

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



SIEMENS

Département d'automatique
Siemens SPA

Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'état en Automatique

Commande et automatisation d'une station de pompage d'hydrocarbures

Réalisé par :

LAZRI Anes

RAZALI Younes

Composition du Jury :

Président	Mr O.STIHI	Enseignant chercheur	ENP
Examineur	Mr D.BOUKHETALA	Professeur	ENP
Promoteurs	Mr R.ILLOUL	MCA	ENP
	Mr S.BENALIA	Ingénieur d'état	Siemens
	Mr S.BOUFEDJI	Ingénieur d'état	Siemens

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



SIEMENS

Département d'automatique
Siemens SPA

Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'état en Automatique

Commande et automatisation d'une station de pompage d'hydrocarbures

Réalisé par :

LAZRI Anes

RAZALI Younes

Composition du Jury :

Président	Mr O.STIHI	Enseignant chercheur	ENP
Examineur	Mr D.BOUKHETALA	Professeur	ENP
Promoteurs	Mr R.ILLOUL	MCA	ENP
	Mr S.BENALIA	Ingénieur d'état	Siemens
	Mr S.BOUFEDJI	Ingénieur d'état	Siemens

ENP 2020

ملخص

يهدف هذا المشروع إلى تصميم حل للتحكم عن بعد لمحطة ضخ البترول بالمجمع الصناعي نايلي عبد الحلیم - سوناتراك الواقعة بحاسي مسعود ولاية ورقلة. الغرض الرئيسي من المحطة ضخ النفط الخام إلى مجمع حوض الحمراء النفطي.

للمراقبة و التحكم في المحطة تم SCADA ، الذي يسمح للتقني بالتحكم و مراقبة جميع العمليات. تم تطبيق النظام تصميم نظام

بإستخدام برنامجي SIMATIC STEP 7 و WinCC Explorer.

الكلمات المفتاحية : المتحكم المنطقي المبرمج، Siemens، محطة الضخ، STEP 7، WinCC، التشغيل الآلي، الأجهزة، المراقبة، SCADA.

Abstract

The objective of this project is to design and implement a remote control solution for a fire pumping station of the Naili Abdelhalim Industrial Complex of SONATRACH located in the wilaya of Ouargla in Hassi Messaoud. The main objective of the pumping station is to ship crude oil to the Haoud El Hamra oil complex. For supervision and control, a SCADA system is designed to enable the operator to control and monitor all the different processes of the station. The automation system was implemented using SIMATIC Step 7 for the Automation Station (AS) and WinCC Explorer for the Operating Station (OS).

Keywords: Programmable Logic Controller, Siemens, Pumping station, STEP7, WinCC, automatisisation, instrumentation, supervision, SCADA.

Résumé

L'objectif de ce projet est de concevoir et de réaliser une solution de contrôle à distance pour une station de pompage d'incendie du Complexe Industriel Naili Abdelhalim de SONATRACH situé dans la wilaya de Ouargla à Hassi Messaoud. La station de pompage a pour principal objectif d'expédier le pétrole brut vers le complexe pétrolier de Haoud El Hamra. Pour la supervision et le contrôle, un système SCADA est conçu de manière à permettre à l'opérateur de commander et de surveiller tous les différents processus de la station. Le système d'automatisation a été mis en œuvre en utilisant SIMATIC Step 7 pour la station d'automatisation (AS) et WinCC Explorer pour la station d'exploitation (OS).

Mots clés: Automate programmable industriel, Siemens, station de pompage, STEP7, WinCC, automatisisation, instrumentation, supervision, SCADA.

Remerciements

On remercie Dieu le tout-puissant de nous avoir donné le courage, la santé et de nous avoir accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.

On remercie vivement notre promoteur et enseignant, Monsieur Rachid ILLOUL de nous avoir aidé dans notre travail et surtout d'avoir cru en nos compétences.

On est reconnaissants à nos promoteurs de stage, Monsieur Samir BENALIA et Monsieur Sidali BOUFEDJI, pour leurs conseils, orientations et instructions.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et d'avoir bien voulu l'examiner et l'enrichir de leurs propositions.

On remercie chaleureusement nos familles et tous nos amis pour leur soutien et leurs encouragements.

On souhaite aussi remercier tous les enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique, et en particulier nos professeurs d'automatique qui nous ont encadré auparavant et tous nos enseignants pour les connaissances qu'ils nous ont transmises, leur disponibilité et leurs efforts.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

Merci à toutes et à tous.

Dédicaces

À mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, et leurs prières tout au long de mes études, aucune dédicace ne saurait exprimer mon profond amour, ma vive gratitude et mon estime attachement.

À mon frère Amine, pour son affection, sa tendresse et sa fraternité, je lui souhaite une heureuse vie et un bel avenir.

À ma chère nièce Sylia, pour qui je souhaite un brillant avenir avec beaucoup de succès et de réussite, ainsi que ma belle-sœur.

À toute ma famille.

À mon cher ami et binôme Anes avec qui j'ai travaillé avec grand plaisir.

À mes chers amis : Mounir, Adem, Raouf, Lyes, Oussama, Lotfi, Djilil et Moussa la seconde famille que j'ai choisi d'avoir.

À tous mes camarades de notre chère école avec qui j'ai passé de bons moments et appris beaucoup de choses.

À tous ceux qui m'ont encouragé et ont eu confiance en mes capacités pendant mon parcours.

Je dédie ce modeste travail.

Younes

Dédicaces

*À mes parents, merci d'avoir toujours cru en moi. Merci pour votre amour, vos prières, vos encouragements, votre soutien et votre présence tout au long de mes études.
Merci de m'avoir donné la chance de devenir celui que je suis aujourd'hui.
J'espère que vous êtes fiers de moi.*

À mes frères Mahdi et Mouad qui m'ont soutenu durant toute ma vie.

À mon binôme Younes, pour tous les bons moments passés ensemble, pour cette expérience et son soutien tout au long de nos années d'études

À mes chers amis : Dalil, Ishak, Fares, Bilel, Abderrahmane, Lyes, Merouane, Yasmine, Madina, Maissa, Camélia, Zahia, Ahlem, Sara, la seconde famille que j'ai choisi d'avoir.

À tous ceux qui m'ont encouragé et ont eu confiance en mes capacités pendant mon parcours.

À tous ceux qui me sont chers, je dédie ce modeste travail.

Anes

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale	15
1 Description générale du projet	16
1.1 Introduction	17
1.2 Présentation de l'entreprise	17
1.3 Présentation du complexe CINA	19
1.3.1 Séparation sur champ	20
1.3.2 Unité satellite	20
1.3.3 Unité de traitement du brut	20
1.3.4 Unité de compression	21
1.3.5 Unité de GPL	21
1.4 Description de la nouvelle unité d'expédition du pétrole brut du complexe CINA	22
1.5 Problématique générale	22
1.6 Conclusion	23

2	Instrumentation	24
2.1	Introduction	25
2.2	Les diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation P&ID	25
2.3	Capteurs	26
2.3.1	Pressostat	27
2.3.2	Manomètre	29
2.3.3	Débitmètre à orifice	30
2.3.4	Contacteur de niveau	32
2.3.5	Capteur de niveau	33
2.3.6	Transmetteur de pression	34
2.3.7	Indicateur et transmetteur de température	35
2.4	Actionneurs	36
2.4.1	Vanne motorisée	36
2.4.2	Electrovanne	37
2.5	Conclusion	37
3	Automatisation du système de gestion et de contrôle	38
3.1	Introduction	39
3.2	Architecture des systèmes d'automatisation	39
3.2.1	Automate programmable industriel	39
3.3	Solution d'automatisation à base d'automate S7 400	41
3.3.1	Choix de la CPU 414-5H	42
3.3.2	Choix du chassis UR2H	43
3.3.3	Module d'alimentation de la CPU PS405	43
3.3.4	Choix du module de communication Ethernet CP443-1	44
3.3.5	Station de périphérie décentralisée ET200M	45
3.3.6	Coupleur IM 153-4	46
3.3.7	Modules d'E/S	47
3.3.8	Module de communication CP 341-RS 422/485	47
3.4	Dispositif de démarrage des pompes	48
3.4.1	Fonctionnement d'un démarreur progressif	48

3.4.2	Fonctionnement d'un VFD	49
3.4.3	Choix du dispositif de démarrage	49
3.5	Configuration matérielle sur STEP7	51
3.6	Bibliothèque BST	52
3.7	Editeur CFC	53
3.8	Gracet de fonctionnement des pompes	55
3.9	Organigrammes	56
3.10	Conclusion	60
4	Contrôle et supervision	61
4.1	Introduction	62
4.2	Supervision et systèmes SCADA	62
4.3	WinCC Explorer	63
4.3.1	Présentation générale	63
4.3.2	Création d'une station PC dans un projet	64
4.3.3	Les objets dans SIMATIC WinCC	64
4.3.4	Configuration des faceplates	65
4.4	Configuration des vues	66
4.4.1	Vue d'accueil	67
4.4.2	Vue de la pomperie horizontale	67
4.4.3	Vue de la pomperie verticale 650	68
4.4.4	Vue de la pomperie verticale 1300	69
4.4.5	Vue de drain fermé	70
4.4.6	Vue de drain ouvert	71
4.4.7	Alarmes et archivage	72
4.5	Conclusion	73
	Conclusion générale	74

Références bibliographiques	75
Annexes	76
A Liste des entrées/sorties	77
B Solution d'automatisation à base d'automate S7 1500	80
C Présentation du logiciel TIA Selection Tool	84
D Présentation de l'éditeur CFC	93
E Présentation de la bibliothèque BST	98

Liste des tableaux

2.1	Tableau des pressostats	28
2.2	Tableau des manomètres	29
2.3	Tableau des capteurs de pression	34
2.4	Tableau des vannes motorisées	36
3.1	Blocs de la bibliothèque BST	52

Liste des figures

1.1	Structure du complexe CINA	19
2.1	Elements de base d'un schéma P&ID	26
2.2	Pressostat QBM81	27
2.3	Manomètre WIKA PM 02.04	30
2.4	Structure de base d'un débitmètre à orifice [5]	30
2.5	SITRANS F M MAG 5000	31
2.6	Contacteur de niveau SITRANS LVL 200	32
2.7	Transmetteur de niveau SITRANS LR560	33
2.8	Transmetteur de pression de Siemens SITRANS P420	34
2.9	SITRANS TF280	35
3.1	Automate S7 400 : installation redondante	40
3.2	Solution hardware à base d'automate S7 400	41
3.3	CPU 414-5H	42
3.4	Exemple d'installation sur rack de deux automates redondants	43
3.5	Module d'alimentation de la CPU PS405	44
3.6	Module de communication C443-1	44
3.7	Station de périphérie ET200M	45
3.8	Coupleur IM 153-4	46

3.9	Module de communication CP 341-RS 422/485	47
3.10	Moteur avec montage dos à dos des thyristors	49
3.11	Configuration HW sur STEP7	51
3.12	Programme CFC de la pompe horizontale P4	54
3.13	Grafcet général	55
3.14	Organigramme de fonctionnement des pompes PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, P4, P5	57
3.15	Organigramme de fonctionnement des pompes P101-A, P102-B	59
3.16	Organigramme de fonctionnement des pompes P201-A, P202-B	60
4.1	WinCC Explorer : vue principale	63
4.2	Ajout d'une PC station	64
4.3	Faceplate du bloc moteur	66
4.4	Station PC CINA : Vue d'accueil	67
4.5	Station PC CINA : Vue pomperie horizontale	68
4.6	Station PC CINA : Vue pomperie verticale 650	69
4.7	Station PC CINA : Vue pomperie verticale 1300	70
4.8	Station PC CINA : Vue drain fermé	71
4.9	Station PC CINA : Vue drain ouvert	72

Liste des abréviations

AI Analog Input
API Automate Programmable Industriel
BP Basse Pression
CFC Continuous Function Chart
CINA Complexe Industriel Naïli Abdelhalim
CIS Complexe Industriel Sud
CPU Central Processing Unit
DB Blocs de Données
DI Digital Input
DO Digital Output
E/S Entrée / Sortie
EV Electrovanne
FB Function Block
FC Fonction
FIT Flow Indicator Transmitter
GPL Gaz de pétrole liquéfié HP Haute Pression
HEH Haoud El-Hamra
HW HardWare
IO Input / Output
IP Internet Protocol
LDMP Ligne Directe Moyenne Pression
LDHP Ligne Directe Haute Pression
LIT Level Indicator Transmitter
LG Indicateur de niveau à Glace
LSH Level Switch High

LSL Level Switch Low
LSLL Level Switch Low Low
MP Moyenne Pression
ND Non défaillant
OS Opérateur Station
PIT Pressure Indicator Transmitter
PLC Programmable Logic Device
PS Gamme des alimentations stabilisées de Siemens
PSH Pressure Switch High
PSL Pressure Switch Low
RMF Gamme de relais de protection
SCADA Supervisory Control And Data Acquisition
SIMATIC Siemens AutomatIC
T Timer
TCP Transmission Control Protol
TVR Tension de vapeur
WinCC Windows Control Center Totally Integrated Automation
ZCINA nouvelle Zone Complexe Industriel Naili Abdelhalim

Introduction générale

La compétitivité entre les entreprises nécessite l'utilisation fréquente et intensive de technologies de production avancées. La complexité de la production et des opérations à réaliser conduit à la réalisation d'équipements et de systèmes pour l'automatisation des usines de fabrication ou de production.

Aujourd'hui, les automates programmables industriels API sont les composants les plus utilisés dans le domaine de l'automatisation. Parce qu'ils répondent au besoin d'adaptabilité et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations, ils se retrouvent dans presque tous les domaines de l'industrie.

L'industrie pétrolière, un secteur clé qui peut être considéré comme le seul pilier sur lequel s'appuie l'économie de notre pays possédant d'importantes réserves en pétrole et en gaz naturel, sont témoins de cette révolution.

Ainsi, en vue de la demande qui ne cesse de croître, les compagnies pétrolières procèdent sans cesse à des projets de rénovation et d'élargissement des sites.

Aujourd'hui, dans le but d'élargir le complexe pétrolier CINA, une nouvelle pomperie d'expédition de pétrole brut sera mise en place, un projet auquel on a eu la chance d'apporter notre modeste contribution qui sera présentée dans ce mémoire.

Notre mémoire est organisé en plusieurs parties présentées comme suit : le chapitre I est consacré à la description du complexe et à l'établissement de la problématique générale en se basant sur le cahier des charges. Ensuite, dans le chapitre II, on décrira le dimensionnement de l'instrumentation proposée. Avant de proposer une solution d'automatisation qui inclura l'étude matérielle et la solution software développée dans le chapitre III.

Finalement, le quatrième chapitre abordera la partie commande et supervision de la solution proposée. Le travail sera clôturé par une conclusion générale.

CHAPITRE 1

Description générale du projet

1.1 Introduction

Ce chapitre présente brièvement l'entreprise avec laquelle nous travaillons (en l'occurrence Siemens) et le Complexe Industriel Naili Abdelhalim à Hassi Messaoud. De plus, une explication de la problématique est faite à la fin du chapitre.

Le gisement Hassi Messaoud est l'un des plus grands gisements d'Algérie, couvrant une superficie de 1 600 kilomètres carrés. Ce dernier est divisé en deux secteurs : le premier est au sud et le second au nord. De plus, un complexe industriel a été créé dans chaque secteur pour exploiter au mieux ses richesses en hydrocarbures.

Ce qui nous permet de distinguer deux complexes, à savoir, le Complexe Industriel Sud CIS et le Complexe Industriel Nord Naili Abdelhalim CINA.

1.2 Présentation de l'entreprise

Siemens est un groupe international allemand spécialisé dans l'énergie, la santé, l'industrie et la construction. Il a été fondé en 1847 par Werner von Siemens. L'histoire de Siemens en Algérie remonte à 1857, lorsque Werner von Siemens a participé à l'installation du premier câble télégraphique transocéanique entre l'Europe et l'Afrique, liant la Ville de Cagliari, capitale de la Sardaigne, à Annaba en Algérie.

En 1962, Siemens a ouvert son premier bureau de représentation en Algérie. Aujourd'hui, l'entreprise joue un rôle actif dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'eau, de l'industrie et de l'assainissement du pays et dispose d'un large portefeuille de solutions et de services en Algérie.

Au cours de l'exercice 2013 (du 1er octobre 2012 au 30 septembre 2013), le chiffre d'affaires de Siemens en Algérie était de 171 millions d'euros et le carnet de commandes de 663 millions d'euros.

Siemens a construit la première centrale électrique de 700 MW et la première ligne de métro en Algérie, et a fourni deux turbines à gaz pour la première centrale électrique à cycle combiné du pays.

SIEMENS regroupe à ce jour plus de 3 principales compagnies :

Operating companies

- Power and Gas : cette OC Power and Gas s'adapte aux problèmes du pétrole, du gaz naturel, de l'énergie et des domaines industriels (turbines, compresseurs) en fournissant aux clients des produits et solutions fiables, efficaces, propres et sûrs.
- Smart infrastructure : cette OC comprend tout ce qui concerne le contrôle de la production, la production de nouveaux produits et des solutions intelligentes pour les différentes infrastructures.

- Digital industries : cette OC fournit des solutions d'automatisation et d'entraînement (moteurs industriels) qui peuvent optimiser les processus industriels et augmenter la productivité des participants dans les industries chimiques, pharmaceutiques, pétrolières / pétrochimiques, environnementales ou alimentaires.

Strategic companies

- Mobility : cette SC propose des solutions d'automatisation et d'électrification intelligentes pour le transport ferroviaire (réduction des émissions de CO₂, optimisation de la durée de vie et de l'efficacité des équipements). En plus de solutions de voitures connectées, gestion du trafic routier et véhicules électriques.
- Healthneers : cette SC s'occupe des moyens pouvant aider le domaine médical, en fournissant des solutions pour tout ce qui est : Imagerie médicale, radiothérapie (scanner IRM, échographie, radiologie, radiologie numérique, médecine nucléaire, distribution d'images (PACS), angiographie coronaire, radiologie interventionnelle), diagnostic de laboratoire (Automates d'analyses médicales et réactifs pour analyses de Biologie médicale), aides auditives.
- Renewables : cette SC est chargée de trouver des solutions dans le domaine des énergies renouvelables.

Services companies

- Enfin, ce service s'occupe du financement et de l'investissement dans les projets d'automatisation, de numérisation et d'électrification des entreprises partenaires afin qu'elles puissent se développer et évoluer dans les meilleures conditions. En plus de la gestion de l'activité globale de Siemens.

1.3 Présentation du complexe CINA

Le Complexe industriel Naïli Abdelhalim CINA au nord du champ pétrolier Hassi Messaoud dans la wilaya de Ouargla reçoit la production totale d'hydrocarbures mixtes de la région nord. Le complexe CINA est constitué de chaînes de processus plus ou moins complexes. Il dispose de trois unités de base : unité de traitement, unité de compression et unité de GPL. L'unité de traitement indiquée par la case verte sur la figure 1.1 assure la séparation, le dessalement, la stabilisation partielle et le stockage du pétrole brut.

D'une part, cette production provient principalement de l'unité satellite et de séparateurs sur site, et d'autre part, elle provient directement des puits de la canalisation directe moyenne pression LDMP et de la canalisation directe haute pression LDHP.

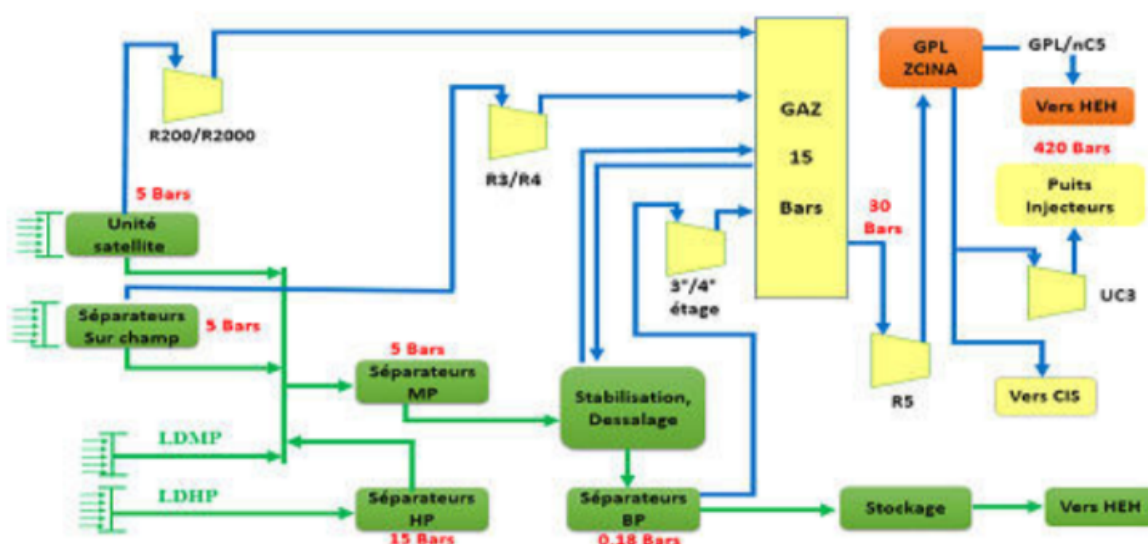


FIGURE 1.1 – Structure du complexe CINA

Le pétrole brut sortant du puits est un mélange de phase gazeuse, de phase liquide (pétrole brut lui-même) et de phase aqueuse (eau). La première étape du traitement d'un mélange d'hydrocarbures à partir d'un puits, dit traitement préliminaire, consiste à séparer le pétrole, le gaz et l'eau au niveau de l'unité satellite. L'unité de compression se compose des blocs de la figure 1.1 colorés en jaune. Elle gère la compression du gaz dans la phase de séparation jusqu'à ce qu'il atteigne la pression d'alimentation du dispositif GPL.

L'unité GPL représentée par le carré orange sur la figure 1.1 a pour rôle de traiter le gaz associé généré pendant le traitement du pétrole brut pour récupérer les composants récupérables. [4]

1.3.1 Séparation sur champ

Huit séparateurs sont utilisés pour la séparation sur le terrain, qui fonctionnent à différentes pressions, situées à 10 à 15 km du complexe CINA. Les produits résultants comprennent : du pétrole brut partiellement séparé, un séparateur de pression moyenne de 5 bars pompé vers CINA et du gaz relativement lourd, qui est transporté par gravité vers la station de compression R3 / R4 à une pression de 5 bars au CINA.

1.3.2 Unité satellite

Le but de l'installation satellite est de prétraiter le pétrole dans les puits voisins. Elle se compose de deux étages de séparation du pétrole brut fonctionnant à des pressions différentes et de deux unités de compression R200 / R2000 pour la compression des gaz produits localement. Les produits résultats sont :

- Le pétrole brut partiellement séparé est pompé vers le séparateur de pression moyenne de 5 bars du CINA ;
- Un gaz relativement lourd comprimé à 18 bars peut être transporté en parallèle au collecteur d'alimentation de l'unité de compression R5 ;
- Une petite quantité de gaz peut être transportée au collecteur de séparateurs du CINA à moyenne pression 5 bar par gravité ;
- L'eau huileuse récupérée du réservoir est pompé vers l'unité de traitement des eaux usées du centre CINA.

1.3.3 Unité de traitement du brut

L'unité de traitement du pétrole brut se compose d'une unité de séparation et d'une unité de stabilisation et de dessalement. Les unités de séparation reçoivent tout le pétrole brut directement à partir de puits dans les champs de pétrole du Nord, soit directement (appelés pipelines directs), soit par l'intermédiaire d'unités à l'extérieur du complexe (appelées unités satellites).

Le pétrole brut est reçu dans un collecteur sur les conduites haute et moyenne pression afin d'alimenter l'unité de séparation en fonction du niveau de pression. Le pétrole brut sera introduit dans les séparateurs MP moyenne pression et HP haute pression pour un traitement ultérieur.

Le rôle du séparateur est d'extraire le gaz soluble dans l'huile par expansion après évaporation dans le pipeline et le réseau de collecte. Sur la base de la différence de densité, le séparateur maintient les gouttelettes d'eau entraînées par le pétrole brut à travers le phénomène de sédimentation.

Le pétrole brut du séparateur moyenne pression MP est envoyé vers une unité de stabilisation et de dessalement, dont le but principal est d'évaporer la fraction légère qui constitue

l'alimentation de l'unité GPL.

Afin de réduire la salinité à 40 mg / L, le dessalement est effectué dans deux dessaleurs électrostatiques, et la stabilisation a pour fonction d'abaisser la pression de vapeur (TVR), car ce paramètre est très important dans les ventes de pétrole. L'unité de compression du troisième/quatrième étage est conçue pour comprimer le gaz de la tour de stabilisation et du séparateur basse pression BP, qui peut être fourni à l'unité de compression R4 ou R5 à une pression de 0,18 bar à 15 bar. Le pétrole brut prétraité est stocké dans des réservoirs à toit fixe puis transporté à Haoud El-Hamra HEH à l'aide de pompes de transport. [4]

1.3.4 Unité de compression

L'unité de compression est en fait composée de deux unités de compression et d'une unité de réinjection :

- Le dispositif de compression R3 / R4 peut comprimer le gaz disponible de 05 bar à 15 bar avec une capacité de 3,5 millions de mètres cubes.
- L'unité de compression R5 comprime le gaz disponible de 15 à 30 bars. Les sources d'énergie sont diverses : gaz provenant de séparateurs sur site, séparateurs moyenne et haute pression, unités de troisième et quatrième étages de compression, et gaz provenant d'unités satellites.
- L'unité de réinjection UC3 peut être compressée à une pression maximale de 420 bars, avec une pression maximale de 5 millions de m^3/j . Ces gaz proviennent du train GPL ZCINA et la pression est de 28 bars. Le gaz est délivré au puits d'injection via le collecteur de distribution.

1.3.5 Unité de GPL

L'usine de gaz de pétrole liquéfié est une usine de traitement de gaz utilisé pour séparer le gaz de pétrole liquéfié et les condensats du gaz associé dans le champ de gaz du nord de Hassi Messaoud, appelé gaz de pétrole liquéfié ZCINA (nouveau parc industriel Naili Abdelhalim). Le GPL ZCINA est un dispositif d'extraction de gaz associé de l'unité de traitement de pétrole brut CINA dans le champ nord de Hassi Messaoud. Il renvoie le gaz épuisé au CINA et distribue le GPL extrait du gaz d'alimentation à une nouvelle station de pompage (non fournie) à 17 km. La nouvelle unité sera située à 5 kilomètres au nord de CINA. À l'avenir, une partie du gaz d'alimentation proviendra du dispositif de séparation directe à haute pression du pipeline LDHP situé à ZCINA.

1.4 Description de la nouvelle unité d'expédition du pétrole brut du complexe CINA

La nouvelle unité d'expédition du pétrole du complexe CINA, objet de notre projet comprend les éléments suivants :

- Une pomperie verticale : Il s'agit d'un ensemble de pompes disposées verticalement, dont quatre (PP1, PP2, PP3, PP4) est d'une capacité de $650 \text{ m}^3/\text{h}$ et deux (PP5, PP6) d'une capacité $1300 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Une pomperie horizontale : cette dernière se compose de deux pompes d'une capacité de $650 \text{ m}^3/\text{h}$ disposées horizontalement.
- Un bâtiment technique : Celui-ci se compose d'une sous-station électrique alimentant toutes les installations liées à l'unité d'expédition, la salle d'automates, les bureaux et les deux loges de transformateurs.
- Un drain ouvert et fermé, chaque drain se compose de deux motopompes immergées P101 A/B et P201 A/B d'une capacité de $7 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Deux lignes de stockage « M-IE/F/G, M-IA/B/C/D/G »
- Deux lignes de refoulement vers HEH.
- Skid de comptage fiscal afin de quantifier la quantité de brut transporté vers Haoud El Hamra.

1.5 Problématique générale

À l'heure actuelle, les dirigeants du complexe CINA cherchent à mettre en place une nouvelle pomperie d'expédition du pétrole brut afin de pomper ce dernier pendant son écoulement dans l'oléoduc, pour compenser la perte de charge qu'il subit tout au long d'un parcours vers Haoud El Hamra.

L'objet du projet proposé comprend une étude et une proposition de solution automatisée pour le système de commande, de contrôle et de supervision de la nouvelle pompe de transport de l'unité CINA.

- Il est nécessaire de proposer une architecture d'automatisation qui réponde aux exigences du client. Cette dernière doit contenir l'ensemble des éléments indispensables au fonctionnement de l'automate (CPU, châssis, modules...).
- L'installation étant composée principalement d'une pomperie verticale, une pomperie horizontale et d'un drain ouvert/fermé, il est demandé d'automatiser l'ensemble de ces parties, en utilisant le logiciel et la bibliothèque adéquats.
- Enfin, une interface homme-machine doit être créée pour la surveillance, qui sera faite par PC depuis la salle de contrôle. Le but principal du système est de contrôler et de surveiller les paramètres des nouvelles installations de la pomperie expédition,

horizontales et verticales et leurs équipements associés. Le contrôle peut être effectué localement ou à distance depuis la salle de contrôle existante UP1.

1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, on a décrit le complexe pétrolier qui va abriter la nouvelle pomperie d'expédition, les composants de cette dernière et enfin la problématique générale à laquelle on doit apporter une solution.

CHAPITRE 2

Instrumentation

2.1 Introduction

L'instrumentation regroupe principalement les équipements de terrain et les dispositifs de contrôle (exemple : soupapes, vannes) qui permettent de mesurer et de contrôler différents paramètres physiques (température, pression, débit etc.). Dans notre cas on parlera de capteurs et d'actionneurs, on verra dans ce qui suit l'ensemble des instruments indispensables au fonctionnement automatique de notre processus.

2.2 Les diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation P&ID

Les diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation sont des diagrammes qui définissent tous les éléments d'un processus industriel. Il s'agit du tableau le plus précis et le plus complet utilisé par les ingénieurs pour décrire des processus.

Il diffère des autres diagrammes par le fait qu'il ajoute les éléments de commande, les accessoires, les détails d'isolation et de protection des équipements et les positions de coordination des équipements entre eux.

Les appareils, vannes et éléments de commande sont représentés par des symboles.

La figure 2.1 représente les éléments de base indispensables à la lecture d'un schéma P&ID.

En plus des éléments mentionnés sur le diagramme, les informations suivantes peuvent être trouvées sur les schémas de pipeline et d'instrumentation :

- Données et dimensions de fonctionnement de l'équipement ;
- Dimensions et particularités des tuyaux.
- L'emplacement de l'équipement (étage) ;
- Données sur l'équipement électrique et de contrôle ;[2]

Ce dernier nous a permis d'identifier les différents capteurs et actionneurs de l'installation.

Le figure [8] donne les indications principales pour pouvoir lire un schéma P&ID.

Common Primary Device Symbols				
Analyzer	Level	Temperature	Pressure	What does it mean?
AI 1234	LI 1234	TI 1234	PI 1234	Indicates only
AT 1234	LT 1234	TT 1234	PT 1234	Transmits only
AIT 1234	LIT 1234	TIT 1234	PIT 1234	Indicates and transmits
ADIT 1234	LDIT 1234	TDIT 1234	PDIT 1234	Indicates and transmits (Includes first letter modifier D for Differential)
Other Common Examples				
XV 1234	Actuated Valve		ZSC 1234	Limit Switch (close)
SV 1234	Solenoid Valve		ZSO 1234	Limit Switch (open)
SC 1234	Speed Controller		VS 1234	Vibration Switch
HS 1234	Hand Switch		PS 1234	Pressure Switch

FIGURE 2.1 – Elements de base d'un schéma P&ID

2.3 Capteurs

Un capteur est un appareil qui convertit l'état des quantités physiques observées en quantités utilisables, telles que la tension, la hauteur de mercure, la force ou la déviation de l'aiguille. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données.

Ils sont représentés par des cercles dans les diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation en anglais PID, où nous pouvons trouver des informations sur les types de capteurs et

leurs numéros d'identification. Les capteurs proposés dans le cadre du dimensionnement de l'instrumentation sont des transmetteurs 4-20 mA ou des détecteurs à sortie électrique de type TOR, permettant de mesurer le débit, la température, le niveau de liquide ainsi que la pression.

2.3.1 Pressostat

Un pressostat est un dispositif qui détecte que la pression du fluide a dépassé une valeur prédéterminée. Il s'agit d'un appareil contenant un micro-interrupteur. Une fois que la valeur de la pression de service est inférieure à la valeur de pression pré réglée manuellement par l'utilisateur, il commute.

Les pressostats différentiels QBM81 de Siemens servent à la surveillance de pressions différentielles, de la dépression et de la surpression il suffit juste de faire le réglage nécessaire. L'installation disposera de 22 pressostats permettant d'indiquer le dépassement d'une valeur donnée de la pression au niveau des pompes verticales, des pompes horizontales et des lignes de refoulement et d'aspiration.



FIGURE 2.2 – Pressostat QBM81

Le tableau ci-dessous indique la désignation de chaque pressostat ainsi que sa localisation dans le système :

Nomination	Localisation
PSL 101	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP1
PSL 102	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP2
PSL 103	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP3
PSL 104	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP4
PSL 105	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP5
PSL 106	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP6
PSL 107	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P4
PSL 108	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P5
PSH 101	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP1
PSH 102	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP2
PSH 103	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP3
PSH 104	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP4
PSH 105	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP5
PSH 106	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP6
PSH 107	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P4
PSH 108	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P5
PSH 109	ligne de refoulement pompe ballon de purge " drain fermé"
PSH 110	ligne de refoulement pompe ballon de purge " drain fermé"
PSH 111	ligne d'aspiration pompe ballon de purge " drain fermé"
PSH 112	ligne d'aspiration pompe ballon de purge " drain fermé"
PSH 201	ligne de refoulement pompe drain ouvert
PSH 202	ligne de refoulement pompe drain ouvert

TABLE 2.1 – Tableau des pressostats

2.3.2 Manomètre

Les manomètres sont des instruments de mesure de pression mécaniques pour les liquides et les fluides gazeux, pouvant fonctionner sans alimentation électrique. Ces derniers visent en principe à mesurer des pressions proches de la pression atmosphérique. On utilisera le manomètre WIKA PM 02.04.

Le tableau ci-dessous indique les différents manomètres disposés dans l'ensemble des compartiments de l'installation :

Nomination	Localisation
PG 101	pomperie verticale-collecteur d'aspiration
PG 102	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP1
PG 103	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP1
PG 104	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP2
PG 105	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP2
PG 106	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP3
PG 107	pomperie verticale, ligne de refoulement pompe PP3
PG 108	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP4
PG 109	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP4
PG 110	pomperie verticale-collecteur de refoulement
PG 111	pomperie verticale-ligne de d'aspiration pompe PP5
PG 112	pomperie verticale ligne de refoulement pompe PP5
PG 113	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP6
PG 114	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP6
PG 115	pomperie verticale-collecteur de refoulement
PG 116	pomperie horizontale-collecteur d'aspiration
PG 117	pomperie horizontale-ligne d'aspiration pompe P4
PG 118	pomperie horizontale-ligne de refoulement pompe P4
PG 119	pomperie horizontale-ligne d'aspiration pompe P5
PG 120	pomperie horizontale-ligne de refoulement pompe P5
PG 121	pomperie horizontale-collecteur de refoulement
PG 122	pomperie horizontale-collecteur de refoulement
PG 123	ballon de purge- refoulement de la pompe P-201A
PG 124	ballon de purge- refoulement de la pompe P-201B
PG 201	drain ouvert- refoulement de la pompe P-202A
PG 202	drain ouvert- refoulement de la pompe P-202B

TABLE 2.2 – Tableau des manomètres



FIGURE 2.3 – Manomètre WIKA PM 02.04

2.3.3 Débitmètre à orifice

Un débitmètre à orifice (ou débitmètres à organe déprimogène), comme son nom l'indique est constitué d'une plaque à orifice qui est l'élément de base de l'instrument. Lorsque cette plaque à orifice est placée dans une ligne, une pression différentielle se développe à travers la plaque à orifice. Cette chute de pression est non linéaire et est directement proportionnelle au carré du débit du liquide ou du gaz. [3] La figure 2.4 illustre la constitution et la disposition de l'orifice :

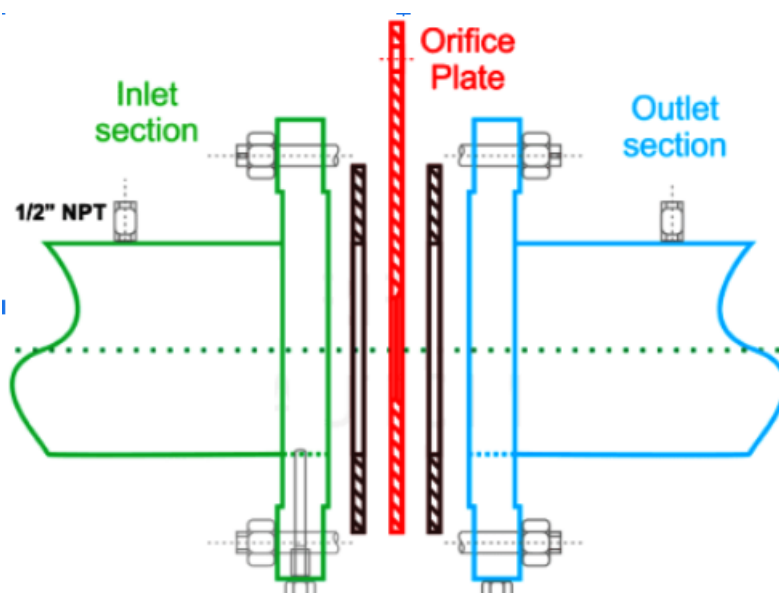


FIGURE 2.4 – Structure de base d'un débitmètre à orifice [5]

Pour cette application on prendra le débitmètre SITRANS F M MAG 5000 avec le protocole de communication HART, et qui a une marge de mesure de $2000 \text{ m}^3/h$. Cet appareil est utilisé deux fois dans notre système :

- FIT 101 : au niveau de la ligne de refoulement de la pomperie verticale.
- FIT 102 : au niveau de la ligne d'expédition après la rampe de comptage.



FIGURE 2.5 – SITRANS F M MAG 5000

2.3.4 Contacteur de niveau

Un contacteur de niveau est un capteur qui détecte la présence de liquide, de poudre ou de granulés à un endroit précis. Par exemple, lorsqu'un réservoir est alimenté en liquide, il déborde. Afin d'éviter les débordements, un contacteur de niveau est installé près du haut du réservoir. Lorsque le liquide touche le contacteur de niveau, celui-ci émet un signal pour empêcher le liquide de déborder du réservoir. D'autre part, lorsque le niveau du liquide baisse au fur et à mesure que le liquide est évacué, un interrupteur de niveau est utilisé pour empêcher la vidange complète du réservoir.

Six contacteurs de niveau sont installés dans notre système :

- LSL 101 : pour le contrôle et commande marche/arrêt des motopompes immergées P101A / P101B de drain fermée.
- LSL 201 : pour le contrôle commande marche/arrêt des motopompes P201A / P201B de drain ouvert.
- LSH 101 : drain fermé.
- LSH 201 : drain ouvert.
- LSL 101 : drain fermé.
- LSL 201 : drain ouvert.



FIGURE 2.6 – Contacteur de niveau SITRANS LVL 200

2.3.5 Capteur de niveau

Un transmetteur de niveau est un dispositif conçu pour surveiller, maintenir et mesurer les niveaux de liquides (et parfois de solides). Une fois le niveau de liquide détecté, le capteur convertit les données perçues en un signal électrique. Pour cette application on propose le SITRANS LR560 de Siemens, il convient pour une distance maximale de 100m y compris dans un milieu poussiéreux avec une fréquence de 78GHz.

L'installation disposera d'un seul capteur de niveau LIT 101, pour le contrôle et la commande marche/arrêt des motopompes immergées P101A / P101B de drain fermée afin de couvrir le contacteur en cas de défaillance.

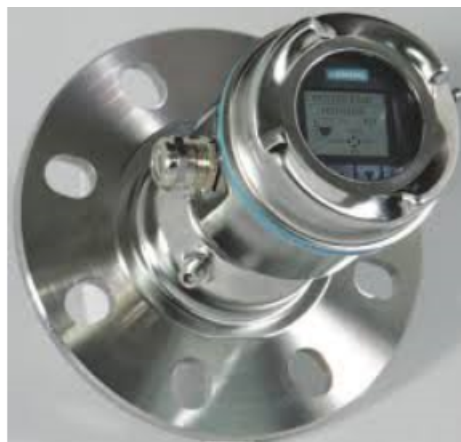


FIGURE 2.7 – Transmetteur de niveau SITRANS LR560

2.3.6 Transmetteur de pression

Le transmetteur de pression a pour fonction de mesurer en continu la pression ou le vide dans un circuit hydraulique ou pneumatique. Il convertit la pression en un signal électrique proportionnel.

Pour cette application on choisit le transmetteur de pression de Siemens SITRANS P420.

[7] De caractéristiques :

- Protocole de communication : HART.
- Plage de mesure : 1mbar-30bar.
- Signal de sortie : 4-20mA.
- Alimentation : 10.5V-45V



FIGURE 2.8 – Transmetteur de pression de Siemens SITRANS P420

La tableau ci-dessous indique la nomination et la localisation de chaque transmetteur de pression au niveau de l'installation :

Nomination	Localisation
PIT 101	pomperie verticale-collecteurs d'aspiration des pompes
PIT 102	pomperie verticale-collecteur de refoulement des pompes
PIT 103	pomperie verticale- collecteur de refoulement des pompes
PIT 104	pomperie horizontale-collecteur d'aspiration des pompes
PIT 105	pomperie horizontale-collecteur de refoulement des pompes
PIT 106	ballon de purge collecteur de refoulement

TABLE 2.3 – Tableau des capteurs de pression

2.3.7 Indicateur et transmetteur de température

Un transmetteur de température est un dispositif qui se connecte à un capteur de température pour transmettre le signal ailleurs à des fins de surveillance et de contrôle. On propose ainsi le transmetteur SITRANS TF280.



FIGURE 2.9 – SITRANS TF280

Ce dernier est associé à des indicateurs de température dans l'installation comme suit :

- TIT 101 : pomperie verticale-collecteur d'aspiration des pompes
- TIT 102 : pomperie verticale-collecteur de refoulement des pompes
- TIT 103 : pomperie verticale-collecteur de refoulement des pompes
- TIT 104 : pomperie horizontale-collecteur d'aspiration des pompes
- TIT 105 : pomperie horizontale-collecteur de refoulement des pompes

Enfin, l'installation comporte également des indicateurs de température (non associés à des transmetteurs) :

- TI 101 : pomperie verticale-collecteur d'aspiration des pompes
- TI 102 : pomperie verticale-collecteur de refoulement des pompe
- TI 103 : pomperie verticale-collecteur de refoulement des pompes
- TI 104 : pomperie horizontale-collecteur d'aspiration des pompes
- TI 105 : pomperie horizontale-collecteur de refoulement des pompes

2.4 Actionneurs

La fonction globale d'un actionneur est de convertir une énergie d'entrée disponible sous une certaine forme en une énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet donné, sous le contrôle d'un signal de commande. Chaque actionneur de chaque unité est décrit par un symbole dans le schéma tuyauterie et instrumentation.

2.4.1 Vanne motorisée

Une vanne est un dispositif utilisé pour contrôler le flux de fluide. Si un moteur électrique est équipé et engrené avec la tige de la vanne de sorte que lorsque le moteur fonctionne, la vanne s'ouvre ou se ferme, alors on parle de vanne motorisée. L'avantage principal du dispositif est de permettre le contrôle de la vanne à partir de la salle de contrôle. En plus de son efficacité pour les grandes vannes, il permet de faire fonctionner les vannes éloignées et inaccessibles.

Nomination	Localisation
MOV 101	pomperie verticale-ligne de d'aspiration pompe PP1
MOV 102	pomperie verticale-ligne refoulement pompe PP1
MOV 103	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP2
MOV 104	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP2
MOV 105	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP3
MOV 106	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP3
MOV 107	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP4
MOV 108	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP4
MOV 109	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP5
MOV 110	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP5
MOV 111	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe PP6
MOV 112	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP6
MOV 113	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P4
MOV 114	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe P4
MOV 115	pomperie verticale-ligne d'aspiration pompe P5
MOV 116	pomperie verticale-ligne de refoulement pompe PP5

TABLE 2.4 – Tableau des vannes motorisées

2.4.2 Electrovanne

L'électrovanne ou l'électrovalve est une vanne à commande électrique. Grâce à ce composant, l'écoulement de fluide dans le circuit peut être contrôlé par un signal électrique. L'électrovanne EV101 sera mise en place au niveau de l'entrée de ballon de purge, afin de protéger ce dernier contre les surpressions.

2.5 Conclusion

L'étude détaillée du diagramme P&ID a permis d'identifier l'instrumentation qui permet de mesurer et de contrôler les différentes grandeurs physiques dans un premier temps, ensuite de déterminer le nombre d'instruments implémentés pour établir un bilan d'entrées/sorties. Une étape essentielle pour le dimensionnement hardware du rack de l'automate qui fera l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE 3

Automatisation du système de gestion et de contrôle

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, on présentera la solution d'automatisation qu'on propose en se basant sur les exigences techniques et spécifications du cahier des charges. La première solution est basée sur le contrôleur S7 400 et la seconde solution est basée sur le contrôleur S7 1500, dont vous trouverez plus de détails en annexe. Compte tenu de la disponibilité du matériel, du coût, et de la disponibilité de la méthode de programmation à utiliser (CFC, disponible sous STEP7 uniquement et non sur TIA Portal), on optera éventuellement pour la première solution dans l'élaboration du programme.

3.2 Architecture des systèmes d'automatisation

L'automatisation est une technique qui exécute des processus ou des exécutions avec une assistance humaine minimale. En d'autres termes, l'automatisation ou le contrôle automatique est l'utilisation de divers systèmes pour minimiser l'intervention manuelle dans le fonctionnement de l'équipement. Les applications pour l'automatisation vont des thermostats domestiques qui contrôlent les chaudières aux grands systèmes de contrôle industriels avec des milliers de mesures d'entrée et de signaux de sortie. En ce qui concerne la complexité des commandes, elle peut aller de simples commandes de commutation à des algorithmes avancés à plusieurs variables. L'avantage le plus important de l'automatisation dans l'industrie est qu'elle est associée à une production plus rapide et à des coûts de main-d'œuvre moins élevés. Un autre avantage pourrait être qu'elle remplace le travail dur, physique ou monotone. En outre, les tâches qui se déroulent dans des environnements dangereux ou qui sont autrement hors de portée des capacités humaines peuvent être effectuées par des machines, car les machines peuvent fonctionner même sous des températures extrêmes ou dans des atmosphères radioactives ou toxiques.[11]

3.2.1 Automate programmable industriel

Un Automate Programmable Industriel est une forme spéciale de contrôleur à base de microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker des instructions et mettre en œuvre des fonctions telles que la logique, le séquençage, la synchronisation, le comptage et l'arithmétique afin de contrôler des machines et des processus. Le terme de logique est utilisé parce que la programmation concerne principalement la mise en œuvre de la logique et des opérations de commutation, par exemple si A ou B se produit, mettre en marche C, si A et B se produisent, mettre en marche D. Les dispositifs d'entrée, par exemple les capteurs tels que les interrupteurs, et les dispositifs de sortie du système contrôlé, par exemple les moteurs, les vannes, etc. sont connectés à l'automate. L'opérateur entre ensuite une séquence d'instructions, c'est-à-dire un programme, dans la mémoire de l'automate.

Le contrôleur surveille ensuite les entrées et les sorties en fonction de ce programme et exécute les règles de contrôle pour lesquelles il a été programmé.

Le choix du PLC est basé sur plusieurs facteurs, dont on distingue principalement :

- Les exigences du système (fonctionnement du système).
- Le nombre et le type d'entrées/sorties du processus.
- Vitesse de fonctionnement et de calcul de la CPU.
- Exigences en matière de communication.
- Disponibilité sur le marché et son coût.
- Résistance aux facteurs externes (humidité, température, vibrations, etc.)

Ce qui nous limite le choix des automates à l'automate S7 400 et S7 1500, en raison du fait qu'ils sont les plus adaptés aux utilisations redondantes.



FIGURE 3.1 – Automate S7 400 : installation redondante

3.3 Solution d'automatisation à base d'automate S7 400

Cette partie a pour objectif de présenter et de définir les fournitures utilisées pour la mise en service du système de contrôle commande et de supervision de la station de pompage, répondant aux spécifications techniques exigées par le client. Le système de contrôle de l'installation et ses composants sont considérés comme la partie la plus importante de cette philosophie. Le but principal du système est de contrôler et de surveiller les paramètres des nouvelles installations, horizontales et verticales et leurs équipements associés. Le contrôle peut être effectué localement ou à distance depuis une salle de contrôle existante UP1.

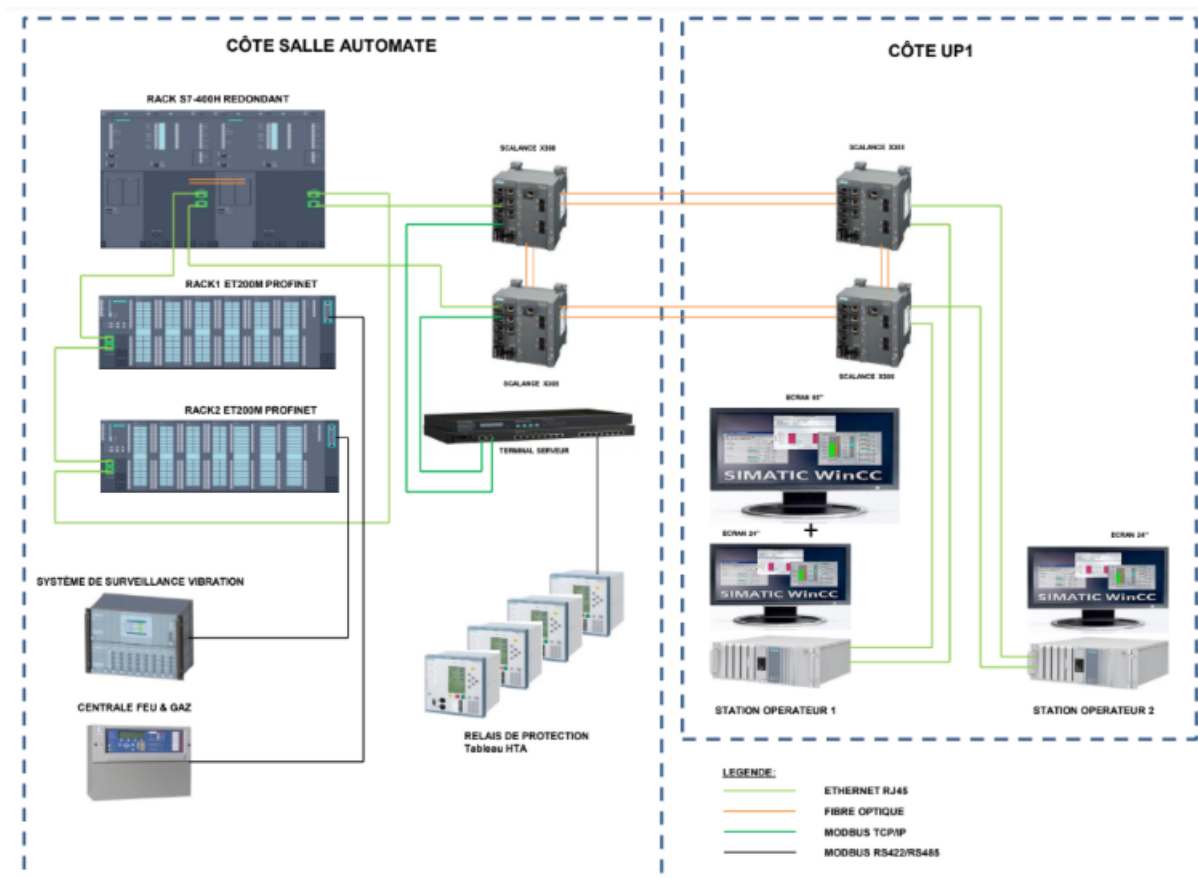


FIGURE 3.2 – Solution hardware à base d'automate S7 400

La liste que nous allons présenter comportera le matériel utilisé dans la salle d'automates. Une des spécifications techniques les plus importantes de notre cahier des charges est la redondance, c'est le critère majeur qui va conditionner l'établissement de notre solution.

Dans notre cas, nous allons opter pour un automate S7-400H, un automate offrant des performances remarquables dans le domaine du Oil and Gas. Ce dernier demeure l'automate le plus utilisé dans ce domaine. L'objectif de l'utilisation de systèmes d'automatisation redondants est de réduire le risque des pertes de production, que ces pertes soient causées par une erreur ou par un résultat des travaux d'entretien. Plus les coûts des temps d'arrêt sont élevés, plus il est intéressant d'utiliser un système. Les coûts d'investissement généralement plus élevés des systèmes redondants sont rapidement en évitant les pertes de production.

3.3.1 Choix de la CPU 414-5H

Après avoir étudié notre système et sur la base de la liste des critères à satisfaire, nous avons opté pour une CPU414-5H pour contrôler notre système qui supporte les configurations redondantes. Offrant une mémoire de travail de 2x2 Mo.



FIGURE 3.3 – CPU 414-5H

3.3.2 Choix du châssis UR2H

C'est la carcasse principale de l'automate où seront placés les différents modules et cartes de communication. Le rack utilisé dans ce système est UR2-H, châssis de base / d'extension ; 2x9 emplacements. C'est un rack central 2*9 slots, bus de fond de panier divisé, adapté à la configuration compacte des automates standards et redondants.

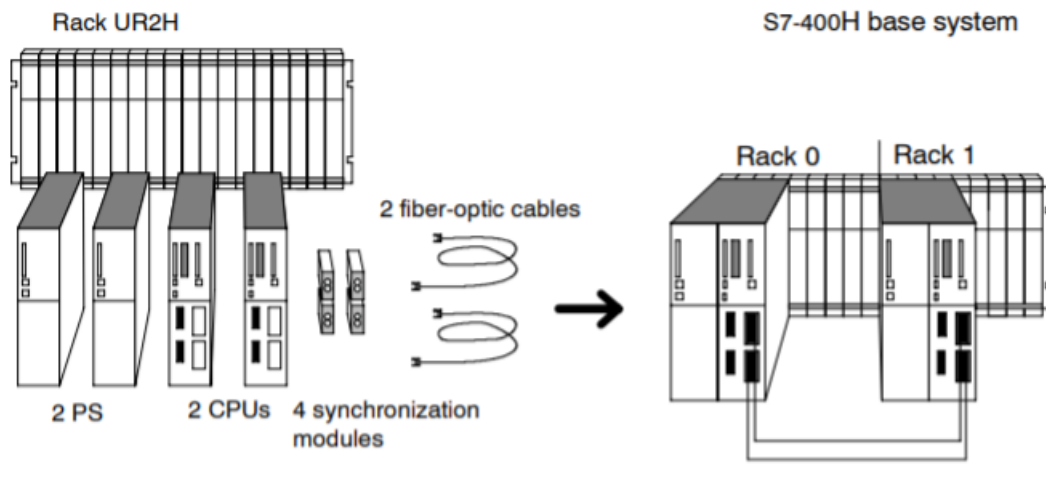


FIGURE 3.4 – Exemple d'installation sur rack de deux automates redondants

3.3.3 Module d'alimentation de la CPU PS405

Pour alimenter chaque CPU, ou plus exactement chaque sous-système du S7-400H, nous avons besoin d'un module d'alimentation de la gamme standard du S7-400. On peut aussi mettre en œuvre, dans chaque sous-système, deux alimentations utilisables en redondance afin d'en augmenter la disponibilité. Dans ce cas, nous avons choisi l'alimentation PS405 10A.



FIGURE 3.5 – Module d'alimentation de la CPU PS405

3.3.4 Choix du module de communication Ethernet CP443-1

Ce module a été choisi pour communiquer avec les extensions ET200M que nous allons utiliser par la suite. Le processeur de communication CP 443-1 est conçu pour équiper un système d'automatisation S7-400 (standard) et S7-400H (système à haute disponibilité). Il permet de connecter un S7-400 / S7-400H à un réseau Industrial Ethernet.

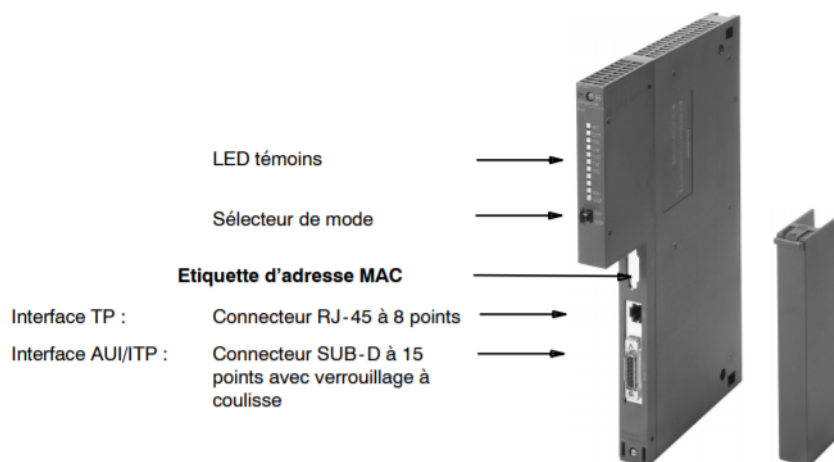


FIGURE 3.6 – Module de communication C443-1

3.3.5 Station de périphérie décentralisée ET200M

Lors de la configuration d'une installation, les entrées et sorties situées entre le processus et l'automate programmable sont souvent centralisées dans ce dernier. Lorsque les distances entre les entrées/sorties et l'automate programmable sont grandes, le câblage peut devenir très compliqué et peu clair, et des perturbations électromagnétiques peuvent affecter la fiabilité. Pour ce type d'installation, il est recommandé d'utiliser des stations de périphérie décentralisée :

- La CPU de l'automate se trouve en position centrale,
- Les stations de périphérie (entrées/sorties) fonctionnent de façon décentralisée.

On va prendre dans ce cas un ET 200M qui est un système de périphérie modulaire en degrés de protection IP20, particulièrement adapté pour les tâches d'automatisation complexes dans les environnements de processus et de fabrication.

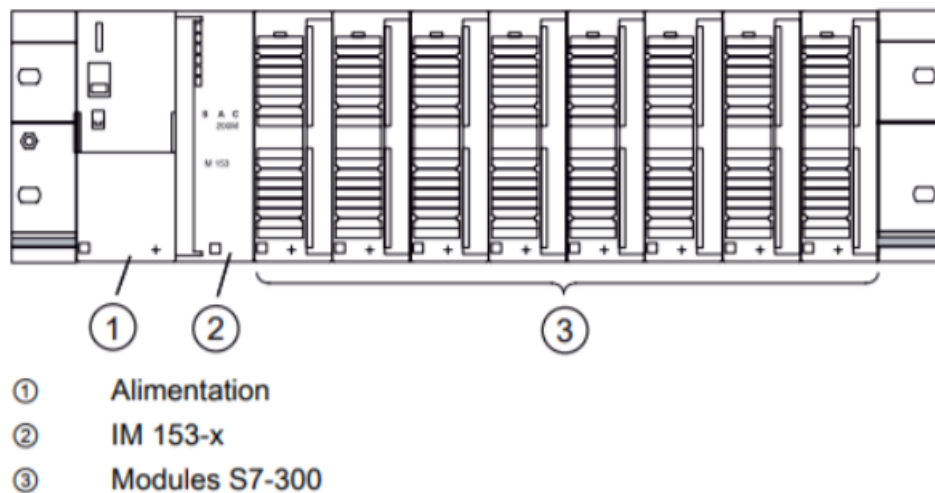


FIGURE 3.7 – Station de périphérie ET200M

3.3.6 Coupleur IM 153-4

Les IM 153-x sont des modules d'interface pour modules de signaux (SM), modules de fonction (FM) et processeurs de communication (CP). Ils sont équipés d'une interface RS 485 et disposent d'un ensemble de fonctionnalités modulaires.

Pour établir une connexion PROFINET on élimine IM 153-1 et IM 153-1 (dédiés au PROFIBUS DP) pour choisir 153-4 High Feature pour ET 200M, PROFINET.



FIGURE 3.8 – Coupleur IM 153-4

3.3.7 Modules d'E/S

Dans cette partie nous allons choisir nos modules d'entrées/sorties en tenant compte du nombre de ces dernières. On prendra également une marge de sécurité de 20 % pour chacune. Tous les modules sont dotés d'une séparation galvanique pour plus de robustesse.

- Entrées analogiques : 15
- Entrées numériques : 148
- Sorties numériques : 80

On finira par prendre :

- 7 « Entrée TOR, 32 ET, 24V CC, sép.galv. » (Nombre d'entrées de chaque module : 32)
- 4 « Sorties TOR, 32 ST, 24V CC, 0,5A, sép.galv. » (Nombre de sorties de chaque module : 32)
- 3 « Entrée analogique 8 EA, sép.galv. » (Nombre d'entrées de chaque module : 8)

3.3.8 Module de communication CP 341-RS 422/485

Le processeur de communication CP 341 permet l'échange de données entre l'ET 200M et d'autres systèmes d'automatisation ou calculateurs par le biais d'un couplage point à point. On prendra le CP 341-RS 422/485 qui permet d'établir des connexions avec le SYSTÈME DE SURVEILLANCE VIBRATION et la CENTRALE FEU & GAZ.



FIGURE 3.9 – Module de communication CP 341-RS 422/485

3.4 Dispositif de démarrage des pompes

Le but de cette partie est de montrer les points communs et les différences entre un démarreur progressif et un variateur de fréquence. En comparant ces deux équipements, afin de choisir le meilleur pour notre application. Avant d'entamer le choix du dispositif, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- La régulation de vitesse est-elle nécessaire en mode d'exécution ?
- Quelles sont les exigences de couple de charge ?
- L'application a-t-elle besoin de temps de démarrage et d'arrêt précis ?

Voici quelques applications courantes pour chacun d'eux :

Démarreur progressif :

- Applications avec un couple de démarrage faible ou moyen
- Applications à faible charge
- Régulation de vitesse réduite ou inexistante en mode de fonctionnement

Variateur de vitesse :

- Régulation de vitesse
- Applications avec couple de démarrage élevé

3.4.1 Fonctionnement d'un démarreur progressif

Un démarreur progressif triphasé typique utilise six thyristors, orientés dans une configuration anti-parallèle pour démarrer les moteurs électriques en douceur. Un thyristor est composé de 3 parties :

- Porte logique
- Cathode
- Anode

Lorsqu'une impulsion interne est appliquée à la grille, elle permet au courant de passer de l'anode à la cathode qui envoie ensuite du courant à notre moteur. Lorsque les impulsions internes ne s'appliquent pas à la grille, les SCR (Silicon Controlled Rectifier) sont à l'état OFF et par conséquent, ils limitent le courant au moteur.

Ces impulsions internes limitent la tension appliquée au moteur et ralentissent le courant d'appel.

Les impulsions sont envoyées en fonction du temps de rampe de sorte que le courant sera lentement appliqué au moteur. Le moteur, fixé au démarreur progressif, démarrera à un bon courant régulier et se terminera à la vitesse nominale prédéfinie.

Le moteur restera à cette vitesse jusqu'à ce que nous arrêtions le moteur où le démarreur progressif ralentira le moteur de la même manière que la rampe.

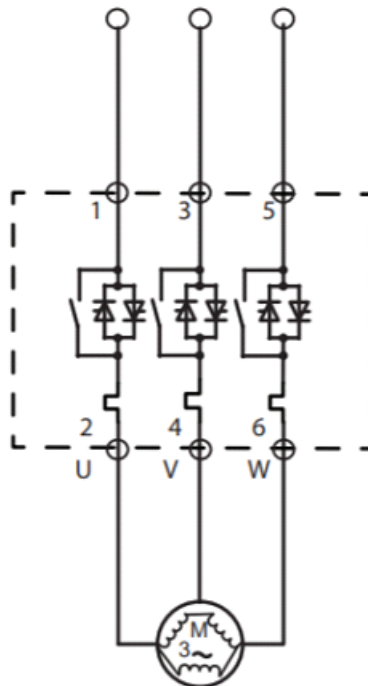


FIGURE 3.10 – Moteur avec montage dos à dos des thyristors

3.4.2 Fonctionnement d'un VFD

Les VFD ont trois composants principaux :

- Redresseur
- Filtre
- Onduleur

Le redresseur agit comme des diodes, prend la tension CA entrante et la transforme en tension continue. Ensuite, le filtre utilise des condensateurs pour nettoyer la tension CC, ce qui en fait une alimentation entrante plus douce. Enfin, le variateur utilise des transistors pour convertir la tension continue et envoie au moteur une fréquence en Hertz. Cette fréquence entraîne le moteur à un régime spécifique.

On peut régler les temps de montée et de descente comme dans un démarreur progressif.

3.4.3 Choix du dispositif de démarrage

D'après ce qu'on vient de découvrir, on peut voir qu'un VFD est essentiellement un démarreur progressif avec contrôle de la vitesse. Alors, la question qui se pose est : Comment

savoir quel appareil est nécessaire pour notre application ? La décision sur l'appareil à choisir dépend du niveau de contrôle requis par notre application, ainsi que d'autres facteurs :

- Prix : Le prix peut être un facteur déterminant dans de nombreuses applications du monde réel. Puisqu'un démarreur progressif a moins de fonctions de contrôle, il est moins cher qu'à un VFD.
- Taille : La taille de notre appareil est un facteur déterminant, les démarreurs progressifs sont généralement plus petits que la plupart des VFD.

Étant donné que notre application ne nécessite pas un réglage de vitesse en régime permanent (la vitesse de notre pompe ne variera pas), un démarreur progressif serait un excellent choix.

3.5 Configuration matérielle sur STEP7

STEP 7 est le logiciel d'ingénierie de Siemens qui permet de programmer des automates de la série Siemens dans différents langages définis dans la norme CEI 61131-3 :

- Schémas contact (Ladder)
- Logigrammes (LOG)
- Listes d'instructions (LIST)
- Graphes séquentiels (S7- GRAPH)
- Langages structuré (S7-SCL)

La programmation en STEP 7 se divise en deux parties principales : La partie Hardware qui consiste à faire la configuration matérielle du système. La partie Software qui consiste à élaborer le programme sous un langage donné. La configuration matérielle dans HW Config expose la disposition des châssis, des modules, des appareils de la périphérie décentralisée dans une fenêtre de station. La figure 3.11 illustre l'implantation de la configuration matérielle choisie sur le logiciel SIEMENS STEP 7 :

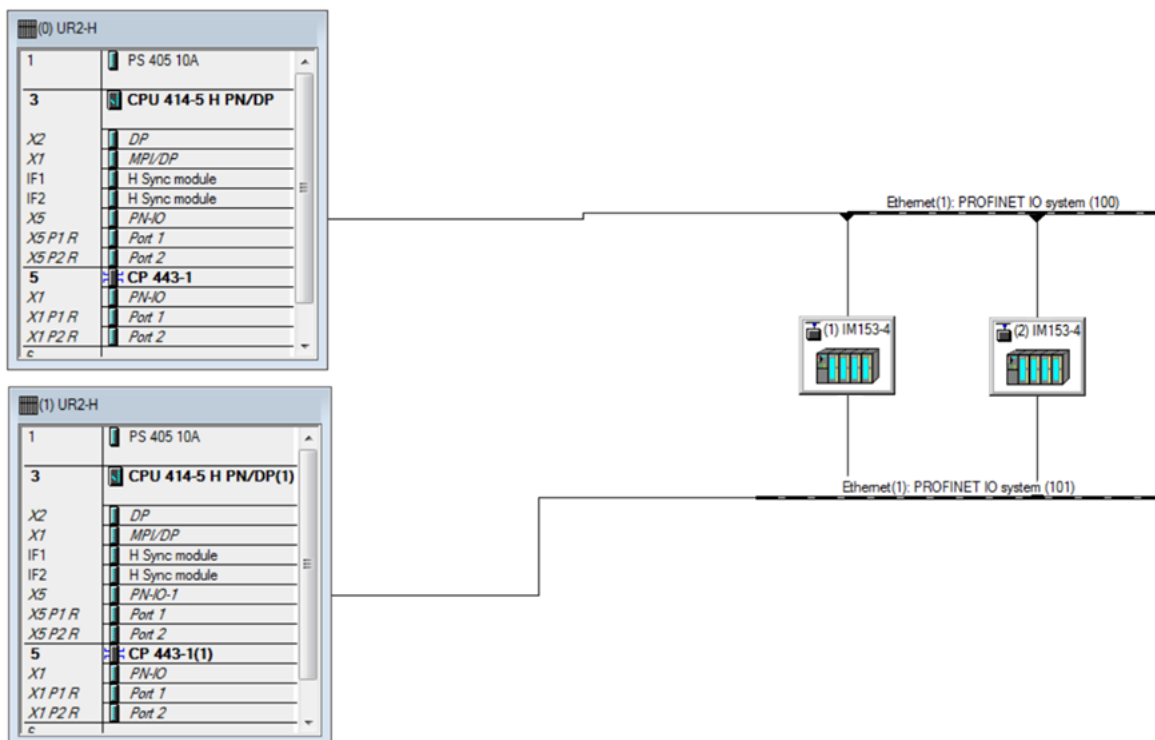


FIGURE 3.11 – Configuration HW sur STEP7

3.6 Bibliothèque BST

Dans cette partie on va donner un aperçu de la bibliothèque BST de Siemens qui contient des blocs préfabriqués Step7 avec des faces plates qui vont nous aider dans la réalisation de notre projet. Le tableau ci-dessous montre tous les blocs que contient cette bibliothèque :

Bloc	Référence	Description
BST_DIGITAL	FB650	Visualisation et opérations sur les signaux digitaux
BST_ANALOG	FB640	Visualisation et opérations sur les signaux analogiques
BST_COUNT	FB654	Intégration numérique
BST_FF	FB653	Visualisation et opérations sur les bascules
BST_ILOCK	FB651	Visualisation et opérations sur les portes logiques AND/OR à 8 entrées
BST_VALVE	FB630	Visualisation et contrôle sur les vannes binaires
BST_MOTOR	FB620	Visualisation et opérations sur les moteurs à vitesse de rotation constante et à sens de rotation unique
BST_SIMODIR	FB611	Visualisation et contrôle du moteur SIMOCODE PRO en démarreur direct
BST_SIMOREV	FB610	Visualisation et contrôle du moteur SIMOCODE PRO en démarreur inverse
BST_MM4	FB681	Visualisation et contrôle du convertisseur de fréquences MICROMASTER 440
BST_SINAG 120	FB680	Visualisation et contrôle du convertisseur de fréquences SINAMICS G120
BST_PIDCTRL	FB670	Visualisation et opérations sur les opérateurs de régulation PID
BST_LAG	FB656	Simulation d'un système contrôlé (sans faceplates)
BST_SPLITR	FB657	Emission de signaux de commandes pour deux actionneurs différents

TABLE 3.1 – Blocs de la bibliothèque BST

Au cours du projet, on aura besoin des différentes fonctionnalités de la bibliothèque BST et plus précisément les blocs suivants :

- BST_ANALOG : pour la manipulation des signaux analogique, il contient plusieurs fonctions à savoir : scale, unscale, supervision, symbolisation.

- BST_MOTOR : pour la commande et la supervision de l'état d'un moteur.
- BST_VALVE

Tous les détails concernant le fonctionnement de ces trois blocs sont présents dans l'annexe E.

3.7 Editeur CFC

Tout au long du projet, on fera la programmation en CFC, (Continuous Function Chart) un éditeur graphique qui peut être utilisé conjointement avec le progiciel STEP 7. Il permet de créer toute la structure logicielle de la CPU à partir de blocs prêts à l'emploi. Lorsqu'on travaille avec l'éditeur, on place des blocs sur des diagrammes de fonctions, on leur attribue des paramètres avant de les interconnecter. L'interconnexion signifie, par exemple, que les valeurs sont transférées d'une sortie à une ou plusieurs entrées pendant la communication entre les blocs. On n'a pas nécessairement besoin de connaître les détails tels que les algorithmes ou l'affectation des ressources de la machine, ce qui permet de se concentrer uniquement sur les aspects technologiques de la configuration. Les propriétés d'exécution des blocs ont des paramètres par défaut, mais ceux-ci peuvent être adaptés individuellement pour chaque bloc. Étant donné que des blocs individuels ou des groupes entiers de blocs peuvent être copiés ou déplacés d'un graphique à l'autre, on peut gagner un temps considérable. Les interconnexions entre les blocs sont conservées. [10]

Les détails de la programmation sur CFC sont disponibles dans l'annexe D. La figure 3.12 affiche le programme en CFC utilisé pour automatiser la pompe horizontale P4 :

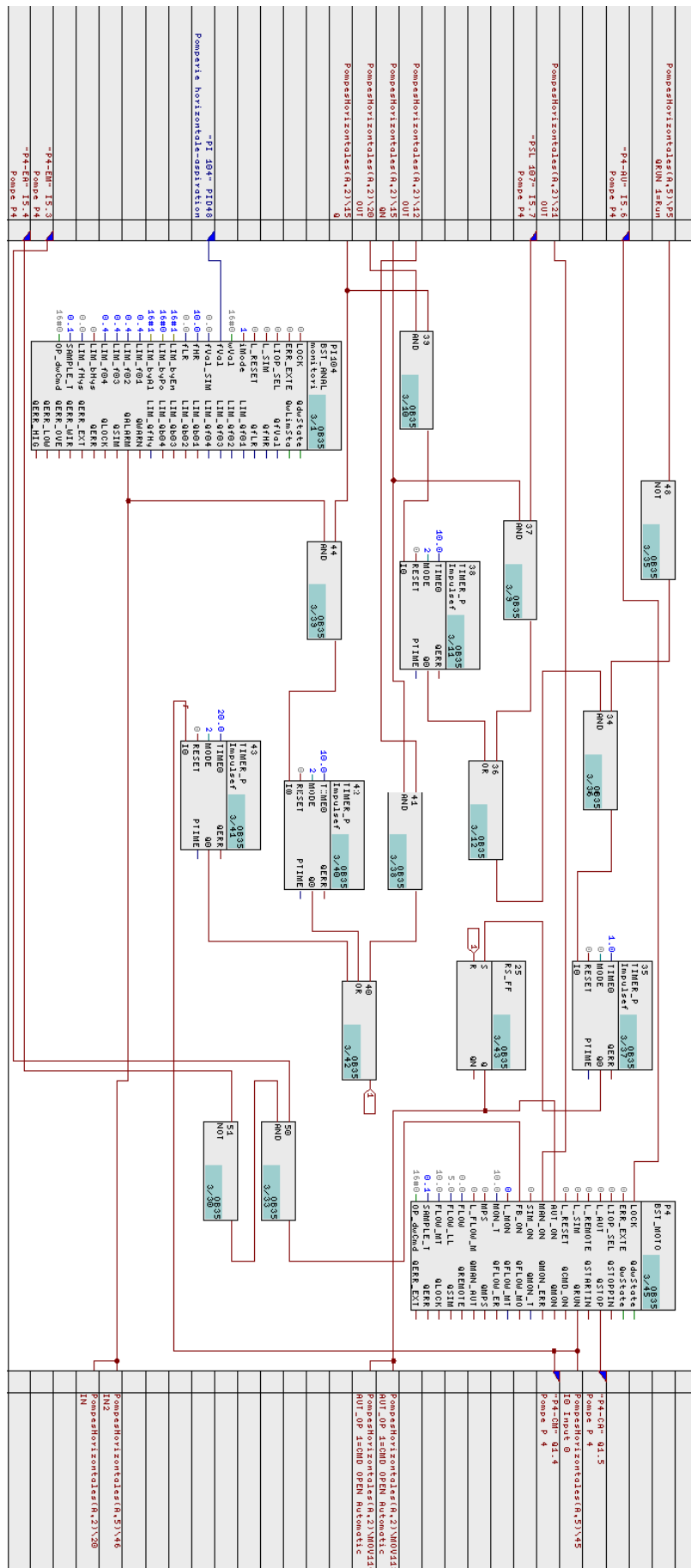


FIGURE 3.12 – Programme CFC de la pompe horizontale P4

3.8 Gracnet de fonctionnement des pompes

Dans cette partie on présentera le fonctionnement général de différentes pompes de la station, il y aura deux types de commande pour le démarrage et l'arrêt des pompes :

- Commande manuelle locale
- Commande à distance : elle se fera selon deux manières possibles :
 - Commande distante manuelle à partir du système SCADA.
 - Commande distante automatique qui sera assurée par le système de contrôle décentralisé DCS.

Les détails sont affichés dans le gracnet de la figure 3.13 :

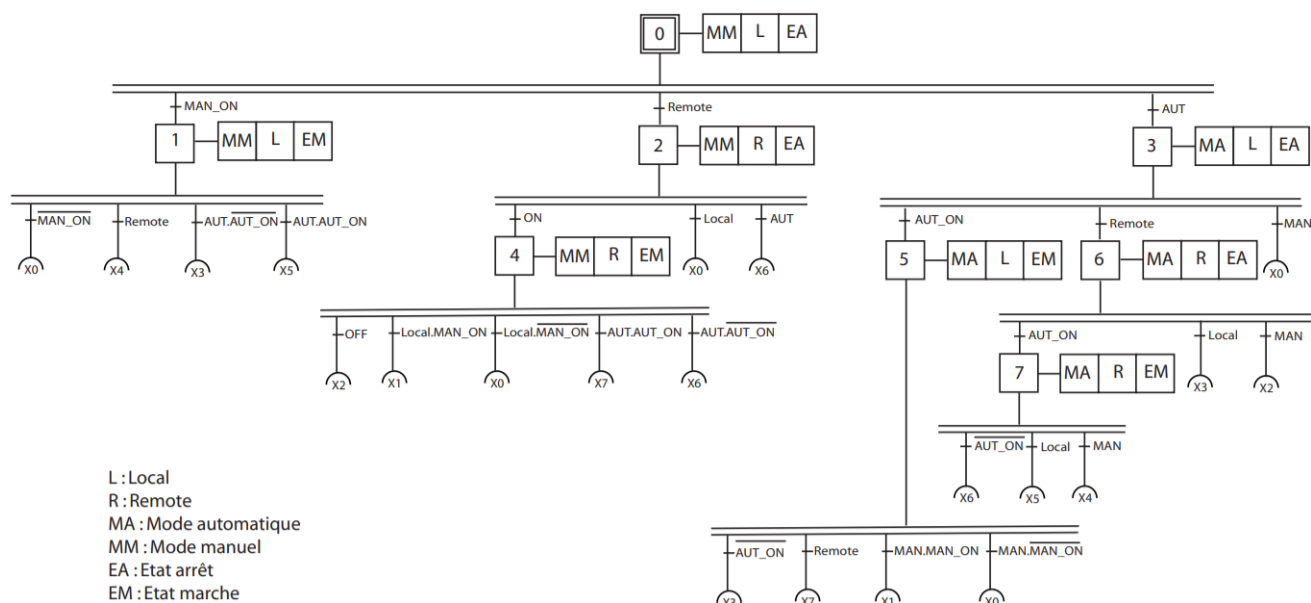


FIGURE 3.13 – Gracnet général

3.9 Organigrammes

Dans cette partie on va présenter les organigrammes réalisés pour décrire le comportement des composants de la pomperie d'expédition. On a choisi de subdiviser le système en plusieurs parties selon les tâches exécutées lors du fonctionnement. L'organigramme de la figure 3.14 décrit le fonctionnement des pompes PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, P4 et P5. Indications :

- ND : Non défaillant
- T1, T2, T3, T4 : timers
- PSL : Pressure switch low
- PIT : Pressure indicator transmitter
- Arrêt/Démarrage RMF : Arrêt/Démarrage via le relais de protection RMF

Basculement entre les pompes :

Après le démarrage de la première pompe PP1, une période de temporisation T commence pour s'assurer du bon fonctionnement de la pompe pendant cette période.

Lorsque T est atteint, si la pression d'aspiration est toujours supérieure à 0.4 bar (conditions décrites sur l'organigramme) la pompe PP1 s'arrête et le basculement se fait vers la seconde pompe.

- Le basculement entre les pompes PP2-PP3-PP4-PP1 se fera de la même manière.
- Même logique pour PP5-PP6.
- Même logique pour P4-P5.

L'organigramme de la figure 3.15 décrira quant à lui, le fonctionnement des pompes immergées dans le drain fermé : P101-A, P102-B.

Indications :

- T : timer
- LSL : Level switch low
- LIT : Level indicator transmitter
- LSH : Level switch high

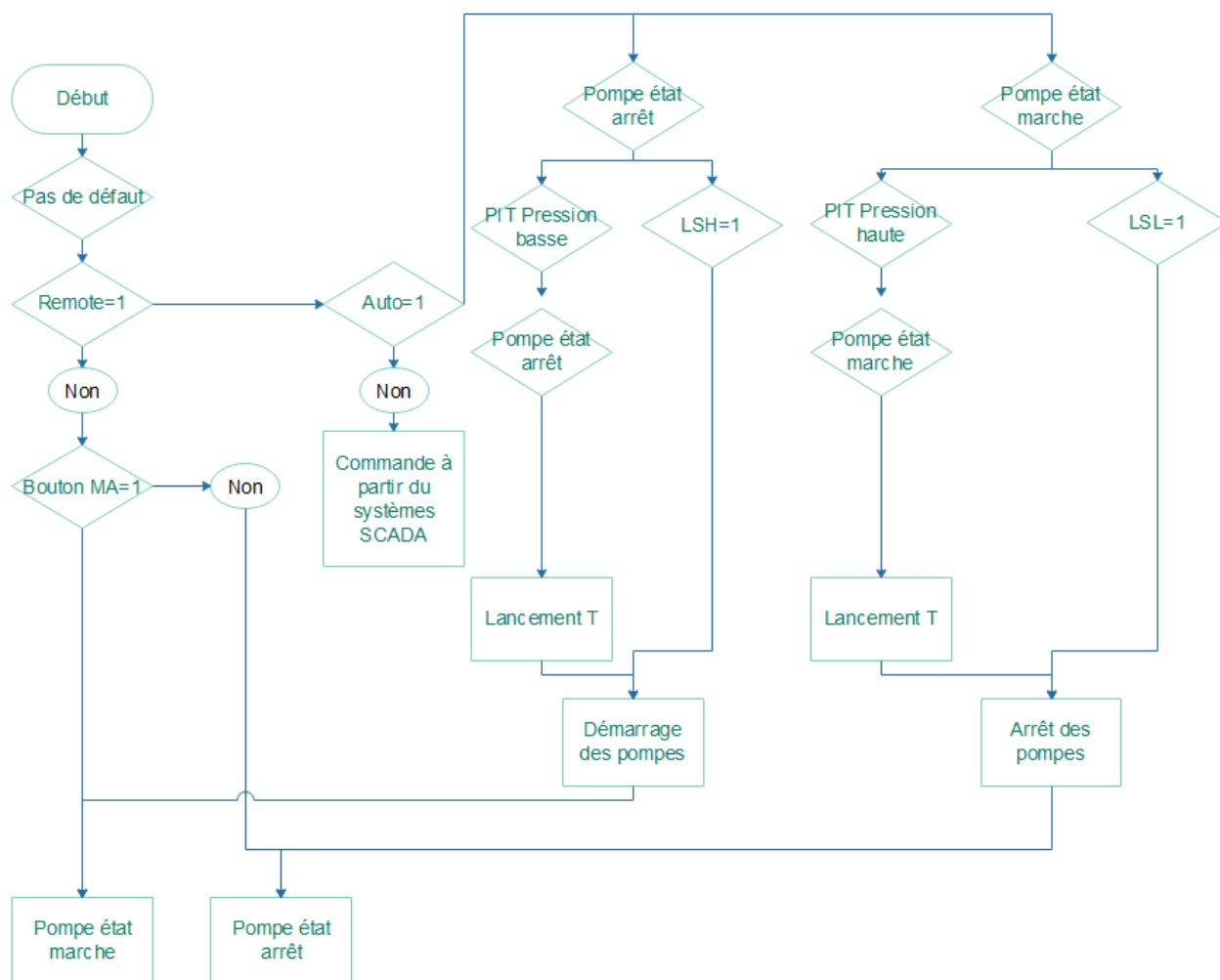


FIGURE 3.16 – Organigramme de fonctionnement des pompes P201-A, P202-B

3.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté et expliqué la solution d'automatisation du système de gestion et de contrôle de la station de pompage. Nous avons aussi décrit la partie hardware qui est la configuration matérielle et une partie software qui est la programmation de la solution proposée qui inclut de divers blocs propres à chaque pompe et vanne des blocs et des fonctions. Néanmoins certaines fonctions incluant le mode manuel nécessitent l'intervention des opérateurs à travers une interface SCADA pour la communication et la supervision, qui sera présentée dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 4

Contrôle et supervision

4.1 Introduction

La supervision concerne l'acquisition de données et de paramètres de contrôle de processus confiés à des automates programmables industriels. Dans ce chapitre, on présentera le système de surveillance et de visualisation des différents composants de la nouvelle station d'expédition du complexe CINA.

4.2 Supervision et systèmes SCADA

La supervision est une technique industrielle utilisée pour la surveillance informatisée des processus de fabrication automatisés. Elle implique la collecte de données (mesure, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et de paramètres de contrôle de processus qui sont généralement confiés à des automates programmables. La supervision du réseau peut être définie comme l'utilisation de ressources réseau appropriées afin d'obtenir (en temps réel ou non en temps réel) des informations sur l'utilisation ou l'état du réseau et de ses éléments pour garantir le niveau de sécurité de l'installation. Par conséquent, le but principal de la mise en place d'une surveillance de réseau est de collecter régulièrement les informations requises pour l'état de l'infrastructure et les entités utilisées pour l'analyse et le reporting.[6] En informatique industrielle, la supervision de processus peut devenir une application pour la surveillance, le contrôle et le diagnostic avancés. Le logiciel de surveillance fonctionne généralement sur un ordinateur qui communique avec un ou plusieurs des appareils suivants via un réseau industriel local ou distant : automate programmable industriel, ordinateur, carte spéciale. Il se compose d'un ensemble de pages (écrans) et son interface de fonctionnement est généralement affichée sous la forme d'un schéma fonctionnel. Dans le cas d'une supervision multi-utilisateur, l'architecture peut être redondante, de type client-serveur (un site gère la communication des autres sites) ou coexister entre les deux. Le système remplit également les fonctions suivantes : gestionnaire d'alarmes, événements déclenchés par un dépassement de seuils (pour attirer l'attention de l'opérateur). SCADA est un acronyme qui signifie contrôle, supervision et collecte de données (anglais : supervision and control and data collection). Le système SCADA fonctionne en obtenant des données de l'installation. Ces données sont affichées sur l'interface graphique dans une langue très proche du langage humain et l'opération est effectuée en temps réel. Par conséquent, le système SCADA fournit à l'opérateur la plus grande assistance possible. L'information pour prendre de meilleures décisions, elle offre un niveau élevé de sécurité pour le personnel et l'installation, et elle réduit également les coûts d'exploitation. [9]

4.3 WinCC Explorer

4.3.1 Présentation générale

Siemens WinCC Explorer (Windows Control Center) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration des consoles SIMATIC, des PC industriels SIMATIC et des PC standard à l'aide du logiciel de visualisation d'exécution WinCC. Le but de la programmation est de résoudre les tâches de supervision liées à la surveillance des opérateurs, à la production et au contrôle des machines de production. Il fournit des unités fonctionnelles spécifiques à l'industrie pour la représentation graphique, les alarmes, l'archivage et les protocoles [1]. La figure 4.1 montre WinCC Explorer à l'ouverture : le côté gauche de la fenêtre contient la partie navigation du projet, qui guidera les différentes fonctions du projet. Le côté droit contient des informations détaillées sur chaque fonction du projet.

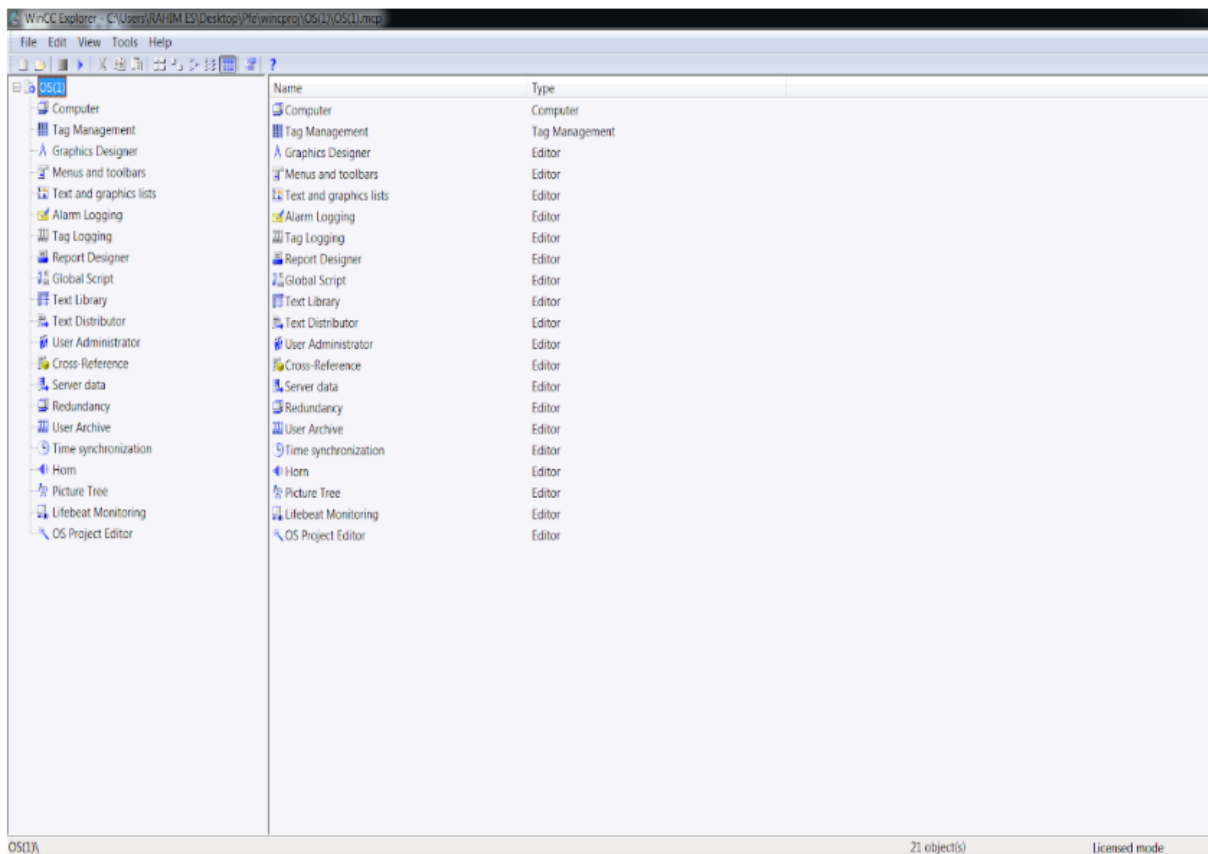


FIGURE 4.1 – WinCC Explorer : vue principale

4.3.2 Création d'une station PC dans un projet

Pour pouvoir visualiser le process d'un projet dans le but d'avoir une meilleure compréhension ou même d'un point de vue de contrôle, on ajoute à notre projet une station PC de la manière suivante : On appuie sur "Insert New Project" et ensuite, on sélectionne "SIMATIC

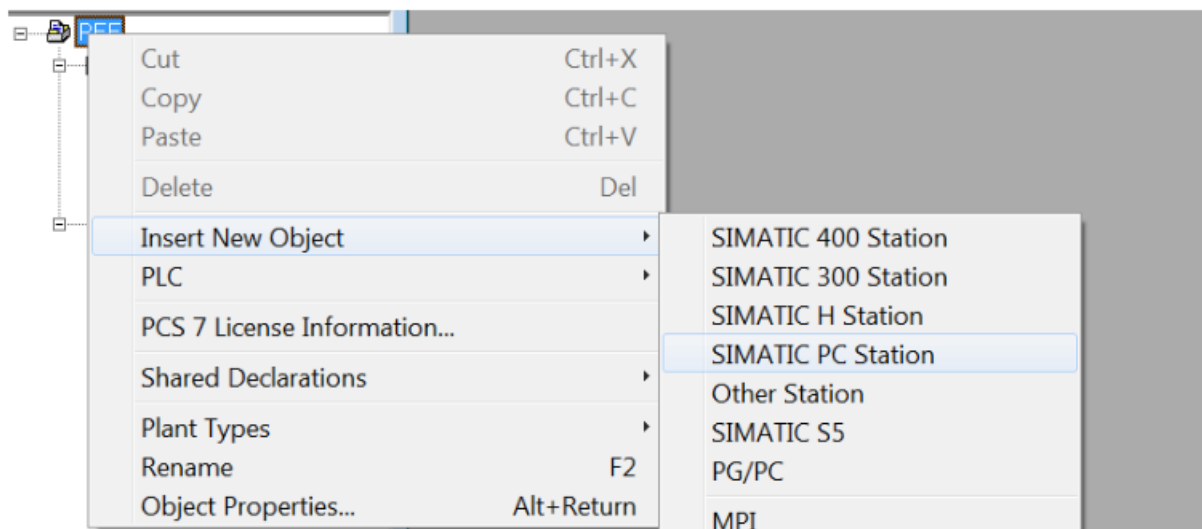


FIGURE 4.2 – Ajout d'une PC station

PC Station". Dans notre cas la supervision sera faite avec un PC, donc on a introduit un système PC qui peut en pratique remplacer et effectuer les fonctionnalités d'une IHM. Une fois le choix est fait, on passe à la configuration réseau de cette station, on crée un réseau de communication 'Ethernet' entre la station et l'API.

4.3.3 Les objets dans SIMATIC WinCC

Le principe de travail sur WinCC est d'établir des fonctions aux objets prédéfinis dans le logiciel, on peut distinguer plusieurs types d'objets :

- Objets standards : Destinés à construire des fonctions de base comme le dessin des formes géométriques comme, un cercle par exemple ou pour créer un champ texte dans une vue... Ces objets seront utilisés pour la création des voyants et des boutons.
- Objet intelligents : Plusieurs fonctionnalités sont disponibles, notamment le tracé des courbes, les bar-graphes et la création des faces plates.
- Éléments de contrôle : Ce logiciel nous propose une gamme d'éléments pour faciliter le travail, chaque élément possède une fonction prédéfinie par le constructeur et

prête à être utilisée dans notre projet, on peut citer par exemple l'élément qui aide à afficher des alarmes.

4.3.4 Configuration des faceplates

Dans cette partie on détaillera les bases de la configuration des blocs d'affichage de la bibliothèque BST utilisés dans notre projet.

La configuration passera par plusieurs étapes.

Configuration Step 7

On crée d'abord un nouveau projet STEP 7 avec la configuration matérielle nécessaire.

- On ouvre la bibliothèque «BST LIBRARY» livrée avec SIMATIC Manager.
- On copie les blocs FB620 (Moteur), FB630 (vanne), FB640 (Analog) et les différentes sources SCL associées dans le répertoire du programme ou dans la bibliothèque du projet.
- Les blocs utilisent plusieurs blocs standard qui doivent également être ajoutés au projet : SFC6, SFB31, SFB35.
- On crée un diagramme CFC et on ajoute les différents blocs.
- On compile le programme et on le charge dans le simulateur.

Configuration WinCC

Pour configurer une faceplate qui sera attachée à un bloc, on glisse la faceplate qui se trouve dans la rubrique des éléments intelligents et on sélectionne la faceplate qu'on voudra afficher, puis on appuie sur 'Événement' dans propriétés et selon notre besoin on choisit le type et le moment de l'exécution de l'événement.

WinCC nous propose plusieurs fonctions préprogrammées qu'on peut utiliser et de même nous donne la possibilité de créer nos propres fonctions par des scripts et les exécuter en cas de besoin.

Dans ce cas-là, on choisit l'affichage d'une fenêtre panoramique comme fonction qui s'exécute une fois on appuie sur le bouton, ensuite on choisit la fenêtre attribuée à cette fonction. On crée l'objet de type 'Picture window', ensuite on met le 'tag prefix' attaché à l'objet qu'on veut l'afficher.

La figure suivante illustre la faceplate du bloc moteur :

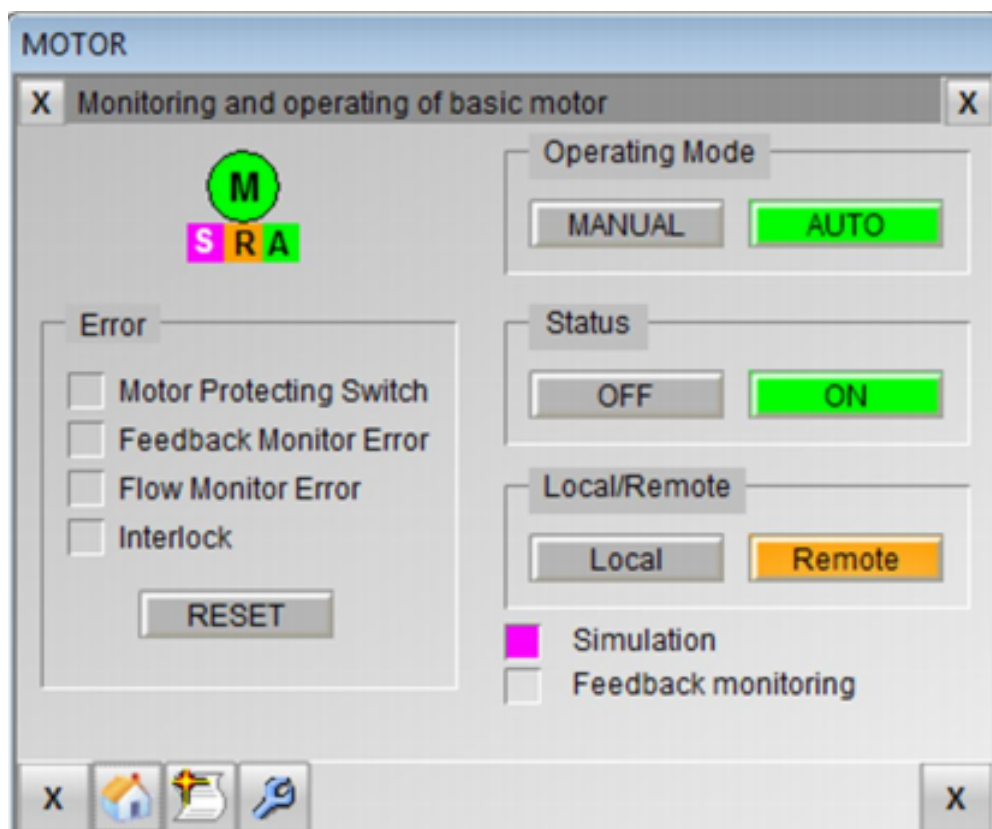


FIGURE 4.3 – Faceplate du bloc moteur

4.4 Configuration des vues

Les interfaces graphiques sont des outils très importants pour assurer le bon déroulement du programme d'aide à la décision. Elles sont le seul intermédiaire entre l'opérateur et l'algorithme d'aide à la décision. Par conséquent, elles peuvent aider l'opérateur à expliquer et à prendre des décisions sur l'état et l'évolution de l'équipement. Le processus a une bonne visibilité et affiche les résidus dans différentes couleurs, des alarmes et des suggestions pour prendre des mesures. Dans notre cas nous avons réalisé 6 vues (le projet contient 9 vues dont 3 n'ont pas été incluses dans le cahier des charges à l'heure de la réalisation du travail).

4.4.1 Vue d'accueil

La vue d'accueil sert de menu principal au logiciel de supervision, elle offre un accès aux vues propres aux équipements.

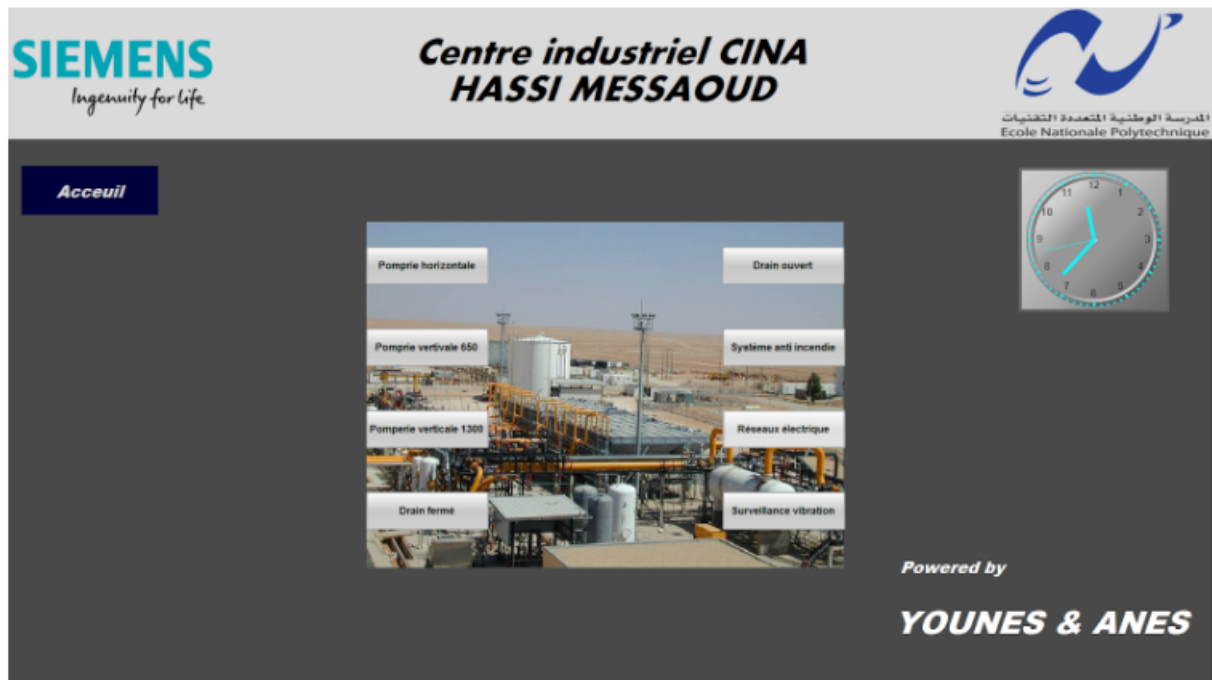


FIGURE 4.4 – Station PC CINA : Vue d'accueil

4.4.2 Vue de la pomperie horizontale

La représentation de supervision de la pomperie horizontale doit respecter le schéma P&ID fourni au début du projet. En effet, on y trouve les deux pompes P4, P5 ainsi que les 4 vannes motorisées qui servent au contrôle de l'ensemble : MOV113, MOV114, MOV115 et MOV116. Cette vue permet de :

- Choisir le mode de fonctionnement (manuel/automatique, locale/distant) des vannes et des pompes.
- Commander les équipements en mode manuel-distant.
- Observer la variation de la pression et de la température.
- Afficher les états des vannes et des pompes (ouvertes/fermées, marche/arrêt).
- Afficher l'état de chaque pressostat.

La figure 4.5 montre la vue de la pomperie horizontale.

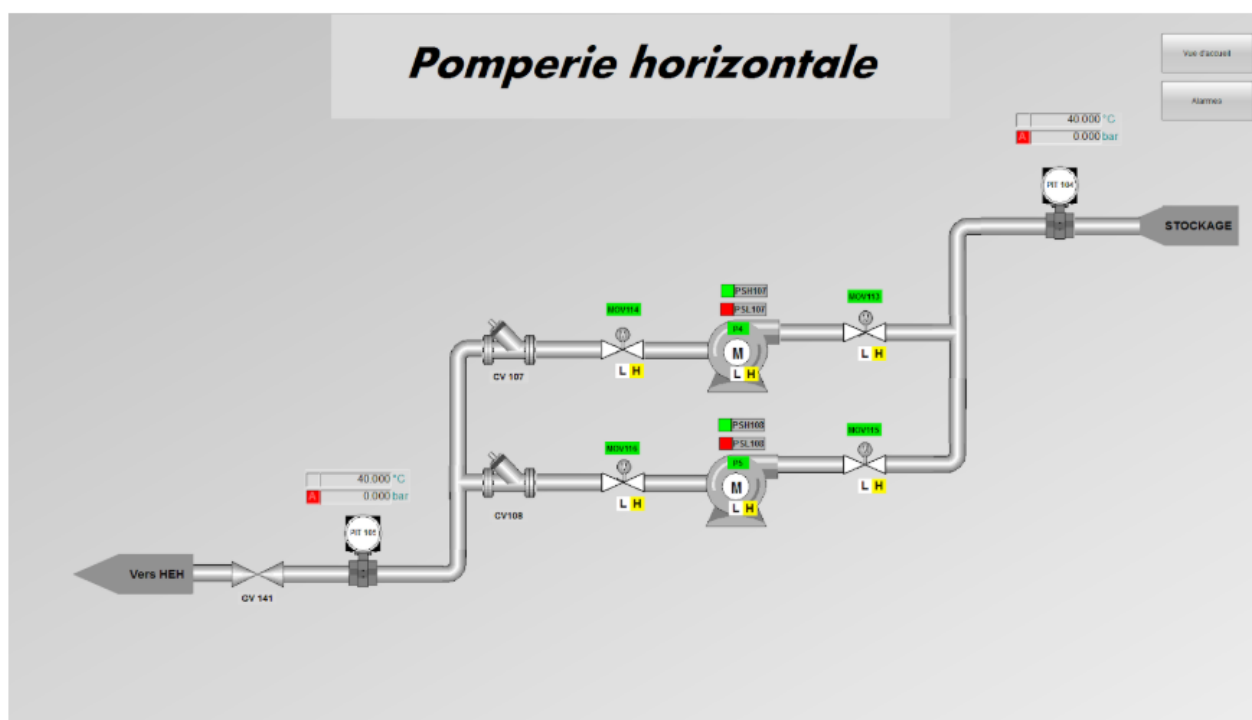


FIGURE 4.5 – Station PC CINA : Vue pomperie horizontale

4.4.3 Vue de la pomperie verticale 650

Dans cette vue, on peut trouver les 4 pompes de capacité $650 \text{ m}^3/\text{h}$ PP1, PP2, PP3, PP4 disposées verticalement. En plus des 8 vannes motorisées qui servent au contrôle des équipements : MOV101, MOV102, MOV103, MOV104, MOV105, MOV106, MOV107, MOV108. Sans oublier les deux indicateurs de pression à l'entrée et à la sortie de l'installation. Cette vue permet de :

- Choisir le mode de fonctionnement (manuel/automatique, locale/distant) des vannes et des pompes.
- Commander les équipements en mode manuel-distant.
- Observer la variation de la pression et de la température.
- Afficher les états des vannes et des pompeWs (ouvertes/fermées, marche/arrêt).
- Afficher l'état de chaque pressostat.

La figure 4.6 montre la vue de la pomperie verticale 650.

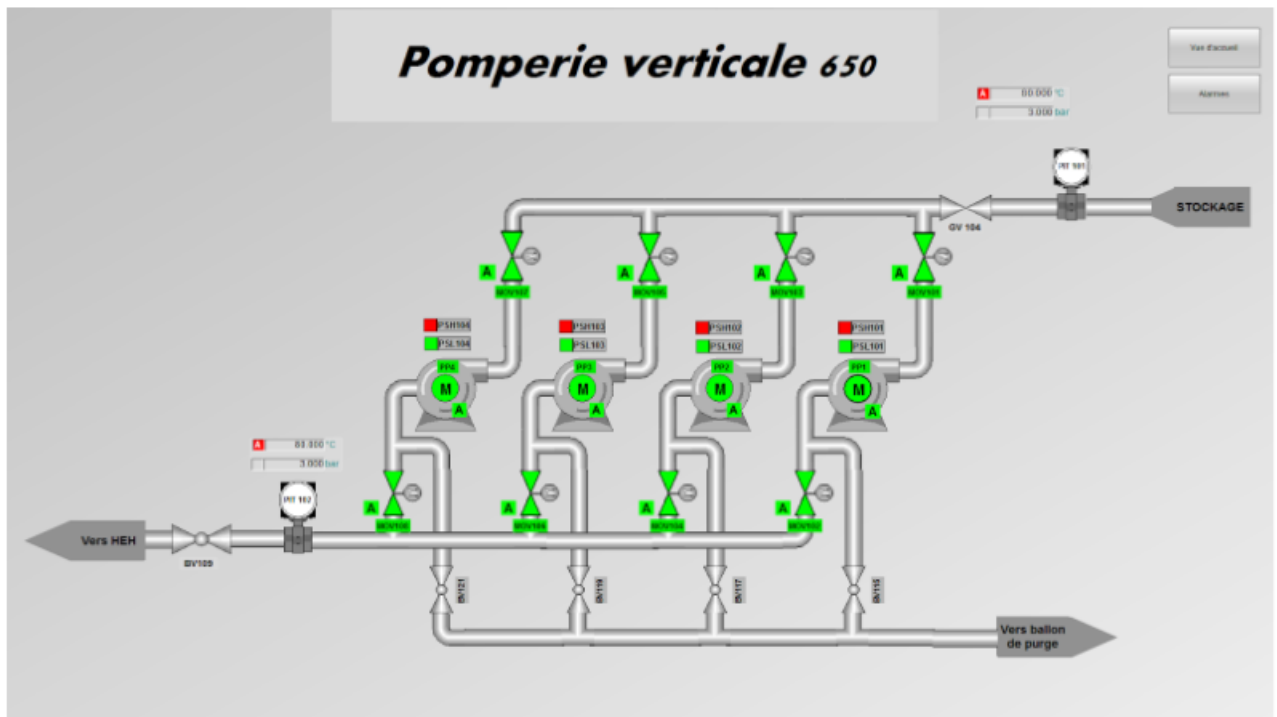


FIGURE 4.6 – Station PC CINA : Vue pomperie verticale 650

4.4.4 Vue de la pomperie verticale 1300

La figure 4.7 représente un schéma illustratif de la pomperie verticale 1300 m^3/h composée de deux pompes PP5 et PP6 disposées verticalement, de deux indicateurs de pression et enfin de 4 vannes motorisées à l'entrée et à la sortie de chaque pompe : MOV109, MOV110, MOV111, MOV112. Cette vue permet de :

- Choisir le mode de fonctionnement (manuel/automatique, locale/distant) des vannes et des pompes.
- Commander les équipements en mode manuel-distant.
- Observer la variation de la pression et de la température.
- Afficher les états des vannes et des pompes (ouvertes/fermées, marche/arrêt).
- Afficher l'état de chaque pressostat.

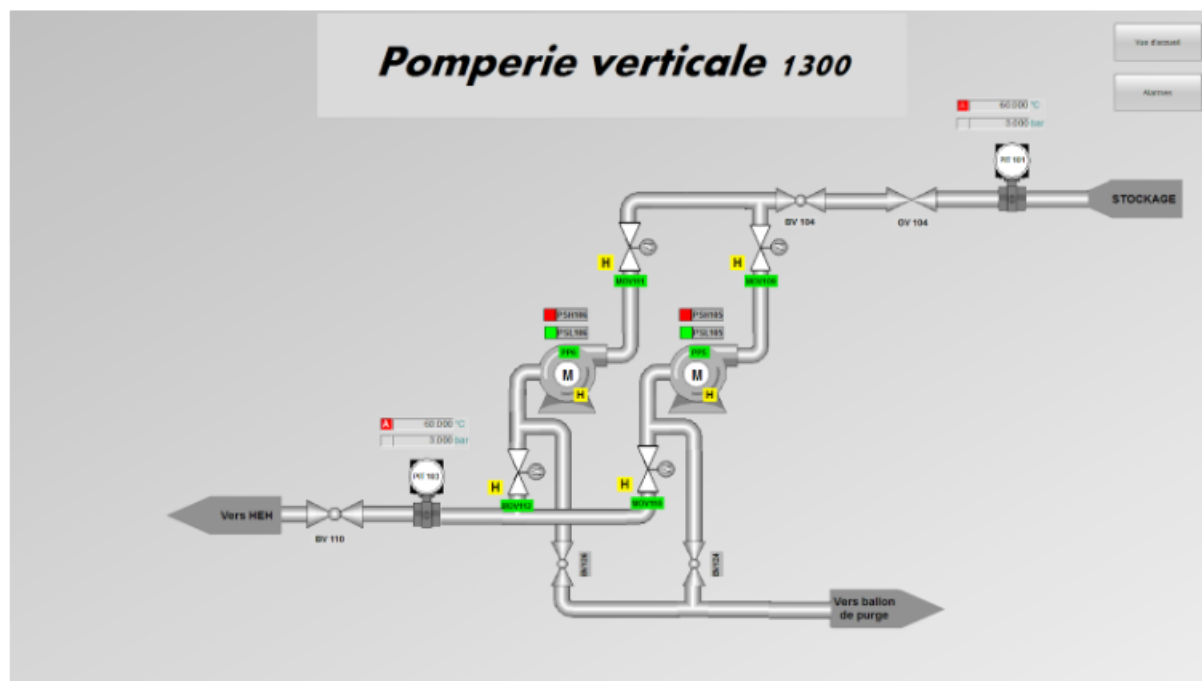


FIGURE 4.7 – Station PC CINA : Vue pomperie verticale 1300

4.4.5 Vue de drain fermé

Dans cette vue, on trouvera les deux moto pompes immergées P101 et P201 de capacité $7 \text{ m}^3/\text{h}$, un contacteur de pression haute PSH 101 est mis en place au niveau de l'entrée de ballons de purge, un transmetteur de niveau LIT101 afin de se couvrir en cas de défaillance.

Sur cette vue on peut :

- Choisir le mode de fonctionnement (manuel/automatique, locale/distant) de l'électrovanne et des pompes.
- Commander les équipements en mode manuel-distant.
- Observer la variation de la pression, le niveau et de la température.
- Afficher les états de l'électrovanne et des pompes (ouvertes/fermées, marche/arrêt).
- Afficher l'état de chaque pressostat et capteur de niveau.

La figure 4.8 montre la vue du drain fermé.

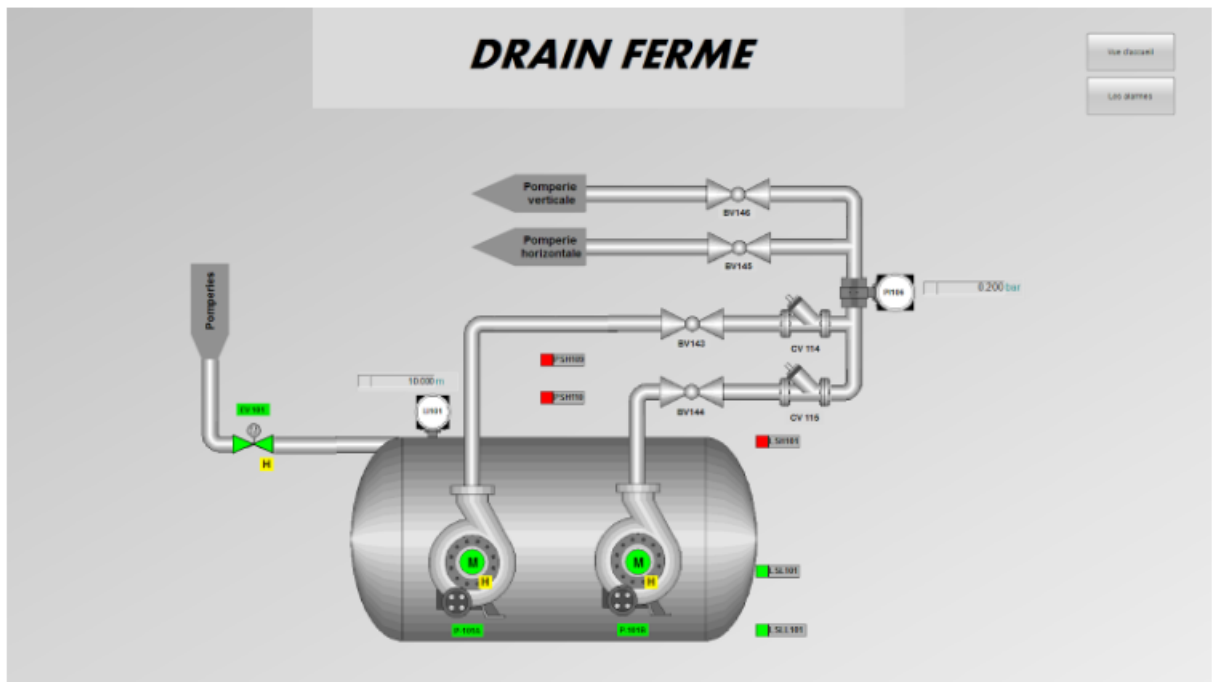


FIGURE 4.8 – Station PC CINA : Vue drain fermé

4.4.6 Vue de drain ouvert

Sur cette vue on peut :

- Choisir le mode de fonctionnement (manuel/automatique, locale/distant) des pompes.
- Commander les pompes en mode manuel-distant.
- Observer la variation de la pression, le niveau et de la température.
- Afficher les états des pompes (marche/arrêt).
- Afficher l'état de chaque pressostat et capteur de niveau.

La figure 4.9 montre la vue du drain ouvert.

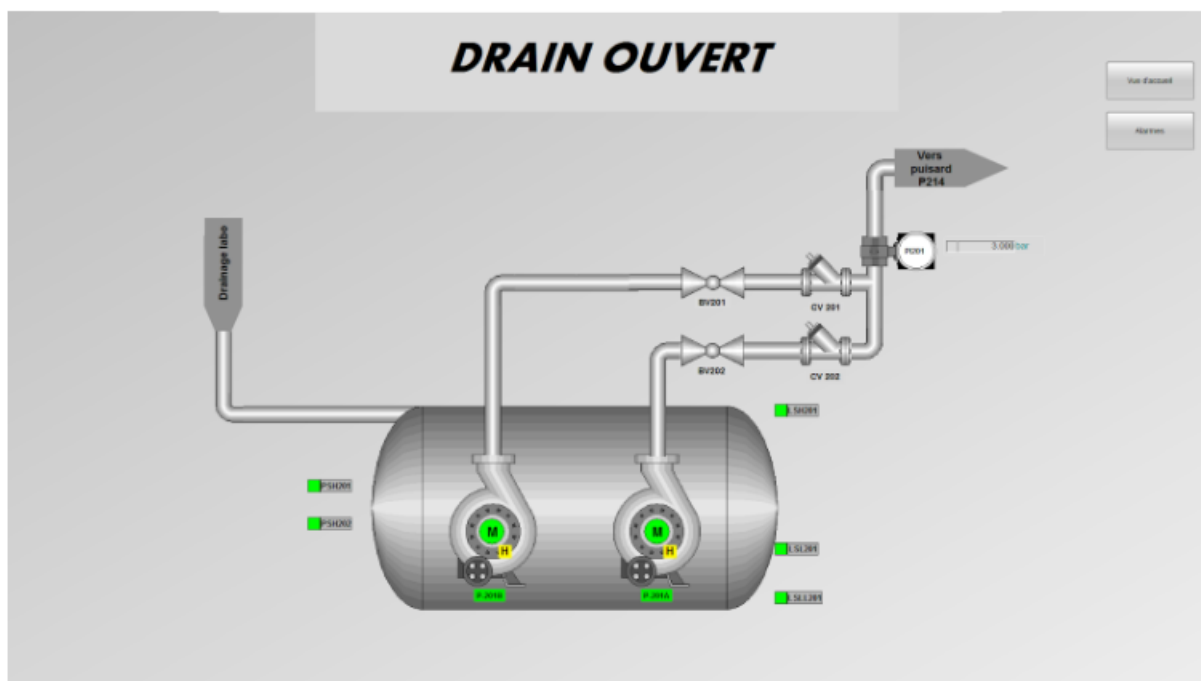


FIGURE 4.9 – Station PC CINA : Vue drain ouvert

4.4.7 Alarmes et archivage

Toutes les vue précédentes sont conçues pour la commande et la supervision de la station de pompage, et sur chaque vue il existe un bouton qui permet d'afficher les alarmes et les archiver. Les données de la station sont archivées dans la mémoire de l'automate, il suffit d'insérer une clé USB dans le PC pour les récupérer sous la forme d'un fichier Excel qui est créé automatiquement. Les alarmes qu'on peut trouver :

- Alarmes en cas ou une pompe sera commandée localement.
- Alarme pour chaque pressostat.
- Alarme en cas de pression inférieure à la pression de déclenchement à travers le transmetteur de pression.
- Alarme en cas de pression supérieure à la pression d'enclenchement à travers le transmetteur de pression.
- Alarme de niveau (drain ouvert et drain fermé).

4.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons conçu une interface SCADA dynamique pour le système de gestion et du contrôle de la nouvelle station de pompage du complexe CINA. Cette dernière fournit à l'utilisateur un outil de suivi du fonctionnement du système en temps réel, et ce dans le but de simplifier le travail de l'opérateur en lui fournissant le maximum d'informations sur l'état du système.

Conclusion générale

Grâce à la réalisation de ce projet au sein de la société Siemens, on a pu découvrir les étapes essentielles par lesquelles un ingénieur doit passer pour dimensionner une solution d'automatisation complète et opérationnelle. On a également vu comment interpréter le cahier des charges pour répondre aux exigences du client.

Le but du travail était d'automatiser le fonctionnement de la nouvelle station de pompage du complexe CINA ainsi que d'installer un système de supervision et de contrôle pour celles-ci. Pour réaliser le projet, on a procédé de la façon suivante :

- Étudier le fonctionnement de ce système, donc identifier le problème.
- Proposer un système d'automatisation adéquat.
- Réaliser la configuration matérielle.
- Programmer les différentes parties de la station de pompage en fonction de l'analyse fonctionnelle.
- Concevoir une interface de supervision et de contrôle SCADA pour permettre à l'opérateur de contrôler et de commander la station à travers les différentes vues.

Par conséquent, à cause de la contrainte due à la crise sanitaire actuelle, on n'a pas pu procéder à la mise ne service. Enfin, ce projet nous a permis d'apprendre de nouveaux concepts en matière d'automatisation industrielle.

Références bibliographiques

- [1] BAAZIZ ABDELMONIMN BOULALI. Abderrahim. “Réalisation d’un système de comptage à l’usine FCI : Partie Communication”. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2016.
- [2] LADOUCEUR FRANCE. “Introduction à l’instrumentation et à la régulation de procédé”. 1999.
- [3] ASCH GEORGES. *Les capteurs en instrumentation industrielle*. Dunod. 2010.
- [4] BELAHNECHE Oussama HADJI BAHAA EDDINE. “Automatisation d’un système de gestion et de contrôle du réseau anti-incendie du complexe CINA”. Université de Sciences et de Technologies Haouari Boumedienne, 2019.
- [5] *Inst Tools, How a Orifice Measures Flow [en ligne]*. URL : <https://instrumentationtools.com/how-a-orifice-measures-flow/>. (Consulté le 21/05/2020).
- [6] GABES JEAN. *Nagios 3 pour la supervision et la métrologie*. Eyrolles. 2011.
- [7] *Mesure de pression catalogue*. Siemens. 2003.
- [8] COOK ROBERT. *Interpreting Piping and Instrumentation Diagrams-Symbology [En ligne]*. URL : <https://www.aiche.org/chenected/2010/09/interpreting-piping-and-instrumentation-diagrams-symbology>. (Consulté le : 20/04/2020).
- [9] IKIDECHE SARAH. “Etude et planification d’un système de supervision (SCADA) sous le logiciel Labview”. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, 2018.
- [10] *SIMATIC CFC for S7 Continuous Function Chart Manual*. Siemens. 2003.
- [11] BOLTON WILLIAM. *Programmable Logic Controllers Fourth Edition*. Newnes. 2006.

Annexes

ANNEXE A

Liste des entrées/sorties

Désignation	Nombre
Transmetteurs de pression de refoulement et d'aspiration	06 AI
Transmetteurs de température de refoulement et d'aspiration des deux pompes	05 AI
Transmetteurs de débit lignes de refoulement	02 AI
Transmetteur de niveau ballon de purge	01 AI
Entrée analogique pour la centrale détection incendie	01 AI
Total	15

Liste des entrées analogique

Local	Entrées digitales	Sorties digitales	Nombre	E	S
Pompes horizontales et pompes verticales	Marche/arrêt Etat marche Etat arret Etat défaut Arret d'urgence Alarme BP Alarme HP	Commande marche Commande arrêt	8	56 DI	16 DO
Ballon de purge	Alarme niveau haut Alarme niveau bas Alarme niveau très bas Alarme HP Alarme BP		1	1 DI 1 DI 1 DI 1 DI 1 DI	
Drain ouvert	Alarme niveau haut Alarme niveau bas Alarme niveau très bas		1	1 DI 1 DI 1 DI	
EV entrée ballon de purge	Etat ouvert Etat fermé Etat défaut	Commande ouverture Commande fermeture	1	1 DI 1 DI 1 DI	1 DO 1 DO
Pompes ballon de purge	Marche/arrêt Etat marche Etat arret Etat défaut	Commande marche Commande arrêt	2	8 DI	4 DO
Pompes drain ouvert	Mode auto/Manuel Etat marche Etat arret Etat défaut	Commande marche Commande arrêt	2	8 DI	4 DO
Vanne motorisée	Etat ouvert Etat fermé Etat défaut	Commande ouverture Commande fermeture Mode de fonctionnement	16	16 DI 16 DI 16 DI	16 DO 16 DO 16 DO
			Total	131 DI	74 DO

Liste des entrées/sorties numériques

ANNEXE B

Solution d'automatisation à base d'automate S7 1500

Le but de cette solution est de fournir les équipements nécessaires à notre travail, y compris le contrôle et la supervision de la station de pompage. La programmation se fera essentiellement à l'aide du logiciel TIA Portal.

Pour cette partie, nous choisirons l'automate Siemens S7-1500, sorti en 2012 et utilisé pour les machines de moyenne et haute gamme. Le contrôleur de nouvelle génération se caractérise par des performances et une efficacité élevées, et certains modèles peuvent être utilisés en mode redondant. Il comprend l'intégration de nombreuses fonctions standard, y compris les fonctions de contrôle de mouvement et de sécurité, qui peuvent maximiser la sécurité de la production et du développement. Les fonctions de diagnostic configurables permettent de superviser l'état de l'installation, son intégration dans TIA portal permet de concevoir simplement des projets en optimisant les coûts de développement. Le système sera composé de deux châssis de la CPU redondants, de deux stations décentralisées et enfin de deux switches pour assurer la connexion avec la salle UP1.



Automate S7 1500

CPU 1517H-3 PN

L'une des deux CPU du système redondant joue le rôle d'unité centrale pour le contrôle du processus (unité centrale primaire). L'autre CPU assume le rôle de la CPU secondaire (CPU de secours). Le rôle de l'unité centrale peut changer en cours de fonctionnement. Toutes les données pertinentes sont synchronisées de l'unité centrale primaire à l'unité centrale de secours via les câbles à fibres optiques des connexions de redondance.

La synchronisation entre l'unité centrale primaire et l'unité centrale de secours assure une commutation rapide entre CPU en cas de défaillance du CPU primaire. En cas de défaillance

du processeur primaire, le processeur de secours conserve le contrôle du processus en tant que nouvelle unité centrale primaire au point d'interruption.

Les connexions de redondance sont constituées de deux câbles à fibres optiques, qui relient directement le CPU via des modules de synchronisation enfichables.

Le système redondant S7-1500H se compose des éléments suivants :

- Deux unités centrales du type CPU 1517H-3 PN
- Deux cartes mémoire SIMATIC
- Quatre modules de synchronisation (deux modules de synchronisation dans chaque H-CPU)
- Deux connexions de redondance (deux câbles duplex à fibres optiques)
- Dispositifs IO
- Alimentation électrique du système.

Coupleur IM 155-5 PN BA

Ce périphérique permet d'établir une connexion Profinet entre la station décentralisée ET200MP et le châssis de la CPU.

Station de périphérie décentralisée ET200MP

Le système d'E/S ET200 MP est évolutif et est utilisé à la fois comme Entrées Sorties centralisées avec S7-1500 et dans des configurations distribuées avec PROFINET ou PROFIBUS. Chaque station peut accueillir jusqu'à 30 modules d'E/S. Les modules ont une faible variance de pièces et le connecteur frontal pour tous les modules de 35 mm de large. Par conséquent, la commande, la logistique et l'inventaire des pièces détachées sont considérablement simplifiés.

Module E/S

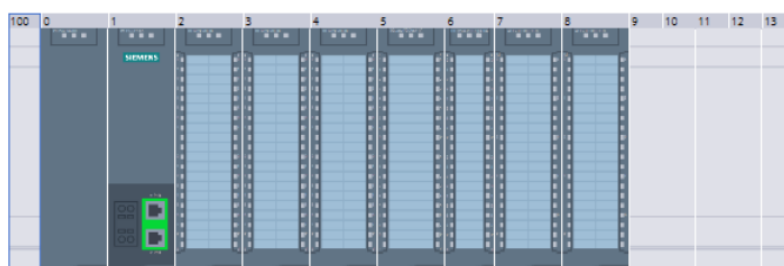
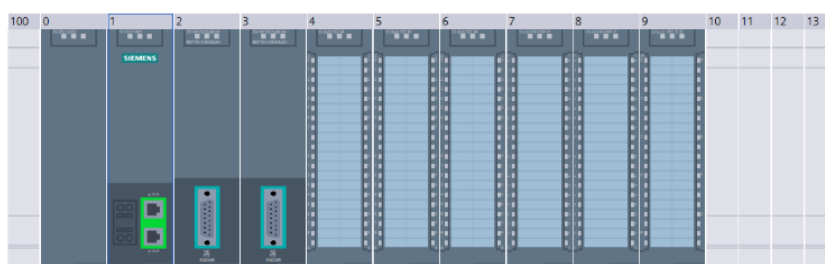
Dans cette partie nous allons choisir nos modules d'entrées/sorties en tenant compte du nombre de ces dernières. On prendra également une marge de sécurité de 20% pour chacune. Tous les modules sont dotés d'une séparation galvanique pour plus de robustesse.

- 5 modules d'entrées numériques 32x24VDC HF.
- 3 module de sorties numériques 32x24VDC/0.5A HF.
- 2 modules d'entrées analogiques AI 8xU/I/RTD/TC ST.
- 1 module d'entrée analogique 4xU/I/RTD/TC ST.

L'ensemble sera disposé comme suit sur le rack :



Station décentralisée ET200MP



Station décentralisée ET200MP équipée des modules nécessaires

ANNEXE C

Présentation du logiciel TIA Selection Tool

L'outil de sélection TIA de Siemens est devenu un outil essentiel pour la sélection des composants et des logiciels des systèmes d'automatisation de Siemens. Il permet notamment de vérifier la cohérence des pièces, de suggérer des accessoires, de répertorier les modules disponibles pour une unité centrale ou un dispositif d'entrée/sortie, de générer une liste finale de pièces dans Excel et de donner des raccourcis vers le site d'assistance de Siemens pour obtenir des informations détaillées sur les composants. Ici, nous allons essayer d'aborder certaines des fonctionnalités les plus utiles.

L'outil se lance dans la "Vue Portail", dont la présentation est similaire à celle de l'environnement de développement du TIA portal.



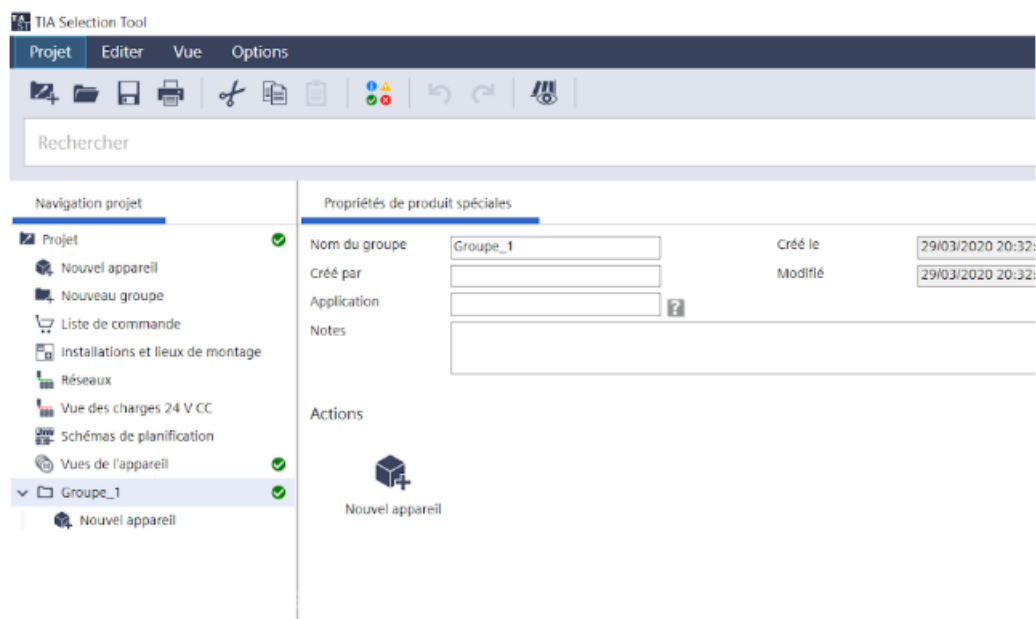
TIA Selection Tool : Vue portail

On peut utiliser cette vue, ou passer à la "Vue du projet" si on le souhaite, pour mieux visualiser les différentes parties de la sélection.

Pour commencer, il est nécessaire de choisir la CPU exigée (vue portail - nouvel appareil), pour notre exemple on prendra un automate S7-400 :

Pour une configuration redondante, on active la haute disponibilité, de même pour les applications Failsafe, on peut également configurer l'équipement en fonction de l'environnement dans lequel il sera mis en marche.

Ensuite, il est possible de choisir les composants de notre automate (CPU, Chassis, Modules de communication, extensions. . .)



TIA Selection Tool : Vue projet

Etant donné qu'on choisit un automate redondant, les CPU proposées seront celles répondant à cette propriété :

Il en est de même pour les autres composants. Dans cet onglet de configuration, un catalogue du matériel est disponible pour montrer quels modules fonctionnent avec le système que vous configurez. Il suffit de sélectionner, puis de faire glisser le module sur le rack. Si vous avez des doublons, le copier/coller fait l'affaire. Si on souhaite comparer les caractéristiques des modules, on utilisera le bouton Comparer en haut.

Il est à noter que lorsque vous sélectionnez un module, le catalogue du matériel est mis en évidence en bas à droite de l'écran. Une fois l'ensemble du matériel choisi, on peut réaliser une configuration du câblage (vue de réseau - réseaux) : Enfin, il est nécessaire de choisir la bonne alimentation pour cet ensemble, TIA Selection tool permet de prendre l'alimentation adéquate du système (Vue du projet - Vue des charges 24 CC). Ceci se fait en prenant en considération les exigences de chaque module (via le cahier de charges) : Ce logiciel permet toutefois, une fois la sélection terminée, d'élaborer des schémas de planification, à l'image du schéma suivant :

The screenshot displays the Siemens TIA Selection Tool interface. On the left is a dark blue sidebar with the Siemens logo and navigation icons for 'Bienvenue', 'Nouvel appareil', 'Projets', 'Configuration', 'Liste de commande', 'Options', and 'Vue du projet'. The main area features a search bar at the top with the text 'Rechercher' and a magnifying glass icon. Below the search bar, there are tabs for 'Gamme' and 'Commandes', with 'Commandes' selected. A 'Smart Assistant' icon is visible in the top right corner. A horizontal menu contains categories: 'Tous les appareils', 'Basic Controller', 'Advanced Controller', 'Distributed Controller', 'Automate logiciel', 'Module logique LOGO!', 'Migration Services', and 'SINUMERIK'. Below this menu is a search input field with the placeholder text 'Terme recherché : désignation/numéro d'article'. The main content area is a table listing various SIMATIC components:

SIMATIC S7-1200		
SIMATIC S7-1500		
SIMATIC S7-300		
SIMATIC S7-400		
SIMATIC ET 2005P (I/O, CPU, Open Controller)		
SIMATIC ET 2005 (I/O, CPU)		
SIMATIC ET 200pro (I/O, CPU)		
Contrôleur logiciel S7-1500		
LOGO! 8		
Migration Consulting and Support		
Application Software Migration		
SINUMERIK 808D ADVANCED		

TIA Selection Tool : Choix de la CPU

Propriétés spécifiques

▼ | Repère d'équipement

Installation	Aucun	?
Lieu d'installation	Aucun	?

▼ | Application standard/Failsafe

Application standard/Failsafe	Application standard	?
-------------------------------	----------------------	---


▼ | Haute disponibilité

Disponibilité élevée de la CPU (S7-400H)	<input checked="" type="checkbox"/>	?
Module d'E/S à haute disponibilité (S7-400H)	<input checked="" type="checkbox"/>	?

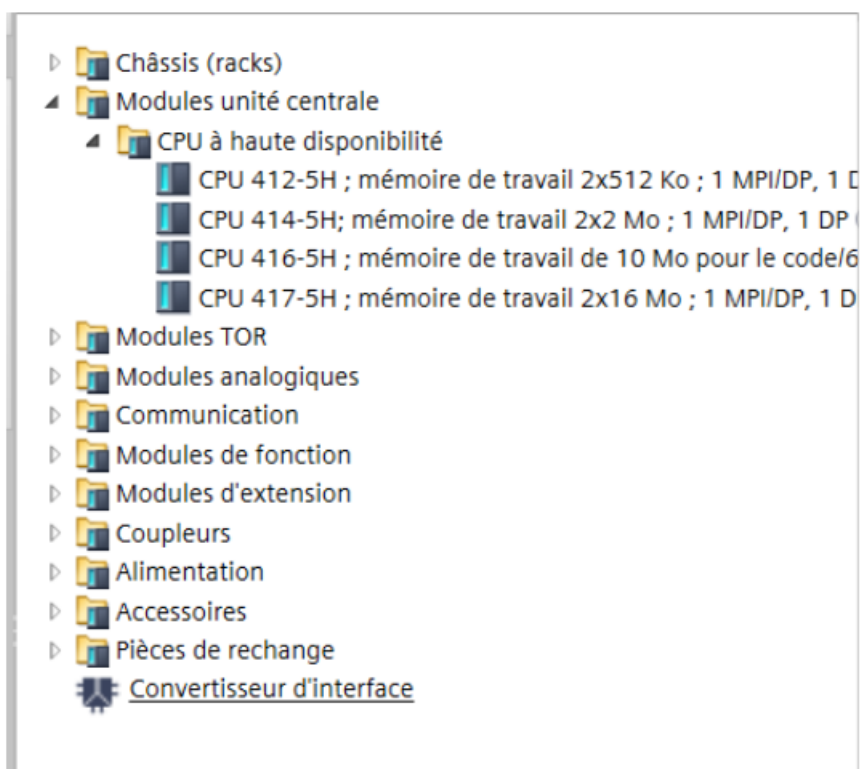





▼ | Environnement

Minimale (°C)	0 °C	?
Maximale (°C)	55 °C	?
Condensation	Non	?
Conditions d'environnement étendues	Non	?
Altitude d'installation étendue, [m]	Pour des altitudes d'implantation supérieures à 2000 m, veuillez vous adresser à un spécialiste	?

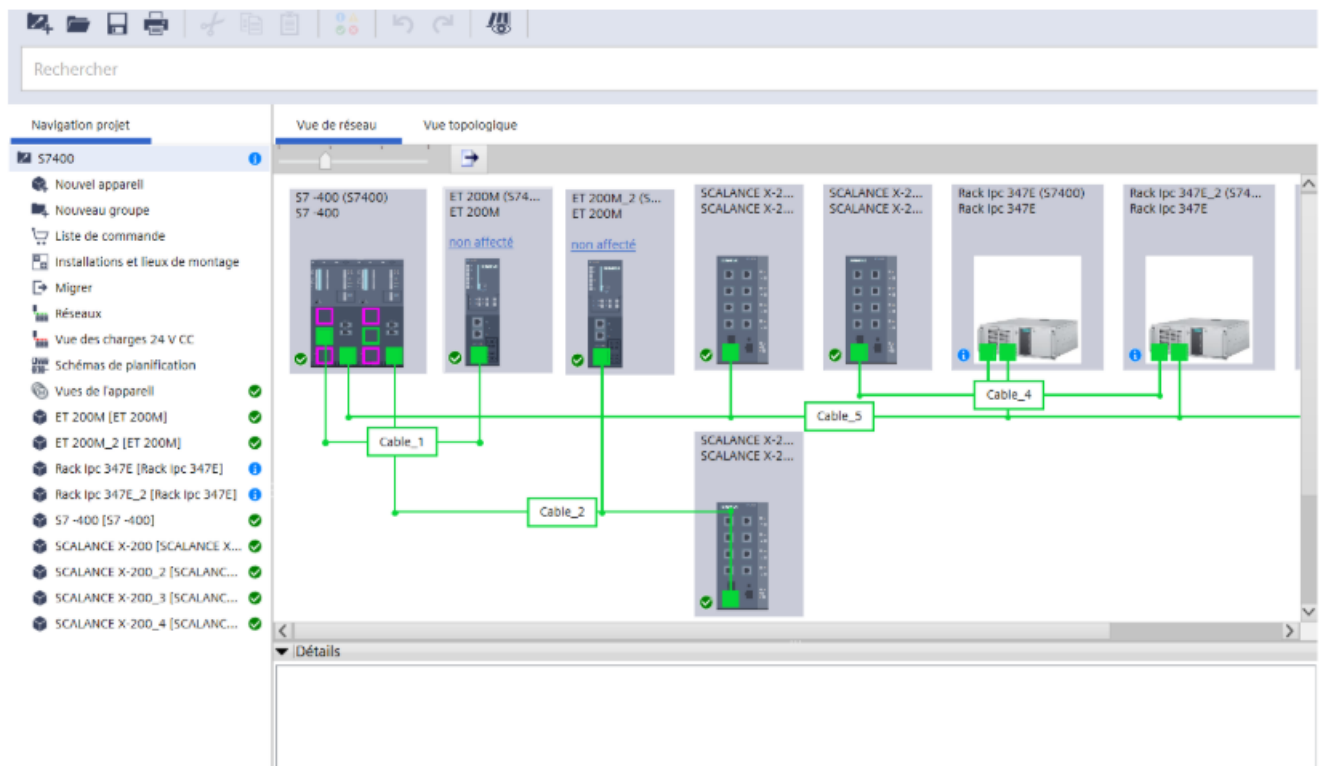
TIA Selection Tool : Caractéristiques de la CPU

- ▷ Châssis (racks)
- ▷ Modules unité centrale
- ▷ Modules TOR
- ▷ Modules analogiques
- ▷ Communication
- ▷ Modules de fonction
- ▷ Modules d'extension
- ▷ Coupleurs
- ▷ Alimentation
- ▷ Accessoires
- ▷ Pièces de rechange
-  Convertisseur d'interface

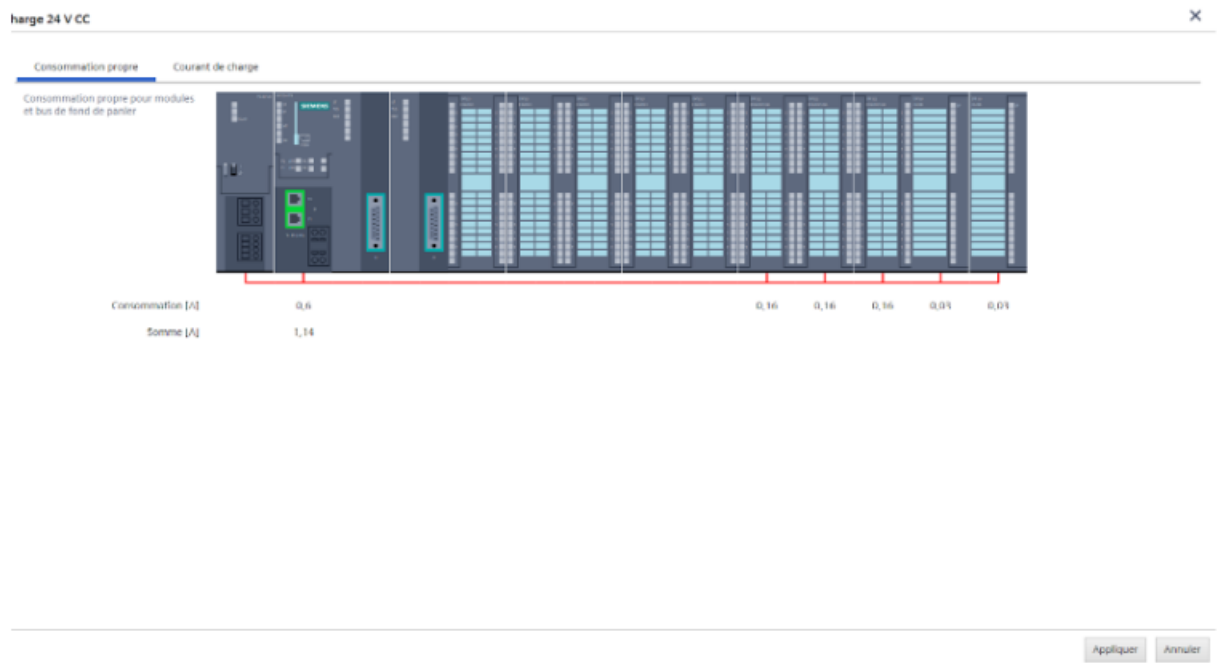
TIA Selection Tool : Choix des composants

- 
- ▷ Châssis (racks)
 - ▲ Modules unité centrale
 - ▲ CPU à haute disponibilité
 -  CPU 412-5H ; mémoire de travail 2x512 Ko ; 1 MPI/DP, 1 D
 -  CPU 414-5H ; mémoire de travail 2x2 Mo ; 1 MPI/DP, 1 DP
 -  CPU 416-5H ; mémoire de travail de 10 Mo pour le code/6
 -  CPU 417-5H ; mémoire de travail 2x16 Mo ; 1 MPI/DP, 1 D
 - ▷ Modules TOR
 - ▷ Modules analogiques
 - ▷ Communication
 - ▷ Modules de fonction
 - ▷ Modules d'extension
 - ▷ Coupleurs
 - ▷ Alimentation
 - ▷ Accessoires
 - ▷ Pièces de rechange
 -  Convertisseur d'interface

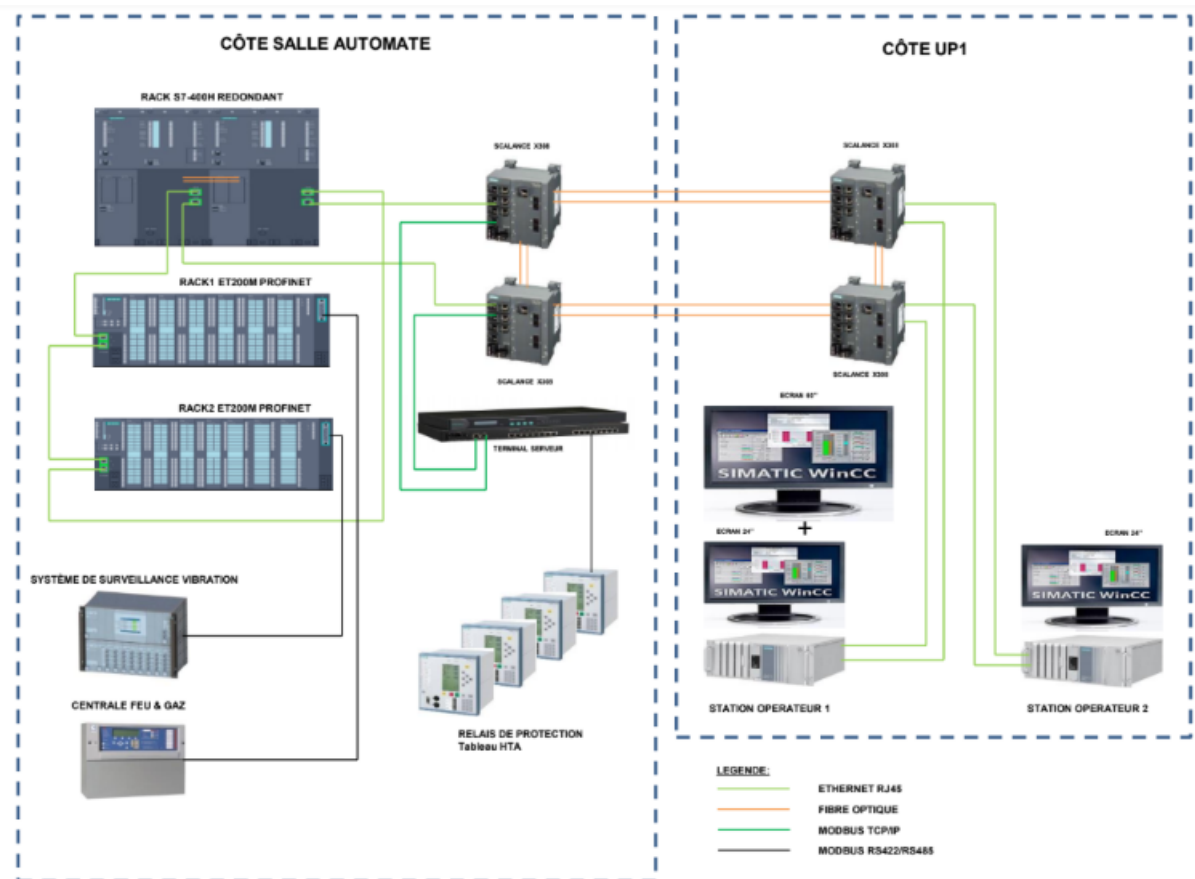
TIA Selection Tool : Choix des composants redondants



TIA Selection Tool : Vue réseau



TIA Selection Tool : Alimentation



TIA Selection Tool : Schéma de planification

ANNEXE D

Présentation de l'éditeur CFC

Le CFC (Continuous Function Chart) est un éditeur graphique qui peut être utilisé conjointement avec le progiciel STEP 7. Il permet de créer toute la structure logicielle de la CPU à partir de blocs prêts à l'emploi. Lorsqu'on travaille avec l'éditeur, on place des blocs sur des diagrammes de fonctions, on leur attribue des paramètres avant de les interconnecter. L'interconnexion signifie, par exemple, que les valeurs sont transférées d'une sortie à une ou plusieurs entrées pendant la communication entre les blocs. On n'a pas nécessairement besoin de connaître les détails tels que les algorithmes ou l'affectation des ressources de la machine, ce qui permet de se concentrer uniquement sur les aspects technologiques de la configuration. Les propriétés d'exécution des blocs ont des paramètres par défaut, mais ceux-ci peuvent être adaptés individuellement pour chaque bloc. Étant donné que des blocs individuels ou des groupes entiers de blocs peuvent être copiés ou déplacés d'un graphique à l'autre, on peut gagner un temps considérable. Les interconnexions entre les blocs sont conservées. [10]

CFC charts

Cartes et partition des cartes / CFC Charts and charts partition

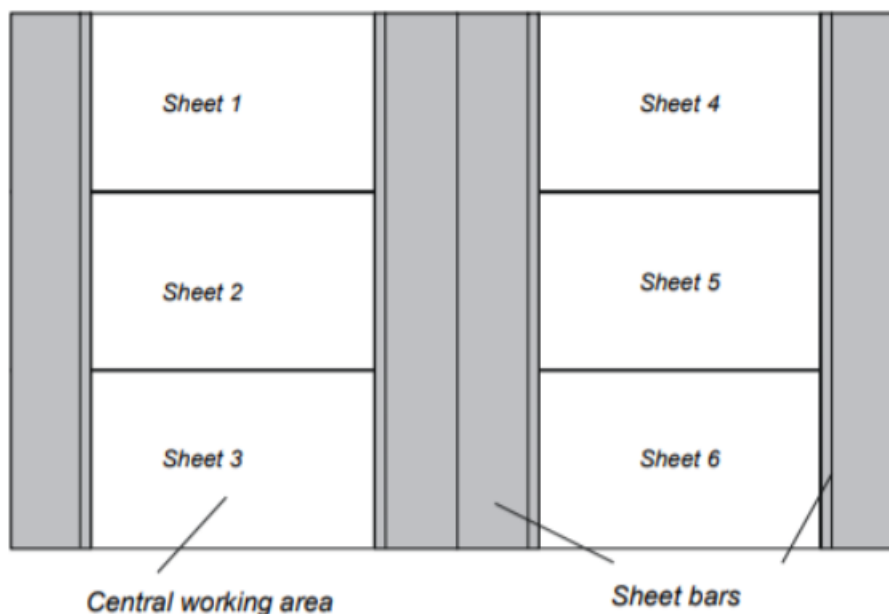
L'unité de travail de base de l'éditeur CFC est la carte (en anglais : chart). Chaque carte a un nom unique dans la CPU. On peut créer des cartes soit dans le gestionnaire SIMATIC, soit directement dans l'éditeur CFC. Une carte nouvellement créée est constituée d'une seule partition de carte, d'autres partitions de carte peuvent être ajoutées, cette dernière peut contenir jusqu'à 26 partitions.

Feuilles et barrettes de feuilles/ sheets and sheet bars

Chaque carte se compose de six feuilles disposées en deux colonnes de trois dans l'éditeur CFC. Une feuille se compose d'une zone de travail centrale et de barres de feuilles contenant les références de la feuille et de l'inter-carte. Sur la surface de travail, on peut positionner et interconnecter des blocs ou d'autres cartes.

Page de débordement/ overflow page

S'il y a autant d'interconnexions avec d'autres feuilles, de sorte que toutes les entrées ne peuvent pas être incluses parce que la barre de feuilles est pleine, une page de débordement est créée automatiquement. La page de débordement est une extension des barres de feuille et ne contient pas d'autres objets.



Exemple d'affichage d'une carte

Graphiques imbriqués

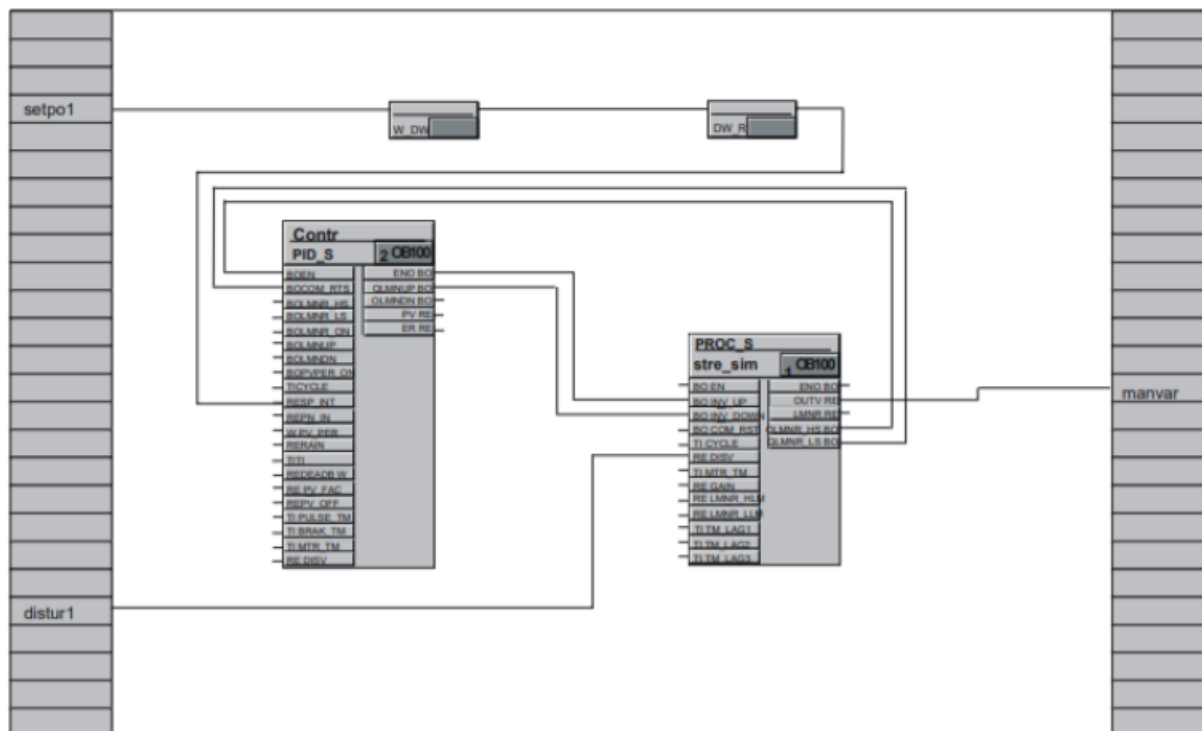
Une carte CFC peut être insérée dans une autre carte CFC (technique chart-in-chart). Cela permet de créer des structures hiérarchiques. Chaque carte insérée peut être ouverte comme n'importe quel autre carte, éditée et modifiée individuellement. Une carte peut être "encapsulée" pour une utilisation ultérieure; en d'autres termes, elle est dotée d'entrées/sorties de diagramme.

Les blocs CFC

Dans les CFC, on travaille avec des blocs prêts à l'emploi qui ont une fonction spécifique. On place ces blocs de fonction dans le diagramme, avant de les interconnecter et de leur attribuer des paramètres.

Type de blocs

Il s'agit d'une définition de type qui spécifie la fonction, le nom du type et l'interface de données (les paramètres d'entrée et de sortie) existe pour chaque bloc fonctionnel. Le nom du type est une abréviation ou un acronyme de la fonction, par exemple : - CTUD (COUNT UP and DOWN) pour la fonction d'un bloc fonctionnel à commande par les



Exemple d'affichage d'une feuille

bords compte à rebours. - COUNT_P, un compteur qui compte à la hausse ou à la baisse (selon le réglage) sur le front positif d'un signal binaire. - ADD_R, une fonction simple qui ajoute des valeurs d'entrée et applique la somme à la sortie.

Instance de bloc

Si on place un bloc dans une carte CFC, en l'insérant dans la carte, on crée une instance de bloc de ce type. Instance signifie en ce sens qu'il s'agit d'une utilisation du type de bloc sélectionné. On peut créer un nombre quelconque d'instances de bloc à partir d'un type de bloc particulier. On peut également attribuer des noms à ces instances de bloc, les interconnecter et leur attribuer des paramètres sans modifier la fonctionnalité propre au type. Un avantage de ce concept d'instance de type est, par exemple, que suite à des modifications centrales ultérieures du type de bloc, ces modifications peuvent être automatiquement effectuées dans toutes les instances de bloc correspondantes.

Blocs complexes

Les fonctions peuvent également être regroupées en utilisant différentes sous fonctions. Ces sous fonctions sont elles-mêmes des blocs et sont assemblées pour former un bloc complexe. Un bloc de contrôle peut, par exemple, contenir un bloc de message et un bloc de contrôle d'opérateur (bloc à instances multiples). À l'aide de CFC, on peut créer ces blocs en interconnectant différents blocs (fonctions) et en attribuant des paramètres appropriés dans un tableau.

Blocs d'organisation

L'interface entre le système d'exploitation de l'unité centrale et le programme utilisateur sont les tâches connues dans S7 sous le nom de blocs d'organisation (OB). Grâce à ces OB, des sections de programme spécifiques peuvent être exécutées à certains moments et dans certaines situations. Il existe des OB pour le démarrage du CPU, pour les interruptions de processus, etc.

Les blocs d'organisation où les tâches ne sont pas des blocs au sens où on l'entend dans les CFC ; ils ne peuvent être ni insérés ni modifiés dans les CFC. Après avoir appelé l'éditeur de séquence d'exécution, les blocs placés dans le diagramme CFC sont affichés dans les OB dans l'ordre dans lequel ils sont traités.

Etapas de configuration

- Créer le projet
- Créer des blocs et les importer dans le CFC (Dans notre cas on importera la bibliothèque BST)
- Insérer des blocs dans la carte
- Définir les paramètres des blocs et les interconnecter
- Adapter les propriétés d'exécution :
 - Les propriétés d'exécution d'un bloc déterminent la manière dont le bloc est inclus dans la séquence d'exécution au sein de la structure entière de l'automate. Ces propriétés sont déterminantes pour la réponse de l'automate en termes de temps de réaction, de temps morts ou de stabilité des structures dépendantes du temps, par exemple les boucles fermées. Lorsqu'il est inséré, chaque bloc se voit attribuer des propriétés d'exécution par défaut qu'on peut modifier si nécessaire.
- Compiler les tableaux des CFC
- Télécharger le programme CFC
- Tester le programme CFC

ANNEXE E

Présentation de la bibliothèque BST

Dans cette partie on va expliquer le fonctionnement de la bibliothèque BST de Siemens qui contient des blocs préfabriqués Step7 avec des faces plates qui vont nous aider dans la réalisation de notre projet. Le tableau ci-dessous montre tous les blocs que contient cette bibliothèque :

Bloc	Référence	Description
BST_DIGITAL	FB650	Visualisation et opérations sur les signaux digitaux
BST_ANALOG	FB640	Visualisation et opérations sur les signaux analogiques
BST_COUNT	FB654	Intégration numérique
BST_FF	FB653	Visualisation et opérations sur les bascules
BST_ILOCK	FB651	Visualisation et opérations sur les portes logiques AND/OR à 8 entrées
BST_VALVE	FB630	Visualisation et contrôle sur les vannes binaires
BST_MOTOR	FB620	Visualisation et opérations sur les moteurs à vitesse de rotation constante et à sens de rotation unique
BST_SIMODIR	FB611	Visualisation et contrôle du moteur SIMOCODE PRO en démarreur direct
BST_SIMOREV	FB610	Visualisation et contrôle du moteur SIMOCODE PRO en démarreur inverse
BST_MM4	FB681	Visualisation et contrôle du convertisseur de fréquences MICROMASTER 440
BST_SINAG 120	FB680	Visualisation et contrôle du convertisseur de fréquences SINAMICS G120
BST_PIDCTRL	FB670	Visualisation et opérations sur les opérateurs de régulation PID
BST_LAG	FB656	Simulation d'un système contrôlé (sans faceplates)
BST_SPLITR	FB657	Emission de signaux de commandes pour deux actionneurs différents

Au cours du projet, on aura besoin des différentes fonctionnalités de la bibliothèque BST et plus précisément les blocs suivants :

- BST_ANALOG : pour la manipulation des signaux analogique, il contient plusieurs fonctions à savoir : scale, unscale, supervision, symbolisation.
- BST_MOTOR : pour la commande et la supervision de l'état d'un moteur.
- BST_VALVE

On va détailler le fonctionnement de chaque bloc dans ce qui suit.

BST_VALVE

Description du bloc

Cette partie décrit la configuration du bloc technologique BST_VALVE (FB630) et l'icône de bloc associée (faceplate). Le bloc est utilisé pour la visualisation et le contrôle des vannes binaires avec deux états finaux On / Off. Ce dernier offre les fonctions suivantes :

- Basculement ouvert / fermé
- Commutation manuelle / automatique
- Commutation locale / distante : (la commande locale sera faite à partir de la pompe et la commande à distance à partir du système SCADA).
- Simulation de la boucle ouverte / fermée
- Affichage des conditions de verrouillage via "BST_ILOCK"

Les états de fonctionnement suivants sont affichés :

- Fermée
- Ouverture
- Ouverte
- Fermeture.

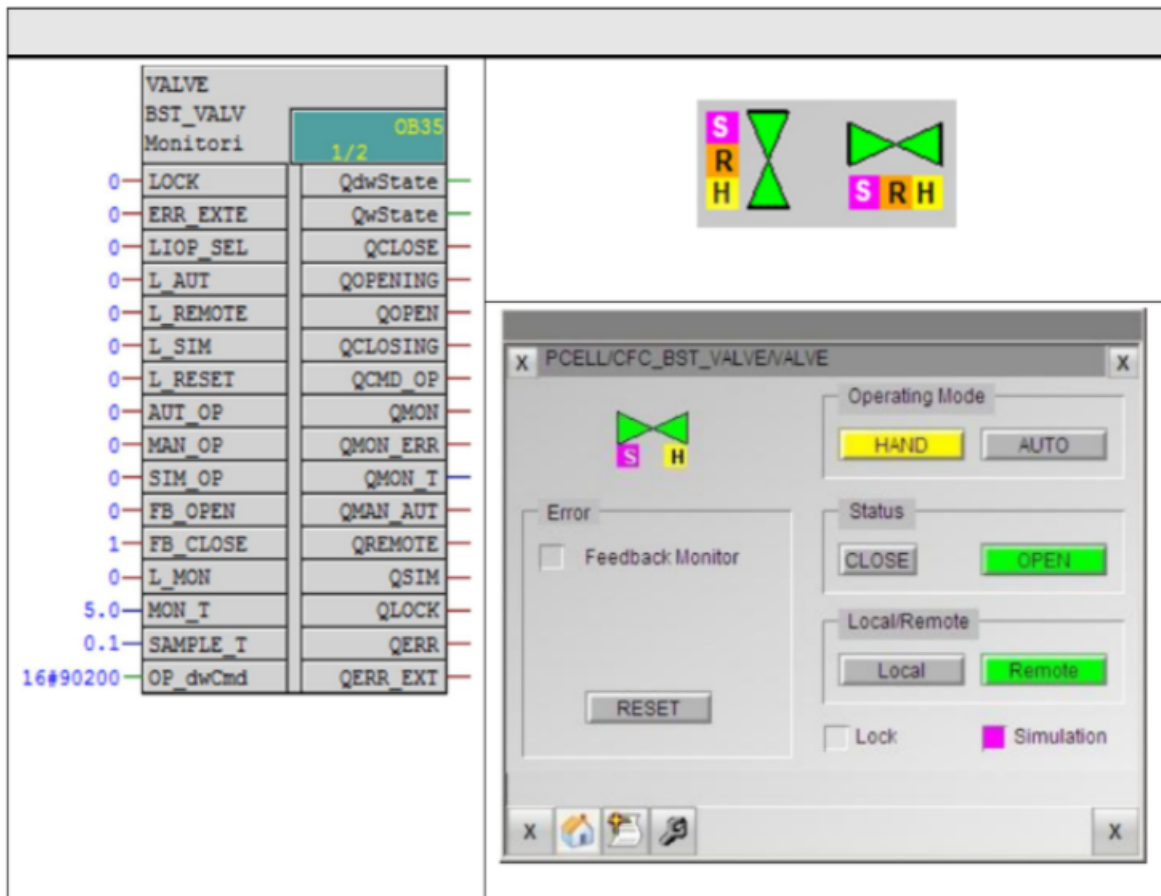
Structure du bloc

La figure ?? montre le bloc, l'icône de la supervision et la faceplate.

Description du mécanisme de fonctionnement

Pour la commutation «manuelle / automatique», les signaux suivants sont utilisés : LIOP_SEL, L_AUT, OP_DwCmd, QdwState, QMAN_AUT.

- Les entrées sont les suivantes :
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "AUT_L" = 0 : Manuel
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "AUT_L" = 1 : Automatique
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 16]" = 1 : Manuel
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 17]" = 1 : Automatique
- Pour ce qui est des sorties, le mode de fonctionnement est indiqué à la sortie du bloc «QMAN_AUT» :
 - "QMAN_AUT" = 0 : Manuel
 - "QMAN_AUT" = 1 : Automatique
- Le transfert du mode de fonctionnement vers WinCC s'effectue dans le "QdwState" par les deux bits 16 et 17. Si aucun des deux bits ou les deux ne sont définis une erreur est survenue.



Bloc BST_VALVE

- "QdwState [Bit 16]" = 1 : Manuel
- "QdwState [Bit 17]" = 1 : Automatique

En ce qui concerne la commande du mode local/remote ; en mode «Local», les commandes de contrôle de l'opérateur se font directement sur le pupitre. En mode "remote", les commandes de contrôle se font sur WinCC.

- Entrées :
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "L_REMOTE" = 0 : Local
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "L_REMOTE" = 1 : Remote
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 4]" = 1 : Local.
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 5]" = 1 : Remote.
- Sorties : Le mode de fonctionnement est indiqué à la sortie du bloc «QREMOTE» :
 - "QREMOTE" = 0 : Local.
 - "QREMOTE" = 1 : Remote.
- Le mode de fonctionnement actuellement «local / distant» est indiqué dans le mot

d'état par bit 4 :

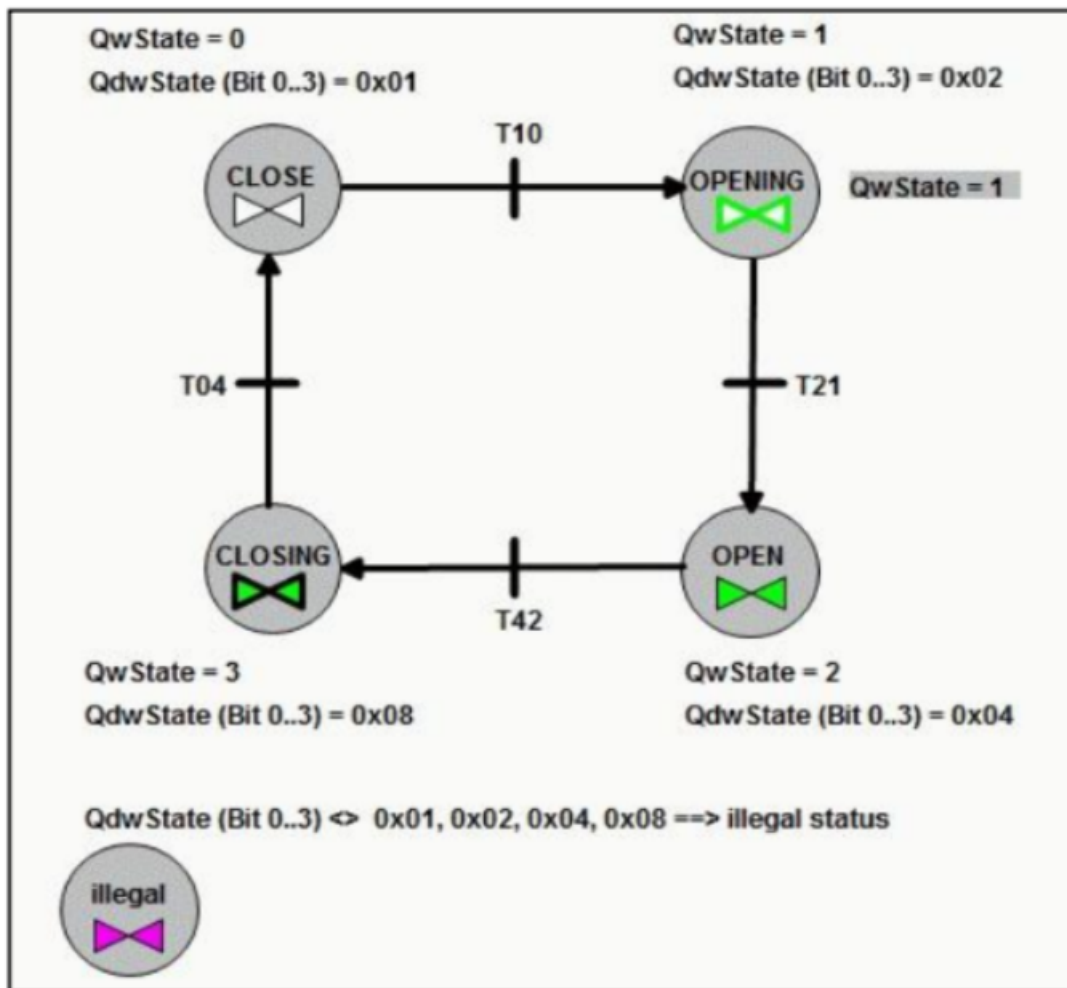
- "QdwState [Bit 4]" = 0 : Local.
- "QdwState [Bit 4]" = 1 : Remote.

Pour la commande d'ouverture et de fermeture de la vanne :

- Entrées :
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 0]" = 1 : Fermée.
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 1]" = 1 : Ouverte.
- Sorties : Le mode de fonctionnement actuel est affiché à la sortie «QwState» avec une valeur numérique.
 - "QwState" = 0 : Fermée.
 - "QwState" = 1 : Ouverture.
 - "QwState" = 2 : Ouverte.
 - «QwState» = 3 : Fermeture.
- À un moment donné, seulement un de ces signaux est défini par 1.
 -
 - «QCLOSE» = 1 : Fermée.
 - «QOPENING» = 1 : Ouverture.
 - "QOPEN" = 1 : Ouverte.
 - «QCLOSING» = 1 : Fermeture.
- L'état de fonctionnement est indiqué aussi dans le double mot "QdwState" :
 - "QdwState [Bit 0]" = 1 : Fermée.
 - "QdwState [Bit 1]" = 1 : Ouverture.
 - "QdwState [Bit 2]" = 1 : ouvert.
 - "QdwState [Bit 3]" = 1 : Fermeture.
- La figure ?? illustre les modes de fonctionnement possibles :

Enfin, lors de la simulation ON/OFF, le mode de fonctionnement «Simulation ON» permet de simuler des signaux de retour (par ex. Vanne «OPEN» ou «CLOSE»). Cette fonction est importante, par exemple, si des fonctions automatiques doivent déjà être testées pendant la phase de configuration, mais qu'une connexion de processus n'existe pas encore. Sans la simulation des signaux de retour, de nombreuses fonctions automatiques ne pourraient pas être exécutées avec succès, car les signaux de retour sont souvent nécessaires pour changer des conditions ou pour déclencher une erreur.

- Entrées :
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "L_SIM" = 0 : Simulation OFF.
 - "LIOP_SEL" = 1 ET "L_SIM" = 1 : Simulation ON.
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 20]" = 1 : Simulation OFF.
 - "LIOP_SEL" = 0 ET "OP_dwCmd [Bit 21]" = 1 : Simulation ON.
- Le mode «Simulation» est indiqué à la sortie du bloc «QSIM».
 - "QSIM" = 0 : Simulation OFF.
 - "QSIM" = 1 : Simulation ON.



Bloc BST_VALVE : Ouverture/fermeture

- Le mode "Simulation" est indiqué aussi dans le mot d'état par bit 18 :
 - "QdwState Bit 18" = 0 : Simulation OFF.
 - "QdwState Bit 18" = 1 : Simulation ON.

BST_MOTOR

Description du bloc

Cette partie décrit la configuration du bloc technologique BST_MOTOR (FB620) et l'icône du bloc associé (faceplate). Ce bloc sert à la visualisation et au contrôle du moteur à vitesse et sens de rotation fixes. Le bloc offre les fonctions suivantes :

- Bouton ON / OFF

- Mode manuel / automatique
- Mode local / remote
- Simulation
- Affichage des conditions de verrouillage via "BST_ILOCK"

Les modes de fonctionnement suivants du moteur s'affichent :

- ARRÊT
- DÉMARRAGE
- MARCHE
- STOPPING

Les erreurs suivantes sont évaluées, affichées dans la fenêtre d'image et enregistrées dans la journalisation des alarmes :

- Commentaires ON / OFF
- Protection moteur
- Erreur de verrouillage
- Protection contre le fonctionnement sec

Structure du bloc

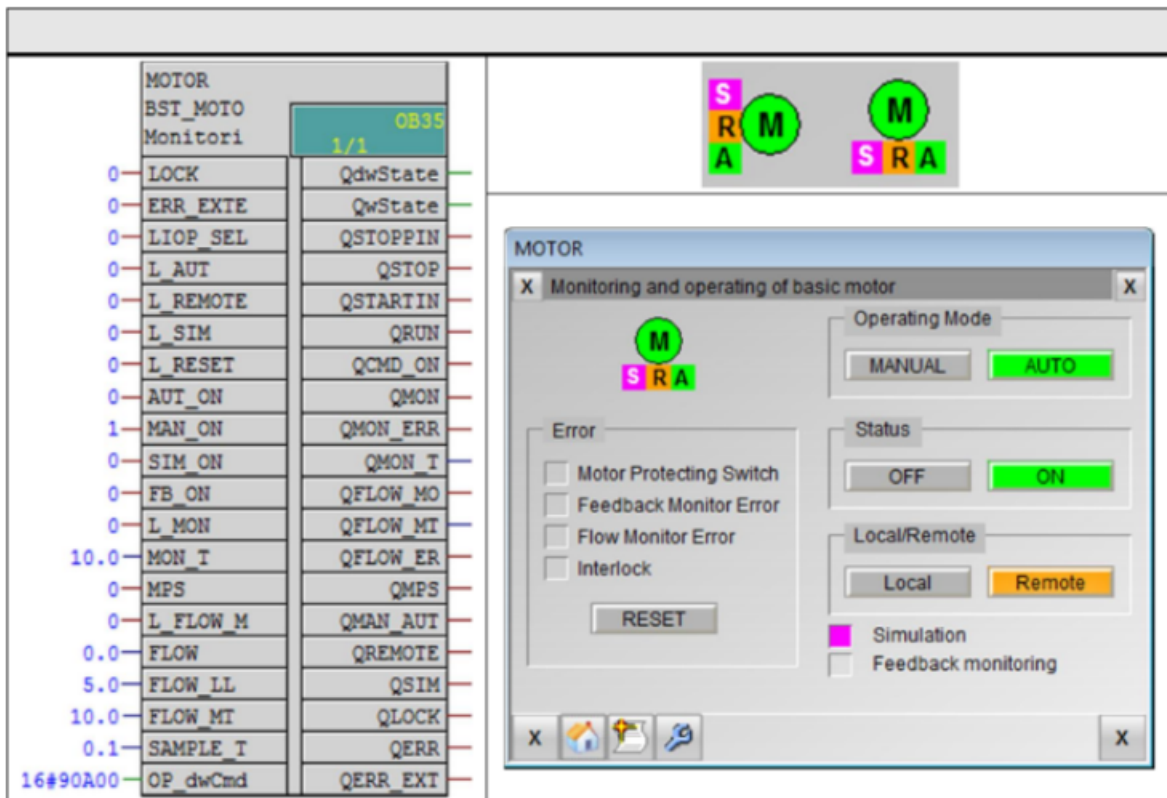
La figure ?? montre le bloc, l'icône de bloc la face plate pour la commande, le fonctionnement et la surveillance des moteurs à vitesse et sens de rotation fixes :

Description du mécanisme de fonctionnement

Pour le principe de fonctionnement, c'est exactement la même philosophie déjà expliquée avec la vanne et ce pour :

- Mode manuel/automatique.
- Commande locale / remote.
- Démarrage/arrêt du moteur.
- Simulation ON/OFF.

La figure ?? illustre les modes de fonctionnement possibles :



Bloc BST_MOTOR

BST_ANALOGUE

Cette partie décrit la configuration du bloc technologique BST_ANALOG (FB640) et l'icône du bloc correspondante ainsi que le bloc d'affichage. Il sert à afficher un signal analogique. Il peut être utilisé pour afficher les signaux proviennent des modules d'entrée analogiques. Le signal à surveiller peut :

- Être de type "WORD" ou "REAL",
- Être surveillé pour les valeurs limites,
- Déclencher des alarmes ou des messages si des limites supérieures ou inférieures sont violées.
- Être simulé.

Structure du bloc

La figure ?? montre le bloc, l'icône de bloc et la fenêtre d'affichage pour contrôler, exploiter et surveiller les signaux analogiques :

Description du mécanisme de fonctionnement

Pour commencer, la commutation des entrées : L'entrée «iMode» détermine si l'entrée «wVal» ou l'entrée «fVal» est active.

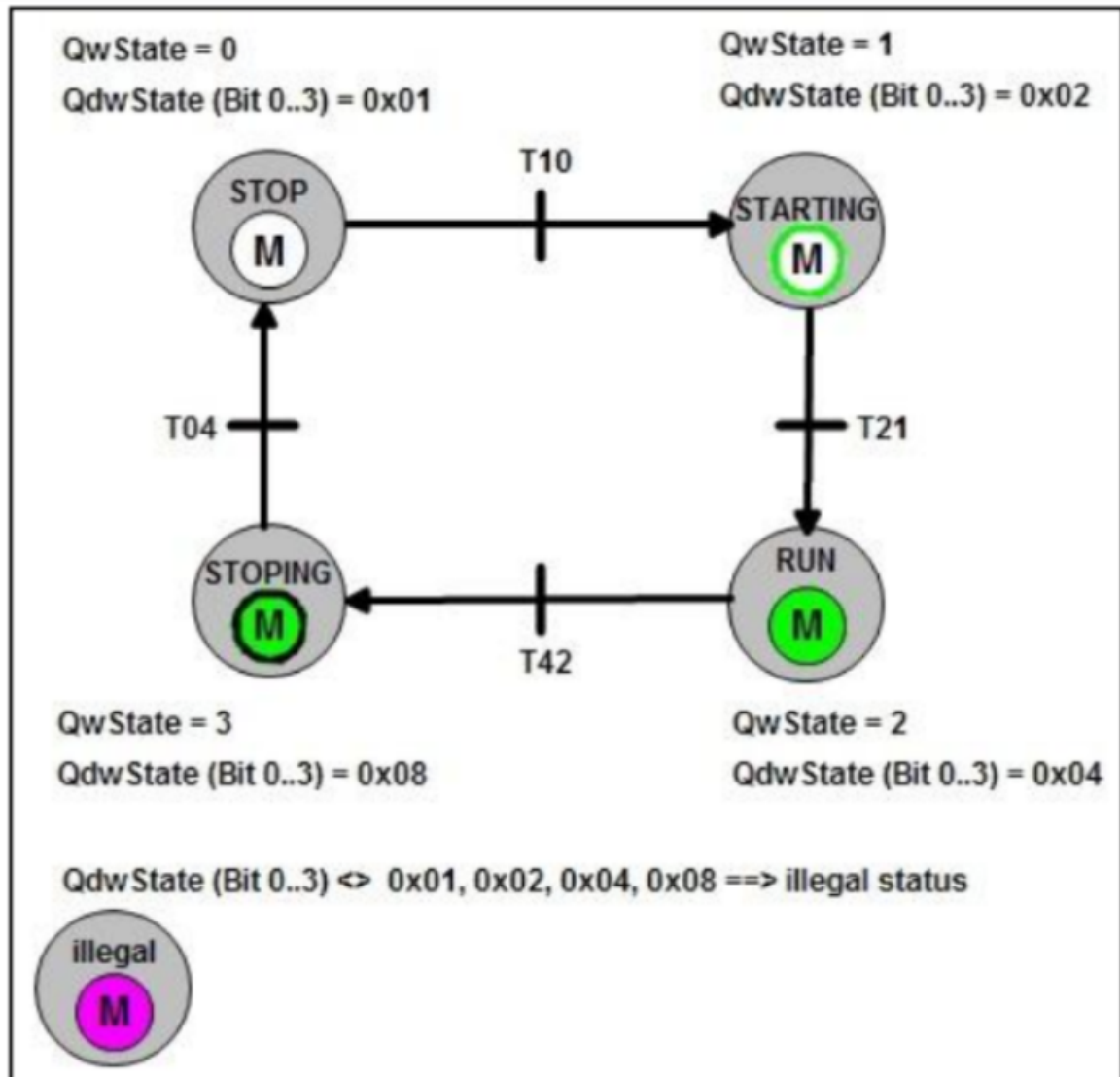
- "IMode" = 0 L'entrée "wVal" est active : l'entrée est traitée pour l'affichage de la valeur d'un module d'entrées analogiques dans la plage de mesure de 4-20mA. La plage nominale est de 0H à 6C00H.
- "IMode" = 1 L'entrée "fVal" est active : la valeur de l'entrée "fVal" est directement transférée dans "QfVal".

En ce qui concerne la définition de la plage de valeurs, elle est définie par les entrées «fHR» et «fLR». Si la valeur de processus d'un module d'entrées analogiques est surveillée, la plage de 0H à 6C00H est mise à l'échelle pour cette plage.

Enfin, pour ce qui est de la surveillance de limites :

- "LIM_byEnable" : Active ou désactive les sorties de surveillance des valeurs limites via un masque de bits.
 - Bit 0 = 1 : "LIM_Qf01" activée.
 - Bit 1 = 1 : "LIM_Qf02" activée.
 - Bit 2 = 1 : "LIM_Qf03" activée.
 - Bit 3 = 1 : "LIM_Qf04" activée.
- "LIM_byPositiv" : Définit la surveillance de limite supérieure ou inférieure via un masque de bits.
 - Bit 0 = 0 : «LIM_f01» Surveillance de limite inférieure
 - Bit 1 = 0 : «LIM_f02» Surveillance de limite inférieure
 - Bit 2 = 0 : «LIM_f03» Surveillance de limite inférieure
 - Bit 3 = 0 : «LIM_f04» Surveillance de limite inférieure
 - Bit 0 = 1 : «LIM_f01» Surveillance de limite supérieure
 - Bit 1 = 1 : «LIM_f02» Surveillance de limite supérieure
 - Bit 2 = 1 : "LIM_f03" Surveillance de limite supérieure
 - Bit 3 = 1 : «LIM_f04» Surveillance de limite supérieure
- "LIM_byAlarm" : Définit le déclenchement du message comme avertissement ou alarme via un masque de bits
 - Bit 0 = 0 : "LIM_f01" Message d'avertissement
 - Bit 1 = 0 : "LIM_f02" Message d'avertissement
 - Bit 2 = 0 : "LIM_f03" Message d'avertissement
 - Bit 3 = 0 : "LIM_f04" Message d'avertissement
- Un avertissement en attente s'affiche à la sortie «QWARN».

- Bit 0 = 1 : "LIM_f01" Message comme alarme
- Bit 1 = 1 : "LIM_f02" Message comme alarme
- Bit 2 = 1 : "LIM_f03" Message comme alarme
- Bit 3 = 1 : "LIM_f04" Message comme alarme
- Une alarme en attente est affichée à la sortie «QALARM».
- "LIM_fHys" et "LIM_bHysSet" : Définit une hystérésis pour déclencher un message absolu ou en pourcentage.
 - LIM_bHysSet = 0 : LIM_fHys (pourcentage)
 - LIM_bHysSet = 1 : LIM_fHys (absolu)



Bloc BST_MOTOR : modes de fonctionnement

ANALOG		BST_ANAL	
BST_ANAL		OB35	
monitori		1/1	
0	LOCK	QdwState	
0	ERR_EXIE	QwLimSta	
0	LIOP_SEL	QfVal	
0	L_SIM	QfHR	
0	L RESET	QfLR	
1	iMode	LIM_Qf01	
16#0	wVal	LIM_Qf02	
40.0	fVal	LIM_Qf03	
0.0	fVal_SIM	LIM_Qf04	
119.0	fHR	LIM_Qb01	
0.0	fLR	LIM_Qb02	
16#F	LIM_byEn	LIM_Qb03	
16#C	LIM_byPo	LIM_Qb04	
16#9	LIM_byAl	LIM_QfHy	
5.0	LIM_f01	QWARN	
10.0	LIM_f02	QALARM	
120.0	LIM_f03	QSIM	
120.0	LIM_f04	QLOCK	
0	LIM_bHys	QERR	
0.0	LIM_fHys	QERR_EXT	
0.1	SAMPLE_T	QERR_WIR	
16#0	OP_dwCmd	QERR_OVE	
		QERR_LOW	
		QERR_HIG	

W 92,000 °C

Bloc BST_ANALOGUE