

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



**FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE**

Mémoire de Fin d'Etudes
De MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Automatique
Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Présenté par
MAHIOUT Idir
LARDJANE Lyes

Thème

Amélioration de l'automatisation dans l'atelier de
fabrication des viroles de tambour pour lave-linge
TOP

Mémoire soutenu publiquement le 02/10/ 2024 devant le jury composé de :

Mme Ouardia CHILALI
MCB, UMMTO, Président

Mme Fatiha LOUADJ
MAA, UMMTO, Encadreur

Mme Nassira ARAR
MAA, UMMTO, Examineur



REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Mme LOUADJ, notre promotrice, pour son soutien indéfectible, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire. Votre expertise et vos encouragements ont été essentiels dans l'accomplissement de ce projet, et nous vous en sommes infiniment reconnaissants.

Nous souhaitons également adresser un sincère remerciement à notre encadreur de stage Mr CHIAH et à l'ensemble du personnel de l'usine. Votre accueil chaleureux, votre accompagnement rigoureux et votre partage d'expérience ont grandement contribué à la richesse de notre travail. Nous avons beaucoup appris grâce à votre expertise, et nous vous en remercions vivement.

Nous exprimons également notre profonde reconnaissance à M. Charif, notre enseignant, pour son soutien constant et son encadrement tout au long de ce parcours. Vos conseils avisés et votre suivi attentif ont été déterminants pour la réalisation de ce mémoire. Nous vous sommes très reconnaissants pour votre engagement et votre accompagnement.

Nous souhaitons également remercier tous les enseignants de l'université qui ont contribué à notre formation. Chacun de vous, par vos cours, vos conseils et votre dévouement, a joué un rôle crucial dans notre parcours académique. Votre travail et votre passion ont enrichi notre savoir et ont façonné notre approche professionnelle. Nous vous en sommes profondément reconnaissants.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de notre mémoire. Nous vous remercions pour votre engagement et pour les précieuses remarques que vous avez apportées.

Dédicaces

Nous dédions ce mémoire à nos parents, dont le soutien indéfectible, les sacrifices et l'amour inconditionnel ont été les piliers de notre réussite.

Votre encouragement constant et votre confiance en nous ont été des sources de motivation essentielles tout au long de notre parcours.

À nos frères, pour leur présence bienveillante et leur compréhension tout au long de ces années d'études. Vous avez toujours été là pour nous, et votre soutien nous a permis d'avancer avec détermination.

À nos amis, pour leur encouragement, leur patience et leurs moments de répit partagés durant cette aventure académique. Votre amitié et vos conseils ont été précieux et nous ont apporté réconfort et énergie.

Enfin, à toute la promotion AII 2023/2024, pour cette année de collaboration, d'entraide et de camaraderie. Ensemble, nous avons surmonté des défis et partagé des réussites. Ce mémoire est aussi le fruit de notre esprit collectif et de notre solidarité.

Merci à vous tous pour avoir contribué, chacun à sa manière, à la réalisation de ce projet.

Table des matières

Avant- propos

1. Présentation de groupe CEVITAL.....	1
2. Présentation de groupe Brandt Algérie.....	1
3. Création de SAMHA Home Appliance	2
4. Présentation de SAMHA HOME APPLIANCE	2
4.1. Direction engineering	2
4.2. Service administratif.....	3
4.3. Service commercial	3
5. Organisation de l'entreprise.....	3
6. Présentation de l'unité LL TOP	4
6.2. Atelier soudage	4
6.3. Atelier peinture	5
6.4. Atelier fabrication tambour.....	5
6.5. Atelier d'assemblage.....	5
7. Conclusion	5

Introduction générale

Introduction generale.....	6
----------------------------	---

Chapitre I: description fonctionnelle et technique de l'atelier Tambour

I.1 Introduction.....	8
I.2 La matière a fabriquer (TAMBOUR)	8
I.3 Présentation de l'atelier Tambour.....	9
I.4 Présentation de la zone A (atelier Tambour)	9
I.5 Description des stations de la zone A.....	11
I.6 Présentation des stations.....	11
I.6.1 Station ST20	11
I.6.2 Station ST30	12
I.6.3 Station ST40	13
I.6.4 Station ST50	13
I.7 Principaux composants des différentes stations.....	15
I.7.1 Circuit Pneumatique et hydraulique	15
a) Les accumulateurs :	15
b) Filtre.....	15
c) Pompe	15

d) Clapet anti retour (CAR)	15
e) Les régulateurs de pression	16
f) Contrôleur et limiteur de pression	16
I.7.2 Actionneurs	17
a) Vérins	17
i. Vérin linaire hydraulique	17
ii. Vérin pneumatique	18
iii. Vérin rotatif	18
iv. Vérin double tige	18
b) Moteurs hydrauliques	18
c) Moteurs électrique	18
d) Servomoteur	19
I.7.3 Pré-actionneurs	19
a) Distributeurs	19
b) Relais électrique	20
c) Contacteur	21
d) Variateur de vitesse	21
I.7.4 Capteurs	22
a) Détecteur de proximité inductif	22
b) Détecteur de proximités photo électrique	23
I.7.5 Appareillages électriques des stations	24
a) Appareils d'isolement	24
i. Le sectionneur	24
ii. Interrupteur sectionneur	24
b) Appareils de protection	25
i. Le fusible	25
ii. Disjoncteur	25
iii. Relais magnétique	26
iv. Le relais thermique	26
c) Appareils de commande (automate programmable industriel)	27
I.8 Principe du fonctionnement des stations	28
❖ Station ST20	28
❖ Station ST30	28
❖ Station ST40	28
❖ Station ST50	29
I.9 Schema synoptique fonctionnelle des stations	31
I.10 Problématique de l'Atelier	32
I.11 Solution proposé	32
I.11.1 Partie commande	32
I.11.2 Partie opérative	33
I.11.3 Schéma d'amélioration des stations	34

I.12 Conclusion.....	34
----------------------	----

Chapitre II : Modélisation de l'atelier a l'aide de l'outil GRAFCET

II.1 Introduction.....	35
II.2 Définition du Grafcet	35
II.3 Elément de base du Grafcet	35
II.4 Les étapes de grafcet.....	36
II.5 Les actions associées.....	36
II.5.1 Les liaisons	37
II.5.2 Transition et réceptivité.....	37
II.6 Règles d'évolution du Grafcet.....	38
II.7 Structure d'un Grafcet	39
II.8 Mise en équation d'un grafcet.....	40
II.9 Niveau d'un Grafcet	41
II.9.1 Grafcet niveau 1	41
II.9.2 Grafcet niveau 2	41
II.10 Cahier des charges.....	41
II.11 Application du GRAFCET pour modéliser l'installation.....	44
II.12 Conclusion.....	48

Chapitre III : Description de l'API S7 1500 et le logiciel TIA Portal V16

III.1 Introduction.....	49
III.2 Définition d'un Système Automatisé.....	49
III.3 Automate programmable industriel.....	50
III.3.1 Structure interne des API.....	50
III.3.2 Critères de choix d'un automate.....	50
III.3.3 Automate programmable industriel S7 1500.....	51
III.3.4 Structure matérielle du S7 1500.....	51
III.4 Systèmes de périphérie décentralisée.....	52
III.4.1 Le système périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP.....	53
III.4.2 Composants du SIMATIC ET 200SP.....	53
III.4.3 Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP	54
III.5 Le réseau local industriel PROFINET.....	55
III.5.1 PROFINET IO	55
III.5.2 Liaison des stations	55
III.6 Programmation de l'automate S7 1500.....	56
III.6.1 Progiciel Totally Integrated Automation (TIA Portal).....	56
III.6.2 Structure de programmation step7.....	56
a) Programmation structurée	56
b) Programmation linéaire	57

III.6.3 Les blocs STEP 7 V16	57
a) Bloc système.....	57
b) Blocs utilisateurs.....	57
i. Blocs d'organisation (OB).....	57
ii. Blocs fonctionnels (FB).....	57
iii. Fonctions (FC).....	57
iv. Blocs de données (DB)	57
III.6.4 Langages de programmation.....	58
III.7 Création de projet en STEP7 TIA PortalV16.....	58
III.7.1 La configuration matérielle.....	59
a) Station centralisée.....	59
b) Stations décentralisées.....	60
III.7.2 Programme	64
a) Structure de programme	64
b) Organisation de programme	65
c) Validation du programme avec S7-PLCSIM	66
III.8 Conclusion.....	67

Chapitre IV : Supervision des stations sur le logiciel WinCC integre dans Tia portal

IV.1 Introduction.....	68
IV.2 La supervision	68
IV.3 Avantages de la supervision.....	68
IV.4 Logiciel de supervision.....	69
IV.4.1 Présentation de WinCC (Tia portal) V16	69
IV.4.2 L'interface Homme /Machine (IHM).....	70
IV.5 Développement d'un système de supervision sous Win CC TIA PORTAL	70
IV.5.1 Le choix de l'HMI	70
IV.5.2 Liaison CPU _IHM.....	71
IV.6 Les vues programmées dans l'IHM.....	72
IV.6.1 Vue Accueil	72
IV.6.2 Vue état des stations	72
IV.6.3 Vue Contrôle des Variables Atelier.....	73
IV.6.4 Vue Alarme.....	74
IV.6.5 Vue Mode_manuelle.....	75
IV.6.6 Vue station_ST20	76
IV.6.7 Vue station_ST30	77
IV.6.8 Vue station_ST40	78
IV.6.9 Vue station_ST50_A	79
IV.6.10 Vue station_ST50_B.....	80
IV.7 Conclusion.....	81
Conclusion générale.....	82

Liste des figures

Figure 0.1: Logotype de l'entreprise.	2
Figure 0.2: Organigramme de l'entreprise.	4
Figure I.1: Image du tambour.....	8
Figure I.2: Plan d'implantation de la zone A.	10
Figure I.3: Image de la station 20.	12
Figure I.4: Image de la station 30.	12
Figure I.5: Image de la station 40.	13
Figure I.6: Image de la station 50-A.	14
Figure I.7: Image de la station 50-B.	14
Figure I.8: Composants d'un accumulateur à vessie.	15
Figure I.9: Régulateur de pression.	16
Figure I.10: Contrôleur et limiteur de pression.....	16
Figure I.11: Vérin double effet.....	17
Figure I.12: constitution de moteur asynchrone.....	18
Figure I.13: Servomoteur.	19
Figure I.14: Distributeur hydraulique 5/3.	20
Figure I.15: Distributeur pneumatique 5/2.....	20
Figure I.16: Relais électrique.	21
Figure I.17: Contacteur électrique.	21
Figure I.18: Variateur de vitesse.	22
Figure I.19: Détecteur de proximité inductif.	23
Figure I.20: Détecteur de proximités photo électrique.	23
Figure I.21: Sectionneur électrique.	24
Figure I.22: Interrupteur sectionneur.	25
Figure I.23: Fusible électrique.	25
Figure I.24: Disjoncteur.	26
Figure I.25: Relais magnétique.	26
Figure I.26: Relais thermique.....	27
Figure I.27: Automate programmable industriel S7 300.	27
Figure I.28: schéma fonctionnelle des stations.	31
Figure I.29: FMC-S2000.....	33
Figure I.30: Schéma d'amélioration des stations.	34
Figure II.1: Symbolisation d'un Grafcet.....	36
Figure II.2: Les différents modèles des étapes d'un Grafcet.....	36
Figure II.3: Les actions.	37
Figure II.4: Transition et réceptivité.	38

Figure II.5: Représentation graphique d'une sélection de séquences.	39
Figure II.6: Représentation graphique d'une séquence simultanée.	39
Figure II.7: Saut et reprise d'étape.	40
Figure III.1: Structure interne d'un API.	50
Figure III.2: Automate programmable S7-1500.	51
Figure III.3: Constituants de l'API S7 1500.	51
Figure III.4: SIMATIC ET 200SP.	53
Figure III.5: Liaison des stations.	55
Figure III.6: Logiciel de programmation TIA PORTAL V16.	56
Figure III.7 : Configuration matérielle de la station centralisée.	60
Figure III.8: Configuration matérielle d'une station décentralisée ST20 61	61
Figure III.9: Configuration matérielle d'une station décentralisée ST30. 62	62
Figure III.10: configuration matérielle d'une station décentralisée ST40. 63	63
Figure III.11: configuration matérielle d'une station décentralisée ST50. 64	64
Figure III.12: Programmation structurée du projet. 65	65
Figure III.13: programme valider avec Simulateur S7-PLCSIM 67	67
Figure IV.1: IHM TP1200 Comfort. 71	71
Figure IV.2: La liaison entre CPU et l'HMI par un réseau Profinet. 71	71
Figure IV.3: Vue d'accueil. 72	72
Figure IV.4: Vue etat des stations. 73	73
Figure IV.5: Vue Contrôle des Variables Atelier. 74	74
Figure IV.6: Vue Alarme. 75	75
Figure IV.7: Vue du mode manuelle. 76	76
Figure IV.8: Vue de la station_ST20. 77	77
Figure IV.9: Vue de la station_ST30. 78	78
Figure IV.10: Vue de la station_ST40. 79	79
Figure IV.11: Vue de la station_ST50_A. 80	80
Figure IV.12: vue de la station_ST50_B. 81	81

Avant-propos

1. Présentation de groupe CEVITAL

Cevital est un groupe industriel algérien fondé par Issad Rebrab en 1998, il est l'un des principaux conglomérats en Algérie et opère dans divers secteurs, notamment dans l'agroalimentaire, l'industrie pharmaceutique et l'électroménagers. En plus de ces secteurs, CEVITAL a également des intérêts dans l'immobilier, la construction et dans tant d'autres.

Portée par plus de 13.500 collaborateurs, le groupe réalise un chiffre d'affaires de quatre (04) milliards de dollars, et il emploie plus de 18 000 personnes à travers ses 26 filiales sur trois (03) continents. Le groupe CEVITAL a atteint aujourd'hui une taille qui lui permet d'acquérir le statut de "Global Player" régional et continental.

2. Présentation de groupe Brandt Algérie

Le groupe Brandt est un groupe Français créé en 1924 par Edgar Brandt, spécialisé dans la fabrication des l'électroménager et des équipements de cuisine. Il compte à son actif quatre marques : Brandt, Dietrich, Sauter, Vedette.

Brand Algérie est une filiale du groupe français Brandt, il est passé par diverses étapes avec un rachat par Thomson en 1993, une fusion avec Moulinex en 2000, un nouveau rachat par Fagor en 2005 et finalement rachetée par le groupe Cevital en juin 2014, à la suite de son dépôt de bilan.

La production de l'entreprise est réalisée essentiellement dans le complexe industriel « Guidjel » de Sétif en Algérie avec une superficie de 95 000 m, et une capacité de production de cinq millions unités/an.

3. Création de SAMHA Home Appliance

La création SAMHA Home Appliance a été le fruit d'un partenariat entre le groupe Cevital et Samsung électronique. Lancé en 2006, SPA SAMHA Home Appliance, en plus d'être le représentant officiel et exclusif de la marque Samsung Electronique, elle a lancé un complexe de fabrication d'appareils électroménagers.

En juin 2014, et suite au rachat de l'Enterprise Brandt par le groupe Cevital, SAMHA Home Appliance a subi une transformation majeure, passant à une usine spécialisée dans la fabrication d'électroménager de la marque Brandt.



Figure 0.1: Logotype de l'entreprise [1].

4. Présentation de SAMHA HOME APPLIANCE

La direction générale à la tête de l'entreprise qui gère l'institution, se divise en trois services : service commercial, service administration et direction engineering.

4.1. Direction engineering

Est l'élément principal de l'entreprise. Il contrôle deux services : service étude et méthode (production), et services maintenance. Ce service représente de deux fonctions ; la fonction méthode qui prépare les interventions préventives (plan de maintenance préventive) et curative, et la fonction maintenance réalise des plans et adopte des solutions aux anomalies rencontrées à la cour de la mise en marche des lignes de production.

4.2. Service administratif

Il est en relation direct avec le service de production. IL est composé de trois (03) unités de production : unité LL TOP, unité 2, unité 3. La fonction principale de ce service est la supervision et le contrôle de la production.

Unité LL TOP: lave linge de type TOP.

Unité 2 : fabrication des cartes électronique.

Unité 3 : fabrication emballages.

4.3. Service commercial

C'est le service qui s'occupe de la commercialisation des différentes gammes et produits de l'Enterprise.

5. Organisation de l'entreprise

Il faut noter que cette usine, outre les lignes de production, est dotée de plusieurs unités.

- Unité d'injection de plastique qui travaille en 3x8 pour fournir du plastique a toutes les lignes.
- Unité de polystyrène.
- Unité de peinture.
- Unité de sérigraphie.
- Unité de fabrication Lave-Linge TOP.

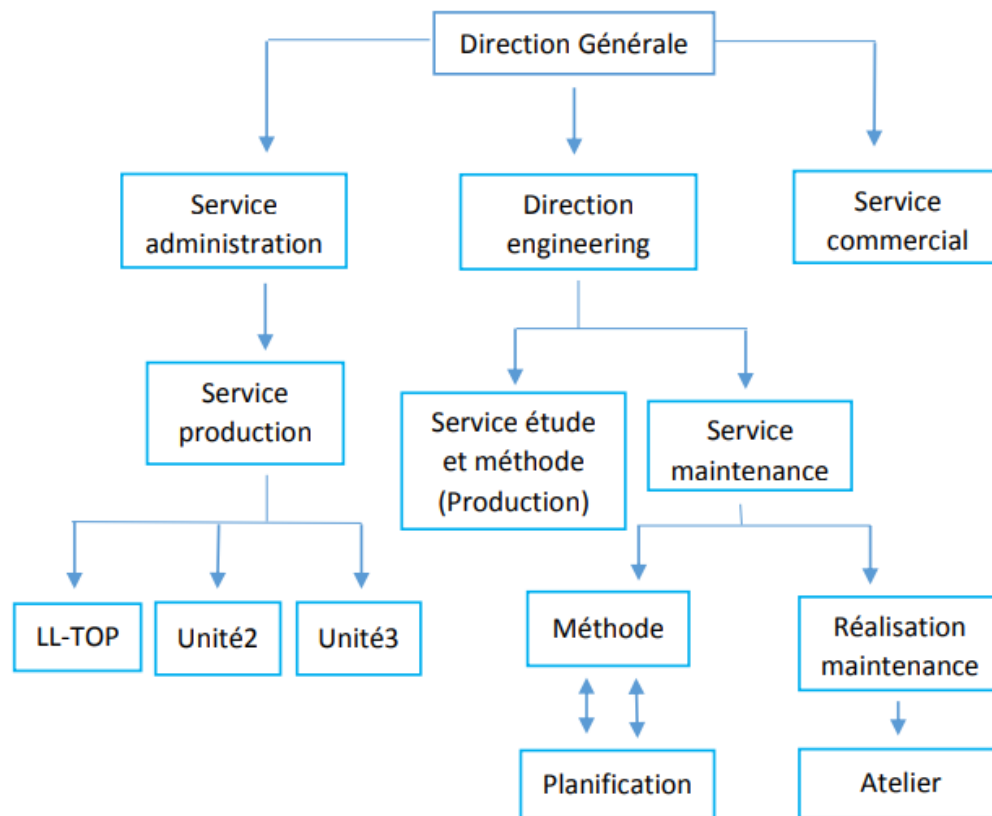


Figure 0.2: Organigramme de l'entreprise [1].

6. Présentation de l'unité LL TOP

L'unité LL top (Lave-Linge Top) est dédiée à la fabrication des machines lave-linge de modèle TOP. Elle est constituée de plusieurs ateliers et d'équipements industriels conçus pour la fabrication, l'inspections et l'assemblage de chaque composant, tel que les tambours et les moteurs.

Les différents ateliers qui composent cette unité [2]

6.1. Atelier Emboutissage

Il est constitué de plusieurs presses mécanique (multi presses) de modelé « SIMPAC », et de plusieurs types (250 T, 350 T, 600 T).

6.2. Atelier soudage

Cet atelier effectue le soudage des organes reçu par des presses pour former le châssis du lave-linge LL TOP.

6.3. Atelier peinture

Il effectue le traitement, puis la peinture des pièces industrielles, en utilisant les techniques d'application de peinture par effet électrostatique.

6.4. Atelier fabrication tambour

C'est un atelier spécialisé dans l'assemblage des différentes parties de tambour du lave-linge.

6.5. Atelier d'assemblage

Cet atelier est implanté en ligne d'assemblage, appelé aussi chaîne. Le produit se déplace par un convoyeur automatisé en passant successivement par tous les postes de montage. Dans cet atelier s'effectue le montage définitif du lave-linge.

7. Conclusion

En conclusion, cette présentation de l'entreprise et de ses différentes unités opérationnelles a permis de mieux comprendre son fonctionnement global et les interconnexions entre ses divers départements.

Introduction générale

L'automatisation des processus de fabrication est devenue un enjeu crucial pour les entreprises cherchant à améliorer leur productivité et leur compétitivité. Brandt Algérie, spécialisée dans la production de divers équipements électroménagers, dispose d'un atelier de fabrication de tambours déjà automatisé, mais confronté à divers problèmes techniques et opérationnels liés à l'utilisation des anciennes techniques d'automatisation. Ces dysfonctionnements ont un impact négatif sur la productivité, la qualité des produits et les coûts de production.

Ce mémoire se propose d'examiner la mise à niveau de cet atelier en remplaçant l'ancien automate Siemens S7-300 par un automate programmable Siemens S7-1500, reconnu pour ses performances élevées et sa fiabilité. L'objectif est de résoudre les problèmes actuels et d'optimiser le processus de fabrication grâce à une technologie plus avancée et adaptée aux besoins modernes de l'industrie.

Le projet s'articule autour de plusieurs étapes clés. Tout d'abord, une analyse détaillée des problèmes rencontrés avec l'ancien système est réalisée pour identifier les points faibles et les causes des défaillances. Ensuite, une conception du nouveau système d'automatisation est élaborée, incluant l'analyse de cahier des charges proposé par l'entreprise afin d'identifier les besoins nécessaires à la réalisation d'une solution de conduite et de commande, la programmation de l'automate Siemens S7-1500, et la réalisation d'une configuration matérielle décentralisées.

Les bénéfices attendus de ce projet sont non seulement à résoudre les problèmes existants, mais aussi incluent une augmentation de la capacité de production, une réduction des temps d'arrêt, et une diminution des coûts opérationnels. De plus, cette modernisation permettra de créer un environnement de travail plus sûr et moins pénible pour les opérateurs.

Ce mémoire est structuré de manière à donner d'abord une description détaillée et une analyse des spécificités et des problèmes de l'atelier actuel. Ensuite, présenter une revue de la littérature sur les systèmes d'automatisation industrielle et les automates programmables. Suivi d'une présentation détaillée de la conception et de la mise en œuvre du nouveau système.

Notre travail est réparti en cinq chapitres :

Dans la première partie, une présentation de l'entreprise Samha Home Appliance, en donnant un résumé de son histoire sa création, et de ses principales unités de production, est donnée dans un chapitre d'avant-propos.

Le premier chapitre illustre une analyse détaillée de l'atelier Tambour. Il aborde à la fois l'aspect fonctionnel et technique de cet atelier, mettant en lumière les processus, les instruments, et les technologies utilisées.

Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation et le principe de fonctionnement de notre atelier à l'aide du GREFCET.

Le troisième chapitre est dédié à la description de l'API S7-1500 et du logiciel de programmation Tia Portal V16, en mettant en évidence leurs fonctionnalités, avantages et applications pratiques. En final, nous allons concevoir un programme qui sera implanté dans l'automate S7 1500.

Dans le dernier chapitre, nous avons donné les principes de logiciel qui permet de surveiller, contrôler, et optimiser les processus de production en temps réel, en fournissant une visibilité complète sur l'atelier.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I
Description fonctionnelle et technique
de l'atelier Tambour

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous abordons une analyse fonctionnelle de notre ligne de production (TAMBOUR), où on va étudier les quatre stations à savoir station ST20, ST30, ST40, ST50 de l'atelier tambour et on va vous donner une description globale et le principe de fonctionnement de chaque station.

La production des tambours exige une précision parfaite de tous les équipements rentrant dans la production. Pour cela plusieurs stations interviennent dans cet atelier d'une façon séquentielle dans un temps réel. Chaque station de cet atelier effectue une tâche bien précise y compris le découpage, pointage pliage, tournage de la plaque métallique pour avoir un produit fini près pour l'assemblage.

I.2 La matière à fabriquer (TAMBOUR)

Le tambour est véritablement la pièce principale du lave-linge qui est un cylindre en inox, entraîné par un ou deux axes selon l'appareil, qui assure le brassage du linge grâce à ses aubes ou redans internes, comme le montre la figure (I.1).

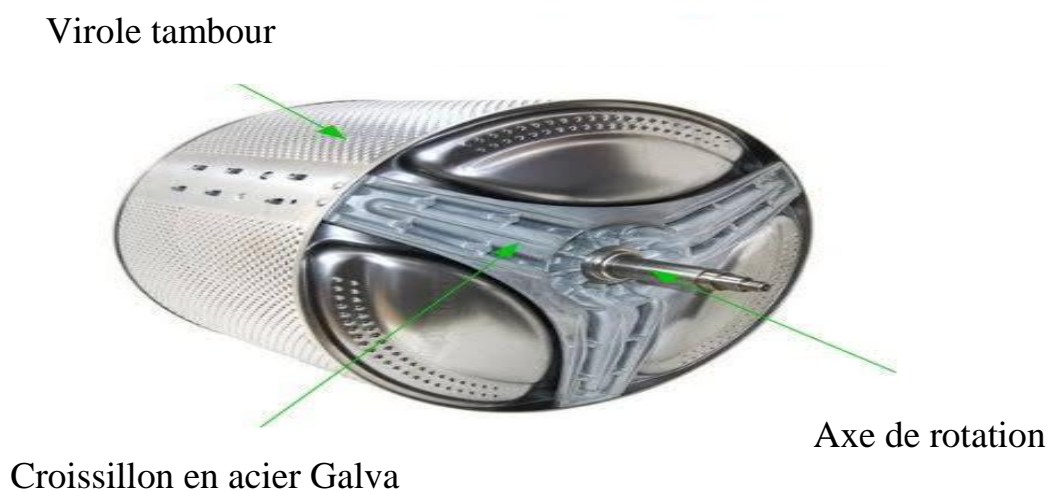


Figure I.1: Image du tambour

I.3 Présentation de l'atelier Tambour

L'Atelier « TAMBOUR » est une ligne de fabrication composé de plusieurs stations : d'estompage, de pliage, de découpage et de rivetage.

Un processus de fabrication démarre du dérouleur (bobineuse) jusqu'à l'opération de vérification et contrôle de produit final (tambour). La ligne tambour contient trois zones (A, B et C) [2]

- La zone A (virole) : est composé de plusieurs stations d'estompage et de découpage, elle s'occupe de la fabrication de virole.
- La zone B (battant) : est composée de plusieurs stations de rivetage qui font l'assemblage de battants, il s'occupe de préparation et montage portes tambour.
- La zone C : C'est un atelier constitué de plusieurs stations, son travail principal est le montage de virole + flasque, et finition de tambour.

I.4 Présentation de la zone A (atelier Tambour)

Le travail qui nous a été proposé par le responsable du département maintenance de l'unité production LL TOP consiste à l'étude et amélioration de la zone A de l'atelier de fabrication « Tambour Lave-Linge ». Cet atelier est spécialisé dans la fabrication de virole, elle est composée de plusieurs stations comme le montre la figure (I.2).

Cette zone est alimentée par :

- Connexion électrique triphasé [400 V - 50 Hz]
- Connexion Pneumatique [5 bars].
- Connexion de l'eau pour le système de refroidissement [Flux 20 litres par minute - 30°C].
- Connexion hydraulique 'pompage' et graissage 'lubrification'.

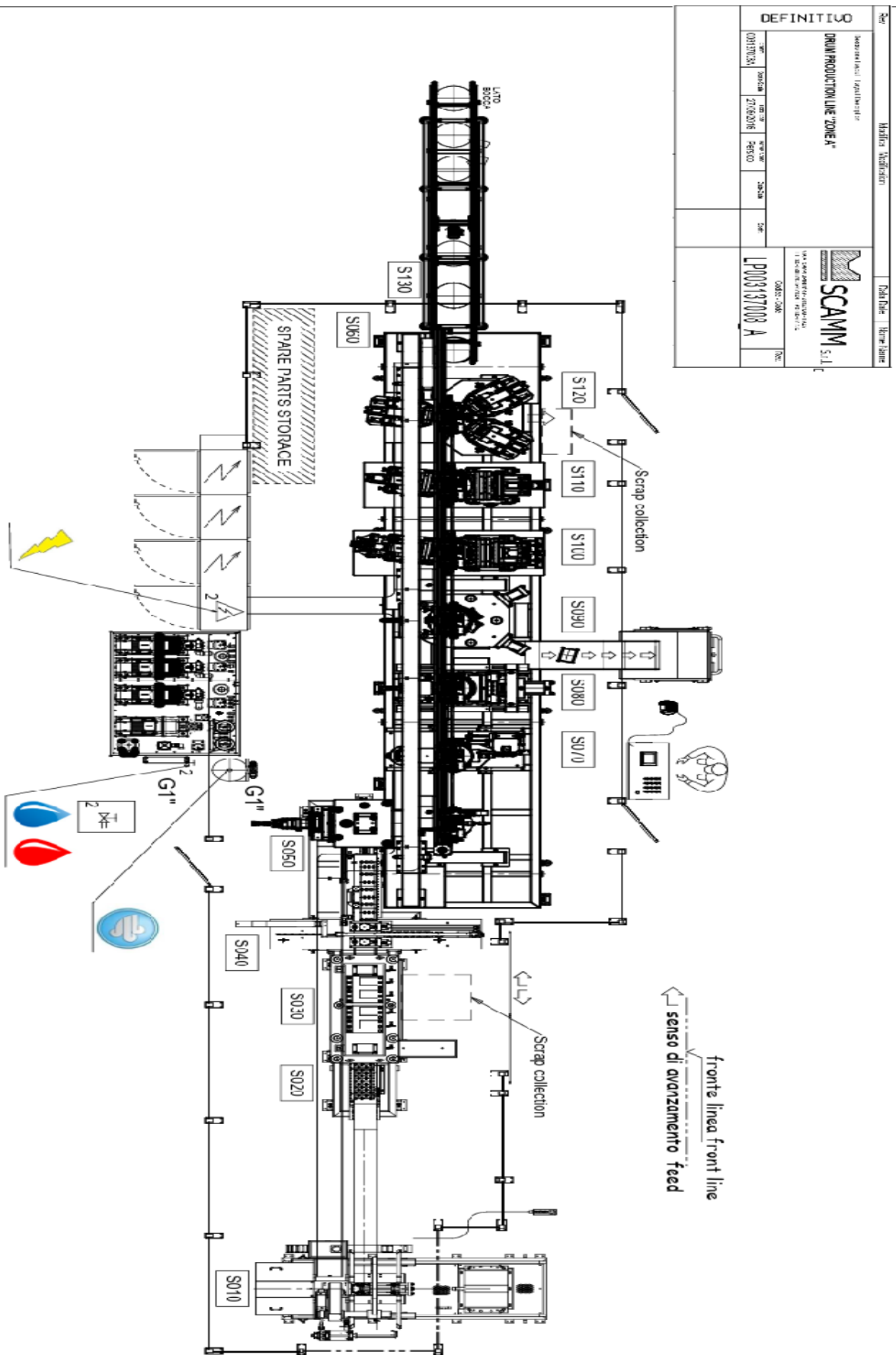


Figure I.2: Plan d'implantation de la zone A [1].

I.5 Description des stations de la zone A

La zone A est la plus grande partie de cet atelier de production. Elle est composée en tout de 13 stations, où chaque station effectue une tâche précise.

1. Stations ST010 bobineuse : chargement de bobine (matière première).
2. Stations ST020 introduction de la Tôle : attraction de la tôle.
3. Station ST030 presse de la bande : perçage et pointage.
4. Stations ST040 couper et plier la bande : découpage et le pliage des bordures de virole.
5. Station ST050 Agrafage de la bande : agrafage et basculement de virole
6. Station ST060 Translateur : bras de déplacement à travers les stations.
7. Station ST070 Brideur virole : pliage des bords latéraux de virole.
8. Station ST080 Découpage 01 : le découpage préliminaire de la position de la porte du tambour.
9. Station ST090 découpage 02 : le découpage final de la position de la porte du tambour.
10. Station ST100 emboutissage OP3.
11. Station ST110 bordage Rivetage OP4.
12. Station ST120 achèvement des Travaux : contrôle et vérification.
13. Station ST130 : échappement virole.

I.6 Présentation des stations

I.6.1 Station ST20

La figure (I.3) nous montre l'image réelle de la station 20, elle est composée principalement de deux pinces hydrauliques, électrovanne de lubrification, et de cinq (05) capteurs de proximité inductifs, à savoir : capteur de présence de la plaque, capteurs des vérins pinces. Sa tâche principale est le déplacement de la feuille métallique sur les différentes stations de l'atelier à l'aide des pinces hydrauliques.

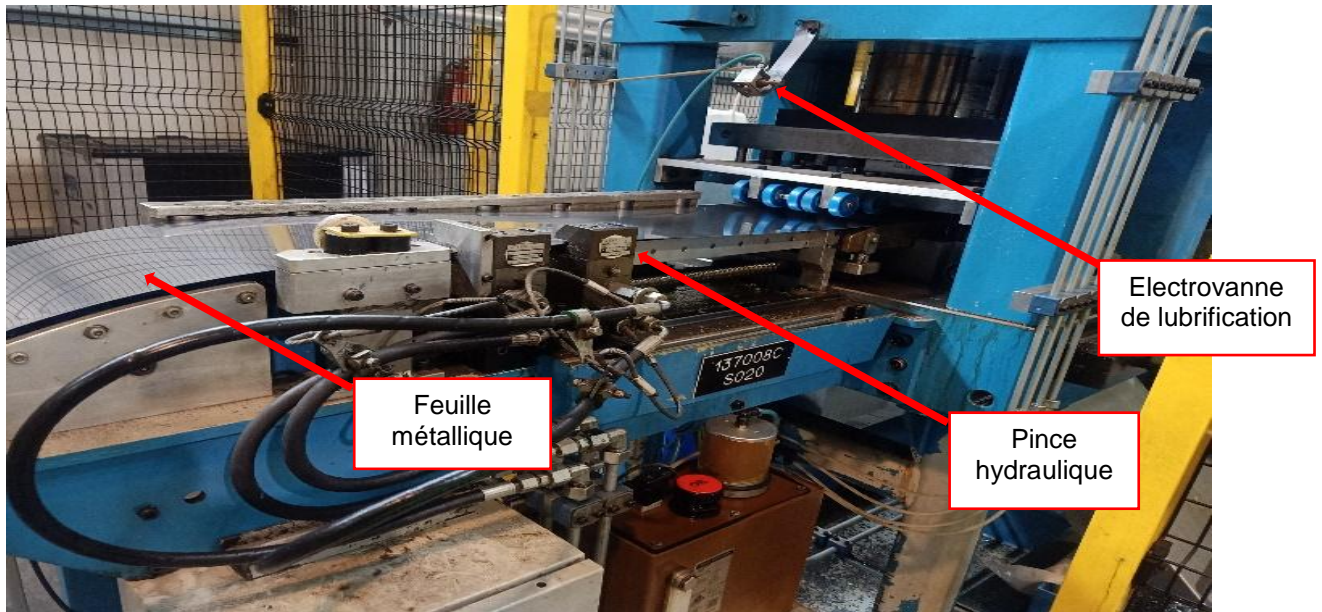


Figure I.3: Image de la station 20 [1].

I.6.2 Station ST30

C'est une unité composée de plusieurs presses hydrauliques, conçu pour exercer une force importante sur la feuille métallique pour un processus de poinçage, et perçage. Cette station est composée de plusieurs vérins hydraulique double effet alimentés par une pompe hydraulique et commandés par des distributeurs a commande électrique, et d'un système de contrôle qui permet la régulation de la pression.

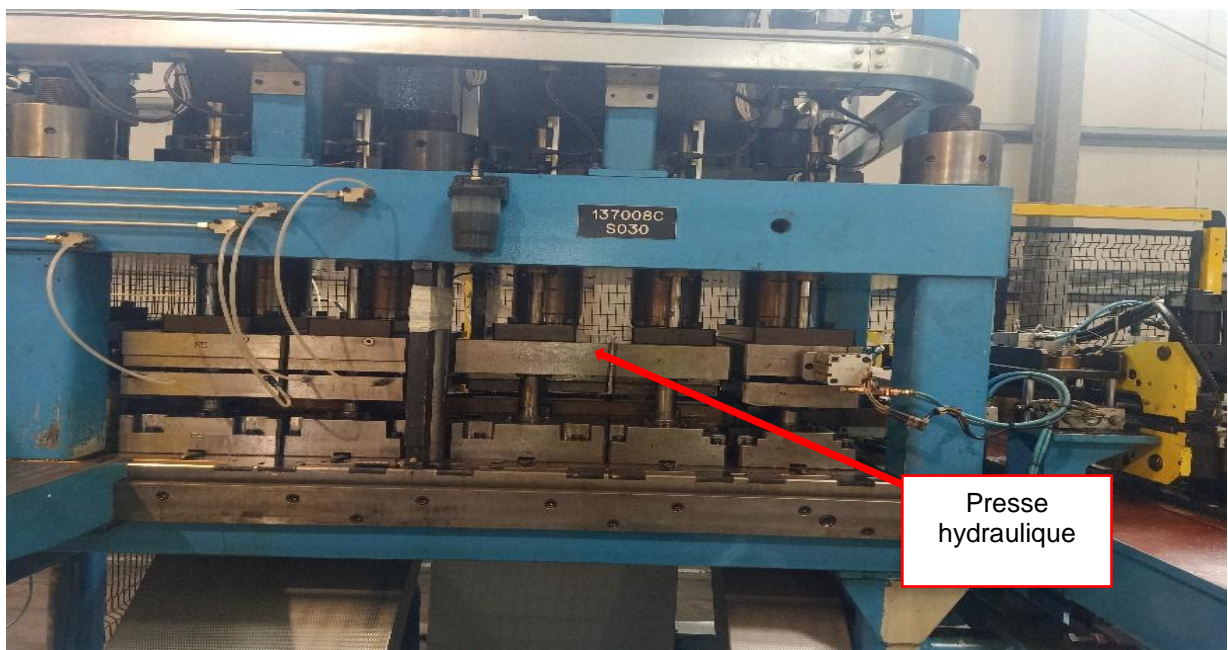


Figure I.4: Image de la station 30 [1].

I.6.3 Station ST40

La station ST40 est la quatrième station de l'atelier, elle fonctionne à base des vérins double effet qui sont commandés par des distributeurs à commande électrique, ou chaque vérin a son rôle.

Dans cette station s'exécute le découpage de feuille métallique en bande isométrique et le pliage de ses cotés grâce à un mécanisme de découpage-plier, s'effectués par deux vérins hydrauliques, la bande obtenue est transmise à la station suivante.

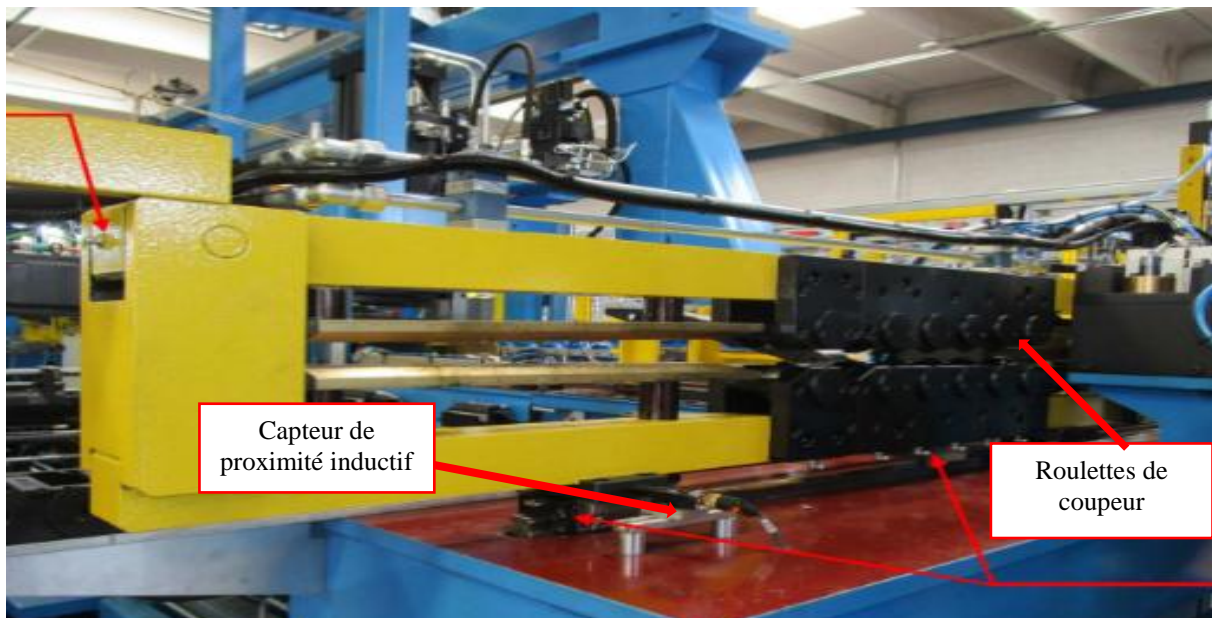


Figure I.5: Image de la station 40 [1].

I.6.4 Station ST50

Elle se décompose en deux parties A, B, elle fonctionne à l'aide des vérins hydrauliques et pneumatiques et un moteur a courant continue.

L'opération principale dans cette station est de recevoir la bande métallique, pour avoir la forme ronde du tambour grâce à un moteur lié aux gabarits de rotation, puis le graphêge les cotes de la bande par un vérin vertical, et le basculement de la virole pour continuer le traitement dans les stations suivantes.

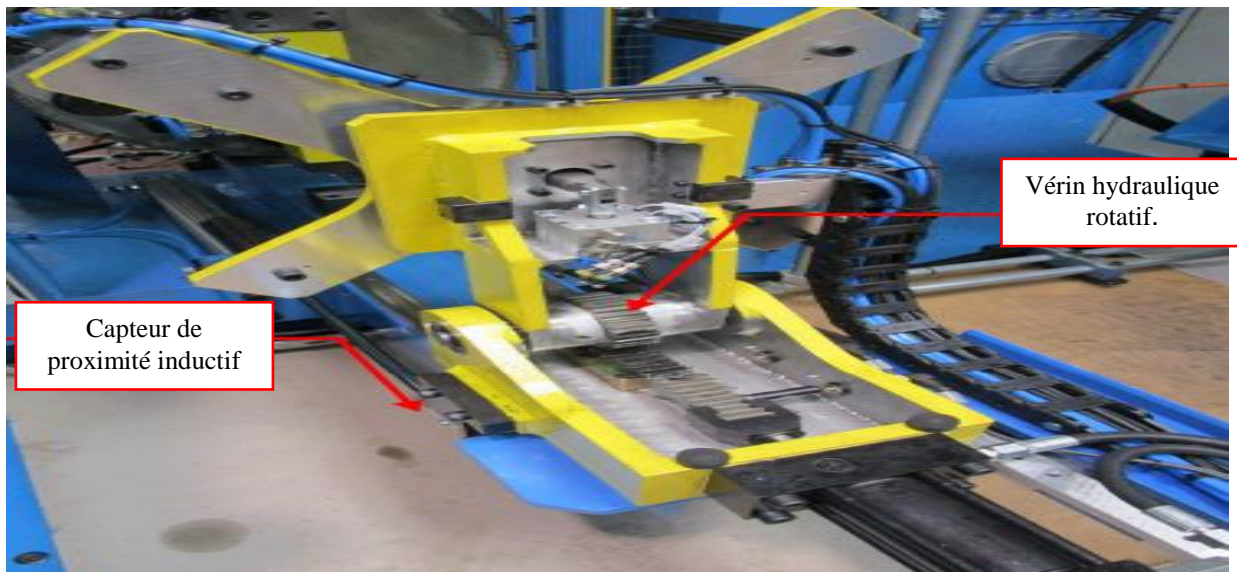


Figure I.6: Image de la station 50-A [1]



Figure I.7: Image de la station 50-B [1].

Les stations étudiées comportent les éléments hydraulique, pneumatique et électrique qui sont connectés entre eux pour réaliser des opérations souhaitables.

I.7 Principaux composants des différentes stations

I.7.1 Circuit Pneumatique et hydraulique

a) Les accumulateurs :

L'accumulateur hydraulique ou pneumatique est un réservoir sous pression de gaz ou de l'air comprimé, pouvant contenir un volume variable des fluides sous pression, utilisés pour fournir un débit important pendant un temps assez court.

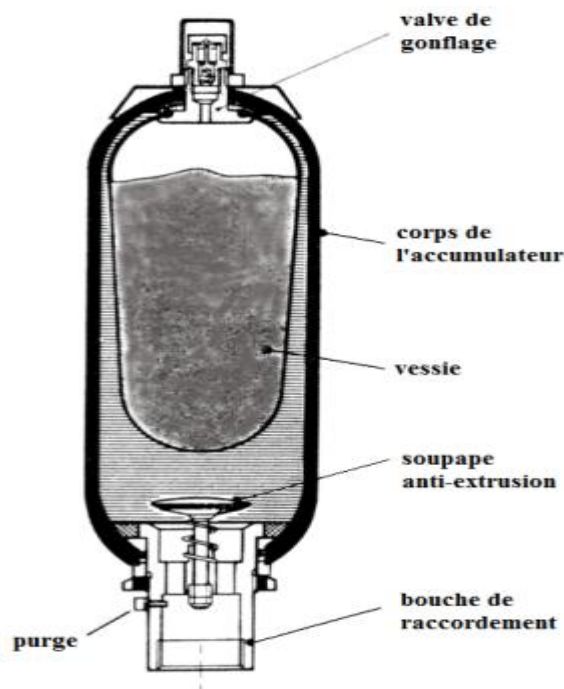


Figure I.8: Composants d'un accumulateur à vessie [6]

b) Filtre

Les filtres sont utilisés pour garder les fluides minéraux, purs et propres.

c) Pompe

Permet de faire circuler les fluides au circuit, puis la pompe va aspirer les fluides du réservoir, qui sera transmis aux autres composants du circuit à savoir les composants hydraulique ou pneumatique.

d) Clapet anti retour (CAR)

Il permet la circulation de l'huile dans un seul sens.

e) Les régulateurs de pression

Monté en amont de la branche secondaire du circuit, il permet de limiter à une valeur constante et inférieure à la pression de service dans une branche du circuit.

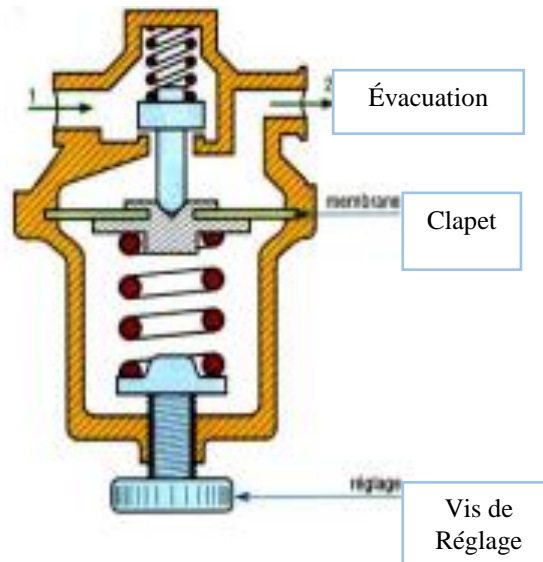


Figure I.9: Régulateur de pression [6]

f) Contrôleur et limiteur de pression

Ils permettent de protéger le circuit contre les surpressions, et faire varier la section dans laquelle le fluide circule pour limiter et régler le débit. (Voir figure I.10).

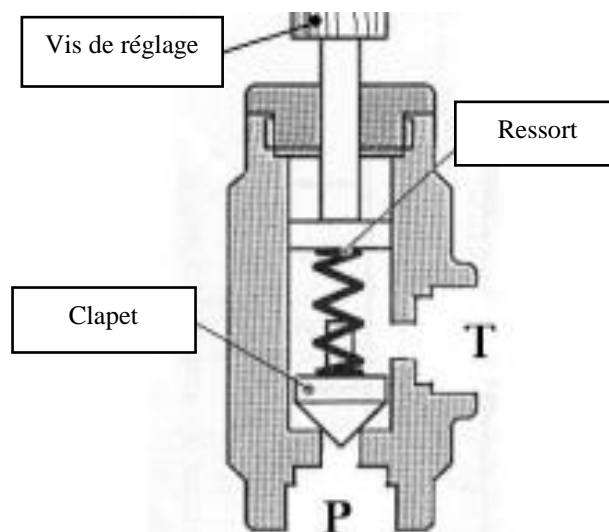


Figure I.10: Contrôleur et limiteur de pression [7]

I.7.2 Actionneurs

a) Vérins

Les vérins sont des moteurs linéaires qui transforment une puissance hydraulique ou pneumatique en puissance mécanique à travers le déplacement linéaire d'une tige, on obtient donc directement un mouvement de translation.

Leur classification tient compte de la nature de fluide pneumatique ou hydraulique.

Dans notre système on dispose de quatre vérins différents :

- Vérin linaire hydraulique.
- Vérin linaire pneumatique.
- Vérin rotatif.
- Vérin double tige.

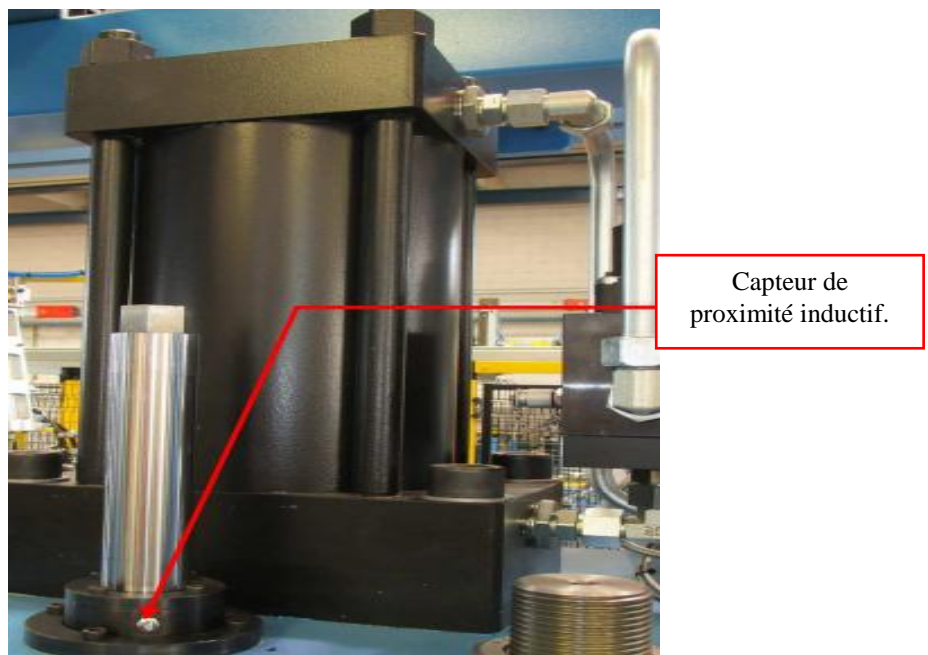


Figure I.11: Vérin double effet [1]

i. Vérin linaire hydraulique

C'est l'élément récepteur de l'énergie dans un circuit hydraulique. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise.

ii. Vérin pneumatique

Ce vérin est un actionneur linéaire qui transforme une énergie pneumatique en un travail mécanique. Dans notre cas c'est des vérins a double effet.

iii. Vérin rotatif

L'énergie du fluide dans ce vérin est transformée en mouvement de rotation. L'angle de rotation peut varier de 90° à 360° , et les amortissements sont possibles.

iv. Vérin double tige

Ce type de vérin absorbe mieux les forces latérales grâce au double palier de la tige.

b) Moteurs hydrauliques

Un moteur hydraulique est un moteur isotherme qui transforme une puissance hydraulique en puissance mécanique.

c) Moteurs électriques

Un moteur électrique est une machine électromécanique capable de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique. Il existe plusieurs types, les moteurs asynchrones, les moteurs synchrones, les moteurs a courant continue et les moteurs pas à pas, notre système constitue d'un moteur asynchrone triphasé.

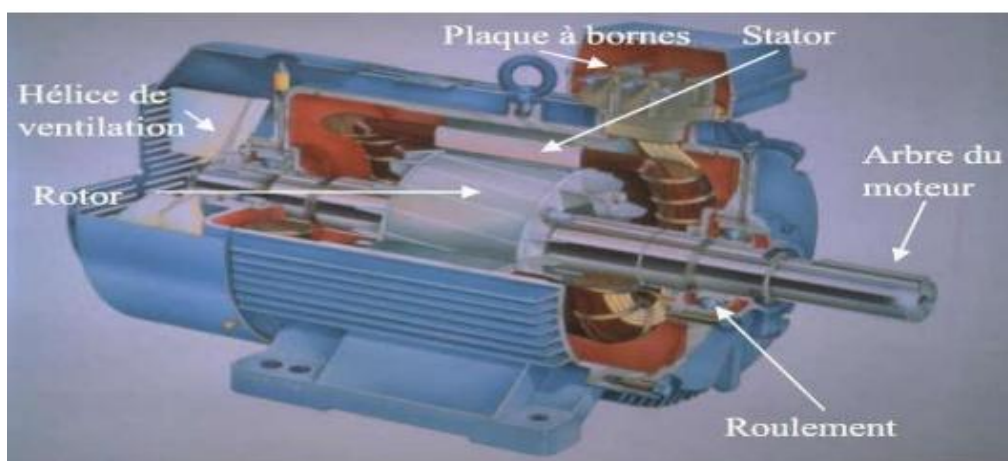


Figure I.12: constitution de moteur asynchrone [11]

d) Servomoteur

Il représente un type spécifique de moteur électrique qui est associé à un dispositif de contrôle de positionnement précis, appelé aussi servo contrôleur.



Figure I.13: Servomoteur [12]

I.7.3 Pré-actionneurs

Les pré-actionneurs sont des dispositifs complexes utilisés pour préparer ou conditionner l'action d'un actionneur principal, ils assurent la distribution de l'énergie de puissance aux actionneurs. Dans les circuits électriques, les pré-actionneurs sont généralement :

a) Distributeurs

Les distributeurs sont utilisés pour commuter et contrôler le débit du fluide sous pression, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou hydraulique, afin de commander l'organe récepteur (vérin ou moteur).

Dans notre système, on dispose de deux différents types de distributeur :

- Les Distributeurs hydrauliques 5/3 pilotage bistable a commande électrique. (Voir la figure **I.15**).
- Les distributeurs pneumatique 5/2 a commande électrique (voir figure **I.16**)



Figure I.14: Distributeur hydraulique 5/3

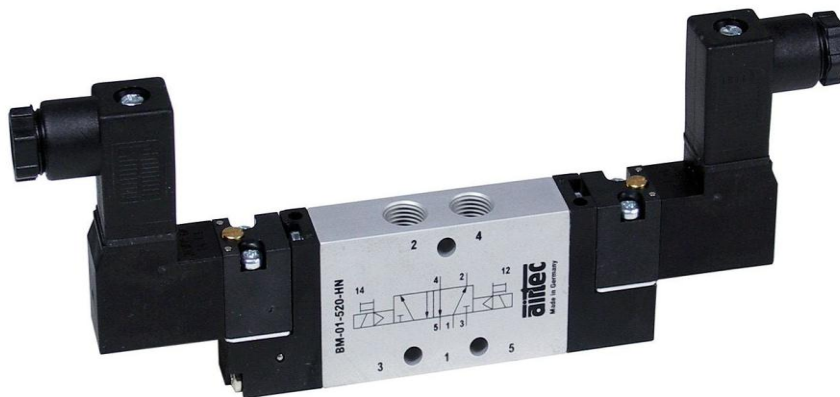


Figure I.15: Distributeur pneumatique 5/2 [8]

b) Relais électrique

Le relais est un composant électrique réalisant la fonction d'interface entre un circuit de commande, généralement bas niveau, et un circuit de puissance alternatif ou continu.



Figure I.16: Relais électrique [10]

c) Contacteur

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande à distance.



Figure I.17: Contacteur électrique [10]

d) Variateur de vitesse

C'est un dispositif électronique destiné à commander la vitesse et le couple d'un moteur électrique, en faisant varier respectivement la fréquence et le courant, délivrées à la sortie de celui-ci.



Figure I.18: Variateur de vitesse [13]

I.7.4 Capteurs

Il permet de transformer une grandeur physique en une grandeur normée, généralement, électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande comme l'API.

Parmi les capteurs utilisés dans ces stations on trouve :

a) Détecteur de proximité inductif

Un détecteur de proximité inductif détecte, sans contact, tous les objets de matériaux conducteurs. L'approche d'un matériau conducteur provoque une modification de ces champs magnétiques, et le capteur délivre alors un signal.

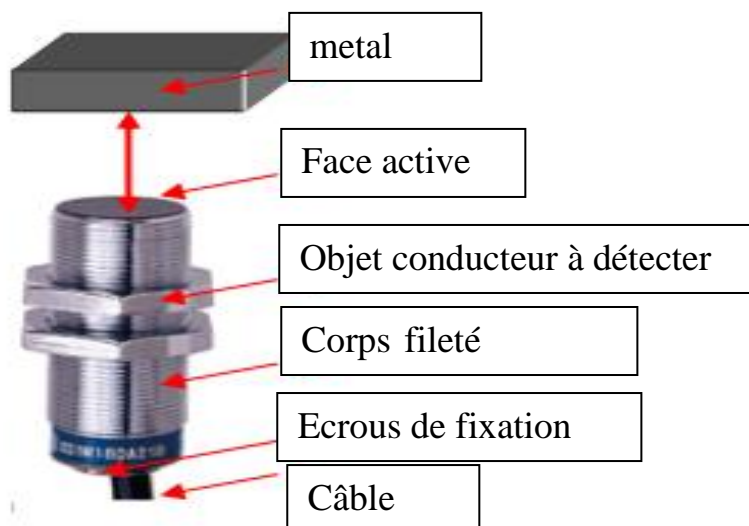


Figure I.19: Détecteur de proximité inductif.

b) Détecteur de proximités photo électrique

Un émetteur et un récepteur sont regroupés dans un même boîtier. Le faisceau lumineux, émis en infrarouge, est renvoyé vers le récepteur par tout objet suffisamment réfléchissant qui pénètre dans la zone de détection.



Figure I.20: Détecteur de proximités photo électrique [15]

I.7.5 Appareillages électriques des stations

a) Appareils d'isolement

i. Le sectionneur

Un sectionneur sert à assurer le sectionnement (i.e. isolement ou séparation du réseau) au commencement des équipements comportant des actionneurs. Généralement, il contient des fusibles (pour la protection) et un ou deux contacts de pré-coupure.



Figure I.21: Sectionneur électrique [9]

ii. Interrupteur sectionneur

Est un appareil qui possède un pouvoir de coupure il permet de :

- ✓ Mettre en service une installation.
- ✓ Mettre à l'arrêt.
- ✓ Séparer l'installation de toute source de tension.



Figure I.22: Interrupteur sectionneur [9]

b) Appareils de protection

Chaque station électrique doit être protégée contre :

- ✓ Les courts-circuits.
- ✓ Les surcharges.

i. Le fusible

C'est un appareil composé d'un fil conducteur, grâce à sa fusion, il ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



Figure I.23: Fusible électrique [9]

ii. Disjoncteur

C'est un appareil à commande manuelle ou automatique qui sert à protéger contre le court-circuit et les surcharges.



Figure I.24: Disjoncteur [9]

iii. Relais magnétique

C'est un dispositif électromécanique utilisé pour contrôler le flux d'électricité dans un circuit. Il fonctionne en utilisant un champ magnétique pour ouvrir ou fermer des contacts électriques, ce qui permet de commuter et de contrôler des circuits électriques.



Figure I.25: Relais magnétique [9]

iv. Le relais thermique

Le relais de protection thermique a pour rôle de détecter les surcharges et d'informer la partie commande grâce à des contacts à ouvertures ou fermetures.



Figure I.26: Relais thermique [9]

c) Appareils de commande (automate programmable industriel)

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique utilisé dans l'automatisation industrielle pour contrôler des machines et des processus de production. Il remplit une fonction similaire à celle d'un ordinateur, mais est spécialement conçu pour fonctionner dans des environnements industriels.

L'atelier tambour constituer d'un automate programmable industriel S7 300, qui est une série d'API fabriquée par Siemens, faisant partie de la gamme de produits Siemens SIMATIC. Conçu pour l'automatisation de processus industriels et offre une grande flexibilité pour diverses applications.



Figure I.27: Automate programmable industriel S7 300 [14]

I.8 Principe du fonctionnement des stations

❖ Station ST20

La station est composée de deux pinces mécaniques conçues pour le déplacement de la feuille métallique dans la station ST30 on distingue trois (03) vérins pneumatique et cinq (05) capteurs de proximité inductif.

Dans cette station, trois (03) étapes sont réalisées :

Étape 1 : une fois la feuille métallique est détectée, la deuxième pince saisie un bord de la feuille, tandis que le premier reste ouvert.

Étape 2 : la feuille saisie, est déplacée avec précision vers sa destination désirée à l'aide d'un vérin transmetteur.

Étapes 3 : une fois la feuille est bien placée, la première pince fixe la feuille, pour que la station ST30 puisse exercer sa tâche et la deuxième pince soit prête pour une deuxième opération.

❖ Station ST30

La station est équipée de six (06) presses indépendantes, chaque presse est composée d'un vérin hydraulique est de deux (02) capteurs de proximité inductifs. Une fois la feuille est détectée par un capteur, les vérins sont actionnés simultanément, et chaque presse a une temporisation pour assurer son opération.

❖ Station ST40

Dans cette station deux tâches sont essentiellement réalisées :

- Découpage et pliage de la feuille métallique.
- Envoi de la bande à la station suivante.

Dans cette station, on distingue huit (08) vérins dont deux sont hydrauliques et six sont pneumatiques. La première partie passe par 5 étapes :

Étape 1 : Alignement des plaques par deux vérins symétriques.

Étape 2 : Serrage de la feuille par un vérin vertical.

Étape 3 : Fermeture du vérin coupeur.

Etape 4 : Le découpage et le pliage se font par l'extrémité de la tige du vérin coupeur (roulettes).

Etape 5 : Initialisation de la position des vérins pour passer à l'opération suivante.

Dans la deuxième partie, se fait la transmission de la bande coupée vers la station suivante, elle passe par cinq (05) étapes :

Etape 6 : Le vérin support verticale serre la bande sur le châssis qu'est lié au vérin transporteur.

Etape 7 : Déplacement de la bande vers l'entrée de la station ST50 par le vérin transporteur.

Etape 8 : La bande métallique est retirée du vérin support.

Etape 9 : fixation de la bande à la station ST50.

Etape 10 : Initialisation du vérin transporteur a sa position d'origine.

❖ **Station ST50**

Après avoir reçue la bande métallique de la station précédente, l'opération se déroule essentiellement de trois parties :

- Tournage de la bande.
- Agrafage de contrefort.
- Basculement de virole.

La première partie est le formage de vérole, passe par trois (03) étapes :

Etape 1 : Un vérin de pivotement avec des roulettes fixe la plaque sur le gabarit.

Etape 2 : Le servomoteur tourne la bande au tour de gabarit pour former la vérole.

Etape 3 : Le vérin à double tige permet d'écartier le gabarit.

La deuxième partie est l'agrafage de la virole, passe par deux (02) étapes :

Etape 4 : Agrafage de la virole à l'aide d'une presse hydraulique.

Etape 5 : Libération de la virole sur le gabarit.

La troisième partie est le basculement de vérole, qui se fait en Cinq (05) étapes :

Etape 6 : Un vérin transmetteur permet l'approche du châssis basculeur au gabarit.

Etape 7 : La virole est fixée par les deux pinces.

Etape 8 : Le vérin transmetteur effectue le déplacement de vérole à la zone de basculement.

Etape 9 : Le vérin rotatif permet le basculement du châssis à un 90 vertical.

Etape 10 : Rebasculèrent du châssis après l'installation de virole sur le bras translateur de la station ST100.

Remarque :

Les capteurs de proximité inductif sont utilisés pour détecter le positionnement de la bande à chaque entrée de la station.

I.9 Schema synoptique fonctionnelle des stations

Le formage de la virole passe par cinq étapes (stations) chaque station a une tâche à mettre en œuvre, pour bien comprendre le fonctionnement nous avons élaborer un schéma explicatif qui illustre le fonctionnement des stations (Figure I.29).

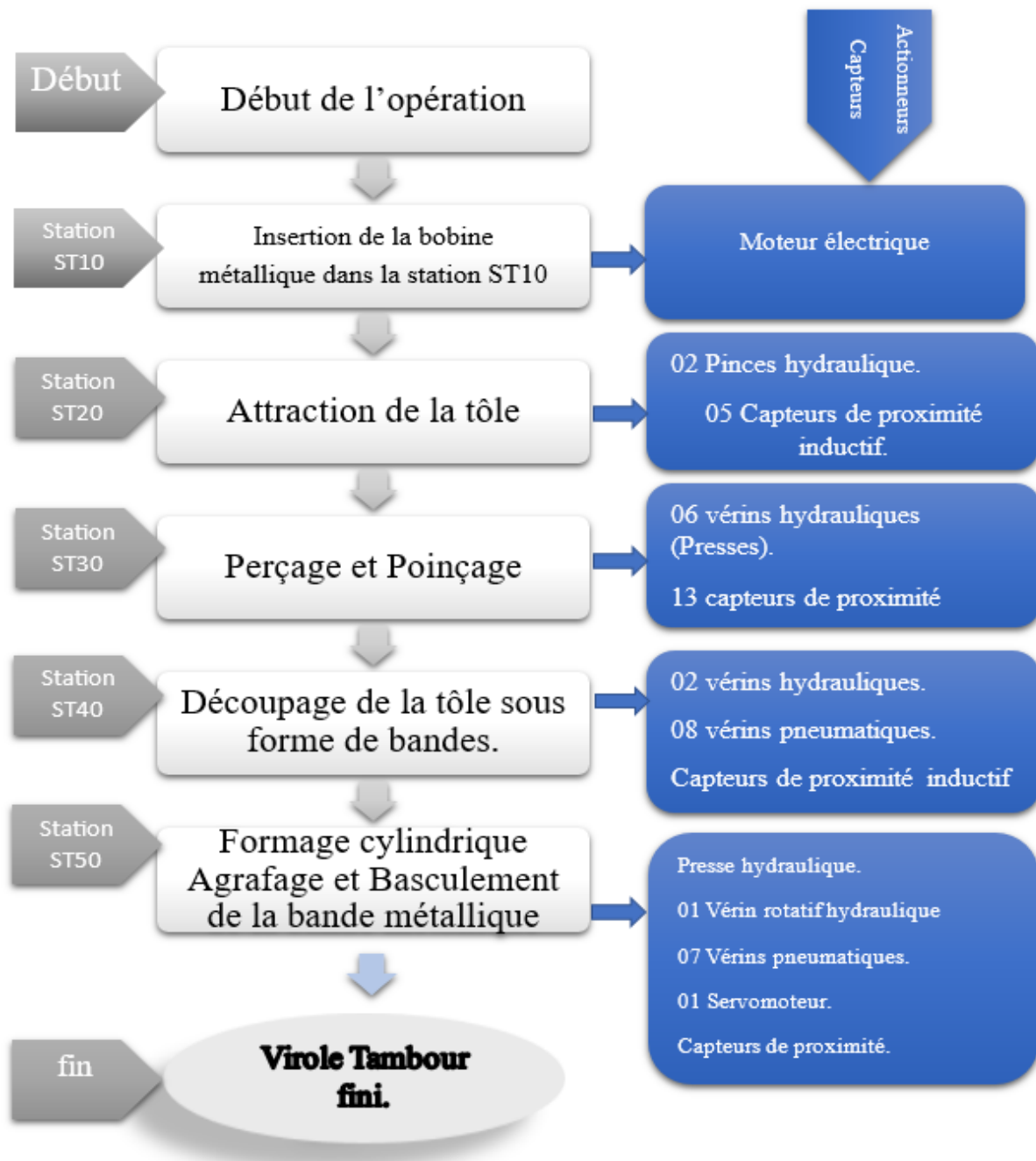


Figure I.28: schema synoptique fonctionnelle des stations.

I.10 Problématique de l'Atelier

- ❖ Ancienneté des Automates S7-300.
 - Limitations en termes de performance.
 - Problèmes de compatibilité avec les nouvelles technologies.
- ❖ Surcharge et Câblage Saturé.
 - Difficultés dans la gestion et l'organisation du câblage.
 - Risques accrus de pannes électriques et de pannes système.
- ❖ Manque de Sécurité pour les Opérateurs et les Stations.
 - Absence de dispositifs de sécurité adéquats
 - Exposition des opérateurs à des risques accrus d'accidents.
 - Insuffisance des protocoles de sécurité dans les stations de travail.
- ❖ Difficultés de Détection des Problèmes par les Techniciens de Maintenance.
 - Complexité accrue pour identifier les dysfonctionnements.
 - Temps prolongé pour les interventions de maintenance.

I.11 Solution proposé

I.11.1 Partie commande

- Intégration d'un automate S7 1500 de la firme Siemens dans notre système, qui marque une avancée significative.
- La puissance du logiciel TIA Portal permet une programmation et une gestion optimisée des opérations.
- Proposition d'une configuration matérielle décentralisée (Esclaves PROFIBUS-DP).
- Développement d'un système de supervision sous Win CC intégré dans le logiciel de programmation TIA Portal V 16.

Grace à cette amélioration, nous bénéficions d'une meilleure flexibilité, précision, contribuant ainsi à une augmentation de l'efficacité global de notre système.

I.11.2 Partie opérative

Amélioration de système de sécurité de notre atelier par l'insertion de :

- Capteurs de proximité photoélectrique dans chaque porte de l'atelier, garantit une surveillance efficace des trois (03) accès de l'atelier.
- Capteur thermique dans la pompe hydraulique qui permet de détecter la température de chacune d'elle.
- Capteurs et grilles immatérielles de sécurité de type FMC-S2000 de la marque REER, dans la station de bobineuse permettra d'offrir une détection précise des mouvements, assurant une protection accrue des opérateurs et équipements.



Figure I.29: FMC-S2000 [16]

I.11.3 Schéma d'amélioration des stations

Après avoir vu le principe de fonctionnement de toutes les stations, nous avons proposés une amélioration montré dans le schéma suivant (Figure I.31).

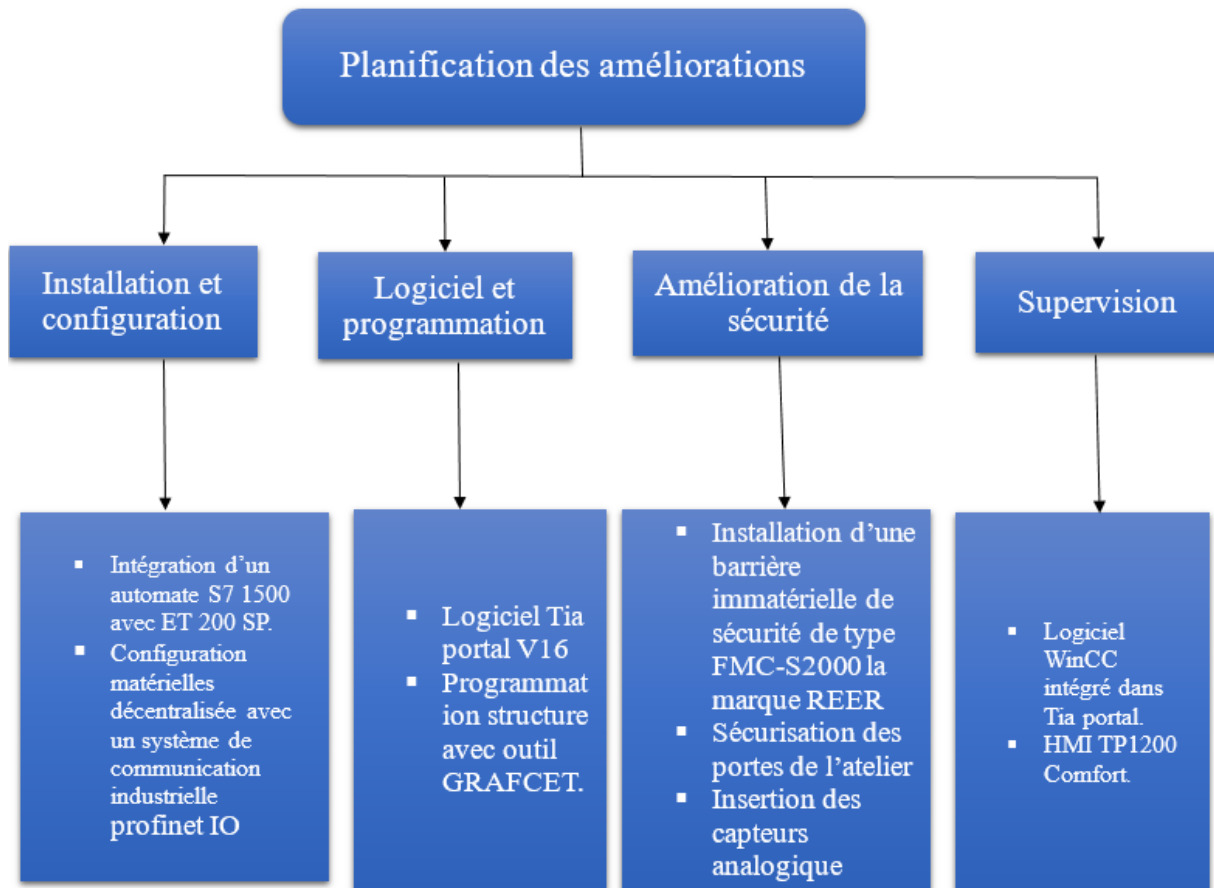


Figure I.30: Schéma d'amélioration des stations

I.12 Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons présenté l'atelier de fabrication tambour, les différents équipements industriels, et nous avons étudié son fonctionnement afin de faciliter la modélisation et l'amélioration de cet atelier.

Chapitre II

Modélisation de l'atelier a l'aide de l'outil
GRAFCET

II.1 Introduction

Pour pouvoir analyser et comprendre, le fonctionnement d'un système automatisé, ce dernier doit être modélisé. Les modèles sont différents pour répondre à des besoins précis et variés (dessins mécanique, algorithmes, etc...). L'automatisation des installations industrielles et de nouveaux systèmes de contrôle numérique favorisent l'utilisation des nouvelles techniques d'analyse, de modélisation et de programmation comme l'outil graphique GRAFCET.

II.2 Définition du Grafcet

Le **Grafcet** (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransitions) ou **SFC** (**S**quential **F**onction **C**hart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme, et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre les entrées et les sorties. C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, car c'est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché. Il modélise des systèmes séquentiels, particulièrement adapté aux pièces de contrôle d'automatisation.

II.3 Élément de base du Grafcet

La structure du modèle de description GRAFCET est composée essentiellement des éléments graphiques de bases suivants :

- Les étapes auxquelles sont associées des actions.
- Les transitions auxquelles sont associées des réceptivités.
- Les liaisons orientées reliant entre étapes et transitions.

La figure (II.1) montre les éléments de base d'un GRAFCET.

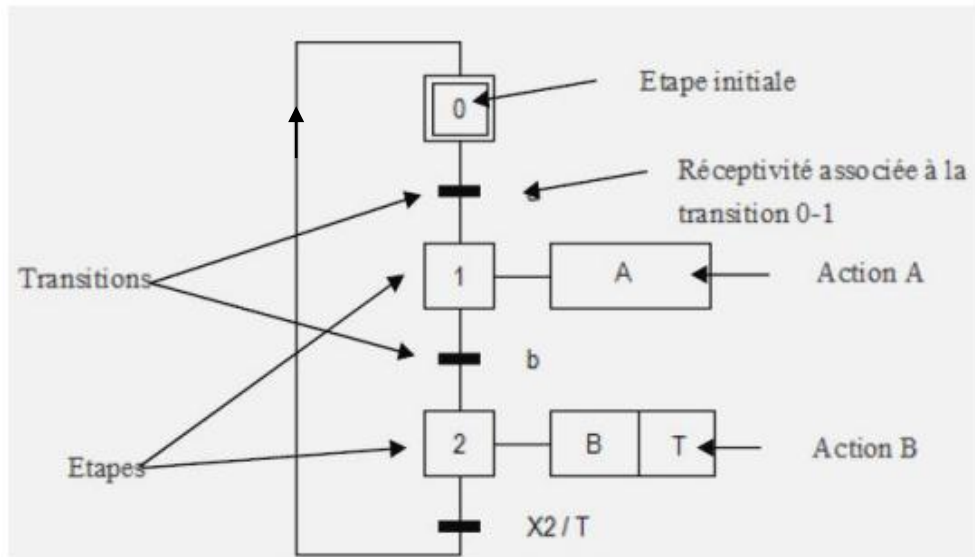


Figure II.1: Symbolisation d'un Grafcet [20]

II.4 Les étapes de grafcet

Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale et représentée par un carré double. La figure (II.2) montre les différents modèles des étapes.

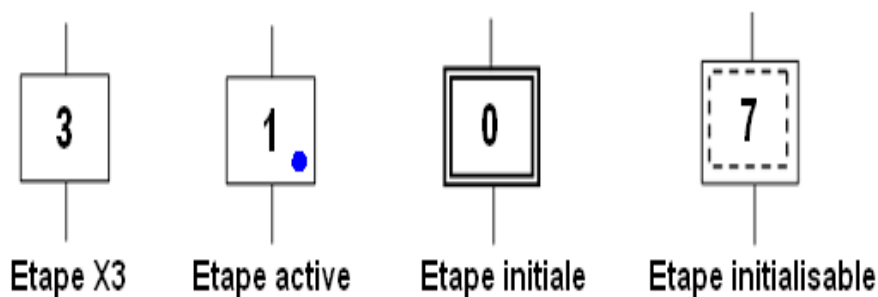


Figure II.2: Les différents modèles des étapes d'un Grafcet [17]

II.5 Les actions associées

Les actions associées à une étape traduisent ce qui doit être fait si l'étape est active, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres grafcets. Mais on peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape **vide** (*sans action*), la figure (II.3) montre les différents types d'actions.

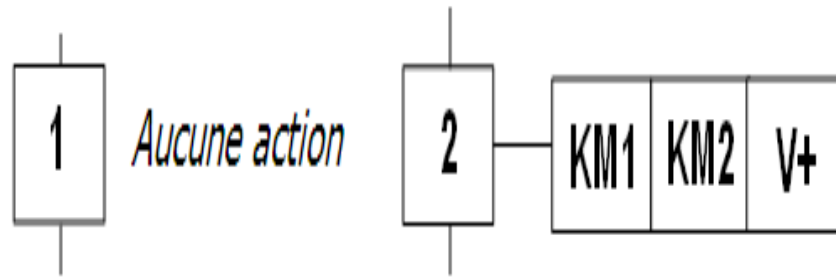


Figure II.3: Les actions [17]

Il existe plusieurs types d'actions associées à l'étape à savoir.

- **Action continue** : Si l'étape associée est active, la sortie (A) correspondante est vraie. Et l'inverse est juste.
- **Action conditionnelle** : une action conditionnelle associée à l'étape est active si la condition associée est vraie. Ces conditions sont exprimées à l'aide des opérateurs logiques.
- **Action d'étapes simultanée** : l'étape Xi est active si seulement si les deux actions A et B sont vraies en même temps.
- **Action répétée** : une même action (A) est associée à plusieurs étapes, lorsque ces étapes sont actives.

II.5.1 Les liaisons

Elles sont représentées par des traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées du haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.

II.5.2 Transition et réceptivité

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre, comme le montre la figure (II.4).

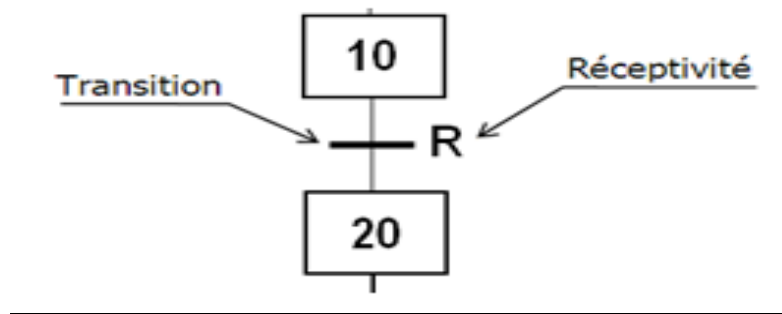


Figure II.4: Transition et réceptivité [17]

II.6 Règles d'évolution du Grafcet

Règle 1 : Situation initiale.

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.

Règle 2 : Franchissement d'une transition.

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, et seulement si la réceptivité associée est vraie.

Règle 3 : Evolution de la situation.

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes suivantes et la désactivation de toutes les étapes précédentes

Règle 4 : Evolutions simultanées :

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

Règle 5 : Conflit d'activation :

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et est activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active [3]

II.7 Structure d'un Grafcet

- **Sélection de séquence** : Elle représente une succession d'étapes qui permet de choisir une suite d'étapes. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval comme le montre la figure (II.5).

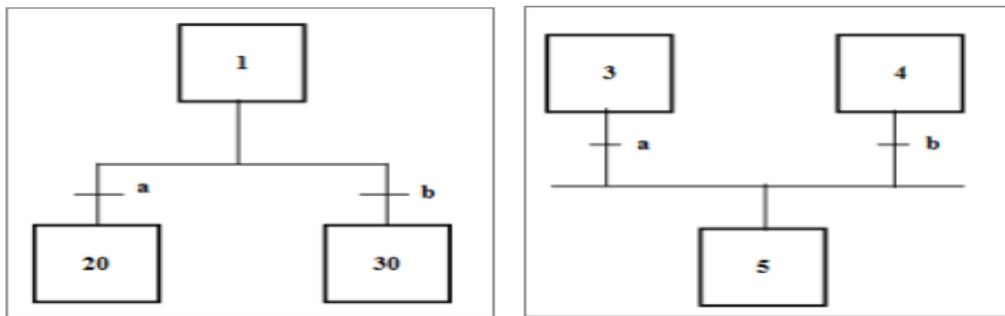


Figure II.5: Représentation graphique d'une sélection de séquences [19]

- **Séquences simultanées** : C'est un ensemble de séquences pouvant évoluer indépendamment, à partir du franchissement d'une transition activant simultanément plusieurs étapes, la figure (II.6) illustre cette séquence.

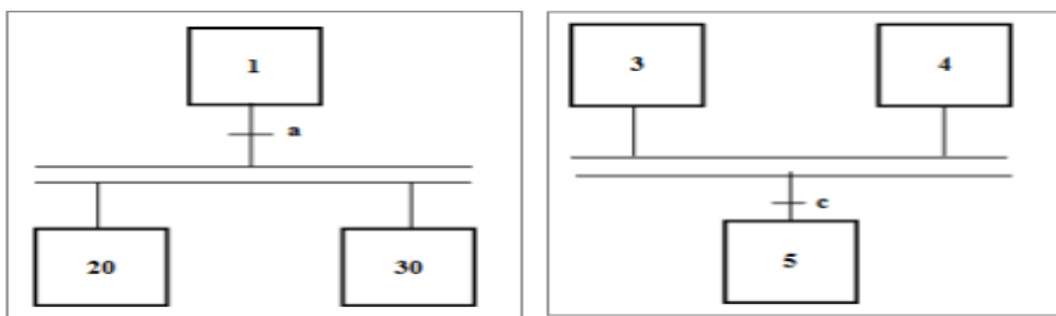


Figure II.6: Représentation graphique d'une séquence simultanée [19]

- **Saut et reprise d'étapes** : Les sauts d'étapes permettent de sauter plusieurs étapes en fonction des conditions d'évolution. Par contre la reprise d'étape permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue. La figure (II.7) montre cette structure.

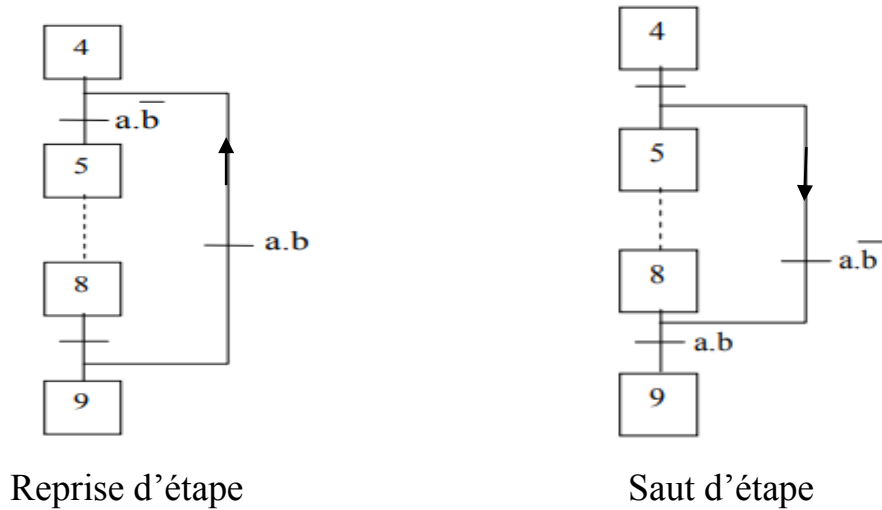


Figure II.7: Saut et reprise d'étape [18]

II.8 Mise en équation d'un grafcet

Pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit active.
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie.
- L'étape immédiatement suivante soit non active.
- Après activation l'étape mémorise son état.

$$X_n = (X_{n-1} * R_n + X_n) * \bar{X}_{n+1} \dots\dots\dots(1)$$

Equation : Equation d'activation de l'étape de rang n

II.9 Niveau d'un Grafset

II.9.1 Grafset niveau 1

Il est appelé aussi niveau de la partie commande. Les réceptivités sont décrites sous forme littérale par des mots et non pas par des abréviations, à ce niveau, on ne définit pas les actionneurs ni les capteurs mais uniquement les actions à effectuer et leur enchainement pour permettre de comprendre l'évolution de l'automatisme.

II.9.2 Grafset niveau 2

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviation et non en mot. [3]

II.10 Cahier des charges

- Lorsqu'en appuyant sur le bouton poussoir « Marche » toutes les stations seront activées de ST10 a ST120 et la lampe de signalisation verte est allumée en mode automatique.
- Le capteur CCP0 détecte la feuille métallique, puis l'attraper par la pince 2.
- La sortie de la tige de vérin de la pince 2 est détectée par son capteur en sortie, ce dernier actionne le vérin d'attraction de la pince 2.
- La sortie du la tige de vérin d'attraction est détectée par son capteur, qui actionne le vérin de la pince 1 en sortie.
- Le sorite du la tige de vérin de la pince 1 qui fixe la feuille métallique est détecté par son capteur, ce dernier actionne le vérin de pince 2 en entrée.
- Le capteur de vérin de la pince 2 en entrée, active l'entrée de la tige de vérin d'attraction.
- Le capteur CPP3 indique la présence de la feuille métallique, et active la station ST30.

- Les vérins de la station ST30 sont activés simultanément par ces capteurs hauts, cette action permet de couper, percer et plier la feuille métallique.
- L'entrée des vérins presses est actionnée par ces capteurs bas et des temporisations (chaque deux presses à une temporisation)
- Le capteur CPP4 indique la présence de la feuille métallique, et active la station ST40 avec la sortie des deux vérins d'alignement.
- Les capteurs des vérins d'alignement en sortie actionnent le vérin vertical de serrage.
- Le capteur du vérin de serrage en sortie est détecté, ce dernier actionne le vérin support coupeur.
- Le capteur de vérin support coupeur en sortie, actionne le vérin coupeur.
- Une fois le capteur de vérin coupeur est détecté, actionne le vérin de fixation sur le support transmetteur.
- L'activation de capteur support transmetteur en sortie entraine l'initialisation des vérins d'alignement et de serrage (état initial).
- Les capteurs de vérins d'alignement et de serrage en entrer, actionne le vérin transmetteur.
- Le capteur de vérin transmetteur en sortie est détecté, ce dernier libère la bande métallique.
- Le capteur de vérin support transmetteur en entrée est détecté, il initialise le vérin transmetteur et les vérins support coupeur et coupeur.
- Le capteur CPP2 détecte la bande coupée, qui permet de la fixer dans la station ST50.
- Un capteur CPP3 détecte la bande métallique, et il actionne le moteur KM1 et le vérin à roulette.
- Une fois le moteur est arrêté, le gabarit serre la bonde à l'aide d'un vérin double tige interne, et le châssis de basculeur prend sa position pour récupérer la virole par un vérin transmetteur 2.

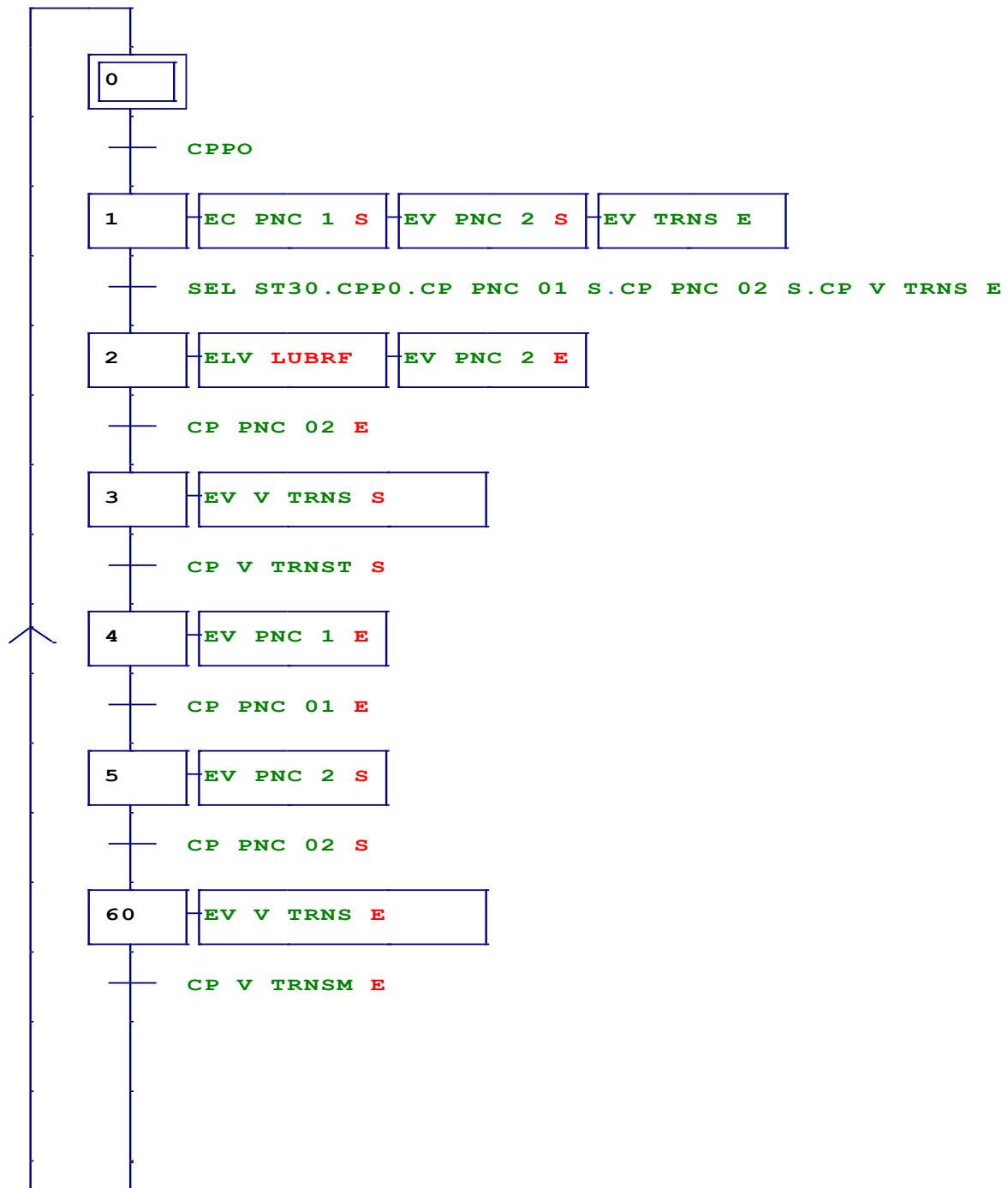
- Le vérin agrafeur est actionné par des capteurs de vérin double tige.
- Le capteur de vérin agrafeur est détecté, ce qui permet de fixer la virole par les deux pinces pneumatiques de châssis basculeur.
- Les capteurs des pinces actionnent le vérin de châssis basculeur pour prendre sa position initiale.
- Le capteur de vérin châssis basculeur en sortie, permet de faire basculer la virole sur le châssis de 90° par un vérin rotatif.
- La virole est prête pour être déplacée à la prochaine station.

Remarques :

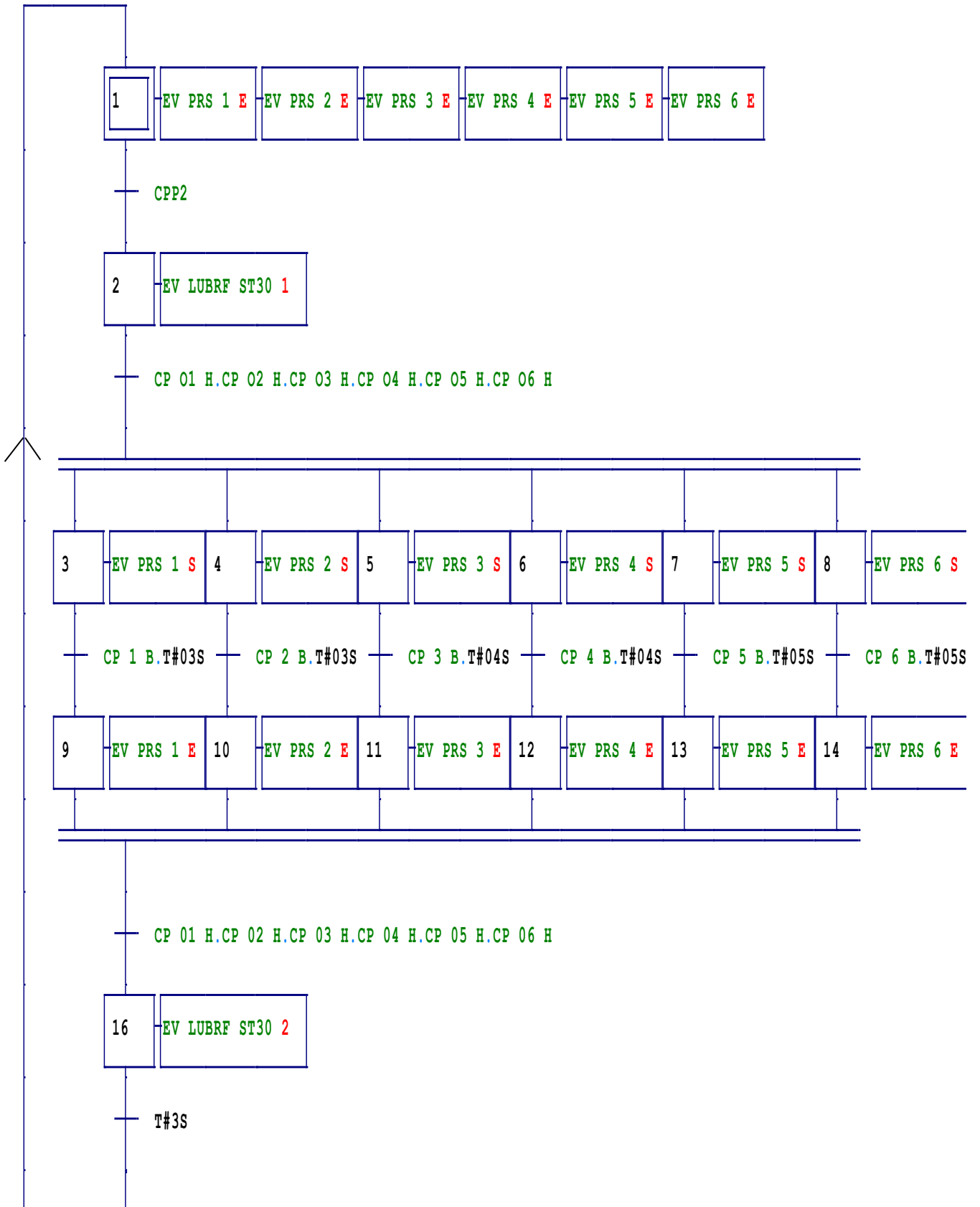
- Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir « arrêt », toutes les stations seront désactivées et la lampe orange sera allumée.
- En cas d'urgence on appuis sur le bouton arrêt d'urgence, le système va s'arrêter et la lampe rouge s'allume avec une alarme sonore.
- Les actionneurs de la station ST20 permettent de faire déplacer la feuille métallique dans la station ST30 (presses hydraulique).

II.11 Application du GRAFCET pour modéliser l'installation

Grafcet mode automatique Station ST20



Grafcet mode automatique Station ST30



Grafcet mode automatique Station ST40



Grafcet mode automatique Station ST50



II.12 Conclusion

En conclusion, la modélisation par Grafcet offre une approche puissante et polyvalente pour représenter et résoudre un large éventail de problèmes complexes. À travers ce chapitre, nous avons exploré les fondements théoriques et les techniques pratiques de cette méthodologie, mettant en lumière ses nombreux avantages et applications. Cette partie nous est indispensable pour aborder dans le prochain chapitre la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du TIA Portal V16.

Chapitre III

Description de l'API S7 1500 et le
logiciel TIA Portal V16

III.1 Introduction

Les automates programmables souvent abrégés en API, sont des dispositifs électroniques programmables utilisés pour contrôler et automatiser divers processus industriels. Leur conception repose sur des principes de logique et d'automatisation.

Ce chapitre fournit une vue d'ensemble de l'automate programmable S7 1500 et de son environnement de développement TIA Portal V16, en mettant l'accent sur leurs fonctionnalités et leur utilisation dans le contexte de l'automatisation industrielle moderne.

III.2 Définition d'un Système Automatisé

Un système automatisé est un système dans lequel les opérations sont contrôlées et exécutées automatiquement, ce qui permet d'améliorer l'efficacité, la fiabilité et la sécurité des processus tout en réduisant la dépendance à l'égard de l'intervention humaine.

Partie Opérative : La partie opérative (ou partie opérationnelle) d'un système automatisé est responsable de l'exécution des tâches physiques ou des opérations concrètes. Cela inclut les actionneurs, les capteurs et tous les dispositifs qui interagissent directement avec le processus ou le système physique contrôlé.

Partie Commande : La partie commande (ou partie contrôle) est chargée de superviser et de contrôler la partie opérative. Elle comprend tous les composants électroniques, logiciels et systèmes de contrôle qui prennent des décisions en fonction des informations reçues des capteurs, et envoie des signaux aux actionneurs pour réguler le fonctionnement de la partie opérative.

Ensembles, la partie opérative et la partie commande forment un système automatisé complet [1].

III.3 Automate programmable industriel

III.3.1 Structure interne des API

Les API comportent quatre parties principales :

- Une mémoire.
- Un processeur.
- Des interfaces d'Entrées/Sorties.
- Une alimentation.

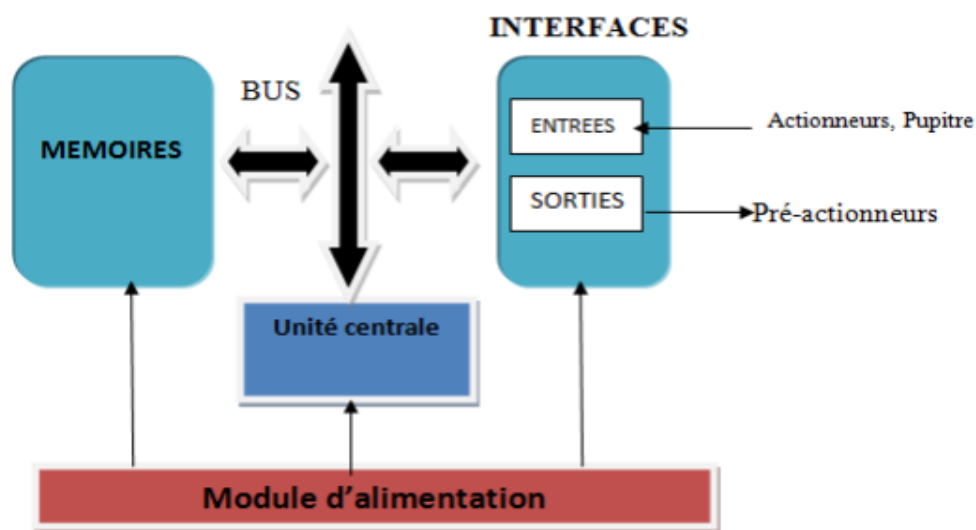


Figure III.1: Structure interne d'un API.

III.3.2 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est basé sur plusieurs points, nous citons :

- Le nombre et la nature des entrées /sorties.
- Fiabilité et durabilité.
- Extension et modularité.
- Communication avec d'autres systèmes.
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur.

Dans notre cas, nous avons utilisé l'automate programmable industriel S7-1500 de la firme siemens, qui a été proposé par le responsable de département maintenance de l'unité de production « LLTOP ».

III.3.3 Automate programmable industriel S7 1500

L'Automate Programmable Industriel (API) S7-1500 est un contrôleur programmable développé par Siemens, leader mondial dans le domaine de l'automatisation industrielle. IL est conçu pour être utilisé dans une large gamme d'applications industrielles, offrant des fonctionnalités avancées pour le contrôle, la surveillance et l'automatisation des processus [1].



Figure III.2: Automate programmable S7-1500 [21].

III.3.4 Structure matérielle du S7 1500

La structure matérielle du système d'automate programmable industriel (API) S7-1500 de Siemens comprend plusieurs composants clés, qui travaillent ensemble pour assurer le fonctionnement du contrôleur comme le montre la figure (III.3).

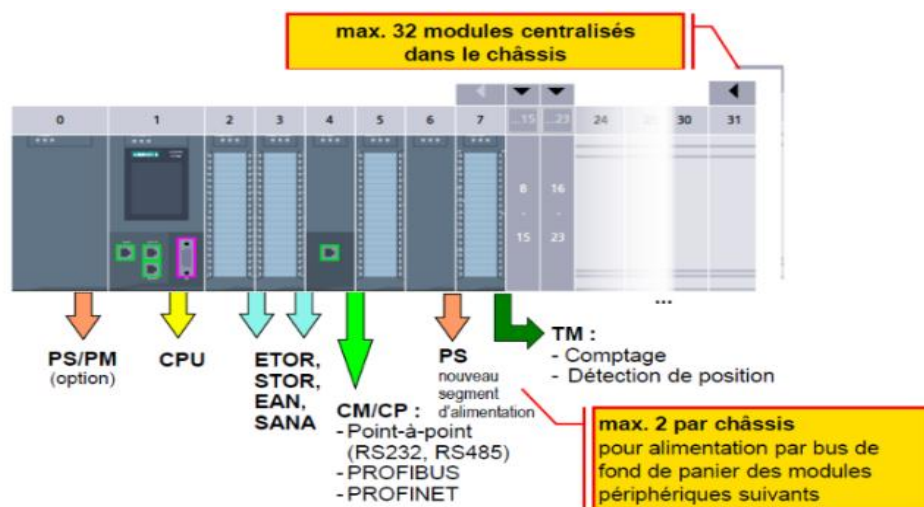


Figure III.3: Constituants de l'API S7 1500 [19].

- **Modules d'alimentation (PS)** : permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à sa mise en marche. Il délivre des sources de tension nécessaires à l'automate 5V,12V,24V.
- **Unité centrale (CPU)** : contient le processeur principal, la mémoire, les interfaces de communication et d'autres composants essentiels pour le traitement des données et l'exécution des programmes.
- **Modules d'entrée et sortie (E/S)** : Ces modules permettent au S7-1500 de se connecter aux capteurs, actionneurs et autres périphériques sur le terrain.
- **Module de communication (CM)** : Ces modules permettent à l'automate de communiquer avec d'autres équipements au sein d'une installation industrielle.
- **Modules technologiques (TM)** : Ces modules sont conçus pour répondre à des besoins particuliers en matière de traitement de données ou de contrôle dans les applications industrielles.

Remarque :

- ❖ Le système d'automatisation S7-1500 sur un profilé support. Il peut se composer de 32 modules maximums.
- ❖ L'automate S7 1500 dispose d'une large gamme de CPU tel que **CPU 1517T-3 PN/DP**, utilisée dans notre projet et qui permet la mise en place en utilisant jusqu'à 32 modules.

III.4 Systèmes de périphérie décentralisée

Les systèmes de périphérie décentralisée, également connus sous le nom de systèmes d'E/S décentralisées ou de systèmes de contrôle décentralisés, sont des architectures d'automatisation industrielle, dans lesquelles les modules d'entrée/sortie (E/S) et d'autres dispositifs sont distribués à proximité des équipements ou des processus qu'ils contrôlent. Contrairement aux architectures centralisées où tous les E/S sont regroupés dans un seul emplacement, les systèmes

de périphérie décentralisée distribuent les E/S sur le terrain, souvent à proximité des machines ou des zones de production [1].

III.4.1 Le système périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP

Le SIMATIC ET 200SP offre une grande flexibilité grâce à sa modularité, est conçu pour être monté à proximité des équipements qu'il contrôle, permettant ainsi une distribution décentralisée des modules d'entrée/sortie (E/S) et d'autres composants. Cela réduit la nécessité de câblage long et complexe entre les capteurs, les actionneurs et le système de contrôle principal, ce qui simplifie l'installation et réduit les coûts. Il est compatible avec plusieurs protocoles de communication industriels, tels que Profinet, Profibus, Modbus TCP/IP, etc., ce qui facilite son intégration dans des installations existantes et son interfaçage avec d'autres équipements et systèmes de contrôle [1].



Figure III.4: SIMATIC ET 200SP [22]

III.4.2 Composants du SIMATIC ET 200SP

Les composants principaux du SIMATIC ET 200SP comprennent :

- **Modules d'alimentation** : Ils fournissent l'alimentation électrique nécessaire aux autres modules du système.
- **Modules d'E/S numériques et analogiques** : Ces modules permettent de connecter et de contrôler différents dispositifs, tels que des capteurs et des actionneurs, via des signaux numériques ou analogiques

- **Modules de communication** : Ces modules permettent la communication entre le SIMATIC ET 200SP et d'autres systèmes d'automatisation, tels que des automates programmables ou des systèmes de supervision et de contrôle.
- **Modules de sécurité** : Ces modules offrent des fonctionnalités de sécurité intégrées pour garantir un fonctionnement sûr du système.
- **Rack** : Le rack est le châssis où sont insérés les différents modules. Il fournit également un moyen de connexion entre les modules et le système de contrôle.
- **Connecteurs** : Ils assurent la connexion électrique entre les modules et permettent le remplacement ou l'extension facile des modules.

III.4.3 Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET 200SP

- Large gamme de modules d'E/S numériques, analogiques, de communication et de sécurité disponibles.
- Rack et modules de petite taille permettant une installation dans des environnements avec peu d'espace disponible.
- Montage simple grâce à des connecteurs enfichables et un système de rack modulaire.
- Protocoles de communication standard pris en charge pour une intégration aisée dans les architectures existantes.
- Communication fiable et rapide avec les autres composants du système d'automatisation.
- Conception robuste adaptée aux environnements industriels exigeants.

En combinant ces avantages, le SIMATIC ET 200SP offrent une solution polyvalente et fiable pour les applications d'automatisation décentralisées, répondant aux exigences variées des environnements industriels modernes [1].

III.5 Le réseau local industriel PROFINET

PROFINET est un standard de communication développé par PROFIBUS & PROFINET International (PI), une organisation industrielle mondiale. Il est largement utilisé dans les environnements industriels pour permettre la communication entre les différents équipements automatisés [1].

III.5.1 PROFINET IO

PROFINET IO est une variante du protocole de communication PROFINET spécifiquement conçue pour le transfert rapide et efficace de données d'entrée/sortie (E/S) entre les équipements d'automatisation industrielle, tels que les automates programmables et les périphériques d'E/S, dans les environnements industriels.

L'utilisation de l'ET 200SP avec PROFINET IO offrent une solution flexible, performante et facile à intégrer pour l'automatisation industrielle, permettant une communication efficace des données d'E/S avec d'autres équipements dans le réseau PROFINET [1].

III.5.2 Liaison des stations

La figure (III.5) montre la configuration matérielle de notre système.

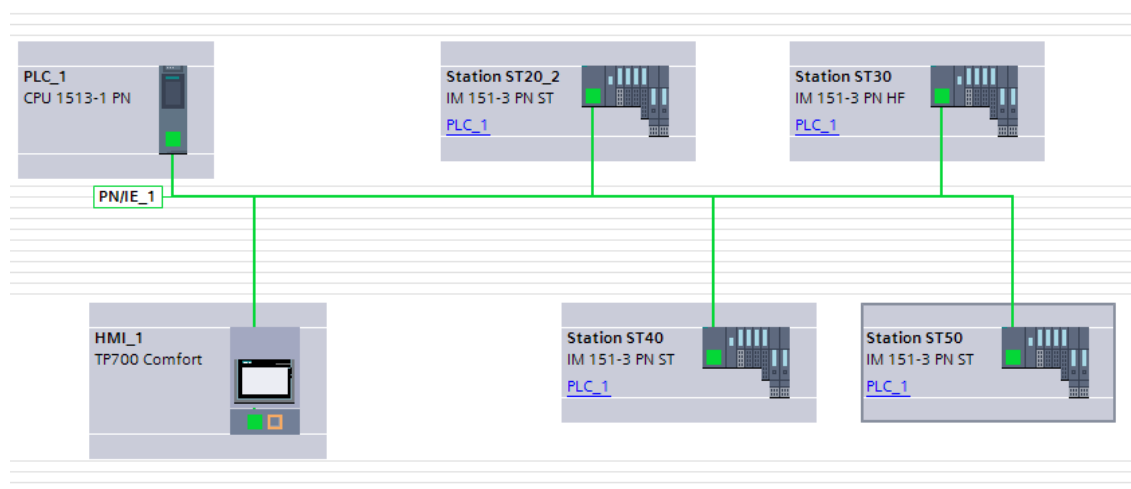


Figure III.5: Liaison des stations.

III.6 Programmation de l'automate S7 1500

La programmation de l'automate Siemens S7-1500 est réalisée à l'aide du logiciel de programmation TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal)

III.6.1 Progiciel Totally Integrated Automation (TIA Portal)

Le progiciel Totally Integrated Automation (TIA) Portal est une plateforme logicielle développée par Siemens pour la programmation et la configuration des automates et des systèmes d'automatisation industrielle de la gamme SIMATIC, comme le montre la figure (III.6) suivante :

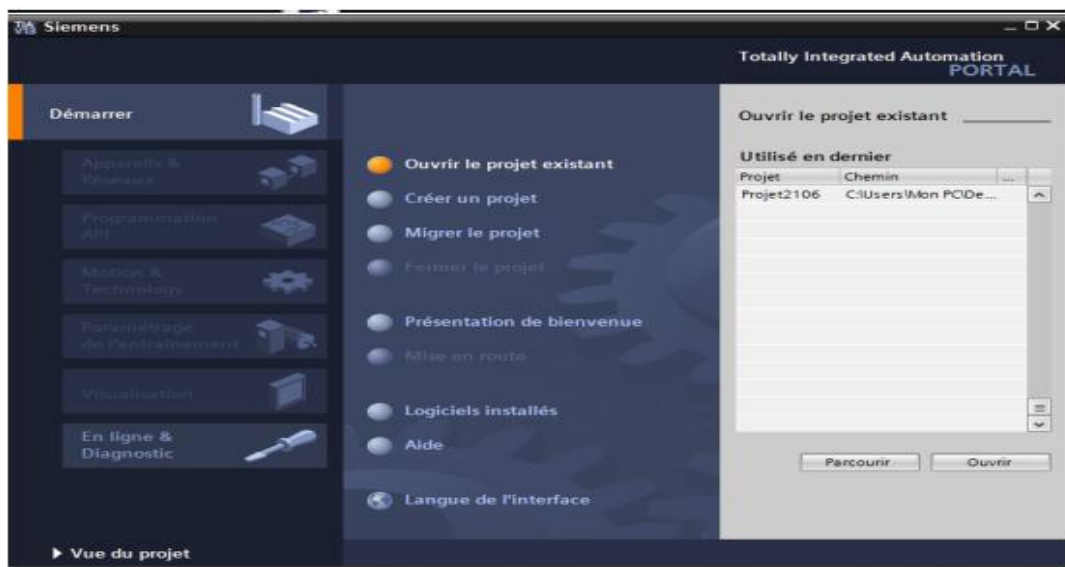


Figure III.6: Logiciel de programmation TIA PORTAL V16.

III.6.2 Structure de programmation step7

a) Programmation structurée

STEP 7 permet de répartir le programme utilisateur en différents blocs de programme. Le bloc d'organisation OB1 est présent par défaut. Il constitue l'interface avec le système d'exploitation de la CPU, il est automatiquement appelé par celui-ci et est exécuté de façon cyclique. Dans le cas de grosses applications, le programme pourra être subdivisé en blocs de programme plus petits, formant ainsi de petites parties autonomes [5].

b) Programmation linéaire

Il est possible d'écrire notre programme utilisateur dans l'OB1 (programmation linéaire). Cela n'est toutefois recommandé que pour les programmes simples.

III.6.3 Les blocs STEP 7 V16

a) Bloc système

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur.

b) Blocs utilisateurs

Les blocs utilisateurs contiennent le code, le programme et les données du programme utilisateur, qui sont repartis comme suit :

i. Blocs d'organisation (OB)

Les OBs déterminent la structure du programme utilisateur. Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique.

ii. Blocs fonctionnels (FB)

Les FBs sont des blocs avec « mémoire » que nous programmons nous-même. Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté quand ce bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. Les blocs fonctionnels facilitent la programmation de fonctions complexes souvent utilisées.

iii. Fonctions (FC)

Les FCs contiennent des routines de programmes pour les fonctions fréquemment utilisées. Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code.

iv. Blocs de données (DB)

Ils servent à l'enregistrement de données utilisateur, ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise. Ces données utilisateur sont

utilisables par tous les autres blocs. Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur. [5]

III.6.4 Langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG pour S7-1500 font partie intégrante du logiciel de base.

- **CONT :**

Est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main. C'est sans doute le langage de programmation d'automatisme le plus couramment utilisé pour la programmation d'automates. Le langage ladder est composé d'une séquence de contacts (interrupteurs qui sont soit fermés, soit ouverts) et de bobines qui permettent de traduire les états logiques d'un système.

- **LIST :**

LIST est un langage en liste d'instructions permettant une programmation la plus proche possible du langage du processeur. C'est le langage le plus efficace quant à l'utilisation de la mémoire de l'automate et la réduction de la durée du temps de cycle.

- **LOG :**

Est l'abréviation de Logigramme. Les instructions sont représentées sous la forme de boîtes fonctionnelles logiques connues de l'algèbre booléenne.

- **GRAPH :**

C'est un langage graphique permettant de présenter l'évolution séquentielle du système. [5]

III.7 Création de projet en STEP7 TIA PortalV16

Un projet STEP 7 V16 contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties :

- La configuration matérielle.
- Le programme.

III.7.1 La configuration matérielle

Afin d'éviter l'encombrement de câblage on utilise principalement la structure décentralisée. Dans ce modèle, le câblage conventionnel des capteurs et actionneurs s'arrête aux modules de signaux des appareils de terrain. La transmission des signaux des appareils de terrain vers l'automate est assurée par un système de communication industriel, basés sur Ethernet tels que PROFINET [1]

a) Station centralisée

➤ Module d'alimentation

Une alimentation externe PM 70W 120/230 VAC de référence 6EP1332-4BA00.

➤ CPU

Une CPU 1517T-3 PN/DP de référence 6ES7 517-3TP00-0AB0 avec écran, mémoire de travail, trois (3) ports PROFINET, Web Serveur, fonctions technologiques intégrées.

➤ Modules d'entrées

Deux modules d'entrée TOR DI 16x24VDC BA_1 de référence 6ES7 521-1BH10-0AA0.

Un module d'entrée analogique AI 4xU/I/RTD/TC ST_1 de référence 6ES7 531-7QD00-0AB0

➤ Modules de sorties

Deux modules de sortie TOR DQ 8x230VAC/2A ST de référence 6ES7 522-5FF00-0AB0.

La figure (III.7) montre la configuration matérielle de la station centralisée

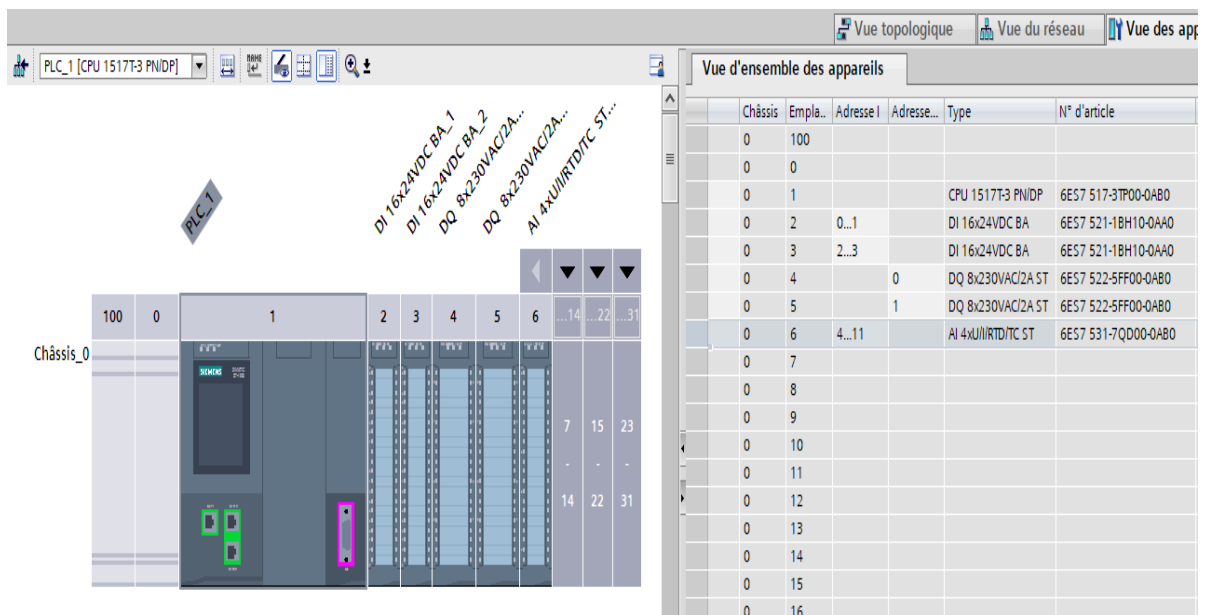


Figure III.7 : Configuration matérielle de la station centralisée

b) Stations décentralisées

- Station ST20

- **Module d'alimentation externes PM**

Un module d'alimentation PM-E DC24.48V de référence 6ES7 138-4CA50-0AB0

- **Module de coupleur**

Un coupleur ET200SP de type IM 151-3 PN HF de référence 6ES7 151-3BA23-0AB0 avec interface PROFINET.

- **Modules d'entrées**

Trois (03) modules d'entrées TOR 4DI x DC24V ST de référence 6ES7 131-4BD01-0AA0

- **Modules de sortie**

Trois (03) modules de sortie TOR 4DO x DC24V / 2A ST de référence 6ES7 132-4BD32-0AA0.

La figure (III.8) montre la configuration matérielle de la station décentralisée de la station ST20.

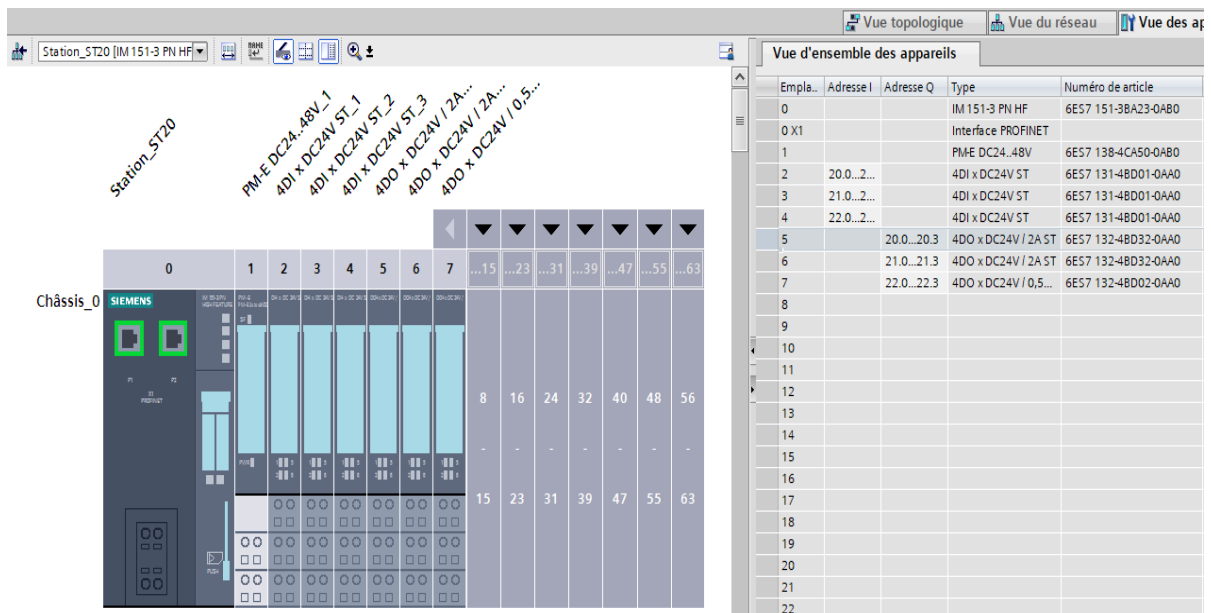


Figure III.8: Configuration matérielle d'une station décentralisée ST20

- Station ST30

- **Module d'alimentation externes PM**

Un module d'alimentation PM-E DC24.48V de référence 6ES7 138-4CA50-0AB0

- **Module de coupleur**

Un coupleur ET200SP de type IM 151-3 PN HF de référence 6ES7 151-3BA23-0AB0 avec interface PROFINET.

- **Modules d'entrées**

Deux (02) modules d'entrées TOR 8DI x DC24V / SRC ST de référence 6ES7 131-4BF50-0AA0.

- **Modules de sortie**

Deux (02) modules de sortie TOR 8DO x DC24V / 0,5A de référence 6ES7 132-4BF00-0AA0.

La figure (III.8) montre la configuration matérielle de la station décentralisée de la station ST30.

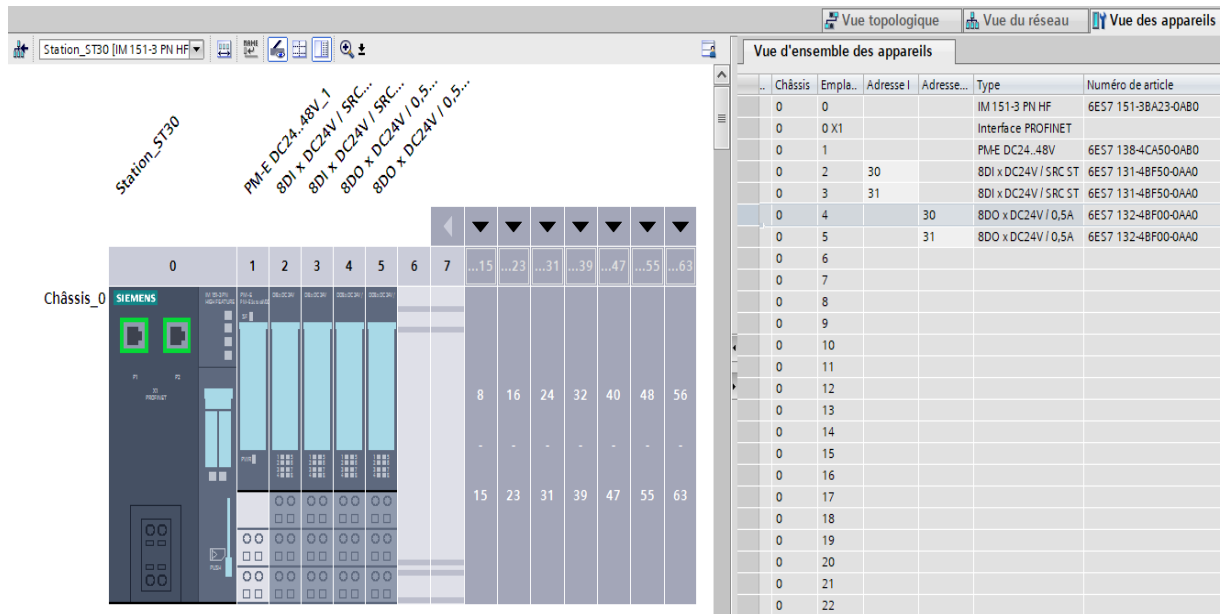


Figure III.9: Configuration matérielle d'une station décentralisée ST30

- Station ST40
 - **Module d'alimentation externes PM**

Un module d'alimentation PM-E DC24.48V de référence 6ES7 138-4CA50-0AB0

- **Module de coupleur**

Un coupleur ET200SP de type IM 151-3 PN HF de référence 6ES7 151-3BA23-0AB0 avec interface PROFINET.

- **Modules d'entrées**

Cinq (5) modules d'entrées TOR 4 DI x DC24V ST de référence 6ES7 131-4BD01-0AA0.

- **Modules de sortie**

Cinq (5) modules de sortie TOR 4DO x DC24V / 0,5A ST de référence 6ES7 132-4BD02-0AA0.

La figure (III.9) montre la configuration matérielle de la station décentralisée de la station ST40.

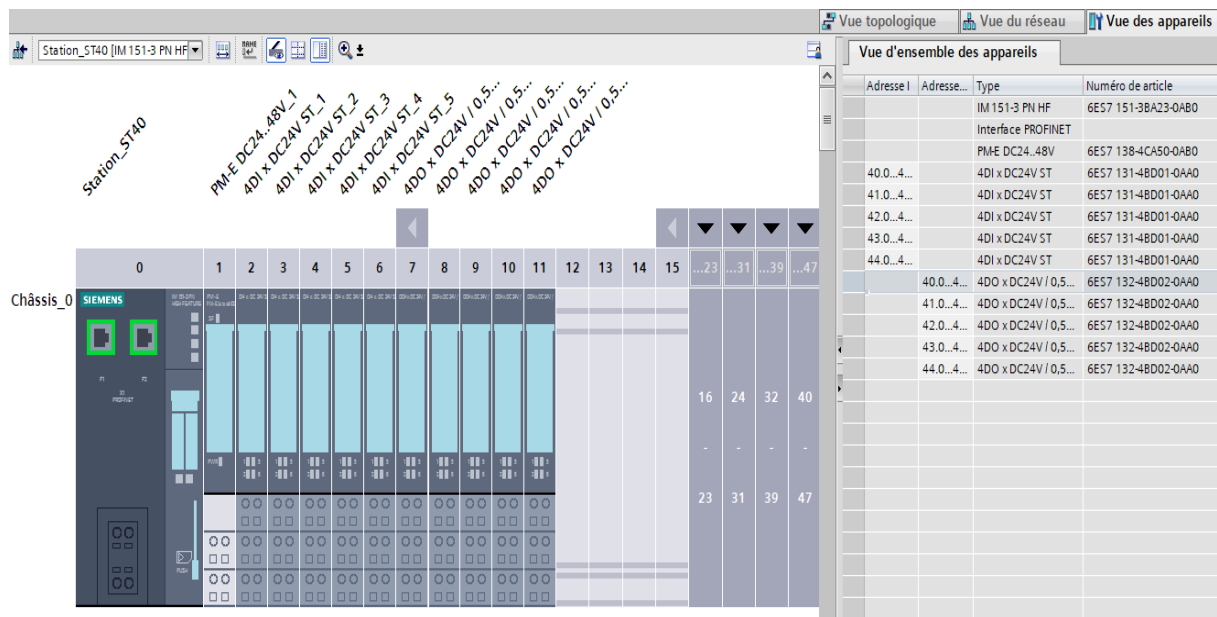


Figure III.10: configuration matérielle d'une station décentralisée ST40.

- Station ST50
 - **Module d'alimentation externes PM**

Un module d'alimentation PM-E DC24.48V de référence 6ES7 138-4CA50-0AB0

- **Module de coupleur**

Un coupleur ET200SP de type IM 151-3 PN HF de référence 6ES7 151-3BA23-0AB0 avec interface PROFINET.

- **Modules d'entrées**

Cinq (5) modules d'entrées TOR 4 DI x DC24V ST de référence 6ES7 131-4BD01-0AA0.

- **Modules de sortie**

Cinq (05) modules de sortie TOR 4DO x DC24V / 0,5A ST de référence 6ES7 132-4BD02-0AA0.

La figure (III.10) montre la configuration matérielle de la station décentralisée de la station ST50.

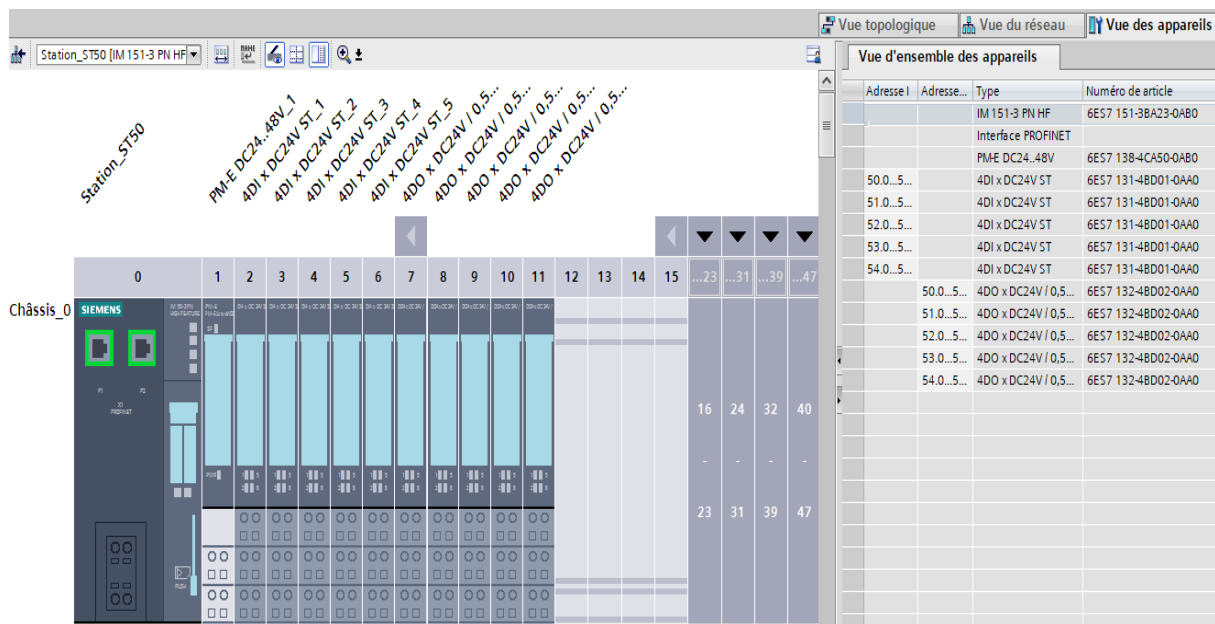


Figure III.11: configuration matérielle d'une station décentralisée ST50.

III.7.2 Programme

a) Structure de programme

La programmation structurée permet de diviser le programme en modules logiques, ce qui rend le code plus lisible et plus facile à comprendre, la programmation structurée sur TIA portal vise à augmenter l'efficacité et la qualité des systèmes automatisés.

Dans notre projet, les stations traitées sont assez complexes ce qui rend la programmation compliquée, donc on a décidé de subdiviser le programme en fonctions technologiques sur plusieurs blocs.

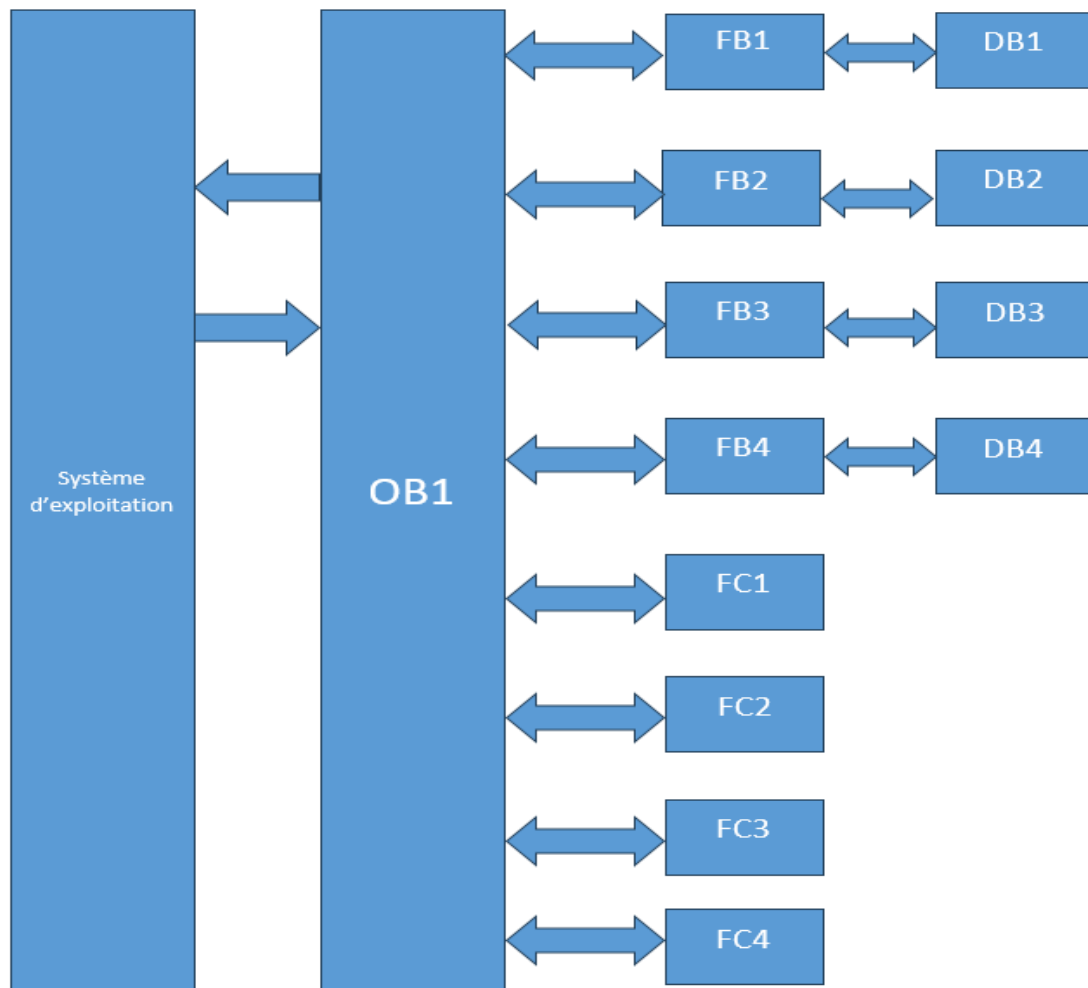


Figure III.12: Programmation structurée du projet

b) Organisation de programme

Vue que les stations programmées ont une exécution séquentielle, on a donc décidé de programmer chaque station dans un bloc bien définie.

Cette structure se subdivise en sept (07) différents blocs de fonctions. Chaque fonction remplit une tache bien définie, et chaque fonction est dépendante de l'autre.

On dispose de (04) bloc fonctionnel FB pour le programme des stations et trois (03) fonctions

OB1 : Bloc d'organisation.

FB1 : La programmation de fonctionnement en mode automatique de la station ST20.

FB2 : La programmation de fonctionnement en mode automatique de la station ST30.

FB3 : La programmation de fonctionnement en mode automatique de la station ST40.

FB4 : La programmation de fonctionnement en mode automatique de la station ST50.

FC1 : Programmation des alarmes.

FC2 : La mise en échelles des capteurs analogique des stations, tel que capteur température, niveau d'huile et pression de l'air.

FC3 : La sécurisation de l'atelier.

FC4 : Programmation du mode manuel des stations.

c) Validation du programme avec S7-PLCSIM

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM V16 intégré dans logiciel TIA Portal V16 professionnel, c'est un outil puissant et pratique pour la validation et le développement de programmes PLC. Cela permet ainsi de réduire les temps d'ingénierie et de mise en service, tout en améliorant la qualité du programme. Il offre une simulation intégrée, des fonctionnalités de débogage avancées, la possibilité de réaliser des tests complets et une flexibilité accrue, ce qui en fait un choix précieux pour les programmeurs PLC.

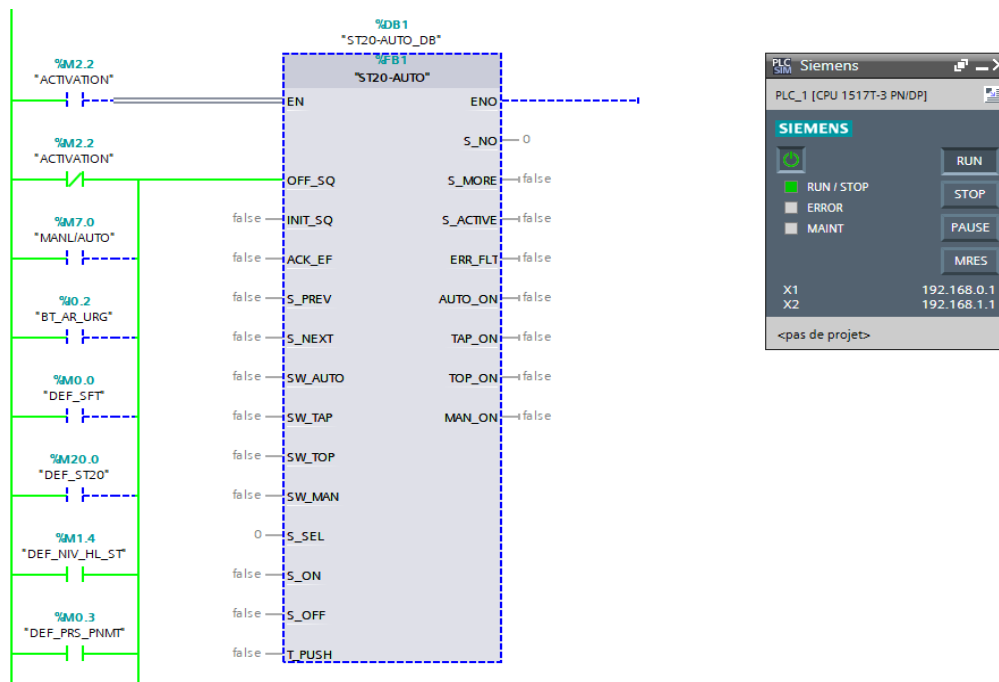


Figure III.13: programme valider avec Simulateur S7-PLCSIM

III.8 Conclusion

L'API S7 1500 et le logiciel TIA Portal V16 offrent ensemble un tandem dynamique pour répondre aux besoins complexes de l'industrie moderne, en permettant aux utilisateurs de concevoir, de mettre en œuvre et de gérer des systèmes d'automatisation de manière efficace et sécurisée. Grâce à leur intégration étroite et à leurs fonctionnalités avancées, ces technologies jouent un rôle essentiel dans l'amélioration de la productivité, de la flexibilité et de la fiabilité des processus industriels.

Chapitre IV

Supervision des stations sur le logiciel
WinCC intégré dans Tia portal

IV.1 Introduction

Les systèmes automatiques moderne sont plus complexes à gérer à savoir le contrôle-commande, la surveillance et les travaux de maintenance, mais avec l'évolution de l'industrie la supervision des systèmes automatiques, les voies sont ouvertes vers un monde où la technologie et l'expertise humaine se conjuguent pour créer des environnements de travail plus intelligents, plus sûrs et plus efficaces.

IV.2 La supervision

La supervision est une interface évoluée entre l'homme et la machine, elle permet la surveillance, la conduite et le contrôle en temps réel de processus automatisés.

La supervision des processus industriels permet d'accroître la productivité et de diminuer le coût d'entretien par l'amélioration de la disponibilité des systèmes de production. La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal, et de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus.

IV.3 Avantages de la supervision

La supervision offre de nombreux avantages qui permettent d'améliorer l'efficacité, la sécurité et la fiabilité des opérations dans divers domaines industriels et de gestion, en ayant les informations suivantes :

- Surveillance en temps réel
- Détection précoce des anomalies
- Sécurité renforcée
- Maintenance préventive
- Diagnostic

IV.4 Logiciel de supervision

Dans le contrôle industriel, la supervision des procédés est constituée d'un pupitre de contrôle/commande évolué, qui permet de surveiller et/ou de contrôler l'exécution de tâches du procédé. Il fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.) avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel [3]

Pour l'élaboration de la plateforme de supervision de notre atelier, nous avons utilisé le Win CC flexible intégré sur Tia Portal.

IV.4.1 Présentation de WinCC (Tia portal) V16

WinCC (Tia portal) V16 est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation WinCC Runtime Advanced ou par le système SCADA WinCC Runtime Professional.

Il permet de créer une Interface Homme machine (IHM) graphique, qui assure la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle [3].

WinCC (TIA-Portal) est disponible en quatre éditions, selon les systèmes de conduite à configurer :

- WinCC basic pour la configuration des pupitres de base :

WinCC basic fait toujours partie constituante des éditions STEP 7 Basic et STEP 7 Professional.

- WinCC Comfort pour la configuration de tous les pupitres (y compris de Comfort Panels, Mobile Panels).

- WinCC Advanced pour la configuration de tous les pupitres et des PC par le logiciel de visualisation WinCC Runtime Advanced.
- WinCC Professional pour la configuration de pupitres et de PC avec WinCC Runtime Advanced ou avec le système SCADA WinCC Runtime Professional.

IV.4.2 L'interface Homme /Machine (IHM)

L'IHM est un Ensemble de dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique. Avec le développement des automates programmables, de nouvelles interfaces sont apparues, permettant d'élargir les possibilités de dialogue basées sur des échanges de messages numériques, elles apportent non seulement une aide significative pour la conduite d'exploitation, mais aussi une aide au diagnostic et de larges possibilités de suivi, de production et de contrôle de qualité [3].

IV.5 Développement d'un système de supervision sous Win CC TIA PORTAL

Pour le développement de l'IHM de supervision pour notre Atelier de fabrication Tambour, nous avons utilisé WINCC TIA Portal V16 intégré dans le logiciel de programmation TIA Portal V 16.

IV.5.1 Le choix de l'HMI

L'HMI choisit dans notre projet est TP1200 Comfort, la figure suivante montre le type de l'HMI.

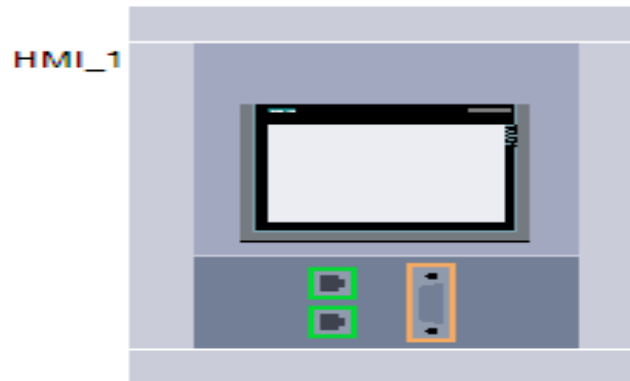


Figure IV.1: IHM TP1200 Comfort.

IV.5.2 Liaison CPU _IHM

La liaison entre la CPU et l'HMI choisie est réalisée par un réseau Profinet, la figure (IV.2) montre la liaison réalisée.

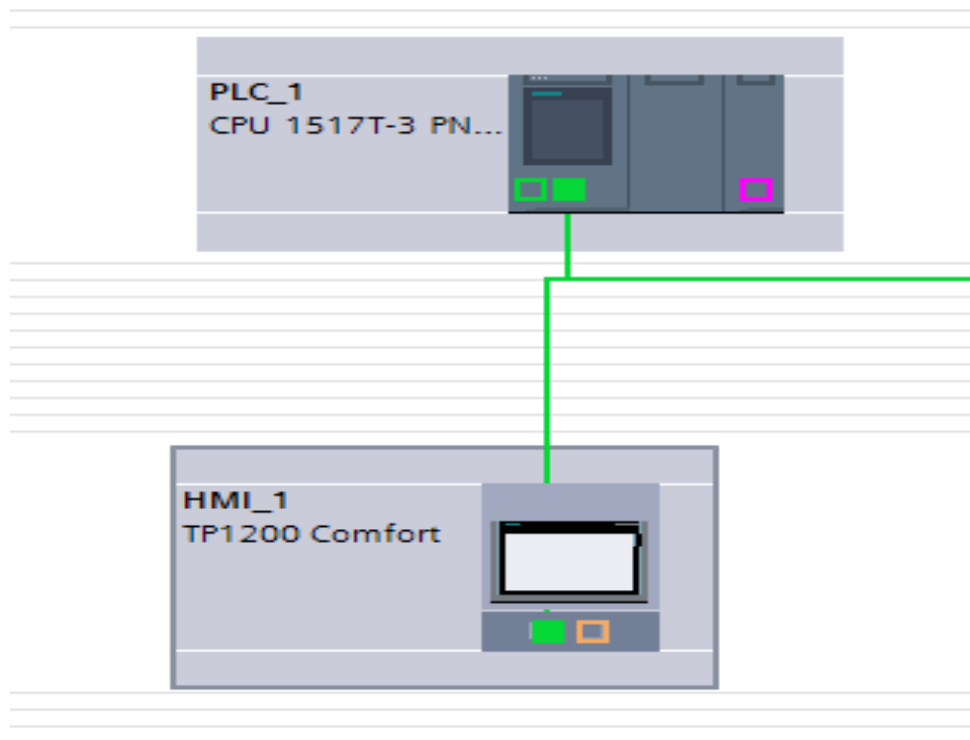


Figure IV.2: La liaison entre CPU et l'HMI par un réseau Profinet.

IV.6 Les vues programmées dans l'IHM

Dans notre programme on a réalisé la supervision WinCC du système par l'HMI TP1200 Comfort selon les vues suivantes.

IV.6.1 Vue Accueil

La vue d'accueil est la vue présentative de notre HMI. Elle comporte un bouton qui est le bouton Demarrer, qui nous mène directement vers la vue état des stations développer, elle contient un champ disponible pour l'écriture de mot de passe destine aux ingénieurs et operateurs. La figure (IV.3) ci-dessous



Figure IV.3: Vue d'accueil.

IV.6.2 Vue état des stations

La vue état des stations montre sur la (Figure IV.4), est la vue de la commande du système. Elle contient plusieurs boutons de gestion, on trouve sur la fenêtre centrale cinq (05) boutons de sélection. Le bouton START qui donne une impulsion pour le démarrage de toutes les stations, un bouton STOP pour qui nous

permet d'arrêter le système, un autre bouton ARR_URG pour intervenir en cas d'urgence et deux boutons verrouillage/déverrouillage des portes de l'ateliers. Les états des stations se trouvent à gauche de la fenêtre, un bouton (Exit) pour revenir à la vue accueil.

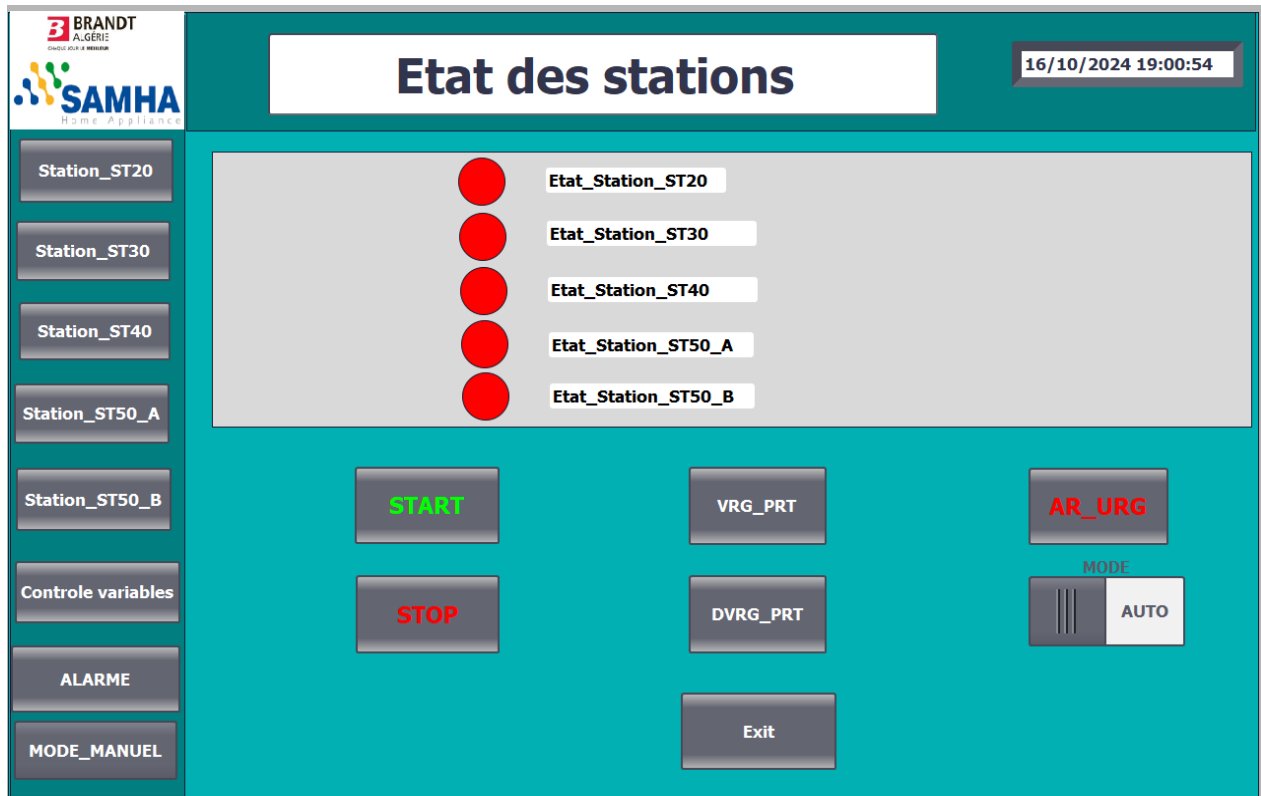


Figure IV.4: Vue etat des stations.

IV.6.3 Vue Contrôle des Variables Atelier

La vue de la (Figure IV.5), nous montre comment on supervise les entrées analogiques (température, niveau huile et pression d'aire) par un graphe variant en fonction de temps, ainsi que la visualisation d'une lampe de signalisation en cas de défauts dans le système.

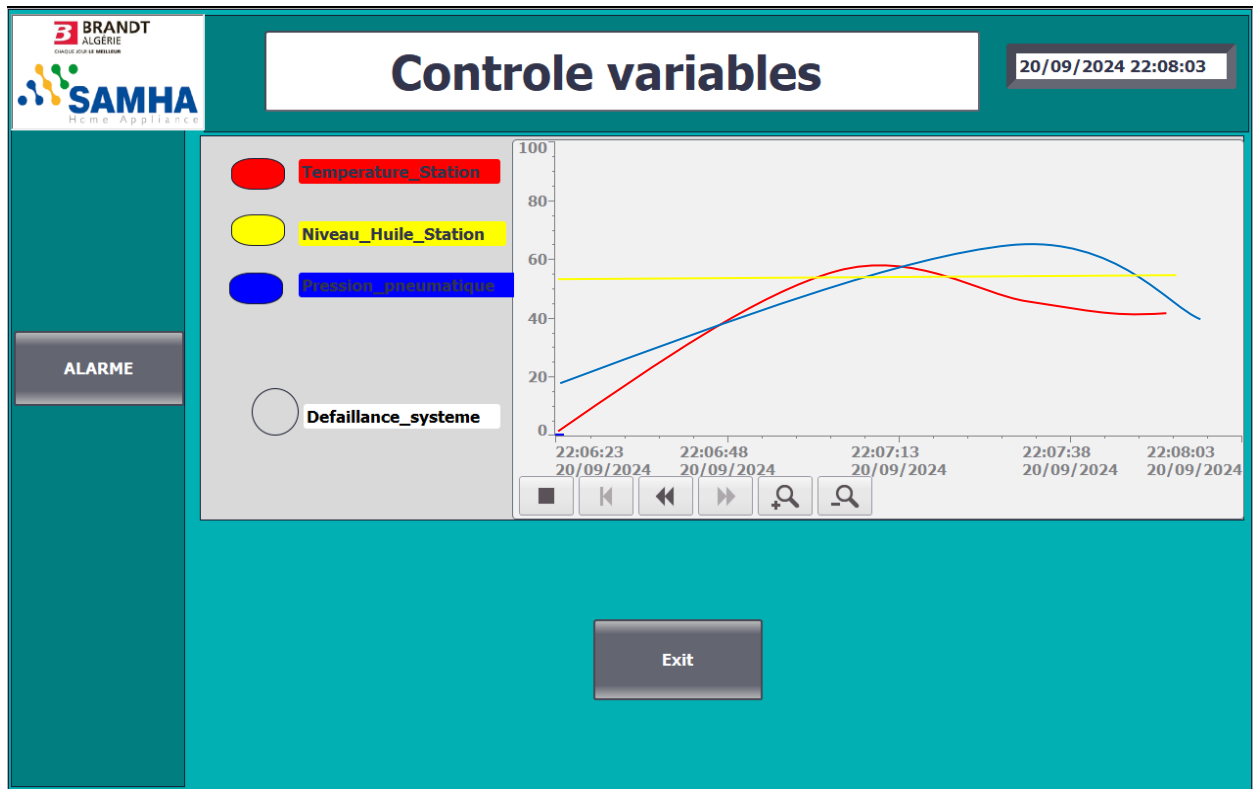


Figure IV.5: Vue Contrôle des Variables Atelier.

IV.6.4 Vue Alarme

La vue alarme (Figure IV.6) permet d'indiquer les anomalies ou les défauts de système en envoyons des messages d'alerte, on a jugé donc nécessaire de programmer des alarmes tout ou rien pour les portes de l'atelier et des alarmes analogiques pour contrôler l'huile, l'aire et la température. On trouve un bouton (Exit) pour quitter et retourner à la vue état des stations.



Figure IV.6: Vue Alarme.

IV.6.5 Vue Mode_manuelle

La vue Mode_manuelle (Figure IV.7) nous permet d'intervenir manuellement en cas des pannes et cela pour chaque station. Les boutons programmés commandent directement les électrovannes des vérins.

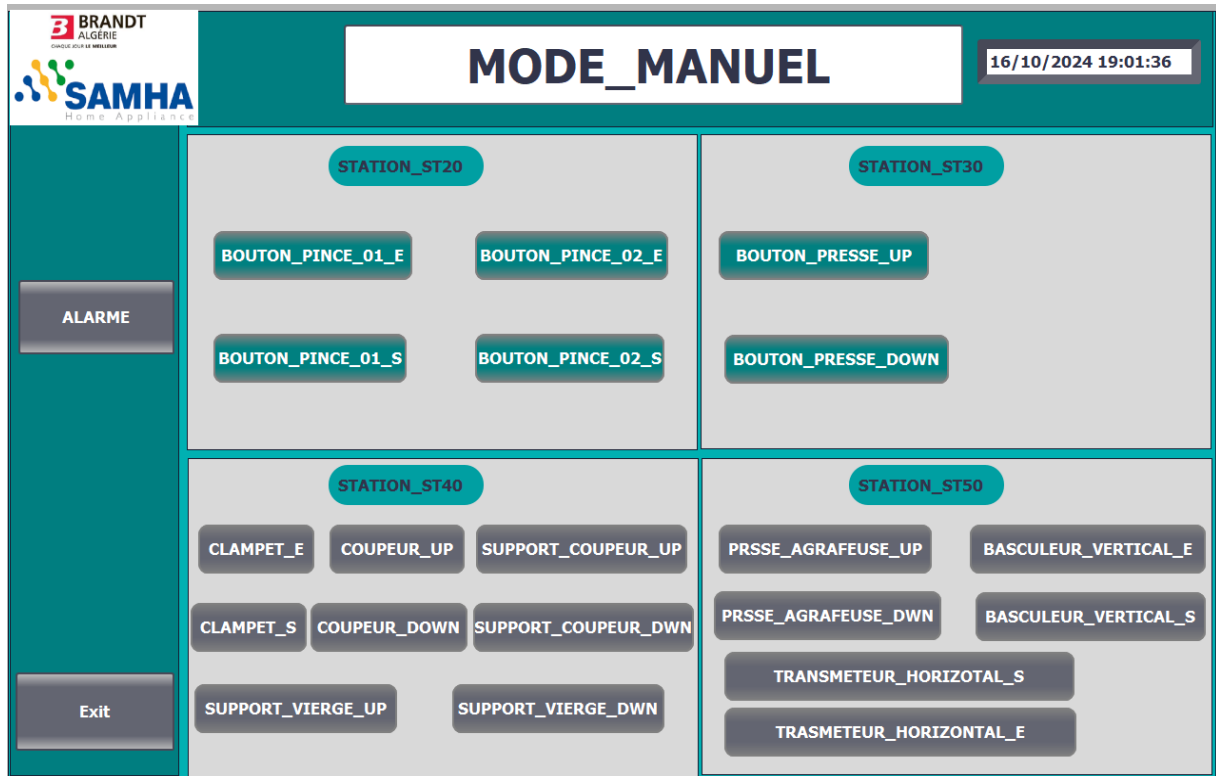


Figure IV.7: Vue du mode manuelle.

IV.6.6 Vue station_ST20

Dans cette vue (Figure IV.8) on a une photo 3D de la station ST20 avec les états des capteurs des vérins par les Leds verte qui s'allument quand le capteur est détecté, et ils s'éteignent quand le capteur n'est pas détecté.

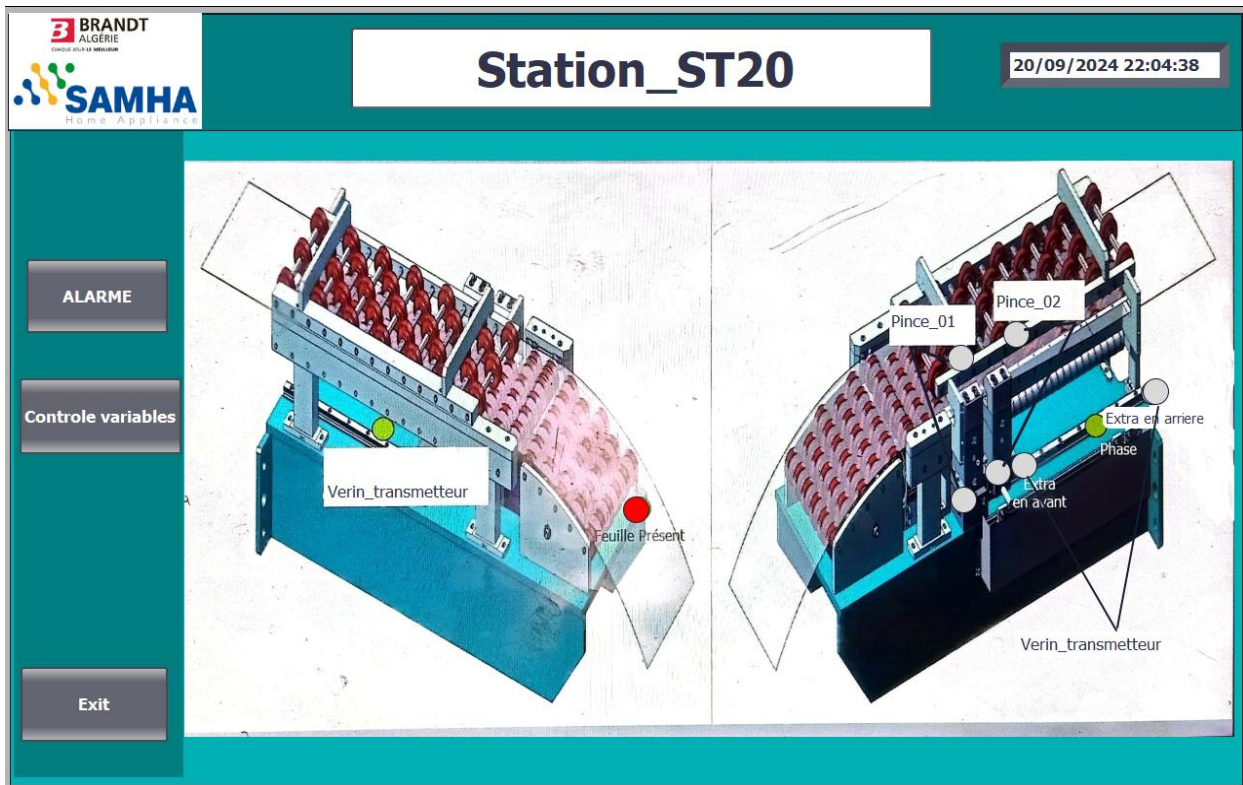


Figure IV.8: Vue de la station_ST20.

IV.6.7 Vue station_ST30

La vue de la (Figure IV.9), montre qu'il est possible de superviser les états des capteurs de toute la station que ce soit les capteurs ou presses et les capteurs de détections des métaux. L'allumage des leds montre le positionnement des tiges des vérins et de la feuille métallique.



Figure IV.9: Vue de la station_ST30.

IV.6.8 Vue station_ST40

La vue station_ST40 représentée sur la figure (Figure IV.10) est la vue qui montre la structure de la station_ST40 avec les différents états des capteurs des vérins et de présence de la feuille.

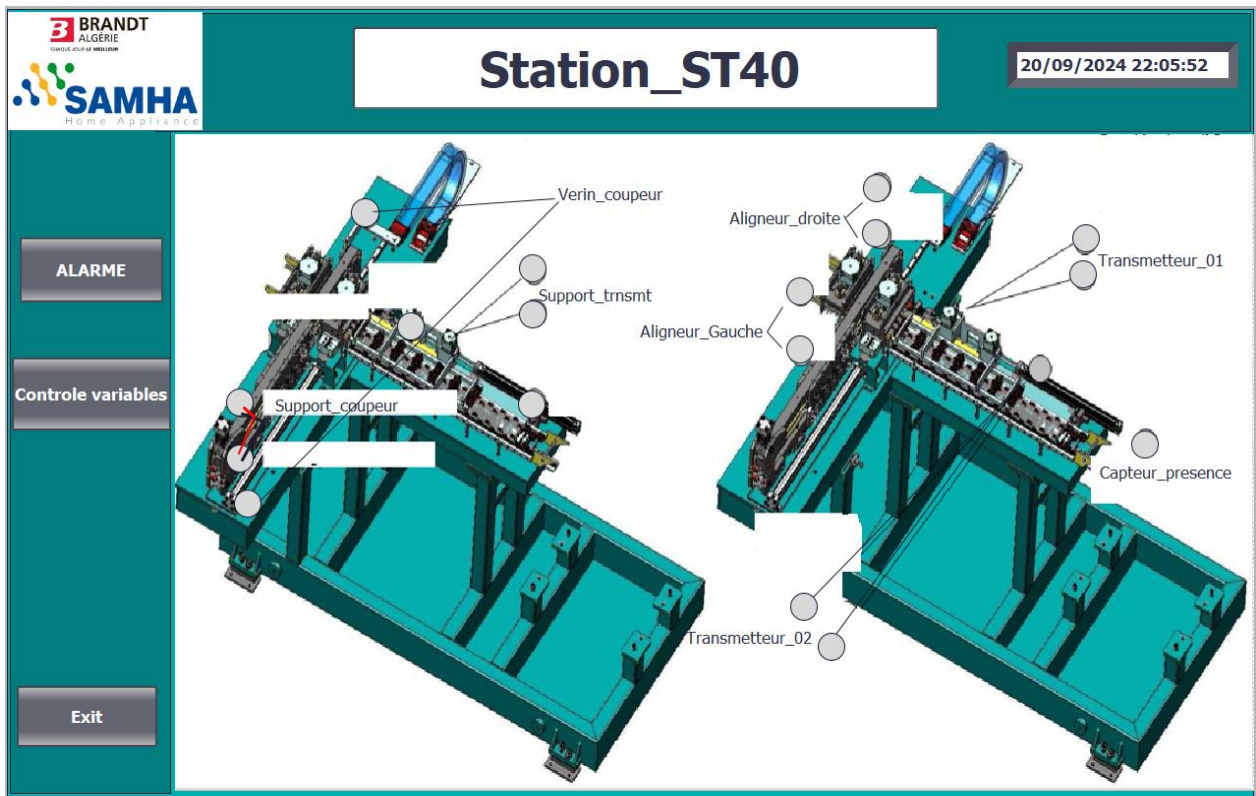


Figure IV.10: Vue de la station_ST40.

IV.6.9 Vue station_ST50_A

La vue station_ST50_A est montrée par la figure (Figure IV.11), elle illustre la structure de la station avec les différents capteurs et actionneurs. Les leds indiquent le fonctionnement des capteurs de chaque vérin ce qui nous montre le positionnement des vérins.

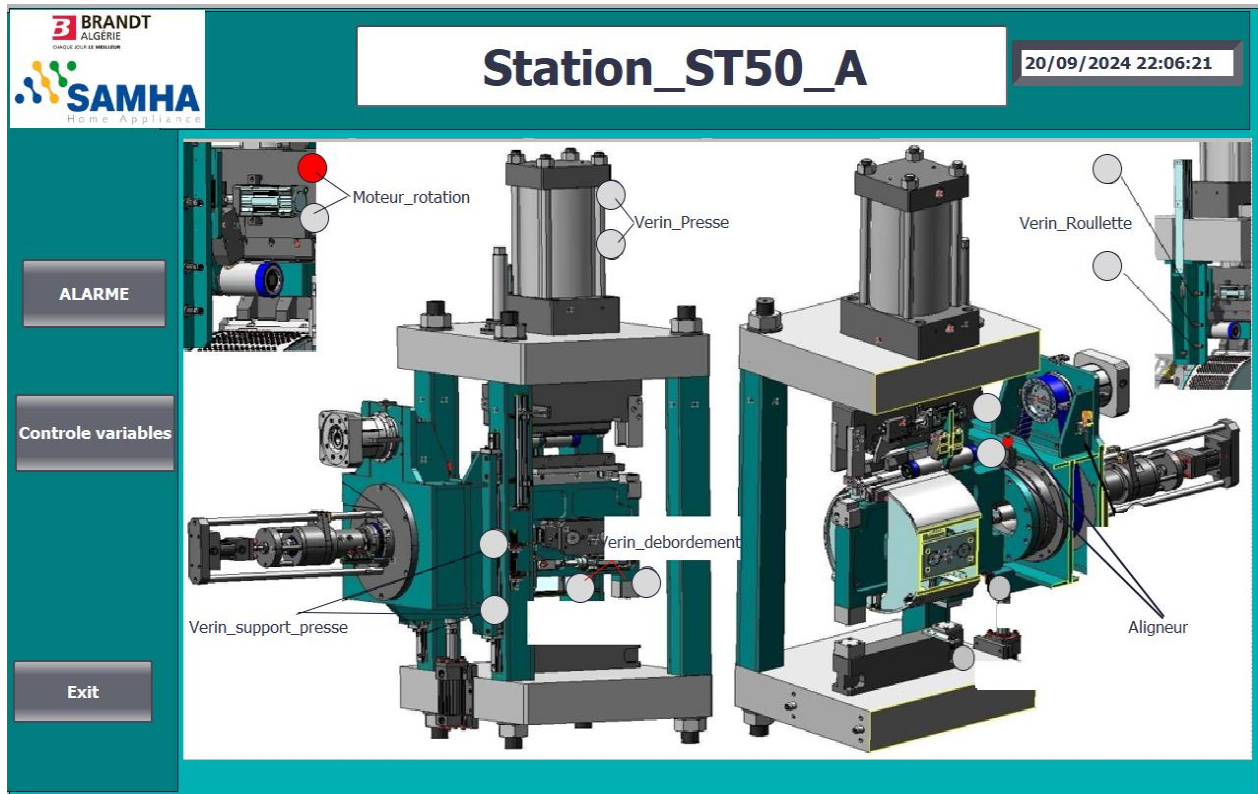


Figure IV.11: Vue de la station_ST50_A.

IV.6.10 Vue station_ST50_B

La vue station_ST50_B est montrée par la figure (Figure IV.12), elle illustre la structure de la station avec les différents capteurs et actionneurs, les leds indiquent le fonctionnement des capteurs de chaque vérin, ce qui nous montre le positionnement des vérins.

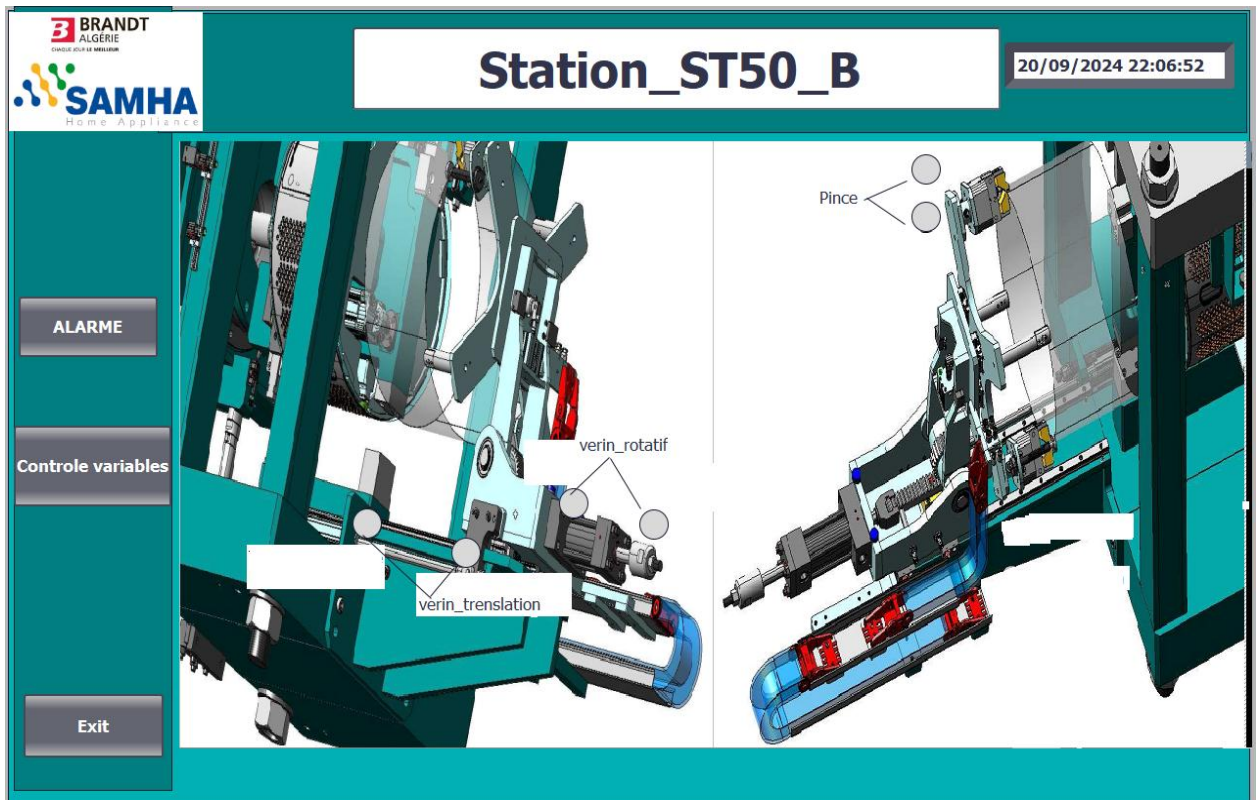


Figure IV.12: vue de la station_ST50_B.

IV.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré les notions de base de la supervision avec le logiciel Win CC TIA Portal dans un système automatique, mettant en lumière les fonctionnalités essentielles de ce logiciel puissant et du contrôle des processus automatisés. Grâce à l'utilisation de Win CC TIA Portal, nous avons appris à concevoir des interfaces utilisateur intuitives et informatives qui permettent une surveillance en temps réel des équipements et des processus. En incluant les principes de base de la supervision avec Win CC, nous sommes désormais mieux équipés pour concevoir et gérer des systèmes de contrôle industriels robustes et fiables.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de ce mémoire était d'explorer et de mettre en œuvre des solutions d'automatisation pour l'atelier de fabrication des tambours au sein de l'entreprise SAMHA Home Appliance, en utilisant un automate programmable Siemens S7-1500, en intégrant également plusieurs dispositifs de sécurité pour garantir un environnement de travail sûr et conforme aux normes industrielles.

Ce travail nous a été bénéfique à plus d'un titre, il nous a donné l'occasion de découvrir l'environnement industriel, de valoriser et de mettre en œuvre les notions théoriques acquises durant notre cursus universitaire. Au cours de ce projet, nous avons pu atteindre les objectifs fixés grâce à une série de démarches méthodologiques rigoureuses, à savoir l'analyse des besoins et conception d'un plan d'automatisation détaillé, prenant en compte les contraintes de l'atelier. La représentation Grafcet permettant de faciliter la modélisation du système, puis de mettre au point la programmation du système à automatiser, avec l'automate S7-1500 par le logiciel Tia portal V16, en effectuant la configuration des capteurs et actionneurs d'une manière décentralisée pour une interaction fluide et sécurisée avec l'automate, et l'intégration des dispositifs de sécurité.

Ce stage nous a conduit à développer une solution de commande et de supervision pour l'augmentation de la cadence de fabrication des tambours, la précision et la répétabilité des opérations automatisées, renforcer la sécurité des opérateurs, et faciliter le contrôle et la surveillance de l'atelier en temps réel, en mettant à la disposition une interface HMI programmée par le logiciel de supervision Win CC. Les résultats obtenus offrent une base solide pour des développements futurs et une compétitivité accrue de l'entreprise sur le marché.

Ce Mémoire conclut sur une note positive, montrant que l'intégration de technologies judicieuses avancées et de pratiques de sécurité rigoureuses constitue un investissement judicieux pour l'avenir de l'industrie manufacturière.

Enfin, nous espérons que ce modeste travail sera utile pour les promotions à venir.

Annexe

- Table mnémorique

Table de variables standard									
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Surveilla...	Commentaire
1	START	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Bouton demarage
2	STOP	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Bouton d'arret
3	BT_AR_URG	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Bouton d'arret d'urgence
4	EV_PNC_01_S	Bool	%Q20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_pince_01_sortie
5	EV_PNC_01_E	Bool	%Q20.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_pince_01_entree
6	EV_PNC_02_S	Bool	%Q20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_pince_02_sortie
7	EV_PNC_02_E	Bool	%Q20.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_pince_02_entree
8	ELV_LUBRF	Bool	%Q21.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Electovanne de lubrification
9	CPP0	Bool	%I20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur de presance de tole
10	CP_PNC_01_E	Bool	%I20.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_pince_01_entree
11	CP_PNC_01_S	Bool	%I20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_pince_01_sortie
12	CP_PNC_02_E	Bool	%I21.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_pince_02_entree
13	CP_PNC_02_S	Bool	%I21.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_pince_02_sortie
14	EV_V_TRNSMT_S	Bool	%Q21.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_V_transmetteur_sortie
15	EV_V_TRNSLT_E	Bool	%Q21.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_V_transmetteur_entree
16	CP_V_TRSMT_S	Bool	%I22.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin transmetteur_sortie
17	CP_V_TRSMT_E	Bool	%I22.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin transmetteur_entree
18	SEL_ST30	Bool	%Q22.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		indication de l'initialisation des presses(et
19	DEF_ST20	Bool	%M20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		indicateur_temps_cycle_st20
20	Tag_1	Timer	%T1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
21	CPP2	Bool	%I30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur de presence de la tole a la station
22	CP_01_H	Bool	%I30.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_01_haut
23	CP_02_H	Bool	%I30.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_02_haut
24	CP_03_H	Bool	%I30.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_03_haut
25	CP_04_H	Bool	%I30.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_04_haut
26	CP_05_H	Bool	%I30.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_05_haut
27	CP_06_H	Bool	%I30.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_06_haut
28	CP_01_B	Bool	%I30.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_01_bas
29	CP_02_B	Bool	%I31.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_02_bas
30	CP_03_B	Bool	%I31.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_03_bas
31	CP_04_B	Bool	%I31.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_04_bas
32	CP_05_B	Bool	%I31.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_05_bas
33	CP_06_B	Bool	%I31.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_presse_06_bas
34	EV_PRS_01_E	Bool	%Q30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_01_entree
35	EV_PRS_01_S	Bool	%Q30.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_01_sortie
36	EV_PRS_02_E	Bool	%Q30.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_02_entree
37	EV_PRS_02_S	Bool	%Q30.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_02_sortie
38	EV_PRS_03_E	Bool	%Q30.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_03_entree
39	EV_PRS_03_S	Bool	%Q30.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_03_sortie
40	EV_PRS_04_E	Bool	%Q30.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_04_entree
41	EV_PRS_04_S	Bool	%Q30.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_04_sortie

Table de variables standard

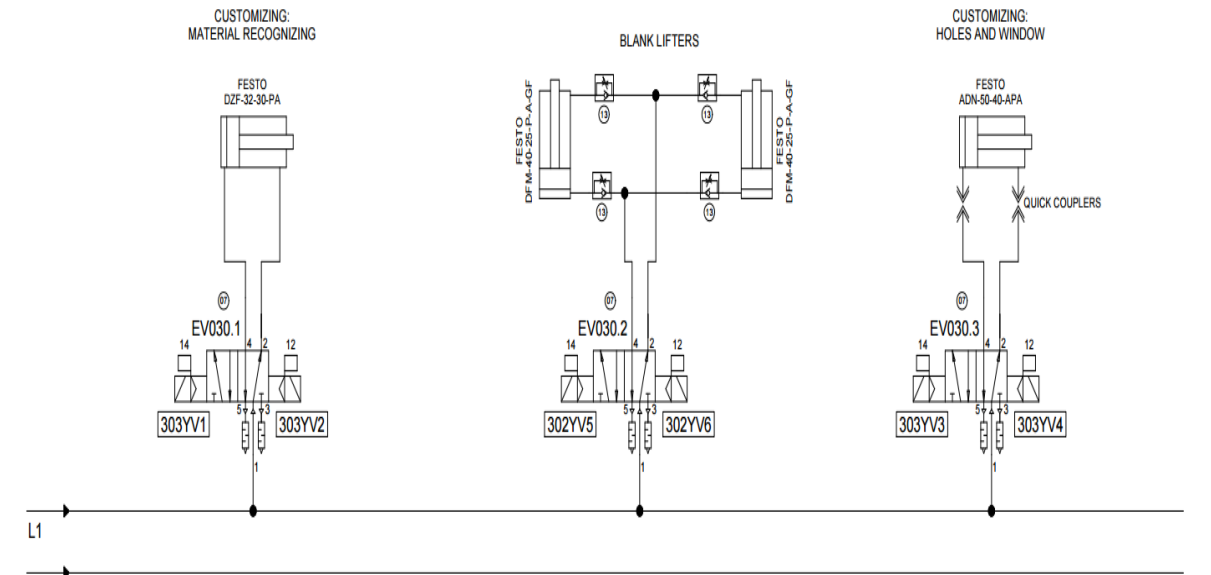
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Surveilla...	Commentaire
41	EV_PRS_04_S	Bool	%Q30.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_04_sortie
42	EV_PRS_05_E	Bool	%Q31.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_05_entree
43	EV_PRS_05_S	Bool	%Q31.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_05_sortie
44	EV_PRS_06_E	Bool	%Q31.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_06_entree
45	EV_PRS_06_S	Bool	%Q31.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_presse_06_sortie
46	EV_LUBRF_ST30_1	Bool	%Q31.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_lubrification_ST30_1
47	EV_LUBRF_ST30_2	Bool	%Q31.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_lubrification_ST30_2
48	DEF_ST30	Bool	%M30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		indicateur_temps_cycle_st30
49	EV_ALGNR_E	Bool	%Q40.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_aligneur_entree
50	EV_ALGNR_S	Bool	%Q40.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_aligneur_sortie
51	EV_V_CLAMP_E	Bool	%Q40.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_presse_serrage_entree
52	EV_V_CLAMP_S	Bool	%Q40.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_presse_serrage_sortie
53	CP_V_ALGNR_G_E	Bool	%I40.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_aligneur_gauche_entree
54	CP_V_ALGNR_G_S	Bool	%I40.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_aligneur_gauche_sortie
55	CP_V_ALGNR_D_E	Bool	%I40.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_aligneur_droite_entree
56	CP_V_ALGNR_D_S	Bool	%I40.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_aligneur_droite_sortie
57	CP_V_CLAMP_G_E	Bool	%I41.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_presse_gauche_entree
58	CP_V_CLAMP_G_S	Bool	%I41.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_presse_gauche_sortie
59	CP_V_CLAMP_D_E	Bool	%I41.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_presse_droite_entree
60	CP_V_CLAMP_D_S	Bool	%I41.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_presse_droite_sortie
61	EV_V_SUP_CP_E	Bool	%Q41.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_coupeur_entree
62	EV_V_SUP_CP_S	Bool	%Q41.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_coupeur_sortie
63	EV_V_CPR_E	Bool	%Q41.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_coupeur_entree
64	EV_V_CPR_S	Bool	%Q41.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_coupeur_sortie
65	CP_V_SUP_CP_E	Bool	%I42.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_coupeur_entree
66	CP_V_SUP_CP_S	Bool	%I42.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_coupeur_sortie
67	CP_V_CPR_E	Bool	%I42.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_coupeur_entree
68	CP_V_CPR_S	Bool	%I42.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_coupeur_sorie
69	EV_V_SUP_VRG_E	Bool	%Q42.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_vierge_entree
70	EV_V_SUP_VRG_S	Bool	%Q42.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_vierge_sortie
71	EV_V_TRNSM_1_E	Bool	%Q42.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_transmetteur_1_entree
72	EV_V_TRNSM_1_S	Bool	%Q42.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_transmetteur_1_sortie
73	CP_V_TRNSM_1_E	Bool	%I43.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_transmetteur_1_entree
74	CP_V_TRNSM_1_S	Bool	%I43.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_transmetteur_1_entree
75	EV_V_TRNSM_2_E	Bool	%Q43.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_transmetteur_2_entree
76	EV_V_TRNSM_2_S	Bool	%Q43.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_transmetteur_2_sortie
77	CP_V_TRNSM_2_E	Bool	%I43.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_transmetteur_2_entree
78	CP_V_TRNSM_2_S	Bool	%I43.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_transmetteur_2_sortie
79	CPP40_E	Bool	%I43.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur de presence_station 40_entree
80	CPP40_S	Bool	%I44.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur de presence_station 40_sortie
81	CP_V_SUP_VRG_E	Bool	%I44.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_vierge_entree

Table de variables standard

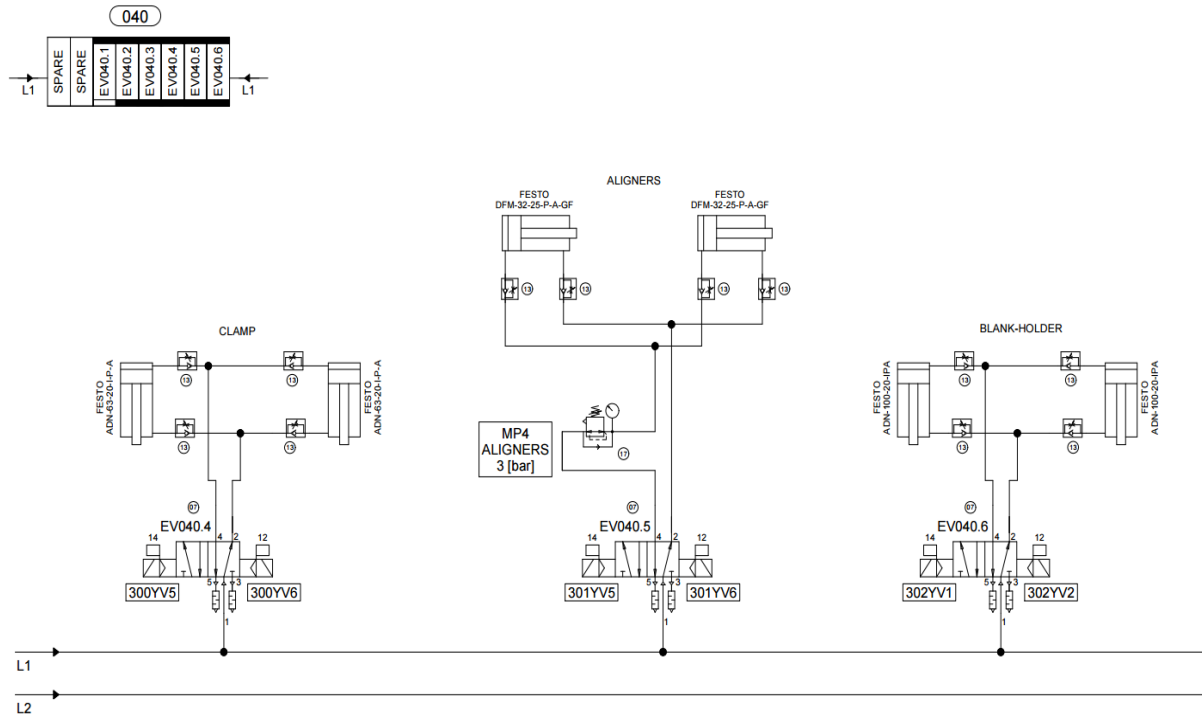
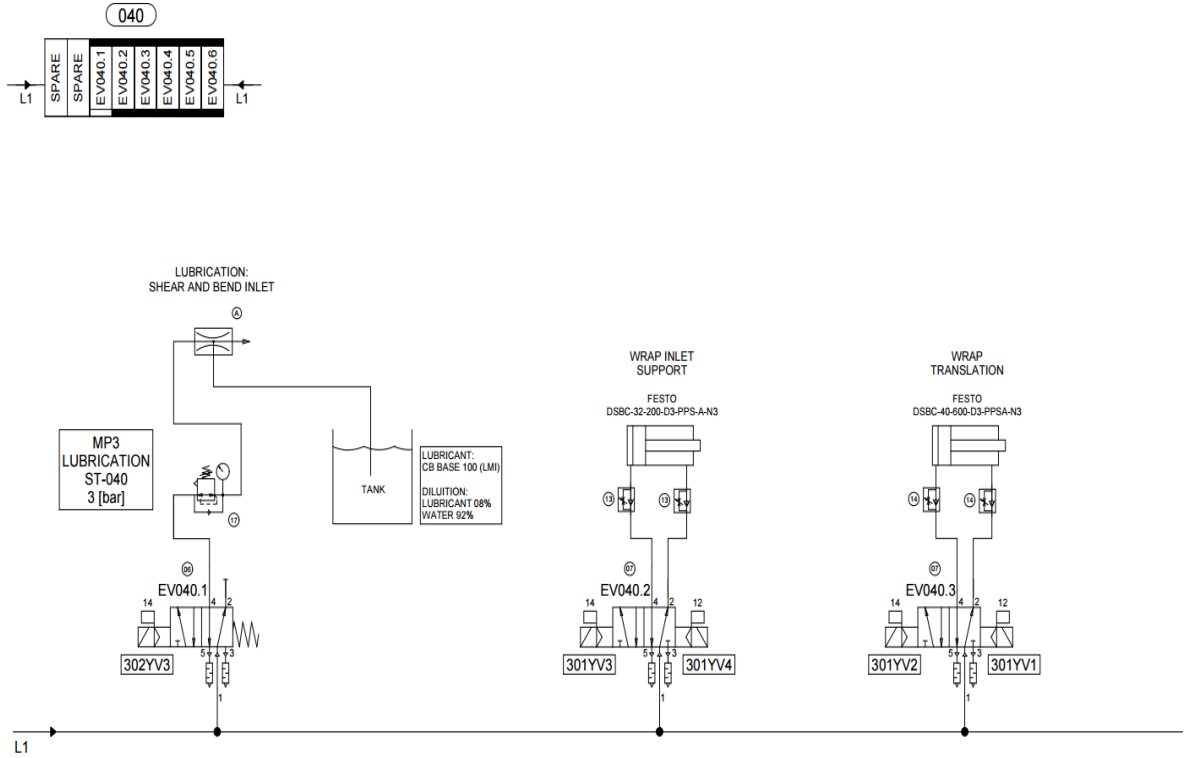
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Surveilla...	Commentaire
81	CP_V_SUP_VRG_E	Bool	%I44.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_vierge_entree
82	CP_V_SUP_VRG_S	Bool	%I44.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_vierge_sortie
83	EV_V_SUP_ROUE_F_E	Bool	%Q50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_
84	EV_V_SUP_ROUE_F_S	Bool	%Q50.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_support_
85	CP_V_SUP_ROUE_F_E	Bool	%I50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_roue_entree
86	CP_V_SUP_ROUE_F_S	Bool	%I50.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_support_roue_sortie
87	EV_V_AGRFG_E	Bool	%Q51.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinagraffeur_entree
88	EV_V_AGRFG_S	Bool	%Q51.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinagraffeur_sortie
89	CP_V_AGRFG_E	Bool	%I51.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinagraffeur_entree
90	CP_V_AGRFG_S	Bool	%I51.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinagraffeur_sortie
91	EV_V_ALGNR_ST50_E	Bool	%Q51.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinaligneur_entree
92	EV_V_ALGNR_ST50_S	Bool	%Q51.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinaligneur_sortie
93	CP_V_ALGNR_ST50_E	Bool	%I51.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinaligneur_entree
94	CP_V_ALGNR_ST50_S	Bool	%I51.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinaligneur_sortie
95	EV_V_DBR_E	Bool	%Q52.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verindebordement_entree
96	EV_V_DBR_S	Bool	%Q52.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verindebordement_sortie
97	CP_V_DBR_E	Bool	%I52.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verindebordement_entree
98	CP_V_DBR_S	Bool	%I52.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verindebordement_sortie
99	EV_V_SUP_AGRFG_E	Bool	%Q52.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_supportagraffeur_entree
100	EV_V_SUP_AGRFG_S	Bool	%Q52.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verin_supportagraffeur_sortie
101	CP_V_SUP_AGRFG_E	Bool	%I52.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_supportagraffeur_entree
102	CP_V_SUP_AGRFG_S	Bool	%I52.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verin_supportagraffeur_sortie
103	EV_V_PNC_MNPLT_E	Bool	%Q53.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinpince_manipulateur_entree
104	EV_V_PNC_MNPLT_S	Bool	%Q53.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinpince_manipulateur_sortie
105	CP_V_PNC_MANPL_E	Bool	%I53.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinpince_manipulateur_entree
106	CP_V_PNC_MANPL_S	Bool	%I53.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinpince_manipulateur_sortie
107	EV_V_TRNSM_HORZ_E	Bool	%Q54.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verintransmetteur_horizontale_entree
108	EV_V_TRNSM_HORZ_S	Bool	%Q54.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verintransmetteur_horizontale_sortie
109	EV_V_BSCL_VRTCL_E	Bool	%Q54.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinbasculeur_verticale_entree
110	EV_V_BSCL_VRTCL_S	Bool	%Q54.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		EV_verinbasculeur_verticale_sortie
111	CP_V_TRNSM_HORZ_E	Bool	%I54.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verintransmetteur_horizontale_e...
112	CP_V_TRNSM_HORZ_S	Bool	%I54.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verintransmetteur_horizontale_so.
113	CP_V_BSCL_VRTCL_E	Bool	%I54.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinbasculeur_verticale_entree
114	CP_V_BSCL_VRTCL_S	Bool	%I54.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verinbasculeur_verticale_sortie
115	KM_MTR_ST50	Bool	%Q50.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur_ST50
116	CP_MTR_ST50	Bool	%I50.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_moteur_ST50
117	CP_REER_FMC_S2000	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_reer_fmc_s2000
118	DEF_SFT	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		defaillance
119	CP_VRG_PRT_01	Bool	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verrouillage_porte_01
120	CP_VRG_PRT_02	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verrouillage_porte_02
121	CP_VRG_PRT_03	Bool	%I1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_verrouillage_porte_03

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Surveilla...	Commentaire
124	LED_ORG	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		LED_orange_(arret)
125	LED_VERTE	Bool	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		LED_verte_(marche)
126	VRG_PRT_1	Bool	%Q1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		verrouillage_porte_1
127	VRG_PRT_2	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		verrouillage_porte_2
128	VRG_PRT_3	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		verrouillage_porte_3
129	BT_VRG_PRT	Bool	%I2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		bouton_verrouillage_porte
130	VRG/DVRG_PRT	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
131	DEF_ST40	Bool	%M40.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
132	DEF_ST50	Bool	%M50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
133	ALRM_SNR	Bool	%Q2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		alarme_sonore
134	BT_MNTNC	Bool	%Q2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		bouton_maintenance
135	Tag_2	Int	%MW100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
136	Tag_3	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
137	Tag_4	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
138	CP_PRS_ST	DWord	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_analogique_pression
139	DEF_PRS_PNMT	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
140	Tag_5	Word	%MW1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
141	Tag_6	Int	%MW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
142	CP_NV_HL_ST	DWord	%MD12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_analogique_niveau_huile
143	Tag_7	Int	%MW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
144	CP_TMPRTR_ST	DWord	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		capteur_analogique_temperateur_station
145	Tag_8	Word	%IW256	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
146	Tag_9	Word	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
147	Tag_10	Word	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
148	DEF_NIV_HL_ST	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
149	DEF_TMPRT_ST	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
150	START(1)	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
151	STOP(1)	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
152	ACTIVATION	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
153	BT_EV_PNC_01E	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
154	BT_EV_PNC_01S	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
155	BT_EV_PNC_02E	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
156	BT_EV_PNC_02S	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
157	BT_PRS_UP_ST30	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
158	BT_PRS_DOWN_ST30	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
159	BT_V_ALGN/PRS_E	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
160	BT_V_ALGN/PRS_S	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
161	BT_SUP_CPR_E	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
162	BT_SUP_CPR_S	Bool	%M3.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
163	BT_CPR_E	Bool	%M3.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
164	BT_CPR_S	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

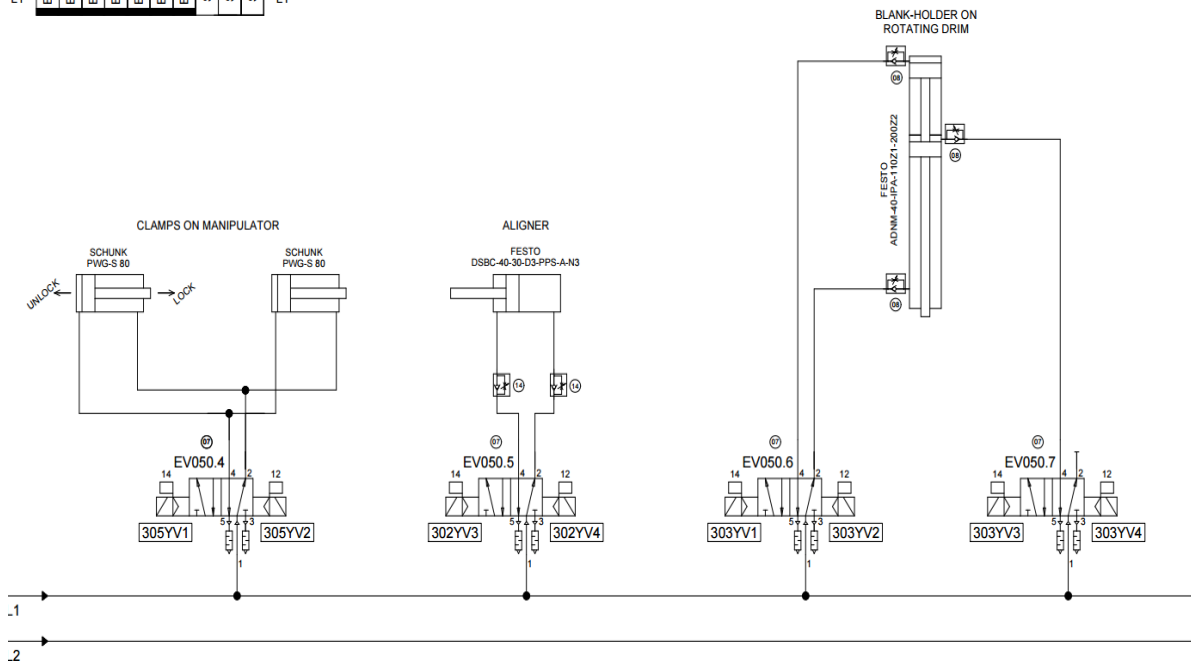
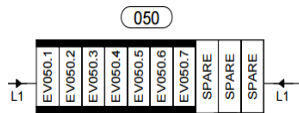
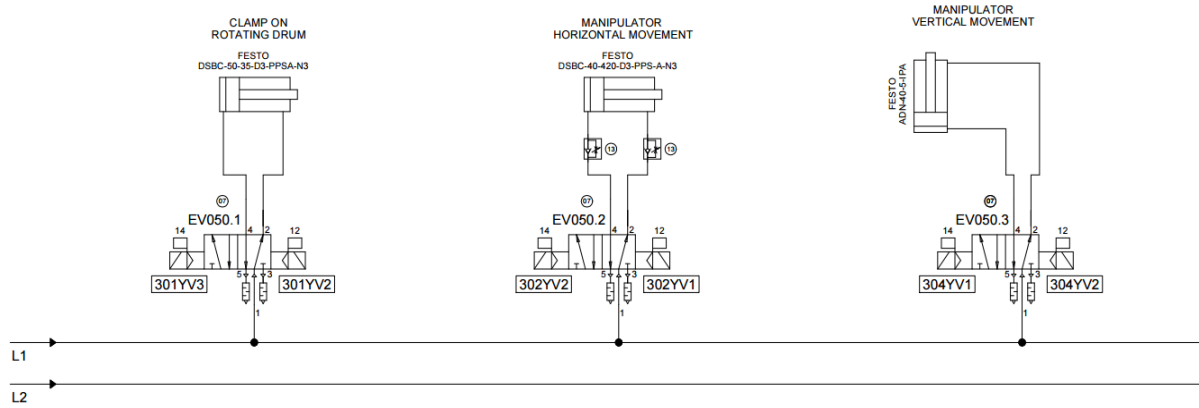
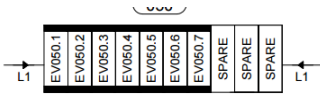
- Circuit pneumatique Station ST30 :



• Circuit pneumatique Station ST40 :

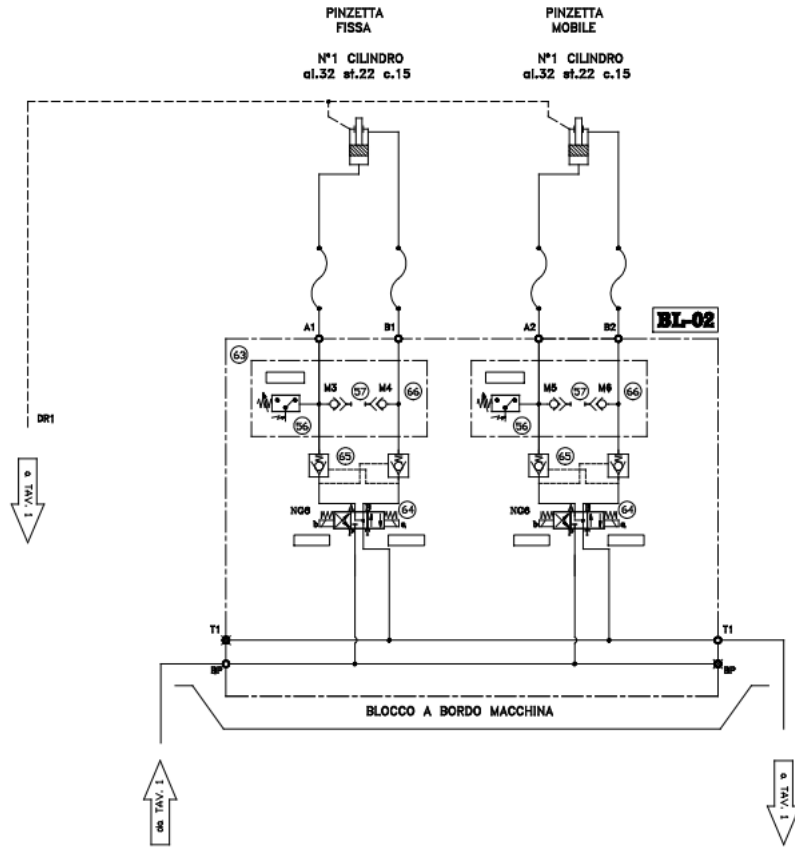


- Circuit pneumatique Station ST50 :



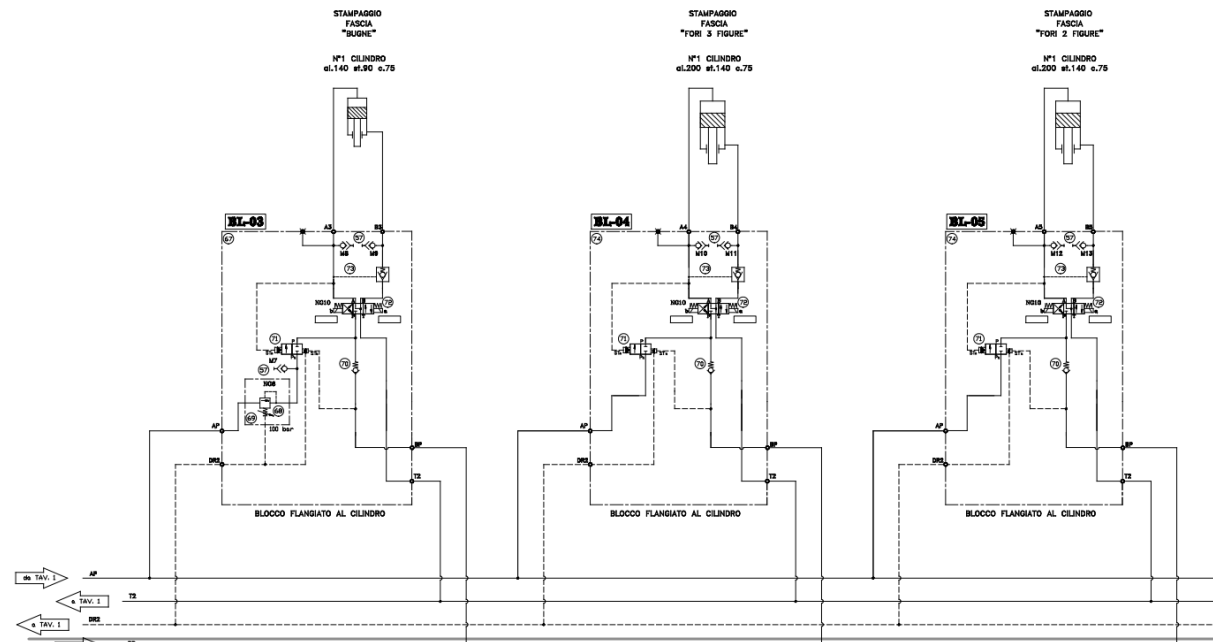
- Circuit hydraulique Station ST20 :

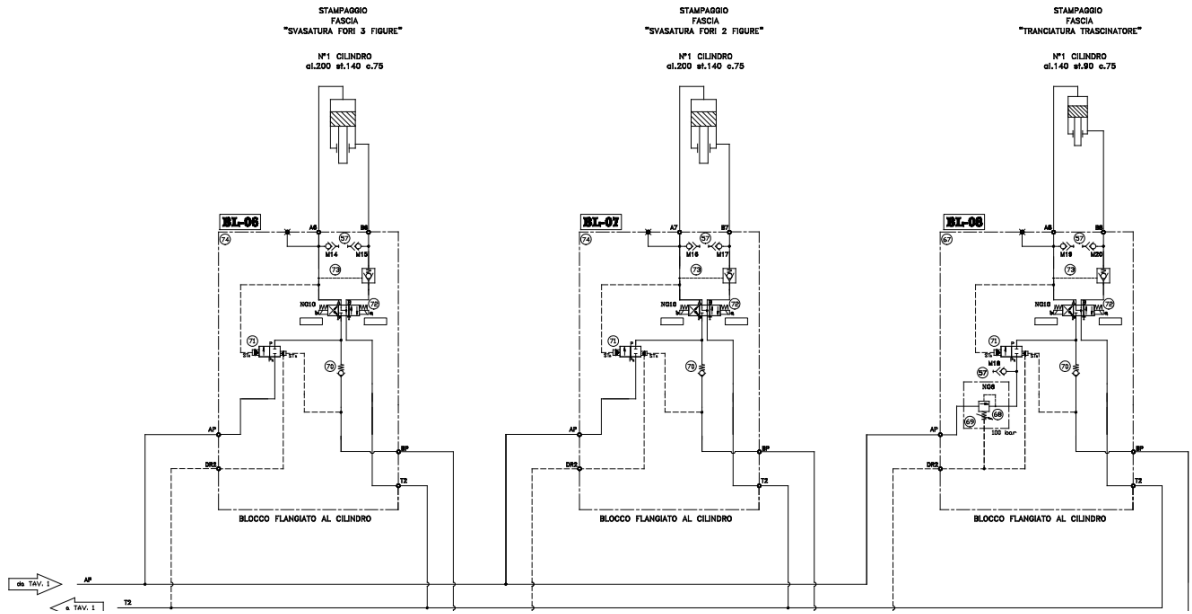
BANCO STAMPAGGIO FASCIA ST. 20



- Circuit hydraulique Station ST30 :

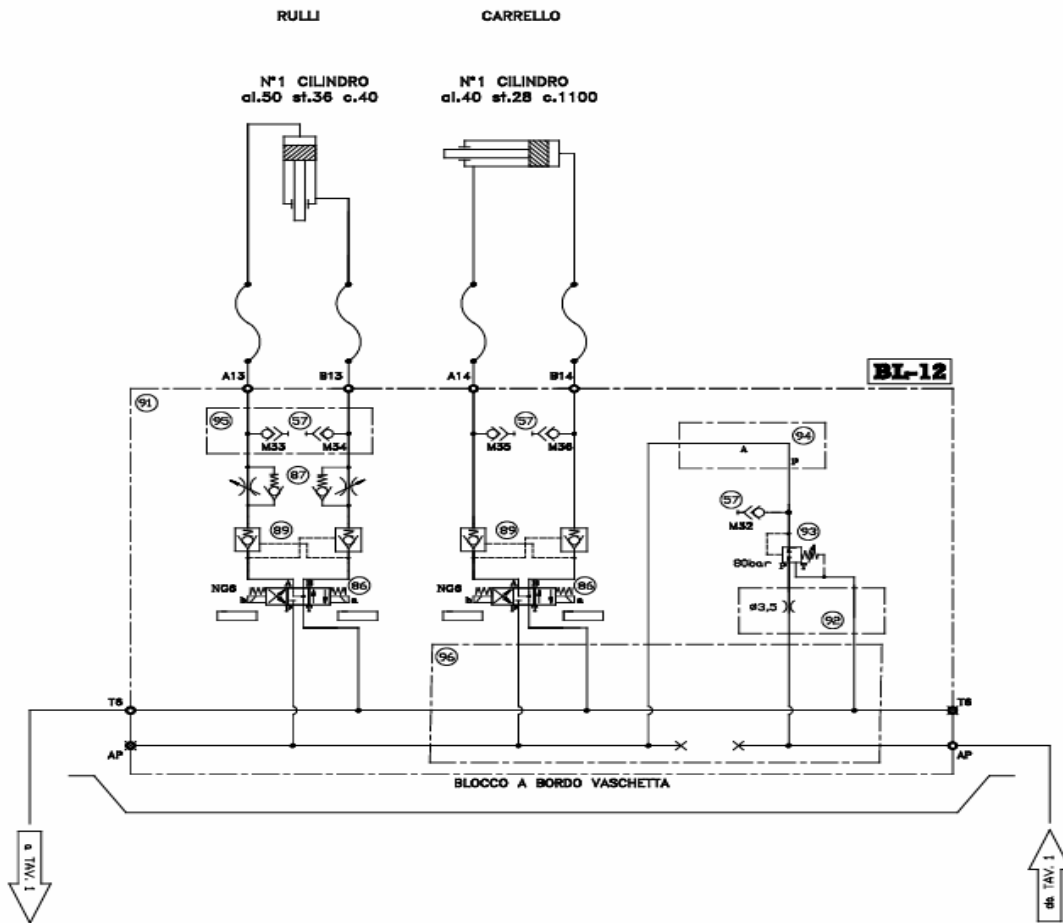
BANCO STAMPAGGIO FASCIA ST. 30





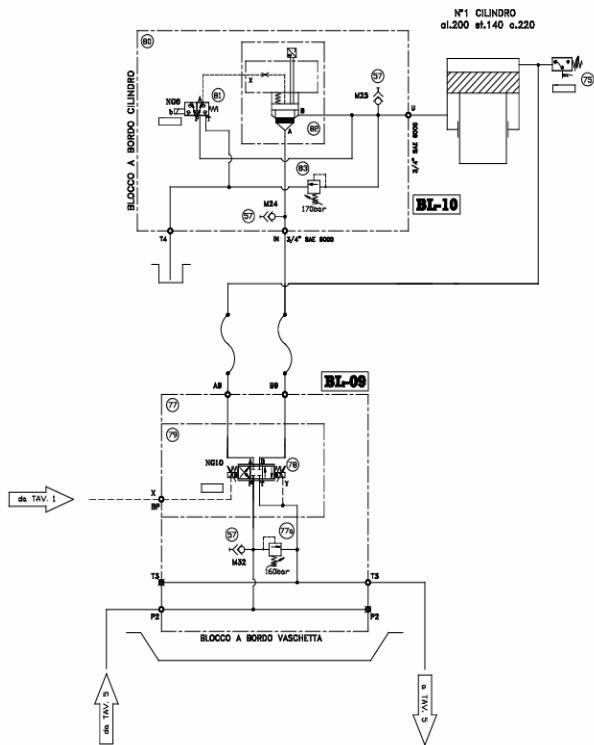
- Circuit hydraulique Station ST40 :

TAGLIO PIEGA FASCIA ST. 40

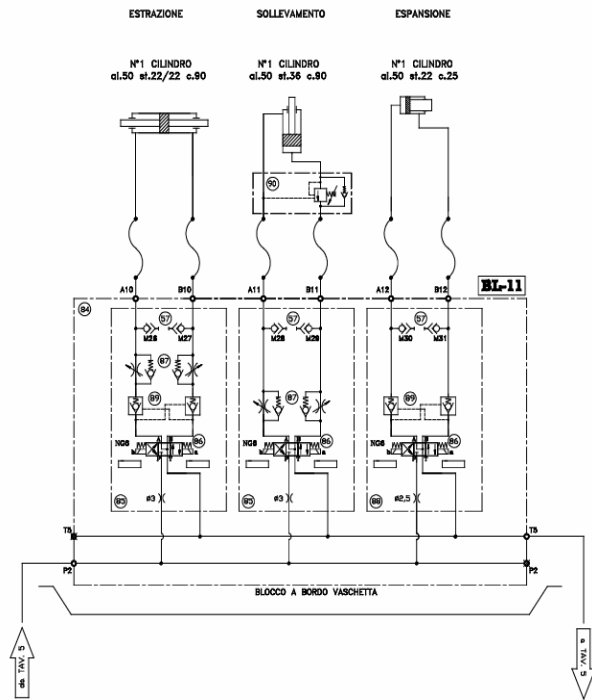


- Circuit hydraulique Station ST50 :

AGGRAFFATRICE FASCIA ST. 50



AGGRAFFATRICE FASCIA ST. 50



Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : « S71500_System_Manual_fr-FR_fr-FR » Documentation Siemens.
- [2] : « Manual_137008CS00_A_Rev01 » documentation de l'entreprise.
- [3] : « i-fundamentals-s7-fr.pdf » Document de formation pour une solution complète d'automatisation Totally Integrated Automation (T I A) (Documentation siemens).
- [4] : Mr CHARIF, Cours, « Supervision et système SCADA », 2024, FGEI, Département Automatique, UMMTO.
- [5] : Mr CHARIF, Cours, « Supervision et système SCADA », 2024, FGEI, Département Automatique, UMMTO.
- [6] : <https://www.technologuepro.com/technologie-systemes-hydrauliques/chapitre-2-les-circuits-hydrauliques-de-transmission-de-puissance.pdf>
- [7] : <https://www.ispm.ac.ma/wp-content/uploads/2020/03/S34-machines-marines.pdf>
- [8] : <https://www.air-techniques.fr/air/distributeur-a-commande-electrique-rappel-differentiel-bm-01-520.html>
- [9] : <https://www.technologuepro.com/cours-appareillage-electrique/chapitre-1-installations-electriques-phenomenes-appareillages.pdf>
- [10] : <https://www.electricalautomationnetwork.com/fr/siemens/3rb3016-1sb0-3rb30161sb0-siemens-relais-surcharge-3-12-a-pour-protection-moteur-taille-s00-class-10-con>

[11] : Cherier.F, Amade. G, « Modélisation en vue du diagnostic des défauts dans une machine asynchrone » mémoire d'Ingénieur d'Etat, Université M'hamed Bougara-Boumerdès, 2009.

[12] : <https://www.cnc-shopping.com/siemens-1fk7032-5ak71-1lh2-servomoteur-codeur-frein-615dc10997c6a-p-8562.html>

[13] : https://img1.wsimg.com/blobby/go/d89879dd-a0f6-4cd8-8b66-99c2d6e48b2c/downloads/variateur_de_vitesse_siemens_sinamics.pdf

[14] : A. Gonzaga. Les automates programmables industriels par [En ligne] http://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf

[15] : <https://eck-dz.com/product/detecteur-photoelectrique-50x50-12/>

[16] : <https://www.directindustry.fr/produit-fabricant/barriere-immaterielle-reer-79704-20895.html>

[17] : <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Cours-Grafcet-notions-de-base.htm>

[18] : Fahem Hammar. Etude de l'automatisation par automate programmable S7-300 de la machine à garnir les encoches de l'ENEL.

[19] : BoutrahiCylia_NehliMalha. Automatisation et supervision d'un système de nettoyage en place (NEP) d'une station des boissons gazeuses.

[20] : Moussa LAOUFI_Mohammed Arezki SI TAHAR. Automatisation et supervision des convoyeurs de l'unité de palettisation briqueterie d'IRDJEN

[21] : <https://www.naworks.eu/siemens.html>

[22] : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/293/58649293/att_863680/v1/et200sp_system_manual_fr-FR_fr-FR.pdf