicace

je dédie ce modeste travail

En premier lieu à mes parent qui m'on soutenus pour me permettre

De réaliser tous mes objectifs et qu'ils trouvent ici toute ma

Reconnaissance et ma gratitude.

A mes frères et sœurs qui mon soutenus avec tous les moyens.

A tous mes amis et familles

Krim Adel



Dédicace

J'ai l'immense honneur de dédier ce modeste travail :

Aux deux êtres les plus chers au monde

Ma très cher mère qui a sacrifié et prie pour moi durant tous mon parcours

Mon père qui m'a éclairé le chemin et pour son aide morale et matérielle

A mes chères sœurs et mon cher frère qui n'ont jamais hésité à m'aider avec tous les moyens

A tous mes amis et tous ceux qui veulent ma réussite

Oumohand Said

Abréviations

MFG	Mediterranean Float Glass
PLC	Automate programmable (Programmable Logic Controller).
API	Automate Programmable industriel
SIMATIC	Siemens Automatic.
S7	STEP 7 (logiciel de programmation pour les automates SIEMENS)
CPU	Unité centrale de l'automate (Central processing unit).
CP	Module de communication
E/S	Entrée / Sortie.
TOR	Tout ou rien (numérique).
DI	Entrée numérique.
DO	Sortie numérique.
PROFIBUS	Protocole de communication (Process Field Bus).
PROFINET	Protocole de communication (Process Field Net).
CONT	Le langage à base de schémas de contacts.
LIST	Le langage à base de liste d'instruction.
FC	Fonction.
OB	Bloc d'organisation.
DB	Blocs de données globaux
HMI	Human Machine Interfac
PS	Module d'alimentation

Liste des figures

Chapitre I : Processus de fabrication du verre plat	pages
Figure I.1.a : Diagramme du processus de fabrication de verre plat	2
Figure I.1.b : Schéma du processus de fabrication de verre plat	3
Figure I.2 : L'atelier de composition	4
Figure I.3 : Four de fusion.....	5
Figure I4 : Bain d'étain	5
Figure I.5 : Etenderie.....	6
Figure I.6 : Contrôle et découpe.....	7
Figure I.7 : Installation des tops-rollers	8
Figure I.8 : Schéma d'un top roller.....	8
Figure I.9 : Bain d'étain	10
 Chapitre II : Instrumentation	
Figure II.1 : Top-roller	13
Figure II.2 : Sonde Pt100	14
Figure II.3 : Détecteur magnétique	15
Figure II.4 : Fin de course	15
Figure II.5 : Détecteur inductif	16
Figure II.6 : Sélecteurs	16
Figure II.7 : Codeur absolu	17
Figure II.8 : L'emplacement de l'encoder.....	17

Figure II.9 : Les différentes séries de motoréducteur SEW	18
Figure II.10 : Vérin double effet	18
Figure II.11 : Moteur asynchrone	19
Figure II.12 : Vue intérieur de l'armoire électrique	20
Figure II.13 : Circuit de puissance d'un variateur de fréquence	21
Figure II.14 : Différents types de sectionneurs	22
Figure II.15 : Différents types de disjoncteurs.....	23
Figure II.16 : Différents types de relais thermiques	23
Figure II.17 : Différents types de contacteurs.....	24
Figure II.18 : Vue extérieur de l'armoire	24
Figure II.19 : Différente type des voyants	25
Figure II.20 : Voltmètre	25
Figure II.21 : Arrêt d'urgence.....	26
Figure II.22 : Différents types de commutateurs	26
Figure II.23 : Différents types de boutons poussoirs	26
Figure II.24 : Afficheur.....	27
Figure II.25 : Ecran tactile	28

Chapitre III : Automatisation

Figure III. 1 : Principe d'API	29
Figure III.2 : l'automate S7-400 proposé	32
Figure III.3 : logiciel de programmation step7	34
Figure III.4 : création de projet	34
Figure III.5 : configuration matérielle	34

Figure III.6 : vue de réseau.....	35
Figure III.7 : Table de variables d'entrées TOR	36
Figure III. 8 : Table de variables des sorties TOR.....	36
Figure III. 9 : Structure de programme de trois paires de top-roller.....	37
Figure III.10 : Fenêtre du s7-PLSIM.....	40
Figure III.11.1 : visualisation du programme.....	41
Figure III.11.2 : visualisation du programme.....	41

Chapitre IV: Supervision

Figure IV.1 : Système de supervision	43
Figure IV.2 : Vue principale	45
Figure IV.3 : Vue d'ajustement 1	45
Figure IV.4 : Vue d'ajustement 2	46
Figure IV.5 : Station PC.....	46
Figure IV.6 : Commutateur de réseau	47
Figure IV.7 : Câble RJ45 droit.....	48
Figure IV.8 : Vue d'accueil	49
Figure IV. 9 : Vue d'alarmes	50
Figure IV.10 : Vue de surveillance	51
Figure IV11 : Vue d'ajustement	52
Figure IV.12 : Faceplate d'ajustement.....	52

Liste des tableaux

Chapitre II : Instrumentation

pages

Tableau II.1 Les composantes de l'automate S7-300 d'une paire de top-rollers..... 21

Tableau II.2 Bilan des entrées/sorties 27

Chapitre III : Automatisation

Tableau III.3 L'association des DBs avec leurs FCs 39

Sommaire

	Pages
Introduction générale	1
 Chapitre I : Processus de fabrication du verre plat 	
I.1- Processus de fabrication de verre plat.....	2
I.2- Description des tops-rollers.....	8
I.3- Principe de fonctionnement	9
I.4- Problématique	10
I.5- Solution proposée	11
 Chapitre II : Instrumentation 	
II.1- Mode de fonctionnement	13
II.2- Instrumentation.....	14
II.2.1- Les capteurs	14
II.2.2- Les actionneurs	17
II.3- Armoire électrique	20
II.4- Bilan des entrées/sorties	27
II.5- Ecran tactile	27
 Chapitre III : Automatisation 	
III.1- Automate programmable.....	29
III.2- Description des éléments d'un automate SIMATIC S7-400	31

III.3- Programmation de top-roller	32
III.4- Création d'un projet.....	34
1112- Détermination des entrées/sorties	35
III. 7- Structure de programme	37
III.8- L'outil de simulation S7-PLCSIM	40

Chapitre IV : Supervision

IV.1- Système de supervision	43
IV.2- Cahier des charges	43
IV.3- Système existant	44
IV.4- Système Proposé	46
IV.5- Programmation	48
IV.5.1- Configuration de la station PC.....	48
IV.5.2- Présentation de WinCC	49
Conclusion générale	54

Annexe

Bibliographie

Description de l'entreprise

Mediterranean Float Glass par abréviation (**MFG**) est créé en avril 2007, mais y'est inaugurée le 28 mai 2007. c'est une filial du groupe CEVITAL, premier groupe industriel privé en Algérie. Elle est la plus grande ligne de production en Afrique et l'unique producteur du verre plat au niveau maghrébin, d'une capacité de 600 tonnes par jour pour la première ligne du verre float, et 800 tonnes par jour pour la deuxième. Depuis septembre 2007, l'entreprise travaille avec trois équipes (3*8) pour atteindre une production de 760000 tonnes/an.

1. Localisation

Le complexe est implanté au niveau du site de l'Arbaa dans la wilaya de Blida et a nécessité un investissement de 100 Million d'Euros et fait partie d'un grand projet constitué de 2 lignes de verre plat d'une capacité total de 760000 tonnes par an. MFG profite d'une parfaite localisation au niveau du site de l'Arbaa, a 30km d'Alger ce qui représente moins d'une heure de route de l'aéroport internationale et du port d'Alger.

2. Les effectifs de MFG

MFG compte actuellement plus de 750 salariés, qui mettent en pratique leurs compétences dans différents métiers afin de fournir un produit de choix et un service de qualité.

3. Développement

MFG a mis en place quatre autres lignes de production de verre :

- En Décembre 2009 : une ligne de verre feuilleté.
- Le mois de Septembre 2011 : une ligne de verre a couches tendres.
- Le début Octobre 2010, MFG a mis en place une unité de transformation des produits verriers pour couvrir le marché algérien, notamment, en double vitrage isolant destiné aux fenêtres et aux façades des bâtiments.
- En novembre 2016 une 2eme ligne de verre plat.

MFG répond aussi aux besoins de plusieurs secteurs économique tels que le BTP, l'électroménager, l'énergie, les panneaux solaire, le mobilier urbain et domestique. Depuis 2008, MFG a un système de management intégré QHSE qui certifiée sous quatre référentiels:

- ISO 9001 : pour la qualité en 2008.
- ISO 14001 : pour l'environnement en 2004.
- OHSAS 18001: pour la santé et la sécurité de ses employés en 2007.
- ISO 9001 : pour le management des projets en 2011.

4. Distribution

MFG export 70 de sa production essentiellement en Europ occidental tel que Italie(Turin), l'Espagne(Valence), la France, et le Portugal ; Mais aussi vers la Tunisie(Tunis), le Maroc(Tanger) et d'autre pays. Depuis 2007, MFG a fait passer l'Algérie, de pays quasi

importateur a celui d'exportateur en matière de verre. Les 30 restants, suffisent largement a combler les besoins du marché national.

5. Organisation structurelle de MFG

La figure I permet de visualiser les différents organes qui composent l'entreprise, le lien existant entre les différentes structures ainsi que la hiérarchie existante au sein de cette société.

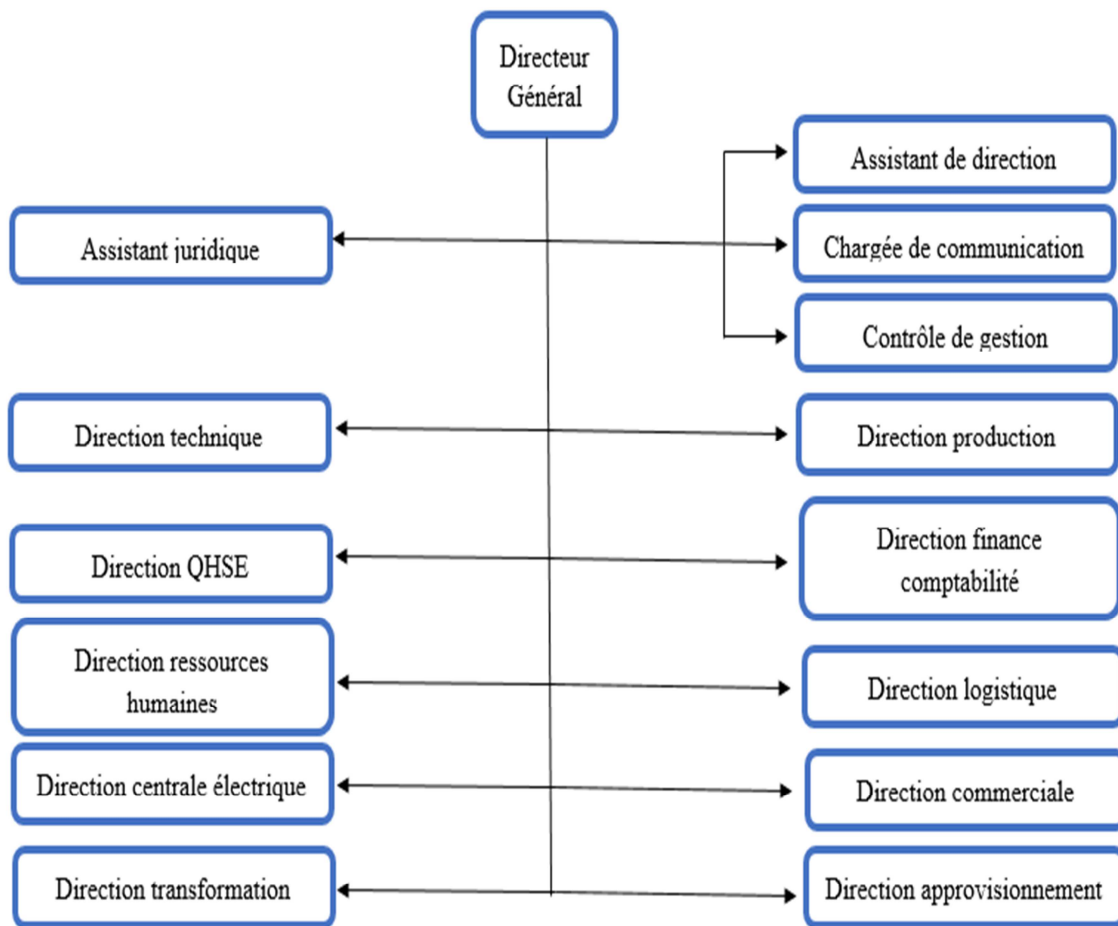


Figure I.A : Organigramme hiérarchique d'entreprise MFG

Introduction générale

L'évolution de la technologie a ramené une grande gamme de changement dans tous les domaines, particulièrement dans le domaine industriel. Ces changements reposent essentiellement sur l'intégration des modes de commande et de contrôle à haute précision. Pour la résolution de nombreux problèmes de commande, le choix s'oriente de plus en plus vers les automates programmables industrielles(API).

Aujourd'hui, l'automate programmable industriel API est le dispositif le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parking, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages). Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombreuses activités économiques actuelles.

MFG est parmi les premières entreprises en Algérie qui donnent une grande importance à ces modes de contrôle et de commande de haute précision afin d'avoir des installations plus récentes et plus fiables.

Notre projet consiste à étudier les différentes technologies constituant les machines d'ajustement d'épaisseur et de la largeur du verre. Chaque une de ses machines est programmé par son propre programme est notre projet aussi consiste à regrouper tous ces programmes dans un seule programme ainsi que son système de contrôle et de commande. Dans ce sens, notre travail est organisé en quatre chapitres :

*Le premier chapitre, sera consacré pour la présentation de processus de fabrication du verre plat ainsi ses principales étapes.

*Dans le deuxième chapitre nous allons aborder les différents dispositifs de contrôle et de mesure (instruments) utilisé au niveau du top-roller.

*Le troisième chapitre comporte une migration et le regroupement des automates S-300 vers son successeur S7-400.

*Le dernier chapitre sera consacré essentiellement à la présentation de la plateforme de la supervision développée sur WinCC Flexible 2008.

Introduction

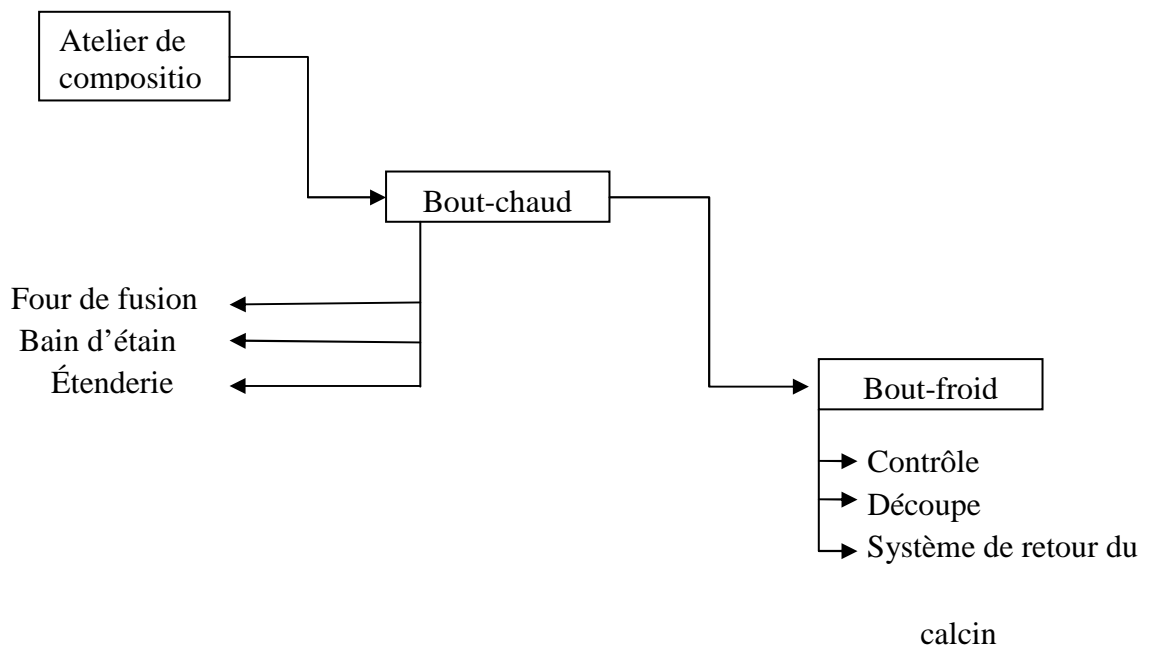
La fabrication de verre flotté est semblable à la fabrication des produits tels que l'acier ou le plastique. Chacun de ces procédés exige des matières premières devant être pesées, mélangées et fondues à des températures très élevées, formées en rubans continus, refroidies et découpées en une taille qui correspond à son utilisation.

Dans ce chapitre, nous allons présenter le processus de fabrication du verre flotté au sein de la société MFG, puis établir une description détaillée sur les machines d'ajustement d'épaisseur de verre qui s'appellent trop-rollers.

I.1- Processus de fabrication du verre plat

Comme indiqué sur le diagramme de la **Figure I.1a** et le schéma de la **Figure I.1b**, la fabrication de verre plat flotté passe par 3 secteurs essentiels qui sont :

- L'atelier de composition
- Le bout-chaud
- Le bout-froid



Chapitre I : Processus de fabrication du verre plat

Figure I.1a : Diagramme du processus de fabrication du verre plat

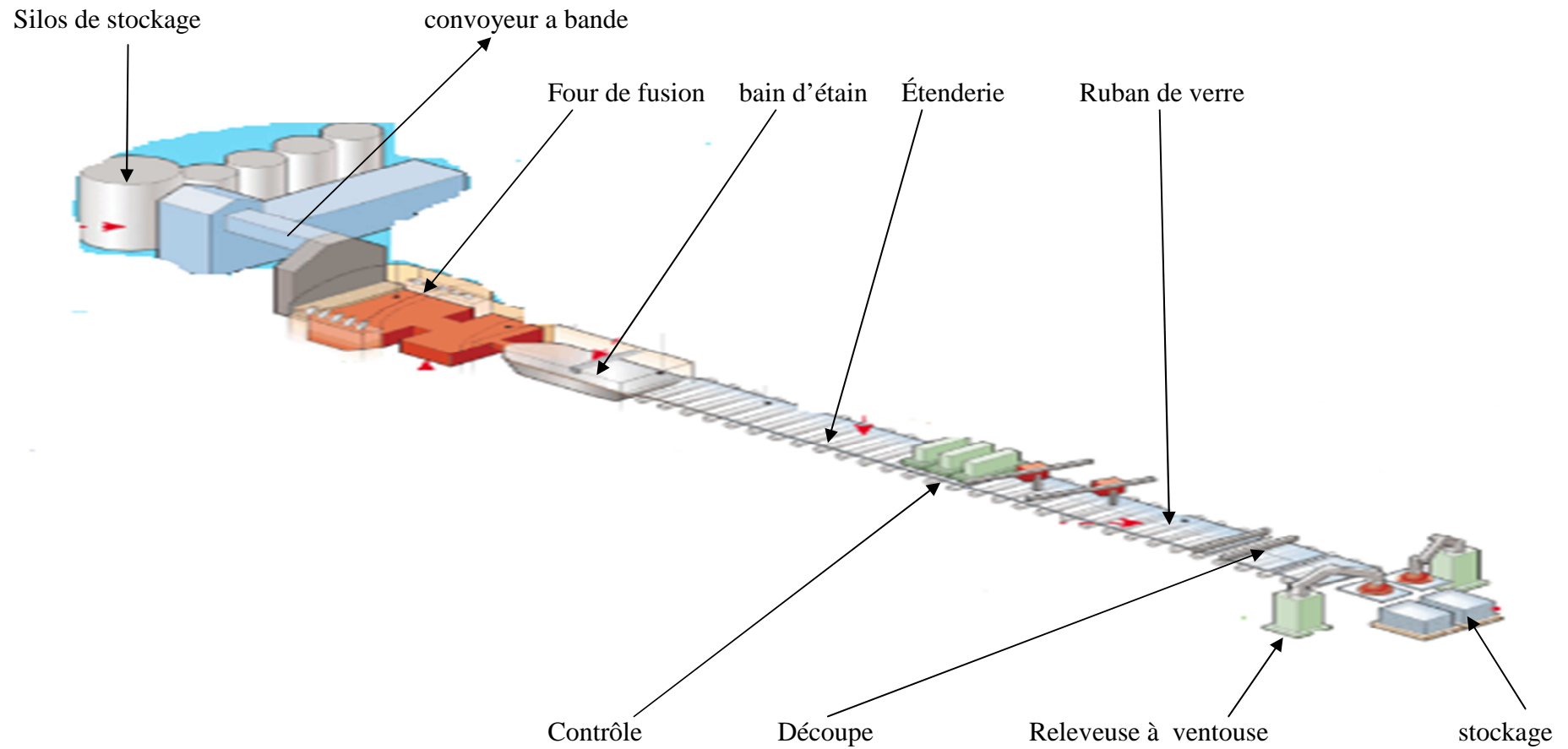


Figure I.1b : Processus de verre plat [15]

I.1.1- L'atelier de composition

Le verre flotté est fabriqué à partir d'une combinaison de plusieurs matières premières telles que le sable qui compose 70%, le carbonate de soude, la dolomie, et le calcaire, ces matières premières sont stockées dans des silos, contrôlées, pesées électroniquement, et mélangées « mélange vitrifiable » avant d'être conduites au four (**figures I.2**).

A ce mélange, sont ajoutés du calcin, verre cassé recyclé qui permet d'abaisser le point de fusion du mélange et réduire les émissions de CO₂. Le nouveau mélange est ensuite délivré au four de fusion par convoyeur à bande.

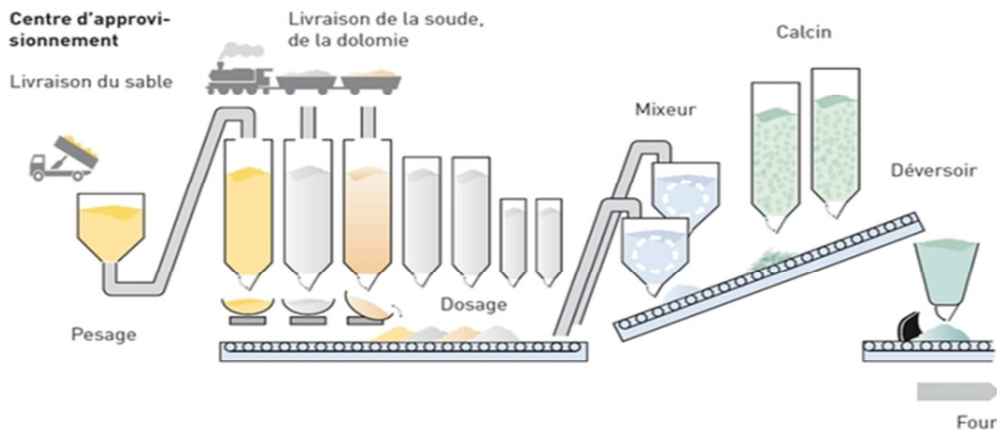


Figure I.2 : l'atelier de composition [1]

I.1.2- Bout chaud

Ce secteur contient 3 parties essentielles qui sont :

- Le four de fusion.
- Le bain d'étain.
- L'étenderie.

I.1.2.1- Four de fusion

Le mélange vitrifiable et le calcin sont délivrés dans les bacs de stockage du four, par un système de convoyeur à bande où ils sont stockés, puis poussés de façon continue dans le four à une vitesse contrôlée par les enfourneuses. Le nouveau mélange passe dans la zone de four de fusion, où il est chauffé par des brûleurs à gaz naturel à environ 1550°C qui fonctionnent sur un seul côté à la fois et après 20 minutes le système s'inverse (**Figure I.3**). Ensuite, le verre fondu passe à travers le

raffineur puis à travers la zone de taille, où des agitateurs homogénéisent le verre, puis dans la zone de braise où le verre est laissé à refroidir lentement à la température appropriée (1100°C) pour la livraison au four de flottage.

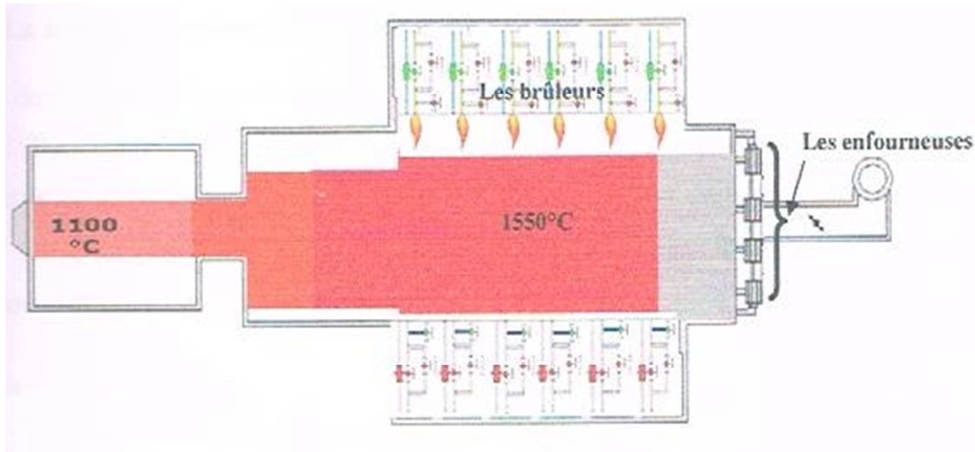


Figure I.3 : Four de fusion [2]

I.1.2.2- Bain d'étain

A la sortie du four, le verre fondu coule sur un bain d'étain en fusion, à une température d'environ 1100°C, et flotte alors sur cette surface plane afin de former le ruban de verre. Le fait de flotter librement sur la surface absolument plane de bain d'étain allié à un chauffage simultané de la surface supérieure (résistance chauffantes) permet d'obtenir une feuille de verre aux faces parallèles, similaire à un miroir. L'atmosphère du bain est commandée par un mélange d'azote et d'hydrogène gazeux pour éviter l'oxydation de l'étain. La largeur et l'épaisseur désirée est obtenue grâce à des machines de moletage qui s'appellent « top rollers ». L'épaisseur du ruban peut varier de 3 à 12 mm. Et comme le ruban se déplace en continu à travers le four de flottage sa température est progressivement réduite jusqu'à ce qu'elle atteigne les 600°C (Figure I.4).

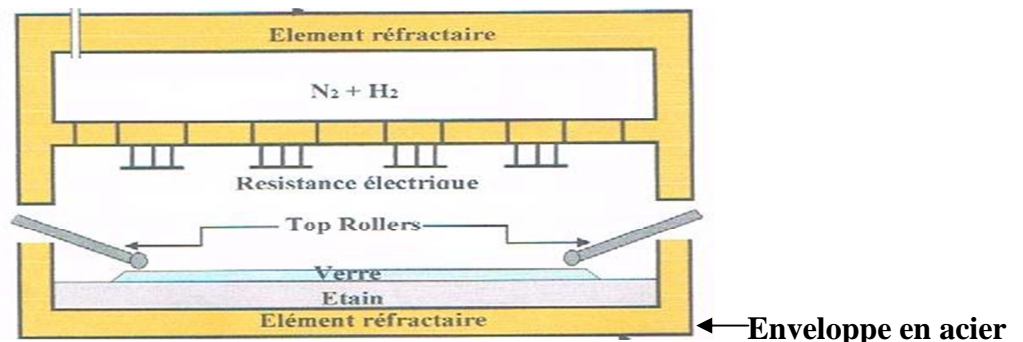


Figure I.4 : Bain d'étain

I.1.2.3- La zone de refroidissement (étenderie)

Le verre doit encore être refroidi, mais il est maintenant suffisamment dur pour passer sur les rouleaux d'un tunnel de recuisons appelé « étenderie », long d'environ 100 mètres. La température du verre d'abaisse régulièrement (de 600°C au départ du tunnel, température à laquelle le verre acquiert ses propriétés mécaniques définitives, le verre termine son refroidissement lent à une température 60°C) (**Figure I.5**).

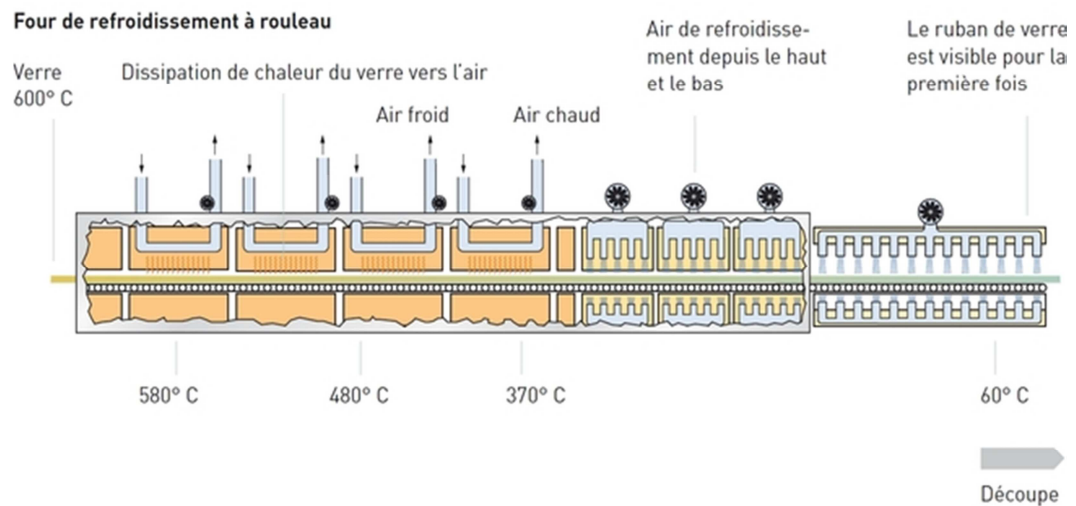


Figure I.5 : Etenderie [1]

La recuisons du verre (refroidissement commandé) a pour effet de stabiliser les tensions internes, lui permettant d'être découpé sans initier de casse. Les deux faces du verre ayant été polies par l'étain et le feu, le verre ne nécessite aucun polissage supplémentaire.

I.1.3- Bout froid

Ce secteur est constitué des parties suivantes : contrôle, découpe et système de retour du calcin.

1.1.3.1- Contrôle

Le suivi de toute la ligne se fait à ce niveau via la détection des défauts en automatique, le contrôle de l'épaisseur et des contraintes de verre ainsi que l'optimisation des différents formats de verre (**Figure I.6**).

I.1.3.2- Découpe

Après nettoyage et contrôle qualité, le ruban de verre est découpé en plateaux (6 x 3,21 m, standard mondial). Á l'aide de deux systèmes le 1^{er} est la découpe transversale et le 2^{ème} est la découpe longitudinale. Le verre peut également être directement préparé aux dimensions souhaitées par le client à l'aide d'une ligne de coupe séparée. Les bords (résidus de coupe) sont enlevés automatiquement et sont recyclés comme calcin (**Figure I.6**).

I.1.3.3- Système de retour du calcin

Le calcin sera récupéré sur la ligne de découpe automatiquement, broyé et acheminé vers le stockage tampon ou le parc de stockage (**Figure I.6**).

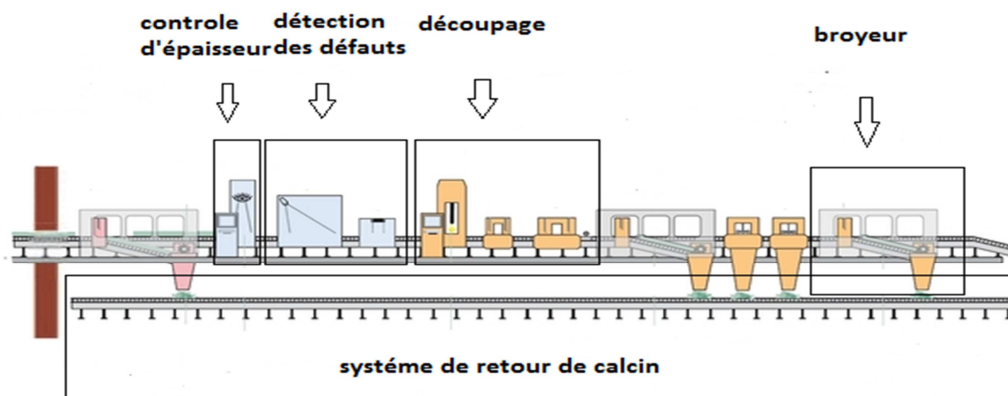


Figure I.6 : Contrôle et découpe 1

I.1.4- Stockage

Les plateaux de verre sont placés, en piles verticales, sur des chevalets par des releveuses à ventouses. Cette empileuse automatique prélève directement les feuilles de verre à l'extrémité de la chaîne de fabrication. Les chevalets sont ensuite acheminés à l'entrepôt où les piles de verre sont stockées puis expédiées.

I.1.5- Livraison du verre

Une remorque de conception spéciale munie de suspensions adaptées reçoit le chevalet chargé de plaques de verre (20 tonnes). L'ensemble est maintenu en position par des bras articulés ou des coussins d'air.

I.2- Description des top-rollers

L'installation des top-rollers (18 top-rollers) qui sera l'objet de ce travail, se trouvent au niveau de bain d'étain de la première ligne de verre plat de MFG. Ils sont de marque LUOYANG.

Ces machines de moletage sont automatisées avec des automates S7-300 de marque Siemens. Le rôle des top-rollers est d'ajuster l'épaisseur et la largeur du ruban de verre arrivé du canal d'alimentation afin de la transporter vers l'étenderie pour le faire refroidir. Les top-rollers peuvent être considérés comme étant le cœur de la chaîne de fabrication du verre float, car ils sont en relation directe avec le four de fusion d'une part et l'étenderie d'autre part (**Figure I.7**).

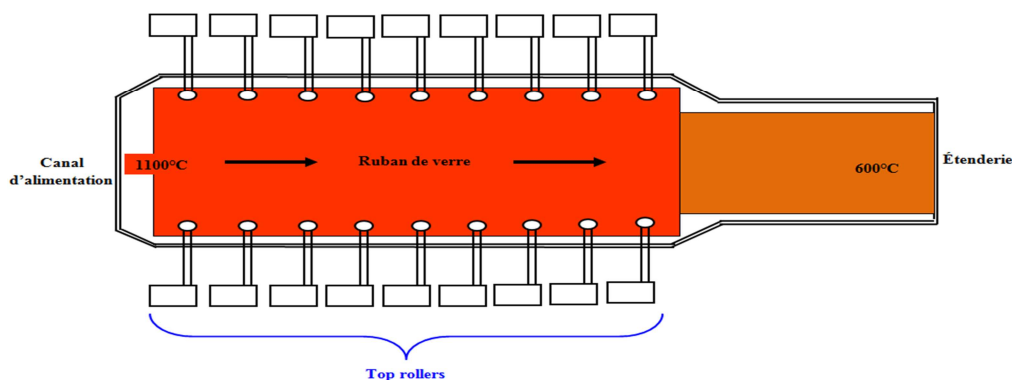


Figure I.7 : Installation des top-rollers

Si les top-rollers sont immobilisés, toute la ligne de fabrication est à l'arrêt. Les différentes parties essentielles constituant le top-rollers sont représentées dans la **figure I.8**.

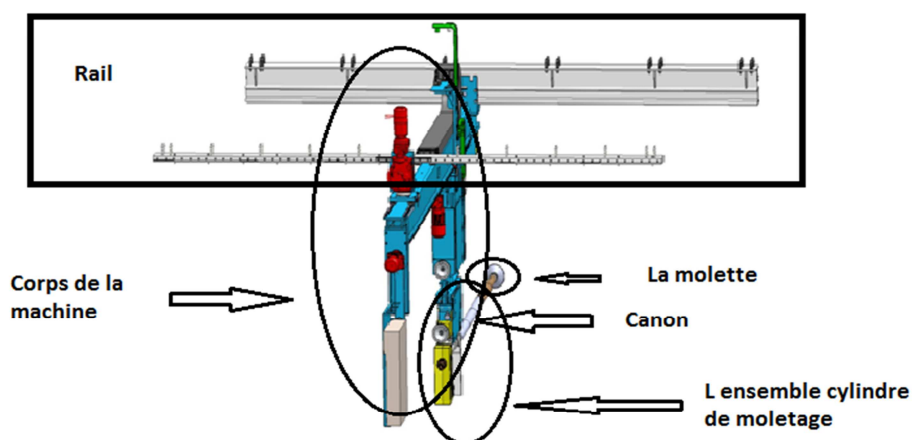


Figure I.8: Schema d'un top-rollers [18]

I.2.1- La molette

La molette est une roue dentée d'une seule pièce (120 dents) fabriquée et usinée à partir d'acier doux. Elle est soudée au cylindre. Elle est la composante sur la machine du rouleau supérieur qui est "pincé" sur le ruban de verre pour contrôler la largeur du ruban et l'épaisseur de la substance.

I.2.2- L'ensemble cylindre de moletage

L'ensemble cylindre de moletage est un ensemble refroidi à l'eau, qui est une partie entraînée de la machine de rouleau supérieur qui pénètre dans le bain et engage le ruban afin de contrôler et de régler la largeur du ruban et l'épaisseur de la substance.

I.2.3- Canon

Le canon est un tube refroidi à l'eau sur laquelle la molette est soudée.

I.2.4 Corps de la machine

Le corps de la machine est généralement considéré, comme un ensemble d'actionneurs qui font marcher la machine.

I.2.4- Rail

Le rail est un chemin en fer sur lequel la machine glisse afin d'obtenir l'angle d'épaisseur requise.

I.3- Principe de fonctionnement

Le verre fondu qui arrive du four par le canal d'alimentation flotte littéralement au-dessus de l'étain qui est le seul liquide pouvant soutenir le verre sans réagir avec lui, et de maintenir le bain dans une atmosphère d'azote hydrogéné, pour éviter son oxydation. Et comme il coule sur la surface du bain d'étain du canal de distribution, il se forme un ruban d'épaisseur uniforme de 6.8mm.

Pour obtenir des épaisseurs plus grandes que l'épaisseur d'équilibre (verre épais) ou plus petites (verre mince) qui est plus difficile à traiter, il est généralement fait par l'utilisation de plusieurs paires de roues dentées en acier, les top-rollers, refroidis à l'eau et animés d'un mouvement de rotation. Ils sont enfoncés dans le verre, près des bords du ruban. Leurs axes de rotation sont horizontaux mais font un angle avec la direction transversale du ruban ce qui tend à produire l'élargissement de la feuille et par conséquent son amincissement (**Figure I.9**). Comme ils ne touchent que la surface supérieure du verre, leur mise en œuvre est maintenant bien maîtrisée.

Pour un débit de verre fixé et une largeur imposée de la feuille, son épaisseur est déterminée par la vitesse de rotation des rouleaux d'étenderie qui entraînent le rouleau à la sortie du bain.

La capacité journalière de ligne de production est de 600 tonnes par jour. Il est possible de fabriquer du verre flotté dans la gamme d'épaisseurs de 3 à 12 mm. La largeur de la feuille est le plus souvent de 3,60 m.

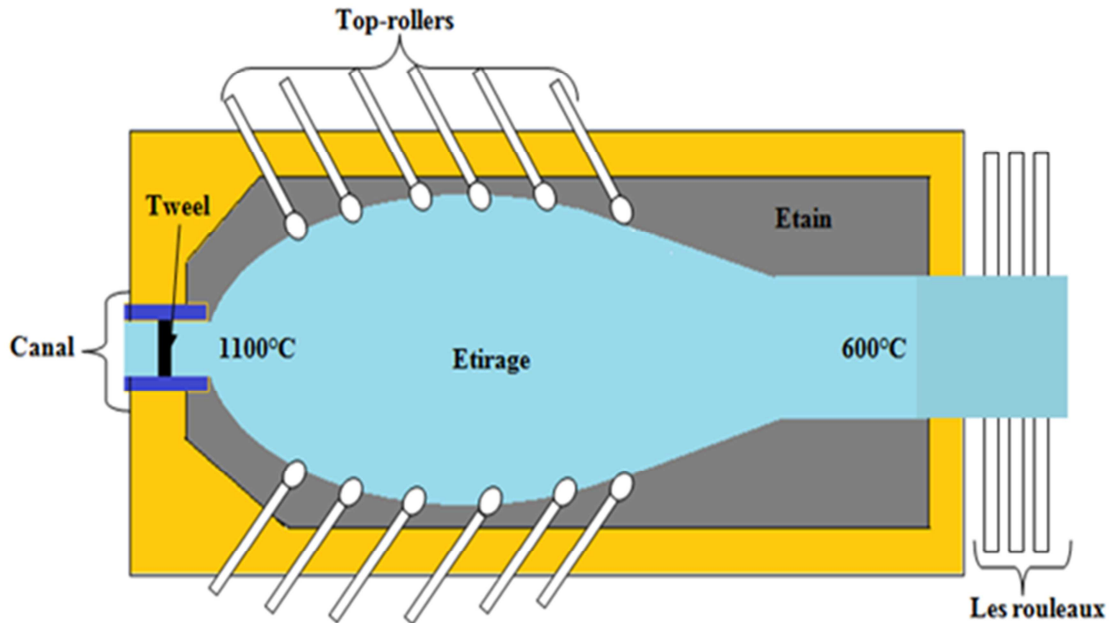


Figure I.9 : Bain d'étain 3

Pour obtenir des feuilles de planéité correcte, la température du verre qui alimente le bain float doit être contrôlée au degré près et le niveau de verre dans le canal doit être fixé à 0,1 mm près.

I.3- Problématique

-Actuellement l'utilisation de l'installation est semi-automatique. En effet, le fonctionnement de toute l'installation (18 top-rollers) est manuel, mais le fonctionnement d'une paire de top-roller est automatisée par un automate de type S7-300 du constructeur Siemens.

-Ce fonctionnement a posé des problèmes au niveau de la gestion des paramètres (l'angle, la pénétration, l'impression et la vitesse de rotation) car pour chaque top-roller il faut que l'opérateur introduise ces paramètres dans l'écran de supervision.

-On note qu'à chaque changement d'épaisseur il faut au minimum 4 opérateurs pour effectuer le changement des paramètres de chaque top-roller ce qui engendre des tâches répétitives et une perte de temps importante (perte d'argent). Ce qui influe négativement sur la production.

-L'ancienneté des équipements comme l'automate et le variateur de vitesse et l'arrêt de vente de pièces de rechange.

-Absence de l'alarme lumineuse et/ou sonore sur les top-rollers.

I.4- Solution proposée

- Migration et regroupement des automates S7-300 vers la nouvelle gamme S7-400.
- Installation d'un PC de supervision et de contrôle dans la salle de commande centrale, ce qui offre un contrôle centralisé de tous les top-rollers.
- Programmation des alarmes sonore et / ou lumineuse sur chaque top-roller.

I.5- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une vue globale sur la production de verre plat en passant par la présentation de processus de fabrication. Aussi on a présenté une description sur les top-rollers afin de poser la problématique.

Dans le chapitre suivant, nous nous intéresserons à l'étude technique des top-rollers et leur instrumentation.

Introduction

Les top-rollers (**Figure II.1**) sont des machines installées sur les deux côtés du bain d'étain pour contrôler efficacement la largeur et l'épaisseur du ruban de verre. Ce chapitre va, dans un premier temps, présenter brièvement le principe de fonctionnement du top-roller ainsi que ses différents instruments. Ceci servira à bien comprendre et à maîtriser le mode de fonctionnement de la machine, afin de pouvoir l'automatiser.

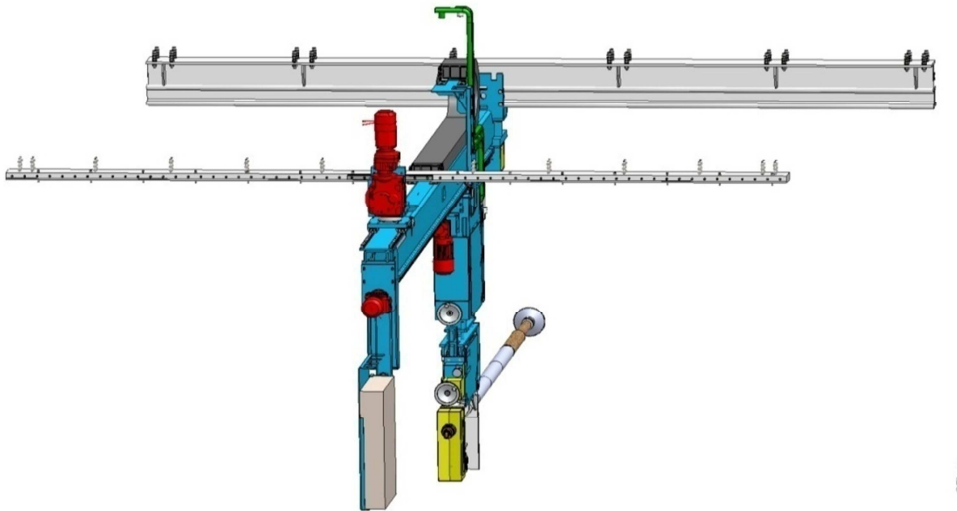


Figure II.1 : Top-roller [16]

II.1- Mode de fonctionnement

Les top-rollers, sont des machines de moletage qui accrochent le verre encore liquide sur les rives du ruban et font avancer le verre. L'épaisseur naturelle du verre qui s'étale sur une table est de 6mm. Si l'on veut obtenir un ruban d'une épaisseur inférieure à 6 mm, on étire le verre et les top-rollers ont un angle, dit « positif ». Si l'on veut une épaisseur supérieure à 6 mm, et jusqu'à 12 mm, on repousse le verre et les top-rollers ont un angle dit « négatif ». Plus on s'écarte des 6 mm d'épaisseur, plus il faut ajouter de top-rollers pour donner l'épaisseur souhaitée.

L'épaisseur et la largeur de ruban du verre peut être réglée par le réglage de la vitesse de rotation, de l'impression, de l'angle d'oscillation et la pénétration des top-rollers dans le bain,

Cela se fait par le réglage des paires de top-rollers sur les deux côtés de bain au même temps, les étapes sont comme suit :

- L'opérateur responsable ordonne à l'effectif le changement d'épaisseur et contrôle si les opérateurs sont à leurs places (des deux côtés de bain).
- Les opérateurs rajoutent le nombre de top-rollers à chaque changement d'épaisseur pour le verre épais ou mince, et ce nombre diminue à chaque approche de l'épaisseur d'équilibre « 6mm ».
- Les opérateurs réduisent ou augmentent la vitesse de l'entraînement principal (d'étenderie). Selon l'épaisseur souhaitée ainsi la vitesse des top-rollers.
- Les opérateurs règlent l'angle de rotation des top-rollers aux deux côtés en même temps à la valeur de la consigne, positive pour le verre mince et négative pour le verre épais.
- Le réglage des marges extérieures des tops-rollers aux deux côtés en même temps à la valeur de la consigne tout en réglant la profondeur d'enfoncement.
- L'opérateur dans la salle de contrôle doit évaluer la largeur de ruban et la distance intérieure entre les molettes à l'aide de caméras.

II.2- Instrumentation

II.2.1- Capteur

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique en une grandeur exploitable, souvent de nature électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande. Le top-roller dispose de plusieurs types de capteurs :

II.2.1.1- Capteur de température

La sonde Pt 100 (**Figure II.2**) est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel (agro-alimentaire, chimie, raffinerie...).Ce capteur est constitué d'une résistance en platine. La valeur initiale du Pt100 est de 100 Ω correspondant à une température de 0°C.



Figure II.2 : Sonde Pt100

On trouve deux Pt100, une sur le côté gauche et l'autre sur le côté droit, au niveau des deux ensembles cylindriques pour mesurer la température d'eau de refroidissement.

Principe :

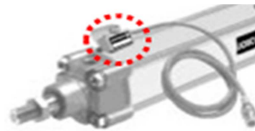
Mesure de variation de résistance d'un élément résistif, Cette variation étant fonction de la température à laquelle il est soumis (augmentation de la résistance en fonction de l'augmentation de la température).

II.2.1.2- Détecteur magnétique

Un interrupteur à lame souple (**Figure II.3**) est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible aux champs magnétiques.

Principe :

Le segment du piston du vérin pneumatique est doté d'aimants permanents qui, au travers de la paroi non-magnétique, sont reconnus par le détecteur magnétique. Lorsque le piston s'approche du détecteur, la sortie commute. Une LED intégrée au détecteur indique l'état de la commutation.



(Figure II.3) : Détecteur magnétique [14]

Ce type de capteur est utilisé pour contrôler la position du vérin et installé au-dessous du moteur d'impression. On trouve un sur chaque côté.

II.2.1.3- Fin de course

Les fins de course (**Figure II.4**) ou détecteurs mécaniques de positions, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction de détection des positions. On parle aussi de détecteur de présence.



Figure II.4 : Fin de course [14]

On trouve 4 fins de course sur chaque côté pour indiquer la position maximale des motoréducteurs, un pour le motoréducteur d'angle, un pour le motoréducteur de pénétration et deux pour le motoréducteur d'impression.

Principe :

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.

II.2.1.4- Détecteur de proximité inductif

Les détecteurs de proximité inductifs (**Figure II.5**) permettent de détecter sans contact des objets métalliques à une distance de 0 à 60 mm. Il est installé au-dessous du canon pour indiquer la rotation des deux molettes, et on trouve deux, un sur chaque côté.



Figure II.5 : Détecteur inductif

Principe :

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une inductance et un condensateur montés en parallèle.

❖ Pour les caractéristiques des capteurs voir l'Annexe B.

II.2.1.5- Commutateur

Les commutateurs appelés également sélecteurs (**Figure II.6**), permettent de commander, directement ou à travers du reliage, des actionneurs ou des modes de marche d'installation ou de machines de procès, on trouve 3 commutateurs sur chaque côté pour la permutation manuel/automatique des 3 motoréducteurs.



Figure II.6 : Sélecteurs

II.2.2.3- Capteur de position

Le codeur numérique de position (**Figure II.7**) est destiné à des applications pour lesquelles on souhaite obtenir l'information de position sans traitement par la partie commande. Il est constitué d'un disque comportant plusieurs concentriques et d'une tête de lecture par piste. Le nombre de piste détermine le nombre de positions différentes.



Figure II.7 : Codeur absolu

Sur une paire de top-roller on trouve 6 codeurs numériques 3 sur chaque côté dans le but de contrôler la position des motoréducteurs.

Principe :

Les pistes du disque sont réalisés en utilisant le code Gray (binaire réfléchi) à la place du binaire pur. L'avantage d'un tel codage est que d'une position à la suivante, un seul bit change d'état. Ainsi, tout changement d'état perçu par la partie commande correspond réellement à un changement de position du disque. Son emplacement avec le moteur est montré sur la **figure II.8**.

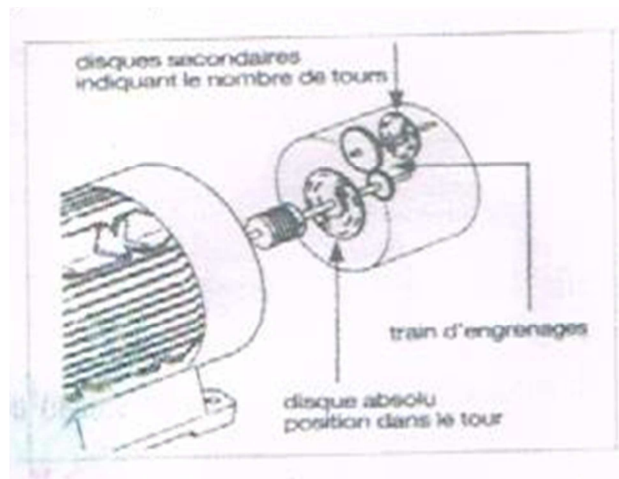


Figure II.8 : L'emplacement de l'encoder

II.2.2- Les actionneurs

Un actionneur est un élément de la partie opérative, capable de produire une action physique (déplacement, dégagement de chaleur, émission de lumière...etc) à partir de l'énergie qu'il reçoit. Les actionneurs utilisés dans un top-roller sont les suivants :

II.2.2.1- Motoréducteur

Le motoréducteur (**Figure II.9**) est un appareil composé d'un moteur et d'un réducteur. Le but qu'on recherche en utilisant un motoréducteur est de réduire la vitesse du moteur tout en augmentant le couple. Le rendement du motoréducteur est aussi dû à son axe de sortie. On retrouve des axes moteurs déportés qui interviennent dans la réduction de la puissance. Les axes positionnés perpendiculairement à l'axe de sortie ont aussi une grande influence sur l'augmentation du couple et la réduction de la vitesse d'un motoréducteur.



Série F



Série R



Série K

Figure II.9 : Différentes séries de motoréducteurs XEW [15].

Pour chaque paramètre ils utilisent une série, la série F pour l'angle, la série K pour la pénétration et la série R pour l'impression. Au total on trouve 6 motoréducteurs, 3 sur le côté droit et 3 sur l'autre côté.

II.2.2.2- Vérin

Un vérin pneumatique (**Figure II.10**) est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique. Ce vérin constitué d'un piston muni d'une tige se déplace librement à l'intérieur d'un tube.



Figure II.10 : Vérin double effet

Au niveau d'un top-roller on trouve un vérin double effet qui est installé au-dessous du moteur d'impression.

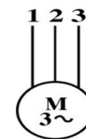
Principe :

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambres, pousse le piston. La tige se déplace. L'air présent dans l'autre chambre est donc chassé et évacué du corps du vérin. Le mouvement contraire est obtenu en inversant le sens de déplacement de l'air comprimé.[17]

II.2.2.3- Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone est une machine à courant alternatif dont la vitesse du rotor et la vitesse du champ magnétique tournant ne sont pas égales, le rotor est toujours en retard par rapport à la vitesse du champ tournant.

Le moteur asynchrone triphasé (**figure II.11**) est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.



Moteur asynchrone

symbole

Figure II.11 : Moteur asynchrone

Principe :

En alimentant 3 bobines identiques décalées de 120° , par une tension alternative triphasée, on produit 3 champs magnétiques alternatifs. Les 3 champs magnétiques alternatifs produits se composent pour former un champ tournant à l'intérieur du rotor. Ce champ tournant crée dans le circuit électrique du rotor des courants induits qui provoquent une force magnétomotrice qui entraîne le rotor en rotation [14].

II.2.2.4- 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. Nous distinguons deux types de distributeurs : distributeurs monostables et distributeurs bistables, au niveau de top roller on trouve un distributeur bistable 5/2 pour commander le vérin double effet.

❖ Pour les caractéristiques techniques des actionneurs voir l'Annexe B.

II.3- Armoire électrique

L'armoire électrique (**Figure II.12**) regroupe tous les appareillages électriques pour les circuits de puissance et de commande d'une paire de top-roller.

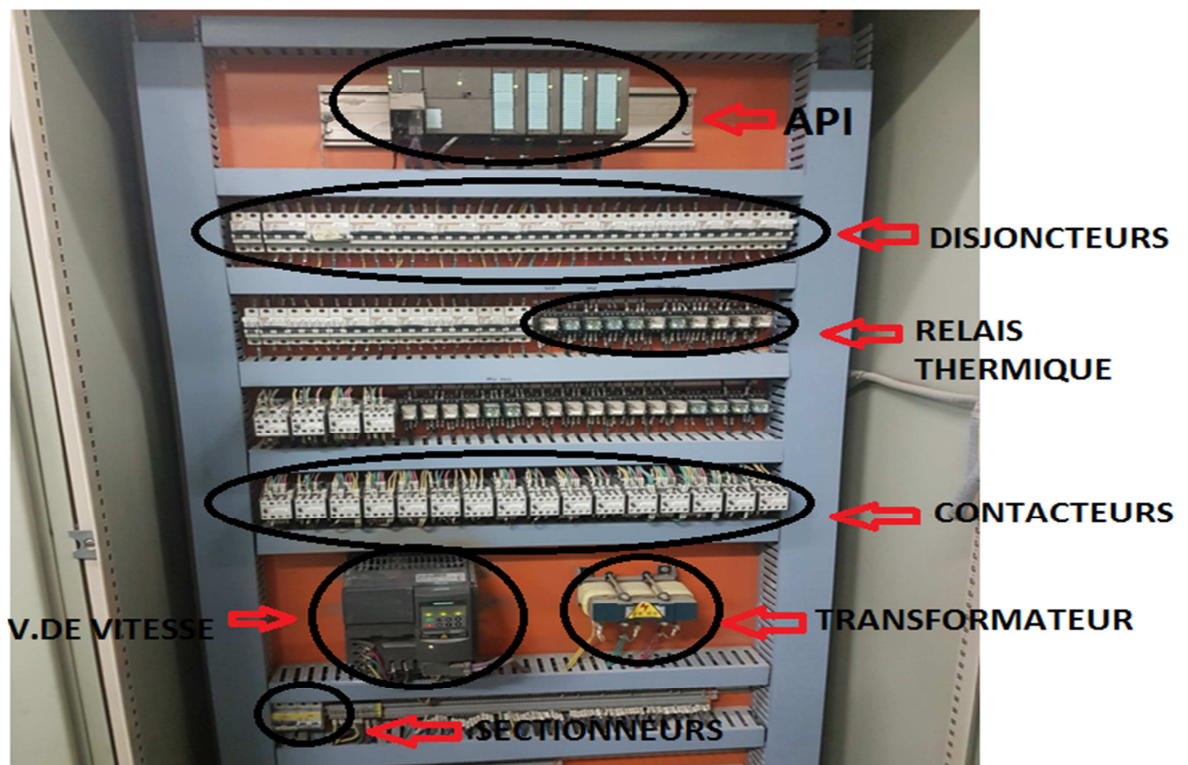


Figure II.12 : Vue intérieur de l'armoire électrique

II.3.1- Automate programmable industriel (API)

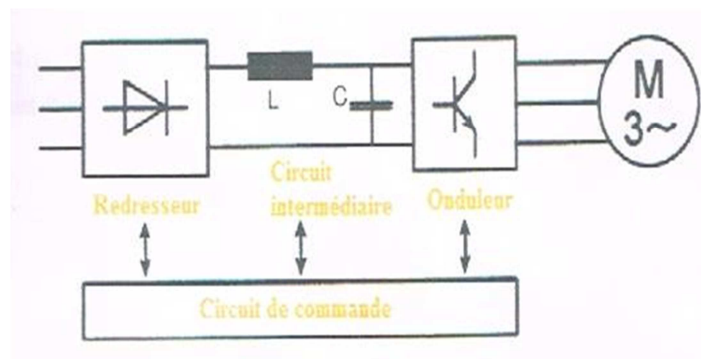
L'A.P.I est destiné au contrôle-commande d'une machine ou d'un procédé. Le contrôle de chaque paire de top-roller se fait grâce à un automate de la série S7-300 où ses composants sont montrées dans le **Tableau II.1**. (Voir l'Annexe B pour les caractéristiques)

Description	Emplacement	Syntaxe du module	Référence
CPU	2	CPU 315-2DP	6ES7315-2AG10-0AB0
CP	4	CP 343-1	6GK7343-1EX20-0XE0
2xDI	5/6	D116xDC24V	6ES7321-1BH02-0AA0
2Xdo	7/8	DO16xDC24V/0.5A	6ES7322-1BH01-0AA0

Tableau II.1- Les composants de l'automate S7-300 d'une paire de top-roller.

II.3.2- Variateur de fréquence

Un convertisseur de fréquence est un appareil électrique, qui transforme la fréquence et la tension en grandeurs variables. Ces grandeurs commandent la vitesse des moteurs à courant alternatif. Le moteur peut fournir alors un couple élevé à toutes les vitesses.



Figures II.13 : Circuit de puissance d'un variateur de fréquence

Le circuit de puissance d'un variateur de fréquence peut être subdivisé en trois parties principales (Figure II.13) :

-Redresseur :

Le redresseur est raccordé au réseau de courant alternatif et il fournit une tension continue pulsée.

-Circuit intermédiaire :

Le circuit intermédiaire stocke et lisse la tension continue pulsée.

-Onduleur :

A partir de la tension continue, l'onduleur génère un courant alternatif, avec la fréquence et la tension voulues. Le moteur est connecté à la sortie de l'onduleur.

Circuit de commande :

L'électronique du circuit de commande peut recevoir et envoyer des signaux de et en direction du redresseur du circuit intermédiaire et de l'onduleur. Les signaux sont générés et exploités par un microprocesseur intégré dans l'appareil.

Au niveau de l'armoire, on trouve un variateur MICROMASTER 420 du fabricant Siemens pour la commande de la vitesse de rotation des molettes. Les caractéristiques techniques du variateur sont données dans l'Annexe B.

II.3.3- Dispositifs de commande, de signalisation et de protection

II.3.1- Sectionneurs

Les sectionneurs (**Figure II.14**) isolent le circuit du moteur de celui de la source. Ils doivent pouvoir supporter indéfiniment le courant nominal ainsi que les courants de court-circuit pendant de courtes périodes. Ils comportent des contacts à couteaux et des fusibles. Ils s'ouvrent et se ferment manuellement.



Sectionneur tétra polaire à fusible



Sectionneur tripolaire à commande rotative



Symbole

Figure II.14 : Différents types de sectionneurs

II.3.2- Disjoncteurs

Les disjoncteurs (**Figure II.15**) sont conçus pour ouvrir et fermer manuellement le circuit d'un moteur et pour ouvrir le circuit automatiquement si le courant dépasse une limite prédéterminée.

On peut réenclencher le disjoncteur après une ouverture anormale. Souvent, on utilise le disjoncteur manuel au lieu d'un sectionneur.



Figure II.15 : Différents types de disjoncteurs

II.3.3- Relais électromécanique

Un relais électromécanique (**Figure II.16**) est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande. Il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique).

La fonction première de ce type de relais est le plus souvent de séparer les circuits de commande des circuits de puissance à des fins d'isolement, par exemple pour piloter une tension ou un courant élevé, à partir d'une commande plus faible, et dans certaines applications, assurer aussi la sécurité de l'opérateur.[14]

On trouve 28 relais au niveau de l'armoire 8 pour commande les fins de course et 20 pour commandes les différents actionneurs.



Figure II.16 : Différents types de relais thermiques

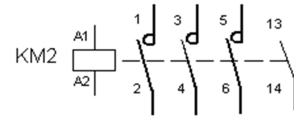
II.3.4- Contacteurs magnétiques : Les contacteurs magnétiques (**Figure II.17**) sont de gros relais destinés à ouvrir et à fermer un circuit de puissance. On les utilise dans la commande des moteurs dont la puissance est entre 0,5 kW et plusieurs centaines de kilowatts. Comme pour les moteurs, la grosseur et les dimensions principales des contacteurs sont standardisées par les organismes de normalisation. On trouve 20 pour la commande du sens de rotation des moteurs.



Contacteur tripolaire



Contacteur tétra polaire



Symbole

Figure II.17 : Différents types de contacteurs

II.3.5- Transformateur

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Après avoir vu les différents équipements à l'intérieur de l'armoire, maintenant on passe vers son extérieur qui est représenté dans la **Figure II.18**.

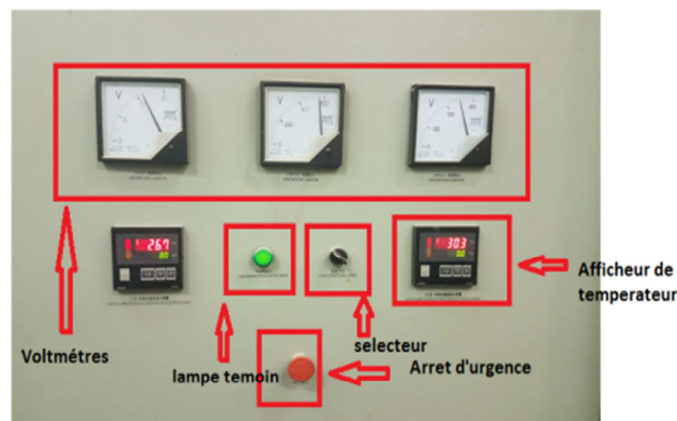


Figure II.18 : Vue extérieure de l'armoire

II.3.6- Lampes témoins

Les lampes témoins (**Figure II.19**) servent à indiquer l'état d'un système de contrôle. Ils servent comme indicateur pour l'opérateur. On trouve une seule lampe au niveau de l'armoire.

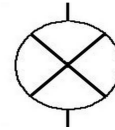
Il est très important d'intégrer des voyants dans un système de commande et plus encore il est important de connaître le code des couleurs sur une armoire, cela pour faciliter l'analyse du fonctionnement et surtout en cas de défaillance.



Voyants bleus



voyants jaunes



Symbole

Figure II.19 : Différents types de voyants

II.3.7- Voltmètre

Le voltmètre (**Figure II.20**) est utilisé pour la mesure une différence de potentiel entre deux points.



Figure II.20 : Voltmètre

II.3.8- L'arrêt d'urgence

Boutons d'arrêt d'urgence (**Figure II.21**) sont des actionneurs importants pour la sécurité. Les boutons d'arrêts d'urgence peuvent également être utilisés pour la fonction d'arrêt d'urgence et déclencher simultanément différentes catégories d'arrêt (selon l'application de sécurité). On trouve 3 au niveau d'un pair de top-roller un sur l'armoire et deux sur les deux boîtes de manipulation.



Figure II.21 : Arrêt d'urgence

II.3.9- Commutateurs à cames

Les commutateurs (**Figure II.22**) comprennent une série de contacts fixes et autant de contacts mobiles actionnés par la rotation manuelle d'un arbre à cames. On trouve 4 commutateurs, deux sur le côté gauche et deux sur le côté droit.



Commutateurs à cames



Symbole

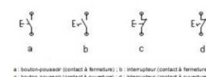
Figure II.22 : Différents types de commutateurs

II.3.10- Boutons poussoirs

Les boutons poussoirs (**Figure II.23**) sont des commutateurs actionnés par une pression du doigt et qui ouvrent ou ferment deux ou plusieurs contacts. Habituellement, ils ouvrent ou ferment momentanément un circuit



Symbole



a) bouton-poussoir (contact à fermeture) ; b) interrupteur (contact à fermeture) ; c) bouton-poussoir (contact à ouverture) ; d) interrupteur (contact à ouverture)

Boutons poussoirs

Figure II.23 : Différents types de boutons poussoirs

II.3.11- Afficheur

L'afficheur présenté dans la (Figure II.24) est de type Intelligent de haute performance, et de haute fiabilité ...etc. Ils ont utilisé ce type d'afficheur pour récupérer l'information des deux Pt100.



Figure II.24 : Afficheur

II.4- Bilan des entrées/sorties

	Nom d'élément	Nombre	Signal E/S	Type
Entrées	Capteur inductif	2	24V DC	TOR
	Fin de course	8	230 V DC	TOR
	Bouton poussoir	2	24V DC	TOR
	Arrêt d'urgence	3	24V DC	TOR
	Sonde Pt100	2	4-20mA	Analog
	Commutateur/sélecteu	10	24V DC	TOR
	Détecteur magnétique	2	24V DC	TOR
Sorties	Relais	20	24V DC	TOR
	Distributeur (Vérin)	2	24V DC	TOR
	Lampe témoin	1	24V DC	TOR
Nombre des entrées TOR : 27				
Nombre des sorties TOR : 23				
Nombre des entrées analogiques : 2				

Tableau II.2 : Bilan entrées/sorties

II.5- Ecran tactile

Tous les panneaux SIMATIC HMI-Confort (Figure II.25) offrent toujours la même fonctionnalité haute gamme, avec une haute résolution (écrans larges de 4" à 22"), éventuellement avec le fonctionnement tactile ou clé, ils peuvent être ajustés de manière optimale à toute application.



Figure II.25 : Ecran tactile

En outre, ils offrent de nombreuses innovations, au niveau des tops-rollers on trouve un écran tactile de 6".

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé une étude et analysé les différentes procédures de fonctionnement des machines de moletage et les différents procédés de commande, contrôle et protection des top-rollers qui sont le cœur de formage de verre.

Introduction

L'accélération de la concurrence et des échanges internationaux impose aux entreprises de toutes tailles une évolution vers de nouveaux modes de production qui entraînent obligatoirement la mise en place d'un système moderne d'automatisation.

Dans ce chapitre, nous allons proposer une migration et regroupement d'automate S7-300 vers la nouvelle gamme SIMATIC S7-400.

III.1- Automate programmable

Un Automate Programmable Industriel (API) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique spécialisé dans la conduite et la surveillance en temps réel des processus industriels. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme. Il est devenu un équipement de base de toute application d'automatisation et le cœur de toute unité industrielle moderne.

III.1.1- Principe de fonctionnement d'un API

Un API reçoit des données à partir d'entrées externes (boutons poussoirs, interrupteurs, fins de course, détecteurs de seuil, potentiomètres, etc.), traite ces données suivant certaines règles de commande qui sont décrites dans le cahier des charges et définies dans un programme, et élabore des sorties (ordres) vers des pré actionneurs ou autres appareils (contacteurs, électrovannes, voyants, appareils sonores, variateurs de vitesse, moteurs, etc.)(**Figure III.1.**). Ces étapes sont répétées, cycle par cycle, tant que l'automate est en mode marche. Le temps d'exécution d'un cycle varie typiquement entre 3ms jusqu'à 100ms, ce dernier est fonction de la tailles et de la complexité du programme, le nombre d'entrées/sorties et la puissance de calcul de l'API. Les entrées et les sorties d'un API peuvent être de type numérique ou analogique. Les APIs actuels peuvent comporter d'une dizaine jusqu'à plusieurs milliers d'entrées/sorties.

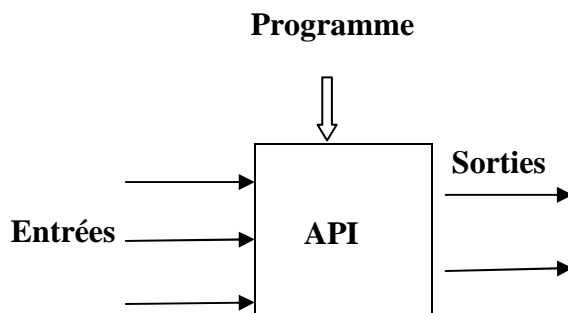


Figure III.1 : Principe d'API

III.1.2- Cahier des charges

Actuellement les top-rollers sont commandés par des automates modulaires de la série S7-300 du fabricant Siemens. En raison de l'ancienneté de système (plus de 10 ans de fonctionnement) et le manque de pièces de rechange sur le marché ainsi que le fonctionnement tout au long de l'année, l'entreprise a décidé une rénovation à tous les niveaux.

L'installation des top-rollers que nous avons étudiée est constituée de neuf (9) automates programmables, un pour chaque paire de top-rollers.

III.1.3- Critère de choix de l'automate programmable industriel

Après avoir étudié notre système dans les chapitres précédent, le choix des API revient à considérer certains critères importants tels que :

- La disponibilité sur le marché ;
- Le nombre et la nature d'entrées/sorties ;
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offerts par le processeur ;
- Fonction ou modules spéciaux : certains modules permettent de soulager le processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé ;
- Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET, CONTACT ou LIST est également préférable pour assurer les mise au point et dépannages dans les meilleures conditions.
- Communication avec d'autre système ;
- La fiabilité et la robustesse ;
- Protection contre les parasites (champs électromagnétiques), baisse et pic de tension.

Pour cela nous avons opté pour SIMATIC S7-400 de la firme SIEMENS, car il est le système d'automatisation modulaire et sans ventilateur, la simplicité de réalisation de structures décentralisées et le maniement convivial font du SIMATIC S7-400 la solution économique et confortable pour les tâches les plus diverses.

On propose de remplacer les neuf automates S7-300 par un seul automate S7-400.

III.1.4- SIMATIC S7-400

SIMATIC S7-400 est conçu pour offrir une facilité et une rapidité d'utilisation maximale. Grâce à de multiples innovations, jusque dans les moindres détails, le contrôleur peut être monté, raccordé et mis en service simplement et rapidement.

Et en plus SIMATIC S7-400 contient :

- **Design innovant et maniement simple** pour une utilisation et une mise en service aisée ainsi qu'un fonctionnement sûr.
- **Diagnostic système intégré** pour une transparence totale sur l'état de l'installation, généré automatiquement et affiché de manière homogène.

- **Performance système** remarquable pour des temps de réaction très courts et une qualité de régulation maximale.
- **Technologie intégrée** pour une intégration parfaite des entraînements via les fonctions motion contrôle.
- **Sécurité intégrée** intégration cohérent pour une pérennité maximal des investissements [17].

III.2- Description des éléments d'un automate SIMATIC S7-400

III.2.1- Choix de la CPU

La gamme de CPU du SIMATIC S7-400 répond à toutes les exigences des performances moyennes et supérieures. Diverses interfaces intégrées et des contrôleurs de sécurité supplémentaires permettent au S7-400 de répondre à de nombreuses tâches d'automatisation.

Pour notre application on a choisi la **CPU 413-2DP** car son temps de réponse est immédiat et elle s'adapte aux nombreuses E/S et pour le réseau DP.

III.2.2-Modules de périphérie E/S

Les modules de périphérie sont montés à la suite de la CPU/du module d'interface. Les modules de périphérie constituent l'interface entre l'automate et le processus. L'automate acquiert l'état actuel du processus et déclenche les réactions appropriées par l'intermédiaire des capteurs et actionneurs connectés.

III.2.2.1-Modules d'entrées/sorties numériques

Les modules d'entrées/sorties numériques sont des interfaces pour les signaux tout ou rien de l'automate, ces modules permettent de raccorder les capteurs et les actionneurs tout ou rien de l'automate S7-400.

Et pour notre application on a choisi trois modules de 32 entrées numériques de type DI 32xDC 24v car on a 27 entrées numérique pour chaque pair de top-roller. Pour les deux entrées analogiques (pt100), ils sont liés directement vers deux afficheurs intelligent sur l'armoire.

Aussi pour les sorties, notre choix a porter sur trois modules de 32 sorties numériques de type DO 32x24v DC/0.5A, car nous avons 23 sorties pour chaque pair de top-roller et pour la communication avec le variateur et les codeurs. Nous allons utiliser le réseau PROFIBUS/DP.

III.2.3- Alimentation PS 405 10A

L'alimentation PS 405 alimente les circuits électriques d'entrées/sorties des modules et assure l'alimentation de la CPU.

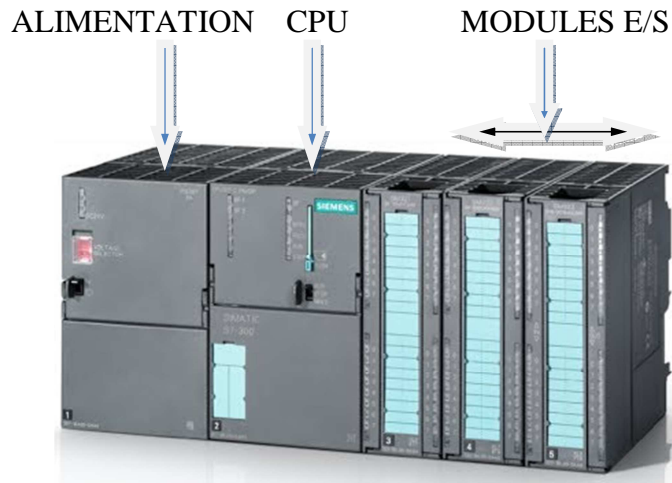


Figure III.2: L'automate S7-400 proposé

Les modules nécessaires pour notre application sont représentés dans le **Tableau III.1**

Description	Syntaxe du module	Référence
Alimentation	PS 405 10A	6ES7 405-0KA00-0AA0
CPU	CPU 413-2 DP	6ES7 413-2XG02-0AB0
3DI	DI32xDC 24v	6ES7 421-1BL00-0AA0
3DO	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 422-1BL00-0AA0

*Tableau III.1 : Les composants d'automate S7-400
Utilisé pour commander trois paires de top-rollers*

III.3-Programmation de top-roller

Après avoir choisi l'automate adaptable au fonctionnement de top-roller et qui est nouveau et disponible sur le marché aussitôt on passe à sa programmation sur SIMATIC Manager STEP7.

III.3.1- Logiciel de programmation STEP7

L'atelier logiciel STEP 7 Professional fédère toutes les fonctions requises pour concevoir, configurer, programmer, tester, mettre en service et maintenir les systèmes d'automatisation SIMATIC. STEP 7 Professional apporte une productivité de l'ingénierie sans précédent.

Il concrétise tous les atouts du concept "Totally Integrated Automation" :

- Interface utilisateur orientée objet, commune à tous les outils logiciels SIMATIC Industriel Software

Base de données unique des projets garantissant la cohérence des applications même complexes

- Cohérence des réseaux de communication entre les composants d'une application

Caractéristique techniques:

STEP 7 Professional intègre en particulier les outils suivants :

- Interface utilisateur SIMATIC Manager commune à tous les outils logiciels intégrés et optionnels
- Tous les langages de programmation pour automates programmables définis dans le standard CEI 61131-3: schémas contact, logigrammes, listes d'instructions, graphes séquentiels (S7-GRAPH) et langages structuré (S7-SCL)
- Le logiciel de simulation automate S7-PLCSIM pour la mise au point de programmes sans disposer des automates cible
- Outil configuration graphique des composants matériels et des réseaux de communication

STEP 7 Professional comporte de nombreuses fonctions évoluées qui contribuent à l'efficacité du travail des automaticiens, par exemple:

- Programmation structurée, avec des blocs fonctions paramétrables
- Vérification globale de la cohérence d'un programme
- Gestion multilingue de projet
- Interfaces d'import/export de code source des programmes, de la liste des noms symboliques de variables, de configurations matérielles
- Modèle objet STEP 7 pour réalisation de scripts destinés à "automatiser le travail de l'automaticien"

Avantage:

L'atelier logiciel STEP 7 Professional permet d'obtenir des gains de productivité importants de l'ingénierie durant toutes les phases d'un projet d'automatisation : Configuration plus rapide

- Configuration plus rapide des systèmes grâce à des outils de configuration graphiques des composants et des réseaux
- Programmation plus efficace grâce à la possibilité de combiner dans des projets structurés, orientés objet, tous les langages de programmation standard selon CEI 61131-3
- Phases de test plus courtes grâce aux outils de simulation et de mise au point intégrés
- Temps d'arrêts fortement réduits grâce à des moyens puissants de diagnostic de pannes et de maintenance à distance

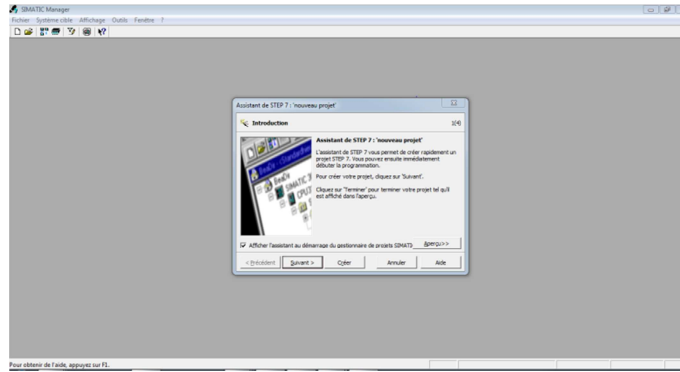


Figure III.3: Logiciel de programmation STEP7

III.4-Création d'un projet

Pour créer un projet sur logiciel STEP7 il faut taper sur l'icône créer après en donner un nom au projet, on obtient la fenêtre suivante :

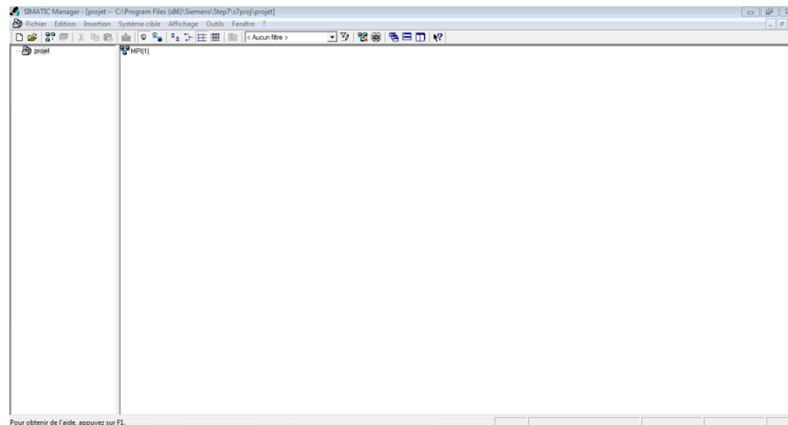


Figure III.4 : création d'un projet

III.4.1-Configuration matériel

La configuration de rack, l'assignation d'adresses, l'insertion des modules ...etc comme l'illustre la **figure III.5**

(0) CR18/2	
1	PS 405 10A
3	CPU 413-2 DP
X3	DP
5	DI32xDC 24V
6	DI32xDC 24V
7	DI32xDC 24V
8	DO32xDC24V/0.5A
9	DO32xDC24V/0.5A
10	DO32xDC24V/0.5A
11	
12	
13	
14	

Figure III.5: configuration matérielle

Cette vue nous a permis de :

- Enregistrement en mémoire temporaire et réutilisabilité des modules matériels configurés ;
- Les E/S s'affichent avec leur nom symbolique ou leur adresse ;
- Affichage hiérarchique et contextuel de tous les paramètres et données de configuration ;

III.4.2-Vue du réseau

La vue réseau (**Figure III.6**) permet de configurer la communication au sein de l'installation. Elle aide à définir graphiquement et très clairement les liaisons de communication entre les différentes stations.

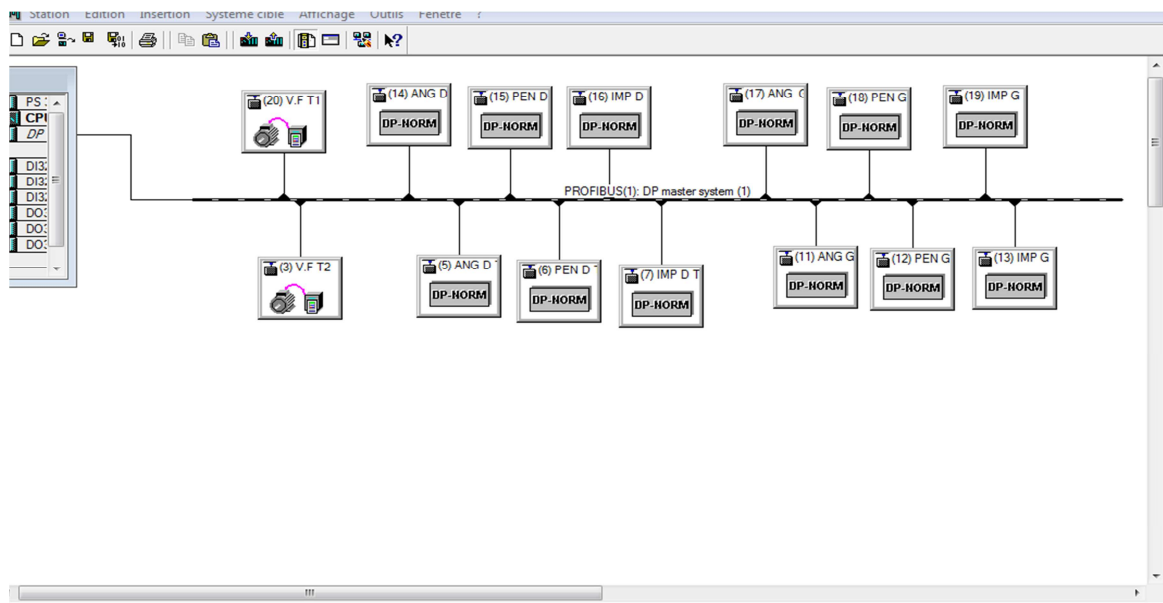


Figure III.6 : vue de réseau

Avec : ANG : angle

D : droit

PEN : pénétration

G : gauche

IMP : impression

III.5- Détermination des entrées/sorties

Afin d'adopter les programmes mis en place par le constructeur chinois aux besoins formulés dans le cahier de charges, des améliorations ont été apportées, à savoir l'ajout de table de variables et de commentaires.

Dans cette table nous avons présenté les différentes entrées/sorties TOR (instrumentation) nécessaires pour le fonctionnement de chaque pair de top-roller.

III.5.1- Les entrées TOR

Ces entrées sont représentées dans la **figure III.7**

	Etat	Mnémonique	Opéra /	Type de	Commentaire
109		CICG T2	E 0.0	BOOL	Commutateur d'impression (bas/haut) coté gauche
110		DICG T2	E 0.1	BOOL	information du détecteur inductif coté gauche
111		ITCG T2	E 0.2	BOOL	information de température (afficheur) coté gauche
112		CCG T2	E 0.3	BOOL	commutateur (panel/pc) coté gauche
113		ARR URG T2	E 0.4	BOOL	arrêt d'urgent (panel coté gauche armoire)
114		CNALG T2	E 0.5	BOOL	confirmation d'alarme (panel) coté gauche
115		FINC AG T2	E 0.6	BOOL	information de fin de course d'angle coté gauche
116		ARR CG T2	E 0.7	BOOL	arrêt d'urgence coté gauche (a confirme)
117		TAG 209 T2	E 1.0	BOOL	
118		CICD T2	E 1.1	BOOL	Commutateur d'impression (bas/haut) coté droit
119		DICD T2	E 1.2	BOOL	information du détecteur inductif coté droit
120		ITCD T2	E 1.3	BOOL	information de température (afficheur) coté droit
121		CCD T2	E 1.4	BOOL	commutateur (panel/pc) coté droit
122		ARR URD T2	E 1.5	BOOL	arrêt d'urgent (panel coté droit armoire)
123		CNALD T2	E 1.6	BOOL	confirmation d'alarme (panel) coté droit
124		FINC AD T2	E 1.7	BOOL	information de fin de course d'angle coté droit
125		ARR CD T2	E 2.0	BOOL	arrêt d'urgence coté droit (a confirme)

Figure III.7: Table de variable d'entrées TOR d'une paire de top-roller

III.5.2-Les sorties TOR

La **figure III.8** représente les sorties TOR

	Etat	Mnémonique	Opéra /	Type de	Commentaire
1		AHNG T1	A 12.0	BOOL	approfondissement a haute vitesse gauche
2		ABVG T1	A 12.1	BOOL	approfondissement a basse vitesse gauche
3		ACOG T1	A 12.2	BOOL	avance de canon gauche
4		RCG T1	A 12.3	BOOL	recule de canon gauche
5		IBG T1	A 12.4	BOOL	impression en bas gauche
6		IHG T1	A 12.5	BOOL	impression en haut gauche
7		AVG G T1	A 12.6	BOOL	angle vers la gauche/coté gauche
8		AVD G T1	A 12.7	BOOL	angle vers la droit/coté gauche
9		IAL G T1	A 13.3	BOOL	indication d'alarme (LED) coté gauche
10		EM T1	A 13.6	BOOL	Elevation de la molette
11		AHND T1	A 16.0	BOOL	approfondissement a haute vitesse droit
12		ABVD T1	A 16.1	BOOL	approfondissement a basse vitesse droit
13		ACOD T1	A 16.2	BOOL	avance de canon droit
14		RCD T1	A 16.3	BOOL	recule de canon droit
15		IBD T1	A 16.4	BOOL	impression en bas droit
16		IHD T1	A 16.5	BOOL	impression en haut droit
17		AVG D T1	A 16.6	BOOL	angle vers la gauche/coté droit
18		AVD D T1	A 16.7	BOOL	angle vers la droit/coté droit
19		IAL D T1	A 17.3	BOOL	indication d'alarme (LED) coté droit
20		DEM TO T1	A 17.4	BOOL	demarrage de top-roller
21		SPGD T1	A 17.7	BOOL	selevement pneumatique gauche/droit

Figure III.8 : Table de variable des sorties TOR d'une paire de top-roller

III.7- Structure de programme

Dans notre projet, nous avons choisi les deux langages de programmation LIST et CONT car le premier permet de créer des programmes d'application à niveau proche du matériel et en optimisant le temps d'exécution et la place en mémoire, et le deuxième offre une très bonne visibilité et une navigation rapide. Ainsi il permet d'optimiser nos programmes. Le programme complet de notre processus (**figure III.9**) est comme suit :

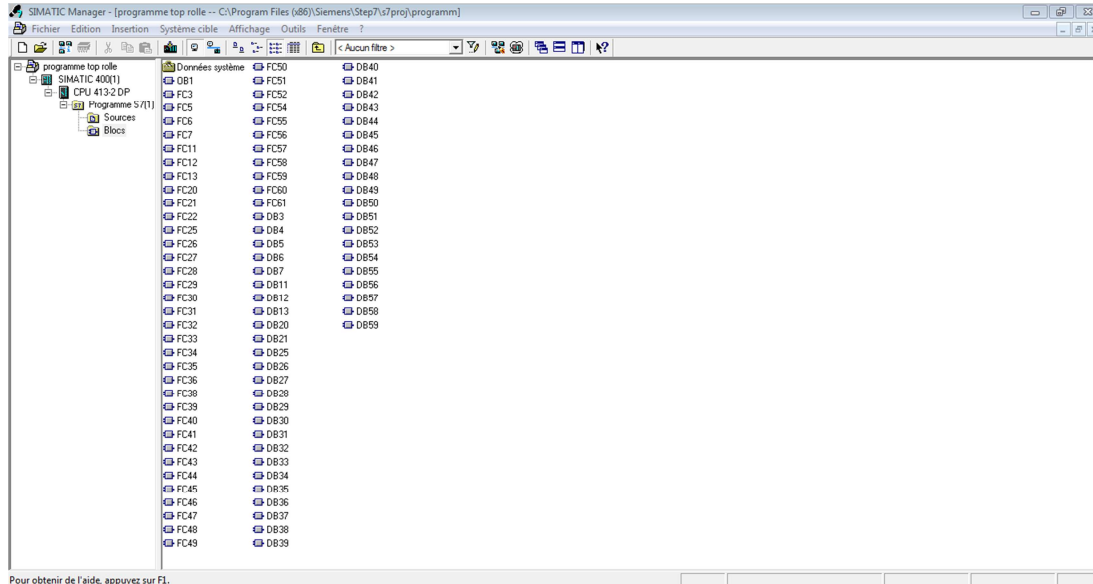


Figure III.9 : Structure de programme de trois pairs de top-roller

III.7.1 - Blocs d'organisation

Les blocs d'organisation (OB) constituent les éléments de base de tout programme. Chaque bloc d'organisation correspond à une fonction importante de l'automate.

OB1 : Est le bloc de cycle, c'est le bloc qui exécuté de façon cyclique par l'automate. Le programme cyclique constitue la base essentielle du programme utilisateur. Ses sections de programme correspondantes sont traitées de manière cyclique.

III.7.2- Les fonctions FC

Une fonction est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la plie des données locales. Ces donnée sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données (DB) pour la sauvegarde des données.

Comme une fonction ne dispose pas de mémoire associée, nous devons toujours indiquer des paramètres effectifs pour elle.

Nous avons aussi expliqué dans le chapitre précédent que l'épaisseur et la largeur de ruban du verre doit être réalisé par le réglage :

- De la vitesse de rotation des molettes,
- De l'angle d'oscillation de chaque top-roller,
- De la pénétration des canons dans le bain,
- Et de l'impression de la molette dans le ruban du verre.

Chaque paramètre est programmé sur 4 fonction (2 pour la commande de top-roller sur le coté gauche et 2 sur le coté droit) sauf la vitesse de rotation des molettes car ce paramètre est contrôlé par une seule fonction. Ces fonctions sont comme suit :

FC5 : Contient le programme pour le contrôle a distance (commander par PC) de l'angle d'oscillation sur le coté gauche du bain d'étain.

FC20 : cette fonction sert pour positionner et paramétrer le codeur absolu qui fait régler l'angle (sens positive ou négative par rapport a l'écoulement) sur le coté gauche du bain d'étain.

FC11 : Contient le programme pour le contrôle a distance (commander par PC) de l'angle d'oscillation sur le coté droit du bain d'étain.

FC29 : cette fonction sert pour positionner et paramétrer le codeur absolu qui fait régler l'angle (sens positive ou négative par rapport l'écoulement) sur le coté droit du bain d'étain.

FC6 : Contient le programme pour le contrôle a distance (commander par PC) de la pénétration du canon dans le bain sur le coté gauche.

FC25 : Cette fonction a pour but de positionner le codeur absolu responsable sur la pénétration du canon de top-roller dans le bain sur le coté droit.

FC12 : Contient le programme pour le contrôle a distance (commander par PC) de la pénétration du canon dans le bain sur le coté droit.

FC26 : Cette fonction a pour but de positionner et paramétrer le codeur absolu responsable sur la pénétration du canon de top-roller dans le bain sur le coté droit.

FC7 : Contient le programme pour contrôle a distance (commander par PC) de l'impression de la molette dans le ruban de verre sur le coté gauche

FC27 : Cette fonction a pour but de positionner et paramétrer le codeur absolu responsable sur l'impression de la molette de top-roller dans le ruban du verre sur le coté gauche.

FC13 : Contient le programme pour le contrôle a distance (commander par PC) de l'impression de la molette dans le ruban de verre sur le coté droit.

FC28 : Cette fonction a pour but de positionner et paramétrer le codeur absolu responsable sur l'impression de la molette de top-roller dans le ruban du verre sur le coté droit.

FC3 : Cette fonction contient le programme pour commander la vitesse de rotation des molettes d'un pair de top-roller (un sur le coté gauche et l'autre sur le coté droit) car les deux top-rollers son contrôler par le même variateur.

FC21 : Cette fonction concerne la programmation des alarmes des deux top-rollers sur les deux cotés du bain d'étain.

FC22 : Cette fonction sert pour réinitialiser les 6 codeurs numériques (remise à 0).

- Pour le GRAFCET explicatif du mode à distance voir l'Annexe C.

III.7.3 - Blocs de données « DB »

Blocs de données servent à enregistrer des données. Comme les blocs de code, ils occupent de l'espace dans la mémoire utilisateur. Les blocs de données contiennent des variables (par exemple des valeurs numériques) nécessaires à l'exécution du programme utilisateur. Les blocs de données peuvent, selon leur contenu, être employés de différentes manières par l'utilisateur. On distingue :

- Les blocs de donnée globaux : ils contiennent des informations auxquelles on peut accéder à partir de tous les blocs logiques du programme utilisateur.
- Les blocs de données d'instance : ils sont toujours associés à un FB.

Les blocs de données globaux nous donnent accès à un endroit où on peut mémoriser des recettes de production dont les données doivent être accessibles partout dans le programme. Nous allons utiliser ce type de blocs tels que chaque fonction 'FC' soit associée à un bloc de donnée 'DB' comme indiqué dans le **Tableau III.3**.

Coté gauche		
Paramètres	Fonctions «FC »	Bloc de données « DB »
Angle	FC5, FC20	DB5, DB20
Pénétration	FC6, FC25	DB6, DB25
Impression	FC7, FC27	DB7, DB27
Vitesse	FC3	DB3, DB21
Alarme	FC21	---
Réinitialisation	FC22	DB21
Coté droit		
Paramètres	Fonctions « FC »	Bloc de données « DB »
Angle	FC11, FC29	DB11, DB29
Pénétration	FC12 , FC26	DB12, DB26
Impression	FC13, FC28	DB13, DB28
Vitesse	FC3	DB3, DB21
Alarme	FC21	---
Réinitialisation	FC22	DB21

Tableau III.3 : Association des DBs avec leurs FCs

III.8- L'outil de simulation S7-PLCSIM

SIMATIC STEP7 nous offre un outil de simulation PLCSIM qui nous permet de tester le programme destinés à la gamme S7-400.

a-Etat de marche (RUN-P) :

La CPU exécute le programme tout en nous permettant de le modifier, de même que ses paramètres.

b- Etat de marche(RUN) :

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), nous ne pouvons ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque.

c- Etat arrêt(STOP) :

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt(STOP) de CPU réel. Les sorties ne prennent pas de valeurs de sécurité prédéfinies, mais elles conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU a passé à l'état arrêt(STOP).

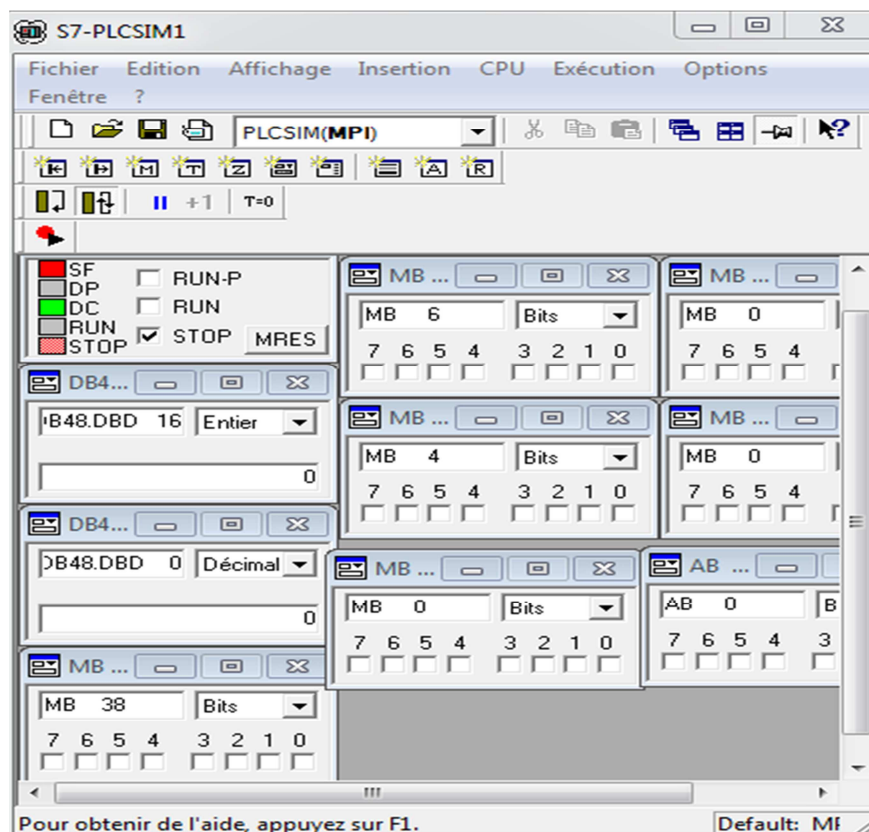


Figure III.10: Fenêtre du s7-PLSIM.

Vous pouvez charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt(STOP) à celui de marche(RUN) démarre l'exécution du programme à partir de la première opération

Visualisation d'une partie de notre programme

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise marche de cette dernière en mode RUN-P le STEP7 nous permet de visualiser l'état du programme, en cliquant sur l'icône.

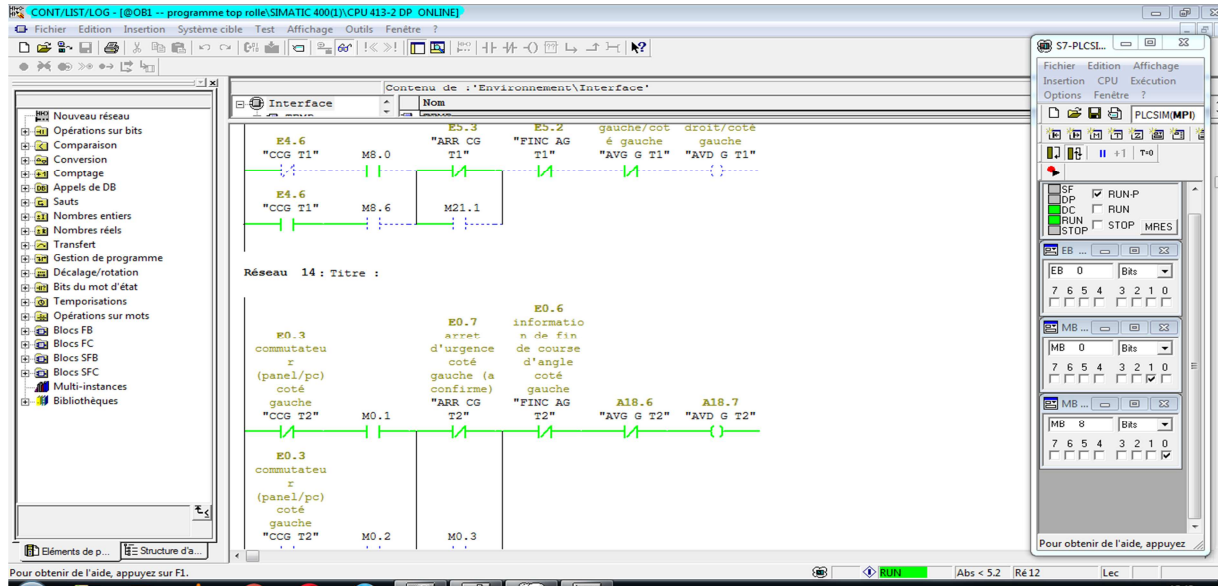


Figure III.11.1: Visualisation du programme.

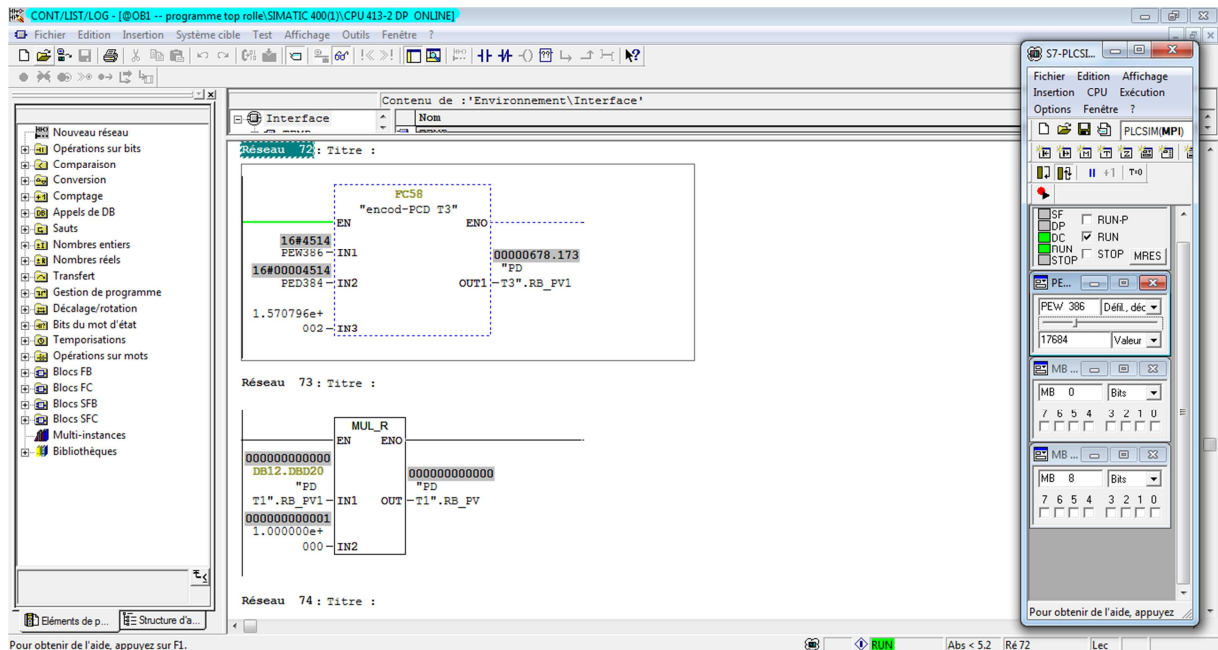


Figure III.11.2: Visualisation du programme.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents modules constituant l'automate SIMATIC S7-400 indispensable pour le fonctionnement des top-rollers, ce contrôle apporte la solution adaptable au regroupement et à la migration de l'ancien automate SIMATIC S7-300.

Notre programme est écrit avec les langages LISTE et CONT de logiciel STEP-7. Ce programme est établi à partir de cahier des charges du système de production existant, et nous avons simulé notre programme grâce au PLCSIM afin de valider notre travail.

Introduction

La supervision est un système informatique interactif qui se situe entre les automatismes de l'atelier et la gestion de la production visant à fournir aux opérateurs les informations leur permettant de prendre, au bon moment, les bonnes décisions pour assurer la conduite d'une production complexe.

Ce chapitre est consacré pour étudier un système de supervision avec le logiciel WinCC flexible 2008 pour visualiser l'état de fonctionnement de tous les top-rollers sur une seule station PC.

IV.1- Système de supervision

Un système de supervision (**Figure IV.1**) se compose, d'un noyau central de commande et de contrôle, utilisant des données provenant des automates. Ce noyau assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec des périphériques.

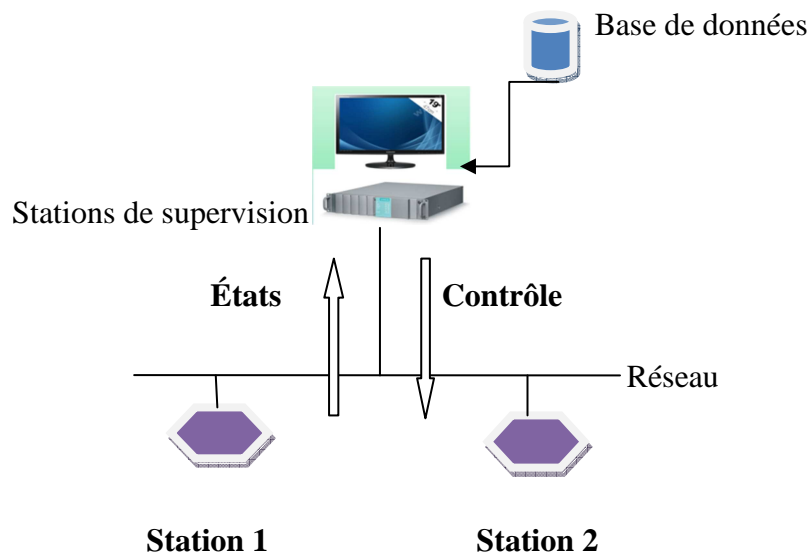


Figure IV.1: Système de supervision

IV.2- Cahier des charges

Actuellement les top-rollers fonctionnent en semi-automatique car à chaque changement d'épaisseur il faut au minimum 4 opérateurs pour faire introduire les paramètres de chaque épaisseur sur les panels de chaque top-roller, et un autre opérateur au niveau de la salle de contrôle pour confirmer l'état de top-roller dans le bain à travers les caméras installées

à l'intérieur et surveiller la largeur de ruban de verre. Ils échangent l'information grâce au «talkie-walkie» ce qui engendre des tâches répétitives et perte de temps. Aussi chaque retard de réglage des paramètres sur les panels va influencer sur la feuille de verre puisque après une heure que l'on peut voir le changement effectuer.

Donc pour cela on a proposé d'installer une station PC dans la salle de contrôle centrale qui va nous permettre de commander et de contrôler tous les top-rollers ce qui rendra la tâche plus facile et plus rapide.

Les améliorations qui vont être apportées au système grâce à la station PC sont :

- L'ajout d'un mode à distance tout en gardant le mode local.
- Contrôle plus fiable du processus,
- Simplification des tâches d'administration,
- Détection rapide et précise des anomalies,
- Réduction du temps de changement et de traitement des données de chaque épaisseur.

IV.3- Système existant

Chaque top-roller est commandé par un écran de supervision qui permet à l'opérateur d'introduire les paramètres de changement d'épaisseur.

IV.3.1- Description de système

Le pupitre opérateur est un écran tactile de type TP 170B 6" color 7.2.4.0, couleur LCD avec une résolution de 324x160 pixels. A l'intérieur de cet écran on trouve trois vues essentielles pour la commande de chaque top-roller tout seul ces vues sont :

IV.3.1.1- Vue principale

Cette vue permet aux opérateurs de visualiser les 4 paramètres grâce au champ d'E/S numérique. (**Figure IV.2**).

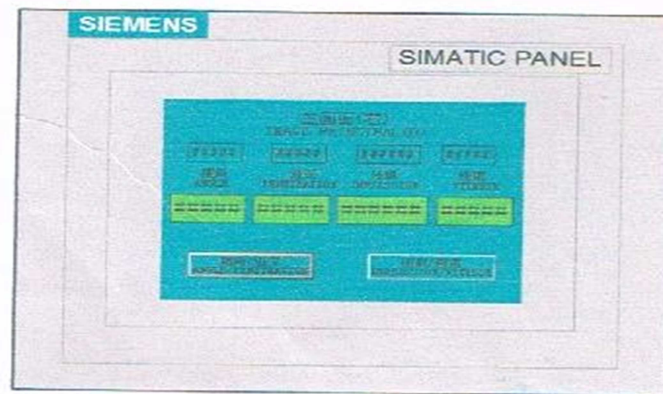


Figure IV.2 : Vue principale

IV.3.1.2-Vue d'ajustement de la vitesse et d'impression :

Dans cette vue (Figure IV.3) l'opérateur peut introduire la vitesse et ajuster l'impression à l'aide des deux boutons (EN HAUT - EN BAS) ainsi que démarrer ou arrêter la paire du top-rollers.

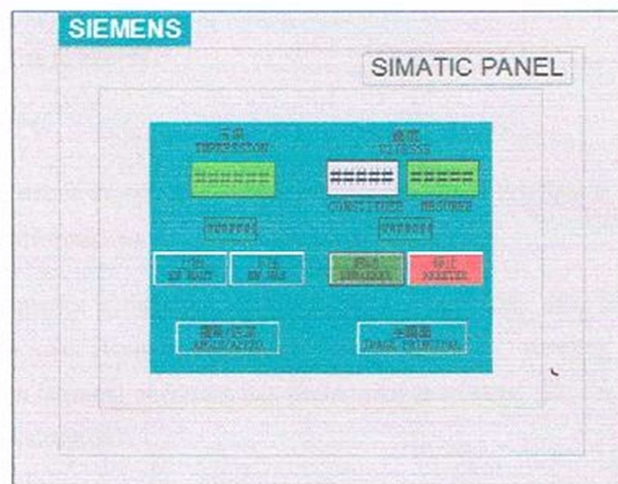


Figure IV.3: Vue d'ajustement 1

IV.3.1.3-Vue d'ajustement d'angle et de pénétration

Cette vue (Figure IV.4) offre la possibilité d'ajuster l'angle par les deux boutons (POSITIF -NEGATIF) et de la pénétration par le choix de type de vitesse basse ou haute et de sens de pénétration (avancer vers l'intérieur de bain ou reculer vers l'extérieur).

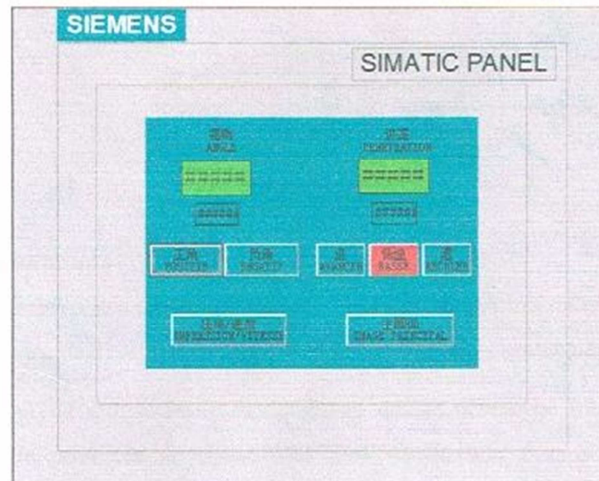


Figure IV.4: Vue d'ajustement 2

IV.4- Système Proposé

Comme nous avons expliqué dans le cahier des charges, le but est de centraliser la commande de tous les top-rollers sur une seule station PC pour pouvoir introduire les paramètres plus facilement et plus rapidement.

IV.4.1- Choix du matériel

IV.4.1.1- Station PC

L'installation à distance de système permet de démarrer et de configurer le système à partir du logiciel et des informations se trouvant sur un serveur réseau.

En mode de commande à distance, la station PC sera installée dans la salle de contrôle centrale. Pour cela nous avons opté pour le choix de la station PC siemens de type SIMATIC IPC647D. C'est un terminal opérateur très performant et robuste. (**Figure IV.4**), et un écran de 19" pour la visualisation.

Pour les caractéristiques de cette station voir l'ANNEXE C.



Figure IV.5 : Station PC [14]

IV.4.1.2- Communication

Pour la communication entre les neuf stations d'automates des top-rollers et la station de supervision, on a décidé d'utiliser le réseau Ethernet TCP/IP avec protocole PROFINET.

Ethernet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) va être le raccord au niveau de la zone de mémoire (par exemple capteurs, commandes) bien établie. En général les débits de transmission sont divisés comme suit :

- SHARED ETHERNET = 10 Mbit/s
- FAST ETHERNET = 100 Mbit/s
- GIGABIT ETHERNET = 1000 Mbit/s (1 Gbit/s)

L'adaptation de la technologie TCP/IP à la plupart des interfaces matérielles et surtout sa disponibilité sur les CPUs 413-2DP, fait d'Ethernet industriel le meilleur choix.

IV.4.1.3- Commutateur Ethernet

Un commutateur réseau (en anglais switch), est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique et de télécommunication et qui permet de créer des circuits virtuels. Il utilise respectivement les adresses MAC et les adresses IP pour diriger les données. Concrètement, pour une adresse qui peut être partiellement connue, une trame est toujours émise sur le même port, quel que soit l'état du trafic, une fois ses tables de routage et de communication remplies. Le routeur, lui, cherche à déterminer la meilleure route, il est susceptible de générer moins de trafic pour des grands réseaux. (**Figure IV.6**).



Figure IV.6 : Commutateur de réseau [14]

Et pour couvrir le besoin de l'installation des top-rollers notre choix est opté vers le switch Ethernet 16 ports. Les fonctions automatisées de ce switch assurent une installation rapide et facile. Aucune configuration n'est requise.

IV.4.1.4- Câble Ethernet

Le câble RJ 45 droit est le modèle le plus répandu, au branchement d'une interface Ethernet à un switch. L'assignation des broches est identique à chaque extrémité du câble. Un fil relié à la prise 1 d'un côté est relié à la prise 1 de l'autre côté.

La norme de câblage généralement utilisée pour réaliser des câbles droits est la norme *TIA/EIA T568A*. Ce type de câblage est celui employé pour les réseaux 10/100 Mbit/s.



Figure IV.7 : Câble RJ45 droit [14]

IV 5-Programmation

IV.5.1- Configuration de la station PC

La configuration matérielle est une étape qui correspond à l'arrangement de la station PC et de module de communication qui permet d'exploiter le port Ethernet de PC comme un port PROFINET.

La communication désigne l'échange de données entre plusieurs appareils. Les appareils peuvent être reliés via une liaison directe ou via un réseau. Les appareils interconnectés sont désignés comme partenaires de communication.

Et au niveau de notre installation on définit les neuf stations et la station PC comme des partenaires sous le réseau PROFINET.

Les données échangées entre les partenaires de communication peuvent remplir des objectifs différents :

- Représenter les processus,
- Commander les processus,
- Emettre des alarmes,
- Gérer les paramètres du processus et les paramètres machine.

IV.5.2- Présentation de WinCC Flexible 2008 :

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés pour les alarmes à leur point de fonctionnement optimal.

[10]

IV.5.3.3- Les Alarmes

Les alarmes montrent les événements ou les états de fonctionnement qui se produisent sur les top-rollers. Les alarmes peuvent servir par ex. à diagnostiquer les erreurs. On distingue deux types d'alarmes : Alarmes TOR et Alarmes analogiques.

- **Alarmes TOR**, pour indique les modifications d'état dans l'installation. Elles indiquent les défauts, par. Ex. Soulèvement pneumatique des molettes.
- **Alarmes analogiques** elles indiquent des dépassements de limites de débits ou de pressions et les seuils des mesures.

IV.5.3.4- Les vues

Les vues sont les éléments principaux du projet. Elles permettent de commander et de contrôler l'installation des top-rollers. L'interface graphique de l'installation est composée de quatre vues essentielles qui sont :

IV.5.2.3.1- Vue d'accueil

Cette vue offre à l'opérateur une navigation des vues grâce aux trois boutons à gauche et l'acquiescement de l'interface graphique (Runtime) a l'aide de bouton quitter qui se situe à droit (**Figure IV. 8**).

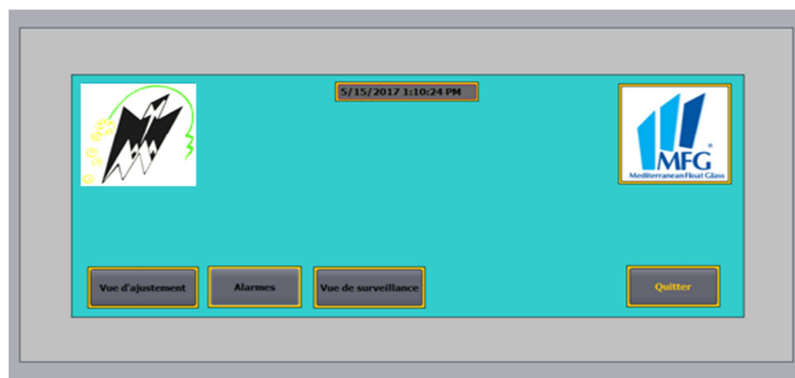


Figure IV.8 : Vue d'accueil

IV.5.2.3.2- Vue d'alarmes

Cette vue contient une fenêtre d'alarmes qui signale les perturbations survenant au cours du fonctionnement. (**Figure IV. 9**)

No.	Heure	Date	Etat	Message	Acquittement
2	1:17:47...	5/15/...	A	La moulette du top roller 1 coté gauche ne tourne pas	0
1	1:17:47...	5/15/...	A	La moulette du top roller 1 coté droit ne tourne pas	0
6	1:17:47...	5/15/...	A	Arret d'urgent du top roller 1 sur coté droit est active (vérifier l'aquittement)	0
5	1:17:47...	5/15/...	A	Arret d'urgent du top roller 1 sur coté gauche est active (vérifier l'aquittement)	0
63	1:17:47...	5/15/...	A	soulevement de la moulette top roller 1	0
4	1:17:47...	5/15/...	A	Augmentation de la température du top roller 1 coté droit	0
3	1:17:47...	5/15/...	A	Augmentation de la température du top roller 1 coté gauche	0

Figure IV. 9 : Vue d'alarmes

Les alarmes s'affichent sur la station operateur (PC). Elles renseignent sur l'état de fonctionnement de l'installation des top-rollers en premier lieu et sur les défauts des 9 automates. Ces alarmes sont comme suit :

- 2 alarmes indiquent l'activation des arrêts d'urgence (une sur le coté droit et l'autre sur le cote gauche) ;
- 2 alarmes indiquent l'arrêt des molettes (une sur le coté droit et l'autre sur le cote gauche) ;
- 2 alarmes pour avertir sur l'augmentation de température de refroidissement des molettes (une sur le coté droit et l'autre sur le cote gauche).
- Soulèvement pneumatique de deux top-rollers en même temps pour éviter le débordement de verre sur les parois du bain.

Ces alarmes sont les mêmes pour 9 paires de top-rollers.

IV.5.2.3.3- Vue de surveillance

Cette vue à pour but de visualiser en temps réel l'état de fonctionnement des top-rollers et aussi pour surveiller les paramètres de changement d'épaisseur (**Figure IV. 10**).

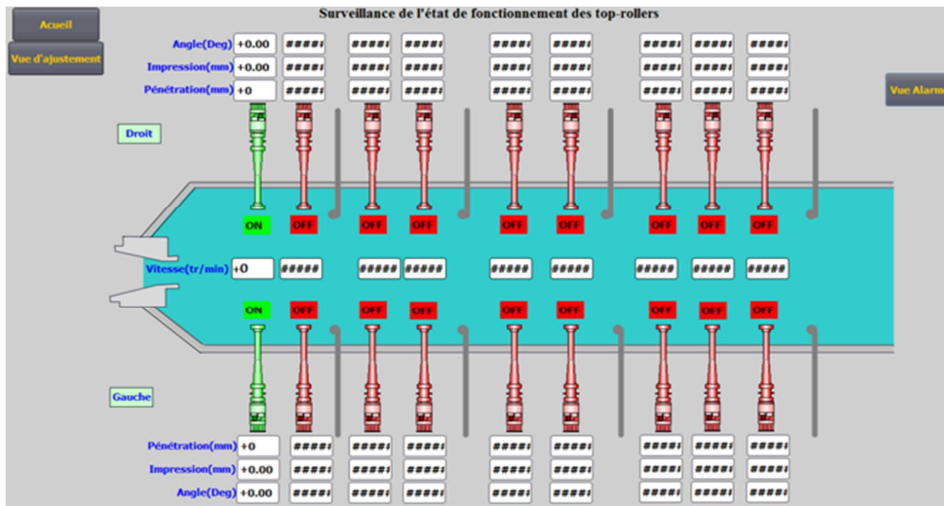


Figure IV.10 : Vue de surveillance

Grâce aux champs d'affichage numérique l'opérateur peut surveiller facilement les paramètres tels que : angle, impression, pénétration sur les deux coté gauche et droit, et la vitesse de rotation des molettes.

Dans le cas d'alarme l'opérateur peut accéder directement à la vue d'alarme et voir le problème où il est, grâce au Botton d'alarme. Comme il peut accéder ou vue d'ajustement au la vue d'accueil, plus facilement.

IV.5.2.3.4-Vue d'ajustement

La vue d'ajustement (figure IV. 11) est réservée seulement aux personnes autorisées pour faire les ajustements et le changement des paramètres de l'épaisseur.

Cette vue permet de visualiser l'état fonctionnel d'équipement grâce aux champs d'E/S d'une part et d'introduire les nouveaux paramètres grâce au faceplate d'autre part. Et pour pouvoir accéder au faceplate de chaque paire de top-rollers soit on utilise les fonctions (F1...F9) ou par les boutons situés au dessous du tableau d'affichage.

Comme on peut aussi accéder aux autres vue (alarmes, accueil et surveillance) aisément grâce à l'option de navigation des vues.

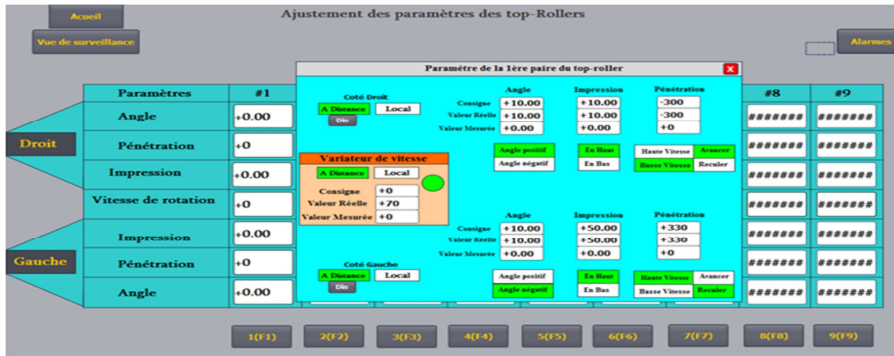


Figure IV11 : Vue d'ajustement

IV.5.2.3.5-Faceplate d'ajustement

Pour ajuster les paramètres d'une paire de top-roller au même temps nous avons utilisé une faceplate (Figure IV. 12).

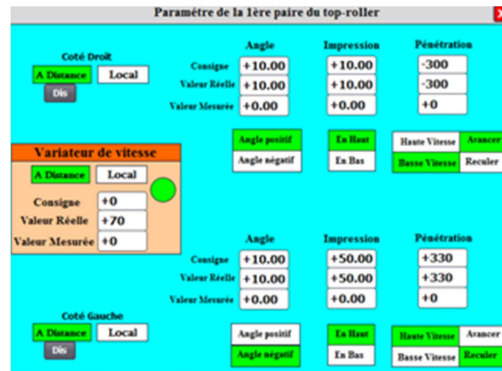


Figure IV.12 : Faceplate d'ajustement

Et pour les neuf paire de top-rollers nous avons utilisé neuf faceplate, chaque faceplate contient :

- Visualisation de Mode de commande local à distance sur les deux côtés ;
- 2 boutons de confirmation de mode à distance ;
- Visualisation de sens de pivotement (positif ou négatif), de la direction d'impression (en haut ou en bas), de type de vitesse de pénétration (basse/haute) et le sens de mouvement avancer vers l'intérieur de bain ou reculer vers l'extérieur pour les deux côtes ;
- Champs d'E/S pour introduire les consignes de chaque paramètre (angle, impression et la pénétration) ainsi que la visualisation des valeurs mesure (valeur de positionnement

donnée par les encodeurs) et les valeurs réelles (valeur données par l'opérateur) sur chacun des paramètres ;

- Une fenêtre pour la commande du variateur qui contient :
 - Le mode utilisé (local/a distance) ;
 - Une LED pour informer sur l'état de variateur (marche/arrêt) ;
 - Et les champs d'E/S pour introduire la vitesse (consigne), visualiser la valeur mesure (la valeur en cours) et la valeur réelle.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons créé une interface de commande /contrôle (supervision) pour tous les top-rollers à l'aide du logiciel WinCC , tout en gardant le système de supervision local.

L'ajoute de la station PC au niveau de la salle de commande centrale va réduire énormément le temps de changement des paramètres de chaque épaisseur, en effet un seul opérateur peut faire les changements sur tous les top-rollers plus facilement et plus rapidement grâce au système des faceplates et bien sûr il va améliorer la production.

Conclusion générale

Ce travail de projet de fin d'études au sein de Mediterranean Float Glass (MFG), nous a permis de mettre en pratique une bonne partie des connaissances théoriques acquises durant notre formation. Nous nous sommes familiarisés avec les automates programmables industriels (S7-400) de Siemens et nous avons acquis des connaissances en automatisme et sa mise en œuvre.

L'objectif de ce travail est de faire une étude sur le système de commande et de supervision des top-rollers installés au niveau du bain d'étain de la première ligne de fabrication de verre plat. Nous avons été confrontés à une réalité sur le terrain où dans certaines circonstances la modification ou l'amélioration de certaines composantes du système de commande s'imposent, ceci est dû au fait que de nouveaux paramètres entrent en considération impliquant la modification du cahier des charges.

Ce projet nous a permis de voir les différentes possibilités offertes par les automates S7-300 et S7-400, commande des systèmes continus et séquentiels, ainsi que la facilité d'utilisation grâce à plusieurs innovations. Munie d'un nouveau logiciel (STEP 7) qui réunit tous les logiciels de siemens dans un seul environnement, il permet d'exploiter de manière très optimale les différentes CPU de la gamme. Il nous a permis aussi de découvrir les différentes méthodes de supervision qui est faite par wincc flexible 2008.

Bibliographie

- [1] : Glas Trosch AG, Conseil, Bützberg « Le verre, et ses applications », 4eme édition, 04-2013. [2] : Manuel d'utilisation de four de fusion (officiel MFG).
- [3] : James Barton et Claude Guillemet « Le verre science et technologie », 2005, EDP Sciences.
- [4] : Le catalogue technique MFG
- [5] : Le catalogue commercial de transformation V3
- [6] : Chris Smith « Orwell Bath Equipment », Edition 2014
- [7] : Manuel d'utilisation de bain d'étain (officiel MFG).
- [8] : SIMATIC S7-400, ET200MP système d'automatisation- Manuel système, Edition 09/2016
- [9]: SIMATIC S7-400 avec STEP 7, numéro d'article E20001-A800-P210-V1-7700, Siemens AG2014
- [10]: SIMATIC WinCC flexible 2008-HMI Software-Siemens <https://w3.siemens.com>
- [11]: Michel Avondet « SIMATIC S7 Controllers », Siemens SA 2015 Site internet
- [12] : www.Wikipedia.com
- [13] : www.linkedin.com/pulse/characteristics-cleai-float-glass-hedv-feng
- [14] : http://stephane.genouel.free.fr/FT/0%20Dossier%20techniaue/1%20Texte/Scenari%20captureurs/co/module_DT_11.html
- [15] : www.usocome.com
- [16]: <http://glass.fivegroup.com/fr/qui-sommes-nous/a-propos-de-loffre-verre/references/lg-chem-coree-du-sud.html>

[17]: STPE 7 IN 7 STEPS : A partical guide to implementing S7-300/S7-400 programmable logic controllers.(second edition) auteur : Clarence T jones.

[18]: la pratique des automates programmables industrielles procédures d'utilisation , langage et techniques de programmation , structure et mis en ouvre . auteur : Marie Gérard.

[19]: automate programmable industrielles. Auteur : jean-claude humblot.

[20]: automate programmable industrielles. Auteur : william bolton 2eme edition.

I- Les Actionneurs

I1- Moteur de rotation

Les caractéristiques techniques de Moteur de rotation sont représentées dans le (Tableau A.I.1).

Tableau A.I.1: Les caractéristiques techniques de Moteur de rotation.

Caractéristiques	
Fabriquant	ZYEC
Type	TYBZ-220-80M-6 / 3 -
Vitesse	150-4000 h/min
Puissance	0.09-2.2 KW
Tension	15-380V
Fréquence	8-200 Hz
Courant	4.8A
Degré de protection	IP 54

I.2- Moteur d'angle d'oscillation

Les caractéristiques techniques de Moteur d'angle d'oscillation sont représentées dans le (Tableau A.I.2).

Tableau A.I.2 : Les caractéristiques techniques de Moteur d'angle d'oscillation.

Caractéristiques	
Fabriquant	SEW USOCOME
Type	Série F/SF474DT71D8/2/BMG / 3 -
Vitesse	675-2670 tr/min

Puissance	0.06/0.25 KW
Tension	220/380 V Y/ Y
Fréquence	50 Hz
Courant	0.47/0.73 A
Degré de protection	LP 54
Couple	83/104 Nm
Cos ()	0.66/089

I.3- Moteur de pénétration

Les caractéristiques techniques de Moteur de pénétration sont représentées dans le (Tableau A.I.3).

Tableau A.I.3: Les caractéristiques techniques de Moteur de pénétration.

Caractéristiques	
Fabriquant	SEW USOCOME
Type	Série K/DFT71TDS7BMG / 3 -
Vitesse	650 tr/min
Puissance	0.15/81 KW
Tension	220-380V A / Y
Fréquence	50 Hz
Courant	0.72/1.25 A
Degré de protection	PP54

Couple	5Nm
Cos (l)	0.72

I.4- Moteur de l'impression

Les caractéristiques techniques de Moteur de l'impression sont représentées dans le (Tableau A.I.4).

Tableau A.I.4: Les caractéristiques techniques de Moteur de l'impression.

Caractéristiques	
Fabriquant	SEW USOCOME
Type	Série R / 3 ~
Vitesse	56-1440 tr/min
Puissance	0.06/0.12 KW
Tension	220-380V A / Y
Fréquence	50 Hz
Courant	0.95/1.65 A
Cos (l)	0.76
Couple	5Nm

I.5- Vérin

Les caractéristiques techniques de vérin sont représentées dans le (Tableau A.I.5).

Tableau A.I.5 : Les caractéristiques techniques de Vérin.

Caractéristiques

Fabriqueur	FESTO
Type	Double effet (DNC)
P max	175 psi/12 bar
Amortissement	PPV (amortissement pneumatique réglable des deux cotés)
Détection de position	A (avec capteur magnétique)

I.6- Variateur de fréquence

Les caractéristiques techniques de Variateur de fréquence sont représentées dans le (Tableau A.I.6).

Tableau A.I.6 : Les caractéristiques techniques de Variateur de fréquence

Caractéristiques	
Fabriqueur	Siemens
Type	Micromaster 420
Fréquence d'entrée	47-63 Hz
Plage de fréquence de sortie	0-400 Hz
Interface	PROFLBUS
Température de travail	0° à +50°C
Rendement de variateur	97%

II- Les capteurs

II.1- Détecteur magnétique

Les caractéristiques techniques de Détecteur magnétique sont représentées dans le (Tableau A.II.1).

Tableau A.II.1 : Les caractéristiques techniques de Détecteur magnétique.

Caractéristiques	
Fabriquant	FESTO
Alimentation	24 VDC
Température de travail	-40à+85°C

II.2- Fin de course

Les caractéristiques techniques de Fin de course sont représentées dans le (**Tableau A.II.2**)

Tableau A.II.2 : Les caractéristiques techniques de Fin de course.

Caractéristiques	
Fabriquant	OMRON
Type	D4N-2120N/D4N-2162N
Alimentation	240 V AC
Courant	3A
Contact	1NC/1NO
Degrée de protection	IP 67

II.3- Sonde Pt100

Les caractéristiques techniques de la Sonde Pt100 sont représentées dans le (**Tableau A.II.3**)

Tableau A.II.3 : Les caractéristiques techniques de la Sonde P100.

Sonde Pt100
Caractéristiques

Fabriquant	WZP
Type	WZP-230 Pt100 RTD
Plage de mesure	-200 à +450 °C
Signal de sortie	4...20mA

II. 4- Détecteur inductif

Les caractéristiques techniques de Détecteur inductif sont représentées dans le (Tableau A.II.4)

Tableau A.II.4: Les caractéristiques techniques de Détecteur inductif.

Caractéristiques	
Fabriquant	ifm
Alimentation	10...36 VDC
Plage de mesure	0 à 60 mm
courant	100mA
Degré de protection	IP67

II.5- Codeur numérique

Les caractéristiques techniques du codeur numérique sont représentées dans le (Tableau A.II.5).

Tableau A.II.5 : Les caractéristiques techniques de Codeur numérique.

Caractéristiques	
Fabriquant	ACURO
Alimentation	24 VDC
La vitesse max	10000rpm

Communication	PROFIBUS
Température de travail	-40à+85°C

III- Les Preactionneurs

III.1- Distributeur

Les caractéristiques techniques de Distributeur sont représentées dans le (**Tableau A.III.1**).

Tableau A.III.1: Les caractéristiques techniques de Distributeur.

Caractéristiques	
Fabriquant	FESTO
Type	Bistable 5/2
Signal d'entrée	24V DC

IV- Automate S7-300

IV.1- CPU 315-2DP

Les caractéristiques techniques de la CPU 315-2DP sont représentées dans le (**Tableau A.IV.1**).

Tableau A.IV.1: Les caractéristiques techniques de CPU 315-2DP.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6ES7315-2AG10-0AB0
Pack de programmation correspondant	STEP7àpartirdeV5.4
Mémoire de travail	128 Ko non extensible
Mémoire de chargement	Enfichable via micro-carte mémoire

	(max. 8 Mo)
Modules par châssis	8
Interface	PROFLBUS et MPI
Langage de programmation	CONT/LIST/LOG
Tension d'alimentation	24V DC
Puissance dissipée	2.5 W

IV.2- CP 343-1

Les caractéristiques techniques de la CP 343-1 sont représentées dans le (**Tableau A.IV.2**).

Tableau A.IV.2: Les caractéristiques techniques de CP 343-1.

Caractéristiques	
Fabricant	Siemens
Référence	6GK7343-1EX20-0XE0
Nombre de liaisons pour la communication S7 via Industriel Ethernet	respectivement jusqu'à 16 fonctions de contrôle-commande (HMI) _ 16 liaisons S7 configurées unilatéralement 16 liaisons S7 configurées bilatéralement Le nombre effectif dépend du type de CPU utilisé; les valeurs applicables sont indiquées dans /1/.
Interface réseau local - longueur d'enregistrement par unité de protocole- pour l'émission -pour la réception	240 octets/PDU 240 octets / PDU

Temps d'exécution sur la CPU 314-1	par bloc AGSEND, AGRECV : 2,5 ms à 5 ms
---	---

IV.3- SM321-DI32

Les caractéristiques techniques de Le SM321-DI16 sont représentées dans le (**Tableau A.IV.3**)

Tableau A.IV.3 : Les caractéristiques techniques de SM321-DI16.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6ES7321-1BH02-0AA0
Nombre d'entrées	16
Tension d'alimentation	24V DC
Consommation sur bus interne	Max 10mA
Puissance dissipée	3.5 W

IV.4- SM322-DO 16

Les caractéristiques techniques de Le SM321-DI16 sont représentées dans le (**Tableau A.IV.4**)

Tableau A.IV.4: Les caractéristiques techniques de SM322-D016

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6ES7322-1BH01-0AA0
Nombre des sorties	16
Tension d'alimentation	24V DC
Courant de sortie	0.5 A
Consommation sur bus interne	Max 80mA
Puissance dissipée	4.9 W

V- SINAMICS G120

Les caractéristiques techniques de variateur de fréquences SINAMICS G120 sont représentées dans le (Tableau A.V).

Tableau A.V: Les caractéristiques techniques de SINAMICS G120.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Type	SINAMICS G120
Fréquence d'entrée	47-63 Hz
Plage de fréquence de sortie	0-650 Hz
Interface	PROFIBUS/PROFINET
Température de travail	0° à +50°C
Rendement de variateur	86 à 98%
Spécification	Modulaire

1- DI32 x 24 V DC HF

Les caractéristiques techniques de Le DI 32 x 24 V CC HF sont représentées dans le (Tableau C.2).

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6ES7521-1BH00-0AB0
Nombre des entrées	32
Tension d'alimentation	24V DC
Alarme diagnostic et de processus	Oui
Retard à l'entrée	0.05 ms ... 20 ms

Tableau C.2: Les caractéristiques techniques de DI 32 x 24 V CC HF.

2- DO 32 x 24 V DC/0.5A ST

Les caractéristiques techniques de Le DO 32x 24 V DC/0.5A ST sont représentées dans le (Tableau C.3).

Tableau C.3: Les caractéristiques techniques de DO32 x 24 V DC/0.5A ST.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6ES7522-1BH00-0AB0
Type	Transistor
Nombre des sorties	32
Tension d'alimentation	24V DC

Alarme diagnostic	Oui
Courant de sortie	0.5 A

3- PM 70W 120/230 V AC

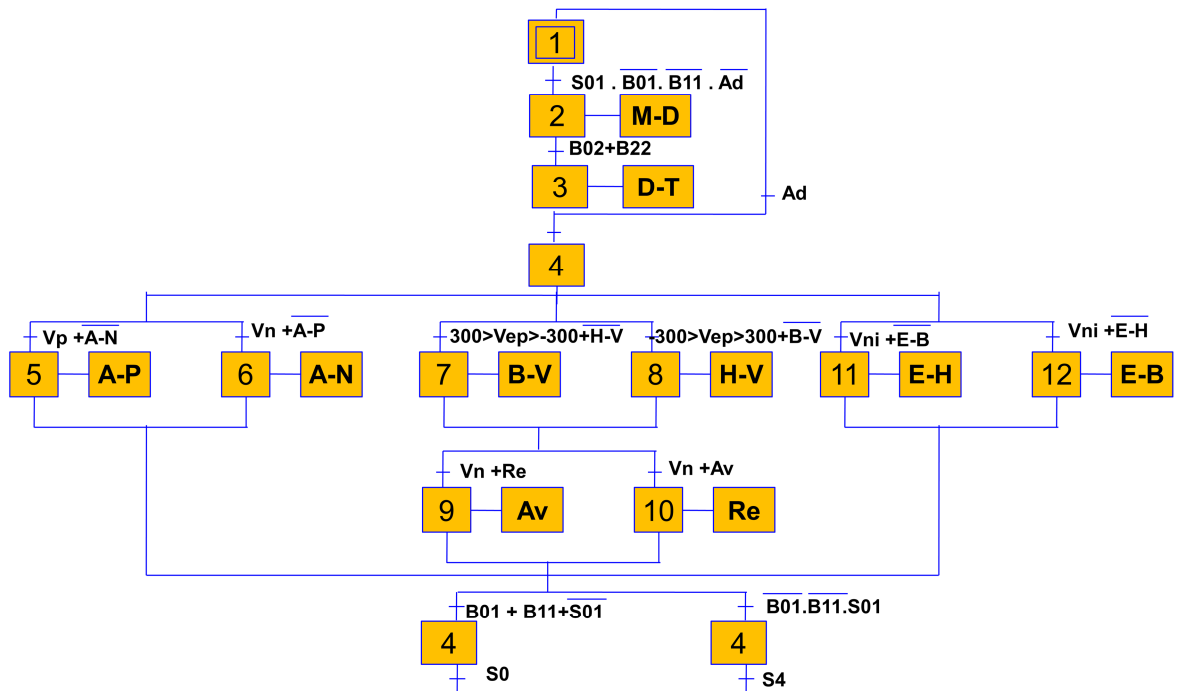
Les caractéristiques techniques du module d'alimentation **PM 70W 120/230V AC** sont représentées dans le (Tableau C.4).

Tableau C.4 : Les caractéristiques techniques du module d'alimentation

PM 70W 120/230V AC.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Référence	6EP1332-4BA00
Tension d'alimentation	120V ou 230V AC (commutation automatique)
Courant d'entrée	<ul style="list-style-type: none"> - Valeur nominale à 120V AC : 1.40A - Valeur nominale à 230V AC : 0.8A
Fréquence	45..65 Hz
Puissance de sortie 24V DC	72W
Courant de sortie	3 A
Degré de protection	LP20

❖ e GRAFCET du mode à distance.



Figure

Avec :

Entrées

Sorties

	Mnémoniques		Mnémoniques
SOI	Commutateur L/D	M-D	Mode à Distance
BOI	Arrêt d'urgence (droit)	D-T	Démarrage Top-roller
Bll	Arrêt d'urgence (gauche)	A-P	Angle Positif
Ad	Arrêt du mode à distance	A-N	Angle Négatif
B02	Acquittement (droit)	B-V	Basse Vitesse
B22	Acquittement (gauche)	H-V	Haut Vitesse
Vpa	Valeur positive de la consigne (angle)	Av	Avancer

Vna	Valeur positive de la consigne (angle)	Re	Reculer
Vpi	Valeur positive de la consigne (impression)	E-H	En Haut
Vni	Valeur négative de la consigne (impression)	E-B	En Bas
Vep	Valeur de pénétration		

1- Station PC

Les caractéristiques techniques de la Station PC sont représentées dans le **Tableau D.1**.

Tableau D.1 : Les caractéristiques techniques de Station PC.

Caractéristiques	
Fabriquant	Siemens
Type	SDVIATICLPC647D
CPU	Core 15
RAM	8 GB
Disque dur	128 GB-SSD
Ecran	19"

2- Commutateur de communication (SWITCH)

Les caractéristiques techniques de commutateur sont représentées dans le **(Tableau D.2)**.

Tableau D.2: Les caractéristiques techniques de commutateur.

Caractéristiques	
Fabriquant	TP-LINK
Type	Fast Ethernet
Nombre de ports	16
Vitesse de transmission	100Mbit/s
Fonction	Auto MDI/MDX
Conception	Plug-and-Play

Résumé

Résumé

Résumé

Face à la complexité de la commande des top-rollers installés au niveau de la deuxième ligne de production de verre plat au sein de l'entreprise MFG il est nécessaire d'avoir plusieurs opérateurs sur le terrain. En effet chaque machine nécessite un superviseur qui doit introduire les paramètres. Afin de faciliter la supervision et la commande de l'ensemble de l'installation tous en optimisant le nombre d'opérateur et en augmentant la sécurité de système, il est nécessaire de regrouper les données et centraliser le pilotage du procédé dans une seule station PC. Le logiciel de supervision Wincc flexible de SIEMENS doit nous permettre de visualiser en temps réel l'ensemble des top-rollers.

Mots clés : Top-roller, S7 -400, Wincc flexible, Station PC

Abstract

Faced with the complexity of the control of the top-rollers installed at the level of the second line of production of flat glass within the company MFG it is necessary to have several operators in the field. Indeed, each machine requires a supervisor who must introduce the parameters of each thickness. In order to facilitate the number of operators and increasing the system safety, it is necessary to consolidate the data and centralize the control of the process in a single PC station. The SIEMENS Wincc Flexible monitoring software must enable us to visualize in real time all top-rollers.

Key words: Top-rolls, S7-400, Wincc Flexible, PC Station