

République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCCEN  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

Master II en Génie Industriel

*Intitulé :*

**Modélisation et Simulation d'un Système Industriel  
Automatisé  
Cas réel : le système MPS500 du laboratoire Productique  
MELT Université de Tlemcen.**

Présenté par :

*Mr. BEYOUD M<sup>ed</sup> Lamine*

Présenté le 28 Juin 2018 devant le jury:

Mr. BENAKROUF M <sup>ed</sup>	MCB	Président
Mr. HADRI Abdelkader	MAA	Examineur
Mr. MALIKI Fouad	MAA	Examineur
Mr. HASSAM Ahmed	MCB	Encadrant
Mr. MKEDDER M <sup>ed</sup> Amin	Ingénieur R&D du MELT	Co-encadrant 1
Mr. BELBACHIR Driss	Doctorant	Co-encadrant 2

*Année Universitaire : 2017-2018*

# Dédicaces



*La vie n'est qu'un éclair,  
Et un jour de réussite est un jour très cher.*

*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*

*Abdou, Brahim, Soumia, reda et tout l'équipe AVIDO Et  
surtout Mr : Amine.Mk qui m'aider pendant mon travail,  
mes voisins et toute la famille BEYOU'D.*

*A tous ceux qui m'aiment;*

*A tous mes ami (e) s;*

*A tous ceux que j'aime .....;*

*A tout mes collègues de promo Master II en  
Génie industriel (2017/2018);*

*Beyoud Mohammed lamine*

# Remerciement



*Louanges à Dieu le tout puissant, grâce à qui nous avons pu faire tout ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre nous ont permis de mener à son terme ce mémoire et plus particulièrement :*

*A nos encadrant, Mr HASSAM Ahmed et Mr. MKEDDER M<sup>ed</sup> EL Amin qui nous ont grandement aidées à définir avec circonspection le sujet de notre travail, et qui par leurs conseils et idées, nous ont permis d'améliorer la qualité du contenu. Leurs aides techniques ont été primordiaux pour avancer dans notre projet.*

*Comme on n'oublie pas Mr. MKEDDER M<sup>ed</sup> EL Amin pour ses précieux conseils et remarques qui nous ont beaucoup aidés, et également pour son soutien moral tout au long de notre cursus vraiment c'était la personne la plus proche de nous.*

*Nos vifs remerciements vont aux membres de Jury, pour avoir accepté de juger notre travail.*

*A nos enseignants, à qui nous devons notre formation, qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments les plus respectueux et de notre profonde gratitude pour leur gentillesse, leur disponibilité et leur soutien.*

*A nos chers parents, nos frères et sœurs et nos familles qui nous ont toujours soutenus le long de notre formation*

*A tous nos amis, pour leur soutien moral et aide précieuse.*

## Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Introduction sur les systèmes industriels automatisés.	
I.1 Introduction .....	2
I.2 Structure d'un système industriel automatisée : .....	2
I.2.1 La Partie opérative .....	3
1.2.2 La Partie commande .....	5
I.3 Technologies utilisées dans les systèmes industriels.....	5
I.3.1 Logique câblés (Relais) .....	5
I.3.2 Automates.....	6
I.3.3 Cerveau Industriel (Régulateur Industriel).....	7
I.3.4 Les PIC (Micro contrôleurs).....	8
I.4 Communication dans les systèmes Industriel.....	9
1.4.1 Bus ASI.....	9
I.4.2 Bus CAN.....	9
I.4.3 Profibus.....	10
1.4.4 Profinet (Ethernet industriel).....	11
I.5 Energies utilisées dans les systèmes industriels.....	12
I.5.1 Energie électrique.....	12
I.5.2 Energie pneumatique.....	12
I.5.3 Energie hydraulique.....	13
I.6 Automates programmable industriel.....	14
I.6.1 Définition.....	14
I.6.2 Historique.....	15
I.7 Constructeurs d'API .....	16
I.7.1 Siemens.....	16
I.7.1.1 L'automate SIMATIC S7-1500.....	16
I.7.1.2 L'automate SIMATIC S7-1200.....	16
I.7.1.3 L'automate SIMATIC S7-400.....	17
I.7.1.4 L'automate SIMATIC S7-300.....	17
I.7.2 ABB.....	18
I.7.2.1 AC500.....	18
I.7.2.2 AC500-eCo.....	19
I.7.3 Allen Bradley .....	19
I.7.3.1 Automate programmable Rockwell SLC 500.....	19
I.7.4 Schneider.....	20
I.7.4.1 Twido Compact, modulaire.....	20
I.7.4.2 Twido Extrême.....	20
I.7.5 Mitsubitshi .....	21
I.7.5.1 Série MELSEC iQ-R.....	21
I.7.5.2 Système Q MELSEC.....	21
I.8 Conclusion.....	22
Chapitre II : Systèmes MPS500 : Présentation et descriptions).	
II.1 Introduction.....	24
II.2 Description générale du système.....	24

II.3 Composante du système MPS500.....	25
II.3.1 Station distribution et control.....	25
II.3.1.1 Station de distribution.....	25
II.3.1.2 Station de control.....	26
II.3.2 Station production et manipulation.....	26
II.3.2.1 Station production.....	26
II.3.2.2 Station manipulation.....	27
II.3.3 Station caméra.....	28
II.3.4 Station reboot et assemblage.....	28
II.3.4.1 Station reboot.....	28
II.3.4.2 Station d'assemblage.....	29
II.3.5 Station stockage et déstockage.....	29
II.3.6 Station Livraison et manipulation.....	30
II.3.6.1 Station Livraison.....	30
II.4 Systèmes de communication du MPS 500.....	31
II.4.1 Syslink.....	31
II.4.2 ASI.....	31
II.4.3 Profibus.....	32
II.4.4 Profinet.....	32
II.5 Capteurs actionneur et Pré actionneur du systèmes MPS 500.....	33
II.5.1 Capteurs.....	33
II.5.1.1 Les capteurs Optique.....	33
II.5.1.2 Les Capteurs Inductifs à Proximité.....	35
II.5.1.3 Les capteurs Capacitifs à proximité.....	36
II.5.1.4 Les capteurs fin de course.....	36
II.5.1.4.1 Les capture fin de course magnétique.....	36
II.5.1.4.2 Les capture fin de course mécanique.....	37
II.5.2 Actionneur.....	37
II.5.2.1 Les vérins.....	37
II.5.3 Pré-actionneur.....	39
II.5.3.1 Les distributeurs pneumatiques.....	39
II.5.3.2 Distributeurs monostables.....	39
II.5.3.3 Distributeurs bistables.....	39
II.5.3.4 Pupitre de commande.....	39
II.6 Automates (Siemens S7-300) utilisé dans le système MPS 500.....	40

II.6.1 Automates S7-300(CPU, RAM,E/S, Modules de communication)...	40
II.6.2 Caractéristique de l'automate S7-300 CPU 314-DP/NP.....	41
II.6.3 Logiciels Utilisées pour la programmation et simulation du systèmes MPS 500 .....	41
II.6.3.1 Step7 (V 5.5).....	41
II.6.3.2 Logiciel CIROS.....	42
II.7 Langage de programmation.....	43
II.7.1 Graph7.....	43
II.7.2 Langage CONT.....	44
II.7.3 Langage LOG.....	44
II.7.4 Langage LIST.....	44
II.8 Conclusion.....	45

**Chapitre III : description fonctionnelle des stations étudié du Systèmes MPS 500 du  
laboratoire MELT**

III.1 Introduction.....	46
III.2 Station de production.....	46
III.2.1 La sous station de manipulation.....	46
III.2.1.1 Le Principe de fonctionnement.....	46
III.2.1.2 Composants principaux de la sous station de manipulation.....	47
III.2.1.3 Pupitre de commande.....	48
III.2.1.4 Eléments de la sous station de manipulation.....	49
III.2.1.5 Table des variables de la sous station de manipulation.....	50
III.2.2 Sous station d'usinage.....	51
III.2.2.1 Le Principe de fonctionnement de la sous station d'usinage.....	51
III.2.2.2 Composantes de la sous station d'usinage.....	51
III.2.2.3 Pupitre de commande.....	54
III.2.2.4 Eléments de la sous station d'usinage.....	55
III.2.2.5 Table des variables de la sous station d'usinage.....	56
III.3. Station de distribution.....	57
III.3.1 La sous station de distribution.....	57
III.3.1.1 Le Principe de fonctionnement.....	57
III.3.1.2 Composants principaux de la sous station de distribution.....	57
III.3.1.3 Pupitre de commande.....	59
III.3.1.4 Eléments de la sous station de distribution.....	60
III.3.1.5 Table des variables de la sous station de distribution.....	61
III.3.2 Sous station de contrôle.....	62
III.3.2.1 Le Principe de fonctionnement de la sous station de contrôle.....	62

III.3.2.2 Composants principaux de la sous station de contrôle.....	62
III.3.2.3 Pupitre de commande.....	64
III.3.2.4 Eléments de la sous station de contrôle.....	65
III.3.2.5 Table des variables de la sous station de contrôle.....	66
III.4 Conclusion.....	67
<b>Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE</b>	
IV.1 Introduction.....	68
IV.2 Le rôle et la définition de la simulation .....	68
IV.3 Présentation du logiciel TIA Portal .....	68
IV.3.1 La simulation du programme sur Tia portal.....	68
IV.4 La modélisation et la simulation du système MPS 500.....	71
IV.4.1 Sous station de production.....	71
IV.4.1.1 les différents variables avec leurs Adressages de Simulation.....	71
IV.4.1.2 Modélisation et simulation de la sous station de production par langage grafcet .....	72
IV.4.1.3 Modélisation de la sous station de production par langage contact .....	74
IV.4.1.3.1 Equations et réseaux des transitions.....	75
IV.4.1.3.2 Equations et réseaux des étapes.....	79
IV.4.1.3.3 Equations et réseaux des actions.....	82
IV.4.2. Sous station de distribution (magasin+ module de transfère).....	83
IV.4.2.1 Les différents variables avec leurs Adressages de Simulation.....	83
IV.4.2.2 Modélisation et simulation de la sous station de production par langage grafcet .....	84
IV.4.2.3 Modélisation de la sous station de production par langage contac.....	87
IV.4.2.3.1 Equations et réseaux des transitions.....	88
IV.4.2.3.2 Equations et réseaux des étapes.....	91
IV.4.2.3.3 Equations et réseaux des actions.....	93
IV.4.3 Sous station de control.....	95
IV.4.3.1 Les différents variables avec leurs Adressages de Simulation.....	95
IV.4.3.2. Modélisation et simulation de la sous station de control.....	96
IV.4.3.3. Modélisation de la sous station de production par langage contacte .....	99
IV.4.3.3.1. Equations et réseaux des transition.....	100
IV.4.3.3.2. Equations et réseaux des étapes.....	103
IV.4.3.3.3. Equations et réseaux des transitions.....	105
IV.5 Conclusion.....	107
Conclusion générale.....	108
Références bibliographique.....	110

## Table des figures

<i>Fig. I.1: Structure d'un système automatisé</i> .....	3
<i>Fig. I.2: prés-actionneurs</i> .....	3
<i>Fig. I.3: Actionneurs</i> .....	4
<i>Fig. I.4: Effecteurs</i> . ....	4
<i>Fig. I.5: Capteurs</i> .....	4
<i>Fig. I.6: Salle de contrôle</i> . ....	5
<i>Fig. I.7: représentation électrique des relai</i> .....	6
<i>Fig. I.8: API (type compact)</i> .....	7
<i>Fig. I.9: Cerveau Industriel PID</i> .....	7
<i>Fig. I.10: les éléments d'un microcontrôleur</i> . ....	8
<i>Fig. I.11: représentation d'une catégorie de PIC</i> .....	8
<i>Fig. I.12: cable ASI</i> . ....	9
<i>Fig. I.13: BUS CAN</i> .....	10
<i>Fig. I.14: profibus</i> .....	11
<i>Fig. I.15: Profinet CAT5</i> . ....	11
<i>Fig. I.16: armoire électrique</i> .....	12
<i>Fig. I.17: Energie pneumatique</i> . ....	13
<i>Fig. I.18: Energie hydraulique</i> . ....	14
<i>Fig. I.19: automate SIMATIC S7-1500</i> . ....	16
<i>Fig. I.20: automate SIMATIC S7-1200</i> . ....	17
<i>Fig. I.21: automate SIMATIC S7-400</i> . ....	17
<i>Fig. I.22: automate SIMATIC S7-300</i> .....	18
<i>Fig. I.23: automate AC500</i> . ....	18
<i>Fig. I.24: automate AC500-eCo</i> . ....	19
<i>Fig. I.25: automate Rockwell SLC 500</i> . ....	19
<i>Fig. I.26: automate TwidoCompact, modulaire</i> . ....	20
<i>Fig. I.27: automate TwidoExtrême</i> . ....	20
<i>Fig. I.28: automate MELSEC iQ-R</i> .....	21
<i>Fig. I.29: Système Q MELSEC</i> . ....	21
<i>Fig. II.1: système MPS_FMS 500</i> .....	25
<i>Fig. II.2: station de distribution</i> .....	25
<i>Fig. II.3: station de control</i> .....	26
<i>Fig. II.4: station de production</i> .....	27
<i>Fig. II.5: station de manipulation</i> .....	27

<i>Fig. II.6: station camera</i> .....	28
<i>Fig. II.7: station reboot</i> .....	29
<i>Fig. II.8: station d'assemblage</i> .....	29
<i>Fig. II.9: Station stockage et déstockage</i> .....	<b>30</b>
<i>Fig. II.10: Station de livraison</i> .....	31
<i>Fig. II.11: Câbles Syslink</i> .....	31
<i>Fig. II.12: Câbles ASI</i> .....	32
<i>Fig. II.13: Câbles PROFIBUS</i> .....	32
<i>Fig. II.14: Câbles PROFINET</i> .....	33
<i>Fig. II.15: capteur optique a barrage</i> .....	33
<i>Fig. II.16: capteur optique a réflex</i> .....	34
<i>Fig. II.17: capteur optique à faisceau perdu</i> .....	35
<i>Fig. II.18: Capteurs Inductifs à Proximité</i> .....	<b>35</b>
<i>Fig. II.19: Capteurs capacitifs à Proximité</i> .....	<b>36</b>
<i>Fig. II.20 : fin de cours magnétique</i> .....	37
<i>Fig. II.21: fin de cours mécanique</i> .....	37
<i>Fig. II.22: vérin simple effet</i> .....	38
<i>Fig. II.23: Symbole vérin double effet</i> .....	38
<i>Fig. II.24: vérin rotatif</i> .....	38
<i>Fig. II.25: Symbole distributeur monostable</i> .....	39
<i>Fig. II.26: Symbole distributeur bistable</i> .....	39
<i>Fig. II.27: pupitre de commande</i> .....	40
<i>Fig. II.28: représentation de langage graph 7</i> .....	43
<i>Fig. II.29: représentation de langage CONT</i> .....	44
<i>Fig. II.30: représentation de langage LOG</i> .....	44
<i>Fig. II.31: représentation de langage LIST.</i> .....	44
<i>Fig. III.1: Vue général de la Sous station de manipulation.</i> .....	46
<i>Fig. III.2: Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.</i> .....	47
<i>Fig. III.3: module picalfa pneumatique</i> .....	47
<i>Fig. III.4: Représente la Pince 3M1.</i> .....	48
<i>Fig. III.5: Le Pupitre de la commande.</i> .....	49
<i>Fig. III.6: Vue de détail de la sous station de manipulation.</i> .....	50
<i>Fig. III.7: Vue de la sous Station d'usinage.</i> .....	51
<i>Fig. III.8: Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.</i> .....	52
<i>Fig. III.9: module de contrôle (Machine électro-aimant).</i> .....	52
<i>Fig. III.10: Machine de la Perceuse.</i> .....	53

<i>Fig. III.11:</i> Plateau à indexation. ....	53
<i>Fig. III.12:</i> module de serrage (L'électro-aimant de fixation). ....	54
<i>Fig. III.13:</i> Le Pupitre de la commande. ....	55
<i>Fig. III.14:</i> Vue de détail de la sous station de manipulation. ....	56
<i>Fig. III.15:</i> Vue général de la Sous station de distribution. ....	57
<i>Fig. III.16:</i> Vue représente les éléments essentiels de cette sous station. ....	58
<i>Fig. III.17:</i> Le Bras de Transfert. ....	58
<i>Fig. III.18:</i> Le Magasin. ....	59
<i>Fig. III.19:</i> Le Pupitre de la commande. ....	60
<i>Fig. III.20:</i> Vue de détail de la sous station de distribution. ....	61
<i>Fig. III.21:</i> Vue général de la Sous station de contrôle. ....	62
<i>Fig. III.22:</i> Vue représente les éléments essentiels de cette sous station ....	63
<i>Fig. III.23:</i> Le module de mesure. ....	63
<i>Fig. III.24:</i> Le module de lavage. ....	64
<i>Fig. III.25:</i> Le module de glissement. ....	64
<i>Fig. III.26:</i> Le Pupitre de la commande. ....	65
<i>Fig. III.27 :</i> Vue de détail de la sous station de contrôle.....	65
<b><i>Fig. IV.1:</i></b> raccourci du logiciel TIAPORTAL.....	68
<b><i>Fig. IV.2:</i></b> nouvel projet crée. ....	69
<b><i>Fig. IV.3:</i></b> Choix de la CPU. ....	69
<b><i>Fig. IV.4:</i></b> Programmation sous langage Grafcet .....70	70
<b><i>Fig. IV.5:</i></b> création table de variable .....70	70
<b><i>Fig. IV.6:</i></b> modélisation graphique de la sous station de production. ....	72
<b><i>Fig. IV.7:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de production.....	73
<b><i>Fig. IV.8:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de production.....	73
<b><i>Fig. IV.9:</i></b> modélisation graphique de la sous station de distribution. ....	85
<b><i>Fig. IV.10:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de distribution.....	86
<b><i>Fig. IV.11:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de distribution.....	86
<b><i>Fig. IV.12:</i></b> modélisation graphique de la sous station de contrôle .....97	97
<b><i>Fig. IV.13:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de contrôle.....	98
<b><i>Fig. IV.14:</i></b> la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de contrôle.....	98

## *Liste des tables*

<i>Tab. I.1: Types du cycle.</i> .....	2
<i>Tab. III.1: Variables de la sous station de Manipulation</i> .....	50
<i>Tab. III.2: Variables de la sous station d'Usinage.</i> .....	56
<i>Tab. III.3: Variables de la sous station distribution</i> .....	61
<i>Tab. III.4: Variables de la sous station contrôle.</i> .....	66
<i>Tab. IV.1 : Table des variables pour la sous station de Production.</i> .....	71
<i>Tab. IV.2 : les différentes équations de la sous station d'usinage</i> .....	75
<i>Tab. IV.3 : Variable de la sous station de distribution.</i> .....	84
<i>Tab. IV.4 : les différentes équations de la sous station distribution.</i> .....	87
<i>Tab. IV.5 : Variables pour la Sous Station de contrôle</i> .....	96
<i>Tab. IV.6 : les différentes équations de la sous station de contrôle.</i> .....	99

# *Introduction générale*

## *Introduction générale*

---

Ces derniers jours ce qu'on appelle les SPA (systèmes de production automatisée) sont souvent en croissance avec une complexité. Cette dernière est due à une vaste gamme des demandes au niveau du marché industriel, de l'inter concurrence, de la valeur du produit ainsi que de la densité et de la diversité des produits qu'ils agissent. Un exemple idéal d'un système complexe, trop utilisé, dans l'environnement industriel représenté par tous les tentatives et les efforts fournit afin d'atteindre la résolution des problèmes technique de l'industrie par la solution technologique de la logique des relais câblé est celle de la charpente des systèmes automatisés commandé via des API (PLC) automates Programmables industriels.

Ces systèmes automatisés sont adaptable à une certaine évolution du milieu d'application à l'intermédiaires des variables représenter sous formes des capteurs et actionneur qui sont considéré comme une interface des Entrées et Sorties et outils d'adaptation. Ils montrent une coordination très essentielle entre les flux de produits et les tâches quelconques de production. L'intérêt associé à ce type de systèmes est alors dominer le pilotage de tous les systèmes de production à distance via des interfaces IHM de la supervision.

Au niveau de ce travail de fin d'étude, nous nous sommes touchés à l'étude technique du Système MPS-, par la description et éclaircissement du principe de fonctionnement puis la formulation des cahiers de charges, la modélisation et la simulation via PLCsim le simulateur du logiciel Tia Portal, des différents sous stations de ce système afin d'identifier des aspects importants de leur comportement pour pouvoir proposer des stratégies de pilotage adéquate de cette dernière dans un SPA et de faire modélisation optimale de ce système selon notre cahier de charge proposé dans ce travail .

Le travail que nous allons réaliser porte sur l'étude technique et la simulation du système de production du système MPS, Cette dernière se trouve sein de l'université Abou Baker Belkaid plus précisément dans notre laboratoire Recherche MELT. La mission principale de ce dernier est la recherche et les travaux pratiques pour les étudiants de la filière à recrutement national Génie Industriel.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre, généralité sur les automates programmable industriel. Nous avons défini les systèmes de production automatisée SAP comme première partie. La deuxième partie est consacrée aux automates programmable industriels

## *Introduction générale*

---

en générale et leurs environnement (entrés, sorties et Supervision IHM, les moyens de communication) dans les systèmes de production et enfin une idée globale sur l'automate Siemens S300.

- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation et la description du système MPS . Nous présentons dans un premier temps une aperçue générale sur le système et leur procédé de fonctionnement et même les caractéristiques.
- Dans le troisième chapitre, nous exposons les cahiers de charges des différents stations afin de les modéliser selon notre cahier de charge sous forme graphique à l'aide du langage Grafcet et langage LADER puis la simulation de chaque sous station d'une manière individuel par le simulateur PLCSim du le logiciel Tia Portal afin d'optimiser le modèle de système.
- On termine ce travail par un dernier chapitre qui rassemble les résultats de la simulation de chaque sous station.

Enfin, la conclusion générale fait la synthèse des Trois chapitres de ce mémoire, en revient les résultats obtenus.

# **Chapitre I**

## **Introduction sur les systèmes industriels automatisés**

## I.1 Introduction :

De nos jours, les constructeurs de commande et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables, ce point d'intersection à partir duquel ces systèmes de commande relativement récents sont d'un prix comparable ou même inférieur à celui des commandes traditionnelles à logique câblée recule cependant constamment.

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Le but de ce chapitre est l'étude théorique des systèmes industriel automatisés précisément l'automate programmable industriel. Dans ce chapitre, nous décrirons les systèmes automatisés en général on va voir la structure générale des systèmes automatisés ainsi que tout l'environnement d'un système automatisé qui se compose des moyennes de communication, les capteur actionneur et pré-actionneur, les automates programmables industriel ainsi que l'énergie utilisé dans les systèmes automatisés et les différents type d'automate On finira le chapitre, par une conclusion.

## I.2 Structure d'un système industriel automatisée : [1][2][3]

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initiale à la situation finale, se fait sans intervention humaine et que ce comportement est répétitif. Un système automatisé réalise un certain nombre d'actions appelées « tâches ». Un système automatisé accomplit une suite d'opérations, appelée « cycle », depuis un état initial jusqu'à un état final. Deux types de cycle :

Cycle	Ouvert	Fermé
Définition	Les tâche s'enchainent et sans aucune vérification	Les tâche ne se déclenchent que lorsque c'est nécessaire
Exemple	Feux rouges (Fonctionnement identique le jour et le nuit)	Distributeur de boisson

*Tab. I.1: Types du cycle*

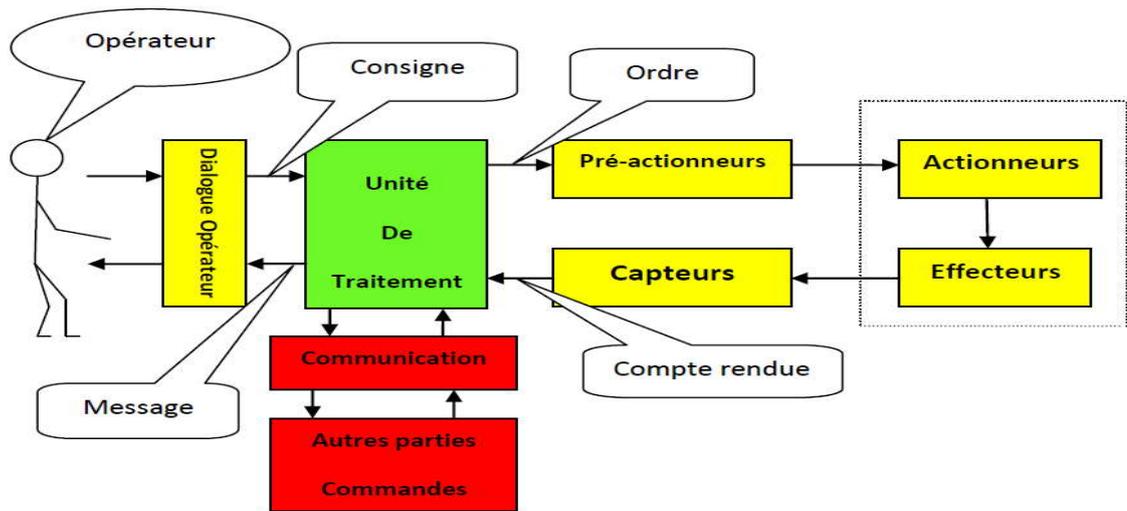


Fig. I.1: Structure d'un système automatisé [4]

On distingue deux parties importantes :

### I.2.1 La Partie opérative :

- ✓ Elle exécute les ordres qu'elle reçoit de la partie commande grâce aux ACTIONNEURS.
- ✓ Elle possède des CAPTEURS qui permettent de recueillir des informations.
- ✓ Elle reçoit des messages et envoie des consignes vers la partie commande.

Elle comporte les éléments suivants :

- ✓ **Pré-actionneur** : est un constituant dont le rôle est de distribuer, sur ordre de la partie commande, l'énergie utile aux actionneurs. Les pré-actionneurs les plus utilisés sont les contacteurs (pour les moteurs électriques) et les distributeurs (pour les vérins pneumatiques).



Contacteur



distributeur électro

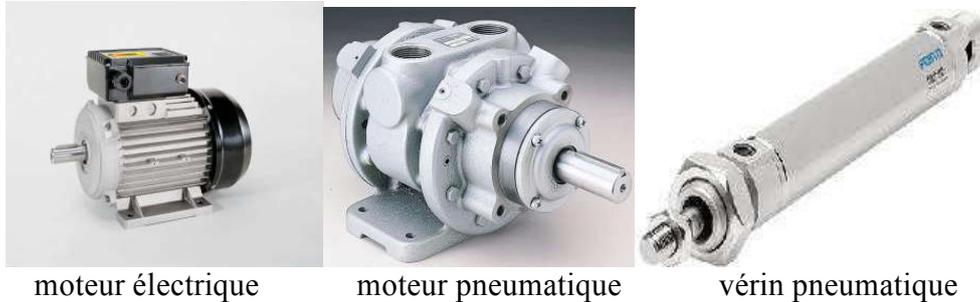


distributeur pneumatique

Pneumatique

Fig. I.2: pré-actionneurs.

- ✓ **Actionneur** (moteur...) : Objet technique qui transforme l'énergie d'entrée qui lui est appliquée en une énergie de sortie (généralement mécanique) utilisable par un Effecteur pour fournir une action définie.



moteur électrique

moteur pneumatique

vérin pneumatique

*Fig. I.3: Actionneurs.*

- ✓ **Effecteur** : qui agissent sur la matière d'œuvre (pales de ventilateurs...) (tout organe en contact avec la matière d'œuvre).



Convoyeur

Ventouse

*Fig. I.4: Effecteurs.*

- ✓ **Capteur** : est un élément de prélèvement et de codage d'informations sur un processus ou sur l'environnement du système. Il convertit une grandeur physique (position, vitesse, ...) en une information appelée compte-rendu et compréhensible par la Partie Commande.



capteur de pression



capteur de position

*Fig. I.5: Capteurs*

## ✓ Dialogue opérateur



*Fig. I.6: Salle de contrôle*

**I.2.2 La Partie commande :**

Elle joue le rôle du cerveau de notre système, et pilote la partie opérative et reçoit des informations venant des capteurs de la Partie Opérative, et les transmet vers cette même Partie Opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. La partie de commande est une unité de traitement ou un automate programmable industriel.

**I.3 Technologies utilisées dans les systèmes industriels :****I.3.1 Logique câblés(Relais) : [05]**

La logique câblée permet de réaliser des conditions de fonctionnement dans un système électrique.

Exemple de système utilisant la logique câblée : le plafonnier d'une voiture. Dans ce système, les conditions de Fonctionnement que l'on veut réaliser sont les suivantes :

- Si au moins une portière est ouverte alors la lampe doit être allumée
- Si toutes les portières sont fermées alors la lampe doit être éteinte

Pour réaliser un tel système, on utilise comme solution un circuit en logique câblée. La logique câblée permet de définir la manière dont les capteurs (qui, dans le cas de la voiture, sont intégrés dans les portières) devront être branchés (en série et/ou en parallèle) afin que la lampe fonctionne dans les conditions voulues.

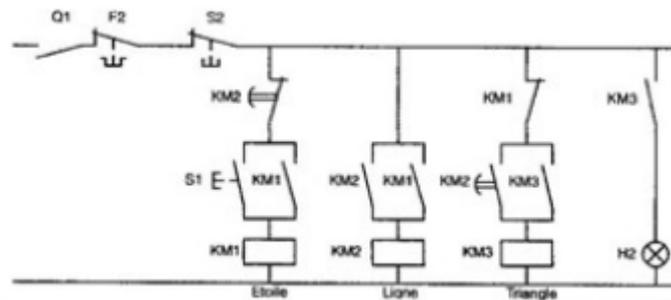


Fig. I.7: représentation électrique des relais

✓ **Avantage :**

- Automatisation simple et rapide à mettre en œuvre
- Obligatoire pour le traitement d'arrêt d'urgence et sécurité
- Coût économique sur de petite réalisation

✓ **Inconvénient :**

- Câblage complexe lors de grand ensemble
- Modification ou évaluation difficile et parfois impossible

### I.3.2 Automates : [6]

API (Automate Programmable Industriel) ou en anglais PLC (Programmable Logic Controller) c'est un appareil électronique (matériel, logiciel, processus, un ensemble des machines ou un équipement industriel) destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel (Il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs). Qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Ladder...etc.) pour le stockage interne des instructions donnée pour satisfaire un objectif donné. Automate permet de contrôler, coordonner et d'agir sur l'actionneur comme par exemple un robot, un bras manipulateur alors on peut dire API utilisé pour automatiser des processus. L'API est structurée autour d'une unité de calcul (processeur), de cartes d'entrées-sorties, de bus de communication et de modules d'interface et de commande.

✓ **Avantage :**

- ✓ Améliorer les conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs.
- ✓ Améliorer la productivité en augmentant la production.
- ✓ Simplification du câblage.
- ✓ Puissance et rapidité.

- ✓ Facilité de maintenance (l'API par lui-même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts).
- ✓ Augmenter la sécurité.
- ✓ Possibilités de communication
  
- ✓ **Inconvénient :**
  
- ✓ Il y a trop de travail requis dans les fils de connexion.
- ✓ Besoin de formation



Fig. I.8: API (type compact)

### I.3.3 Cerveau Industriel (Régulateur Industriel) : [7]

La régulation des procédés industriels regroupe l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour maintenir une grandeur physique à régler, égale à une valeur désirée, appelé consigne. Elle porte plusieurs correcteurs le plus utilisé dans l'industrie c'est le correcteur PID (proportionnel, intégrateur, dérivateur ou proportionnel, intégral, dérivé) est un système de contrôle permettant d'effectuer un asservissement en boucle fermé d'un système industriel et permet aussi de régler un grand nombre de grandeurs physiques.

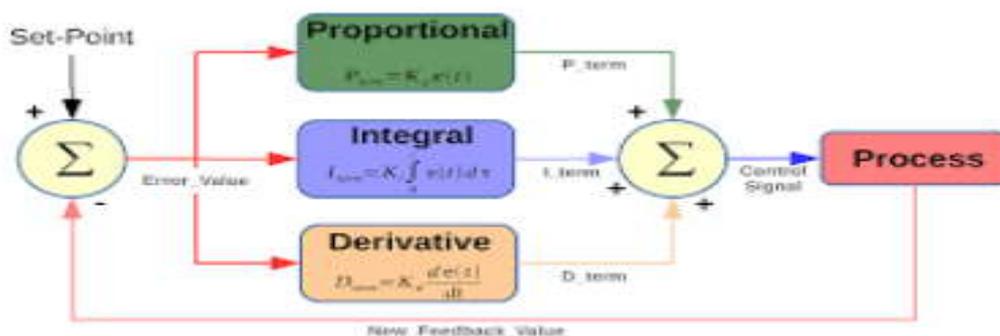
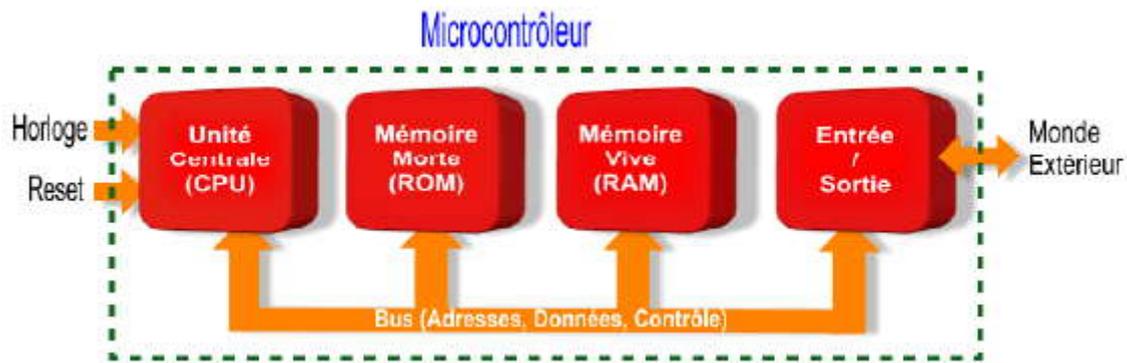


Fig. I.9: Cerveau Industriel PID

### I.3.4 Les PIC (Micro contrôleurs) : [08]

Un microcontrôleur est un circuit intégré qui contient en interne, c'est-à-dire dans un seul et même boîtier, l'équivalent de la structure complète d'un micro-ordinateur qui contient :

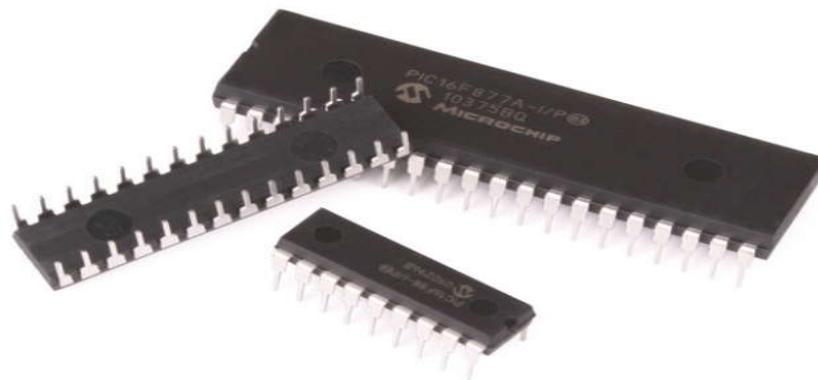
L'unité centrale ou CPU, La mémoire morte ou ROM, La mémoire vive ou RAM, Les entrées/sorties.



*Fig. I.10: les éléments d'un microcontrôleur*

Le PIC (Programmable Interface Controller) est un circuit fabriqué par la société américaine Arizona MICROCHIP Technology. Les PIC sont des composants dits RISC (reduced Instructions set computer) c'est-à-dire composant à jeu d'instructions réduit (à l'opposé on trouve CISC : Complexe Instructions Set Computer). Cela lui confère l'avantage de la rapidité dans l'exécution et l'exécution en un seul cycle machine.

- ✓ Les familles des PIC sont divisées en 3 grandes familles :
  - La famille base line : mot de 12 bits
  - La famille Mid-range : mot de 14 bits
  - La famille High-End : mot de 16bits



*Fig. I.11: représentation d'une catégorie de PIC*

## I.4 Communication dans les systèmes Industriel :[9][10][11]

### 1.4.1 Bus ASI :

L'AS-Interface (AS-i) - ou plus précisément l'Actuator-Sensor Interface - est un système de mise en réseau simple et efficace pour le niveau de terrain. Système de bus ouvert et non propriétaire, il assure la transmission des signaux tout-ou-rien et analogiques au niveau des machines et joue également le rôle d'interface universelle entre le niveau de commande et les capteurs et actionneurs binaires simples. Sa simplicité et son efficacité sont telles qu'il représente de loin la solution de mise en réseau la plus économique face à tous les autres systèmes de bus de terrain. Rien d'étonnant donc à ce que l'AS-i se soit imposé comme un véritable standard dans le monde de l'automatisation industrielle. Car le système ne se distingue pas seulement par sa simplicité de mise en œuvre et son installation quasi-instantanée. Il offre aussi une souplesse d'extension incomparable et une robustesse extrême, même dans les conditions les plus sévères.



*Fig. I.12: cable ASI*

### I.4.2 Bus CAN:

Le bus CAN (Control Area Network) est un moyen de communication série qui supporte des systèmes embarqués temps réel avec un haut niveau de fiabilité. Ses domaines d'application s'étendent des réseaux moyens débits aux réseaux de multiplexages faibles coûts. Il est avant tout à classer dans la catégorie des réseaux de terrain utilisés dans l'industrie. Il a été normalisé avec la norme ISO 11898. Développé, au milieu des années 80 d'après la collaboration entre l'université de Karlsruhe et BOSCH.

- ✓ Il existe pour le moment 2 normes couvrant les couches 1 et 2 du modèle OSI :
- Le CAN standard ou CAN 2.0 A
  - Le CAN étendu ou CAN 2.0 B

Ces 2 normes sont compatibles, il peut circuler sur un même réseau des messages suivant la norme 2.0A et des messages suivant la norme 2.0B.



Fig. I.13: BUS CAN

### I.4.3 Profibus:

PROFIBUS est un réseau de terrain ouvert, non propriétaire, répondant aux besoins d'un large éventail d'applications dans les domaines du manufacturier et du process. Son universalité (indépendance vis-à-vis du constructeur) et son ouverture sont garanties par les normes européennes EN 50170 , EN 50254. et international IEC61158 PROFIBUS autorise le dialogue de matériels multiconstructeurs, sans passer par des interfaces spécialisées. Il se prête aussi bien à la transmission de données exigeant des actions réflexes, en des temps de réaction très courts, qu'aux échanges de grandes quantités de d'informations complexes. En perpétuelle évolution, PROFIBUS reste LE réseau de communication industriel du futur.

✓ Il existe trois types de profibus :

- PROFIBUS DP (decentralized periphery, périphérie décentralisée).
- PROFIBUS PA (process automation, automatisation de process).
- PROFIBUS FMS (fieldbus message specification).



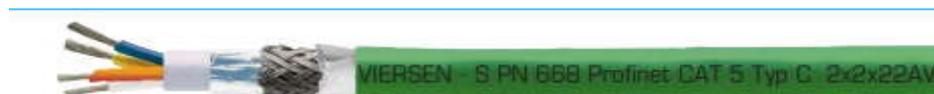
*Fig. I.14: profibus*

#### 1.4.4 Profinet (Ethernet industriel) :

Ethernet industriel est une technologie de réseau qui se développe très vite. Au future l'Ethernet avec le protocole de réseau TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) va être le raccord au niveau de la zone de mémoire (par exemple capteurs, commandes) bien établie. En général les débits de transmission sont divisés com me suit:

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

SBRÖCKSKES a développé un grand nombre de nouvelles solutions des câbles à cause de la force innovante de l'industrie d'automatisation. Dépendant de l'utilisation nous sommes à même d'offrir des solutions de câble CAT 5, CAT 6 et CAT 7 de grande souplesse et avec une bonne résistance chimique et thermique ainsi que des constructions spéciales pour enrouleurs et robots.



*Fig. I.15: Profinet CAT5*

## I.5 Energies utilisées dans les systèmes industriels :

Dans l'industrie il existe plusieurs environnements de travail des milieux dangereux et des milieux sécurisés. On a trois sources d'énergie sont utilisé dans le système automatique de production selon leurs besoins et chaque type de ces trois énergies des avantages et des inconvénients. Les trois sources d'énergie sont :

### I.5.1 Energie électrique :

L'électricité est communément présentée comme une "énergie propre" Toutefois l'électricité n'est pas une énergie disponible naturellement sur Terre ; elle est donc produite par conversion d'autres formes d'énergie en énergie électrique. Cette technologie est utile dans plusieurs domaines industriels et le plus utilisable dans notre mode de vie.



*Fig. I.16: armoire électrique.*

#### ✓ Caractéristique :

**Production** : Réseau électrique

**Liaison** : Câbles, fils

**Rendement** : 0,9

#### ✓ Avantage :

- Mise à disposition généralisée.
- Source autonome et secourue.
- SAP « tout électrique »
- Silencieux
- Précaution à prendre en atmosphère humide (IP)

### I.5.2 Energie pneumatique : [12]

Le pneumatique est un domaine technologique qui utilise les gaz sous pression pour créer un mouvement mécanique. Le plus souvent, le gaz sous pression est simplement de l'air, qui peut être sec ou lubrifié Cette technologie est utile dans les domaines de la manutention, de la robotique, des sciences médicales, du divertissement et bien plus

encore. Les conduites pneumatiques peuvent transporter des objets sur de longues distances. Elles sont présentes dans les freins pneumatiques des bus et des camions, les équipements de musculation, les capteurs et régulateurs de pression, les orgues, les pompes à dépression, la roue pneumatiques, les outils électriques, et bien d'autres.



*Fig. I.17: Energie pneumatique*

✓ **Caractéristique :**

**Production :** Compresseur<sup>1</sup> par atelier.

**Liaison :** Tubes, flexibles (pertes de charges selon distance et forme) .

**Rendement :** 0,3 à 0,5.

✓ **Avantage :**

- Énergie propre et de mise en œuvre aisée
- Sécurité de fonctionnement
- Grande vitesse de déplacement des vérins

### I.5.3 Energie hydraulique : [13]

Les systèmes hydrauliques qui fournissent une puissance et un contrôle sont utilisés dans divers secteurs et dans divers domaines d'utilisation. En plus de l'industrie, les applications de contrôle hydrauliques peuvent être vues dans tous les secteurs tels que les automobiles, les avions, les bateaux, les machines agricoles, les machines de travail, les ports, l'industrie du divertissement, l'exploration spatiale, les barrages, etc. L'hydraulique est devenu indispensable pour notre industrie et notre technologie grâce à une large gamme d'applications.



*Fig. I.18: Energie hydraulique*

✓ **Caractéristique :**

**Production :** Groupe hydraulique 1 par système

**Liaison :** Tubes, flexibles (pertes de charges selon distance et forme)

**Rendement :** 0,7 à 0,9

✓ **Avantage :**

- Très forte puissance et force
- Utilisation dans des environnements dangereux
- Grande vitesse de déplacement des vérins

## **I.6 Automates programmable industriel :**

### **I.6.1 Définition :**

L'automate programmable industriel (API) ou bien en anglais PLC (Programmable Logic Controller) est considéré comme une deuxième solution technologique utilisée dans l'industrie après la logique des relais câblés, la littérature lui a donné plusieurs définitions selon ce qu'il s'agit et ce qui a comme fonction.

✓ **Définition1 : [14]**

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

✓ **Definition2 : [15]**

Un automate programmable industriel est un appareil électronique programmable similaire à un ordinateur servant à commander des procédés industriels. Il est spécialement conçu pour automatiser ces procédés. Sa programmation détermine quelles commandes il doit donner en fonction de l'état de différents dispositifs de détection (capteurs).

**I.6.2 Historique : [16]**

Les Automates Programmables Industriels (noté API en abrégé) sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles. On sait maintenant que la deuxième partie du XXe siècle a passée à l'histoire comme étant l'ère de l'automatique. Dans le sillon de l'automatique apparurent plusieurs autres « tiques » et entre autres, l'informatique et la robotique. Et c'est à travers l'automatique, d'abord en 1968-69 aux Etats Unis, que les premiers automates industriels ou « contrôleurs programmables » firent leur apparition.

-Leurs premières applications furent d'abord le remplacement des horloges de contrôle du temps des employés ; par la suite, leurs multiples utilisations industrielles, en particulier sur les lignes de production des usines, deviennent indispensables non seulement au point de vue contrôle, mais aussi du côté économique pour l'espace et l'entretien. C'est alors que de nombreux systèmes à relais durent céder leur place.

-Les premiers automates programmables n'effectuaient que la commutation ON/OFF (et vice-versa) avec la possibilité de temporisation, comme les relais. Leurs applications étaient limitées seulement aux procédés répétitifs ainsi qu'à certaines machines. Par contre, leurs avantages consistaient dans une installation plus facile, la visualisation des étapes; ils possédaient des indicateurs diagnostiques permettant la

localisation des pannes. C'était déjà mieux que les relais, en plus de pouvoir être reprogrammé advenant un changement de fonction ou de procédé.

-De 1970 à 1974, la technologie des microprocesseurs (du moins les premiers) ajouta une plus grande flexibilité et une « intelligence » à l'automate programmable. Les capacités d'interface avec l'utilisateur s'améliorent. L'automate programmable peut maintenant exécuter les opérations arithmétiques en plus des opérations logiques; il manipule les données et les adresses ; il effectue la communication avec d'autres automates ou ordinateurs, donnant ainsi une nouvelle dimension aux applications de l'automate programmable.

-La console de programmation s'allie avec un moniteur permettant la programmation avec des symboles familiers de relais ce qui facilite beaucoup la compréhension et le dépannage car la logique peut être vue dans la même forme que les dessins à relais.

-Les automates programmables utilisent une mémoire non-volatile (RAM+Pile, EEPROM ou EAPROM par exemple) pour emmagasiner les instructions. Ces derniers accompliront des fonctions logiques, arithmétiques, de temporisation, de comptage et de manipulation des données. En plus, les fonctions de contrôle PID et d'autres fonctions complexes comme

le contrôle numérique de processus sont présentes. Puisque les automates programmables ont été conçus pour accomplir des opérations semblables à celles des relais, la programmation est basée généralement sur la nomenclature des diagrammes en échelle (ou schéma à relais). Des langages de haut niveau ont été aussi implantés sur certains automates afin de produire une plus grande flexibilité de programmation.

## I.7 Constructeurs d'API :

Dans le monde industriel nous allons voir les différentes gammes d'automates qui existent dans l'environnement industriel. Il existe plusieurs types d'automate programmable industriel parmi ces automates on a :

### I.7.1 Siemens : [17]

#### I.7.1.1 L'automate SIMATIC S7-1500

C'est la dernière gamme d'automates Siemens. Il se programme sous TIA Portal et dispose d'un petit écran de façade permettant de faire quelques configurations basiques.



*Fig. I.19: automate SIMATIC S7-1500*

#### I.7.1.2 L'automate SIMATIC S7-1200 :

L'automate SIMATIC S7-1200 est un automate compact qui se programme avec le logiciel d'ingénierie TIA Portal de Siemens. L'automate SIMATIC S7-1200 est compatible avec PROFINET IO, et peut être utilisé avec des appareils PROFINET IO pour résoudre diverses applications. Il est disponible sous forme de kit de programmation comprenant ou pas un IHM. C'est l'automate idéal pour apprendre à programmer des automates Siemens sur TIA Portal.



*Fig. I.20: automate SIMATIC S7-1200*

### I.7.1.3 L'automate SIMATIC S7-400 :

C'est un automate haute gamme très utilisé dans les industries de process. Les CPU de la gamme S7-400 disposent d'une mémoire de travail, et d'un bon temps d'exécution répondant aux exigences des industries de process.



*Fig. I.21: automate SIMATIC S7-400*

### I.7.1.4 L'automate SIMATIC S7-300:

C'est un automate modulaire haute gamme très utilisé dans les industries de transformation. Il est fourni sous différentes versions (CPU standard, CPU Fail -safe).



*Fig. I.22: automate SIMATIC S7-300*

### I.7.2 ABB : [18]

Le nouvel automate programmable ABB renforcé offre une solution facile à mettre en œuvre pour les matériels de commande fonctionnant dans des conditions difficiles et dans des climats hostiles.

ABB offre une gamme complète d'API évolutifs et de terminaux opérateurs IHM solides, ainsi que des solutions haute disponibilité. Depuis son lancement en 2006, la plate-forme d'API AC500 est reconnue comme offrant de hautes performances, une qualité élevée et une grande fiabilité. Notre gamme unique de dispositifs d'entrée/de sortie sans fil IP67 permet d'étendre nos solutions d'API pour la robotique et les applications similaires. ABB fournit des solutions d'automatisme évolutives, flexibles et efficaces pour répondre à toutes les applications d'automatisation concevables

#### I.7.2.1 AC500 :

API phare et puissant d'ABB qui offre une vaste gamme de niveaux de performance et une grande modularité dans un concept simple et unique, alors que la plupart de nos concurrents sont obligés de proposer plusieurs gammes de produits pour atteindre le même degré de fonctionnalité. Serveur Web intégré et protocole de contrôle à distance IEC 60870-5-104.



*Fig. I.23: automate AC500*

### I.7.2.2 AC500-eCo :

Répond aux exigences de rentabilité des acteurs du marché restreint des API et présente dans le même temps une interopérabilité totale avec la gamme principale A C500.



*Fig. I.24: automate AC500-eCo*

### I.7.3 Allen Bradley: [19]

#### I.7.3.1 Automate programmable Rockwell SLC 500 :

L'automate Allen Bradley SLC 500 est un automate modulaire de format compact couvrant une large palette d'applications selon la puissance de l'unité centrale choisie. Les UC 5/01, 5/02 conviennent bien aux applications simples tandis que les processeurs 5/03 et 5/04 peuvent traiter des tâches plus complexes incluant calcul, régulation et communication. Le modèle 5/05 qui intègre un port Ethernet TCP/IP est la solution idéale pour la GTC ou les automatismes exigeants en communications. L'automate Allen Bradley SLC 500 peut gérer jusqu'à 30 cartes d'E/S réparties sur 3 racks et de nombreux équipements sur bus de terrain RIO ou DeviceNet. Plus de 60 cartes d'E/S (1746) sont disponibles incluant E/S analogiques haute résolution, carte d'axe, module Basic, coupleur Modbus...



*Fig. I.25: automate Rockwell SLC 500*

### I.7.4 Schneider : [20]

#### I.7.4.1 Twido Compact, modulaire :

Twido version compacte ou modulaire partage des options, des extensions d'E/S et un logiciel de programmation communs. Applications : p bâtiments : gestion de la ventilation, de l'éclairage, des accès,... p machines tertiaires : mobilier urbain, laveauto, portes et portails automatisés, p machines industrielles : emballage, convoyage, manutention.



*Fig. I.26: automate TwidoCompact, modulaire*

#### I.7.4.2 Twido Extrême :

La nouvelle gamme TwidoExtreme IP 67 permet le fonctionnement dans un environnement particulièrement difficile, notamment : p humidité p température comprise entre -40 °C et 120 °C p vibration p projections huile, produits chimiques p chocs. Applications : p véhicules embarqués p installation en extérieur p installation en ambiance sévère : tunnel de froid, proximité source de chaleur.



*Fig. I.27: automate TwidoExtrême*

## I.7.5 Mitsubitshi : [21]

### I.7.5.1 Série MELSEC iQ-R :

Mitsubishi a réalisé un contrôleur offrant une réelle valeur ajoutée qui réduit le coût total de possession. La Série MELSEC iQ-R bénéficie d'une étude complètement nouvelle pour résoudre les problèmes courants dans sept domaines principaux :

Productivité, technologie, maintenance, qualité, connectivité, sécurité et compatibilité.  
Résolution des problèmes en trois points :

Réduction du coût total de possession, amélioration de la fiabilité et réutilisation des systèmes existants.



*Fig. I.28: automate MELSEC iQ-R*

### I.7.5.2 Système Q MELSEC :

L'extrême performance propulse cette série d'API vers des sommets encore inaccessibles pour les autres automates. Face aux exigences croissantes envers les productions, la nouvelle génération du système Q MELSEC avec sa durée de traitement de quelques nanosecondes, augmente considérablement les performances des machines et systèmes.



*Fig. I.29: Système Q MELSEC*

**I.8 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons fait un essuyage général sur les systèmes industriel automatisé et leurs environnements. Cette présentation générique des notions et des définitions constitue la base de notre travail suiv ant la simulation d'un système automatisé réel.

# *Chapitre II*

*Systemes MPS500 : Présentation et  
descriptions*

## II.1 Introduction :

Depuis 1991, les stations du système de production modulaire MPS sont les « équipements sportifs » des championnats du monde des mécatroniciens. Le MPS a prouvé dans des compétitions nationales et internationales que sa conception, ses stations et commandes ainsi que les fonctions qui y sont réalisées offrent exactement ce qui caractérise la fabrication automatisée dans le monde entier : l'intégration de mécanique, électrotechnique et la technique d'information de la mécatronique.

Cela signifie que le formateur qui enseigne avec le MPS® peut considérer que beaucoup d'entreprises, écoles et universités du monde entier en font de même. Les stations du système de production modulaire sont à l'origine et le modèle de presque tous les systèmes de formation à la mécatronique.

Le MPS® 500-FMS constitue la base idéale à une formation multi technologie aux problèmes rencontrés dans la pratique des entreprises. Il permet d'analyser, de comprendre et de maîtriser les interactions entre mécanique, pneumatique, électricité, commande et interfaces de communication, il est de marque allemande <<festo didactic>>, elle est composée de six stations qui sont :

La Station de distribution et contrôle, Station production et manipulation, Station caméra, Station reboot et assemblage, Station stockage et déstockage, Station Livraison et manipulation.

## II.2 Description générale du système :

Le système MPS\_FMS 500 (Modular Production System-flexible manufacturing system) et le chiffre 500 signifie la disposition actuelle autour du convoyeur. Dans ce système le convoyeur alimente les différentes stations par les pièces cylindriques à l'aide des palettes bien orientées. La première station c'est la station de distribution qui représente comme un dispositif d'alimentation, Le corps du vérin est amené à la station de distribution transmet les pièces à la station de contrôle, Après contrôle, la station d'usinage réalise un usinage symbolique en simulant une opération de perçage. La station de manipulation se charge alors du transport au poste suivant, Le système vidéo vérifie la qualité de la pièce qui sera destinée à la station d'assemblage robotisé à l'aide d'un robot industriel automatisé. Les pièces sont entreposées dans la station magasin de grande hauteur, avant de passer à l'expédition. La station de manipulation transfère les produits du convoyeur à la station de tri, où ils sont triés et mis à disposition pour expédition.



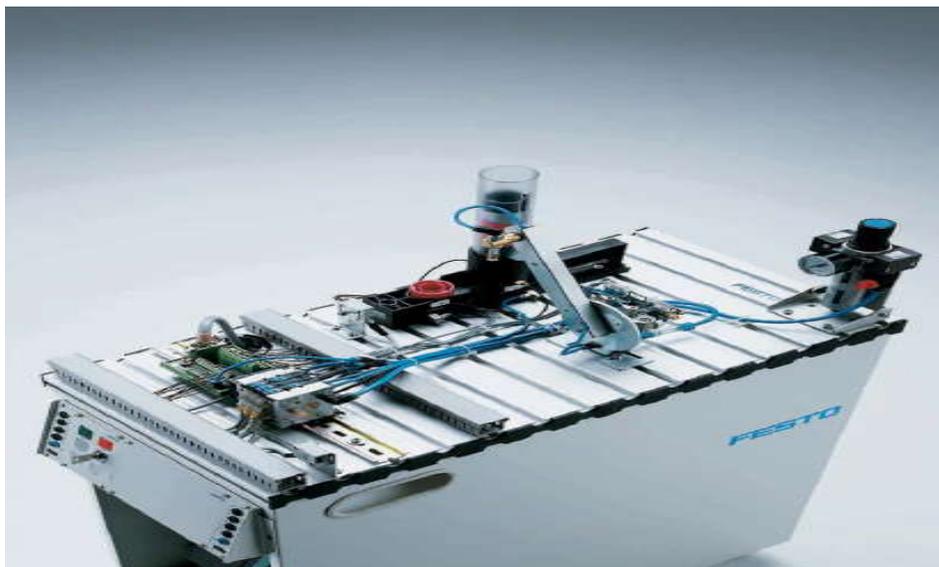
*Fig. II.1: système MPS\_FMS 500*

## II.3 Composante du système MPS500 : [22]

### II.3.1 Station distribution et control :

#### II.3.1.1 Station de distribution :

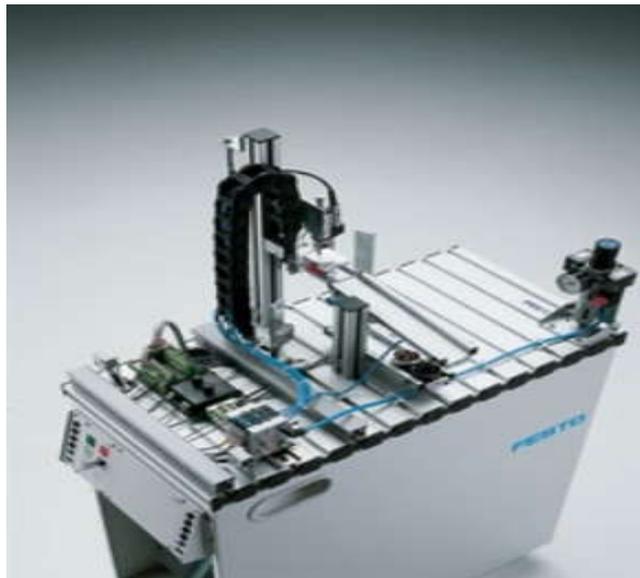
La station se charge de séparer les pièces. 8 pièces maximum se trouvent dans le module de magasinage à empilage. Un vérin à double effet éjecte les pièces une à une. Le module de transport saisit chaque pièce éjectée au moyen d'une ventouse. Le bras pivotant du module de transport, commandé par un vérin oscillant, amène la pièce au point de transfert de la station suivante.



*Fig. II.2: station de distribution*

### II.3.1.2 Station de control :

La station de contrôle reconnaît différentes propriétés des pièces insérées. A l'aide d'un capteur optique et d'un capteur capacitif, elle est capable de différencier des pièces. Une barrière photo-électrique surveille si la zone de travail est libre avant de procéder à l'élévation de la pièce à l'aide d'un vérin linéaire. Un capteur analogique détermine la hauteur de la pièce. Un vérin linéaire achemine les pièces conformes vers la station voisine en empruntant la glissière à coussin d'air supérieure. Les pièces non conformes sont rebutées via la glissière à coussin d'air inférieure.

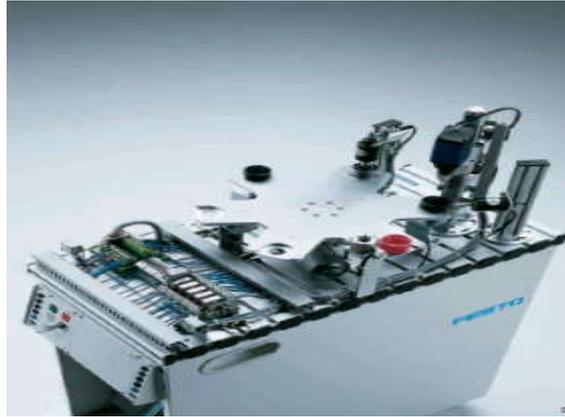


*Fig.II.3: station de control*

### II.3.2 Station production et manipulation :

#### II.3.2.1 Station production :

Dans la station d'usinage, il est procédé au contrôle et à l'usinage de pièces sur un plateau à indexation. La station utilise exclusivement des actionneurs électriques. Le plateau à indexation est commandé par un moteur à courant continu. Le positionnement du plateau à indexation s'effectue au moyen d'un circuit à relais, la position du plateau à indexation est détectée par un capteur inductif. Sur le plateau à indexation, les opérations de contrôle et de perçage des pièces sont réalisées parallèlement. Un électro-aimant de levage avec détecteur inductif contrôle si les pièces ont été insérées dans la bonne position. Pour le perçage, le serrage de la pièce est assuré par un électro-aimant de levage. Les pièces finies sont acheminées au poste suivant par dispositif électrique de dé - rivation.



*Fig. II.4: station de production*

### II.3.2.2 Station manipulation :

La station est équipée d'un système de manipulation flexible à deux axes. Les pièces insérées sont détectées dans le réceptacle par une barrière photo-électrique. Le manipulateur y prélève les pièces à l'aide d'une pince pneumatique. Un capteur optique équipe la pince. Le capteur distingue les pièces « noires » et les pièces « non noires ». Les pièces sont alors acheminées, en fonction de ces critères, vers des glissières distinctes. D'autres critères de tri peuvent être définis en cas de combinaison de la station avec d'autres stations. Les pièces peuvent également être transférées à une station en aval.



*Fig. II.5: station de manipulation*

### II.3.3 Station caméra :

Les system vidéo ont tout pour convaincre par leur polyvalence et leur fiabilité en production et en assurance de qualité des pièce selon un camera compacte intelligente qui vérifie la qualité de pièces selon leur couleur .



*Fig. II.6: station camera*

### II.3.4 Station reboot et assemblage :

#### II.3.4.1 Station reboot :

La station de robot peut transporter les pièces qui sont introduites dans la rampe et les placer dans le dispositif de retenue de montage. Le capteur dans la pince permet au robot de distinguer les pièces par leur couleur (noir / non noir) Le capteur dans le dispositif de retenue de montage surveille l'orientation de la pièce. De la retenue d'assemblage, le robot classe les pièces dans divers entrepôts ou les passe à la station suivante, La combinaison avec la station d'assemblage, permet l'assemblage de pièces.



*Fig. II.7: station reboot*

#### II.3.4.2 Station d'assemblage :

La station d'assemblage c'est un complément de la station de robot. Il fournit les composants cylindriques pour le processus d'assemblage: Un vérin double effet extrait le stock du cylindre de l'entrepôt. Les pistons sont sur une palette. Un vérin à double effet pousse le ressort hors de l'entrepôt.



*Fig. II.8: station d'assemblage*

#### II.3.5 Station stockage et déstockage :(14)

La station de stockage est en mesure de distinguer la couleur des pièces et de les déposer à six niveaux sur deux profondeurs, soit 48 pièces maximum. Une combinaison de détecteurs identifie, sur la glissière de réception des pièces, la couleur du produit qui est

ensuite déposé à l'un des six niveaux de stockage. Pour ce faire, un manipulateur cartésien est positionné à l'aide de moteurs pas à pas et de fonctions robotiques. Une pince pneumatique, fixée à un moteur pas à pas commandant un axe à vis, prélève la pièce de son support et la dépose au niveau de stockage voulu. Une programmation adéquate permet de placer le dispositif de stockage au début (déstockage), à la fin (stockage) ou sur la ligne de production (stockage temporaire). Le côté sorti des produits est également équipé d'une glissière.



*Fig. II.9: Station stockage et déstockage*

### **II.3.6 Station Livraison et manipulation :**

#### **II.3.6.1 Station Livraison :**

Cette station procède au tri de pièces dans trois glissières. Les pièces insérées au début de la bande sont détectées à l'aide d'un capteur à réflexion. Des capteurs installés en aval du barrage détectent les propriétés de la pièce (noire, rouge, métallique). Le tri des pièces et leur acheminement aux glissières respectives est assuré par des séparateurs manœuvrés par des vérins à faible course via un mécanisme d'inversion. Une barrière photo-électrique surveille le niveau de remplissage des glissières.

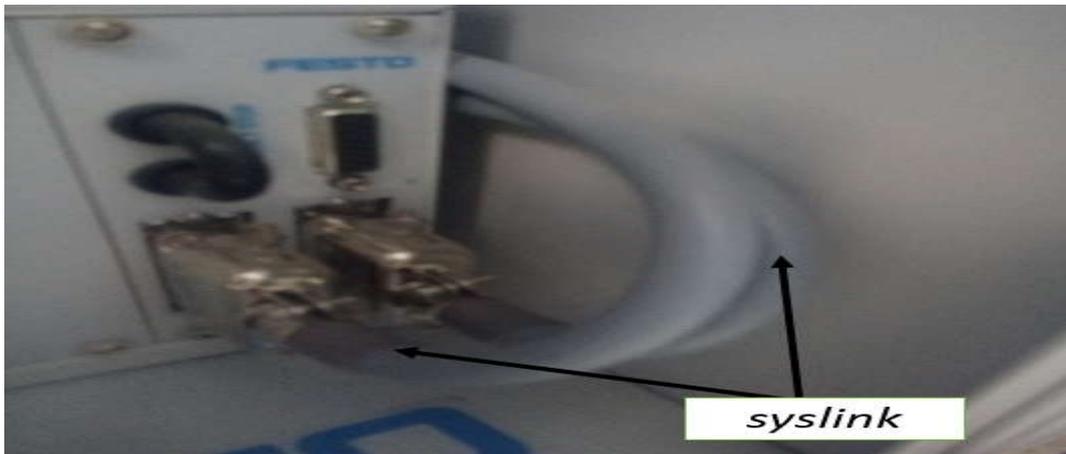


*Fig. II.10: Station de livraison*

## II.4 Systèmes de communication du MPS 500 :

### II.4.1 Syslink : [23]

Pour la connexion d'interfaces SysLink, de l'API d'un EduTrainer au module de connexion universel numérique et Pour la connexion de l'EasyPort aux bornes d'E/S d'un API.



*Fig. II.11: Câbles Syslink*

### II.4.2 ASI : [23]

AS-Interface (AS-i) - l'interface pour actionneurs et capteurs - est le système de bus astucieux pour le niveau de terrain qui permet de réaliser la liaison entre tous les capteurs et actionneurs de terrain et l'automate de niveau supérieur avec une simplicité imbattable et de manière flexible et efficace.

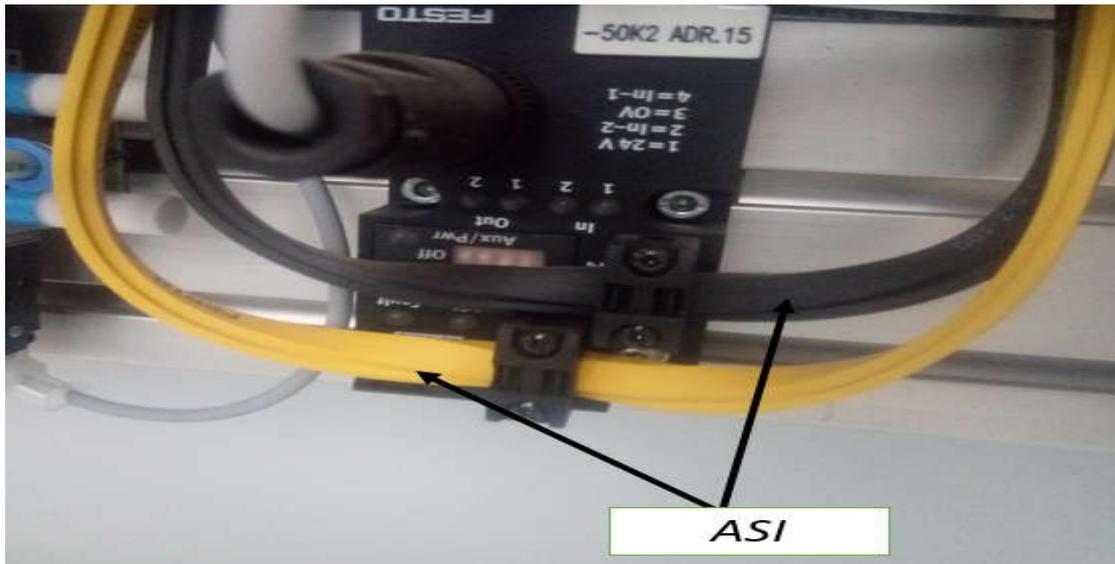


Fig. II.12: Câbles ASI

#### II.4.3 Profibus : [23]

PROFIBUS pour la communication de processus et de terrain et avec des appareils de terrain de différents constructeurs et pour la transmission de données selon CEI 61158/61784

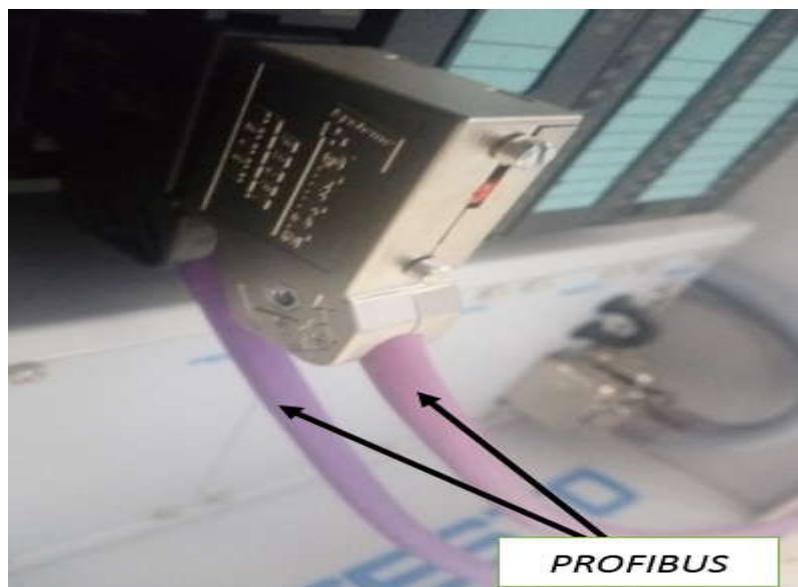


Fig. II.13: Câbles PROFIBUS

#### II.4.4 Profinet : [23]

PROFINET est le standard Industriel d'Ethernet ouverte pour l'automatisation, est basé sur Industrial Ethernet en temps réel, elle est utilise les protocoles TCP/IP ou les standards IT, PROFINET permet l'intégration sans problème des bus de terrain. Festo utilise les deux types de Profinet RJ45 et CAT 5.

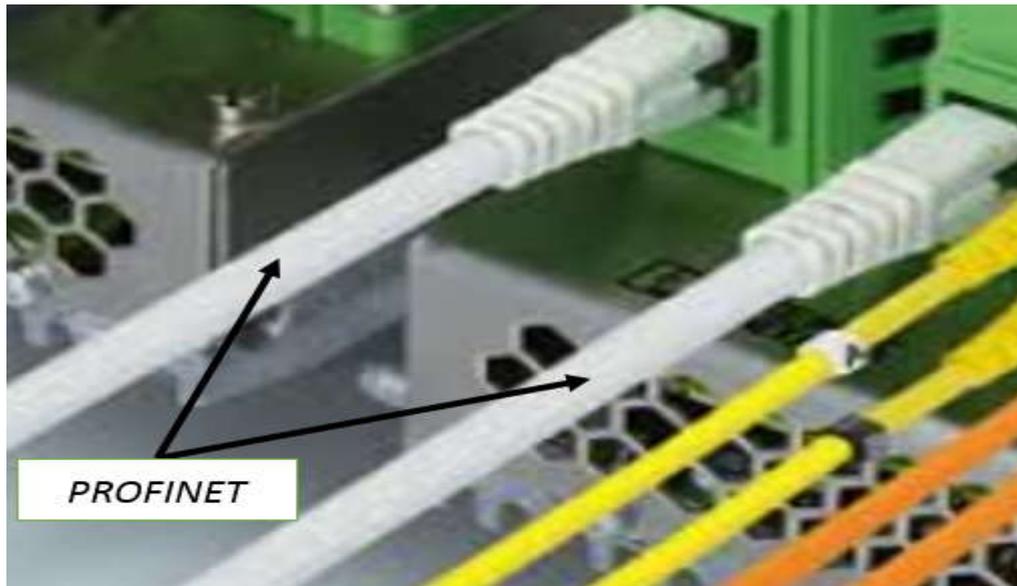


Fig. II.14: Câbles PROFINET

## II.5 Capteurs actionneur et Pré actionneur du systèmes MPS 500 :

### II.5.1 Capteurs : [24]

#### II.5.1.1 Les capteurs Optique :

Un capteur optique Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur .La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau .Le signal est amplifié pour etre exploite par la partie commande . Le fonctionnement de ce type de capteurs repose sur l'émission et la réception d'un faisceau lumineux visible ou non. On peut distinguer trois modes de fonctionnement :

- ✓ **Barrage** :Emetteurs et récepteurs sont séparés

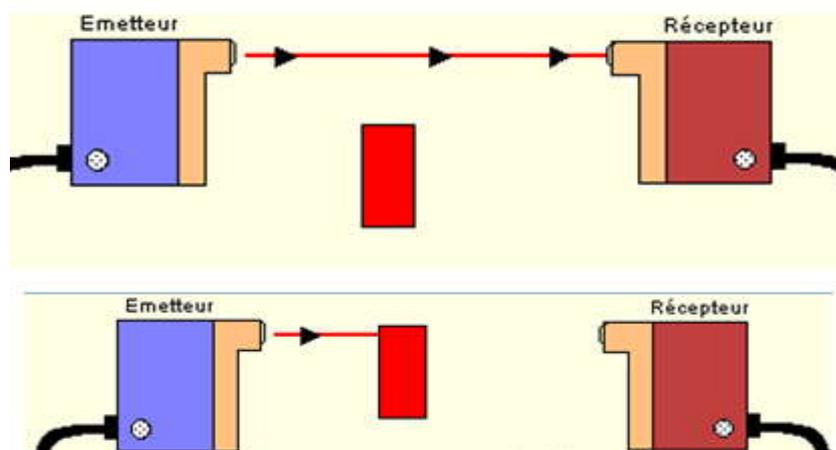
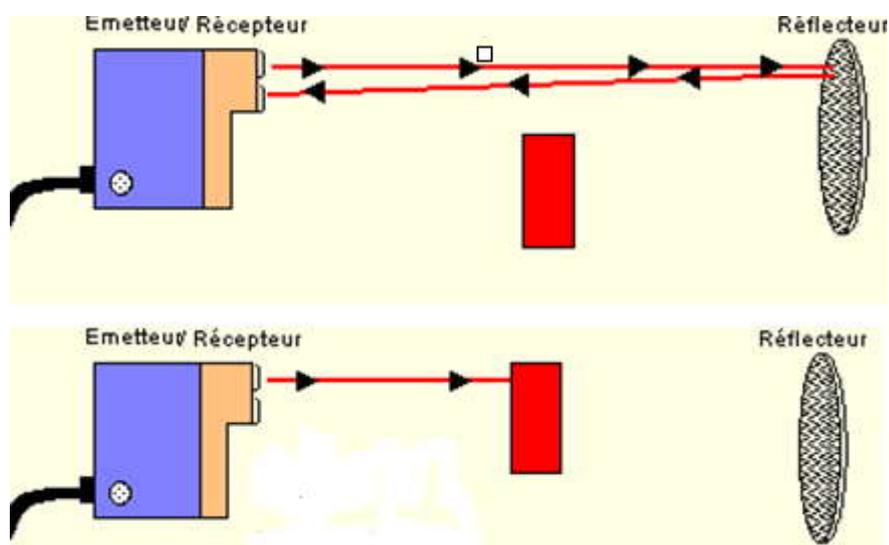


Fig. II.15: capteur optique a barrage

- Adapté pour :
    - Détection de matériaux opaques.
    - Environnements « pollués » : Pluie, fumé, poussière.
    - Les longues distances.
  - Contrainte :
    - Pas de détection de matériaux transparents.
    - Alignement parfait.
- ✓ **Réflex** : Emetteur et récepteur dans le même boîtier (réflecteur)



*Fig. II.16: capteur optique a réflex*

- Adapté pour :
    - Détection possible uniquement d'un coté
    - Environnements propres
  - Contraintes :
    - Ne fonctionne pas avec les objets réfléchissants
- ✓ **A faisceau perdu** : Emetteur et récepteur dans le même boîtier (objet = réflecteur).

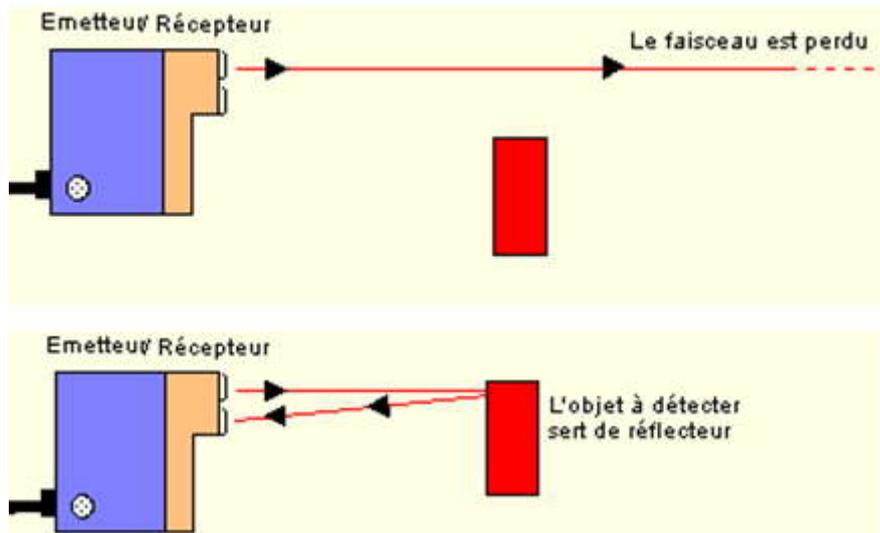


Fig. II.17: capteur optique à faisceau perdu

- Adapté pour :
  - Les endroits où la détection n'est possible que d'un côté.
- Contraintes :
  - Les portées dépendent de la capacité réfléchissante des objets.
  - A éviter dans les environnements poussiéreux ou sales.

### II.5.1.2 Les Capteurs Inductifs à Proximité :

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie, le capteur commute.

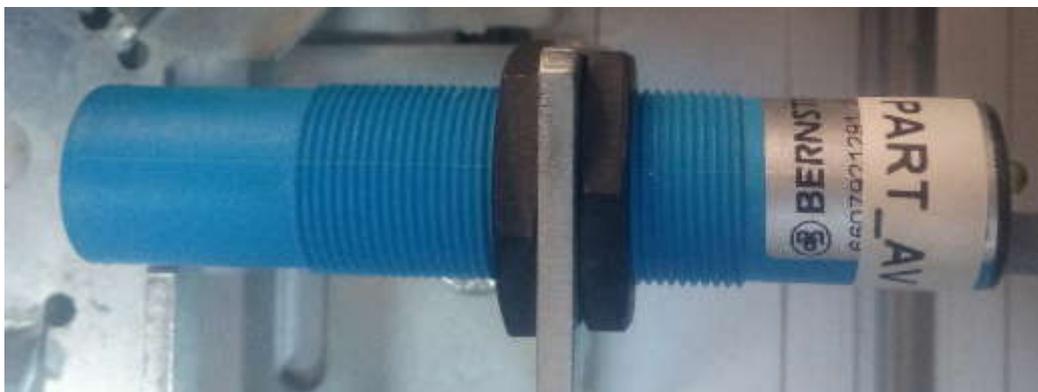
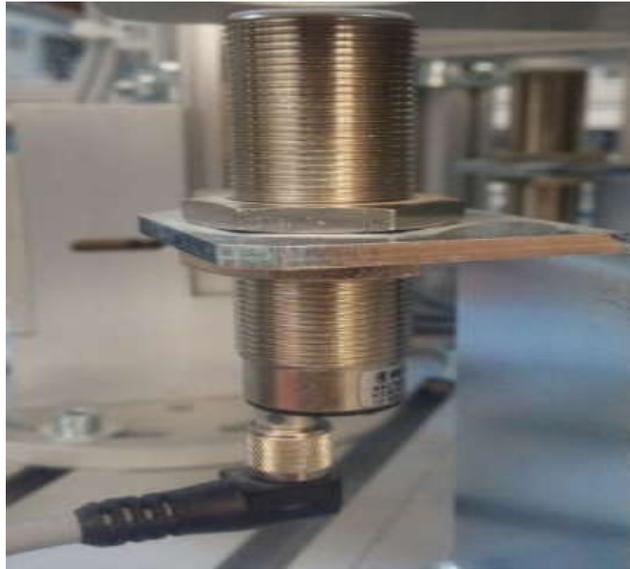


Fig. II.18: Capteurs Inductifs à Proximité

### II.5.1.3 Les capteurs Capacitifs à proximité :

Les détecteurs de proximité capacitifs sont conçus pour fonctionner par création d'un champ électrostatique et par détection des modifications de ce champ créées par une cible approchant de la face de détection, Cette technologie permet la détection de tous les types de matériaux conducteurs et isolants tels que verre, huile, bois, plastique, etc.



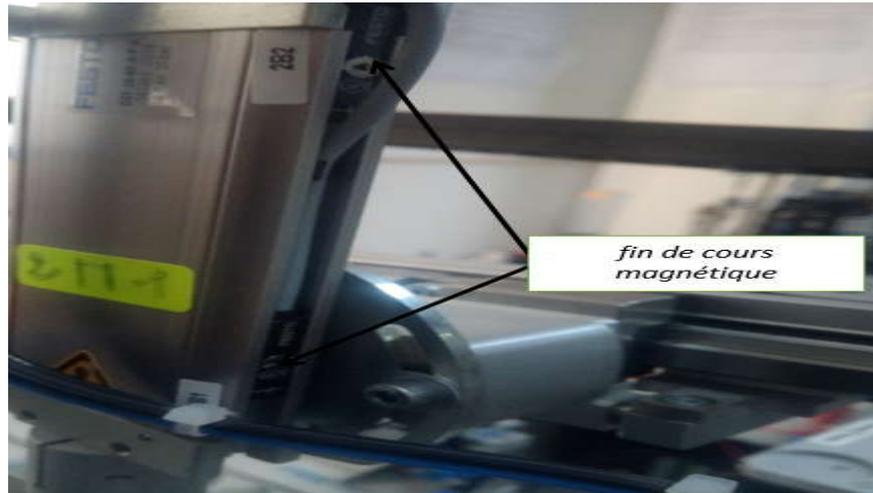
*Fig. II.19: Capteurs capacitifs à Proximité*

### II.5.1.4 Les capteurs fin de course :

Il existe 2 types de capture fin de cours magnétique et mécanique elles sont utilisés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions.

#### II.5.1.4.1 Les capture fin de course magnétique :

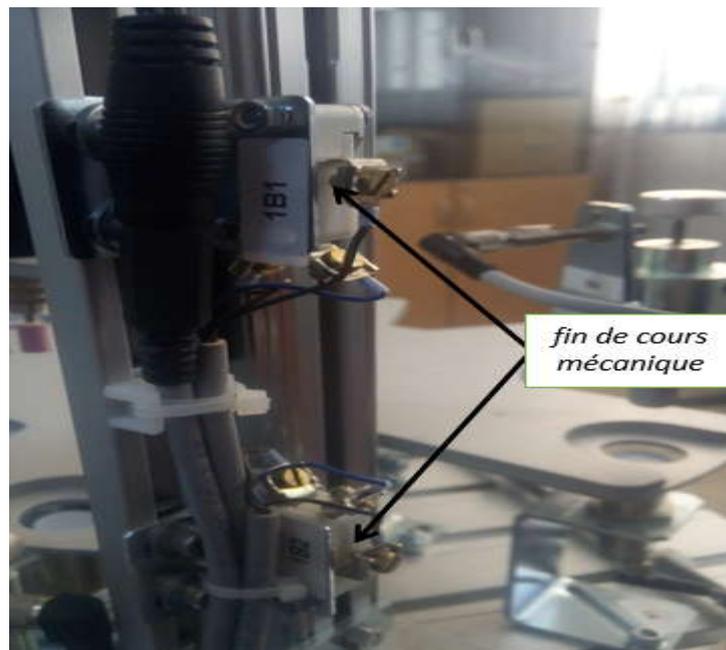
Ce type de capteur est utilisé pour contrôler la position d'un vérin. Un interrupteur à lame souple est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible aux champs magnétiques. Lorsque le champ est dirigé vers la face sensible du capteur le contact se ferme.



*Fig. II.20 : fin de cours magnétique*

#### II.5.1.4.2 Les capture fin de course mécanique :

Les détecteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. On parle aussi de détecteurs de présence.



*Fig. II.21: fin de cours mécanique*

#### II.5.2 Actionneur : (figure de la station) [24]

##### II.5.2.1 Les vérins :

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans

l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs.

Pour cas linéaire vérin simple effet et vérin double effet.



*Fig. II.22: vérin simple effet*

Les vérins à double effet contrairement à la version à simple effet, ce type de vérin développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail



*Fig. II.23: Symbole vérin double effet*

Pour le cas rotatif c'est le même principe :



*Fig. II.24: vérin rotatif*

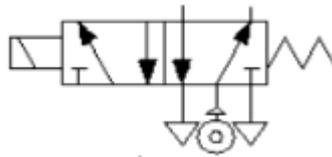
### II.5.3 Pré-actionneur : [24]

#### II.5.3.1 Les distributeurs pneumatiques :

L'énergie pneumatique destinée aux actionneurs pneumatiques doit être distribuée en pression et en débit de façon constante par des composants adaptés. Ils sont situés entre la source d'énergie et les organes moteurs. On classe les distributeurs dans la catégorie du pré actionneurs ou des interfaces de sortie.

#### II.5.3.2 Distributeurs monostables :

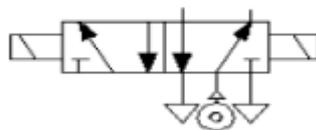
Un distributeur est dit monostable lorsqu'il ya un déficit entre le nombre de positions que peut prendre ce distributeur et le nombre de pilotes ou s'il ya un ressort.



*Fig. II.25: Symbole distributeur monostable*

#### II.5.3.3 Distributeurs bistables :

Distributeurs 5 orifices 2 positions bistable piloté par deux pilotes. Il n'ya pas de ressort et il ya deux positions stables



*Fig. II.26: Symbole distributeur bistable*

#### II.5.3.4 Pupitre de commande :

Le pupitre de commande MPS permet de commander aisément la station MPS, chaque station dans MPS 500 contient un pupitre de commande qui réalise les différentes opérations. Le bouton START pour le lancement du système, Le bouton RESET pour le redémarrage du système et STOP pour l'arrêt totale du système. Il y'a aussi un boutons pour l'arrêt d'urgence.



*.Fig. II.27: pupitre de commande*

## II.6 Automates (Siemens S7-300) utilisé dans le système MPS 500.

### II.6.1 Automates S7-300(CPU, RAM,E/S, Modules de communication) :[25]

Le S7-300 est une plate-forme d'automatisation universelle pour des applications avec des architectures centralisées et décentralisées, orientée sécurité, motion control ou avec interface Ethernet/PROFINet intégrée. Le S7-300 peut également s'intégrer dans des solutions compactes avec HMI ou dans des têtes de station pour traitement intelligent décentralisé.

Caractéristiques techniques :

- 24 CPU standards :
  - avec interface Ethernet/PROFINet intégrée
  - CPUS de sécurité
  - CPU compactes avec fonctions technologiques et périphéries intégrées
  - CPU technologiques pour la gestion des fonctions motion control
- Modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic ·
- Modules pour emploi dans des zones à atmosphère explosive ·
- Modules de fonction technologique :
  - ex : régulation et came électronique et des modules de communication point à point

ou par bus ASi, Profibus ou Industrial Ethernet.

Simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules au modulo 32 permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques.

### **II.6.2 Caractéristique de l'automate S7-300 CPU 314-DP/NP : [26]**

- 192 Ko de RAM pour programmes et données
- Interfaces : MPI, PROFIBUS DP, PROFINET
- Entrées/sorties :
  - 24 entrées TOR (24 V DC)
  - 16 sorties TOR (24 V DC, 500 mA)
  - 4 entrées analogiques, 12 bits,
  - 2 sorties analogiques
  - 4 compteurs rapides (60 kHz)
  - interface MPI/DP 12MBit/s,
  - interface Ethernet PROFINET, avec commutateur 2 ports, alimentation intégr.

24V CC, connecteur frontal (2x 40 pôles) et microcarte mémoire requise

### **II.6.3 Logiciels Utilisées pour la programmation et simulation du systèmes MPS 500 :**

#### **II.6.3.1 Step7 (V 5.5) : [27]**

##### **Qu'est-ce que STEP 7 ?**

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.

STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7 présentant des fonctionnalités supplémentaires :

- Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC (voir aussi Possibilités d'extension du logiciel de base STEP 7)

- Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication - Forçage et fonctionnement multiprocesseur
- Communication par données globales
- Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication et de blocs fonctionnels

### II.6.3.2 Logiciel CIROS : [28]

CIROS Advanced Mechatronics est un système de simulation graphique en 3D pour PC pour les installations automatisées distribuées. Les installations se composent de différentes stations intelligentes mises en réseau. Les installations distribuées représentent des processus d'automatisation de complexité variée. Dans la documentation et le logiciel, les installations sont également appelées modèles de process ou cellules de travail.

CIROS Automation Suite comprend 5 outils :

- **CIROS Robotics :**

CIROS Robotics permet l'apprentissage de la programmation des robots à l'aide d'exemples concrets avec exercices pré-programmés. CIROS Robotics est un système pédagogique pour programmeurs de robots.

CIROS Robotics Assistant : contient toutes les notions de base sur les technologies de l'automatisation et la programmation des robots.

- **CIROS Mechatronics :**

CIROS Mechatronics est un environnement de travail spécialisé dans l'apprentissage de la programmation des automates programmables S7.

CIROS Mechatronics permet la simulation de schémas électriques et pneumatiques ainsi que de process en 3D.

On peut contrôler la partie opérative virtuelle par automate programmable virtuel ou par automate réel, via OPC, avec simulation d'erreurs ou dysfonctionnements.

- **CIROS Advanced Mechatronics :**

CIROS Advanced Mechatronics permet de créer des parties opératives complexes à partir d'une bibliothèque de stations dont certaines proviennent d'usines FESTO. Chaque cellule de production est pilotée par un automate programmable Siemens S7. On peut configurer la communication entre stations graphiquement.

On peut simuler les erreurs de câblage et les dysfonctionnements. Un nombre limité d'opérations sont nécessaires pour la création de ligne de production complexe

- **CIROS Production :**

CIROS Production combine la simulation et le pilotage réel d'une installation. C'est un environnement virtuel pour l'apprentissage de l'Automatisation Industrielle.

On peut aborder des sujets tels que configuration des installations, logistique d'assemblage, optimisation et organisation de la production.

- **CIROS Studio :**

CIROS Studio est l'outil de création et de simulation de cellules complexes. Il intègre les supports nécessaires pour les robots Mitsubishi.

## II.7 Langage de programmation :

### II.7.1 Graph7 : [29]

Cette abréviation signifie graphe fonctionnelle commande étape et transition. Il fait la description graphique d'un système automatisé il est sous forme étape représenté par un seul carré et transition par un trait horizontal qui représente la condition, il commence toujours par une étape initiale qui est la seule l'étape représenté par double carré elle est toujours active au début.

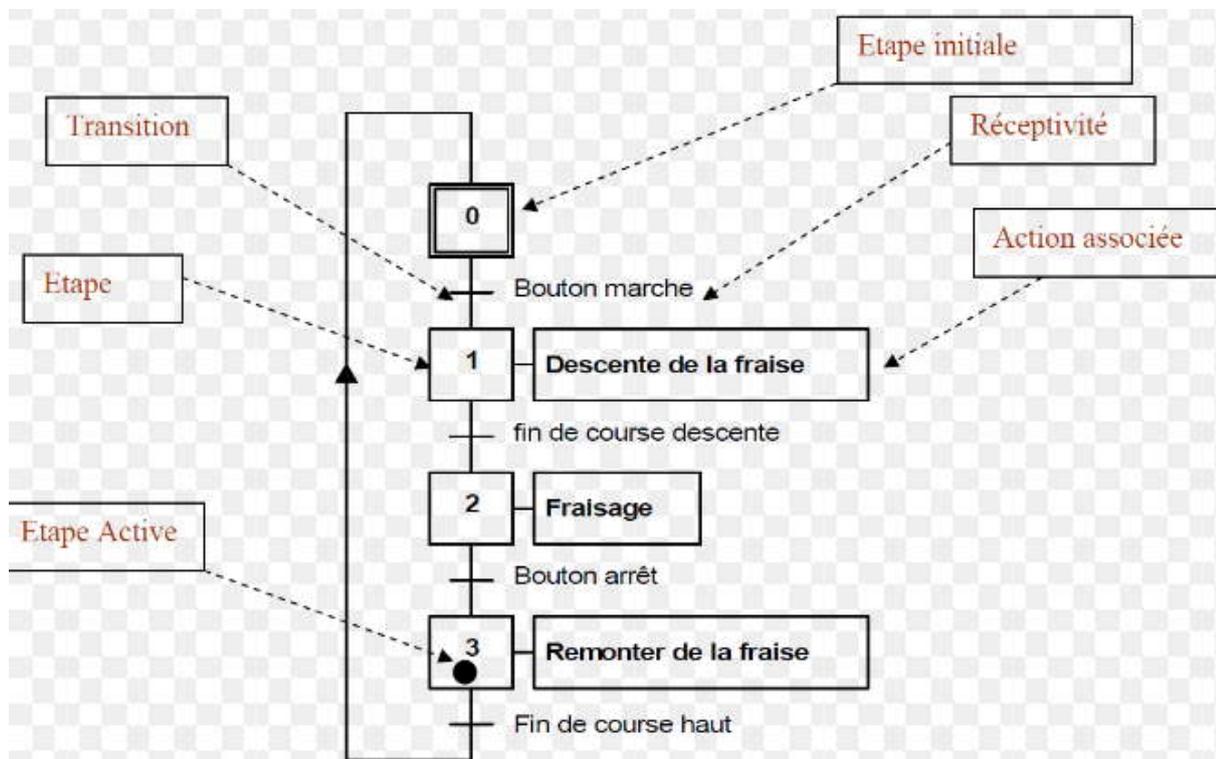


Fig. II.28: représentation de langage graph 7

### II.7.2 Langage CONT : [29]

Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

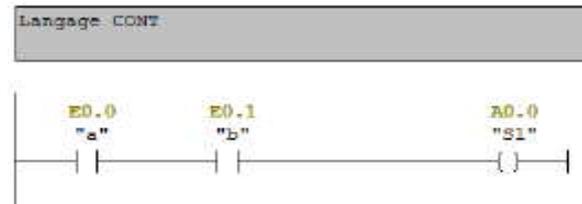


Fig. II.29: représentation de langage CONT

### II.7.3 Langage LOG : [29]

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

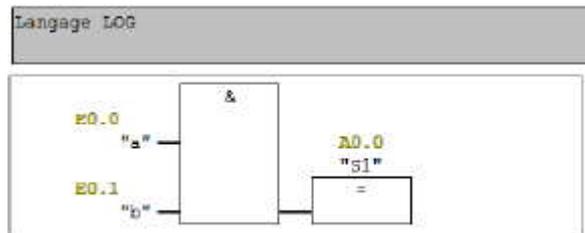


Fig. II.30: représentation de langage LOG

### II.7.4 Langage LIST : [29]

La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

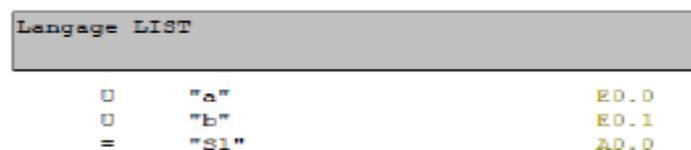


Fig. II.31: représentation de langage LIST

## II.8 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons entamé la description générale de système MPS 500 et ces différents stations et sous stations dans la première partie .la seconde partie est consacrée aux équipement de système MPS 500 en manière générale nous avons parlé de leur composant : moyens de communication ,entré(capture),sortie (actionneur ou pré-actionneurs),automates programmables industriel, des logiciel utilisé pour la programmation et simulation de système (step7,ciros),enfin on a parlé de manière globale sur les langage de programmation utilisé pour programmé ces systèmes .

# *Chapitre III*

*description fonctionnelle*

*des stations étudier*

*du Systèmes MPS 500 du laboratoire MELT*

### III.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les deux stations du système MPS 500 que nous avons étudiées : La station de distribution et la station de production où nous allons présenter leurs composants (capteurs, actionneur, voyons lumineux, ...), nous allons expliquer aussi le fonctionnement de chaque station en détail.

### III.2 Station de production :

Cette station contient elle-même deux sous stations la sous station de manipulation et la sous station d'usinage. La sous station de manipulation a comme but de transférer les pièces du convoyeur plus précisément le niveau des palettes à la sous station d'usinage. Dans la station d'usinage les opérations font selon plusieurs types : Contrôle, Perçage, Fixation, Rotation de la table, Translation de la perceuse tous ces opérations afin de traiter les pièces qui sont arrivées via la station en amont.

#### III.2.1 La sous station de manipulation :

##### III.2.1.1 Le Principe de fonctionnement :

La sous station de manipulation pneumatique est équipée d'un dispositif de manipulation à deux axes souples, les pièces insérées dans le support (la pince) sont détectées pour une capture optique de proximité (3B1) qui détecte la présence des pièces à usiner au niveau de la pince. Le vérin (3M1) assure l'ouverture de la pince.

Cette sous station est considérée comme un robot cartésien qui déplace selon deux axes  $YY'$  (verticalement) et  $XX'$  (horizontalement). La translation sur l'axe des  $YY'$  est limitée par deux capteurs électromagnétiques sont considérés comme des fins de courses (2B1) et (2B2). Ce déplacement vertical se fait à l'aide d'un vérin pneumatique (2M1) pour faire sortir la pince. Comme le robot peut se déplacer sur l'axe  $XX'$  pour atteindre la station Amont et Aval via deux moteurs (1M1) et (1M2) respectivement. Cette opération est établie qu'à l'aide de trois capteurs électromagnétiques de fin de course (1B1), (1B2), (1B3). Dans ce mode de fonctionnement on s'intéresse que à deux capteurs utiles (1B1), (1B2).

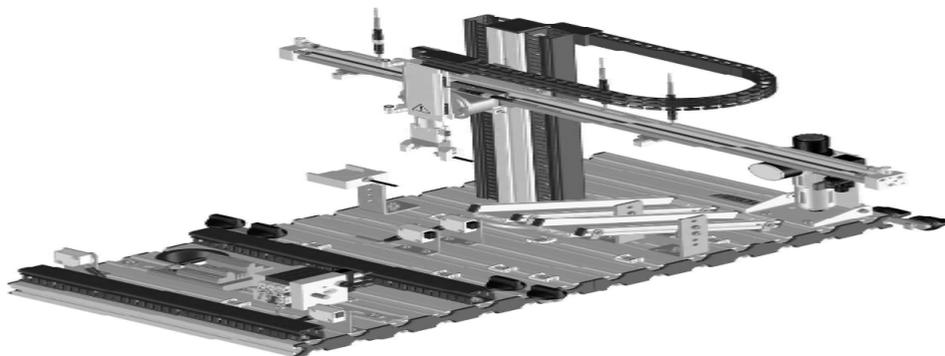


Fig. III.1: Vue générale de la Sous station de manipulation.

### III.2.1.2 Composants principaux de la sous station de manipulation :

Dans cette figure on va présenter les différentes composants principaux (la pince, module picalfa) qui existent dans cette sous station de manipulation.

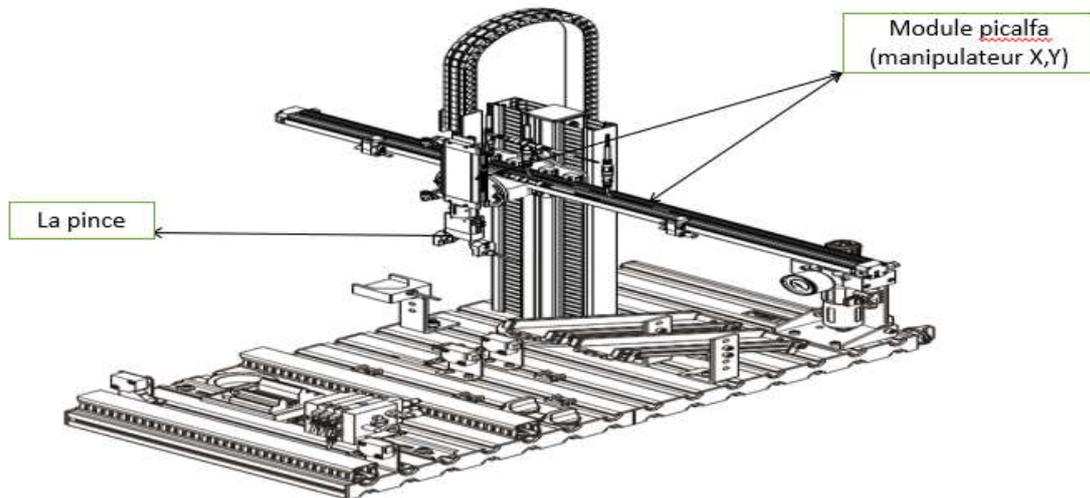


Fig. III.2: Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.

#### a- Module PicAlfa :

Manipulateur universel à 2 axes pour opérations de «Pick&Place». Son travail est de transférer les pièces d'une sous station à une autre sous station (amont et Aval) à l'aide des vérins qui sont positionnés à ces axes (X,Y). Les Vérins (1M1) et (2M1) considérés comme premier vérin sur l'axe des XX' et le vérin (2M1) comme deuxième vérin sur l'axe YY'. Ces derniers actionneurs sont commandés par des capteurs de fin de course qui détectent leurs positions actuelles.



Fig. III.3: module picalfa pneumatique.

**b- La pince :**

La pince 3M1 a comme objectif d'attraper et relâcher les pièces à traiter selon les besoins. À l'intérieur de cette pince il y'a un capteur optique 3B1 qui détecte la pièce à usiner.



*Fig. III.4:* Représente la Pince 3M1.

**III.2.1.3 Pupitre de commande :**

Non seulement cette sous stations mais tous les sous stations est commandée au moyen du pupitre de commande

- Réaliser la mise en référence : Cette dernière est demandée lorsque la touche Reset est allumée et exécuté après actionnement sur cette touche
- Lancer la station : lorsque la touche verte du START est allumée est exécuté après actionnement sur cette touche.
- Touche Stop : le programme peut être arrêté à tout moment en appuyant sur la touche STOP de couleur Rouge.

Mode Manu/ Auto : sert à sélectionner le Mode manuel et Mode automatique



Fig. III.5: Le Pupitre de la commande.

#### III.2.1.4 Eléments de la sous station de manipulation :

Dans cette figure on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation le code (B) détermine les capteurs qui existent dans la sous station et le code (M) détermine les différents actionneurs dans cette sous station.

- 1B1 : capteur fin de course électro magnétique.
- 1B2 : capteur fin de course électro magnétique.
- 2B1 : capteur fin de course électro magnétique.
- 2B2 : capteur fin de course électro magnétique.
- 1B3 (non utile dans notre cas) : capteur fin de course électro magnétique.
- 3B1 : capteur Optique de proximité indique la présence.
- 1M1 : actionneur vérin pneumatique.
- 1M2 : actionneur vérin pneumatique.
- 3M1 : actionneur vérin pneumatique.
- 2M1 : actionneur vérin pneumatique.

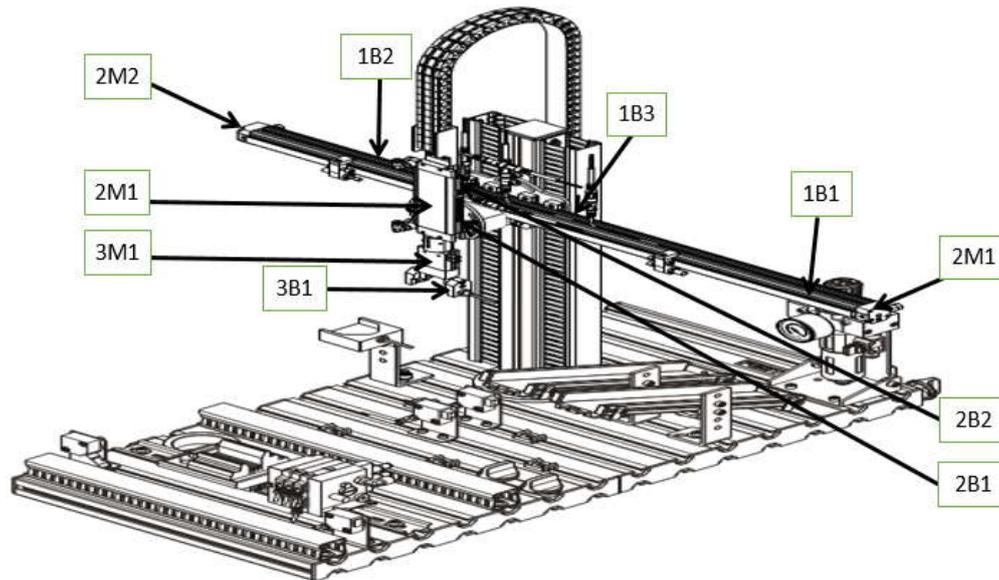


Fig. III.6: Vue de détail de la sous station de manipulation.

### III.2.1.5 Table des variables de la sous station de manipulation :

Dans ce tableau on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation avec leur désignation et le code existe au niveau de Laboratoire MLTE ainsi que leur utilité dans la station :

Variable	Désignation	Utilité
<b>Sous Station de Manipulation Handling</b>		
Part_AV	Capteur optique de proximité	Pièce présente
1B1	Capteur électromagnétique	Manipulation à la station en amont
1B2	Capteur électromagnétique	Manipulation à la station aval
1B3	Capteur électromagnétique	Manipulation à la position de tri
2B1	Capteur électromagnétique	Pince sortie
2B2	Capteur électromagnétique	Pince rentrée
3B1	Capteur Optique de proximité	La pièce à usiner n'est pas noire.
IP_FI	Capteur Optique de proximité	Station en aval libre
S1	Capteur électromécanique	Touche START
S2	Capteur électromécanique	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	Touche mise en référence/RESET
Em_Stop	Capteur électromécanique	COUPURE D'URGENCE déverrouillée
1M1	Actionneur	Manipulation vers la station en amont
1M2	Actionneur	Manipulation vers la station en aval
2M1	Actionneur	Sortir la pince
3M1	Actionneur	Ouvrir pince.
P_N_FO	Actionneur	Station occupée
P1	Actionneur	Voyant START allumé
P2	Actionneur	Voyant position de repos (Reset)
P3	Actionneur	Voyants (affectation individuelle, voir plus bas)

Tab. III.1: Variables de la sous station de Manipulation.

### III.2.2 Sous station d'usinage :

#### III.2.2.1 Le Principe de fonctionnement de la sous station d'usinage :

La sous station d'usinage est représenté par un plateau à indexation qui transfère les pièces pour deux machines : le contrôle et perçage. Le plateau. Ce plateau a indexation support un nombre de six places afin d'empaler les pièces ce dernier est commandé par un moteur noté M2 à courant continu qui assure la rotation du plateau.

Cette table rotative contient trois capteurs capacitifs de position sont respectivement Part-Av, B1, B2 qui indiquent la présence de la pièce en dessous de chaque machine : position de départ, M5 (électro-aimant), M3(Perceuse). Comme il existe dans cette station un autre machine M4 qui représente électro-aimant et il travail simultanément avec la perceuse son rôle est de fixer la pièce en dessous de la perceuse afin qu'elle puisse travailler alèse. Une machine M1 qui fait la translation verticale de la perceuse limitée par des capteurs fins de cours en haut et bas de type électromécanique sont respectivement 1B1, 1B2. La vérification de l'action du contrôle de la machine M5 est indiquée par le capteur inductif B4.

L'action de la rotation de la Table est indiquée par le capteur indicatif B3.

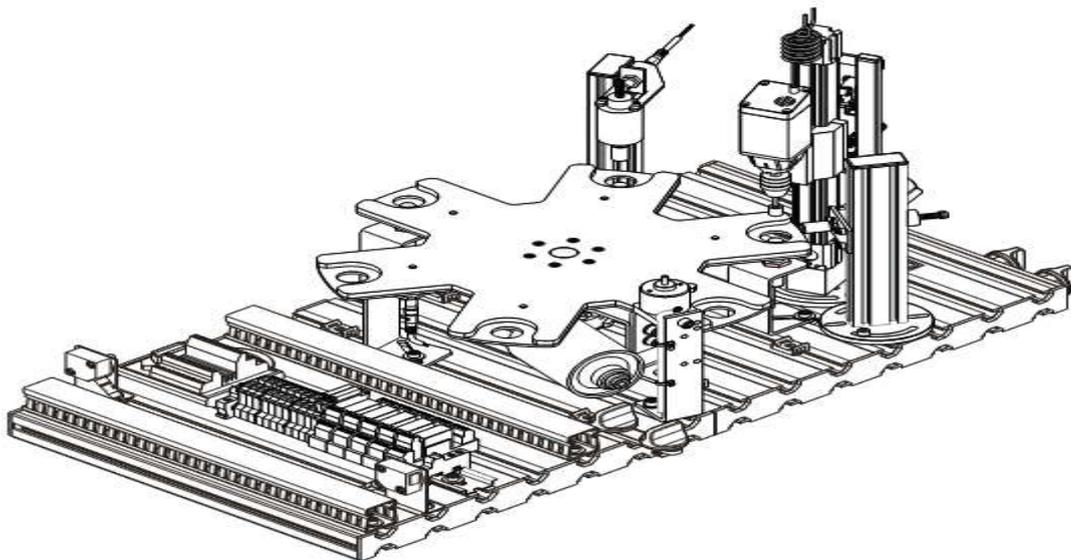


Fig. III.7: Vue de la sous Station d'usinage.

#### III.2.2.2 Composantes de la sous station d'usinage :

Dans cette figure on va présenter les différents composants principaux qui forment cette sous station (la table indexation, le module de contrôle, le module de parçage, le module de serrage).

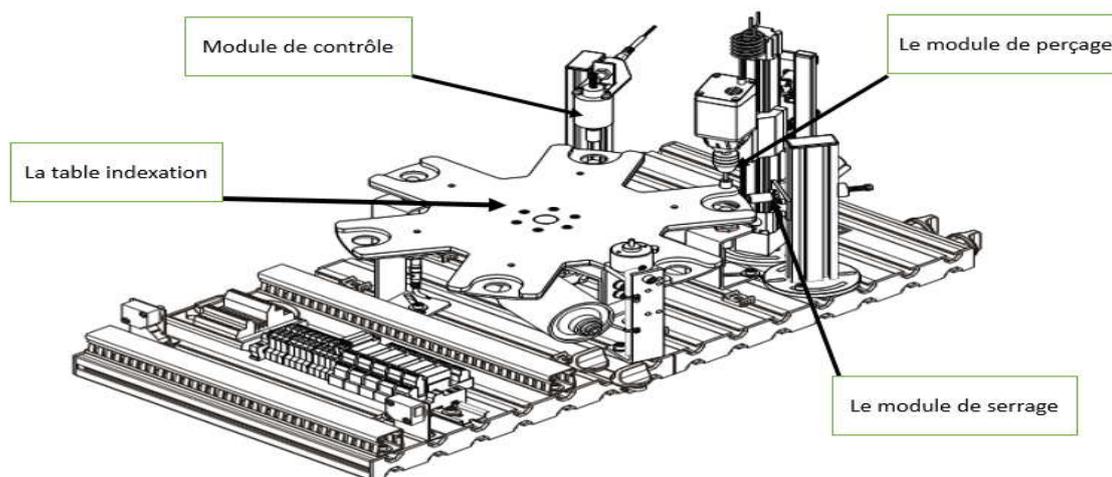


Fig. III.8: Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.

**a- Module du Contrôle :**

Le module de vérification se compose d'un électro-aimant de levage doté d'un capteur inductif B4 pour la détection la pénétration ou le non pénétration de ce dernier. La figure sous dessous dans une idée sur cette machine.



Fig. III.9: module de contrôle (Machine électro-aimant).

**b- Module de perçage :**

Le module de perçage est constitué d'une perceuse fixée sur un axe linéaire. L'axe linéaire est entraîné par un moteur à courant continu M1. Les fins de course 1B1 et 1B2 de type électromécanique de l'axe linéaire sont détectées s par des micros contacteurs.



*Fig. III.10:* Machine de la Perceuse.

**c- Plateau d'indexation :**

Plateau à indexation permettant de positionner 6 pièces. L'entraînement est assuré par un motoréducteur à courant continu muni d'une résistance de série. Travaille pour transférer les pièces à usiner au niveau de la sous station d'usinage aux différentes opérations au niveau de cette sous station.



*Fig. III.11:* Plateau à indexation.

**d- Module de serrage :**

L'entraînement est assuré par un électro-aimant de levage. Il Travaille pour fixe la pièce avant l'opération de perçage.



Fig. III.12: module de serrage (L'électro-aimant de fixation).

### III.2.2.3 Pupitre de commande :

Non seulement cette sous station mais tous les sous stations est commandée au moyen du pupitre de commande

- Réaliser la mise en référence : Cette dernière est demandée lorsque la touche Reset est allumée et exécuté après actionnement sur cette touche
- Lancer la station : lorsque la touche verte du START est allumée est exécuté après actionnement sur cette touche.
- Touche Stop : le programme peut être arrêté à tout moment en appuyant sur la touche STOP de couleur Rouge.

Mode Manu/ Auto : sert à sélectionner le Mode manuel et Mode automatique



Fig. III.13: Le Pupitre de la commande.

#### III.2.2.4 Eléments de la sous station d'usinage :

Dans cette figure on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station d'usinage le code (B) détermine les capteurs qui existent dans la sous station et le code (M) détermine les différents actionneurs dans cette sous station.

- B4 : capteur inductif
- B1 : capteur capacitif
- B2 : capteur capacitif.
- B3 : capteur inductif.
- Part-Ava : capture capacitif
- 1B1 : capteur fin de course en haut électromécanique.
- 1B2 : capteur fin de course en bas électromécanique
- M4 : actionneur moteur électroaimant.
- M2: actionneur moteur.
- M5 : actionneur moteur électroaimant.
- M3 : actionneur perceuse.
- M1 : actionneur moteur.

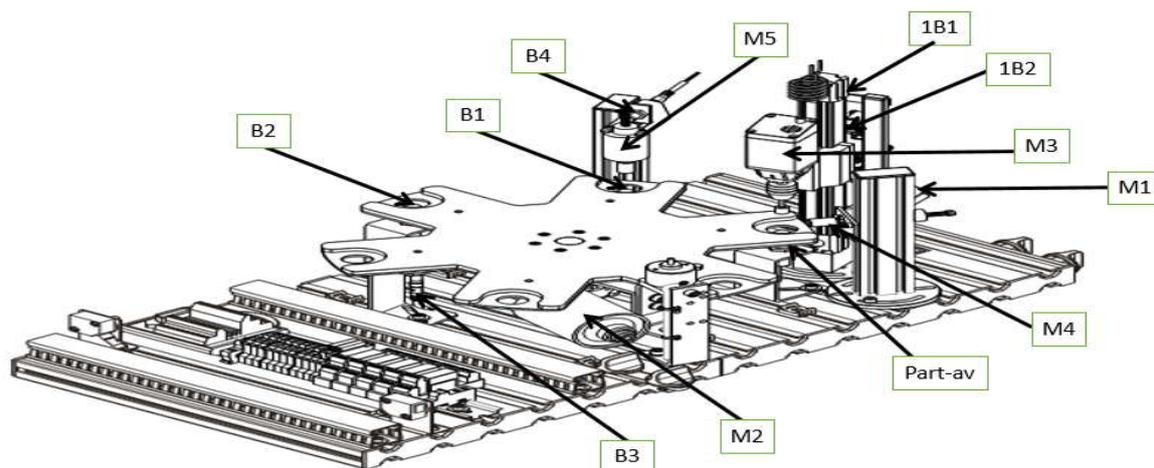


Fig. III.14: Vue de détail de la sous station de manipulation.

### III.2.2.5 Table des variables de la sous station d'usinage :

Dans ce tableau on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation avec leur désignation et le code existe au niveau de Laboratoire MLTE ainsi que leur utilité dans la station :

Variable	Désignation	Utilité
<b>Sous Station de Production (Usinage)</b>		
Part_AV	Capteur Capacitif	Pièce présente
B2	Capteur Capacitif	Pièce à usiner à la perceuse
B1	Capteur Capacitif	Pièce à usiner au dispositif de contrôle
1B1	Capteur électromécanique	Perceuse en haut
1B2	Capteur électromécanique	Perceuse en bas
B3	Capteur Inductif	Plateau à indexation positionné
B4	Capteur Inductif	Contrôle des orifices de perçage en ordre
IP_FI	Capteur Optique de proximité	Station en aval libre
S1	Capteur électromécanique	Touche START
S2	Capteur électromécanique	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	Touche mise en référence/RESET
Em_Stop	Capteur électromécanique	COUPURE D'URGENCE déverrouillée
M1	Actionneur	montée/descente de la perceuse
M2	Actionneur	Plateau à indexation, moteur activé
M3	Actionneur	Perceuse, moteur activé
M4	Actionneur	Serrer la pièce à usiner.
M5	Actionneur	Contrôler la pièce à usiner
IP_N_FO	Actionneur	Station occupée
P3	Actionneur	Voyant pièce défectueuse
P1	Actionneur	Voyant START allumé
P2	Actionneur	Voyant position de repos (Reset)

Tab. III.2: Variables de la sous station d'Usinage.

### III.3 Station de distribution :

La station de distribution composée par deux sous station :  
La première sous station s'appelle station de distribution sa fonctions est de se charge de séparer les pièces et la deuxième Testing ou bien de contrôle

#### III.3.1 La sous station de distribution :

##### III.3.1.1 Le Principe de fonctionnement :

La Tache de la sous station de distribution est d'alimenter la station qui est aval de cette sous station par des pièces qui se trouvent dans un magasin de 8 pièces max doté par un capteur Optique à barrage B4 (barrière optoélectronique) qui assure la présence ou bien l'absence des pièces au niveau du magasin. La distribution des pièces l'une après l'une afin de les transférer par le vérin Oscillant se fait par Vérin éjecteur double effet 1M1limitté par des fins de course électromagnétiques 1B1 (position sortante) et 1B2 (position entrante) l'opération de transfert se fait à l'aide d'un vérin Oscillant limité par deux fin de course électromécanique 3B2 dans le coté magasin et 3B1 dans la station en aval. Cette dernière est équipé d'une ventouse qui fait l'aspiration et le rejet des pièces indiqué par un capteur 2B1 qui assure l'aspiration de la pièce. (Un vacuostat permet de vérifier une pièce à usiner est aspirée c'est-à-dire. [déf Vacuostat : est un détecteur de dépression qui permet de détecter la dépression générée par un système. Réfé.WIKI])

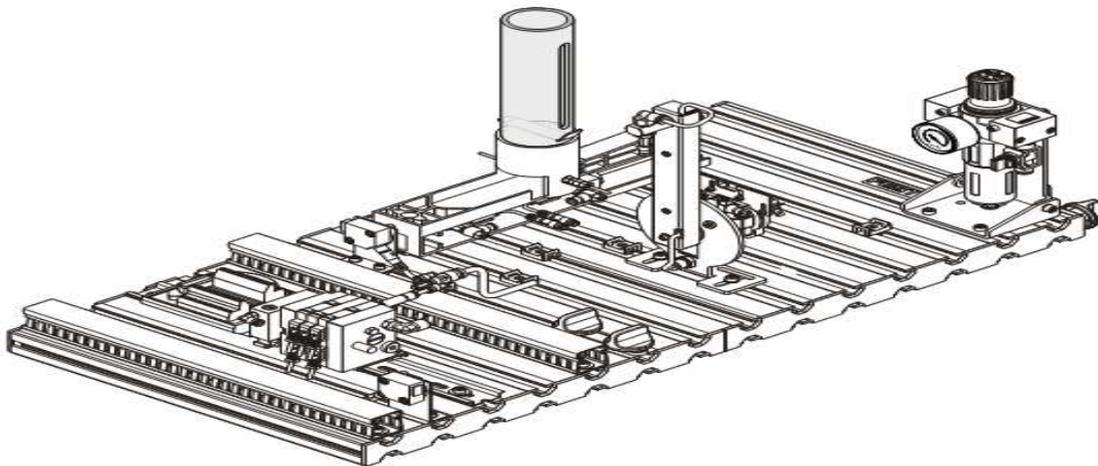
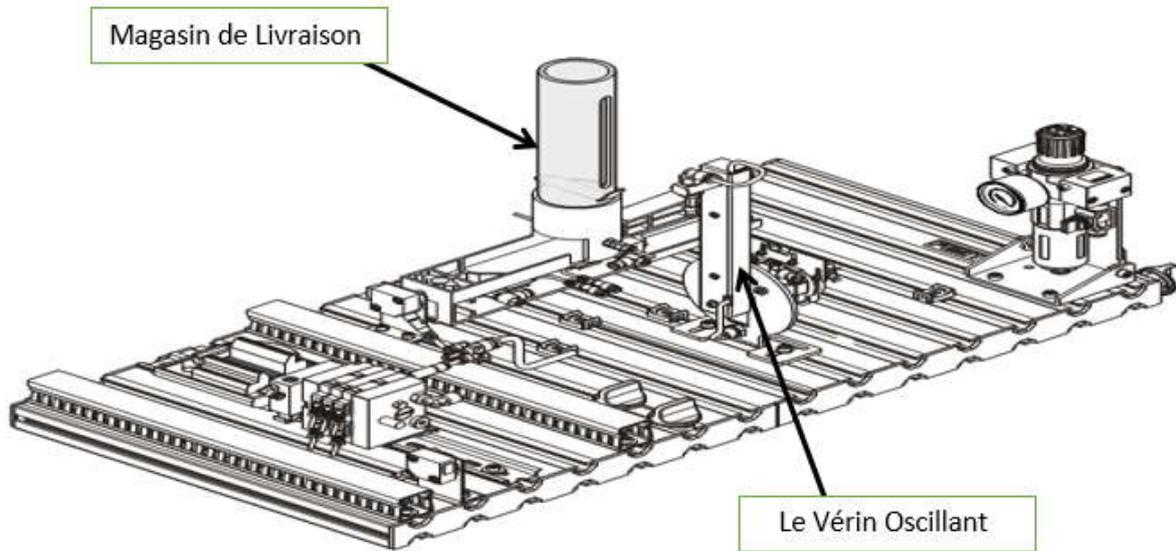


Fig. III.15: Vue général de la Sous station de distribution.

##### III.3.1.2 Composants principaux de la sous station de distribution :

Dans cette figure on va présenter les différentes composants principaux (magazine, module de transfère) qui existent dans cette sous station de distribution.



*Fig. III.16:* Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.

**a- Le Vérin Oscillant :**

Le module de transfert est un manipulateur pneumatique. Les pièces à usiner sont saisies par une ventouse. Les pièces à usiner sont déplacées par un vérin oscillant. L'angle de rotation peut être réglé de manière variable entre  $0^{\circ}$  et  $180^{\circ}$  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).

Ce module de transfert peut être exploité avec une ventouse qui nous permet d'aspirer et d'éjecter les Pièces à traiter.



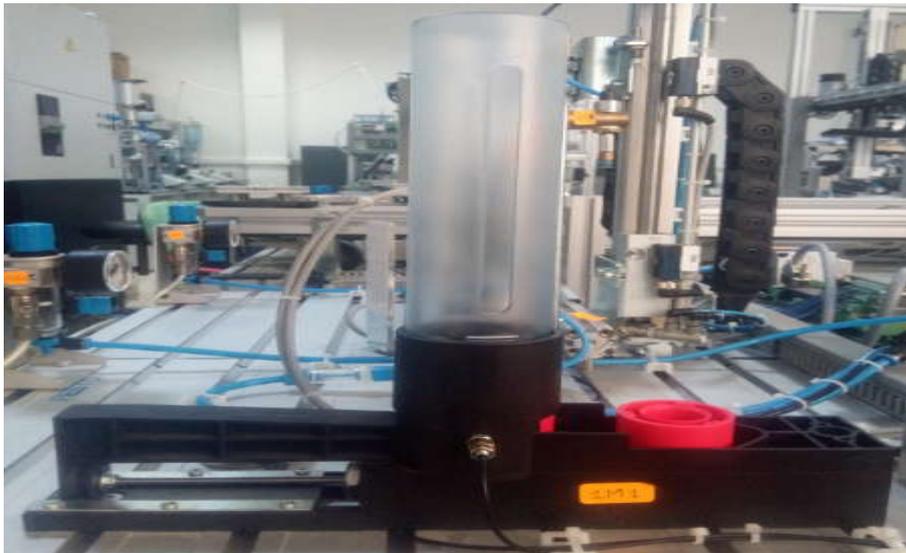
*Fig. III.17:* Le Bras de Transfert.

### b-Magasin de Livraison :

Le magasin éjecte une à une des pièces à usiner dans un magasin. Jusqu'à 8 pièces à usiner peuvent être Stocké dans un ordre quelconque dans le tube du magasin. Les pièces à usiner doivent être insérées côté ouvert vers le haut.

Un vérin à double effet éjecte la pièce à usiner du bas du magasin jusqu'en butée mécanique. Cette position sert de point de transfert au étape suivante (vérin Oscillant).

La présence d'une pièce à usiner dans le tube du magasin est détectée au moyen d'une barrière photoélectrique. La position du vérin d'éjection est détectée par un capteur électromagnétique. La vitesse de sortie et de rentrée du vérin d'éjection peut être réglée progressivement à l'aide de limiteurs de débit unidirectionnels.



*Fig. III.18: Le Magasin.*

### III.3.1.3 Pupitre de commande :

Non seulement cette sous stations mais tous les sous stations est commandée au moyen du pupitre de commande

- Réaliser la mise en référence : Cette dernière est demandée lorsque la touche Reset est allumée et exécuté après actionnement sur cette touche
- Lancer la station : lorsque la touche verte du START est allumée est exécuté après actionnement sur cette touche.
- Touche Stop : le programme peut être arrêté à tout moment en appuyant sur la touche STOP de couleur Rouge.

Mode Manu/ Auto : sert à sélectionner le Mode manuel et Mode automatique .



Fig. III.19: Le Pupitre de la commande.

#### III.3.1.4 Eléments de la sous station de distribution :

Dans cette figure on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation le code (B) détermine les capteurs qui existent dans la sous station et le code (M) détermine les différents actionneurs dans cette sous station.

1M1 : Vérin d'éjection des Pièce à Traiter

2M1 : L'aspiration de la Venteuse

2M2 : L'éjection de la Venteuse

3M2 : Vérin Oscillant vers station en aval

3M1 : Vérin Oscillant vers Magasin

1B1 : Vérin d'éjection rentré

1B2 : Vérin d'éjection Sorti

2B1 : Capteur d'aspiration

3B1 : Vérin Oscillant en position de la Station aval

3B2 : Vérin Oscillant en position de Magasin

B4 : Présence ou Absence de Pièce au niveau de Magasin

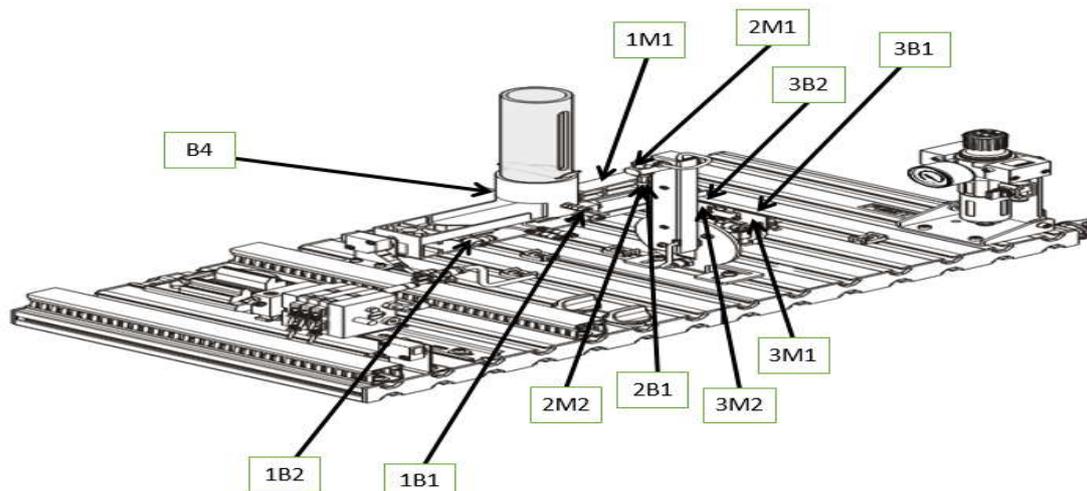


Fig. III.20: Vue de détail de la sous station de distribution.

### III.3.1.5 Table des variables de la sous station de distribution :

Dans ce tableau on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation avec leur désignation et le code existe au niveau de Laboratoire MLTE ainsi que leur utilité dans la station :

Variable	Désignation	Commentaire
<b>Sous Station de Distribution</b>		
2B1	Capteur pneumatique	Pièce à usiner aspirée (vide présent)
3B1	Capteur électromécanique	Vireur rotatif en position 1 Magasin
3B2	Capteur électromécanique	Vireur rotatif en position 2 en aval
2M1	Actionneur	Vide activé
2M2	Actionneur	Impulsion d'éjection en marche
3M1	Actionneur	Vireur rotatif vers la position 1 vers le Magasin
3M2	Actionneur	Vireur rotatif vers la position 2 en aval
1B2	Capteur électromagnétique	Vérin d'éjection sorti
1B1	Capteur électromagnétique	Vérin d'éjection rentré
B4	Capteur optique à barrage	Magasin vide
S1	Capteur électromécanique	Touche START
S2	Capteur électromécanique	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	Touche mise en référence/RESET
1M1	Actionneur	Vérin d'éjection de la pièce à usiner
P1	Actionneur	Voyant START allumé
P2	Actionneur	Voyant position de repos (Reset)
P3	Actionneur	Voyants (Indique que le magasin est vide)
Em_Stop	Capteur électromécanique	Bolton d'urgence du déverrouillage
IP_FI	Capteur optique à barrage	station en aval est libre

Tab. III.3: Variables de la sous station distribution.

### III.3.2 Sous station de contrôle :

#### III.3.2.1 Le Principe de fonctionnement de la sous station de contrôle :

La deuxième sous station Testing ou bien de contrôle qui a comme tâche de détecter la présence des pièces (Rouge & Métallique & Noir) à l'aide d'un capteur optique de proximité B2 pour la Métallique et la Rouge et un Capteur Capacitif de Proximité Part\_Av pour la pièce Noir car cette pièce est très absorbante. Dans cette phase la pièce est mis dans un support par le vérin Oscillant de la station amont.

Après la détection de la pièce le support se lève à l'aide d'un vérin de levage Limité en Bas et en Haut par deux fin de course électromagnétique 1B1 et 1B2 et en parallèle la sous station contient un Vérin d'éjection qui sert à rejeter les pièces défectueuses ou bien d'éjecter les bonnes pièces vers la palette. Cette opération de levage est confirmé par un Capteur Optique à Réflexe B4 Quand le Vérin est atteint le 1B1 la pièce se trouve devant un capteur de qualité de la Hauteur de la pièce à traiter B5 une fois la pièce est vérifier le vérin éjecteur éjecte la pièce vers la palette dans un convoyeur gravitationnel avec un renforce d'air comprimé afin d'éviter la collision. La communication entre les deux stations se fait par la liaison IP\_N\_FO & IP\_FI.

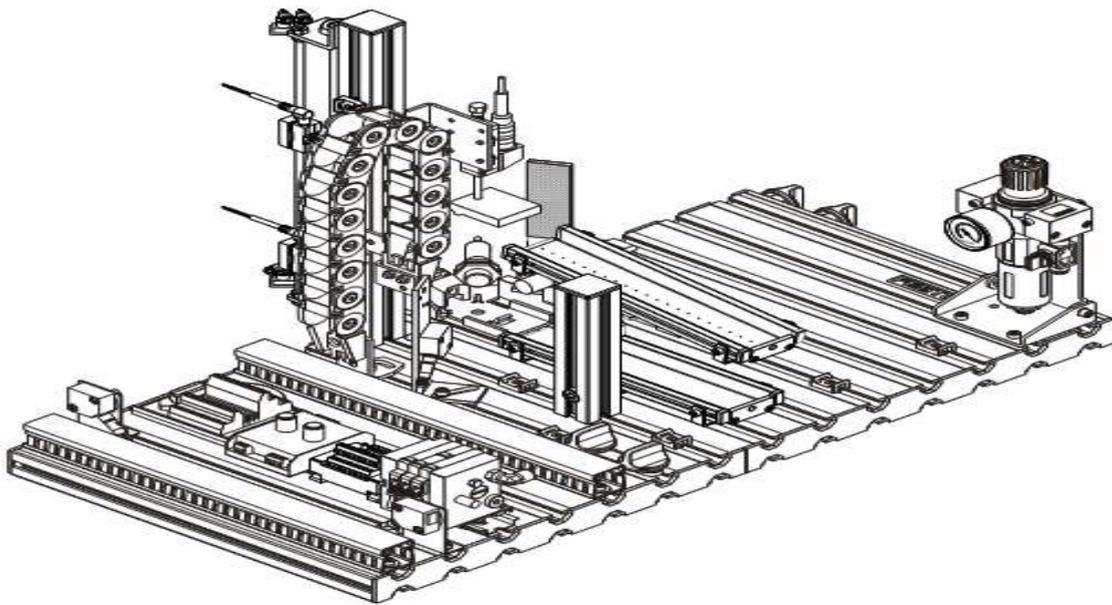


Fig. III.21: Vue général de la Sous station de contrôle.

#### III.3.2.2 Composants principaux de la sous station de contrôle :

Dans cette figure on va présenter les différentes composants principaux (module de lavage, module de mesure, module de glissement) qui existent dans cette sous station de contrôle.

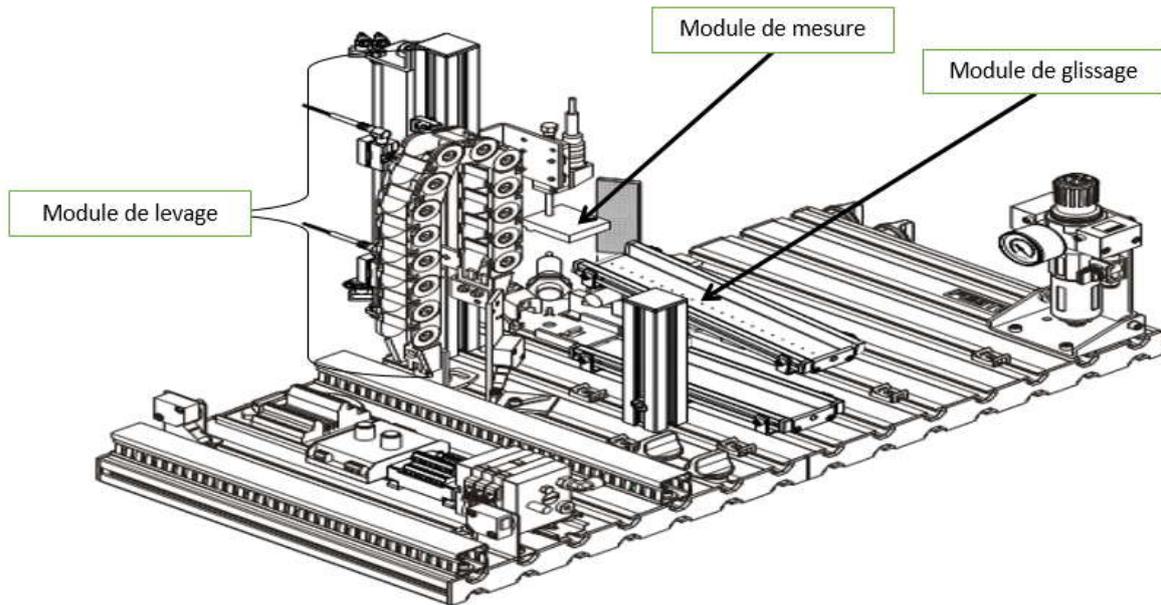


Fig. III.22: Vue représente les éléments essentiels de cette sous station.

**a-module de mesure :**

Le module de mesure se compose d'un capteur analogique(B5) détermine la hauteur de la pièce qui permet de convertir le signal analogique de sortie d'un potentiomètre linéaire en signaux de sortie numériques.



Fig. III.23: Le module de mesure.

**b-module de lavage :**

Module de lavage a comme objectif de transférer les pièces au niveau de module de mesure pour l'opération de contrôle elle est limite par deux fins de cours électromécanique (1B1), (1B2) qui limite les deux positions haut et bas. L'élévation de la pièce à l'aide d'un vérin linéaire(1M1), (1M2).



*Fig. III.24:* Le module de lavage.

**c-module de glissement :**

Le module de glissement utilisé pour le transport des pièces de travail à la station suivante a l'aide d'un coussin d'air.



*Fig. III.25:* Le module de glissement.

**III.3.2.3 Pupitre de commande :**

Non seulement cette sous stations mais tous les sous stations est commandée au moyen du pupitre de commande

- Réaliser la mise en référence : Cette dernière est demandée lorsque la touche Reset est allumée et exécuté après actionnement sur cette touche
- Lancer la station : lorsque la touche verte du START est allumée est exécuté après actionnement sur cette touche.
- Touche Stop : le programme peut être arrêté à tout moment en appuyant sur la touche STOP de couleur Rouge.

Mode Manu/ Auto : sert à sélectionner le Mode manuel et Mode automatique .



Fig. III.26: Le Pupitre de la commande.

#### III.3.2.4 Eléments de la sous station de contrôle :

Dans cette figure on va présenter les différents capteurs et actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation le code (B) détermine les capteurs qui existent dans la sous station et le code (M) détermine les différents actionneurs dans cette sous station.

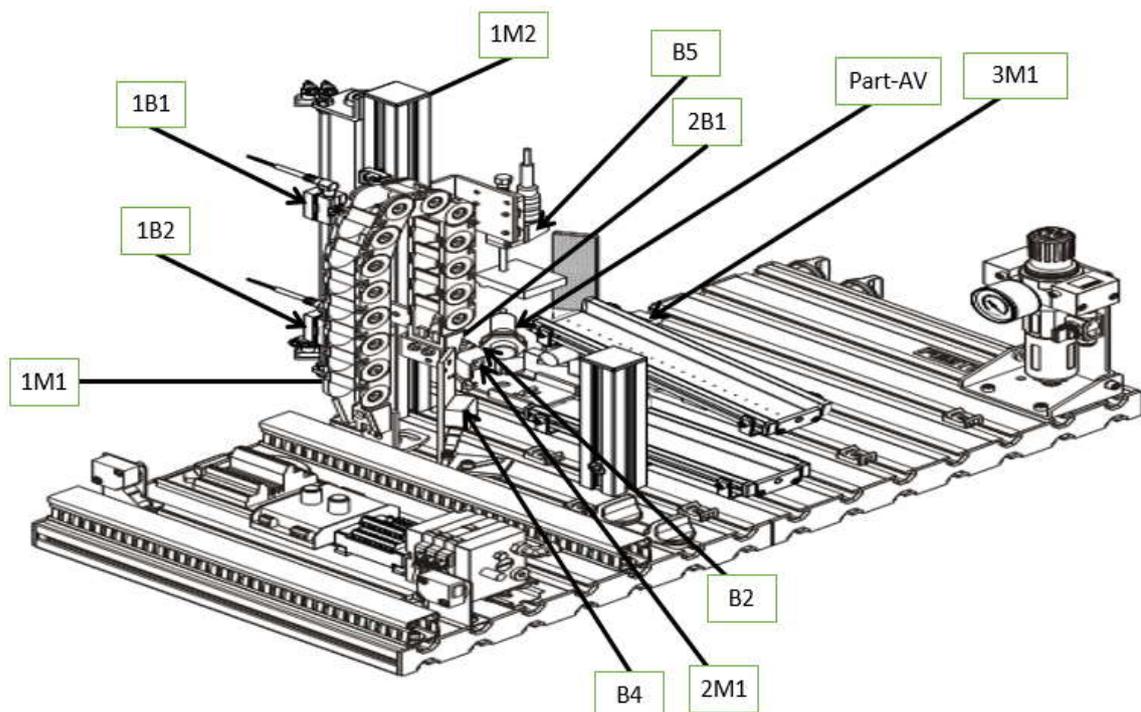


Fig. III.27 : Vue de détail de la sous station de contrôle.

## Chapitre III : description fonctionnelle des stations étudiant du Systèmes MPS 500 du laboratoire MELT

Part\_AV : Pièce présente  
 B2 : Pièce à usiner autre que noire  
 B4 : Barrière lumineuse de sécurité  
 B5 : Hauteur de pièce à usiner correcte  
 1B1 : Vérin de levage en haut  
 1B2 : Vérin de levage en bas  
 2B1 : Vérin d'éjection rentré  
 1M1 : Vérin de levage vers le bas  
 1M2 : Vérin de levage vers le haut  
 2M1 : Vérin d'éjection vers l'avant  
 3M1 : Glissière à coussin d'air activée

### III.3.2.5 Table des variables de la sous station de contrôle :

Dans ce tableau on va présenter les différents Capteurs et Actionneur qui existent dans cette sous station de manipulation avec leur désignation et l code existe au niveau de Laboratoire MLTE ainsi que leur utilité dans la station :

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

**Tab. III.4:** Variables de la sous station contrôle.

### **III.4 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté notre station de travail on a commencé par la description de chaque sous station et leur composant principale ainsi que on a présenté tous les captures et actionneurs de chaque sous station avec leur utilité et désignation et à travers des figures on éclairer le positionnement de chaque organe dans les quatre sous station.

# *Chapitre IV*

*Modélisation et simulation de la station  
étudier de Systèmes MPS 500 du laboratoire  
MLTE*

## IV.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents tableaux de variables (entrées et sorties) ou (capteurs et actionneurs) de chaque sous station. Dans ces tableaux on va présenter le nom de chaque composant, son opérande (adresse matérielle) et sa description et nous allons présenter aussi les tableaux des équations des actions, des étapes et des transitions, on va présenter par la suite pour chaque sous station sa modélisation en langage grafcet qu'on va programmer et simuler avec le langage de programmation grafcet du logiciel TIA PORTAL.

Ensuite nous allons programmer le modèle fait en langage grafcet par le langage à contacts LADDER et nous allons présenter les différents réseaux des sous stations que nous avons étudié.

## IV.2 Le rôle et la définition de la simulation :

**Définition :** la simulation est l'un des outils d'aide à la décision les plus efficaces à la disposition des concepteurs et des gestionnaires des systèmes complexes. Elle consiste à construire un modèle d'un système réel à conduire des expériences sur ce modèle afin de comprendre le comportement de ce système et d'en améliorer les performances.

La simulation des systèmes de production intègre à la fois la construction d'un modèle et l'utilisation expérimentale de ce modèle pour étudier un problème. Le modèle consiste en une représentation d'un système réel, capable de reproduire son fonctionnement

## IV.3 Présentation du logiciel TIA Portal :

La plate-forme Siemens TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière évolution des logiciels de programmation Siemens. Cette plate-forme regroupe dans un seul logiciel la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc avec ce logiciel, programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI, les variateurs, etc.

### IV.3.1 La simulation du programme sur Tia portal :

#### ✓ Démarrage du logiciel TIA PORTAL :

Pour démarrer logiciel TIA Portal il faut cliquer double clic sur le raccourci présent sur le bureau.



Fig. IV.1: raccourci du logiciel TIAPORTAL

## ✓ Création d'un nouveau projet

a) Cliquez sur nouveau projet

b) Complétez les données nécessaires

Nom du projet : Grafcet 01

Chemin : Z:\Utilisateurs du CTA\CTA\$\$\Gracet01 \$\$ = numéro de votre PC

c) Cliquez sur le bouton Créer

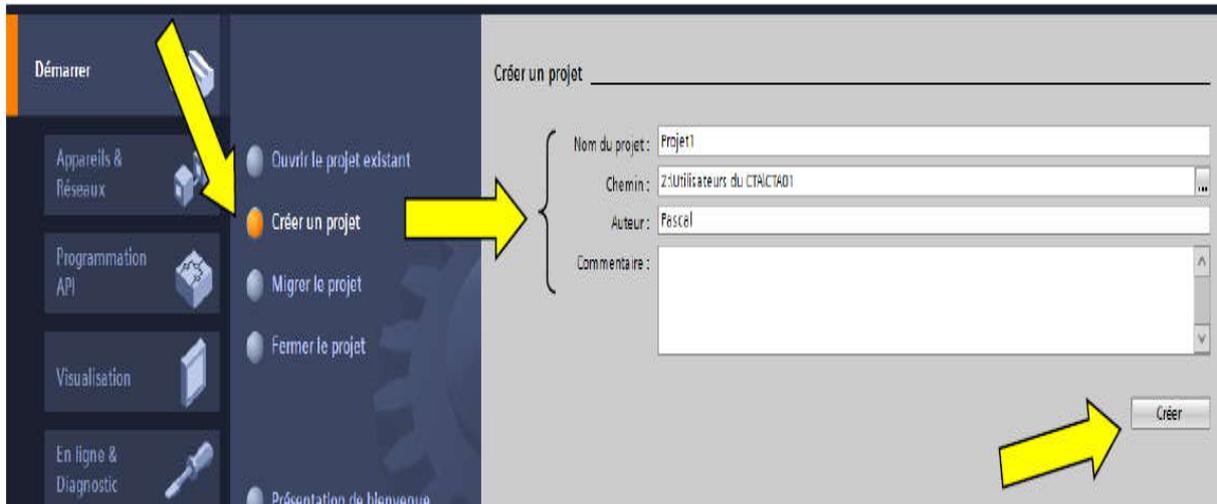


Fig. IV.2 : nouvel projet créé.

## ✓ Configuration de la CPU :

Double Cliquez Sur l'écriture du Programme → clique sur le Betton appareil pour créer un nouvel appareil → Dans la liste, sélectionnez l'automate S7 314C-2 PN/DP puis clique sur ok

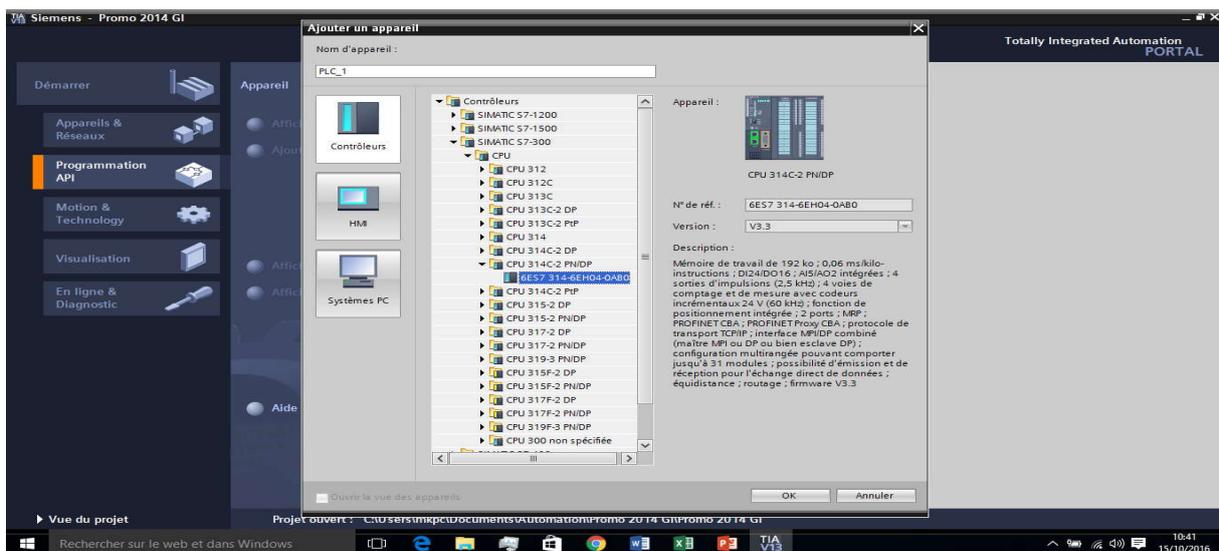


Fig. IV.3: Choix de la CPU.

## ✓ Configuration du Langage Grafcet :

Pour ajouter un Grafcet dans le projet, il faut ajouter un bloc fonctionnel au programme de l'automate. N'oubliez pas de choisir le langage GRAPH avant d'ajouter le bloc.

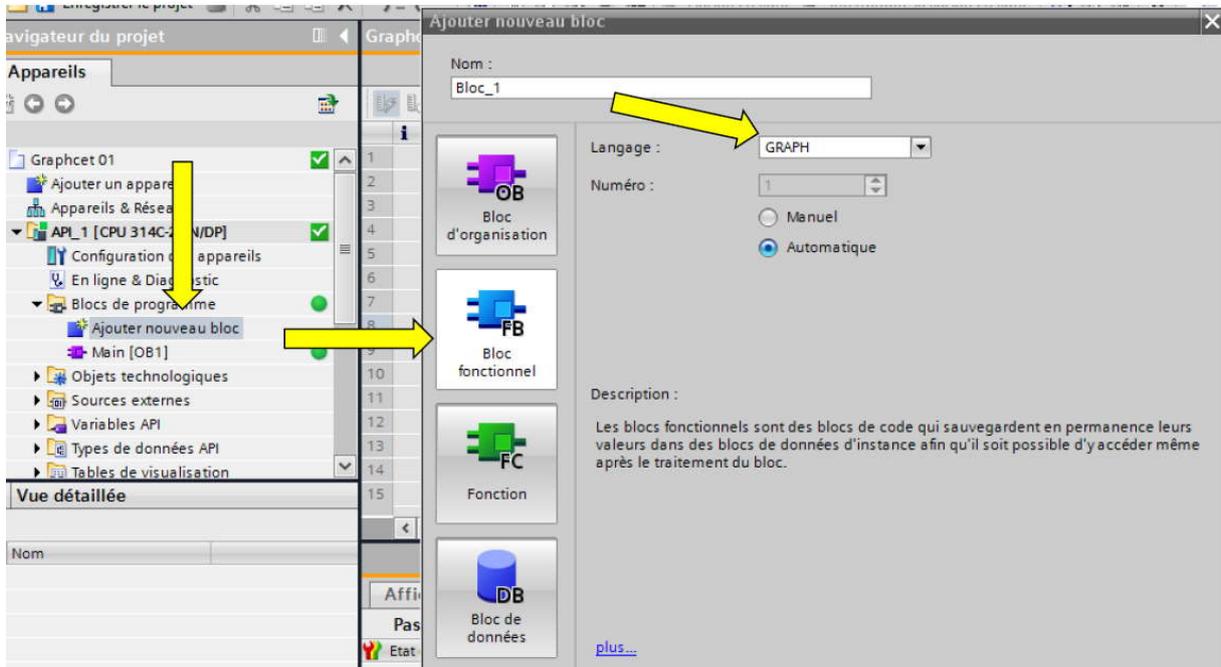


Fig. IV.4: Programmation sous langage Grafcet

## ✓ Déclarations des variables :

Afin de faciliter la programmation, il est intéressant de créer une table de variables en clique sur variable API table de variable.

La table des variables s'affiche. Remplir la table par les différents variables du programme modélisé

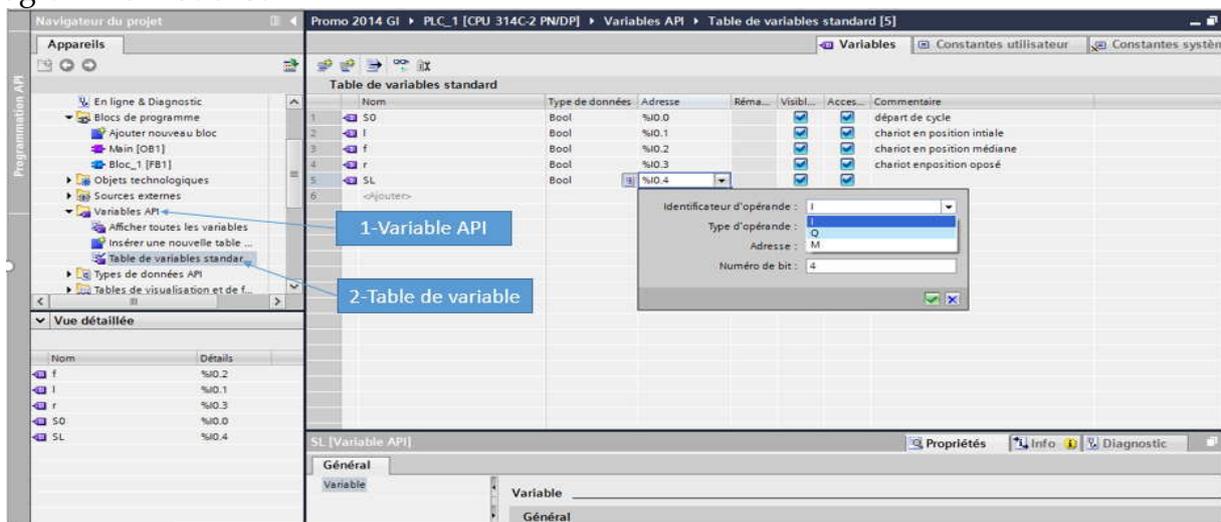


Fig. IV.5: création table de variable

#### **IV.4 La modélisation et la simulation du système MPS 500 :**

##### **IV.4.1 Sous station de production :**

##### **IV.4.1.1 les différents variables avec leurs Adressages de Simulation :**

Dans ce tableau on va présenter les différentes variables E/S entrées/Sorties (Capteurs et Actionneur) qui existent dans cette sous station (station d'usinage, pupitre) avec leur adresse physique et simulation. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) :  $E_{n.m}$  Ou bien  $I_{n.m}$
- I ou Bien E : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255), M : Signifier le Bit (de 0 à 7).
- Pour les Sorties (Actionneurs) :  $A_{n.m}$  Ou bien  $Q_{n.m}$ .
- A ou Bien Q : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255), M : Signifier le Bit (de 0 à 7).

<b>Variable</b>	<b>Désignation</b>	<b>Adressage Simulation</b>	<b>Utilité</b>
Part_AV	Capteur Capacitif	E0.0	Pièce présente
B2	Capteur Capacitif	E0.1	Pièce à usiner à la perceuse
B1	Capteur Capacitif	E0.2	Pièce à usiner au dispositif de contrôle
1B1	Capteur électromécanique	E0.3	Perceuse en haut
1B2	Capteur électromécanique	E0.4	Perceuse en bas
B3	Capteur Inductif	E0.5	Plateau à indexation positionné
B4	Capteur Inductif	E0.6	Contrôle des orifices de perçage en ordre
IP_FI	Capteur Optique de proximité	E0.7	Station en aval libre
S1	Capteur électromécanique	E1.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.2	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	E1.3	Touche mise en référence/RESET
Em_Stop	Capteur électromécanique	E1.5	COUPURE D'URGENCE déverrouillée
M1	Actionneur	A0.0	montée/descente de la perceuse
M2	Actionneur	A0.1	Plateau à indexation, moteur activé
M3	Actionneur	A0.2	Perceuse, moteur activé
M4	Actionneur	A0.3	Serrer la pièce à usiner.
M5	Actionneur	A0.4	Contrôler la pièce à usiner
IP_N_FO	Actionneur	A0.7	Station occupée
P3	Actionneur	A1.2	Voyant pièce défectueuse
P1	Actionneur	A1.0	Voyant START allumé
P2	Actionneur	A1.1	Voyant position de repos (Reset)

**Tab. IV.1 :** Table des variables pour la sous station de Production.

IV.4.1.2 Modélisation et simulation de la sous station de production par langage grafset :

D'après ces séquences de fonctionnement de notre système nous ont permis de les décrire et les modéliser en mode graphique :

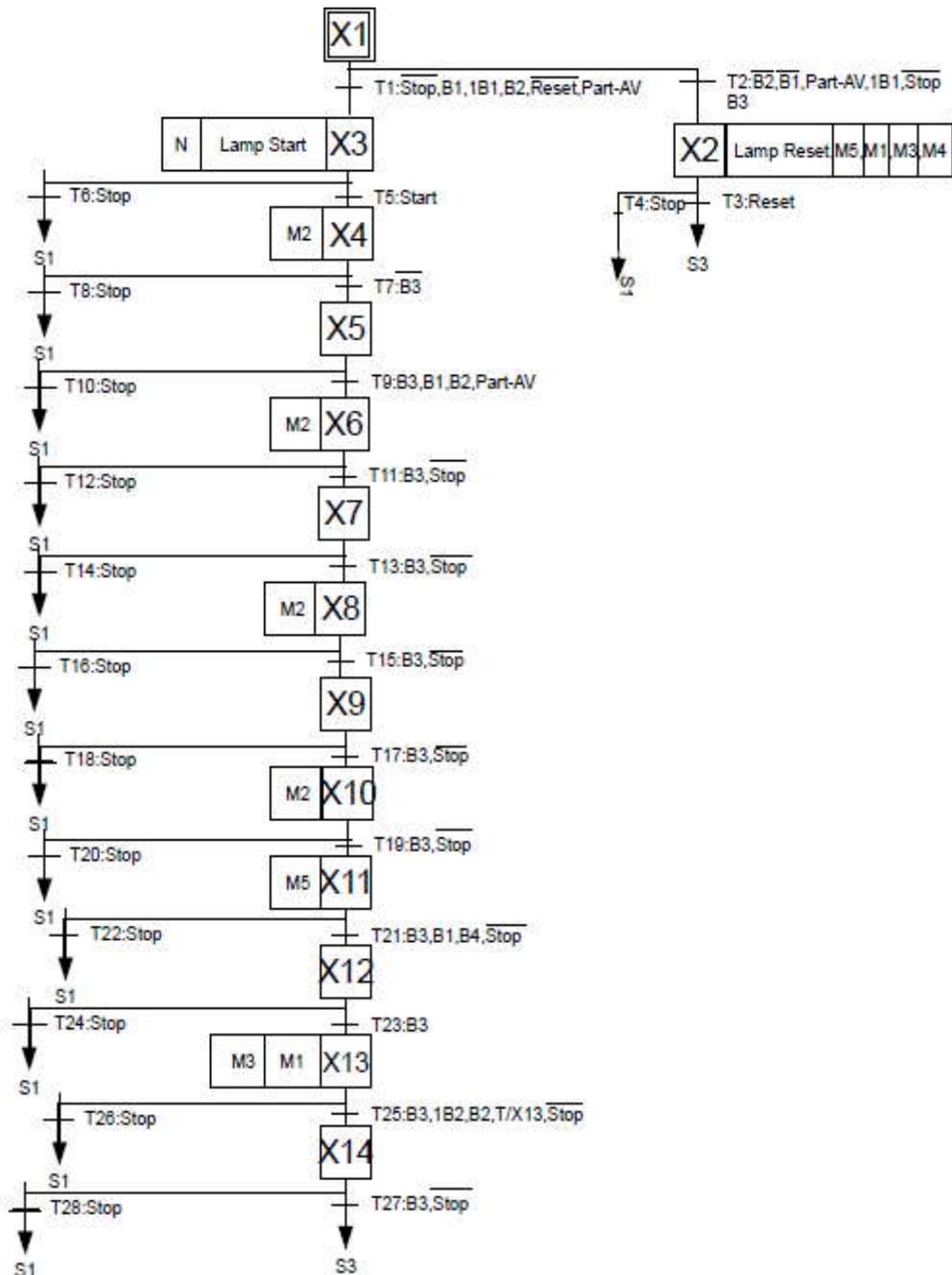
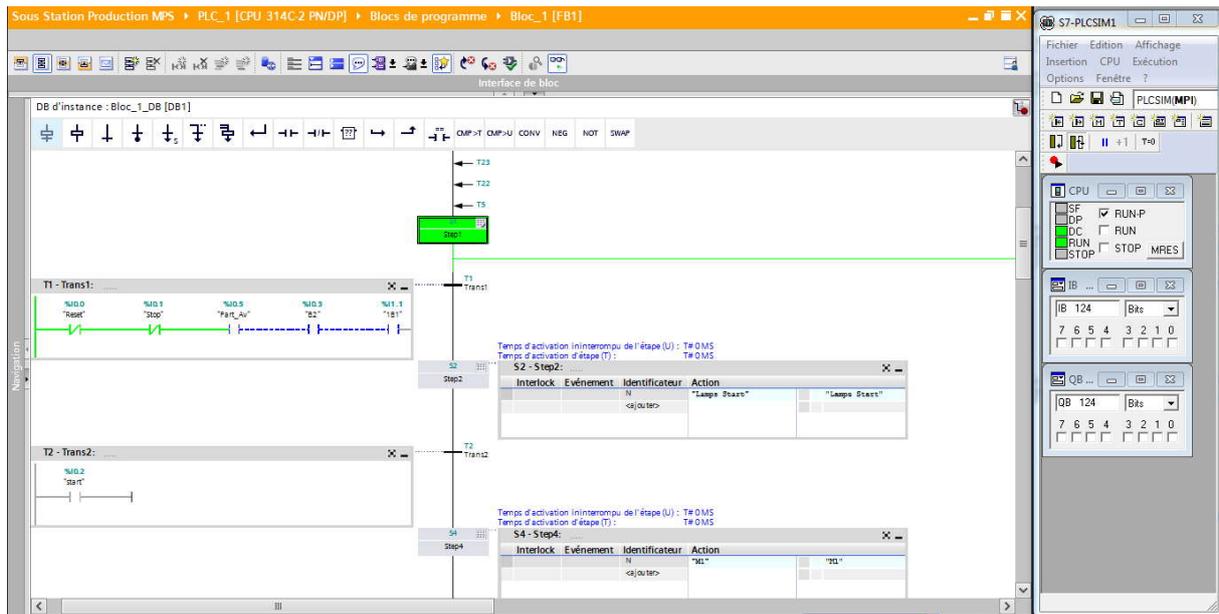
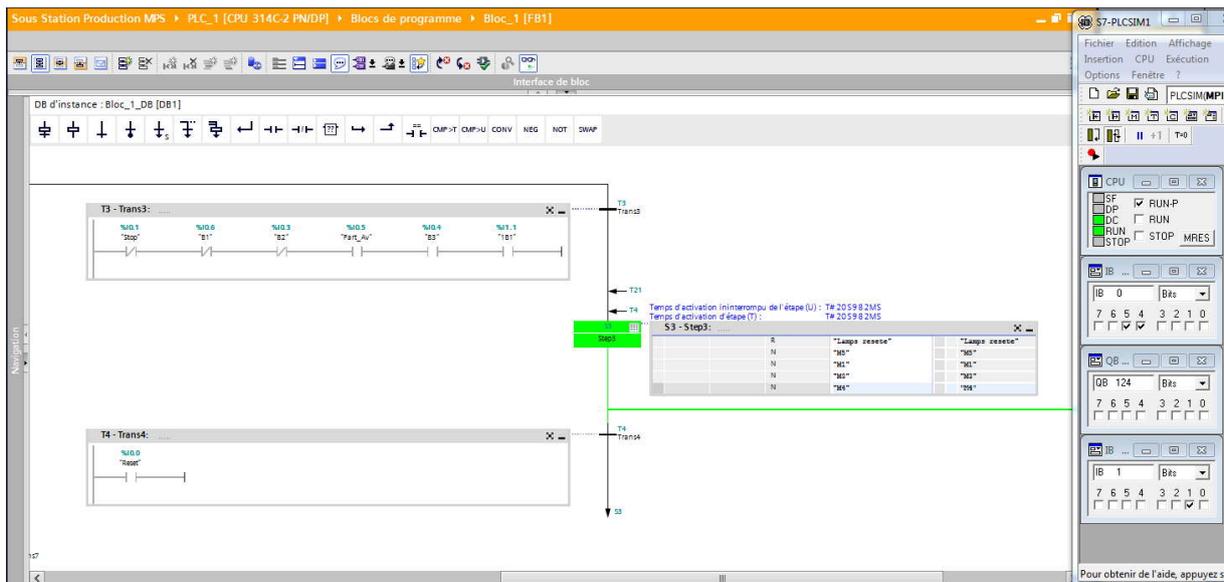


Fig. IV.6: modélisation graphique de la sous station de production.

## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE



**Fig. IV.7:** la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de production.



**Fig. IV.8:** la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de production.

Ces deux figures représentent la description graphique par langage grafcet sous le simulateur PLCsim qui est éclairci dans la partie droite de la figure de la sous station de production MPS. les petits rectangles représentent les étapes et les grands rectangles affectés à ces étapes représentent les actions associées à cette étape. la couleur verte indique que l'étape est en mode active. La première figure nous dit que le système est à l'étape initiale après lancement de PLCsim en mode Run-P. la deuxième figure indique le passage de l'étape initiale vers la deuxième étape qui est le responsable de la Remise à zéro de tous les actionneurs de cette station après l'appui sur le Bouton Reset. (Ex : l'électro-aimant du control M5 monte vers le haut)

## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

### IV.4.1.3 Modélisation de la sous station de production par langage contact :

Dans ce tableau on va présenter les différentes équations de langage contacte (action, transition, étape) qui existent dans cette sous station (station d'usinage) qui fait de la manière suivante :

Sous station de d'usinage
<b>Transition</b>
$T1 = (B1 + B2 + 1B1 + \overline{\text{Part-AV}} + \overline{\text{Stop}} + \overline{\text{Reset}}).X1$
$T2 = (\overline{\text{Part-AV}} + B3 + 1B1 + \overline{B2} + \overline{B1} + \overline{\text{Stop}}).X1$
$T3 = \text{Reset}.X2$
$T4 = \text{Stop}.X2$
$T5 = \text{Start}.X3$
$T6 = \text{Stop}.X3$
$T7 = \overline{B3}.X4$
$T8 = \text{Stop}.X4$
$T9 = (B3 + \overline{\text{Part-AV}} + \overline{B1} + \overline{B2}).X5$
$T10 = \text{Stop}.X5$
$T11 = (B3 + \overline{\text{Stop}}).X6$
$T12 = \text{Stop}.X6$
$T13 = (B3 + \overline{\text{Stop}}).X7$
$T14 = \overline{\text{Stop}}.X7$
$T15 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}).X8$
$T16 = \overline{\text{Stop}}.X8$
$T17 = (B3 + \overline{\text{Stop}}).X9$
$T18 = \overline{\text{Stop}}.X9$
$T19 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}).X10$
$T20 = \overline{\text{Stop}}.X10$
$T21 = (B3 + B1 + B4 + \overline{\text{Stop}}).X11$
$T22 = \overline{\text{Stop}}.X11$
$T23 = B3.X12$
$T24 = \overline{\text{Stop}}.X12$
$T25 = (B3 + 1B2 + B2 + T/X13 + \overline{\text{Stop}}).X13$
$T26 = \overline{\text{Stop}}.X13$
$T27 = (B3 + \overline{\text{Stop}}).X14$
$T28 = \overline{\text{Stop}}.X14$
<b>Etape</b>
$X1 =$
$\text{INIT} = \text{INIT} + \text{INIT}$
$X2 = T1 + T2 + X2.T3.T4$
$X3 = T1 + X3.T5.T6$
$X4 = T5 + X4.T7.T8$
$X5 = T7 + X5.T10.T9$
$X6 = T9 + X6.T11.T12$
$X7 = T11 + X7.T13.T14$
$X8 = T13 + X8.T15.T16$
$X9 = T15 + X9.T17.T18$
$X10 = T17 + X10.T19.T20$
$X11 = T19 + X10.T21.T22$
$X12 = T21 + X12.T23.T24$
$X13 = T23 + X13.T26.T26$
$X14 = T25 + X14.T27.T28$
<b>Action</b>
$M5 = X2 + X11$

M1=X2+X13
M3=X2+X13
M4=X2
M2=X4+X6+X8+X10+X12+X14
Lamp Reset=X3
Lamp start=X2

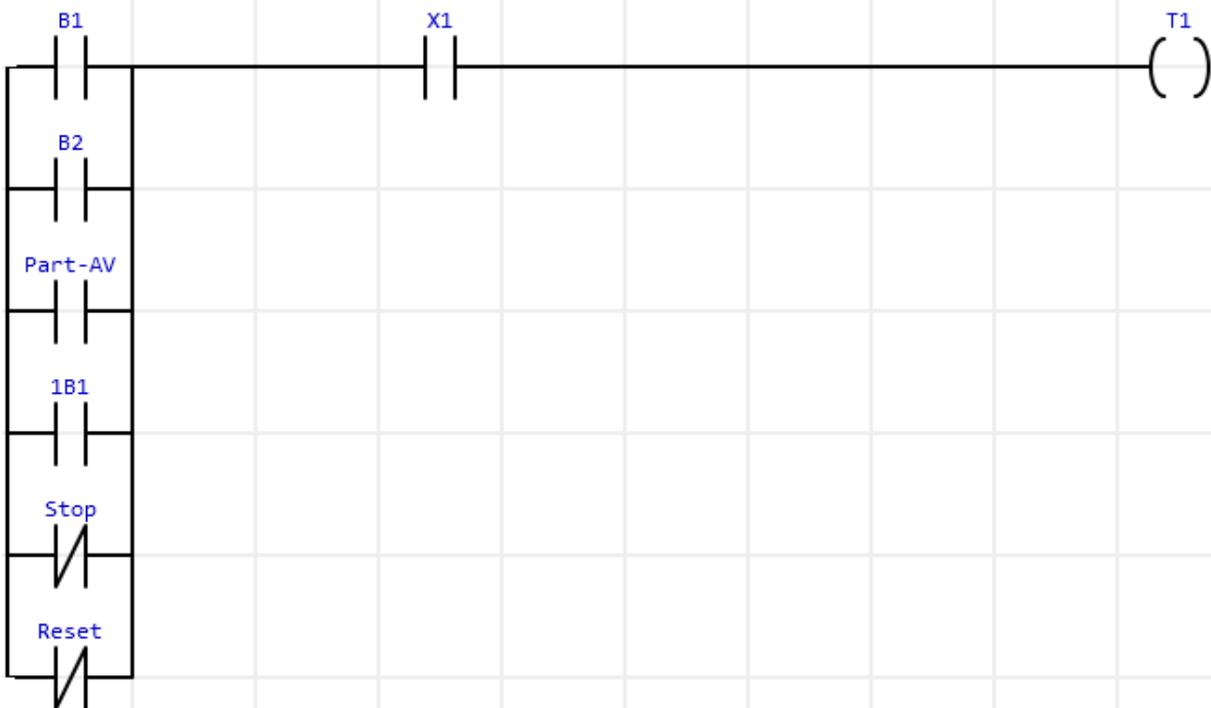
*Tab. IV.2* : les différentes équations de la sous station d'usinage

**IV.4.1.3.1 Equations et réseaux des transitions :**

✓ Equation:

$$T1=(B1+B2+1B1+Part-AV+\overline{Stop}+\overline{Reset}).X1$$

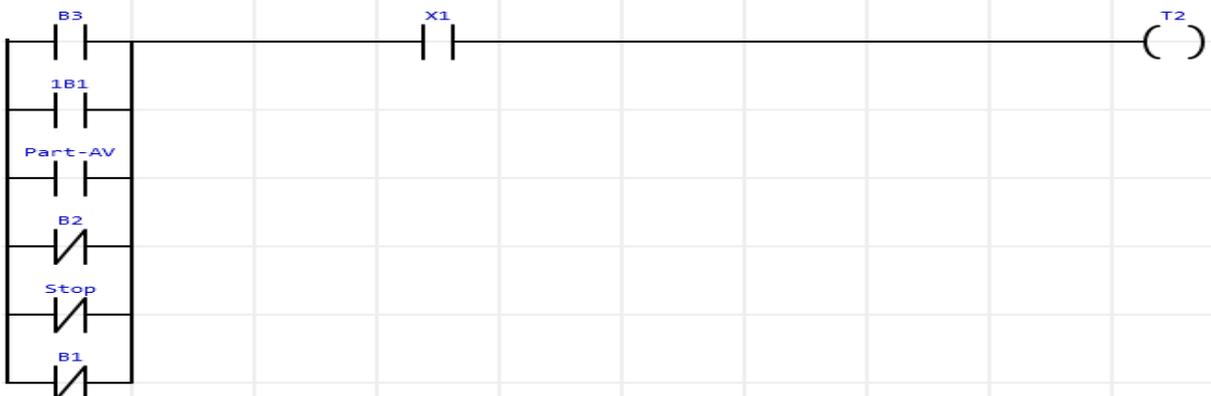
3 sous station de d'usinage : Transition "T1"



✓ Equation:

$$T2=(Part-AV+B3+1B1+\overline{B2}+\overline{B1}+\overline{Stop}).X1$$

3 sous station de d'usinage : Transition "T2"



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

✓ Equation:

$$T9 = (B3 + \overline{\text{Part-AV}} + \overline{B1} + \overline{B2}) \cdot X5$$

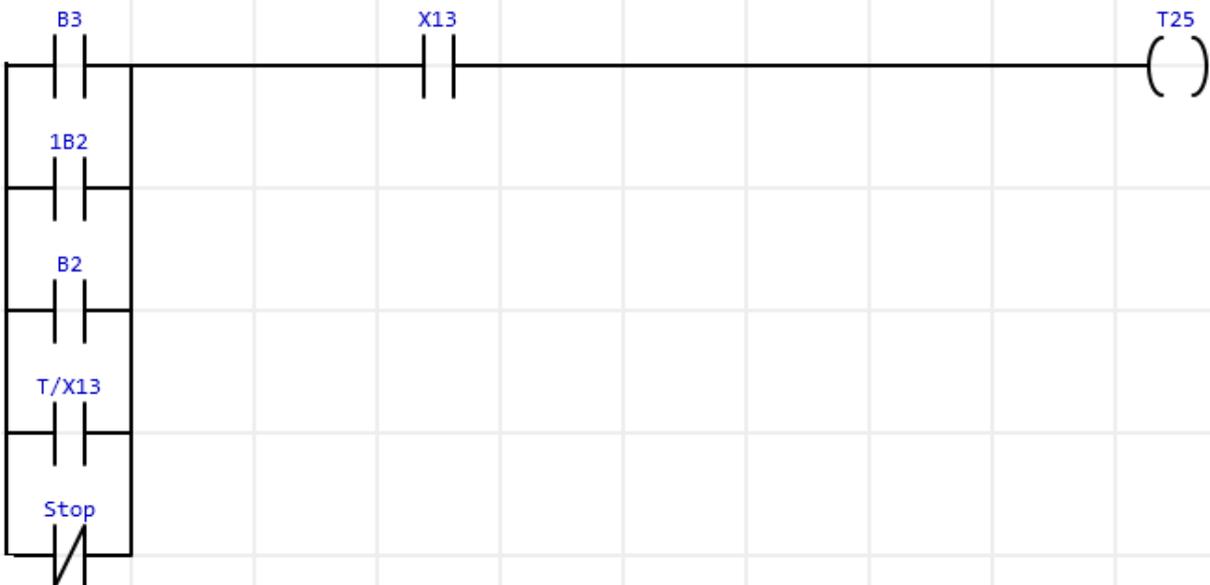
3 sous station de d'usinage : Transition "T9"



✓ Equation:

$$T25 = (B3 + \overline{1B2} + \overline{B2} + \overline{T/X13} + \overline{\text{Stop}}) \cdot X13$$

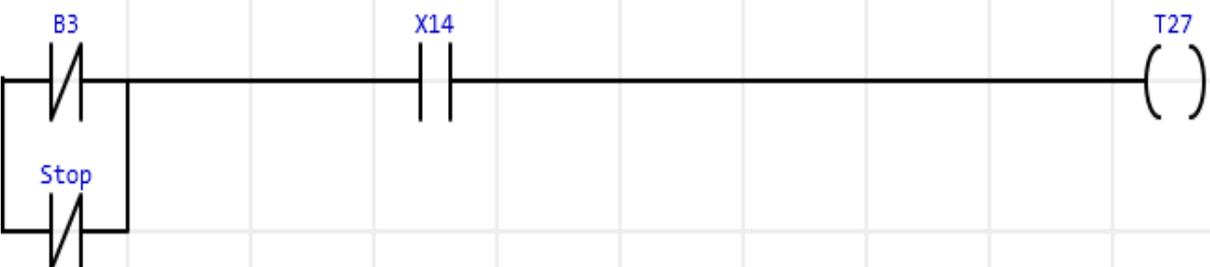
3 sous station de d'usinage : Transition "T25"



✓ Equation:

$$T27 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}) \cdot X14$$

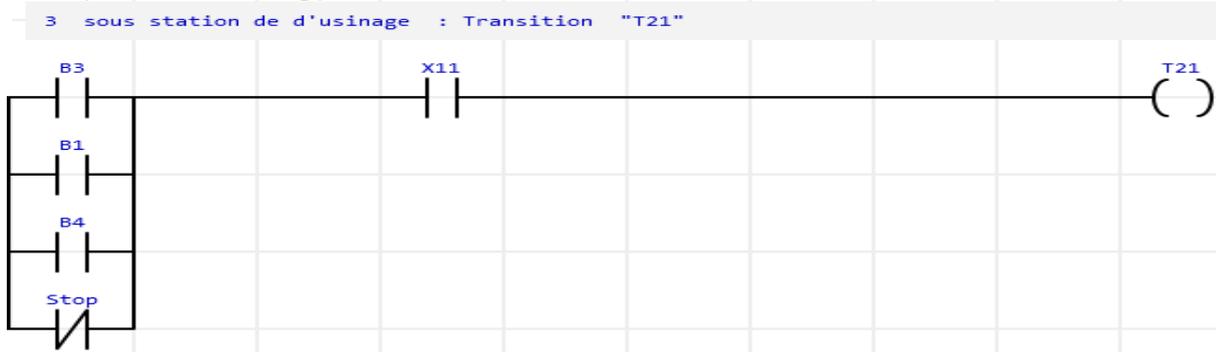
3 sous station de d'usinage : Transition "T27"



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

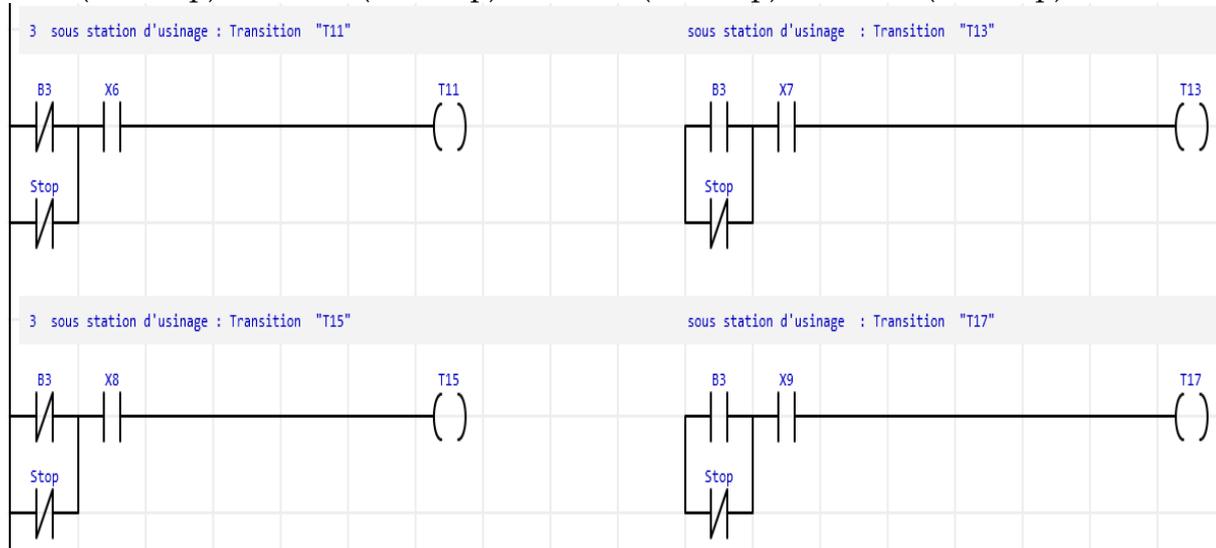
✓ Equation :

$$T21 = (B3 + B1 + B4 + \overline{\text{Stop}}) \cdot X11$$



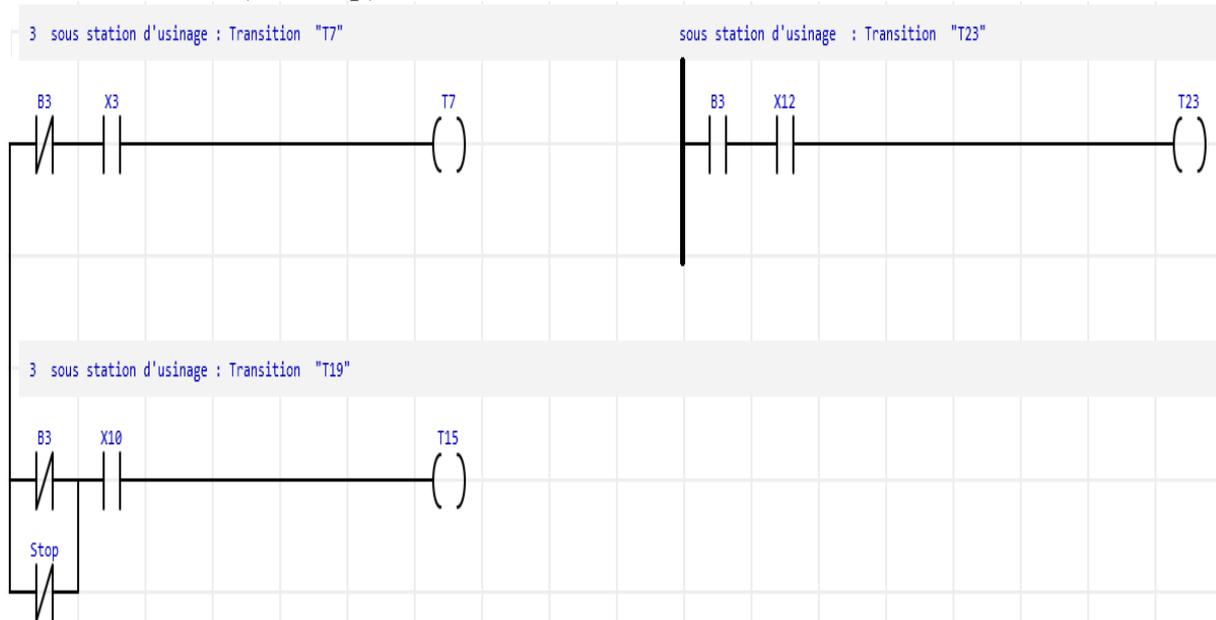
✓ Equations:

$$T11 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}) \cdot X6, \quad T13 = (B3 + \overline{\text{Stop}}) \cdot X7, \quad T15 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}) \cdot X8, \quad T17 = (B3 + \overline{\text{Stop}}) \cdot X9$$



✓ Equations:

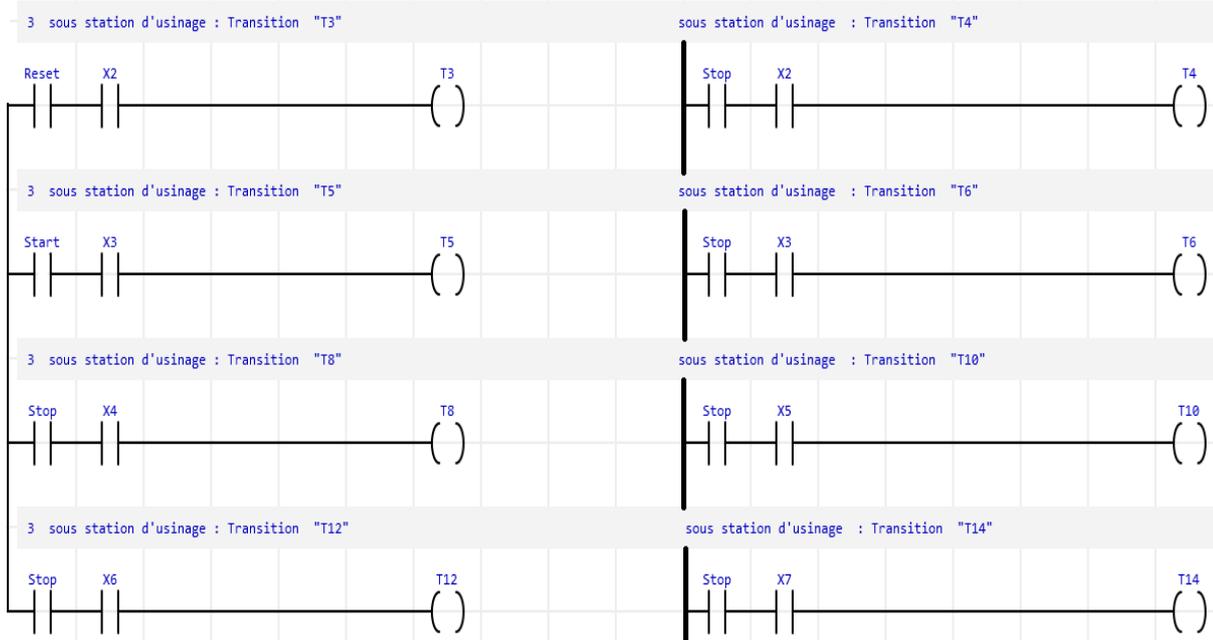
$$T7 = B3 \cdot \overline{X4}, \quad T19 = (\overline{B3} + \overline{\text{Stop}}) \cdot X10, \quad T23 = B3 \cdot X12$$



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

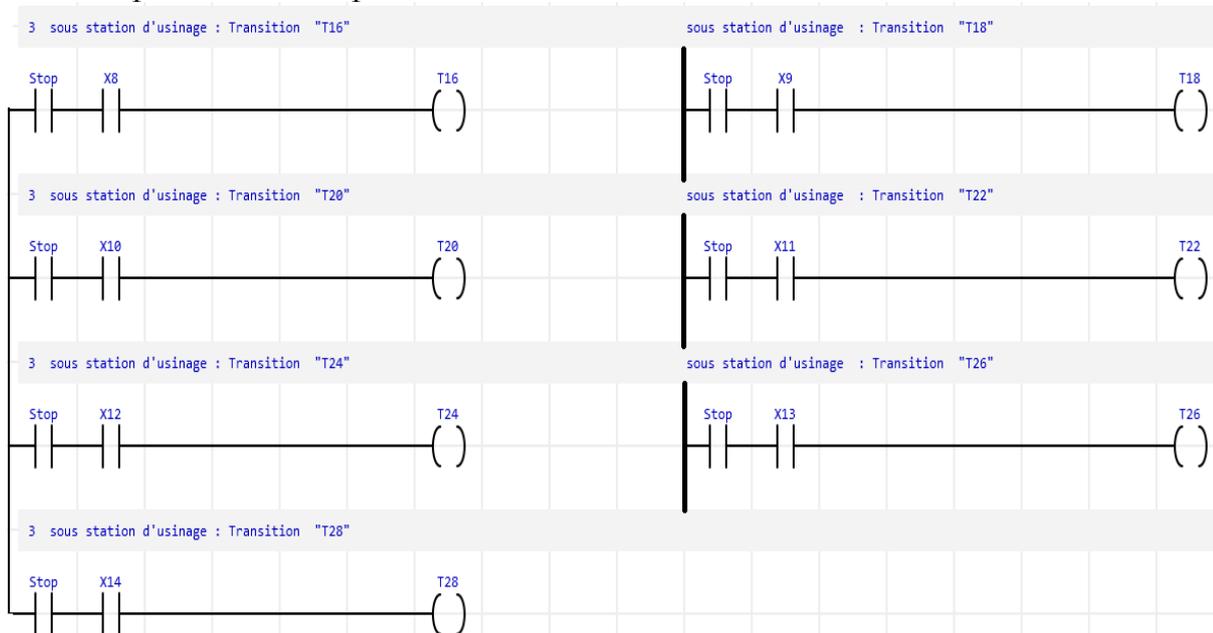
✓ Equations:

$T3 = \text{Reset} \cdot X2$ ,  $T4 = \text{Stop} \cdot X2$ ,  $T5 = \text{Start} \cdot X3$ ,  $T6 = \text{Stop} \cdot X3$ ,  $T8 = \text{Stop} \cdot X4$ ,  $T10 = \text{Stop} \cdot X5$ ,  $T12 = \text{Stop} \cdot X6$ ,  $T14 = \text{Stop} \cdot X7$



✓ Equations:

$T16 = \text{Stop} \cdot X8$ ,  $T18 = \text{Stop} \cdot X9$ ,  $T20 = \text{Stop} \cdot X10$ ,  $T22 = \text{Stop} \cdot X11$ ,  $T24 = \text{Stop} \cdot X12$ ,  $T26 = \text{Stop} \cdot X13$ ,  $T28 = \text{Stop} \cdot X14$ .

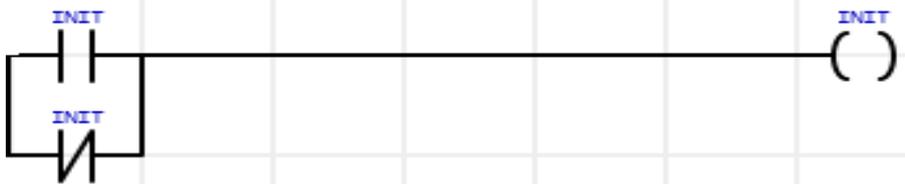


IV.4.1.3.2 Equations et réseaux des étapes :

✓ Equation:

$$INIT = INIT + \overline{INIT}$$

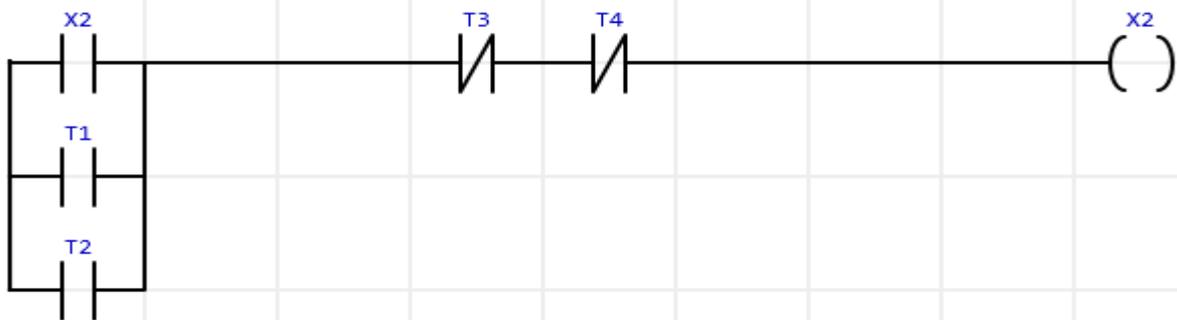
1 sous station de control INIT



✓ Equation:

$$X2 = T1 + T2 + X2 \cdot \overline{T3} \cdot \overline{T4}$$

3 sous station d'usinage : Etape "X2"



✓ Equation:

$$X3 = T1 + X3 \cdot \overline{T5} \cdot \overline{T6}$$

3 sous station d'usinage : Etape "X3"



✓ Equation:

$$X4 = T5 + X4 \cdot \overline{T7} \cdot \overline{T8}$$

3 sous station d'usinage : Etape "X4"



✓ Equation:

$$X5 = T7 + \overline{X5} \cdot \overline{T10} \cdot T9$$

3 sous station d'usage : Etape "X5"



✓ Equation:

$$X6 = T9 + \overline{X6} \cdot \overline{T11} \cdot T12$$

3 sous station d'usage : Etape "X6"



✓ Equation:

$$X7 = T11 + \overline{X7} \cdot \overline{T13} \cdot T14$$

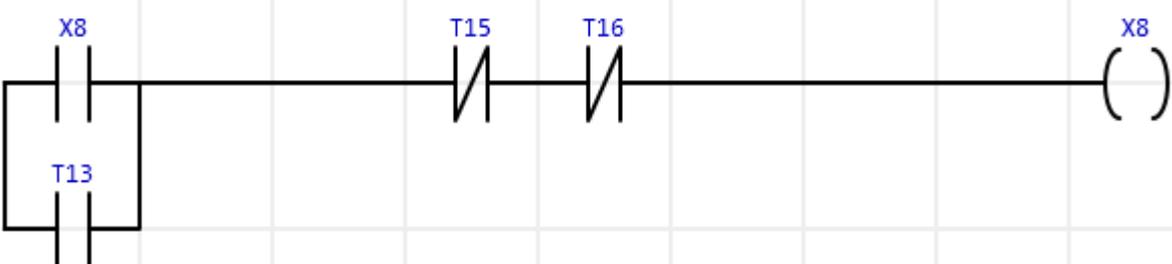
3 sous station d'usage : Etape "X7"



✓ Equation:

$$X8 = T13 + \overline{X8} \cdot \overline{T15} \cdot T16$$

3 sous station d'usage : Etape "X8"



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

✓ Equations:

$$X9 = T15 + \overline{X9} \cdot \overline{T17} \cdot T18$$

$$X10 = T17 + X10 \cdot T19 \cdot T20$$

3 sous station d'usinage : Etape "X9"



3 sous station d'usinage : Etape "X10"

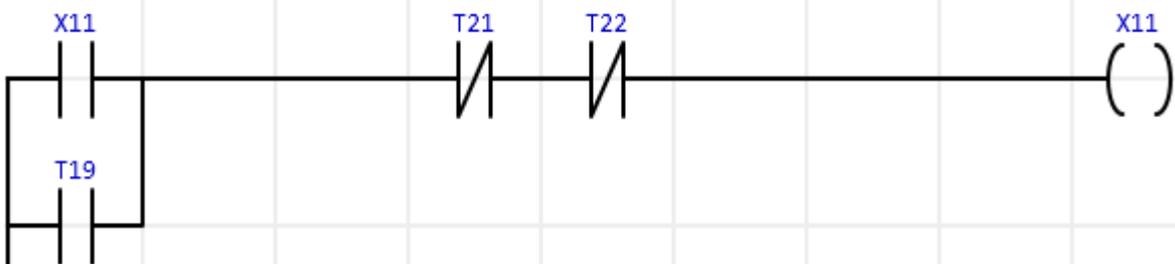


✓ Equations:

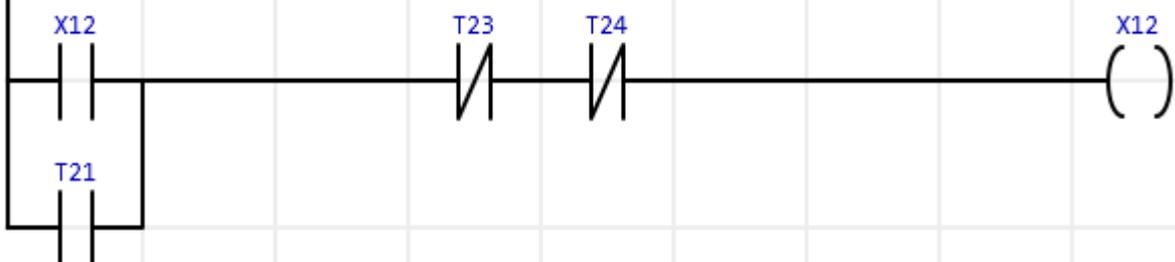
$$X11 = T19 + X11 \cdot \overline{T21} \cdot \overline{T22}$$

$$X12 = T21 + X12 \cdot \overline{T23} \cdot \overline{T24}$$

3 sous station d'usinage : Etape "X11"



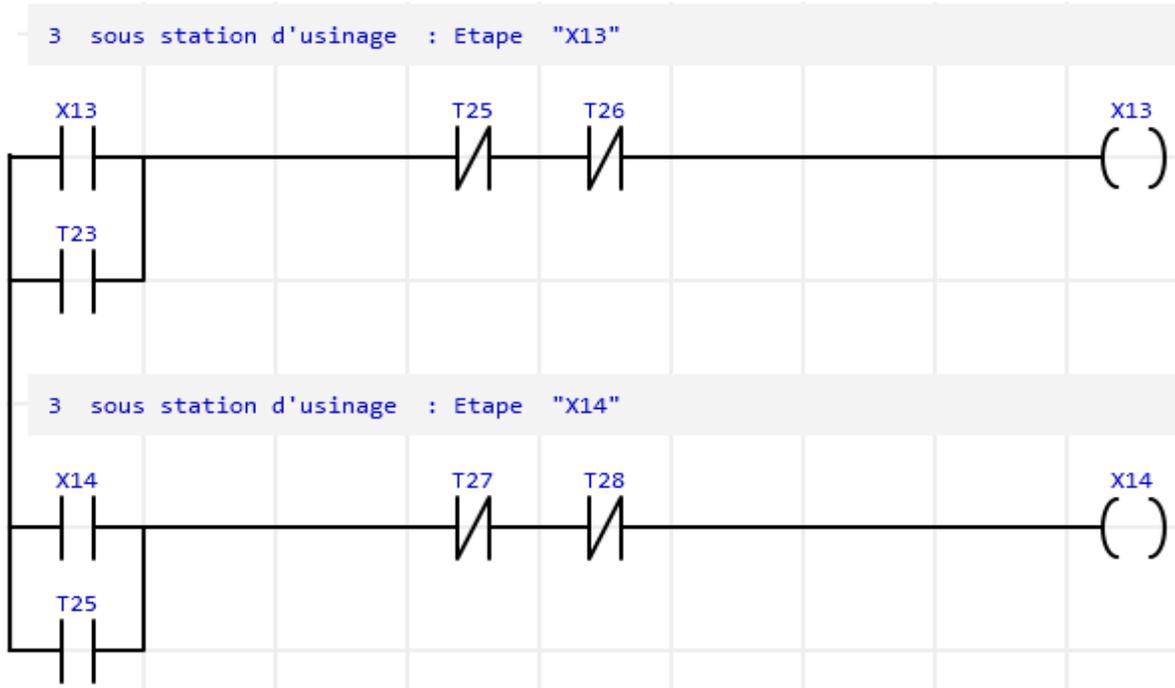
3 sous station d'usinage : Etape "X12"



✓ Equations:

$$X13 = T23 + X13 \cdot \overline{T26} \cdot \overline{T26}$$

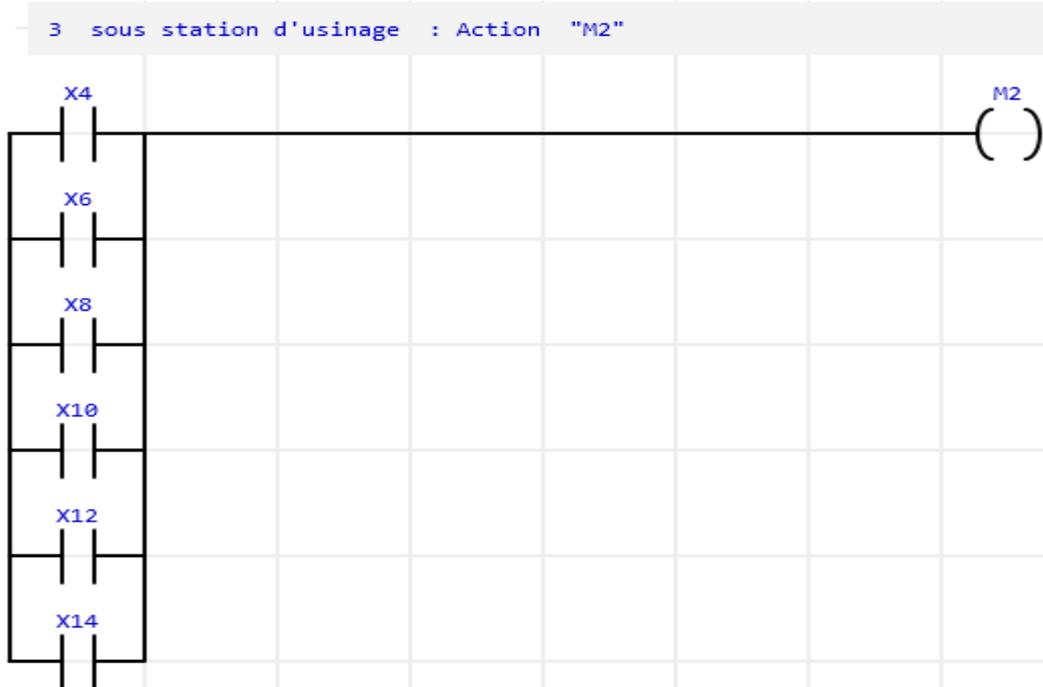
$$X14 = T25 + X14 \cdot \overline{T27} \cdot \overline{T28}$$



#### IV.4.1.3.3 Equations et réseaux des actions :

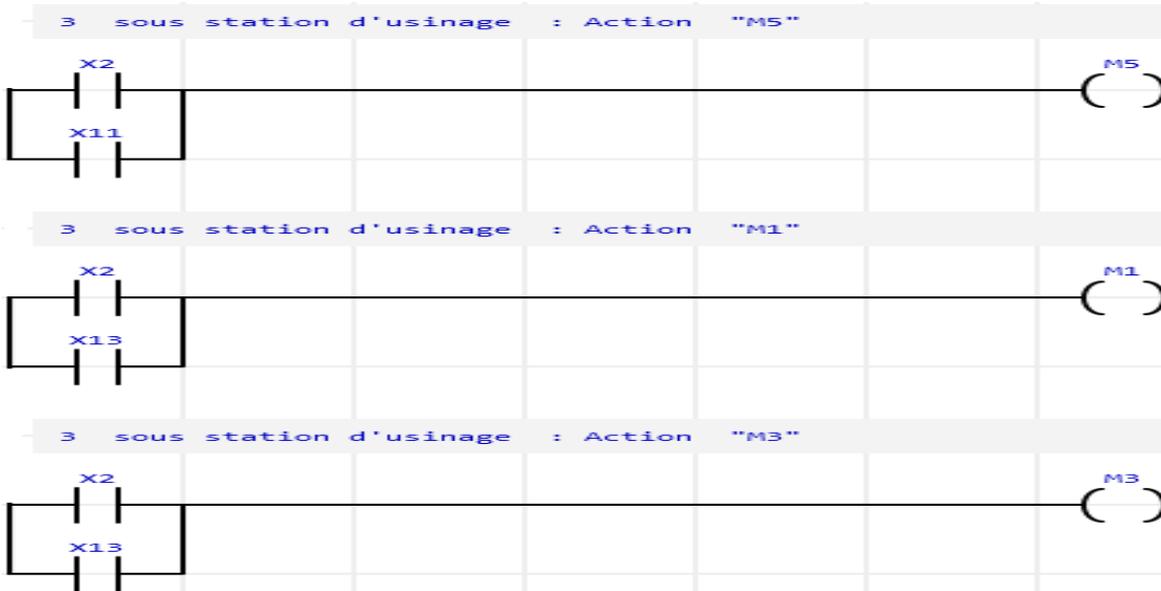
✓ Equation:

$$M2 = X4 + X6 + X8 + X10 + X12 + X14$$



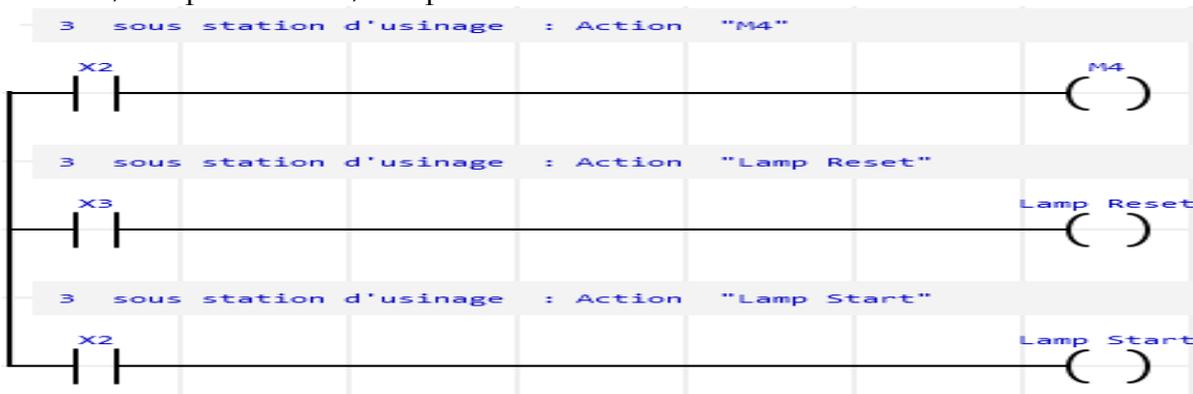
✓ Equations:

$M5 = X2 + X11$ ,  $M1 = X2 + X13$ ,  $M3 = X2 + X13$ .



✓ Equations:

$M4 = X2$ , Lamp Reset = X3, Lamp start = X2



#### IV.4.2. Sous station de distribution (magasin+ module de transfère) :

##### IV.4.2.1 Les différents variables avec leurs Adressages de Simulation :

Dans ce tableau on va présenter les différentes variables E/S entrées/Sorties (Capteurs et Actionneur) qui existent dans cette sous station (Magasin de livraison, Module de transfère, pupitre) avec leur adresse physique et simulation. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) :  $E_{n.m}$  Ou bien  $I_{n.m}$ 
  - I ou Bien E : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255),M : Signifier le Bit (de 0 à 7).
- Pour les Sorties (Actionneurs) :  $A_{n.m}$  Ou bien  $Q_{n.m}$ 
  - A ou Bien Q : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255),M : Signifier le Bit (de 0 à 7).

## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

Variable	Désignation	Adresse Simulation	Commentaire
2B1	Capteur pneumatique	E0.3	Pièce à usiner aspirée (vide présent)
3B1	Capteur électromécanique	E0.4	Vireur rotatif en position 1 Magasin
3B2	Capteur électromécanique	E0.5	Vireur rotatif en position 2 en aval
2M1	Actionneur	A0.1	Vide activé
2M2	Actionneur	A0.2	Impulsion d'éjection en marche
3M1	Actionneur	A0.3	Vireur rotatif vers la position 1 vers le Magasin
3M2	Actionneur	A0.4	Vireur rotatif vers la position 2 en aval
1B2	Capteur électromagnétique	E0.1	Vérin d'éjection sorti
1B1	Capteur électromagnétique	E0.2	Vérin d'éjection rentré
B4	Capteur optique à barrage	E0.6	Magasin vide
S1	Capteur électromécanique	E1.0	Touche START
S2	Capteur électromécanique	E1.1	Touche STOP (contact à ouverture)
S3	Capteur électromécanique	E1.2	Sélecteur automatique/manuel
S4	Capteur électromécanique	E1.3	Touche mise en référence/RESET
1M1	Actionneur	A0.0	Vérin d'éjection de la pièce à usiner
P1	Actionneur	A1.0	Voyant START allumé
P2	Actionneur	A1.1	Voyant position de repos (Reset)
P3	Actionneur	A1.2	Voyants (Indique que le magasin est vide)
Em_Stop	Capteur électromécanique	E 1.5	Bolton d'urgence du déverrouillage
IP_FI	Capteur optique à barrage	E 0.7	station en aval est libre

*Tab. IV.3* : Variable de la sous station de distribution.

### IV.4.2.2 Modélisation et simulation de la sous station de production par langage grafset :

D'après ces séquences de fonctionnement de notre système nous ont permis de les décrire et les modéliser en mode graphique :

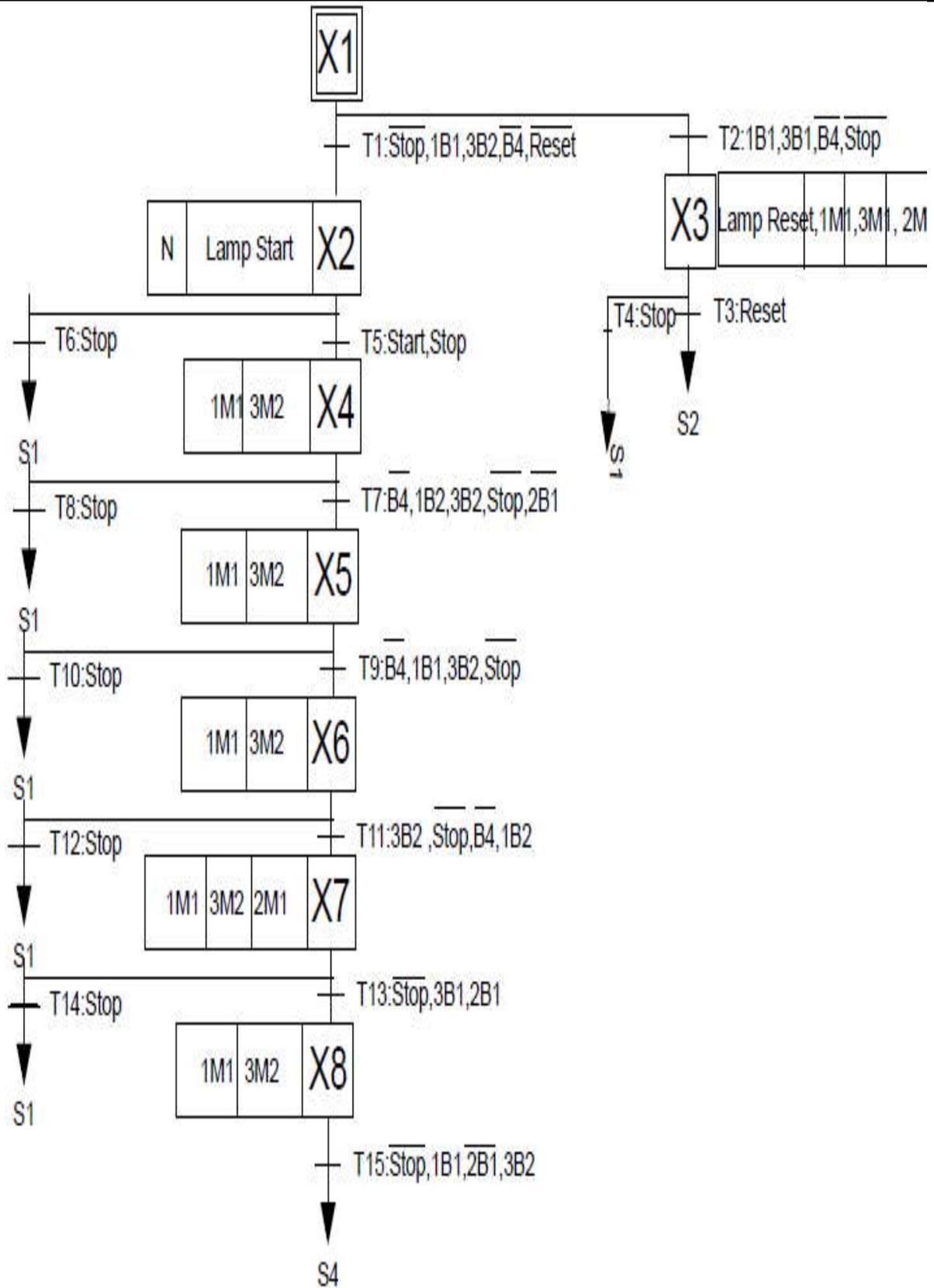


Fig. IV.9: modélisation graphique de la sous station de distribution.

## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

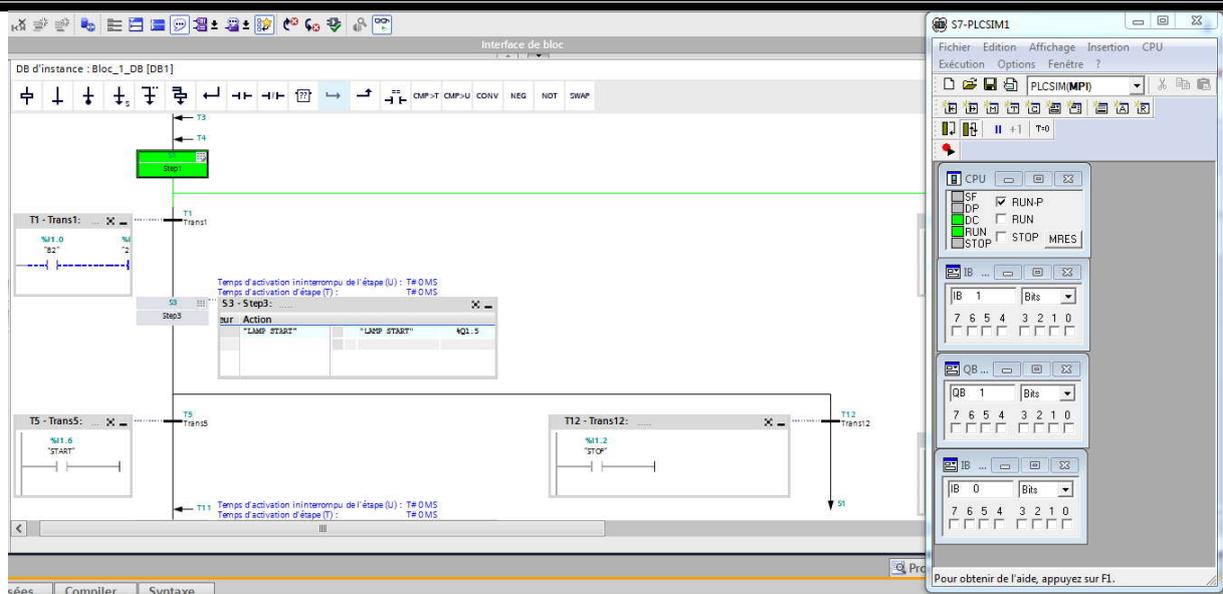


Fig. IV.10: la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de distribution.

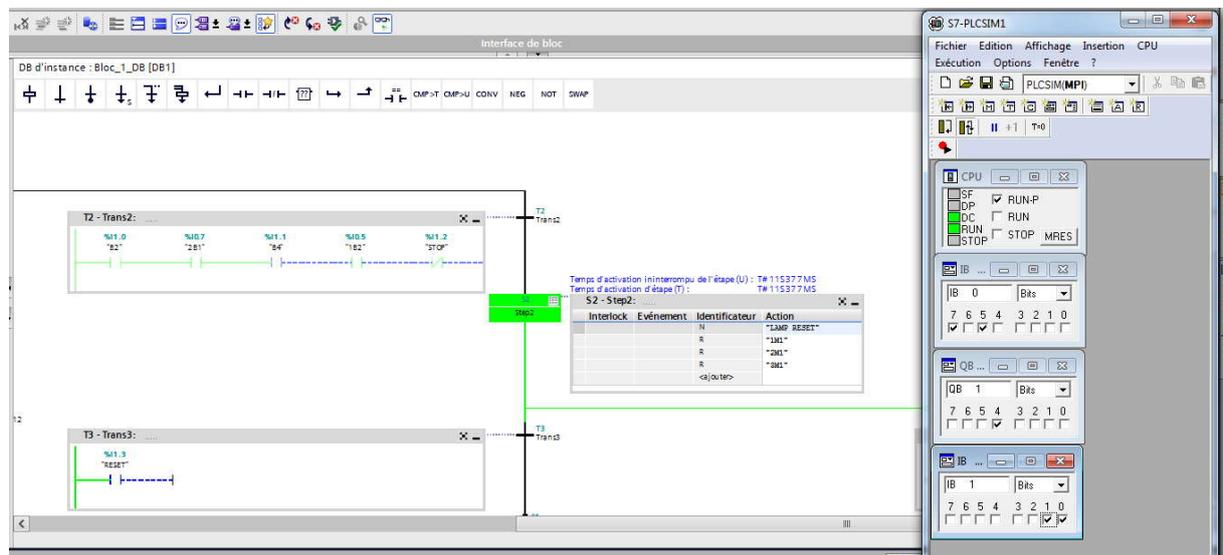


Fig. IV.11: la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de distribution.

Ces deux figures représentent la description graphique par langage grafcet sous le simulateur PLCsim qui est éclairci dans la partie droite de la figure de la sous station de distribution MPS.les petits rectangles représentent les étapes et les grands rectangles affectés à ces étapes représentent les actions associées à cette étape.la couleur verte indique que l'étape et en mode active. La première figure nous dit que le système est à l'étape initiale après lancement de PLCsim en mode Run-P.la deuxième figure indique le passage de l'étape initiale vers la deuxième étape qui est responsable de la Remise à zéro de tous les actionneurs de cette station après l'appui sur le Bouton Reset.

**IV.4.2.3 Modélisation de la sous station de production par langage contact :**

Dans ce tableau on va présenter les différentes équations de langage contacte (action, transition, étape) qui existent dans cette sous station (Magasin de livraison, Module de transfère, pupitre) qui fait de la manière suivante :

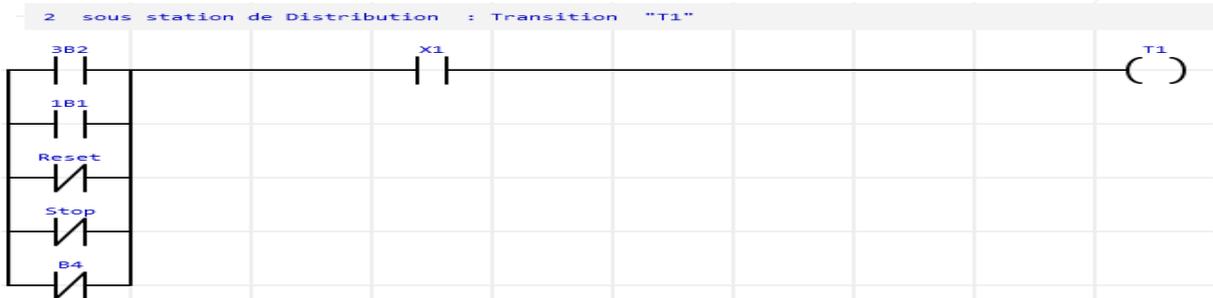
<b>Sous station de distribution</b>
<b>Transition</b>
$T1=(1B2+\overline{B4}+\overline{RESET}+\overline{Stop}+3B2).X1$
$T2=(\overline{B4}+3B1+\overline{Stop}+1B2).X1$
$T3=Reset.X3$
$T4=Stop.X3$
$T5=Start.X2$
$T6= Stop.X2$
$T7=(\overline{B4}+2B1+\overline{Stop}+1B1+3B2).X4$
$T8= Stop.X4$
$T9=(3B2+1B1+B4+\overline{Stop}).X5$
$T10= Stop.X5$
$T11=(1B1+3B2+\overline{Stop}+\overline{B4}).X6$
$T12= Stop.X6$
$T13=(2B1+3B1+\overline{Stop}).X7$
$T14= Stop.X7$
$T15=(3B2+1B1+\overline{Stop}+2\overline{B1}).X8$
$T16= Stop.X8$
<b>Etape</b>
$X1= T4+T6+T8+T10+T12+T14+T16+\overline{INIT}+X1.T1.T2$
$\overline{INIT}=\overline{INIT}+\overline{INIT}$
$X2=T1+T3 +X2.T5.T6$
$X3=T2+X3. T3.T4$
$X4=T5+X4.T7.T8$
$X5=T7+X5.T9.T10$
$X6=T9+X6.T11.T12$
$X7=T11+X7.T14.T13$
$X8=T13+X8.T16.T15$
<b>Action</b>
$1M1= X4+X5+X3+X6+X7+X8$
$2M1=X3+X7+$
$3M1=X3+X7+$
$3M2=X4+X5+X6+X7$
Lamp Reset=X3
Lamp start=X2

**Tab. IV.4 :** les différentes équations de la sous station distribution

IV.4.2.3.1 Equations et réseaux des transitions :

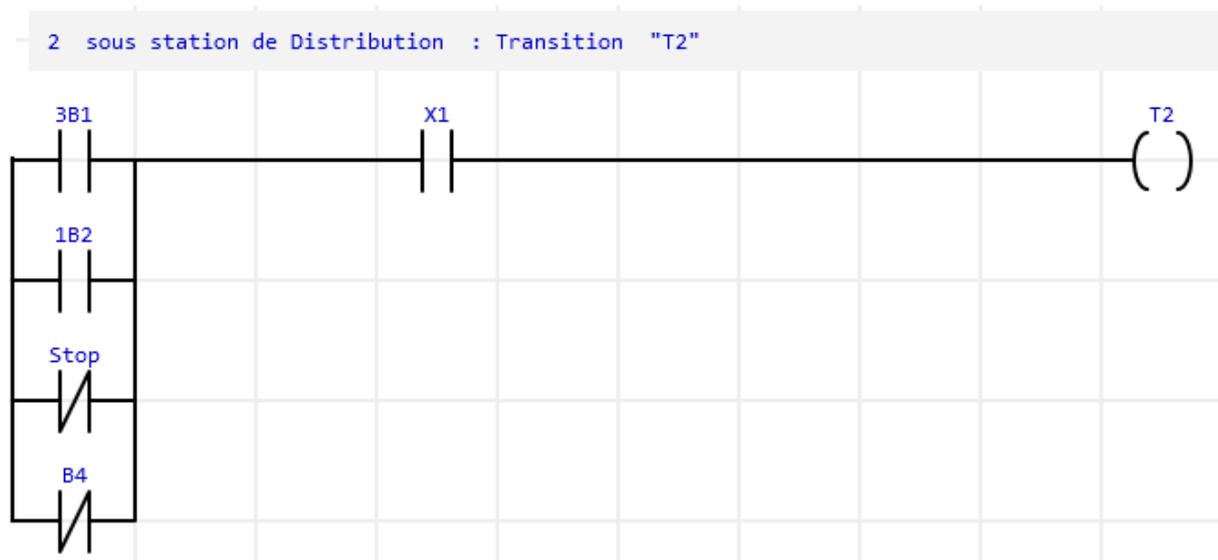
✓ Equation:

$$T1=(1B2+\overline{B4}+\overline{RESET}+\overline{Stop}+3B2).X1$$



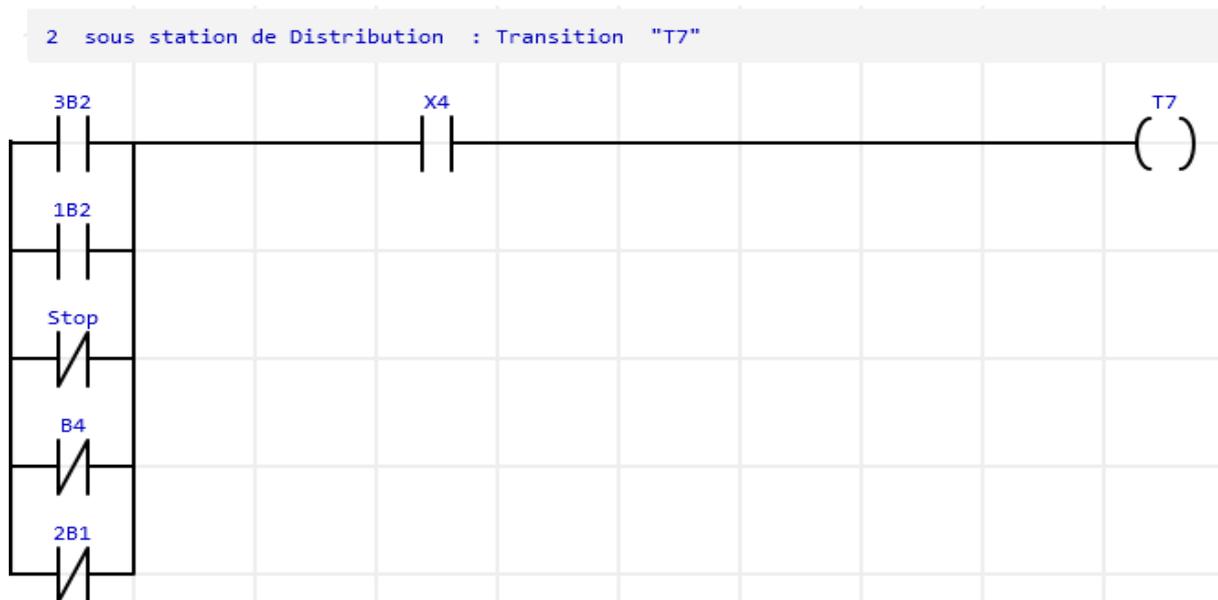
✓ Equation:

$$T2=(\overline{B4}+3B1+\overline{Stop}+1B2).X1$$



✓ Equation:

$$T7=(\overline{B4}+2\overline{B1}+\overline{Stop}+1B1+3B2).X4$$



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

✓ Equation:

$$T9 = (3B2 + 1B1 + \overline{B4} + \overline{Stop}).X5$$

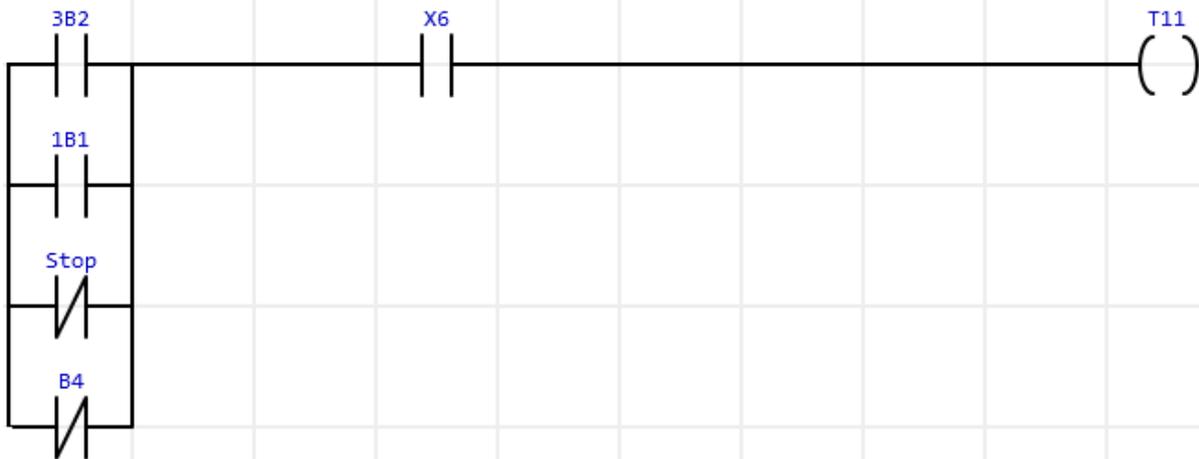
2 sous station de Distribution : Transition "T9"



✓ Equation:

$$T11 = (1B1 + 3B2 + \overline{Stop} + \overline{B4}).X6$$

2 sous station de Distribution : Transition "T11"



✓ Equation:

$$T13 = (2B1 + 3B1 + \overline{Stop}).X7$$

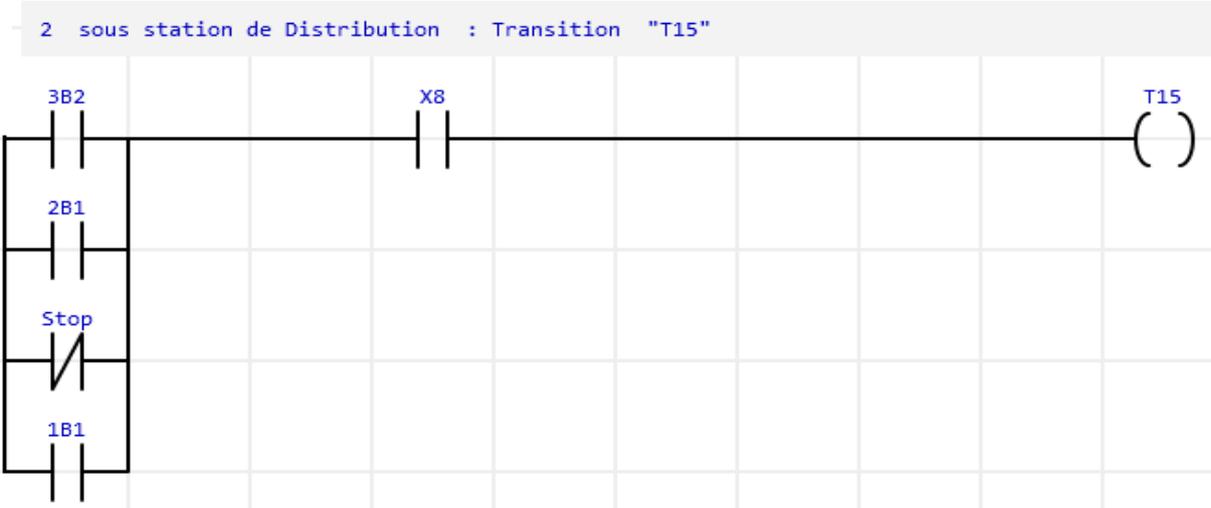
2 sous station de Distribution : Transition "T13"



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

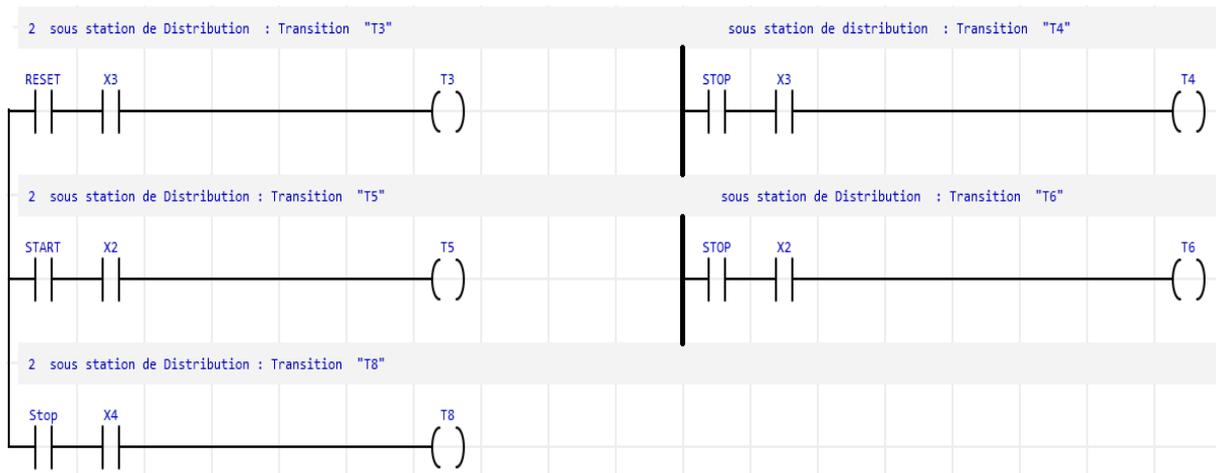
✓ Equation:

$$T15 = (3B2 + 1B1 + \overline{Stop} + 2B1) \cdot X8$$



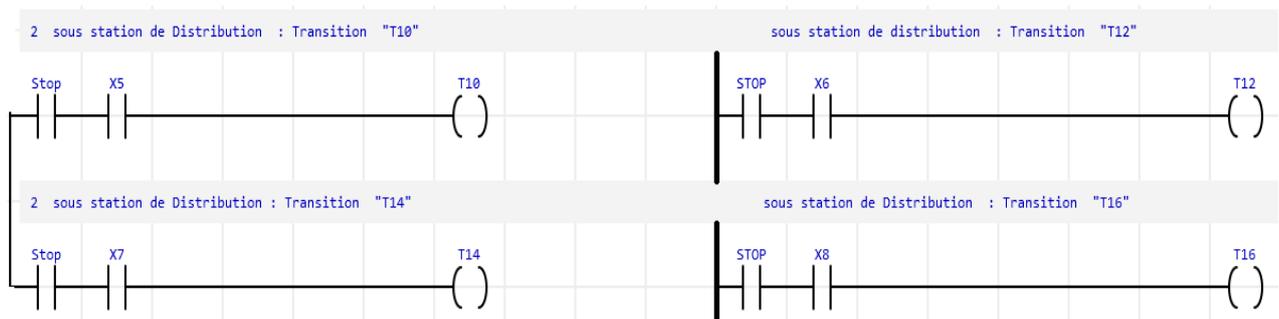
✓ Equations:

$$T3 = \text{Reset} \cdot X3, \quad T4 = \text{Stop} \cdot X3, \quad T5 = \text{Start} \cdot X2, \quad T6 = \text{Stop} \cdot X2, \quad T8 = \text{Stop} \cdot X4$$



✓ Equations:

$$T10 = \text{Stop} \cdot X5, \quad T12 = \text{Stop} \cdot X6, \quad T14 = \text{Stop} \cdot X7, \quad T16 = \text{Stop} \cdot X8$$

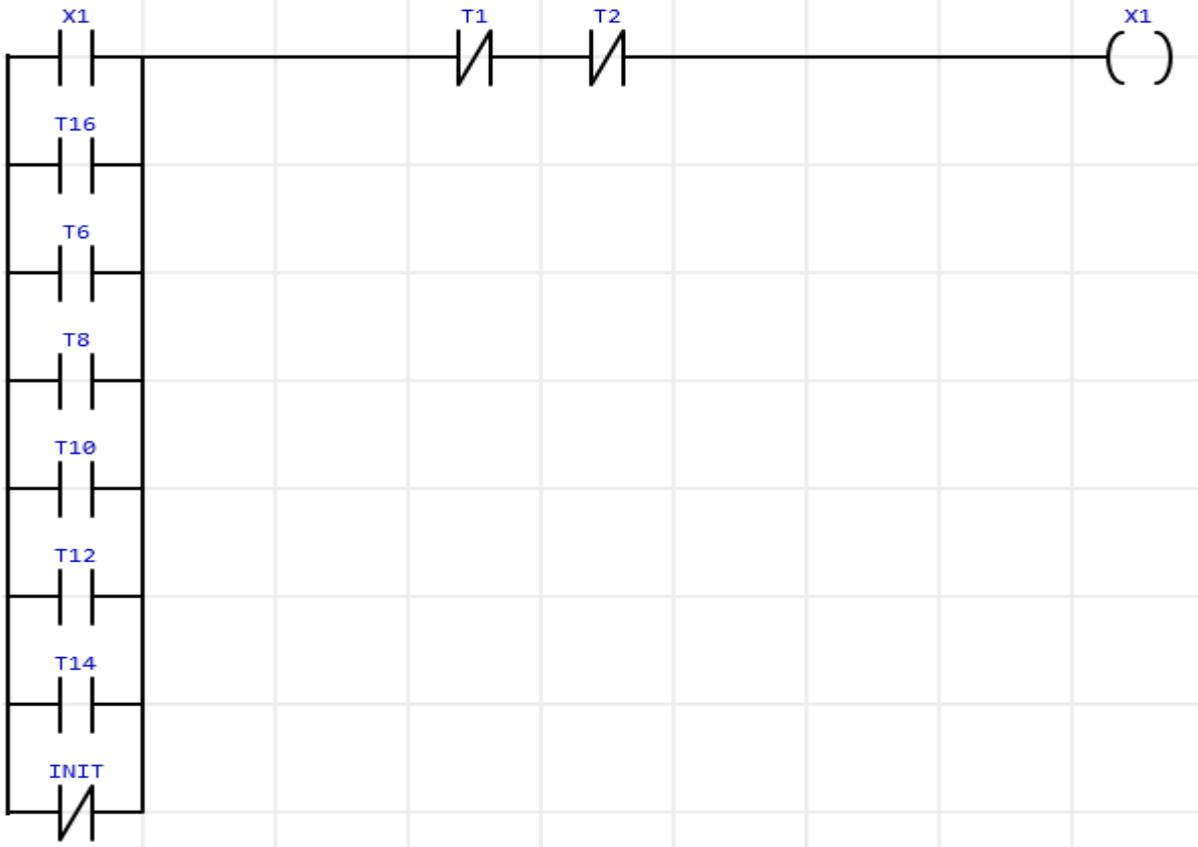


IV.4.2.3.2 Equations et réseaux des étapes :

✓ Equation:

$$X1 = T4 + T6 + T8 + T10 + T12 + T14 + \overline{INIT} + X1 \cdot \overline{T1} \cdot \overline{T2}$$

1 sous station de Distribution : Etape "X1"



✓ Equation:

$$INIT = INIT + \overline{INIT}$$

1 sous station de Distribution INIT



✓ Equation:

$$X2 = T1 + T3 + X2 \cdot \overline{T5} \cdot \overline{T6}$$

2 sous station de Distribution : Etape "X2"



✓ Equation:

$$X3 = T2 + X3 \cdot \overline{T3} \cdot \overline{T4}$$

2 sous station de Distribution : Etape "X3"



✓ Equation:

$$X4 = T5 + X4 \cdot \overline{T7} \cdot \overline{T8}$$

2 sous station de Distribution : Etape "X4"



✓ Equations:

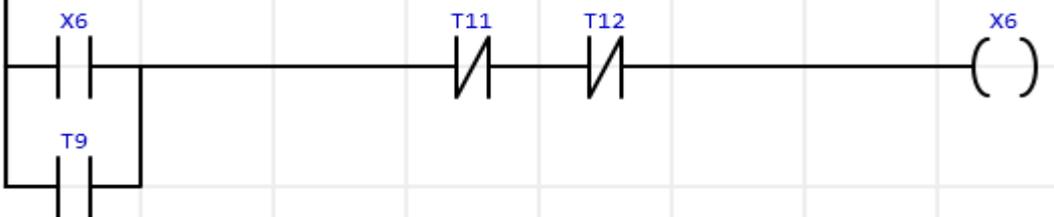
$$X5 = T7 + X5 \cdot \overline{T9} \cdot \overline{T10}$$

$$X6 = T9 + X6 \cdot \overline{T11} \cdot \overline{T12}$$

2 sous station de Distribution : Etape "X5"



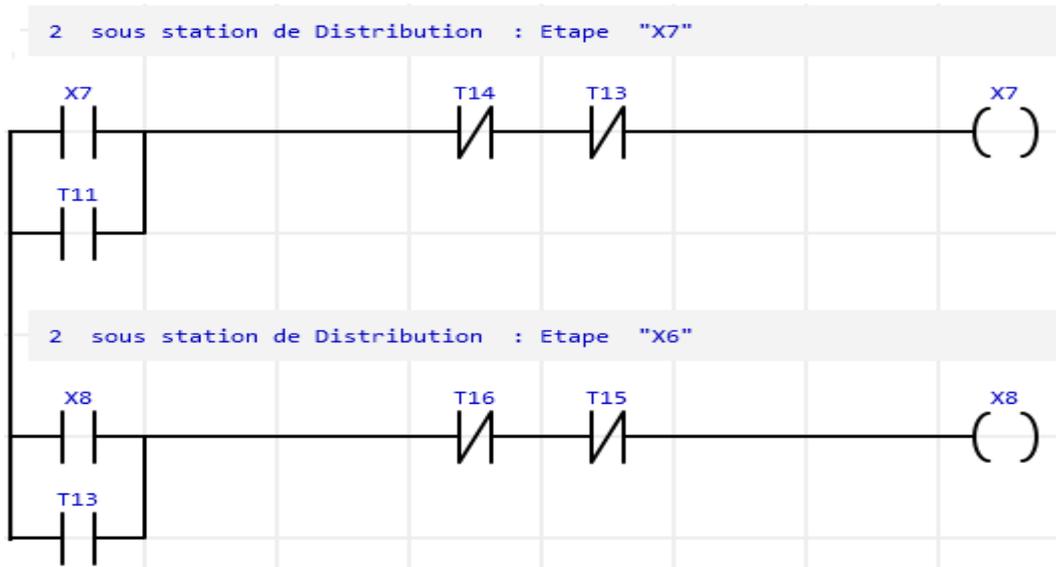
2 sous station de Distribution : Etape "X6"



✓ Equations:

$$X7 = T11 + X7.T14.T13$$

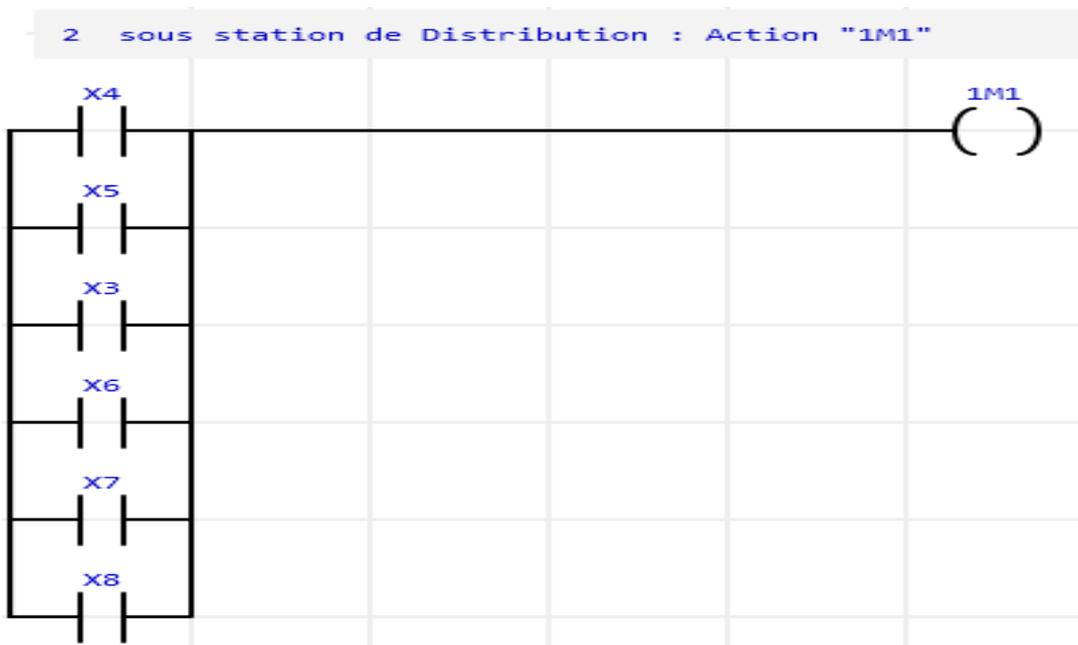
$$X8 = T13 + X8.T16.T15$$



IV.4.2.3.3 Equations et réseaux des actions :

✓ Equation:

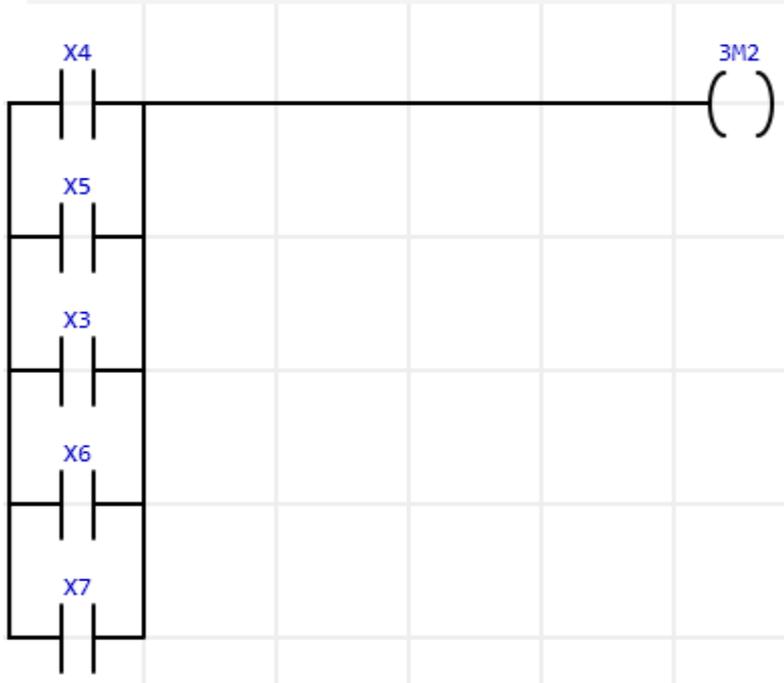
$$1M1 = X4 + X5 + X3 + X6 + X7 + X8$$



✓ Equation:

$$3M2 = X4 + X5 + X6 + X7$$

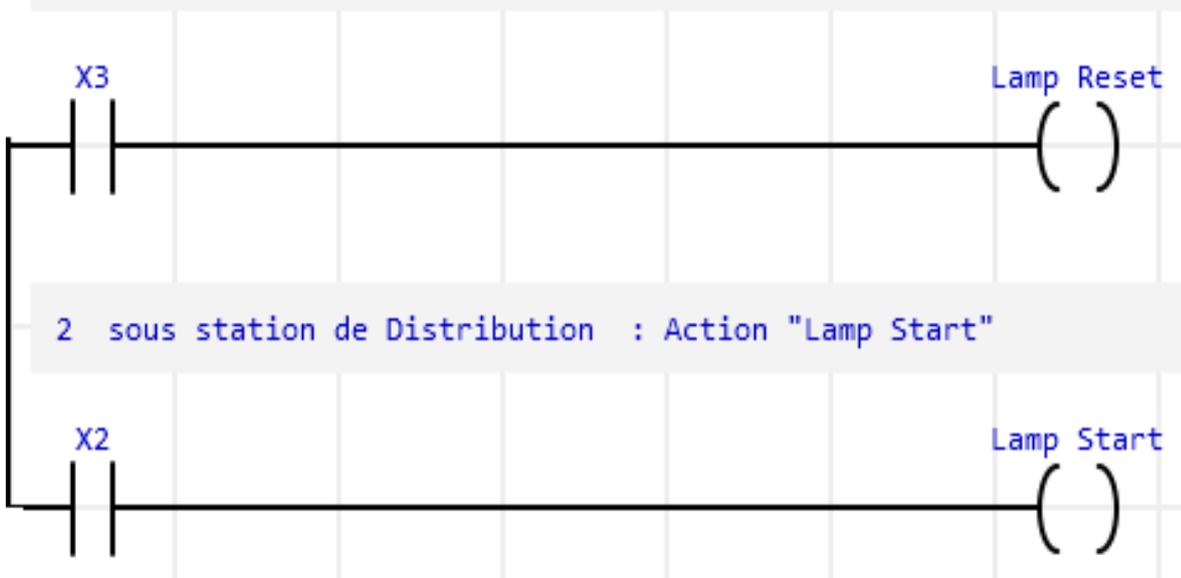
2 sous station de Distribution : Action "3M2"



✓ Equations:

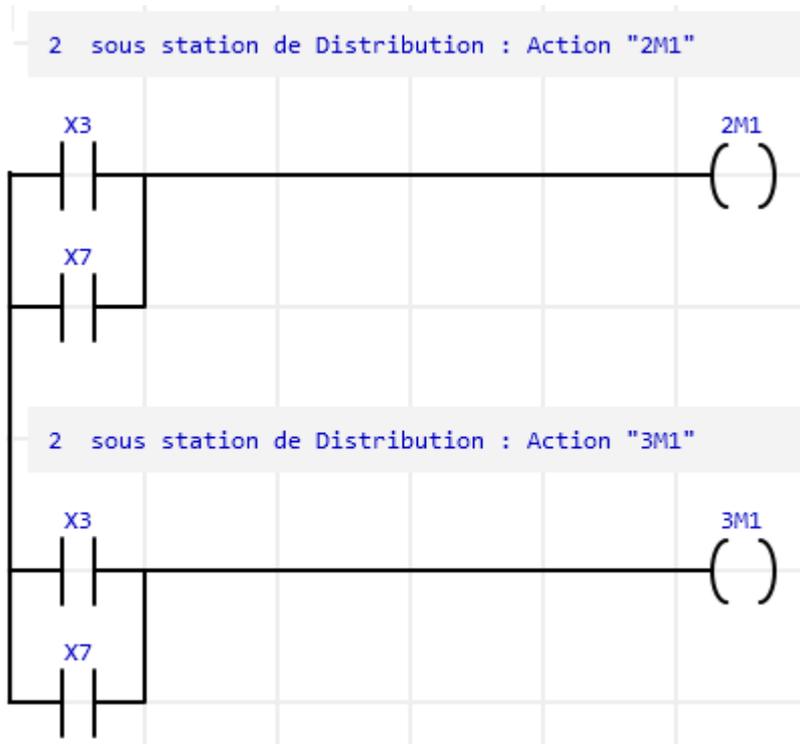
$$\text{Lamp Reset} = X3, \text{ Lamp start} = X2$$

2 sous station de Distribution : Action "Lamp Reset"



✓ Equation:

$$2M1=X3+X7, 3M1=X3+X7$$



#### IV.4.3 Sous station de control :

##### IV.4.3.1 Les différents variables avec leurs Adressages de Simulation :

Dans ce tableau on va présenter les différentes variables E/S entrées/Sorties (Capteurs et Actionneur) qui existent dans cette sous station (station de contrôle) avec leur adresse de simulation. L'adressage de chaque variable se fait de la manière suivante :

- Pour les entrées (Capteurs) :  $E_{n,m}$  Ou bien  $I_{n,m}$
- I ou Bien E : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255), M : Signifier le Bit (de 0 à 7).
  - Pour les Sorties (Actionneurs) :  $A_{n,m}$  Ou bien  $Q_{n,m}$
- A ou Bien Q : Signifier l'entrée. N : Signifier l'Octet (0à 255), M : Signifier le Bit (de 0 à 7).

**Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE**

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

*Tab. IV.5 : Variables pour la Sous Station de contrôle.*

**IV.4.3.2. Modélisation et simulation de la sous station de control :**

D'après ces séquences de fonctionnement de notre système nous ont permis de les décrire et les modéliser en mode graphique :

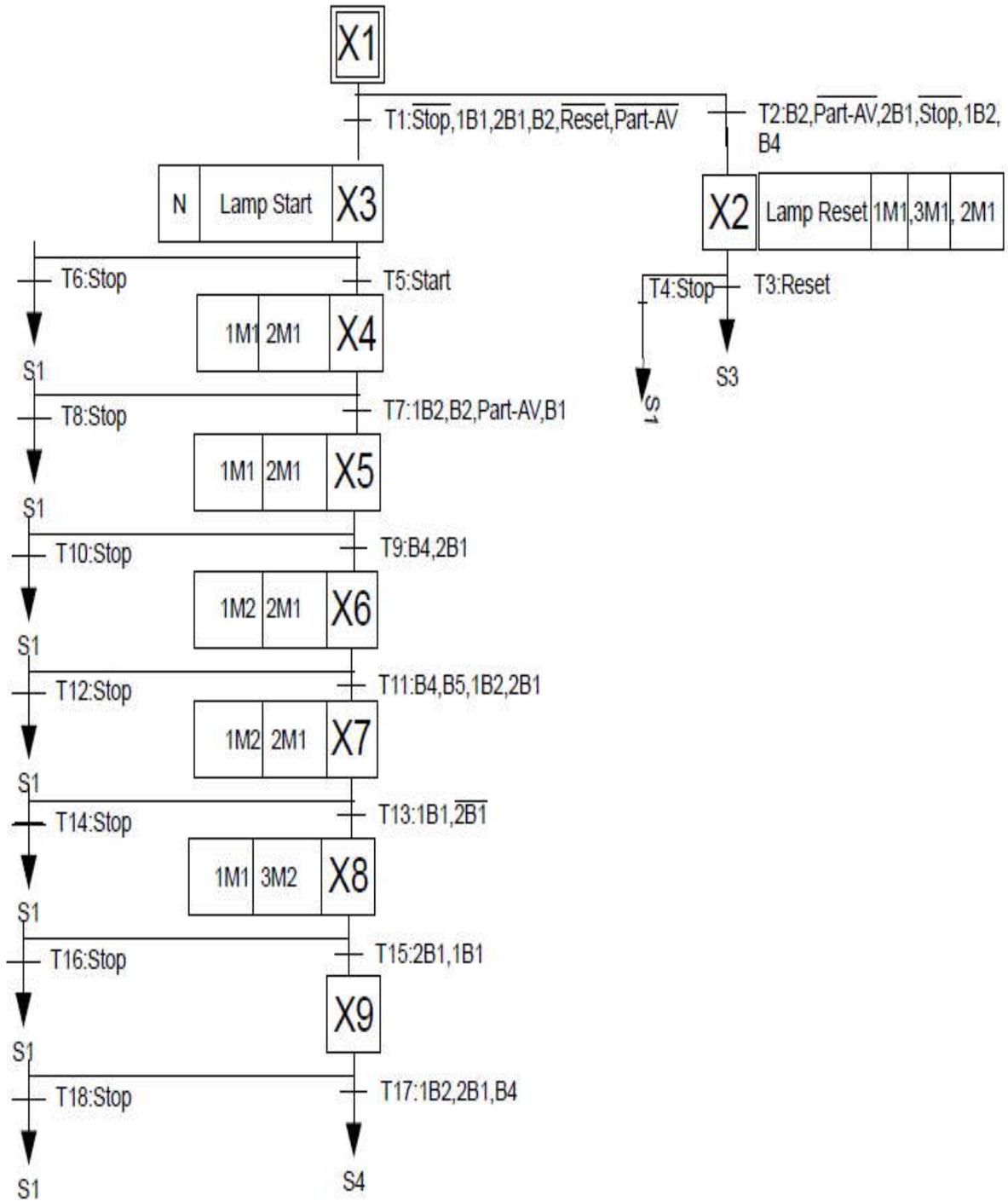


Fig. IV.12: modalisation graphique de la sous station de contrôle

# Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

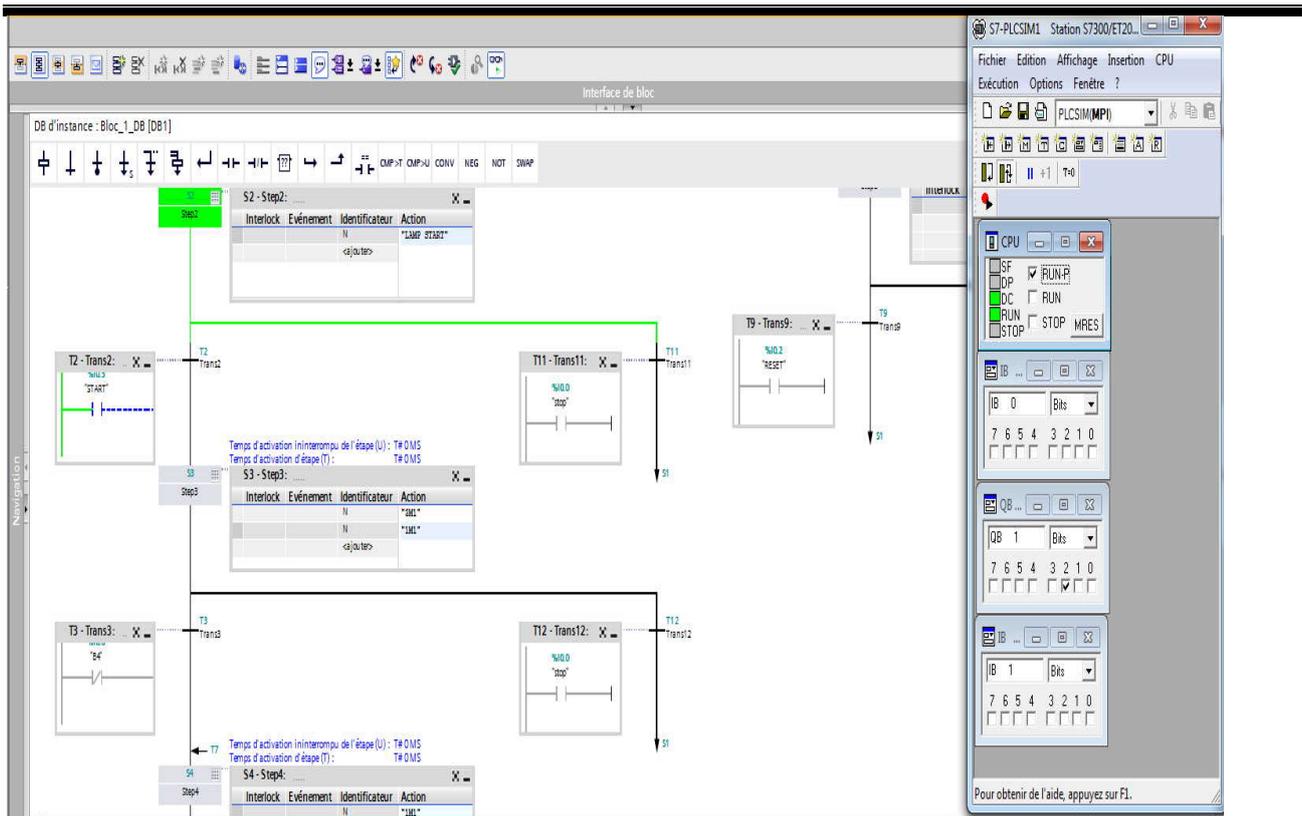


Fig. IV.13: la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de contrôle

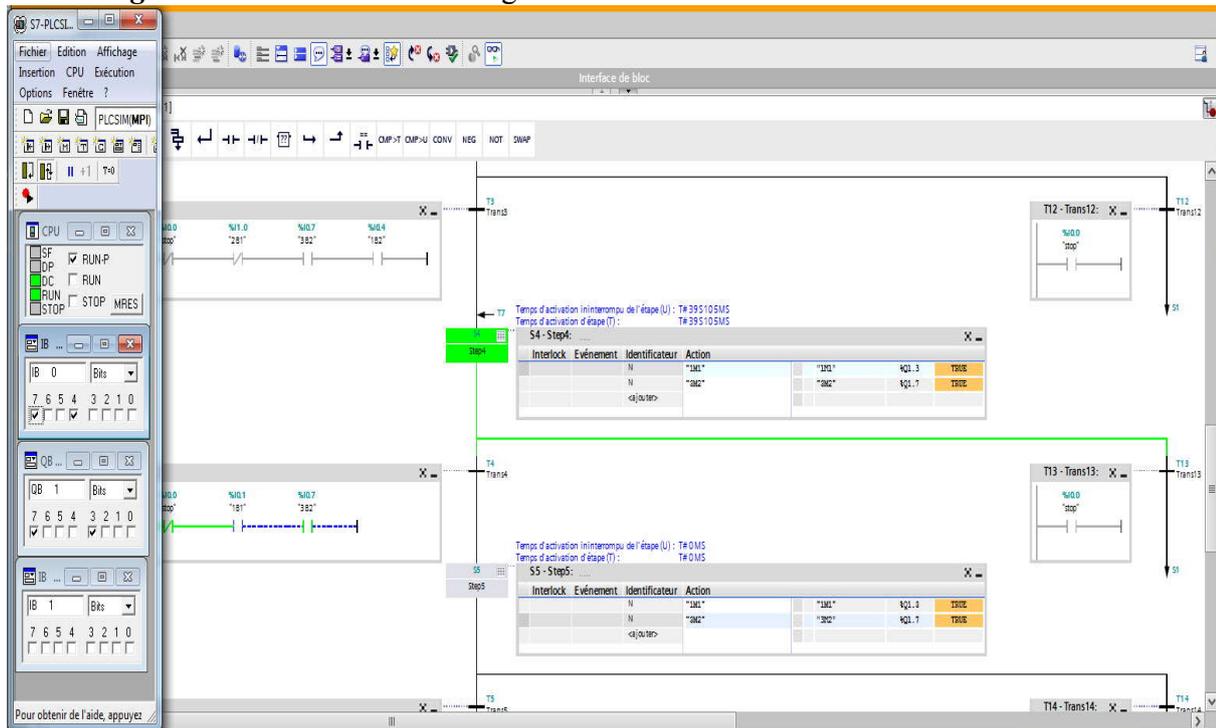


Fig. IV.14: la simulation sur logiciel TIA PORTAL de la sous station de contrôle

Ces deux figures représentent la description graphique par langage grafcet sous le simulateur PLCsim qui est éclairci dans la partie droite de la figure de la sous station de contrôle MPS.les petits rectangles représentent les étapes et les grands rectangles affectés à ces étapes représentent les actions associées à cette étape.la couleur verte indique que

## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

l'étape et en mode active. La première figure nous dit que le système est à l'étape initiale après lancement de PLCsim en mode Run-P. la deuxième figure indique le passage de l'étape initiale vers la deuxième étape qui est le responsable de la Remise à zéro de tous les actionneurs de cette station après l'appui sur le Bouton Reset.

### VI.4.3.3. Modélisation de la sous station de production par langage contacte :

Dans ce tableau on va présenter les différentes équations de langage contacte (action, transition, étape) qui existent dans cette sous station (station de contrôle) qui fait de la manière suivante :

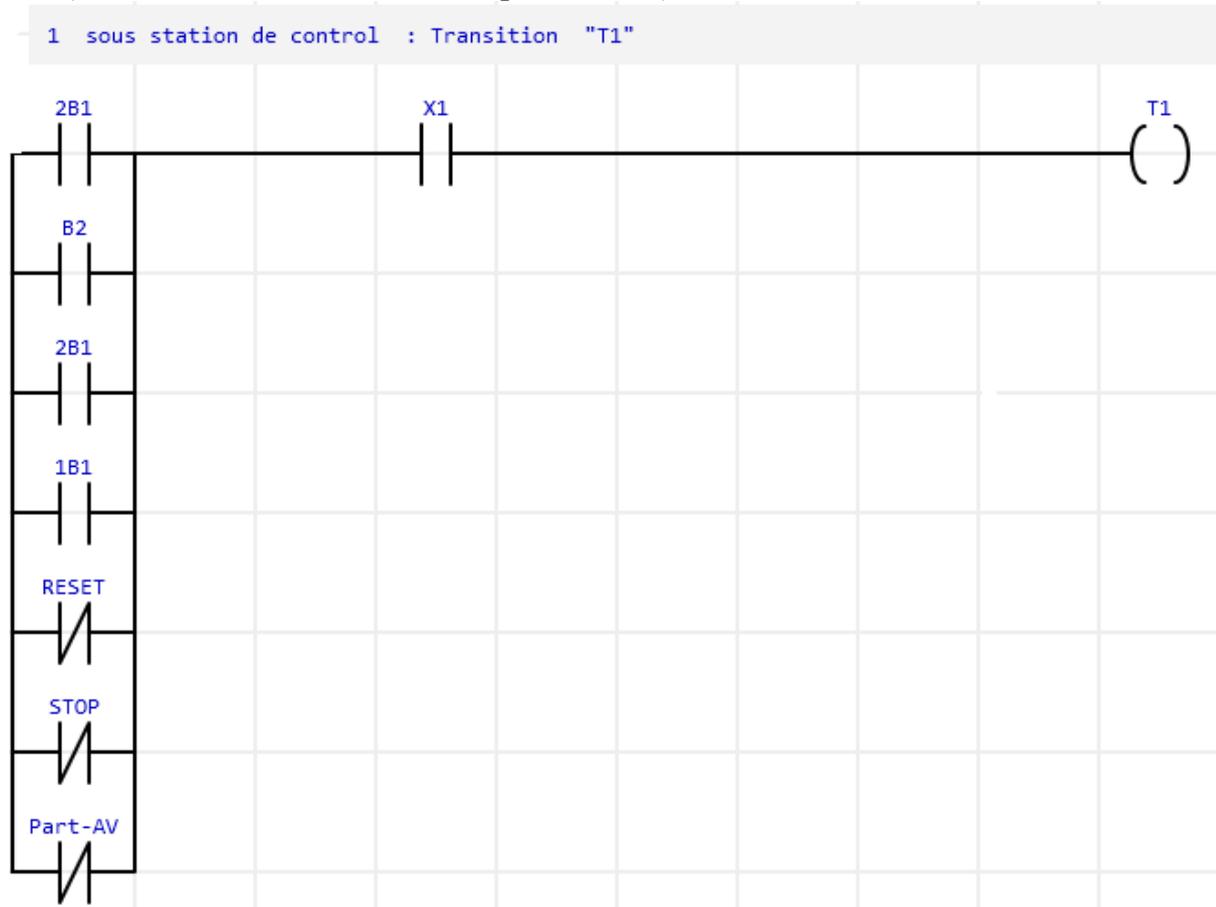
Sous station de contrôle
<b>Transition</b>
$T1 = (2B1 + \overline{\text{Part-AV}} + B2 + \overline{\text{RESET}} + \overline{\text{Stop}} + 2B1 + 1B1).X1$
$T2 = (B2 + \overline{\text{Part-AV}} + 2B1 + \overline{\text{Stop}} + 1B2 + 2B4).X1$
$T3 = \text{Reset}.X2$
$T4 = \overline{\text{Stop}}.x2$
$T5 = \text{Start}.X3$
$T6 = \overline{\text{Stop}}.X3$
$T7 = (2B1 + \overline{\text{Part-AV}} + B2 + 1B2)*X4$
$T8 = \overline{\text{Stop}}.X4$
$T9 = (B4 + 2B1)*X5$
$T10 = \overline{\text{Stop}}.X5$
$T11 = (B4 + B5 + 1B2 + 2B1)*X6$
$T12 = \overline{\text{Stop}}.X6$
$T13 = (\overline{2B1} + 1B1)*X7$
$T14 = \overline{\text{Stop}}.X7$
$T15 = (2B1 + 1B1)*X8$
$T16 = \overline{\text{Stop}}.X8$
$T17 = (B4 + 2B1 + 1B2 + 2B1)*X9$
$T18 = \overline{\text{Stop}}.X9$
<b>Etape</b>
$X1 = T4 + T6 + T8 + T10 + T12 + T14 + T16 + T18 + \overline{\text{INIT}} + X1.\overline{T1}.\overline{T2}$
$\text{INIT} = \overline{\text{INIT}} + \overline{\text{INIT}}$
$X2 = T2 + X2.T4.T3$
$X3 = T1 + X3.\overline{T5}.T6$
$X4 = T5 + X4.T7.T8$
$X5 = T7 + X5.\overline{T9}.T10$
$X6 = T9 + X6.T11.T12$
$X7 = T11 + X7.T14.T13$
$X8 = T13 + X8.T16.T15$
$X9 = T15 + X9.T17.T18$
<b>Action</b>
$1M1 = X2 + X4 + X5 + X9$
$2M1 = X2 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9$
$3M1 = X2$
$1M2 = X6 + X7 + X8$
Lamp Reset = X2
Lamp Start = X3

**Tab. IV.6 :** les différentes équations de la sous station de contrôle

IV.4.3.3.1. Equations et réseaux des transitions :

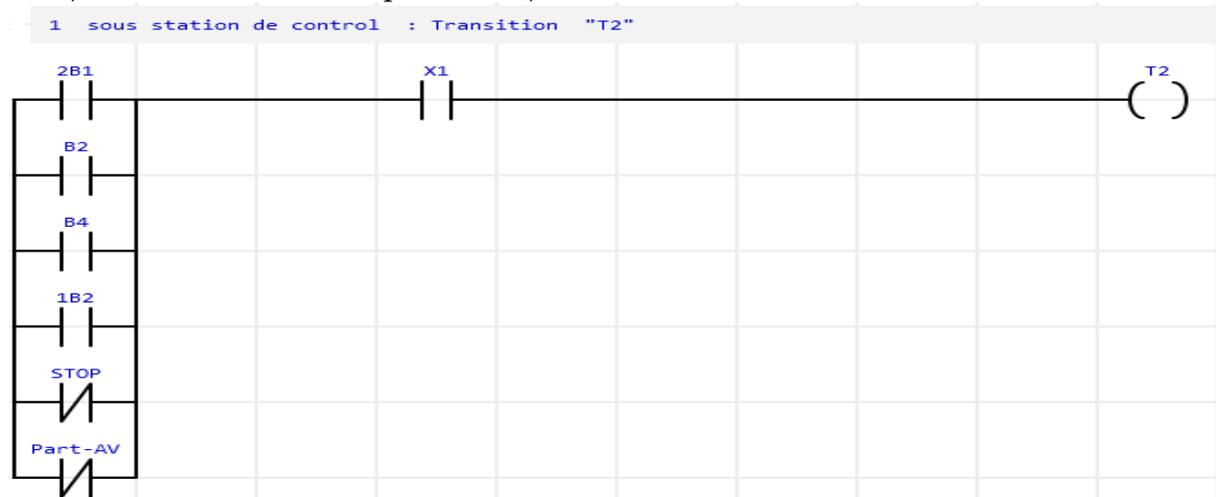
✓ Equation:

$$T1=(2B1+\overline{\text{Part-AV}}+B2+\overline{\text{RESET}}+\overline{\text{Stop}}+2B1+1B1).X1$$



✓ Equation :

$$T2=(B2+\overline{\text{Part-AV}}+2B1+\overline{\text{Stop}}+1B2+B4).X1$$



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

✓ Equation :

$$T7=(2B1+Part-AV+B2+1B2).X4$$

1 sous station de control : Transition "T7"



✓ Equation :

$$T17=(B4+2B1+1B2+2B1).X9$$

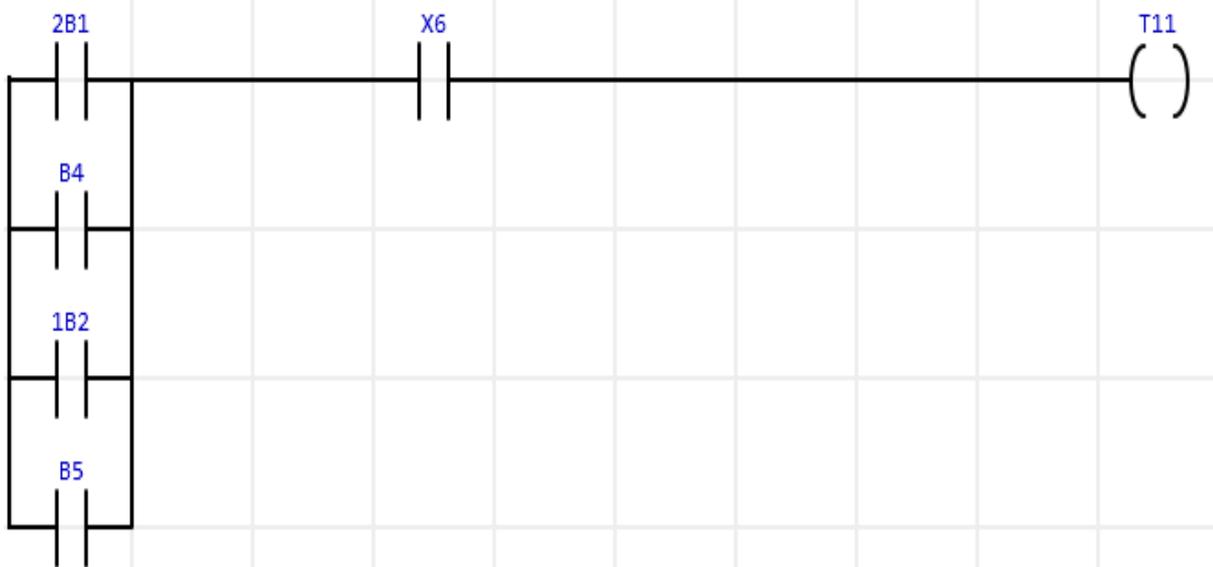
1 sous station de control : Transition "T17"



✓ Equation :

$$T11=(B4+B5+1B2+2B1).X6$$

1 sous station de control : Transition "T11"



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

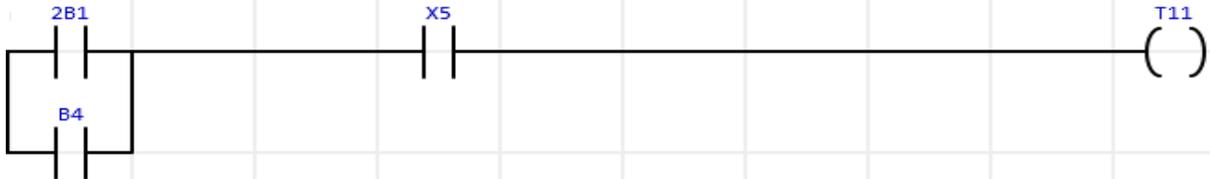
✓ Equations :

$$T9 = (B4 + 2B1) * X5$$

$$T13 = (2B1 + \overline{1B1}) * X7$$

$$T15 = (2B1 + 1B1) * X8$$

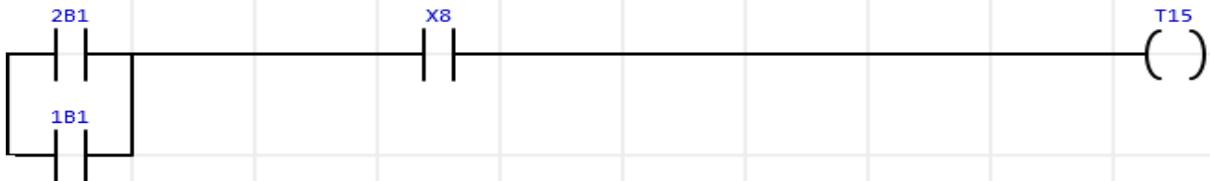
1 sous station de control : Transition "T9"



1 sous station de control : Transition "T13"



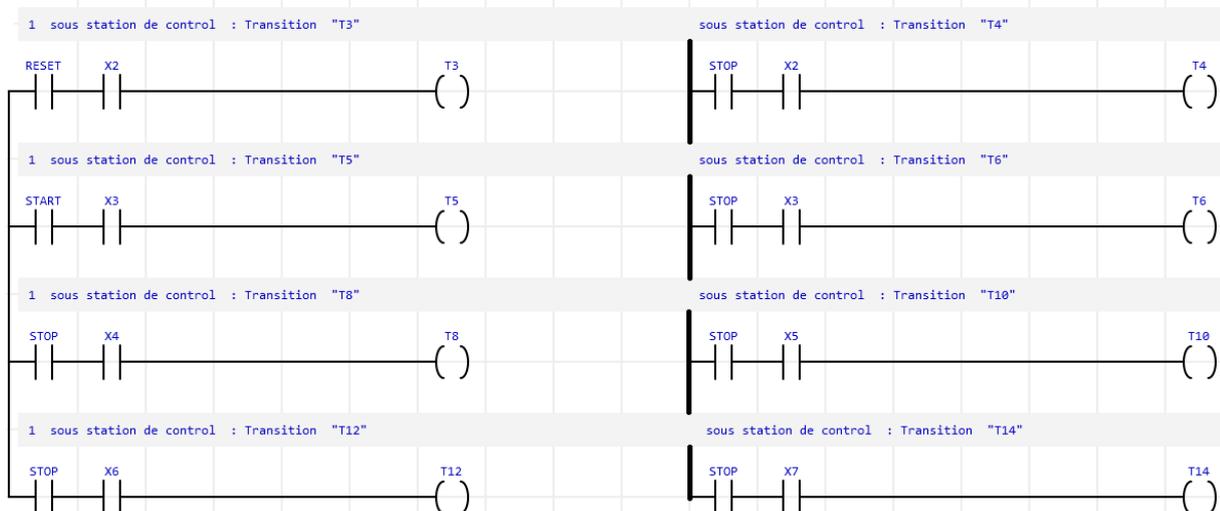
1 sous station de control : Transition "T15"



✓ Equations :

$$T3 = \text{Reset.X2}, T4 = \text{Stop } 2, T5 = \text{Start.X3}, T6 = \text{Stop.X3}, T8 = \text{Stop.X4}, T10 = \text{Stop.X5}, T12 = \text{Stop.X6}$$

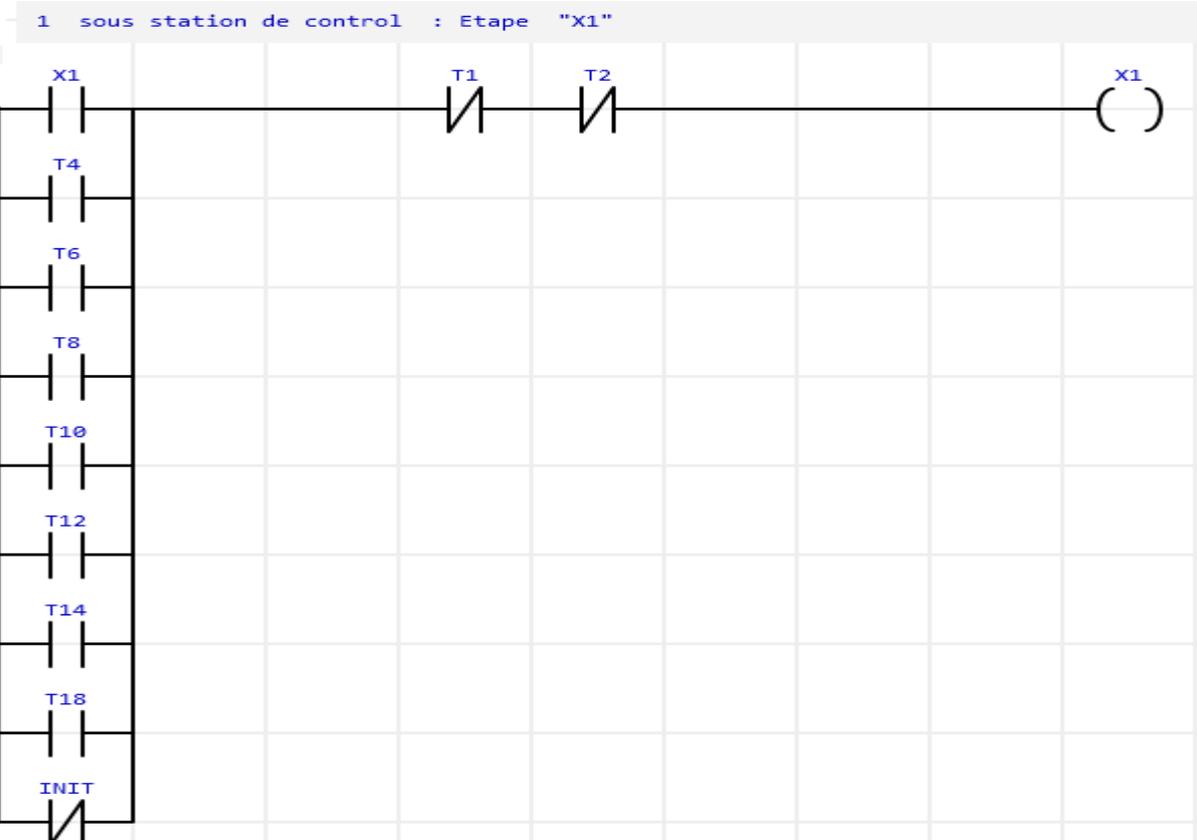
$$T14 = \text{Stop.X7}, T16 = \text{Stop.X8}, T18 = \text{Stop.X9.}$$



IV.4.3.3.2. Equations et réseaux des étapes :

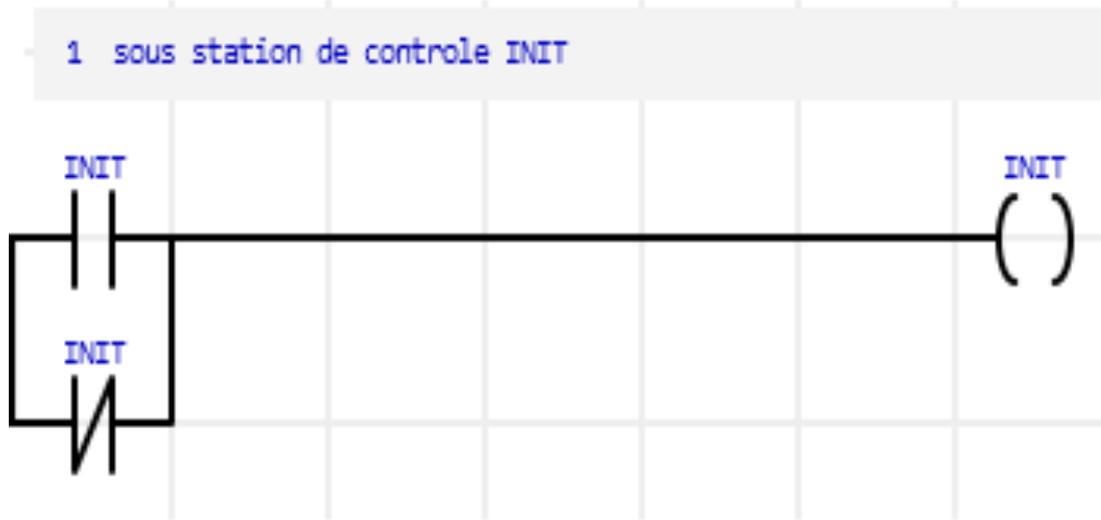
✓ Equation:

$$X1 = T4 + T6 + T8 + T10 + T12 + T14 + T16 + T18 + \overline{INIT} + X1 \cdot \overline{T1} \cdot \overline{T2}$$



✓ Equation:

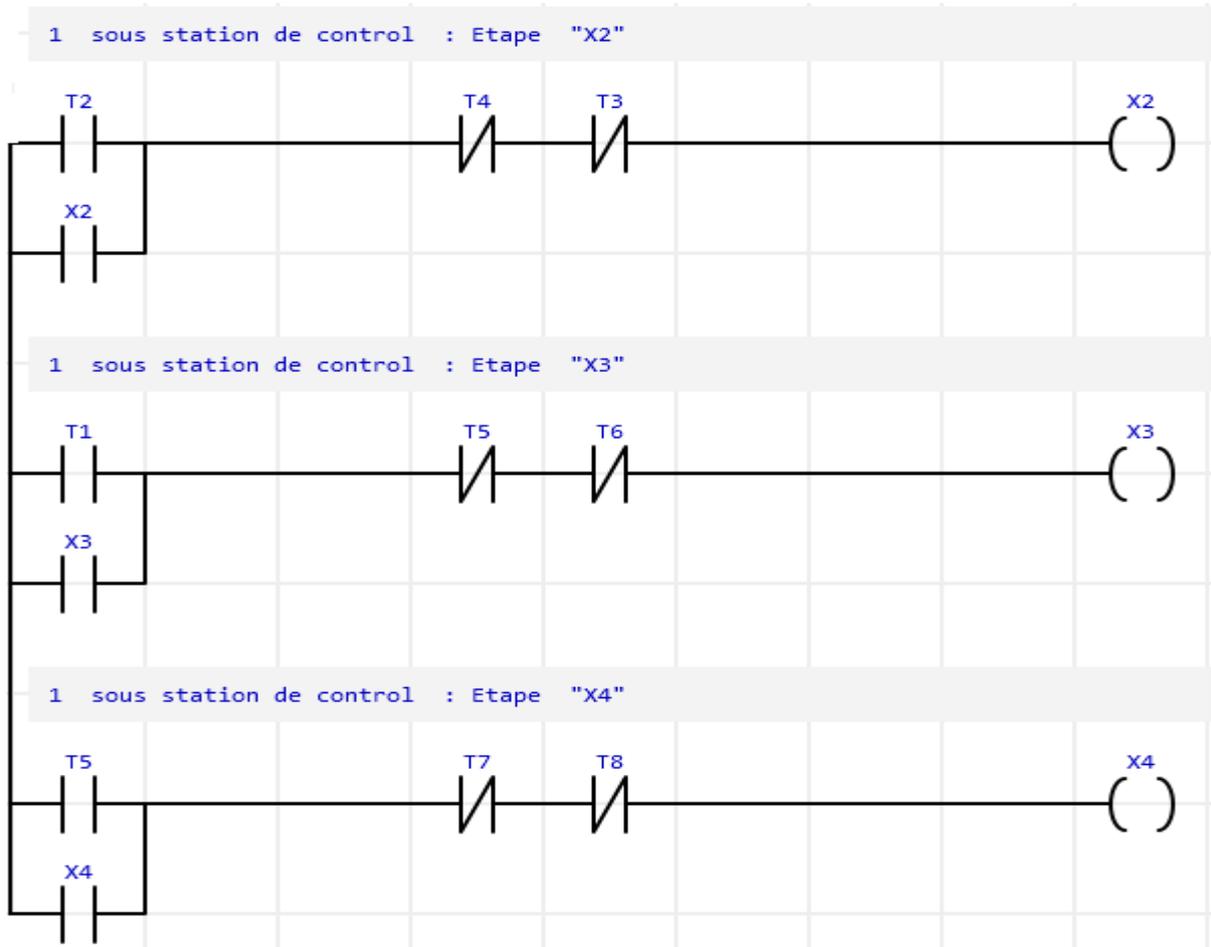
$$INIT = INIT + \overline{INIT}$$



## Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

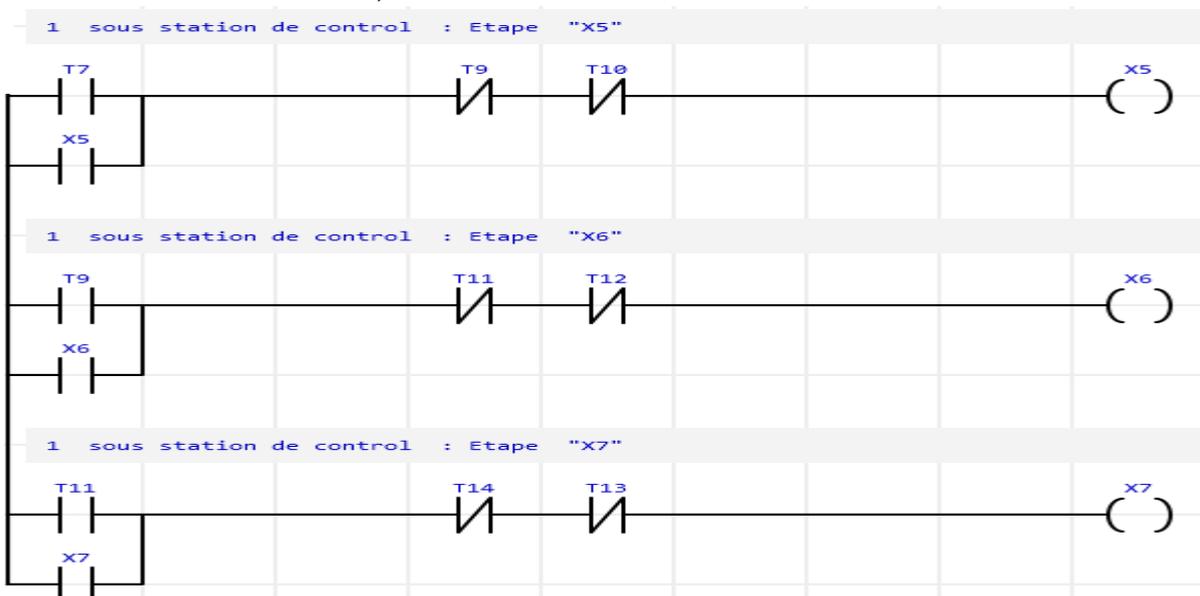
✓ Equations:

$$X2 = T2 + X2 \cdot \overline{T4} \cdot \overline{T3}, \quad X3 = T1 + X3 \cdot \overline{T5} \cdot \overline{T6}, \quad X4 = T5 + X4 \cdot \overline{T7} \cdot \overline{T8}$$



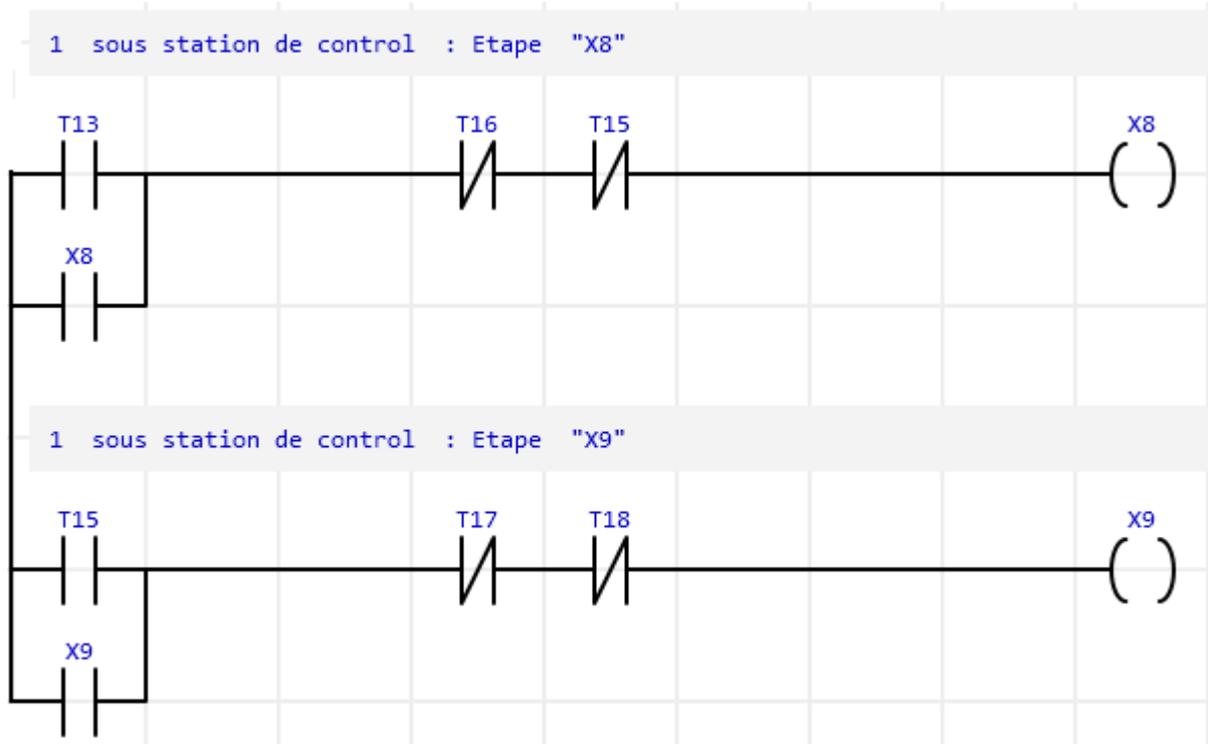
✓ Equations:

$$X5 = T7 + X5 \cdot \overline{T9} \cdot \overline{T10}, \quad X6 = T9 + X6 \cdot \overline{T11} \cdot \overline{T12}, \quad X7 = T11 + X7 \cdot \overline{T14} \cdot \overline{T13}$$



✓ Equations:

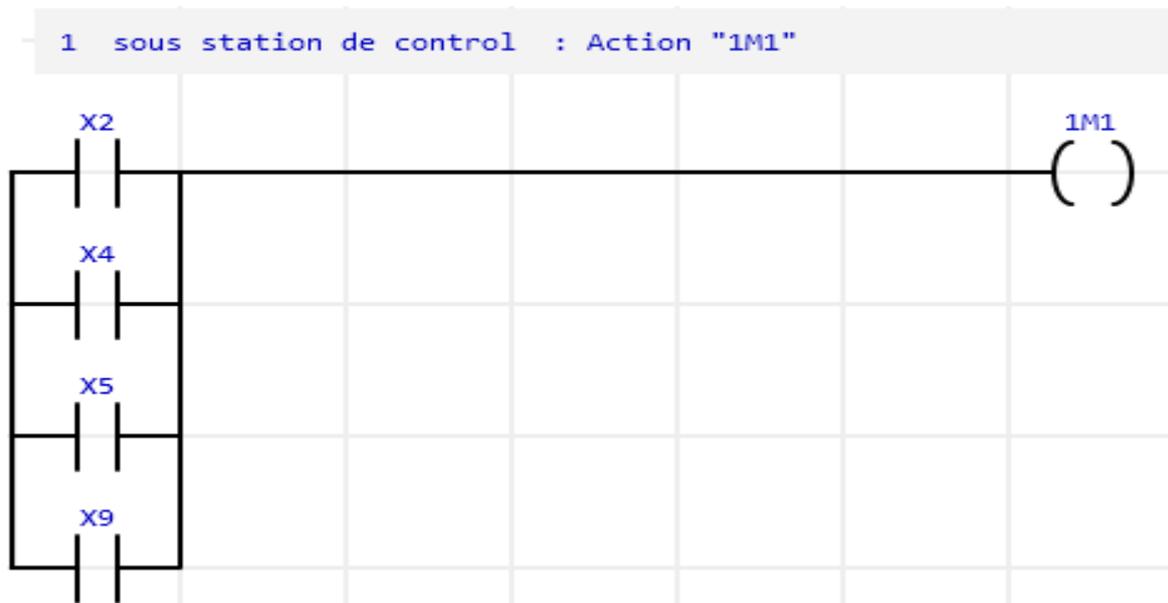
$$X8 = T13 + X8.T16.T15, X9 = T15 + X9.T17.T18$$



#### IV.4.3.3.3. Equations et réseaux des transitions :

✓ Equation:

$$1M1 = X2 + X4 + X5 + X9$$

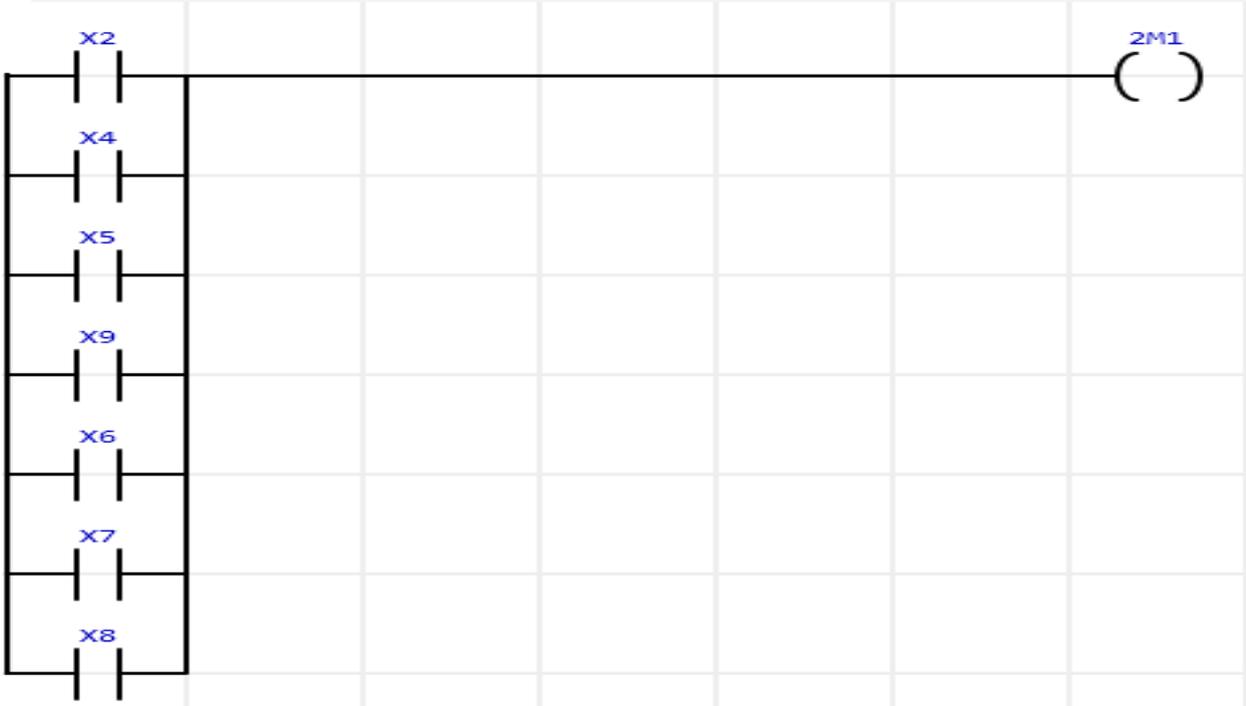


# Chapitre IV : Modélisation et simulation de la station étudiant de Systèmes MPS 500 du laboratoire MLTE

✓ Equations:

$$2M1 = X2 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9$$

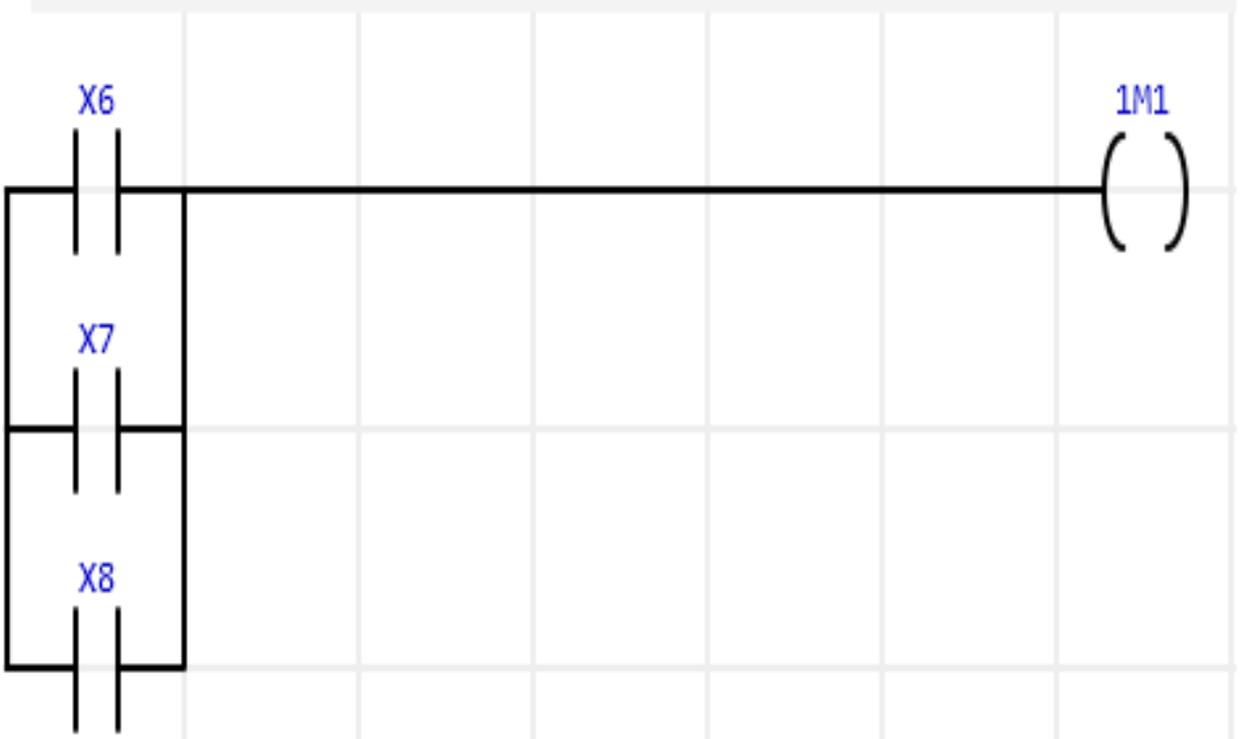
1 sous station de control : Action "2M1"



✓ Equations:

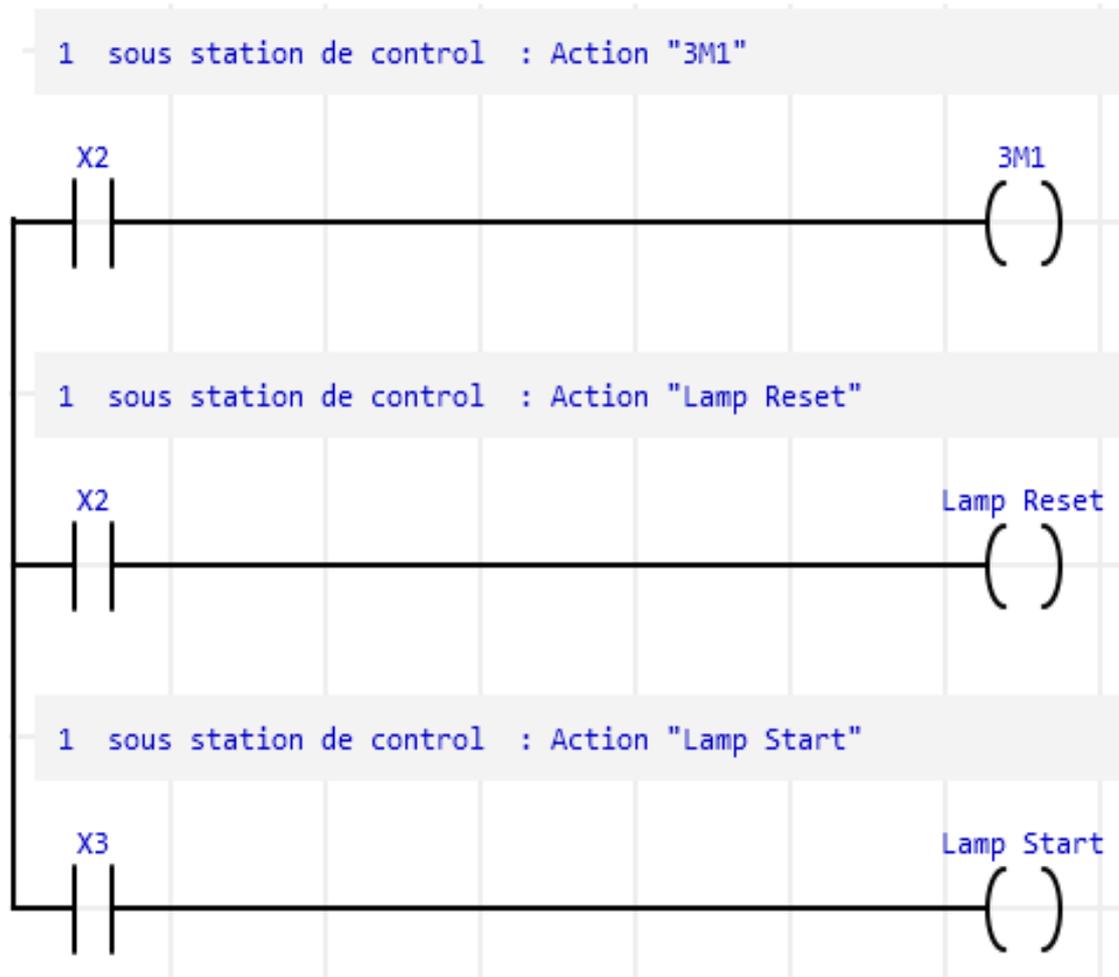
$$1M2 = X6 + X7 + X8$$

1 sous station de control : Action "1M1"



✓ Equations:

$3M1=X2, \text{Lamp Reset}=X2, \text{Lamp Start}=X3$



#### IV.5 Conclusion :

Dans ce chapitre de notre travail nous avons présenté et étudié les trois sous stations Distribution, contrôle et usinage du système MPS 500. Pour chaque sous station on a donné les variables de toutes les sous stations avec leurs noms, adresses matérielles et leurs descriptions, après nous avons donné les modélisations graphiques du fonctionnement de chaque sous station. Cette modélisation est faite par deux langages différents : Le premier est une représentation par le langage grafset qu'on a simulé par TIA Portal V13 logiciel, et le deuxième par le langage contact(LADER) avec le quel on a modélisé les trois sous stations après avoir déterminé les équations des transitions, étapes et actions de chaque sous station.

# *Conclusion Générale*

---

## **Conclusion Générale**

La méthode de modélisation et l'outil de simulation des systèmes de production sont très importants à cause de leurs utilités par les industriels et par les chercheurs. Pour qu'ils ont un pouvoir de travail sur un système de production virtuel, dont le contenu peut être très adjacent du système réel, à moindre coût et sans aucun risque. Le patrimoine de l'optimisation et de la prise de décision, les autres avantages de la simulation font que cet outil permet, depuis une dizaine d'années seulement, de mettre en œuvre des méthodes qu'il était inimaginable d'appliquer sur les systèmes réels ou sur des modèles mathématiques.

Le travail exposé dans ce mémoire entre dans le contexte de la modélisation et de la simulation des systèmes automatisés de production plus précisément le système MPS du laboratoire MELT. Ces deux approches ont été réalisées, après une étude détaillée sur le comportement du système concerné, à travers deux méthodes différentes ; la première consiste à modéliser selon un cahier de charge bien présenté le fonctionnement du système graphiquement (en utilisant la modélisation par Grafset et LADER) en premier position puis la simulation de ce modèle via le PLCsim du logiciel Tia Portal.

Ce travail a été finalisé par la Simulation des sous stations automatisé du système MPS cités dans Nos chapitres et plus précisément le chapitre trois et quatre, afin d'obtenir un modèle optimale dans le fonctionnement comme on a appris l'utilisation d'un outil très précieux des automates Siemens Tia Portal V12.

Enfin, nous avons procédé à la validation des résultats obtenus de la simulation en faisant intervenir une phase de d'expérimentation sur le modèle.

Comme perspective, nous souhaitons prolonger notre travail, en nous focalisant plus particulièrement de :

- Faire compléter le travail sur l'ensemble de système (le reste des stations Ex : Manipulation.....).
- Faire injecter les résultats Obtenu dans les stations à étudier afin de voir les différents changements en temps réel au niveau de chaque sous station.

## *Références Bibliographie*

## Références Bibliographie

- [01] PHILIPPE HOARAU, « L'Automate Programmable Industriel », TS MAI,  
<http://bannaladi.fr/cours/Traitement/API.pdf>
- [2] L. BERGOUGNOUX, « Automates Programmables Industriels », POLYTECH' Marseille  
Département de Mécanique Energétique, 2004–2005.
- [3] « L'automate programmable industriel », Collège Montmorency, Département de technologie du  
génie électrique, 31-08-2006.
- [04] « Structure d'un système automatisé »,  
[http://foxi31.ovh.org/dl/2/ISI/04\)%20Structure%20d'un%20systeme%20automatise.pdf](http://foxi31.ovh.org/dl/2/ISI/04)%20Structure%20d'un%20systeme%20automatise.pdf)
- [05] domaine d'application :les système logique/discipline :génie électrique/ option :sciences de  
l'ingénieur.
- [06] L'Automate Programmable Industriel, <http://www.fichier-pdf.fr/2011/03/17/api/api.pdf>
- [07] Cerveau Industriel, <http://www.technologuepro.com/Regulation-industrielle/Representation-symbolique-de-la-regulation.pdf>
- [08] Micro contrôleurs, <https://d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net/document/pdf/53bbb04fb5fa5.pdf>
- [09] Communication dans les systèmes Industriel, [http://lsc.univ-evry.fr/~hoppenot/enseignement/cours/rli/intro\\_rli.pdf](http://lsc.univ-evry.fr/~hoppenot/enseignement/cours/rli/intro_rli.pdf)
- [10] SIMATIC PROFINET Description du système ,  
[http://legins69.free.fr/automatisme/Siemens/DocsSiemens/PROFINET\\_Sys\\_f.pdf](http://legins69.free.fr/automatisme/Siemens/DocsSiemens/PROFINET_Sys_f.pdf)
- [11] Les réseaux locaux industriels de terrain. <http://www.bh-automation.fr/Ressources/Pour-les-automaticiens/Communications/Bus-de-terrain.html#profibus>
- [12] Energie pneumatique ,<https://fr.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=infozone&file=automatisme/pneumatics-and-hydraulics-overview>
- [13] Energie hydraulique \_<http://hktm.com.tr/fr/mekanik-ve-otomasyon-satis/hizmetler/automatisation-hydraulique>
- [14][LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS]
- [15] les automate programmables  
industriels<http://www.hydroquebec.com/data/affaires/pdf/2014G1547F-automates-programmables-fr.pdf>
- [16] Histoire de l'API, [http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_6.html](http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_6.html)

## *Références Bibliographie*

---

- [17] Siemens , <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/les-gammes-d-automates-siemens.html>
- [18] ABB, <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/programmation-des-automates-abb.html>
- [19] Allen Bradley , <http://www.lcautomatisme.fr/12.html>
- [20] Schneider , <https://www.schneider-electric.fr/documents/pageFlip/a5/pdf/chapitre/A5C.pdf>
- [21] Mitsubitshi , <https://be3a.mitsubishielectric.com/fa/products/cnt/plcr/items/>
- [22] Automatisation industrielle, Systèmes d'apprentissage et services pour la formation technique FESTO.
- [23] Technique pour la formation et la science L'offre actuelle de Festo Didactic 2015/2016
- [24] Mémoire sur les station FESTO , <http://m.21-bal.com/law/6442/index.html>
- [25] Automates S7-300 <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10088673>
- [26] Caractéristique de l'automate S7-300, <http://www.lcautomatisme.fr/15.html>
- [27] SIMATIC, Programmer avec STEP 7 Manuel
- [28] CIROS Automation, <http://www.festo-didactic.com/be-fr/produits/logiciels/ciros/?fbid=YmUuZnIuNTM1LjE2LjIwLjExMTA>
- [28] les langage de programmation, [http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_6.html](http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_6.html)

## **Résumé :**

Dans ce manuscrit une approche est présentée pour la modélisation et la simulation des systèmes automatisés SPA appliqués aux processus industriels, utilisant l'outil PLCsim du Logiciel Tia Portal.

Nous avons exposé une méthode complète pour simuler un système MPS via logiciel Tia Portal en utilisant la propriété PLCsim de ce dernier, allant de l'étude et la modélisation de l'ensemble des sous stations qui se trouvent le MPS 500

**Mots Clés:** Simulateur, PLCsim, SPA, Tia Portal, MPS.

## **Abstract:**

In this manuscript an approach is presented for the modeling and simulation of automated SPA systems applied to industrial processes, using the PLCsim tool of the Tia Portal Software.

We exposed a complete method to simulate an MPS system via Tia Portal software using the PLCsim property of the latter, ranging from the study and the modeling of all the sub stations which are the MPS 500

**Keywords:** Simulation ; PLCsim, SPA, Tia Portal, MPS

## **ملخص:**

في هذه المذكرة يتم تقديم نهج لنمذجة و محاكاة أنظمة SPA الآلية المطبقة على العمليات الصناعية وذلك باستخدام أداة PLC sim لبرمجيات Tia portal

لقد عرضنا طريقة كاملة لمحاكاة نظام MPS عبر برنامج Tia portal باستخدام خاصية PLCsim الخاص بالأخير و التي تتراوح بين الدراسة ونمذجة جميع المحطات الفرعية التي تتواجد في MPA500.