



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة People's Democratic Republic of Algeria
التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيات المتقدمة
National Higher School of Advanced Technologies



Département Génie Industriel et Maintenance

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR d'État

-Filière-

Electromécanique

-Spécialité -

Mécatronique

- Thème -

**Automatisation et Supervision d'un Système
Mécatronique Cas d'Étude : Ligne d'Assemblage des
Distributeurs d'Eau – Condor Algérie-**

Réalisé par

ROUBEHIE FISSA RAFIK

KHAOUI SAAD

Membres de Jury :

AMRANE Ahmed

CHABANE Ali

REZGUI Wail

MCB ENSTA

MCB ENSTA

MCB ENSTA

Président

Examineur

Encadrant

Alger, le 01/07/2024

Année universitaire 2023–2024

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

À ma chère mère et mon cher père qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant toute ma période d'études.

À mes frère Mohamed, Marouen, à mes deux tantes Faiza et Naima. À mon binôme

Khaoui Saad, à mes collègues et amis Younes, Islam, Ihab, Badro, ainsi qu'à tous mes amis de l'ENSTA.

Et enfin, à tous les enseignants du département Génie Industriel et Maintenance et à toute la promotion 2024.

-Roubehie Fissa Rafik -

Dédicace

Je dédie ce travail à :

À ma chère mère et à mon cher père, pour leur soutien et leurs encouragements constants tout au long de mes études.

À mes chères sœurs.

À mon binôme, Roubehie Fissa Rafik, ainsi qu'à mes collègues et amis Aymen,

Fares et Hamza, et à tous mes amis de l'ENSMM et de l'ENSTA. Et enfin, à

tous les enseignants du département de Génie Industriel et Maintenance, ainsi

qu'à toute la promotion 2024.

Merci à tous.

Khaoui Saad -

Remerciement

Au Dieu le Tout-Puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la volonté de réaliser ce travail. Qu'Il nous pardonne et nous guide vers le droit chemin.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude à notre encadrant, Monsieur **Rezgui Wail**, pour son précieux soutien, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de ce projet. Sa grande expertise dans le domaine de l'automatisme a été une source d'inspiration et d'enrichissement pour nous deux.

Nous tenons encore à exprimer notre profonde gratitude à **Condor Algérie** et à ses ingénieurs pour nous avoir fourni toutes les données nécessaires à la réalisation de notre projet. Votre soutien et votre coopération ont été inestimables et ont grandement contribué à notre progression. Merci pour votre aide précieuse.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement l'ensemble du corps professoral et administratif de l'École Nationale Supérieure de Technologies Avancées pour la richesse et la qualité de leur enseignement, ainsi que pour les grands efforts déployés afin d'assurer à leurs étudiants une formation actualisée. Enfin, un grand merci à toutes celles et ceux qui nous ont aidés dans l'accomplissement de ce mémoire.

SAAD & Rafik

Liste des abréviations

API Automate Programmable Industriel

CPU Centrale processeur Unité

IHM Interface Homme Machine

PLCSIM Simulation d'automate programmable

DI Entrée numérique

DQ Sortie numérique

PROFINET Industrial Ethernet communication standard

LOG C'est langage de programmation graphique qui utilise des portes logiques

FAST Functional Analysis System Technique

OB Organization Block

Win CC Centre de contrôle Windows

FP fonctions principale

FB Function Block (Bloc Fonction)

Table des matières

Liste des figures	i
Liste des tableaux	iv
Introduction Générale	1
1 Généralités sur les systèmes automatisés	3
1.1 Introduction	4
1.2 Présentation des systèmes automatisés	4
1.2.1 La pyramide d'automatisation	4
1.2.2 Types de commandes des systèmes automatisés de production (SAP)	6
1.2.3 Structure des systèmes automatisés	7
1.2.4 Définition et types des Automates Programmables Industriels (API)	8
1.2.5 Choix d'un automate programmable industriel	9
1.2.6 GRAFCET	9
1.2.7 Les langages de programmation API	10
1.3 La supervision industrielle	11
1.3.1 Définition de la supervision industrielle	11
1.3.2 Architecture de la supervision industrielle	11
1.4 Conclusion	12
2 Étude de la ligne de production	13
2.1 Introduction	14
2.2 Étude du système actuel	14
2.2.1 Inconvénients du système	15
2.2.2 Propositions pour l'amélioration	16
2.3 Analyse fonctionnelle du système après l'amélioration	16
2.3.1 L'analyse fonctionnelle externe	17
2.3.2 Analyse fonctionnelle interne	19

2.4	Description des composants de la ligne de production	21
2.4.1	Le robot collaboratif (KUKA LBR IIWA)	21
2.4.2	Pompe à vide	22
2.4.3	Machine de chargement de gaz	22
2.4.4	Machine de test de fuite inficon	23
2.4.5	Convoyeur	24
2.4.6	Moteur triphasé	25
2.4.7	Machine de soudure ultrason STABLAT	25
2.4.8	Les cellules à ultrason	26
2.4.9	Sondes de température Pt100	26
2.4.10	Sonde de pression	27
2.5	Conclusion	28
3	Automatisation et supervision de la ligne de production	29
3.1	Introduction	30
3.2	Le graphique illustratif de la ligne de production	30
3.3	GRAFCET de la ligne de production	31
3.3.1	GRAFCET de l'assemblage initial	31
3.3.2	GRAFCET de l'aspiration par la pompe	32
3.3.3	GRAFCET de chargement de gaz et test de fuite	33
3.3.4	GRAFCET de test de performance	34
3.3.5	GRAFCET de l'emballage final	35
3.4	Programmation et développement	35
3.4.1	Définition de logiciel TIA PORTAL V17	35
3.4.2	Configuration matérielle du projet	36
3.4.3	Programmation des blocs	39
3.5	Supervision et développement	61
3.5.1	Choix de L'interface homme-machine	61
3.5.2	Création de liaison entre l'IHM (TP700 COMFORT) et l'API	62
3.5.3	Configuration des vues de l'interface	64
3.6	Conclusion	74
	Conclusion Générale	75
	Bibliographie	77

Liste des figures

1.1	La pyramide d'automatisation	5
1.2	Structure interne d'un système automatisé	7
1.3	Les modules de programmation compacte (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet)	8
1.4	API modulaire	9
1.5	Types de GRAFCET	10
1.6	Architecture générale d'un système de supervision	12
2.1	Liste d'effectif et leurs taches	14
2.2	Diagramme bête à corne	17
2.3	Diagramme pieuvre	18
2.4	Diagramme de A-0	20
2.5	Diagramme F.A.S.T	20
2.6	robot collaboratif	21
2.7	pompe a vide	22
2.8	Machine de chargement de gaz au sein de production	23
2.9	Machine de test de fuite au sein de l'entreprise Condor	23
2.10	convoyeurs à rouleaux	24
2.11	Moteur électrique triphasé	25
2.12	Machine de soudure ultrason	26
2.13	Principe de fonctionnement des cellules à ultrason	26
2.14	Sonde de température	27
2.15	Sonde de pression	28
3.1	Le graphique illustratif de la ligne de production	30
3.2	GRAFCET de l'assemblage initial	31
3.3	GRAFCET processus de l'aspiration par la pompe	32
3.4	GRAFCET de chargement gaz et test de fuit	33
3.5	GRAFCET de test de performance	34

3.6	GRAFCET de l’emballage final	35
3.7	Interface de TIA PORTAL	36
3.8	Ajout d’un PLC	37
3.9	L’ajout de module E/S	38
3.10	Configuration de l’api	38
3.11	Les entrées numériques du système	39
3.12	Les variables analogiques	39
3.13	Sorties et variables mémorisées	40
3.14	Sorties et variables mémorisées	40
3.15	Calcule de la pression de chargement de gaz	41
3.16	Calcule de pression de gaz dans distributeur	41
3.17	Calcule de température d’eau chaude de distributeur	42
3.18	Calcule de température d’eau froide de distributeur	42
3.19	Programme de commande de moteur convoyeur 1	43
3.20	Programme de l’étape d’assemblage initial et commande du robot d’assemblage	44
3.21	Programme de l’étape aspiration par la pompe	44
3.22	Programme de l’étape chargement de gaz	45
3.23	Programme de l’étape chargement de gaz	46
3.24	Programme de l’étape chargement de gaz	46
3.25	programme de l’étape chargement de gaz	47
3.26	L’étape de réparation de système ou validation de système	47
3.27	programme de l’étape de test de performance du système	48
3.28	Programme de l’étape de test de performance du système	48
3.29	Programme de l’étape de test de performance du système	49
3.30	Programme de l’étape de test de performance du système	49
3.31	Programme de l’étapes d’emballage final du système	50
3.32	Programme de l’étapes d’emballage final du système	50
3.33	Commande moteur convoyeur 1	51
3.34	Simulation de processus d’assemblage.	52
3.35	Simulation de commande de moteur convoyeur 2	52
3.36	Simulation de la durée de fonctionnement de moteur convoyeur 2	53
3.37	Simulation de processus de la pompe	53
3.38	Simulation de commande de moteur convoyeur 3	54
3.39	Simulation de processus de chargement de gaz	55
3.40	Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite	56
3.41	Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite	56

3.42	Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite	57
3.43	Cas de fuite	57
3.44	Simulation de commande de Moteur convoyeur 4	58
3.45	Simulation de démarrage de test de performance	58
3.46	Test de performance –Température chaude –	59
3.47	Test de performance – Température froide –	59
3.48	Calculé des pièces à réparer après le test de performance	60
3.49	Commande de processus d’emballage	60
3.50	Processus de calcul des pièces finies	61
3.51	Interface de TIA PORTAL V17	63
3.52	Liaison PROFINET API S7-1200/TP700 COMFORT	63
3.53	Vue principale HMI	64
3.54	Processus initialisations du système	65
3.55	Présence d’un objet	65
3.56	Moteur de convoyeur 1 en marche	66
3.57	Processus d’assemblage initial	66
3.58	Moteur convoyeur 2 en marche	67
3.59	Processus de l’aspiration par la pompe	67
3.60	Moteur convoyeur 3 en marche	68
3.61	Processus de chargement de gaz	68
3.62	Processus de chargement de gaz	69
3.63	Processus de Test de fuite (cas de fuite)	69
3.64	Cas de non fuite et redémarrage moteur 3	70
3.65	Moteur convoyeur 4 en Marche	70
3.66	Test de performance	71
3.67	Test de performance (cas d’alerte de maintenance)	71
3.68	Processus de l’emballage	72
3.69	État de produit fini	72
3.70	La vue des paramètres	73
3.71	Produit en état de fuite et non performance	73
3.72	État de produit fini	74

Liste des tableaux

2.1	Les fonctions de service d'un Diagramme pieuvre.	19
-----	--	----

Introduction Générale

Aujourd'hui, l'automatisation des lignes de production est très importante pour améliorer les processus industriels, surtout en ingénierie mécatronique. Notre projet de fin d'études vise à automatiser et surveiller une ligne de production de distributeurs d'eau, après avoir rencontré des problèmes dans le contrôle et la supervision. Cette ligne comprend des pompes à vide et des moteurs triphasés qui font avancer les distributeurs d'eau. Il y a aussi une machine pour tester les fuites et une autre pour charger du gaz, ce qui rend le système complexe car plusieurs machines et processus ne sont pas automatisés.

Dans le système actuel de production des distributeurs d'eau, plusieurs problèmes ont été identifiés. Le contrôle est basé sur une logique câblée commandée par des relais, ce qui limite la réactivité et la précision. La supervision des pompes à vide, de la machine de test de fuite et de la machine de chargement de gaz est insuffisante, de même que la surveillance des états de fonctionnement, de la pression et de la température.

Notre projet de fin d'études a pour objectif d'automatiser cette ligne de production pour résoudre ces problèmes.

Tout d'abord, nous allons améliorer le contrôle des moteurs triphasés en remplaçant la logique câblée par un système de commande programmable comme le système TIA Portal. Ensuite, nous intégrerons des systèmes de surveillance avancés pour les pompes à vide, la machine de test de fuite et la machine de chargement de gaz. Ces systèmes permettront une surveillance en temps réel de l'état de fonctionnement de ces équipements, notamment leur marche/arrêt et leur charge/hors charge, ainsi que la pression de vide dans le système.

Ce projet se déroule au sein de l'entreprise Condor Multimédia, une société pionnière dans la fabrication d'équipements électroniques et informatiques. Fondée vers les années 2002, Condor Multimédia s'est imposée sur le marché algérien des équipements domestiques grâce à sa diversité. L'environnement innovant de cette entreprise a favorisé une avancée efficace dans la production de ses produits. Condor Multimédia a généreusement ouvert ses portes, offrant un accès facile à des ressources techniques de pointe telles que les services des ressources humaines, de planification et contrôle, de contrôle de qualité,

de maintenance, de gestion des stocks, de production et de technique. Cette collaboration a permis de bénéficier de l'expertise d'experts reconnus. L'engagement de Condor Multimédia envers l'innovation industrielle a joué un rôle essentiel dans la réussite de notre projet.

Dans le but de fournir une vision complète, le présent rapport est structuré en trois chapitres, couvrant tous les aspects des automatisations et de la supervision, de la programmation et des simulations :

- ◆ Le premier chapitre, Généralités sur les systèmes automatisés, est consacré à la définition des principaux éléments d'automatisation et de supervision industrielle.
- ◆ Le deuxième chapitre se concentre sur la description de l'acheminement de la ligne et de ses parties mécaniques et électriques, ainsi qu'à ses caractéristiques, composants et cycle de fonctionnement. Il inclut également une analyse fonctionnelle, les inconvénients du système actuel et les solutions proposées.
- ◆ Le troisième chapitre est consacré aux étapes de configuration, de programmation d'API et à l'interface de supervision. et la programmation et la simulation de notre automate programmable.

Enfin, pour conclure ce rapport, nous dressons un aperçu général des résultats obtenus lors du présent projet, ainsi que des perspectives d'amélioration pour optimiser davantage le système.

Chapitre 1

Généralités sur les systèmes automatisés

1.1 Introduction

Le domaine de la mécatronique a beaucoup évolué ces dernières années. Il combine le génie mécanique, électronique et informatique pour créer des systèmes automatisés. Ces systèmes permettent de mieux contrôler et superviser les processus industriels grâce à des algorithmes de programmation [1].

Ce chapitre a deux objectifs. Le premier est d'expliquer les bases de l'automatisation et comment elle peut améliorer l'efficacité des processus industriels. Le second objectif est de définir ce qu'est la supervision industrielle et comment elle permet de surveiller et de contrôler les processus en temps réel.

1.2 Présentation des systèmes automatisés

Les systèmes automatisés sont essentiels pour rendre les processus industriels plus efficaces, précis et productifs. Un système automatisé est un ensemble d'appareils capables d'exécuter des actions prédéfinies de manière autonome en réponse à des signaux spécifiques. Ils sont composés d'éléments mécaniques et électroniques qui interagissent pour réaliser des tâches spécifiques sans intervention humaine continue. Ces systèmes sont souvent utilisés dans le secteur industriel [2].

Les systèmes automatisés offrent de nombreux avantages dans divers domaines. Voici quelques-uns d'entre eux :

- 1 Économie de temps : L'automatisation des processus de production permet d'accélérer les tâches répétitives et chronophages, réduisant ainsi le temps global nécessaire pour compléter les cycles de production.
- 2 Évitement du port de charges lourdes par les travailleurs : ce qui préserve leur santé et contribue à un environnement de travail plus sûr, réduisant les arrêts de travail liés aux problèmes de santé.
- 3 Augmentation de la productivité : L'intégration de systèmes automatisés permet d'améliorer la précision et la répétabilité des tâches, ce qui réduit les erreurs.

1.2.1 La pyramide d'automatisation

La pyramide d'automatisation est un modèle hiérarchique utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle pour illustrer la structure typique d'un système de contrôle et d'automatisation. Elle offre une hiérarchie structurée pour l'intégration des technologies

dans les processus de production. Voici les différents niveaux de la pyramide d'automatisation :

- 1 Niveau du terrain : Ce niveau est en interaction directe avec les processus physiques grâce à des capteurs et des actionneurs. Il est directement relié aux machines et aux installations.
- 2 Niveau de contrôle : C'est ici que les données provenant du niveau du terrain sont traitées, et où les décisions sont prises pour contrôler les processus. Les contrôleurs logiques programmables (PLC) et autres unités de contrôle se situent à ce niveau.
- 3 Niveau de l'entreprise : Ce niveau inclut les niveaux ERP et MES. Au niveau le plus élevé, des décisions commerciales stratégiques sont prises. Les données de production sont analysées pour accroître l'efficacité, contrôler les coûts et améliorer les performances globales de l'entreprise.

La figure (1.1) montre la pyramide d'automatisation et ses niveaux.

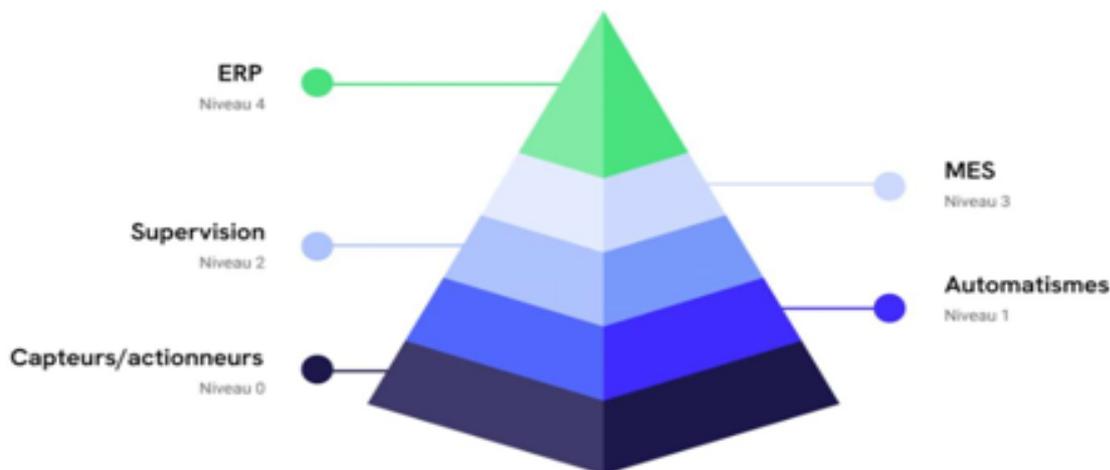


FIGURE 1.1 – La pyramide d'automatisation

Dans notre projet, nous visons le niveau 1 et le niveau 2 de la pyramide d'automatisation pour contrôler et superviser la ligne de production.

1.2.2 Types de commandes des systèmes automatisés de production (SAP)

Nous allons découvrir les différents types de commandes des systèmes automatisés de production (SAP). Connaître ces types de commandes nous aide à mieux contrôler et améliorer les processus de production, en choisissant les solutions les plus adaptées aux besoins de notre usine.

Il existe différents types de commandes dans les SAP [3] :

1.2.2.1 Système automatisé combinatoire

Ces systèmes n'utilisent aucun mécanisme de mémoire (ils n'ont pas de mémoire) et une combinaison d'entrées correspond à une combinaison de sorties simples. La logique pertinente est appelée logique combinatoire. L'outil utilisé pour les concevoir est l'algèbre de Boole, Table de vérité, table de Karnaugh... Aujourd'hui, les systèmes automatisés utilisant des technologies combinées sont rarement utilisés. Ils peuvent encore être conçus à l'aide de mécanismes simples où le nombre d'opérations à réaliser est limité.

1.2.2.2 Système automatisé séquentiel

Ces systèmes sont les plus utilisés dans l'industrie. Le cycle se déroule étape par étape. Une situation d'entrée peut correspondre à plusieurs situations de sortie. Le choix de l'une ou l'autre étape dépend de la situation antérieure du dispositif.

Il existe deux types de systèmes automatisés basés sur la logique séquentielle :

- 1 **La logique câblée** : utilise des connexions matérielles pour relier des modules électromagnétiques, électriques, pneumatiques ou fluidiques selon un schéma prédéfini. Elle est appréciée dans l'industrie pour sa rapidité et sa capacité à effectuer des tâches en parallèle. Cependant, elle présente des limitations telles que l'encombrement, le manque de flexibilité pour les modifications, la difficulté à gérer des problèmes complexes, la complexité de la recherche des pannes et le coût élevé pour les systèmes complexes [3].
- 2 **La logique programmée** : La technologie programmable remplace les connexions physiques des systèmes automatisés par des programmes chargés sur des dispositifs programmables, comme des micro-ordinateurs, des cartes électroniques ou des automates programmables. Utilisée couramment en gestion et en calcul scientifique, cette technologie s'applique aussi à l'informatique industrielle, qui combine les théories de l'automatique et les outils informatiques pour résoudre des problèmes industriels. Elle offre de nouvelles possibilités grâce à la puis-

sance de traitement et aux capacités de mémorisation de l'information. Les principaux avantages de la logique programmée incluent une réduction du câblage et de l'encombrement, une fiabilité accrue, une facilité de modification, une grande flexibilité et la capacité à résoudre des problèmes complexes [3].

1.2.3 Structure des systèmes automatisés

Les structures des systèmes automatisés sont conçues pour optimiser la précision des processus industriels en intégrant des technologies avancées telles que les automates programmables, les capteurs intelligents et les interfaces homme-machine.

Système électronique à fonctionnement numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne d'instructions orientées vers l'utilisateur pour la mise en œuvre des fonctions spécifiques telles que la logique, le séquençage, la synchronisation, le comptage et l'arithmétique, afin de commander, par des entrées et des sorties numériques ou analogiques, divers types de machines ou de processus [4]. La figure « Fig 1.2 » [5] illustre la structure interne d'un système automatisé avec des capteurs et interfaces d'entrées, une alimentation CA/CC, et des interfaces de sorties. La structure interne suit une organisation bien définie.

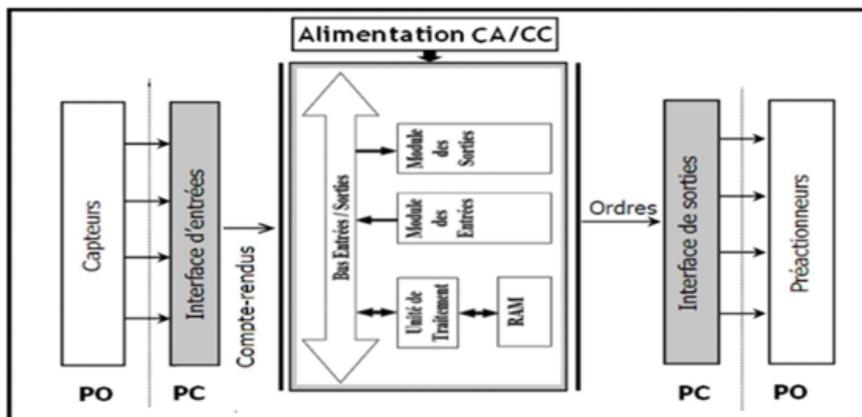


FIGURE 1.2 – Structure interne d'un système automatisé

La structure interne d'un système automatisé avec des capteurs et des interfaces d'entrée suit une organisation bien définie. Tout d'abord, l'alimentation en courant alternatif (CA) et en courant continu (CC) fournit l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les différents composants du système. Les capteurs et les interfaces d'entrée captent les données et les conditions environnementales, transmettant ces informations au contrôleur principal. Ensuite, les interfaces de sortie relaient les commandes du contrôleur aux actionneurs et autres dispositifs, exécutant les actions requises pour maintenir et contrôler

le processus automatisé.

1.2.4 Définition et types des Automates Programmables Industriels (API)

Les Automates Programmables Industriels (API) sont essentiels pour contrôler et automatiser les machines dans l'industrie. Nous allons expliquer ce que sont les API, les différents types qui existent, et pourquoi ils sont importants pour rendre les systèmes industriels plus efficaces et flexibles.

Un Automate Programmable Industriel (API) est un dispositif utilisé pour automatiser des tâches récurrentes telles que la collecte de données de capteurs, la mise à jour des bases de données de maintenance, et la surveillance des performances des équipements industriels.

Les automates programmables existent sous deux formes principales : compacte ou modulaire.

- 1 **Les automates compacts** : sont souvent utilisés pour des applications simples et spécifiques, car ils intègrent dans un seul boîtier tous les éléments nécessaires à l'automatisation d'une tâche. Ils sont généralement plus faciles à installer et à maintenir, mais peuvent être limités en termes d'expansion et de flexibilité. Exemple des automates compacts comme illustré dans la figure « Fig 1.3 » : on distingue les modules de programmation compacte (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet ...) [3].



FIGURE 1.3 – Les modules de programmation compacte (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet)

- 2 **Les automates modulaires** : offrent une plus grande flexibilité et sont conçus pour des systèmes d'automatisation plus complexes. Ils permettent d'ajouter ou de retirer des modules selon les besoins de l'application, ce qui les rend adaptés aux environnements évolutifs où les exigences peuvent changer au fil du temps [4]. (voir Fig 1.4)

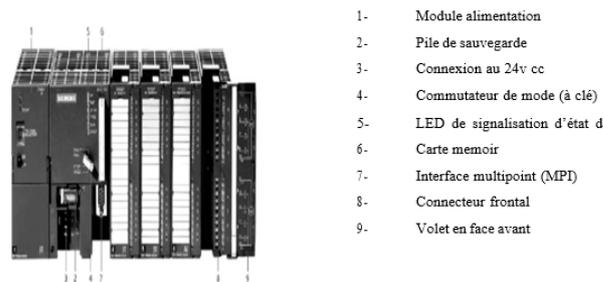


FIGURE 1.4 – API modulaire

1.2.5 Choix d'un automate programmable industriel

Au moment de sélectionner un automate programmable industriel (API), il est essentiel de prendre en considération divers éléments tels que le coût et la simplicité d'utilisation. Voici quelques éléments clés à considérer [6] :

1. Exigences du système : L'API doit répondre à toutes les exigences de votre application spécifique.
2. Exigences environnementales : L'API doit être capable de fonctionner efficacement dans l'environnement dans lequel il sera utilisé.
3. Entrées/Sorties (E/S) : Le nombre d'entrées et de sorties nécessaires pour votre application doit être pris en compte.
4. Vitesse du CPU : La vitesse du processeur de l'API peut affecter la rapidité avec laquelle il peut traiter les informations et exécuter les commandes.
5. Types de protocoles de communication : L'API doit être capable de communiquer efficacement avec d'autres dispositifs dans votre système.
6. Caractéristiques de sécurité : Dans certains secteurs, la sécurité est une considération essentielle. Recherchez des automates offrant des fonctionnalités de sécurité intégrées ou une compatibilité avec les modules de sécurité.

1.2.6 GRAFCET

Le GRAFCET permet de visualiser les étapes et les transitions de notre processus de production, facilitant ainsi la compréhension du système par tous les membres de l'équipe, y compris ceux qui ne sont pas spécialisés en programmation.

1.2.6.1 Définition de Grafcet

GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Étape Transition) est un outil essentiel dans le domaine de l'automatisation qui permet de représenter et d'analyser le

comportement d'un système automatisé. Il est particulièrement adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire ceux qui peuvent être décomposés en différentes étapes.

Le GRAFCET utilise un langage graphique pour représenter les étapes, les transitions entre les étapes, et les actions associées à chaque étape. Il permet également de décrire les conditions de transition, c'est-à-dire les conditions qui doivent être remplies pour passer d'une étape à une autre. Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons utilisé le GRAFCET pour modéliser et analyser le comportement de notre système automatisé, ce qui a grandement facilité la compréhension et l'optimisation du système [7].

1.2.6.2 Les types de Grafcet

Le GRAFCET est utilisé pour modéliser les systèmes automatiques industriels, et il existe plusieurs types de GRAFCET adaptés à différents besoins de contrôle et de gestion des processus. (voir Fig 1.5)

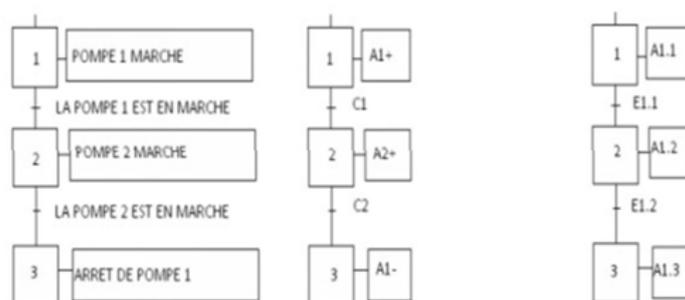


FIGURE 1.5 – Types de GRAFCET

1. GRAFCET niveau 1 (fonctionnel) : interprète la solution choisie pour une situation spécifique en décrivant la coordination des tâches opérationnelles. Il permet une connaissance globale du système.
2. GRAFCET niveau 2 (technique) : fournit une interprétation qui prend en compte les décisions technologiques liées à la partie commande de l'automatisme.
3. GRAFCET niveau 3 (Vue opérationnelle) : Ce niveau se concentre sur l'observation du système automatisé en fonctionnement réel. Il permet de vérifier que l'automatisme se comporte conformément aux spécifications fonctionnelles et technologiques.

1.2.7 Les langages de programmation API

Les automates programmables industriels (API) utilisent plusieurs langages de programmation, régis par la norme industrielle CEI 61131-3. Cette norme définit un ensemble de règles, d'architectures et de langages de programmation qui sont communs à tous les

fabricants. Voici les cinq langages de programmation définis par la norme CEI 61131-3 :
Les langages graphiques :

- LD (Ladder Diagram) : c'est un langage graphique qui ressemble à des schémas électriques. Il est très populaire dans l'industrie en raison de sa facilité de lecture et de compréhension.
- FBD (Function Block Diagram) : C'est un autre langage graphique qui utilise des blocs pour représenter des fonctions ou des opérations.
- SFC (Sequential Function Chart) : C'est un langage graphique utilisé pour représenter les séquences d'opérations dans un système.

Les langages textuels :

- ST (Structured Text) : c'est un langage textuel de haut niveau, similaire à Pascal ou C.
- IL (Instruction List) : c'est un langage textuel de bas niveau qui ressemble à l'assembleur [8].

1.3 La supervision industrielle

Dans le cadre de ce projet, la supervision industrielle joue un rôle essentiel en offrant une vision en temps réel des opérations de production. Elle permet non seulement de surveiller efficacement les équipements et les processus, mais aussi de garantir leur bon fonctionnement et d'optimiser leur efficacité.

1.3.1 Définition de la supervision industrielle

L'opération de surveillance d'un processus consiste à recueillir en permanence ses signaux et ses directives afin de reconstruire le processus et de recréer son état réel de fonctionnement. La surveillance représente donc l'état réel de fonctionnement à partir des données du système. L'objectif du diagnostic est d'identifier l'origine d'un ensemble de symptômes (écarts par rapport au fonctionnement normal) qui indiquent la détérioration ou la défaillance d'un composant du système, entraînant à son tour un comportement anormal d'autres composants du système [9].

1.3.2 Architecture de la supervision industrielle

L'architecture de la supervision industrielle est essentielle pour assurer le bon fonctionnement et l'optimisation des processus de production. En établissant une structure claire et efficace, elle permet une surveillance en temps réel, une gestion proactive des

anomalies et une prise de décision informée. Cette section détaillera les composants clés et les principes fondamentaux de l'architecture de supervision industrielle, mettant en évidence son importance dans la modernisation et l'amélioration continue des opérations industrielles. La figure 1.6 montre l'architecture générale d'un système de supervision incluant un contrôleur logique programmable (PLC) qui recueille les données des capteurs et les envoie à une interface homme-machine (HMI) pour traitement et affichage. L'HMI permet aux opérateurs de surveiller et contrôler les processus en temps réel.

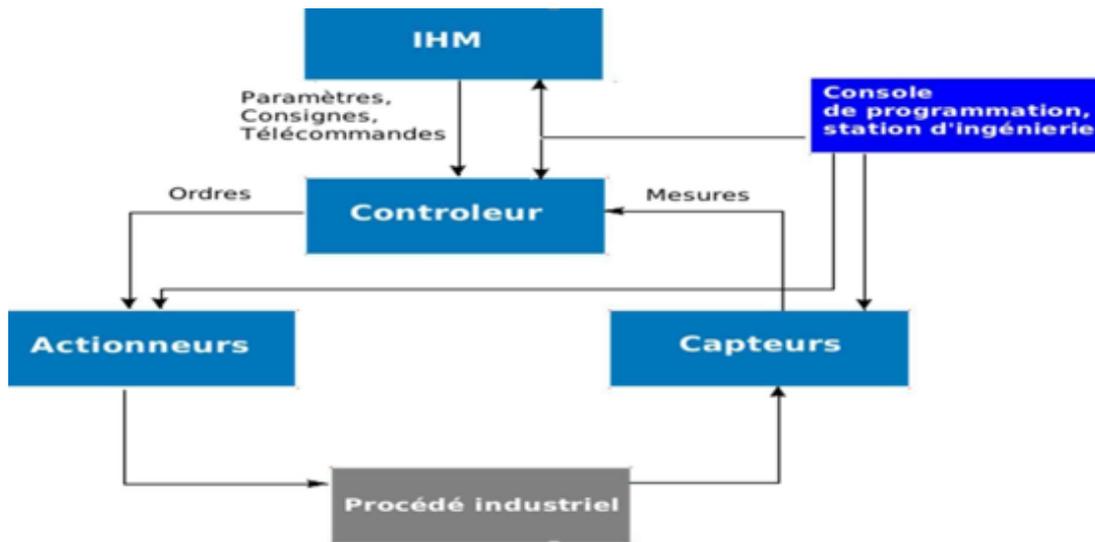


FIGURE 1.6 – Architecture générale d'un système de supervision

L'architecture générale d'un système de supervision comprend plusieurs composants clés qui travaillent ensemble pour surveiller et contrôler les processus industriels. Un contrôleur logique programmable (PLC) collecte les données provenant des capteurs installés sur les machines et les équipements. Ces données sont ensuite envoyées à une interface homme-machine (HMI), où elles sont traitées et affichées de manière compréhensible pour les opérateurs. Grâce à l'HMI, les opérateurs peuvent suivre en temps réel les performances des processus, détecter rapidement les anomalies et effectuer les ajustements nécessaires pour maintenir l'efficacité et la sécurité des opérations.

1.4 Conclusion

Le chapitre 01 présente des généralités sur l'automatisation et la supervision, où nous avons décrit l'environnement dans lequel nous avons effectué notre programmation. Nous avons pour objectif de simplifier et d'organiser la circulation des informations concernant notre projet. Dans le prochain chapitre, nous analyserons le système actuel et présenterons les composants de la ligne de production et l'acheminement de cette ligne.

Chapitre 2

Étude de la ligne de production

2.1 Introduction

La ligne de production des distributeurs d'eau est un ensemble de processus coordonnés visant à fabriquer ces appareils. Elle combine des procédés mécaniques, électriques et de Contrôle de qualité pour produire des distributeurs fonctionnels et de haute qualité. Ce chapitre vise à décrire le système actuel, ses inconvénients, ainsi que les solutions proposées, avec une étude détaillée de tous les composants de la ligne de production.

2.2 Étude du système actuel

Le tableau ci-dessous décrit le système de production actuel qui détaille chaque tâche dans le système. Ce tableau inclut la durée de chaque tâche, le nombre de personnes nécessaires pour l'effectuer, et le type de poste requis pour chaque tâche. Cela permet de mieux comprendre et optimiser les processus de production. Voici la figure 2.1 qui montre un tableau de la liste d'effectif et leurs tâches et durée de chaque tâche pour décrire notre processus :

Poste	Les Tâches	Tact Time	Effectif	type de Poste
PF 01	Enlevé l'emballage en carton et mettre le distributeur sur la ligne puis récupérer le guide d'utilisation	90 s	2	Agent De Production
PF 02	Dévisser le condenseur les vis (4 vis) puis dévisser la face et le top et au final récupérer les vis	90 s	2	Agent De Production
PF 03	Démonté le cache coloré puis dévisser les deux robinets et au final démonté la face et le top	90 s	2	Agent De Production
PF 04	Fixation de câblage du compresseur et fixer le couvert boîte	90 s	1	Agent De Production
PF 05	Préparé le compresseur et soudé le tube de charge	90 s	1	Agent De Production
PF 06	Poser le compresseur sur la base et fixer avec 04 boulons	90 s	1	Agent De Production
PF 07	Raccorder la tuyauterie et Souder toute les points de raccordement	90 s	1	Agent De Production
PF 08	Monter la face et le top	90 s	1	Soudeur
PF 09	Fixer la face et le top avec 8 vis et fixer l'afficheur avec deux vis dans sont emplacement	90 s	2	Agent De Production
PF 10	Assuré l'entrée et la sortie de distributeur d'eau avec les deux table a bille dans la ligne des pompes a vide	90 s	1	Agent De Production
PF 11	Brancher et débrancher les distributeurs sur les pompes a vides pendant au moins 16 min	90 s	2	Agent De Production
PF 12	Charger le gaz suivant la qté nécessaire	90 s	1	opérateur ch gaz
PF 13	Souder le tube de service a l'aide de la machine ultrason STABLAT	90 s	1	Soudeur
PF 14	Faire le test d'isolation électrique puis le test de puissance et Tester les fuites de gaz avec l'INFICON	90 s	2	Agent De Production
PF 15	Arranger la tuyauterie, peindre les points de soudure avec peinture noir et placer et visser le condenseur avec 4 vise	90 s	1	Agent De Production
PF 16	Remplir le distributeur par de l'eau et déplacer le vers la ligne de test assuré l'entree de distributeur d'eau dans la table a bille	90 s	2	Agent De Production
PF 17	Brancher le distributeur sur la prise et faire Test de performance suivant le standard de test	90 s	2	Agent De Test
PF 18	Déplacer les distributeur vers le poste suivant et Récupération de l'eau assuré la sortie de distributeur d'eau dans la table a bille	90 s	2	Agent De Production
PF 19	Séchage de l'eau avec air chaud et nettoyer l'extérieure et l'intérieure du distributeur	90 s	2	Agent De Production
PF 20	Emballage final (mettre le sachet en plastique, les deux protecteur en polystyrène et le carton et préparation de la carte garantie, manuelle, et numéro de série et placer les dans le distributeur	90 s	2	Agent De Production
PF 21	Coller le code bar sur les distributeurs et préparer la carte garantie et manuel d'utilisation	90 s	2	Agent De Production
PF 22	Alimenter la ligne par le produit semi-fini et MP et transfère le produit finis vers la zone de stockage	90 s	2	Agent polyvalent
PF 23	Réparateur	/	1	Réparateur
PF 24	Chef de ligne	/	1	chef de ligne
Total			32	

FIGURE 2.1 – Liste d'effectif et leurs taches

2.2.1 Inconvénients du système

Après avoir analysé la production actuelle avec les ingénieurs de l'entreprise, nous avons remarqué qu'il y a beaucoup d'inconvénients dans ce système. Parmi ces inconvénients on a :

- 1 **Retards dans l'exécution des tâches** : L'utilisation d'un effectif humain pour des tâches répétitives entraîne des variations dans les temps de cycle, ce qui peut causer des retards dans la production. On constate que l'utilisation des opérateurs dans les tâches répétitives comme viser et diviser cause trop de retard dans le processus d'assemblage, ce qui augmente le temps de production.
- 2 **Manque d'automatisation** : L'absence d'automatisation oblige les opérateurs à effectuer toutes les tâches manuellement, ce qui augmente le risque d'erreurs et réduit la cadence de production.
- 3 **Dépendance aux commandes manuelles** : La dépendance aux boutons et à la logique câblée limite la flexibilité du système et sa capacité à s'adapter rapidement aux changements de production. On remarque que dans cette ligne de production, toutes les commandes sont avec des boutons, ce qui cause un manque de flexibilité.
- 4 **Surveillance limitée** : La surveillance visuelle par le chef de ligne ne permet pas une détection précise et en temps réel des problèmes de qualité ou de processus. Le chef de la ligne ne peut pas surveiller le fonctionnement complet de la ligne de production, donc la détection des problèmes ne sera pas en temps réel.
- 5 **Difficulté des modifications** : La logique câblée est difficile à modifier, ce qui rend les changements de processus coûteux et difficiles. Avec le montage logique, il est difficile de changer une machine ou modifier la place d'une machine.
- 6 **Complexité** : Les systèmes complexes requièrent un grand nombre de câbles et de relais, ce qui complique la détection et la résolution des problèmes. Dans le cas des problèmes techniques dans notre ligne de production, il est difficile de détecter et de résoudre ces problèmes.
- 7 **Collection des données** : Il est difficile de recueillir des données pour la supervision ou l'analyse de performance avec la logique câblée. On ne peut pas obtenir des informations sur la ligne comme le nombre de produits finis ou le nombre de pièces défectueuses.

2.2.2 Propositions pour l'amélioration

Après avoir analysé le système actuel et ces inconvénients, nous avons proposé des solutions mécatroniques pour améliorer le système actuel. Parmi ces propositions :

- 1 **Intégration de l'automatisation** : Adopter des solutions d'automatisation pour les tâches répétitives peut réduire les erreurs humaines et augmenter la vitesse de production. Les machines automatisées fonctionnent plus rapidement et avec moins d'erreurs, augmentant ainsi la productivité.
- 2 **Systèmes semi-automatisés** : Introduire des systèmes semi-automatisés qui nécessitent une intervention humaine minimale pour des tâches spécifiques, tout en automatisant les processus répétitifs.
- 3 **Robotique collaborative** : Utiliser des cobots (robots collaboratifs) pour assister les opérateurs dans les tâches répétitives. Cela permet aux opérateurs d'effectuer les tâches précises pour avoir une production améliorée et précise.
- 4 **Supervision en temps réel** : L'intégration de systèmes de supervision qui affichent les alertes détectées et les états de fonctionnement des machines, ainsi que l'affichage de l'état de production par une vue des paramètres, permet de connaître l'état de production et de suivre les données.
- 5 **Sécurité** : Intégrer des systèmes d'alertes en temps réel en cas d'anomalies pour que les opérateurs soient sécurisés contre les risques d'accidents.
- 6 **Économies à long terme** : En minimisant la main-d'œuvre grâce à l'automatisation et au contrôle programmable, il est possible de réduire le nombre de travailleurs et de diminuer les coûts salariaux.
- 7 **Simplicité de diagnostic** : L'ajout de l'IHM (Interface Homme-Machine) fournit une interface visuelle pour surveiller et diagnostiquer rapidement les problèmes.

2.3 Analyse fonctionnelle du système après l'amélioration

L'analyse fonctionnelle joue un rôle important dans tout processus de conception, en permettant une compréhension approfondie des besoins et des exigences d'un système d'automatisation et de supervision. C'est une approche méthodique qui consiste à décomposer de manière détaillée les différentes fonctionnalités attendues de ce système, tout en prenant en compte les besoins des parties prenantes. Son objectif principal est de clarifier et de préciser les objectifs à atteindre, ce qui facilite la conception, le développement

et la mise en œuvre du système d'automatisation et de supervision. Cette méthodologie utilise divers outils tels que des schémas et des diagrammes pour illustrer et expliquer ces fonctions de manière structurée et compréhensible .

La réalisation d'une analyse fonctionnelle se déroule en deux principales étapes qui sont l'analyse fonctionnelle externe et l'analyse fonctionnelle interne.

2.3.1 L'analyse fonctionnelle externe

Cette partie de la démarche décrit le point de vue de l'utilisateur et considère le système comme une "boîte noire" capable de fournir des services dans son environnement tout au long de son cycle d'utilisation. Elle permet de définir et d'exprimer le besoin en utilisant des outils tels que le diagramme bête à cornes et le diagramme des interactions (diagramme de pieuvre).

2.3.1.1 Définition du besoin par le Diagramme "Bête à corne"

Pour définir le besoin éprouvé par l'utilisateur pour un produit, il faut répondre à trois questions :

- A qui (à quoi) le système rend-il service ?
- Sur qui (sur quoi) le Système agit-il ?
- Dans quel but ?

Celles-ci étant généralement regroupées dans un graphique comme indiqué dans la figure (2.2) appelé familièrement « bête à corne ».

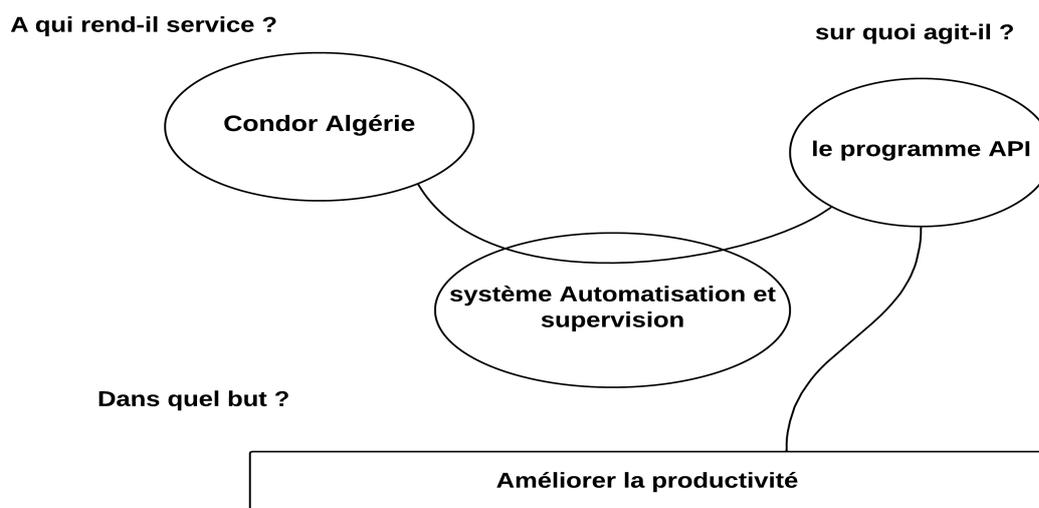


FIGURE 2.2 – Diagramme bête à corne

2.3.1.2 Expression du besoin par le Diagramme pieuvre

Afin de déterminer précisément le besoin d'un système, il est essentiel de définir toutes ses fonctions de service et les éléments qui interagissent avec lui . L'outil "diagramme pieuvre", issu de la méthode APTE (Application aux Techniques d'Entreprise), est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service, notamment les fonctions principales (FP) et les fonctions de contrainte (FC) du produit.

En analysant le système , on peut déduire le diagramme "pieuvre", un graphique important qui met en évidence les relations entre les différents éléments de l'environnement du système .Ces différentes relations sont appelées fonctions de service et conduisent à la satisfaction du besoin.

La méthode de recherche des fonctions proposée est simple et repose sur les principes suivants :

La figure (2.3), illustre l'application de l'analyse avec du diagramme de pieuvre sur le système d'étude dans le but d'expliquer les exigences de l'interaction du système d'étude avec son environnement externe. (2.3) .

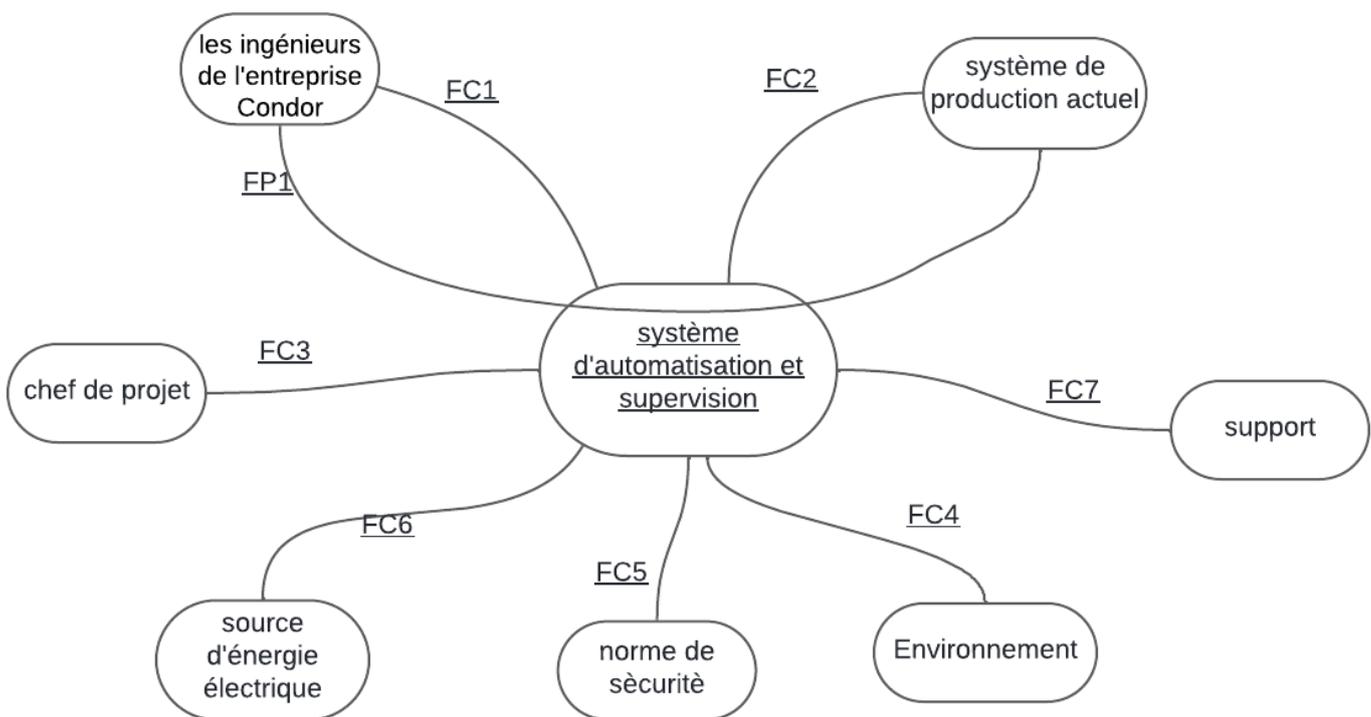


FIGURE 2.3 – Diagramme pieuvre

Le tableau (2.2), illustre les différentes fonction de la machine et indique les différentes contraintes associées à la machine, ainsi que leurs désignations et interactions avec

l'environnement. (2.1) :

Fonctions	Désignations
FP1	Améliorer la productivité du système
FC1	Commander le système de productions automatiquement
FC2	produire les distributeur d'eau
FC3	Détecter les défauts du la ligne de productions de distributeur d'eau
FC4	Détecter les défauts du la ligne de productions de distributeur d'eau
FC5	Respecter la norme de sécurité
FC6	Alimenter le système API et IHM
FC7	porter API et IHM

TABLEAU 2.1 – Les fonctions de service d'un Diagramme pieuvre.

2.3.2 Analyse fonctionnelle interne

Pour réaliser les fonctions de service énoncées précédemment, un produit est constitué de composants et de pièces mécaniques. Ces ensembles de pièces assurent des fonctions techniques qui permettent de satisfaire les fonctions de service. Différents outils couramment utilisés sont disponibles pour mener à bien cette étape d'analyse fonctionnelle du produit, et ils sont décrits ci-après.

2.3.2.1 Détermination des inputs et outputs d'un système

Le processus de détermination des entrées et des sorties d'un système repose sur l'utilisation d'un modèle d'analyse constitué d'une série de diagrammes cohérents. Le diagramme le plus haut représente la fonction globale assurée par le système selon la méthode SADT (figure 2.5) et permet de répondre aux questions suivantes :

- Ça sert à quoi / pourquoi (fonction du système) ?
- Sur quoi agit le système (Matière d'œuvre) ?
- Quelle valeur est ajoutée par ce système ?
- Quelles sont les informations qui pilotent le fonctionnement du système (données de contrôle) ?

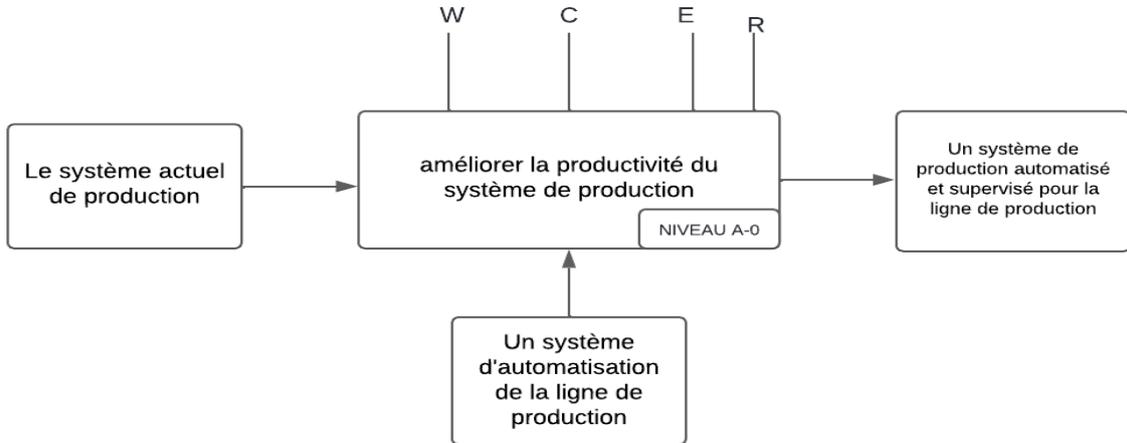


FIGURE 2.4 – Diagramme de A-0

2.3.2.2 Méthode FAST (Functional Analysis System Technic)

La méthode F.A.S.T. est un outil graphique qui permet de détailler les fonctions techniques et les solutions associées. Cette méthode est organisée de la gauche vers la droite, partant d'une fonction de service, le diagramme F.A.S.T. recense toutes les fonctions techniques et pour finir il présente les solutions technologiques définies .

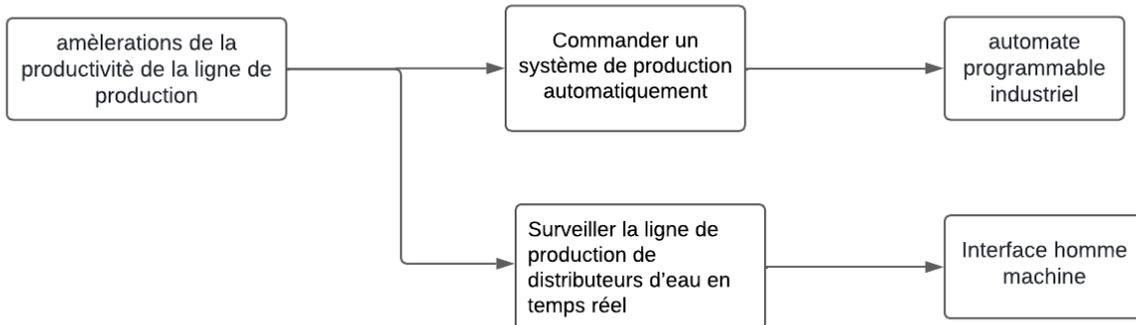


FIGURE 2.5 – Diagramme F.A.S.T

2.4 Description des composants de la ligne de production

Pour bien comprendre les composants de chaque processus au sein de la ligne de production, nous avons pris soin de détailler et de décrire chaque élément. Cela inclut l'explication de leur fonctionnement et de leur rôle.

2.4.1 Le robot collaboratif (KUKA LBR IIWA)

Un robot collaboratif est un robot qui est conçu pour travailler en coopération directe avec un humain dans un espace de travail défini. Le robot collaboratif peut être utilisé dans la cellule d'assemblage de notre ligne pour augmenter la flexibilité et l'efficacité de l'assemblage, LBR signifie « Leichtbauroboter » (robot léger), IIWA signifie « intelligent industrial work assistant ». Le LBR IIWA est le premier robot sensitif, et donc apte à la collaboration homme-robot, fabriqué en série. C'est un robot articulé et collaboratif, existe en deux versions avec des charges de 7 et 14 kilogrammes. BR IIWA est un bras robotisé à 7 axes conçu pour une collaboration homme-robot en toute sécurité dans l'espace de travail. Il est composé d'un contrôleur et d'une alimentation électrique. Il dispose de capteurs de couple articulaire dans tous les axes pour se déplacer avec précision et détecter le contact avec les humains et les objets [10].

À cause de son adaptabilité à l'environnement de travail l'utilisation de ce robot va nous donner une qualité améliorée de produit fini, il peut aussi être programmée pour l'automatisation et l'autonomie des tâches répétitives, ce qui permet à l'opérateur de seconcentrer aux taches plus complexes, la figure 2.6 montre une Collaboration Homme-Robot.



FIGURE 2.6 – robot collaboratif

2.4.2 Pompe à vide

Les pompes à vide industrielles sont des dispositifs spécialement conçus pour éliminer l'air et autres gaz d'un espace clos dans les environnements industriels. Leur conception robuste et leur capacité à fonctionner dans des conditions rigoureuses. Cela en fait des outils indispensables pour de nombreuses industries. Les rôles principaux de la pompe à vide dans notre ligne de production du distributeur d'eau c'est de créer un vide dans les canalisations pour faciliter le transfert de l'eau et Évacuer l'air des bouteilles avant le remplissage pour éviter la contamination [11]. , la figure 2.7 montre une Pompe a vide

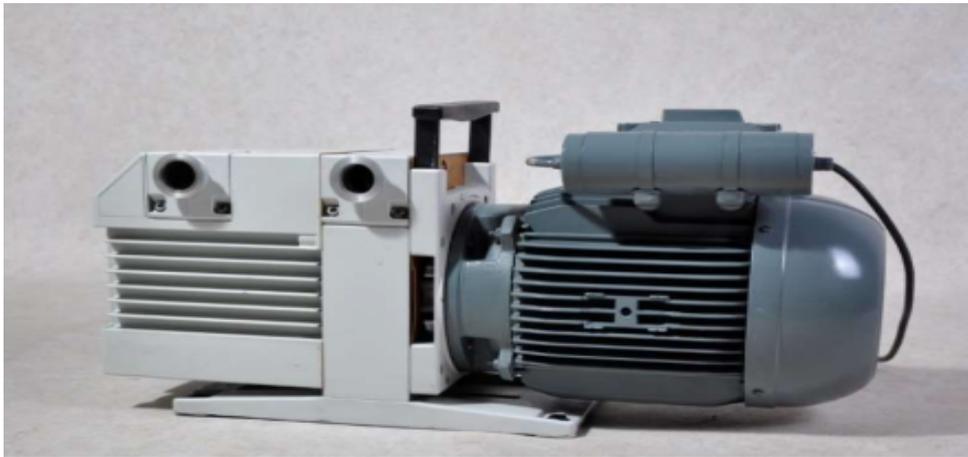


FIGURE 2.7 – pompe a vide

2.4.3 Machine de chargement de gaz

Les machines de chargement de gaz sont utilisées pour transférer des gaz (tels que le propane, le butane ou d'autres gaz liquéfiés) d'un réservoir de stockage vers un autre contenant, comme des bouteilles ou des réservoirs de véhicules. L'utilisation de machine de chargement de gaz assure le remplissage précis avec le gaz requis des chambres de refroidissement. Le distributeur d'eau est équipé d'un système de refroidissement, les chambres où l'eau est refroidie sont pressurisées avec du gaz pour maintenir la température adéquate et prévenir la formation de bulles d'air. La figure 2. 8 montre une machine de chargement de gaz.



FIGURE 2.8 – Machine de chargement de gaz au sein de production

2.4.4 Machine de test de fuite inficon

La machine de test de fuite inficon est un détecteur de fuite par spectrométrie d'hélium compact. Il inclut une pompe à palettes, un détecteur et sa pompe turbo moléculaire, un écran de commande sur le module et une télécommande pour plus de mobilité [12]. La machine offre une haute sensibilité et une précision élevée, ainsi que la grande fiabilité et facilitée d'utilisation, ce qui améliore l'efficacité des systèmes et la production en général. Dans notre ligne, l'utilisation de la machine de test de fuite va aider à vérifier et détecter toute fuite dans les unités conçu pour le remplissage de gaz dans le distributeur. La figure 2.9 montre la machine de test de fuite.



FIGURE 2.9 – Machine de test de fuite au sein de l'entreprise Condor

2.4.5 Convoyeur

Les convoyeurs à rouleaux sont des systèmes pour le déplacement de marchandises qui sont utilisés dans une grande variété d'industries et de sociétés : sociétés d'arides, mines, usines de recyclage, entrepôts et centres logistiques, sociétés de messagerie, supermarchés, aéroports et ports, sociétés de fruits et légumes, industrie chimique, industrie pharmaceutique, etc. La structure de base des convoyeurs à rouleaux est simple, certains rouleaux étant placés en parallèle et ancrés perpendiculairement à une structure qui fait de guide et de support pour l'ensemble du système. Les rouleaux peuvent tourner sur leurs ancrages à la structure, ce qui permet aux produits de se déplacer. Cependant, cette structure de base peut être adaptée par différentes modifications à tout type de produits et formes de mouvement ; en plus d'avoir besoin de systèmes de sécurité et contrôle des mouvements ; ainsi que des systèmes de protection spécifiques selon les utilisations des embouts. Les éléments fondamentaux des rouleaux sont :

- L'axe de roulement : Cela va à l'intérieur du rouleau et est ancré à la structure.
- Les embouts : où se trouvent les roulements et ils sont situés aux extrémités de l'axe et permet l'ancrage et la rotation. Ils sont également où la traction est appliquée et peuvent être fabriqués dans différents matériaux selon leur application ; ainsi, pour les structures lourdes peuvent utiliser les rouleaux avec des embouts avec des pignons métalliques en acier ou embouts thermoplastiques pour charges légères. En plus, il existe de nombreuses options parmi celles-ci.
- Le cylindre : la structure extérieure du rouleau, qui permettra une grande quantité de modifications adaptées à chaque produit ou type de mouvement. Ils peuvent être lisses ou coniques.(voir la figure 2.10 convoyeur à rouleaux)



FIGURE 2.10 – convoyeurs à rouleaux

2.4.6 Moteur triphasé

Un moteur triphasé est un type de moteur électrique qui fonctionne avec un courant triphasé, il se compose de deux parties principales : le stator (partie fixe avec un bobinage) et le rotor (partie mobile avec une bobine, des aimants permanents ou des électro-aimants alimentés en courant continu). Chez les particuliers, le courant monophasé est plus courant, mais le moteur triphasé reste essentiel pour alimenter de grosses machines nécessitant un courant électrique important [13]. Dans notre système nous allons installer un moteur pour chaque convoyeur pour contrôler chaque moteur indépendamment et pour avoir une consommation énergétique plus. Encore si un moteur tombe en panne, seul le convoyeur associé est affecté. Les autres convoyeurs peuvent continuer à fonctionner normalement, ce qui réduit les interruptions de la production. La figure 2.11 le montre Moteur électrique triphasé utilisé.



FIGURE 2.11 – Moteur électrique triphasé

2.4.7 Machine de soudure ultrason STABLAT

La machine de soudure par ultrasons est composée d'un actionneur/support et d'une pile ultrasonique. Les systèmes peuvent être intégrés dans des environnements entièrement ou semi- automatisés. Les modèles autonomes comprennent une alimentation électrique indépendante et une interface de commande. Les systèmes prennent en charge plusieurs modes de soudage, de pas d'amplitude et des fonctions de contrôle intégral. La vibration mécanique générée est amplifiée et délivrée pour chauffer et souder les parties critiques des fuites détectées telles que les tuyauteries qui peuvent développer des fissures ou des trous. Au sein de notre ligne, l'ajoute de la machine de soudure ultrason STABLAT assure la maintenance du distributeur dans le cas de fuite (voir Fig 2. 12 Machine de soudure ultrason) [14].



FIGURE 2.12 – Machine de soudure ultrason

2.4.8 Les cellules à ultrason

Les cellules à ultrason permettent de détecter une distance en convertissant la distance en signaux 4-20mA ou 0-10V. La cellule diffuse des ondes ultrason. La présence de l'objet à détecter provoque un changement dans la réflexion de ces ondes et donc la détection de l'objet et sa distance. Dans notre cas, en intégrant les cellules à ultrason dans notre ligne de production va nous aider à détecter la présence des objets pour utiliser cette information plus tard par le Plc (Voir fig 2. 13 Principe de fonctionnement des cellules à ultrason) [15].

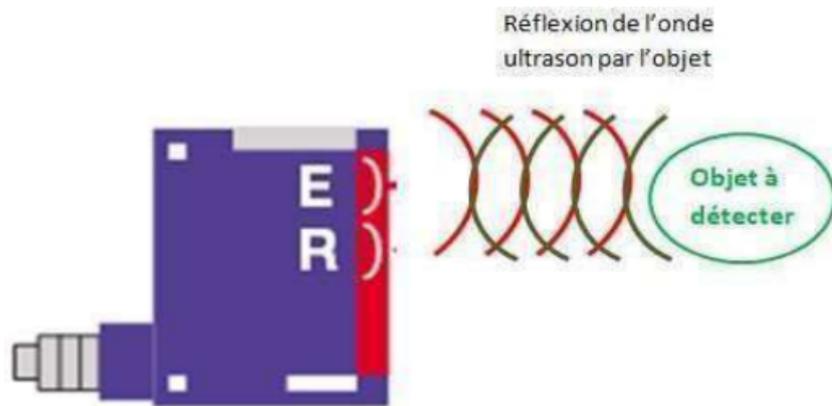


FIGURE 2.13 – Principe de fonctionnement des cellules à ultrason

2.4.9 Sondes de température Pt100

Les capteurs de température sont des composants électriques et électroniques permettant en tant que tels de mesurer la température au moyen d'un signal électrique déterminé.

Ils peuvent envoyer ce signal directement ou indirectement en changeant de résistance. Ils sont également connus sous la désignation capteurs thermiques ou thermo capteurs. Un capteur de température est, entre autres, utilisé dans la commande des circuits de commutation. Les capteurs de température sont également qualifiés de détecteurs de chaleur, de sondes de température ou de capteurs thermiques [16]. Une sonde Pt100 est un type de capteurs de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément Pt100 a une résistance de 100 ohms à 0 °C, et il est de loin le capteur Pt100 le plus utilisé [17]. Au sein du processus de Test de performance, La mesure de la Température de l'eau va nous aider à détecter des variations de système de refroidissement pour faire les mesures et la maintenance nécessaire si possible (voir figure 2. 14 Sonde de température).



FIGURE 2.14 – Sonde de température

2.4.10 Sonde de pression

Un capteur de pression est un dispositif qui détecte et répond aux changements de pression. Le type le plus courant de capteur de pression est le capteur piézoélectrique, qui convertit la pression physique en un signal électrique. Les autres types de capteurs de pression sont les capteurs capacitifs, les capteurs résistifs et les capteurs optiques (voir figure 2.15 Sonde de pression) [18].



FIGURE 2.15 – Sonde de pression

2.5 Conclusion

Le chapitre 02 présente une étude sur la ligne de production, où nous avons décrit l'environnement dans lequel nous avons effectué notre programmation. Notre objectif est de simplifier et d'organiser la circulation des informations concernant notre projet. Dans le prochain chapitre, nous analyserons le système actuel et présenterons les composants de la ligne de production ainsi que l'acheminement de cette ligne.

Chapitre 3

Automatisation et supervision de la ligne de production

3.1 Introduction

Ce chapitre est structuré en trois parties principales, la première partie concerne la modélisation des étapes à l'aide du GRAFCET, la deuxième partie est consacrée à la programmation où nous développons un programme adapté à notre système de production, et enfin, la dernière partie traite la supervision pour surveiller l'état de la ligne de production.

3.2 Le graphique illustratif de la ligne de production

La ligne de production commence initialement par un assemblage initial qui dure 13 minutes. Ensuite, le processus passe à la ligne d'aspiration des impuretés à l'intérieur du distributeur grâce aux pompes. Après cette étape, le gaz est chargé en fonction de la quantité nécessaire. Le processus se poursuit avec un test de fuite ; si une fuite est détectée, le produit est envoyé en maintenance. En cas de succès du test, le produit passe au test de performance qui dure 3 minutes. Si ce test de performance est validé, le produit est acheminé vers l'emballage final. En cas d'échec du test, une alarme de maintenance est déclenchée et le produit retourne en maintenance. Enfin, l'emballage final, qui dure 5 minutes, est effectué avant que le produit ne soit envoyé à la zone de stockage des produits finis. La figure 3.1 montre un graphique illustratif de la ligne de production

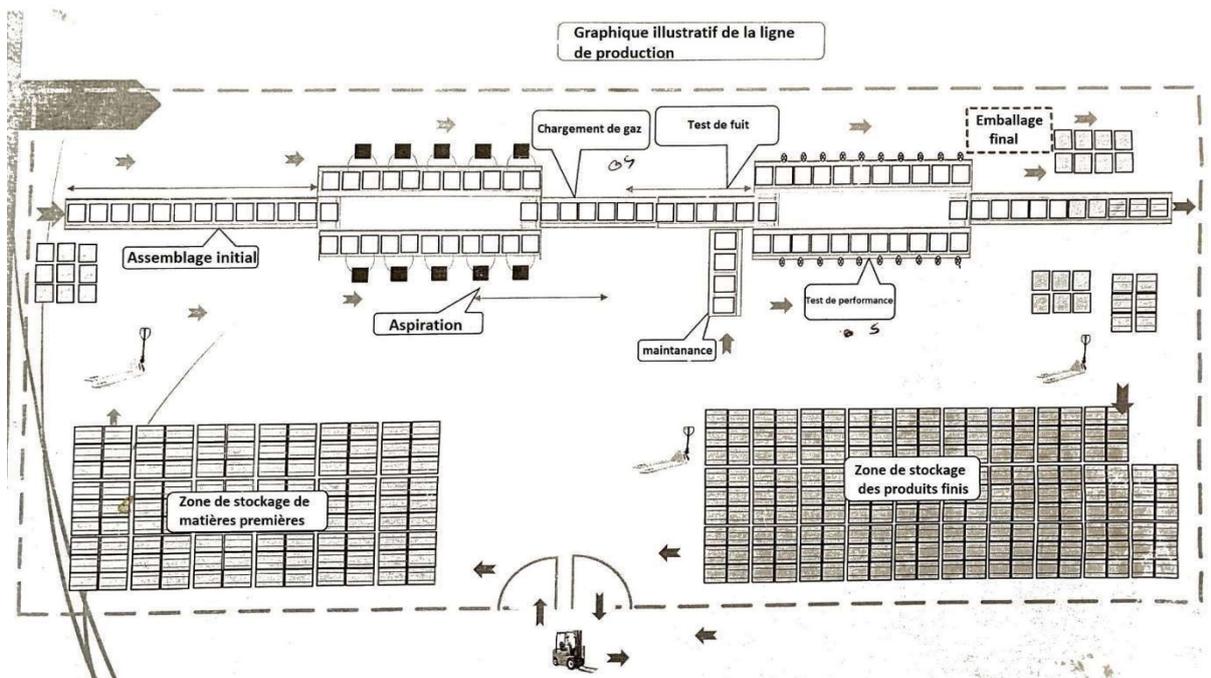


FIGURE 3.1 – Le graphique illustratif de la ligne de production

3.3 GRAFCET de la ligne de production

Nous avons traduit le logigramme de la ligne au Grafcet d'où nous l'avons divisé en 5 Grafcet d'assemblage initial, Grafcet de processus de l'aspiration par la pompe, Grafcet du processus de chargement gaz et test de fuite, Grafcet du test de performance et Grafcet de l'emballage final. L'objectif de GRAFCET est de représenter de manière claire et précise les différentes étapes et transitions de la ligne de production et faciliter la compréhension.

3.3.1 GRAFCET de l'assemblage initial

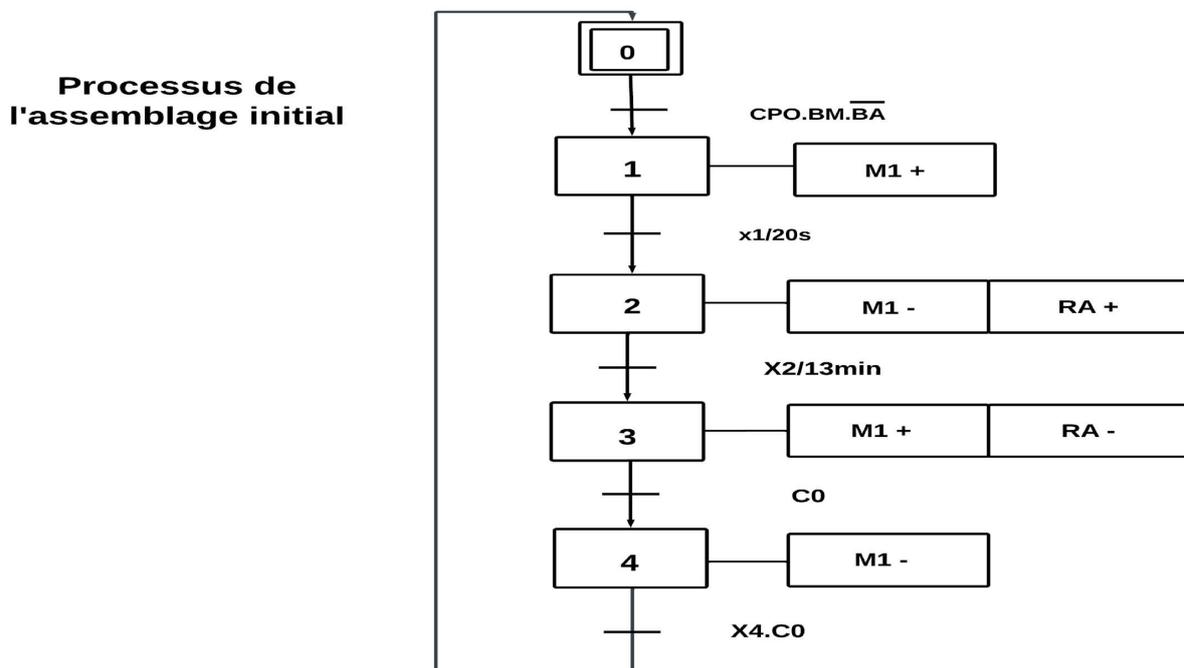


FIGURE 3.2 – GRAFCET de l'assemblage initial

- 1 cpo : capteur présence d'objet
- 2 M1 : Moteur convoyeur en arrêt
- 3 RA : Robot collaboratif d'assemblage en arrêt
- 4 M1+ : Moteur convoyeur 1 en marche
- 5 RA+ : Robot collaboratif d'assemblage en marche
- 6 RA- : Robot collaboratif d'assemblage en arrêt
- 7 C0 : capteur position 0
- 8 BM : Bouton marche
- 9 BA : bouton d'arrêt

3.3.2 GRAFCET de l'aspiration par la pompe

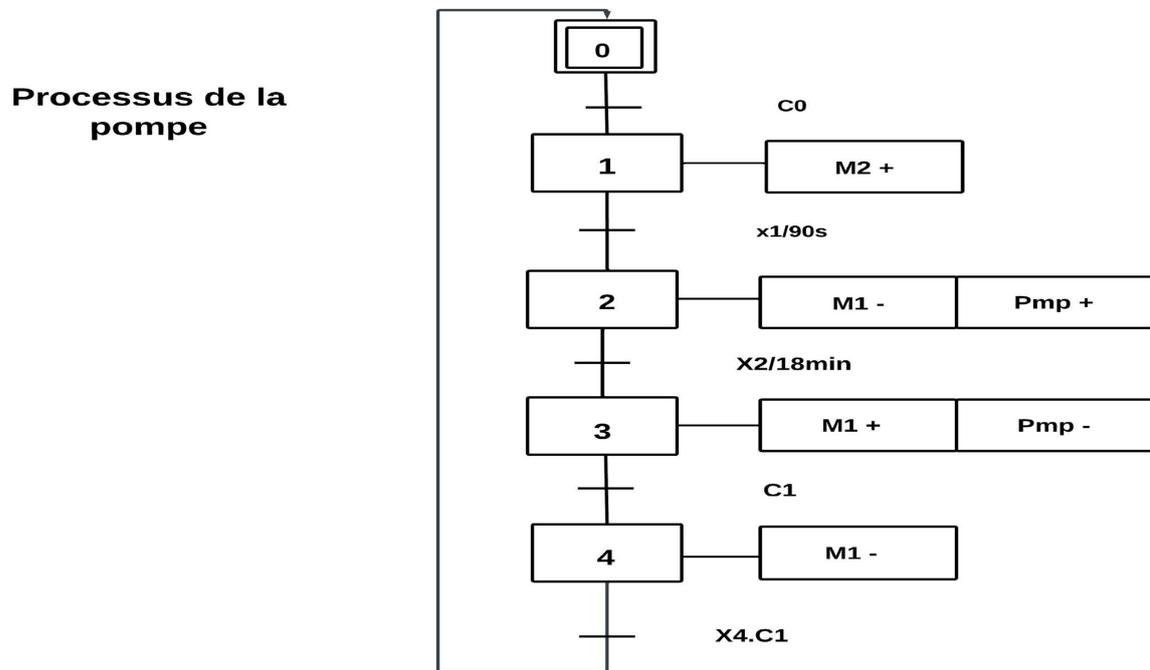


FIGURE 3.3 – GRAFCET processus de l'aspiration par la pompe

- PMP + : capteur présence d'objet
- 2 PMP - : Moteur convoyeur en arrêt
- 3 M2+ : Moteur convoyeur 2 en marche
- 4 M2 - : Moteur convoyeur 2 en arrêt

3.3.3 GRAFCET de chargement de gaz et test de fuite

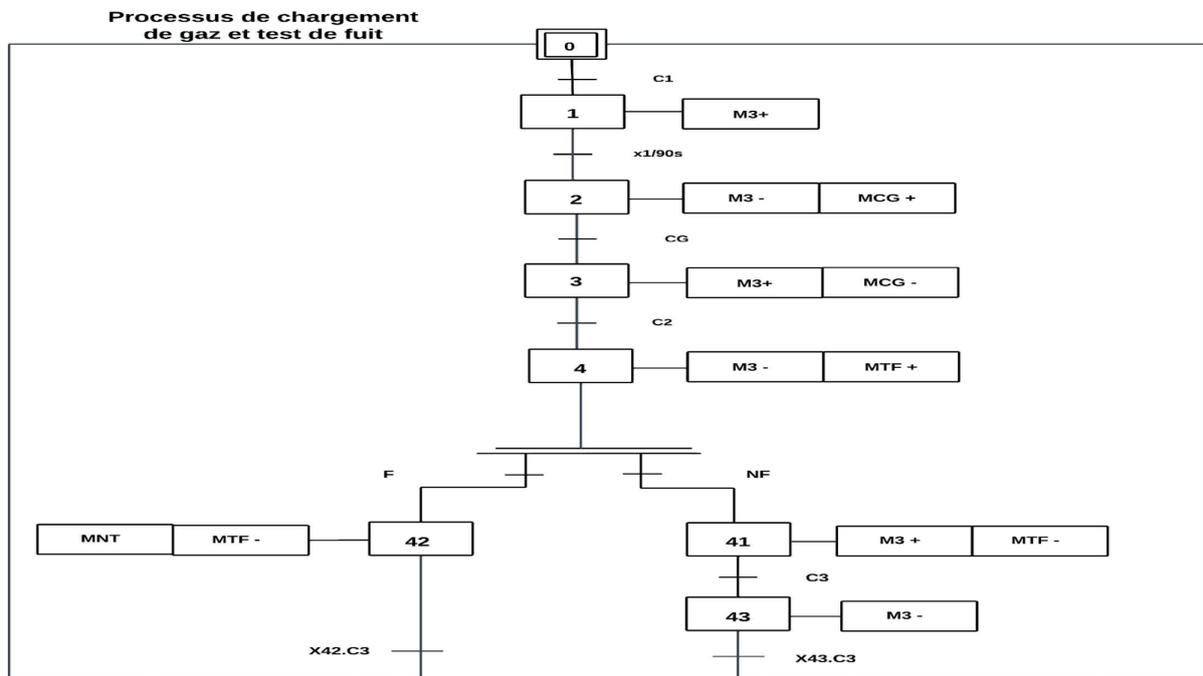


FIGURE 3.4 – GRAFCET de chargement gaz et test de fuit

- 1 C1 : capteur position 1
- 2 C2 : capteur position 2
- 3 MNT : Alerte de maintenance
- 4 M3 + : Moteur 2 en marche
- 5 M3 - : Moteur 2 en arrêt
- 6 F : cas de fuit
- 7 NF : cas de non fuit
- 8 MCG+ : machine de chargement de gaz en marche
- 9 MCG - : machine de chargement de gaz en arrêt
- 10 MTF + : machine de test de fuit en marche
- 11 MTF - : machine de test de fuit en arrêt

3.3.4 GRAFCET de test de performance

Processus de test de performance

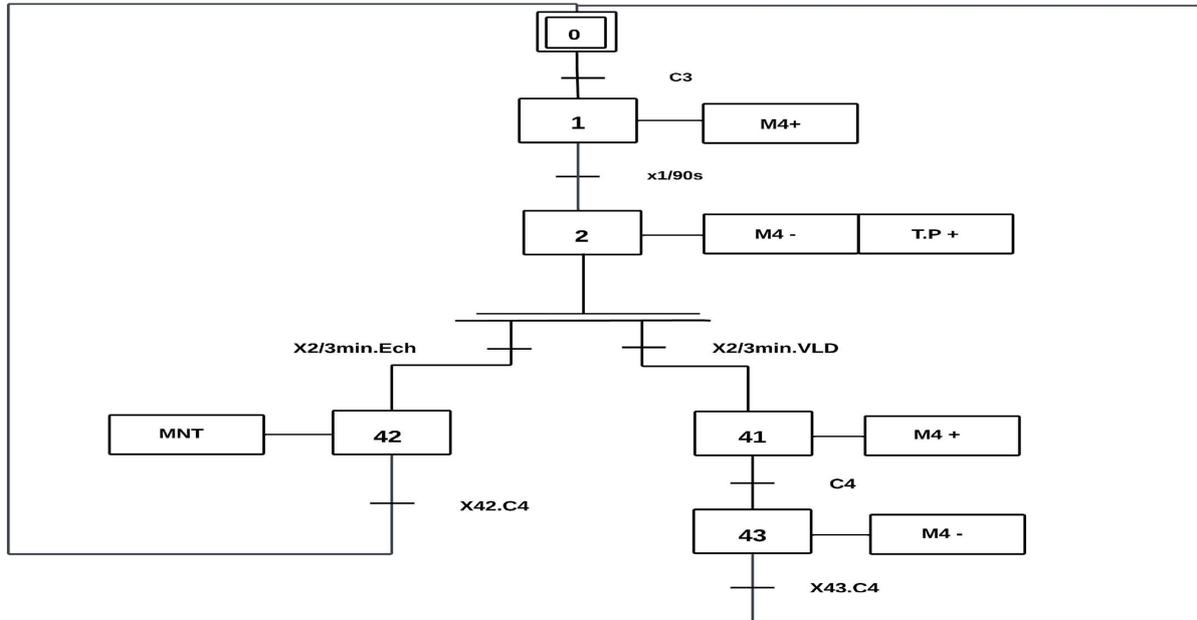


FIGURE 3.5 – GRAFCET de test de performance

T.P + : Test de performance

2 ECH : échec

3 VLD : validation

4 MNT : Alert de maintenance

5 M4 + : Moteur 4 en marche

6 M4 - : Moteur 4 en arrêt

3.3.5 GRAFCET de l'emballage final

Processus de test de performance

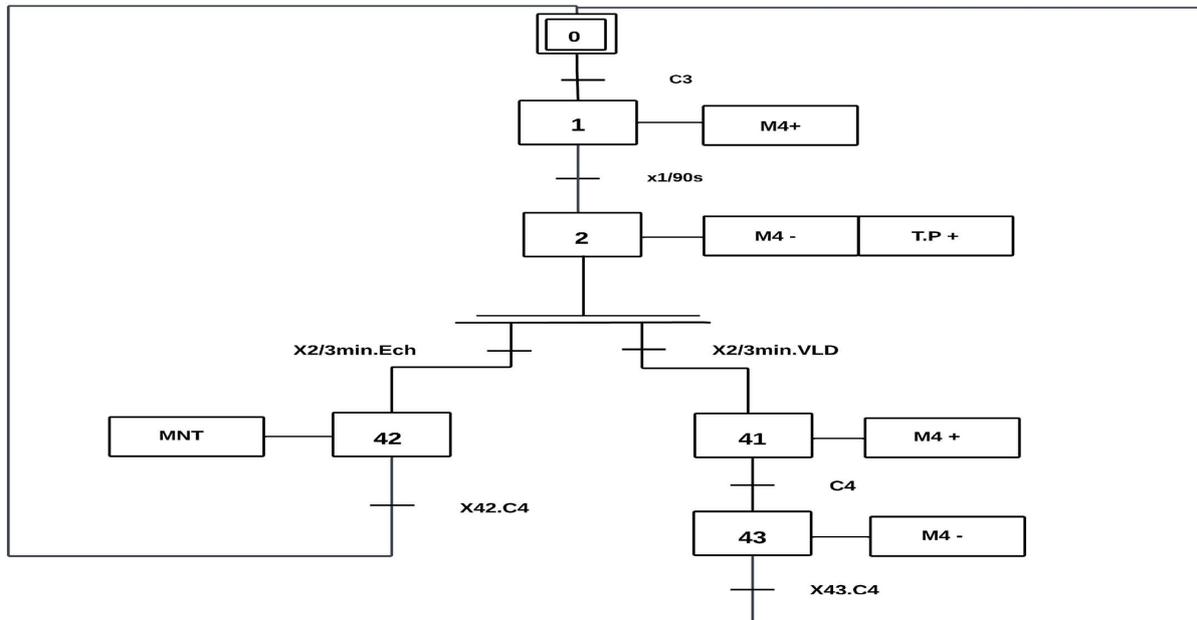


FIGURE 3.6 – GRAFCET de l'emballage final

EMB + : Emballage final

2 EMB - : Fin de l'emballage final

3.4 Programmation et développement

Dans cette partie on va expliquer les étapes de programmation de notre automate programmable industriel.

3.4.1 Définition de logiciel TIA PORTAL V17

TIA Portal est le logiciel qui vous donne accès au TIA (completely integrated automation) de Siemens. TIA Portal permet d'optimiser chaque machine d'exploitation et chaque procédure de processus. Siemens intègre tous ses nouveaux développements et ses technologies d'avenir dans le portefeuille de matériel TIA et intègre les fonctions correspondantes dans le TIA portail. Cela vous donne un accès illimité à la gamme complète de services d'automatisation numérisés, de la planification numérique à l'ingénierie intégrée

et à l'exploitation transparente. Réduisez les délais de mise en service grâce aux outils de simulation, augmentez la productivité de l'usine grâce à des diagnostics supplémentaires et à des capacités de gestion de l'énergie, et augmentez la flexibilité en vous connectant au niveau de la gestion. La figure 1. 7 montre l'interface de TIA PORTAL V17 . La figure ci-dessous montre l'interface d'accueil de TIA Portal, qui affiche trois sous- interfaces. La première sous-interface contient les portails pour différentes tâches telles que la programmation de l'API et l'affichage sur l'HMI. La deuxième sous-interface présente les tâches spécifiques du portail sélectionné. Enfin, la troisième sous-interface est le panneau de sélection de l'action.

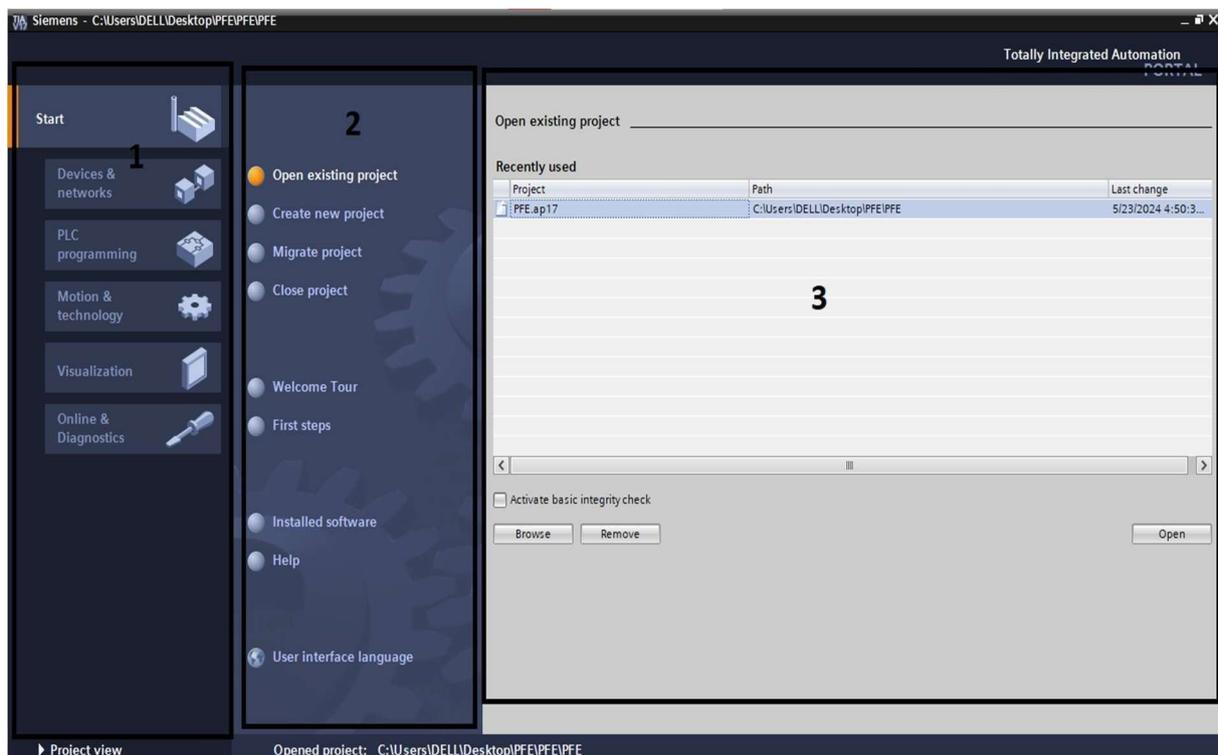


FIGURE 3.7 – Interface de TIA PORTAL

Voici les interfaces de tia portal :

- 1 Portails des différentes tâches
- 2 Tâches du portail sélectionné
- 3 Panneau de sélection de l'action

3.4.2 Configuration matérielle du projet

Nous avons choisi le modèle PLC 1214 DC/DC/RLY pour avoir une automatisation et supervision efficace et sécurisée, le modèle caractérise par une mémoire de 24vdc. Il

comprend 14 entrées et 10 sorties et 2 entrées analogique, le modèle peut accueillir jusqu'à 8 modules de signaux pour l'extension des E/S, il supporte la communication PROFINET IO, le Protocol de transport TCP/IP. Dans notre projet nous avons 10 entrées et 60 mémoires, nous avons utilisé autant de nombre des mémoires pour stocker des données historiques, des états de fonctionnement, et des alarmes. Les variables de mémoire sont utilisées pour conserver ces informations et permettre un diagnostic rapide en cas de problème. Pour cela nous avons ajouté 2 modules d'entrées d'où chacun contient 4 AI, et deux module de sortie d'où chacun contient 4 DQ. La figure montre l'étape de l'ajout d'un Plc.

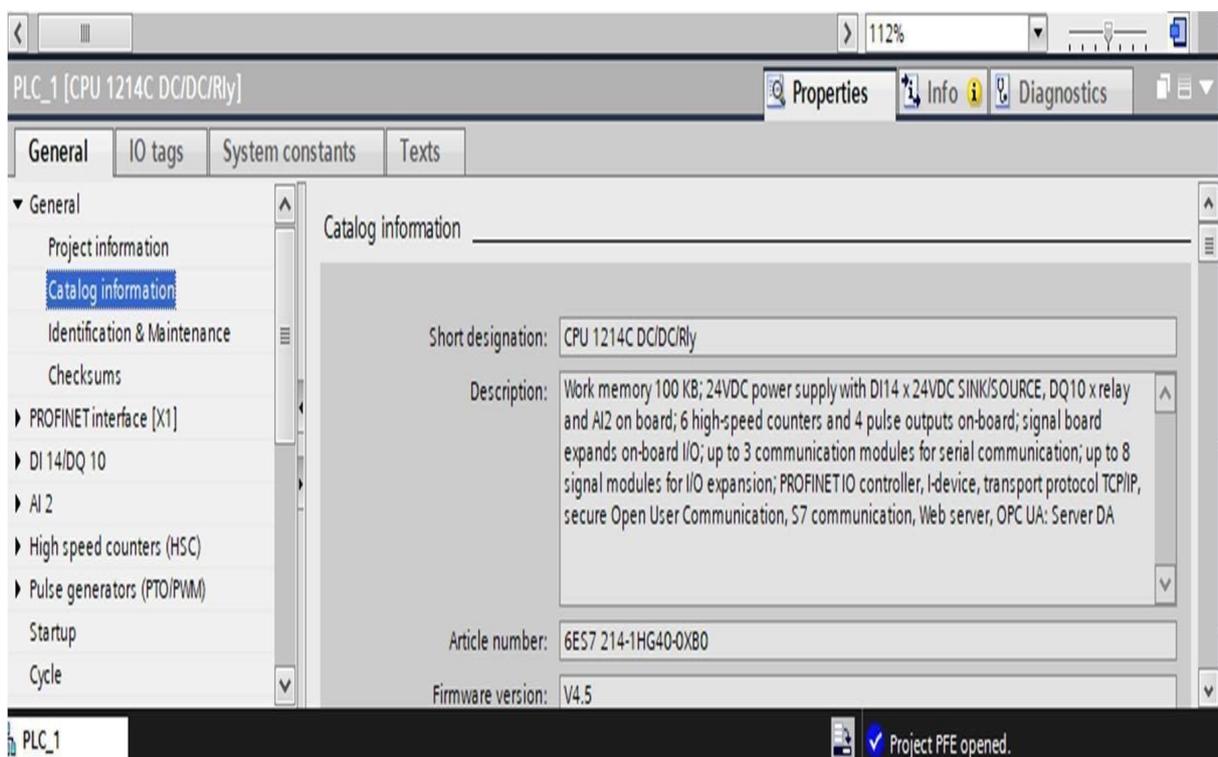


FIGURE 3.8 – Ajout d'un PLC

Pour ajouter un PLC dans TIA Portal, on commence par lancer le logiciel et ouvrir ou créer un nouveau projet. Après faire un clic droit sur "Devices networks" et sélectionnez "Add new device". Ensuite, on choisit la famille de produits appropriée (par exemple, S7-1200) et le modèle spécifique de votre PLC (comme le CPU 1214C DC/DC/Rly), puis cliquez sur "Add". Une fois le PLC ajouté et on configure ses paramètres. La figure 3.9 montre l'étape de L'ajout de module E/S

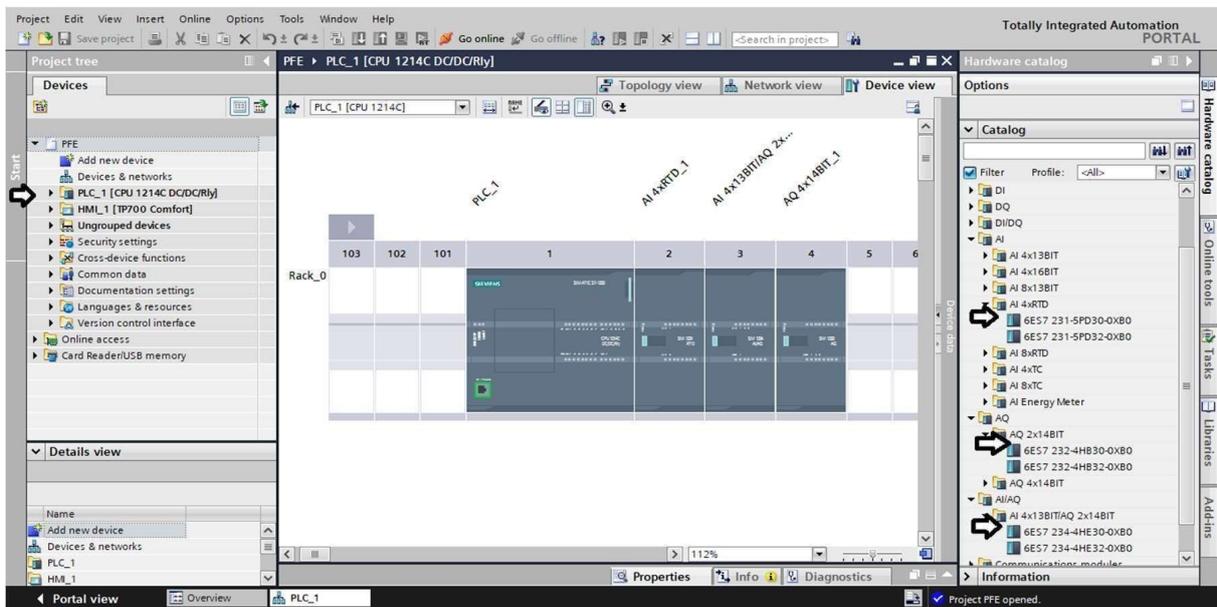


FIGURE 3.9 – L’ajout de module E/S

Pour ajouter des modules d’entrées et de sorties dans TIA Portal, on commence par ouvrir le projet et accéder à la vue de l’appareil (Device View). Sélectionner le CPU approprié et utiliser le catalogue matériel pour glisser-déposer les modules d’entrées/sorties nécessaires sur le rail DIN. Une fois ajoutés, on configure les paramètres des modules selon les exigences spécifiques du projet pour assurer une intégration correcte. Les caractéristiques sur lesquelles nous avons choisi le CPU 1214C DC/DC/RLY

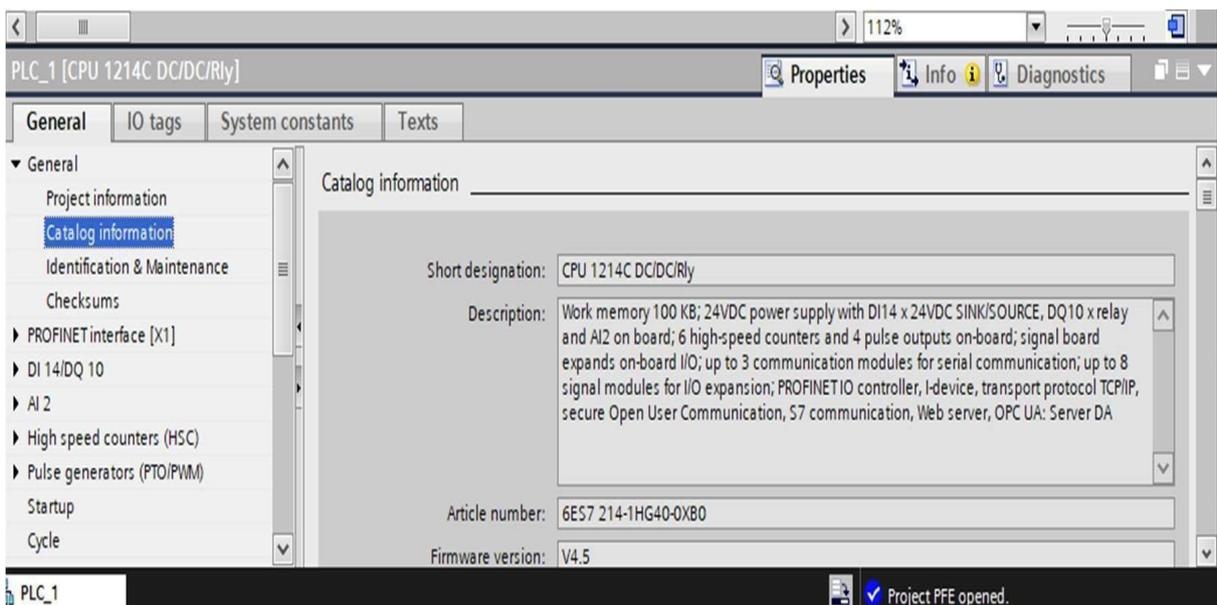


FIGURE 3.10 – Configuration de l’api

3.4.3 Programmation des blocs

Après la configuration et choix de matériel on va commencer la programmation des blocs dans cette partie.

3.4.3.1 Déclaration des variables

Il existe deux méthodes pour la déclaration des variables dans TIA Portal. La première consiste à créer une table mnémorique au préalable, puis à utiliser ces variables (entrées, sorties, mémoires) dans la programmation. La deuxième méthode permet d'effectuer la programmation sans créer de table mnémorique au préalable, Les figures ci-dessous montrent les variables utilisées dans notre projet :

PLC tags									
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	Start	Default tag table	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Position 0	Default tag table	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Position 1	Default tag table	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Position 2	Default tag table	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Position 3	Default tag table	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Position 4	Default tag table	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Position 5	Default tag table	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Position 6	Default tag table	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	S.M1	Default tag table	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	S.M2	Default tag table	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	S.M3	Default tag table	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	S.M4	Default tag table	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	S.RA	Default tag table	Bool	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	S.MCG	Default tag table	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	S.MTF	Default tag table	Bool	%I1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	S.Pompe	Default tag table	Bool	%I1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

FIGURE 3.11 – Les entrées numériques du système

Interprétation : Dans notre projet, nous avons créé 20 entrées et 54 mémoires. Nous avons utilisé des mémoires à la place des sorties, car les sorties dépendent des actions, lesquelles sont elles-mêmes dépendantes d'autres actions.

80	CT_CH	Default tag table	Word	%IW144
81	CT_F	Default tag table	Word	%IW146
82	Exm_fuit	Default tag table	Word	%IW148
83	MCG_Pression	Default tag table	Word	%IW160

FIGURE 3.12 – Les variables analogiques

Interprétation : Nous avons également utilisé 4 entrées analogiques pour traiter les signaux reçus des capteurs analogiques, tels que ceux de la température et de la pression.

PLC tags									
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
18	M1	Default tag table	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Moteur de conoyeur 1
19	M2	Default tag table	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Moteur de conoyeur 2
20	M3	Default tag table	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Moteur de conoyeur 3
21	M4	Default tag table	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Moteur de conoyeur 4
22	Robot d'assemblage	Default tag table	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	La pompe	Default tag table	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	MTF	Default tag table	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Machine Test de fuit
25	CG	Default tag table	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Chargement de gaz
26	Test TMP	Default tag table	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Test de temperature
27	Emballage final	Default tag table	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	objet	Default tag table	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Fuit	Default tag table	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Non fuit	Default tag table	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	Alarme de maintenance	Default tag table	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	CG arret	Default tag table	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arret de chargement de gaz
33	Obj2	Default tag table	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	Obj3	Default tag table	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	Obj4	Default tag table	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	Obj5	Default tag table	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	Obj6	Default tag table	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

FIGURE 3.13 – Sorties et variables mémorisées

PLC tags									
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
38	Alarme de soudure	Default tag table	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	RED.M3	Default tag table	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Redemarrage moteur 3
40	RED.M4	Default tag table	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Redemarrage moteur 4
41	Maintenance	Default tag table	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	Test de temperature	Default tag table	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	Assemblage init	Default tag table	Time	%MD1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	Mouvement obj	Default tag table	Time	%MD2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	Mouvement Cnv2	Default tag table	Time	%MD3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
46	Aspiration de gaz	Default tag table	Time	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
47	TMP_TST_TMP	Default tag table	Time	%MD5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	EMBLG_FIN	Default tag table	Time	%MD6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
49	Chargement_Gaz	Default tag table	Time	%MD7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	Test pression	Default tag table	Time	%MD8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	Maintenance de dist	Default tag table	Time	%MD9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	Mouvement Cnv	Default tag table	Time	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	Mouvement Cnv4	Default tag table	Time	%MD12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	Mouvement Cnv3	Default tag table	Time	%MD19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	MCG_Norm	Default tag table	Real	%MD13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	MCG_Vlr	Default tag table	Real	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	MTF_pression_Vlr	Default tag table	Real	%MD146	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

FIGURE 3.14 – Sorties et variables mémorisées

Interprétation : Nous avons opté pour le type mémoire dans la définition des sorties du PLC, car nous avons besoin des informations de sortie pour effectuer d'autres actions.

3.4.3.2 Déclaration des fonctions

Dans notre programme, nous avons conçu quatre fonctions FC (Function Blocks) spécifiques. Ces fonctions FC sont destinées à être intégrées directement dans la fonction

principale OB1 (Organizational Block 1). L'OB1 est le point d'entrée du cycle d'exécution du programme dans le PLC, où toutes les principales opérations de contrôle sont gérées. En intégrant ces fonctions FC dans l'OB1, nous assurons une exécution structurée et séquentielle des différentes tâches du programme.

FC1 : La fonction de bloc de chargement de gaz est conçue pour contrôler et gérer le processus de remplissage de gaz en se basant sur la valeur de volume détectée. (Voir figure 3. 15 calcul de la pression de chargement de gaz)

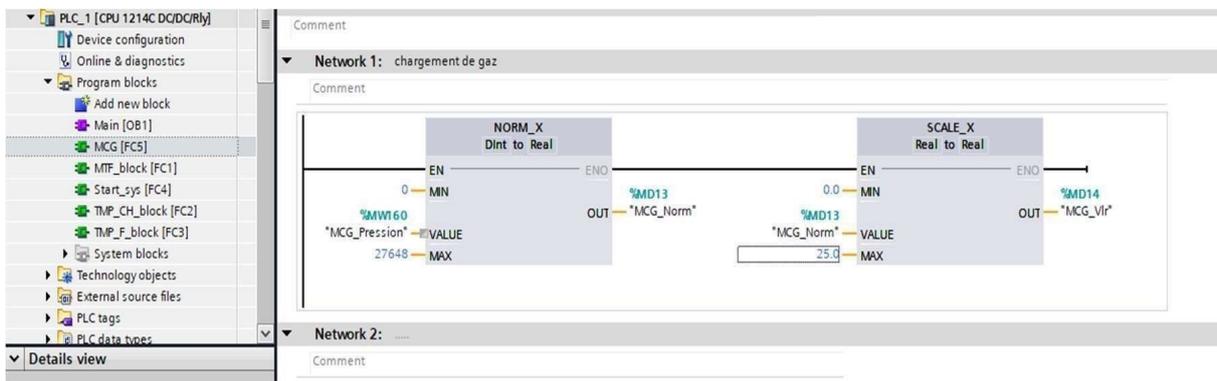


FIGURE 3.15 – Calcul de la pression de chargement de gaz

On prend la valeur du volume de gaz chargé par machine de chargement de gaz et on fait une normalisation par la fonction norme-x et on prend la valeur normalisée et on lui fait une mise à échelle par fonctions scale-x après la mise à échelle, on le compare par la valeur voulue

FC2 : La fonction de la machine de test de fuite utilise des techniques de normalisation et de mise à l'échelle pour traiter les valeurs de pression. on prend la valeur de capteur de température la valeur de courant analogique et on fait une normalisation de cette valeur avec la fonction NORM-X et après on fait une mise à échelle de la valeur de pression (Voir figure 3. 16 calcul de pression de gaz dans distributeur)

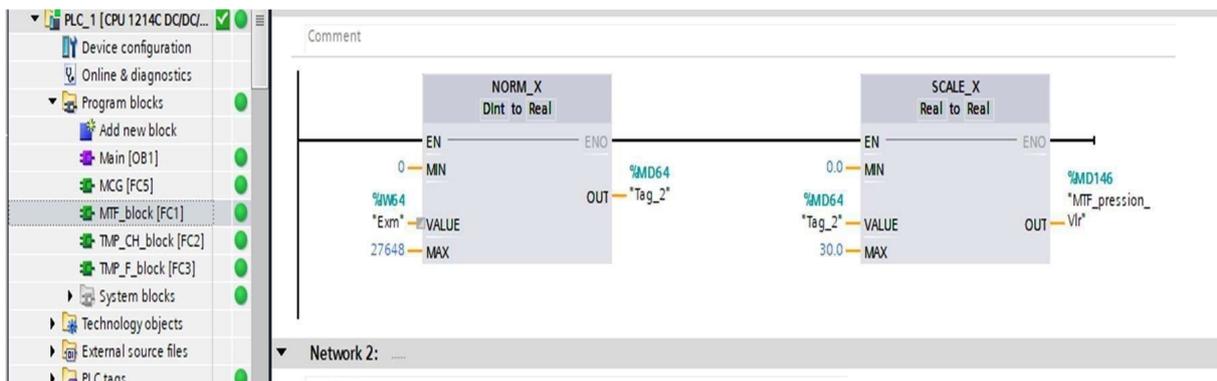


FIGURE 3.16 – Calcul de pression de gaz dans distributeur

FC3 : fonctions de test de température pour eau chaude, le premier test de performance c'est le test de la température d'eau chaude (Voir figure 3. 17 calcul de température d'eau chaude de distributeur). On prend la valeur analogique donnée par le capteur de température et on fait à cette valeur une normalisations par la fonction norm-x après on fait un mise a échelle de cette valeur par la fonction scale-x pour lire la valeur finale en décimale pour comparer avec la valeur voulue et si il ya une différence on fait un appel pour la réparations si il n'y a pas on passe au deuxième test de température d'eau froide

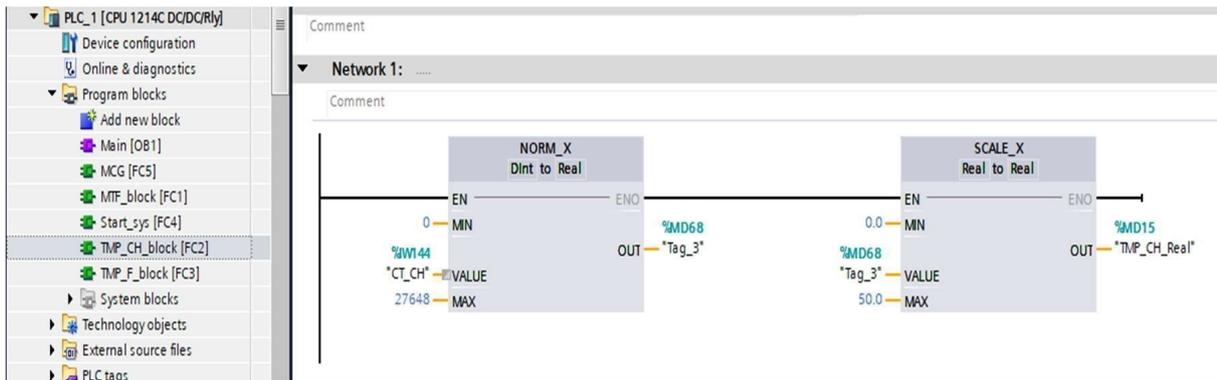


FIGURE 3.17 – Calcul de température d'eau chaude de distributeur

FC4 : fonctions du test de température pour eau froide, le deuxième test de performance c'est test de la température d'eau chaude on prend la valeur analogique donnée par le capteur de température et on fait à cette valeur une normalisation par la fonction norm-x après on fait une mise à échelle de cette valeur par la fonction scale-x pour lire la valeur finale en décimale pour comparer avec la valeur voulue et si il y une différence on fait un appel pour la réparation si il n'y a pas on valider la performance de distributeur. (Voir figure 3. 18 calcul de température d'eau froide de distributeur).

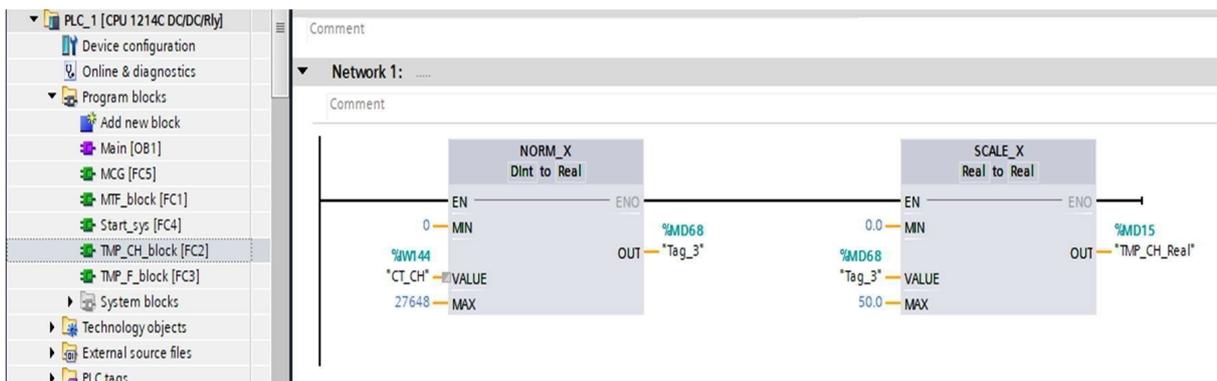


FIGURE 3.18 – Calcul de température d'eau froide de distributeur

3.4.3.3 Programmation du bloc organisationnel OB1

L'Organisationnel Block 1 (OB1) représente le cœur du programme PLC, la programmation des blocs en utilisant le langage de programmation Ladder, montrent les fonctions essentielles pour le contrôle et la coordination des opérations. Sa programmation garantit une exécution optimale des séquences de travail.

Processus 1 :Assemblage initial

Le démarrage et l'arrêt de la ligne de production consistent en deux conditions principales. La première est le bouton marche, qui reste alimenté pendant la production, et la deuxième condition est la détection de la présence d'un objet, ce qui permet à la production sur la première ligne de se réinitialiser avec chaque arrivée d'un distributeur. L'entrée T1.Q représente le temporisateur du robot d'assemblage ou bien le processus d'assemblage en général, qui dure 13 minutes. Après cela, un signal de redémarrage est envoyé à la sortie M1 pour continuer vers la prochaine ligne. (Voir figure 3. 19 calcul de température d'eau froide de distributeur)

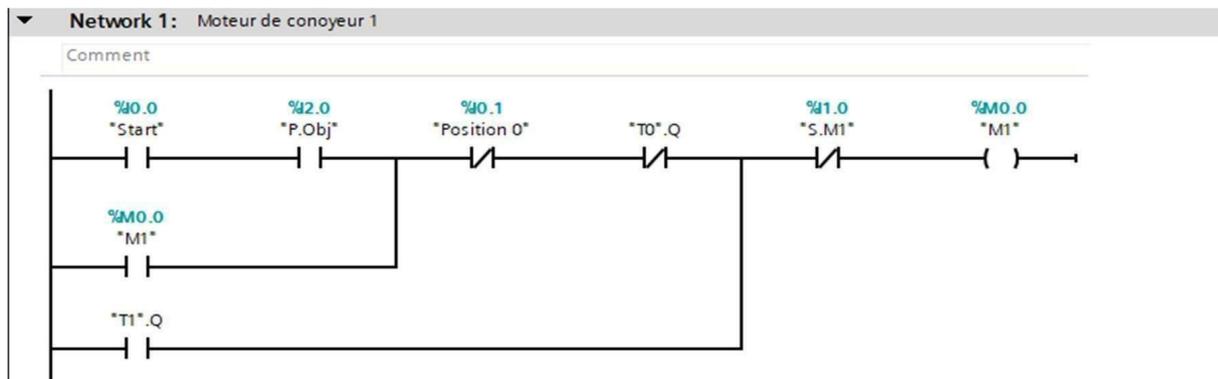


FIGURE 3.19 – Programme de commande de moteur convoyeur 1

L'arrêt du moteur du convoyeur 1 dépend du capteur de position suivant, qui met l'état du moteur 1 en arrêt et l'état du moteur 2 en marche. Il dépend aussi de la fin de la durée prédéfinie du temporisateur, ainsi que du bouton arrêt qui est représenté par S.M1 et qui est notamment utilisé en cas d'urgence. Obj2 présente l'affichage du positionnement du distributeur dans l'interface homme-machine. Le processus d'assemblage rest pendant 13 min prédéfinis dans le temporisateur.

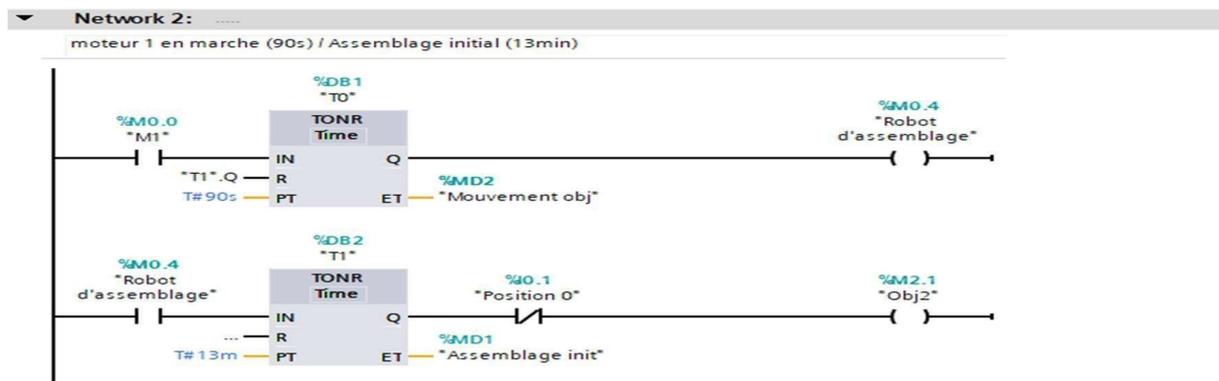


FIGURE 3.20 – Programme de l'étape d'assemblage initial et commande du robot d'assemblage

Processus 2 : Aspiration par la pompe

Le processus d'aspiration par la pompe a deux sorties essentielles : le moteur du convoyeur 2 pour déplacer le distributeur et la pompe pour effectuer l'étape de l'aspiration. Ils sont conditionnés par les entrées suivantes : le capteur de position 0 et T3.Q, qui représente la sortie du temporisateur après la durée de marche du moteur du convoyeur 2, définie à 90 secondes. L'arrêt du moteur du convoyeur 2 dépend de l'arrivée à la position suivante ou bien du bouton S.M2, qui représente le bouton d'arrêt. L'entrée T4.Q représente la fin de la durée prédéfinie par le temporisateur (18 minutes) et permet le redémarrage du moteur 2 après que le processus de la pompe est terminé. La sortie Obj3 représente le positionnement du distributeur dans cette ligne, qui sera affiché dans l'interface homme-machine (HMI).

Après la détection d'un objet en position 0, le moteur du convoyeur 2 démarre et fonctionne pendant 90 secondes. Une fois le temporisateur du moteur arrivé à son terme, il envoie un signal pour démarrer la pompe, qui fonctionnera pendant 18 minutes.

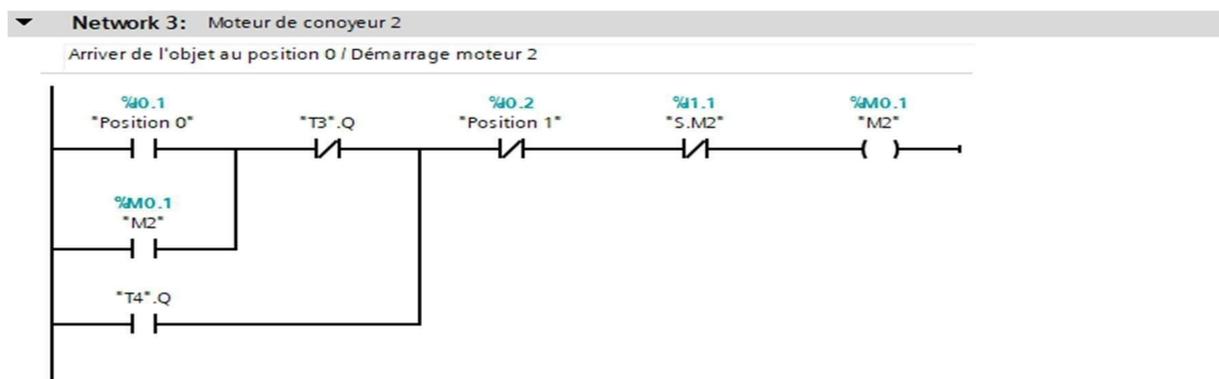


FIGURE 3.21 – Programme de l'étape aspiration par la pompe

Processus 3 : Chargement de gaz et Test de fuite

Le processus de chargement de gaz a trois sorties principales : le premier est le moteur du

convoyeur 3 qui déplace le distributeur le long de la ligne, le deuxième est la machine de chargement de gaz, représentée par CG, et enfin la machine de test de fuite, représentée par MTF. Le démarrage de ce processus dépend du capteur de position 1, et l'arrêt dépend du capteur de position suivant et de T6.Q, qui représente la fin de la durée prédéfinie dans le temporisateur pour le temps de fonctionnement du moteur. T14.Q et T15.Q représentent les conditions de redémarrage du moteur 3 lorsque les processus de chargement de gaz et de test de fuite sont valides et terminés, tandis que T16.Q est utilisé pour arrêter ce redémarrage.

(les figures au-dessous montre le programme de processus de chargement de gaz) L'arrêt de la machine de gaz est déterminé par la valeur de la condition de pression voulue. Si cette pression dépasse 25 bars, la machine s'arrête pour passer à l'étape suivante.

Dans le cas où la machine de chargement de gaz est arrêtée, le T14, qui est responsable du redémarrage du moteur 2, est déclenché.

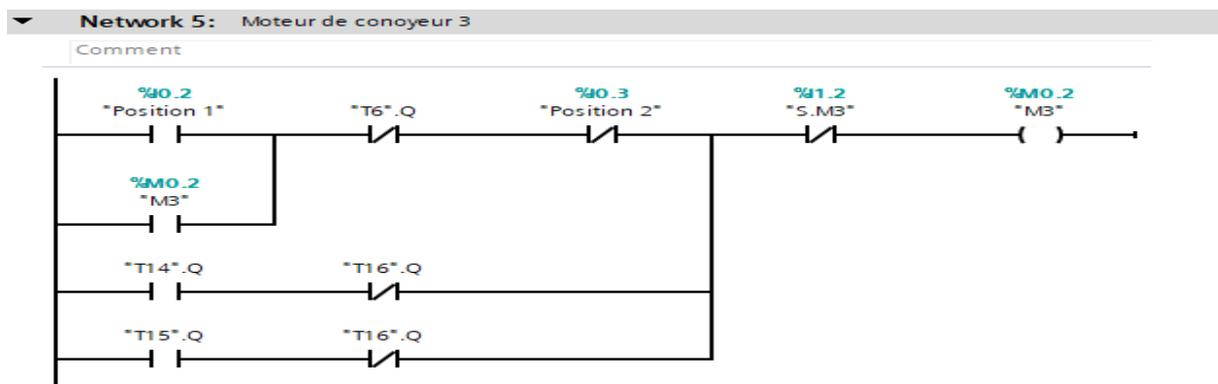


FIGURE 3.22 – Programme de l'étape chargement de gaz

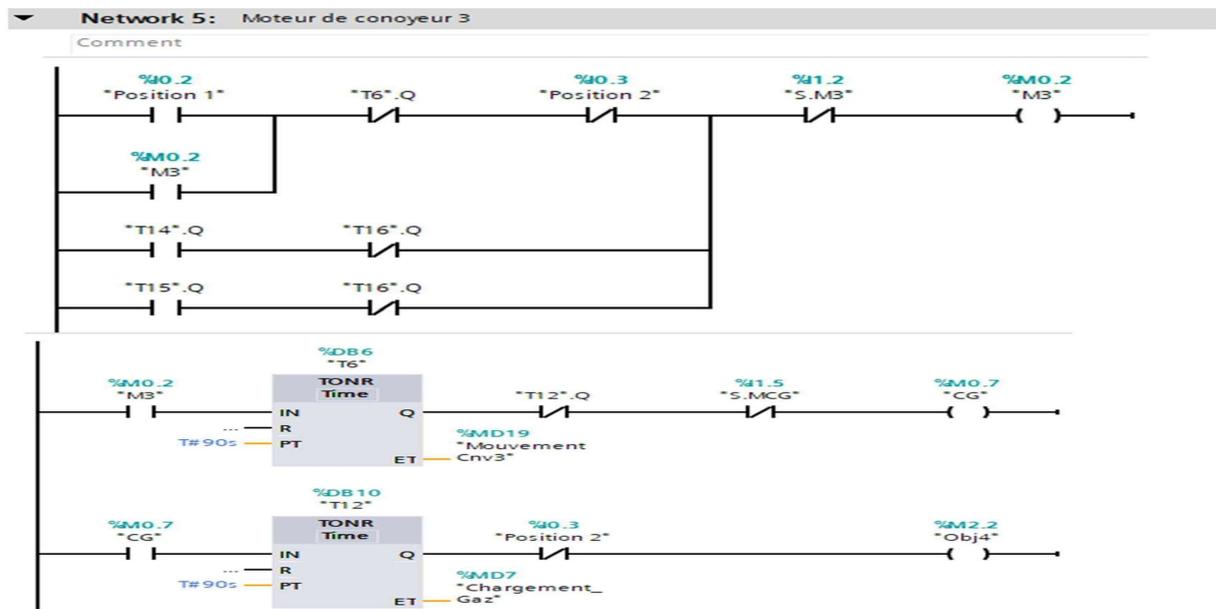


FIGURE 3.23 – Programme de l'étape chargement de gaz

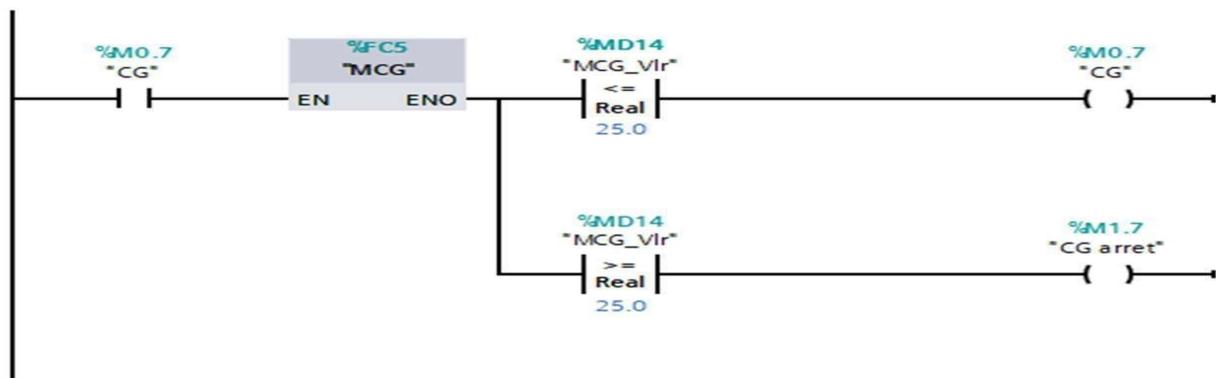


FIGURE 3.24 – Programme de l'étape chargement de gaz

Processus 3 : Chargement de gaz et Test de fuite

L'alimentation de la machine de test de fuite est déterminée par l'arrivée du distributeur à la position 2. L'arrêt de cette machine est effectué par T13, qui représente un temporisateur fonctionnant pendant une durée prédéfinie de 90 secondes. (Voir figure 3.25 programme de l'étape de test de fuite)

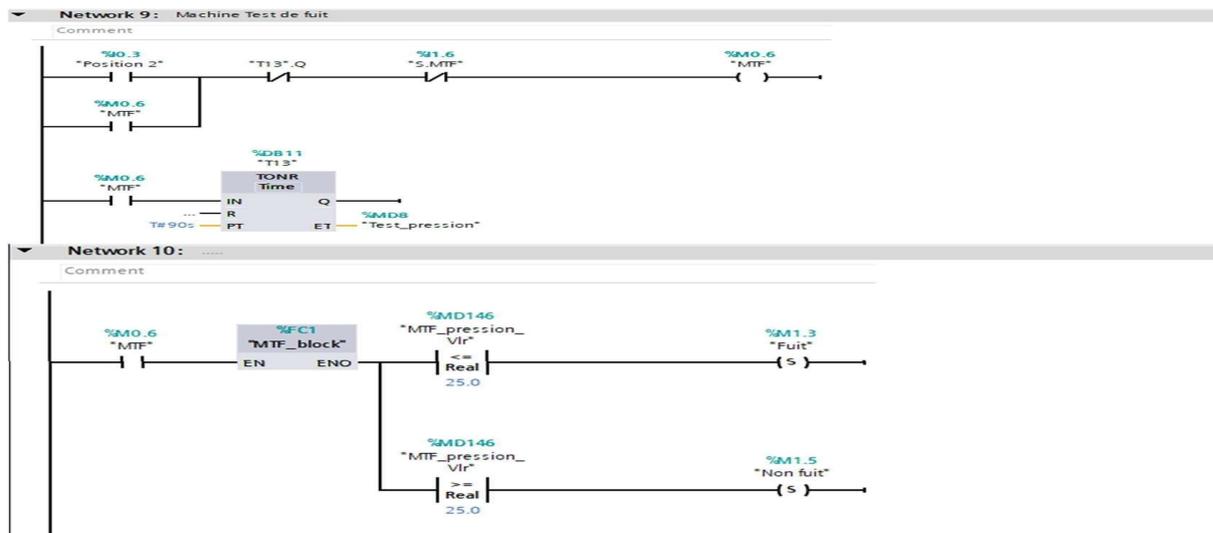


FIGURE 3.25 – programme de l'étape chargement de gaz

Si le test est validé, une sortie mémorisée indiquant l'absence de fuite est déclenchée. Dans le cas contraire, une sortie mémorisée indiquant une fuite est activée.

Processus 3 : Chargement de gaz et Test de fuite

Dans le cas où le test n'est pas validé, le contacteur « fuite » sera alimenté, déclenchant ainsi la sortie d'alarme de soudure. Le compteur en dessous représente les pièces défectueuses, qui seront ensuite affichées dans l'interface homme-machine (HMI).

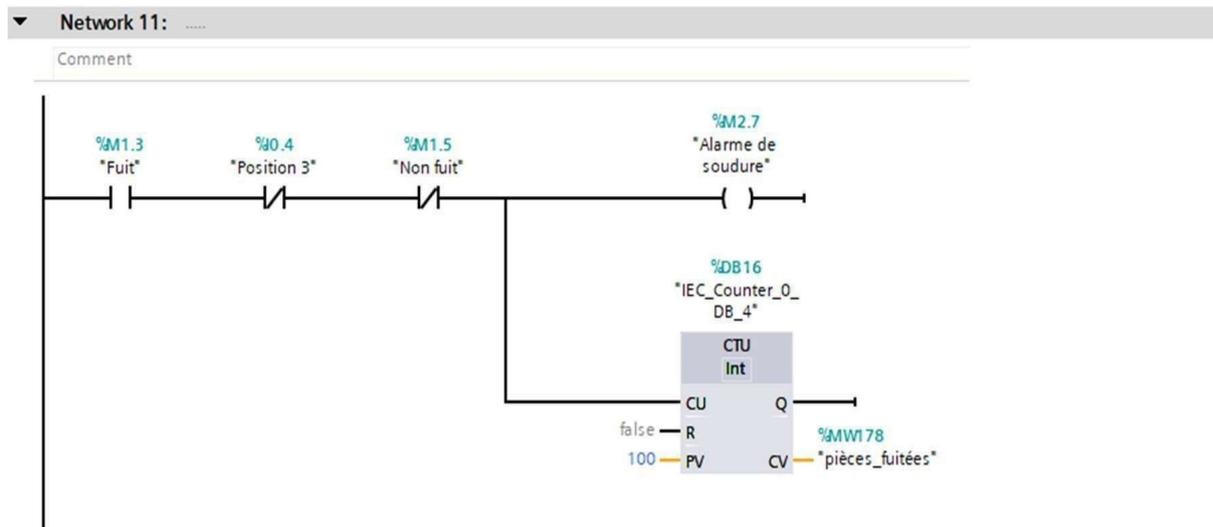


FIGURE 3.26 – L'étape de réparation de système ou validation de système

Processus 4 : Test de performance

Le test de performance a deux sorties principales : l'une est le moteur du convoyeur 4 et l'autre est le test de température (sonde de température). L'arrêt du moteur est commandé

par la position suivante ou bien par l'arrêt du temporisateur T7, qui est responsable de calculer la durée prédéterminée du temps de marche du moteur 4, ainsi que par le bouton d'arrêt manuel S.M4. T8.Q représente le temporisateur responsable de calculer la durée de 3 minutes du test de performance pour le redémarrage du moteur 4 après que le test de performance est terminé. T17 représente le redémarrage après que le test de performance est validé.

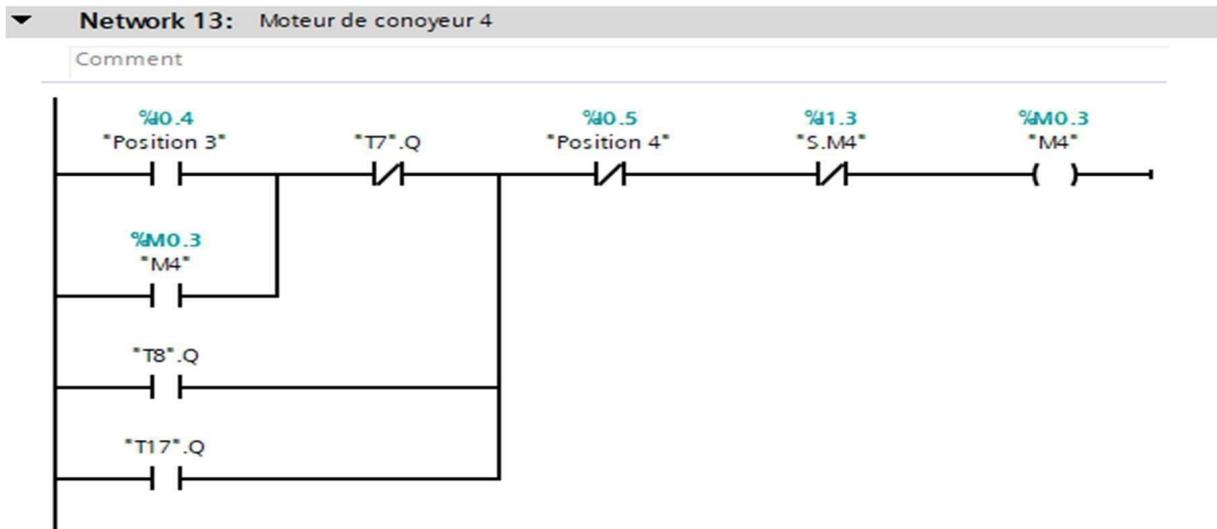


FIGURE 3.27 – programme de l'étape de test de performance du système

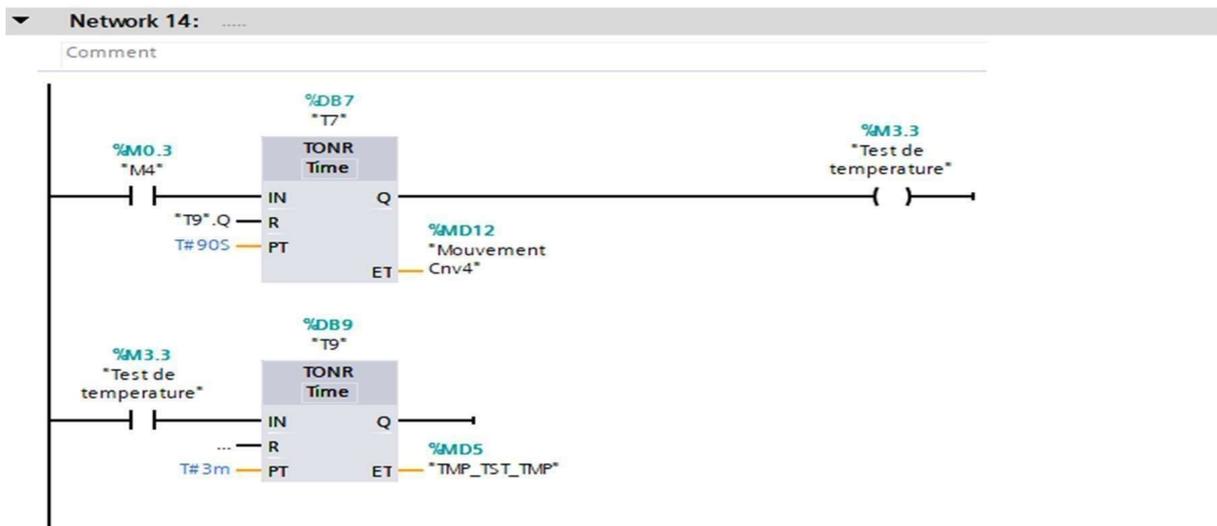


FIGURE 3.28 – Programme de l'étape de test de performance du système

Processus 4 : Test de performance

Les blocs TMP-CH-block et TMP-F-block représentent les blocs de traitement des valeurs analogiques et nous fournissent une valeur numérique qui sera comparée aux valeurs

seuils : 40°C pour l'eau chaude (la température maximale recommandée pour éviter les brûlures) et 25°C pour l'eau froide (la limite pour définir de l'eau non chauffée). En cas de dépassement de ces valeurs prédéfinies, une alarme de maintenance est déclenchée pour le distributeur.

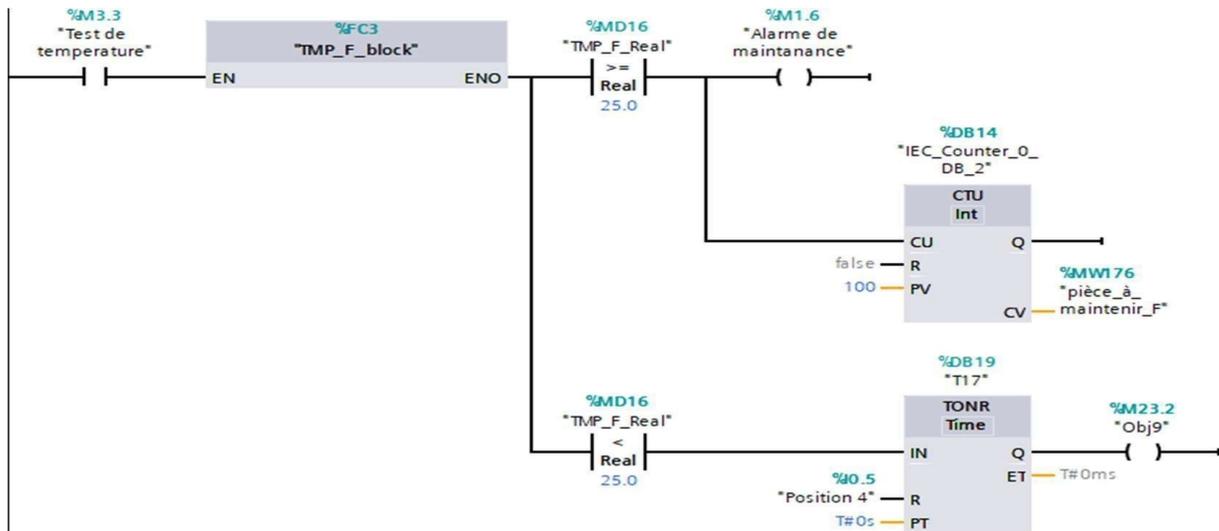


FIGURE 3.29 – Programme de l'étape de test de performance du système

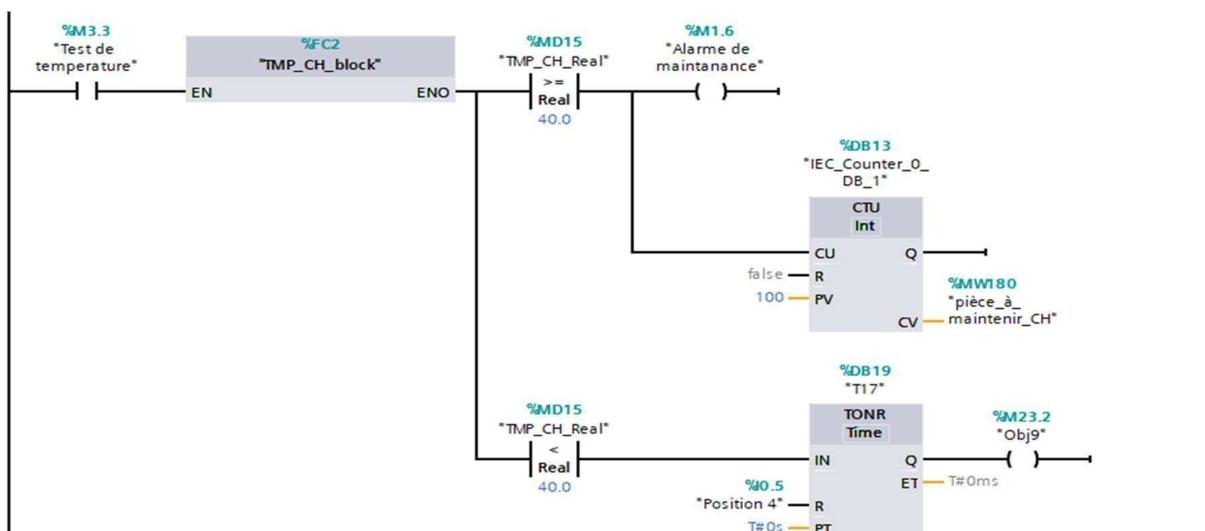


FIGURE 3.30 – Programme de l'étape de test de performance du système

À l'arrivée à la position 3, le moteur du convoyeur 4 démarre pendant 90 secondes. Après avoir terminé le comptage par le temporisateur, un signal est envoyé aux équipements de test de performance pour démarrer le processus pendant 3 minutes

Processus 4 : Emballage final

Le démarrage de l'emballage final est déterminé par l'arrivée à la position 4, et l'arrêt est déterminé par la fin du temporisateur T10 (5 minutes). Obj6 représente le positionnement du distributeur sur l'HMI. CTU est le compteur responsable du calcul des pièces finies. À l'arrivée à la position 4, la machine d'emballage final commence à fonctionner pendant 5 minutes, comptées par le temporisateur. À la fin du processus, un autre compteur commence à calculer les pièces finies

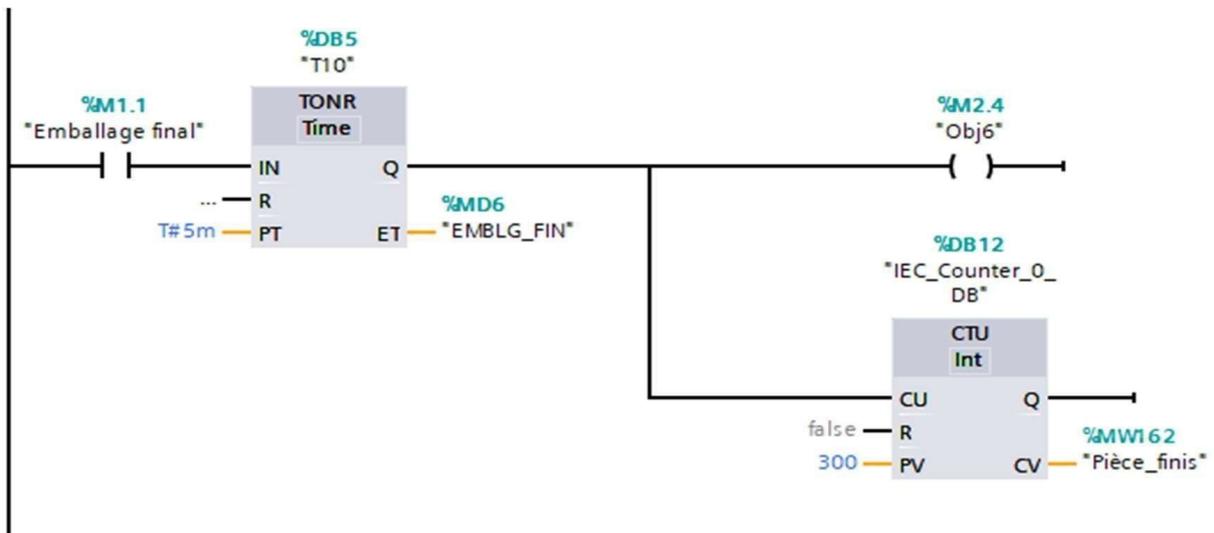


FIGURE 3.31 – Programme de l'étapes d'emballage final du système

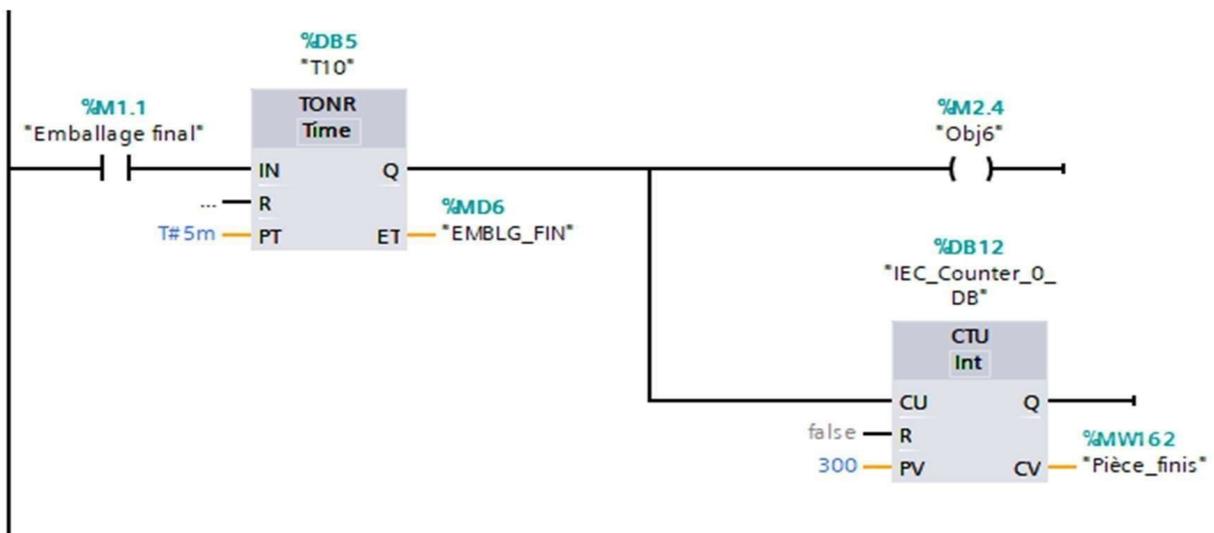


FIGURE 3.32 – Programme de l'étapes d'emballage final du système

3.4.3.4 La Simulation du programme

La simulation du programme permet de tester et de valider le fonctionnement du système automatisé dans un environnement virtuel. Cette étape assure que toutes les séquences et les opérations sont exécutées correctement et permet d'identifier et de corriger les erreurs de programmation.

La Simulation de l'Assemblage initial

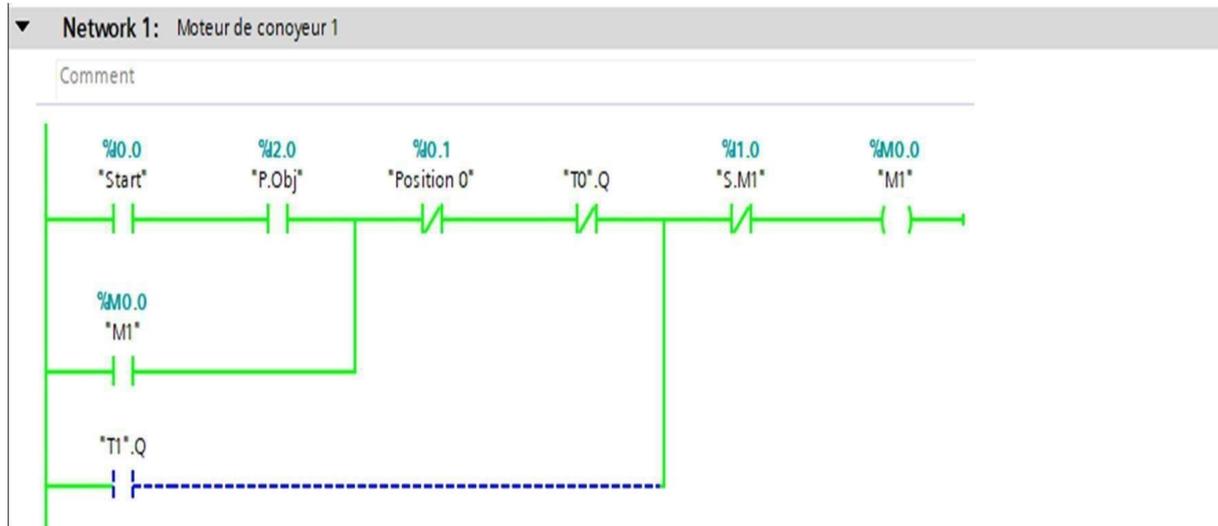


FIGURE 3.33 – Commande moteur convoyeur 1

Interprétation réseau 1 La simulation de l'étape 1 du processus d'assemblage commence par la commande du moteur convoyeur 1, activé par le bouton START et la présence de l'objet en position initiale, et arrêté par la position zéro, la sortie du temporisateur T0.Q, ou le bouton STOP manuel. Les résultats du moteur 1 indiquent que le bouton de démarrage a été appuyé et que l'objet est arrivé. Ainsi, le convoyeur 1 est en fonctionnement pendant la durée prédéterminée.

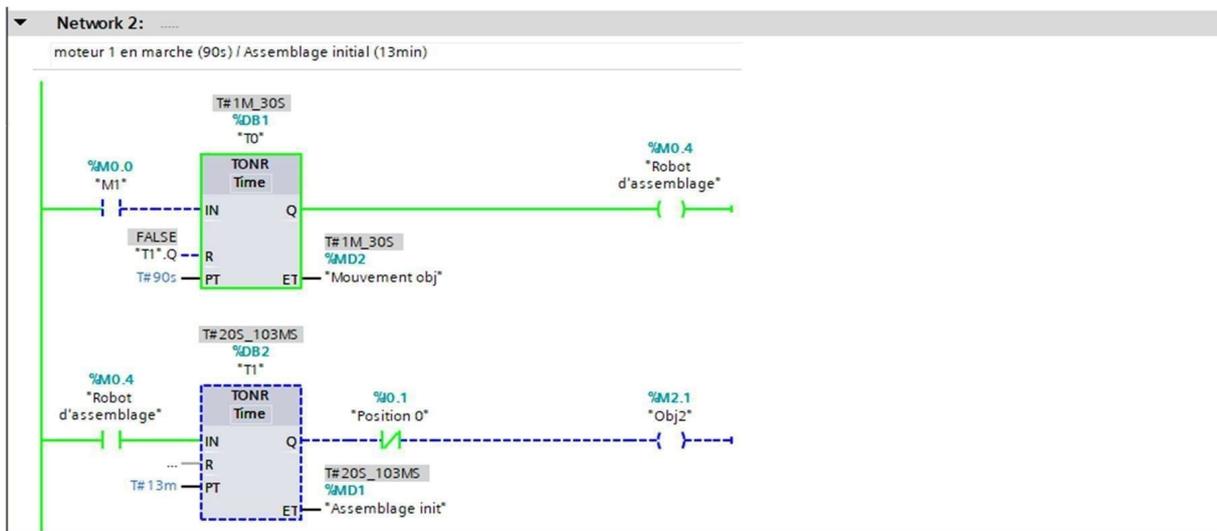


FIGURE 3.34 – Simulation de processus d'assemblage.

Interprétation réseau 2 Ensuite, l'assemblage est démarré par l'opérateur, en parallèle avec le robot d'assemblage, pour une durée de 13 minutes. Les résultats montrent que le processus d'assemblage initial est en fonctionnement pendant sa durée prévue. On peut également observer le temporisateur, effectuer l'opération de comptage.

La Simulation de l'Aspiration par la pompe

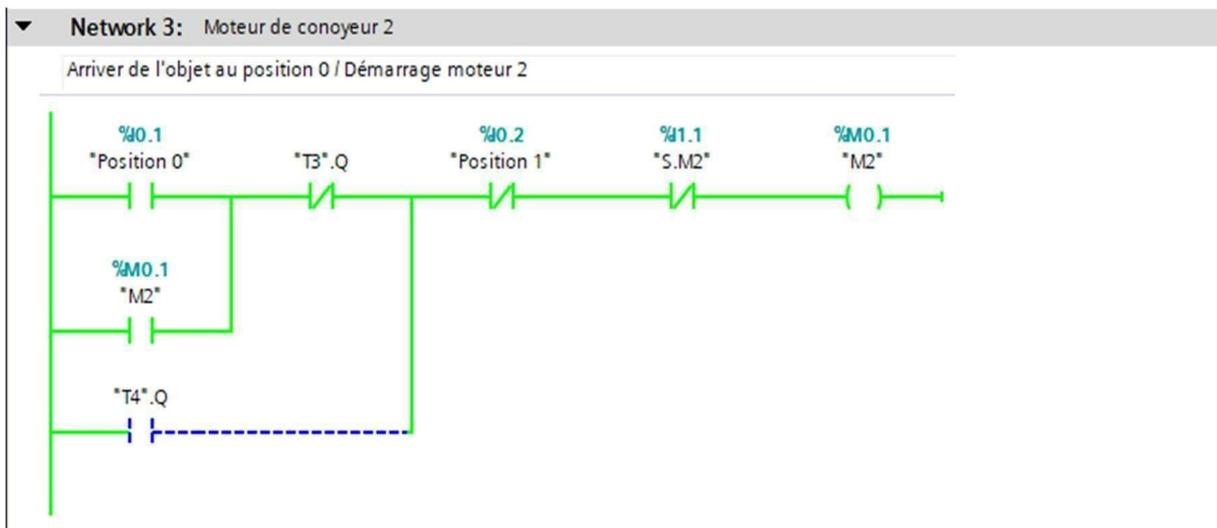


FIGURE 3.35 – Simulation de commande de moteur convoyeur 2

Interprétation réseau 3 Lorsque l'objet atteint la position 0, le convoyeur 2 démarre et le convoyeur 1 s'arrête simultanément. Le convoyeur 2 fonctionne jusqu'à ce que le temporisateur T3.q atteigne 90 secondes

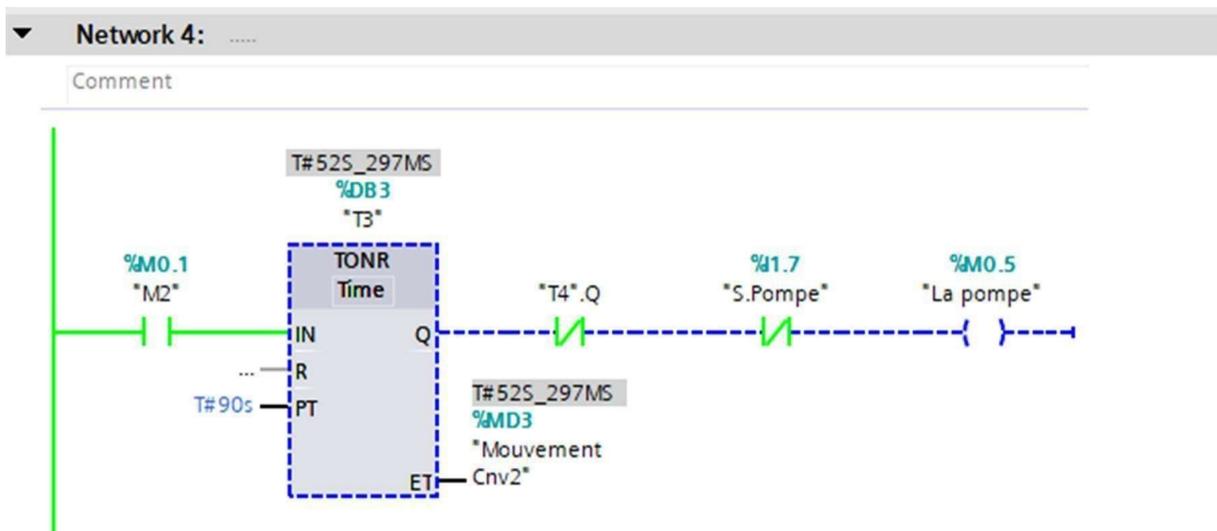


FIGURE 3.36 – Simulation de la durée de fonctionnement de moteur convoyeur 2

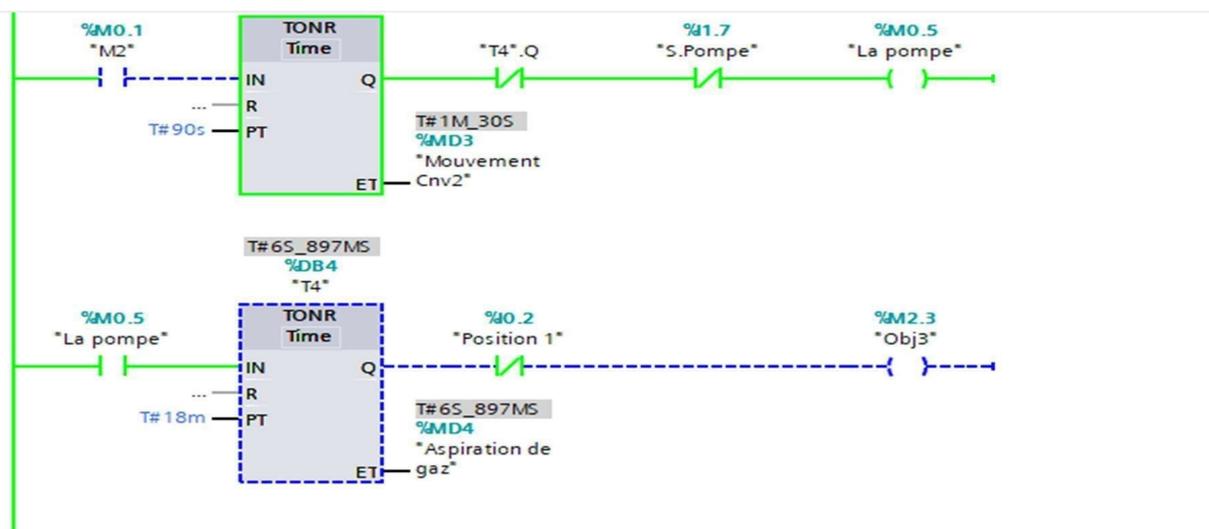


FIGURE 3.37 – Simulation de processus de la pompe

Interprétation réseau 4 Si un objet soit détecté en position 1, ou qu'il soit arrêté manuellement. Ensuite, la pompe démarre son cycle d'aspiration et fonctionne pendant 18 minutes.

La Simulation de chargement de gaz

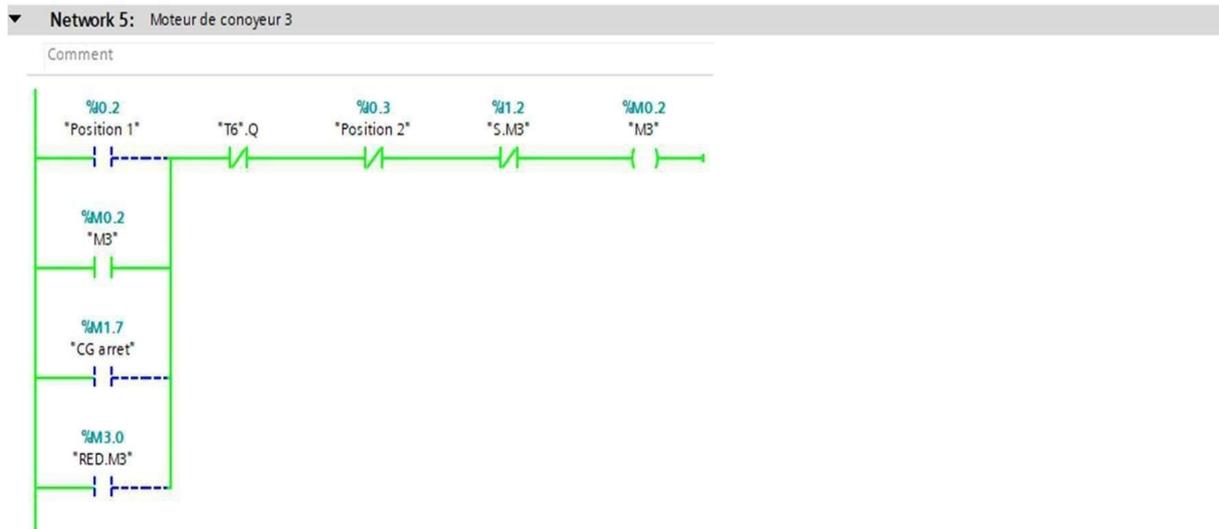


FIGURE 3.38 – Simulation de commande de moteur convoyeur 3

Interprétation réseau 5 Lorsque l'objet arrive à la position 1, le moteur du convoyeur 3 démarre. Ce convoyeur peut être arrêté par le temporisateur T6.Q, par la détection de l'objet en position 2, ou manuellement via le bouton d'arrêt 3. Le convoyeur 3 peut être redémarré par le signal "cg arrêt", qui représente l'arrêt du chargement de gaz, ou par "red m3", qui indique le redémarrage du moteur du convoyeur 3 après avoir constaté l'absence de fuite lors du test de fuite.

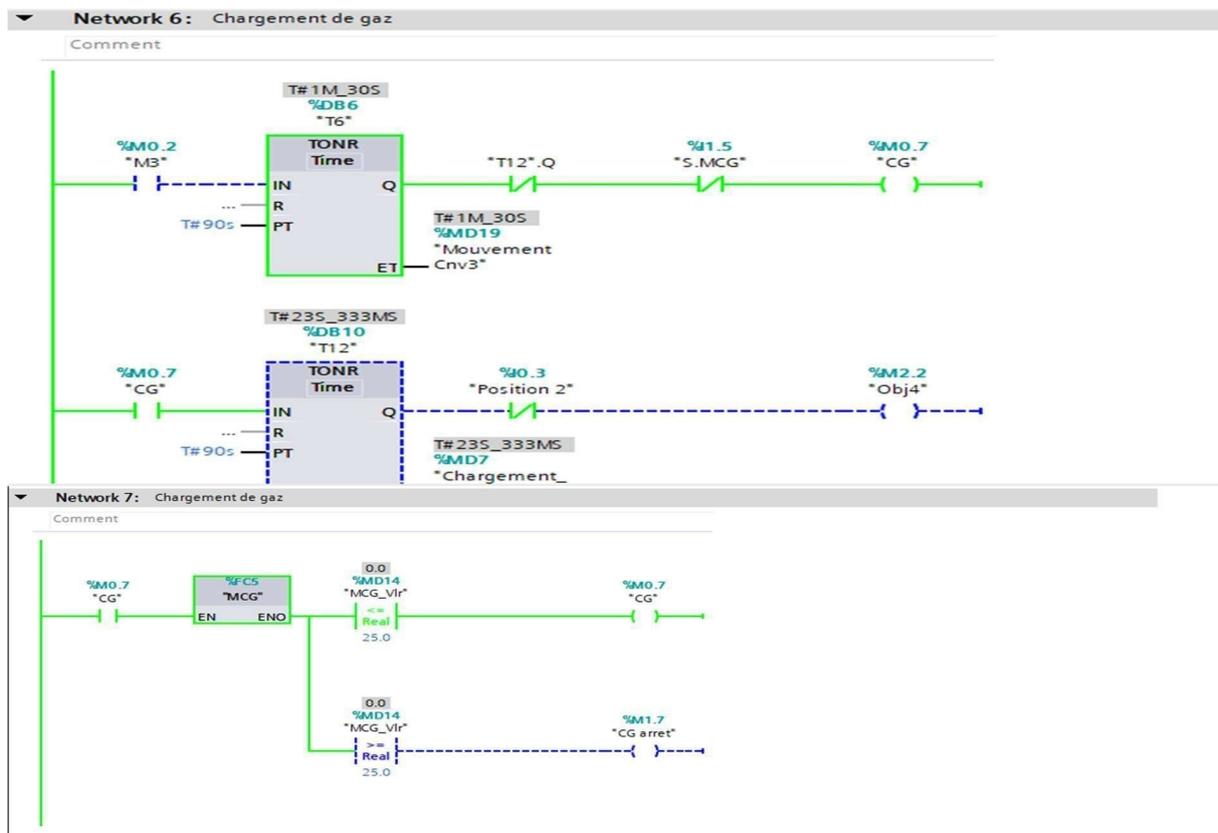


FIGURE 3.39 – Simulation de processus de chargement de gaz

Interprétation réseau 6 et 7 La deuxième étape est le chargement de gaz, dont la sortie est conditionnée par une valeur qui décide de continuer le chargement ou de redémarrer le processus ultérieur. Ensuite, le test de fuite se déroule en position 2 pendant 90 secondes, avec une sortie également conditionnée par une valeur qui décide si une alarme de soudure doit être déclenchée ou si le processus peut continuer

La Simulation du test de fuite

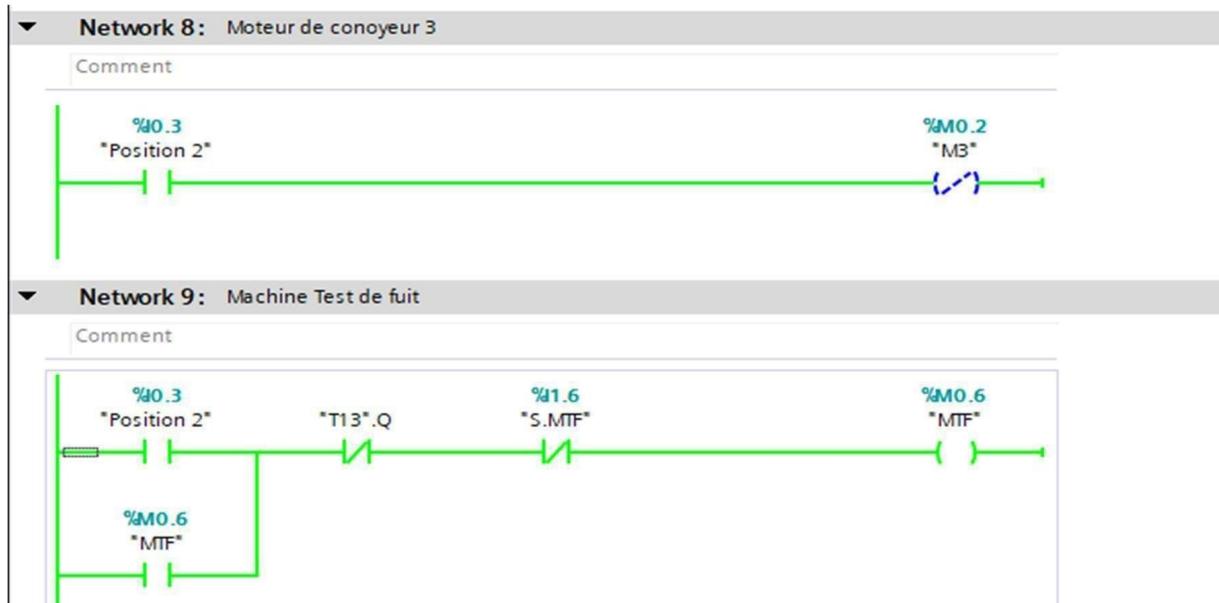


FIGURE 3.40 – Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite

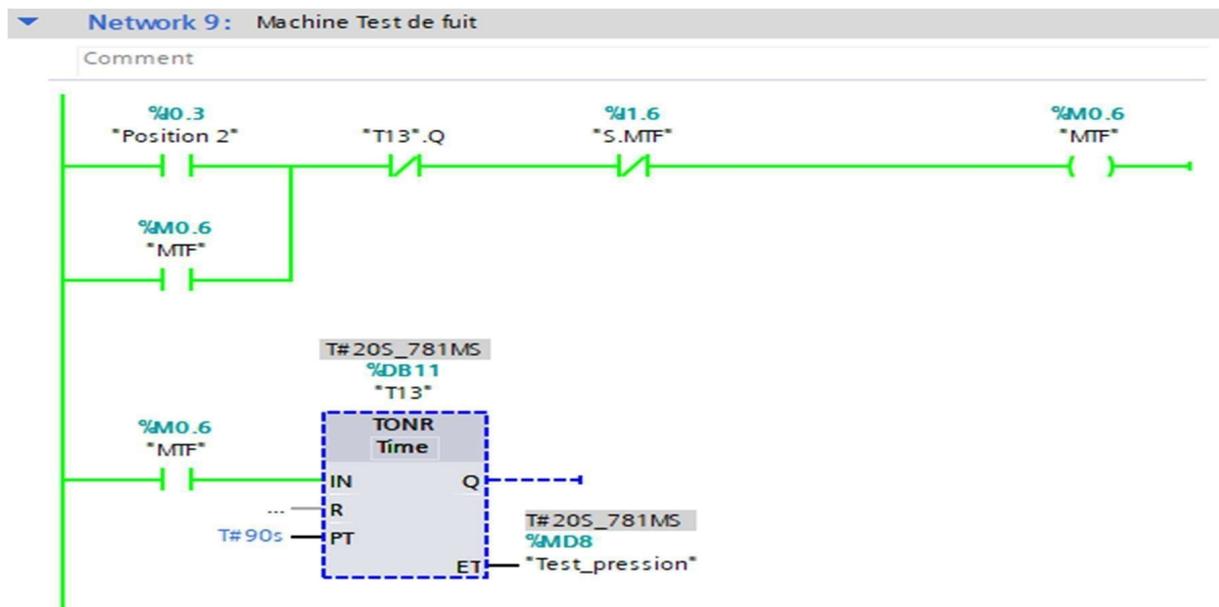


FIGURE 3.41 – Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite

Interprétation réseaux 8 et 9 À l'arrivée en position 2, la machine de test de fuite démarre pendant 90 secondes.

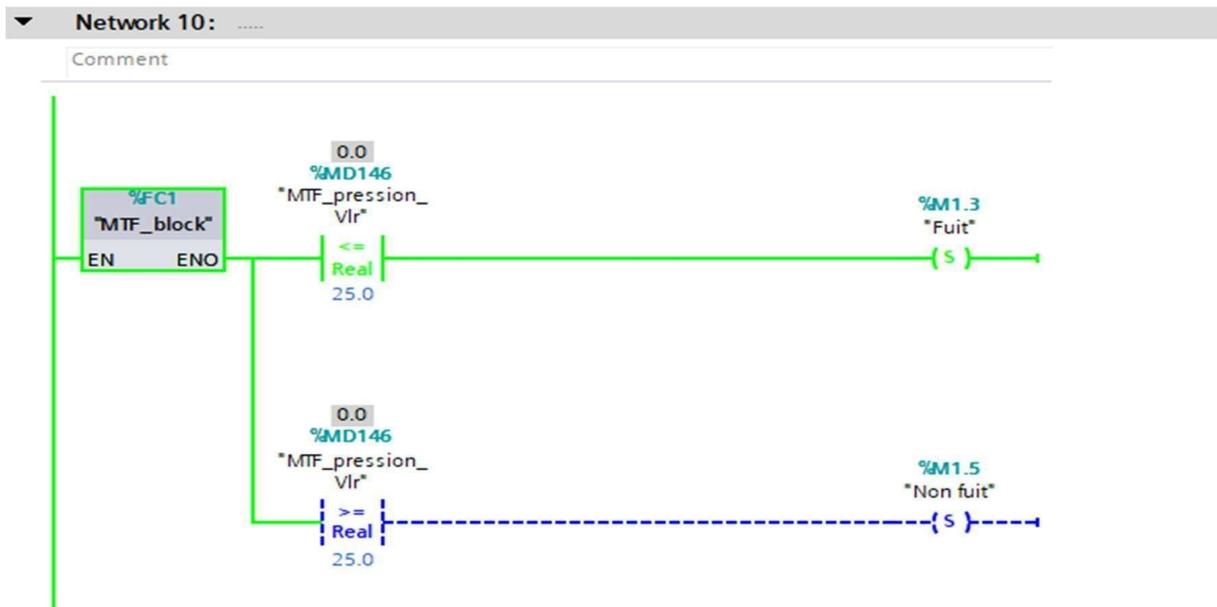


FIGURE 3.42 – Simulation de fonctionnement de machine Test de fuite

Interprétation réseau 10 Après avoir reçu la valeur traitée du bloc FC, on la compare avec la valeur de 35 bars pour décider s'il y a une fuite ou non.

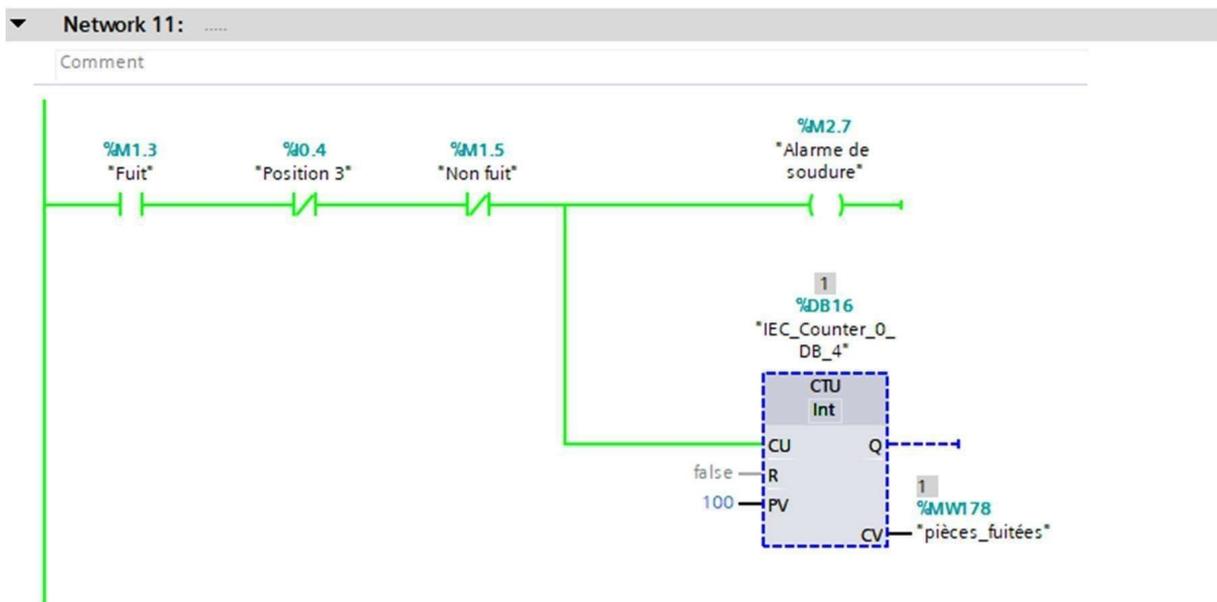


FIGURE 3.43 – Cas de fuite

Interprétation réseau 11 En cas de fuite, une alarme est déclenchée dans l'interface HMI et le compteur de pièces défectueuses est incrémenté pour affichage ultérieur.

Simulation du test de performance

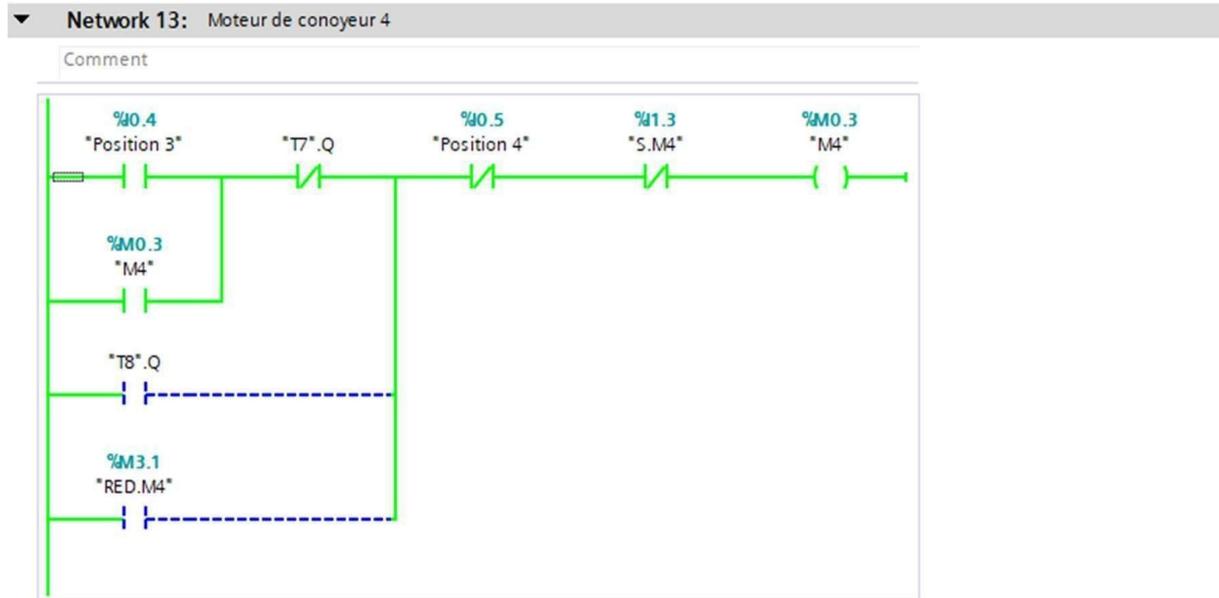


FIGURE 3.44 – Simulation de commande de Moteur convoyeur 4

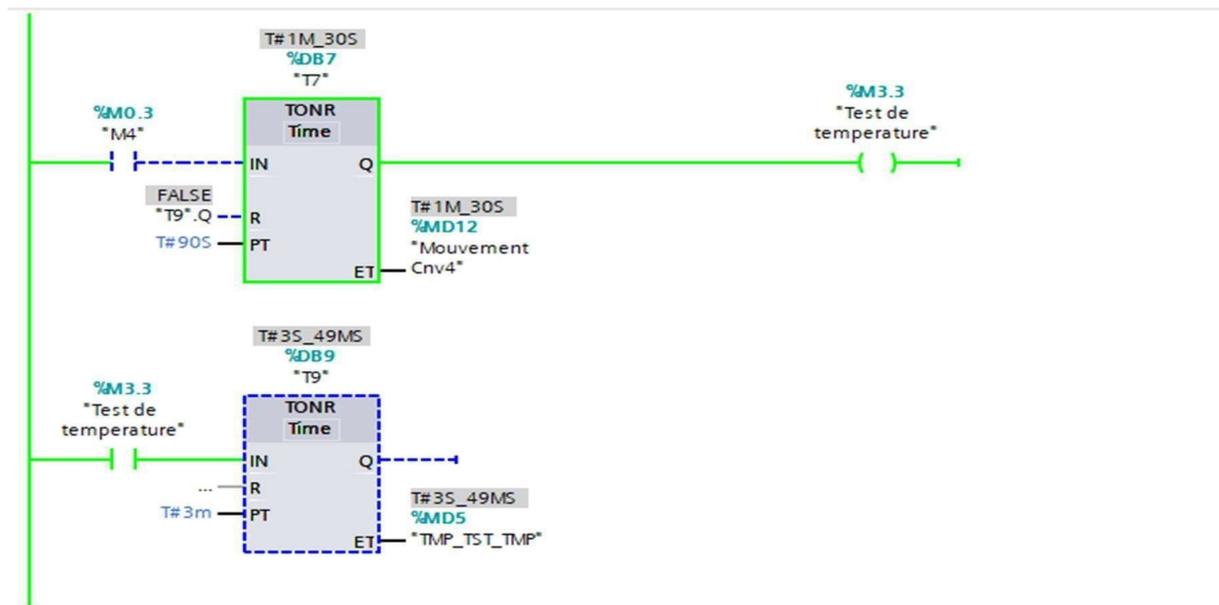


FIGURE 3.45 – Simulation de démarrage de test de performance

Interprétation réseau 13 Le test commence par la détection d'un objet par le capteur de position 3, ce qui déclenche le démarrage du moteur 4. Ce moteur peut être arrêté de trois façons : soit lorsque l'objet atteint la position suivante, soit par l'activation du temporisateur T7, soit manuellement via le bouton d'arrêt.

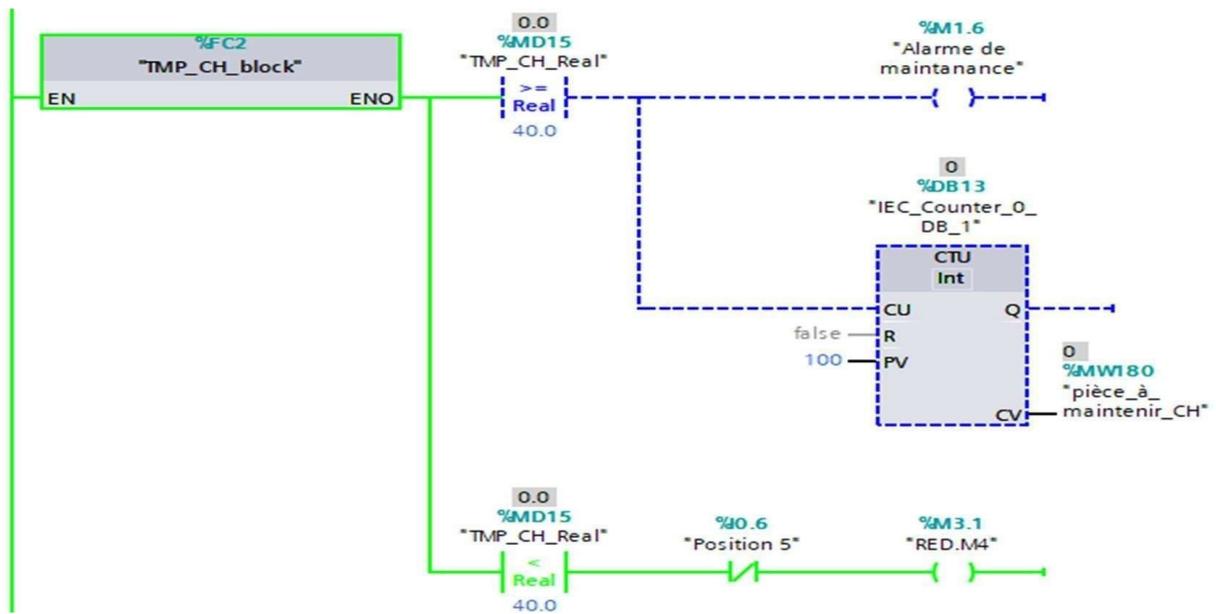


FIGURE 3.46 – Test de performance –Température chaude –

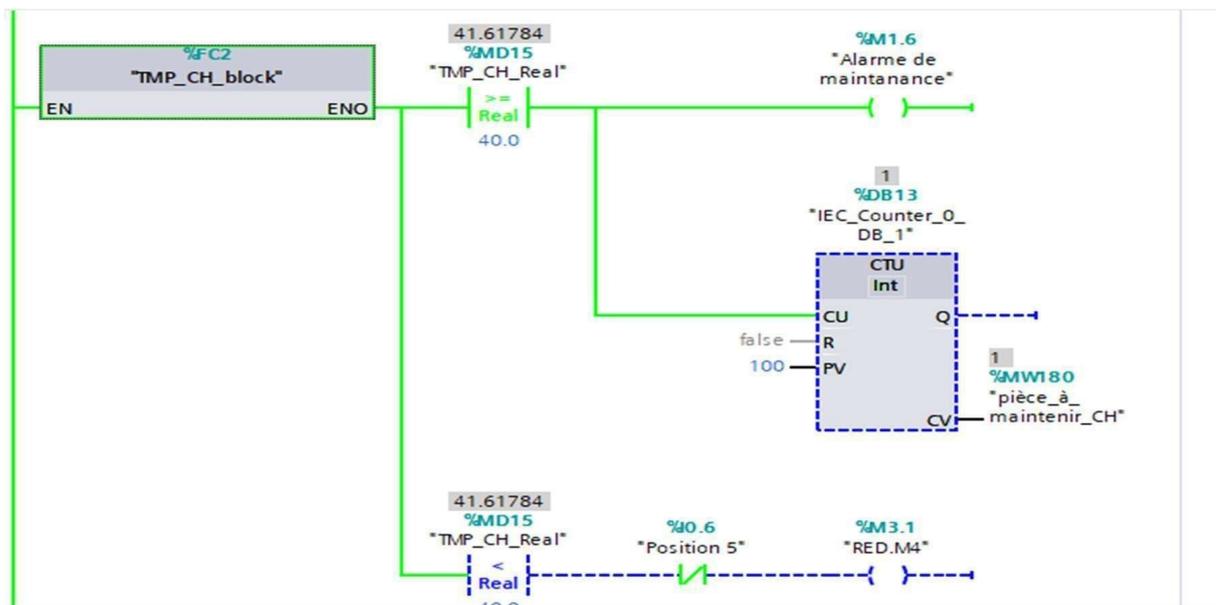


FIGURE 3.47 – Test de performance – Température froide –

Après la conversion de la valeur analogique en valeur numérique, celle-ci est comparée aux seuils prédéfinis pour l'eau chaude et l'eau froide. Si la valeur dépasse le seuil, une alarme de maintenance se déclenche et un compteur enregistre une pièce nécessitant une maintenance, avec les données associées. Sinon, le moteur 4 redémarre pour déplacer l'objet à la position suivante.

Simulation de calcul des pièces à maintenir après le test de performance

Les pièces défectueuses en raison d'un échec du test de température froide et du test de

température chaude sont comptabilisées séparément. Par conséquent, un bloc ADD est nécessaire pour obtenir le nombre total de pièces à maintenir.

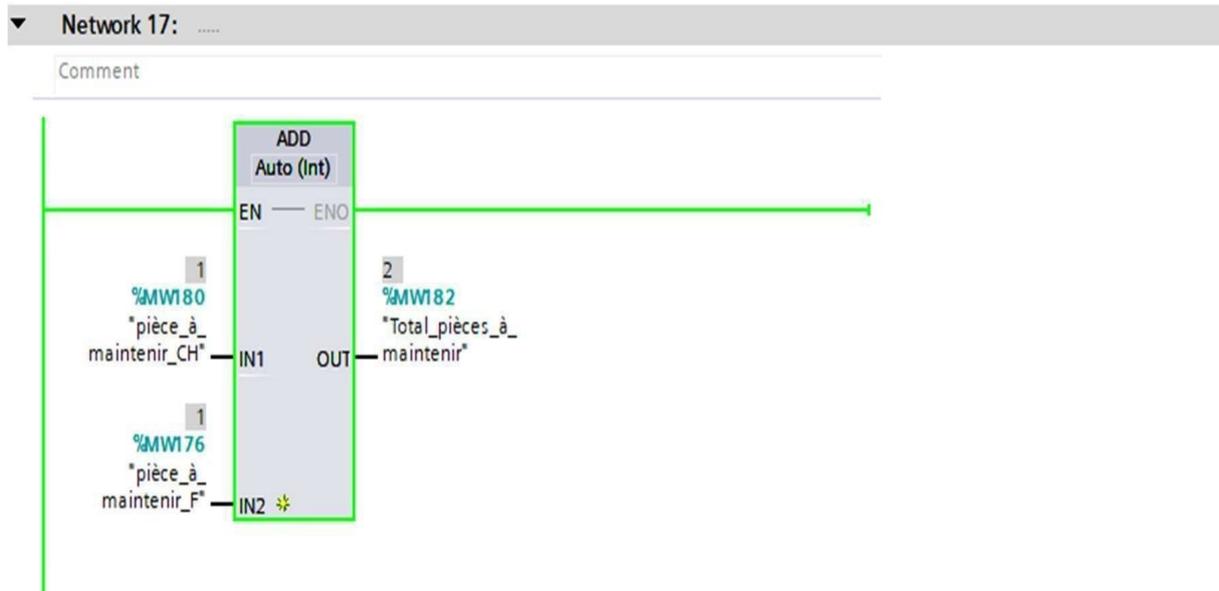


FIGURE 3.48 – Calculé des pièces à réparer après le test de performance

Interprétation réseau 17 Le bloc d'addition assemble les pièces à maintenir dans le cas où le distributeur sort de l'eau trop chaude ou trop froide, ce qui permet d'afficher tous les distributeurs à maintenir dans l'interface.

Simulation de l'emballage final

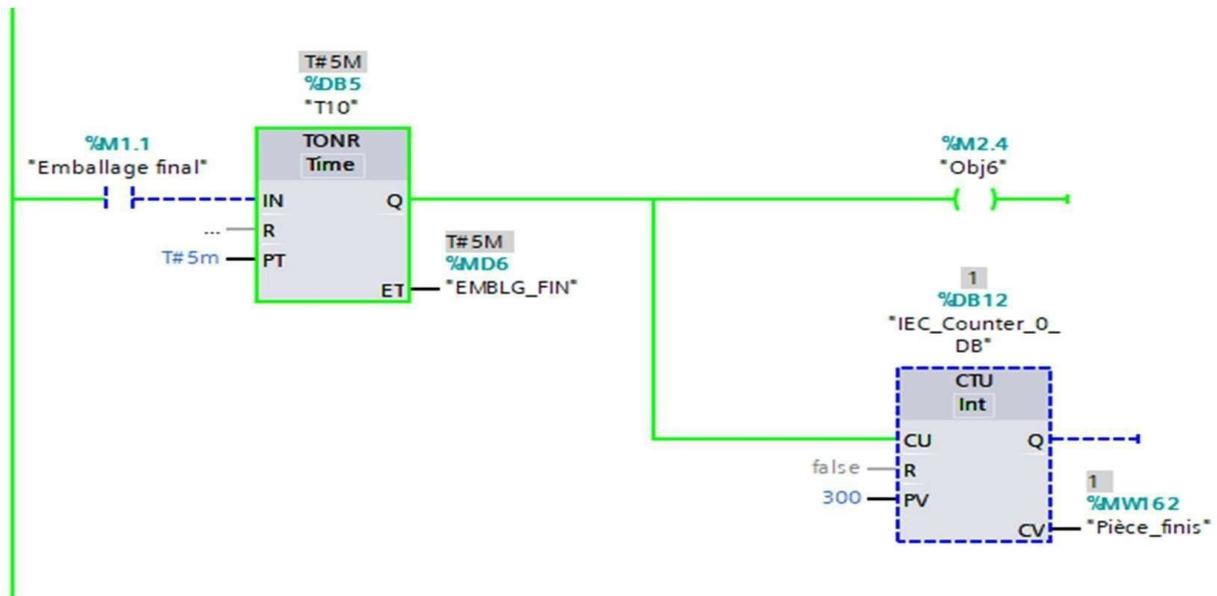


FIGURE 3.49 – Commande de processus d'emballage

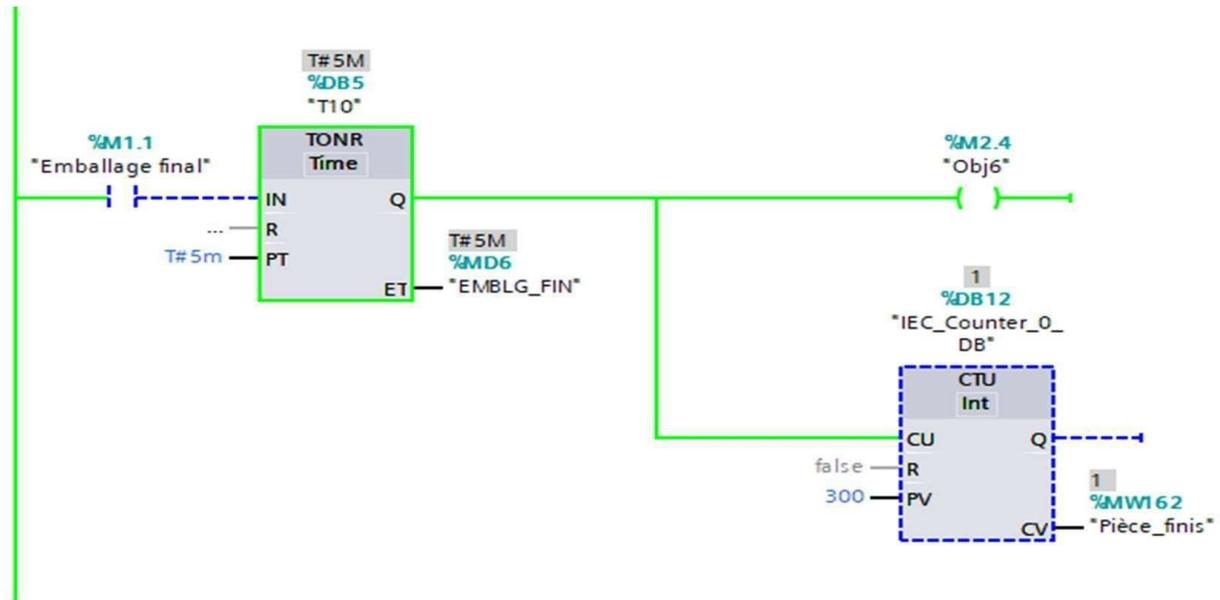


FIGURE 3.50 – Processus de calcul des pièces finies

Interprétation réseau 17 Lorsque le capteur de position 4 détecte un objet, la machine d'emballage se déclenche. Cette machine peut être arrêtée uniquement par le temporisateur T10.Q, qui représente la durée prédéfinie de l'emballage. Ensuite, à la fin de T10, un compteur est activé pour calculer les pièces finies. Ce compteur se remet à zéro et redémarre le calcul lorsqu'il atteint 300 pièces finies.

3.5 Supervision et développement

Dans cette section dédiée à la supervision et développement, nous explorons la création de l'interface homme-machine et la manière dont nous avons fait la communication avec le PLC et observons les paramètres de production pour assurer un contrôle efficace.

3.5.1 Choix de L'interface homme-machine

Une interface homme-machine (IHM) est un système qui permet aux utilisateurs d'interagir avec des machines, des équipements ou des dispositifs et de les contrôler. Les IHM sont conçues pour faciliter la communication entre l'homme et la machine, en permettant aux utilisateurs de fournir des données, de recevoir des informations en retour et de contrôler les performances du système. Le critère le plus important dans le choix de IHM est d'assurer qu'on peut évaluer une connexion avec le contrôleur de système et que IHM offre des possibilités nécessaires au système, notre choix est IHM TP700 confort qui est utilisé largement dans l'industrie et qui répond à nos attentes. Nous avons choisi le TP700

Comfort comme HMI pour les raisons de haute résolution, facilitant ainsi la navigation et l'interaction avec le système. De plus, sa compatibilité avec le TIA Portal permet une intégration transparente avec les autres composants du système de supervision, ce qui simplifie la programmation et la configuration.

3.5.1.1 Caractéristiques techniques de l'HMI TP700 COMFORT

Pour bien choisir l'interface dédiée à notre besoin, cet écran TFT de 7.0 pouces offre une résolution de 800x480 pixels avec une exécution tactile, idéale pour les applications nécessitant une interaction utilisateur intuitive. Alimenté en courant continu à 24V avec une consommation de 12W, il est compatible avec les réseaux PROFINET et PROFIBUS, intégrant ainsi des capacités de communication avancées dans des environnements industriels.

voici lesCaractéristiques techniques de l'HMI TP700 COMFORT :

- 1 Écran : TFT 7.0°
- 2 Nombre du couleur : 16M.
- 3 Résolution : 800*480 pixel.
- 4 Exécution à écran tactile : OUI.
- 5 Type de tension d'alimentation : CC.
- 6 Valeur nominale (CC) : 24V.
- 7 Courant d'entrée : 0,5A
- 8 Type de processus : X86.
- 9 PROFINET,PROFIBUS : OUI.

3.5.2 Création de liaison entre l'IHM (TP700 COMFORT) et l'API

La communication entre le pupitre opérateur et l'automate le S7-1200 est réalisée via le réseaux suivant : Pour effectuer une liaison entre l'API S7-1200 et l'IHM on appuie sur 'Appareils et Réseaux' dans la fenêtre du projet, et on sélectionne la liaison de l'automate avec l'IHM.

La Figure 3.51 présente l'interface de TIA Portal, comprenant la fenêtre du projet, la zone de travail, la boîte à outils et la fenêtre des propriétés.

La communication de notre projet sera effectuée via l'interface PROFINET. La figure 3.44 illustre la zone de communication.

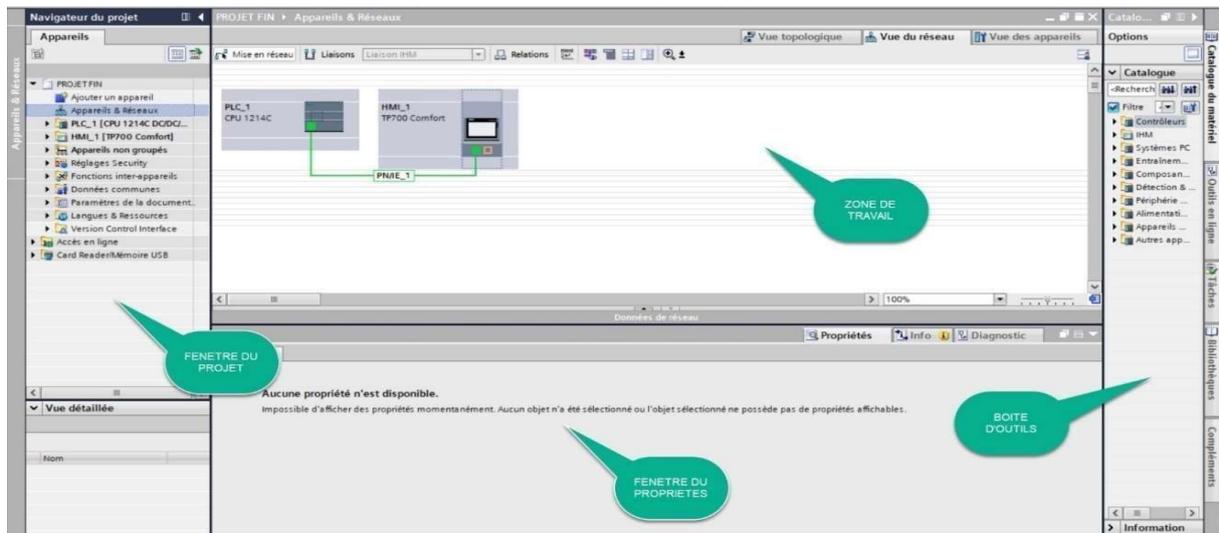


FIGURE 3.51 – Interface de TIA PORTAL V17



FIGURE 3.52 – Liaison PROFINET API S7-1200/TP700 COMFORT

Pourquoi PROFINET est le bon choix pour l'automatisation de vos installations ? PROFINET répond à un large éventail de besoins grâce à sa connectivité continue, basée sur Ethernet. L'automatisation en temps réel et l'intégration informatique avec un seul système sont rendues possibles par PROFINET, qui supporte le paramétrage d'énormes volumes de données et le transfert de données E/S à grande vitesse. Les utilisateurs peuvent choisir le package PROFINET (profil d'application) qui convient le mieux à leur système grâce à la conception modulaire

3.5.3 Configuration des vues de l'interface

Les vues sont des éléments principaux du projet. Elles permettent de surveiller et de contrôler les différents éléments.

3.5.3.1 Vue principale



FIGURE 3.53 – Vue principale HMI

interprétations : Nous avons créé une vue principale qui consiste en deux vues : la première vue est la vue de production et la deuxième vue est la vue de paramètre. C'est une interface où l'on peut ouvrir ces deux vues.

3.5.3.2 Vue de système de production

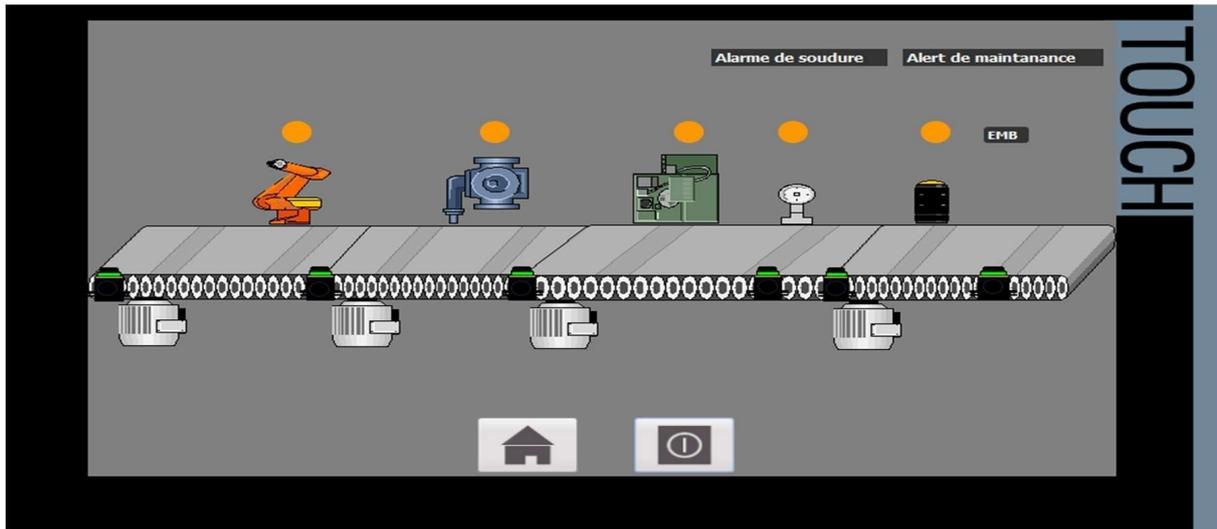


FIGURE 3.54 – Processus initialisations du système

interprétations : Cette vue représente l'état de marche et d'arrêt de la ligne, ainsi que les capteurs de position, les moteurs, les machines et les alarmes de maintenance. Dans cette vue, nous surveillons l'état de notre système ainsi que les processus. Cela inclut l'état de repos et de fonctionnement des moteurs de convoyeur, l'état des robots d'assemblage, des machines de chargement de gaz, des machines de test de fuite, et des capteurs de pression. Nous avons vérifié également s'il y a des fuites dans le distributeur d'eau, le processus de maintenance, et les réparations nécessaires pour les produits non performants. Voici la vue qui représente notre système en état repos.

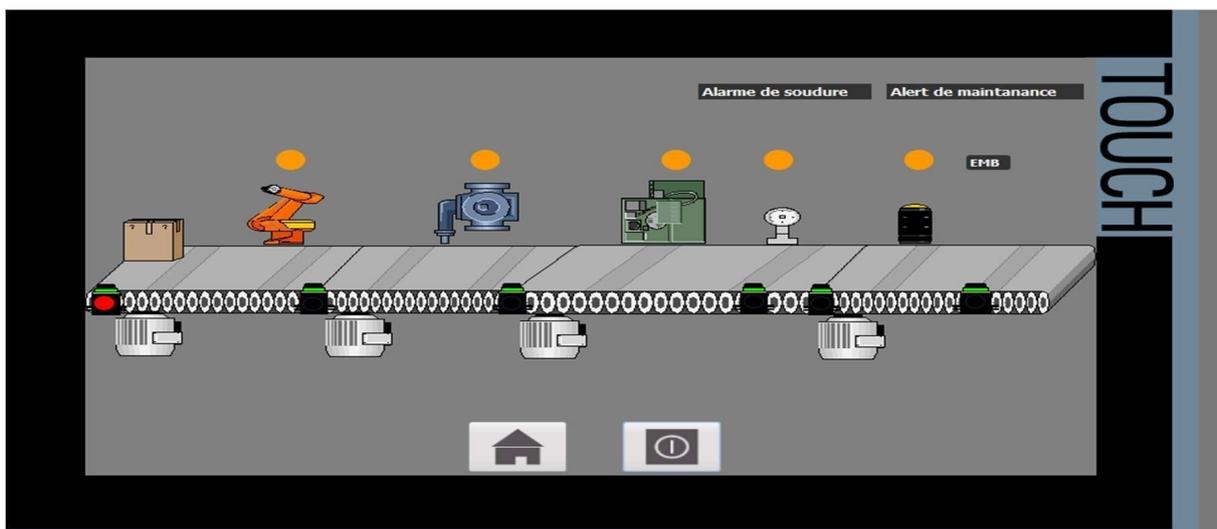


FIGURE 3.55 – Présence d'un objet

Le capteur de position est alimenté en rouge pour indiquer la présence d'un boîtier de matières premières. Ainsi commence la production des distributeurs d'eau et le démarrage du cycle de production dans le cadre de l'automatisation. La figure ci-dessous illustre la détection des boîtes de matières premières à la position initiale, marquant le début du cycle du système de production.

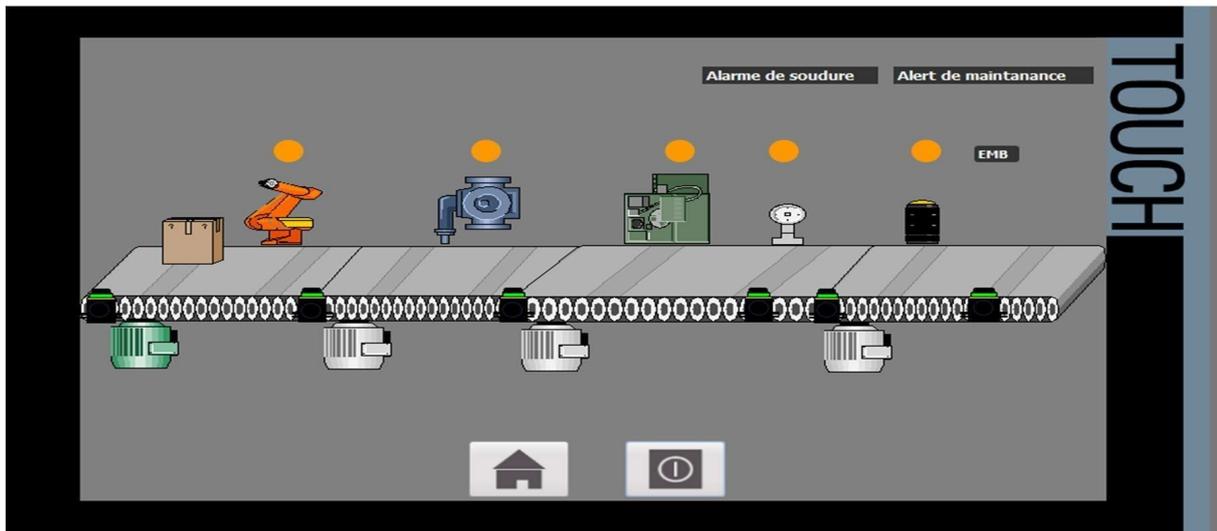


FIGURE 3.56 – Moteur de convoyeur 1 en marche

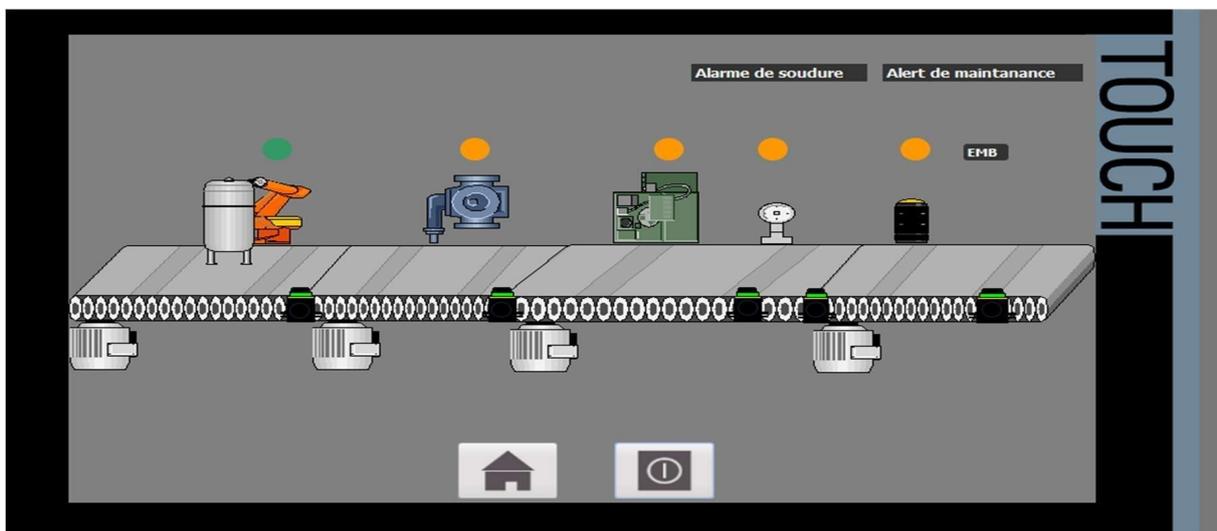


FIGURE 3.57 – Processus d'assemblage initial

Toutes les machines sont en attente (couleur orange) de l'arrivée du distributeur. Une fois qu'il arrive, un voyant lumineux de la machine passe au vert, ce qui indique que cette machine est en marche.

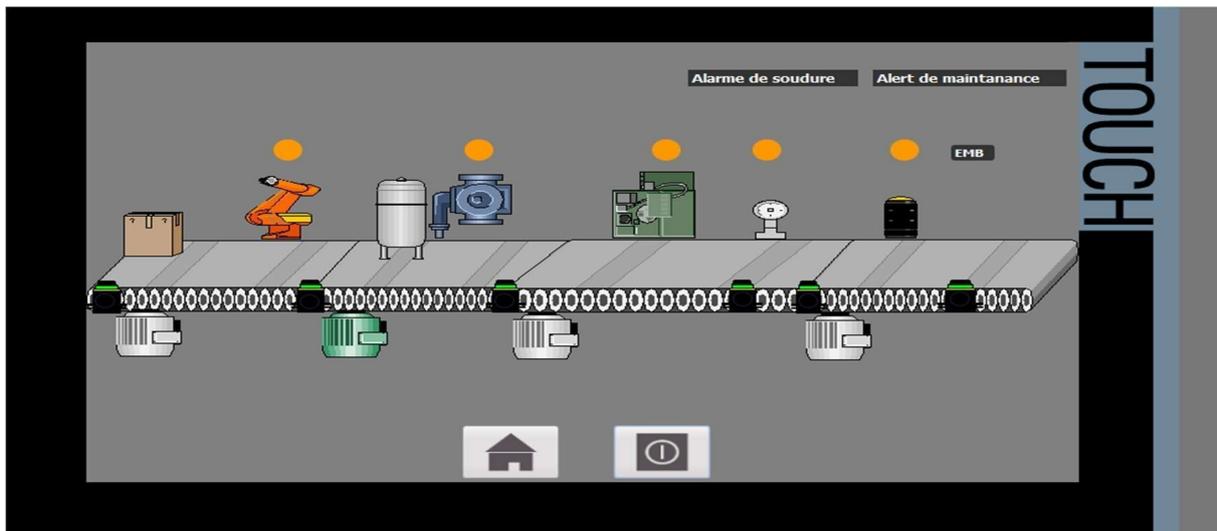


FIGURE 3.58 – Moteur convoyeur 2 en marche

Après la détection du distributeur d'eau en position 2, le moteur du convoyeur 2 démarre. Voici la vue qui représente ce processus.

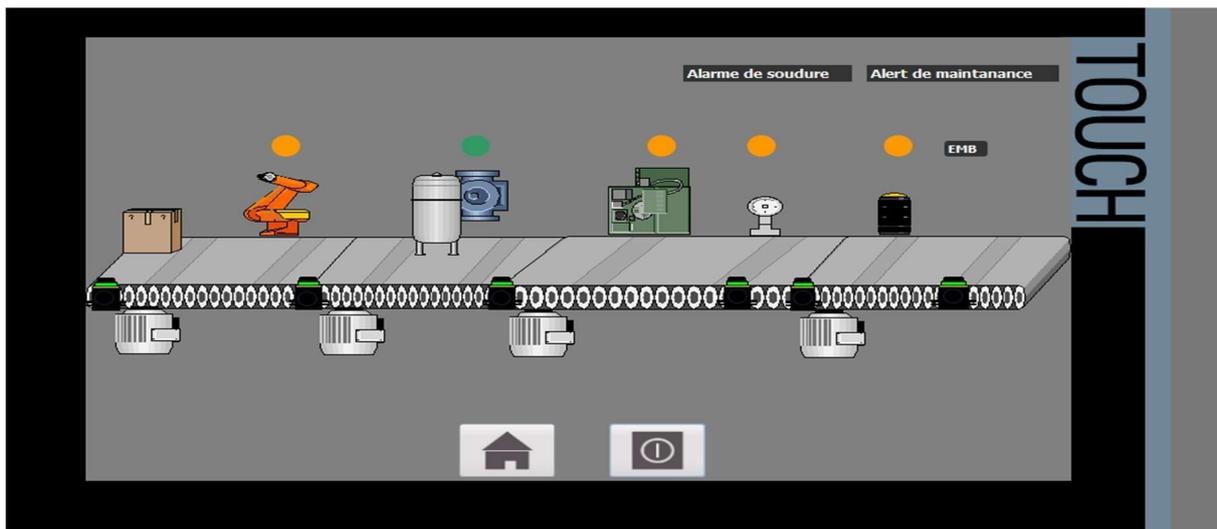


FIGURE 3.59 – Processus de l'aspiration par la pompe

Après 90 secondes, le moteur du convoyeur 2 s'arrête et le processus d'aspirations par la pompe démarre pendant 18 minutes.

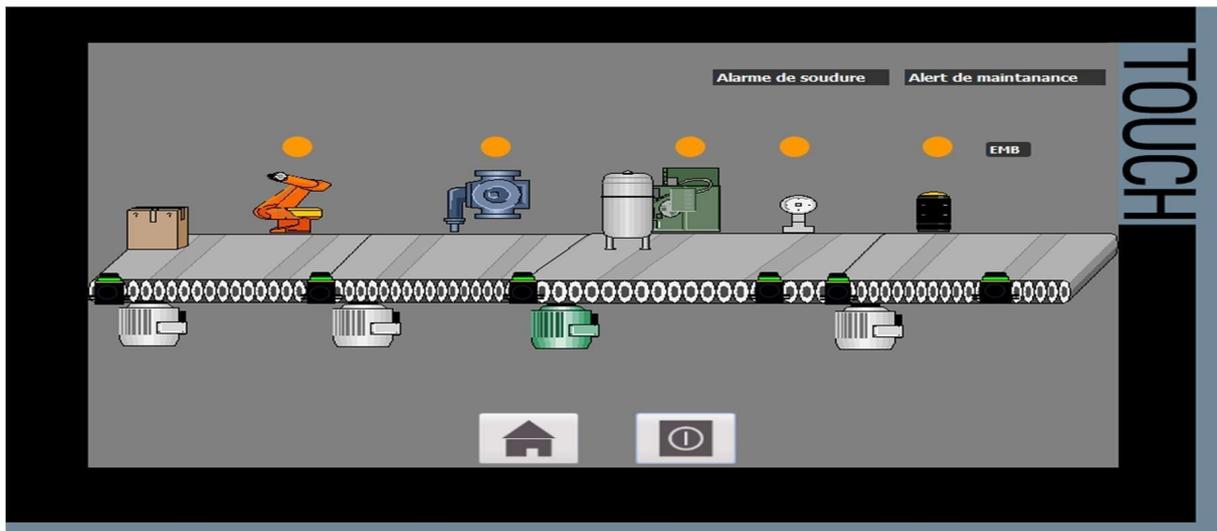


FIGURE 3.60 – Moteur convoyeur 3 en marche

Après la détection du distributeur en position 2, le moteur du convoyeur 3 démarre pendant 90secondes.

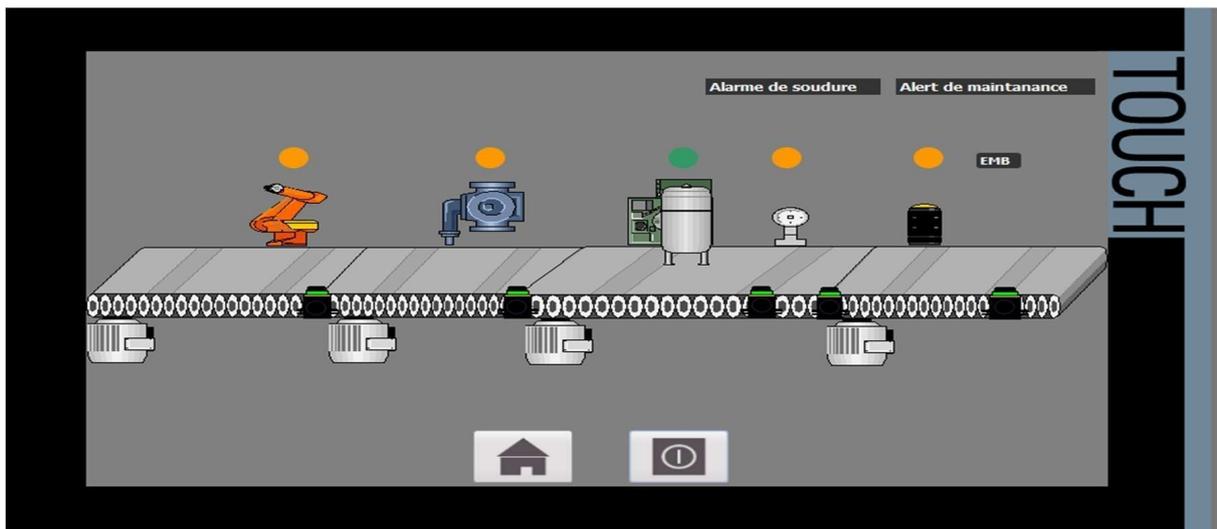


FIGURE 3.61 – Processus de chargement de gaz

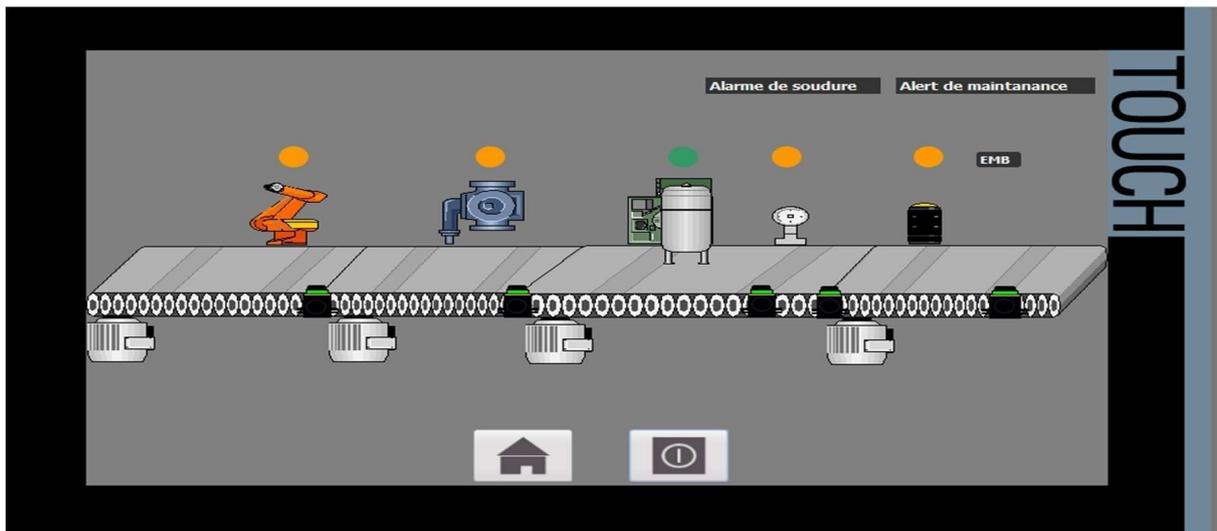


FIGURE 3.62 – Processus de chargement de gaz

Après 90 secondes, le distributeur atteint le poste de chargement de gaz et le moteur s'arrête. Le processus de chargement de gaz commence alors et dure 5 minutes. Une alarme de soudure apparaît lorsqu'il y a une fuite.

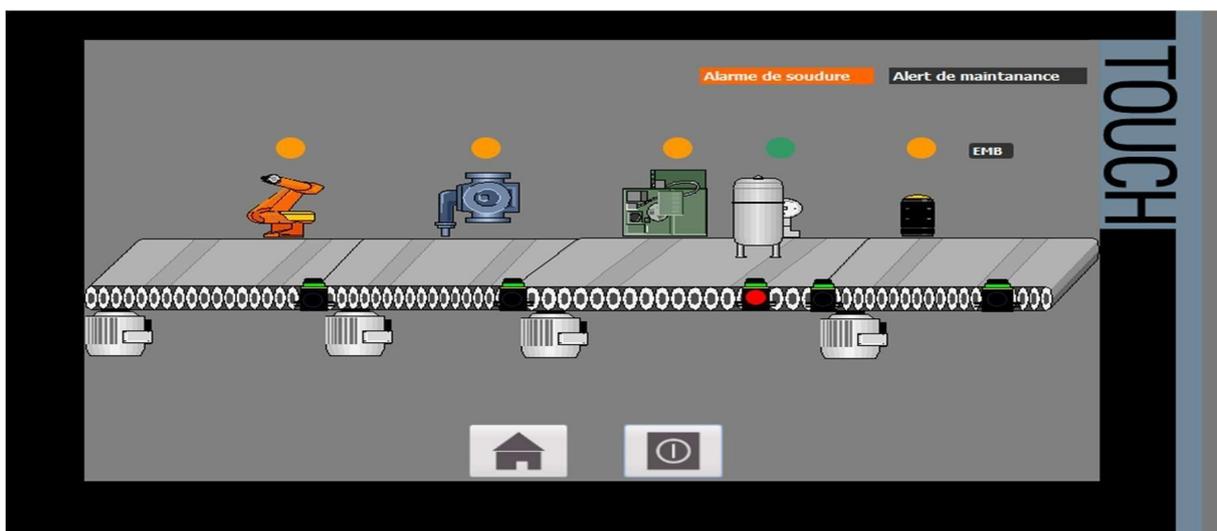


FIGURE 3.63 – Processus de Test de fuite (cas de fuite)

S'il n'y a pas de fuite dans le distributeur, le moteur du convoyeur 3 redémarre jusqu'à atteindre la position 4.

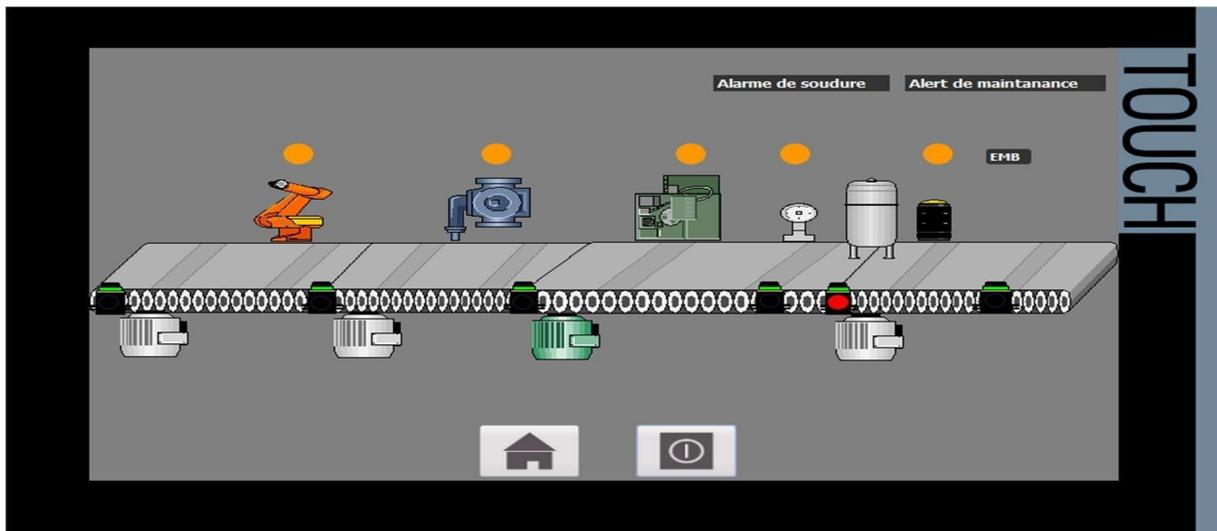


FIGURE 3.64 – Cas de non fuite et redémarrage moteur 3

Après avoir atteint la position 4, le moteur du convoyeur 4 démarre pendant 90 secondes jusqu'à atteindre le poste de test de performance.

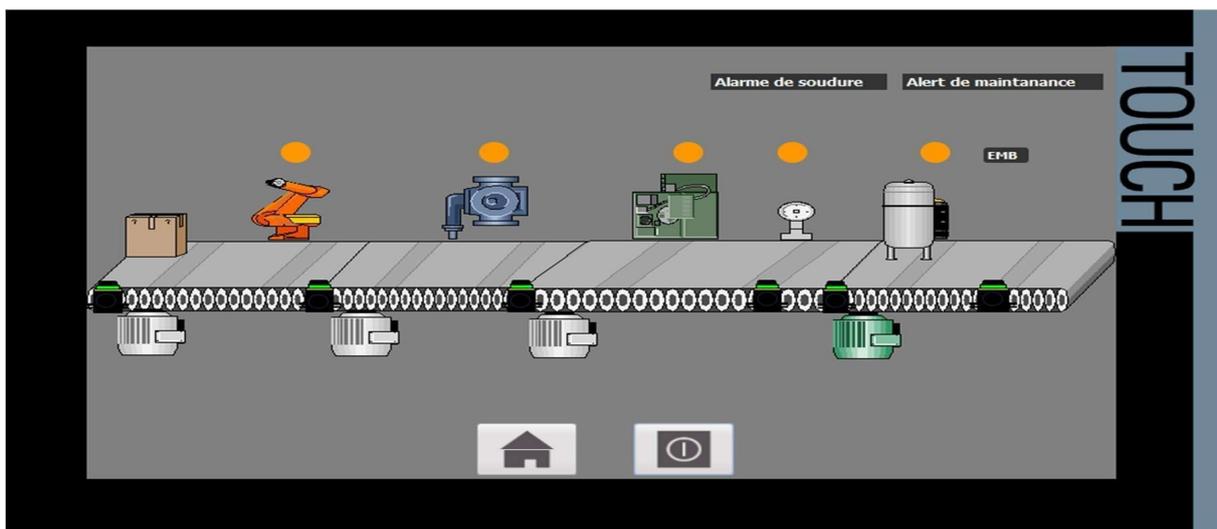


FIGURE 3.65 – Moteur convoyeur 4 en Marche

Voici la figure qui représente le processus de test de performance, d'une durée de 3 minutes, pour tester l'eau chaude et l'eau froide du système

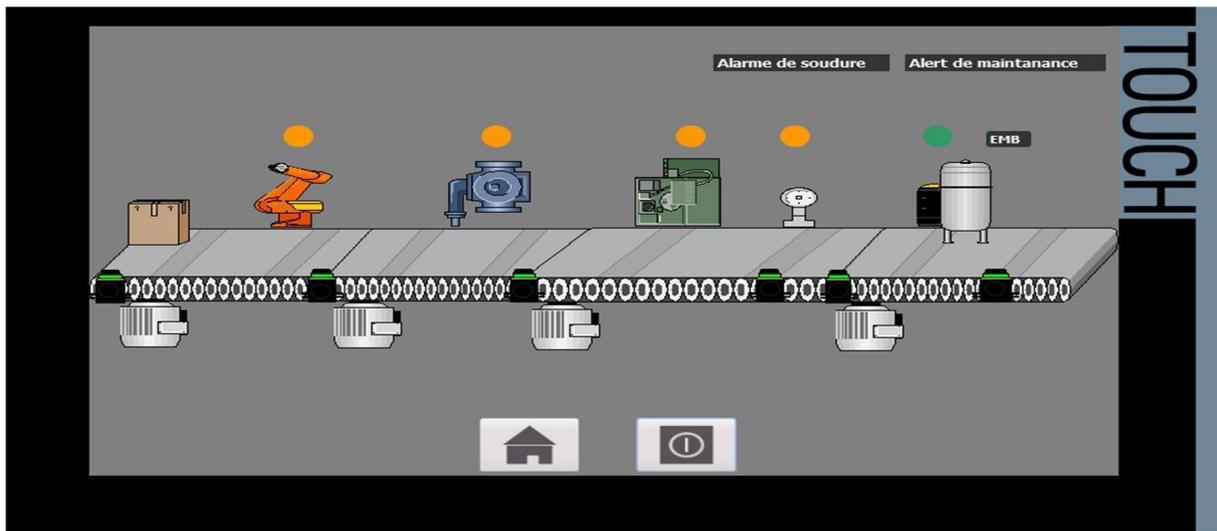


FIGURE 3.66 – Test de performance

Alerte de maintenance en cas d'échec du test de performance.

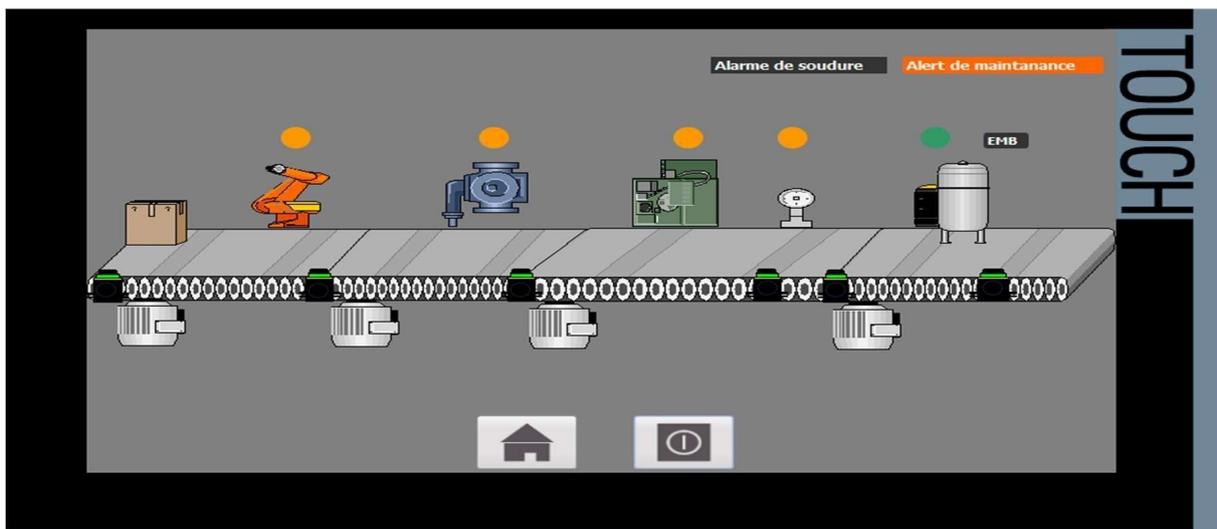


FIGURE 3.67 – Test de performance (cas d'alerte de maintenance)

Après le redémarrage du moteur du convoyeur 4 pendant 90 secondes, le processus d'emballage commence.

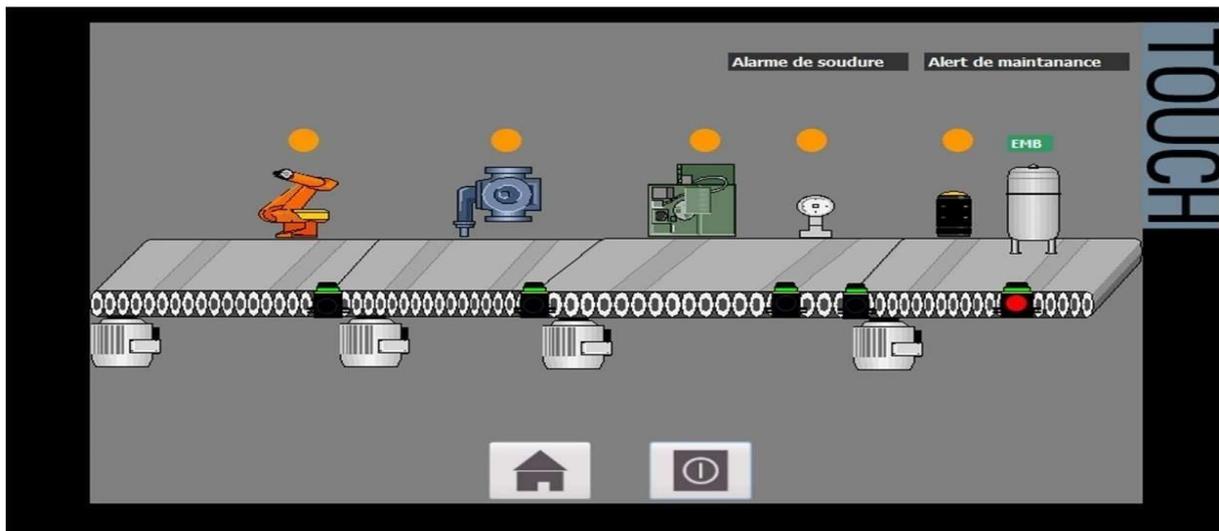


FIGURE 3.68 – Processus de l’emballage

L’interface indique que le processus de l’emballage final est en cours pendant la durée prédéterminée, après détection par le capteur de position.

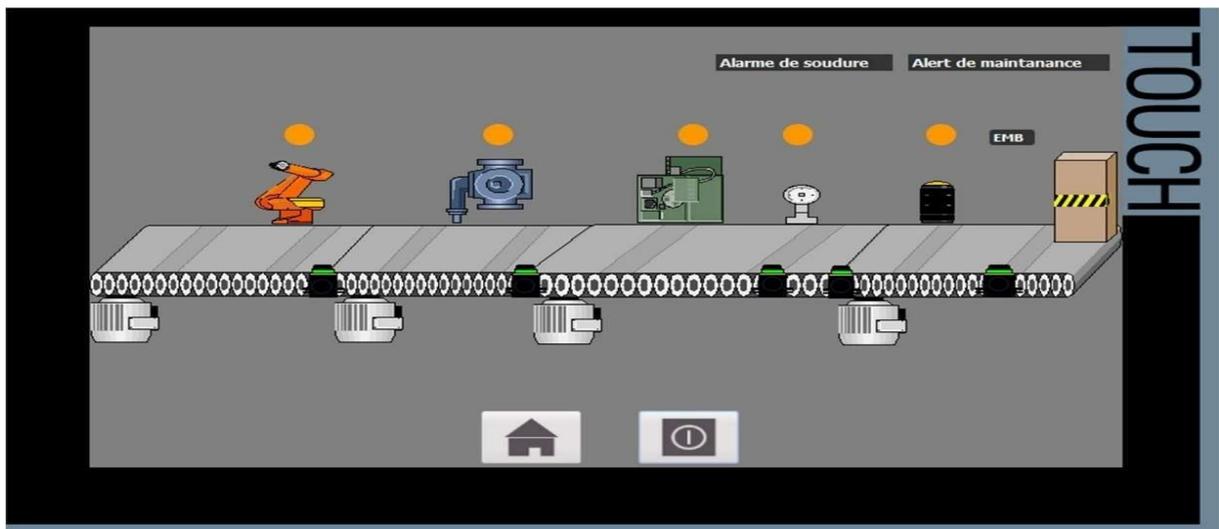


FIGURE 3.69 – État de produit fini

Finalement, lorsque le processus atteint son état final, l’interface affiche un distributeur emballé et prêt pour le stockage.

3.5.3.3 La vue des paramètres du système



FIGURE 3.70 – La vue des paramètres

interprétations : Cette vue permet de suivre l'état des paramètres lorsque le système commandé est mis en marche. Donc pour bien surveiller et intervenir s'il y a un problème dans la ligne de production

Si la pression est inférieure à la valeur prédéfinie, une pièce défectueuse est ajoutée à l'écran et l'équipe de soudure est informée. De plus, en cas de deux échecs consécutifs dans le test de performance pour un seul distributeur, le total de distributeurs à maintenir est augmenté de un.



FIGURE 3.71 – Produit en état de fuite et non performance

Une fois la pièce est emballée et prête pour le stockage, l'afficheur de pièces finies est augmenté de 1.

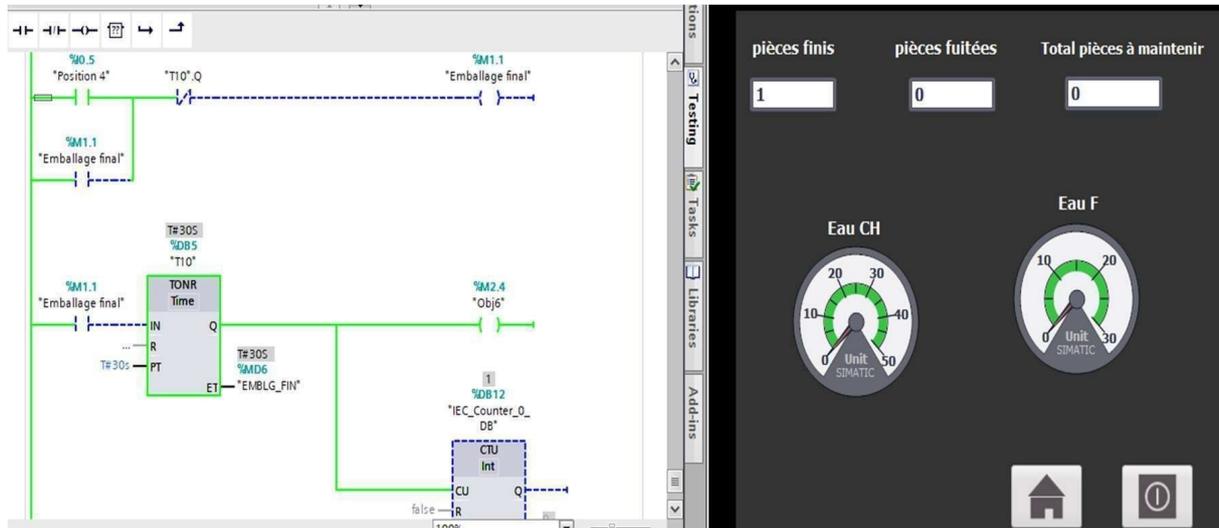


FIGURE 3.72 – État de produit fini

3.6 Conclusion

Les étapes de ce processus d'automatisation sont essentielles pour assurer le bon fonctionnement de la chaîne de production. Depuis la détection des objets jusqu'à l'arrêt des machines, en passant par les tests de performance et les contrôles de qualité, chaque étape contribue à la production de pièces conformes et de haute qualité. Les alarmes de maintenance et les alertes en cas de problème garantissent un fonctionnement continu et minimisent les temps d'arrêt. En résumé, ces étapes sont essentielles pour une production efficace et conforme aux normes de qualité.

Conclusion Générale

En conclusion, notre projet représente une avancée significative dans le domaine de l'ingénierie mécatronique en appliquant des solutions technologiques pour une production plus efficace. En intégrant des systèmes de contrôle programmables et des outils de surveillance en temps réel, nous avons modernisé les méthodes de fabrication traditionnelles en offrant une gestion et une maintenance des équipements plus réactives. La maintenance prédictive est facilitée par le suivi des états des équipements, permettant ainsi la détection précoce des pannes majeures. De plus, la collecte et l'analyse des données contribuent à prévoir les besoins de maintenance, réduisant ainsi les coûts associés aux réparations d'urgence.

Ce projet illustre comment l'automatisation et la surveillance avancées peuvent transformer et améliorer les processus industriels, offrant des avantages économiques significatifs et des systèmes de fabrication plus performants et durables.

La collecte et l'analyse des données en temps réel sont importants pour optimiser la maintenance des équipements industriels. L'utilisation de capteurs IoT permet une surveillance continue des paramètres critiques des machines, tels que la température, les vibrations et la pression. Les données ainsi collectées sont analysées en temps réel pour détecter les tendances et les anomalies susceptibles d'indiquer des problèmes imminents.

Pour aller au-delà de cette approche, il est essentiel de considérer les défis futurs et les perspectives de développement. L'un des aspects importants à envisager est le développement des systèmes cyber-physiques (CPS) qui représente une direction prometteuse pour l'avenir. Ces systèmes intégrant à la fois des composants physiques et des éléments logiciels peuvent offrir une meilleure résilience et une plus grande adaptabilité aux environnements industriels en constante évolution. La recherche dans ce domaine pourrait mener à des systèmes de production encore plus intelligents, capables d'auto-ajustements en réponse aux changements dans l'environnement de production et aux exigences de performance.

De plus, la formation continue des opérateurs et des techniciens reste essentielle pour maintenir l'efficacité et la qualité du travail. Des sessions de formation régulières doivent être organisées pour familiariser les équipes avec les nouvelles technologies de surveillance

et de maintenance, ainsi que pour les préparer à gérer les défis de la cybersécurité. Une maîtrise approfondie des outils d'analyse et des techniques de réponse aux incidents contribuera à une réaction rapide et efficace face aux problèmes potentiels.

Bibliographie

- [1] institut national des sciences appliquées de strasbourg. Mécatronique, April 2024. Accessed : 2024-06-01.
- [2] T. Askri. staff.univ-batna2.dz, 2024. Accessed : 2024-05-22.
- [3] D. H. Abdelghafour. *Chapitre III : Automate programmable*. 2024.
- [4] memoireonline. L'utilité de l'automatisation, 2021. Accessed : 2024-05-09.
- [5] B. Diver. 10 things to consider when choosing a programmable logic controller (plc), 2024. Accessed : 2024-05-01.
- [6] Siemens. *S7-1200*, November 2009. Accessed : 2024-03-30.
- [7] LUCAS. Langages de programmation automate (api) | sciotech, March 21 2021. Accessed : April 26, 2024.
- [8] flexio.fr. Supervision industrielle, March 2024. Accessed : May 2024.
- [9] rexel. Simatic hmi tp700 confort, 2024. Accessed : May 2024.
- [10] ase-serem.fr. Quel est le rôle d'une pompe à vide ?, March 2024. Accessed : April 2024.
- [11] alliance-concept.com. Détecteur de fuite Leybold INFICON UL 200, 2021. Accessed : April 2024.
- [12] eurotransis.com. Comment fonctionnent les convoyeurs à rouleaux? Accessed : July 2024.
- [13] emerson. Soudure par ultrasons des plastiques. Accessed : April 2024.
- [14] blog.technic-achat.com. LES DIFFÉRENTS TYPES DE CAPTEURS ET CELLULES. Accessed : 2024.
- [15] rechner-sensors.com. Le capteur de température. Accessed : April 2024.
- [16] www.omega.fr. pt100. Accessed : April 2024.
- [17] Fujielectric. Capteur de pression définition. Accessed : May 2024.
- [18] J. Matuszak. knowhow, 03 2022. Accessed : May 11, 2024.

Résumé

Notre projet en ingénierie mécatronique vise à transformer une ligne de production traditionnelle en utilisant des systèmes de contrôle programmables et des outils de surveillance. Cette intégration facilite la maintenance et réduit les coûts de réparations d'urgence, tout en améliorant l'efficacité de la production. L'utilisation des technologies avancées améliorera considérablement l'efficacité globale de la production. Les opérateurs seront en mesure de suivre les performances des machines et de prendre des décisions pour ajuster les paramètres de production selon les besoins.

Mots clés : mécatronique, automatisation, surveillance, automate programmable, supervision, processus industriels, production.

ملخص

يهدف مشروعنا في هندسة الميكاترونك إلى تحويل خط إنتاج تقليدي باستخدام أنظمة التحكم القابلة للبرمجة وأدوات المراقبة في الوقت الحقيقي. يسهل هذا الإدماج عمليات الصيانة ويقلل من تكاليف الإصلاحات الطارئة، مع تحسين كفاءة الإنتاج. ستعمل استخدام التكنولوجيا المتقدمة على تحسين كفاءة الإنتاج الإجمالية بشكل كبير. سيتمكن المشغلون من متابعة أداء الآلة واتخاذ القرارات لتعديل معايير الإنتاج حسب الحاجة.

الكلمات المفتاحية: ميكاترونك، آلية، مراقبة، وحدة تحكم قابلة للبرمجة، إشراف، عمليات صناعية، إنتاج.

Abstract

Our mechatronics engineering project aims to transform a traditional production line using programmable control systems and monitoring tools. This integration facilitates maintenance, reduces repair costs, and enhances production efficiency. The use of advanced technologies will significantly improve overall production efficiency. Operators will be able to monitor machine performance and make decisions to adjust production parameters as needed.

Keywords: Mechatronics, automation, real-time monitoring, programmable logic controller (PLC), supervision, industrial processes, production.