

République Algérienne Démocratique et Populaire
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEEN
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme Master II
en Génie Industriel
Spécialité : Ingénierie de la Production

Conception, programmation, émulation
et supervision d'une variante
du système MPS 500 via logiciels CIROS, WinCC et STEP7

Présenté en visioconférence le Dimanche 29 Novembre 2020

Par :

BENAMEUR Karim
BOUCHAKOUR Kouider

Devant le jury :

Mr. MELIANI Sidi Mohammed	MCA	Président
Mr. HADRI Abdelkader	MAA	Examinateur
Mr. HASSAM Ahmed.	MCB	Encadrant
Mr. MKEDDER Med Amin.	Ingénieur en Recherche et développement	Co-encadrant

Année Universitaire : 2019-2020

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu pour nous avoir donné l'intelligence, la sagesse et la santé durant toutes ces années d'études. Il a placé à nos côtés les personnes adéquates pour nous guider. La réalisation de ce travail n'a été possible sans la contribution de plusieurs personnes.

Nous tenons pour cela à remercier particulièrement :

- Nos chers parents qui nous ont toujours soutenus moralement et financièrement.
- Nos familles et nos amis dont les encouragements étaient pour nous, source de motivation.

Nos sincères remerciements vont également :

Messieurs MKEDDER Med Amin et HASSAM Ahmed, pour la confiance qu'ils nous ont donnée en acceptant de diriger ce travail et pour nous avoir accordé de leur temps et avoir mis à notre disposition leurs compétences et leurs conseils pour une meilleure maîtrise du sujet.

Tous les enseignants du département de génie industriel, qui ont assisté à nos débuts, pour leurs précieux conseils.

Nos collègues de la fin de cycle, qui nous ont donné leurs encouragements toute la durée de réalisation de ce travail.

Dédicaces

- “La **réussite** individuelle et la **réussite** nationale sont inséparables.” ...

Jean-Pierre Chevènement

Je dédie ce mémoire

A mon cher père

Et ma très chère mère

Pour l'éducation et le grand amour dont ils m'ont entouré depuis ma naissance.

Et pour leurs patiences et leurs sacrifices.

A mes chers frères ;

A mes chères sœurs ;

A tous mes proches : mes tantes, mes cousines et toute personne m'aider

Pendant ce travail, mes voisins et toute la famille BENAMEUR.

A tous ceux qui m'aiment ;

A tous mes ami (e) s ;

A tous ceux que j'aime ;

Et une spéciale dédicace à une personne qui a été paternaliste avec nous le défunt MR. BENAÏSSA Hocine notre professeur regretté. Est que vous soyez partie très tôt. Trouvez dans ce modeste travail mes sincères gratitude et reconnaissances.

Que Dieu le tout puissant l'ait dans son vaste paradis !

A tous mes collègues de promo Master II en

Génie industriel (2019/2020)

Table des Matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production	
1. Introduction	3
1.2 Les différentes révolutions industrielles au fil du temps	3
1.2.1 La première révolution industrielle : Production mécanique	4
1.2.2 La deuxième révolution industrielle : Energie électrique et production de masse	5
1.2.3 La troisième révolution industrielle : Production automatisée et robotisé	6
1.2.4 La quatrième révolution industrielle : Industrie 4.0	6
1.3 Systèmes automatisés de production	8
1.3.1 Composantes d'un système automatisé de production	9
1.3.2 Partie Opérative OP	10
1.3.2.1 Capteur	10
1.3.2.2 Pré-actionneur	17
1.3.2.3 Actionneur	18
1.3.3 Partie Commande PC	25
1.3.3.1 Automates Programmables Industriels API	25
1.3.3.2 Architecture des Automates Programmables Industriels API	26
1.4 : Conclusion	29
Chapitre 2 : Variante du système MPS 500 description & composition	
2.1 Introduction	32
2.2 Objectif du travail	32
2.3 Description du système MPS variant	32
2.3.1 Sous station de distribution	32
2.3.1.1 Mode de Fonctionnement du module magasin	33
2.3.1.2 Module Vérin Oscillant	34
2.3.1.3 Module Pupitre	34
2.1.3.4 Table des variables de la sous station de distribution	35
2.3.2 Sous station Testing	36
2.3.2.1 Module Pupitre	37
2.3.2.2 Table des variables de la sous station Testing	38
2.3.3 Sous Station Handling	39
2.3.3.1 Module Pupitre	40
2.3.3.2 Table des variables de la sous station Handling	41
2.3.4 Sous station Livraison	42
2.3.4.1 Module Pupitre	43
2.3.4.2 Table des variables de la sous station Handling	44
2.4 Conclusion	45
Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC	
3.1 Introduction	47
3.2 Programmation STEP 7	47
3.2.1 Insertion d'un nouveau projet	47

3.3	Configuration matérielle	50
3.4	Table des Mnémoniques	51
3.5	Les Résultats sur STEP 7	51
3.5.1	Simulation des sous stations sur PLCsim	51
3.5.1.1	Simulation de la sous station Distribution	51
3.5.1.2	Simulation de la sous station Testing	52
3.5.1.3	Simulation de la sous station handling	53
3.5.1.4	Simulation de la sous station Livraison	54
3.5.2	Résultats sur WinCC	55
3.5.2.1	Editeur de conception sur WinCC	55
3.5.3	Conception de nos sous-stations sur le Win CC	56
3.5.3.1	Conception de la sous-station de distribution	56
3.5.3.2	Conception de la sous- station de Testing sur WinCC	57
3.5.3.3	Conception de la sous station Handling sur WinCC	57
3.5.3.4	Conception de la sous- station Livraison sur WinCC	58
3.6	Conclusion	58
	Conclusion générale	60
	Références	61
	Référence des figures	63

Liste des figures

Figure 1.1 Historique des quatre révolutions industrielles	3
Figure 1.2 Première révolution industrielle - Machine à vapeur	4
Figure 1.3 Deuxième révolution industrielle – Ligne d’assemblage FORD	5
Figure 1.4 Troisième révolution – Robotisation de l’industrie	6
Figure 1.5 Quatrième révolution : Industrie 4.0	8
Figure 1.6 Structure d’un système automatisé de production (SAP)	9
Figure 1.7 Capteurs de proximité inductifs	10
Figure 1.8 Capteurs de proximité magnétiques	11
Figure 1.9 Capteurs de proximité capacitifs	11
Figure 1.10 Capteurs de proximité ultrasoniques	12
Figure 1.11 Capteurs de fin de course	13
Figure 1.12 Capteurs de pression	13
Figure 1.13 Capteurs de température	14
Figure 1.14 Capteurs de photoélectriques	14
Figure 1.15 Capteurs laser	15
Figure 1.16 Capteurs à fibre optique	15
Figure 1.17 Capteurs de couleurs	16
Figure 1.18 Capteurs de niveau	16
Figure 1.19 Contacteur électrique	17
Figure 1.20 Relais électrique	17
Figure 1.21 Distributeurs pneumatiques à tiroirs	18
Figure 1.22 Distributeurs hydrauliques tout ou rien	18
Figure 1.23 Principaux types de moteurs électriques rotatifs	20
Figure 1.24 Moteur électrique synchrone triphasé	20
Figure 1.24 Moteur électrique asynchrone triphasé	21
Figure 1.25 Moteur électrique à courant continu avec balais	22
Figure 1.26 Moteur électrique à courant continu avec balais	23
Figure 1.27 Vérins pneumatiques	24
Figure 1.28 Vérins pneumatiques	25
Figure 1.29 Automate Programmable Industriel Siemens CPU314C-2 PN/DP	26
Figure 1.30 Architecture d’un Automate Programmable Industriel	28
Figure 2.1 Module du Magasin de livraison	33
Figure 2.2 Module du Bras de Transfert	34
Figure 2.3 Module du pupitre de la commande	35
Figure 2.4 Sous Station de Contrôle sans pupitre	37
Figure 2.5 Module du pupitre de la commande	38
Figure 2.6 Sous Station de Manipulation (Handling)	40
Figure 2.7 Module Pupitre de commande	41
Figure 2.8 Station de livraison	43
Figure 2.9 Module Pupitre de commande	44
Figure 3.1 Lancement d’un projet sur le STEP 7	47
Figure 3. 2 Sélection du type de la CPU	48

Figure 3.3 Sélection des blocs	48
Figure 3.4 Affectation du nom au projet	49
Figure 3.5 : Espace de commande du STEP 7	49
Figure 3.6 Configuration matériel dans Rack S7-300	50
Figure 3.7 Table de mnémonique station Distribution	50
Figure 3.8 Simulateur PLCSIM	51
Figure 3.9 Table mnémonique de la sous station Distribution	51
Figure 3.10 Simulation de la sous station Distribution	52
Figure 3.11 Table mnémonique de la station Testing	52
Figure 3.12 Simulation de la station Testing	53
Figure 3.13 Table mnémonique de la sous station Handling	53
Figure 3.14 Simulation de la sous station Handling	54
Figure 3.15 Table mnémonique de la sous station Livraison	54
Figure 3.16 : Simulation de la sous station Livraison	55
Figure 3. 17 Interface Conception du WinCC	55
Figure 3.18 Conception de la sous station Distribution sur WinCC	56
Figure 3.19 : Conception de la sous-station Testing sur WinCC	57
Figure 3.20 Conception de la sous-station handling sur WinCC	57
Figure 3.21 Conception de la sous station Livraison sur WinCC	58

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 Variable de la sous station de distribution	35
Tableau 2.2 Variables pour la Sous Station de contrôle	38
Tableau 2.3 Variables de la sous station Manipulation	41
Tableau 2.4 Variable de la sous station Livraison	44

Introduction générale

L'industrie moderne et avec la quatrième révolution que nous vivons actuellement avec l'utilisation de l'internet, du big data, du cloud, de l'internet des objets, de l'intelligence artificielle de la robotique entre autres technologies, est devenue beaucoup plus complexe et a besoin de technologies modernes pour faire la supervision et l'acquisition des données afin de suivre en temps réel les comportements de ses systèmes.

Les systèmes industriels modernes ont besoin de systèmes de supervision et d'acquisition de données très performant en utilisant des équipements modernes tel que les automates programmables combinées avec des logiciels de programmation et de supervision adéquats pour la configuration, la programmation et la supervision.

Dans notre travail qui se répartit en trois chapitres on va essayer de modéliser, programmer et superviser un système variant du système automatisé MPS de FESTO. On va commencer par un premier chapitre où on va parler en bref de l'histoire de l'industrie, en commençant par la première révolution qui a débuté vers la fin du 18^{ème} siècle jusqu'à la dernière révolution ou génération d'industrie que nous sommes entrain de vivre actuellement et qui a commencé vers les années 2010. Puis on va donner une idée sur les systèmes automatisés de production SAP où on va parler de ces principales composantes comme les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs.

Dans le second chapitre on va décrire d'une manière générale la variante du système MPS de FESTO qu'on va travailler dessus, où on va donner la composition et le fonctionnement de chaque sous-station.

Le dernier chapitre va entamer la partie modélisation, programmation et supervision du système décrit précédemment, où en va utiliser le GRAFCET pour faire la modélisation, le logiciel STEP 7 de Siemens pour la programmation des automates S7-300 et logiciel WinCC de Siemens aussi pour faire la supervision du système.

On va clôturer ce travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre 1

Histoire de l'industrie
&

Systèmes Automatisés de Production

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons parler tout d'abord de l'histoire de l'industrie puis on va présenter les systèmes automatisés de production SAP.

La révolution industrielle était une des plus grandes révolutions de l'histoire humaine. C'était un événement majeur qui s'est produit au 18^{ème} siècle où des changements majeurs dans la production, l'agriculture, le transport et les mines ont eu un grand effet sur les conditions socio-culturelles et socio-économiques sur le monde entier. Cette révolution qui a démarré à partir de la Grande Bretagne et après elle s'est propagée dans toute l'Europe, l'Amérique du Nord puis le monde entier.

1.2 Les différentes révolutions industrielles au fil du temps :

La révolution industrielle a connu jusqu'à aujourd'hui quatre générations d'industrie, la figure 1.1 montre d'une manière résumée l'évolution des différentes révolutions dans le temps et les caractéristiques de chacune d'elle. Dans les paragraphes qui suivent nous allons donner un bref historique de ces quatre révolutions qu'a connu le monde.

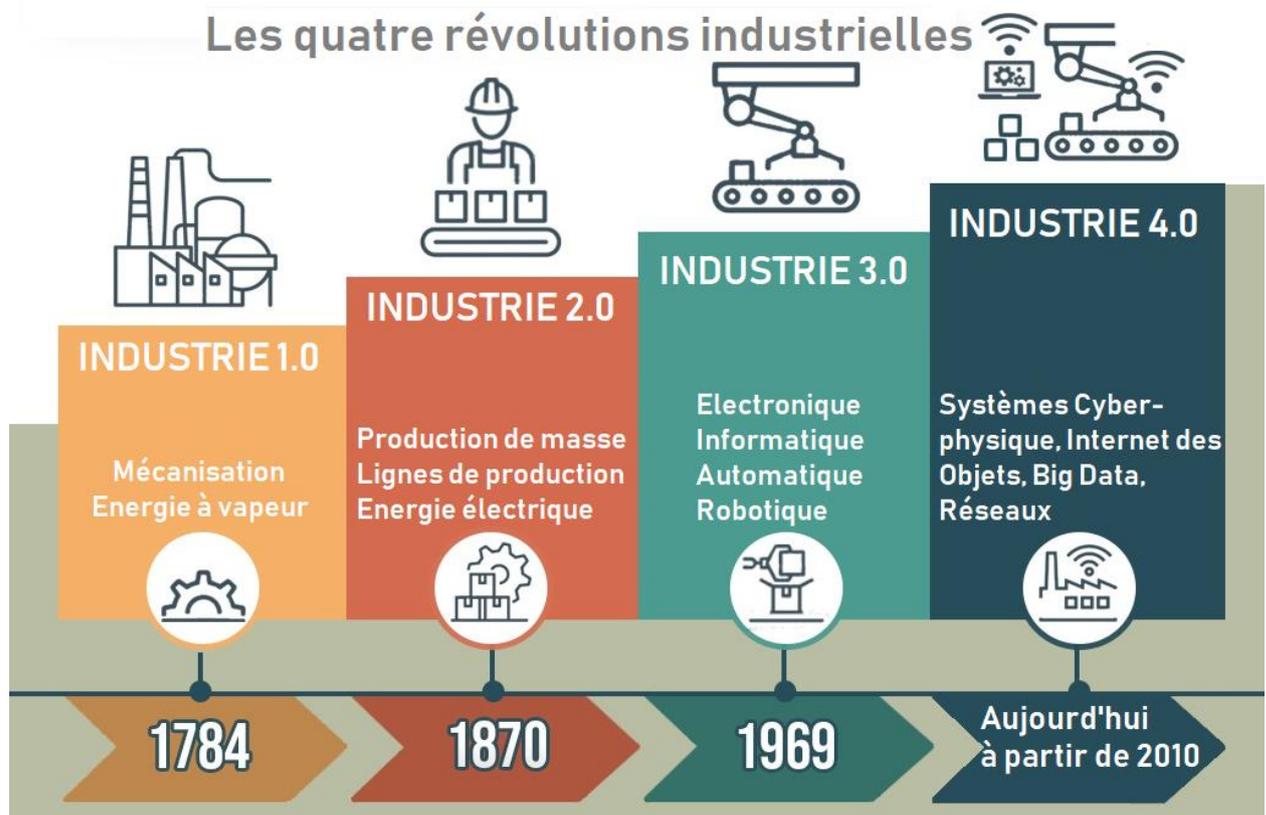


Figure 1.1 Historique des quatre révolutions industrielles [1]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.2.1 La première révolution industrielle : Production mécanique :

La première révolution industrielle débuta en Royaume-Uni au 18^{ème} siècle quand il y a eu une transition du travail manuel vers la production à l'aide des machines. Une révolution technique, caractérisée par plusieurs inventions technologiques révolutionnaires, comme l'énergie à vapeur, s'est produite en Grande-Bretagne. Cette révolution industrielle s'est produite à la même époque, qui a entraîné une large application des machines à l'industrie et des changements spectaculaires dans la société, transformant la société basée sur l'agriculture en une société basée sur l'industrie. Depuis lors, le monde a connu un développement rapide dans tous les domaines.

Le début était avec la mécanisation de l'industrie textile, le développement de techniques de fabrication du fer, l'utilisation accrue du charbon raffiné et l'amélioration des routes et des chemins de fer.

La première révolution industrielle se basait principalement sur une nouvelle source d'énergie qui était la vapeur. L'introduction de la machine à vapeur à augmenter significativement les capacités de fabrication. Le développement des machines en métal dans les deux premières décennies du 19^{ème} siècle a facilité la fabrication de machines de production pour d'autres industries. Les effets se sont partagés à travers l'Amérique du Nord et l'Europe occidentale, affectant éventuellement la plupart des pays. Cette première révolution a donné naissance à la mécanisation de la production suite à la création de la machine à vapeur. [1]

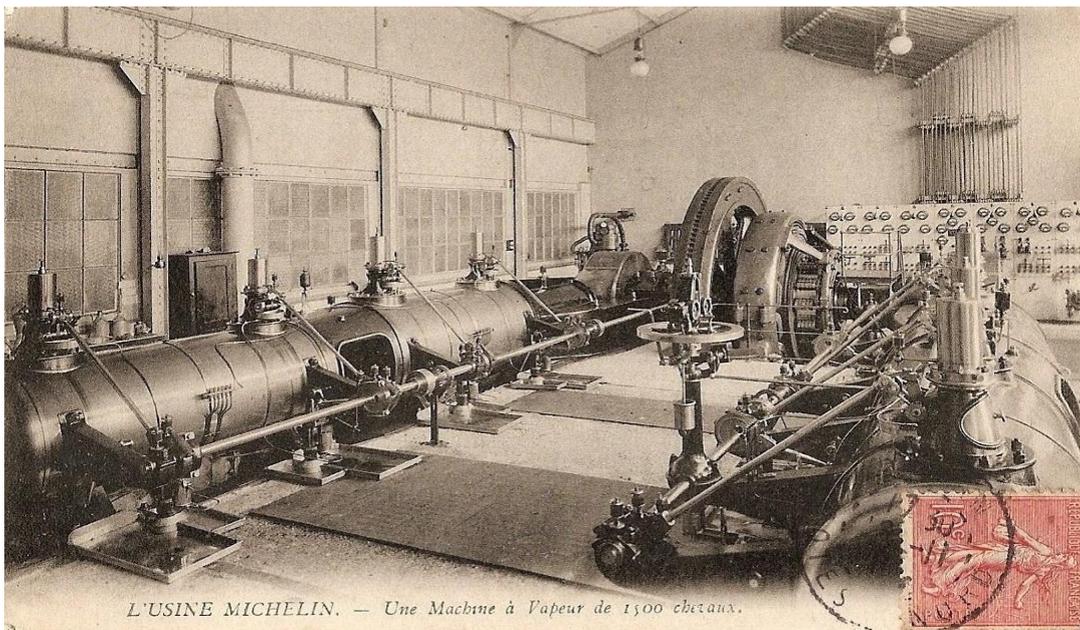


Figure 1.2 Première révolution industrielle - Machine à vapeur. [2]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.2.2 La deuxième révolution industrielle : Energie électrique et production de masse :

La deuxième révolution industrielle a commencé au milieu du XIXe siècle (1850-1970). C'est une période de croissance pour les industries préexistantes et d'expansion de nouvelles industries, comme celles de l'acier, du pétrole et de l'électricité. Le développement de nouvelles technologies a conduit à l'introduction de deux choses qui allaient changer le monde : les transports publics et les avions.

Au cours de cette deuxième révolution industrielle et avec la découverte d'une nouvelle source d'énergie qui est l'électricité, l'industrie a vu l'apparition des premiers générateurs électriques commerciaux efficaces dans les années 1870 ce qui a permis d'améliorer les méthodes de fabrication et de production existantes. Par exemple, l'acier a remplacé le fer dans le secteur du bâtiment. Il était solide et bon marché. Ainsi, il a permis de construire des lignes de chemin de fer à un coût compétitif et de répartir les transports. L'acier a également facilité la construction de navires, de gratte-ciel et de ponts plus grands. Cette révolution a été caractérisée principalement par la production de masse et les lignes de production tout cela grâce à l'énergie électrique. [2]

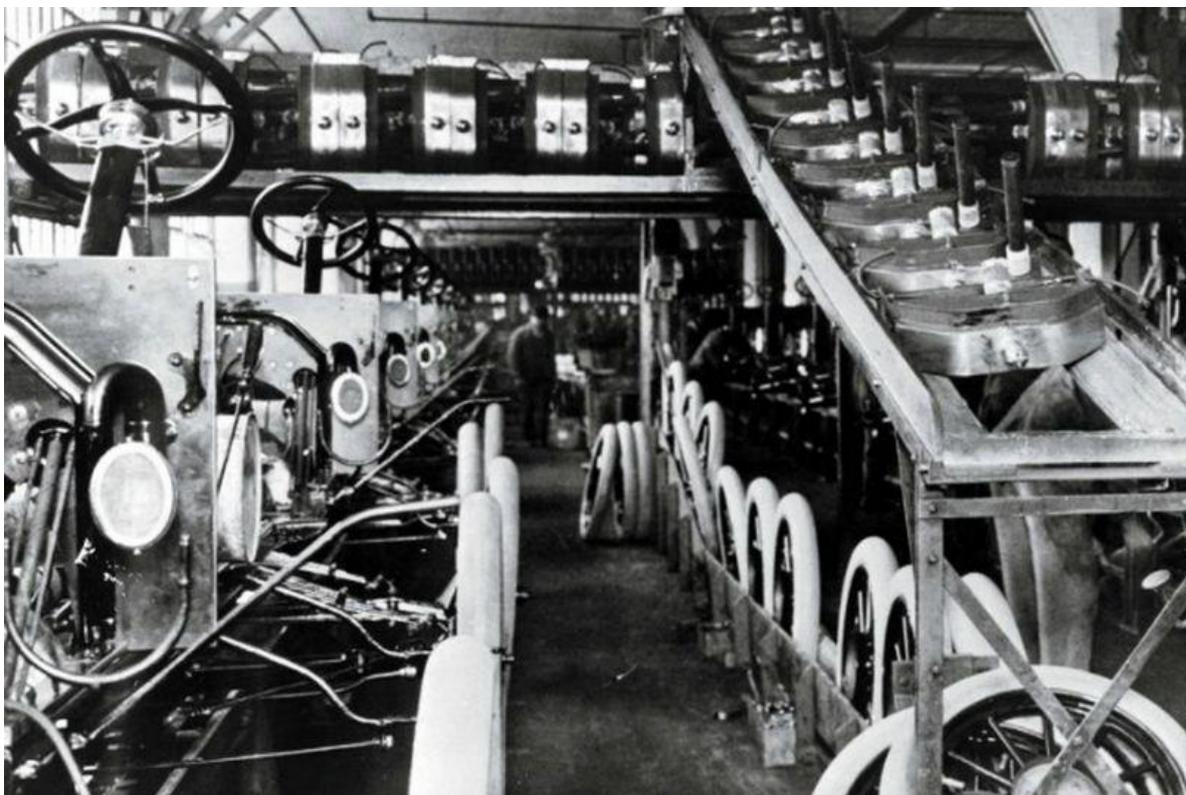


Figure 1.3 Deuxième révolution industrielle – Ligne d'assemblage FORD. [3]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.2.3 La troisième révolution industrielle : Production automatisée et robotisée :

À partir des années 1950, la troisième révolution industrielle a apporté les semi-conducteurs, puis en 1969 avec le développement des microprocesseurs, l'industrie 3.0 a introduit l'informatique centralisée, l'informatique personnelle et l'Internet. Alors les choses qui étaient auparavant analogiques sont passées aux technologies numériques.

Le passage des appareils électroniques et mécaniques analogiques à la technologie numérique omniprésente a considérablement perturbé les industries, en particulier les communications mondiales et l'énergie. L'électronique et les technologies de l'information ont commencé à automatiser et robotiser la production et à mondialiser les chaînes d'approvisionnement.

Avec les grands progrès de l'électronique dans le domaine des semiconducteurs et des microcontrôleurs et des microprocesseurs le but de la troisième révolution était l'automatisation, la robotisation de la production. Dans le monde de l'industrie, deux inventions majeures, les automates programmables industriels (API) et les robots, ont contribué à l'avènement d'une ère d'automatisation de haut niveau. [3]

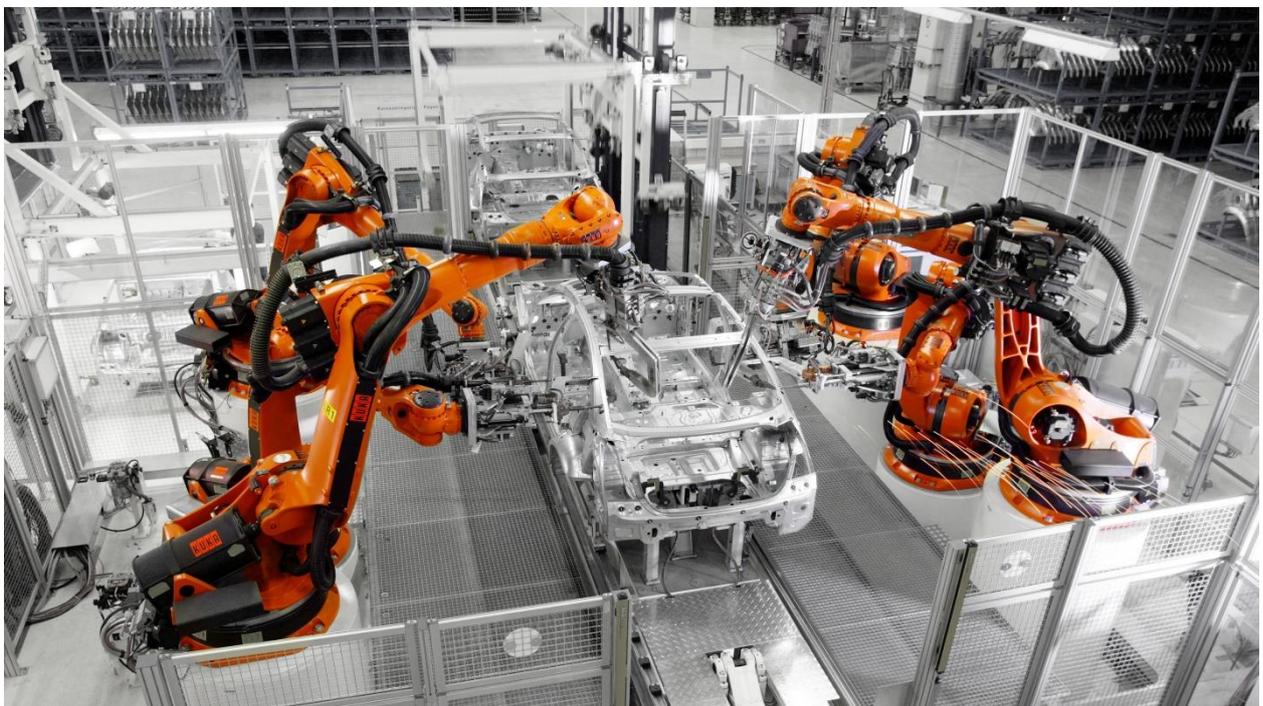


Figure 1.4 Troisième révolution – Robotisation de l'industrie. [4]

1.2.4 La quatrième révolution industrielle : Industrie 4.0 :

Elle a commencé au début de ce siècle et s'appuie sur la révolution numérique qui se caractérise par un internet beaucoup plus omniprésent et mobile, par des capteurs plus petits et

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

plus puissants qui sont devenus moins chers, et par l'intelligence artificielle et l'apprentissage des machines.

Les technologies numériques dont le cœur est constitué de matériel informatique, de logiciels et de réseaux ne sont pas nouvelles, mais en rupture avec la troisième révolution industrielle, elles deviennent plus sophistiquées et intégrées et, par conséquent, transforment les sociétés et l'économie mondiale.

La quatrième révolution industrielle est caractérisée par la fusion des mondes numérique, biologique et physique, ainsi que par l'utilisation croissante de nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle, l'informatique en nuage (Cloud), la robotique, l'impression 3D, l'Internet des objets et les technologies sans fil avancées, entre autres.

Le terme "Industrie 4.0", abrégé en I4.0 ou simplement I4, est né en 2011 d'un projet de la stratégie de haute technologie du gouvernement allemand, qui encourage l'informatisation de la fabrication et de la production. Il a été présenté publiquement la même année à la foire de Hanovre. En octobre 2012, le groupe de travail sur l'Industrie 4.0 a présenté au gouvernement fédéral allemand une série de recommandations pour la mise en œuvre de l'Industrie 4.0. Quatre principes de conception ont été identifiés comme faisant partie intégrante de l'Industrie 4.0.

- **L'interconnexion :** La capacité des machines, des dispositifs, des capteurs et des personnes à se connecter et à communiquer entre eux via l'internet des objets (IoT) ou l'internet des personnes (IoP).
- **La transparence de l'information :** La transparence offerte par la technologie de l'industrie 4.0 permet aux opérateurs de disposer d'informations complètes pour prendre des décisions en connaissance de cause. L'interconnectivité permet aux opérateurs de collecter d'immenses quantités de données et d'informations à tous les points du processus de fabrication, d'identifier les domaines clés qui peuvent bénéficier d'améliorations pour accroître les fonctionnalités.
- **L'assistance technique :** La facilité technologique des systèmes d'aide à la prise de décision et à la résolution de problèmes, et la capacité d'aider les humains à accomplir des tâches difficiles ou dangereuses.
- **Les décisions décentralisées :** La capacité des systèmes cyber-physiques à prendre des décisions de manière autonome et à accomplir leurs tâches de la manière la plus

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

autonome possible. Les tâches ne sont déléguées à un niveau supérieur qu'en cas d'exceptions, d'interférences ou d'objectifs contradictoires.

La quatrième révolution industrielle comporte de nombreux éléments, voici quelques technologies numériques qui y contribuent :

Les appareils mobiles, les plates-formes de l'Internet des objets (Internet of Things), les technologies de détection de la localisation, Les interfaces homme-machine avancées, l'impression 3D, les capteurs intelligents, les big data et analyses, l'interaction avec les clients à plusieurs niveaux et profilage des clients, la réalité augmentée et virtuelle entre autres.

L'industrie 4.0 va donc mettre en réseau un large éventail de nouvelles technologies pour créer de la valeur. En utilisant des systèmes cyber-physiques qui surveillent les processus physiques, il est possible de concevoir une copie virtuelle du monde physique. Les caractéristiques des systèmes cyber-physiques comprennent la capacité à prendre des décisions décentralisées de manière indépendante, atteignant ainsi un degré très élevé d'autonomie. [4]



Figure 1.5 Quatrième révolution : Industrie 4.0 [5]

1.3 Systèmes automatisés de production :

Un système automatisé de production (SAP) est un système interconnecté de stations de

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

traitement des matériaux capable de traiter automatiquement et simultanément une grande variété de types de pièces sous contrôle informatique.

Le système n'est pas seulement interconnecté par un système de transport de matériaux, mais aussi par un réseau de communication permettant d'intégrer tous les aspects de la fabrication. Un tel système fait preuve de flexibilité dans l'acheminement des pièces, le traitement des pièces, la manipulation des pièces et le changement des outils. Idéalement, aucun humain n'est nécessaire pour gérer ce type de systèmes, sauf pour effectuer des fonctions auxiliaires telles que les activités de réparation et d'entretien. Les systèmes automatiques modernes sont des systèmes intégrés, fonctionnant sous contrôle informatique. En outre, un système de fabrication automatisé présente un degré élevé d'automatisation, un degré élevé d'intégration et un degré élevé de flexibilité.

Un système de fabrication automatisé peut comprendre plusieurs technologies habilitantes telles que : la conception assistée par ordinateur (CAO), la planification des processus assistée par ordinateur (PPAO), la fabrication assistée par ordinateur (FAO), l'assemblage flexible et la fabrication flexible, les essais assistés par ordinateur (TAO), la planification et le contrôle de la production, les technologies des processus, la robotique et la manutention automatisée des matériaux.

1.3.1 Composantes d'un système automatisé de production :

Un système de production automatisé SAP comporte trois parties principales qui sont la partie opérative PO appelée aussi la partie puissance, elle est responsable du traitement et du transfert de la matière ou des pièces pour créer le produit final, on peut la considérer comme la partie physique du système. La seconde partie c'est la partie commande PC ou la partie traitement d'informations du système on peut la considérer comme le cerveau du système de production, car c'est cette partie qui traite les données et donne les ordres pour que le système puisse fonctionner. La dernière partie appelée partie pupitre PP est actuellement devenue partie intégrante de la partie commande, mais on la considère comme partie à part dans un grand nombre de système de production ancien, elle assure le dialogue entre l'opérateur et la partie commande.

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

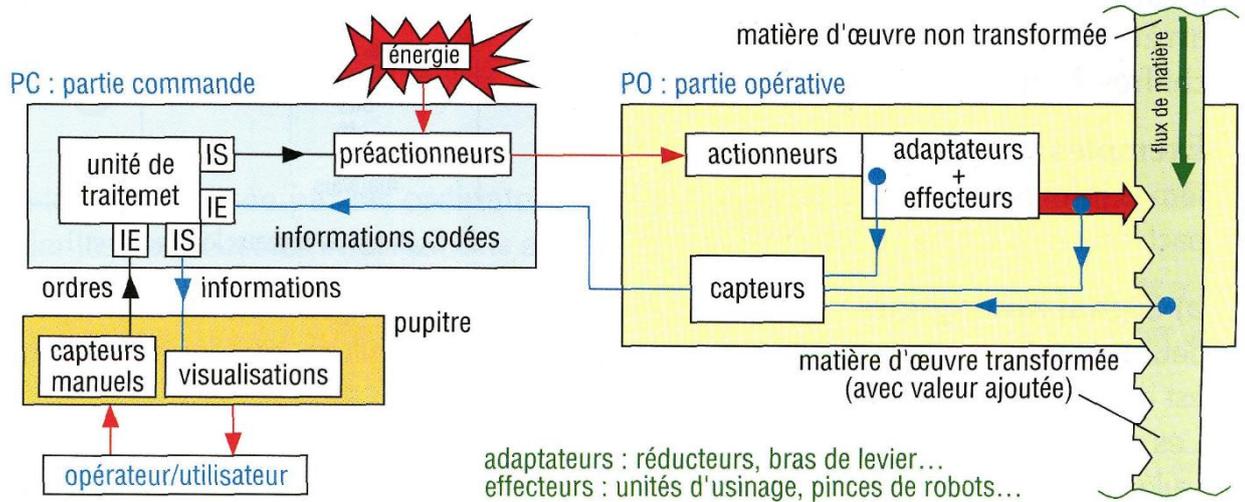


Figure 1.6 Structure d'un système automatisé de production (SAP) [6]

1.3.2 Partie Opérative OP :

C'est la partie qui va opérer la matière première ou les pièces afin de créer des produits finis ou semi-finis, cette partie comporte généralement trois types d'équipements qui sont :

1.3.2.1 Capteur :

Les capteurs jouent des rôles essentiels dans l'automatisation des machines. Ils fournissent des informations sur les produits pendant la fabrication, des mises à jour sur l'état de l'équipement pour aider à guider la maintenance et prévenir les temps d'arrêt. Ils fournissent également un retour d'information sur le mouvement des moteurs afin d'assurer un positionnement précis. Plusieurs types de capteurs ont été développés pour répondre à différentes applications et environnements.

Parmi les capteurs disponibles, on peut citer les capteurs de position linéaire pour détecter la position et la vitesse, les capteurs pour détecter la proximité, la pression, la température, le niveau, le débit, le courant et la tension, les interrupteurs de fin de course entre autres. Dotés de sorties discrètes ou analogiques, les capteurs sont essentiels à l'automatisation de toute machine ou de tout processus. Dans ce qui suit, nous passons en revue quelques-uns des plus courants. [5]

a. Capteur de proximité inductif :

Les capteurs de proximité détectent la présence d'objets métalliques à courte distance (jusqu'à 40 mm en général). Les métaux ferreux permettent d'atteindre les plus grandes

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

distances du capteur, d'autres métaux peuvent réduire la portée de détection. Des capteurs fiables et peu coûteux sont disponibles dans une large gamme de formes et de tailles pour un grand nombre d'applications. [6]



Figure 1.7 Capteurs de proximité inductifs [7]

b. Capteur de proximité magnétique :

Les capteurs de proximité magnétiques sont utilisés pour la détection d'objets sans contact au-delà des limites normales des capteurs inductifs. Utilisés avec un aimant amortisseur séparé, ils offrent de très longues portées de détection dans un petit boîtier et peuvent détecter des aimants à travers des parois en métal non ferreux, en acier inoxydable, en plastique ou en bois. [7]



Figure 1.8 Capteurs de proximité magnétiques [8]

c. Capteur de proximité capacitif :

Les capteurs capacitifs détectent les objets métalliques et non métalliques, et peuvent

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

détecter à travers des matériaux isolants tels que le bois ou le plastique. Ils sont souvent utilisés pour détecter les niveaux de remplissage de liquides, de granulés et de poudres à travers les parois des conteneurs. Les capteurs capacitifs sont disponibles en forme cylindrique ou rectangulaire, avec des distances de détection allant jusqu'à 40 mm. [8]



Figure 1.9 Capteurs de proximité capacitifs [9]

d. Capteur de proximité ultrasonique :

Les capteurs de proximité à ultrasons émettent une impulsion sonore et mesurent le temps écoulé de l'écho provenant d'un objet. Ils détectent la plupart des matériaux (métal, bois, plastique, verre, liquide, etc.) et ne sont pas affectés par la couleur, la transparence, la brillance ou les conditions d'éclairage. Les modèles sont disponibles avec des sorties discrètes (détection d'objet) ou analogiques (détection de distance), dans des distances de détection allant jusqu'à 8000mm. [9]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production



Figure 1.10 Capteurs de proximité ultrasoniques [10]

e. Capteur de fin de course :

Les capteurs de fin de course sont l'un des dispositifs de détection de présence les plus courants utilisés dans les contrôles industriels. Activés lorsqu'un objet entre en contact physique avec l'actionneur, ils fournissent un signal électrique ou pneumatique. Le type du capteur de fin de course est choisi en fonction des facteurs environnementaux et de l'espace disponible. [10]



Figure 1.11 Capteurs de fin de course [11]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

f. Capteur de pression :

Les capteurs de pression surveillent la pression relative du système dans de nombreuses applications de processus ainsi que dans les domaines de l'hydraulique et du pneumatique. Les pressostats fournissent des signaux simples déclenchés par un point de consigne, tandis que les transmetteurs de pression fournissent des lectures analogiques absolues ou différentielles sur de larges plages de mesure. [11]



Figure 1.12 Capteurs de pression [12]

g. Capteur de température :

Il y a une variété de capteurs de température industriels, de commutateurs de température, de capteurs à thermocouple, de sondes à thermocouple, de sondes à résistance, de sondes à résistance, de transmetteurs de température analogiques et de sondes thermométriques qui fournissent un retour d'information précis et fiable dans une variété d'applications de contrôle et de surveillance de la température. [12]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production



Figure 1.13 Capteurs de température [13]

h. Capteur photoélectrique :

Les capteurs photoélectriques détectent la présence ou la distance des objets dans un large éventail d'applications industrielles. Ils contiennent généralement tous les éléments optiques et électroniques nécessaires dans une seule unité, ne nécessitant qu'une alimentation pour fournir une sortie basée sur leurs spécifications et les critères de détection des objets. Les capteurs photoélectriques peuvent détecter une grande variété de matériaux et ont des portées de détection étendues. [13]



Figure 1.14 Capteurs de photoélectriques [14]

i. Capteur laser :

Les capteurs laser utilisent une lumière laser hautement focalisée pour détecter des objets

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

ou mesurer des distances, et peuvent renvoyer une valeur mesurée indépendamment de la lumière ambiante, ou du matériau, de la couleur ou de la luminosité de l'objet. Les capteurs laser sont disponibles en version diffuse, à suppression d'arrière-plan et rétro réfléchissante pour la détection d'objets, ou avec des technologies CMOS ou de temps de transit pour la mesure précise de distances. [14]



Figure 1.15 Capteurs laser [15]

j. Capteur à fibre optique :

Les capteurs à fibre optique fournissent un ensemble électronique et optique monté à distance avec des extensions en fibre optique à la zone de détection, parfait pour les endroits extrêmement étroits. Des câbles à fibres optiques en verre et en plastique sont également disponibles, avec des distances de détection allant jusqu'à 1800 mm. [15]



Figure 1.16 Capteurs à fibre optique [16]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

k. Capteur de couleur :

Les capteurs de couleur sont utilisés pour la détection d'objets colorés, le contrôle qualité et la précision d'impression. Utilisant généralement une source de lumière blanche pour évaluer la couleur dans l'espace colorimétrique ROYGBV (la séquence de teintes (couleurs) communément décrite comme constituant un arc-en-ciel : rouge, orange, jaune, vert, bleu et violet.), des modèles sont disponibles pour la détection simultanée de 3 ou 12 couleurs, avec des optiques à lentille unique ou des extensions de câble à fibre optique pour un montage flexible, et une variété de distances de détection. [16]



Figure 1.17 Capteurs de couleurs [17]

l. Capteur de niveau :

Les capteurs de niveau surveillent le niveau des liquides, des granulés, des poudres et d'autres produits similaires dans les réservoirs et les systèmes de traitement. Ils comprennent des capteurs à contact, sans contact et submersibles, ainsi que des détecteurs de niveau à flotteur et de proximité. Il existe des capteurs et des contrôleurs de liquide qui ajoutent la possibilité de contrôler des alarmes, des pompes, des vannes et d'autres équipements industriels. [17]



Figure 1.18 Capteurs de niveau [18]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.3.2.2 Pré-actionneur :

Les systèmes automatisés industriels ont tous les automates programmables industriels API comme partie commande. Malheureusement les automates programmables qui traitent de l'information, sous forme d'énergie de faible niveau sont généralement incapables de distribuer directement l'énergie nécessaire aux actionneurs. Pour cela on a besoin des pré-actionneurs qui s'occupent de la distribution d'énergie forte adaptée aux actionneurs en fonction de la commande (énergie faible) venant de l'A.P.I. Ainsi le rôle du pré-actionneur est la distribution de l'énergie à l'actionneur. Il existe principalement trois types de pré-actionneur, les pré-actionneurs électrique, pneumatique et hydraulique. Chaque type de pré-actionneur sera utilisé selon le type de l'énergie utilisée par les actionneurs du système automatisé. Donc on va utiliser des pré-actionneur électrique pour distribuer de l'énergie pour des actionneurs électrique, des pré-actionneurs pneumatique pour des actionneurs pneumatique et des pré-actionneurs hydraulique pour des actionneurs hydraulique.

a. Pré-actionneur électrique :

Un pré-actionneur électrique est un dispositif qui gère l'énergie électrique fournie à un actionneur électrique. Ils distribuent, sur ordre de la partie commande (Automate Programmable Industriel API), l'énergie de puissance aux actionneurs électrique, ce sont des dispositifs intermédiaires pour commander les actionneurs électriques. Parmi les pré-actionneurs électriques on peut citer les relais et les contacteurs.



Figure 1.19 Contacteur électrique [19]

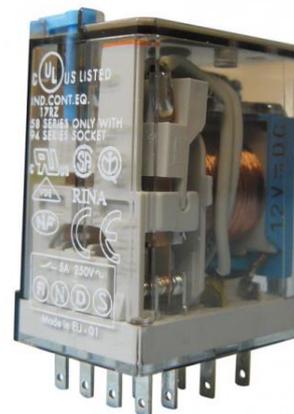


Figure 1.20 Relais électrique [20]

b. Pré-actionneur pneumatique :

Les pré-actionneur pneumatiques ou distributeurs pneumatiques permettent de contrôler et de commuter la pression vers les actionneurs pneumatiques comme les vérins pneumatiques.

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

Ils sont Généralement constitués d'un tiroir coulissant dans un corps, il met en communication selon plusieurs associations des orifices (connectables ou non). Le tiroir du distributeur peut être actionné de plusieurs façon soit par un levier, une bobine, un piston, ou un ressort de rappel (pour ceux disposant d'une position neutre ou stable).



Figure 1.21 Distributeurs pneumatiques à tiroirs [21]

c. Pré-actionneur hydraulique :

Les pré-actionneurs hydrauliques ou distributeurs hydrauliques permettent de contrôler et de commuter les fluides vers les actionneurs hydrauliques comme les vérins hydrauliques. Ils fonctionnent de la même manière que les distributeurs pneumatiques sauf qu'ils distribuent une énergie hydraulique au lieu d'une énergie pneumatique.



Figure 1.22 Distributeurs hydrauliques tout ou rien [22]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.3.2.3 Actionneur :

Les actionneurs sont des dispositifs mécaniques ou électromécaniques qui permettent des mouvements ou des positionnements contrôlés et parfois limités et qui sont actionnés électriquement, manuellement ou par divers fluides tels que l'air, l'hydraulique. Les deux mouvements de base des actionneurs sont le mouvement linéaire et le mouvement rotatif.

Les actionneurs linéaires convertissent l'énergie en mouvements linéaires, généralement pour des applications de positionnement, et ont généralement une fonction de poussée et de traction. Certains actionneurs linéaires ne sont pas motorisés et sont actionnés manuellement à l'aide d'un bouton rotatif ou d'un volant.

Les actionneurs rotatifs convertissent l'énergie pour fournir un mouvement rotatif. Une utilisation typique est la commande de diverses vannes telles que les vannes à bille ou les vannes papillon. Chaque type d'actionneur a des versions pour différentes configurations de puissance et existe en plusieurs styles et tailles selon l'application. [18]

On peut classer les actionneurs selon le type d'énergie utilisée. Généralement on distingue trois types d'actionneurs : les actionneurs électriques, les actionneurs pneumatiques et les actionneurs hydrauliques.

a. Actionneur électrique :

Un actionneur électrique est un dispositif mécanique utilisé pour convertir l'électricité en énergie cinétique en un mouvement linéaire ou rotatif. Ex : Un actionneur électrique est donc tout simplement un moteur électrique. La plus grande majorité des moteurs électriques fonctionnent grâce à l'interaction du champ magnétique du moteur avec le courant électrique se trouvant dans un enroulement de fil, afin de générer une force sous forme de couple appliqué sur l'arbre du moteur. Les moteurs électriques peuvent être alimentés soit par une source de courant continu (CC), comme les batteries, ou par une source de courant alternatif (CA), comme un réseau électrique, des onduleurs ou des générateurs électriques.

Il existe plusieurs types de moteurs électriques, on peut les diviser en deux grandes familles, les moteurs électriques à courant continu et les moteurs électriques à courant alternatif.

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

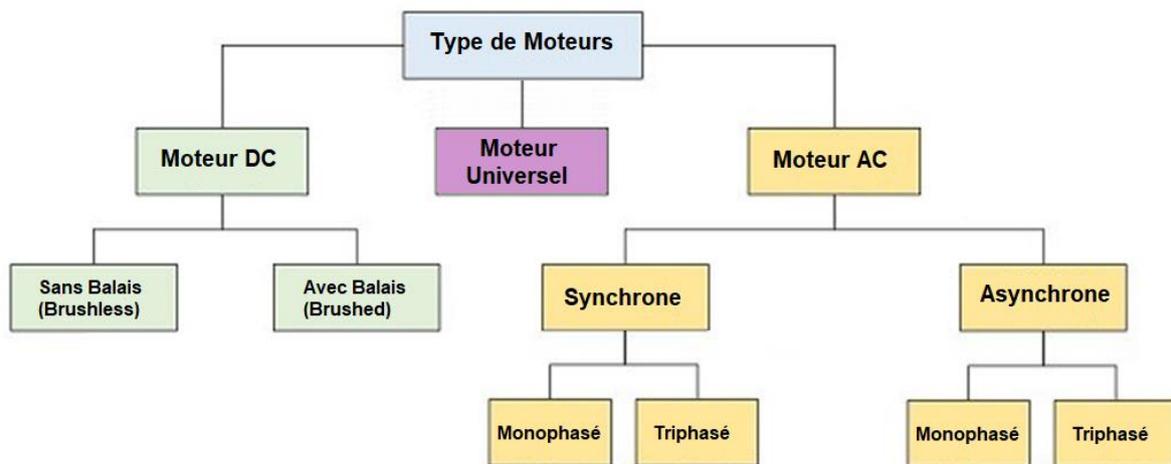


Figure 1.23 Principaux types de moteurs électriques rotatifs.

A. Moteurs à courant alternatif AC :

Les moteurs à courant alternatif AC sont des moteurs très utilisés dans l'industrie par rapport aux moteurs à continu DC.

Moteurs synchrones : Ils regroupent toutes les machines dont la vitesse de rotation de l'arbre de sortie est égale à la vitesse de rotation du champ tournant. La majorité des moteurs électriques synchrones sont des moteurs triphasés.



Figure 1.24 Moteur électrique synchrone triphasé. [23]

- **Moteurs asynchrones :** Ce sont les moteurs alternatifs plus répandus. Ils sont aussi connus sous le nom de moteur à induction. Les moteurs asynchrones sont des moteurs à courant alternatif sans connexion entre le stator et le rotor. Dans ce type de moteurs, la

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

vitesse avec laquelle tournent ces moteurs n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui la traversent d'où provient le terme moteur asynchrone, ils sont alimentés par un courant alternatif triphasé. Aujourd'hui les moteurs asynchrones sont les moteurs électriques le plus utilisé car ils ont la particularité d'être robustes et simples et leurs gammes de puissance peuvent aller de quelques centaines de watts à plusieurs milliers de kilowatts, c'est le genre de moteur qu'on trouve généralement dans les machines-outils. [19]



Figure 1.24 Moteur électrique asynchrone triphasé. [24]

B. Moteurs à courant continu DC :

Un moteur à courant continu DC est une machine électrique qui transforme l'énergie électrique sous forme de courant continu en énergie mécanique par le biais d'interactions électromagnétiques. L'avantage du moteur à courant continu est de pouvoir facilement régler la vitesse de rotation de celui-ci. Il existe deux types de ce moteur, les moteurs à courant continu avec balais et les moteurs à courant continu sans balais.

- **Moteur à courant continu avec balais :**

Un moteur électrique à courant continu avec balais est un moteur électrique à commutation interne conçu pour fonctionner à partir d'une source de courant continu. Les moteurs à balais ont été la première application commerciale importante de l'énergie électrique pour l'entraînement de l'énergie mécanique, et les systèmes de distribution de courant continu ont été utilisés pendant plus de 100 ans pour faire fonctionner les moteurs dans les bâtiments commerciaux et industriels.

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

La vitesse des moteurs à courant continu avec balais peut être modifiée en changeant la tension de fonctionnement ou l'intensité du champ magnétique. En fonction des connexions du champ à l'alimentation électrique, les caractéristiques de vitesse et de couple d'un moteur à balais peuvent être modifiées pour fournir une vitesse constante ou inversement proportionnelle à la charge mécanique. Les moteurs à balais continuent d'être utilisés pour la propulsion électrique, les grues, les machines à papier et les laminoirs d'acier entre autres. Comme les balais s'usent et doivent être remplacés, les moteurs à courant continu sans balais utilisant des dispositifs électroniques de puissance ont remplacé les moteurs à balais dans de nombreuses applications. [20]



Figure 1.25 Moteur électrique à courant continu avec balais. [25]

- **Moteur à courant continu sans balais :**

Les moteurs électriques à courant continu sans balais, également connus sous le nom de moteur à commutation électronique et de moteurs synchrones à courant continu, sont des moteurs synchrones alimentés par un courant continu DC via un onduleur ou une alimentation à découpage qui produit de l'électricité sous forme de courant alternatif AC pour entraîner chaque phase du moteur via un contrôleur en boucle fermée. Le contrôleur fournit des impulsions de courant aux enroulements du moteur qui contrôlent la vitesse et le couple du moteur. Ce système de contrôle remplace le collecteur balais utilisé dans de nombreux moteurs électriques classiques.

Les avantages d'un moteur sans balais par rapport aux moteurs à balais sont un rapport puissance/poids élevé, une vitesse élevée, un contrôle électronique et une maintenance réduite. Les moteurs sans balais trouvent des applications dans des domaines tels que les périphériques d'ordinateur (lecteurs de disque, imprimantes), les outils électriques portatifs et les véhicules, allant des modèles réduits d'avions aux automobiles. Dans les machines à laver modernes, les moteurs à courant continu sans balais ont permis de remplacer les courroies en caoutchouc et les

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

boîtes de vitesses par une conception à entraînement direct. [21]



Figure 1.26 Moteur électrique à courant continu avec balais. [25]

b. Actionneur pneumatique :

Un actionneur pneumatique est principalement constitué d'un piston ou d'une membrane qui développe la force motrice. Il maintient l'air dans la partie supérieure du cylindre, ce qui permet à la pression de l'air de forcer le diaphragme ou le piston à déplacer la tige de la vanne ou à faire tourner l'élément de commande de la vanne. Un actionneur de vanne de commande pneumatique convertit l'énergie (généralement sous forme d'air comprimé) en mouvement mécanique.

Généralement, un ou plusieurs orifices permettent de faire entrer ou sortir l'air. Cet air est comprimé dans le but de créer des mouvements linéaires ou rotatifs dans un sens comme dans l'autre. Les actionneurs pneumatiques sont généralement représentés par des vérins pneumatiques. Ces éléments sont constitués principalement d'une partie fixe (le corps du vérin) et d'une partie mobile (piston et tige de sortie). [22]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production



Figure 1.27 Vérins pneumatiques. [26]

c. Actionneur hydraulique :

Les actionneurs hydrauliques sont généralement appelés cylindres hydrauliques qui tirent leur puissance d'un fluide hydraulique sous pression, qui est généralement de l'huile. Le cylindre hydraulique est constitué d'un corps de cylindre dans lequel un piston relié à une tige de piston se déplace d'avant en arrière. Le cylindre est fermé à une extrémité par le fond du cylindre (aussi appelé le bouchon) et à l'autre extrémité par la culasse (aussi appelée le presse-étoupe) où la tige de piston sort du cylindre. Le piston est muni de bagues coulissantes et de joints d'étanchéité. Le piston divise l'intérieur du cylindre en deux chambres, la chambre du fond (extrémité du bouchon) et la chambre latérale de la tige de piston (extrémité de la tige/extrémité de la tête). [23]



Figure 1.28 Vérins pneumatiques. [27]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.3.3 Partie Commande PC :

La partie commande d'un système automatisé de production SAP est la partie responsable du traitement des informations qui circulent dans le système automatisé, c'est elle qui reçoit les informations provenant des capteurs du système et qui donne les ordres aux pré-actionneurs qui à leur tour fournissent l'énergie nécessaire aux actionneurs pour exécuter les tâches prévues par la partie commande.

La partie commande est composée principalement d'automates programmables industriels API qui représente le cerveau des systèmes automatisés de production SAP, dans ce qui suit nous allons présenter les différentes composantes d'un automate programmable industriel API.

1.3.3.1 Automates Programmables Industriels API :

Un Automate Programmable Industriel API est un ordinateur numérique industriel qui a été durci et adapté pour le contrôle et la commande des processus de fabrication, tels que les chaînes d'assemblage, les dispositifs robotiques, ou toute activité qui nécessite une grande fiabilité, une facilité de programmation et un diagnostic des défauts du processus. On peut donc le considérer comme un ordinateur dédié spécialement à l'industrie.

Les automates programmables peuvent aller de petits dispositifs modulaires avec des dizaines d'entrées et de sorties (E/S), dans un boîtier intégré au processeur, à de grands dispositifs modulaires montés en rack avec un nombre de milliers d'E/S, et qui sont souvent mis en réseau avec d'autres automates programmables et systèmes SCADA.

Ils peuvent être conçus pour de nombreuses configurations d'E/S numériques et analogiques, des plages de température étendues, une immunité aux bruits électriques et une résistance aux vibrations et aux chocs. Les programmes destinés à contrôler le fonctionnement des machines sont généralement stockés dans une mémoire non volatile ou sauvegardée par batterie. Les automates programmables ont d'abord été développés dans l'industrie automobile pour fournir des contrôleurs flexibles, robustes et facilement programmables afin de remplacer les systèmes logiques à relais câblés. Depuis lors, ils ont été largement adoptés comme contrôleurs d'automatisation de haute fiabilité adaptés à tous les systèmes de production automatisés modernes. Les automates programmables sont très utilisés pour les systèmes temps réel, car les résultats de sortie doivent être donnés des réponses à des

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

conditions d'entrée dans un temps très faibles de l'ordre de quelques millisecondes. [24]

Un Automate programmable est un contrôleur industriel à base de microprocesseur avec une mémoire programmable utilisée pour stocker des instructions de programme et diverses fonctions.



Figure 1.29 Automate Programmable Industriel Siemens CPU314C-2 PN/DP [28]

1.3.3.2 Architecture des Automates Programmables Industriels API :

L'architecture d'un API fait référence à la spécification de conception des différents composants matériels et logiciels de l'automate programmable et à la manière dont ils interagissent les uns avec les autres pour former le système API global. L'architecture d'un automate programmable est basée sur les mêmes principes que ceux utilisés dans l'architecture des ordinateurs standard. Toutefois, l'architecture d'un API diffère un peu, car sa conception est basée sur une grande fiabilité, une immunité à l'environnement industriel difficile, une facilité de maintenance et un accès à de grandes quantités d'entrées et de sorties périphériques.

Le cœur d'un API est l'unité centrale de traitement (CPU). Elle est composée d'une unité de contrôle et d'un processeur. L'unité de commande de l'UC gère l'interaction entre les différents composants matériels de l'API tandis que le processeur de l'UC s'occupe de l'ensemble des opérations arithmétiques et logiques et de l'exécution des programmes. Le flux

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

de données va des interfaces d'entrée vers les interfaces de sorties en passant par le processeur de l'unité centrale. Le processeur échange également des données avec le programme et la mémoire centrale où les données sont stockées. Une fois que toutes les données sont rassemblées, le programme va les traiter de manière cyclique. Les données résultantes sont transmises à l'interface de sortie (Voir figure 1.30).

Les automates programmables sont reliés entre eux et avec des ordinateurs via des interfaces de communication. Ces interfaces de communications dépendent du type de l'automates programmables, on peut citer comme réseaux de communication d'API les réseaux Profibus, Profinet, CAN, CanOpen, AS-i, MPI,...etc.

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

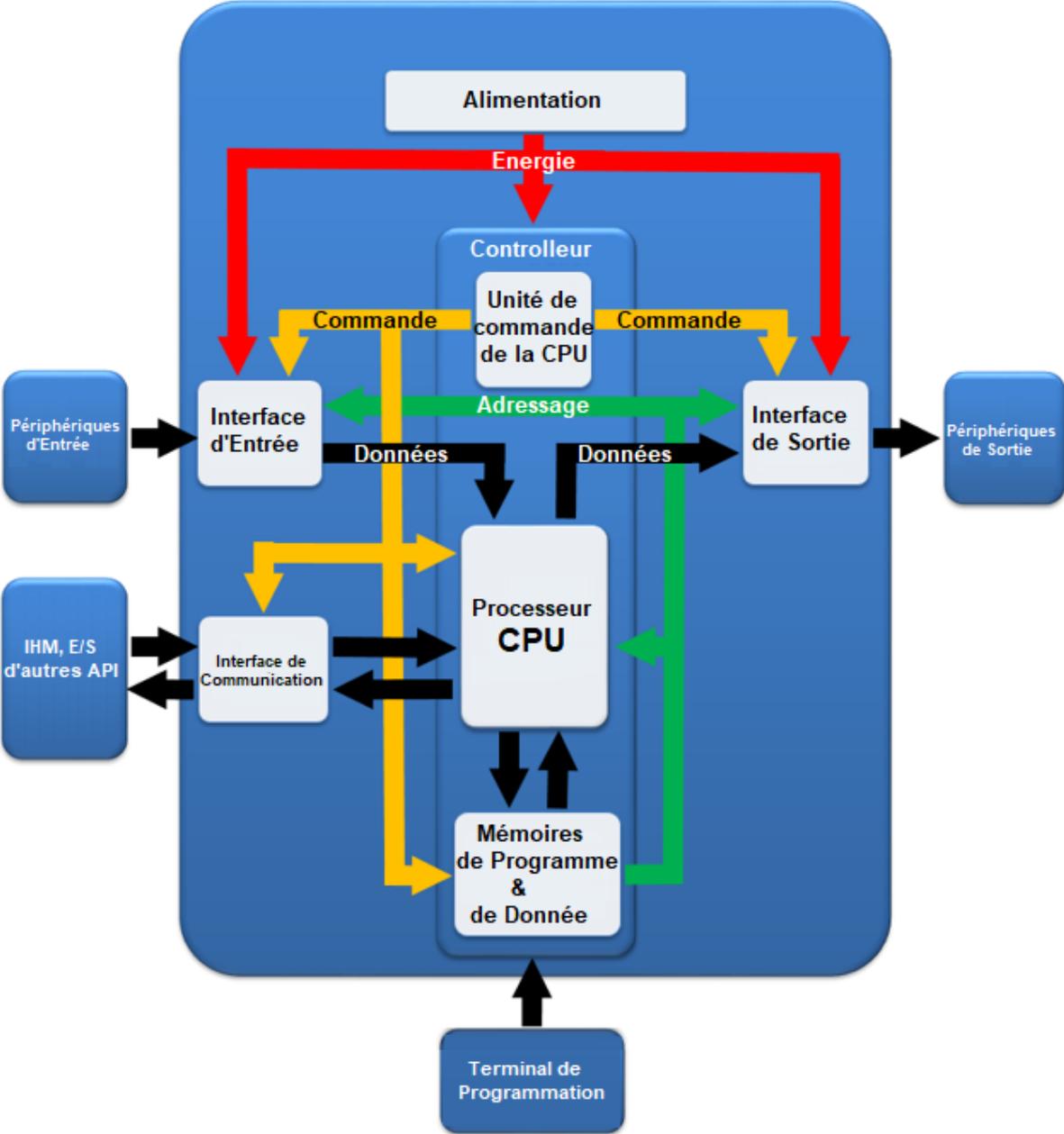


Figure 1.30 Architecture d'un Automate Programmable Industriel [29]

Chapitre 1 : Histoire de l'industrie & Systèmes Automatisés de Production

1.4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons parlé dans sa première partie de l'histoire de l'industrie, de la première révolution industrielle jusqu'à la quatrième que nous vivons actuellement en passant par la deuxième et la troisième. Chaque révolution a ses propres caractéristiques et techniques, la première avec la mécanisation et l'utilisation de l'énergie à vapeur, la seconde avec la production de masse et en ligne en utilisant l'énergie électrique, la troisième avec l'ère de l'électronique et de l'informatique l'industrie est devenue automatisé puis robotisé et de nos jours la quatrième révolution industrielle avec toutes ces nouvelles technologies tel que l'internet des objets les systèmes cyber-physiques, l'internet des objets, le cloud, le big data entre autres.

La seconde partie de ce chapitre était consacrée aux systèmes automatisés de production, où nous avons parlés des différentes composantes de ces systèmes. On a tout d'abord parlé de la partie opérative et de ses parties qui sont les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs, en suite on a présenté la partie commande où on a parlé principalement des automates programmables industriels et de leurs architectures globales.

Chapitre 2

Variante du système MPS 500 description & composition

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

2.1 Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter le système **MPS_FMS** variant (Modular Production System-flexible manufacturing system) et faire sa description détaillée afin de les exploiter dans le chapitre du travail.

2.2 Objectif du travail :

Notre objectif dans ce travail c'est d'aller dans un premier temps de concevoir un système automatisé via le logiciel CIROS en utilisant la bibliothèque des stations MPS de FESTO. Le système contient : Une sous station de distribution associée à une sous-station de Testing et une sous-station de Handling associée à une sous-station de Livraison. Après la conception du système nous devons modéliser et programmer le fonctionnement du système via le logiciel de programmation STEP7. La dernière phase est le développement d'un système de supervision grâce à l'outil WinCC de Siemens.

2.3 Description du système MPS variant :

Le système MPS variant contient quatre sous stations dans le but de gérer et produire selon l'organisation du flux de la production.

Ce système actuellement n'existe pas au niveau du laboratoire nous avons que les sous stations. Et à l'aide de ces sous stations nous allons construire ce système nous-même. Les sous stations qui forment ce dernier est les suivants :

- ❖ La sous station de Distribution.
- ❖ La sous station Testing.
- ❖ La sous station Handling.
- ❖ La sous station Livraison.

Chaque sous station contient un ensemble des capteurs et des actionneurs selon ses fonctions par exemple : capteurs capacitifs, inductifs, optiques, électromécanique, électromagnétique (fin de course). Comme nous pouvons trouver des actionneurs (électrique et pneumatique) et pré-actionneur (moteur électrique et pneumatique), effecteurs qui exécutent l'information qui vient de l'ordre de l'api.

Chaque sous station est doté par un automate de type siemens de la CPU 314C 2PN/DP ainsi des moyens de communication Profibus, Ethernet, MPI, SysLink, AS-i, etc...

2.3.1 Sous station de distribution : [25]

Cette sous station contient trois modules importants pendant le traitement qui sont :

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

- ✓ Le module magasin où nous pouvons emmagasiner la matière première (pièces) et qui fait l'éjection des pièces disposé ouvert vers le haut à travers un vérin d'éjection.
- ✓ Le module de transfère qui est responsable sur le transporte des pièces d'un point à un autre. Elle est considérée une sous station responsable sur la matière première.
- ✓ Le pupitre qui fait la commande de la sous station via trois boutons (start, reste, stop) et une lampe témoin et une clé mode auto/manuel.

2.3.1.1 Mode de Fonctionnement du module magasin : [25]

Ce module s'articule sur les étapes suivantes :

- ✓ Il faut mettre les pièces à usiner insérées côté ouvert vers le haut afin qu'elle arrange le module suivant pendant l'aspiration, la détection des pièces se fait via un capteur optique à barrage en bas du magasin.
- ✓ il faut exploiter le magasin max sachant qu'il peut supporter jusqu'à 8 pièces dans un ordre quelconque au sien de son tube.
- ✓ Un vérin à double effet éjecte la pièce à usiner du bas du magasin jusqu'en butée mécanique ce dernier est commandé par fin de cours dans les deux extrémités. (La vitesse de sortie et de rentrée du vérin d'éjection peut être réglée progressivement à l'aide de limiteurs de débit unidirectionnels.).
- ✓ Une fois la pièce est en d'hors du magasin donc cette position sert de point de transfert à l'étape suivante (vérin Oscillant).

Pour plus éclairci le fonctionnement de ce module nous avons choisi une image de ce dernier.

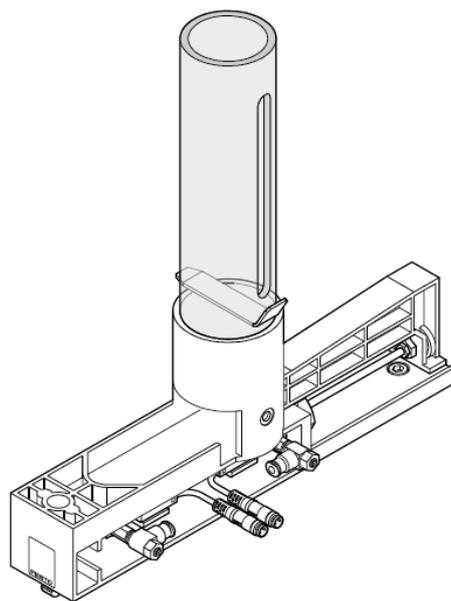


Figure 2.1 Module du Magasin de livraison. [30]

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

2.3.1.2 Module Vérin Oscillant : [25]

Le module de transfert est un manipulateur pneumatique est exploité avec une ventouse qui nous permet d'aspirer et d'éjecter les Pièces à traiter qui fonctionne sur les étapes suivantes :

- ✓ Les pièces à usiner sont aspirées par une ventouse une est mets dans la sortie du magasin.
- ✓ Les pièces à usiner sont déplacées par un vérin oscillant avec une angle de rotation peut être réglé de manière variable entre 0° et 180° à l'aide de butées de fin de course mécaniques (La détection de fin de course s'effectue par des capteurs électriques de fin de course électromécaniques).

Pour plus éclairci le fonctionnement de ce module nous avons choisi une image de ce dernier.

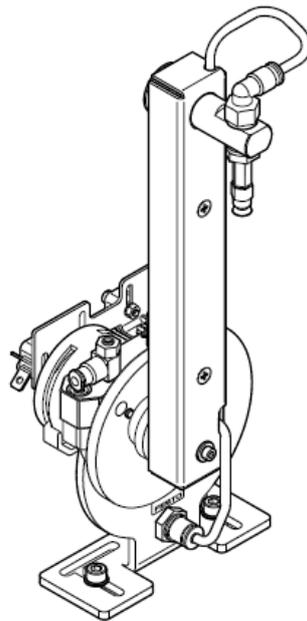


Figure 2.2 Module du Bras de Transfert. [30]

2.3.1.3 Module Pupitre : [25]

Ce panneau fonctionne selon l'ordre suivant :

- ✓ Initialisation par le bouton gris.
- ✓ Mise en marche par le bouton vert.
- ✓ En cas où on veut arrêter le système on utilise le Bouton rouge stop.
- ✓ La clé utilisée pour mode auto/manuel.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

Les deux premier boutons gris et vert respectivement sont largement suffisant afin de lancer le cycle.

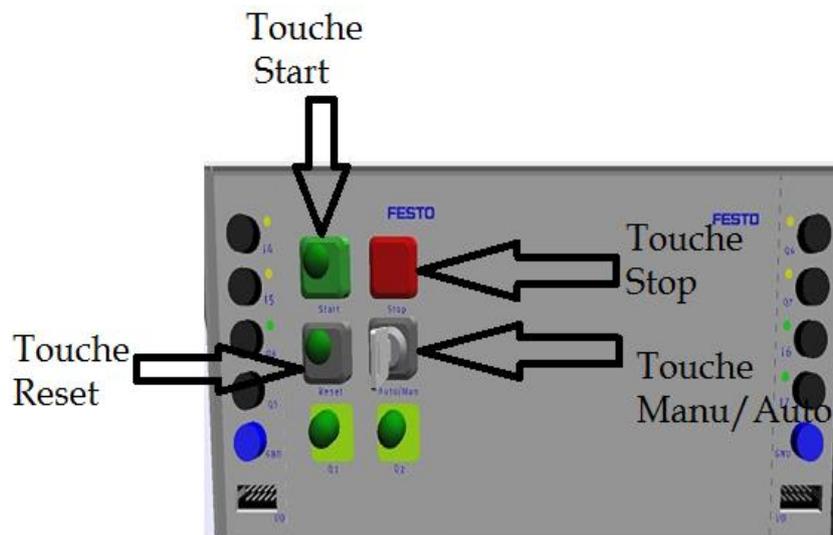


Figure 2.3 Module du pupitre de la commande.

2.3.1.4 Table des variables de la sous station de distribution :

Cette tabulation des variables va nous permettre de faire une connaissance de tous les capteurs et les actionneurs dans cette sous station qu'ils représentent les variables de cette sous station ainsi elle nous donne les différentes adresses affectées aux variables avec leurs déclaration. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) : $E_{n,m}$ Ou bien $I_{n,m}$

Tableau 2.1 Variable de la sous station de distribution.

Variable	Désignation	Adresse Simulation	Adresse Physique	Commentaire
Module du Transfert				
2B1	Capteur pneumatique	E0.3	E124.3	Pièce à usiner aspirée (vide présent)
3B1	Capteur électromécanique	E0.4	E124.4	Vireur rotatif en position 1 Magasin
3B2	Capteur électromécanique	E0.5	E124.5	Vireur rotatif en position 2 en aval
2M1	Actionneur	A0.1	A124.1	Vide activé
2M2	Actionneur	A0.2	A124.2	Impulsion d'éjection en marche
3M1	Actionneur	A0.3	A124.3	Vireur rotatif vers la position 1 vers le Magasin
3M2		A0.4	A124.4	Vireur rotatif vers la position 2 en aval
Magasin de livraison + Pupitre de commande				

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

1B2	Capteur électromagnétique	E0.1	E124.2	Vérin d'éjection sorti
1B1	Capteur électromagnétique	E0.2	E124.1	Vérin d'éjection rentré
B4	Capteur optique à barrage	E0.6	E124.6	Magasin vide
S1	Capteur électromécanique	E1.0	E125.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	E125.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.2	E125.2	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	E1.3	E125.3	Touche mise en référence/RESET
1M1	Actionneur	A0.0	A124.0	Vérin d'éjection de la pièce à usiner
P1	Actionneur	A1.0	A125.0	Voyant START allumé
P2	Actionneur	A1.1	A125.1	Voyant position de repos (Reset)
P3	Actionneur	A1.2	A125.2	Voyants (Indique que le magasin est vide)
Em_Sto p	Capteur électromécanique	E 1.5	E125.5	Bolton d'urgence du déverrouillage
IP_FI	Capteur optique à barrage	E 0.7	E124.7	Station en aval est libre

2.3.2 Sous station Testing : [26]

Cette sous station de contrôle détermine les caractéristiques des pièces à usiner posées. Cette détermination se fait selon des étapes importantes pendant le traitement qui sont :

- ✓ Le module de détection effectue l'identification de la couleur de la pièce à usiner.
- ✓ Un capteur capacitif identifie chaque pièce à usiner indépendamment de sa couleur.
- ✓ Un détecteur à réflexion détecte les pièces à usiner métalliques et les pièces à usiner rouges. Les pièces à usiner noires ne sont pas reconnues.
- ✓ Une barrière à réflexion surveille si la zone de travail située au-dessus du réceptacle (Lieu qui reçoit des choses venues de divers endroits) est libre avant que la pièce à usiner ne soit soulevée par le module de levage.
- ✓ Le capteur analogique du module de mesure détermine la hauteur de la pièce à usiner.
- ✓ Le signal de sortie est soit numérisé par une carte de comparaison avec des valeurs seuils réglables soit transmis par un système de traitement des signaux analogiques B5 au moyen du bloc de connexion d'un API.
- ✓ Un vérin linéaire achemine les pièces conformes vers la station en aval en empruntant la glissière à coussin d'air supérieure.
- ✓ Les autres pièces qui ne respectent pas les normes du test seront affecté à la glissière inférieure.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

Voici cette figure qui représente de la station de Testing sans pupitre.

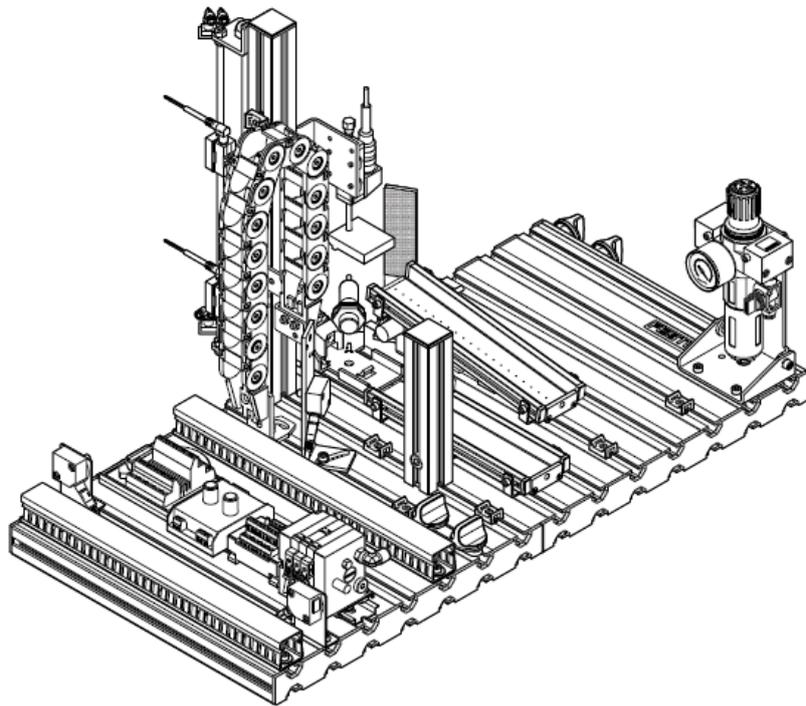


Figure 2.4 Sous Station de Contrôle sans pupitre. [31]

2.3.2.1 Module Pupitre : [26]

Ce panneau fonctionne selon l'ordre suivant :

- ✓ Initialisation par le bouton gris.
- ✓ Mise en marche par le bouton vert.
- ✓ En cas où on veut arrêter le système on utilise le Bouton rouge stop.
- ✓ La clé utilisée pour mode auto/manuel.

Les deux premier boutons gris et vert respectivement sont largement suffisant afin de lancer le cycle.

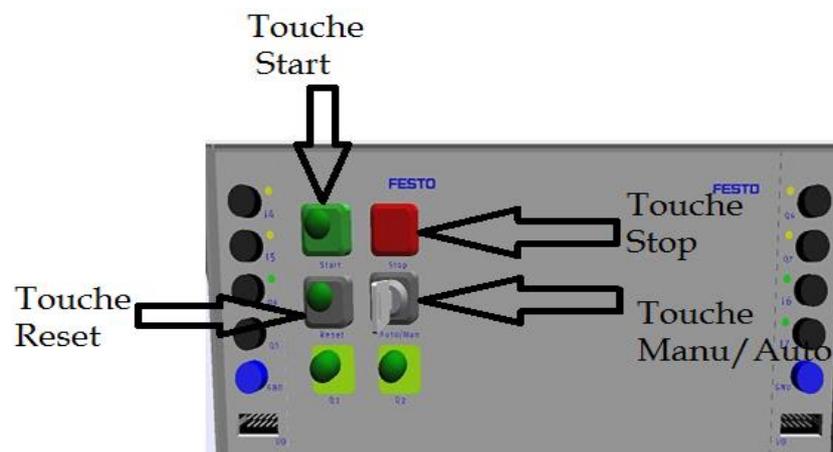


Figure 2.5 Module du pupitre de la commande.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

2.3.2.2 Table des variables de la sous station Testing :

Cette tabulation des variables va nous permettre de faire une connaissance de tous les capteurs et les actionneurs dans cette sous station qu'ils représentent les variables de cette sous station ainsi elle nous donne les différentes adresses affectées aux variables avec leurs déclaration. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) : $E_{n,m}$ Ou bien $I_{n,m}$

Tableau 2.2 Variables pour la Sous Station de contrôle.

Variable	Désignation	Adressage Simulation	Adressage Physique	Utilité
Sous Station de Contrôle + Pupitre				
Part_AV	Capteur Capacitif	E0.0	E124.0	Pièce présente
B2	Capteur Optique de proximité	E0.1	E124.1	Pièce à usiner autre que noire
B4	Capteur optique à réflexe	E0.2	E124.2	Barrière lumineuse de sécurité
B5	Capteur potentiométrique	E0.3	E124.3	Hauteur de pièce à usiner correcte
1B1	Capteur électromagnétique	E0.4	E124.4	Vérin de levage en haut
1B2	Capteur électromagnétique	E0.5	E124.5	Vérin de levage en bas
2B1	Capteur électromagnétique	E0.6	E124.6	Vérin d'éjection rentré
IP_FI	Capteur Optique de proximité	E0.7	E124.7	Station en aval libre
S1	Capteur électromécanique	E1.0	E125.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	E125.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.3	E125.3	Touche mise en référence/RESET
S_Auto	Capteur électromécanique	E1.2	E125.2	Automatic/manuel
Em_Stop	Capteur électromécanique	E1.5	E125.5	Coupure d'urgence déverrouillée
1M1	Actionneur	A0.0	A124.0	Vérin de levage vers le bas
1M2	Actionneur	A0.1	A124.1	Vérin de levage vers le haut
2M1	Actionneur	A0.2	A124.2	Vérin d'éjection vers l'avant
3M1	Actionneur	A0.3	A124.3	Glissière à coussin d'air activée
IP_N_FO	Actionneur	A0.7		Station occupée
P3	Actionneur	A1.3	A125.3	Voyant matériau allumé
P1	Actionneur	A1.0	A125.0	Voyant START allumé
P2	Actionneur	A1.1	A125.1	Voyant position de repos (Reset)

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

2.3.3 Sous Station Handling : [27]

Cette sous station joue le rôle intermédiaire entre les sous stations qui fait le transport des pièces à l'aide d'un reboot cartésien qui se translate selon deux axes **XX'** & **YY'** cette translation se fait soit entre les stations ou bien le rejet des pièces dans les glissières de la sou station, la procédure suit les étapes suivantes :

- ✓ Les pièces à usiner insérées sont détectées dans le réceptacle par une barrière photo-électrique.
- ✓ Le manipulateur y prélève les pièces à usiner à l'aide d'une pince pneumatique.
- ✓ Un capteur optique équipe la pince.
- ✓ Le capteur distingue les pièces « noires » et les pièces « autres que noires ».
- ✓ Les critères de tri peuvent être définis en cas de combinaison de la station avec d'autres stations.
- ✓ Les pièces à usiner sont alors acheminées, en fonction de critères de couleurs, vers des glissières distinctes.

Voici cette figure qui représente de la station de Handling sans pupitre.

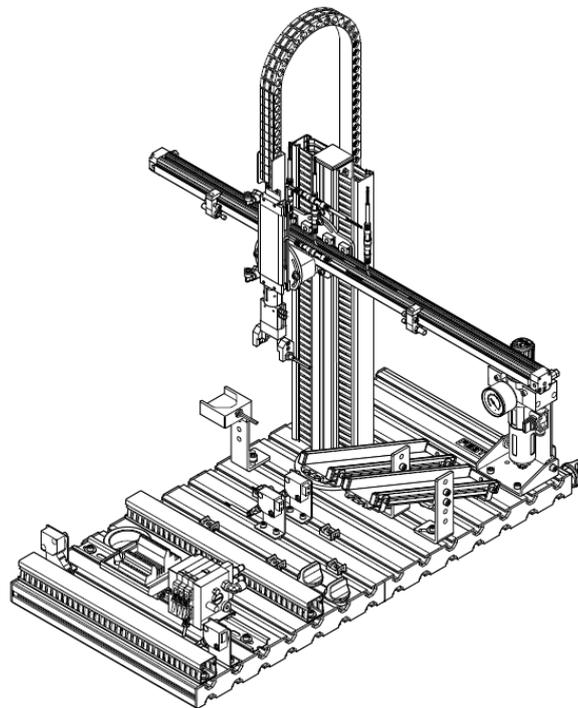


Figure 2.6 Sous Station de Manipulation (Handling). [32]

2.3.3.1 Module Pupitre : [27]

Ce panneau fonctionne selon l'ordre suivant :

- ✓ Initialisation par le bouton gris.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

- ✓ Mise en marche par le bouton vert.
- ✓ En cas où on veut arrêter le système on utilise le Bouton rouge stop.
- ✓ La clé utilisée pour mode auto/manuel.

Les deux premiers boutons gris et vert respectivement sont largement suffisants afin de lancer le cycle.

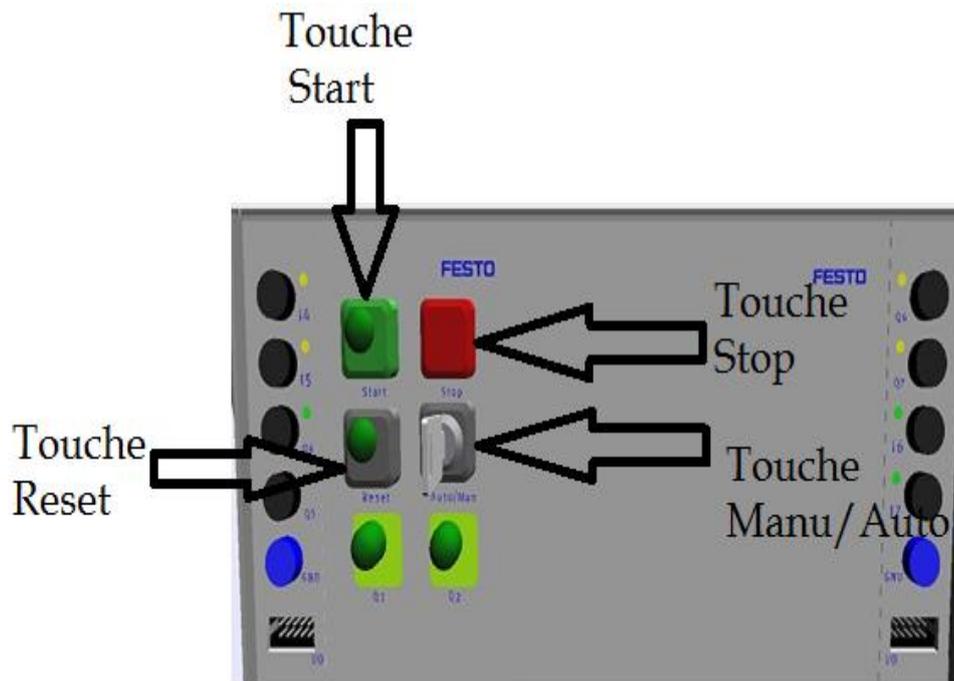


Figure 2.7 Module Pupitre de commande.

2.3.3.2 Table des variables de la sous station Handling :

Cette tabulation des variables va nous permettre de faire une connaissance de tous les capteurs et les actionneurs dans cette sous station qu'ils représentent les variables de cette sous station ainsi elle nous donne les différentes adresses affectées aux variables avec leurs déclaration. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) : $E_{n,m}$ Ou bien $I_{n,m}$

Tableau 2.3 Variables de la sous station Manipulation.

Variable	Désignation	Adressage Simulation	Adressage Physique	Utilité
Sous Station de Manipulation Handling				
Part_AV	Capteur optique de proximité	E0.0	E124.0	Pièce présente
1B1	Capteur électromagnétique	E0.1	E124.1	Manipulation à la station en amont
1B2	Capteur électromagnétique	E0.2	E124.2	Manipulation à la station aval

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

1B3	Capteur électromagnétique	E0.3	E124.3	Manipulation à la position de tri
2B1	Capteur électromagnétique	E0.4	E124.4	Pince sortie
2B2	Capteur électromagnétique	E0.5	E124.5	Pince rentrée
3B1	Capteur Optique de proximité	E0.6	E124.6	La pièce à usiner n'est pas noire.
IP_FI	Capteur Optique de proximité	E0.7	E124.7	Station en aval libre
S1	Capteur électromécanique	E1.0	E125.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	E125.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.2	E125.2	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	E1.3	E125.3	Touche mise en référence/RESET
Em_Stop	Capteur électromécanique	E1.5	E125.5	COUPURE D'URGENCE déverrouillée
1M1	Actionneur	A0.0	A124.0	Manipulation vers la station en amont
1M2	Actionneur	A0.1	A124.1	Manipulation vers la station en aval
2M1	Actionneur	A0.2	A124.2	Sortir la pince
3M1	Actionneur	A0.3	A124.3	Ouvrir pince.
P_N_FO	Actionneur	A0.7	A124.7	Station occupée
P1	Actionneur	A1.0	A125.0	Voyant START allumé
P2	Actionneur	A1.1	A125.1	Voyant position de repos (Reset)
P3	Actionneur	A1.2	A125.2	Voyants (affectation individuelle, voir plus bas)

2.3.4 Sous station Livraison : [28]

Cette station procède au tri de pièces à usiner sur 3 glissières.

- ✓ Les pièces à usiner insérées en début de convoyeur sont détectées à l'aide d'un détecteur à réflexion.
- ✓ Des capteurs installés en aval du barrage détectent les propriétés de la pièce (noire, rouge, métallique).
- ✓ Le tri des pièces à usiner et leur acheminement aux glissières respectives est assuré par des déviations manœuvrées par des vérins à faible course via un mécanisme d'inversion.
- ✓ Une barrière à réflexion surveille le niveau de charge des glissières.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

Voici cette figure qui représente un module du Trie sans pupitre et glissières.

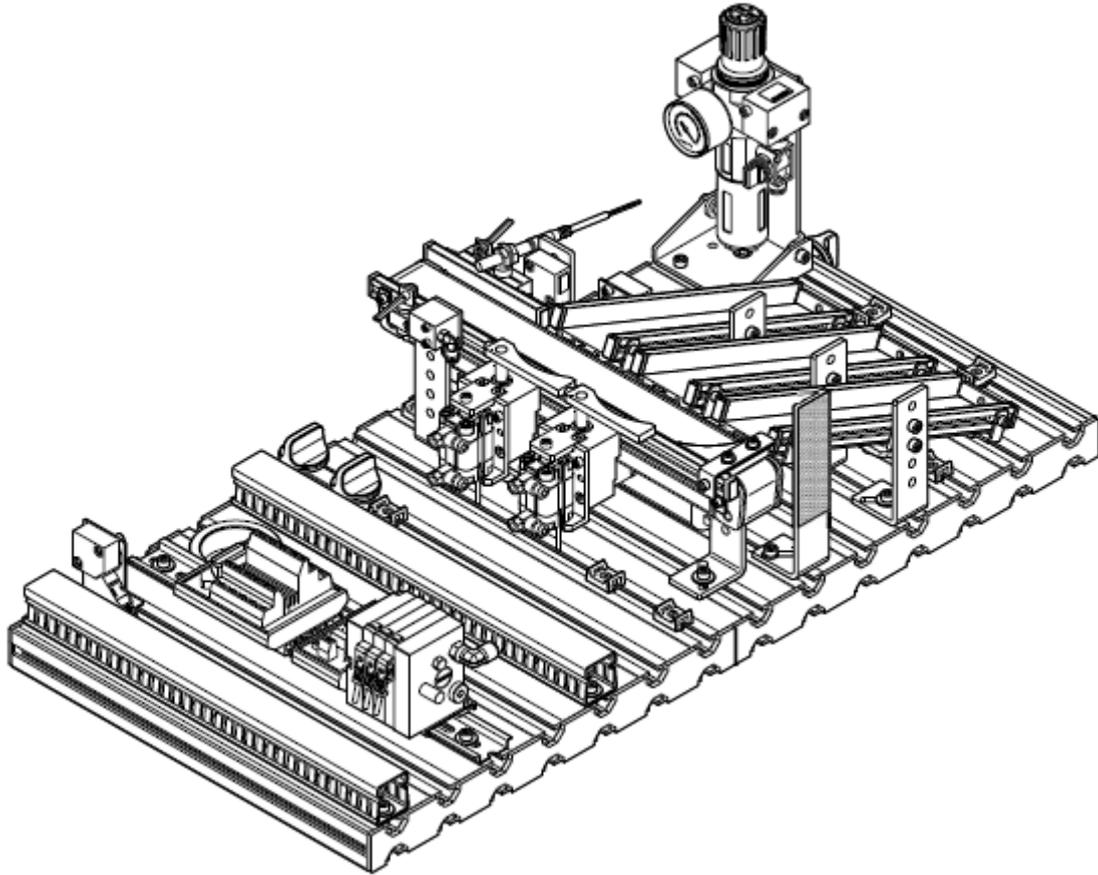


Figure 2.8 Station de livraison. [33]

2.3.4.1 Module Pupitre :

Ce panneau fonctionne selon l'ordre suivant :

- ✓ Initialisation par le bouton gris.
- ✓ Mise en marche par le bouton vert.
- ✓ En cas où on veut arrêter le système on utilise le Bouton rouge stop.
- ✓ La clé utilisée pour mode auto/manuel.

Les deux premiers boutons gris et vert respectivement sont largement suffisants afin de lancer le cycle.

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

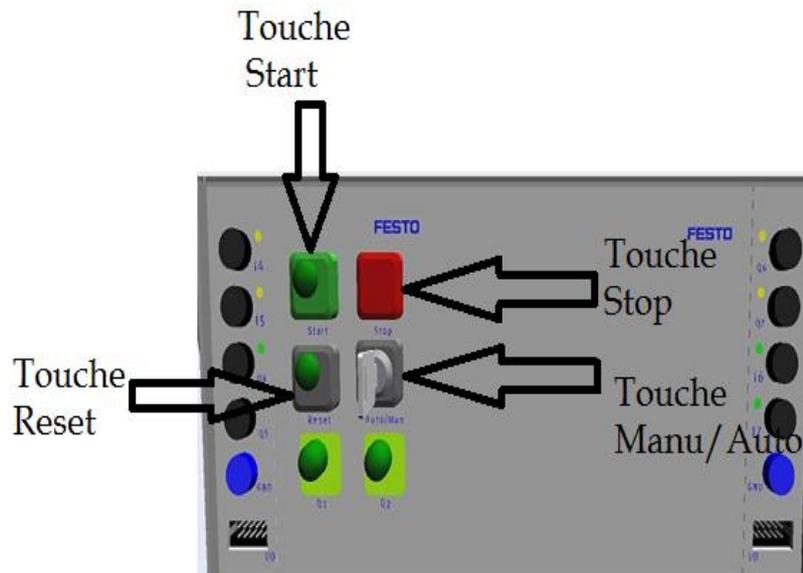


Figure 2.9 Module Pupitre de commande.

2.3.4.2 Table des variables de la sous station Handling :

Cette tabulation des variables va nous permettre de faire une connaissance de tous les capteurs et les actionneurs dans cette sous station qu'ils représentent les variables de cette sous station ainsi elle nous donne les différentes adresses affectées aux variables avec leurs déclaration. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) : $E_{n,m}$ Ou bien $I_{n,m}$

Tableau 2.4 Variable de la sous station Livraison.

Variable	Désignation	Adressage Simulation	Adressage Physique	Utilité
Part_AV	Capteur Optique de proximité	E0.0	E124.0	Pièce présente
B2	Capteur Inductif	E0.1	E124.1	Pièce en métal
B3	Capteur Optique de proximité	E0.2	E124.2	Pièce à usiner autre que noire
B4	Capteur Optique à barrage	E0.3	E124.3	Glissière pleine
1B1	Capteur électromagnétique	E0.4	E124.4	Dérivation 1 rentrée
1B2	Capteur électromagnétique	E0.5	E124.5	Dérivation 1 sortie
2B1	Capteur électromagnétique	E0.6	E124.6	Dérivation 2 rentrée
2B2	Capteur électromagnétique	E0.7	E124.7	Dérivation 2 sortie
S1	Capteur électromécanique	E1.0	E125.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	E125.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.2	E125.2	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	E1.3	E125.3	Touche mise en référence/RESET
Em_Stop	Capteur électromécanique	E1.5	E125.5	COUPURE D'URGENCE déverrouillée

Chapitre II : Variante du système MPS 500 description & composition

K1	Actionneur	A0.0	A124.0	Moteur de la bande activé
1M1	Actionneur	A0.1	A124.1	Sortir la dérivation 1.
2M1	Actionneur	A0.2	A124.2	Sortir la dérivation 2.
3M1	Actionneur	A0.3	A124.3	Stoppeur rentré
IP_N_FO	Actionneur	A0.7	A124.7	Station occupée
P3	Actionneur	A1.2	A125.2	Voyant glissière pleine

2.4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait une présentation et une description détaillée des sous stations que nous allons utiliser pour la composition de notre MPS variant qui sert à gérer un flux de production et faire une production automatisée selon un cahier de charge bien détaillé dans chaque sous station.

Chapitre 3

Simulation sur STEP7 & WinCC

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

3.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons exploiter tous ce que nous avons acquis comme données dans le chapitre précédent, afin de développer notre cahier de charge et développer un programme et puis réaliser une Interface Homme Machine adéquate à ce système. Le test de ce dernier se fait via une exécution en mode simulation par les deux simulateurs PLCSIM de STEP7 et Runtime de WinCC Flexible tous les deux logiciels de Siemens.

3.2 Programmation STEP 7 :

L'utilisation de logiciel Siémons STEP 7 permet une programmation par différents langages (CONT, LOG, LIST, GRAPH), et ces derniers peuvent être sollicités Par le même programme.la suite va vous donner quelques étapes à suivre afin d'élaborer un projet.

3.2.1 Insertion d'un nouveau projet :

L'insertion d'un nouveau projet sur le logiciel STEP7, demande de passer par les procédures suivantes :

- ✓ Nous cliquons deux fois sur l'icône de SIMATIC MANAGER qui se trouve dans la barre de démarrer comme il est présenté dans la Figure 3.1.

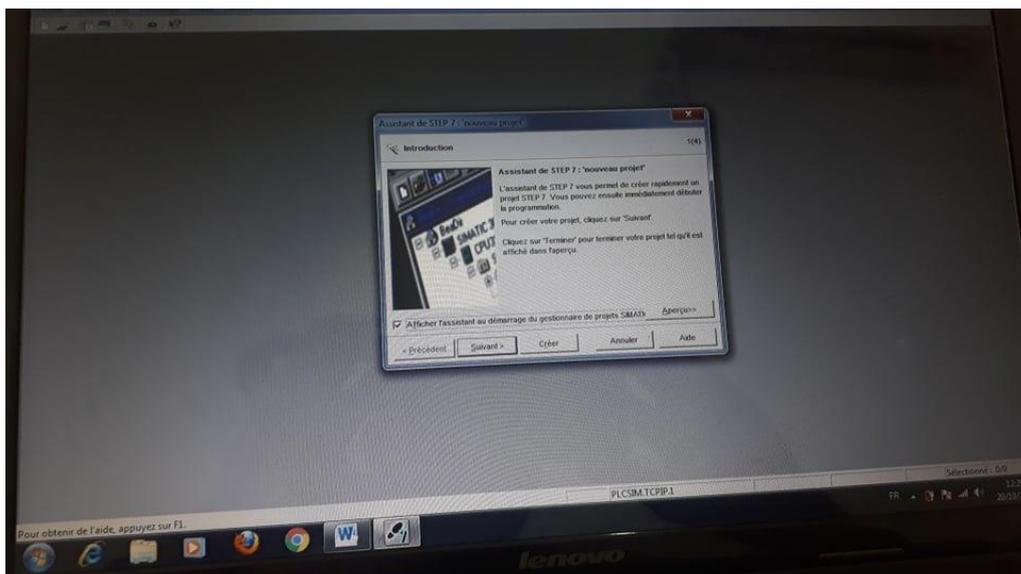


Figure 3.1 Lancement d'un projet sur le STEP 7.

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

- ✓ La deuxième étape c'est de cliquer sur le bouton « suivant », pour faire choisir la CPU convenable. (Dans notre projet nous avons choisi la CPU 314C- 2DP/ PN qui ne se trouve pas dans cette étape du Figure 3.2).

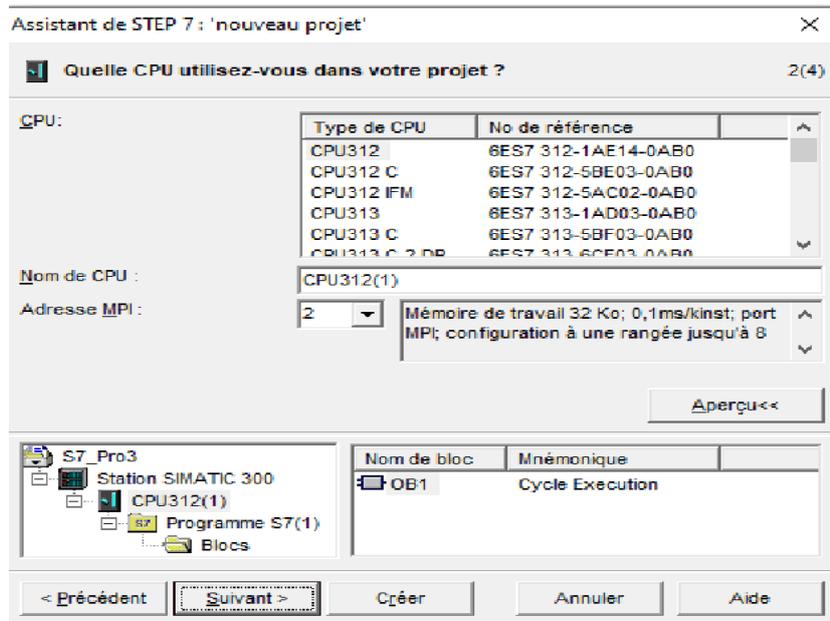
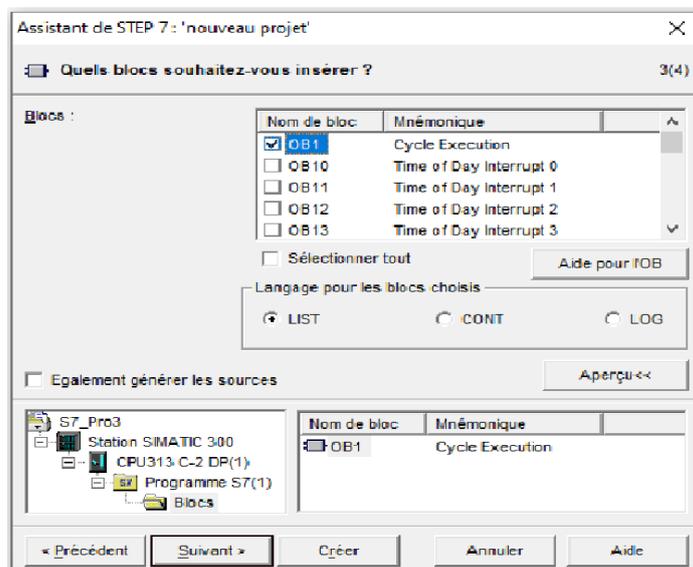


Figure 3. 2 Sélection du type de la CPU.

Donc pour sélection une CPU adéquate à la CPU réel d'automate utilisé dans notre laboratoire il faut ignorer cette étape et passer par la méthode d'ajout d'un rack et ses options.

- ✓ Après il faut sélectionner le bloc d'organisation (OB1), et aussi choisir le langage de programmation (GRAPH, LIST ou CONT) comme est indiqué dans la figure 3.3.



Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3.3 Sélection des blocs.

- ✓ Maintenant nous appuyons sur le bouton créé après la nomination du projet afin de valider le nouveau projet, comme il est présenté dans la Figure 3.4.

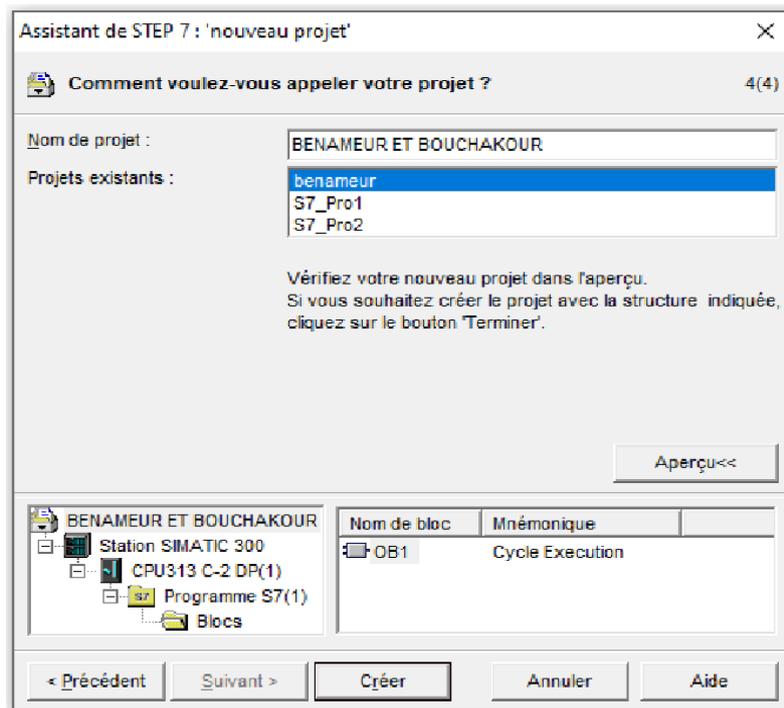
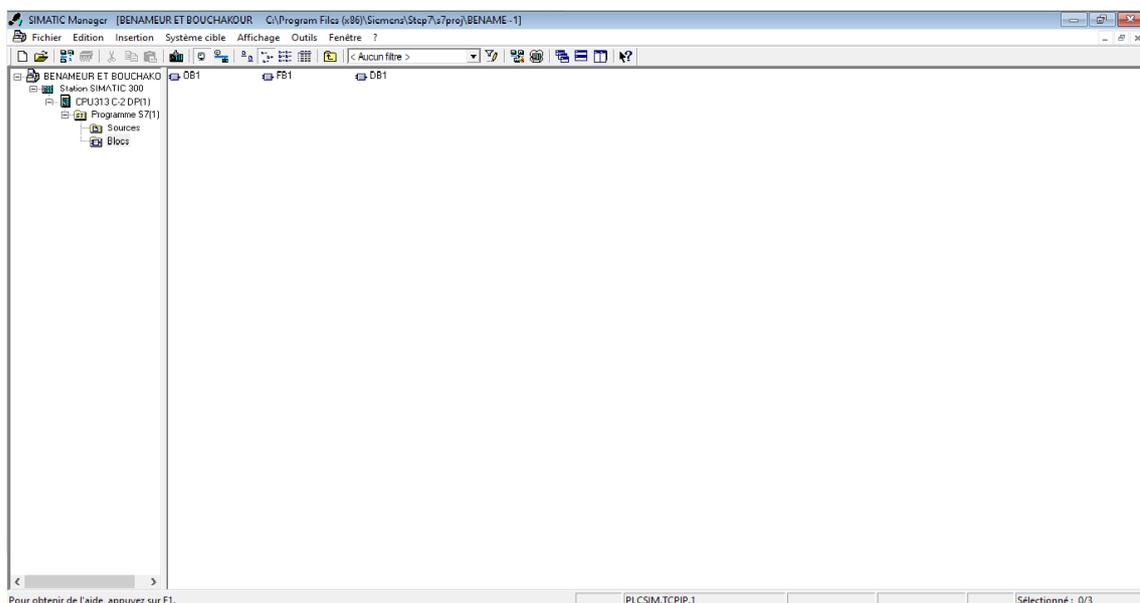


Figure 3.4 Affectation du nom au projet.

- ✓ Maintenant une fenêtre doit être affichée (voir la Figure 3.5) et cela on peut commencer la programmation.



Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3.5 : Espace de commande du STEP 7.

3.3 Configuration matérielle :

Dans cette étape de configuration matérielle il faut disposer le châssis (rack), afin de placer l'essentielle de constituant de cette API ex : Ps Alimentation, La CPU (s7-300 314C 2PN/DP) comme est indiqué dans la Figure 3. 2. dans le but de configurer le même appareil que la réalité.

Le travail est représenté dans la Figure 3.6 ; dont nous trouvons le châssis dans laquelle nous avons pu placer un nombre convenable de modules comme dans le cas réel.

Concernant la configuration des stations de system mps500, nous avons choisis : une alimentation PS 307 5A, une CPU 314C-2DP adéquate aux références de ses Api, la CPU elle-même a un module d'entrée/sortie TOR & Analogique pour la configuration de notre matériel.

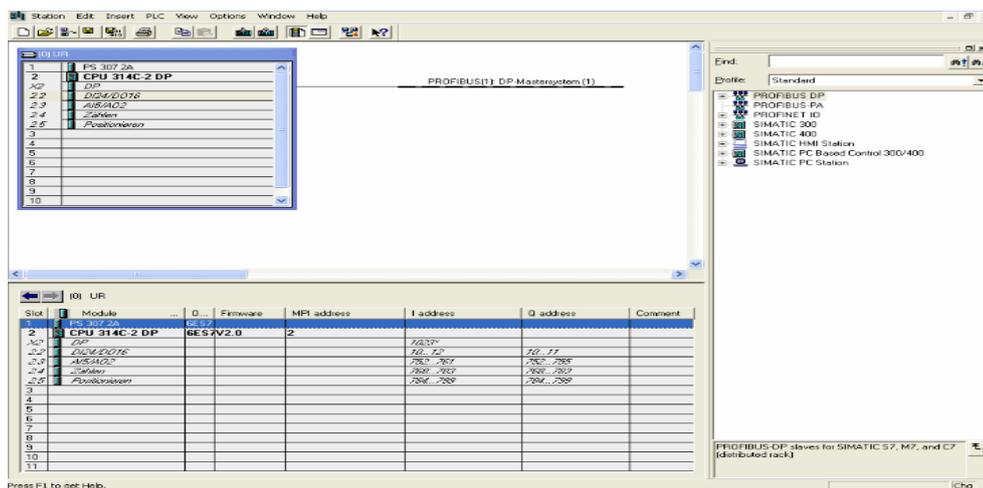


Figure 3.6 Configuration matériel dans Rack S7-300.

3.4 Table des Mnémoniques :

La table de mnémonique englobe toutes les variables de programmes (entrées et sorties) bien définit à l'aide des adresses qui seront transférer à l'automate programmable. Cette table facilite la

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

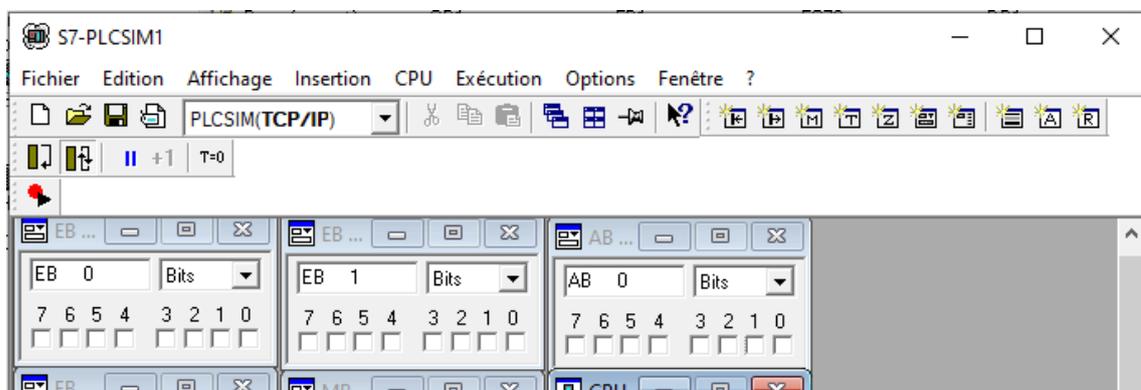
lecture du programme ainsi la gestion des variables ex : Figure 3.7. Représente une table de mnémorique de la sous-station distribution du système Mps500

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1		I0.1	E 0.2	BOOL	vérin d'éjection sorti (position 2)
2		1B2	E 0.1	BOOL	vérin d'éjection rentré (position initial)
3		1M1	A 0.0	BOOL	vérin d'éjection
4		2B1	E 0.3	BOOL	pièce à usiner aspirée
5		2M1	A 0.1	BOOL	aspiration de la pièce
6		2M2	A 0.2	BOOL	éjection de la pièce
7		3B1	E 0.4	BOOL	vireur rotatif au position 1 (côté de magasin)
8		3B2	E 0.5	BOOL	vireur au position 2 (station de testing)
9		3M1	A 0.3	BOOL	vireur rotatif déplacé vers station distribution
10		3M2	A 0.4	BOOL	vireur rotatif déplacé vers station de testing
11		Arrêt	M 0.2	BOOL	
12		B4	E 0.6	BOOL	l'absence de la pièce dans le magasin
13		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
14		IP_FI	E 1.5	BOOL	
15		IP_N_FO	A 1.3	BOOL	station occupé
16		manu	M 0.3	BOOL	mode manuel
17		P1	A 1.0	BOOL	voyant Start
18		P2	A 1.1	BOOL	Voyant reset
19		P3	A 1.2	BOOL	Voyant (magasin vide ou non)
20		reset	M 0.0	BOOL	Reset reussi
21		S1	E 1.0	BOOL	touche Start
22		S2	E 1.1	BOOL	touche Stop
23		S3	E 1.2	BOOL	Sélecteur auto/manu
24		S4	E 1.3	BOOL	touche reset
25		Start	M 0.1	BOOL	
26		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
27					

Figure 3.7 Table de mnémorique station Distribution.

Dans la table des mnémoniques il faut présenter les sorties par des adresses de symbole (A n.m ou bien Q n.m selon la version du STEP7) et les entres par des adresses de symbole (E n.m ou bien I n.m selon la version du STEP7) de type Booléen. Ou le n : représente l'octet de la variable et m le bit de la variable

3.5 Les Résultats sur STEP 7 :



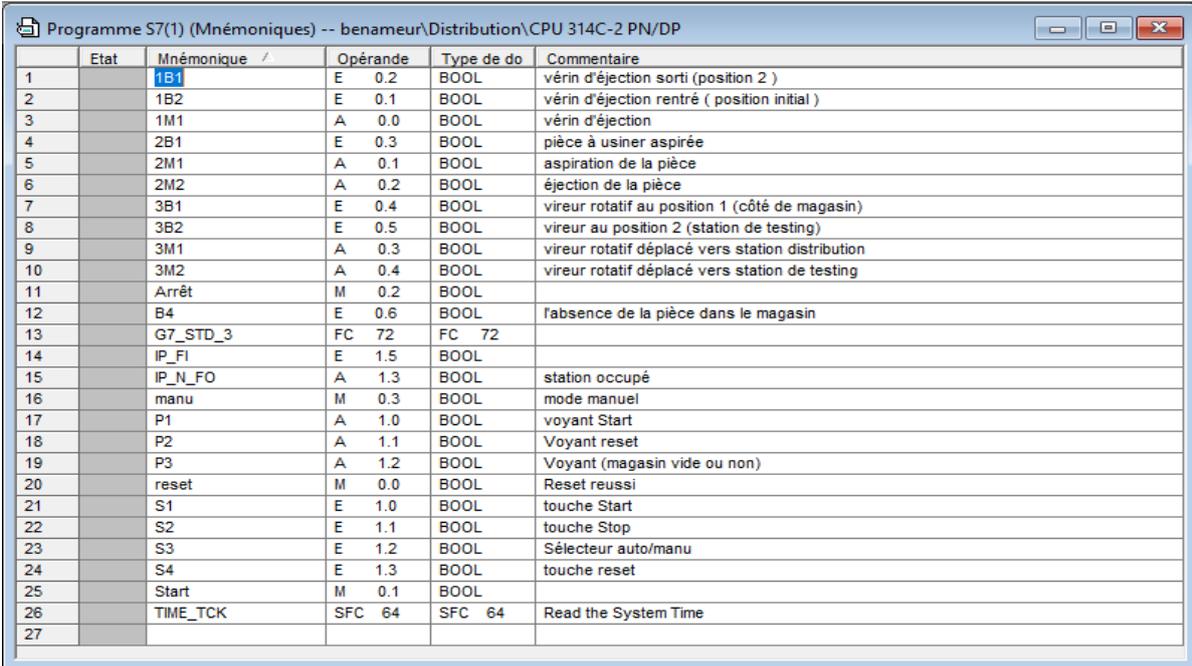
Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3.8 Simulateur PLCSIM.

Cette figure représente un automate virtuel du STEP7 qui nous permet de faire simuler notre modèle sur l'outil STEP7.

3.5.1 Simulation des sous stations sur PLCsim :

3.5.1.1 Simulation de la sous station Distribution :



	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		1B1	E 0.2	BOOL	vérin d'éjection sorti (position 2)
2		1B2	E 0.1	BOOL	vérin d'éjection rentré (position initial)
3		1M1	A 0.0	BOOL	vérin d'éjection
4		2B1	E 0.3	BOOL	pièce à usiner aspirée
5		2M1	A 0.1	BOOL	aspiration de la pièce
6		2M2	A 0.2	BOOL	éjection de la pièce
7		3B1	E 0.4	BOOL	vireur rotatif au position 1 (côté de magasin)
8		3B2	E 0.5	BOOL	vireur au position 2 (station de testing)
9		3M1	A 0.3	BOOL	vireur rotatif déplacé vers station distribution
10		3M2	A 0.4	BOOL	vireur rotatif déplacé vers station de testing
11		Arrêt	M 0.2	BOOL	
12		B4	E 0.6	BOOL	l'absence de la pièce dans le magasin
13		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
14		IP_FI	E 1.5	BOOL	
15		IP_N_FO	A 1.3	BOOL	station occupé
16		manu	M 0.3	BOOL	mode manuel
17		P1	A 1.0	BOOL	voyant Start
18		P2	A 1.1	BOOL	Voyant reset
19		P3	A 1.2	BOOL	Voyant (magasin vide ou non)
20		reset	M 0.0	BOOL	Reset reussi
21		S1	E 1.0	BOOL	touche Start
22		S2	E 1.1	BOOL	touche Stop
23		S3	E 1.2	BOOL	Sélecteur auto/manu
24		S4	E 1.3	BOOL	touche reset
25		Start	M 0.1	BOOL	
26		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
27					

Figure 3.9 Table mnémonique de la sous station Distribution

La Figure 3.9 représente la table mnémonique de la sous station distribution cette dernière englobe toutes les entrées et les sorties de système (capteurs, actionneurs) chaque composant a une adresse bien définie pour la relié à l'API.

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

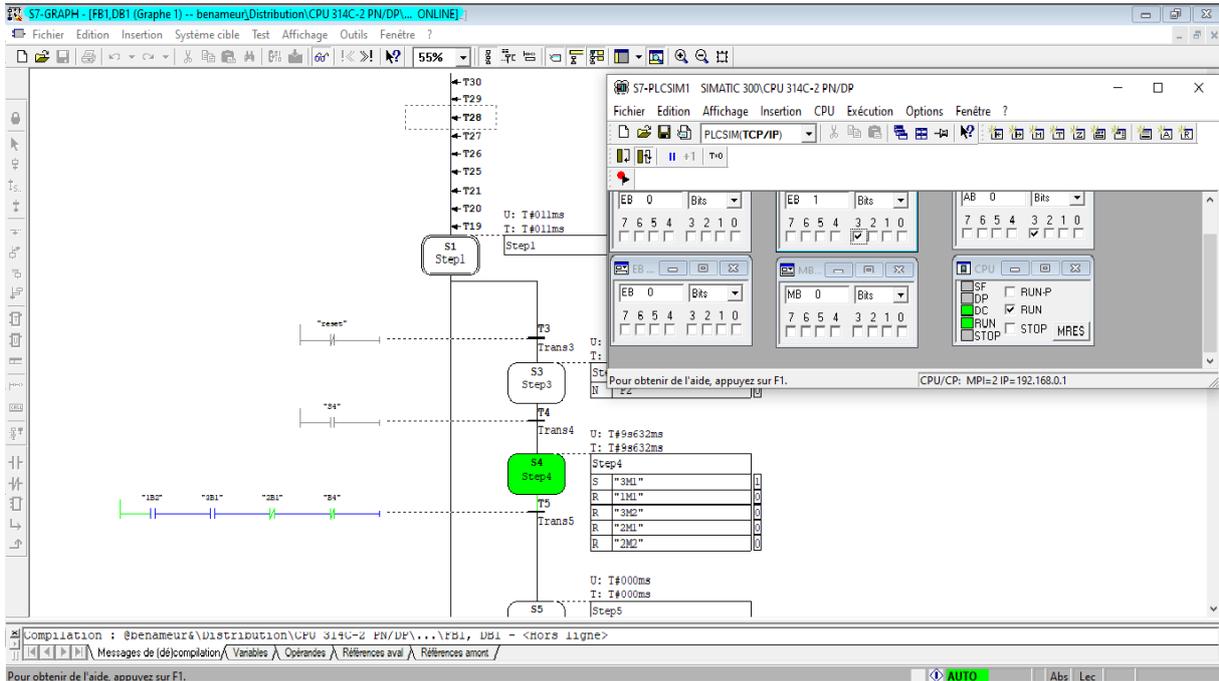


Figure 3.10 Simulation de la sous station Distribution

La Figure 3.10 représente l'étape de simulation de la sous station de distribution après quand appuie sur le Botton 'RUN'/ 'RUN-P' du simulateur PLCSIM la couleur verte désigne que l'étape est activée.

3.5.1.2 Simulation de la sous station Testing :

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1	1B1	E 0.4	BOOL	Vérin de levage en haut (détecteur fin de course)
2	1B2	E 0.5	BOOL	Vérin de levage en bas(détecteur fin de course)
3	1M1	A 0.0	BOOL	Vérin de levage vers le bas
4	1M2	A 0.1	BOOL	Vérin de levage vers le haut
5	2B1	E 0.6	BOOL	Vérin d'éjection rentré
6	2M1	A 0.2	BOOL	Vérin d'éjection vers l'avant
7	3M1	A 0.3	BOOL	Glissière à coussin d'air activée
8	B2_t_testing	E 0.1	BOOL	Pièce à usiner autre que noire
9	B4_t_testing	E 0.2	BOOL	Barrière lumineuse de sécurité
10	B5_t_testing	E 0.3	BOOL	Hauteur de pièce à usiner correcte
11	Em_stop	E 1.4	BOOL	coupure d'urgence deverrouillée
12	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
13	IP_FI	E 0.7	BOOL	Station en aval libre
14	IP_N_FO	A 0.4	BOOL	Station occupée
15	P1	A 0.6	BOOL	Voyant START allumé
16	P2	A 0.7	BOOL	Voyant position de repos (Reset)
17	P3	A 0.5	BOOL	Voyant matériaux allumé
18	Part_AV_t	E 0.0	BOOL	Pièce présente
19	S_AUTO	E 1.3	BOOL	Automatic/manuel
20	S1	E 1.0	BOOL	Touche START
21	S2	E 1.1	BOOL	Touche STOP (contact à ouverture)
22	S3	E 1.2	BOOL	Touche mise en référence/RESET
23	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
24				

La figure 3.11 représente la table mnémonique de la sous station Testing.

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Nous avons dans la première colonne les mnémoniques où chaque élément a un code. (exemple : P2 représente le voyant START) , et chaque élément a une adresse et un type (dans notre système tous sont de type booléen), et aussi il y a des commentaire pour bien déterminer les éléments.

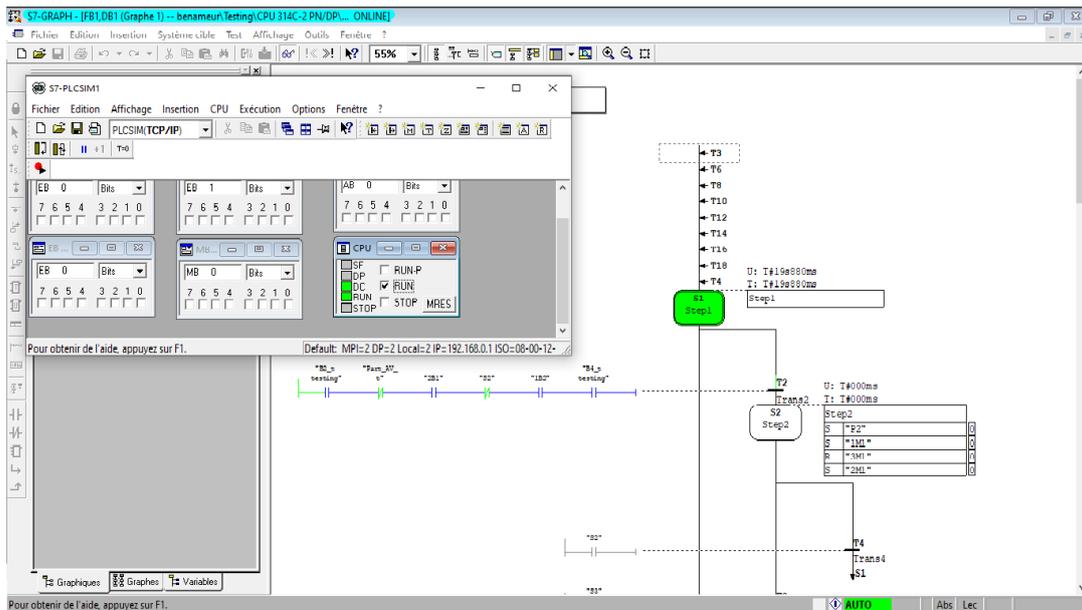


Figure 3.12 Simulation de la station Testing.

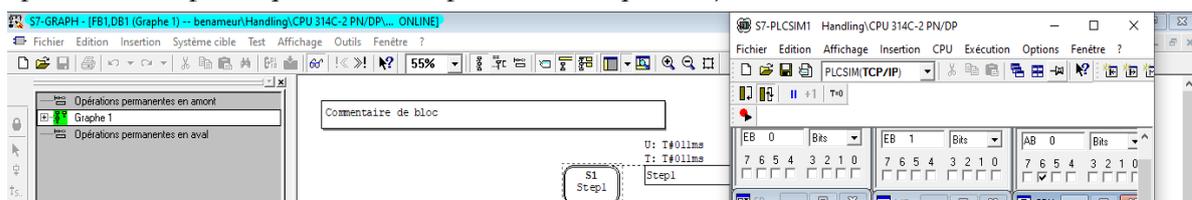
La Figure 3.12 représente l'étape de simulation de la sous station de Testing après quand appuie sur le bouton 'RUN' / 'RUN-P' du simulateur PLCSIM, comme on peut remarquer après la première étape on a un OU dont si les conditions initiales sont activées l'étape S1 passe vers l'étape S2 si non, vers S3 après qu'elle active les conditions initiales.

3.5.1.3 Simulation de la sous station handling :

Adresse	Type	Type de signal	Commentaire
1	E	0.1	Manipulation à la station en amont
2	E	0.2	Manipulation à la station aval
3	E	0.3	Manipulation vers la station en amont
4	E	0.4	Manipulation vers la station en aval
5	E	0.1	Manipulation vers la station en aval
6	E	0.4	Pièce sortie
7	E	0.5	Pièce entrée
8	E	0.2	Sortir la pince
9	E	0.6	La pince à usiner n'est pas noire
10	E	0.3	Ouvrir pince
11	E	1.5	Pièce en métal
12	E	1.6	Pièce à usiner autre que noire
13	M	0.1	décal de retard essai
14	FC	72	FC 72
15	E	0.7	Station en aval libre
16	A	0.4	Station occupée
17	A	0.5	Voyant START allumé
18	E	0.6	Voyant position de repos (Reset)
19	E	0.0	Pièce présente
20	E	1.4	position initiale
21	M	0.2	position initiale
22	M	0.0	Reset réussi
23	E	1.0	Touche START
24	E	1.1	Touche STOP (contact à ouverture)
25	E	1.2	Touche STOP (contact à fermeture)
26	E	1.3	Touche réset en référence/RESET
27	M	0.4	Start
28	SFC	64	SFC 64
	SFC	64	Read the System Time

Figure 3.13 Table mnémonique de la sous station Handling.

La Figure 3.13 représente la table mnémonique de la sous station Handling où les éléments de système sont présentés par des mnémoniques et selon leurs types. (Exemple : B3 représente le capteur qui détecte les pièces autres que noir).

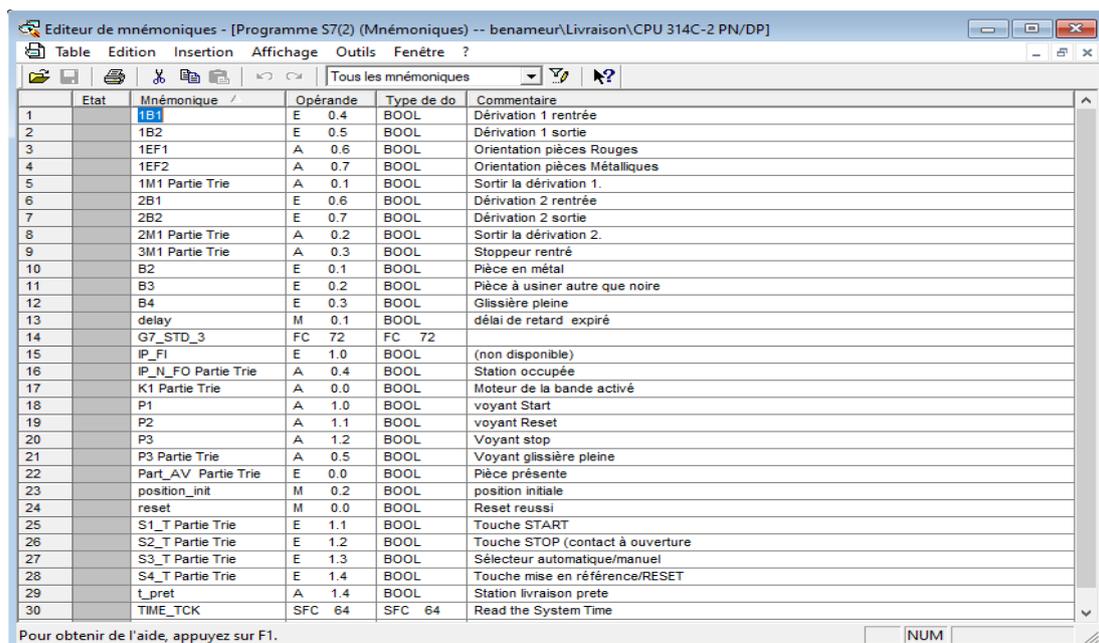


Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3.14 Simulation de la sous station Handling.

La Figure 3.15 représente l'étape de simulation de la sous station Handling, dans ce cas si les conditions initiales sont tous activées. La transition T1 sera activer et passe vers l'étape suivante sinon, T2 sera activer et passe vers l'étape S2 pour les activer grâce à des actions bien déterminer.

3.5.1.4 Simulation de la sous station Livraison :



	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		1B1	E 0.4	BOOL	Dérivation 1 rentrée
2		1B2	E 0.5	BOOL	Dérivation 1 sortie
3		1EF1	A 0.6	BOOL	Orientation pièces Rouges
4		1EF2	A 0.7	BOOL	Orientation pièces Métalliques
5		1M1 Partie Trie	A 0.1	BOOL	Sortir la dérivation 1.
6		2B1	E 0.6	BOOL	Dérivation 2 rentrée
7		2B2	E 0.7	BOOL	Dérivation 2 sortie
8		2M1 Partie Trie	A 0.2	BOOL	Sortir la dérivation 2.
9		3M1 Partie Trie	A 0.3	BOOL	Stoppeur rentré
10		B2	E 0.1	BOOL	Pièce en métal
11		B3	E 0.2	BOOL	Pièce à usiner autre que noire
12		B4	E 0.3	BOOL	Glissière pleine
13		delay	M 0.1	BOOL	délai de retard expiré
14		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
15		IP_FI	E 1.0	BOOL	(non disponible)
16		IP_N_FO Partie Trie	A 0.4	BOOL	Station occupée
17		K1 Partie Trie	A 0.0	BOOL	Moteur de la bande activé
18		P1	A 1.0	BOOL	voyant Start
19		P2	A 1.1	BOOL	voyant Reset
20		P3	A 1.2	BOOL	Voyant stop
21		P3 Partie Trie	A 0.5	BOOL	Voyant glissière pleine
22		Part_AV Partie Trie	E 0.0	BOOL	Pièce présente
23		position_init	M 0.2	BOOL	position initiale
24		reset	M 0.0	BOOL	Reset réussi
25		S1_T Partie Trie	E 1.1	BOOL	Touche START
26		S2_T Partie Trie	E 1.2	BOOL	Touche STOP (contact à ouverture
27		S3_T Partie Trie	E 1.3	BOOL	Sélecteur automatique/manuel
28		S4_T Partie Trie	E 1.4	BOOL	Touche mise en référence/RESET
29		t_pret	A 1.4	BOOL	Station livraison prete
30		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time

Figure 3.15 Table mnémonique de la sous station Livraison.

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

La Figure 3.15 représente la table mnémorique de la sous station Livraison qui a des capteurs et pré-actionneurs. Représenter par des opérantes et ont des commentaires. (Exemple B2 est un capteur qui détecte les pièces en métal).

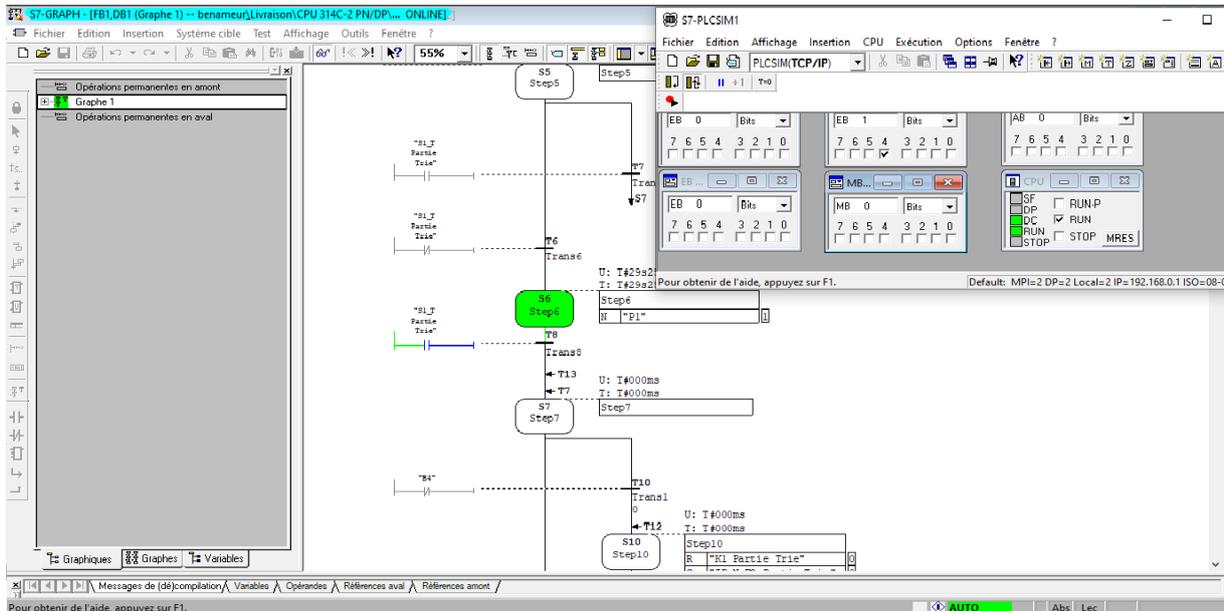
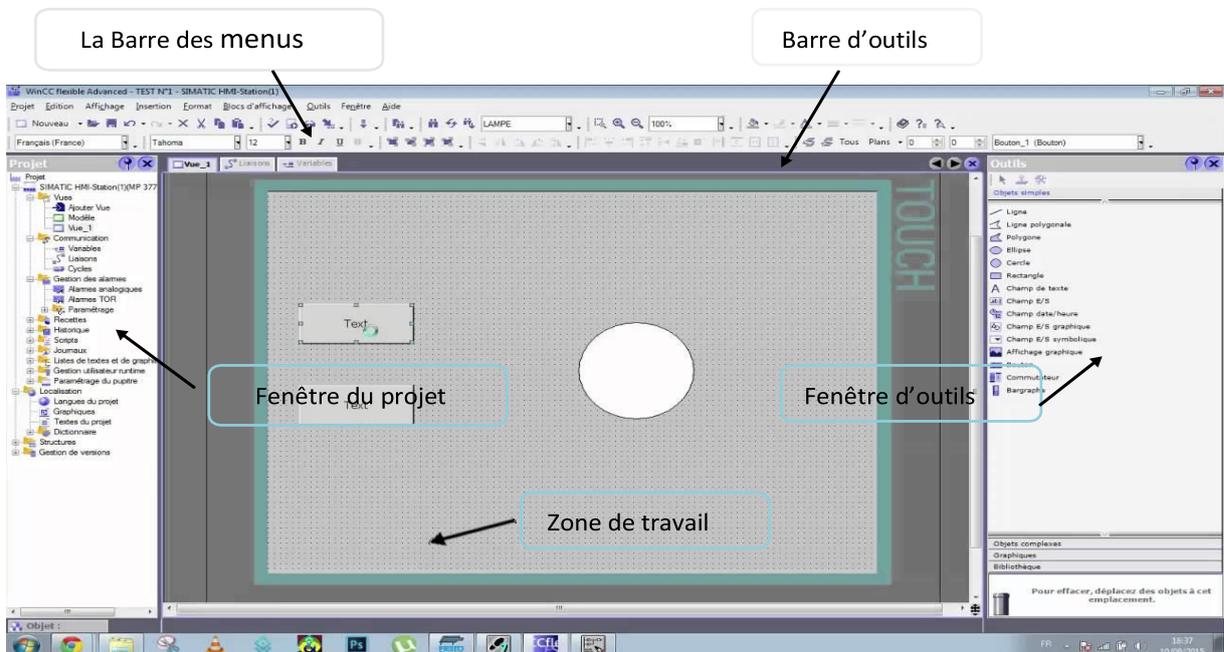


Figure 3.16 : Simulation de la sous station Livraison.

La Figure 3.16 représente l'étape de simulation de la sous station de Livraison selon la chronologie demandée pendant l'exécution du système sous PLCsim.

3.5.2 Résultats sur WinCC :

3.5.2.1 Editeur de conception sur WinCC :



Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3. 17 Interface Conception du WinCC.

La Figure 3.17 représente l'interface de conception sous le logiciel Win CC qui est constituée de plusieurs barres (barre d'outils, barre de menu, la fenêtre de projet.. etc.) où chaque contient les icônes de tâches qu'on utilise.

3.5.3 Conception de nos sous-stations sur le Win CC :

3.5.3.1 Conception de la sous-station de distribution :

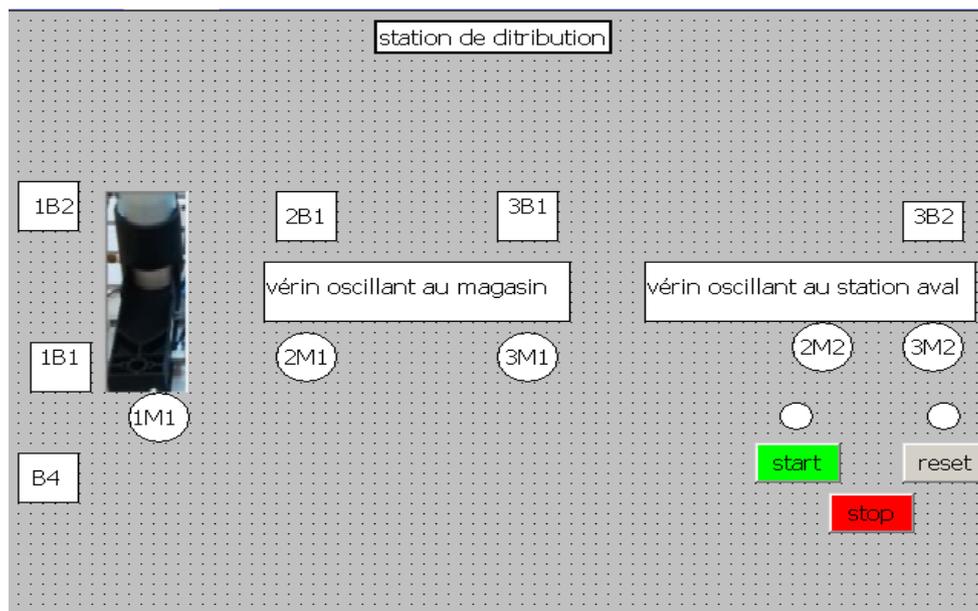
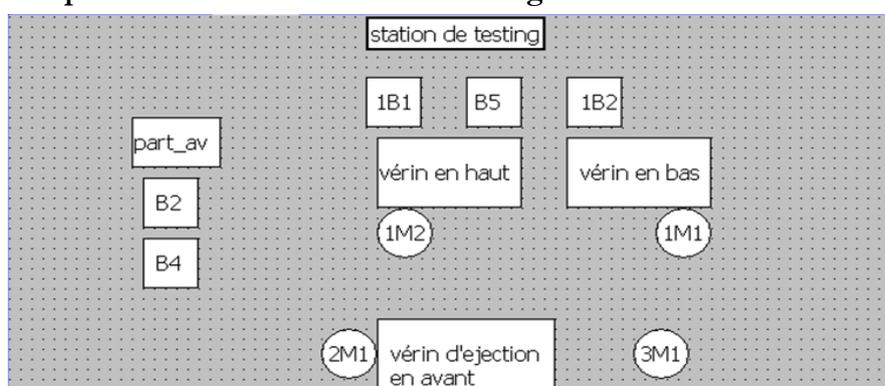


Figure 3.18 Conception de la sous station Distribution sur WinCC

La Figure 3.18 représente l'espace de conception de la sous station distribution sous le Win CC, les cercles (2M1, 3M1,etc...) représentent les actionneurs et les rectangles (2B1, 3B1..) représentent les capteurs et pour allumer le programme il faut appuyer sur le Bouton Reset, START.

3.5.3.2 Conception de la sous- station de Testing sur WinCC :



Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

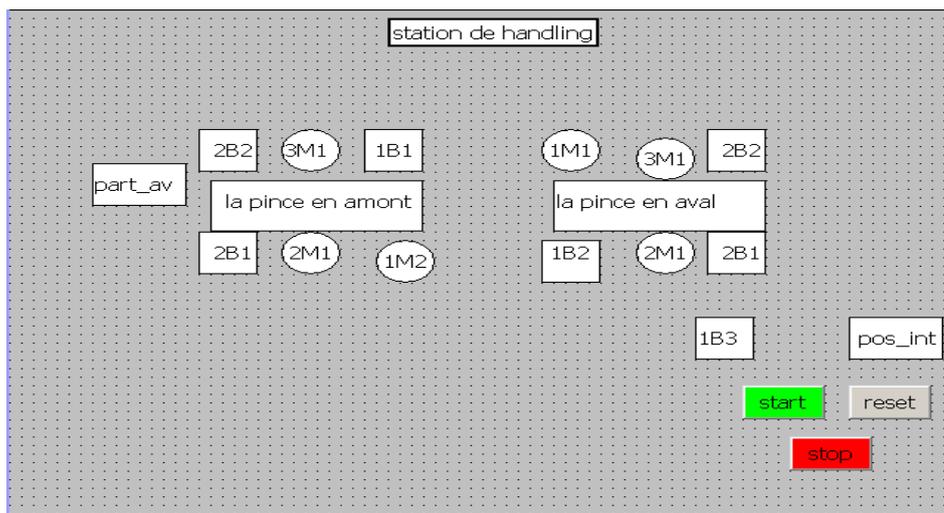
Figure 3.19 : Conception de la sous-station Testing sur WinCC

La Figure 3.19 représente l'espace de conception de station Testing sous le WinCC, le programme se commence si les conditions initiales sont comme suite : La présence de Pièce, et Le vérin de levage est en bas. Aussi Le vérin d'éjection est rentré.

Remarque :

Les figures 3.18, 3.19, 3.20, 3.21 représentent la partie de conception d'interface homme machine des quatre sous stations (Distribution, Testing, Handling, Livraison) et non pas la partie simulation sur Runtime.

3.5.3.3 Conception de la sous station Handling sur WinCC :



Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

Figure 3.20 Conception de la sous-station handling sur WinCC.

La Figure 3.20 représente l'espace de conception de station handling sur le logiciel WinCC. La station handling c'est la troisième sous station dans notre programme (passe les pièces vers la dernière sous station « livraison ») dont les conditions initiales sont : La pièce à usiner dans le réceptacle. Et L'axe linéaire en position « Station en amont ». Aussi Vérin de levage rentré (pince en haut). Et la Pince ouverte.

3.5.3.4 Conception de la sous- station Livraison sur WinCC :

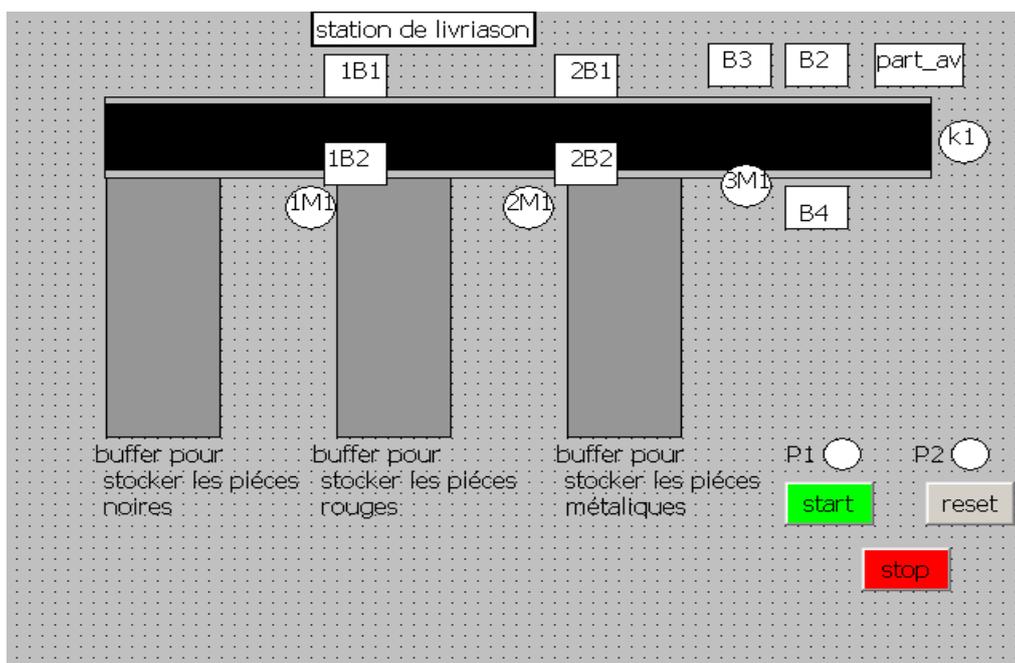


Figure 3.21 Conception de la sous station Livraison sur WinCC.

La Figure 3.21 représente l'espace de conception de la sous- station livraison comme nous pouvons remarquer que le convoyeur noir qui passe les pièces vers les buffers selon leur types (métalliques, rouges, noires) dont les conditions initiales de cette sous stations sont : Aucune pièce à usiner présente en début de bande et le Barrage sorti aussi les Dérivations 1 et 2 sont rentrées et le moteur de la bande désactivé.

Chapitre 3 : Simulation sur STEP7 & WinCC

3.6 Conclusion :

Au niveau de ce chapitre nous avons présenté nos résultats sur les deux Outils STEP7 et WinCC dans le but de faire une bonne gestion du système MPS variant à étudier au sein d'un projet via la méthode d'automatisation et supervision. Malheureusement à cause de pandémie Covid-19 et plusieurs circonstances nous avons abouti :

- ✓ De développer des programmes adéquats à nous cahier de charge sur l'outil Step7 de chaque sous station.
- ✓ De faire simuler ces programmes sur l'automate virtuel du step7 PLCSim
- ✓ De faire une conception sur l'outils Wincc des différentes sous stations avec des simples représentations (cercle, carrés).

Comme perspectives nous souhaitons de faire continue ce travail par :

- ✓ La liaison entre les deux Outils (step7&wincc) via une communication Ethernet ou bien Profibus.
- ✓ Faire superviser les différentes sous-stations sur des IHM en utilisant le Runtime de Wincc.
- ✓ Elaboration du système MPS variant qui contient les différents sous stations cités auparavant sur le Ciro.
- ✓ Faire injecter ce travail sur l'outil Ciro qui représente le matériel réel en 3D afin de minimiser les dégâts et sécuriser le matériel ainsi de vérifier le bon fonctionnement des programmes développés.
- ✓ Faire synchroniser les trois outils step7 et Winc ciro (faire lancer la commande des trois côtés).
- ✓ Faire injecter ces programmes au niveau des automates des sous-stations réel et superviser le travail en temps réel et sur les IHM adéquates.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce travail nous avons parlé de l'histoire de l'industrie puis des systèmes automatisés de production dans le premier chapitre. Nous avons commencé le chapitre de donner un bref historique sur chaque révolution ou génération industrielle, en commençant par la première révolution qui se base sur l'énergie à vapeur et la mécanisation, la seconde révolution qui utilisait l'énergie électrique et la production de masse avec des lignes de production. La troisième révolution et avec l'apparition de l'électronique devenait automatisée et robotisée, puis avec l'apparition de l'informatique elle est devenue informatisée. La quatrième génération ou révolution industrielle que nous vivons actuellement est la plus développée et la plus sophistiquée car elle utilise des technologies très développées comme l'internet, le big data, le cloud, la 4G voir la 5G, l'internet des objets, l'intelligence artificielle les systèmes cyber-physique et d'autre technologie. Dans la suite de ce chapitre nous avons parlé des systèmes automatisés de production et composants tel que les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs.

Le second chapitre va parler des sous stations des systèmes MPS variant étudié et de leurs composantes, où nous avons présenté les différents composants de chaque sous station ainsi que son fonctionnement.

Le dernier chapitre était consacré à la modélisation de la variante du systèmes MPS, la programmation et la supervision du système. La partie programmation à été réaliser par le logiciel STE P7 de Siemens et la partie supervision par le logiciel WinCC de Siemens.

Références

- [1] Ce Zhang, Jianming Yang, A History of Mechanical Engineering, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020.
- [2] <https://richmondvale.org/en/blog/second-industrial-revolution-the-technological-revolution>
- [3] <https://trailhead.salesforce.com/fr/content/learn/modules/learn-about-the-fourth-industrial-revolution/meet-the-three-industrial-revolutions>
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution
- [5] <https://www.motionsolutions.com/products/automation/sensors/>
- [6] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/inductive_proximity_sensors
- [7] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/magnetic_proximity_sensors
- [8] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/capacitive_proximity_sensors
- [9] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/ultrasonic_proximity_sensors
- [10] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/limit_switches
- [11] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/pressure_sensors
- [12] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/temperature_sensors_-a-_transmitters
- [13] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/photoelectric_sensors
- [14] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/laser_sensors
- [15] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/fiber_optic_sensors
- [16] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/color_sensors
- [17] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/level_sensors_-a-_controllers
- [18] <https://www.thomasnet.com/articles/pumps-valves-accessories/types-of-actuators/>
- [19] <http://www.moteur-pompe-gt.ca/moteurs-electriques/moteurs-electriques-info/59-moteurs-electriques-2>
- [20] https://en.wikipedia.org/wiki/Brushed_DC_electric_motor
- [21] https://en.wikipedia.org/wiki/Brushless_DC_electric_motor
- [22] <http://www.ahr-socah.fr/socah/definition-verin-pneumatique.html>

[23] https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder

[24] https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller

[25] Distributing station Manual 648811 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.

[26] Testing station Manual 648812 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.

[27] Handling station Manual 655633 R2.2 DE/EN, Juin 2010, FESTO.

[28] Sorting station Manual 648821 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.

Références des Figures

- [1] <https://www.quora.com/If-we-are-entering-Industry-4-0-what-were-the-first-three>
- [2] <https://www.geneanet.org/cartes-postales/view/47808#0>
- [3] <https://www.nydailynews.com/autos/ford-assembly-line-turns-100-changed-society-article-1.1478331>
- [4] <https://itsupplychain.com/kuka-to-showcase-innovative-solutions-for-packaging-and-palletizing/>
- [5] <https://en.irefeurope.org/Publications/Online-Articles/article/What-Will-The-Fourth-Industrial-Revolution-Require>
- [6] http://www.zpag.net/Tecnologies_Industrielles/Systemes_Automatiques.htm
- [7] https://www.thorite.co.uk/products/pneumatic_cylinders/festo_cylinders/accessories/proximity_sensors/inductive_sensors/festo_sienmx_inductive_proximity_sensor/
- [8] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/magnetic_proximity_sensors
- [9] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/capacitive_proximity_sensors
- [10] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/ultrasonic_proximity_sensors
- [11] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/limit_switches
- [12] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/pressure_sensors
- [13] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/temperature_sensors_-a-_transmitters
- [14] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/photoelectric_sensors
- [15] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/laser_sensors
- [16] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/fiber_optic_sensors
- [17] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/color_sensors
- [18] https://www.automationdirect.com/adc/overview/catalog/sensors_-z-_encoders/level_sensors_-a-_controllers
- [19] <https://www.pompes-h2o.com/fr/protection-moteur/4302-contacteur-puissance-schneider-lc1-400v.html>

- [20] <https://eclats-antivols.fr/fr/relais/19875-relais-finder-12v-cc-12vdc-7a-1-contact-electrique-rlf5534-9012-pieces-detachee-5410329456306.html>
- [21] <https://www.directindustry.fr/prod/parker-hannifin-france-sas/product-37138-264722.html>
- [22] <http://www.secofluid.fr/fr/catalogue/1-hydraulique/6-distributeurs-hydrauliques/26-distributeurs-tout-ou-rien>
- [23] <https://www.indiamart.com/proddetail/three-phase-ac-synchronous-motor-21072811733.html>
- [24] <https://www.mabeo-direct.com/A-551109-weg-moteur-asynchrone-triphas-serie-w22-ie3-fonte-b35>
- [25] <http://www.parlonsoutils.com/les-moteurs-sans-balais/>
- [26] <https://www.zoneindustrie.com/Actualite/Parker-presente-les-verins-pneumatiques-P1F-certifies-ISO-15552-17033.html>
- [27] <https://www.usinenouvelle.com/expo/verin-hydraulique-p3061722.html>
- [28] <https://www.plc-city.com/shop/fr/siemens-simatic-s7-300-cpu-compact/6es7314-6eh04-0ab0.html>
- [29] <https://ladderlogicworld.com/plc-architecture/>
- [30] Distributing station Manual 648811 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.
- [31] Testing station Manual 648812 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.
- [32] Handling station Manual 655633 R2.2 DE/EN, Juin 2010, FESTO.
- [33] Sorting station Manual 648821 R2.2 DE/EN, Avril 2006, FESTO.

Résumé :

Le présent rapport résume notre travail dans le cadre du Projet de Fin d'Études qui a comme objectif la simulation et la supervision de quatre stations qui font partie du système MPS500 de FESTO, afin de développer un nouveau système variant. Ce dernier se compose de la sous-station de Distribution associée à la sous-station de Testing et la sous-station de Handling associée à la sous-station de Livraison. Après la conception du système on va modéliser et programmer le fonctionnement du système via le logiciel de programmation STEP7. La dernière phase est le développement d'un système de supervision via à l'outil WinCC de Siemens.

Mots Clés : Conception, Modélisation, Programmation API, Supervision, STEP7, WinCC, Runtime,PLC-Sim,Ciros.

Abstract:

This report summarizes our work in the Graduation Project which aims to simulate and supervise the four stations that are part of the mps500 system, in order to create a new variant system. the latter contains:

A distribution station combined with a test station and a handling station combined with a delivery station. Once the system has been designed, the operation of the system must be modeled and programmed using the STEP7 programming software. The last phase is the development of a supervision system using the Siemens WinCC tool.

Keywords: Design, Modelling, PLC programming, Supervision, STEP7, WinCC, , Runtime,PLC-Sim,Ciros..

الملخص

يلخص هذا التقرير عملنا المتمثل في مشروع التخرج و الذي يهدف إلى محاكاة والإشراف على محطات أربع تشكل جزءاً من نظام متوفر في مخبر جامعة تلمسان ، من أجل إنشاء نظام جديد مغاير يحتوي على: محطة توزيع فرعية مرتبطة بمحطة فرعية للاختبار ومحطة فرعية للمعالجة مرتبطة بمحطة فرعية للتسليم. المرحلة الأخيرة هي تطوير STEP7 بعد تصميم النظام ، يجب نمذجة تشغيل النظام وبرمجته باستخدام برنامج البرمجة WinCC نظام الإشراف باستخدام أداة سيمنز

الكلمات المفتاحية :

الإشراف,المحاكاة,STEP7, WINCC, Progamation Api,Runtime,PLC-Sim,Ciros.