

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique UMMTO
Département d'électronique

Mémoire de fin d'études
de MASTER ACADEMIQUE

Filière :

Electronique

Spécialité :

Instrumentation

THEME

**Rénovation et amélioration du système de contrôle/commande des
compresseurs d'air ATLAS COPCO de la station de compression
gaz SC2 ZINA.**

Encadre par :

Dr. Mohammed-Amin KHELIFA

ING. Sofiane BENCHARIF (SH)

Réaliser par :

AUMAR Billal

Promotion : 2023/2024

Ce travail a été préparé au sein de l'entreprise Sonatrach RTI.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer, en premier lieu, ma profonde gratitude et reconnaissante à mon promoteur Mr Mohammed-Amin KHELIFA d'avoir partagé ses connaissances, ses conseils très utiles, pour son orientation et sa disponibilité qui ont contribué à la réalisation de cet humble mémoire.

Je remercie les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon travail.

J'exprime sincèrement, mes remerciements, à tout le personnel de RTI et la Station Zina pour son aide et à toute personne ayant contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.

DÉDICACE

*Je dédie ce travail d'abord à mes deux raisons de vivre ma mère et mon père qui
m'ont menés là où j'en suis aujourd'hui.*

*Je le dédie aussi aux personnes qui me sont très chères et qui m'ont toujours
soutenu et m'ont accompagnés dans toutes mes épreuves.*

Résumé :

Ce projet réalise à la station de compression gaz SC2 ZINA, se concentre sur une étude de rénovation et amélioration du système de contrôle commande des compresseurs d'air ATLAS COPCO.

L'objectif de ce travail est de remplacer les pressostats de commande PSL et PSH par un transmetteur de pression PIT, et de remplacer le système de contrôle (API) Allen Bradley modèle SLC 500, qui présente plusieurs inconvénients par un automate S7-300 pour qu'on puisse contrôler et commander ces compresseurs d'air.

L'étude comprend l'installation du transmetteur de pression et met en avant les avantages significatifs découlant de cette amélioration. Nous avons également présenté l'automate S7-300, programmé avec le logiciel TIA Portal, ainsi que le simulateur PLCSIM et le logiciel WinCC, utilisés pour la supervision et la configuration en temps réel de l'interface homme-machine, optimisant ainsi l'efficacité et la fiabilité de notre système.

Les mots clés : Automates Programmables Industriels (API), PIT, S7 300, SLC 500, WinCC

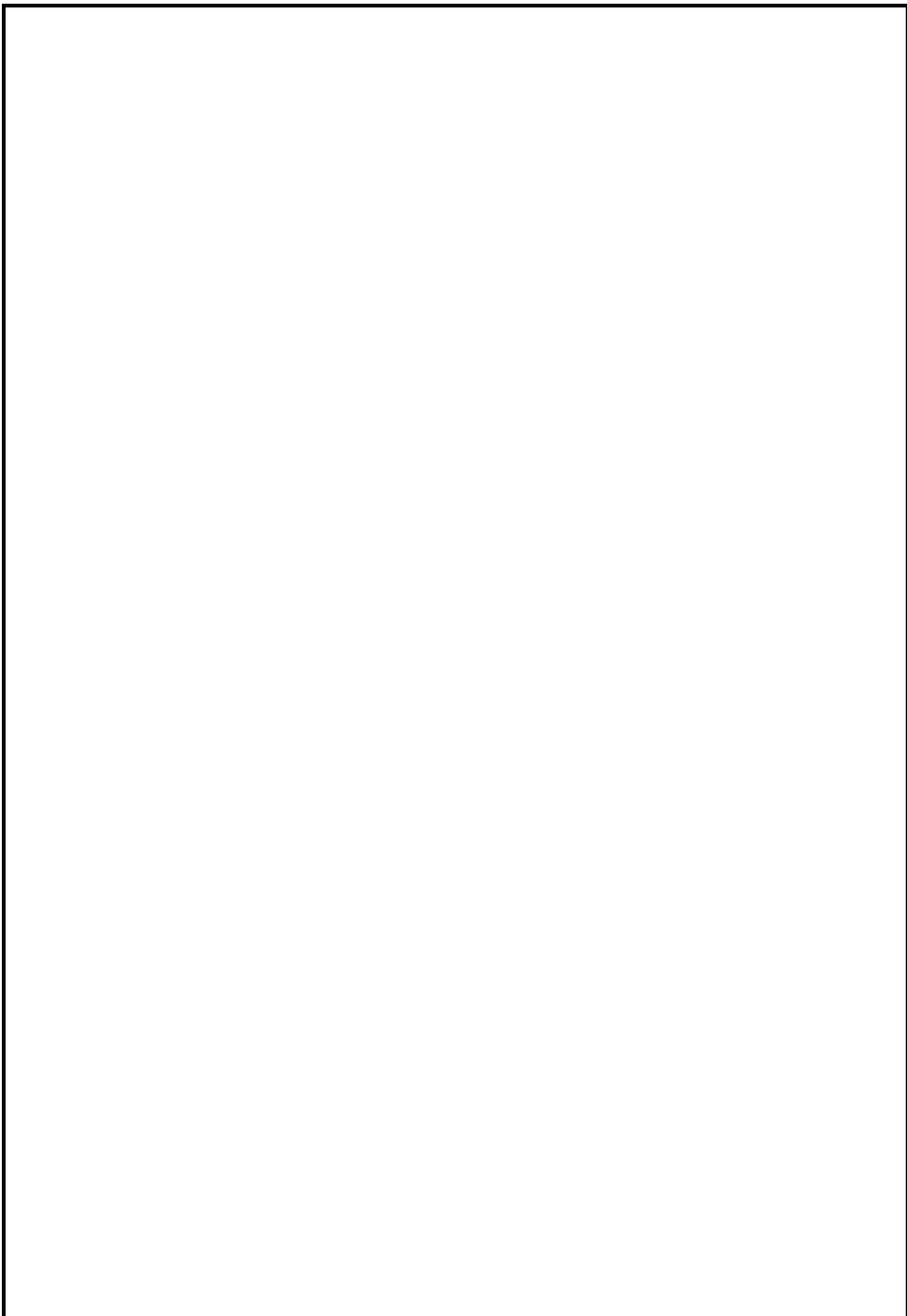
Abstract:

This project, conducted at the SC2 ZINA gas compression station, focuses on the renovation and enhancement of the control system for Atlas Copco air compressors.

The objective is to replace the PSL and PSH control pressure switches with a PIT pressure transmitter and to upgrade the control system (PLC) by replacing the Allen Bradley SLC 500 PLC, which has several drawbacks, with a Siemens S7-300 PLC. This update aims to improve the control and operation of the air compressors.

The study includes the installation of the pressure transmitter and highlights the significant benefits resulting from this improvement. Additionally, we present the S7-300 PLC, programmed using the TIA Portal software, as well as the PLCSIM simulator and WinCC software, which were used for real-time supervision and configuration of the human-machine interface, thereby optimizing the system's efficiency and reliability.

Keywords: Programmable Logic controller (PLC), PIT, SLC 500, S7 300, WinCC.



SOMMAIRE

Liste des Figures.....	X
Liste des Tableaux.....	XIII
Liste des abréviations	XIII
Introduction	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise Région Transport In Amenas (RTI)	3
I.1 Préambule :	3
I.2 Présentation de l'entreprise (Région Transport In Amenas) :	3
I.2.1 Organisation :	3
I.2.2 Les missions principales de RTI :	4
I.3 Présentation de la Station Zina (SC2 GE1/GR2) :	5
I.3.1 Situation géographique de station de compression ZINA :	5
I.3.2 Activité principale :	6
I.3.3 Production :	6
I.3.4 Flux de produits entrants et sortants :	6
I.3.5 Description des procédés et des installations :	7
I.3.6 Plans de masse de la Station ZINA :	8
I.3.7 Equipements de la station Zina [4] :	9
I.3.7.1 Turbocompresseurs de gaz (TC) :	9
I.3.7.2 Turbines à gaz (TU-0701 / TU-0702 / TU-0703 / TU-0704) :	9
I.3.7.3 Compresseurs de gaz (C-0701 / C-0702 / C-0703) :	10
I.3.7.4 Turbogénérateurs :	12
I.3.8 Caractéristiques des principales installations dans la station :	12
I.3.9 Séparateur de gaz :	13
I.3.10 Installation et distribution d'air instrument, service & étanchéité :	13
I.3.11 Installations de conditionnement de gaz :	14
I.3.12 Description des aéroréfrigérants gaz de refoulement Station :	14
I.4. Conclusion :	16
Chapitre II : Principes de fonctionnement des compresseurs d'air	17
II.1 Préambule :	17
II.2 Description des compresseurs d'air :	17
II.3 Éléments principales des compresseurs d'air [6] :	20
II.3.1 Circuit d'air et d'huile :	20
1. Circuit d'air :	20
2. Circuit d'huile :	21
II.3.2 Système de refroidissement :	21
II.3.3 Système de Décharge :	21
II.3.4 Système de Charge :	22
II.4 Description de fonctionnement des systèmes [4] :	22

II.4.1	Système d'air instruments :	22
II.4.2	Système d'air service :	24
II.4.3	Système d'air d'étanchéité :	24
II.4.4	Arrêt du système :	26
II.4.5	Arrêt d'urgence :	26
II.5	Instrumentation :	27
II.5.1	Définition d'un capteur :	27
II.5.1.1	Les capteurs utilisés :	27
II.5.1.2	Pressostats de commande PSL/PSH :	28
II.5.1.3	Problématique :	29
II.5.2	Les actionneurs :	29
II.5.2.1	Les actionneurs utilisés :	30
II.5.2.2	Moteur électrique :	30
II.5.2.3	Electrovanne (SOV) :	31
II.5.3	Instrumentation des systèmes :	31
II.5.3.1	Schéma P&ID :	31
II.5.3.2	les instruments utilisés :	32
II.5.4	Armoire électrique :	33
II.5.5	Instrumentation proposé :	35
II.6	Conclusion :	35
Chapitre III : Présentation des automates et les logiciels utilisés		36
III.1	Préambule :	36
III.2	Système automatisé :	36
III.2.1	Définition :	36
III.2.2	Les objectifs D'un système automatisé	36
III.2.3	Structure d'un système automatisé :	36
III.2.3.1	Partie opérative :	37
III.2.3.2	Partie commande:	37
III.2.3.3	Partie interface :	37
III.3	Généralité sur les automates programmables industriels (API) :	37
III.3.1	Définition de l'API :	37
III.3.2	Architecture des automates programmables industriels :	38
III.3.3	Description des éléments d'un API [12] :	39
III.4	Automate Allen Bradley SLC 500 :	41
III.4.1	Présentation de la gamme SLC 500[13] :	41
III.4.2	Structure interne du SLC 500	41
III.4.3	Les caractéristiques et les avantages du SLC 500 :	43
	Options de communication	43
	Par liaisons DH-485, RS-232 et DH+.	43
III.4.4	Problématique :	43
III.4.5	Solutions pour remplacer SLC 500 Allen Bradley :	44
III.5	L'automate S7-300 :	44

III.5.1 Présentations de l'automate S7-300 :	44
III.5.2 Constitution de l'Automate S7-300 :	45
III.5.3 Caractéristiques de l'automate S7-300 :	45
III.5.4 Modularité du S7-300 :	45
III.5.5 Signalisation des états :	48
III.5.6 Sélecteur de mode de fonctionnement :	48
III.5.7 Module de fonction (FM) :	48
III.5.8 Module de communication (CP) :	48
III.5.9 Module de coupleur (IM) :	48
III.5.10 Les châssis (rack) :	49
III.5.12 Câblage de l'automate S7-300 :	49
III.6 Programmation de l'automate S7-300 :	50
III.6.1 Description du logiciel TIA Portal V15 :	50
III.6.2 Les avantages du logiciel TIA portal :	50
III.6.3 La conception d'un programme avec TIA PORTAL V15:	50
III.6.4 STEP 7 sur TIA portal :	51
III.6.5 Vue du portal et vue du projet :	53
III.6.6 Structure du programme :	54
III.6.7 Le simulateur des programmes S7-PLCSIM :	55
III.6.8 Mémentos :	56
III.6.9 Les différents types de variables :	56
III.7 Logiciel de supervision WinCC Comfort :	57
III.7.1 SIMATIC WinCC Comfort	57
III.7.2 Définitions de la supervision :	57
III.7.3 Description de SIMATIC HMI :	58
III.7.4 Intégration de WinCC Comfort à STEP7 :	59
III.8 Conclusion :	59
Chapitre IV: Programmation, simulation et supervision	60
IV.1 Préambule :	60
IV.2 Partie programmation de l'API :	60
IV.2.1 création d'un projet :	60
IV.2.2 Configuration du matériel :	62
IV.2.3 Configuration du réseau :	62
IV.2.4 Tableau Des Variables (mnémoniques) :	63
IV.2.5 Elaboration du programme :	63
IV.3 Partie simulation :	69
IV.3.1 Compilation PLC :	69
IV.3.2 Le Lancement de la simulation :	70
IV.3.3 Visualisation du programme :	70
IV.4 Partie supervision :	71
IV.4.1 Création du projet :	71
IV.4.2 Etablir une liaison directe :	72

IV.4.3 Création de la table des variables :.....	72
IV.4.4 Création des vues (Screens) :	73
IV.4.4.1 Vues du procès :.....	73
IV.4.4.2 Vue des alarmes :.....	75
IV.5 Conclusion :	76
Conclusion.....	77
Références Bibliographiques :	a
ANNEXES.....	A1
Annexe A : La table des Mnémoniques.....	A1
Annexe B : Les Equipements de la station ZINA:	B1
Annexe C : Les programmes SIMATIC S7 300 :.....	C1

Liste des Figures

- Figure I.1** : l'organigramme De l'entreprise RTI
- Figure I.2** : Localisation de la station de compression Zina SC2 GR1/GR2
- Figure I.3** : Transport de gaz de ALRAR à HASSI R'MEL
- Figure I.4** : synoptique de station de compression Zina
- Figure I.5** : Vue d'ensemble de station Zina
- Figure II.1** : Les compresseurs d'air
- Figure II.2** : Vue avant du compresseur GA90 sans couvercle
- Figure II.3** : Vue avant du compresseur GA90 avec couvercle
- Figure II.4** : schéma d'écoulement
- Figure II.5**: Schéma d'un capteur
- Figure II.6** : Pressostats de commande
- Figure II.7** : Les plages hystérésis des pressostats
- Figure II.8** : Moteur électrique GA90
- Figure II.9** : Electrovanne (SOV)
- Figure II.10** : Schéma P&ID des compresseurs d'air
- Figure II.11** : Armoire électrique des compresseurs d'air
- Figure II.12** : Schéma de câblage
- Figure II.13** : Transmetteur de pression PIT
- Figure III.2.1** : Différents modules de la machine
- Figure III.1** : Automates Compact Logix 5480 (Allen-Bradley)
- Figure III.2**: API Siemens s7-300
- Figure III.3**: API Allen Bradley SLC500
- Figure III.4**: Structure interne d'un Automate Programmable Industriel
- Figure III.5**: SLC 500 Allen Bradley
- Figure III.6**: Modules d'alimentation
- Figure III.7**: Modules d'entrées/sorties
- Figure III.8** : Automate S7 300
- Figure III.9** : Disposition des modules de l'API S7-300
- Figure III.10** : Différentes module d'alimentation SIMATIC S7-300
- Figure III.11**: CPU SIMATIC S7-300
- Figure III.12**: Câble de programmation pour automate S7-300
- Figure III.13** : Micro carte mémoire SIMATIC
- Figure III.14** : Câblages des entrées
- Figure III.15** : Câblages des sorties
- Figure III.16** : Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL
- Figure III.17**: Usual symbols in LD languages
- Figure III.18**: fonction et instructions d'action de langage IL
- Figure III.19** : exemple Langage littéral structuré
- Figure III.20** : exemple Langage Grafcet
- Figure III.21** : Vue du portal
- Figure III.22** : Vue du projet
- Figure III.23** : Fenêtre du S7-PLCSIM

Figure III.22 : Fenêtre de WinCC
Figure III.23: Liaisons entre la station S7-300 et la station HMI
Figure IV.1 : Création du projet COMPAIR
Figure IV.2 : Configurer un appareil
Figure IV.3 : Ajouter un appareil
Figure IV.4 : Architecture du matériel : CPU et périphériques
Figure IV.5 : Configuration du réseau de la communication
Figure IV.6 : Tableau des variables
Figure IV.7 : Les blocs de programme
Figure IV.8 : Réseaux (Networks) de nos blocs OB
Figure IV.9 : schéma contact de contrôle du compresseur A
Figure IV.10 : schéma contact de contrôle du compresseur B
Figure IV.11 : Compresseur A : les défauts qui provoquent l'arrêt
Figure IV.12 : Compresseur B : les défauts qui provoquent l'arrêt
Figure IV.13 : Schéma contact des alarmes des compresseurs A et B
Figure IV.14 : Schéma contact du tableau électrique des compresseurs A et B
Figure IV.15 : Schéma contact des LED de contrôle HMI/PANNEAU
Figure IV.16 : Représentation de type contact pour le traitement analogique
Figure IV.17 : Réseaux de nos blocs FB
Figure IV.18 : Mise en marche du compresseur A
Figure IV.19 : l'arrêt normal du compresseur A
Figure IV.20 : les défauts qui provoquent l'arrêt
Figure IV.21 : Les alarmes des compresseurs A et B
Figure IV.22 : Bloc Scale
Figure IV.23 : Etape de compilation PLC
Figure IV.24 : Etape du chargement et lancement de la simulation RUN-P
Figure IV.25 : Visualisation du programme
Figure IV.26 : Configurer une vue IHM
Figure IV.27 : Le choix d'une interface IHM
Figure IV.28 : Liaison entre la PLC et IHM
Figure IV.29 : Exemple de la liste des variables HMI
Figure IV.30 : Création de vue
Figure IV.31 : Vue principale de notre système
Figure IV.32 : Vue principale du compresseur A
Figure IV.33 : Vue principale du compresseur B
Figure IV.34 : HMI alarmes
Figure IV.35 : Vue des alarmes

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Caractéristiques des principales installations dans la station

Tableau II.1 : La désignation des éléments Figure II.2

Tableau II.2 : La désignation des éléments Figure II.3 [6]

Tableau II.3 : Système de décharge

Tableau II.4 : Système de charge

Tableau III.1 : Les caractéristiques et les avantages du SLC 500

Tableau III.1 : Modules d'alimentation

Tableau III.2 : Différents types de variables contenues dans le STEP 7

Liste des abréviations

SC2 ZINA: Station de Compression Gaz SC2GR1/GR2/GR4/GR6
RTI : Région Transport In Amenas (Direction régionale de TRC/EXL)
CNDG : Centre National de Dispatching de Gaz
TRC : Transport par Canalisations (Activité de Sonatrach)
HSE : Hygiène, Sécurité et Environnement
GR1 : Gazoduc Hassi R'mel 1 (ALRAR-Hassi R'mel)
GR2 : Gazoduc Hassi R'mel 2 ((ALRAR-Hassi R'mel)
GR4 : Gazoduc Hassi R'mel 2 ((RN-Hassi R'mel)
GR6 : Gazoduc Hassi R'mel 2 ((RN-Hassi R'mel)
TC : Turbo Compresseur
TA : Turbo Alternateur
GE : Groupes électrogènes
SCADA : Système de Supervision et d'Acquisition des Données
DCS : Système de Contrôle Distribué
PCV : Vanne régulatrice de pression
TCV : Vanne régulatrice de température
PIT : Transmetteur indicateur de pression
P&ID : Piping & Instrumentation diagram
API : Automates Programmables Industriels
PLC : Programmable Logic controller
CPU : Central Processing Unit (Unité central de l'automate)
PS : power supply (Gamme des alimentations stabilisées de Siemens.)
TOR : Tout Ou Rien
AI : Analogue Input (Entrée analogique)
AO : Analogue Output (Sortie analogique)
DI : Digital Input (Entrée numérique)
DO : Digital Output (Sortie numérique)
E/S : Entrée / Sortie
DB : Bloc de Données
FB : Bloc Fonctionnel
OB : Bloc d'Organisation
FC : Fonction
TIA Portal V15: Totally Integrated Automation Portal V15
IHM : Interface Homme Machine
MPI : Multi Point Interface (Protocole de communication)
PROFIBUS: Process Field Bus
WinCC : Windows Control Center

INTRODUCTION

Introduction

L'Algérie, nation riche en ressources énergétiques, est largement reconnue pour son industrie pétrolière et gazière prospère, qui joue un rôle crucial dans son économie. Au cœur de cette industrie se trouve Sonatrach, la plus grande société d'État algérienne, qui détient et gère la majorité des réserves de pétrole et de gaz du pays.

Sonatrach est chargée de la production, de la transformation et de la commercialisation des hydrocarbures, et son importance stratégique dépasse largement les frontières nationales. Un aspect clé de l'activité de Sonatrach est le transport des hydrocarbures, qui est principalement assuré par des canalisations à travers le pays et vers les marchés internationaux [1].

Cependant, le transport des hydrocarbures par canalisation n'est pas sans défis. Les turbocompresseurs de gaz jouent un rôle essentiel dans le maintien de la pression et de la circulation des produits à travers les pipelines. Ces équipements, bien que vitaux, sont confrontés à des problèmes d'étanchéité qui peuvent compromettre leur efficacité et leur fiabilité. Nos stages, nous allons les réaliser à la station de compression gaz SC2 ZINA. En tant qu'instrumentiste, On a choisi d'améliorer le système de contrôle commande des compresseurs d'air ATLAS COPCO.

L'une des solutions pour garantir l'étanchéité des turbocompresseurs de gaz consiste à utiliser de l'air comprimé pour maintenir la pression nécessaire pour empêcher le gaz de s'échapper. Les compresseurs d'air jouent donc un rôle crucial dans ce processus, en fournissant l'air nécessaire à l'étanchéité des turbocompresseurs de gaz [2].

Delà, pour assurer un fonctionnement optimal des compresseurs d'air, il est nécessaire de disposer d'une instrumentation adéquate pour surveiller et contrôler les différents paramètres liés à leur fonctionnement. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude.

Notre travail vise à rénover le système de contrôle-commande des compresseurs d'air en utilisant l'automate Siemens S7-300 en remplacement de celui existant système de contrôle (PLC) Allen Bradley modèle SLC500 qui a été installé et est devenu un problème à résoudre, présente des difficultés pour le service maintenance. Ce travail de recherche vise à identifier les éventuelles lacunes ou inefficacités de la chaîne instrumentation existante, et proposer des solutions d'amélioration pour optimiser le fonctionnement des compresseurs d'air.

Cette initiative s'inscrit dans une démarche visant à améliorer l'efficacité opérationnelle et la fiabilité des équipements, en se basant sur des études antérieures, des meilleures pratiques dans

le domaine de l'instrumentation et l'informatique industrielle, tout en garantissant la sécurité et la conformité aux normes industrielles.

Des mesures expérimentales seront également effectuées, en utilisant des équipements de mesure précis et des méthodes de collecte de données adéquates, afin d'évaluer les performances de la chaîne instrumentation actuelle et de comparer les résultats avec les spécifications requises.

Notre travail comporte quatre chapitres, dans le premier chapitre, L'entreprise Région Transport In Amenas (RTI) va être présentée, ainsi qu'une description globale de la station ZINA (SC2) et son activité. Au deuxième chapitre, On présentera une description de notre système, les différents instruments et le principe de fonctionnement des compresseurs d'air. Le troisième sera consacré à la généralité sur les automates programmables industriels (API) et l'architecture de système de contrôle-commande correspondant. Quant au dernier chapitre, on présentera le programme et la simulation élaborés avec TIA Portal, ainsi que la supervision avec SIMATIC WinCC Comfort.

En fin, on termine notre projet par une conclusion qui résume et récapitule l'essentiel de travail.

CHAPITRE I :

Présentation de l'entreprise

Région Transport In Amenas (RTI)

Chapitre I : Présentation de l'entreprise Région Transport In Amenas (RTI)

I.1 Préambule :

L'Algérie compte parmi les grands pays producteurs du gaz naturel, elle alimente le sud européen parmi l'un des grands sites de production de gaz Alrar au sud-est algérien à la frontière libyenne. Le gaz produit est acheminé vers le centre national de dispatching de gaz (CNDG) à Hassi R'mel via des gazoducs GR1, GR2 et GR4, ces lignes sont dotées des stations de compression qui maintiennent la pression du gaz, parmi ces stations SC2 Zina construit en 1999 par l'entreprise américaine Bechtel.

I.2 Présentation de l'entreprise (Région Transport In Amenas) :

Région Transport In Amenas par abréviation (RTI), est une direction régionale de Sonatrach, La Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation et la Commercialisation des Hydrocarbures, relève de la Division Exploitation (EXL) de l'Activité Transport par Canalisations (TRC).

La Région Transport In Amenas a été créée le 01 Janvier 1990 suite à la réorganisation de la Région Transport Haoud El Hamra (HEH). Elle est située dans le Sud Est algérien à 1 700 KM d'Alger [3].

I.2.1 Organisation :

RTI est dirigée par M. **BELABBAS Baroudien** qualité de Directeur Régional, la Direction est composée de quatre sous-directions : Administration, Finance, Technique et Exploitation.

Un Département HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement) pour une mission d'assurer la protection et la promotion de la santé, de la sécurité et de l'environnement pour tous le personnel et matériel de RTI et ses partenaires.

Un Département Juridique pour une mission de fournir des conseils et des services juridiques pour protéger les intérêts légaux et commerciaux de RTI.

Le département de passation de marchés pour mission de gérer efficacement le processus d'acquisition de biens et de services nécessaires au fonctionnement des installations de RTI.

Un centre informatique pour une mission de fournir un environnement sécurisé et fiable pour héberger, gérer et prendre en charge les ressources informatiques essentielles à RTI.

La Sous-direction Administration est composée de trois départements : Administration, Ressources Humaine et Moyens Généraux.

La Sous-direction Finance est composé de deux Départements : Finance et Budget.

La Sous-direction Technique est composée de six Départements : Achats et Transport, Méthodes, Maintenance, Maintenance Lignes et bacs de stockage, Protection Cathodique et Travaux Neufs.

La Sous-direction Exploitation est composée de deux Départements Oléoducs et Gazoducs, et neuf Station de compression et de pompage.

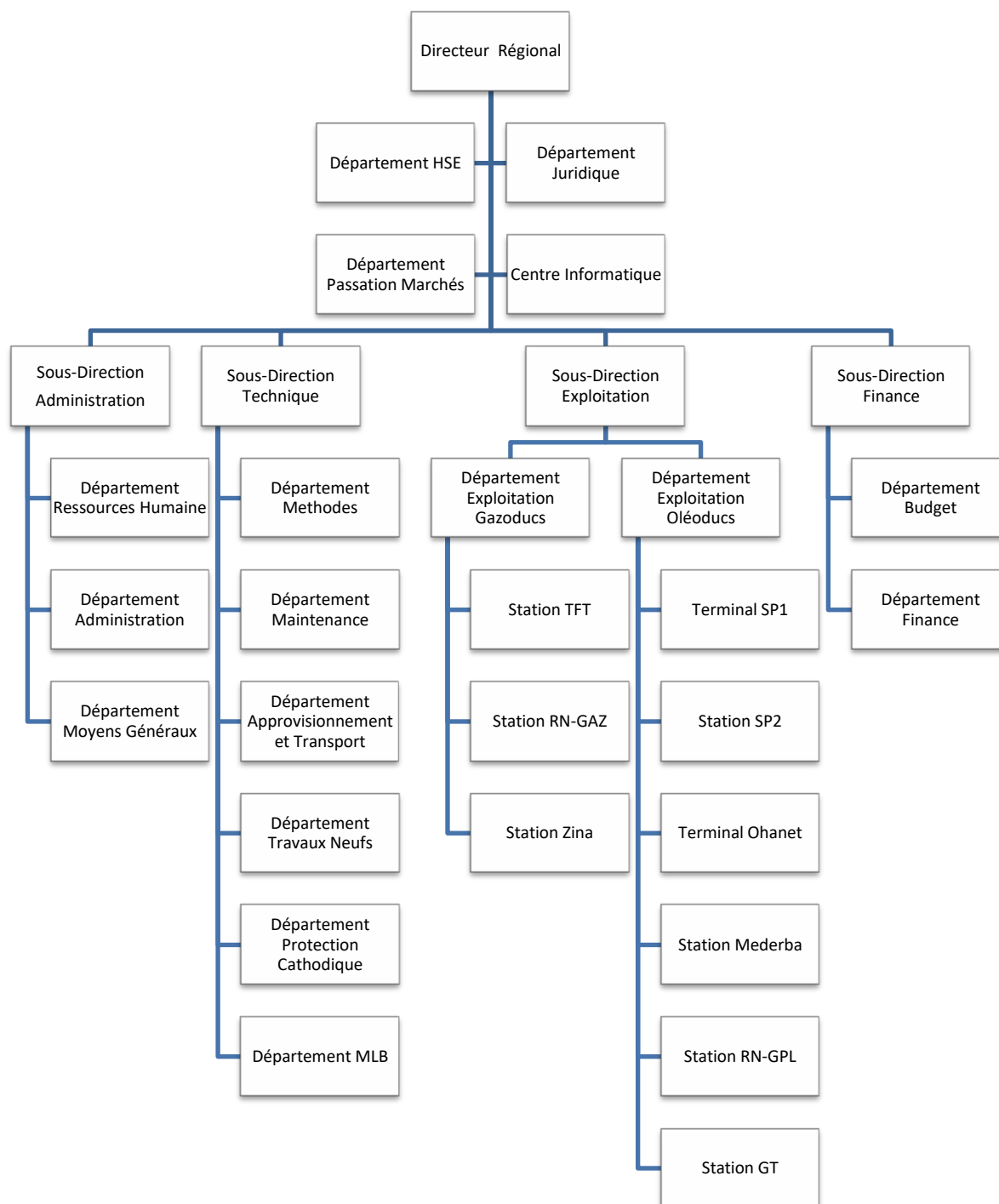


Figure I.1 : l'organigramme De l'entreprise RTI [3].

I.2.2 Les missions principales de RTI :

- La Réception et le Stockage des hydrocarbures liquides (Brut et Condensat).
- L'Expédition des hydrocarbures gazeux et liquides (Brut, Condensat et GPL).
- La Comptabilité matière et le Contrôle qualité.
- Réalisation des projets d'investissements.
- Sécurité du patrimoine, des installations et protection de l'environnement.
- La promotion et le développement des ressources humaines

I.3 Présentation de la Station Zina (SC2 GE1/GR2) :

I.3.1 Situation géographique de station de compression ZINA :

La station de compression SC2 (GR1/GR2) Zina est située au Sud-est Algérien environ 65 km de HASSI MESSAOUD (Fig. I.2), elle a été construite en 1999, par BECHTEL (société américaine). Le transport de gaz de ALRAR à HASSIR'MEL se fait par les gazoducs GR1, GR2, GR4 et GR6, pour cela cinq stations de compression distancés par 100 km sont installées sur la ligne comme il est indiqué sur la (Fig. I.3).

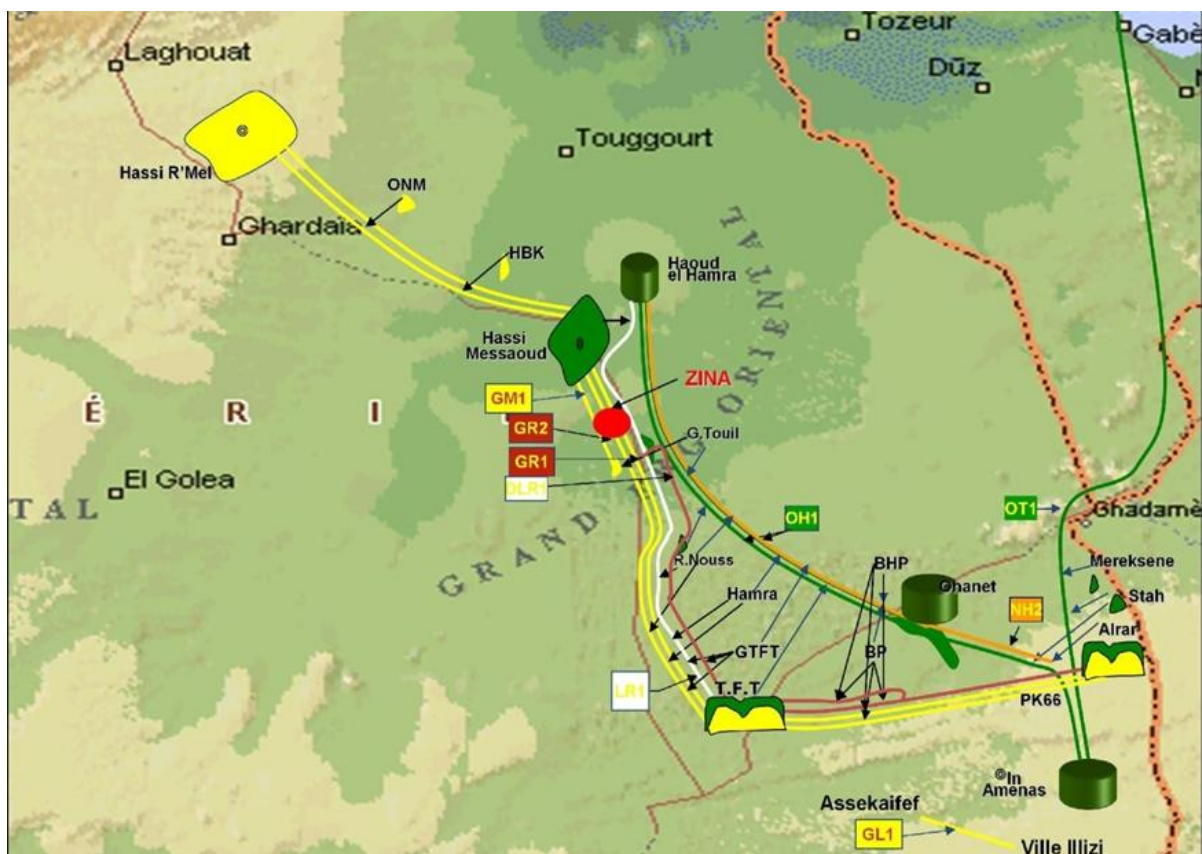


Figure I.2 : Localisation de la station de compression Zina SC2 GR1/GR2[3].

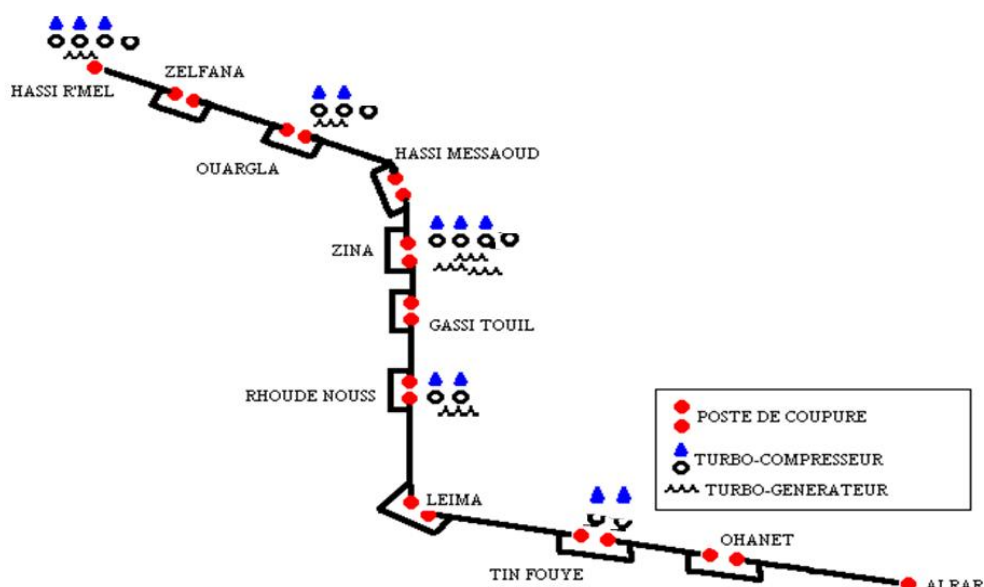


Figure I.3 : Transport de gaz de ALRAR à HASSI R'MEL[3].

I.3.2 Activité principale :

L'activité principale de la station Zina est la compression du gaz naturel, celui-ci est acheminé à travers les gazoducs GR1 et GR2 de 961km de long, d'Alrar vers Hassi R'mel et aussi GR4 et GR6, le rôle de la station est d'assurer une alimentation constante, régulière du CNDG (centre national de dispatching gaz) à Hassi R'mel.

I.3.3 Production :

La station de compression Zina est de construction récente, elle a été mise en service en 2000. Dans la configuration initiale, la station était équipée de 03 TCs identiques avec une capacité de transfert de 2,7 millions de Nm³/h, en 2007 pour répondre au besoin toujours croissant en gaz, un quatrième turbocompresseur a été rajouté portant la capacité de la station à 32 milliards Nm³/an.

I.3.4 Flux de produits entrants et sortants :

De par sa fonction de station de compression de gaz, le flux de produit entrant correspond au flux sortant le gaz ne subit aucune transformation de propriétés chimiques, la seule grandeur physique qui diffère entre le flux entrant et le flux sortant est la pression, qui passe de 52 bars à l'arrivée à 70 bars au refoulement.

Le gaz naturel est composé essentiellement de méthane (teneur en CH₄ supérieure à 80%). Les principaux composants sont les suivants :

- Méthane: > 80 %, Éthane: < 15 %, Propane: < 5 %
- Azote: < 5%, Dioxyde de carbone: < 3 %

I.3.5 Description des procédés et des installations :

La station de Zina est une station de compression de gaz naturel. Le gaz arrive de Rourdhe-Nouss à travers les lignes GR1/GR2/GR4/GR6 pour être acheminé après compression de la station Zina vers la station SC3 d'Ouargla.

Le gaz arrive au collecteur de 52'' et au séparateur pour éliminer les impuretés contenues dans le fluide, la pression d'entrée Station du fluide est de 52 bars, la pression de refoulement est de 70 bars, le débit de refoulement est de 3,4 millions m³/h. à l'entrée, un système de recyclage à froid équipe la station, il sert à maintenir le débit en cas de problème à l'arrivée de gaz. À la sortie, un système de recyclage à chaud équipe chaque TC, la canalisation est calorifugée et le gaz est refroidit à 52 °C par des aéroréfrigérants qui s'enclenchent en cascade afin d'atteindre la température de refoulement requise.

La station Zina compte des installations de procédés et des unités auxiliaires.

La principale installation de procédé est l'unité de compression degaz constitué de 4 turbines à gaz entraînant 04 compresseurs.

Parmi les installations auxiliaires, la plus importante est l'unité de fourniture de l'énergie électrique constituée de 3 turboalternateurs, un Skid air comprimé et d'autres équipements auxiliaires de la station.

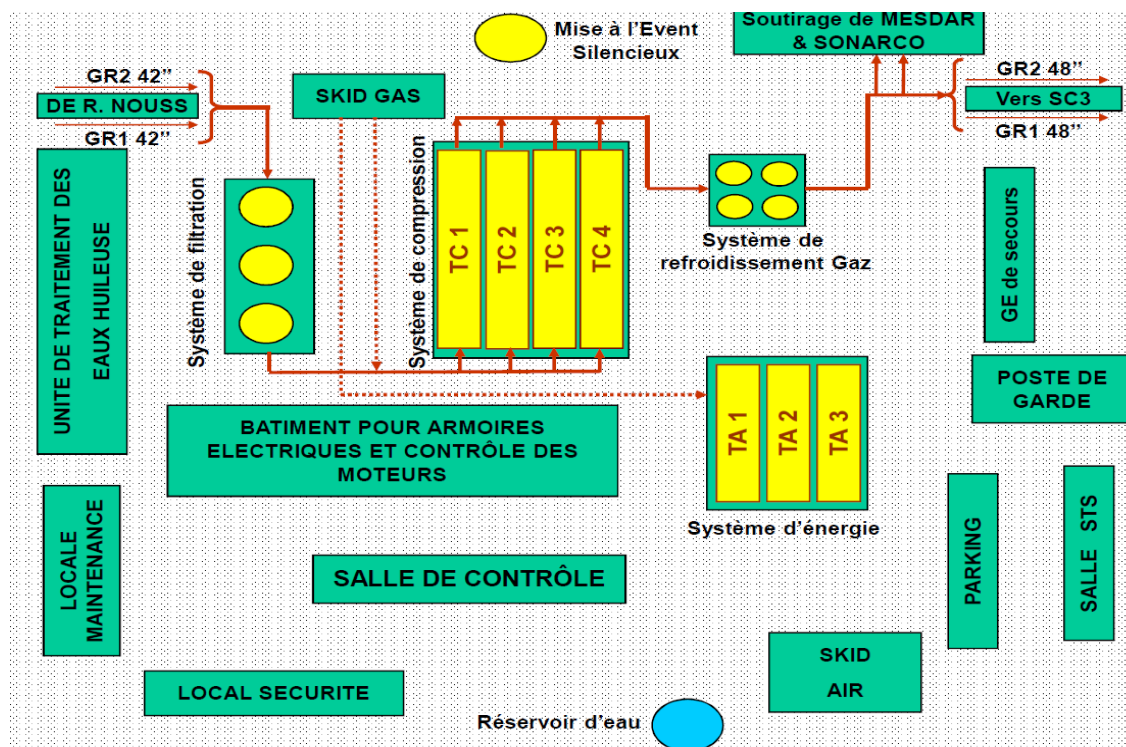


Figure I.4 : synoptique de station de compression Zina.

I.3.6 Plans de masse de la Station ZINA :

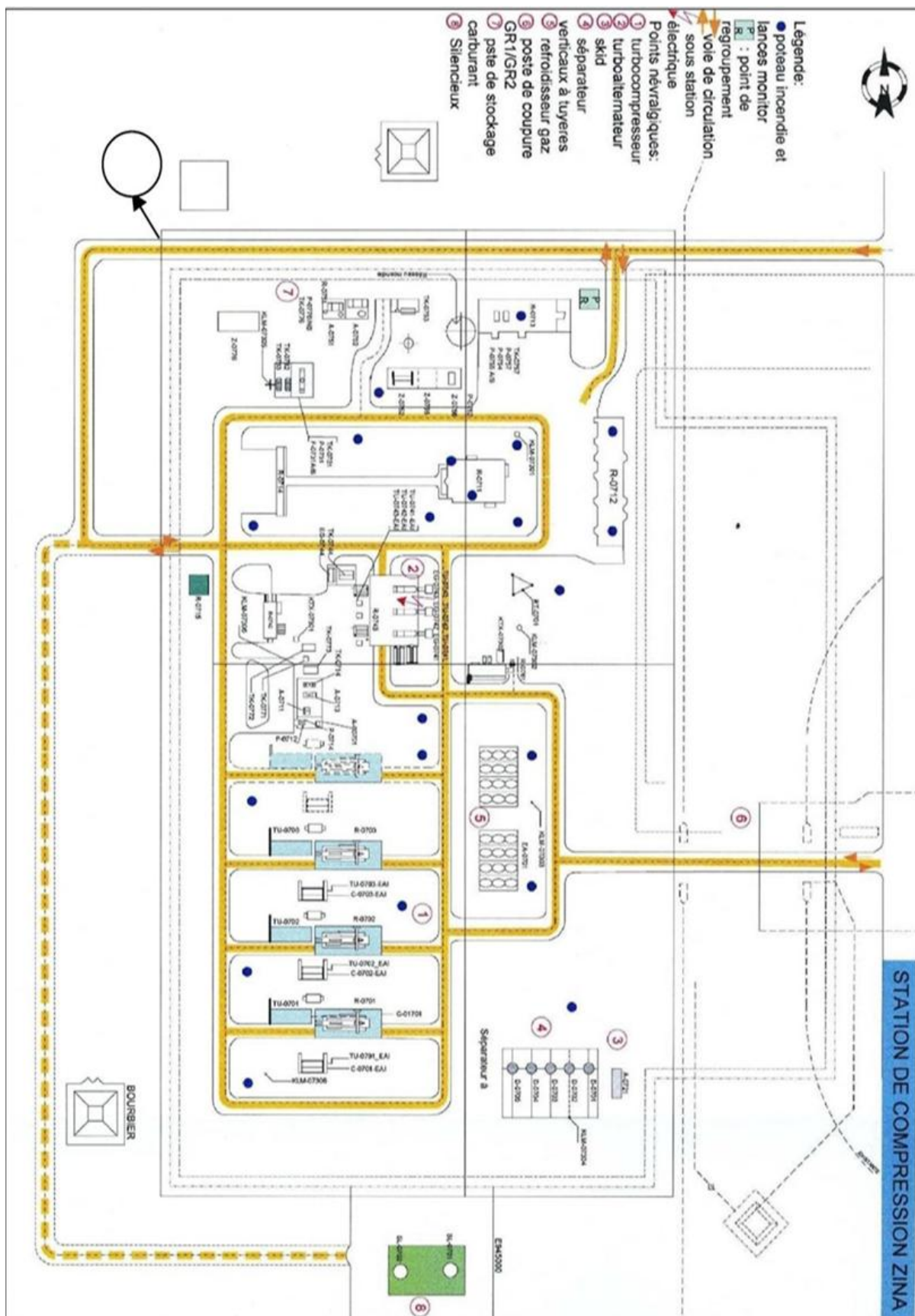


Figure I.5 : Plan de masse de la station Zina.

I.3.7 Equipements de la station Zina[4] :

Les principaux équipements sont :

I.3.7.1 Turbocompresseurs de gaz (TC) :

L'objectif des ensembles de la station TU-0701/C-0701, TU-0702/C-0702 TU-0703/C-0703 TU-0704/C-0704 est d'augmenter la pression du gaz naturel nécessaire pour assurer une alimentation constante, régulière et fiable.

Le gaz naturel provenant des pipelines GR1/GR2/GR4/GR6 entre dans la station, respectivement, à une pression d'environ 52 bars, les deux flux se combinent dans un collecteur de 56 pouces pour être envoyés vers l'aspiration des compresseurs de gaz en passant par les séparateurs verticaux à tuyères.

Après la compression du gaz naturel, les flux séparés sont combinés dans un collecteur de 48 pouces pour être envoyés vers les vannes de sortie de la station en passant d'abord par les aéroréfrigérants de refoulement des compresseurs EA-0701.

Après avoir été refroidi, le gaz naturel retourne dans les gazoducs GR1 et GR2, respectivement, à une pression d'environ 70 bars.

Les compresseurs de la station C-0701/C-0702 / C-0703 / C-0704 sont des compresseurs centrifuges à turbines gaz, les turbines TU-0701 / TU-0702 / TU-0703 TU-0704 sont des turboréacteurs à gaz, le gaz de démarrage et le gaz combustible pour les turbines à gaz sont prélevés dans un pipeline source et sont conditionnés à l'unité de conditionnement de gaz a-0721 avant d'être utilisés.

I.3.7.2 Turbines à gaz (TU-0701 / TU-0702 / TU-0703 / TU-0704) :

Quatre turbines à gaz (TU-0701 I TU-0702 / TU-0703 TU-0704) entraînent les quatre compresseurs de gaz de procédé de la station (C-0701 / C-0702 / C-0703 / C-0701).

Ces turbines sont identiques au niveau de la conception et de la capacité.

La turbine à gaz, généralement appelée turbine à combustion, est un moteur rotatif utilisant la détente d'un flux de gaz chaud pour transformer l'énergie thermique en énergie mécanique. La détente de gaz chaud est produite dans la chambre de combustion du moteur par la combustion d'un mélange air/gaz

Un distributeur fixe oriente le gaz chaud dilaté contre les aubes de la roue de la turbine créant ainsi une force d'impulsion qui fait tourner l'arbre.

L'alimentation en air de combustion de la turbine à gaz provient d'un compresseur d'air entraîné par un arbre intégré. Ce compresseur injecte l'air dans la chambre de combustion où il est mélangé à un gaz combustible d'hydrocarbures pour former un mélange combustible. Une source d'allumage complète ce triangle pour produire la détente de gaz chauds, fournissant ainsi la force motrice à la turbine de haute pression (HP).

Les gaz de combustion passent de la chambre de combustion par le biais des tuyères stationnaires, vers la roue de la turbine de haute pression, provoquant ainsi la rotation de la roue fixée sur l'arbre de la turbine. La roue de la turbine haute pression entraîne le compresseur d'air à arbre intégré.

La détente de gaz chaud venant de la haute pression de la turbine, est déviée vers la turbine de basse pression qui entraîne le compresseur de gaz de procédé.

La performance d'une turbine à gaz est généralement exprimée en fonction de sa consommation spécifique. La puissance correspond à la puissance nette disponible à l'arbre de sortie après soustraction de toutes les pertes et prises de force. Les prises de force comprennent tous les appareils, tels que les pompes à huile et le compresseur de gaz de procédé qui sont directement entraînés par l'arbre de sortie de la turbine à gaz.

La filtration de l'air est un autre facteur important. Ce système permet d'empêcher que des saletés ne pénètrent dans la turbine à gaz car ces dernières provoqueraient la corrosion, l'érosion et l'encrassement des aubes de la turbine.

Comme les vibrations et l'équilibre sont des facteurs importants pour la performance des turbines à gaz, des détecteurs de proximité sont placés à des endroits stratégiques sur la machine. Ces détecteurs sont reliés aux circuits de déclenchement d'arrêt de la turbine afin de l'arrêter chaque fois qu'une charge dépasse la valeur de calcul.

Le niveau de vibrations d'un arbre situé près d'un corps de palier peut être mesuré dans la direction verticale à l'aide d'un détecteur de proximité. Le niveau est indiqué et enregistré sur le système de contrôle Mark Five, et également reproduit dans la salle de contrôle.

La turbine à gaz comprend tous les systèmes de protection standard telle que le contrôle de l'huile lubrifiante, le déclenchement d'arrêt en cas de survitesses, le contrôle des vibrations, ainsi qu'un système de détection de flamme ou d'extinction de flamme. Ces systèmes de protection sont intégrés au système de contrôle Speedtronic® Mark Five.

I.3.7.3 Compresseurs de gaz (C-0701 / C-0702 / C-0703) :

La station comporte trois (04) compresseurs de gaz (C-0701 / C-0702 / C-0703/C-704) identiques au niveau de la conception et de la capacité. Un (01) seul compresseur (C-0701) et l'équipement associé sera donc décrit.

Le gaz de procédé pénètre dans le compresseur par la vanne d'aspiration XV-07100. Il est envoyé vers l'admission en passant par un ensemble d'aubes directrices ; la fonction des aubes directrices consiste à diriger le gaz dans la bonne direction.

La vitesse de rotation du rotor projette le gaz de procédé vers l'avant par force centrifuge. La vitesse élevée crée une pression plus basse au niveau de l'admission du rotor, de sorte que de plus grands volumes de gaz entrent dans le compresseur en raison de la pression externe dans la conduite d'aspiration.

La vitesse est réduite et convertie en pression dans le diffuseur adjacent au rotor. Le gaz de procédé passe alors de l'autre côté et se dirige vers le rotor suivant en passant par un ensemble de conduites de retour comprenant des aubes directrices qui le dirigent vers le rotor suivant.

La pression augmente chaque fois que le gaz passe par un nouvel étage. Lorsque le gaz quitte le dernier étage, il est collecté dans une chambre spiralée (volute). De là, il est envoyé dans la tuyauterie de refoulement. La volute réduit la vitesse du gaz, convertissant l'énergie cinétique en pression.

Pour équilibrer la poussée axiale développée entre l'extrémité de refoulement et l'aspiration de la machine, un tambour d'équilibrage est installé à l'extrémité de refoulement de la machine et connecté à l'extrémité d'aspiration.

Un joint est créé à l'aide d'air d'étanchéité le long de l'arbre pour empêcher que du gaz ne s'échappe des compresseurs de gaz de procédé de la station. Le système d'air d'étanchéité utilisé est de conception "d'étanchéité au gaz sec en tandem". Ce type de système permet d'empêcher la présence d'huile dans les zones d'étanchéité.

Les joints sont installés aux deux extrémités du compresseur afin d'éviter que du gaz ne s'échappe de la machine.

Le compresseur centrifuge est fourni avec deux (2) vannes anti-pompage, notamment une vanne de recyclage de gaz chaud FV-07123, et une vanne de recyclage de gaz refroidi FV-07024.

La vanne de recyclage de gaz chaud (FV-07123 est située à l'extrémité de refoulement de la machine, et retourne le flux vers la conduite d'aspiration commune des compresseurs.

La vanne de recyclage de gaz refroidi (FV-07024) située en aval des aéroréfrigérants de refoulement (EA-0701) du compresseur, retourne également le flux vers le collecteur commun d'aspiration.

Puisque les vibrations et l'équilibre sont des facteurs importants pour la performance des compresseurs centrifuges, des détecteurs de proximité sont placés à des endroits stratégiques sur le compresseur. Ces détecteurs sont reliés aux contrôleurs de vibrations et aux circuits qui déclencheront l'arrêt du compresseur chaque fois qu'un signal de vibrations axiales dépasse la valeur de calcul.

I.3.7.4 Turbogénérateurs :

Les besoins en énergie électrique de la station de compression de gaz sont assurés par Sonelgaz. Au début ces besoins sont satisfaits par 03 groupes de turbogénérateur (TU-0741/EG-0741 & TU-0742 /EG-0742 /& TU-0743 /

EG-0743), les 3 générateurs à turbine à gaz ont une puissance suffisante pour subvenir à l'ensemble des besoins de la station.

Les 03 groupes de turbogénérateurs sont identiques au niveau de la conception et de la puissance et sont conçus pour une puissance nominale de 2,5 mégawatts par générateur, les turbines d'entraînement (TU-0741/TU-0742/TU-0743) fonctionnent au gaz naturel conditionné, la turbine et le générateur sont de conception standard, pour fonctionnement à l'intérieur d'un bâtiment hermétique, de plus, le bâtiment des turbogénérateurs est équipé d'un système de ventilation forcée pour maintenir l'atmosphère exempte de gaz et à une température constante.

Turbines d'entraînement (TU-0741/TU-0742/TU-0743) : Puissance nominale = 4.150 KW (à 45° c et une altitude de 187 m.)

Générateurs (EG-0741 /EG-0742/EG-0743) : Puissance nominale = 2.800 KW.

Réservoirs d'huile lubrifiante minérale (TU-0741 /TU-0742-TU-0743-TK1) : Capacité = 1,364 m3, Température = 100° c.

I.3.8 Caractéristiques des principales installations dans la station :

Equipment	Nombre	Marque	Puissance
Turbocompresseurs(TC) Turbine à gaz et Compresseur	04	GENERAL ELECTRIC GE LM2500 NUOVO PIGNONEPCL603/02	18867 KW 18400 KW
Turboalternateurs(TA)	03	Alsthom Gaz TurbineTB5000	2800 KW

Groupes électrogènes(GE)	02	Stewart&Stevenson ONIS VISA	500 KVA 1253 KVA
--------------------------	-----------	--------------------------------	---------------------

Tableau I.1 : Caractéristiques des principales installations dans la station.

I.3.9 Séparateur de gaz :

Le but des séparateurs verticaux à tuyère est d'éliminer les matières liquides et solides qui peuvent se trouver dans le gaz naturel arrivant dans la station de compression de gaz et provenant des gazoducs GR1 et GR2.

Il est extrêmement important d'éliminer ces matières solides afin de prévenir tout endommagement des composantes internes des compresseurs de gaz de procédé.

La station de compression comporte cinq récipients séparateurs verticaux à tuyère (D-0701 à D- 0705).

I.3.10 Installation et distribution d'air instrument, service & étanchéité :

Les exigences en air de la station sont l'air instruments, l'air service et l'air d'étanchéité, pour répondre à ces demandes, deux (2) unités de compression montées sur skid sont prévues.

L'air d'étanchéité pour les turbocompresseurs de gaz (C-0701/C-0702/C-0703) est fourni par le skid du compresseur d'air d'étanchéité (A-0752) Des dispositions ont été prises au niveau de la conception du système d'air instruments pour alimenter le système d'air d'étanchéité.

La conception de l'équipement des deux skid est très similaire à celle des filtres à air d'admission/ silencieux, des compresseurs d'air, des refroidisseurs complémentaires, du pré filtre, des sécheurs d'air, des post-filtres, et des réservoirs d'air, cependant les compresseurs ont des capacités nominales différentes.

a) Les compresseurs d'air instruments/air service. (C-0751a/b) :

Les compresseurs d'air instruments/air service (C-0751a/b) sont des compresseurs hélicoïdaux à un étage, lubrifiés à l'huile, refroidis à l'air et entraînés par des moteurs électriques de 75 KW (C-0751 a/b).

La pression de refoulement de service des compresseurs est de 8,58 bars et le débit nominal est de 401 nm³/h.

b) Compresseurs d'air d'étanchéité (C-0752a/b) :

Les compresseurs à air d'étanchéité (C-0752a/b) sont des compresseurs hélicoïdaux à un étage, lubrifiés à l'huile, refroidis à l'air et entraînés par des moteurs électriques de 93 KW (C0752a/b).

La pression de refoulement de service des compresseurs est de 8,58 bars et le débit nominal est de 681 nm³ /h.

I.3.11 Installations de conditionnement de gaz :

Les installations de conditionnement de gaz de la station de compression sont alimentées en gaz à haute pression prélevé directement dans le gazoduc principal.

Le but de ces installations est d'assurer que l'alimentation en gaz combustible, en gaz de démarrage et en gaz domestique est exempte d'eau et qu'elle est maintenue à la pression et à la température constante pour une exploitation continue et en toute sécurité des turbines à gaz de la station.

L'unité de conditionnement de gaz comprend deux (2) filtres séparateurs à gaz (F0721a/b), deux (2) réchauffeurs de gaz (H-0721a/b), une bouteille de purge (D- 0723), deux (2) ballons tampons de gaz (D-0721a/b), le système de gaz domestique comprend une unité d'odorisation (A-0722) et un débitmètre (FQI- 27001).

I.3.12 Description des aéroréfrigérants gaz de refoulement Station :

Le but des aéroréfrigérants du gaz de refoulement des compresseurs est de refroidir le gaz de refoulement des compresseurs de gaz naturel avant qu'il ne soit envoyé dans les gazoducs GR1/GR2 et GR4/GR6, il est nécessaire de refroidir le gaz pour répondre à la capacité nominale des gazoducs et pour préserver l'intégrité du revêtement extérieur de protection des gazoducs.

Les compresseurs refoulent le gaz dans des canalisations de (48inch)à une température de 69°C (conditions estivales), les flux se rejoignent ensuite dans le collecteur (56 inch); puis le gaz passe dans la vanne d'isolement automatique à ouverture rapide, avant de pénétrer dans le manifold d'admission 48 pouces des aéroréfrigérants.

Après être passé dans le manifold d'admission, le gaz de procédé passe dans les deux blocs de faisceaux de tubes à ailette .de grands ventilateurs situés directement sous les faisceaux de tubes déplacent de l'air à la température ambiante vers le haut, en faisant circuler autour des faisceaux à ailettes et chassant ainsi la chaleur dégagée, à ce stade, la température du gaz de procédé a été ramenée à 58 c°.

Avant d'être refroidi un flux de gaz de refoulement chaud est acheminé, par le biais de la ligne 4 pouces, vers la ligne d'admission des filtres séparateurs de gaz des installations de conditionnement de gaz.

Après avoir été refroidi, le gaz de procédé passe dans le manifold de sortie des aéroréfrigérants et à travers la vanne d'isolement automatique située sur le collecteur de sortie des aéroréfrigérants, Le collecteur de sortie est protégé contre la surpression par une soupape de sécurité réglée à 73 ,5 bars.

Le gaz refroidi passe par les vannes de sortie existantes de la station, et une vanne d'isolement automatique pour être ensuite acheminé dans les gazoducs GR1, GR2, GR4 et GR6.

L'aéroréfrigérant du gaz de refoulement du compresseur est équipé d'une ligne de dérivation à passage intégral avec une vanne d'isolement automatique. Les blocs d'aéroréfrigérants sont équipés de vannes d'isolement manuelles de (24 pouces) situées sur les manifolds d'entrée et de sortie

Un branchement latéral 18 pouces situés en aval de la vanne d'isolement du collecteur de sortie des aéroréfrigérants est prévu pour acheminer le gaz froid de recyclage vers les compresseurs de gaz.



Figure I.5 : Vue d'ensemble de station Zina.

I.4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné une description d'ordre générale sur la station de Compression ZINA tels que : sa situation Géographique, service de la station, système de contrôle etc...

CHAPITRE II :

Principes de fonctionnement des compresseurs d'air

Chapitre II : Principes de fonctionnement des compresseurs d'air

II.1 Préambule :

L'air comprimé est l'une des formes les plus anciennes de l'énergie que l'homme utilise, il est connu en tant que fluide. Il est utilisé dans différents domaines, on peut dire que ces applications ont facilité notre quotidien. Il peut accomplir plusieurs opérations comme le nettoyage, le séchage, le transport et l'emballage, etc... Donc il est très répandu dans les ateliers et les usines où on a des circuits de puissance pneumatique, et des modules de commande pour machine, mais aussi dans les stations énergétiques (thermiques et électriques, etc....) où l'air comprimé est fourni par un compresseur.

Le choix d'un compresseur doit être basé sur de multiples critères : la pression, le débit, le lieu d'utilisation, et aussi le type d'installation à réaliser.

Aujourd'hui sans l'air comprimé aucune usine moderne ne serait concevable, les machines à air comprimé ont désormais leur place dans toutes les branches de l'activité industrielle [5].

Dans ce chapitre, On fera une description des compresseurs d'air, puis on citera leurs différents composants et leurs fonctionnements.

II.2 Description des compresseurs d'air :

Les compresseurs d'air sont des compresseurs mono-étagés, refroidis par air. Ce sont des compresseurs à vis à injection d'huile, entraînés par un moteur électrique et enfermés dans un capotage insonorisant. Conçu et fabriqué par la société ATLAS COPCO, un leader mondial dans le domaine des solutions de compression d'air. Le GA90 est un modèle spécifique de la gamme GA, qui est réputée pour sa fiabilité, son efficacité énergétique et sa performance.

La figure ci-dessous présente une vue des compresseurs d'air :



Figure II.1 : Les compresseurs d'air.

La figure (II.2) présente notre compresseur avec son couvercle, accompagné de la désignation de ses différents éléments :

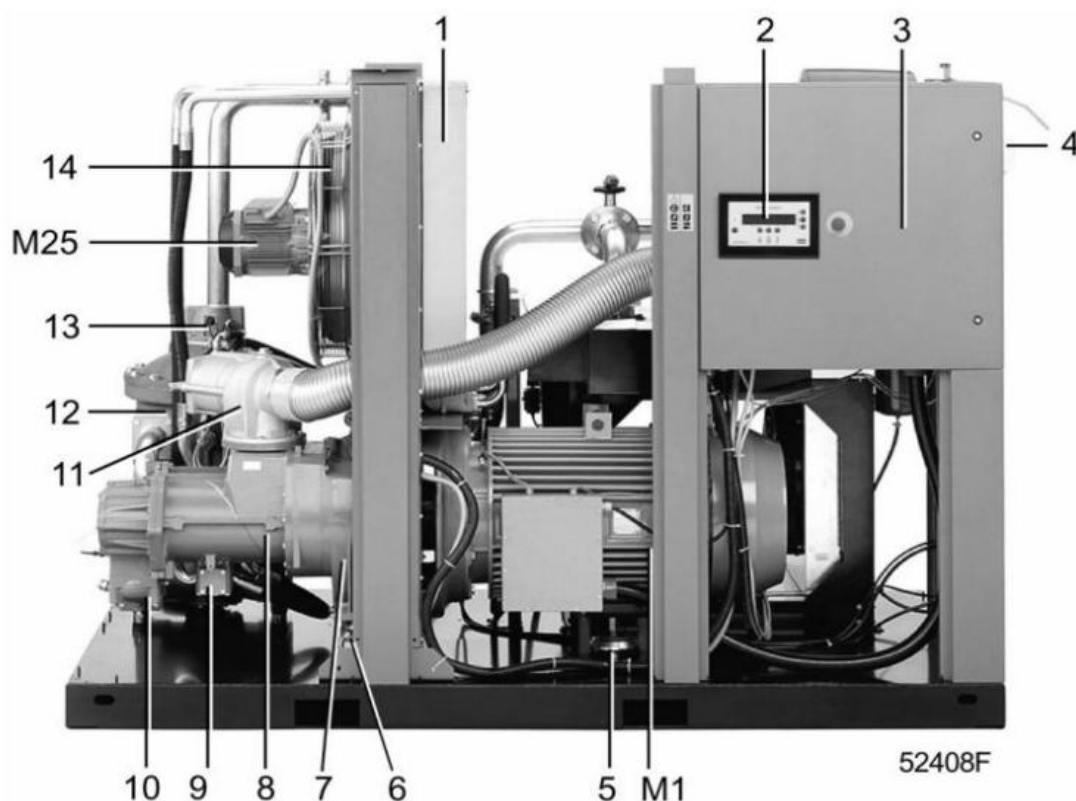


Figure II.2 : Vue avant du compresseur GA90 sans couvercle.

Elément	Désignation
1	Refroidisseur d'huile
2	Tableau de contrôle
3	Armoire électrique
4	Entrée d'alimentation en énergie
5	Amortisseur des vibrations
6	Amortisseur des vibrations
7	Carter d'engrenages
8	Elément compresseur
9	Clapet d'arrêt d'huile
10	Clapet anti-retour
11	Déchargeur
12	Réservoir d'air
13	Soupape à minimum de pression
14	Ventilateur
M1	Moteur d'entraînement
M25	Moteur du ventilateur

Tableau II.1 : La désignation des éléments Figure II.2[6]

Dans la figure (II.3), nous pouvons observer notre compresseur muni d'un couvercle, ainsi que l'identification de ses composants.

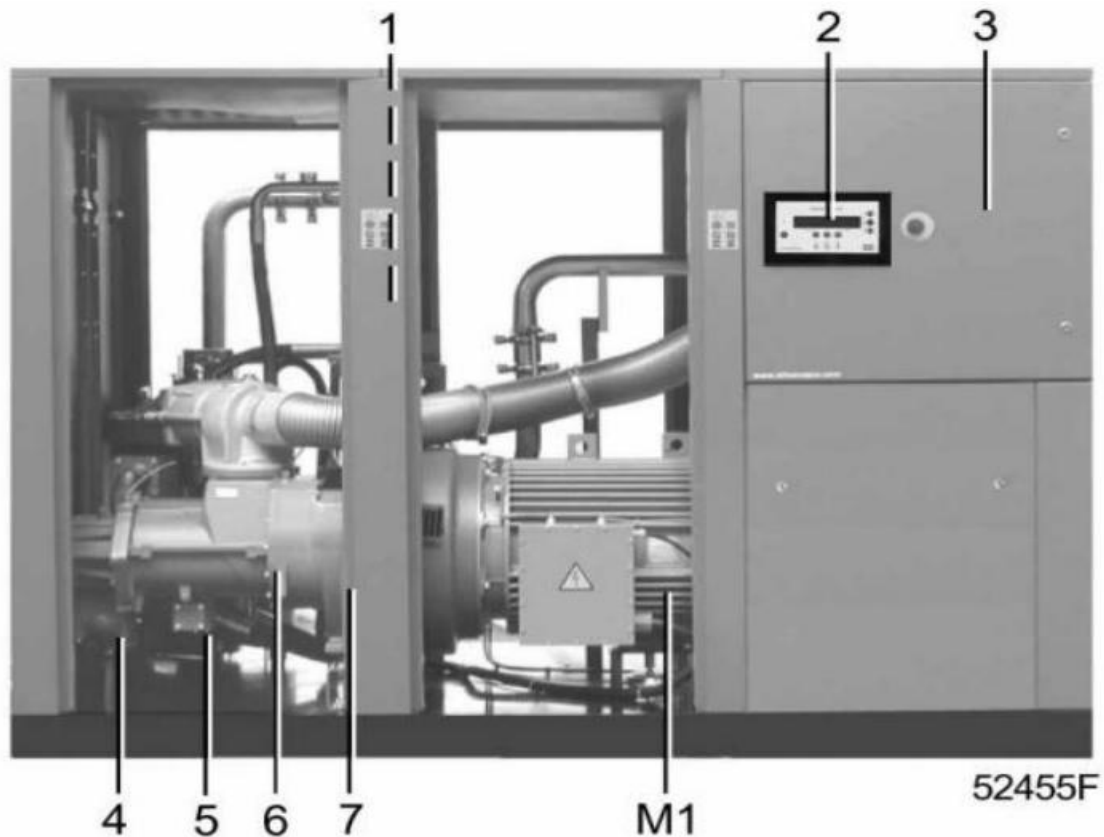


Figure II.3 : Vue avant du compresseur GA90 avec couvercle

Elément	Désignation
1	Refroidisseurs
2	Tableau de contrôle
3	Armoire électrique
4	Clapet anti-retour
5	Clapet d'arrêt d'huile
6	Eléments compresseur
7	Carter d'engrenages
M1	Moteur d'entraînement

Tableau II.2 : La désignation des éléments Figure II.3[6]

II.3 Éléments principaux des compresseurs d'air [6] :

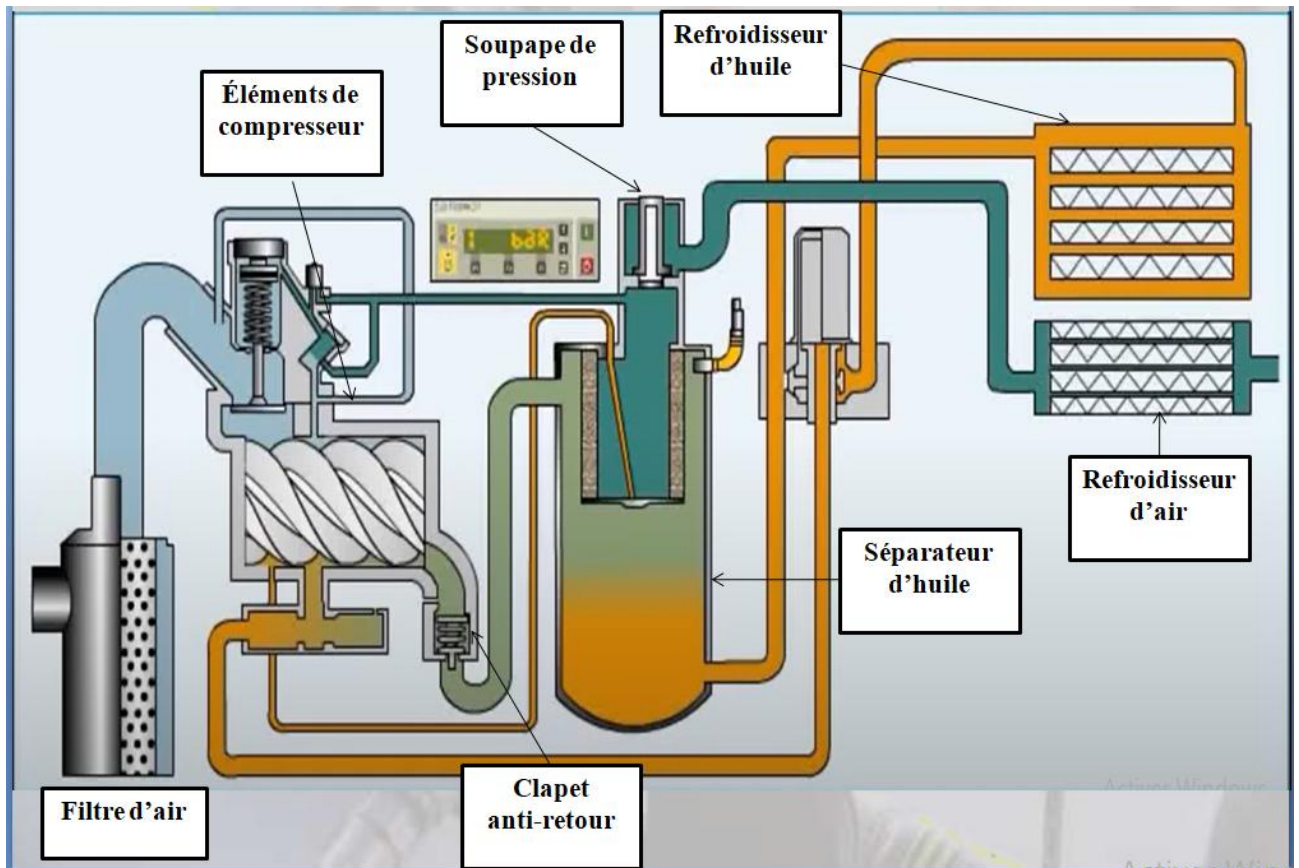


Figure II.4 : schéma d'écoulement.

II.3.1 Circuit d'air et d'huile :

1. Circuit d'air :

L'air aspiré via le filtre et le déchargeur est comprimé dans l'élément compresseur. L'air comprimé et l'huile sont refoulés dans le réservoir d'air/séparateur d'huile via le clapet anti-retour. Dans le séparateur d'huile, l'air comprimé est séparé de l'huile. L'air est ensuite refoulé dans le refroidisseur d'air via la soupape à minimum de pression.

L'air refroidi est refoulé via le réservoir des condensats et la vanne de sortie vers le réseau d'air.

Le clapet anti-retour empêche le retour d'air comprimé.

La soupape à minimum de pression évite une chute de pression du réservoir au-dessous d'une pression minimum. La soupape a un clapet anti-retour incorporé.

2. Circuit d'huile :

A partir du réservoir, l'air sous pression véhicule l'huile à travers les refroidisseurs d'huile, les filtres et le clapet d'arrêt d'huile pour atteindre l'élément compresseur et les points de lubrification.

Le clapet d'arrêt d'huile empêche la submersion par l'huile de l'élément compresseur lors de la mise à l'arrêt du compresseur.

Lors du démarrage à froid du compresseur, la vanne met hors circuit les refroidisseurs d'huile pour accélérer l'échauffement de l'huile jusqu'à la température normale de service.

Dans le réservoir d'air, la majeure partie de l'huile est éliminée de l'air par centrifugation. La quasi-totalité de l'huile restante est séparée par l'élément séparateur.

II.3.2 Système de refroidissement :

Le système est équipé d'un refroidisseur d'air et de refroidisseurs d'huile, refroidis par un ventilateur. Le compresseur est pourvu d'un système d'eau de refroidissement, incluant un refroidisseur d'huile et d'air combiné.

II.3.3 Système de Décharge :

Si la consommation d'air est inférieure au débit d'air du compresseur, la pression du réseau augmente. Quand la pression du réseau atteint la limite supérieure de la pression de service (pression de décharge), l'électrovalve (5) est désactivée. Le plongeur de la valve se déplace par la détente d'un ressort:

Etape	Description
1	Le plongeur de l'électrovalve (5) arrête l'apport de pression du réservoir vers la chambre (2).
2	La pression de contrôle, présente dans la chambre (2), est libérée dans l'atmosphère via l'électrovalve de mise en charge (5). La soupape de décharge (7) se ferme par la détente d'un ressort.
3	La valve (9) est poussée vers le bas et libère vers l'entrée d'air la pression du réservoir via le flexible (6) et les canaux (3 et 4).
4	Un apport minime d'air est aspiré en continu via le trou (8) et le canal (3), puis est refoulé du réservoir (10) via le flexible (6) vers l'entrée d'air.
5	Le refoulement d'air est arrêté (0%) ; le compresseur marche en décharge.

Tableau II.3 : Système de décharge.

II.3.4 Système de Charge :

Lorsque la pression du réseau atteint la limite inférieure de la pression de service (pression de charge), l'électrovalve (5) est activée. Le plongeur de l'électrovalve (5) se déplace dans le sens inverse à la détente du ressort:

Phase_1	Le plongeur de l'électrovalve (5) ouvre l'apport de pression du réservoir vers la chambre (2). La soupape de décharge (7) s'ouvre par la tension d'un ressort.
Phase_2	La pression du réservoir pousse la valve (9) vers le haut, ce qui entraîne la fermeture des tuyaux de décompression (3 et 4).
Phase_3	Le refoulement d'air reprend (100%); le compresseur marche en charge.

Tableau II.4 : Système de charge.

II.4 Description de fonctionnement des systèmes [4] :

II.4.1 Système d'air instruments :

Il est utilisé pour actionner plusieurs vannes dans les différentes unités :

- Vanne de recyclage à froid.
- Vanne de recyclage à chaud de chaque TC.
- Vanne principale de gaz de démarrage.
- Vanne d'isolement et de régulation au skid gaz.
- La vanne de régulation de température d'huile minérale des TC.
- Vanne d'air d'étanchéité au niveau des TC.
- Vanne de gaz de démarrage des TA.
- Vanne de gaz combustible des TA.
- Vanne de purge des filtres à cyclone.
- Nettoyage des filtres d'admission des TA.
- Alimentation de l'unité de nettoyage des TC.

L'aspiration des deux compresseurs d'air instruments (C-0751A/B) est obtenue au niveau de l'atmosphère. L'air passe à travers les silencieux /filtres à air d'admission (F-0751A/B) avant de pénétrer dans les compresseurs. Après compression, le flux d'air passe à travers un séparateur d'huile, un refroidisseur de refoulement où il est refroidi par des ventilateurs entraînés par des moteurs électriques et ensuite, le flux d'air est envoyé dans un séparateur d'eau.

Après avoir traversé le séparateur d'eau, le flux d'air passe à travers le préfiltre à air instruments (F- 0753). Ce filtre est du type Simplex, à passage unique, contenant une cartouche coalescente à haute efficacité pour l'élimination de l'huile, de l'eau et d'autres particules contaminants. Le filtre est fourni avec un indicateur de pression différentielle qui indique l'état de l'élément filtrant et d'une dérivation permettant le détournement total du flux afin de faciliter le changement de l'élément contaminé tout en maintenant le système en exploitation.

Le filtre est également équipé d'un purgeur pour l'élimination des liquides de purge.

Après le passage dans le préfiltre, le flux d'air est envoyé dans les sécheurs d'air instruments (D-0751 A/B) où il est séché à un point de rosée de -40°C .

Le point de rosée est mesuré à la sortie du sécheur par un analyseur AE-47076A.

Les sécheurs d'air sont de type à régénération à échauffement réduit utilisant un flux latéral d'air venant du sécheur en ligne pour régénérer la couche déshydratante.

Le débit d'air de purge est contrôlé à $22 \text{ Nm}^3/\text{h}$. par un limiteur de débit en ligne avec une période de régénération prééglée de quatre minutes et trente-cinq secondes (4 min.35 sec.). La période de pressurisation après régénération est de vingt-cinq secondes (25 sec.) et la durée de séchage de l'air est de cinq minutes (5 min).

La durée totale des cycles d'absorption et de régénération est de dix minutes (10min.). Ces cycles sont contrôlés par une minuterie électrique.

L'évacuation de l'air de purge et la mise à l'air libre se font au travers d'un silencieux (SL-0753) à un endroit ne présentant aucun danger.

L'air sec quittant les sécheurs passe à travers un post-filtre à air instruments (F-0754).

Ce filtre est du type Simplex, à passage unique, contenant une cartouche à particules d'usage général pour l'élimination des particules solides. Le filtre est équipé d'un indicateur de pression différentielle qui indique l'état de l'élément filtrant et d'une dérivation permettant le détournement total du flux afin de faciliter le changement de l'élément filtrant contaminé tout en maintenant le système en exploitation.

Après avoir traversé le post-filtre, le flux d'air pénètre dans un ballon d'air instruments (D-0756). Ce récipient est équipé d'un indicateur de niveau, d'une vanne de purge et d'un indicateur de pression PI-47059.

Le ballon d'air est protégé par une soupape de sécurité PSV-47060 réglée à 10,3 bars. Cette soupape est équipée d'une dérivation pour les besoins de maintenance et de mise à l'évent.

Après avoir quitté le ballon d'air instruments, le flux d'air est partagé entre deux lignes.

La ligne principale (2"-IA-07101-21) se dirige vers le circuit du collecteur d'air instruments. L'instrumentation de cette conduite comprend une soupape régulatrice de pression (PCV-27095), un indicateur de pression (PI-27097) et un transmetteur de pression (PT/PI-47002).

La prise d'air de la ligne secondaire est située en aval du ballon d'air (D-0756) et le flux est dirigé vers l'admission du ballon d'air d'étanchéité (D-0757) en passant par une vanne d'isolement et un clapet de non-retour. Ce chemin permet, essentiellement, d'assurer l'alimentation ininterrompue et des secours en air d'étanchéité des compresseurs de gaz en cas d'arrêt non programmé des compresseurs d'air d'étanchéité et/ou d'une défaillance du système.

II.4.2 Système d'air service :

En aval du préfiltre à air instruments (F-0753) une prise a été prévue pour le système d'air service. Le flux d'air service passe dans le réservoir d'air service (D-0755) via une soupape de pression (PV- 47047) située à l'entrée du réservoir. Cette soupape est actionnée par un solénoïde recevant un signal du pressostat PSL-47048 situé dans la conduite d'air instruments en aval de la prise d'air service. Si la pression d'air instruments tombait en dessous de la valeur pré-réglée, le pressostat PSL-47048 donnerait à la soupape PV-47047 l'ordre de se fermer, protégeant ainsi le système d'air instruments. Par la suite, lorsque la pression d'air instruments retourne à sa valeur normale, le pressostat PSL donnera l'ordre à la soupape PV de se rouvrir, remettant ainsi le système d'air service en exploitation normale.

Le réservoir est équipé d'un indicateur à niveau visible, d'un purgeur avec dérivation pour l'évacuation des liquides de purge et d'un indicateur de pression PI-47056.

Le récipient est protégé par une soupape de sécurité PSV- 47057 réglée à 10,3 bars. La soupape est fournie avec une dérivation pour les besoins de maintenance et de mise à l'évent.

L'air service est mis en disposition dans différent bâtiment et unité de la station, ainsi que dans le système de distribution en eau.

II.4.3 Système d'air d'étanchéité :

L'air d'étanchéité est acheminé vers les quatre unités de compression pour assurer l'étanchéité dans les garnitures des compresseurs centrifuge, ainsi que les filtres d'admission du TC.

L'aspiration des compresseurs d'air d'étanchéité (C-0752A/B) est obtenue au niveau de l'atmosphère. L'air traverse les silencieux / filtres à air d'admission (F-0752A/B) et pénètre dans les compresseurs. Après compression, le flux d'air passe dans des refroidisseurs de refoulement où il est refroidi par un ventilateur entraîné par moteur électrique.

Lorsqu'il sort des refroidisseurs de refoulement, le flux d'air est dirigé vers le préfiltre à air d'étanchéité (F-0755).

Le filtre est du type Simplex, à passage unique, contenant une cartouche coalescente à haute efficacité pour l'élimination de l'huile, de l'eau et d'autres particules contaminants.

Le filtre est fourni avec un indicateur de pression différentielle qui indique l'état de l'élément filtrant, d'une dérivation permettant le détournement total du flux afin de faciliter le changement de l'élément contaminé tout en maintenant le système en exploitation. Le filtre est également équipé d'un purgeur pour l'élimination des liquides de purge.

Après le passage à travers le préfiltre, le flux d'air pénètre dans les sècheurs d'air d'étanchéité (D- 0753A/B) où l'air est séché à un point de rosée de -40°C .

Le point de rosée est mesuré à la sortie du sécheur par l'analyseur AE-47076C.

Les sècheurs d'air sont de type à régénération à échauffement réduit utilisant un flux latéral d'air venant du sécheur en ligne pour régénérer la couche déshydratante.

Le débit d'air de purge est contrôlé à $131,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$. par un limiteur de débit en ligne avec une période de régénération pré réglée de quatre minutes et trente-cinq secondes (4 min.35 sec.). La période de temps nécessaire pour la pressurisation après la régénération est de vingt-cinq secondes (25 sec.) et la durée de séchage de l'air est de cinq minutes (5 min).

La durée totale des cycles d'absorption et de régénération est de dix minutes (10 min). Ces cycles sont contrôlés par une minuterie électrique.

L'évacuation de l'air de purge et la mise à l'air libre se font au travers d'un silencieux (SL-0754) vers un endroit ne présentant aucun danger.

L'air sec quittant les sècheurs passe à travers un post-filtre à air d'étanchéité (F-0756).

Le filtre est du type Simplex, à passage unique, contenant une cartouche à particules d'usage général pour l'élimination des particules solides.

Le filtre est équipé d'un indicateur de pression différentielle qui indique l'état de l'élément filtrant et d'une dérivation permettant le détournement total du flux afin de faciliter le changement de l'élément contaminé tout en maintenant le système en exploitation.

Après avoir traversé le post-filtre, le flux d'air est envoyé dans un ballon d'air d'étanchéité (D-0757). Ce récipient est équipé d'un indicateur de niveau, d'une vanne de purge et d'un indicateur de pression (PI-47063).

Le ballon d'air est protégé par une soupape de sécurité PSV-47064 réglée à 10,3 bars. Cette soupape est équipée d'une dérivation pour les besoins de maintenance et de mise à l'évent.

L'air sec et exempt de contaminants est finalement acheminé vers le collecteur d'air d'étanchéité qui fournit les besoins du système d'étanchéité des turbocompresseurs de gaz.

II.4.4 Arrêt du système :

Pour tout équipement d'air instruments et d'air d'étanchéité monté sur skid, le lecteur doit se référer à la procédure d'arrêt des compresseurs contenue dans le manuel opératoire et d'entretien du fabricant.

Pour isoler le système du collecteur d'air instruments en vue d'une intervention de maintenance ou pour toute autre raison, les mesures suivantes doivent être prises après l'arrêt du compresseur :

- Fermer la vanne d'isolement en amont de la soupape régulatrice de pression (PCV-27095) du collecteur d'air instruments.

Pour isoler le système d'air d'étanchéité en vue d'une intervention de maintenance ou pour toute autre raison, les mesures suivantes doivent être prises

- Fermer la vanne d'isolement d'intercommunication d'air instruments située sur le skid (A-0751).
- Fermer les vannes d'isolement vers les compresseurs de gaz.

II.4.5 Arrêt d'urgence :

Les systèmes d'arrêt d'urgence (ESD) sont conçus pour protéger le personnel et l'équipement de la station en général contre toute condition anormale d'exploitation. Un arrêt d'urgence (ESD) peut provoquer l'arrêt de la station et/ou des systèmes de compresseur d'air ou gaz, soit automatiquement par le biais de conditions prédéterminées, soit manuellement à la discrétion du personnel d'exploitation. La remise à l'état initial des systèmes d'arrêt

d'urgence (ESD) est une opération manuelle effectuée après que les conditions normales d'exploitation aient rétablies. Le système d'arrêt d'urgence (ESD) des compresseurs d'air est également relié au système de supervision et d'acquisition des données (SCADA), ainsi que (DCS).

II.5 Instrumentation :

L'identification des différents instruments capteurs et actionneurs de notre système nécessite d'abord une meilleure maîtrise et connaissance du mode de fonctionnement des instruments qui assurent le fonctionnement du système. Cela m'a incité à recenser tous les capteurs et les actionneurs et pour en faciliter l'attribution et l'identification des entrées/sorties.

II.5.1 Définition d'un capteur :

Un capteur est un dispositif capable de transformer une grandeur physique en une autre Grandeur physique généralement électrique (tension) utilisable par l'homme ou par le biais d'un instrument approprié. Le capteur est le premier élément d'une chaîne de mesure ou d'instrumentation dont l'objectif principal est l'intégration de capteurs, d'appareils de mesure, d'actionneurs et de régulateurs de façon à permettre le suivi ou le contrôle (automatisation) d'un procédé[7].

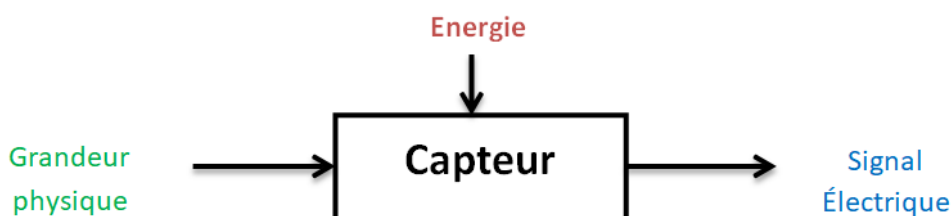


Figure II.5: Schéma d'un capteur.

II.5.1.1 Les capteurs utilisés :

1. **Capteurs de pression** : pour surveiller la pression d'air à différentes étapes du processus de compression.
2. **Capteurs de température** : pour surveiller la température de l'air, du moteur et des composants critiques.
3. **Capteurs de débit**: pour mesurer le débit d'air traversant le compresseur.
4. **Capteurs de niveau d'huile** : pour surveiller le niveau d'huile dans le compresseur.

5. **Capteurs de vibration** : pour détecter les vibrations anormales pouvant indiquer des problèmes mécaniques.
6. **Capteurs de qualité de l'air** : pour surveiller la qualité de l'air en entrée et en sortie du compresseur.
7. **Capteurs de position** : pour surveiller la position des composants mobiles ou des vannes.

II.5.1.2 Pressostats de commande PSL/PSH :

Pressostat, est un dispositif mécanique ou électronique utilisé pour détecter, mesurer et contrôler la pression d'un fluide (liquide ou gaz) dans un système (Capteur et actionneur au même temps) . Le pressostat de pression fonctionne en surveillant la pression du fluide et en activant ou en désactivant un circuit électrique en fonction des seuils de pression prédéfinis. Il se compose généralement d'un élément sensible à la pression, d'un mécanisme de commutation et d'un circuit électrique. Les pressostats sont essentiels pour assurer le bon fonctionnement et la sécurité des systèmes, ceci quelques applications des pressostats :

- **Systèmes d'air comprimé** : Les pressostats activent ou désactivent le compresseur d'air à une valeur prédéfinie.
- **Équipement de traitement** : Les équipements de contrôle du débit des fluides utilisent des pressostats pour maintenir un débit régulier dans l'équipement.
- **Systèmes de pompage** : Les pressostats maintiennent le niveau d'eau dans un réservoir en activant ou désactivant les pompes en cas de besoin.

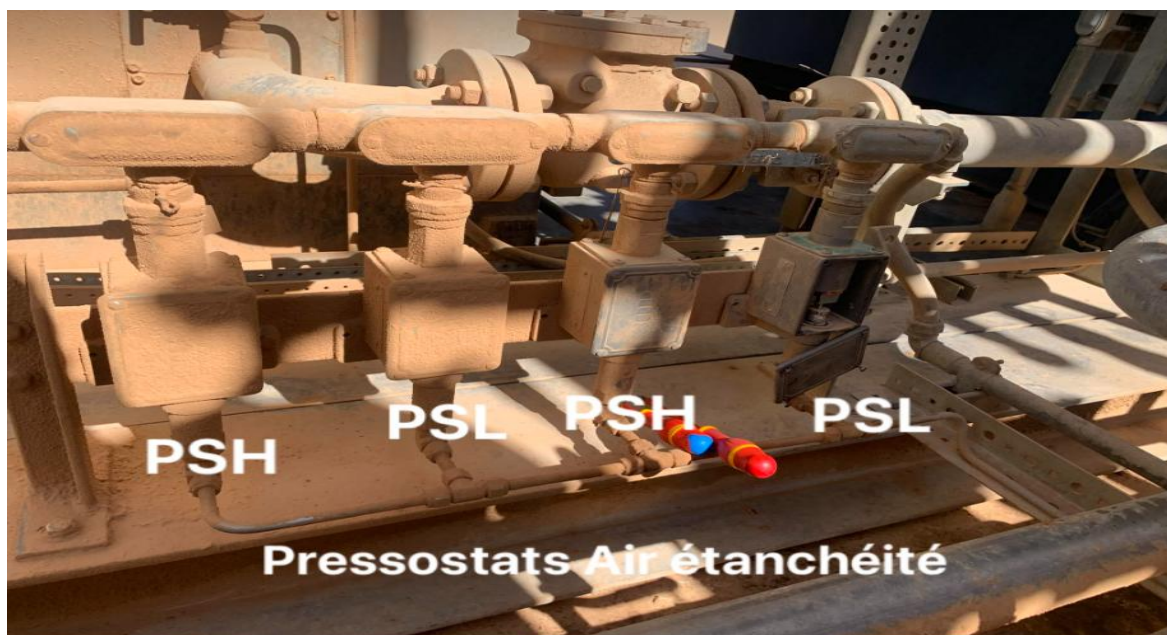


Figure II.6 : Pressostats de commande.

II.5.1.3 Problématique :

Les pressostats de commande des compresseurs d'air présentent certains inconvénients potentiels, ce qui affecte le taux de compression, notamment :

- **Sensibilité aux conditions environnementales :** Les pressostats peuvent être sensibles aux variations de température et d'humidité, ce qui peut entraîner des fluctuations de pression indésirables ou des défaillances de fonctionnement.
- **Calibrage et ajustements fréquents :** Parfois, les pressostats nécessitent un calibrage et des ajustements réguliers pour maintenir leur précision et leur fiabilité, à cause des réglages de l'hystérésis (L'hystérésis est caractérisée par l'écart entre les seuils de pression montants et descendants).

La figure ci-dessous représente le phénomène de chevauchement des plages hystérésis des pressostats :

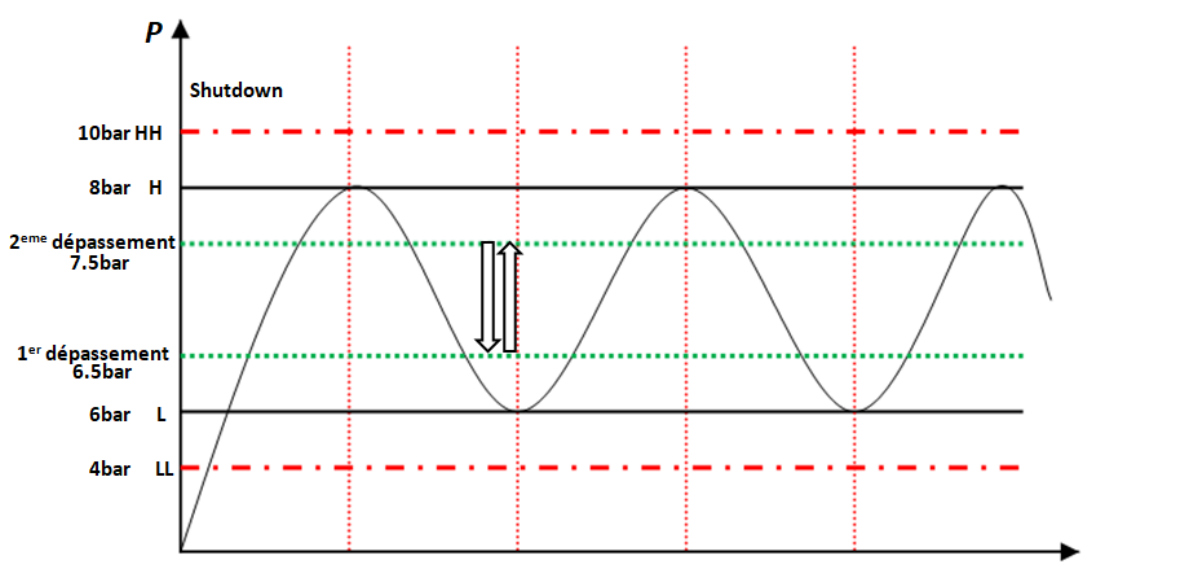


Figure II.7 : Les plages hystérésis des pressostats.

II.5.2 Les actionneurs :

Ce sont des dispositifs électriques qui transforment les ordres de la partie commande en action dans la partie opérative. Ces actions peuvent être mécaniques, hydraulique, pneumatique, etc.

Les actionneurs sont divers : il y a les moteurs, les servomoteurs, les signalisations, les alarmes, etc.... [8]

II.5.2.1 Les actionneurs utilisés :

1. **Soupapes de régulation de pression** : pour la protection dans le système .
2. **Vannes de décharge** : pour évacuer l'air comprimé en excès ou pour protéger le compresseur contre les surpressions.
3. **Actionneur de vanne** : pour contrôler l'ouverture et la fermeture des vannes dans le système de compression.
4. **Actionneur de refroidissement** : pour contrôler le ventilateur ou le système de refroidissement pour maintenir la température à des niveaux sûrs.
5. **Actionneur de lubrification** : pour réguler le débit d'huile et assurer une lubrification adéquate des composants du compresseur.

II.5.2.2 Moteur électrique :

Le moteur électrique est un dispositif qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique (rotation). Il existe plusieurs types, les moteurs asynchrones, les moteurs synchrones, les moteurs à courant continu et les moteurs pas à pas.[9]

Le moteur électrique GA 90 d'Atlas Copco est un moteur électrique utilisé dans les compresseurs d'air de la série GA. Voici une présentation générale de ce moteur :

Puissance et performance : Le moteur électrique GA 90 est conçu pour offrir une puissance élevée 93KW et des performances fiables. Il est capable de fournir une puissance de sortie élevée pour alimenter efficacement le compresseur d'air.



Figure II.8 : Moteur électrique GA90.

II.5.2.3 Electrovanne (SOV) :

Une électrovanne est un dispositif électromécanique utilisé pour contrôler le flux d'un fluide (généralement un liquide ou un gaz) à travers une canalisation ou un circuit. Elle fonctionne en utilisant une bobine électromagnétique pour ouvrir ou fermer une vanne, permettant ainsi le passage ou le blocage du fluide.

Dans un compresseur Atlas Copco GA90, l'électrovanne joue un rôle essentiel dans le fonctionnement et le contrôle du compresseur. Voici le principal rôle de l'électrovanne dans notre situation :

Démarrage et arrêt du compresseur (Load/Unload): L'électrovanne est utilisée pour contrôler l'alimentation en air comprimé vers le compresseur. Lorsque le compresseur doit démarrer, l'électrovanne s'ouvre pour permettre à l'air d'entrer dans le compresseur, ce qui permet de lancer le processus de compression. Lorsque le compresseur doit s'arrêter, l'électrovanne se ferme pour arrêter l'admission d'air et arrêter le processus de compression.



Figure II.9 : Electrovanne (SOV).

II.5.3 Instrumentation des systèmes :

II.5.3.1 Schéma P&ID :

Un P&ID (Schéma de tuyauterie et d'instrumentation) est un plan utilisé pour définir la configuration de la tuyauterie et des instruments associés aux installations et aux équipements. Ces plans comprennent la dimension des lignes, les spécifications de tuyauterie, les paramètres et les réglages des vannes et des instruments. Les schémas P&ID annotés seront utilisés pour définir des équipements particuliers et/ou des sections d'installations pour les ITP (Documentation d'inspection et d'essais). [6]

La figure ci-dessous représente un P&ID de notre système:

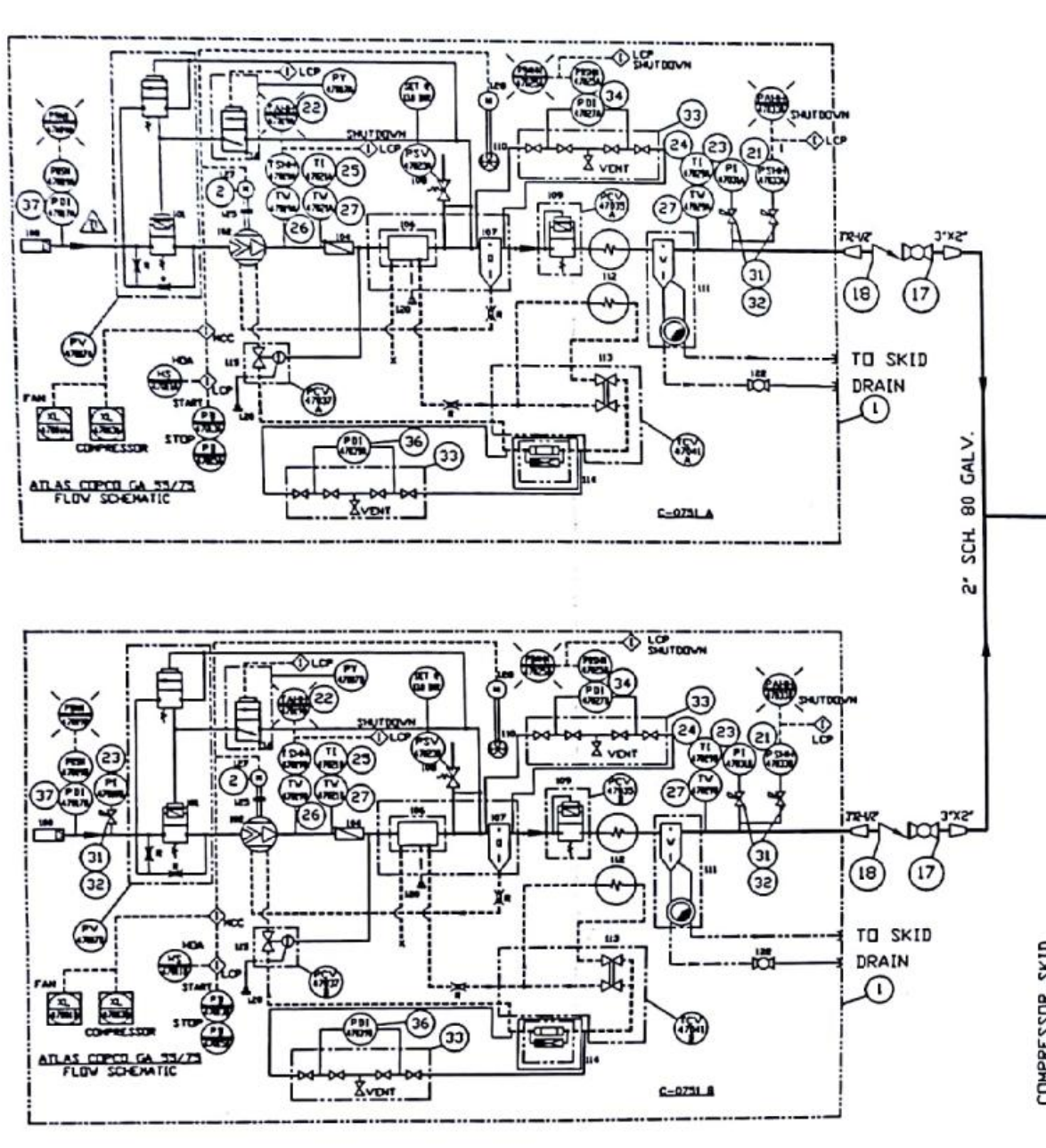


Figure II.10 : Schéma P&ID des compresseurs d'air.

II.5.3.2 les instruments utilisés :

II.5.3.2.1 Indicateurs de pression différentielle, interrupteurs, alarmes & manomètres :

- **PDI-47040A/B** : Indicateur local de pression différentielle au niveau du filtre d'huile des compresseurs A/B.
- **PDI-47028A/B** : Indicateur local de pression différentielle au niveau des séparateurs d'huile des compresseurs A/B.
- **PDI-47017A/B** : Indicateur local de pression différentielle au niveau du filtre d'admission des compresseurs A/B.

- **PI-47006A/B** : Indicateur local de pression d'admission des compresseurs A/B.
- **PI-47032A/B** : Indicateur local de pression de refoulement des compresseurs A/B.
- **PDAHH-47026A/B** : Témoin lumineux d'alarme de pression différentielle haute haute au niveau des séparateurs d'huile des compresseurs A/B.
- **PDSHH-47026A/B** : Commutateur d'arrêt de pression différentielle haute haute au niveau des séparateurs d'huile des compresseurs A/B.
- **PAHH-47034A/B** : Témoin lumineux d'alarme haute haute de refoulement des compresseurs A/B.
- **PSHH-47034A/B** : Commutateur d'arrêt de pression haute haute de refoulement des compresseurs A/B.
- **PSL-47052** : Pressostat basse pression du système d'air étanchéité.
- **PSH-47054** : Pressostat haute pression du système d'air étanchéité.
- **PSL-47083** : Témoin lumineux d'alarme de basse pression du système d'air étanchéité.

II.5.3.2.2 Indicateurs de température, alarmes & interrupteurs :

- **TAHH-47020A/B** : Température de refoulement élevée, témoin lumineux situé sur le panneau local.
- **TSHH-47020A/B** : Arrêt à 230° F pour température de refoulement élevée.
- **TI-47022A/B** : Indication, sur le panneau local, de température de refoulement.
- **TI-47030A/B** : Indication sur le panneau local de température à la sortie du séparateur d'eau.

II.5.3.2.3 Vannes & dispositifs de commande :

- **PV-47008A/B** : Vanne de décharge.
- **PCV-47036A/B** : Soupape régulatrice de pression de refoulement minimum.
- **PCV-47038A/B** : Vanne d'arrêt d'huile.
- **TCV-47042A/B** : Vanne de régulation de température d'huile.

II.5.3.2.4 Alarmes & détecteurs :

- **XL-47002A/B** : Ventilateur du refroidisseur complémentaire d'air en marche (DCS).
- **XL-47005A/B** : les compresseurs A/B (C-0752) – En marche (DCS).
- **XA-47080A** : Compresseur A (C-0752A) – Alarme d'arrêt (DCS).
- **XA-47080B** : Compresseur B (C-0752B) – Alarme d'arrêt (DCS).
- **XY-47082A** : Compresseur A (C-0752A) – Relais Marche/ Démarrage/ Arrêt. (Run/Start/Stop).
- **XY-47082B** : Compresseur B (C-0752B) – Relais Marche/ Démarrage/ Arrêt. (Run/Start/Stop).

II.5.4 Armoire électrique :

L'armoire électrique regroupe tous les appareillages électriques pour les circuits de puissance et de commande de l'étenderie.

- **F1/F2** : Fusibles.
- **F3/F5** : Disjoncteurs.
- **F21** : Relais de surcharge, moteur d'entraînement (M1).
- **K15/16** : Contacteurs de moteur de ventilateur.
- **K21** : Contacteur de ligne.

- **K22** : Contacteur étoile.
- **K23** : Contacteur triangulaire.
- **Q15/16** : Disjoncteurs de moteur de ventilateur.
- **T1/T2** : Transformateurs.
- **1X1** : Bornier.
- **1X3** : Mise à la terre.

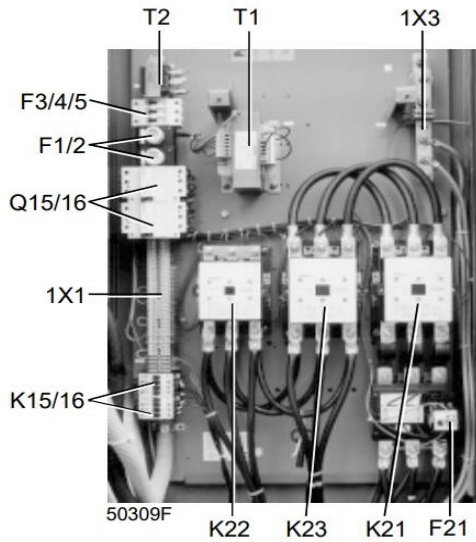


Figure II.11 : Armoire électrique des compresseurs d'air.[6]

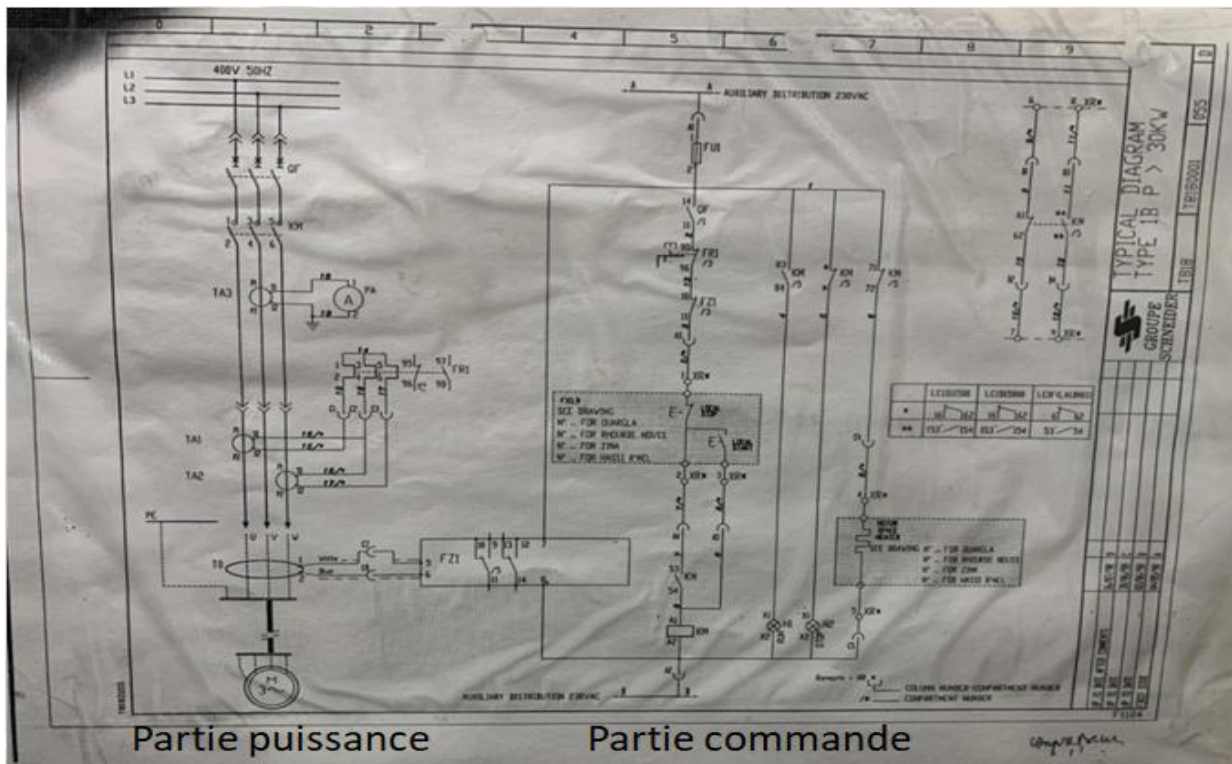


Figure II.12 : Schéma de câblage.

II.5.5 Instrumentation proposé :

A cause la Défaillance récurrente des réglages de pressostats de commande PSH PSL due aux hystérésis et à la dégradation des performances de compression (taux de compression).

Il a été proposé de remplacer les pressostats de commande PSL est PSH par un transmetteur de pression PIT selon une étude :

- Plage de mesure 0-10Bar relative.
- Nature du signale 4-20 mA.
- IP (Indice de protection) et conformité de sécurité ATEX selon les conditions environnementales



Figure II.13 : Transmetteur de pression PIT.

Les avantages après l'amélioration :

- Précision de mesure.
- Remédie du phénomène de chevauchement des plages hystérésis des pressostats.
- Action de maintenance plus facile, rapide et simple (calibration et ajustage).

II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé une étude et analyse des différentes procédures du fonctionnement des instruments du système et les différents procédés de commande, contrôle des compresseurs d'Air.

CHAPITRE III :

Présentation des automates et les logiciels utilisés

Chapitre III : Présentation des automates et les logiciels utilisés

III.1 Préambule :

Dans le domaine de l'industrie, l'automatisme est utilisé pour piloter les moyens de production. L'objectif des équipements d'automatisme est de produire tout en assurant l'intégrité de la chaîne de production et la sécurité des personnes. Les plateformes d'implémentation sont souvent composées d'Automates Programmables Industriels (API) notamment pour leur facilité d'intégration et pour leur robustesse de fonctionnement. L'utilisation de ces API nécessite des méthodes de programmation basées sur la standardisation des langages de programmation. Ce chapitre consiste à décrire d'une manière globale l'API, son rôle et son principe de fonctionnement.

III.2 Système automatisé :

III.2.1 Définition :

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. Il s'appelle aussi un système technique commandable. On dit qu'un système est commandable si en faisant varier uniquement les entrées, on peut faire subir des modifications au système, afin qu'il atteigne un objectif fixé en un temps fini. [10]

III.2.2 Les objectifs D'un système automatisé

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs : - La recherche des coûts plus bas pour le produit par la réduction des frais de main d'œuvre, d'économie d'énergie, d'économie de la matière, etc. - La recherche d'une meilleure qualité du produit en limitant le facteur humain et multipliant les contrôles automatisés. - L'amélioration de la flexibilité de la production. - La suppression des travaux dangereux ou pénibles et l'amélioration des conditions de travail. - La réalisation d'opérations impossibles à contrôler manuellement, par exemple des assemblages miniatures, des opérations très rapides, des coordinations complexes.

III.2.3 Structure d'un système automatisé :

Un Système Automatisé est composé d'une Partie Commande et d'une Partie Opérative pour faire fonctionner ce système, l'Opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la Partie Commande. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la Partie Opérative. Une fois les ordres accomplis, la Partie Opérative

va le signaler à la Partie Commande (elle fait un compte-rendu) qui va à son tour le signaler à l'Opérateur. Ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé. [10]

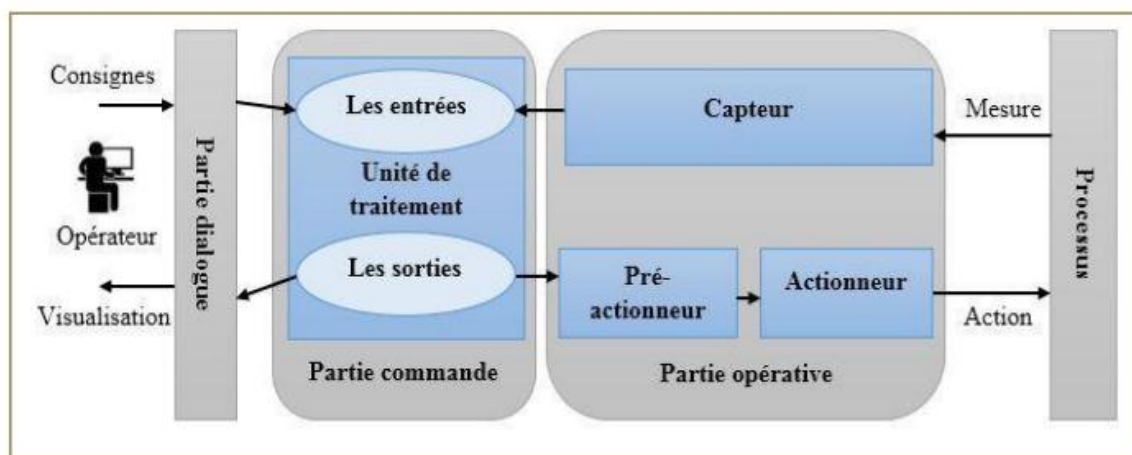


Figure III.2.1 : Différents modules de la machine.

III.2.3.1 Partie opérative :

Que l'on appelle également partie puissance, c'est la partie visible du système (corps) qui permet de transformer la matière d'œuvre entrante. Elle est composée d'éléments mécaniques, d'actionneurs (vérins, moteurs), de pré-actionneurs (distributeurs et contacteurs) et des éléments de détection (capteurs, détecteurs).

III.2.3.2 Partie commande:

Elle est considérée comme le « cerveau » du système. La partie commande remplace l'opérateur, le savoir-faire de l'opérateur est traduit sous la forme d'un programme. Elle élabore des ordres destinés à la partie opérative en fonction de :

- a) Programme hébergé.
- b) Informations acquises par les capteurs.
- c) Consignes données par l'utilisateur.

III.2.3.3 Partie interface :

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de communiquer avec système et donner des consignes (marche, arrêt, départ cycle ...).

III.3 Généralité sur les automates programmables industriels (API) :

III.3.1 Définition de l'API :

L'automate programmable industriel (API), ou en anglais « Programmable Logic Controller (PLC) », est une machine électronique programmable, adapté à l'environnement

industriel qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la Commande d'actionneur et de pré actionneur à partir d'information logique, analogique ou Numérique.

Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langages. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire. Il a comme rôles principaux dans un processus[11] :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs.
- En faire le traitement des informations des systèmes.
- Elaborer la commande des actionneurs et les capteurs.
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

III.3.2 Architecture des automates programmables industriels :

A- Aspect extérieure des API :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **De type compact** : il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties selon les modèles. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure III.1 :Automates CompactLogix 5480 (Allen-Bradley).

- **De type modulaire** : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Figure III.2:API Siemens s7-300.



Figure III.3: API Allen Bradley SLC500.

B- Structure interne d'un automate:

Les API comportent quatre parties principales : une mémoire, un processeur, des interfaces D'entrées/sorties et d'une alimentation (240Vac, 24Vcc). Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble de câbles autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs De l'API).

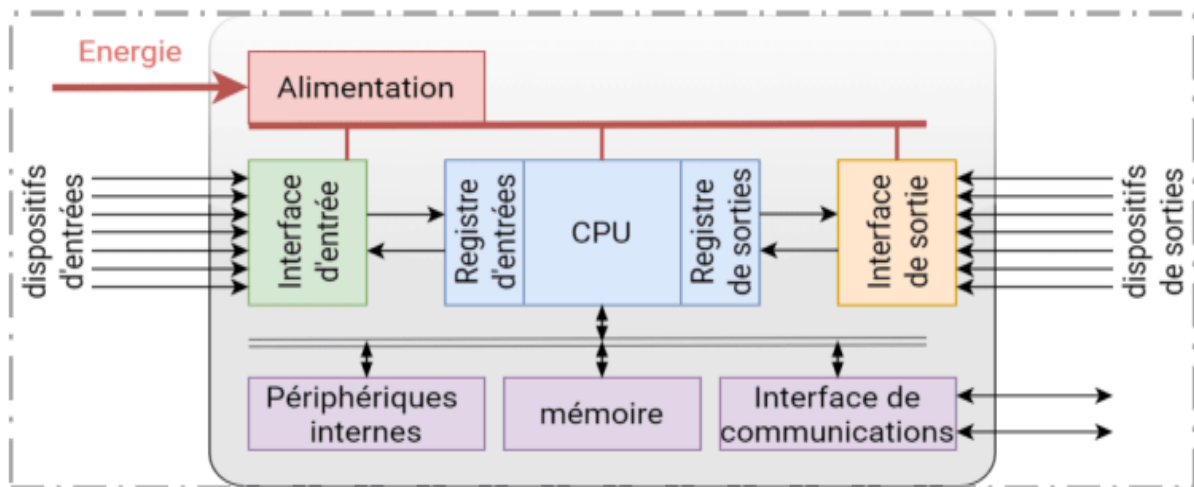


Figure III.4: Structure interne d'un Automate Programmable Industriel.

III.3.3 Description des éléments d'un API [12] :

A. L'Alimentation :

L'alimentation du système joue un rôle majeur dans le fonctionnement total du système. En fait, il peut être considéré comme le "gestionnaire de premier niveau" de la fiabilité et l'intégrité du système. Sa fonction n'est pas seulement de fournir des tensions continues internes pour les composants du système, mais aussi pour surveiller et réguler les tensions

fournies et prévenir la CPU si quelque chose ne va pas. Le bloc d'alimentation a pour fonction de fournir une puissance bien régulée et de protection pour les autres composants du système.

B. CPU ou unité centrale :

L'unité centrale commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmées.

Elle est aussi chargée de détecter les pannes de communication, ainsi que d'autres défaillances qui peuvent survenir pendant le fonctionnement du système. Il doit alerter l'opérateur ou le système en cas de dysfonctionnement. À base de microprocesseur, l'unité centrale réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...). Ce module se compose essentiellement de :

1. **Microprocesseur :** Il constitue le cœur de la CPU. Son rôle consiste, d'une part, à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et, d'autre part, à gérer les instructions du programme.
2. **BUS :** C'est un ensemble de pistes conductrices (pistes en cuivre) par lesquelles s'achemine une information binaire (suite de 0 ou 1), c'est-à-dire ensemble de fils autorisant le passage des informations entre les quatre secteurs (l'alimentation, la mémoire, le processeur et l'interface E/S) de l'automate. L'unité centrale dispose de trois bus : bus de données, bus d'adresses et bus de commandes.
3. **Mémoire:** Elle est conçue pour recevoir, gérer et stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont :
 - Le terminal de programmation.
 - Le processeur, qui lui gère et exécute le programme.Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs.
4. **Interfaces d'entrées / sorties :** ils permettent à l'unité centrale de communiquer avec l'environnement ou les périphériques.

C. Modules entrées / sorties :

Les modules d'E/S assurent le rôle d'interface entre le procédé à commander et la CPU. On distingue deux types :

1. **Module entrées / sorties TOR (Tout ou Rien) :** La gestion de ces types de variables, constituant le point de départ des API, reste l'une de leurs activités majeures. Leurs nombres sont en générale de 8, 16, 24 ou 32 entrées/sorties, qui peuvent fonctionner :
 - En continue 24V, 48V.
 - En alternative 24V, 48V, 100V/120V, 200V/240V.

2. **Module entrées / sorties analogique** : Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques) et générer des signaux de commande (sorties analogiques). Ces modules Comportent un ou plusieurs convertisseurs analogique/numériques (A/N) pour les entrées et numériques/analogiques (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits. Les standards les plus utilisés sont : +- 10V, 0-10V, +-20mA, 0-20mA et 4-20mA. Ces modules sont, en général, multiplexés en entrée pour utiliser un seul convertisseur A/N, alors que les sorties exigent un convertisseur N/A par voie pour pouvoir garder la commande durant le cycle de l'API.

III.4 Automate Allen Bradley SLC 500 :

III.4.1 Présentation de la gamme SLC 500[13] :

Le SLC 500 est une plate-forme adaptable, le plus ancien de la gamme des automates Allen Bradley reste pourtant une référence avec une offre très large de modules d'entrées / sorties classiques format **1746**, bâtie autour de deux option de matérielles : une version bloc avec possibilité d'extension en utilisant un châssis à deux emplacement, et une version modulaire comprenant jusqu'à 960 points d'entrées / sorties.

La gamme est composée de cinq modèles de processeurs : les 5/01, 5/02, 5/03, 5/04 et 5/05. Grâce à cette gamme de processeurs, le SLC 500 peut commander des machines simples ou des procédés complexes (petits et grands).



Figure III.5: SLC 500 Allen Bradley.

III.4.2 Structure interne du SLC 500

A- L'alimentation [14]:

Elle fournit les tensions nécessaires à l'électronique de l'automate à partir des tensions usuelles (110/220 V alternatif ou 24 continu).



Figure III.6: Modules d'alimentation.

B- Le Bus :

Ensemble de liaisons électriques parallèles (circuit imprimé ou câble multiconducteurs).

Le nombre de fils constituant le bus dépend de l'information à véhiculer.

C- Le processeur :

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.

D- La zone mémoire :

La capacité exprime le nombre de mots ou de bits que la mémoire peut contenir.

E- Les interfaces d'entrées/sorties[13]:

L'interface E/S se présente comme des modules standards directement utilisables pour relier les capteurs (entrées) et actionneurs (sorties) au contrôleur.

- **Modules TOR :** l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 / 1), est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, bouton poussoir ...etc.
- **Modules analogiques:** l'information traitée est continue, prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température...etc.).
- **Modules spécialisés :** l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.



Figure III.7: Modules d'entrées/sorties.

III.4.3 Les caractéristiques et les avantages du SLC 500 :

Caractéristiques	Avantages
4 unités centrales (Multiprocesseur)	Répondre à un grand nombre de besoin d'E/S et de fonctionnalités.
Quatre différentes tailles de châssis (4, 7, 10 et 13)	Souplesse de montage des E/S et des options d'extensions.
Modules d'E/S 1746	Plus de 48 modules différents pour répondre aux besoins de votre application.
Quatre types d'alimentation	Quatre tailles différentes, supportent les alimentations c.a et c.c.
Options de communication	Par liaisons DH-485, RS-232 et DH+.

Tableau III.1 : Les caractéristiques et les avantages du SLC 500.

III.4.4 Problématique :

L'automate SLC 500, bien qu'étant un système de contrôle industriel robuste et largement utilisé, au cours de notre travail, quelques problèmes ont été rencontrés avec l'automate SLC 500, et les plus graves sont cités:

Obsolescence : Les automates SLC 500 sont des produits plus anciens et peuvent être obsolètes. Cela signifie que trouver des pièces de rechange ou un support technique peut devenir difficile, surtout à mesure que les technologies évoluent.

Interface utilisateur limitée : Les automates SLC 500 peuvent avoir une interface utilisateur limitée, ce qui peut rendre la programmation et la configuration plus complexes, surtout pour

les utilisateurs habitués à des interfaces plus modernes et conviviales et manque d'une interface homme-machine HMI.

Compatibilité logicielle : Les logiciels utilisés pour programmer les automates SLC 500 peuvent ne pas être aussi compatibles avec les systèmes d'exploitation modernes, ce qui peut rendre la maintenance et la programmation plus difficiles. (Difficulté de programmation sur logiciel RSLogix 500)

III.4.5 Solutions pour remplacer SLC 500 Allen Bradley :

La meilleure approche serait de remplacer le système entier et réaliser une programmation à se basant sur le programme existant.

Remplacement par le système de contrôle (PLC) SIEMENS S7-300 facilement trouvé dans le marché industriel suivant une étude :

- Choix du hardware technico-économique.
- Calcule énergétique.
- Câblage.
- Conversion du programme logique.
- Mise à jour de la documentation finale (As Built).

En tenant compte des points soulignés précédemment, on a choisi comme système de traitement des informations des compresseurs d'air l'automate SIEMENS S7-300.

III.5 L'automate S7-300 :

III.5.1 Présentations de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gamme fabriqué par SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules. SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS sont des appareils fabriqués en série, conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonction de mémoire, temporisation, compteur, etc., nécessaire à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés dans l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des [16]:

- ✓ Entrées et sorties.
- ✓ Compteurs.
- ✓ Temporisation.
- ✓ Mémentos.



Figure III.8 : Automate S7 300.

III.5.2 Constitution de l'Automate S7-300 :

L'automate S7-300 possède :

- Des CPU de différents niveaux de performances
- Des Modules de signaux pour Entrées/Sorties « TOR » et analogique, ainsi que des Modules de fonction pour les différentes fonctions technologiques.
- Une possibilité de mise à niveau par MPI
- Une largeur réduite des Modules permettant un gain de place au montage.
- Une structure compacte, lui permettant le placement aux milieux exigus.

III.5.3 Caractéristiques de l'automate S7-300 :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou PROFINET.
- Liberté de montage au différent emplacement.

III.5.4 Modularité du S7-300 :

Parmi les caractéristiques essentielles du S7-300, le fait qu'il est disposé d'une vaste gamme de Modules, les types des modules sont les suivants [15]:

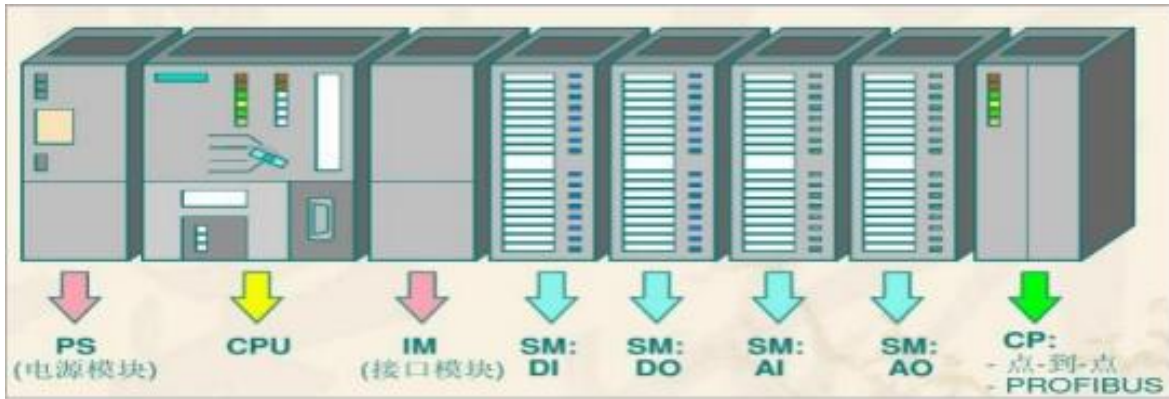


Figure III.9 : Disposition des modules de l'API S7-300.

a) Module d'alimentation (PS) :

Le S7-300 peut être alimenté avec une tension de 24 VDC, cette dernière est assurée via le module d'alimentation par conversion de la tension Secteur 120V/230 VAC.

Désignation	CS	Tension à la sortie	Tension à la l'entrée
PS307	2A	DC 24V	AC 120/230V
PS307	5A	DC 24V	AC 120/230V
PS307	10A	DC 24V	AC 120/230V

Tableau III.1 : modules d'alimentation.



Figure III.10 : Différentes module d'alimentation SIMATIC S7-300.

b) Unité central (CPU) :

C'est une carte électronique construite autour d'un ou plusieurs processeurs et mémoire. La CPU possède un système d'exploitation, une unité d'exécution et des interfaces de communication (MPI, PROFIBUS, PROFINET). Essentiellement la CPU lit l'état des signaux d'entrée et exécute le programme utilisateur séquentiellement



Figure III.11: CPU SIMATIC S7-300.

c) Interface MPI :

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI (Multi Point Interface) pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un appareil par exemple adaptateur PC.



Figure III.12: Câble de programmation pour automate S7-300.

d) Carte de mémoire :

La CPU peut être équipée d'une micro carte mémoire, permettant la sauvegarde du programme en cas de coupure du courant.



Figure III.13 : Micro carte mémoire SIMATIC.

III.5.5 Signalisation des états :

Sur la face avant de la CPU, on trouve des LEDS permettant à l'automate de signaler certains états, tel que :

- RUN (LED verte).
- STOP (LED jaune).
- SF (Erreur matérielle ou logicielle, LED rouge).
- BF (Erreur de bus, LED rouge).
- MAINT (Requête de maintenance, LED jaune)

III.5.6 Sélecteur de mode de fonctionnement :

Le sélecteur de mode permet de régler le mode de fonctionnement de la CPU, tel que :

- RUN (La CPU traite le programme utilisateur).
- STOP (La CPU ne traite aucun programme utilisateur).
- MRES (position dans laquelle en effacement général de la CPU peut être effectué).

L'automate S7 est constitué d'une alimentation (Modules PS), d'une CPU ainsi que des modules d'entrées / sortie, Siemens fournit des :

III.5.7 Module de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs. On peut citer les modules suivants : Module de commande d'axe pour servomoteur, Module de positionnement pour moteur pas à pas, Module de régulation, Module de comptage...

III.5.8 Module de communication (CP) :

Le module de communication Assurant une communication par transmission série, comme ils peuvent aussi établir des liaisons point à point avec d'autres automates SIMATIC S7-300 ou bien d'autres constructeurs...

III.5.9 Module de coupleur (IM) :

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphéries ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un câble PROFIBUS.

III.5.10 Les châssis (rack) :

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du SIMATIC S7-300 (Assemblage mécanique des modules).

IV.5.11 Fonctionnalité :

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

III.5.12 Câblage de l'automate S7-300 :

➤ Câblage d'entrées :

Le principe de raccordement consiste à envoyer un signal électrique vers l'entrée choisie sur l'automate dès que l'information est présente.

Un API peut être à logique positive ou négative :

- Logique positive : le commun interne des entrées est relié à 24 V.
- Logique négative : le commun interne des entrées est relié à 0 V.

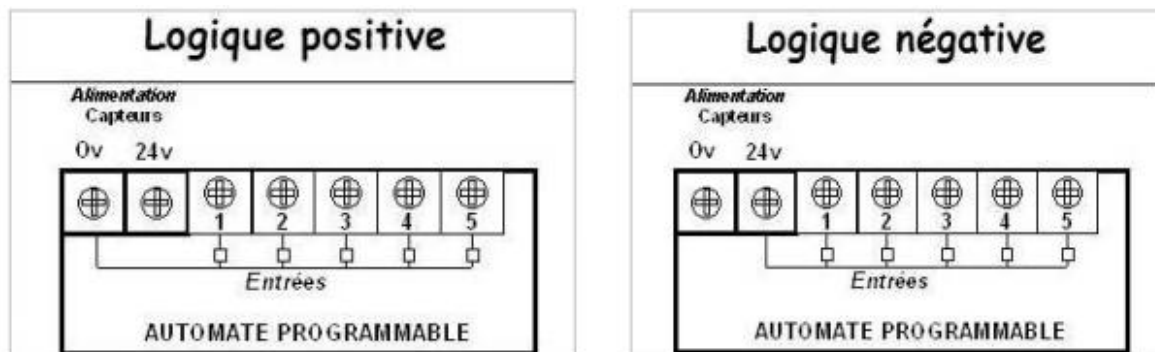


Figure III.14 : Câblages des entrées.

➤ Câblage des sorties :

Chaque sortie de l'automate est constituée d'un relais dont la fermeture de contact est commandée par la consigne opérative élaborée par le programme qui permet l'alimentation de la bobine de précautionner en établissant un circuit électrique avec l'alimentation extérieure [11].

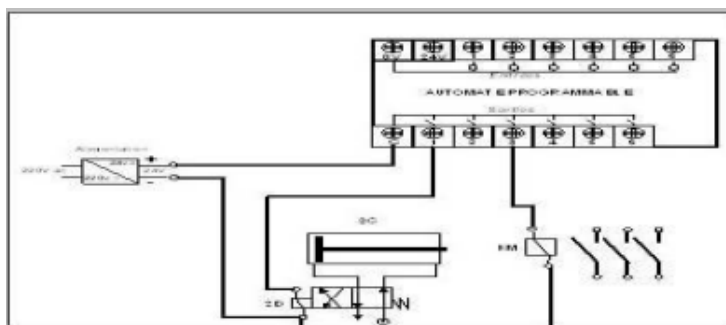


Figure III.15 : Câblages des sorties.

III.6 Programmation de l'automate S7-300 :

III.6.1 Description du logiciel TIA Portal V15 :

La plate-forme TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, dans un seul logiciel cette plateforme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI les variateurs... etc[17].

III.6.2 Les avantages du logiciel TIA portal :

- Programmation intuitive et rapide : grâce à des éditeurs de programmation nouvellement développés comme CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7 : programmation symbolique uniforme, Calculate Box, ajout de blocs en cours de fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec TeleService et diagnostic système cohérent.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal

III.6.3 La conception d'un programme avec TIA PORTAL V15:

La stratégie à suivre pour faire la conception d'un programme en utilisant la plateforme TIA PORTAL V13 est :

- La création d'un nouveau projet.
- La configuration matérielle.

- La compilation et le chargement de la configuration.
- La création de la table des mnémoniques.
- L'élaboration du programme.
- La simulation avec le logiciel.
- La visualisation d'état du programme (le test).

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit-on commencé par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration.

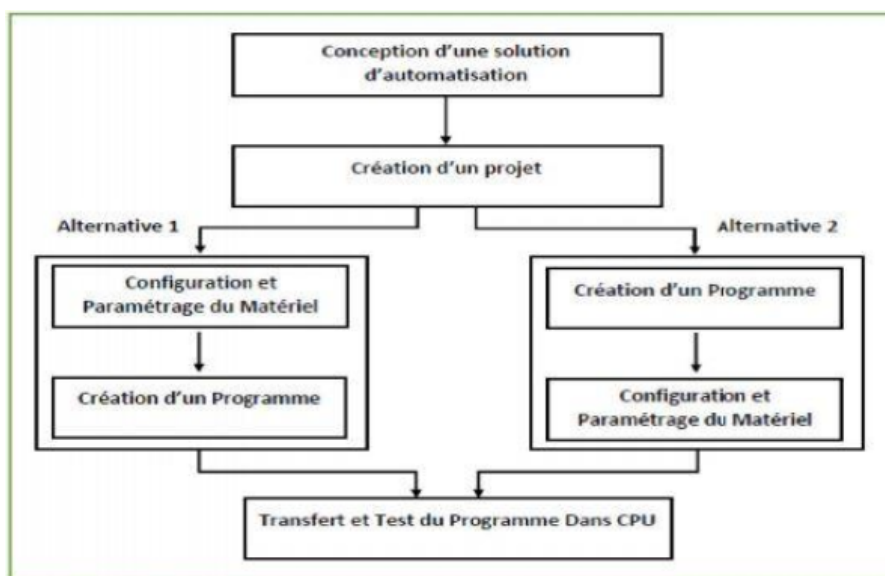


Figure III.16 : Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL.

III.6.4 STEP 7 sur TIA portal :

SIMATIC STEP 7 Basic (TIA Portal) est une version économique et allégée du logiciel pour contrôleur STEP 7 Professional Controller Software dans le TIA Portal, pouvant être utilisé à la fois pour l'ingénierie des microcontrôleurs SIMATIC S7-300 et la configuration des SIMATIC HMI Basic Panels, étant donné que WinCC Basic fait partie intégrante de l'ensemble des logiciels.

La programmation en STEP 7 présente quatre modes de représentation qui peut être :

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

Fonction	Symbole	
	Européen	Américain
Contact ouvert au ropos	---o o---	
Contact fermé au ropos	---o̅ o̅---	
Début de branchement		
Fin de branchement		
Affectation	--()--	--()

Figure III.17: Usual symbols in LD languages.

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

INSTRUCTIONS BOOLEENNES	
LD	Charge un résultat booléen (commence une phrase)
LDN	Charge le complément
LDF	Charge le front montant
LDR	Charge le front descendant
AND	Et
OR	Or
ANDN	Et pas
ORN	Ou pas
ANDF	Et front montant
ORF	Ou front montant
ANDR	Et front descendant
ORR	Ou front descendant
XOR	Ou exclusif

Figure III.18: fonction et instructions d'action de langage IL.

- **ST (Structured Text) :** Ce langage textuel de haut niveau est un langage évolué. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

```

1 IF #start = 1 THEN
2     //comment
3     "Max_nr" := #Array[0];
4 FOR #i := 1 TO 10 DO
5     // Statement section FOR
6     IF #Array[#i] > "Max_nr" THEN
7         "Max_nr" := #Array[#i];
8     END_IF;
9 END_FOR;
10 END_IF;
11

```

Figure III.19 : exemple Langage littéral structuré.

- **Langage Grafcet :** Issu du langage GRAFCET, ce langage de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquent.

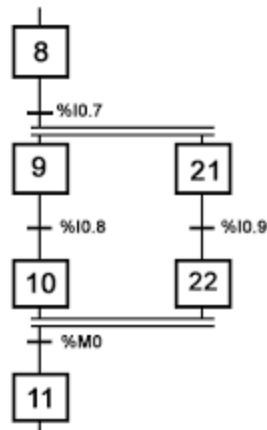


Figure III.20 : exemple Langage Grafcet.

III.6.5 Vue du portail et vue du projet :

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

La vue du portail : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.

La vue du projet : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser : données, paramètres et éditeurs, Ils peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

III.6.5.1 Vue du portail :

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, la figure ci-dessous représente une vue du portail[17].

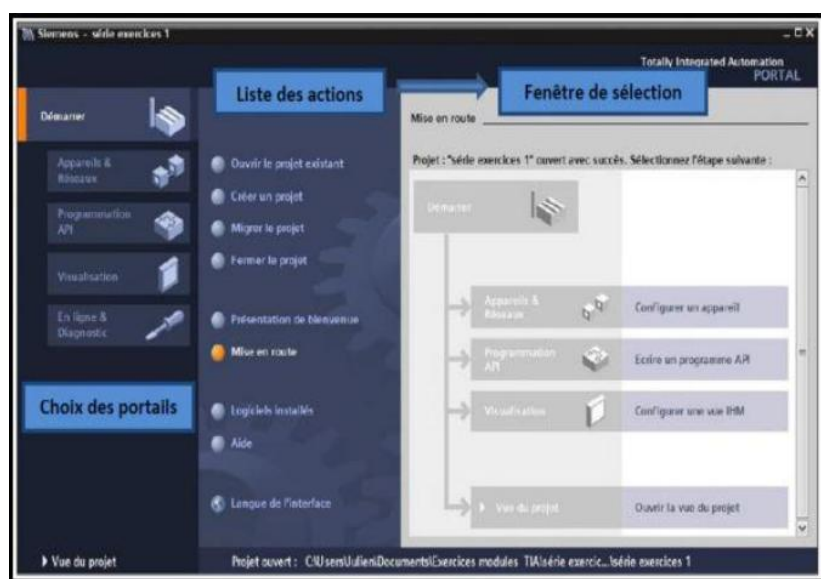


Figure III.21 : Vue du portail.

III.6.5.2 Vue du projet :

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure ci-dessous représente la vue du projet[17].

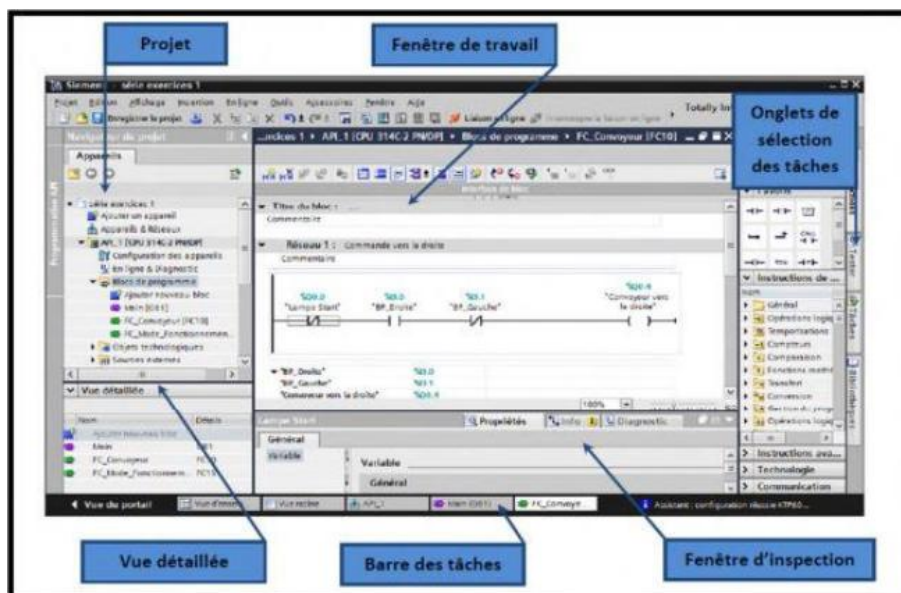


Figure III.22 : Vue du projet.

- **La fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme machine (IHM).
- **La fenêtre d'inspection** permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme...).
- **Les onglets de sélection** de tâches ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

III.6.6 Structure du programme :

Les automates Siemens sont orientés « programmation structurée ». Cela signifie que le Programme utilisateur peut être découpé en blocs qui sont eux même découpés en segments.

Sur les automates Siemens il existe différents types de blocs programmes : les blocs OB, FB, FC et DB. STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

a. Bloc d'organisation (OB) :

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

b. Bloc fonctionnel (FB) :

Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB . On peut affecter plusieurs DB à un FB . Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via des instructions d'appels de blocs.

c. Fonction (FC) :

Une FC (Function Call) contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et stocke ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant, elle peut accéder à des blocs de données globaux pour sauvegarder ses données.

d. Bloc de données (DB) :

Les DB (Data Blocks) sont utilisés pour fournir de l'espace mémoire aux variables de type données. Il existe deux types de blocs de données : les DB globaux, dans lesquels tous les OB (Organizational Blocks), FB (Function Blocks) et FC peuvent lire ou écrire des données, et les DB d'instance, qui sont associés à un FB spécifique.

III.6.7 Le simulateur des programmes S7-PLCSIM :

L'utilisation du simulateur de modules physiques S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate de simulation que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7 sur TIA PORTAL. Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple, nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme, comme activer ou désactiver des entrées. Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre diverses applications du

logiciel TIA Portal, telles que le test de bloc, afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties[18].

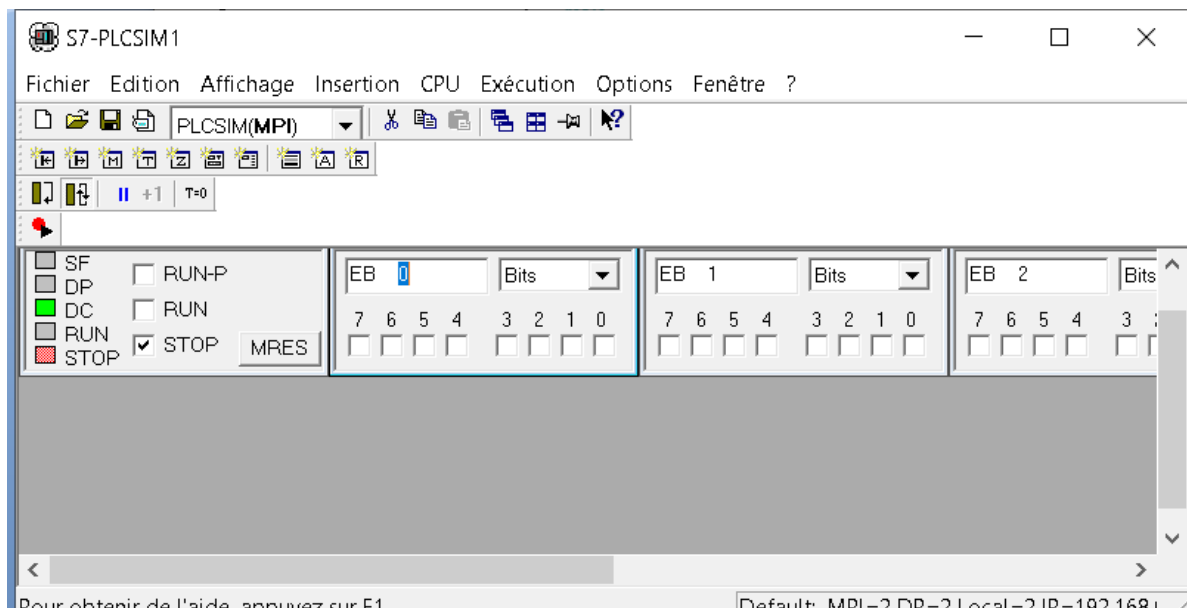


Figure III.23 : Fenêtre du S7-PLCSIM.

III.6.7.1 Les fonctions qui possède S7-PLCSIM [18]:

- On peut créer des fenêtres dans lesquelles on a la possibilité d'accéder aux zones mémoire d'entrée et de sortie.
- On peut sélectionner l'exécution automatique des temporisations ou les définir et les réinitialiser manuellement.
- On a la possibilité de changer l'état de fonctionnement de la CPU (STOP, RUN et RUNP) comme pour une CPU réelle.

III.6.8 Mémentos :

Les mémentos sont utilisés pour le fonctionnement interne de l'automate et n'émettent pas de signal externe. Ce sont des éléments électroniques bistables qui servent à mémoriser les états logiques "0" et "1". Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. Ils sont programmés comme des sorties.

III.6.9 Les différents types de variables :

Il existe plusieurs types de variables distinctes dans le step7, ces variables sont déclarées préalablement avant chaque début de programme. Le tableau suivant réunit ces différentes variables :

Groupe	Types de données	Signification
Type de données binaires	BOOL, BYTE, WORD, DWORD	Les données de ce type occupent 1 bit, 8bits, 16bits ou 32bits.
Type de données sur caractère	CHAR	Les données de ce type occupent du jeu de caractère ASCII.
Type de données numérique	INT, DINT REAL	Les données de ce type permettant de traiter des valeurs numériques.
Type de données temporelles	TIME, DATE TIME OF D-AY S5TIME	Les données de ce type représentent les diverses valeurs de durée et de date dans le STEP 7.

Tab III.2 : Différents types de variables contenues dans le STEP 7[19].

III.7 Logiciel de supervision WinCC Comfort :

III.7.1 SIMATIC WinCC Comfort

WinCC (Windows Control Center), est le logiciel qui permet de créer une Interface Homme Machine (IHM) graphique, assurant la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance pour les opérateurs. WinCC offre une solution de supervision efficace en mettant à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.[20]



Figure III.22 : Fenêtre de WinCC.

III.7.2 Définitions de la supervision :

La supervision est une interface évoluée entre l'homme et la machine.

Elle permet la surveillance, la conduite et le contrôle en temps réel de processus automatisés. Cela inclut l'acquisition de données telles que les mesures, les alarmes et les retours d'état de fonctionnement, ainsi que les paramètres de commande des processus, qui sont généralement gérés par des automates programmables.[21].

La supervision permet de visualiser en temps réel l'état d'évolution d'une installation automatisée, permettant ainsi à l'opérateur de prendre rapidement les décisions nécessaires pour atteindre les objectifs de productions[21].

III.7.3 Description de SIMATIC HMI :

SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de répondre à toutes les exigences de contrôle-commande. Il permet de surveiller en permanence le processus et de maintenir les machines et les installations en état de marche. Un système IHM sert d'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe donc une interface entre l'opérateur et WinCC (sur le pupitre opérateur) ainsi qu'une interface entre WinCC et le système d'automatisation.[22].

Ce système se compose des tâches suivantes[22] :

- **Représentation du processus** : le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue par exemple l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.
- **Commande du processus** : lorsque les états d'alarme surviennent dans le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut par exemple définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.
- **Vue des alarmes** : lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, par exemple lorsqu'une valeur limite est franchie.
- **Archivage de valeurs processus et d'alarmes** : les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM. Nous pouvons ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.
- **Documentation de valeurs processus et d'alarmes** : les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IM sous forme de journal. Nous pouvons ainsi consulter les données de production à la fin d'une équipe par exemple.
- **Gestion des paramètres de processus et de machine** : les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes. Ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit par exemple.

III.7.4 Intégration de WinCC Comfort à STEP7 :

L'intégration dans l'environnement de configuration de SIMATIC STEP7 autorise la gestion de projets Win CC à l'intérieur de TIA PORTAL et l'utilisation commune des paramètres de communication, variables et messages. Il en résulte une réduction de la fréquence d'erreur et simplifie la procédure de configuration.

L'intégration de Win CC dans TIA PORTAL permet aux développeurs de travailler sur les deux aspects de l'automatisation au sein d'un seul et même environnement.

La figure suivante montre la liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI.

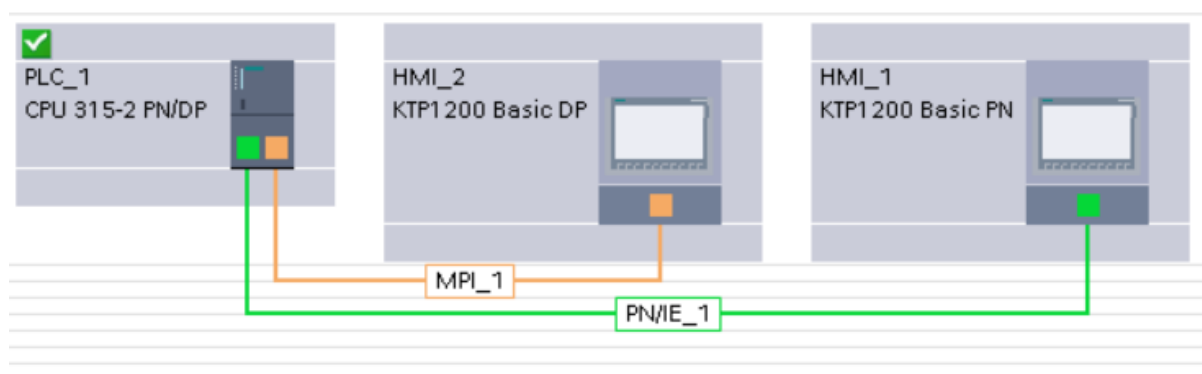


Figure III.23: Liaisons entre la station S7-300 et la station HMI.

III.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue générale d'ensemble de l'automate programmable industriel (API), et l'automate SLC500 Allen Bradley en suite nous avons choisi comme système de traitement des informations des compresseurs d'air l'automate SIEMENS S7-30, qui est une solution fiable pour développer le système et contourner les problèmes trouver, par la suite le logiciel de programmation STEP7 sur TIA portal a été présenté pour la configuration et la simulation d'un programme.

Enfin, le choix s'est porté sur le logiciel WinCC Comfort pour superviser notre système.

CHAPITRE IV :

Programmation, simulation et supervision

Chapitre IV: Programmation, simulation et supervision

IV.1 Préambule :

Ce chapitre est subdivisé en trois parties : partie programmation, partie simulation sur STEP7 et partie supervision sur WinCC.

- La première partie, les étapes de la programmation avec STEP7 seront montrés.
- La deuxième partie, présentation des étapes de simulation avec STEP7.
- La troisième partie, on utilisera WinCC qui consiste à superviser et à surveiller le système.

IV.2 Partie programmation de l'API :

IV.2.1 création d'un projet :

La première étape qui sera entreprise pour démarrer notre projet, la figure (Figure. IV.1), illustre comment nous pouvons créer un nouveau projet sur TIA Portal. Premièrement on a cliqué sur (create new project) et deuxièmement sur (open).

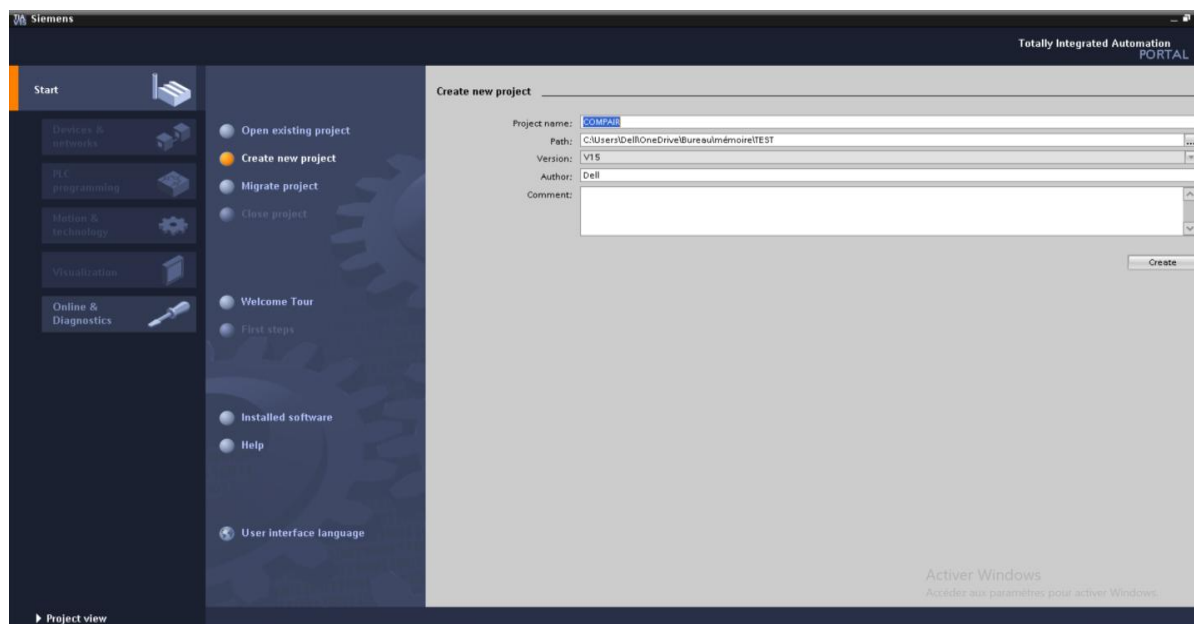


Figure IV.1 : Création du projet COMPAIR.

Après avoir créé notre projet en suivant les étapes montrées au-dessus,

- « Mise en route » est recommandée pour le début de la création du projet. Pour commencer, il est conseillé de configurer un appareil en sélectionnant l'option "Configurer un appareil" dans le menu "Mise en route".»).

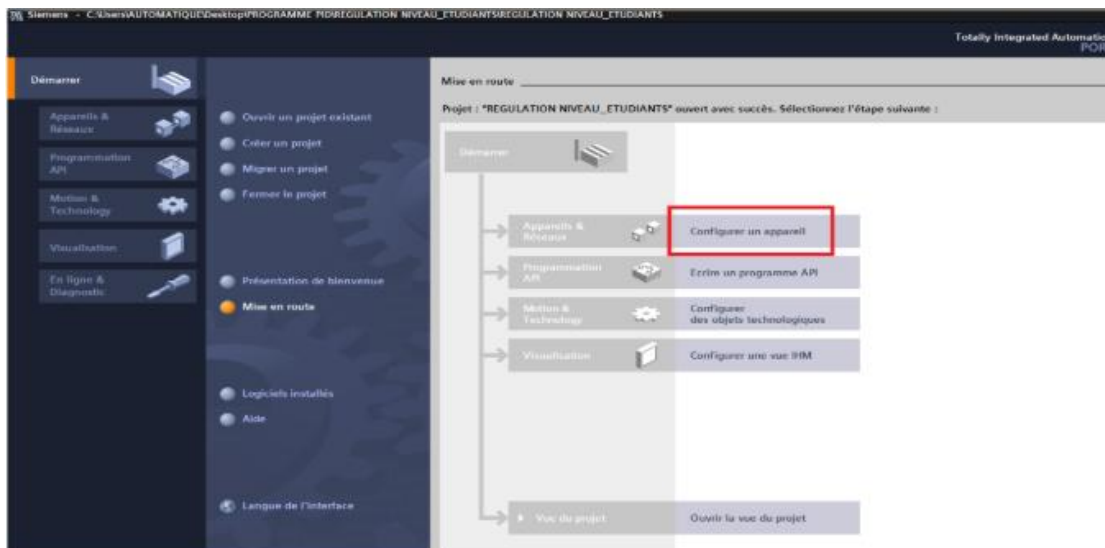


Figure IV.2 : Configurer un appareil.

- Puis « Ajouter un appareil » ‘Add new device’ avec le nom d’appareil : Choisissez alors dans le catalogue la « CPU 315-2 PN/DP » avec la bonne combinaison de lettres derrière. « Ajouter un appareil > SIMATIC PLC > CPU 315-2 PN/DP > 6ES7 315-2EH14-0AB0 > Ajouter »).

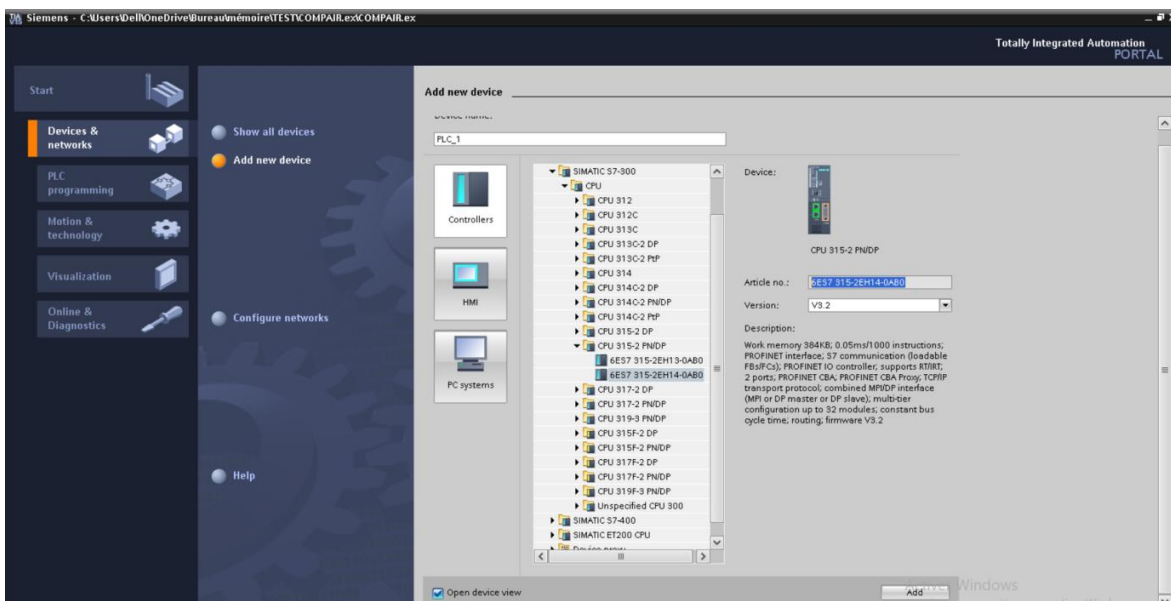


Figure IV.3 : Ajouter un appareil.

Ensuite, il est nécessaire de configurer notre matériel en prenant en considération le nombre des entrées/sorties utilisées dans notre programme.

IV.2.2 Configuration du matérielle :

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Pour la configuration du matériel, nous avons choisi les éléments suivants :

- **Emplacement 1 : L'alimentation « PS 307 5A ».**
- **Emplacement 2 : CPU « 315-2 PN/DP ».**
- **Emplacement 4, 5, 6 : 3 modules d'entrées logiques DI 16x120/230VAC.**
- **Emplacement 7, 8 : 2 modules de sortie logique DO 16xRelay 120/230VAC.**
- **Emplacement 9 : 1 module d'entrée analogique AI 8x12 bits.**

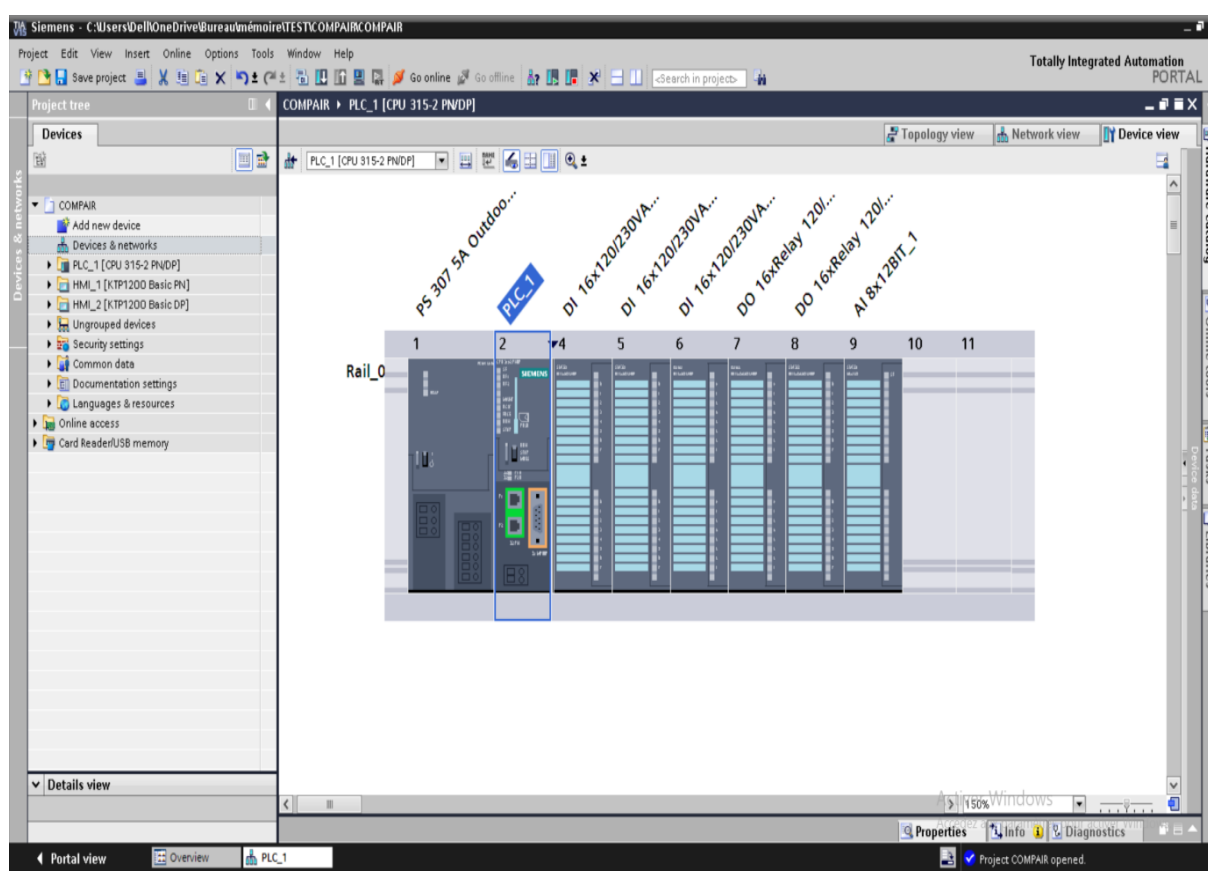


Figure IV.4 : Architecture du matériel : CPU et périphériques.

IV.2.3 Configuration du réseau :

Pour faire la communication entre les différents constituants de notre système il faut faire une configuration du réseau. La figure suivante montre la liaison qui a été établie :

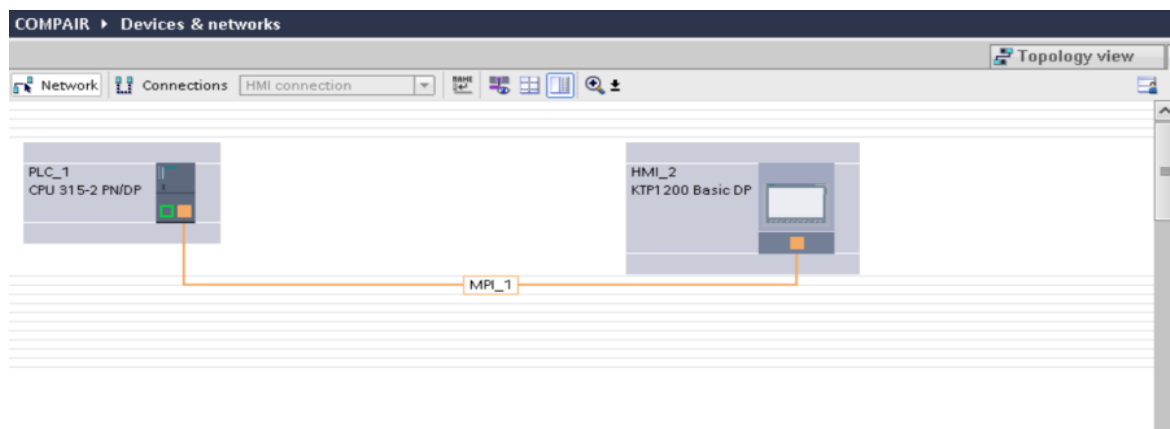


Figure IV.5 : Configuration du réseau de la communication.

IV.2.4 Tableau Des Variables (mnémoniques) :

Après avoir choisi les modules de l’API un tableau des variables sera créé, incluant les entrées, les sorties et les variables internes, ce qui facilitera la lecture du programme. La figure (IV.6) illustre notre table des variables :

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Visibl...	Comment
2	START_B	Bool	%I.0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Bouton poussoir de démarrage compre...
3	START_A	Bool	%I.0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Bouton poussoir de démarrage compre...
4	STOP_B	Bool	%I.0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Bouton poussoir d'arrêt compresseur B"
5	STOP_A	Bool	%I.0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Bouton poussoir d'arrêt compresseur A"
6	HAND_B	Bool	%I.0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Switch démarrage manuel pour compr...
7	HAND_A	Bool	%I.0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Switch démarrage manuel pour comp...
8	AUTO_B	Bool	%I.0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Switch Auto démarrage pour compres...
9	AUTO_A	Bool	%I.1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Switch Auto démarrage pour compres...
10	LOADSW_B	Bool	%I.1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Chargement de l'électrovanne B"
11	LOADSW_A	Bool	%I.1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Chargement de l'électrovanne A"
12	SPARE	Bool	%I.1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Vide
13	SPARE(1)	Bool	%I.1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Vide
14	RESET	Bool	%I.1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Buton de réinitialisation"
15	E_STOP	Bool	%I.1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Arret d'urgence"
16	PSHH_A	Bool	%I.2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression de Refoulement elevee COMP A"
17	PSHH_B	Bool	%I.2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression de Refoulement elevee COMP B"
18	TSHH_A	Bool	%I.2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Temperature de Refoulement elevee CO...
19	TSHH_B	Bool	%I.2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Temperature de Refoulement elevee CO...
20	PDSHH_A	Bool	%I.2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression différentielle de separateur a h...
21	PDSHH_B	Bool	%I.2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression différentielle de separateur a h...
22	AIRFLDP_A	Bool	%I.2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression différentielle de filtre d'air COM...
23	AIRFLDP_B	Bool	%I.2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Pression différentielle de filtre d'air COM...
24	DRYERFLT	Bool	%I.3.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	"Default de sechoir"

Figure IV.6 :Tableau des variables.

IV.2.5 Elaboration du programme :

Le dossier "bloc" contient les blocs que nous devons charger dans l'unité centrale (CPU) pour réaliser la tâche d'automatisation.

Dans notre application on a utilisé : un bloc d’organisation (OB), 9 blocs de fonctions (FB) et 9 blocs de données (DB).

La figure suivante montre les blocs utilisés :

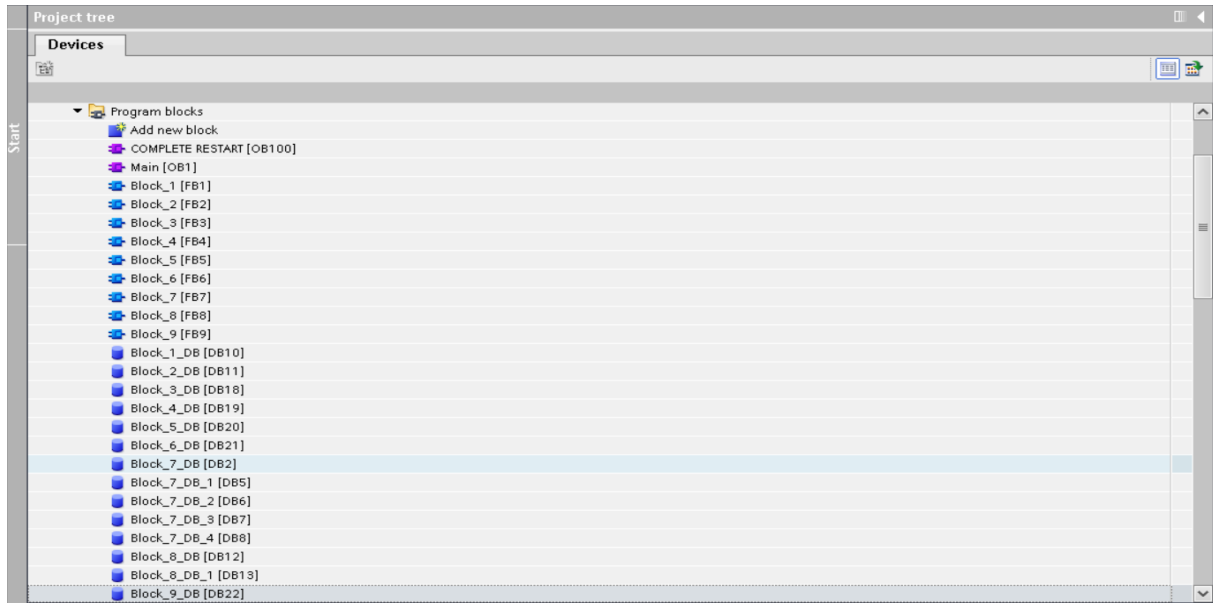


Figure IV.7 :Les blocs de programme.

a. Les blocs d'organisation (OB) :

Automatiquement généré lors de la création du projet, ce bloc sert à représenter le programme principal. Il commande le traitement du programme et permet, via les OB (Organizational Blocks), de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par des alarmes pendant l'exécution du programme. Il contient les appels de tous les blocs de fonctions (FB) qui ont été créés. La figure représente l'ensemble des réseaux de nos blocs OB :

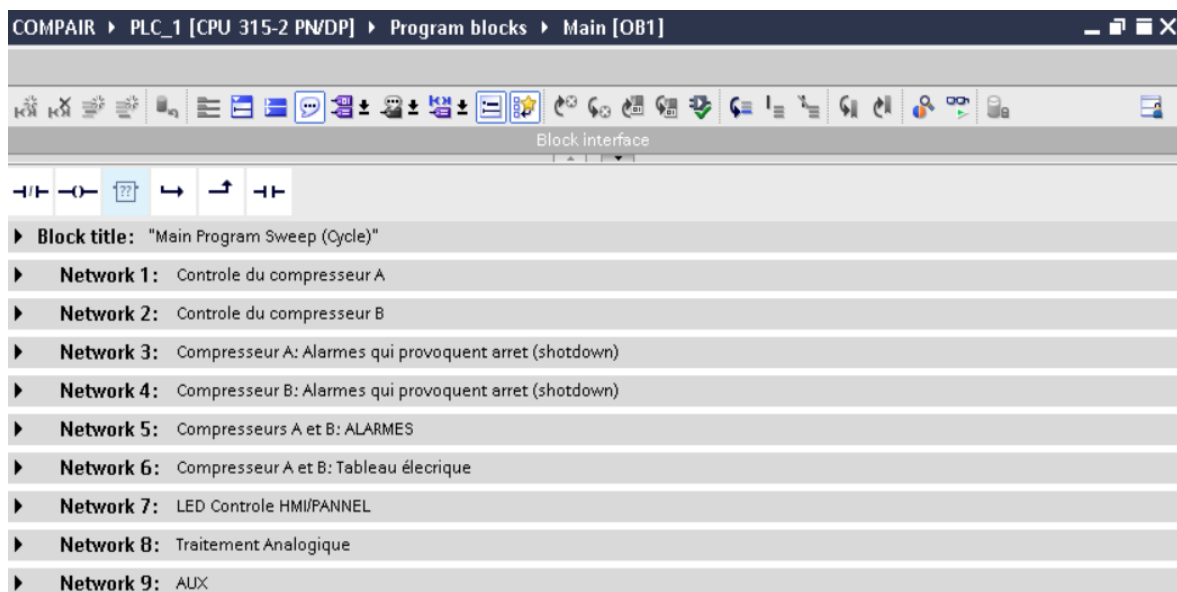


Figure IV.8 : Réseaux (Networks) de nos blocs OB.

- ❖ La figure ci-dessous représente le schéma contact de contrôle du compresseur A :

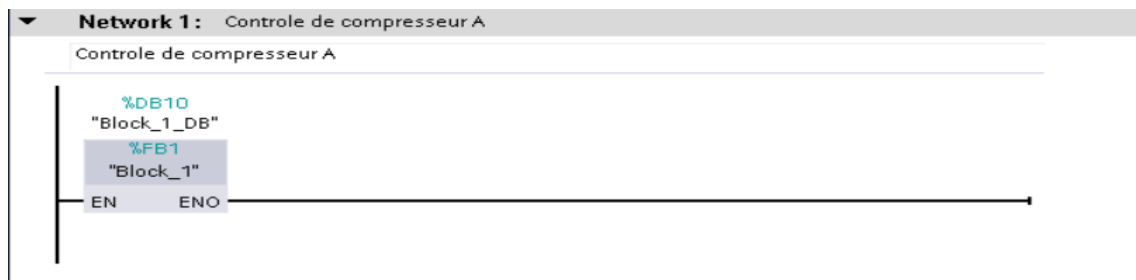


Figure IV.9 : schéma contact de contrôle du compresseur A.

- ❖ La figure ci-dessous représente le schéma contact de contrôle du compresseur B :

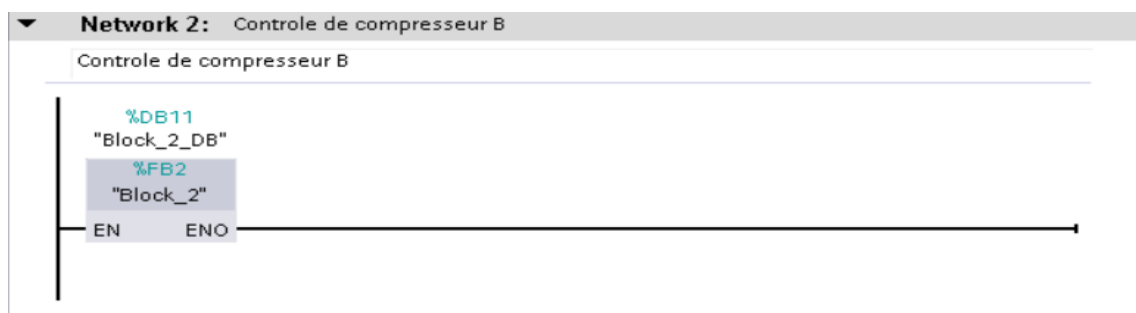


Figure IV.10 : schéma contact de contrôle du compresseur B.

- ❖ La figure ci-dessous est une représentation de type contact du compresseur A : Les défauts qui provoquent l'arrêt.

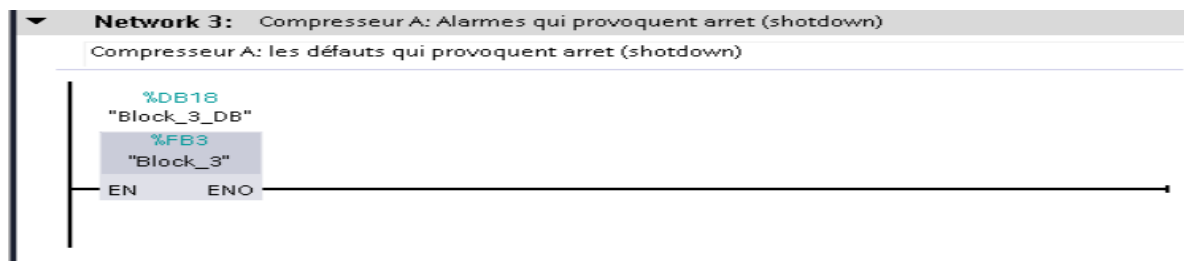


Figure IV.11 : Représentation de type contact du compresseur A : les défauts qui provoquent l'arrêt.

- ❖ La figure ci-dessous est une représentation de type contact du compresseur B : Les alarmes qui provoquent l'arrêt.

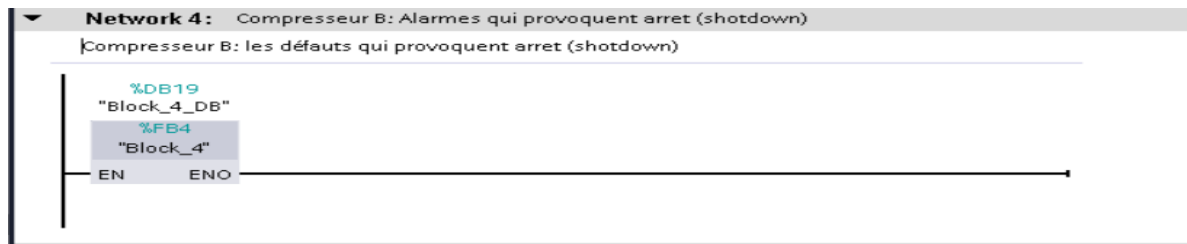


Figure IV.12 : Représentation de type contact du compresseur B : les défauts qui provoquent l'arrêt.

- ❖ La figure ci-dessous représente le schéma contact des alarmes des compresseurs A et B.

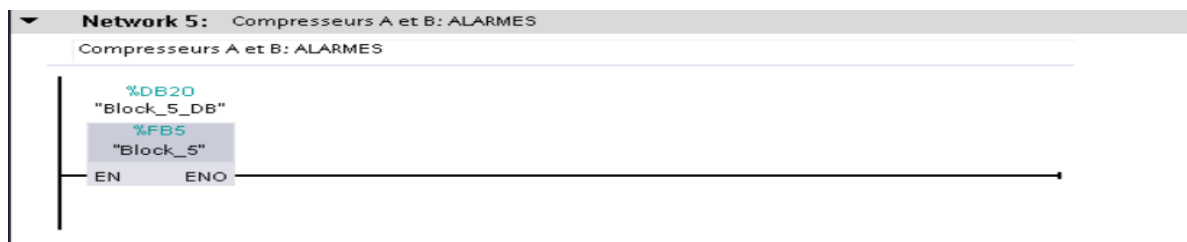


Figure IV.13 : Schéma contact des alarmes des compresseurs A et B.

- ❖ La figure ci-dessous représente le schéma contact du tableau électrique des compresseurs A et B.

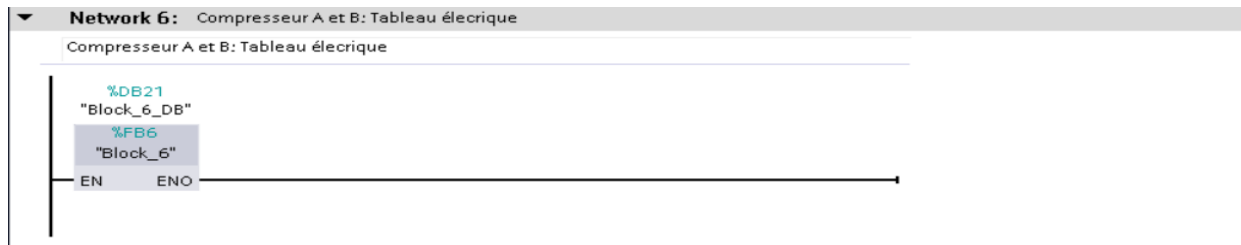


Figure IV.14 : Schéma contact du tableau électrique des compresseurs A et B.

- ❖ La figure ci-dessous représente le schéma contact des LED de contrôle HMI/panneau.

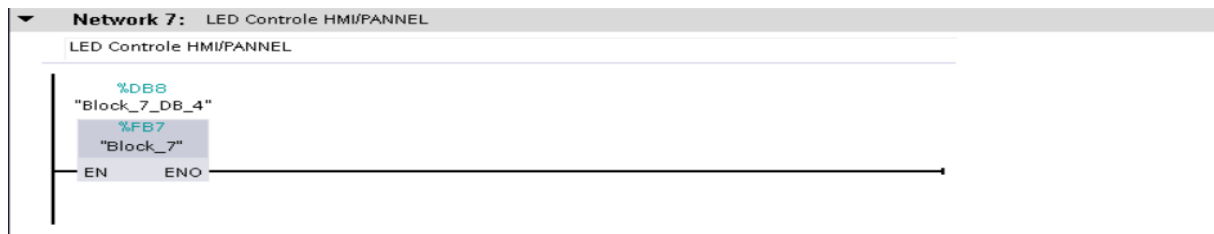


Figure IV.15 : Schéma contact des LED de contrôle HMI/PANNEAU.

- ❖ La figure ci-dessous est une représentation de type contact pour le traitement analogique.

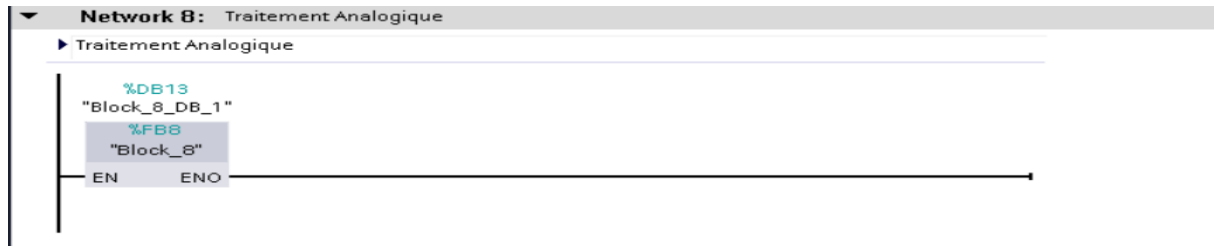


Figure IV.16 : Représentation de type contact pour le traitement analogique.

b. Les blocs de fonctions FB

Ces blocs sont des FC paramétrables. On peut passer des données en créant des DB d'instance associés à un seul FB pour le passage de paramètres. Le FB permet de simplifier la conception et la saisie du programme. La figure représente l'ensemble des réseaux de nos blocs FB :

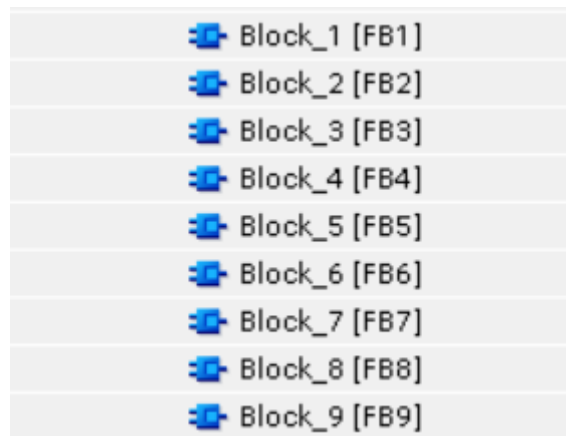


Figure IV.17 : Réseaux de nos blocs FB.

- **FB1 :** contient le programme qui contrôle le compresseur A :

La figure ci-dessous représente un contact de type marche du Compresseur A :

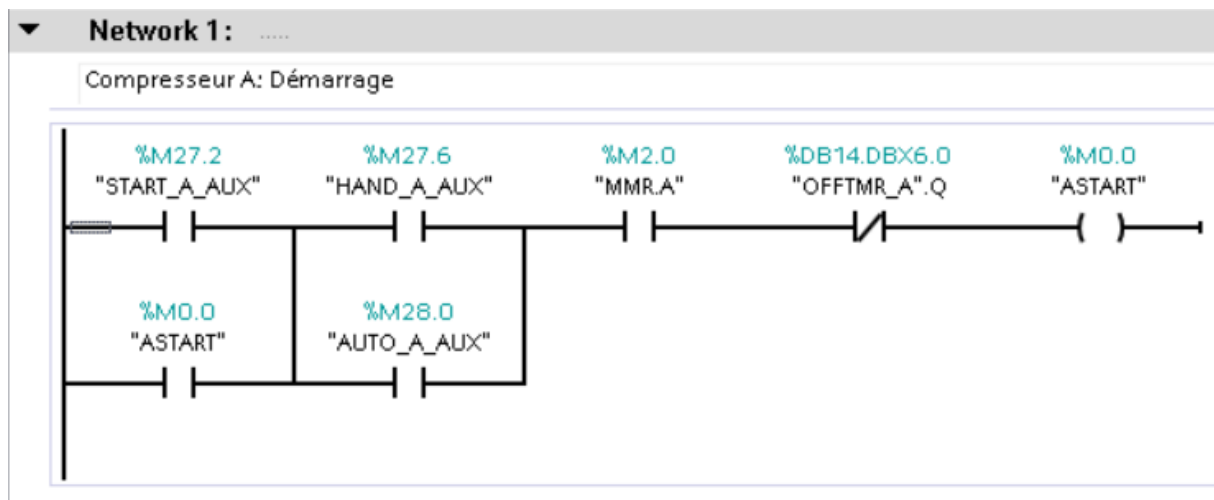


Figure IV.18 : Mise en marche du compresseur A.

La figure ci-dessous est une représentation de type contact de l'arrêt normal du Compresseur A :

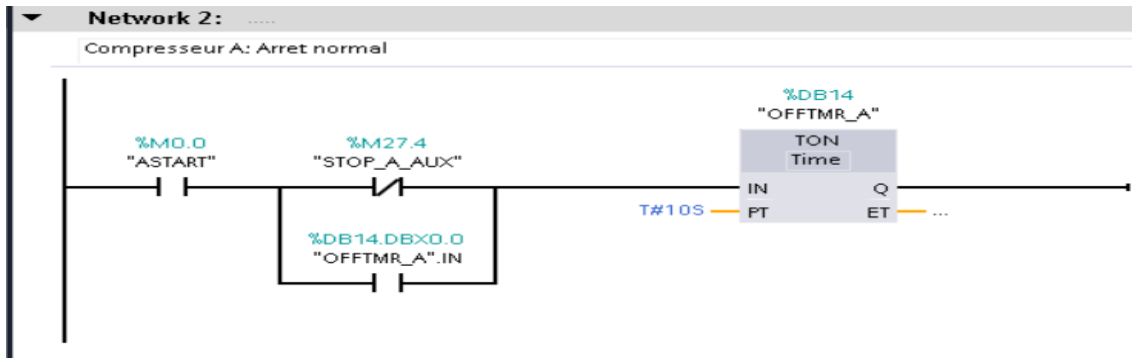


Figure IV.19 : l'arrêt normal du compresseur A.

- **FB3** : contient les défauts qui provoquent l'arrêt du compresseur A.



Figure IV.20 : les défauts qui provoquent l'arrêt.

- **FB5** : comporte le programme alarmes des compresseurs A et B.

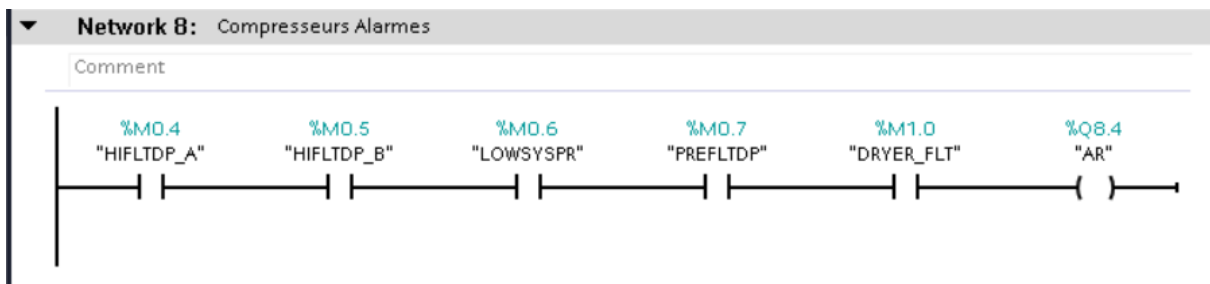


Figure IV.21 : Les alarmes des compresseurs A et B.

- **FB8** : comporte le programme de traitement analogique.

La figure ci-dessous illustre l'appel du bloc de traitement de la pression :

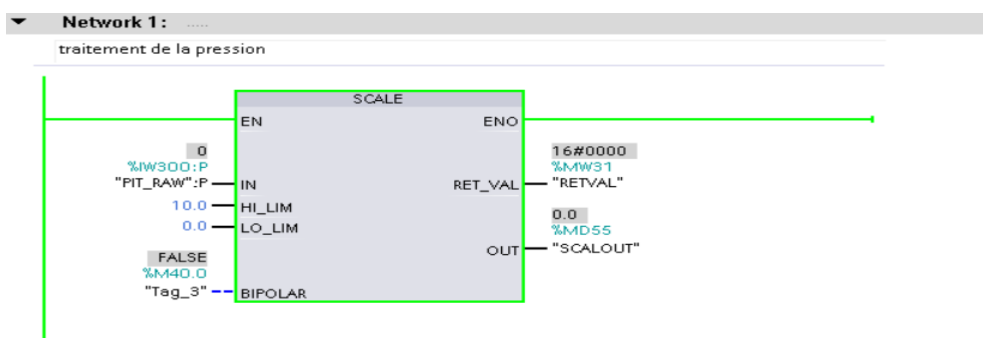


Figure IV.22 : Bloc Scale.

IV.3 Partie simulation :

IV.3.1 Compilation PLC :

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est essentiel de vérifier la cohérence du projet et de détecter les erreurs. Pour ce faire, nous utilisons la commande "En ligne" dans la barre des menus, puis cliquons sur "Simulation" et "Démarrer".

Ensuite, nous vérifions le bon fonctionnement de notre système.

Pour simuler notre système en entier plusieurs étapes sont à effectuer. Dans notre PLC on clique sur le bouton droit puis on choisit compiler. On clique une fois sur « matériel (compilation complète) », puis sur « logiciel (compilation complète) », La figure ci-dessous illustre l'étape de compilation PLC.

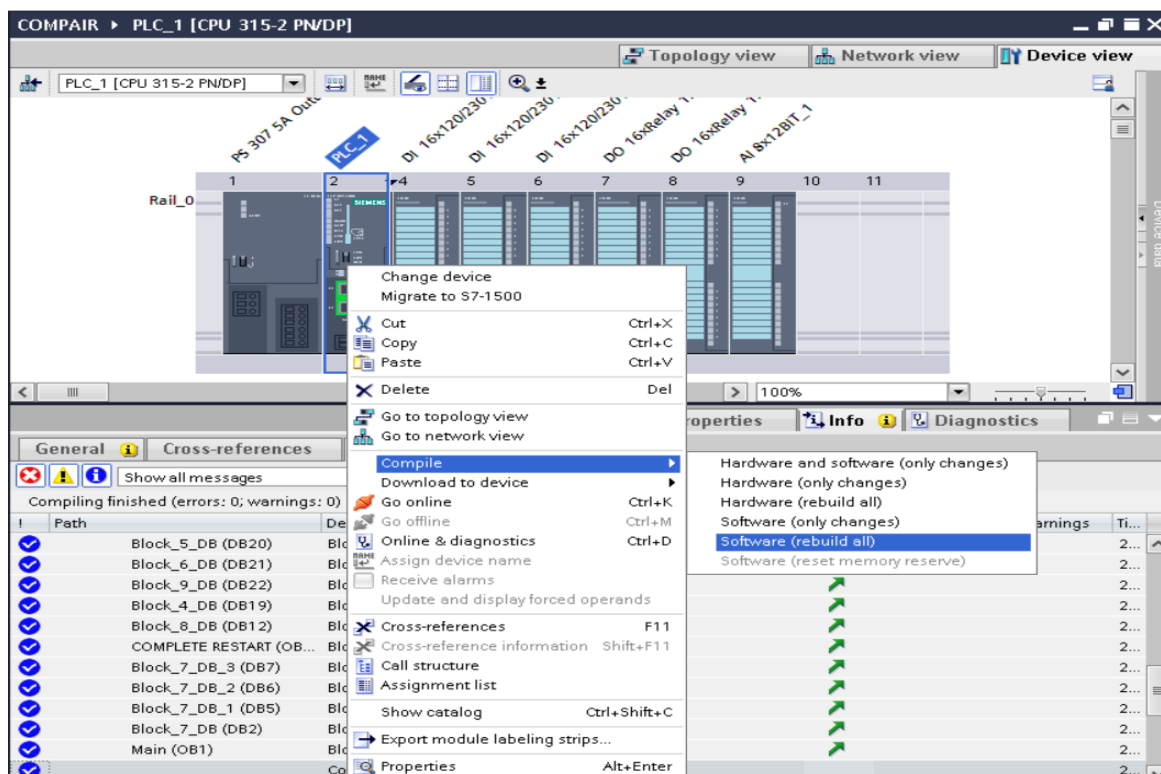


Figure IV.23 : Etape de compilation PLC.

IV.3.2 Le Lancement de la simulation :

La deuxième étape consiste à lancer la simulation. Pour ce faire, nous cliquons sur le bouton "Démarrer la simulation", puis on charge le programme à l'aide du bouton « charger » dans la fenêtre à gauche. Ensuite, nous cliquons sur le bouton "RUN-P" dans la fenêtre à droite. La figure ci-dessous illustre le chargement et le bouton "RUN-P".

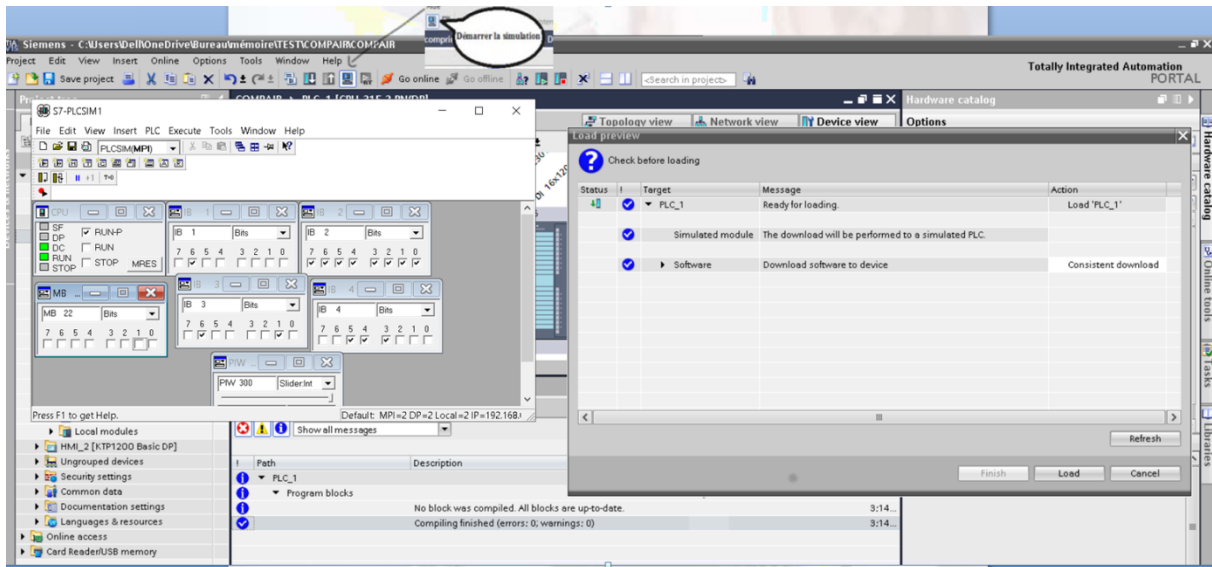



Figure IV.24 : Etape du chargement et lancement de la simulation RUN-P.

IV.3.3 Visualisation du programme :

Après le chargement du programme et l'activation de la simulation, nous pouvons visualiser l'état de notre système des compresseurs d'air, grâce à l'icône  qui se trouve dans la barre d'outils.

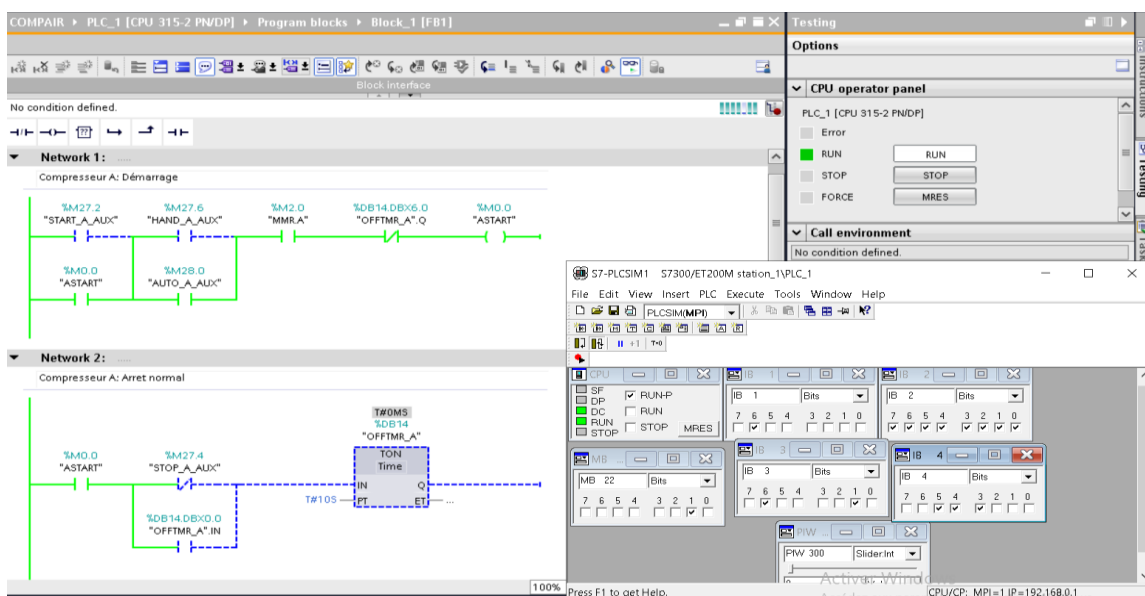


Figure IV.25 : Visualisation du programme.

IV.4 Partie supervision :

IV.4.1 Création du projet :

La supervision est réalisée grâce au logiciel de supervision WinCC intégré dans TIA Portal.

Pour créer un nouveau projet, il faut de faire :

- Sur la page d'accueil de TIA Portal, nous sélectionnons la visualisation en cliquant sur "Configurer une vue IHM".



Figure IV.26 : Configurer une vue IHM.

- On choisit le pupitre l'IHM SIMATIC Panel KTP1200 Basic DP.

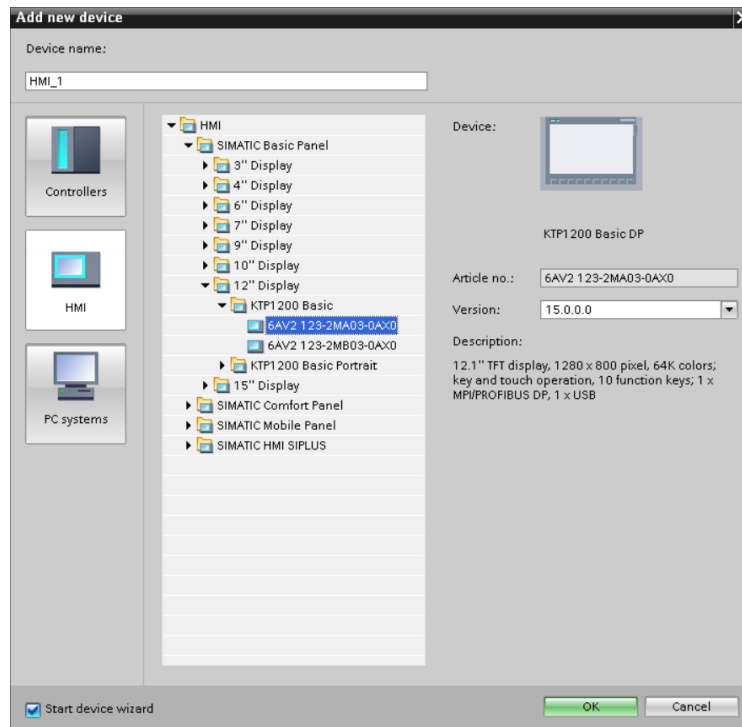


Figure IV.27 : Le choix d'une interface IHM.

IV.4.2 Etablir une liaison directe :

La première étape consiste à établir une connexion directe entre TIA Portal et le S7-300, permettant à TIA Portal de lire les données stockées dans la mémoire de l'automate.

Pour créer cette connexion, nous sélectionnons notre PLC, on clique dessus avec le bouton droit et on choisit « en ligne et diagnostique ». La configuration de nos appareils fait que notre liaison est du mode MPI et c'est à travers la carte PLCSIM,

La figure ci-dessous est une représentation la liaison entre la PLC et IHM :

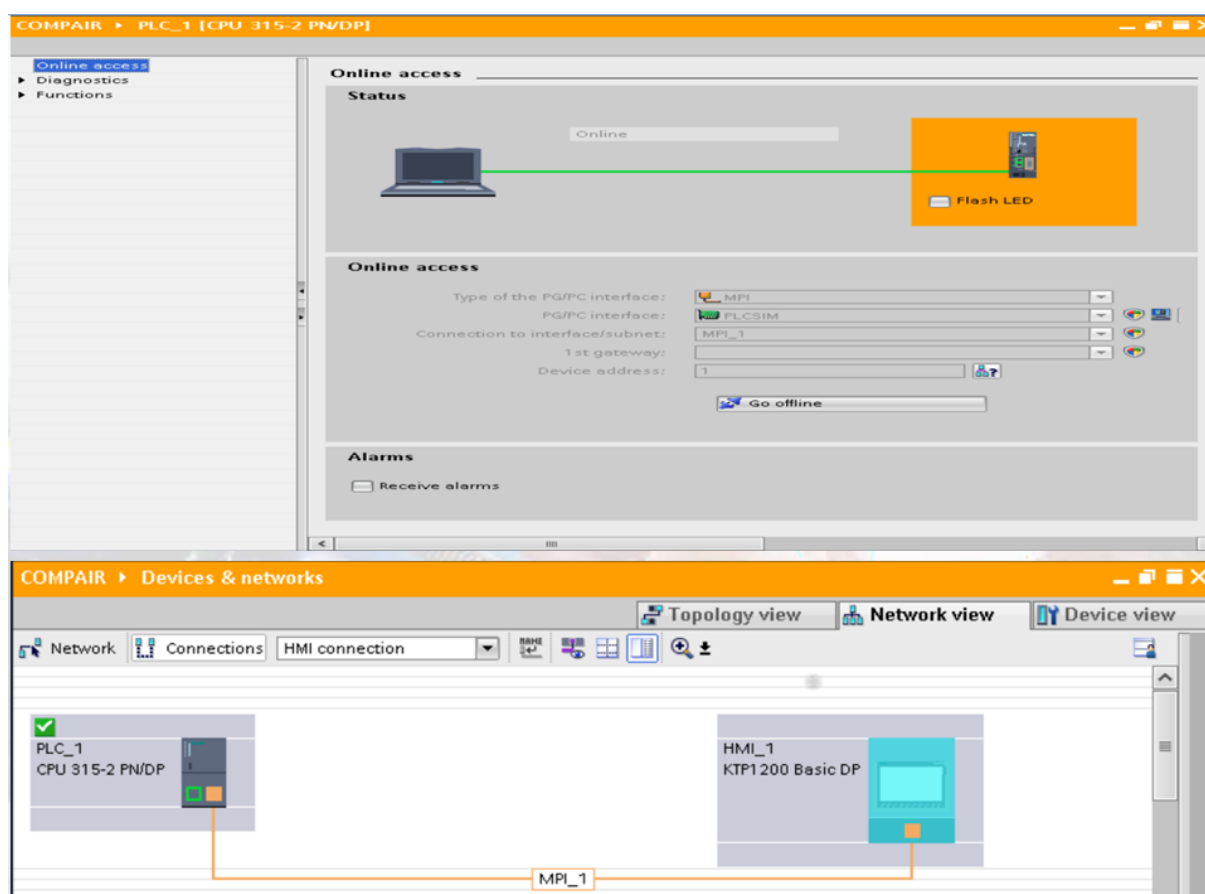


Figure IV.28 : Liaison entre la PLC et IHM.

IV.4.3 Création de la table des variables :

Introduire les variables dans notre projet WinCC est une étape très importante pour animer les objets créés dans nos vues.

Ces variables facilitent la communication et l'échange de données entre l'IHM et les machines. Une table de correspondance des variables IHM est établie à travers l'onglet "variable". Chaque ligne de cette table correspond à une variable de l'IHM et est spécifiée par : nom, type de table de variable, type de connexion, adresse, etc.

La figure ci-dessous illustre la table de variables IHM :

Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address
ACK	Word	HMI_Conne...	PLC_1	ACK	%MW21
AIRFLTDP_B	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	AIRFLTDP_B	%I2.7
ASTART	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	ASTART	%M0.0
AUTO_A_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	AUTO_A_HMI	%M21.0
AUTO_B_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	AUTO_B_HMI	%M20.7
BSTART	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	BSTART	%M0.1
CSR_A	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	CSR_A	%Q8.0
DO1 ALARMS	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	"MW ALARMS"	%MW49
DO2 ALARMS	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	"MW ALARMS 2"	%MW48
FAN A FAULT	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	"FAN 'A' FAULT"	%Q8.5
FAN_A_FOULTED_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_A_FOULTED_HMI	%M21.6
FAN_A_ST_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_A_ST_HMI	%M21.3
FAN_A_STOPED_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_A_STOPED_HMI	%M21.4
FAN_B_FOULTED_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_B_FOULTED_HMI	%M22.1
FAN_B_ST_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_B_ST_HMI	%M21.7
FAN_B_STOPED_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAN_B_STOPED_HMI	%M22.0
FANALUX_A	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FANALUX_A	%I4.4
FANFALTA	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FANFALTA	%M1.7
HAND_A_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HAND_A_HMI	%M20.6
HAND_B_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HAND_B_HMI	%M20.5
LEAD SELECT_HMI	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	"LEAD SELECT_HMI"	%M20.0

Figure IV.29 : Exemple de la liste des variables HMI.

IV.4.4 Création des vues (Screens) :

L'interface TIA Portal nous permet de créer des vues pour contrôler et commander notre installation. Lors de la création de ces vues, nous avons à notre disposition des objets prédéfinis qui permettent d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

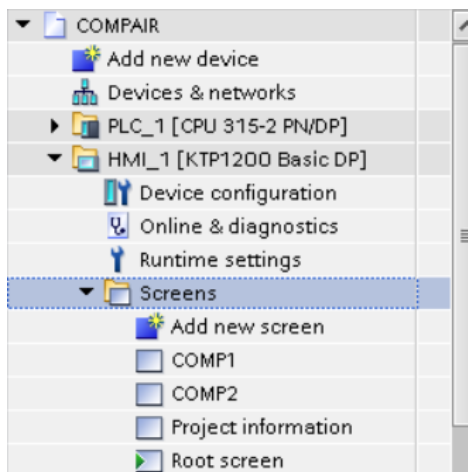


Figure IV.30 : Création de vue.

IV.4.4.1 Vues du procès :

Dans ce qui suit, toutes les vues constituant le système seront détaillées. Les processus partiels peuvent être représentés individuellement dans des vues distinctes, puis regroupés dans une vue principale (initiale). Une description complète des vues constituant notre système sera fournie.

La figure ci-dessous représente la vue principale de notre système :

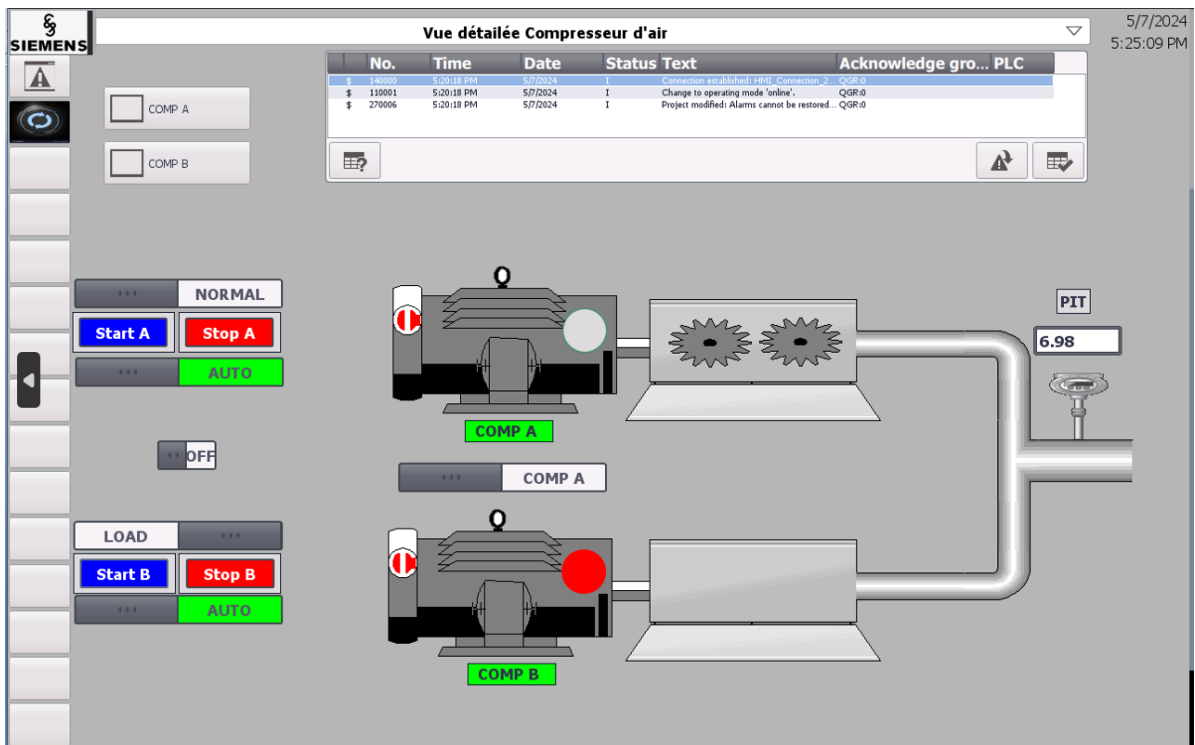


Figure IV.31 : Vue principale de notre système.

La figure ci-dessous représente la vue du compresseur A :

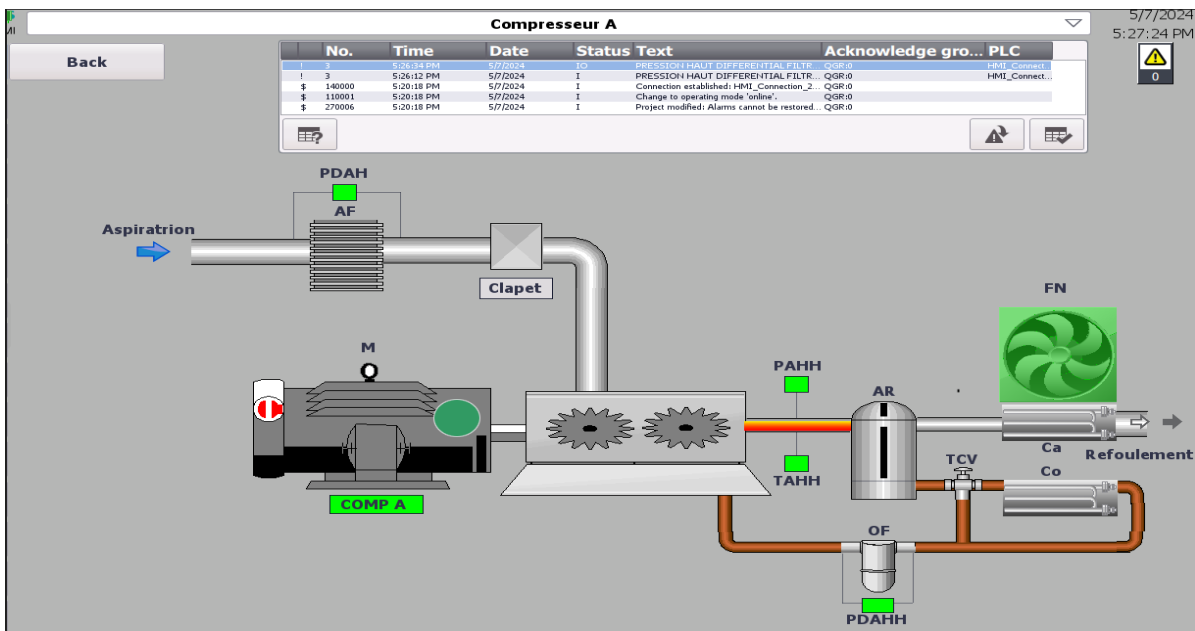


Figure IV.32 : Vue principale du compresseur A.

La figure ci-dessous présente la vue du compresseur B :

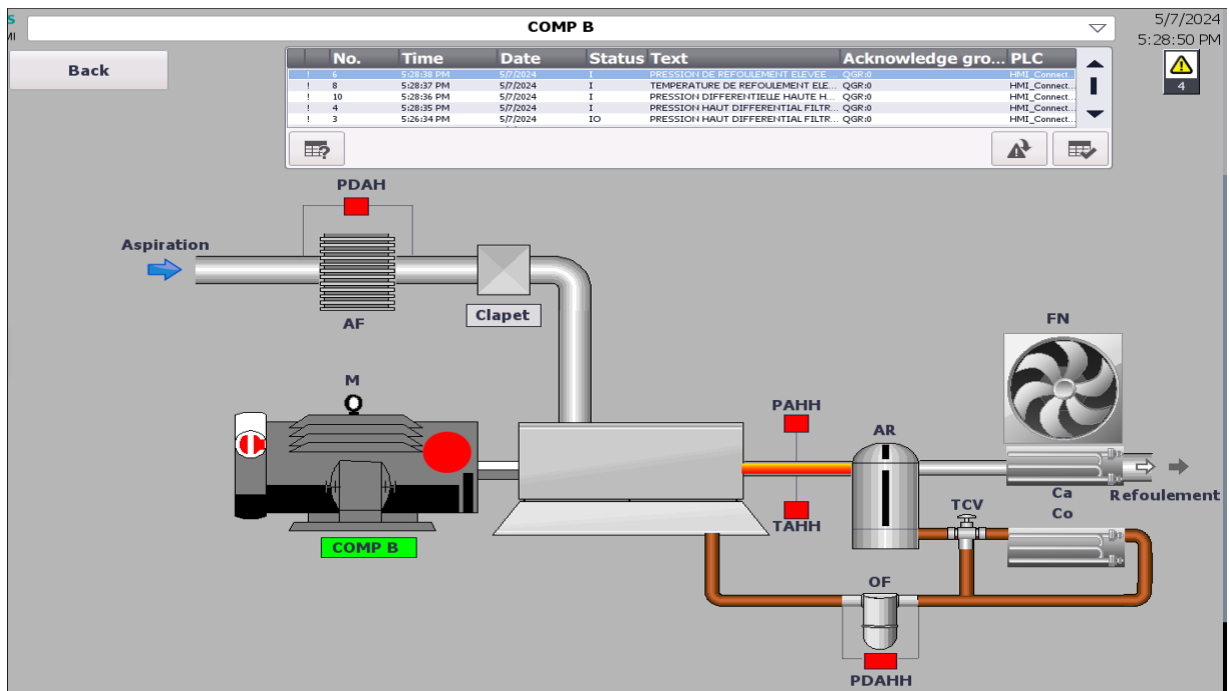


Figure IV.33 : Vue principale du compresseur B.

IV.4.4.2 Vue des alarmes :

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 (activé) dans l'automate. Pour cela, nous avons configuré des alarmes TOR dans notre logiciel TIA PORTAL.

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge..	Trigger adresse...	HMI acknowl...	HMI a...	HMI acknowl...
1	Discrete_alarm_1	DEFAULT VENTILATEUR COMP A	Errors	DO1 ALAR...	7	%M50.7	<No tag>	0	
2	Discrete_alarm_2	DEFAULT VENTILATEUR COMP B	Errors	DO1 ALARMS	6	%M50.6	<No tag>	0	
3	Discrete_alarm_3	PRESSION HAUT DIFFERENTIAL FILTRE	Errors	DO1 ALARMS	4	%M50.4	<No tag>	0	
4	Discrete_alarm_4	PRESSION HAUT DIFFERENTIAL FILTRE	Errors	DO1 ALARMS	5	%M50.5	<No tag>	0	
5	Discrete_alarm_5	PRESSION DE REFOULEMENT ELEVEE	Errors	DO1 ALARMS	0	%M50.0	<No tag>	0	
6	Discrete_alarm_6	PRESSION DE REFOULEMENT ELEVEE	Errors	DO1 ALARMS	1	%M50.1	<No tag>	0	
7	Discrete_alarm_7	TEMPERATURE DE REFOULEMENT ELE'	Errors	DO1 ALARMS	2	%M50.2	<No tag>	0	
8	Discrete_alarm_8	TEMPERATURE DE REFOULEMENT ELE'	Errors	DO1 ALARMS	3	%M50.3	<No tag>	0	
9	Discrete_alarm_9	PRESSION DIFFERENTIELLE HAUTE HA	Errors	DO2 ALARMS	4	%M49.4	<No tag>	0	
10	Discrete_alarm_10	PRESSION DIFFERENTIELLE HAUTE HA	Errors	DO2 ALARMS	5	%M49.5	<No tag>	0	
11	Discrete_alarm_11	DECLENCHEMENT SURCHARGE B	Errors	DO2 ALARMS	6	%M49.6	<No tag>	0	
12	Discrete_alarm_12	DECLENCHEMENT SURCHARGE A	Errors	DO2 ALARMS	7	%M49.7	<No tag>	0	

Figure IV.34 : HMI alarmes

La figure ci-dessous présente la vue des alarmes :

No.	Time	Date	Text
! 2	5:29:56 PM	5/7/2024	DEFAULT VENTILATEUR COMP B
! 11	5:29:55 PM	5/7/2024	DECLENCHEMENT SURCHARGE B
! 1	5:29:55 PM	5/7/2024	DEFAULT VENTILATEUR COMP A
! 9	5:29:51 PM	5/7/2024	PRESSION DIFFERENTIELLE HAUTE HAUTE AU NIVEAU DES SEPARATEURS D'HUILE COMP A
! 3	5:29:51 PM	5/7/2024	PRESSION HAUT DIFFERENTIAL FILTRE COMP A
! 7	5:29:50 PM	5/7/2024	TEMPERATURE DE REFOULEMENT ELEVEE COMP A
! 5	5:29:49 PM	5/7/2024	PRESSION DE REFOULEMENT ELEVEE COMP A
! 6	5:28:38 PM	5/7/2024	PRESSION DE REFOULEMENT ELEVEE COMP B
! 8	5:28:37 PM	5/7/2024	TEMPERATURE DE REFOULEMENT ELEVEE COMP B
! 10	5:28:36 PM	5/7/2024	PRESSION DIFFERENTIELLE HAUTE HAUTE AU NIVEAU DES SEPARATEURS D'HUILE COMP B
! 4	5:28:35 PM	5/7/2024	PRESSION HAUT DIFFERENTIAL FILTRE COMP B

Figure IV.35 : Vue des alarmes

IV.5 Conclusion :

Ce chapitre décrit la programmation et la simulation de notre système en utilisant l'automate S7-300 par le logiciel de programmation TIA portal.

Le fonctionnement de notre système a été testé par simulation, et les performances de la commande programmée ont également été démontrées.

La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre unité via une connexion de type MPI. La création de cette IHM nécessite une compréhension approfondie du fonctionnement de notre système et du langage de programmation utilisé par l'automate pour assurer une communication efficace.

CONCLUSION

Conclusion

Au terme de ce projet effectué au sein de la station de compression gaz ZINA, il a été observé que l'optimisation de la commande d'un processus industriel dépend principalement d'une analyse détaillée de celui-ci et de la sélection adéquate des équipements à employer.

Ce travail a été bénéfique à plusieurs égards, offrant l'occasion de découvrir le milieu industriel et d'appliquer les connaissances théoriques acquises au cours des études universitaires.

L'objectif principal de ce projet était l'élaboration d'une solution basée sur un API, remplaçant l'installation actuelle présentant plusieurs inconvénients, par un système de contrôle plus fiable, l'automate SIMATIC S7-300, et en remplacement des pressostats de commande PSH PSL par un transmetteur de pression PIT en raison de la dégradation des performances de compression.

La programmation a été réalisée à l'aide du logiciel TIA portal, partie intégrante de l'industrie logicielle SIMATIC, constituant le lien entre l'utilisateur et l'automate S7-300.

Le projet s'est conclu par la création d'une plateforme de supervision grâce au logiciel SIMATIC WinCC Comfort, garantissant l'interface homme-machine HMI et permettant de réaliser des vues pour contrôler l'état de fonctionnement du système.

Cependant La réalisation d'un bon système de supervision nécessite la connaissance de certaines notions intégrées dans les nouvelles technologies de l'informatique industrielle.

En définitive, ce travail représente bien plus qu'une simple réalisation technique. Il incarne l'essence même de l'apprentissage pratique et de la collaboration entre les universités et l'industrie.

Nous espérons que notre expérience servira de source d'inspiration et de référence pour les futures promotions d'étudiants et qu'elle contribuera à l'avancement continu de l'ingénierie industrielle et de ses pratiques innovantes.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques :

- [1] Introduction: <https://www.ritimo.org/Le-poids-des-hydrocarbures-dans-l-économie-algérienne>. (12 juillet 2012, par CTDM 34).
- [2]Site web: <http://sonatrach.com/partenariats>
- [3]Présentation de l'entreprise RTI, document de l'entreprise.
- [4]Docs : Manuel Opérateur Station de compression des GAZODUCS GR1/GR2 (Station de ZINA).
- [5]Document Ademe, Agence De L'environnement Et De La Maîtrise De L'énergie.
- [6]Docs : Manuel Instructions pour l'emploi et l'entretien Compresseurs GA90 110,132. Manuel standard n° 2922 1475 01.
- [7]G.ASCH, « Les capteurs en instrumentation industrielle » – 6ème édition, D'undo.
- [8]D.SATOR-NAMANE ‘‘ Electrotechnique : « Les actionneurs »’’ Edition ellipses, 350 pages, ISBN : 978-2-7298-5298-5, 16/02/2010.
- [9]Docs : Aide-mémoire Electrotechnique, Dunod 2023.
- [10]ANDRE. S, Automates programmable, programmation, automatisation, et logique programmée, Edition L'ELAN, 1983.
- [11]H.Nussbaumer, « Informatique industrielle III », Press polytechniques de Romandes, 1987.
- [12]Document Siemens, « Informatique et formation, automatisation et entraînements.
- [13]Automates programmable SLC 500, Publication 1747-BR017A-FR-P, Août 2004.
- [14]SLC 500 Power Supplies, Publication 1746-IN004A-ML-P, Janvier 2000.
- [15]Michel G, Les API, Architecture et Application des API, Dunod, Paris, 1987.
- [16]Document Siemens, « Automates programmable S7-300, caractéristique électriques et techniques des CPU SIMATIC, » Edition Siemens, 2001.
- [17]Programmation des automates S7-300, Introduction au logiciel TIA Portal.
- [18]Document de formation pour une solution complète d'automatisation TIA module B5 A&D SCE « Automatisierung-und Antriebstechnik, Siemens A&D Cooperates with Education, » Edition 2005.

[19]J-P. Thomesse, « Ingénierie des systèmes homme machine, » Techniques de l'ingénieur, Edition 2004.

[20]Patrick PROUVOST « Automatique Contrôle et régulation, cours et exercices corrigés » Dunod 2004.

[21]La supervision Industrielle. [http://www.captronique.fr / La supervision industrielle.html](http://www.captronique.fr/La_supervision_industrielle.html)

[22]Docs Manuels SIEMENS, SIMATIC HMI.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe A : La table des Mnémoniques

PLC tags									
Name	Data type	Address	Retain	Accessi-ble from HMI/OPC UA	Writab-le from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Supervision	Comment	
LEAD SELECT	Bool	%I0.0		True	True	True		"Comp A/Comp B"	
START_B	Bool	%I0.1		True	True	True		"Bouton poussoir de démarrage compresseur B"	
START_A	Bool	%I0.2		True	True	True		"Bouton poussoir de démarrage compresseur A"	
STOP_B	Bool	%I0.3		True	True	True		"Bouton poussoir d'arrêt compresseur B"	
STOP_A	Bool	%I0.4		True	True	True		"Bouton poussoir d'arrêt compresseur A"	
HAND_B	Bool	%I0.5		True	True	True		"Switch démarrage manuel pour compresseur B"	
HAND_A	Bool	%I0.6		True	True	True		"Switch démarrage manuel pour compresseur A"	
AUTO_B	Bool	%I0.7		True	True	True		"Switch Auto démarrage pour compresseur B"	
AUTO_A	Bool	%I1.0		True	True	True		"Switch Auto démarrage pour compresseur A"	
LOADSW_B	Bool	%I1.1		True	True	True		"Charge à vide CompB"	
LOADSW_A	Bool	%I1.2		True	True	True		"Charge à vide CompA"	
SPARE	Bool	%I1.3		True	True	True		Vide	
SPARE(1)	Bool	%I1.4		True	True	True		Vide	
RESET	Bool	%I1.5		True	True	True		"Bouton de réinitialisation"	
E_STOP	Bool	%I1.6		True	True	True		"Arrêt d'urgence"	
PSHH_A	Bool	%I2.0		True	True	True		"Pression de Refoulement elevee COMP A"	
PSHH_B	Bool	%I2.1		True	True	True		"Pression de Refoulement elevee COMP B"	
TSHH_A	Bool	%I2.2		True	True	True		"Temperature de Refoulement elevee COMP A"	
TSHH_B	Bool	%I2.3		True	True	True		"Temperature de Refoulement elevee COMP B"	
PDSHH_A	Bool	%I2.4		True	True	True		"Pression différentielle de separateur a huile elevee COMP A"	
PDSHH_B	Bool	%I2.5		True	True	True		"Pression différentielle de separateur a huile elevee COMP B"	
AIRFLTDP_A	Bool	%I2.6		True	True	True		"Pression différentielle de filtre d'air COMP A"	
AIRFLTDP_B	Bool	%I2.7		True	True	True		"Pression différentielle de filtre d'air COMP B"	
DRYERFLT	Bool	%I3.0		True	True	True		"Default de sechoir"	
SYS_PRESS	Bool	%I3.1		True	True	True		"Pressostat basse pression"	
SPARE(3)	Bool	%I3.2		True	True	True		"Vide"	
PSH_UNLOAD	Bool	%I3.3		True	True	True		"Pressostat haute pression"	
SPARE(2)	Bool	%I3.4		True	True	True		"Vide"	
PSL_LOAD	Bool	%I3.5		True	True	True		"Pressostat basse pression (principal)"	
PRE_FLTRDP(1)	Bool	%I3.6		True	True	True		"Pressostat de haute pression différentielle au niveau du préfiltre"	
PLS_SPARE	Bool	%I3.7		True	True	True		"Pressostat basse pression (à retardement)"	
AUX_A	Bool	%I4.0		True	True	True		"Compresseur A moteur AUX"	
AUX_B	Bool	%I4.1		True	True	True		"Compresseur B moteur AUX"	
OL_A	Bool	%I4.2		True	True	True		"Surcharge moteur Comp A"	
MTRDL_B	Bool	%I4.3		True	True	True		"Surcharge moteur Comp B"	
FANAUX_A	Bool	%I4.4		True	True	True		"Ventilateur Comp A"	
FANAUX_B	Bool	%I4.5		True	True	True		"Ventilateur CompB"	
CTRL_MOD	Bool	%I4.6		True	True	True		"commetateur de mode de controle entre HMI et Panneau de commande local"	
SPARE(4)	Bool	%I4.7		True	True	True		"Vide"	
SPARE(5)	Bool	%I5.0		True	True	True		"Vide"	
SPARE(6)	Bool	%I5.1		True	True	True		"Vide"	
SPARE(7)	Bool	%I5.2		True	True	True		"Vide"	
SPARE(8)	Bool	%I5.3		True	True	True		"Vide"	
SPARE(9)	Bool	%I5.4		True	True	True		"Vide"	
SPARE(10)	Bool	%I5.5		True	True	True		"Vide"	
SPARE(11)	Bool	%I5.6		True	True	True		"Vide"	
SPARE(12)	Bool	%I5.7		True	True	True		"Vide"	
PAHH_B	Bool	%Q6.0		True	True	True		"Alarme de pression haute, haute de refoulement Comp B"	

Totally Integrated Automation Portal									
Name	Data type	Address	Retain	Accessi-ble from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Supervision	Comment	
PAHH_A	Bool	%Q6.1		True	True	True		*Alarme de pression haute, haute de refoulement Comp A*	
TAHH_B	Bool	%Q6.2		True	True	True		*Alarme de température haute, haute de refoulement Comp B*	
TAHH_A	Bool	%Q6.3		True	True	True		*Alarme de température haute, haute de refoulement Comp A*	
PADHH_B	Bool	%Q6.4		True	True	True		*Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile Comp B*	
PADHH_A	Bool	%Q6.5		True	True	True		*Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile Comp A*	
B_OLTRIP	Bool	%Q6.6		True	True	True		*Le compresseur B est en surcharge.*	
A_OLTRIP	Bool	%Q6.7		True	True	True		*Le compresseur A est en surcharge.*	
B_RUNNING	Bool	%Q7.0		True	True	True		*Comp B En marche (DCS)*	
A_RUNNING	Bool	%Q7.1		True	True	True		*Comp A En marche (DCS)*	
B_AUTO	Bool	%Q7.2		True	True	True		*Le compresseur B démarre automati-quement.*	
A_AUTO	Bool	%Q7.3		True	True	True		*Le compresseur A démarre automati-quement.*	
PDAH_PRFLT	Bool	%Q7.4		True	True	True		*Alarme de haute pression différen-tielle au niveau du préfiltre*	
PDAH_A	Bool	%Q7.5		True	True	True		*Alarme de haute pression différen-tielle au niveau du filtre d'air Comp A*	
PAL_SYS	Bool	%Q7.6		True	True	True		*Alarme de basse pression*	
PDAH_B	Bool	%Q7.7		True	True	True		*Alarme de haute pression différen-tielle au niveau du filtre d'air Comp B*	
CSR_A	Bool	%Q8.0		True	True	True		*Le compresseur A fonctionne(mar-che)*	
MRA	Bool	%Q8.1		True	True	True		*Le compresseur A s'arrête en raison d'un dysfonctionnement.*	
SCR_B	Bool	%Q8.2		True	True	True		*Le compresseur B fonctionne(mar-che)*	
MRB	Bool	%Q8.3		True	True	True		*Le compresseur B s'arrête en raison d'un dysfonctionnement.*	
AR	Bool	%Q8.4		True	True	True		*Alarme commune de perturbation (DCS)*	
FAN 'A' FAULT	Bool	%Q8.5		True	True	True		*Default de ventilateur Comp A*	
SPARE(13)	Bool	%Q8.6		True	True	True		*Vide*	
FAN 'B' FAULT	Bool	%Q8.7		True	True	True		*Default de ventilateur Comp B*	
LOADSOV_A	Bool	%Q9.0		True	True	True		*Electrovanne de chargedécharge Comp A*	
DRYERFAULT	Bool	%Q9.1		True	True	True		*Alarme défaillance de sécheur*	
LOADSOV_B	Bool	%Q9.2		True	True	True		*Electrovanne de chargedécharge Comp B*	
SPARE(14)	Bool	%Q9.3		True	True	True		*Vide*	
AIR_SOV	Bool	%Q9.4		True	True	True		*Vanne d'isolement d'air service*	
SPARE(15)	Bool	%Q9.5		True	True	True		*Vide*	
SPARE(16)	Bool	%Q9.6		True	True	True		*Vide*	
SPARE(17)	Bool	%Q9.7		True	True	True		*Vide*	
ASTART	Bool	%M0.0		True	True	True		*Compresseur A start*	
BSTART	Bool	%M0.1		True	True	True		*Compresseur B start*	
LOAD	Bool	%M0.2		True	True	True		*Charge*	
SPARE(18)	Bool	%M0.3		True	True	True		*Vide*	

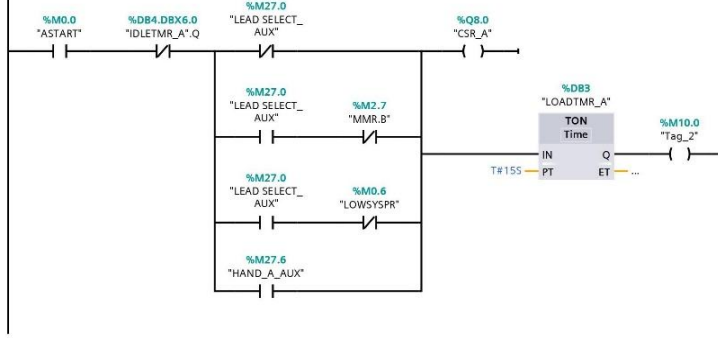
Annexe B : Les principaux équipements.

CODE	EQUIPEMENT	CODE	EQUIPEMENT
TK-0761	Réservoir eau brute	TK-0763	Réservoir eau potable
TK-0771	Séparateur eau CPI	TK-0772	Réservoir huile vidange
TK-0773	Réservoir collecteur eau huileuse	TK-0776	Stockage déchets liquides
TU-0701/2/3/4	Turbines à gaz n°1,2,3 et 4	TU-0701/2/3/4 EA1	Refroidisseur huile lubrifiante synthétique
TU-0741/42/43	Turbines à gaz n°1, 2 et 3	TU-0741/42/43	Refroidisseur huile lubrifiante minérale
Z-0766	Unité de traitement eau	Z-0776	Unité de traitement déchets liquides
A-0701	Skid de lavage compresseur	A-0711	Skid huile synthétique
A-0713	Skid huile minérale	A-721	Conditionneur gaz
A-0732	Pompe distribution diesel	A-0733	Pompe distribution essence
A-0751	Skid air service et air instrument compresseur	A-752	Skid air étanchéité compresseur
C-0701/2/3/4	Compresseurs gaz n°1, 2, 3 et 4	D-0701/2/3/4	Refroidisseur huile lubrifiante
D-0701/0705	Séparateurs verticaux à tuyères 1 à 5	D-0762-A/B	Réservoir eau
TK-0713	Réservoir diesel	TK-07332	Réservoir diesel
TK-0733	Réservoir essence	TK-0714	Réservoir huile minérale usagée
EA-0701	Refroidisseurs gaz refoulement compresseurs	F-0731-A/B	Filtre carburant diesel
EG-0741/42/43	Turbogénérateurs n°1, 2 et 3	EG-744	Groupe de secours diesel
KTX-07301/07302	Transformateurs 5,5kv/400 v	RT-0710	Tour radio
P-0712	Pompe huile synthétique usagée	P-0714	Pompe huile minérale
P-0731	Pompe transfert diesel	P-0761	Pompe puits eau
P-0762	Pompe transfert eau non traitée	P-0763-A/B	Pompes eau potable
P-0765-A/B	Pompe eau Jockey	P-0767	Pompe eau incendie diesel
P-0776-A/B	Pompe de lavage eaux usées	SC-0701,0702	Silencieux
R-0701/02/03/04	Abri turbocompresseurs n°1, 2, 3 et 4	R-0711	Bâtiment de contrôle
R-0712	Bâtiment électrique	R-0713	Bâtiment poste incendie
R-0714	Abri véhicules	R-0715	Poste de garde
R-0716	Abri stockage huile	R-0741	Bâtiment pour armoires contrôle moteurs MCC
R-0742	Bâtiment des tableaux électriques switchgear	R-0743	Bâtiment centrale électrique
R-0751	Abri compresseur d'air	R-0761	Abri traitement des eaux et pompes
TK-0744	Réservoir diesel quotidien	TK-0767	Réservoir diesel quotidien

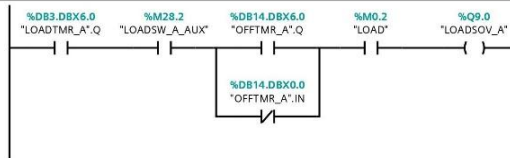
Annexe C : Les programmes SIMATIC S7 300

Totally Integrated Automation Portal					
COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks					
Block_1 [FB1]					
Block_1 Properties					
General					
Name	Block_1	Number	1	Type	FB
Numbering	Automatic			Language	LAD
Information					
Title	Controle du compresseur A	Author		Comment	Controle du compresseur A
Version	0.1	User-defined ID			
Block_1					
Name		Data type		Default value	
Input					
Output					
InOut					
▼ Static					
▼ OFFTMR_A	TON	0.0		True	True True False
▼ Input					
IN	Bool	0.0	false	True	True True False
PT	Time	2.0	T#0MS	True	True True False
▼ Output					
Q	Bool	6.0	false	True	True True False
ET	Time	8.0	T#0MS	True	True True False
InOut					
▼ Static					
STATE	Byte	12.0	16#0	True	True True False
STIME	Time	14.0	T#0MS	True	True True False
ATIME	Time	18.0	T#0MS	True	True True False
Temp					
Constant					
Network 1: "Compresseur A start"					
Compresseur A: Démarrage					
Network 2: Compresseur A: Arret normal					
Compresseur A: Arret normal					
Network 3: Compresseur A : Fonctionnement					
Compresseur A : Fonctionnement					

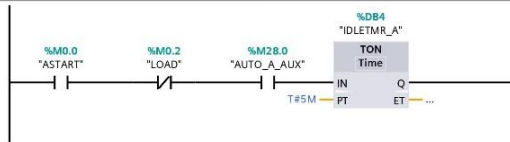
Totally Integrated Automation Portal



Network 4: " Load Electrovanne Comp A"



Network 5: Arrête le compresseur lorsqu'il est déchargé pendant 5 minutes



Network 6: Contrôle de charge et de déchargement du compresseur pour les deux compresseurs A et B

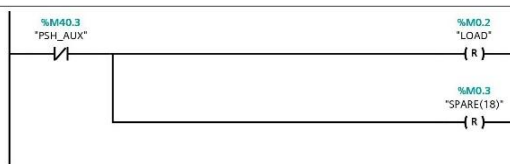
contrôle de charge et de déchargement du compresseur pour les deux compresseurs



Network 7:

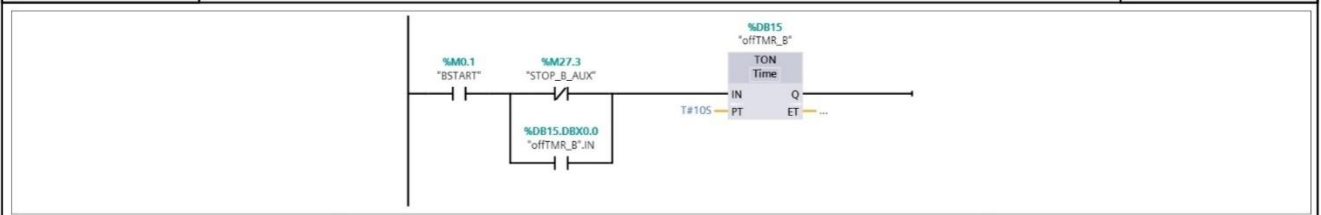


Network 8:



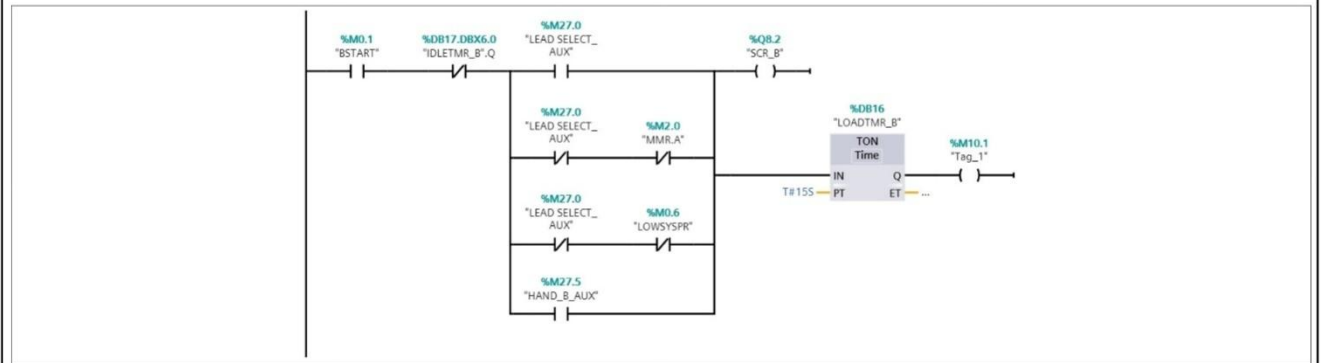
Totally Integrated Automation Portal					
COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks					
Block_2 [FB2]					
Block_2 Properties					
General					
Name	Block_2	Number	2	Type	FB
Numbering	Automatic			Language	LAD
Information					
Title		Author		Comment	Controle du compresseur B
Version	0.1	User-defined ID		Family	
Block_2					
Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writ-able from HMI/OPC UA
Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervi-sion	Comment		
Input					
Output					
InOut					
▼ Static					
▼ OFFTMR_B	TON	0.0		True	True
▼ Input					
IN	Bool	0.0	false	True	True
PT	Time	2.0	T#OMS	True	True
▼ Output					
Q	Bool	6.0	false	True	True
ET	Time	8.0	T#OMS	True	True
InOut					
▼ Static					
STATE	Byte	12.0	16#0	True	True
STIME	Time	14.0	T#OMS	True	True
ATIME	Time	18.0	T#OMS	True	True
▼ IDLETMR_B	TON	22.0		True	True
▼ Input					
IN	Bool	22.0	false	True	True
PT	Time	24.0	T#OMS	True	True
▼ Output					
Q	Bool	28.0	false	True	True
ET	Time	30.0	T#OMS	True	True
InOut					
▼ Static					
STATE	Byte	34.0	16#0	True	True
STIME	Time	36.0	T#OMS	True	True
ATIME	Time	40.0	T#OMS	True	True
▼ LOADTMR_B	TON	44.0		True	True
▼ Input					
IN	Bool	44.0	false	True	True
PT	Time	46.0	T#OMS	True	True
▼ Output					
Q	Bool	50.0	false	True	True
ET	Time	52.0	T#OMS	True	True
InOut					
▼ Static					
STATE	Byte	56.0	16#0	True	True
STIME	Time	58.0	T#OMS	True	True
ATIME	Time	62.0	T#OMS	True	True
Temp					
Constant					
Network 1: "Compresseur B start"					
"Compresseur B start"					
Network 2: Compresseur B: Arret normal					
Compresseur B: Arret normal					

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--



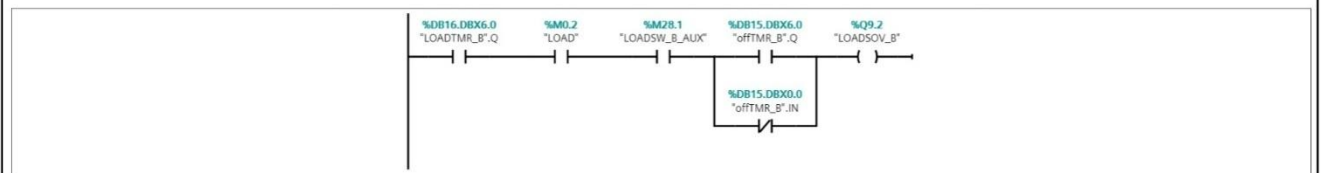
Network 3: Compresseur B : Fonctionnement

Compresseur B : Fonctionnement



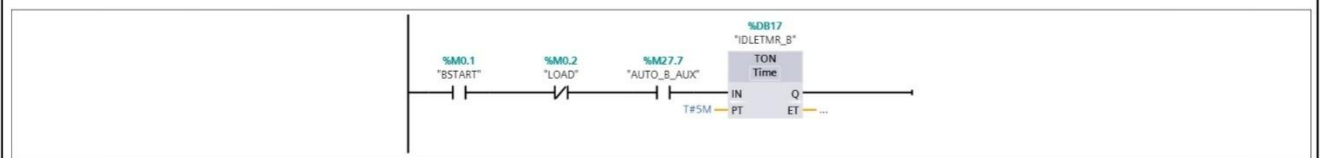
Network 4: " Load Electrovanne Comp B"

" Load Electrovanne Comp B"



Network 5: " Load Electrovanne Comp B"

Arrête le compresseur lorsqu'il est déchargé pendant 5 minutes



--	--	--

Totally Integrated Automation Portal	
--------------------------------------	--

COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks

Block_3 [FB3]

Block_3 Properties

General

Name	Block_3	Number	3	Type	FB	Language	LAD
Numbering	Automatic						

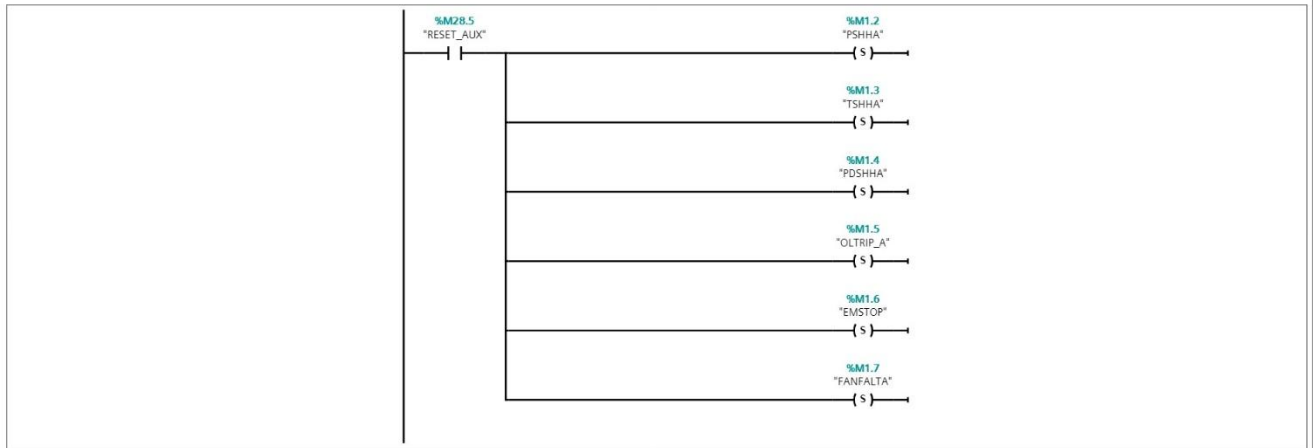
Information

Title	Compresseur A: les défauts qui provoquent arrêt (shutdown)	Author		Comment	Compresseur A: les défauts qui provoquent arrêt (shutdown)	Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Block_3

Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writeable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervision	Comment
Input									
Output									
InOut									
▼ Static									
▼ T4:16	TON	0.0		True	True	True	False		
▼ Input									
IN	Bool	0.0	false	True	True	True	False		
PT	Time	2.0	T#0MS	True	True	True	False		
▼ Output									
Q	Bool	6.0	false	True	True	True	False		
ET	Time	8.0	T#0MS	True	True	True	False		
InOut									
▼ Static									
STATE	Byte	12.0	16#0	True	True	True	False		
STIME	Time	14.0	T#0MS	True	True	True	False		
ATIME	Time	18.0	T#0MS	True	True	True	False		
Temp									
Constant									

Network 1: Réinitialisation des alarmes de défaut.



Network 2: Pression de refoulement élevée COMP A

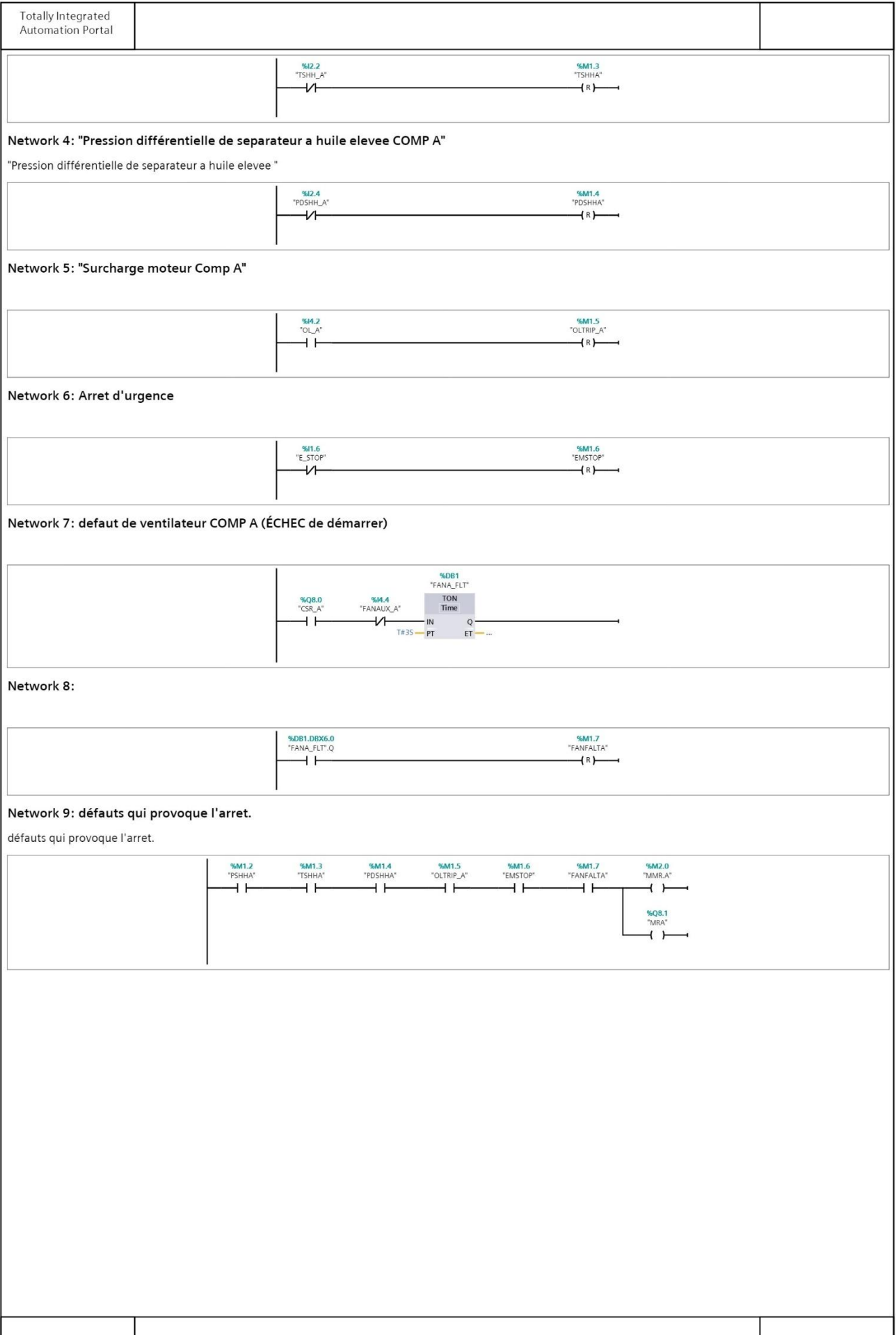
Pression de refoulement élevée



Network 3: Température de refoulement élevée COMP A

Température de refoulement élevée





Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks

Block_4 [FB4]

Block_4 Properties

General			
Name	Block_4	Number	4
Type	FB	Language	LAD
Information			
Title	Compresseur B: les défauts qui provoquent arrêt (shot-down)	Author	
Comment	Compresseur B: les défauts qui provoquent arrêt (shot-down)	Family	
Version	0.1	User-defined ID	

Block_4									
Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writ-able from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
Input									
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

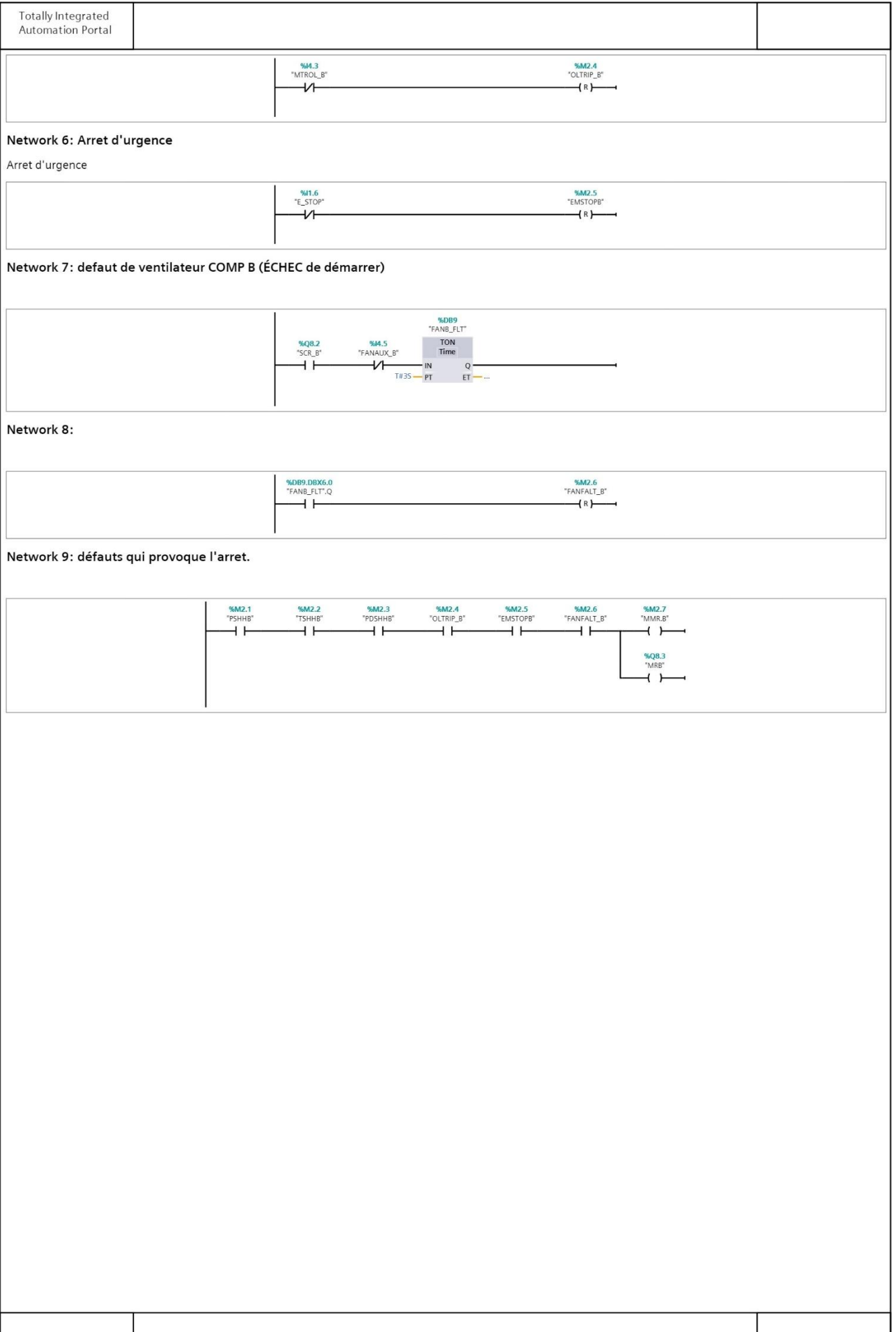
Network 1: Réinitialisation des alarmes de défaut.

Network 2: Pression de refoulement élevée COMP B
Pression de refoulement élevée

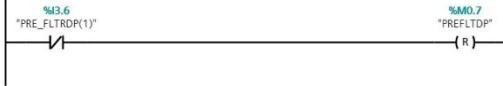
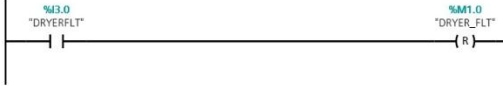
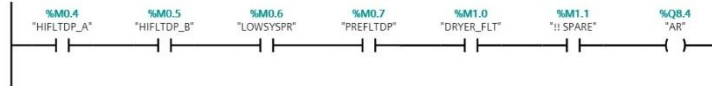
Network 3: Température de refoulement élevée COMP B
Température de refoulement élevée

Network 4: "Pression différentielle de separateur a huile elevee COMP B"
"Pression différentielle de separateur a huile elevee "

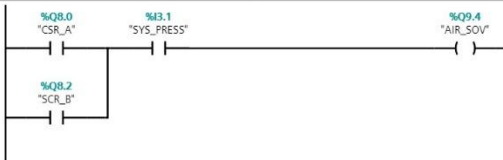
Network 5: "Surcharge moteur Comp B"
"Surcharge moteur "



Totally Integrated Automation Portal													
COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks													
Block_5 [FB5]													
Block_5 Properties													
General													
Name	Block_5	Number	5	Type	FB	Language	LAD						
Numbering	Automatic												
Information													
Title	Compresseurs A et B: ALARMES	Author		Comment	Compresseurs A et B: ALARMES	Family							
Version	0.1	User-defined ID											
Block_5													
Name		Data type		Offset		Default value		Accessible from HMI/OPC UA	Writ-able from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
Input													
Output													
InOut													
Static													
Temp													
Constant													
Network 1: Réinitialisation des alarmes													
Network 2: "Pression différentielle de filtre d'air COMP A"													
"Pression différentielle de filtre d'air "													
Network 3: "Pression différentielle de filtre d'air COMP B"													
"Pression différentielle de filtre d'air "													
Network 4: basse pression d'air du système													
Network 5: "haute pression différentielle au niveau du préfiltre"													
"haute pression différentielle au niveau du préfiltre"													

Totally Integrated
Automation Portal**Network 6: défaut de sécheur****Network 7: Compresseurs Alarmes****Network 8: system pression d'air du l'électrovanne**

fermer l'électrovanne si les pressions descendent en dessous du point de consigne



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks

Block_6 [FB6]

Block_6 Properties

General							
Name	Block_6	Number	6	Type	FB	Language	LAD
Numbering	Automatic						
Information							
Title		Author		Comment	Compresseur A et B: Tableau électrique	Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writ-able HMI/OPC UA	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervision	Comment
Input									
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

Network 1: "Alarme de pression haute, haute de refoulement Comp A"

"Alarme de pression haute, haute de refoulement "

Network 2: "Alarme de température haute, haute de refoulement Comp A"

"Alarme de température haute, haute de refoulement "

Network 3: "Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile Comp A"

"Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile "

Network 4: "Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile Comp B"

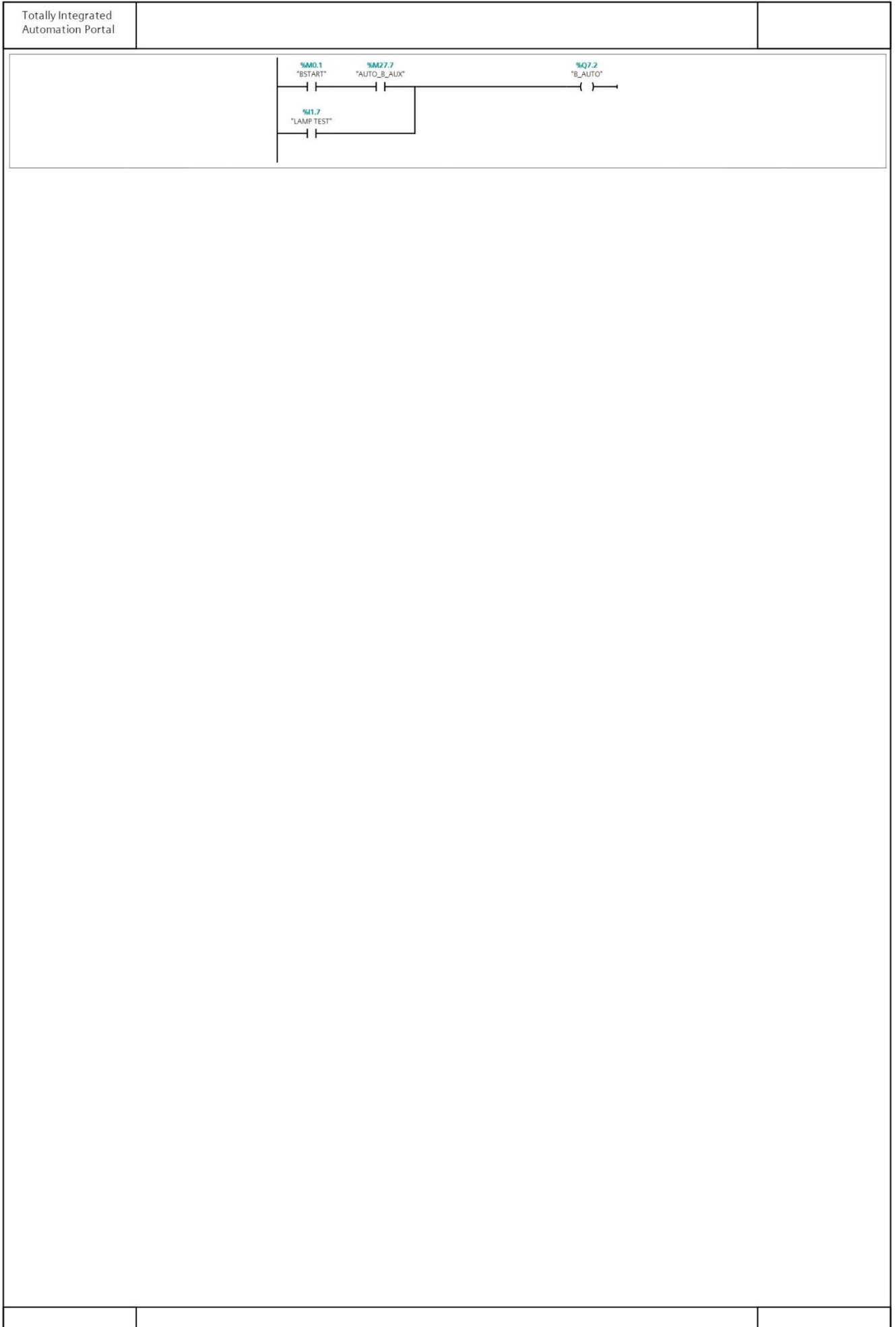
"Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile "

Network 5: "Alarme de température haute, haute de refoulement Comp B"

"Alarme de température haute, haute de refoulement "

<p>Totally Integrated Automation Portal</p>		
<p>Network 6: "Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile Comp B" "Alarme de pression différentielle haute, haute au niveau de séparateur d'huile "</p>		
<p>Network 7: "Le compresseur A est en surcharge." "Le compresseur A est en surcharge."</p>		
<p>Network 8: "Le compresseur B est en surcharge." "Le compresseur B est en surcharge."</p>		
<p>Network 9: "Default de ventilateur Comp A" "Default de ventilateur "</p>		
<p>Network 10: "Default de ventilateur Comp B" "Default de ventilateur "</p>		
<p>Network 11: "Alarme de haute pression différentielle au niveau du filtre d'air Comp A" "Alarme de haute pression différentielle au niveau du filtre d'air "</p>		
<p>Network 12: "Alarme de haute pression différentielle au niveau du filtre d'air Comp A" "Alarme de haute pression différentielle au niveau du filtre d'air "</p>		

Totally Integrated Automation Portal		
Network 13: "Alarme de basse pression"		
"Alarme de basse pression"		
Network 14: "Alarme de haute pression différentielle au niveau du préfiltre"		
"Alarme de haute pression différentielle au niveau du préfiltre"		
Network 15: "Alarme défaillance de sécheur"		
"Alarme défaillance de sécheur"		
Network 16: "Comp A En marche "		
"Comp A En marche "		
Network 17: "Comp B En marche "		
"Comp B En marche "		
Network 18: "Le compresseur A démarre automatiquement."		
Compresseur A IN AUTO		
Network 19: "Le compresseur B démarre automatiquement."		
Compresseur B IN AUTO		



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks

Block_7 [FB7]

Block_7 Properties

General

Name	Block_7	Number	7	Type	FB	Language	LAD
Numbering	Automatic						

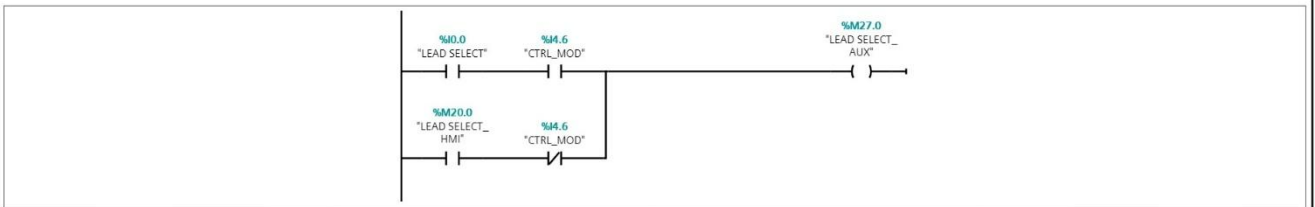
Information

Title		Author		Comment	LED Controle HMI/PANNEL	Family	
Version	0.1	User-defined ID					

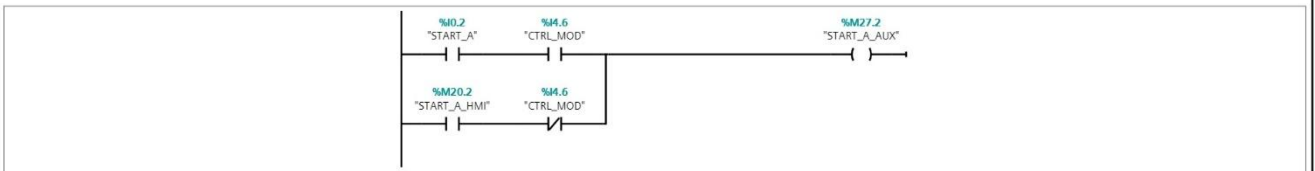
Block_7

Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Write-able from HMI/OPC UA	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervision	Comment
Input									
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

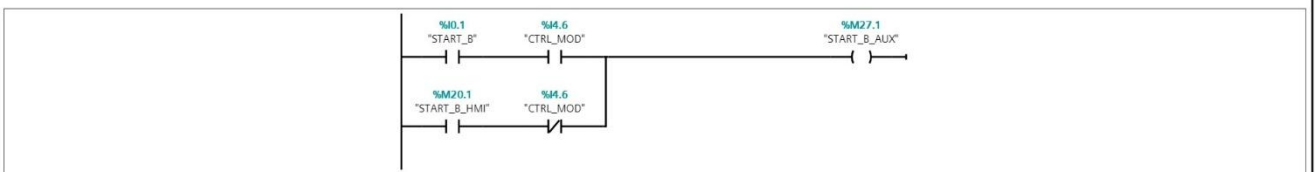
Network 1:



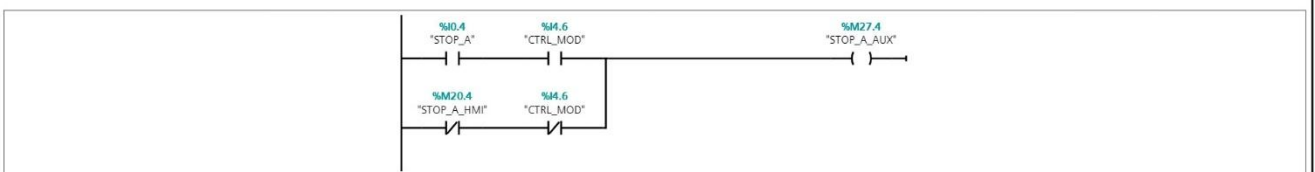
Network 2:



Network 3:



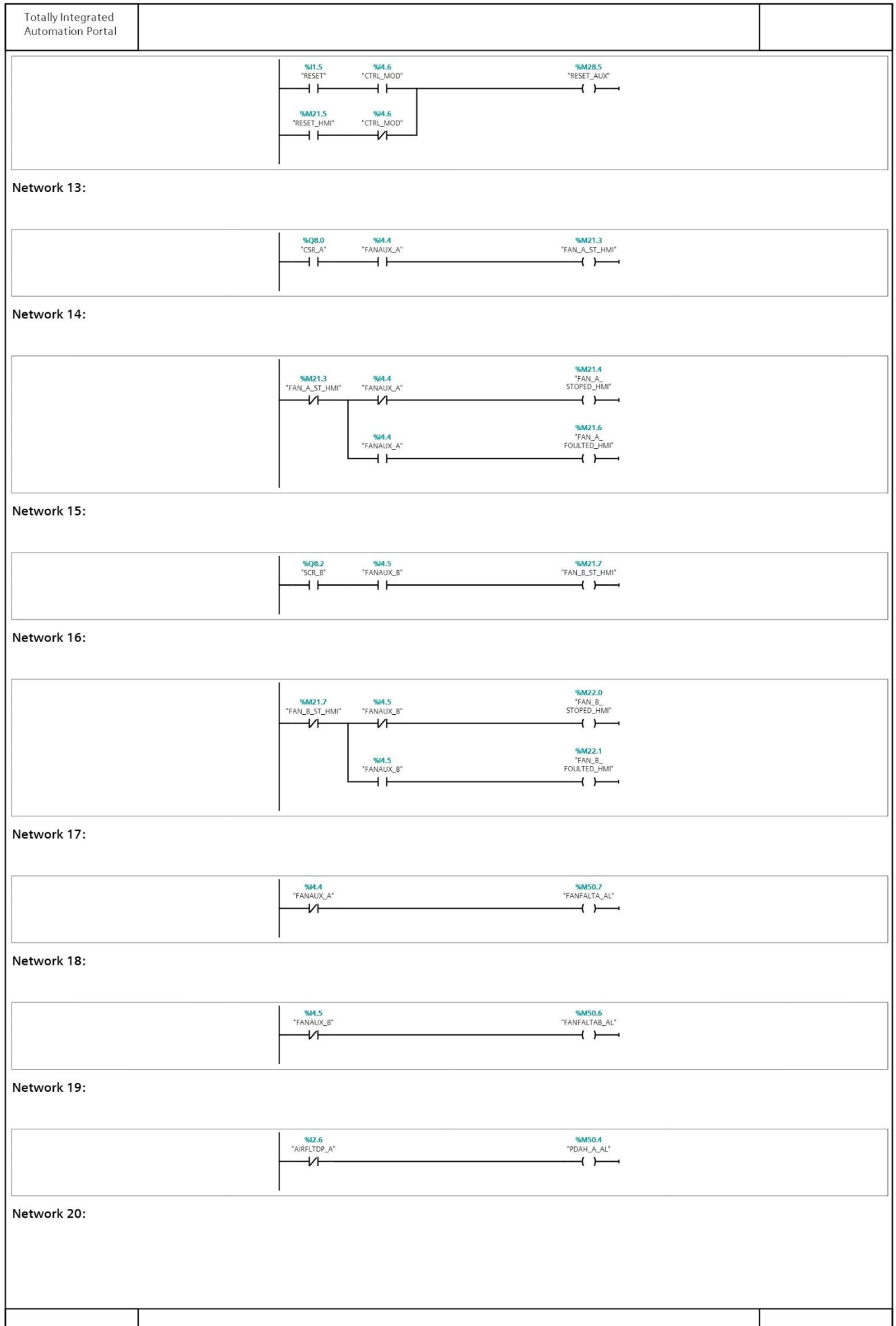
Network 4:

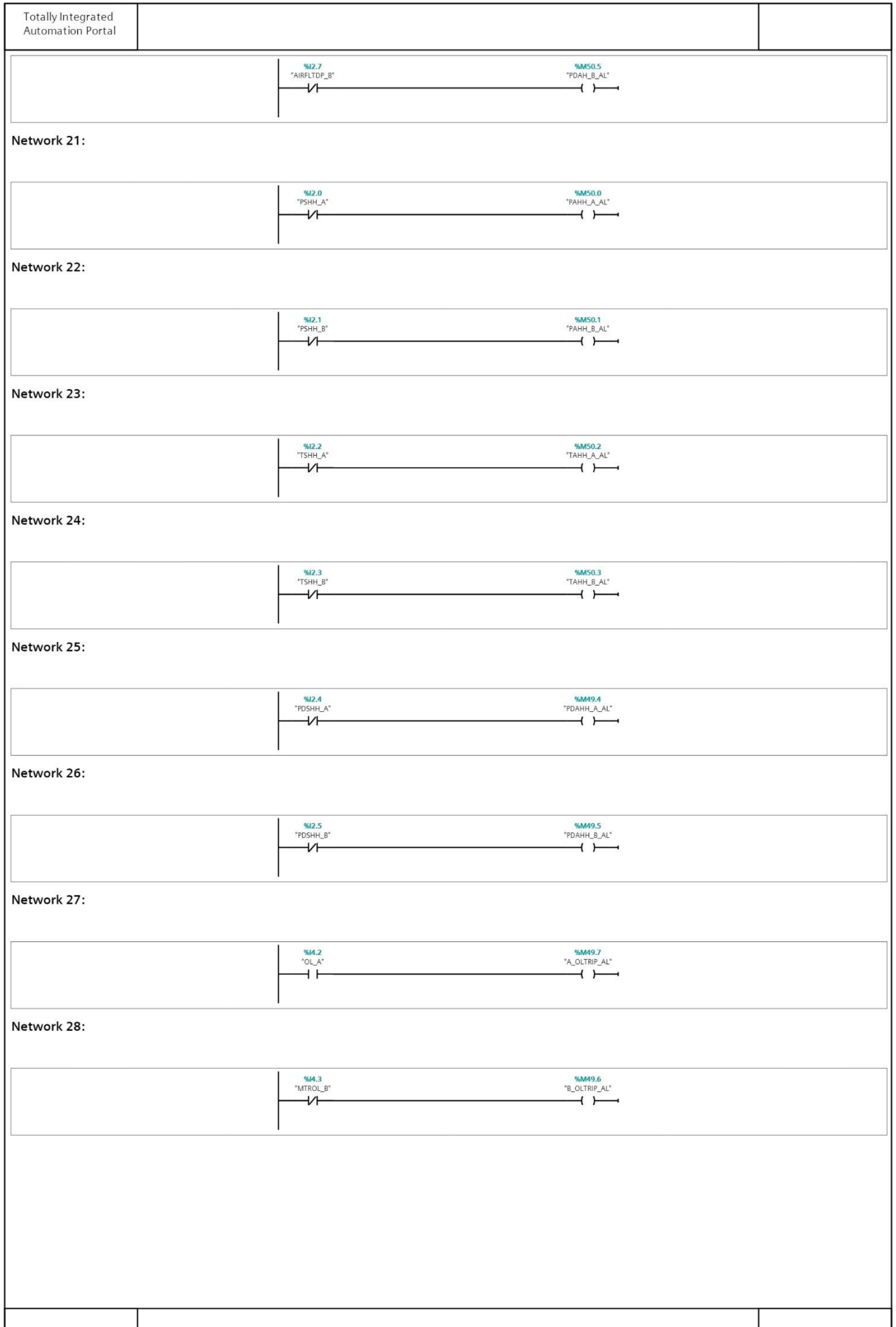


Network 5:

--	--	--

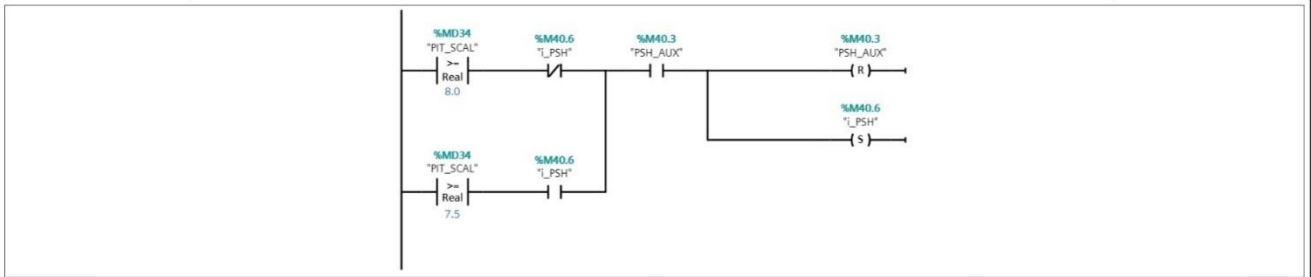
<p>Totally Integrated Automation Portal</p>		
<p>Network 6:</p>		
<p>Network 7:</p>		
<p>Network 8:</p>		
<p>Network 9:</p>		
<p>Network 10:</p>		
<p>Network 11:</p>		
<p>Network 12:</p>		





Totally Integrated Automation Portal									
COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks									
Block_8 [FB8]									
Block_8 Properties									
General									
Name	Block_8	Number	8	Type	FB	Language	LAD		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment	Traitement Analogique	Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Block_8									
Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writ-able from HMI/OPC UA	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
Input									
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									
Network 1:									
mise à echelle PIT									
Network 2:									
Network 3:									
Network 4:									
Network 5:									

Totally Integrated Automation Portal



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

COMPAIR / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Program blocks

Block_9 [FB9]

Block_9 Properties

General							
Name	Block_9	Number	9	Type	FB	Language	LAD
Numbering	Automatic						
Information							
Title		Author		Comment	AUX	Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Block_9									
Name	Data type	Offset	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervision	Comment
Input									
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

Network 1:

Network 2:

Network 3:

Network 4: