

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



Université du 20 Août 1955 Skikda

Faculté de Technologie

Département de pétrochimie et génie des procédés

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master 2

Option : Automatisation en industries pétrochimiques

Réalisé par : BOURAIYOU Djouhaina

BOUZIANE Djihed

Thème

**Réalisation d'un système de supervision du compresseur d'air d'unité 1081 sur Platform
TRISTATION et INTOUCH**

Soutenu publiquement le : 10/07/2023 devant les jurys composé de :

Président Dr. KARBOUA.A

U.Skikda

Encadrant Dr. BENDIB.R

U.Skikda

Examineur Dr. METATLA.H

U.Skikda

Promotion : 2022 / 2023

REMERCEMENTS

Au terme de ce mémoire, nous tenons à exprimer nos remerciements avant tout à Allah le tout Puissant et le miséricordieux, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail. Nos sincères gratitudes à Dr. BEN DJB RJAD pour la qualité de son enseignement, son orientation, ses conseils, son intérêt incontestable qu'il porte à tous les étudiants et dernièrement pour le temps qu'il a consacré, les valeureuses informations qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période du projet et pour la disponibilité qu'il nous a témoigné pour nous permettre de mener à bien ce travail.

Nous tenons à présenter nos vifs remerciements à

Mr. SAMJ MOGHRAJ

Nous adressons aussi nos remerciements à tous les enseignants et le personnel du département de pétrochimie pour avoir enrichi nos connaissances scientifiques et techniques et en particulier notre spécialité d'Automatisation en industrie pétrochimique. Enfin, nos remerciements vont à toutes et à tous nos camarades de promotion 2022 /2023, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce mémoire.

DJOUHAJNA et DJJHED

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. Ma précieuse offre du Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **YOUCEF.**

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. À la femme qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **OUARDA.**

A mes chers frères

KAYSSE et **ABD ELOUAHED AMJNE**

A ma chère sœur

DOUAA, qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leur offre, la chance et le bonheur.

A mes chers amis

Je termine avec la personne qui a partagé tout le travail, qui a supporté mon humeur au moment de stress, mon binôme et ma meilleure amie **DJJHED.**

A toute ma famille, A tous mes autres ami(e)s A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

DJOUHAJNA

DEDICACE

J'ai toujours pensé à faire quelque chose pour mes parents ou à leur offrir quelque chose en signe d'appréciation pour tout ce qu'ils ont accepté Je m'efforce pour mon succès et voici ma chance. Un symbole de beauté et de fierté pour ceux qui m'ont donné la vie sagesse et patience. A ceux qui sont ma source d'inspiration et de courage Ce sont les personnes à qui je donne mon amour et ma gratitude.

@AUX PARENTS.

@A mon Frère ABD ELHEK.

@A ma sœur JMEN, sans oublier sa mari MOSTAFA, et ses enfants

JSHAK et ABD EL BASSET.

@A mon frère HAMZA, sans oublier sa femme ZAHRA et son enfant

AMJED.

@Aux deux voisines, ZJNA et RAMJLA.

Toute ma famille, BOUZJANE et BOUHAFER.

A tous mes amis.

DJJHED

ملخص:

تتضمن هذه المذكرة دراسة إمكانية اقتراح تعويض المتحكم الخاص بالمكبس الهوائي والموجود على مستوى الوحدة 1081 في المنطقة الصناعية للتكرير الخاصة بمجمع سوناطراك بسكيكدة حيث يمكن تعويضه بالمتحكم المبرمج وذلك لضمان التواصل الجيد ضمن أنظمة التحكم.

الكلمات المفتاحية: المتحكم، مركب التكرير بسكيكدة، المكبس الهوائي، المتحكم المبرمج، أنظمة التحكم.

Résumé :

Cette mémoire contient un relevé des propositions de compensation du microcontrôleur du compresseur d'air dans l'unité 1081 de RA1K du Skikda par automate programmable pour assurer une bonne communication entre ces systèmes de contrôle.

Les mots clés : RA1K, microcontrôleur, compresseur d'air, unité 1081, Skikda, automate programmable, système de contrôle.

Abstract :

This work includes the possibility of replacing the microcontroller of the air compressor on 1081 unit in RA1K Skikda complex by programmable logic controller (PLC) improved security and communication between these control systems.

Key words : RA1K, microcontroller, air compressor, 1081 unit, programmable logic controller (PLC), control system.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne.

I.1.Introduction	4
I.2.Automatisation	4
I.2.1.Définition	4
I.2.2.Histoire d'automatisation des systèmes	4
I.2.3.Système de contrôle industriel.....	5
I.3.Système automatisé	6
I.3.1.Définition	6
I.3.2.Description structurelle d'un système automatisé.....	6
I.3.2.2.Partie commande (P.C).....	7
I.3.2.3.Partie opérationnelle (P.O.)	7
I.4.Les automates programmables industriels (API).....	8
I.4.1.Définition	8
I.4.2.Historique	8
I.4.3.Architecture des automates :.....	9
I.4.3.1.L'unité centrale (U.C)	9
I.4.3.2.Module d'alimentation	10
I.4.3.3.Modules d'entrée	10
I.4.3.4.Modules de sortie	10
I.4.3.5.Module de communication	10
I.4.4. Principe de fonctionnement	10
I.4.5.Langages de programmation	11
I.5.Réseaux de terrain	11
I.5.1.Principe d'un réseau de terrain	11
I.5.2.Avantages du réseau de terrain	11
I.5.3.La segmentation des réseaux et bus : le model CIM.....	12
I.5.4.Les bus et réseaux de terrain en automatisme industriel	13

I.5.4.1. Bus capteurs et actionneurs.....	13
I.5.4.2. Bus de terrain	14
I.5.4.3. Réseaux locaux industriels (RLI).....	14
I.5.4.4. Réseaux Ethernet TCP/IP	15
I.5.5. Liaisons et protocoles de dialogues.....	17
I.6. Généralités sur les capteurs intelligents	18
I.6.1. Définition	18
I.6.2. Principe de fonctionnement du capteur intelligent.....	19
I.6.3. Schéma fonctionnel du capteur intelligent	20
I.6.3.1. Unité de détection	20
I.6.3.2. Unité de conditionnement.....	20
I.6.3.3. Convertisseur analogique-numérique.....	20
I.6.3.4. Interface utilisateur locale.....	20
I.6.3.5. Algorithme d'application	20
I.6.3.6. La mémoire.....	21
I.6.3.7. Unité de communication.....	21
I.6.4. Les types de capteur intelligent	21
I.6.4.1. Capteur de niveau.....	21
I.6.4.2. Capteur de température.....	21
I.6.4.3. Capteur de pression	22
I.6.5. La différence entre le capteur normal et l'intelligent.....	22
I.6.6. Les avantages d'un capteur intelligent.....	23
I.6.7. Les inconvénients d'un capteur intelligent.....	23
I.7. Système SCADA (contrôle de supervision et acquisition des données).....	24
I.7.1. Définition	24
I.7.2. Composants d'un système SCADA	24
I.7.2.1. Capteurs et actionneurs.....	24
I.7.2.2. Contrôleur de terrain SCADA.....	25
I.7.2.3. Ordinateur de supervision SCADA.....	25
I.7.2.4. Logiciel IHM	25
I.7.2.5. Infrastructures de communication.....	25
I.7.3. Caractéristiques du système SCADA.....	25
I.7.3.1. L'acquisition de données	26
I.7.3.2. Le contrôle à distance.....	26
I.7.3.3. La communication de données en réseau	26
I.7.3.4. La présentation des données	26

I.7.3.5.Les données en temps réel et historiques	26
I.7.3.6.Les alarmes	26
I.7.3.7.Les rapports	26
I.7.4.Architecture SCADA	26
I.7.5.Cas d'utilisation SCADA et exemples de l'industrie	27
I.8.Système de contrôle distribué (DCS).....	28
I.8.1.Définition	28
I.8.2.Structure du DCS	28
I.9. Conclusion.....	29
 CHAPITRE II : L'API TRICONEX et les logiciels "TRISTATION" et "INTOUCH"	
II.1.Introduction.....	31
II.2.L' AUTOMATE PROGRAMMABLE TRICONEX	31
II.2.1. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX	31
II.2.2.Principe de fonctionnement.....	32
II.2.3.Configuration système	33
II.2.3.1.Châssis principal haute densité	33
II.2.3.2.Châssis d'extension haute densité.....	33
II.2.3.3.Châssis RXM haute densité.....	34
II.2.4.Systèmes de bus et distribution de l'alimentation	34
II.2.4.1.Fonctionnement de TriBus	34
II.2.4.2.Fonctionnement du bus d'E/S	35
II.2.4.3.Fonctionnement du bus de communication	35
II.2.4.4.Distribution d'alimentation	35
II.2.5.Modules d'alimentation	35
II.2.6.Modules processeurs principaux	36
II.2.7.Modules d'entrées.....	38
II.2.7.1.Modules d'entrées logiques	38
II.2.7.2.Modules d'entrées analogiques.....	39
II.2.8. Modules de sorties	40
II.2.8.1.Module de sortie numérique	40
II.2.8.2.Module de sortie analogique.....	41
II.2.10.Diagnostic des voteurs des modules de sorties en CD et AC	42
II.3. Le logiciel de programmation TRISTATION 1131	43
II.3.1.Caractéristique de Tristation 1131	43
II.3.2.Application logicielle et protocole.....	44

II.3.2.1. Application d'accès au système tricon TSAA (Tricon système Access Application) :	44
II.3.2.2. Serveur réseau (DDE)	44
II.3.2.3. Consignateur d'états (SOE) « Séquence of évent »	44
II.3.2.4. Archivage des données (SER) « Séquence Event Recorder »	44
II.3.2.5. Synchronisation du temps.....	45
II.3.3. Langages de programmation	45
II.3.4. Éléments d'une application	45
II.3.4.1. Espace de travail de l'application	45
II.3.4.2. L'Arbre de Déclaration	46
II.3.4.3. L'Arbre de la Mise en œuvre	46
II.3.4.4. Parties d'une Application.....	46
II.3.4.5. Applications de sécurité et du Contrôle	48
II.3.5. Les étapes pour créer une application	48
II.4. Le logiciel INTOUCH	51
II.4.1. Introduction	51
II.4.2. Architecture d'un réseau de supervision	52
II.4.3. Présentation du logiciel de supervision INTOUCH.....	52
II.5. Conclusion	52
 CHAPITRE III : Présentation du complexe RA1K et le compresseur d'air d'unité 1081	
III.1. Introduction	55
III.2. Présentation du complexe RA1/K	55
III.2.1. Historique de l'Entreprise	55
III.2.2. Situation géographique	56
III.2.3. Organigramme générale du complexe de raffinage de Skikda.....	57
III.2-4. Présentation des unités de production	57
III.2.5. Projet de réhabilitation et d'adaptation de la raffinerie de Skikda	58
III.2.5.1. Objectifs du projet :	58
III.2.5.2. Le programme du projet.....	60
III.3. Analyse fonctionnelle du compresseur d'air.....	61
III.3.1. Description générale	61
III.3.1.1. Système de lubrification.....	62
III.3.1.2. Système de contrôle	63
III.3.2. Principe d'opération	64
III.3.3. Démarrage manuel vs démarrage automatique	65
III.3.3.1. Démarrage Manuel	66

III.3.3-2.Démarrage Automatique.....	69
III.3.3.3.Arrêt d'urgence	71
III.3.3.4.Arrêt manuel :.....	73
III.3.3.5. Arrêt automatique :	75

CHAPITRE IV : programmation et simulation

III.4.Conclusion.....	77
IV.1.Introduction	79
IV.2.Étude de cas.....	79
IV.2.1. Schéma logique séquentiel.....	79
IV.2.2.Programme.....	79
IV.3.Simulation :	79
IV.4.Conclusion.....	97
Conclusion générale.....	98
Références bibliographique.....	100

Annexe A

Annexe B

Liste des figures

Figure I.1 : Les types de base d'équipements industriels qui composent un « système industriel «.....	6
Figure I.2 : Structure d'un système automatisé.....	6
Figure I.3 : Structure d'un S.A.P. (Système Automatisé de Production).....	7
Figure I.4 : Automate programmable industriel (API).....	8
Figure I.5 : Automate ALLEN BRADLEY.....	9
Figure I.6 : Automate MODICON.....	9
Figure I.7 : Structure de fonctionnement d'API.....	11
Figure I.8 : La pyramide CIM.....	12
Figure I.9 : Les niveaux de communication.....	13
Figure I.10 : Les niveaux de communication retenus par Schneider Electric.....	17
Figure I.11 : Représentation de différentes topologies de réseaux.....	18
Figure I.12 : Capteurs intelligents.....	19
Figure I.13 : Schéma fonctionnel du capteur intelligent.....	20
Figure I.14 : Capteurs de niveau.....	21
Figure I.15 : Capteur de température.....	21
Figure I.16 : Capteur de pression.....	22
Figure I.17 : Architecture SCADA.....	27
Figure I.18 : Structure du DCS.....	29
Figure II.1 : Automate programmable (TRICONEX).....	31
Figure II.2 : Architecture triplée modulaire redondante (TMR).....	32
Figure II-3 : Illustration du système de vote de TRIBUS.....	33
Figure II.4 : Systèmes de bus Tricon et distribution de l'alimentation.....	34
Figure II.5 : Architecture des modules d'alimentation.....	36
Figure II.6 : Architecture de processeur principal (modèle 3008).....	38
Figure II.7 : Architecture d'un module d'entrée logique TMR.....	39
Figure II.8 : Architecture d'un module d'entrée analogique TMR.....	40

Figure II.9 : Architecture d'un module de sortie logique TMR.....	41
Figure II.10 : Architecture d'un module de sortie analogique TMR.....	42
Figure II.11 : Système de communication.....	43
Figure II.12 : L'arbre de déclaration.....	46
Figure II.13 : Arbre de mise en œuvre.....	46
Figure II.14 : Ouvrir/créer un projet.....	48
Figure II.15 : Ouvrir/créer un projet.....	49
Figure II.16 : Vues du programme.....	49
Figure II.17 : Implémentation du projet.....	50
Figure II.18 : Environnement de configuration.....	50
Figure II.19 : Vues de configuration.....	51
Figure II.20 : Configuration des châssis et des cartes.....	51
Figure III.1 : L'industrie de Raffinage en Algérie.....	56
Figure III-2 : Plan général de la zone industrielle de Skikda.....	57
Figure III.3 : Organigramme générale de la Raffinerie de Skikda.....	57
Figure III.4 : Les différentes unités du complexe RA1/K.....	58
Figure III.5 : Situation géographique de la Raffinerie de Skikda.....	60
Figure III.6 : Ensemble de compresseur DA3 typique.....	60
Figure III.7 : Architecture du compresseur d'air.....	61
Figure III.8 : Schéma du système de lubrification.....	62
Figure III.9 : Schéma fonctionnel du système de compresseur.....	65
Figure III.10 : Mode d'écran de l'opération.....	66
Figure III.11 : Ecran de sélection de mode individuel.....	66
Figure III.12 : Ecran d'état général du compresseur en marche.....	67
Figure III.13 : AOP ON_attentre l'huile froide.	68
Figure III.14 : Modes de contrôle démarrage/arrêt.....	69
Figure III.15 : En attente de démarrage automatique.....	70

Figure III.16 : Ecran d'état général _Trip.....	72
Figure III.17 : Ecran d'état général (coastdown).....	72
Figure III.18 : Refroidissement.....	74
Figure III.19 : Modes de contrôle démarrage/arrêt.....	74
Figure III.20 : En attente de démarrage automatique.....	76
Figure IV.1 : créer un nouveau projet.....	79
Figure IV.2 : Permissive du compresseur d'air.....	79
Figure IV.3 : Le moteur chaud.....	80
Figure IV.4 : Arrêt du compresseur.....	80
Figure IV.5 : Alarme basse de pression d'huile d'admission.....	81
Figure IV.6 : Démarrage du conducteur.....	82
Figure IV.7 : Déclenchement de transmetteur d'ampérage du moteur.....	83
Figure IV.8 : Déclenchement refroidissement haute température décharge.....	84
Figure IV.9 : Déclenchement des vibrations du compresseur.....	84
Figure IV.10 : Déclenchement de vibration du compresseur.....	85
Figure IV.11 : Indication de la température du compresseur.....	85
Figure IV.12 : Déclenchement de la température du stator moteur.....	86
Figure IV.13 : Déclenchement de température d'inter –étages.....	86
Figure IV.14 : Déclenchement de la pression d'huile d'entrée du compresseur.....	87
Figure IV.15 : Déclenchement de la température d'huile d'entrée du compresseur.....	87
Figure IV.16 : Déclenchement de défaillance du transmetteur de la pompe à l'huile principale.....	88
Figure IV.17 : Panne du conducteur.....	88

Figure IV.18 : Déclenchement de défaillance de la pression d'air de refoulement.....	88
Figure IV.19 : Déclenchement d'arrêt.....	89
Figure IV.20 : Alarme très basse de pression d'huile d'admission.....	89
Figure IV.20 :L'arrêt du compresseur.....	90
Figure IV.21 : Abandoner le démarrage.....	91
Figure IV.22 : Le démarrage du compresseur.....	91
Figure IV.23 : Le compresseur en marche.....	93
Figure IV.24 : Se connecter sur Intouch par DDE.....	94
Figure IV.25 : Créer et nommer une nouvelle fenetre Intouch.....	94
Figure IV.26 : HMI aperçu de notre processus.	95
Figure IV.27 : Le procédé est en arrêt.	95
Figure IV.28 : Le procédé est en marche.....	96

Liste des tableaux

Tableau I. 1: La différence entre le capteur normal et l'intelligent.	22
Tableau III.1 : Capacité des principales unités après Réhabilitation.....	59

Liste des abréviations

PCS : Système de contrôle de processus.

DCS : Système de contrôle distribué.

SCADA : Système de contrôle de supervision L'acquisition de données.

RTU : Remote Terminal Unit.

SAP : Système Automatisé de Production.

PR : Partie relation.

PC : Patrie commande.

PO : Partie opérationnelle.

API : Automate programmable industriel.

UC : Unité centrale.

PC : Personal computer.

IL : Instruction liste.

ST : Structured Text.

LD : Ladder diagram.

FBD : Function Bloc Diagram.

CIM : Computer Integrated Manufacturing.

AS-i : Actuator Sensor Interface.

CAN : Controller Area Network.

FIP : Factory instrumentation protocol.

OSI : Open systems interconnection.

TCP : Transmission control protocol.

IP : Internet protocol.

CSMA : Carrier Sense Multiple Access.

CD : Collision Detection.

UDP : User Datagram Protocol.

ICMP : Internet Control Message Protocol.

IGMP : Internet Group Management Protocol.

HTML : Hyper Text Markup Language.

WAN : World Access Network.

LAN : Local Area Network.

DMP : Processeur de mouvement numérique.

ADC : Convertisseur analogique-numérique.

LUI : Interface utilisateur locale.

RTD : Capteur de température à résistance.

NTC : Negative Temperature Coefficient.

IHM : L'interface homme-machine.

PLC : Contrôleurs logiques programmables.

TMR : Architecture Triplée Modulaire Redondante.

MP : Processeur principal.

DRAM : Dynamic Access Memory.

DC : Courant Continu.

AC : Courant Alternatif.

OVD : Diagnostic de voteur de sortie.

DAC : Convertisseur numérique-analogique.

DDE : Dynamic data exchange.

SOE : Séquence of événement.

SER : Séquence Event Recorder.

CEMPLE™ : Cause and Effect Matrix Programming Language Editor.

RA1/K : Raffinerie de Skikda.

AOP : Auxilliary oil pump.

MOP : Main oil pump.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les années 1960 ont vu l'émergence des premiers systèmes informatisés de surveillance, de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) a été développé, mais il n'y avait aucune notion culturelle qu'il devait être fourni des garanties spéciales pour protéger ces systèmes contre les attaques délibérées. Après tout, Pourquoi quelqu'un voudrait-il perturber le fonctionnement de tels systèmes ? Le monde était un autre endroit et les compétences informatiques pour travailler avec tels systèmes étaient rares. C'est tous des considérations de protection sont intégrées à ces systèmes pour réduire les risques ou éliminer les effets de l'erreur de l'utilisateur. Pas aujourd'hui, les ordinateurs sont devenus des marchandises les compétences en électronique grand public et en informatique sont beaucoup plus courantes. De plus, il y a des gens qu'ils ont une expertise technique et choisissent de l'utiliser pour causer des dommages pour diverses raisons. Encore pire, il y a ceux qui utilisent cette expertise pour nuire gravement aux États-Unis gouvernement et citoyens de l'État. Internet, une technologie de communication mondiale cela devrait et est utilisé comme une force positive qui unit les cultures et les peuples. Ces personnes ne s'introduisent pas dans nos systèmes informatiques. Une grande partie de notre infrastructure industrielle essentielle est Géré et contrôlé par un système SCADA, actuellement des mesures de protection dans et autour de ces systèmes. [1]

Les systèmes SCADA comprennent aujourd'hui des contrôleurs logiques programmables (PLC), des postes de travail d'interface machine (IHM) et des systèmes de communication réseau système intégré. Chaque composant majeur nécessite une ou plusieurs formes de programmation de la logique du programme à la configuration, l'affichage et la communication des processus graphiques construction. [2]

Le compresseur d'air 1081-k-1A/B du complexe RA1K de la raffinerie du SKIKDA est équipé d'un microcontrôleur son système de contrôle met toujours les communications en danger imminent s'il y a un problème avec le microcontrôleur, le processus de réparation ne sera pas facile à résoudre, généralement, nous devons en acheter un nouveau. Et absolument ce processus prend du temps et de l'argent au contraire de l'automate.

L'objectif principal de ce travail est de résoudre un problème lors de la communication entre le système de contrôle DCS et le système de contrôle du compresseur d'air 1081-k-1A/B

du complexe RA1K de la raffinerie du SKIKDA. En proposant un meilleur moyen de communication qui remplace le microcontrôleur du compresseur d'air avec un automate.

Le travail se compose de quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous identifions les systèmes d'automatisation et son histoire, automates programmables (PLC), les réseaux de terrain et les capteurs intelligents. De plus, nous en parlerons de système qui contrôle, surveille et gère les systèmes de production à grande échelle tels que le contrôle distribué (DCS) et le contrôle de supervision et l'acquisition de données (SCADA).

Le deuxième chapitre décrit l'automate TRICONEX et la plateforme de programmation (TRISTATION & INTOUCH). De plus, il décrit la création d'un projet via la plateforme TRISTATION.

Dans le troisième chapitre, nous parlons brièvement de la réhabilitation et de l'adaptation de la raffinerie du Skikda (RA1K) et au compresseur d'air 1081-k-1A/B ces composants, principes de fonctionnement, son arrêt d'urgence et son démarrage.

Le dernier chapitre concerne l'application du démarrage et d'arrêt d'urgence du compresseur d'air 1081-k-1A/B à l'aide de Tristation 1131™ et Intouch pour la simulation.

CHAPITRE I :
GENERALITE SUR L'INSTRUMENTATION
MODERNE

I.1.Introduction

Système de contrôle de processus (PCS), système de contrôle distribué (DCS) et système de contrôle de supervision L'acquisition de données (SCADA) est utilisée pour contrôler, surveiller, Gérer de grands systèmes de production. Les systèmes sont souvent installés dans des infrastructures critiques générateurs, systèmes de transport, usines chimiques, assurer la sécurité des PCS, DCS et SCADA dans les usines pétrochimiques, les pipelines, etc. À mesure que le monde dans lequel nous vivons devient plus connecté, les systèmes deviennent plus importants.

I.2.Automatisation

I.2.1.Définition

L'automatisation consiste en l'étude et le développement des systèmes de commande permettant de conduire automatiquement des processus industriels. Elle consiste essentiellement à faire effectuer par des machines toutes ou une partie des tâches qui sont dévolues aux opérateurs humains.

I.2.2.Histoire d'automatisation des systèmes

Les systèmes SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sont largement utilisés pour automatiser le secteur de l'énergie et représentent un domaine en évolution avec de nouveaux produits et services émergeant quotidiennement. Une étude détaillée des systèmes SCADA est essentielle pour que les professionnels de l'automatisation de l'énergie comprennent l'intégration des appareils, la communication entre les composants, ainsi que la surveillance et le contrôle appropriés de l'ensemble du système.

Il y a sans aucun doute eu de nombreuses méthodes de contrôle à distance oubliées depuis longtemps inventées par les premiers pionniers dans le domaine du contrôle de supervision. Le contrôle a probablement commencé avec un opérateur prenant des lectures et exécutant des actions de contrôle mécanique à la suite de ces lectures.

La plupart des premiers brevets de contrôle de surveillance ont été délivrés entre 1890 et 1930. Ces brevets ont été principalement accordés à des ingénieurs travaillant dans les industries du téléphone et d'autres communications. Presque tous les brevets de télécommande modélisent étroitement la technologie du premier standard téléphonique automatique installé par l'Automatic Electric Company en 1892. De nombreux types de systèmes de télécommande ont été développés dans les années 1900 et au début des années 1920.

Cependant, la plupart d'entre eux n'appartenaient qu'à une seule classe (c'est-à-dire uniquement le contrôle à distance ou uniquement la surveillance à distance). L'un des premiers précurseurs du système SCADA moderne a été le système conçu par John B. en 1921. Harlow. Le système de Harlow a automatiquement détecté les changements d'état dans les stations distantes et a signalé les changements au centre de contrôle. En 1923, John J. Bellamy et Rodney G. Richardson ont développé l'équivalent des techniques modernes de "vérification pré-opération" pour confirmer la validité des points de contrôle sélectionnés avant le début du contrôle réel. J'ai développé un système de contrôle à distance utilisant des choses. Les opérateurs peuvent également demander une "révision" d'un point pour confirmer son statut.

Le premier système de journalisation a été conçu par Harry E. Hershey en 1927. Le système surveille les informations à partir d'un emplacement distant et imprime tout changement d'état de l'équipement ainsi qu'un rapport indiquant la date et l'heure auxquelles le changement s'est produit.

Au fur et à mesure que la gamme d'applications de contrôle de supervision a changé, bon nombre des principes fondamentaux de la technologie de contrôle de supervision ont changé. Au début, tous les systèmes étaient électromécaniques. Les systèmes de surveillance ont évolué pour utiliser des composants semi-conducteurs, des capteurs électroniques et des convertisseurs analogique-numérique. Cependant, ce développement a conservé la même configuration RTU (Remote Terminal Unit). Les entreprises qui fabriquent des RTU ont simplement mis à niveau leur technologie sans chercher d'autres moyens d'exécuter les fonctions des RTU. Dans les années 1980, les sociétés de contrôle de processus ont commencé à appliquer leurs approches technologiques et d'ingénierie au SCADA du système d'alimentation du marché des services publics⁴ et au SCADA du réseau intelligent. En conséquence, les RTU utilisent désormais une logique basée sur un microprocesseur pour exécuter des fonctions avancées. L'utilisation de microprocesseurs a augmenté la flexibilité des systèmes de surveillance et a ouvert de nouvelles possibilités de fonctionnement et de fonctionnalité. [3]

I.2.3. Système de contrôle industriel

Tout processus de production industrielle consiste en une série de machines simples ou complexes qui combinent des matières premières, subissent une transformation et une intégration continues et produisent le produit final. Le terme "machine" fait référence à toutes

sortes d'équipements électromécaniques dans le domaine industriel. B. Des moteurs simples (ex. excavatrices ou machines de découpe) aux machines chimiques complexes (ex. moteurs à combustion chimique). L'ensemble des machines qui sont intégrées et combinées (c'est-à-dire des machines hétérogènes) dans un processus de production industrielle est appelée "machine intégrée". [4]

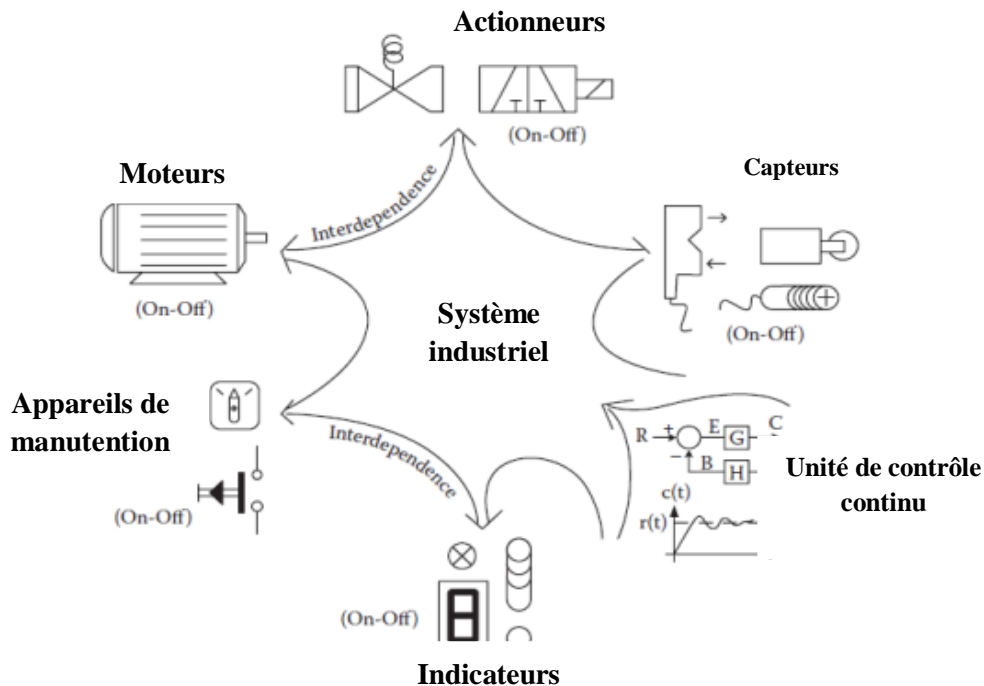


Figure I.1 : Les types de base d'équipements industriels qui composent un « système industriel »

I.3. Système automatisé

I.3.1. Définition

Un système automatisé est un ensemble d'éléments qui effectue des actions sans intervention de l'utilisateur : c'est l'opérateur. Celui-ci se contente de donner des ordres de départ et si besoin d'arrêt. [5]

I.3.2. Description structurelle d'un système automatisé

Tous les systèmes de production automatisés (SAP) sont structurés comme suit :



Figure I.2 : Structure d'un système automatisé. [5]

I.3.2.1. Partie relation (P.R)

C'est la partie qui permet l'interaction entre les humains et les machines. Cela inclut les capteurs de l'opérateur ainsi que les composants de signaux visuels et/ou auditifs. Le poste de contrôle sert de support aux éléments de PR. [5]

I.3.2.2. Partie commande (P.C)

C'est la partie qui permet de gérer et d'organiser l'enchaînement des actions et des mouvements du système. Le PC est un ensemble de pièces et de composants permettant de traiter les informations (signaux) émises par les capteurs de la machine. Et le capteur opérateur P.R. (c'est le cerveau du système). [5]

I.3.2.3. Partie opérationnelle (P.O.)

Partie d'un produit qui permet d'effectuer un mouvement ou une action. Cela inclut les effecteurs, les actionneurs et leurs pré-actionneurs, ainsi que les capteurs mécaniques nécessaires pour contrôler le mouvement des actionneurs et la présence d'objets et de personnes. [5]

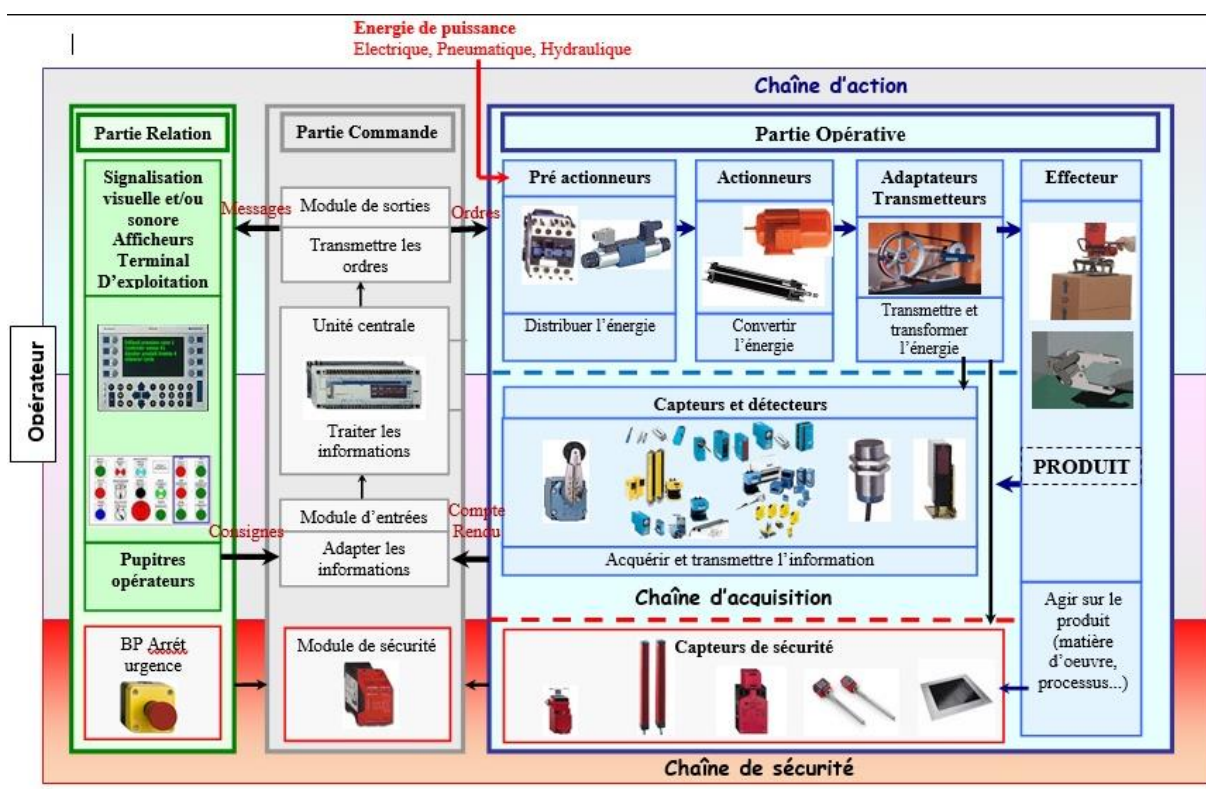


Figure I.3 : Structure d'un S.A.P. (Système Automatisé de Production)

I.4. Les automates programmables industriels (API)

I.4.1. Définition

Une définition d'un API est donnée par la norme française NFC 63-850 comme suit :

« Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- ❖ Logique combinatoire et séquentielle ;
- ❖ Temporisation, comptage, décomptage, comparaison ;
- ❖ Calcul arithmétique ;
- ❖ Réglage, asservissement, régulation, etc..., pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel. »

Les contrôleurs logiques programmables industriels sont généralement définis comme des machines électroniques qui peuvent être programmées par du personnel non informaticien sont destinés à contrôler des processus logiques séquentiels en temps réel dans des environnements industriels.

Les machines à états programmables sont adaptables à la plus grande application possible en termes de traitement, de composants et de langages. C'est pourquoi il a une structure modulaire. [6]



Figure I.4 : Automate programmable industriel (API)

I.4.2. Historique

L'API est apparue aux États-Unis vers 1969 en réponse à la volonté de l'industrie automobile de développer des lignes de production automatisées capables de suivre l'évolution de la technologie et des modèles fabriqués. Ainsi, les automates ont remplacé les armoires à relais en raison de leur souplesse (mise en œuvre, évolution ultérieure), mais aussi

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

parce que l'automatisation de commandes complexes rendait les coûts de câblage et de développement trop élevés.

C'est sur ces marchés que sont nés les produits de deux des plus grandes entreprises, MODICON et ALLEN BRADLEY.

En France, les premiers API sont apparus sur le marché vers 1971, à l'exception de certains dispositifs spécialisés (CIT-ACATEL d'E.D.F) : Merlin-Gerin et Alspa.

Les spécifications de ces nouvelles machines incluent les spécifications d'utilisation dans des environnements industriels bruyants, le type et le nombre d'entrées et de sorties industrielles, la facilité de mise en œuvre par le personnel de terrain et, bien sûr, les coûts de développement de l'automatisation. Cela a exclu d'autres solutions programmées traditionnelles (telles que les mini-ordinateurs). [6]

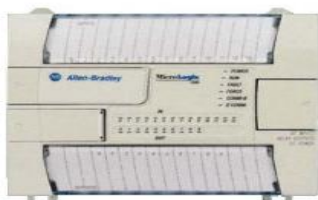


Figure I.5 : Automate ALLEN BRADLEY



Figure I.6 : Automate MODICON

I.4.3. Architecture des automates :

Un automate logique programmable se compose d'un processeur et d'une mémoire. Un d'autres appareils fonctionnent ensemble pour composer des API afin de fournir des fonctionnalités essentielles flux d'information interne, communication interne, synchronisation, séquençement et coordination physique des tâches signal etc...

D'une manière générale, un API est constitué essentiellement de 5 modules :

- L'unité centrale
- Le module d'entrées
- Le module de sorties
- Le module d'alimentation
- Le module de communication. [6]

I.4.3.1. L'unité centrale (U.C)

L'unité centrale est l'ensemble des dispositifs nécessaires au fonctionnement logique interne de l'API. Elle représente le cœur de la machine, et comprend :

- ❖ Le/Les processeur(s).
- ❖ La mémoire. [6]

Le processeur :

Le processeur est « l'intelligence » de l'UC. C'est l'ensemble fonctionnel chargé d'assurer le contrôle de l'ensemble de la machine et d'effectuer les traitements demandés par les instructions des programmes. [6]

La mémoire :

Elle contient le programme moniteur, le programme utilisateur et les données. Le programme moniteur est un logiciel de base gérant le fonctionnement de la machine et fourni par le constructeur. [7]

I.4.3.2. Module d'alimentation

Fournit la distribution d'alimentation à divers modules. [8]

I.4.3.3. Modules d'entrée

Convertissent les signaux des capteurs et les commandes de l'opérateur en signaux compréhensibles par l'API. Le processeur stocke ensuite ces informations dans la mémoire de données d'image d'entrée. [7]

I.4.3.4. Modules de sortie



Envoient des commandes de contrôle et de signalisation résultant de l'exécution du programme aux réacteurs et aux dispositifs de dialogue. [7]

I.4.3.5. Module de communication

Utilisé pour l'interaction entre l'automate et d'autres équipements (automate, PC, etc.). Exemples : ModBus, ModBus Plus, Profibus, InterBus, DeviceNet, LonWorks, Ethernet, FIPIO, FIPWAY, RS232, RS-485, AS-i, CANopen. [7]

I.4.4. Principe de fonctionnement

Les machines à états programmables fonctionnent en exécutant périodiquement un programme. Ce cycle consiste en trois opérations consécutives, généralement répétées comme suit :

-  **Lecture** : scrute une entrée binaire et transfère son état dans la zone d'image d'entrée.
-  **Traitement** : le processeur exécute les instructions de la mémoire programme en fonction des informations de la mémoire de données. Cette exécution modifie certaines variables et les met à jour dans les zones correspondantes.

- ✚ **Commande :** L'image de la sortie dans la mémoire de données est transférée au module de sortie, où elle est convertie en signaux électriques pour la commande du pré-actionneur et du dispositif d'affichage. Ces valeurs sont verrouillées jusqu'au prochain cycle. [7]

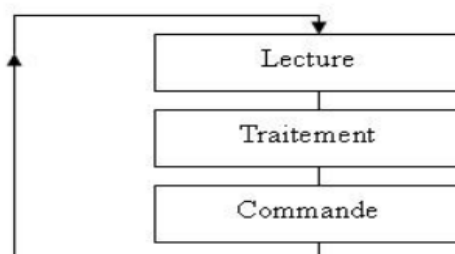


Figure I.7 : Structure de fonctionnement d'API

I.4.5. Langages de programmation

Il existe 4 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

- ❖ Liste d'instructions (IL : Instruction liste)
- ❖ Langage littéral structuré (ST : Structured Text)
- ❖ Langage à contacts (LD : Ladder diagram)
- ❖ Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram). [6]

I.5. Réseaux de terrain

I.5.1. Principe d'un réseau de terrain

Dans les installations industrielles, chaque capteur, chaque moteur et console est relié par un câble séparé à l'armoire de commande. À mesure que le nombre d'appareils augmente, le nombre et la longueur des câbles deviennent très importants. [9]

Principe du réseau de terrain et transmission de toutes les informations des capteurs sur l'état de l'actionneur via deux ou quatre fils. Chaque appareil est identifié par une adresse et peut envoyer et recevoir des informations vers un autre appareil ou automate programmable.

I.5.2. Avantages du réseau de terrain

- ❖ Connexion simplifiée entre l'automate et les capteurs et actionneurs.
- ❖ Continuité de service : L'obsolescence des éléments est signalée immédiatement.

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

- ❖ Vous pouvez ajouter ou modifier des installations avec un seul câble.
- ❖ Changements de mappage programmatiques, flexibilité d'installation sans changement de câblage. [10]

I.5.3. La segmentation des réseaux et bus : le model CIM

Les mécanismes d'échange des architectures d'automatismes traditionnels n'ont pas évolué depuis la prise en compte des besoins de communication. En effet, tous les principes d'échange reposent irrationnellement sur la transmission verticale d'informations (niveau n+1), dont le but est de pouvoir obtenir ces informations a priori.

Le modèle CIM (Computer Integrated Manufacturing), qui aurait dû être la réponse à cette recherche de performance, a permis de cloisonner verticalement les réseaux et les bus. Le CIM décrit différents niveaux de communication sous une forme quantitative des données communiquées. [10]

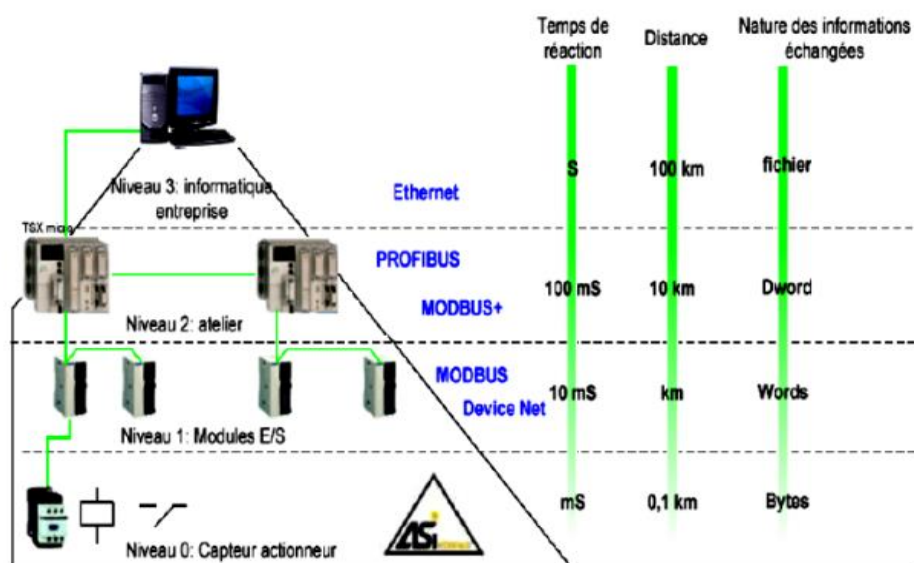


Figure I.8 : La pyramide CIM. [10]

CIM a contribué à la segmentation de l'automatisme en niveaux :

- Capteurs et actionneurs (niveau 0)
- Automatisation (niveau 1)
- Supervision (niveau 2)
- Informatique (niveaux 3 et 4)

Par couple volume/puissance.

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

Les fabricants de machines programmables ont créé des réseaux et des bus adaptés à leurs besoins. Chaque niveau correspond donc à un bus ou réseau.

- Les « sensor bus », bus de capteur et actionneur uniforme simple.
- Les « device bus », bus et réseau pour les périphériques d'automatisme : variateurs, robots, axes, etc.
- Les « Fieldbus », réseau de communication entre les équipements de traitement : automates programmables, équipements de surveillance, automates numériques, etc.
- Réseau Local Industriel, Établit la communication entre l'automatisme et le monde informatique. [9]

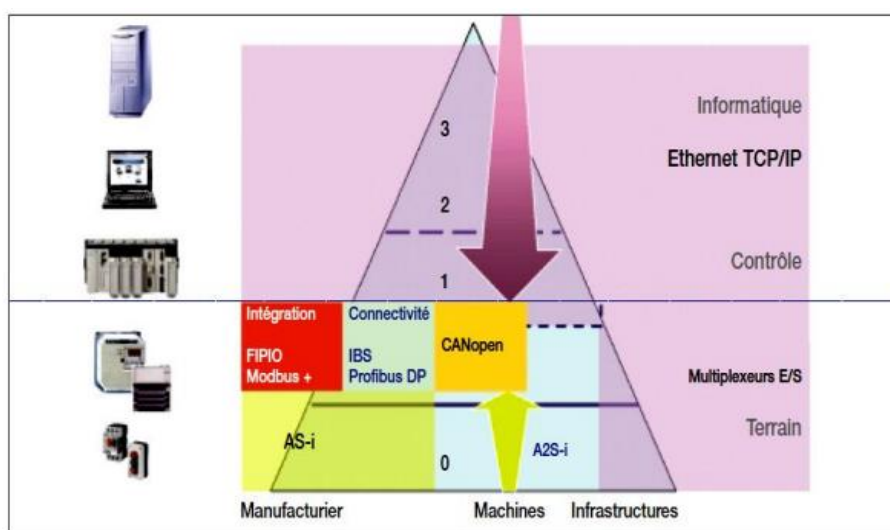


Figure I.9 : Les niveaux de communication. [9]

I.5.4. Les bus et réseaux de terrain en automatisme industriel

I.5.4.1. Bus capteurs et actionneurs

I.5.4.1.1. Bus AS-i

AS-i (Actuator Sensor Interface) est un bus de capteurs et d'actionneurs. Il s'agit d'un bus déterministe avec des temps de réponse très rapides basés sur des normes industrielles ouvertes soutenues par l'association.

Les membres AS-i comprennent des leaders du marché dans les domaines des capteurs, des actionneurs, des contrôleurs logiques programmables et des connecteurs.

AS-i a donc l'avantage de ne pas avoir son propre réseau. Les connexions à des niveaux supérieurs de la hiérarchie du réseau peuvent être réalisées via des passerelles (par

exemple des passerelles Fipio/AS-i) ou en utilisant des options de communication dans des coupleurs de bus (par exemple des automates...).

La topologie AS-i est gratuite ; point à point, en ligne ou dans un arbre en anneau.

[10]

I.5.4.1.2. Bus CAN open

Le bus CAN open est basé sur la technologie CAN (Controller Area Network) développée à l'origine pour les systèmes embarqués automobiles. La technologie CAN est maintenant utilisée dans de nombreux domaines tels que les transports, les appareils mobiles et les appareils médicaux.

Un bus CAN open est essentiel dans l'automatisation industrielle d'aujourd'hui, en particulier dans les machines. Il utilise une paire torsadée à double blindage et peut connecter jusqu'à 127 appareils avec une dérivation simple. Les débits variables de 10 Kbit/s à 1 Mbit/s dépendent de la longueur du bus. [10]

I.5.4.2. Bus de terrain

I.5.4.2.1. Bus Fip

Deux profils ont été développés sur la base du standard WorldFip :

- Fipio, bus d'E/S automate (niveau 1).
- Fipway, un bus synchrone (niveau 2).

Le bus de terrain Fipio est un standard de communication (niveau 1) entre différents composants d'automatisme. 127 appareils peuvent être connectés via des points de connexion intégrés au processeur. Ce bus de terrain est basé sur un mécanisme producteur/consommateur.

Il est destiné aux E/S distantes jusqu'à 15 km et prend en charge les appareils tiers.

[10]

I.5.4.3. Réseaux locaux industriels (RLI)

I.5.4.3.1. Réseau Fipway

Un réseau Fipway est un réseau local industriel qui permet la communication entre une variété d'automates programmables Micro, Premium, Série TSX et Série 7.

Il agit comme un bus synchrone entre les automates. Il est dérivé de la norme FIP et comprend de nombreux services complémentaires. [11]

I.5.4.3.2. Bus Modbus et Jbus

Le bus Modbus (le bus Jbus est une variante de Modbus) supporte une architecture maître/esclave.

Il a été développé par Modicon en 1978 pour connecter des contrôleurs logiques programmables.

Un bus se compose d'une station maître et d'une station esclave. Seule la station maître peut initier l'échange (la communication directe entre stations esclaves n'est pas possible). [12]

I.5.4.3.3. Réseau Modbus Plus

Le réseau Modbus Plus supporte une architecture client/serveur avancée et combine le haut débit (1 Mbit/s), un support de transmission simple et peu coûteux, et de nombreux services de messagerie pour un réseau local industriel, déterministe et performant.

Il peut connecter 64 nœuds à 1 800 m (32 nœuds à 450 m sans répéteurs) sur paire torsadée. [12]

I.5.4.4. Réseaux Ethernet TCP/IP

Ethernet sans protocole de communication n'est pas un réseau mais un support standardisé. Il s'agit des couches Liaison (2) et Physique (1) du modèle OSI. Il existe une différence entre Ethernet et IEEE 802.3, mais Ethernet est assimilé à tort à la norme 802.3. Notez qu'Ethernet TCP/IP est un réseau non déterministe. Les caractéristiques de configuration Ethernet les plus importantes sont :

- ❖ Les sections (ou segments) Ethernet principaux ne doivent pas dépasser 500 m ;
- ❖ Les sections ne peuvent pas dépasser 100 nœuds. La distance minimale entre deux nœuds doit être supérieure à 2,5 m.
- ❖ Les câbles sont généralement marqués tous les 2,5 mètres (un nœud est une entité adressable unique sur Ethernet).
- ❖ Les chemins entre deux nœuds distants ne doivent pas être :
 - Croiser 2 ou plusieurs répéteurs (ou 4 demi répéteurs ou 1 répéteur et 2 demi répéteurs).
 - Plus de 1 500 m de câble coaxial disponible.
 - Plus de 1 000 m de connexion point à point (entre demi-répéteurs existants) disponibles.

- ❖ Les câbles d'émetteur-récepteur (ou de dérivation) ne doivent pas dépasser 50 m (connexion émetteur-récepteur à coupleur de station, répéteur, demi-répéteur).
- ❖ La distance maximale théorique entre deux stations est de 2,8 km.

Ces limitations sont toutes liées à la technologie CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), à la vitesse de propagation des signaux électriques au sein du support ou du composant, et aux phénomènes de réflexion. Différents protocoles peuvent être associés à Ethernet. Deux normes sont TCP et IP. [10]

I.5.4.4.1. IP (Internet Protocol)

IP est le principal protocole de couche réseau utilisé par TCP, UDP, ICMP et IGMP. Les applications peuvent aussi accéder directement à l'IP (rare, mais possible). Chaque bloc de données circulant sur Internet passe par la couche IP de chaque hôte à chaque extrémité du réseau ou par des routeurs intermédiaires. Cela transmet le message directement si le destinataire se trouve sur le même réseau, ou indirectement via un routeur ou une passerelle. Ce service n'est pas fiable et il n'y a aucune garantie que les datagrammes atteindront leur destination. Nous offrons ce que nous appelons un service de « moindre effort » ou de « meilleur effort ». Si le tampon est saturé, IP ne peut que rejeter le datagramme et avertir l'expéditeur via des messages ICMP.

La fiabilité doit être garantie par des couches supérieures. [10]

I.5.4.4.2. TCP (protocole de contrôle de transmission)

TCP est destiné à être implémenté dans la couche transport du modèle OSI. Il s'agit d'un protocole de transport fiable orienté connexion et orienté flux de données. TCP se charge de traiter la non fiabilité d'IP.

L'offre Ethernet TCP/IP de Schneider Electric implémente sur la couche application les protocoles applicatifs natifs que sont UNI-TE et Modbus.

Ceci afin de satisfaire aux besoins de dialogue d'application à application et ainsi assurer l'interopérabilité des différentes plates-formes automates. De nombreux services sont disponibles sur les coupleurs Ethernet de Schneider Electric, à savoir :

- ❖ Applets de diagnostic embarqués afin de pouvoir assurer un diagnostic de l'automate et de sa configuration de manière simple et transparente au travers d'un navigateur Internet,

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

- ❖ Applet d'éditeur de données dont l'objectif est de pouvoir accéder à la base de données (protégée par mot de passe) de l'automate par un navigateur Internet,
- ❖ Applet d'éditeur graphique permettant de visualiser et commander, depuis un navigateur Internet, sous forme graphique (barographes, curseur, rotacteur, afficheur, courbes...) les données du procédé
- ❖ Applet "diag viewer" autorisant le report d'alarmes générées par un Premium et d'en gérer les acquis.

Ceux-ci seront distribués sur le réseau Ethernet TCP/IP pour ainsi en faire bénéficier la totalité des acteurs. Diagnostics Viewer est accessible via un navigateur Internet. Aucun développement n'est requis car ces fonctionnalités sont incluses avec chaque coupleur.

De plus, certains coupleurs ont un magasin d'utilisateurs qui permet de charger des pages HTML pour concevoir des dialogues homme-machine en temps réel intégrés. [10]

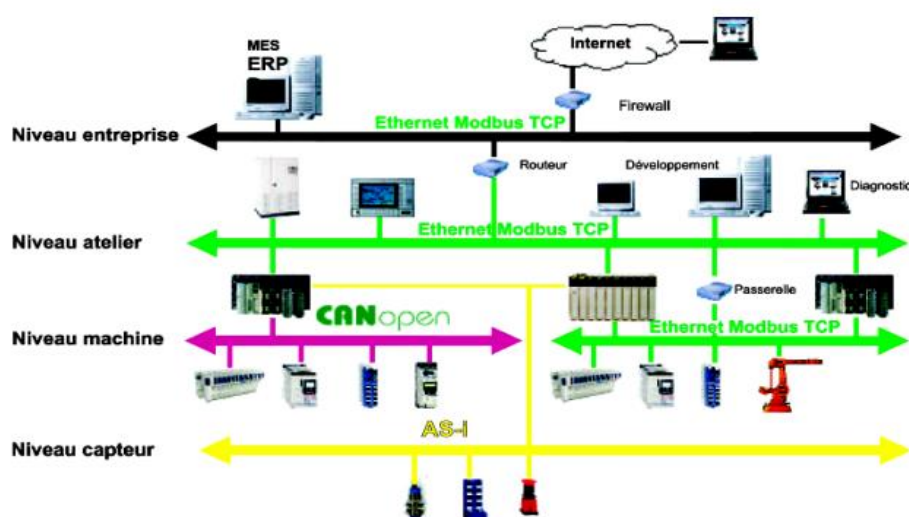


Figure I.10 : Les niveaux de communication retenus par Schneider Electric. [10]

I.5.5. Liaisons et protocoles de dialogues

Chaque type de réseau est caractérisé par sa structure ou sa topologie et les règles de communication qui forment le protocole d'interaction. Structuration du réseau :

- **Réseau « point à point »** : C'est le réseau le plus basique. Il implique deux machines. Il correspond à une liaison série dont le débit est rapidement limité par la distance.
- **Réseau « étoile »** : Cette topologie a l'avantage d'être très flexible en termes de gestion et de dépannage, les réseaux Ethernet étant les plus courants au niveau de l'entreprise et de la fabrication. Les stations d'extrémité sont connectées les unes aux

autres via des dispositifs intermédiaires (commutateurs). La défaillance d'un seul nœud ne perturbe pas le fonctionnement de l'ensemble du réseau, mais les équipements intermédiaires reliant tous les nœuds présentent un point de défaillance unique

- **Réseaux « bus »** : c'est le réseau de terrain le plus courant). C'est la topologie la plus économique. .Chaque nœud est connecté au bus via un module de branchement.
- **Réseau en « arbre »** : aussi appelé hiérarchique, subdivisé en plusieurs niveaux. Le sommet un niveau supérieur est connecté à plusieurs nœuds de niveau inférieur hiérarchie. Ces nœuds peuvent être connectés à plusieurs sous-nœuds. Ensuite, dessinez un arbre entier ou un arbre debout. La faiblesse de ce type de topologie est l'ordinateur "parent" dans la hiérarchie, qui, s'il tombe en panne, fermera la moitié du réseau.
- **Réseau en « maille »** : C'est la forme classique d'organisation WAN (World Access Network). Les appareils sont connectés pour former une toile d'araignée (comme Internet). Chaque nœud a un rôle de retour.
- **Réseaux en « anneau »** : chaque nœud est connecté à ses voisins pour former une boucle fermée et jouer un rôle actif dans la propagation des échanges. Cette structure est adaptée aux réseaux locaux (LAN). [10]

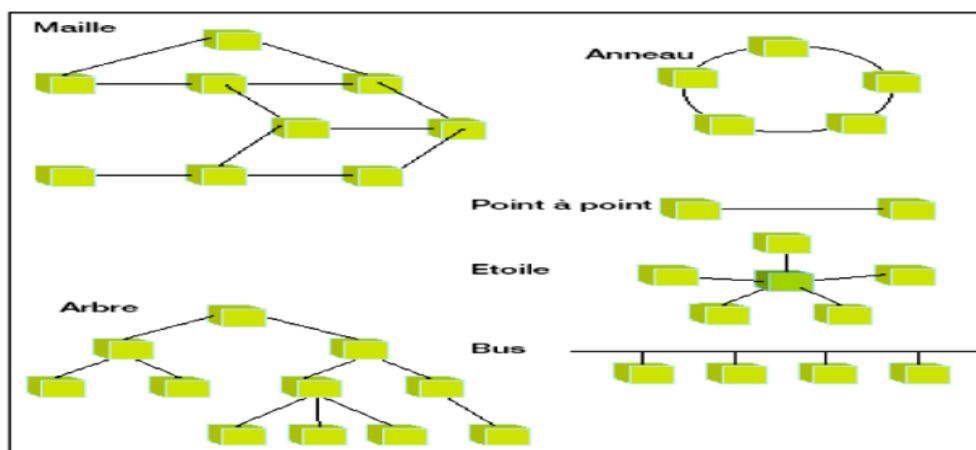


Figure I.11 : Représentation de différentes topologies de réseaux. [10]

I.6.Généralités sur les capteurs intelligents

I.6.1.Définition

Les capteurs intelligents sont des dispositifs utilisent des transducteurs pour collecter des données spécifiques de l'environnement physique, exécuter des fonctions prédéfinies et

programmées sur des types spécifiques de données collectées et transmettre ces données via une connexion réseau.

Les fonctions du capteur intelligent incluent l'auto-identification, les données du capteur numérique, l'étalonnage et la compensation intelligents, les capacités de détection multiples et la communication du capteur pour configurer la surveillance à distance et à longue portée. [13]



Figure I.12 : Capteurs intelligents

I.6.2.Principe de fonctionnement du capteur intelligent

Les capteurs intelligents collectent des données de l'environnement physique et convertissent des propriétés physiques telles que la vitesse, la température, la pression, la masse et la présence humaine en signaux électriques prévisibles. Ces capteurs contiennent un processeur de mouvement numérique (DMP). Un DMP est un type de microprocesseur qui permet à un capteur d'effectuer un traitement embarqué intelligent des données du capteur, comme le filtrage du bruit, ou d'effectuer divers types de conditionnement de signal. [13]

Ces capteurs ont quatre fonctions principales : mesure, configuration, vérification et communication.

- ❖ En prenant un signal physique et en le convertissant en signal électrique, vous pouvez facilement effectuer des mesures. Il est donc utile pour surveiller et mesurer la température, le trafic, les applications industrielles, etc.
- ❖ La fonction de configuration est importante car elle permet aux capteurs intelligents de détecter les erreurs de position et d'installation.
- ❖ Les fonctions de vérification ont une variété d'utilisations, telles que l'utilisation d'un ensemble de circuits pour surveiller en permanence le fonctionnement d'un capteur ou pour surveiller le dispositif mis en œuvre dans le capteur.

- ❖ Enfin, la fonction de communication permet au capteur de communiquer avec le microcontrôleur/microprocesseur principal.

I.6.3. Schéma fonctionnel du capteur intelligent

Le schéma fonctionnel du capteur intelligent est présenté ci-dessous. Ce schéma fonctionnel contient divers blocs tels que l'unité de détection, le conditionnement du signal, la conversion analogique-numérique, les algorithmes d'application, l'interface utilisateur locale, la mémoire et l'unité de communication ou l'émetteur-récepteur. [13]

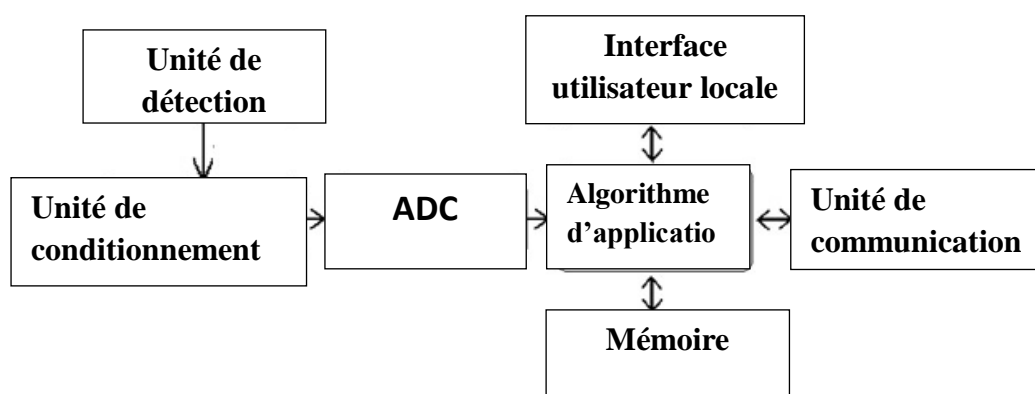


Figure I.13 : Schéma fonctionnel du capteur intelligent.

I.6.3.1. Unité de détection

Cet appareil détecte les modifications des paramètres physiques et génère les signaux électriques correspondants.

I.6.3.2. Unité de conditionnement

L'unité de conditionnement du signal contrôle le signal pour répondre aux besoins des opérations de niveau supérieur sans perte de données.

I.6.3.3. Convertisseur analogique-numérique

L'ADC convertit le signal de la forme analogique à la forme numérique et l'envoie au microprocesseur.

I.6.3.4. Interface utilisateur locale

Interface utilisateur locale (LUI) est un dispositif monté sur panneau qui permet aux opérateurs du bâtiment de surveiller et de contrôler l'équipement du système.

I.6.3.5. Algorithme d'application

Les signaux des capteurs intelligents arrivent ici, où ils traitent les données reçues selon des programmes d'application pré-chargés et génèrent des signaux de sortie.

I.6.3.6. La mémoire

Utilisée pour stocker le support qui enregistre les données reçues et traitées.

I.6.3.7. Unité de communication

Les algorithmes d'application ou les signaux de sortie du microprocesseur sont envoyés à la station principale via l'unité de communication. Cette unité reçoit également les demandes de commande des stations clés pour effectuer des tâches spécifiques.

I.6.4. Les types de capteur intelligent

Types de capteurs intelligents sont disponibles sur le marché. Ceux-ci sont décrits ci-dessous.

I.6.4.1. Capteur de niveau

Un capteur de niveau de liquide est un type d'appareil utilisé pour surveiller, mesurer et maintenir le niveau de liquide. Ce capteur convertit les données en un signal électrique chaque fois que le niveau de liquide est détecté. Il est classé en deux types : niveau ponctuel et niveau continu. Des capteurs de niveau de point sont utilisés pour déterminer si le liquide a atteint un point précis dans le récipient, et des capteurs de niveau continus sont utilisés pour mesurer le niveau de liquide précis. Ces capteurs sont principalement utilisés dans diverses industries telles que l'automobile, la fabrication et également dans les applications domestiques. [13]



Figure I.14 : Capteurs de niveau

I.6.4.2. Capteur de température

Les capteurs de température sont utilisés pour mesurer la température telle que la température du liquide, la température de l'air et la température du solide. Ces capteurs sont de différents types, tels que les RTD, les thermistances NTC, les thermopiles, les thermocouples, etc. qui utilisent différents principes pour mesurer la température. Ces capteurs sont principalement utilisés dans les équipements médicaux, les ordinateurs, les automobiles, les ustensiles de cuisine et d'autres types de machines. [13]



Figure I.15 : Capteur de température

I.6.4.3. Capteur de pression

Un capteur de pression est un transducteur qui convertit une entrée de pression mécanique en un signal de sortie électrique. Différents types de capteurs de pression sont disponibles en fonction de la capacité, de la taille, de la technologie du capteur, de la méthode de mesure et des exigences de performance. Ces capteurs jouent un rôle important dans la surveillance des pipelines, alertant les superviseurs des fuites et des anomalies afin que les réparations et l'entretien des pipelines puissent être effectués. [13]



Figure I.16 : Capteur de pression

I.6.5. La différence entre le capteur normal et l'intelligent

La différence entre un capteur normal et un capteur intelligent comprend les éléments suivants : [13]

Tableau I. 1: La différence entre le capteur normal et l'intelligent.

Capteur normal	Capteur intelligent
Un capteur est un appareil utilisé pour détecter les changements physiques et l'environnement chimique.	La partie d'un capteur est connue le nom de capteur intelligent qui est utilisée pour l'ordinateur.
Un capteur n'inclut pas de DMP ou de processeur de mouvement numérique.	Un capteur intelligent comprend un DMP ou Digital Motion Processor.
Le capteur normal comprend trois composants comme l'élément de capteur,	Les capteurs intelligents comprennent différents composants tels que des

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

l'emballage et les connexions, ainsi que le matériel de traitement des signaux.	amplificateurs, des transducteurs, des filtres analogiques, un contrôle d'excitation et des capteurs de compensation.
Les différents types de capteurs normaux sont la pression, la position, la température, les vibrations, la force, l'humidité et la propriété des fluides.	Les différents types de capteurs intelligents sont le courants électrique, le niveau, l'humidité, la pression, la proximité, la température, la chaleur, le débit, etc...
La sortie normale du capteur ne peut pas être utilisée directement car nous devons la convertir dans une forme utilisable.	La sortie du capteur intelligent est prête à l'emploi.
Les capteurs normaux sont préférés lorsqu'un ingénieur conçoit un appareil qui nécessite un contrôle complet sur l'entrée du capteur.	Les capteurs intelligents sont généralement préférés aux capteurs de base car ils incluent des capacités de traitement natives.
Les capteurs normaux ne sont pas chers car ils contiennent moins de composants.	Les capteurs intelligents sont chers par rapport aux capteurs normaux.

I.6.6. Les avantages d'un capteur intelligent

Les avantages des capteurs intelligents sont :

- Ceux-ci sont petits.
- Ces capteurs sont très faciles à utiliser, à concevoir et à entretenir.
- Les niveaux de performance sont encore plus élevés.
- La vitesse de communication et la fiabilité sont plus élevées en raison de la conversion directe avec le processeur.
- Ces capteurs sont capables d'auto-étalonnage et d'auto-évaluation.
- Ces capteurs peuvent détecter des problèmes tels que des interrupteurs défaillants, des bobines ouvertes et commutateur des capteurs.
- Ces capteurs optimisent facilement les processus de fabrication qui doivent être modifiés.
- Il peut stocker des données provenant de nombreux systèmes. [13]

I.6.7. Les inconvénients d'un capteur intelligent

Les inconvénients des capteurs intelligents sont :

- La fiabilité des capteurs intelligents est l'un de leurs principaux inconvénients. Si un capteur intelligent est volé ou endommagé, cela peut avoir de graves conséquences pour de nombreux systèmes.
- Des capteurs et des actionneurs sont nécessaires.
- L'étalonnage du capteur doit être effectué par un processeur externe.
- Les capteurs intelligents filaires sont complexes et donc très coûteux application. [13]

I.7.Système SCADA (contrôle de supervision et acquisition des données)

I.7.1.Définition

Est une catégorie d'applications logicielles pour le contrôle des processus industriels. Collectez des données en temps réel à partir d'emplacements distants pour contrôler les appareils et les conditions. SCADA fournit aux entreprises les outils nécessaires pour prendre et mettre en œuvre des décisions basées sur les données concernant les processus industriels. SCADA est l'un des types de systèmes de contrôle industriel les plus courants et peut être utilisé pour gérer presque tous les types de processus industriels.

Un système SCADA comprend des composants matériels et logiciels. Le matériel collecte les données et les envoie au système de contrôle sur le terrain, qui transmet les données à d'autres systèmes qui traitent les données et les mettent à la disposition de l'interface homme-machine (IHM) en temps opportun. Le système SCADA capture et enregistre tous les événements et signale l'état et les problèmes du processus. Les applications SCADA avertissent avec des alarmes lorsque les conditions deviennent dangereuses. [14]

I.7.2.Composants d'un système SCADA

Les systèmes SCADA comprennent des composants déployés sur le terrain pour collecter des données en temps réel et des systèmes associés qui permettent la collecte de données et améliorent l'automatisation industrielle.

Les composants SCADA comprennent : [14]

I.7.2.1.Capteurs et actionneurs

Un capteur est un appareil ou une fonction système qui détecte l'entrée d'un processus industriel. Un actionneur est un dispositif ou une fonctionnalité système qui contrôle le mécanisme d'un processus. En termes simples, les capteurs agissent comme des jauges ou des compteurs qui indiquent l'état de votre machine. Les actionneurs agissent comme des interrupteurs, des boutons ou des vannes de contrôle qui peuvent être utilisés pour contrôler

des appareils. Les capteurs et les actionneurs sont contrôlés et surveillés par des contrôleurs de terrain SCADA. [14]

I.7.2.2. Contrôleur de terrain SCADA

Ceux-ci sont directement connectés aux capteurs et actionneurs. Il existe deux catégories de contrôleurs de terrain. [14]

Les unités de télémétrie à distance :

Également appelées unités terminales à distance (RTU), se connectent à des capteurs pour collecter des données de télémétrie et les envoyer au système principal pour un traitement ultérieur. [14]

Les contrôleurs logiques programmables (PLC) :

S'interfacent avec les actionneurs pour contrôler les processus industriels. Il est généralement basé sur les données de télémétrie actuelles collectées auprès des RTU et sur les normes de processus établies. [14]

I.7.2.3. Ordinateur de supervision SCADA

Ils sont utilisés pour contrôler tous les processus SCADA, collecter les données des appareils de terrain et envoyer des commandes à ces appareils pour contrôler les processus industriels. [14]

I.7.2.4. Logiciel IHM

Il fournit un système qui intègre et affiche les données des appareils de terrain SCADA, permettant aux opérateurs de comprendre l'état des processus de contrôle SCADA et d'apporter des modifications si nécessaire. [14]

I.7.2.5. Infrastructures de communication

Cela permet aux systèmes de supervision SCADA de communiquer avec les appareils et les contrôleurs de terrain. Cette infrastructure permet aux systèmes SCADA de collecter des données et de contrôler les appareils de terrain. [14]

I.7.3. Caractéristiques du système SCADA

Les systèmes SCADA peuvent inclure des fonctionnalités spécifiques pour des industries ou des applications spécifiques, mais la plupart des systèmes prennent en charge les fonctionnalités suivantes : [14]

I.7.3.1. L'acquisition de données

Est la base de tout système SCADA, les capteurs collectent des données et les envoient au contrôleur de terrain, qui envoie les données à l'ordinateur SCADA. [14]

I.7.3.2. Le contrôle à distance

Est réalisé en contrôlant les actionneurs de terrain sur la base des données collectées à partir des capteurs de terrain. [14]

I.7.3.3. La communication de données en réseau

Permet toutes les fonctions SCADA. Les données collectées par les capteurs doivent être envoyées au contrôleur de terrain SCADA, qui communique avec l'ordinateur de supervision. Les commandes de contrôle à distance sont relayées depuis l'ordinateur de supervision SCADA vers les actionneurs. [14]

I.7.3.4. La présentation des données

Se fait via une IHM qui affiche les données actuelles et historiques à l'opérateur exécutant le système SCADA. [14]

I.7.3.5. Les données en temps réel et historiques

Sont deux composants importants d'un système SCADA, car elles permettent aux utilisateurs de suivre les performances actuelles à l'aide des tendances historiques. [14]

I.7.3.6. Les alarmes

Alertent l'opérateur SCADA sur des conditions potentiellement critiques au sein du système. Les alertes peuvent être configurées pour avertir les opérateurs lorsque les processus sont bloqués, lorsque les systèmes échouent ou lorsque d'autres aspects des processus SCADA doivent être arrêtés, démarrés ou ajustés. [14]

I.7.3.7. Les rapports

Sur le comportement du système SCADA peuvent inclure des rapports sur l'état du système, des rapports sur les performances des processus et des rapports personnalisés pour des utilisations spécifiques. [14]

I.7.4. Architecture SCADA

Les systèmes SCADA fonctionnent sur cinq des six couches définies dans l'architecture de référence d'entreprise Purdue pour l'intégration d'entreprise :

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

- ❖ **Niveau 0** : Le niveau de terrain comprend des dispositifs de terrain tels que des capteurs utilisés pour transmettre des données liées aux processus de terrain et des actionneurs utilisés pour contrôler les processus.
- ❖ **Niveau 1** : La couche de contrôle direct comprend des contrôleurs locaux, tels que des API et des RTU qui communiquent directement avec les appareils de terrain, tels que l'acceptation des entrées de données des capteurs et l'envoi de commandes aux actionneurs des appareils de terrain.
- ❖ **Niveau 2** : La couche de la supervision de l'usine contient un système de surveillance local qui collecte les données des contrôleurs de couche et envoie des commandes à ces contrôleurs pour exécution.
- ❖ **Niveau 3** : La couche de contrôle de la production comprend un système de supervision à l'échelle du système qui regroupe les données des systèmes de niveau 2 pour produire des rapports continus au niveau de la planification de la production et d'autres fonctions du site ou régionales telles que les alertes et les rapports.
- ❖ **Niveau 4** : Le niveau de planification de la production comprend les systèmes commerciaux utilisés pour gérer les processus en cours. [14]

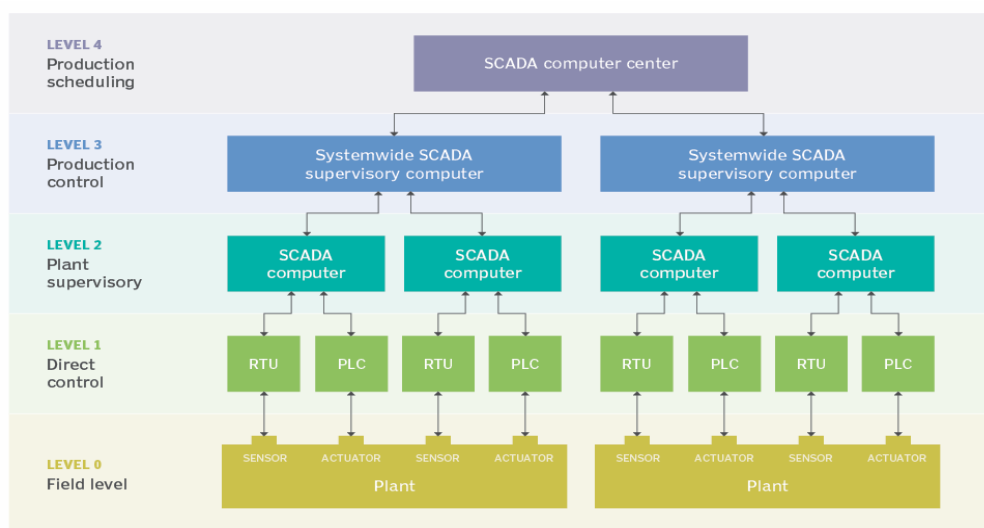


Figure I.17 : Architecture SCADA.

I.7.5. Cas d'utilisation SCADA et exemples de l'industrie

Le SCADA est utilisé pour automatiser et gérer des processus industriels devenus trop complexes ou trop lourds à surveiller et à contrôler pour les humains. SCADA est particulièrement utile pour les processus qui peuvent être surveillés et contrôlés à distance, en particulier là où les déchets peuvent être réduits et l'efficacité améliorée.

Voici quelques exemples courants d'automatisation SCADA industrielle :

- ✓ Production et distribution d'électricité.
- ✓ Entreprise de raffinage de pétrole et de gaz.
- ✓ Infrastructures de communication.
- ✓ Infrastructure de transport et de livraison.
- ✓ Fabrication et autres transformations industrielles.
- ✓ Transformation des aliments et des boissons.
- ✓ Fabrication chimique.
- ✓ Les infrastructures publiques, y compris la gestion de l'eau et des déchets.

SCADA vous permet de surveiller de près et d'ajuster ces processus pour améliorer leurs performances au fil du temps. [14]

I.8.Système de contrôle distribué (DCS)

I.8.1.Définition

Un système de contrôle distribué (DCS) est un système de contrôle informatisé pour un processus ou une usine qui se compose de nombreuses boucles de contrôle avec un contrôle autonome réparti dans tout le système, mais avec un contrôle de supervision central par un opérateur.

DCS peut augmenter la fiabilité et réduire les coûts d'installation en localisant les fonctions de contrôle plus près de l'usine de traitement et en fournissant une surveillance et une surveillance à distance.

Ces systèmes sont utilisés dans les grandes usines de traitement continu où une fiabilité et une sécurité élevées sont requises. [15]

I.8.2.Structure du DCS

DCS distribue le traitement de contrôle aux nœuds du système, ce qui rend le système global plus fiable et atténue les pannes de processeur unique. Elle affecte certains des processus de la plante. Lorsqu'un processeur tombe en panne et que l'ensemble du processus est affecté si le mainframe tombe en panne. La répartition de cette puissance de calcul entre les racks d'entrée/sortie (E/S) connectés sur le terrain élimine les retards potentiels de traitement du réseau et du centre et réduit le temps de traitement du contrôleur.

Chapitre I : Généralité sur l'instrumentation moderne

Niveau 0 : se compose d'appareils de terrain tels que des capteurs de température, des débits et des actionneurs tels que des vannes de régulation.

Niveau 1 : se compose de modules d'entrées/sorties (E/S) industrialisés et de processeurs électroniques distribués associés.

Niveau 2 : Intégré dans des ordinateurs de supervision qui aident à collecter des informations à partir des nœuds de processeur du système et à les fournir aux écrans de contrôle de l'opérateur.

Niveau 3 : Un niveau de gestion de la production qui ne contrôle pas directement le processus, mais qui s'occupe de la supervision de la production et du suivi des objectifs.

Niveau 4 : Niveau de planification de la production. Les niveaux 1 et 2, en revanche, sont des niveaux fonctionnels DCS traditionnels, où tous les appareils font partie d'un système intégré d'un seul fabricant.

Les niveaux 3 et 4 traitent non seulement du contrôle des processus au sens traditionnel, mais aussi du contrôle et de la planification de la production. [15]

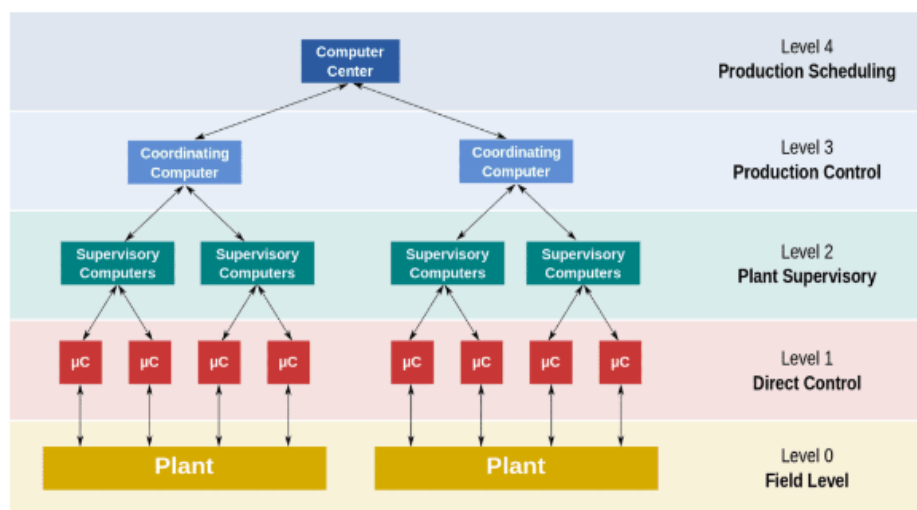


Figure I.18 : Structure du DCS

I.9. Conclusion

Ce chapitre a fourni des définitions des concepts clés liés aux systèmes d'automatisation (système automatisé, API...) et aux éléments du système SCADA et DCS. Nous avons également discuté les capteurs intelligents (principe de fonctionnement, et ces types ...) et des réseaux de terrain et finalement une conclusion.

CHAPITRE II :

L'API « TRICONEX » et les logiciels

«TRISTATION » et « INTOUCH »

II.1.Introduction

Dans le cadre de la rénovation, la solution choisie par la raffinerie de Skikda pour les systèmes de sécurité, de contrôle et de disponibilité est : le système TRICON de TRICONEX dont la société industrielle SAMSUNG s'est chargée de l'installation (pour remplacer ALLEN BRADLEY).

Nous avons consacré ce chapitre pour exposer les performances pour lesquelles ce système a été choisi, élaborons ainsi : objectifs, architecture et aussi, nous allons décrire les deux outils de programmation et de supervision de processus industriels, à savoir respectivement, TRISTATION et INTOUCH, enfin une conclusion.

II.2.L'AUTOMATE PROGRAMMABLE TRICONEX

TRICONEX est une PLC d'INVENSYS, un leader mondial de la gestion de la performance des actifs pour le secteur industriel. L'objectif est à la fois la sécurité et le contrôle. Ils sont utilisés dans des installations critiques pour la sécurité où le niveau de sécurité requis est très élevé, tel que les Raffineries, les usines de traitement de gaz, les turbomachines, les centrales nucléaires, etc. Pour garantir les points ci-dessus, TRICONEX a développé une série de produits de technologie TMR tolérants aux pannes. (Voir figure II-1).

[16]



Figure II.1 : Automate programmable (TRICONEX)

II.2.1. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX

Le système TRICON TMR se compose de trois systèmes de contrôle parallèles indépendants intégrés dans un seul ensemble matériel, avec un vote logique des données « 2

sur 3 » pour un contrôle continu et hautement intégré. Un fonctionnement sans erreur est garanti. Pour l'utilisateur, le système TRICON représente un ensemble matériel unique dans lequel un seul programme d'application peut être développé et chargé sur trois processeurs en une seule opération. Les signaux du module d'entrée sont échantillonnés et traités par trois chaînes indépendantes avant d'être envoyés à trois processeurs via des voies de communication séparées. Une fois le programme d'application exécuté, les modules de sortie effectuent un vote de type 2 sur 3 sur les valeurs de sortie calculées envoyées par les trois modules de processeur et envoie les résultats aux bornes de sortie, d'où ils sont envoyés à l'appareil. J'enverrai. Contrôle sur site. (Voir figure II-2). [16]

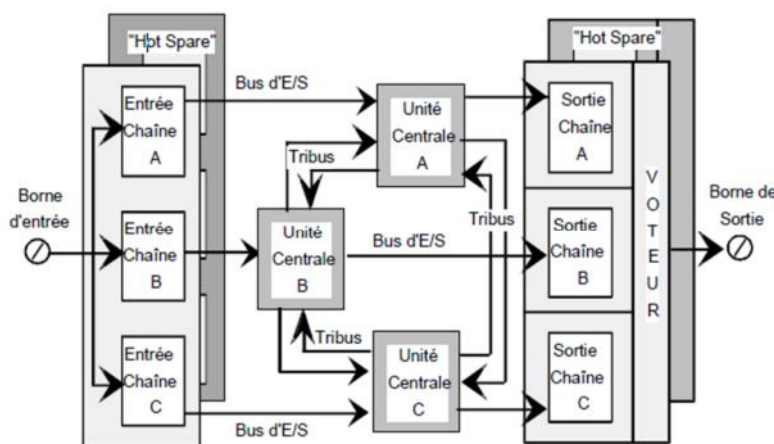


Figure II.2 : Architecture triplée modulaire redondante (TMR). [16]

II.2.2.Principe de fonctionnement

L'architecture Triple Modulaire Redondante (TMR) garantit la tolérance aux pannes et permet une surveillance continue sans erreur, même en cas de défaillance des composants ou d'erreurs transitoires dues à des sources internes ou externes.

Chaque module d'E/S contient des circuits pour trois chaînes indépendantes. Chaque chaîne de modules d'entrée lit les données du processus et transfère ces informations à son processeur principal respectif. Les trois processeurs principaux communiquent entre eux via leur propre bus à haut débit appelé TriBus.

Une fois par période d'échantillonnage, les processeurs principaux se synchronisent et communiquent entre eux via TriBus. Le TriBus interroge les données d'entrée logiques, compare les données de sortie et envoie une copie des données d'entrée analogiques à chaque processeur principal. Le processeur principal exécute le programme d'application et envoie la sortie générée au module de sortie. Le contrôleur Tricon interroge les données de sortie sur le

module de sortie le plus près possible du site pour détecter et corriger toute erreur pouvant survenir entre le processeur principal et le signal de sortie final.

Chaque logement d'E/S fonctionnel peut contenir deux modules d'E/S identiques. Ainsi, si un module détecte une erreur, le module sans erreur prend automatiquement le relais. Si le module défaillant est le seul module installé dans son emplacement fonctionnel, il peut également être remplacé à chaud. Dans ce cas, un module sans erreur est enfiché dans le sous-emplacement (rail) et le contrôleur est commuté sur ce module. Cela permet de retirer le module défectueux et de l'envoyer en réparation. [17]

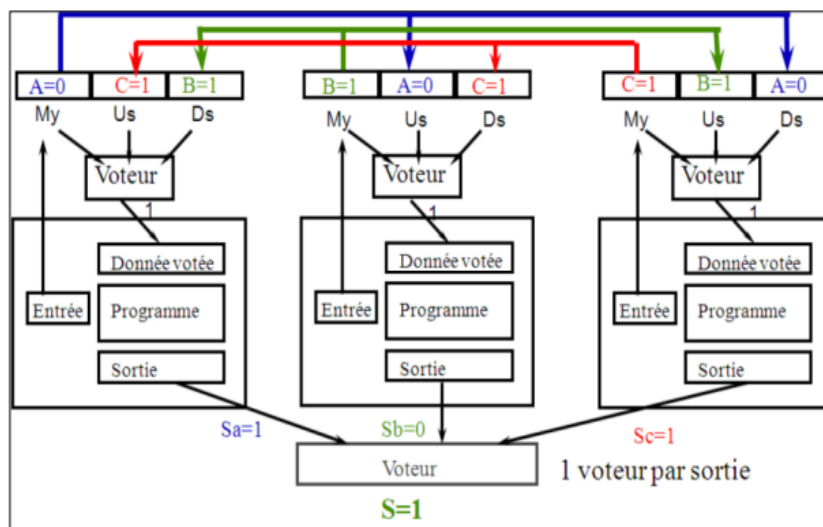


Figure II-3 : Illustration du système de vote de TRIBUS. [16]

II.2.3. Configuration système

Le système de la version 9 a deux configurations : Systèmes mono châssis avec un seul châssis principal haute densité et systèmes multi châssis pouvant intégrer jusqu'à 15 châssis au total. Il a les configurations suivantes : [16]

II.2.3.1. Châssis principal haute densité

Ce châssis contient trois processeurs principaux, des emplacements pour les modules de communication (pas d'option de remplacement à chaud) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sortie. [16]

II.2.3.2. Châssis d'extension haute densité

Ce châssis contient des modules d'E/S supplémentaires qui peuvent être déplacés jusqu'à 30 mètres du châssis principal. Chaque châssis se compose de huit emplacements fonctionnels pour les modules d'E/S, chaque emplacement à deux rails, un pour les modules actifs et un pour les disques de rechange. [16]

II.2.3.3. Châssis RXM haute densité

Ce châssis abrite des modules d'E/S supplémentaires qui peuvent être placés jusqu'à 12 km du châssis principal. Chaque châssis RXM comporte trois modules RXM (primaire ou secondaire) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sortie. Chaque emplacement comporte deux rails, un pour le module actif et un pour le disque de secours. [16]

II.2.4. Systèmes de bus et distribution de l'alimentation

La figure suivante montre les trois systèmes Tribus (TriBus, bus d'E/S et bus de communication) gravés sur le fond de panier du châssis. [17]

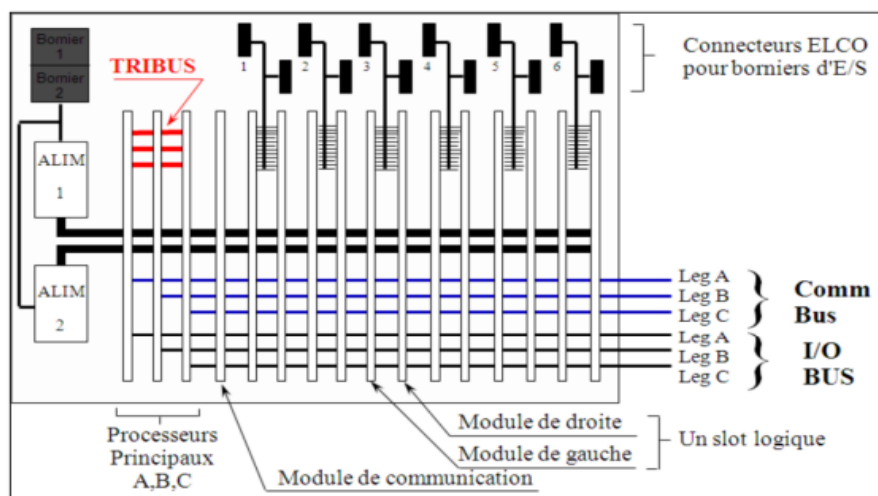


Figure II.4 : Systèmes de bus Tricon et distribution de l'alimentation. [16]

II.2.4.1. Fonctionnement de TriBus

Le TriBus se compose de 3 connexions série indépendantes qui peuvent synchroniser le processeur principal au début d'un balayage pour :

- Transmission des données d'entrée/sortie, de diagnostic et de communication.
- Comparer les données et signaler les écarts entre les données de sortie ou les données enregistrées lors des analyses précédentes.

Une caractéristique de l'architecture de contrôle Tricon est l'utilisation d'un seul émetteur pour envoyer des données aux principaux processeurs en aval et en amont. Cela garantit que les données reçues sont identiques sur tous les processeurs. [17]

II.2.4.2.Fonctionnement du bus d'E/S

Chaque module d'E/S transmet des signaux à partir d'un dispositif ou d'un capteur sur site via un ensemble connecteur associé. Deux sous-emplacements ou rails forment un emplacement logique dans le boîtier. Les cordons de brassage se connectent aux connecteurs du panneau sur le dessus du fond de panier. Chaque connecteur connecte un module terminal à un module d'E/S actif et à son module de secours, permettant aux deux modules de recevoir les mêmes signaux sur le même cordon de brassage.

Un triple bus d'E/S transfère les données entre les modules d'E/S et le processeur principal à une vitesse de 375 kbauds. Les bus d'E/S se trouvent sous le fond de panier. Chaque chaîne de bus d'E/S connecte l'un des trois processeurs principaux à une chaîne correspondante de modules d'E/S. Le bus d'E/S est connecté entre le châssis par un ensemble de trois câbles. [17]

II.2.4.3.Fonctionnement du bus de communication

Un bus de communication relie le processeur principal et les modules de communication avec une vitesse de transmission de 2 Mbaud. [17]

II.2.4.4.Distribution d'alimentation

La distribution d'alimentation est fournie au châssis via deux rails d'alimentation indépendants au milieu du fond de panier. Chaque module du châssis est alimenté par des régulateurs de puissance redondants des deux rails d'alimentation. Chaque module d'entrée et de sortie dispose de quatre ensembles de commandes de puissance. Un jeu pour les trois chaînes (A, B et C) et un autre jeu pour les indicateurs d'état. [17]

II.2.5.Modules d'alimentation

Chaque châssis Tricon contient deux modules d'alimentation disposés dans une configuration double redondante. Chaque module est alimenté par le fond de panier et dispose d'un contrôle d'alimentation indépendant par canal. Chacun peut prendre en charge les besoins en alimentation de tous les modules du châssis dans lequel il réside, et chacun alimente des rails d'alimentation séparés sur le fond de panier du châssis. Le module d'alimentation contient des circuits de diagnostic qui vérifient les conditions de tension hors plage et de surchauffe. Un court-circuit dans un canal désactivera le régulateur de puissance au lieu d'affecter le bus de puissance. [17]

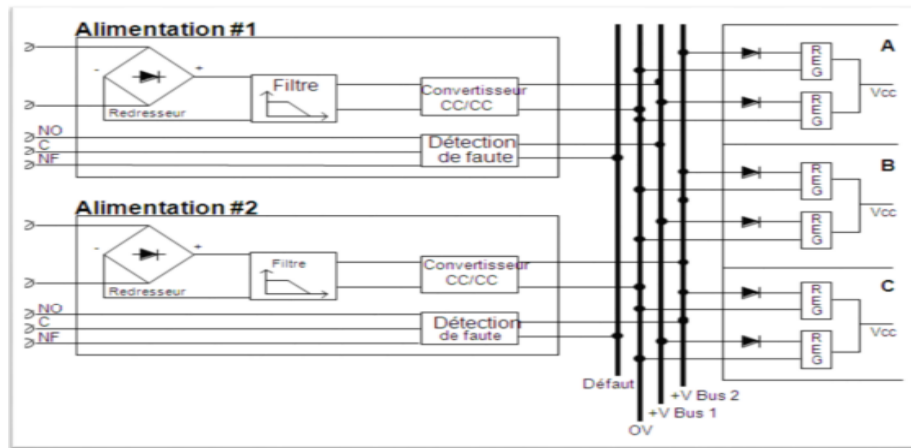


Figure II.5 : Architecture des modules d'alimentation. [16]

II.2.6. Modules processeurs principaux

Le système Tricon contient trois modules de processeur principal (MP) pour contrôler trois canaux distincts du système. Chaque processeur principal fonctionne en parallèle avec les deux autres processeurs principaux en tant que membre d'une triade.

Un processeur E/S et COMM dédié sur chaque processeur principal gère les données échangées entre le processeur principal et les modules d'E/S. Le triple bus d'E/S réside sur le fond de panier du châssis et est étendu d'un châssis à l'autre à l'aide de câbles de bus d'E/S.

Au fur et à mesure que chaque module d'entrée est interrogé, de nouvelles données d'entrée sont transférées au processeur principal via le canal approprié du bus d'E/S. Les données d'entrée de chaque module d'entrée sont assemblées dans des tables dans le processeur principal et stockées en mémoire pour être utilisées dans le processus de vote matériel.

Les tables d'entrée individuelles de chaque processeur principal sont envoyées aux processeurs principaux voisins via un TriBus dédié. Un vote matériel a lieu lors de cette transmission. Le TriBus utilise des dispositifs programmables d'accès direct à la mémoire (DMA) pour synchroniser, transférer, coordonner et comparer les données entre les trois processeurs principaux.

Si une divergence est constatée, les valeurs de signal trouvées dans deux des trois tables sont appliquées et la troisième table est modifiée en conséquence. Les différences inhérentes dues aux variations du moment de l'échantillonnage peuvent être distinguées des différents modèles de données. Chacun des trois processeurs principaux indépendants

conserve les données sur les modifications requises dans la mémoire locale. Les écarts sont signalés et utilisés par des routines d'analyse d'erreurs intégrées à la fin de l'analyse pour déterminer si un module particulier est défectueux.

Une fois que les valeurs d'entrée ont été modifiées par les transferts TriBus et le conditionnement des données d'entrée, ces valeurs modifiées sont utilisées par le processeur principal comme entrées du programme de contrôle écrit par l'utilisateur. (Les programmes de contrôle sont développés dans le logiciel TriStation et téléchargés sur le processeur principal.) Le microprocesseur principal 32 bits exécute des programmes de contrôle écrits par l'utilisateur en parallèle avec le module processeur principal adjacent.

Un programme de contrôle écrit par l'utilisateur construit un tableau de valeurs de sortie basé sur un tableau de valeurs d'entrée selon les règles que vous avez définies dans le programme de contrôle. Le processeur d'E/S de chaque processeur principal gère le transfert des données de sortie vers les modules de sortie via le bus d'E/S.

Le processeur d'E/S utilise le tableau des valeurs de sortie pour créer un tableau plus petit correspondant à un module de sortie dans le système. Chaque petite table est transférée vers le canal approprié du module de sortie approprié via le bus d'E/S. Par exemple, le processeur principal A envoie la table correspondante via le bus d'E/S A au canal A de chaque module de sortie. L'envoi des données de sortie est prioritaire sur l'interrogation périodique de tous les modules d'E/S.

Les processeurs I/O et COMM utilisent un bus de communication qui prend en charge un mécanisme de diffusion pour gérer les données échangées entre le processeur principal et les modules de communication.

Le processeur principal du modèle 3008 fournit 16 mégaoctets de DRAM utilisés pour les programmes de contrôle, les données de séquence d'événements, les données d'E/S, les diagnostics et les tampons de communication.

En cas de panne de courant externe, l'intégrité des programmes définis par l'utilisateur et des variables conservées est protégée pendant au moins six mois.

Le module de processeur principal est alimenté par des modules d'alimentation doubles et des rails d'alimentation dans le châssis principal. Une défaillance du module d'alimentation ou du rail d'alimentation n'affecte pas les performances du système. [17]

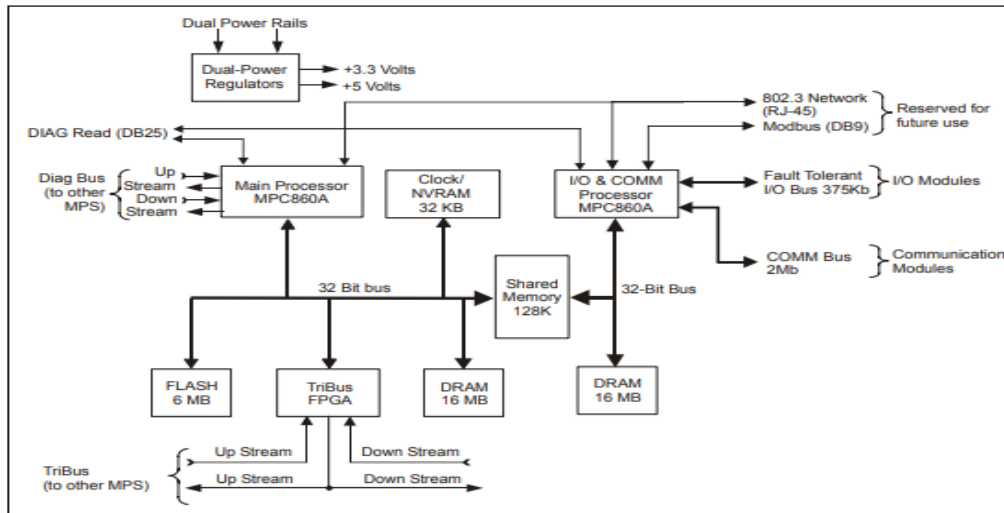


Figure II.6 : Architecture de processeur principal (modèle 3008). [17]

II.2.7. Modules d'entrées

II.2.7.1. Modules d'entrées logiques

Tricon prend en charge deux types de base de modules d'entrée numérique : TMR et simple. Les sections suivantes décrivent les modules d'entrées numériques en général, suivies de détails sur la TMR et les modules individuels.

Chaque module d'entrée numérique contient des circuits pour trois canaux identiques (A, B, C). Bien que les canaux soient sur le même module, ils sont complètement isolés les uns des autres et fonctionnent indépendamment. Une erreur dans un canal ne se propage pas à un autre canal. De plus, chaque canal contient un microprocesseur 8 bits appelé processeur de communication E/S qui gère la communication avec son processeur principal correspondant.

Chacun des trois canaux d'entrée mesure de manière asynchrone le signal d'entrée de chaque point du module de terminaison d'entrée, détermine l'état respectif du signal d'entrée et place les valeurs dans les tableaux d'entrée A, B et C respectivement est mis à jour périodiquement sur le bus E/S par le processeur de communication E/S A interrogé sur le module processeur principal correspondant. Par exemple, le processeur principal A interroge la table d'entrée A via le bus d'E/S A.

Avec les modules d'entrée numériques TMR, tous les chemins de signaux critiques sont triplés à 100 % pour garantir la sécurité et une disponibilité maximale. Chaque canal ajuste indépendamment le signal et fournit une séparation entre le champ et le Tricon. (L'exception est le module d'entrée numérique haute densité à 64 points, qui n'a pas d'isolation entre les canaux.)

Les modèles DC des modules d'entrées numériques TMR peuvent effectuer un auto-test pour détecter une condition bloquée dans laquelle le circuit ne peut pas déterminer si le point est passé à l'état désactivé. La capacité de détecter les points bloqués est une caractéristique importante, car la plupart des systèmes de sécurité ont la capacité de s'éteindre et de se déclencher. Pour tester une entrée bloquée, fermez l'interrupteur dans le circuit d'entrée et laissez l'entrée zéro (OFF) être lue à partir du circuit isolé. Les dernières données lues sont gelées dans le processeur de communication E/S pendant l'exécution du test.

L'utilisation de modules d'entrées numériques individuels ne fait que tripler la portion du chemin du signal nécessaire pour un fonctionnement sûr. Les modules individuels sont optimisés pour les applications critiques pour la sécurité où un faible coût est plus important qu'une disponibilité maximale. Un circuit d'auto-test spécial détecte toutes les conditions de défaut bloquées et bloquées dans les conditionneurs de signaux non triples en moins de 0,5 seconde. Il s'agit d'une fonction essentielle d'un système à sécurité intégrée et doit détecter tous les défauts en temps opportun et forcer les valeurs d'entrée mesurées à un état sûr lors de la détection d'un défaut d'entrée. Le Tricon est optimisé pour les applications de déclenchement de mise hors tension, de sorte qu'en cas de détection d'un défaut dans le circuit d'entrée, la valeur signalée par chaque canal au processeur principal est forcée sur OFF (état de mise hors tension). [18]

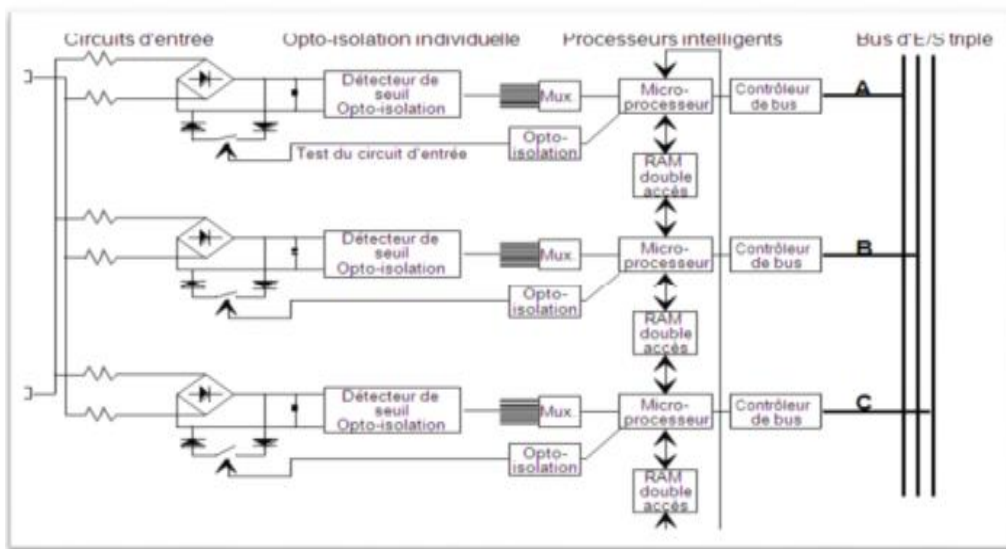


Figure II.7 : Architecture d'un module d'entrée logique TMR. [16]

II.2.7.2. Modules d'entrées analogiques

Avec le module d'entrées analogiques, chacune des trois voies mesure de manière asynchrone le signal d'entrée et enregistre les résultats dans un tableau de valeurs. Chacune

des trois tables d'entrée est acheminée vers son module processeur principal associé à l'aide du bus d'E/S approprié. La table d'entrée de chaque module processeur principal est envoyée aux modules adjacents via des tricons. Les valeurs intermédiaires sont sélectionnées par chaque processeur principal et la table d'entrée de chaque processeur principal est modifiée en conséquence. En mode TMR, les données moyennées sont utilisées par le programme de contrôle. En mode duplex, la moyenne est utilisée.

Chaque module d'entrée analogique est automatiquement calibré avec plusieurs tensions de référence lues par un multiplexeur. Ces tensions déterminent le gain et la polarisation requis pour correspondre à la lecture du convertisseur analogique-numérique (ADC).

Les modules d'entrées analogiques et les panneaux de connexion sont disponibles en versions isolées et non isolées pour prendre en charge une variété d'entrées analogiques : 0-5 VCC, -5-+5 VCC, 0-10 VCC, 4-20 mA, thermocouples (types K, J, T, E) et les dispositifs thermiques résistifs (RTD). [18]

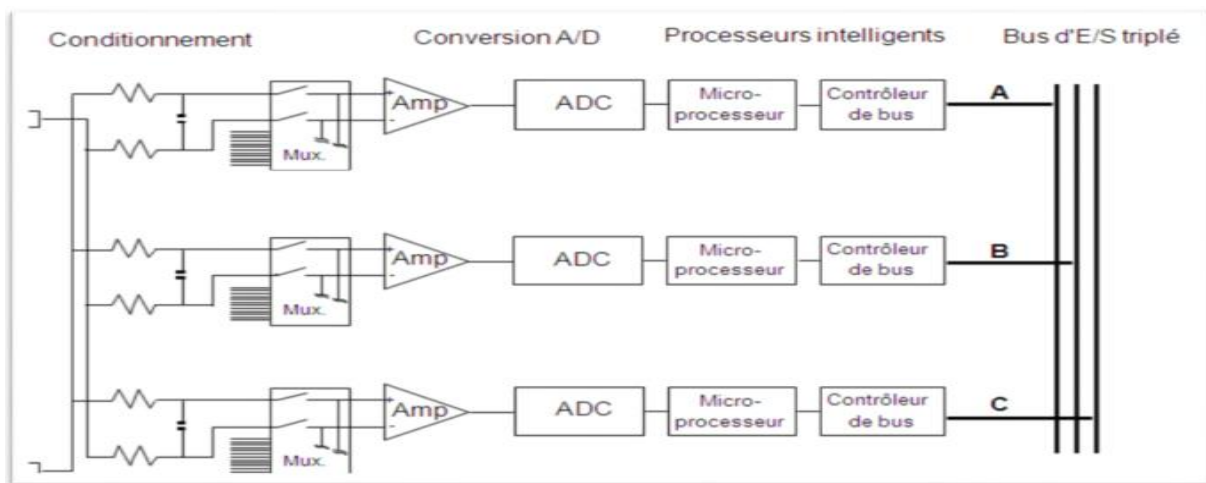


Figure II.8 : Architecture d'un module d'entrée analogique TMR. [16]

II.2.8. Modules de sorties

II.2.8.1. Module de sortie numérique

Les modules de sortie

numérique sont disponibles en quatre types de base : double, supervisé, DC et AC. Les paragraphes suivants décrivent les modules de sortie numérique communs, suivis de détails sur les quatre types. Chaque module de sortie numérique contient des circuits pour trois canaux d'isolation identiques. Chaque canal contient un microprocesseur E/S qui reçoit des

tables de sortie du processeur de communication E/S sur son processeur principal respectif. Tous les modules de sortie numérique, à l'exception des modules DC doubles, utilisent un circuit de sortie quadruple spécial qui conditionne chaque signal de sortie juste avant qu'il ne soit appliqué à la charge. Ce circuit de vote est basé sur des chemins parallèles-séries qui conduisent le courant lorsque les pilotes des canaux A et B, ou des canaux B et C, ou des canaux A et C reçoivent l'ordre de se fermer. C'est-à-dire que 2 pilotes sur 3 sont élus. Un circuit quadruple Bower fournit une redondance multiple pour tous les chemins de signal critiques afin d'assurer la sécurité et une disponibilité maximale. Chaque type de module de sortie numérique effectue un diagnostic de voteur de sortie (OVD) spécifique pour chaque point. Le bouclage du module permet à chaque microprocesseur de lire la valeur de sortie en un point pour déterminer s'il existe un défaut potentiel dans le circuit de sortie. [18]

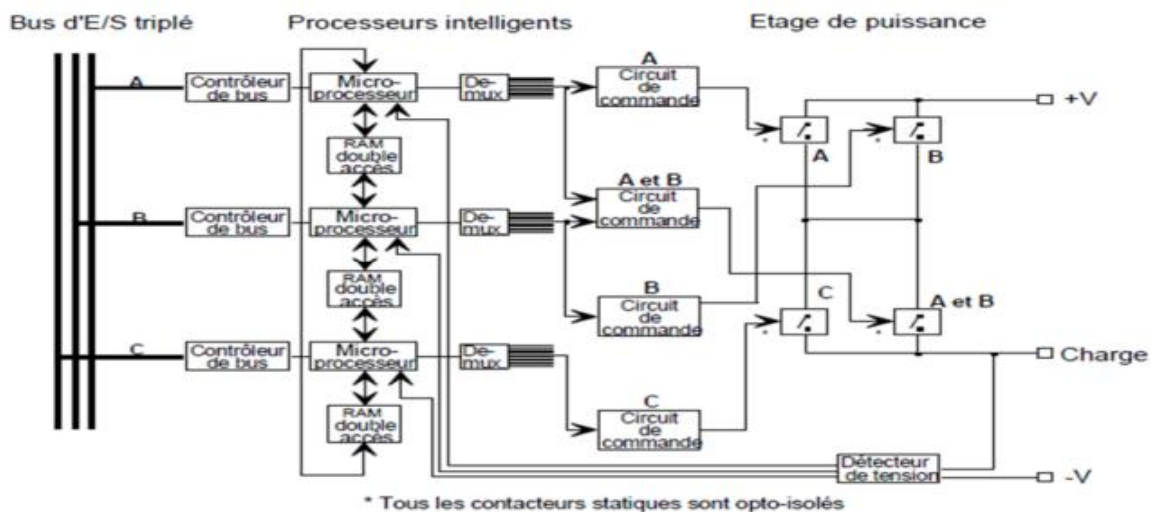


Figure II.9 : Architecture d'un module de sortie logique TMR. [19]

II.2.8.2. Module de sortie analogique

Les modules de sortie analogique reçoivent trois tables de valeurs de sortie, une pour chaque voie, du processeur principal approprié. Chaque canal possède son propre convertisseur numérique-analogique (DAC). Sélectionnez l'un des trois canaux pour piloter la sortie analogique. L'exactitude de la sortie est vérifiée en permanence par une entrée de "bouclage" à chaque point et lue par les trois microprocesseurs. Si un canal de lecteur tombe en panne, ce canal est déclaré défaillant et un nouveau canal est sélectionné pour piloter l'appareil de terrain. La désignation "canal pilote" est alternée entre les canaux afin que les trois canaux soient testés. [18]

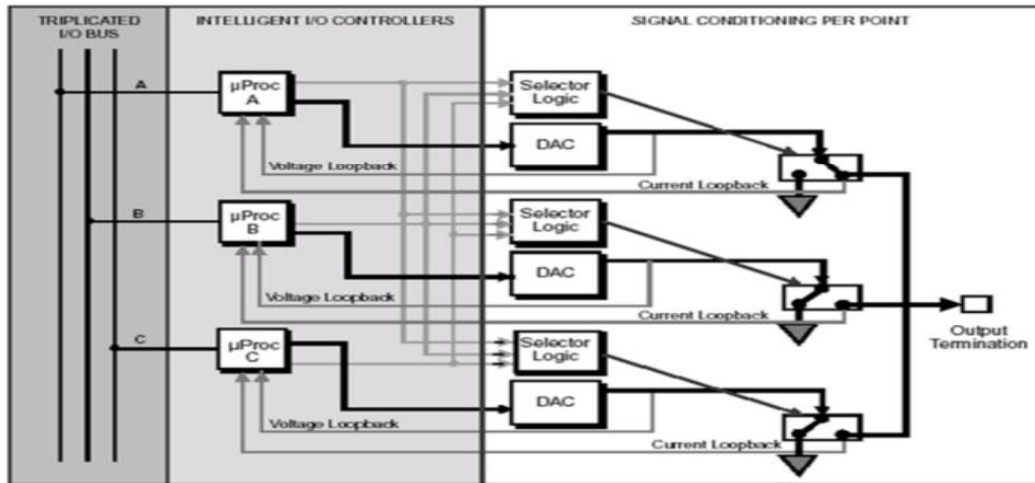


Figure II.10 : Architecture d'un module de sortie analogique TMR. [18]

II.2.10. Diagnostic des voteurs des modules de sorties en CD et AC

Les modules de sorties logiques à courant continu (CC) sont spécifiquement conçus pour contrôler des appareils dont les points restent dans le même "état contrôlé" pendant de longues périodes.

Les diagnostics (OVD) effectués sur le module de sortie de tension continue assurent une détection parfaite des défauts, même si l'état du point ne change jamais. Pendant l'exécution du test, la sortie passe à l'état opposé de la commande pendant moins de 2 millisecondes (généralement 500 microsecondes). Le comportement de la plupart des composants contrôlés sur le site industriel est totalement transparent. (Exceptionnellement, certains organes peuvent ne pas tolérer les modifications des conditions de signal. Dans ce cas, il est possible de bloquer la fonction de diagnostic (OVD).

Pour les modules de sorties logiques AC, lorsque le diagnostic (OVD) détecte une défaillance du sélecteur, le signal de sortie change d'état et passe à l'état opposé pendant une durée égale à la moitié du cycle d'alimentation. Ce changement d'état peut ne pas être transparent pour tous les organes contrôlés. Vous pouvez bloquer la fonction de diagnostic (OVD) si vous le souhaitez. Par conséquent, nous vous recommandons de basculer l'état de la sortie pendant les campagnes de test pour assurer une couverture complète des pannes. Dans les deux cas, après avoir détecté l'erreur, le module abandonne la prochaine itération de diagnostics (OVD). [16]

II.3. Le logiciel de programmation TRISTATION 1131

TRICON1

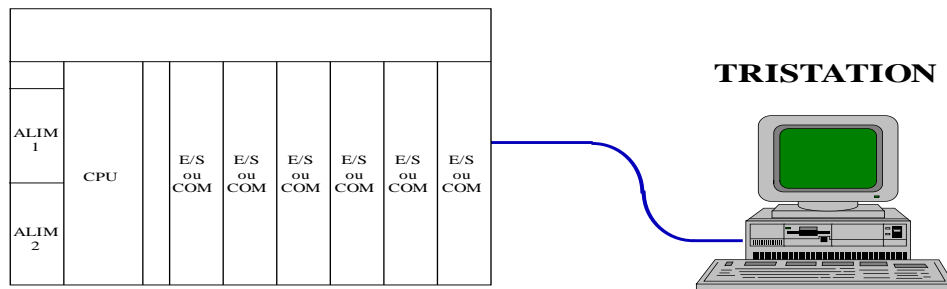


Figure II.11 : Système de communication.

Le logiciel de développement d'applications utilisateur qui réside sur l'automate de sécurité TRICON est le Tristation 1131. La Tristation 1131 propose un langage de programmation correspondant à la norme IEC 1131-3 ou langage de fonction, schémas à contacts et schémas textuels. [19]

II.3.1. Caractéristique de Tristation 1131

Le système **TRICON Version 9** est compatible avec la Tristation 1131 et possède les principales caractéristiques suivantes :

- Fonctionne avec le système d'exploitation Windows NT.
- Trois langages de programmation conformes à la norme IEC1131-3 pour les langages de programmation des automates programmables.
- Entiers 16 bits et 32 bits.
- Nombres à virgule flottante 32 bits et 64 bits.
- chaînes et bits.
- période, date et heure.
- Fournit une bibliothèque standard avec des fonctions : arithmétique, logique, conversion de données, décalage, sélection et comparaison. Les types de bloc incluent un élément bistable, un détecteur de front, une minuterie et des compteurs.
- Permet aux utilisateurs de développer leurs propres fonctions personnalisées, blocs de construction, programmes et bibliothèques.
- Permet l'émulation hors ligne du programme sur les postes de travail Tristation.
- Contrôlez l'accès des utilisateurs aux projets et aux différents niveaux de fonctionnement de la Tristation 1131 à l'aide d'un système de sécurité intégré qui nécessite un nom d'utilisateur et un mot de passe pour chaque session de travail.

- Fournit un historique pour revoir les changements de version du programme et a la possibilité d'annotations.
- Tristation peut se connecter à un système TRICON via une connexion série RS-232/422 (via le protocole MODBUS), directement via un module EICM ou ACM, ou via un réseau 802.3 géré par un module NCM ou ACM. est pris en charge.
- Les modules de communication réseau NCM et ACM assurent la synchronisation de l'heure et la communication entre les systèmes TRICON sur un réseau 802.3, et la communication entre les systèmes permet l'échange de données critiques. [19]

II.3.2.Application logicielle et protocole

Triconex fournit des suites logicielles et des protocoles qui permettent aux utilisateurs de collecter, transmettre et afficher les valeurs de données du système TRICON. De plus, les utilisateurs peuvent développer leurs propres pilotes de communication pour accéder aux données du système TRICON de manière personnelle. [20]

II.3.2.1.Application d'accès au système tricon TSAA (Tricon système Access Application) :

Protocole maître/esclave qui permet à un système TRICON maître de communiquer avec des systèmes TRICON esclaves sur un réseau. Chaque système devient à son tour un maître. Ce réseau est inaccessible aux systèmes tiers.

II.3.2.2.Serveur réseau (DDE)

Ce serveur d'échange dynamique de données permet aux applications clientes Windows DDE telles qu'Excel et Intouch de lire et d'écrire des données dans les registres de la mémoire TRICON.

II.3.2.3.Consignateur d'états (SOE) « Séquence of événement »

Il enregistre les changements d'état des données d'entrée, enregistre le système TRICON et transmet éventuellement ces données à des stations externes pour l'archivage, l'analyse et le traitement de l'état. Ces données peuvent être envoyées sur un réseau 802.3 pouvant prendre en charge jusqu'à dix systèmes TRICON.

II.3.2.4.Archivage des données (SER) « Séquence Event Recorder »

Les utilisateurs peuvent extraire l'historique des événements et les données d'un seul système TRICON et les stocker dans un fichier historique sur une station

externe Les données archivées peuvent être visualisées et/ou imprimées dans une variété de formats Logiciel SER La suite utilise une connexion 802.3 pour transmettre les données du système TRICON à une station SER dédiée.

II.3.2.5. Synchronisation du temps

Le protocole maître/esclave TSAA assure la synchronisation temporelle entre les systèmes TRICON installés dans un réseau et interconnectés via des modules NCM, ou entre un système de contrôle central numérique DCS et un système TRICON.

II.3.3. Langages de programmation

Le Tristation 1131 dispose de quatre langages de programmation pour développer, tester et documenter des applications exécutées sur des contrôleurs Triconex.

- Langage Bloc Diagramme Fonctionnel **FBD** (Function Block Diagram).
- Langage à Contact **LD** (Ladder Diagram).
- Langage Littéral **ST** (Structured Text).
- Matrice Cause et Effet **CEMPLE** (Cause and Effect Matrix).

Les langages FBD, LD et ST correspondent à la norme internationale **IEC 1131-3** pour les langages de programmation des automates programmables. CEMPLE est un langage d'option spécifique à TRICONEX. [19]

II.3.4.Éléments d'une application

Cette section décrit les éléments de l'application et les étapes de son développement. Les sujets incluent :

- Espace de travail de l'application.
- Arbre de la Déclaration.
- Arbre de la Mise en œuvre.
- Différentes parties d'une Application.
- Applications de sécurité et de contrôle.

II.3.4.1.Espace de travail de l'application

Le développement d'applications a lieu dans un "espace de travail d'application" ou espace de travail. Cette application contient des fichiers tels que des programmes utilisateur, des fonctions, des blocs fonctionnels, des données et des noms de variable. L'arborescence comprend également Tristation 1131, une bibliothèque

de fonctions, de blocs fonctionnels et de types de données que vous pouvez utiliser dans vos projets.

II.3.4.2. L'Arbre de Déclaration

L'arbre de déclaration liste les déclarations des programmes, des fonctions et des blocs fonctionnels (voir Figure II-12).

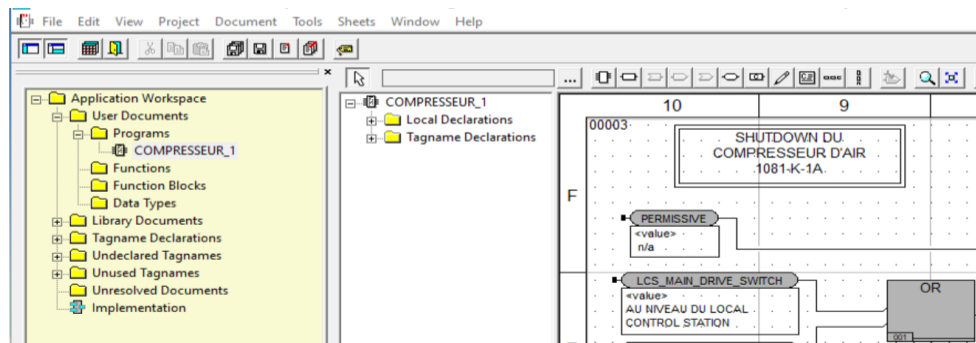


Figure II.12 : L'arbre de déclaration.

II.3.4.3.L'Arbre de la Mise en œuvre

L'arborescence de mise en œuvre répertorie les éléments qui peuvent être spécifiés pour l'application, tels que la liste d'exécution (liste des programmes et des temps de scrutation), la configuration SOE (séquence de déclenchement) et l'homologue à homologue (voir la Figure II-13).

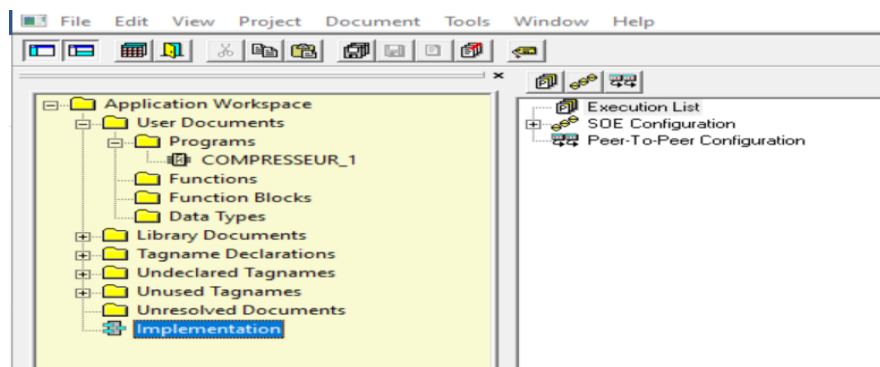


Figure II.13 : Arbre de mise en œuvre.

II.3.4.4. Parties d'une Application

La plupart des éléments d'une application sont des programmes, des fonctions, des blocs fonctionnels, des noms de points, des variables, des informations d'implémentation et la configuration du contrôleur.

➤ **Application :**

Une application se compose d'éléments d'application et d'informations de configuration qui sont traduits (compilés) en code exécutable, téléchargés et exécutés sur un contrôleur Triconex. Le nombre maximum de programmes dans une application est de 250.

➤ **Programme :**

Un programme est un fichier exécutable qui contient une ou plusieurs fonctions ou blocs fonctionnels. Les programmes peuvent contenir des fonctions et des blocs fonctionnels, mais pas d'autres programmes. Initialisé à partir de la liste d'exécution (liste d'exécution).

Le nombre maximum de variables pouvant être utilisées dans un programme est de 2,000 y compris les variables locales et les noms de balises.

➤ **Fonctions et Blocs de fonction :**

Une fonction est un exécutable qui renvoie un seul résultat. La valeur d'une fonction n'existe que lorsque la fonction est exécutée.

Un bloc fonctionnel est un fichier exécutable qui renvoie une ou plusieurs valeurs et contient les valeurs dérivées lors d'une évaluation pour les utiliser lors de l'évaluation suivante.

Le nombre maximum de variables pouvant être utilisées dans une fonction ou un bloc fonction est de 400, y compris les entrées, les sorties et les variables locales.

➤ **Les Bibliothèques Tristation 1131 :**

Tristation 1131 comprend des bibliothèques de fonctions, des blocs fonctionnels et des types de données qui sont automatiquement inclus dans chaque projet.

➤ **Tagnames :**

Les noms de balises identifient les entrées, les sorties et les points mémoire auxquels tous les programmes de votre application peuvent accéder. Dans la terminologie CEI, les noms de point sont appelés variables globales.

➤ Variables :

Une variable est un emplacement de mémoire qui stocke une valeur ou un lien associé à cette variable.

➤ Configuration du Contrôleur :

Une configuration de contrôleur spécifie la mémoire, la configuration du module et d'autres propriétés matérielles. Vous aurez besoin de ces informations lors de la création de votre application.

II.3.4.5.Applications de sécurité et du Contrôle

Les applications peuvent inclure des programmes de sécurité uniquement, des programmes de contrôle uniquement ou une combinaison des deux.

Les applications de sécurité sont le type le plus restrictif car elles sont conçues pour assurer la sécurité du processus, sauf dans des situations critiques. Pour des raisons de sécurité, tous les éléments de l'application (programmes, fonctions, blocs fonction et noms de variables) doivent être spécifiés.

Les applications de contrôle sont utilisées pour contrôler les processus et peuvent utiliser à la fois des fonctions de contrôle et de sécurité et des blocs fonctionnels. Le nom de balise doit être spécifié en tant que nom de balise de contrôle. [19]

II.3.5. Les étapes pour créer une application

Ouvrir Ou Créer Un Projet

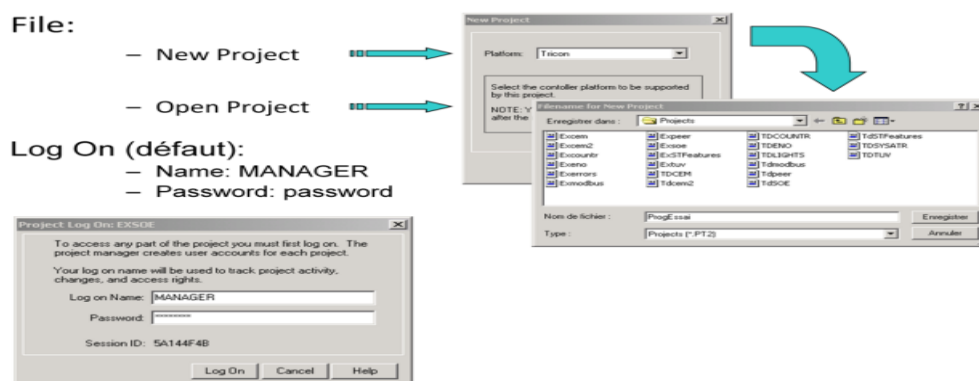


Figure II.14 : Ouvrir/créer un projet.

Environnement De programmation

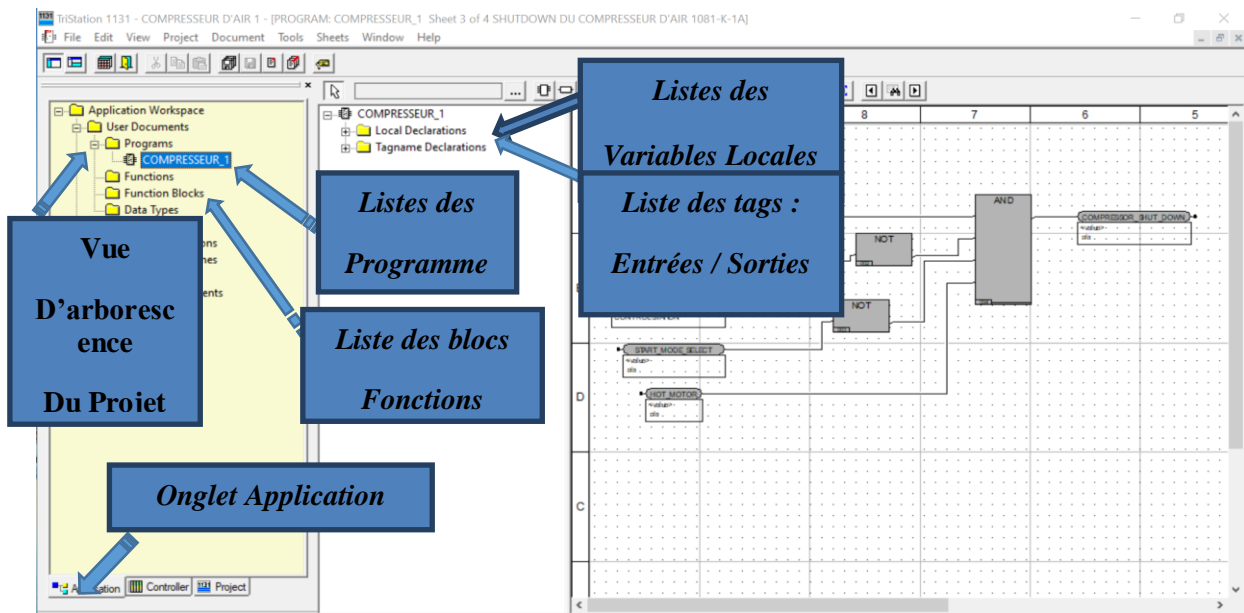


Figure II.15 : Ouvrir/créer un projet.

Vues du programme

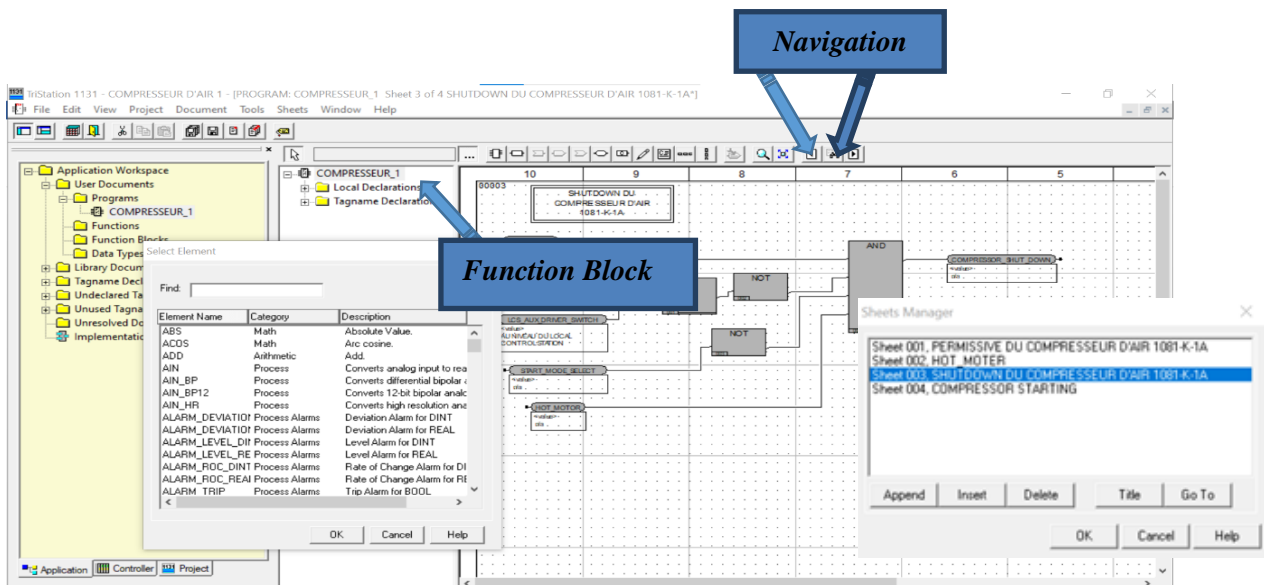


Figure II.16 : Vues du programme.

Implémentation

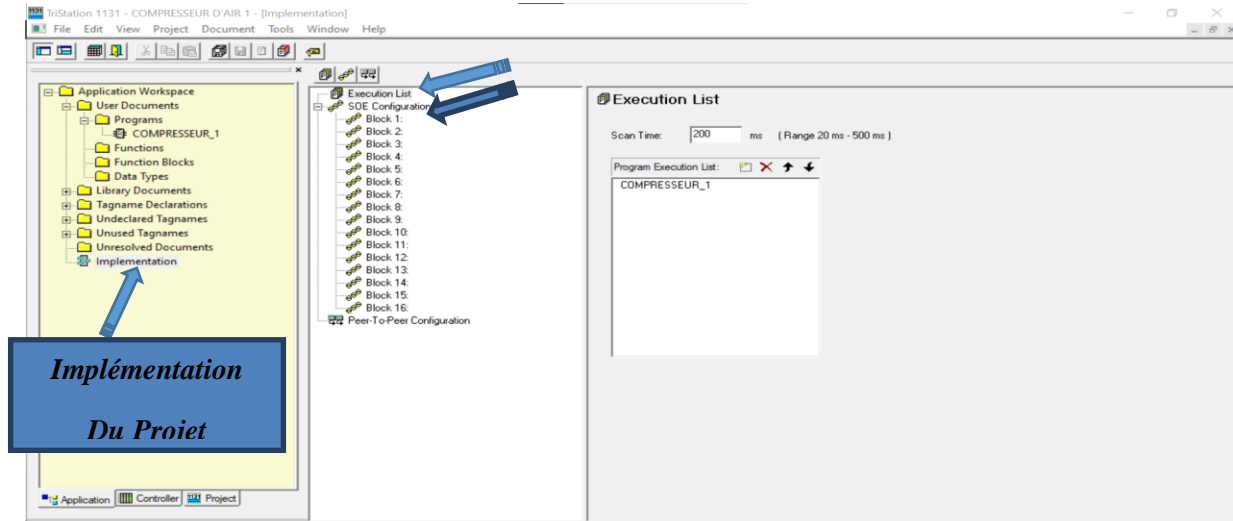


Figure II.17 : Implémentation du projet.

Environnement de configuration

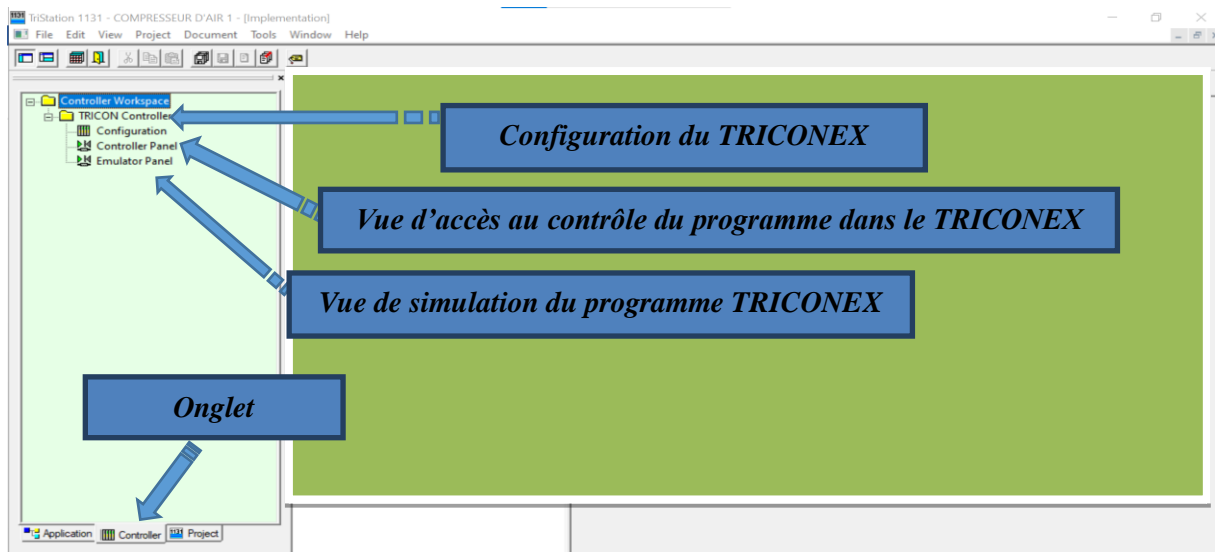


Figure II.18 : Environnement de configuration.

Vues de configuration

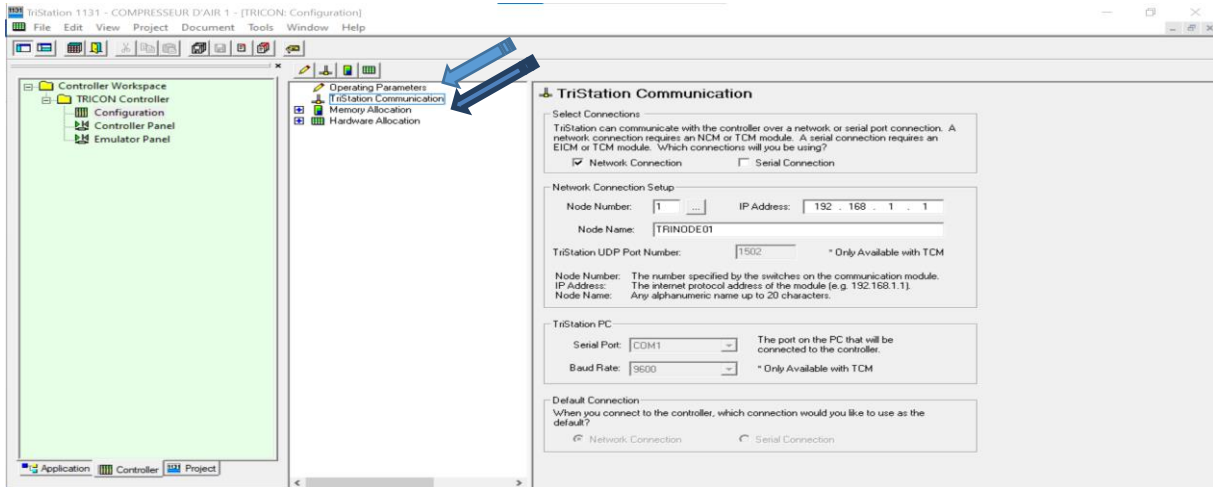


Figure II.19 : Vues de configuration.

Configuration des châssis et des cartes

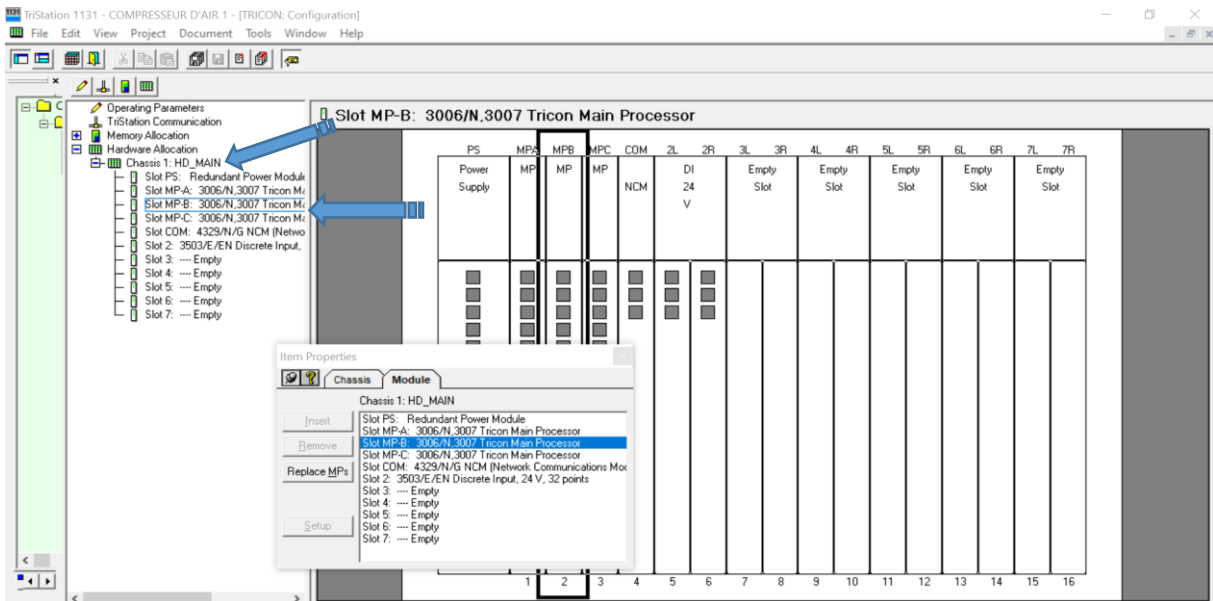


Figure II.20 : Configuration des châssis et des cartes.

II.4. Le logiciel INTOUCH

II.4.1.Introduction

La surveillance industrielle permet aux opérateurs de visualiser l'évolution des paramètres de processus afin que les opérateurs puissent prendre des décisions rapides pour : Taux de production, qualité des produits, sécurité des biens et des personnes.

II.4.2. Architecture d'un réseau de supervision

Pour réaliser la communication entre automate et pupitre, un mécanisme d'échange dans ce sens a été développé pour assurer l'échange de données entre les pupitres de supervision et les automates à automates programmables.

Ce serveur d'échange dynamique de données permet aux applications clientes Windows DDE telles que INTOUCH de lire et d'écrire des données dans les registres de la mémoire TRICON.

Au lieu d'échanger des données directement avec les capteurs et actionneurs du processus surveillé, la console échange des données via une API qui gère l'ensemble du processus. [20]

II.4.3. Présentation du logiciel de supervision INTOUCH

INTOUCH de Wonderware est une interface IHM graphique pour les données d'usine et de processus.

Il permet la mise en place et le déploiement d'applications de dialogue homme-machine sous Windows, entièrement distribuées et intégrées aux autres applications de la suite Archestra (automatisation, traçabilité, journalisation des données, gestion des lots et visualisation sur Internet).

Il collecte, affiche et archive les données de processus et les met idéalement à disposition dans un format convivial pour l'opérateur. Il s'agit d'une interface opérateur puissante qui récupère les données des dispositifs de contrôle/commande (automate, capteurs intelligents,.....etc.) et les affiche de manière utile pour l'opérateur. Les applications InTouch peuvent être trouvées dans n'importe quel environnement industriel, qu'il s'agisse d'industries manufacturières, de procédés ou tertiaires, de contrôle-commande, de surveillance et d'acquisition de données. INTOUCH est puissant, mais facile à utiliser une fois que vous avez compris les concepts de base. [21]

II.5. Conclusion

Dans ce deuxième chapitre on a décrit l'API TRICONEX d'une façon générale, de son architecture TMR (principes de fonctionnement), par la suite les différents modules (processeurs principaux, alimentations, entrées, sorties et communications).

Aussi, dans ce chapitre nous avons décrit les deux outils de programmation et de supervision de processus industriels, à savoir respectivement, TRISTATION et INTOUCH. Ses derniers nous serviront comme base de départ pour le quatrième chapitre qui portera sur le développement et la simulation.

CHAPITRE III :
PRESENTATION DU COMPLEXE RA1K
ET LE COMPRESSEUR D'AIR D'UNITE
1081

III.1.Introduction

La pétrochimie est une science et technologie équivalente à la pétrochimie Une industrie qui développe de nombreux produits chimiques en utilisant le pétrole et le gaz naturel comme matières premières. Elle apporte des connaissances et des mécanismes pour obtenir des produits chimiques à partir de combustibles fossiles. Les combustibles fossiles comprennent l'essence, le diesel, le kérosène, le propane, le méthane et le butane. Carburant pour le développement pétrochimique. [22]

L'industrie du raffinage utilise des techniques de séparation et de traitement pour produire toutes sortes de produits. Un produit commercial fabriqué à partir de pétrole brut. [22] La raffinerie de SKIKDA est la plus grande raffinerie d'Algérie et possède plus de la moitié de ses raffineries, la capacité de raffinage du pays est très importante car il dispose d'énormes installations de stockage.et des i institutions de l'économie nationale. [22]

III.2.Présentation du complexe RA1/K

III.2.1.Historique de l'Entreprise

Avant janvier 1982, la raffinerie RA1/K était gérée par SKIKDA. Fabriqué par SONATRACH, entreprise nationale.

Le 2 janvier 1982, la SONATRACH a été réorganisée en 13 sociétés dont ces sociétés E.R.D.P, entreprise publique de raffinage et de commercialisation de produits pétroliers, a été créée par le décret 80-101 du 6 avril et a été créée le 2 janvier 1982. E.R.D.P est sous la tutelle du Ministère de l'Energie et de la Pétrochimie.

Renommée E.R.D.P. NAFTAL à partir du 2 février 1985. Ce dernier est divisé en quatre unités. [22]

- ✚ Unité d'épuration NAFTAL.
- ✚ Unités de vente NAFTAL.
- ✚ ports unités NAFTAL.
- ✚ Unité de service NAFTAL.

Le 25 août 1987, le décret 87-190 a créé la Société d'Etat NAFTEC pour promouvoir, développer, gérer et organiser l'industrie du raffinage, notamment par la transformation, qui était l'une des activités initialement dévolues à NAFTAL. En plus d'importer du pétrole brut et du condensat, il est également possible d'importer du pétrole brut réduit afin d'obtenir des produits raffinés pour la consommation intérieure et l'exportation.

SONATRACH gère actuellement les trois raffineries situées à Skikda, Alger et Arzew.

La raffinerie de Skikda, nommée RA1/K, est chargée de convertir le pétrole brut de HASSI MESSAOUD en capacité de traitement de (15 millions de tonnes/an) et la réduction des importations de pétrole brut (271 100 tonnes/an). Plus de 1500 personnes sont actuellement employées. [22]

La raffinerie de Skikda a été construite en janvier 1976 dans le cadre d'un contrat signé le 30 avril 1974 entre l'Etat algérien et les industriels italiens SNAM PROGETTI et SAIPEM. Le coût total de ce service était de 3 402 872 000 DA. Actuellement, la raffinerie de Skikda fait l'objet d'un projet de rénovation et d'adaptation de l'outil de production selon le contrat du 4 juillet 2009 : étude partielle EIL et réalisation partielle SAMSUNG. Fin des travaux prévus : août 2012. [22]

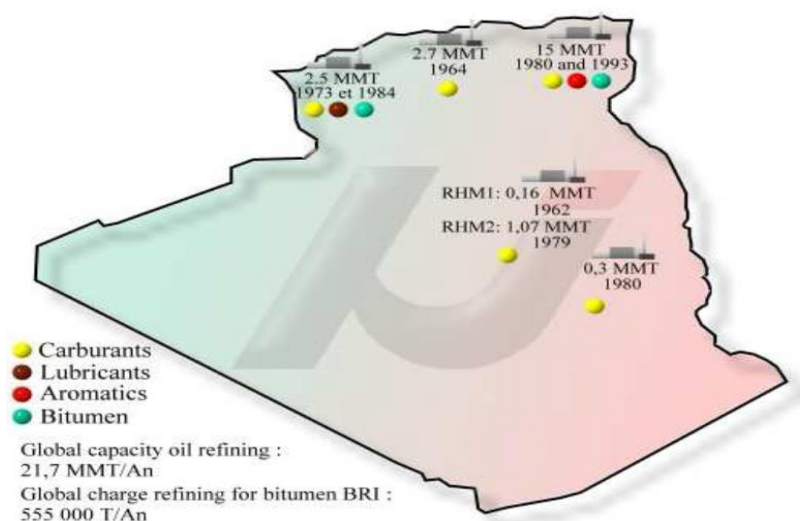


Figure III.1 : L'industrie de Raffinage en Algérie

III.2.2. Situation géographique

La raffinerie de Skikda est située dans la zone industrielle de Skikda, à 7 km à l'est de celle-ci.

La ville de Skikda est située à 2 km de la mer Méditerranée et est bâtie sur un domaine de plus de 190 hectares.

L'approvisionnement en pétrole brut algérien sera assuré par l'unité de transport TRC de Skikda, et le transport du pétrole brut se fera via un pipeline à une distance de 760 km du champ pétrolier HASSI MESSAOUD au complexe. [22]

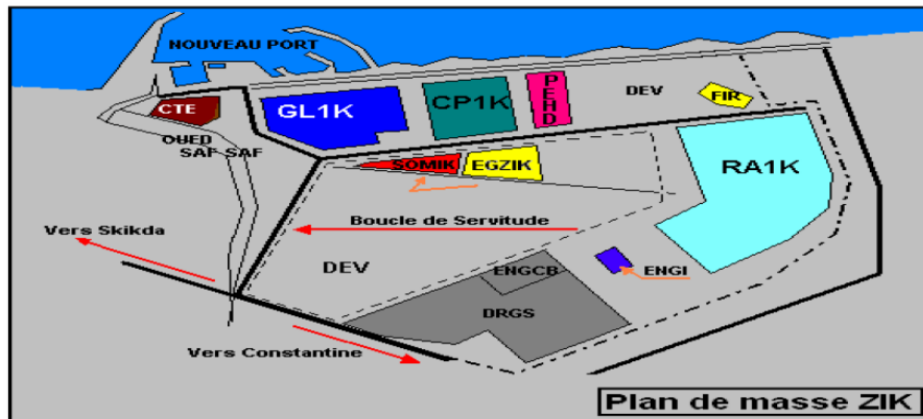


Figure III.2 : Plan général de la zone industrielle de Skikda. [22]

III.2.3. Organigramme générale du complexe de raffinage de Skikda

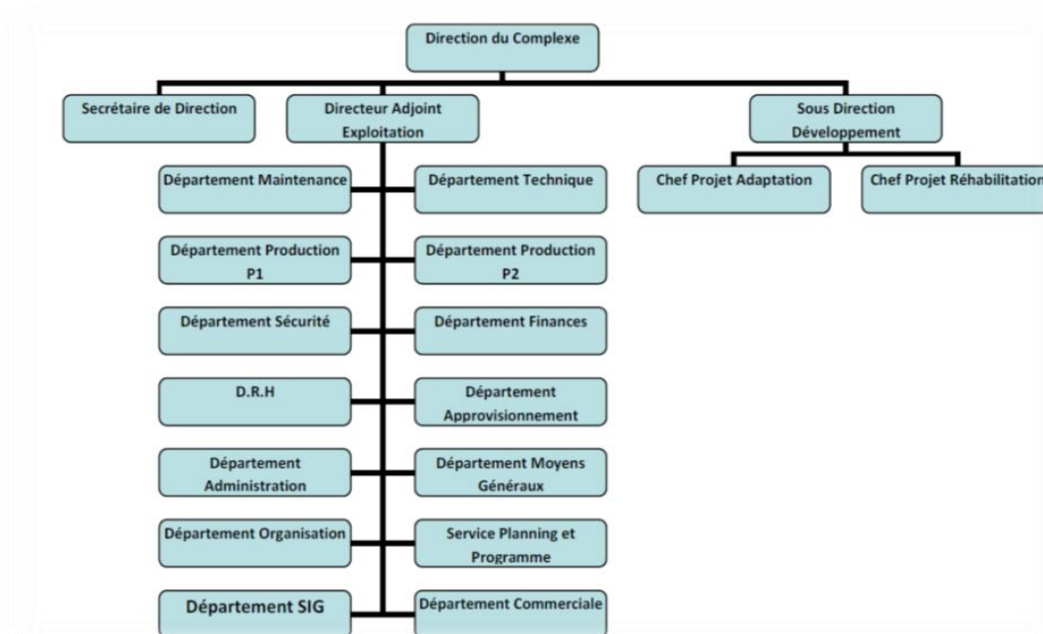


Figure III.3 : Organigramme générale de la Raffinerie de Skikda.

III.2-4. Présentation des unités de production

La raffinerie de Skikda est divisée en différentes unités de production et contient 22 unités supplémentaires. [22]

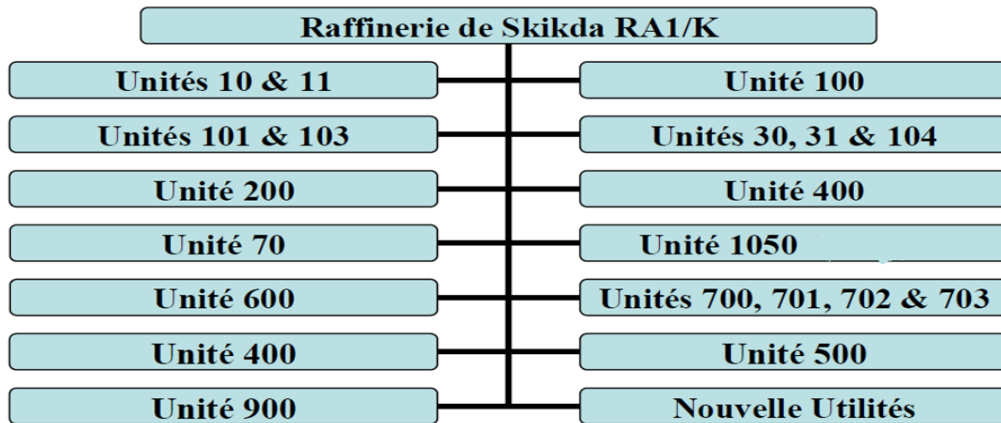


Figure III.4 : Les différentes unités du complexe RA1/K.

- ✚ Unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (**Topping**).
- ✚ Unité 100 de prétraitement et de reforming catalytique (**Magnaforming**).
- ✚ Unités 101 & 103 de prétraitement et de reforming catalytique (**Platforming**).
- ✚ Unités 30, 31 & 104 de traitement et séparation des gaz (**GPL**).
- ✚ Unité 200 d'extraction des aromatiques.
- ✚ Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène.
- ✚ Unité 500 d'isomérisation du xylène.
- ✚ Unité 70 de distillation sous vide (**Bitume**).
- ✚ Unité 1050 centrale thermique (**CTE**),
- ✚ Unité 1070 distribution du gaz (**Rampe de gaz**).
- ✚ Unité 600 de stockage, mélange et expédition (**Melex**).
- ✚ Unités 700, 701, 702 et 703 de hydrotraitement et isomérisation du NAPHTA.
- ✚ Unité 900 de purification d'hydrogène. [22]

III.2.5. Projet de réhabilitation et d'adaptation de la raffinerie de Skikda

III.2.5.1. Objectifs du projet :

Les objectifs du projet sont :

- ✚ Augmenter le niveau de sécurité de l'usine de raffinage.
- ✚ Supprimez les restrictions de fonctionnement et revenez à la capacité d'origine, etc.
- ✚ Modernisation de l'instrumentation.
- ✚ Adaptation des outils de production à l'évolution de la qualité du pétrole brut algérien.
- ✚ Adapter les outils de production aux évolutions des spécifications du produit final marchés nationaux et internationaux.

Chapitre III : Présentation du complexe RA1K et le compresseur d'air d'unité 1081

✚ Renforcement des capacités de raffinage de pétrole brut et de production d'aromatiques (voir Tableau III-1). [22]

✚ Modernisation du système de distribution.

Tableau III.1 : Capacité des principales unités après Réhabilitation. [22]

N°	Unités de production	Repère	Capacité actuelle TPA	Capacité future TPA
1	U. distillation n° I	10	7 500 000	8 291 000
2	U. distillation n° II	11	7 500 000	8 291 000
3	Gas plant-I	30	306 500	331 500
4	Gas plant-II	31	283 000	331 500
5	Gas plant-III	104	96 000	Revamping Instrument
6	Unité de prétraitement Naphtha	100	1 165 000	Revamping Instrument
7	Magnaforming	100	1 165 000	1 174 600
8	Splitter du platform	100	-	989 950
9	Reforming II	101& 103	1 165 000	Revamping Instrument
10	Unité de recuperation des aromatiques	200	285 000	627 100
11	Unité de crystallization du parraxylene	400	430 000	1 782 800
12	Unité d'isomérisation des xylenes	500	-	1 380 400
13	Unité de distillation sous	U 70	270 000	Revamping

	vide			Instrument
14	Unité de bitumes oxydés	U 70	25 000	Revamping Instrument

III.2.5.2. Le programme du projet

Les programmes de projets de réhabilitation et d'adaptation sont :

- Remise à neuf de deux alambics atmosphériques pour traiter du pétrole brut de qualité HBNS, augmentant ainsi la capacité de 10 %.
- Rénovation de deux usines de séparation de GPL.
- Services publics et assainissement hors site. Modernisation de l'instrumentation par l'introduction de Yokogawa DCS et mise en place d'une nouvelle salle de contrôle centrale.
- Modernisation du réseau électrique.
- Modernisation de l'unité de reformage catalytique (reformage I), renouvellement de l'unité de récupération du benzène et du toluène, et restructuration de la ligne de production d'aromatiques par l'installation récente d'un cristalliseur de paraxylène et d'une unité d'isomérisation du xylène.
- Construction de deux unités d'isomérisation du naphta pour fournir une base à indice d'octane élevé.
- Construction de deux usines d'hydrodésulfuration du gas-oil. [22]



Figure III.5 : Situation géographique de la Raffinerie de Skikda.

III.3. Analyse fonctionnelle du compresseur d'air

III.3.1. Description générale

Le compresseur PAP PLUS est un appareil intégré compresseurs centrifuges à deux ou trois étages compression avec refroidissement intermédiaire. Le compresseur et le pilote sont reliés par un tuyau articulé et monté sur une plaque de base en acier mécano-soudée. Le compresseur modèle DA2 a deux rotors avec une turbine sur chaque pignon. Le modèle DA3 a deux hélices avec une roue sur pignon à basse vitesse et deux roues sur un pignon à grande vitesse. La figure III-6 est une coupe transversale d'un DA3 typique compresseur. [23]

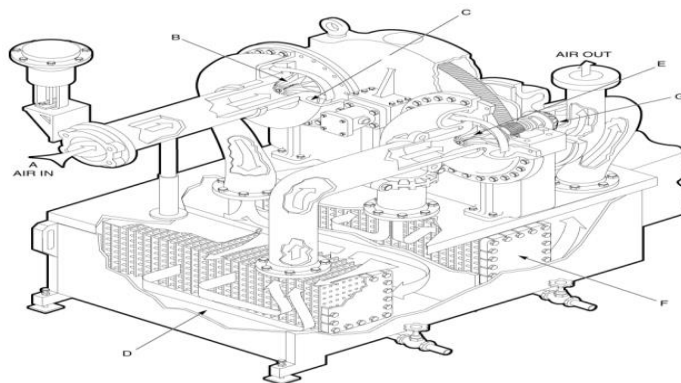


Figure III.6 : Ensemble de compresseur DA3 typique.

Pendant le fonctionnement, l'air ambiant entre en premier étage par aube directrice ou soupape d'admission (A), où il est accéléré par la première turbine (B). Le diffuseur radial convertit la vitesse de l'air en pression avant que l'air n'entre dans la coque en spirale (C) pour est conduit à travers le tuyau intermédiaire jusqu'au premier tuyau refroidisseur intermédiaire (D). L'air refroidi s'écoule ensuite dans la deuxième roue (E), à nouveau à travers le diffuseur, dans le logement de la bobine et puis dans le second refroidisseur intermédiaire (F). L'ambiance de le deuxième refroidisseur intermédiaire se déplace ensuite vers le troisième refroidisseur roue (G), diffuseur et logement en spirale avant d'être rejet dans le circuit d'air de l'usine. [23]

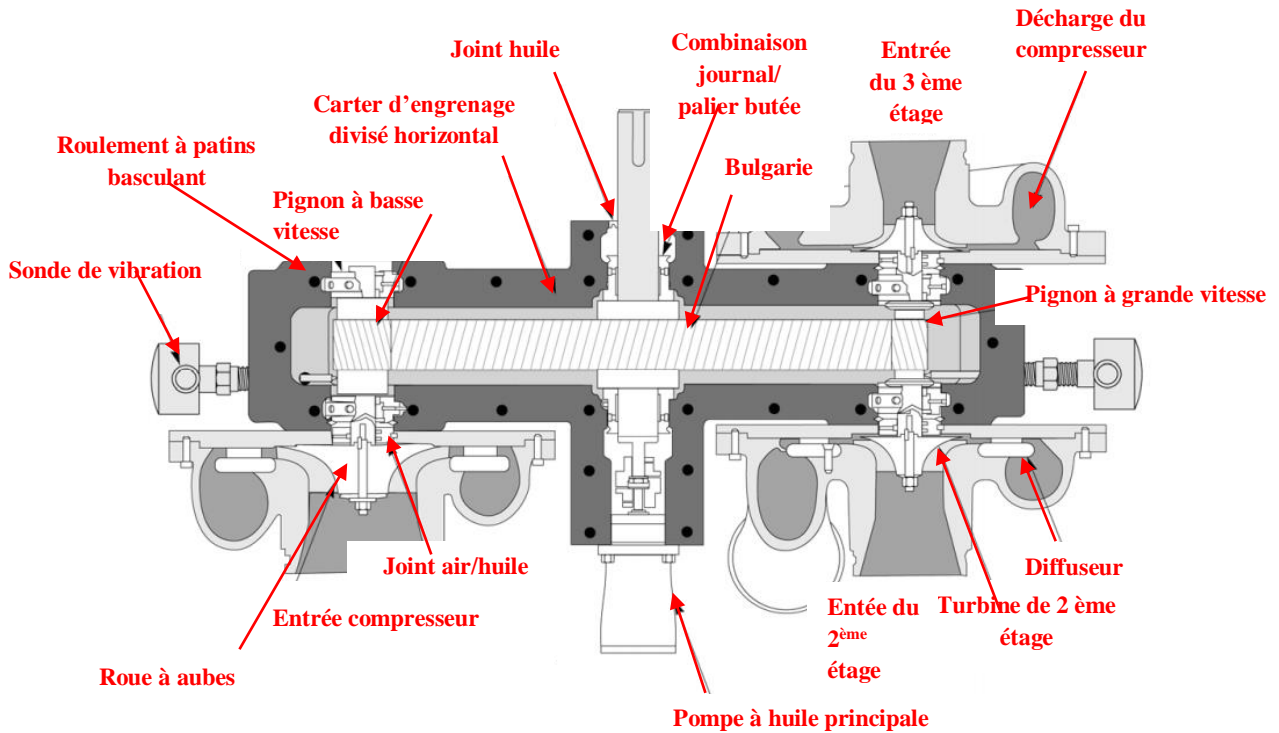


Figure III.7 : Architecture du compresseur d'air.

III.3.1.1. Système de lubrification

Système de lubrification de type alimentation intégré avec compresseur. Le système se compose d'un pompe à huile, pompe à huile auxiliaire pleine puissance, refroidisseur, filtre, réservoir avec trous pour le nettoyage et la vidange, plaque de base, indicateur de niveau d'huile, type statique dispositif combiné de nébulisation d'huile et accessoires nécessaires, vanne de connexion, tuyau ou tube. Électronique l'équipement est fourni pour la température de l'huile et pression. Les mises en page et les matériaux facultatifs sont disponibles pour répondre à des applications spécifiques. Référence Figure 8. [23]

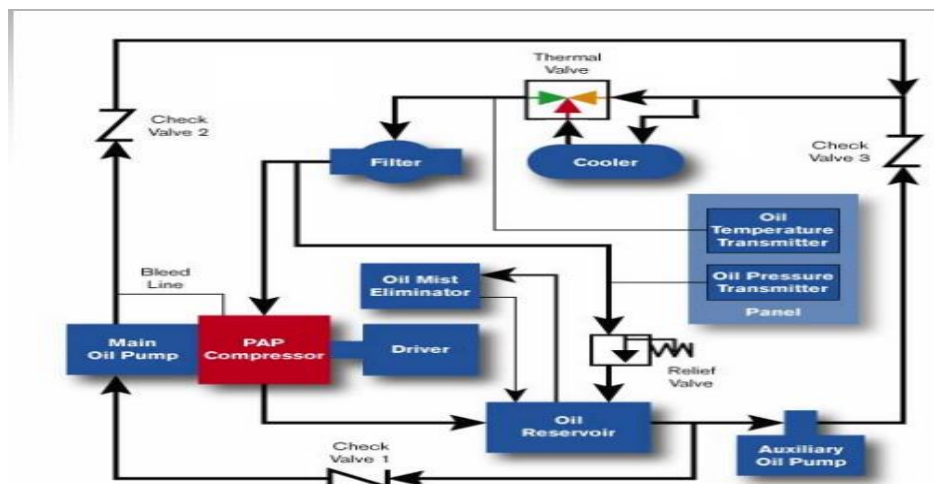


Figure III.8 : Schéma du système de lubrification.

III.3.1.2. Système de contrôle

Le compresseur PAP PLUS® possède deux systèmes de panneau de commande, Regulus™ R200 et Regulus™ R300. Les deux usines sont programmées et les systèmes d'étalonnage montrent contrôle du compresseur, basé sur la charge du moteur ou du système demande aérienne.

Panneau de commande Regulus™ R200 en standard .Les machines automatisées peuvent être programmées pour gérer type d'entrée et de sortie. Regulus™ R300 le panneau de commande permet d'ajuster les composants pour répondre exigences particulières. Panneau de commande Regulus™ R200 Interface opérateur via API 6" Écran tactile couleur 10" ou interface en option Interface Homme Machine (IHM). Regulus™ Le R300 standard est toujours un écran de 10 pouces.

Les deux panneaux de contrôle permettent les fonctions suivantes :

Les caractéristiques du système incluent la sortie des valeurs de consigne, données de fonctionnement, réglage du mode de contrôle, alarme et historique des déclenchements, durée de fonctionnement du compresseur, tendance, mise sous tension Temps de vidage, historique des alarmes et des déclenchements, à un imprimante via port série et écran d'impression la fonction est également disponible via le port USB, démarrage depuis l'écran tactile et appuyez sur le bouton d'arrêt d'urgence bouton. [23]

Quatre modes de contrôle sont disponibles, y compris base, accélérateur, double automatique et intermittent avec Diverses combinaisons de démarrage automatique ou manuel et la méthode d'arrêt. La charge est contrôlée par positionner les vannes de guidage d'admission ou les vannes papillon en réponse aux consignes de courant du moteur.

D'entraînement Surveillance de l'avertissement et de la protection contre les déclenchements avec la première sortie la communication et la liste des commandes se trouvent être conçu pour différentes pressions et températures, compresseur surtension, pilote surchargé et contrôleur défectueux Générateur. Des éclairages de montage sur panneau sont fournis pour Signes d'alarme et conditions de déclenchement courants.

La surveillance des paramètres de fonctionnement comprend de nombreuses pressions et température, contrôlé le courant du moteur et engrenage vibrant.

Les fonctionnalités optionnelles pour les deux panneaux incluent le refroidissement et chauffage, alarme, surveillance du filtre, interférence, stator moteur et packages de communication. LE Regulus™ R300 a plus d'options disponibles que Panneau de commande Regulus™ R200. Les deux styles de panneaux offrent séquence multi-unités. Voir vos ventes locales représente une liste complète d'options pour les deux plaques.

Pour une durée supérieure au délai indiqué sur le bon de livraison étiquette de couverture, une couche de protection supplémentaire doit être appliquée. Tous les 3 mois, le bouchon sur le dessus du le compresseur doit être enlevé et l'huile ou le produit soluble dans l'huile Le conservateur doit être pulvérisé à l'intérieur du compresseur. Tous les composants à l'intérieur du compresseur doivent être vaporisateur. Les huiles/conservateurs doivent également être pulvérisés dans le conduit d'air scellé de sorte que les puits en dessous Les phoques sont protégés. Le compresseur doit être Tourné à la main tout en appliquant l'huile/le conservateur.

Étiquette d'affichage installée sur la femelle couvercle transport compresseur connexion entrée. C'est responsabilités du client a mise en œuvre des actions correctives si durée de stockage recommandée ou les conditions sont dépassées. Contact entreprise FS Elliott le plus proche bureau si services de soutien demande. [23]

III.3.2. Principe d'opération

L'air filtré (contrôlé par un dispositif de contrôle d'admission automatiquement actif) entre dans le premier étage du compresseur et est comprimé. Après la compression initiale, l'air passe à travers un refroidisseur intermédiaire où la chaleur et l'humidité sont éliminées de l'air comprimé. Une fois l'air refroidi et séché, il entre dans le deuxième étage du compresseur et est encore comprimé, l'air est ensuite dirigé vers un deuxième refroidisseur intermédiaire pour éliminer à nouveau la chaleur et l'humidité. Enfin, l'air entre dans le troisième étage du compresseur, où il est comprimé à la pression de décharge de conception et fourni au système d'air de l'usine. Le système de lubrification intégré du compresseur fournit de l'huile aux roulements et aux engrenages du compresseur,

tandis que le système d'eau fournit de l'eau de refroidissement aux faisceaux de tubes du refroidisseur intermédiaire et du refroidisseur d'huile. Le système de contrôle PLC positionne automatiquement le dispositif de contrôle d'entrée pour maintenir la charge du pilote dans des limites acceptables.

De plus, la soupape de surpression est automatiquement positionnée pour maintenir la pression de refoulement de conception. Des dispositifs de protection sont implémentés dans le système de contrôle pour arrêter automatiquement le compresseur si l'un des paramètres de fonctionnement atteint un niveau inacceptable. La surtension est une caractéristique commune des compresseurs centrifuges. La surtension se produit lorsque le compresseur est incapable de surmonter la pression du système d'air de l'usine. Une surtension peut se produire en raison de conditions de conception atypiques ou d'un fonctionnement anormal de la commande. Lorsque le compresseur est muté, la direction du flux d'air s'inverse lorsque le compresseur tente de créer un flux contre la contre-pression du système d'air de l'usine. En cas de surpression, le système de contrôle détecte et élimine automatiquement la surpression en déchargeant le compresseur (la vanne de décharge s'ouvre). [23]

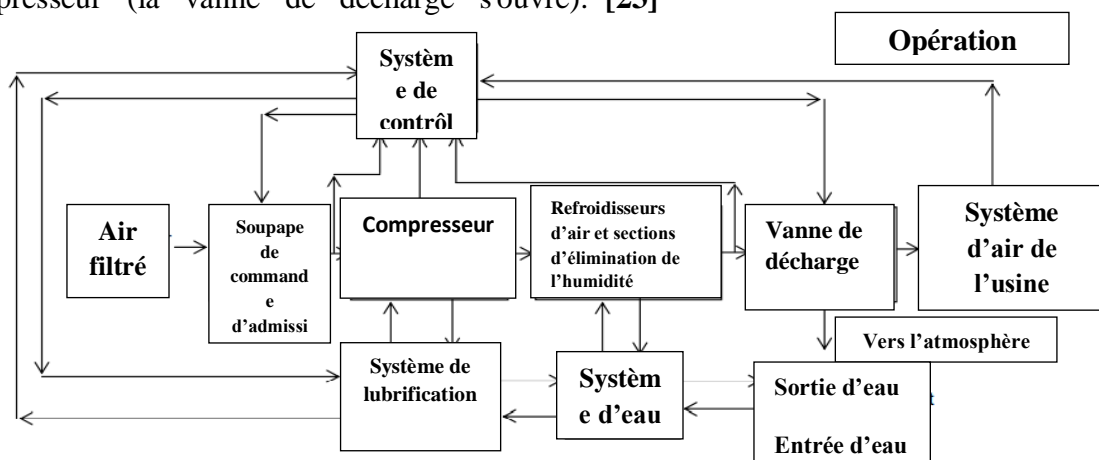


Figure III.9 : Schéma fonctionnel du système de compresseur.

III.3.3. Démarrage manuel vs démarrage automatique

Le démarrage manuel nécessite que l'opérateur appuie sur les touches nécessaires pour démarrer le compresseur et alimenter en air le système d'air de l'usine. Le démarrage automatique nécessite que l'opérateur initialise uniquement le panneau de commande. Le panneau de commande démarre alors automatiquement le compresseur et fournit de l'air à l'usine lorsque la pression d'air de l'usine chute à un niveau bas. [23]

III.3.3.1. Démarrage Manuel

1. Vérifiez le niveau et la température du réservoir d'huile. Si nécessaire, ajoutez de l'huile jusqu'à ce que la marque "Full" sur la jauge de niveau d'huile soit atteinte. Chauffez l'huile si la température est inférieure à 74°F (23°C). Le réchauffeur d'huile en option doit être configuré pour maintenir la température de l'huile autour de 100 °F (38 °C).
2. Amorcez la pompe à huile principale si le compresseur est démarré pour la première fois ou si la pompe à huile principale vient d'être réparée ou remplacée.
3. Ouvrez l'alimentation en air des éléments de commande pneumatiques et scellez le faisceau de conduits d'air (si nécessaire).
4. Appuyez sur la touche STATUS sur l'écran tactile du contrôleur pour accéder à la fenêtre d'état général. (En cas de premier démarrage, une fenêtre d'état général apparaîtra après avoir appuyé sur le bouton CONTINUER sur l'écran de démarrage.)
5. Appuyez sur la touche MAIN MENU pour accéder à l'écran « Main Menu ». [24]

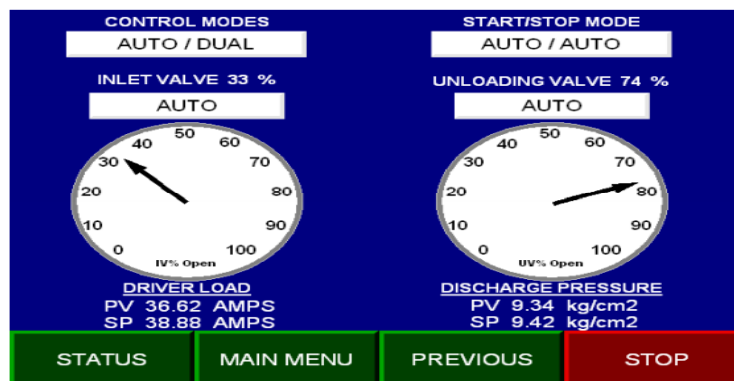


Figure III.10 : Mode d'écran de l'opération.

6. Appuyez sur la touche MODE pour accéder à l'écran « Mode ». L'écran "Mode" a quatre options disponibles pour la configuration.
 - a) Méthodes De Contrôle
 - b) Mode Démarrage/Arrêt
 - c) Mode Dispositif De Contrôle D'entrée
 - d) Mode De Vidange De La Vanne

- Appuyez sur les flèches « Drop-Down Menu » pour accéder aux menus de sélection de mode individuel. Sélectionnez les modes de fonctionnement souhaités en appuyant sur les sélections appropriées dans les menus déroulants individuels. (L'image suivante est un exemple et ne représente pas les choix de mode spécifiques à l'utilisateur.). [23]

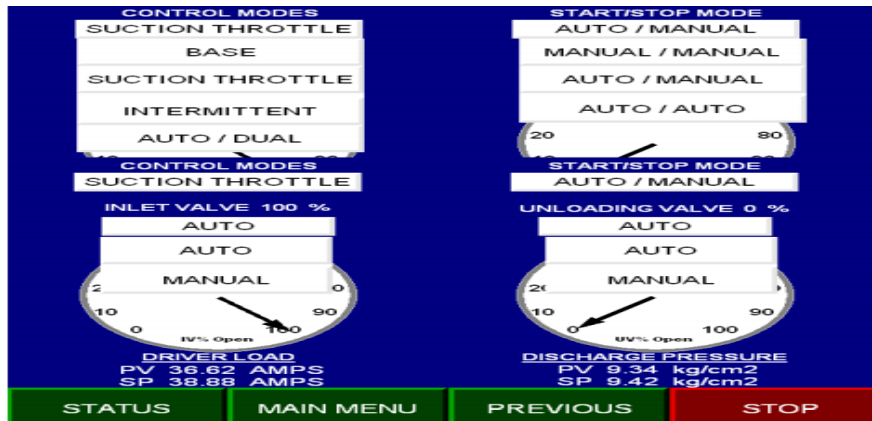


Figure III.11 : Ecran de sélection de mode individuel.

- Lorsque les sélections de mode de contrôle appropriées ont été effectuées, appuyez sur la touche STATUS sur l'écran tactile de l'automate pour revenir à la fenêtre d'état général. [23]
- Ouvrez les vannes d'alimentation en liquide de refroidissement du faisceau de flexibles du refroidisseur intermédiaire.
- Appuyez sur le bouton EMERGENCY STOP sur le panneau avant pour activer la séquence de démarrage.
- Appuyez sur la touche logicielle START dans la fenêtre d'état général pour lancer la séquence de démarrage. Un écran apparaît demandant à l'opérateur de confirmer ou d'annuler la séquence de démarrage. Appuyez sur le bouton CONFIRMER pour continuer le processus de démarrage.[23]

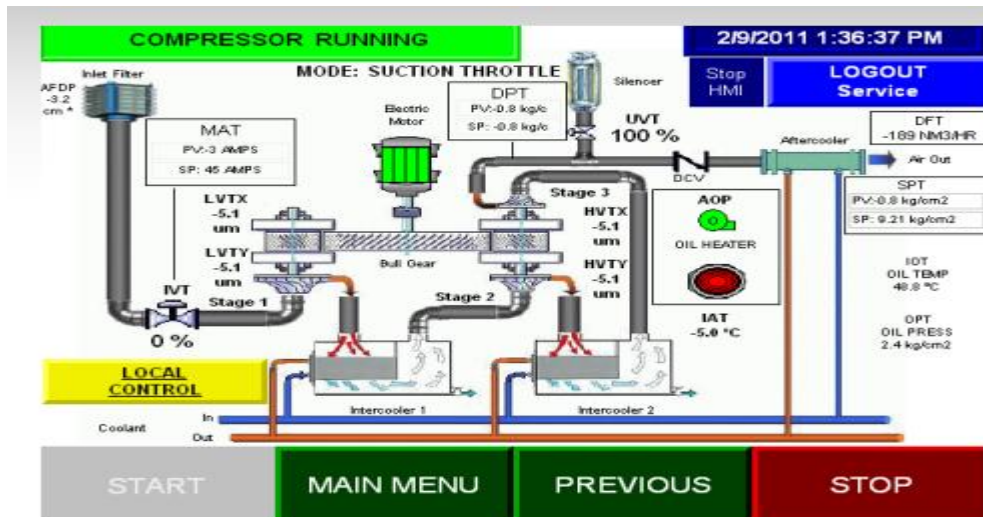


Figure III.12 : Ecran d'état général du compresseur en marche.

11. La pompe à huile auxiliaire démarre lorsque la procédure de démarrage est confirmée. Quinze secondes après le démarrage de l'AOP, la basse pression d'huile et l'alarme de déclenchement sont activées et la température de l'huile est vérifiée. Si la température de l'huile est de 74 °F (23 °C) ou plus, le conducteur sera autorisé à démarrer. Si la température de l'huile ne dépasse pas le point de consigne autorisé, le message suivant s'affiche dans le coin supérieur gauche de l'écran d'état général : AOP ON – Wait, Cold Oil. Si la température de l'huile ne dépasse pas 74°F (23°C) dans les 5 minutes, la séquence de démarrage sera interrompue. [23]

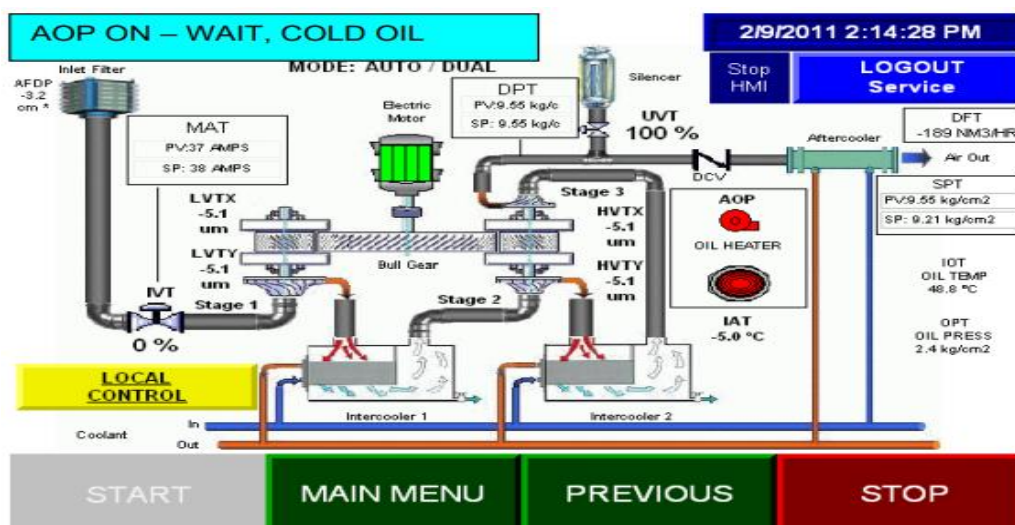


Figure III.13 : AOP ON_attente l'huile froide.

12. 25 secondes après avoir allumé le démarreur du moteur, vérifiez la pression d'huile, vérifiez l'état du démarreur. et l'avertissement de courant du moteur est Si la pression d'huile est suffisante, l'AOP s'éteindra automatiquement. Si la pression d'huile ne dépasse pas le niveau minimum acceptable dans les 60 secondes après la mise sous tension, l'ECU suppose que la pompe à huile principale (MOP) est endommagée et le compresseur est en course. Si l'état du départ-moteur indique que le driver n'a pas démarré, le microprocesseur suppose qu'il y a une surcharge du moteur (etc.) et la séquence de démarrage est interrompue. [23]

13. Cinq secondes après un démarrage réussi, les événements suivants se produisent :

- a) Les vannes d'entrée et de sortie sont placées sous le contrôle de l'automate. La soupape de commande d'admission s'ajuste à partir de sa position fermée. La soupape de décharge attend 8 secondes supplémentaires pour commencer à moduler afin d'éviter une éventuelle surtension.
- b) L'avertissement de déclenchement et de température d'air intermédiaire est activé. [23]

III.3.3.2. Démarrage Automatique

NOTE : Les quatre étapes premières sont les même du démarrage manuel.

1. Appuyez sur la touche MODE pour accéder à l'écran « mode de fonctionnement ».
2. Accédez au menu déroulant appelé MODE START/STOP. Sélectionnez le mode de fonctionnement souhaité (AUTO/MANUEL ou AUTO/AUTO) en appuyant sur la sélection appropriée dans le menu déroulant START/STOP MODE. Sélectionnez également le mode de contrôle souhaité (Basic, Suction Throttle, Intermittent ou Automatic Dual). [24]



Figure III.14 : Modes de contrôle démarrage/arrêt.

3. Lorsque les sélections de mode de contrôle appropriées ont été effectuées, appuyez sur la touche STATUS sur l'écran tactile de l'automate pour revenir à la fenêtre d'état général.
4. Ouvrez les vannes d'alimentation en eau de refroidissement du faisceau de flexibles du refroidisseur intermédiaire.
5. Ouvrez la vanne d'arrêt manuelle du système d'air d'usine.
6. Appuyez sur le bouton EMERGENCY STOP sur le panneau avant pour activer la séquence de démarrage.
7. Appuyez sur la touche logicielle START dans la fenêtre d'état général pour lancer la séquence de démarrage. Un écran apparaît demandant à l'opérateur de confirmer ou d'annuler la séquence de démarrage. Appuyez sur le bouton CONFIRMER pour continuer le processus de démarrage.
8. Si la pression du système est supérieure au point de consigne de basse pression du système, l'unité sera mise en mode veille et le message suivant s'affichera dans le coin supérieur gauche de la fenêtre d'état général : WAITING TO AUTOSTART.

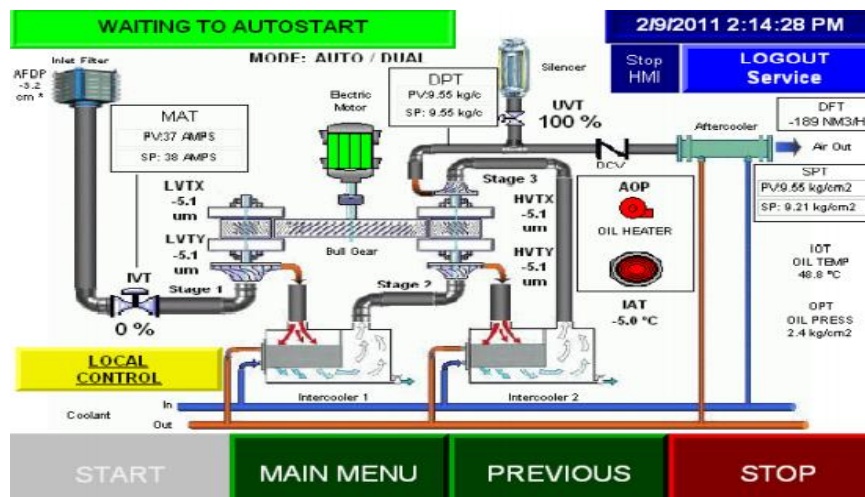


Figure III.15 : En attente de démarrage automatique.

9. Lorsque la pression du système tombe en dessous du point de consigne de démarrage automatique, la pompe à huile auxiliaire (AOP) démarre.
10. Quinze secondes après le démarrage de l'AOP, la basse pression d'huile et l'alarme de déclenchement sont activées et la température de l'huile est vérifiée. Si la température de l'huile est de 74 °F (23 °C) ou plus, le conducteur sera autorisé à démarrer. Si la température de l'huile ne dépasse pas le point de consigne autorisé, le message suivant s'affiche dans le coin supérieur gauche de l'écran d'état général : AOP ON – Wait, Cold Oil. Si la température de l'huile ne dépasse pas 74°F (23°C) dans les 15 minutes, la séquence de démarrage sera interrompue.
11. Vingt-cinq secondes après la mise sous tension du démarreur du moteur, la pression d'huile est vérifiée, l'état du démarreur est vérifié et l'alarme de courant du moteur est activée. Si la pression d'huile est suffisante, l'AOP s'éteindra automatiquement. Si la pression d'huile ne dépasse pas le niveau minimum acceptable dans les 60 secondes suivant la mise sous tension du démarreur du moteur, le microprocesseur suppose que la pompe à huile principale (MOP) est en panne et arrête le compresseur. . Si l'état de démarrage du moteur indique que le driver n'a pas démarré, le microprocesseur suppose une surcharge du moteur (etc.) et la séquence de démarrage est interrompue.
12. Cinq secondes après un démarrage réussi, les événements suivants se produiront :
 - a) Les vannes d'entrée et de sortie sont placées sous le contrôle du microprocesseur. La soupape de commande d'admission s'ajuste à partir de sa position fermée. La vanne de vidange attend encore 8 secondes pour démarrer la modulation afin d'éviter une éventuelle surtension.
 - b) L'avertissement de déclenchement et de température d'air intermédiaire est activé. [23]

III.3.3.3. Arrêt d'urgence

1. Le compresseur s'arrêtera automatiquement si l'un des événements suivants se produit circonstances surviennent :

- ✚ La température finale de l'air est élevée entre les étages.
- ✚ Basse pression d'huile.
- ✚ Pignon à basse vitesse à haute vibration.
- ✚ Pignon à grande vitesse, vibrations élevées.
- ✚ erreur de Processeur.
- ✚ Déverrouillage manuel d'urgence.
- ✚ Erreur du générateur de courant moteur.
- ✚ Erreur de transmetteur de pression d'huile.
- ✚ Erreur de température d'huile RTD.
- ✚ Erreur du transmetteur de pression d'air du système.
- ✚ Erreur RTD de la température de l'air entre les étages.
- ✚ Erreur de l'émetteur de vibration de l'engrenage à grande vitesse.
- ✚ Erreur du générateur de vibrations des engrenages à basse vitesse.
- ✚ Transmetteur de pression d'air d'échappement défectueux.
- ✚ Transmetteur de température d'huile d'alimentation défectueux.
- ✚ Température d'huile d'entrée élevée.

13. Température élevée des roulements internes du moteur. [23]

2. Lorsqu'un ordre stop est reçu, les étapes suivantes seront automatiquement exécutées :

- a. Le pilote s'arrête.
- b. Le voyant rouge de la gâchette clignotera et le buzzer retentira.
- c. La pompe à huile auxiliaire démarre.
- d. Le robinet de vidange s'ouvrira.
- e. La condition d'arrêt sera affichée dans le coin supérieur gauche de la fenêtre d'état général.

14. Lorsque la condition de déclenchement a été corrigée, appuyez sur la touche ACKNOWLEDGE, puis appuyez sur la touche RESET est située dans le coin supérieur gauche de la fenêtre d'état général. C'est l'action effacera l'état de déclenchement. [23]

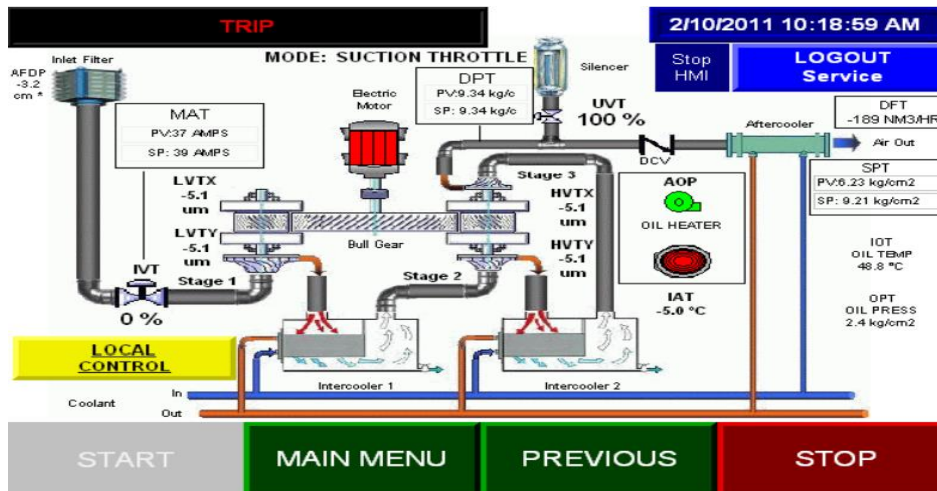


Figure III.16 : Ecran d'état général _ Trip.

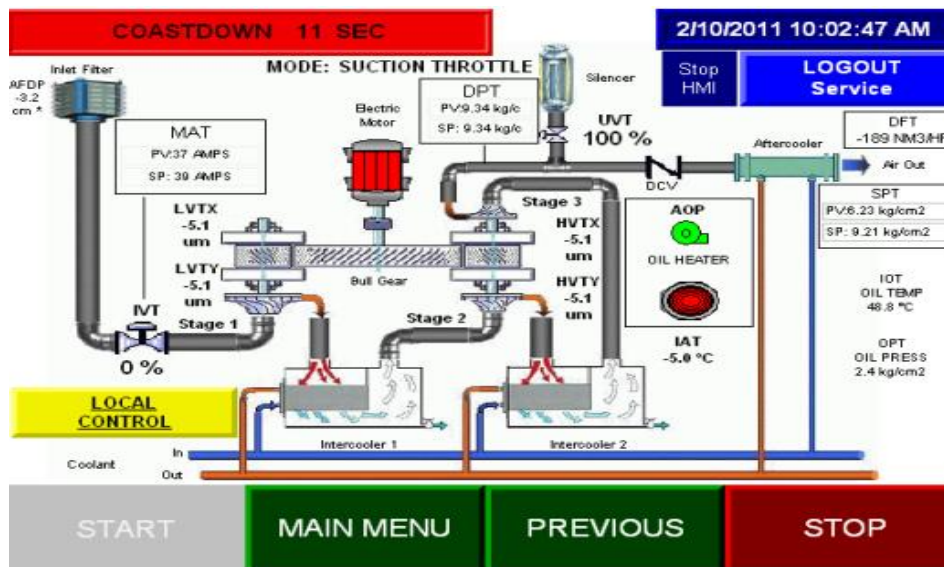






Figure III.17 : Ecran d'état général (coastdown).

3. Deux minutes après avoir reçu la commande d'arrêt, redémarrez le compresseur permis de faire.
4. Si vous n'essayez pas de redémarrer, AOP restera allumé pendant 13 minutes supplémentaires à des fins de refroidissement, puis s'éteint automatiquement.
15. Fermez la vanne d'arrêt si l'unité n'est pas redémarrée. [23]

III.3.3.4. Arrêt manuel :

1. Fermez lentement la vanne d'arrêt manuelle pour isoler le compresseur de l'air de l'usine système.

2. Appuyer sur la touche STATUS de l'écran tactile de l'automate pour accéder à l'état général fenêtre.
3. Appuyez sur la touche STOP de la fenêtre d'état général. Une fenêtre apparaîtra invite l'opérateur à CONFIRMER ou IGNORE la commande d'arrêt. Appuyez sur le bouton CONFIRMER pour continuer. Les actions suivantes auront lieu :
 - a. La soupape de sécurité s'ouvre lentement et le dispositif de contrôle d'admission se ferme lentement décharger le compresseur.
 - b. Environ 30 secondes plus tard, arrêtez.
 - c. Toutes les alarmes et déclenchements sont désactivés.
 - d. La minuterie de décélération du compresseur démarre. La minuterie est réglée sur 120 secondes pour empêcher toute tentative de démarrage pendant que le conducteur ralentit.
 - e. Si la séquence d'arrêt réussit, les messages suivants apparaîtront dans coin supérieur gauche de l'écran d'état général pendant la séquence d'arrêt :
 -  Stopping.
 -  Coastdown.
 -  Cooldown.
 -  Stopped.
16. Deux minutes après avoir reçu l'ordre d'arrêt, le message "Cooldown" apparaît dans le coin supérieur gauche de la fenêtre d'état général, maintenant un Permet de redémarrer le compresseur. [23]

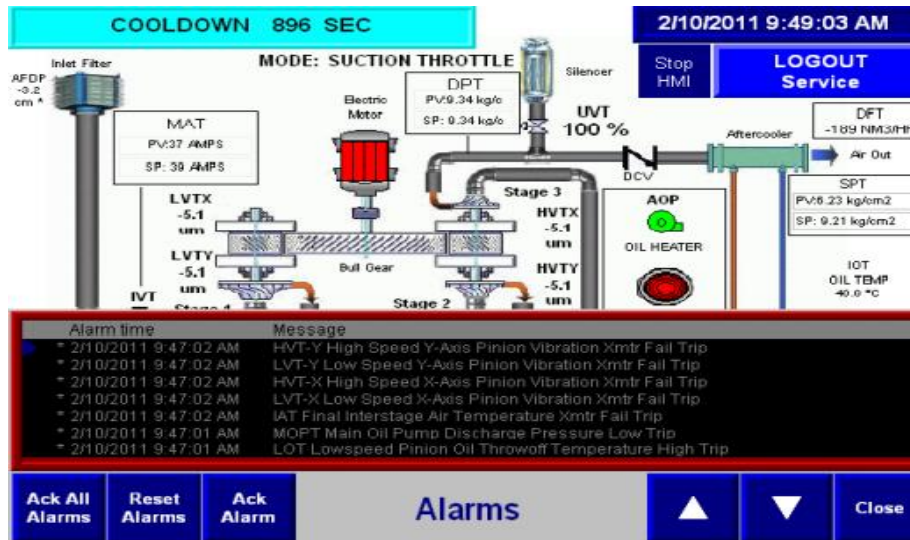


Figure III.18 : Refroidissement.

4. Si le redémarrage n'est pas tenté, AOP continuera à fonctionner pendant quinze minutes à des fins de refroidissement, puis s'arrête automatiquement. [23]

III.3.3.5. Arrêt automatique :

La fonction d'arrêt automatique est facultative.

1. Appuyer sur la touche STATUS de l'écran tactile de l'automate pour accéder à l'état général fenêtre.
2. Appuyez sur la touche MODE pour accéder à l'écran du mode de fonctionnement.
3. Accédez au menu déroulant intitulé START/STOP MODE. sélectionner mode de fonctionnement (AUTO/AUTO) en appuyant sur la sélection appropriée dans Menu déroulant START/STOP MODE. Sélectionnez également le mode de contrôle souhaité (Intermittent ou Automatique Double). [23]

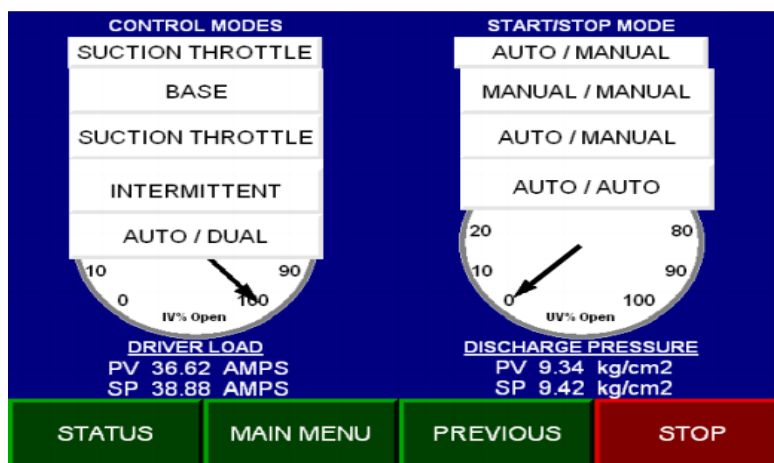






Figure III.19 : Modes de contrôle démarrage/arrêt.

NOTE :

Les étapes 1 à 3 ne sont nécessaires que pour la mise en service.

4. Le compresseur recevra maintenant la commande de s'arrêter automatiquement après l'usine d'air la configuration système requise est satisfaite.
5. Après avoir reçu la commande d'arrêt automatique, la soupape de commande d'entrée du compresseur se fermera et la soupape de surpression s'ouvrira.
6. Le compresseur continuera à fonctionner de cette manière jusqu'à ce que la pression du système chute en dessous du point de consigne basse pression du système auquel le compresseur se rechargera. Si la pression du système ne chute pas en dessous du point de consigne de basse pression du système dans les 30 minutes le compresseur est inactif, le compresseur reçoit un arrêt commande.
7. Lorsque la commande d'arrêt est reçue, les étapes suivantes seront automatiques prendre.
 - a. Le démarreur du moteur perd de la puissance pour arrêter le moteur.
 - b. La pompe à huile auxiliaire démarre.
 - c. La minuterie de décélération du compresseur démarre. La minuterie est réglée sur 120 secondes pour empêcher toute tentative de démarrage pendant que le conducteur ralentit.
 - d. Si la séquence d'arrêt réussit, les messages suivants apparaîtront dans coin supérieur gauche de l'écran d'état général dans la séquence d'arrêt :
 -  Stopping.
 -  Coastdown.
 -  Cooldown.
 -  Stopped
8. Deux minutes après avoir reçu l'ordre d'arrêt, le message "Cooldown" apparaît dans le coin supérieur gauche de la fenêtre d'état général, maintenant un Permet de redémarrer le compresseur. Si la pression du système est descendue en dessous du niveau bas du système consigne de pression, le compresseur redémarrera automatiquement.

- Si le redémarrage n'est pas tenté, AOP restera pendant 13 minutes supplémentaires pour refroidir, puis s'éteint automatiquement.
- Après la décélération, l'appareil attendra la commande pour démarrer automatiquement. Écran suivant est affiché :

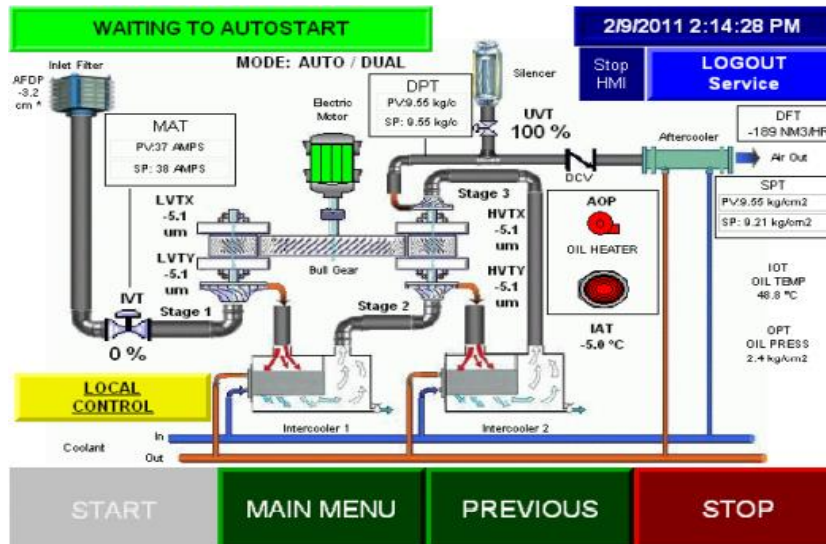


Figure III.20 : En attente de démarrage automatique.

- Lorsque la pression du système tombe en dessous du point de consigne de basse pression du système, le compresseur démarre automatiquement. [23]

III.4.Conclusion

Ce chapitre a présenté le complexe de la raffinerie du Skikda et une description générale de différentes unités est également présentée et détaillée unité 1081, en particulier le compresseur d'air 1081-K-A/B.

CHAPITRE IV :
PROGRAMMATION ET SIMULATION

IV.1.Introduction

Le compresseur d'air 1081-K-1A/B du complexe RA1K de la raffinerie est équipé d'un microcontrôleur pour le système de contrôle, nous allons le remplacer par un automate et prouver que l'automate est plus adapté. Communiquer mieux avec la plate-forme TriStation 1131™ et Intouch.

IV.2.Étude de cas

IV.2.1. Schéma logique séquentiel

Ceci est un document fourni par le fabricant SAMSUNG, ce manuel est destiné les automaticiens servent de spécification, elle est exprimée sous forme de fonctions logiques et nous transformerons ces fonctions en diagramme de blocs fonctionnels FBD à l'aide de TriStation 1131™ et ce document contient également des codes de symboles de fonction.

IV.2.2.Programme

Nous créons ce programme en utilisant certains blocs fonctionnels du sous-programme FBD. Chaque FBD à responsable de l'exécution d'une fonction, selon un diagramme de séquence logique.

IV.3.Simulation :

✚ Tout d'abord, nous devons implémenter la logique de processus dans la logique **TRISTATION 1131**. Les principales étapes sont :

- 1) Ouvrez le programme **TRISTATION 1131**, cliquez sur la nouvelle fenêtre et donnez-lui un nom :

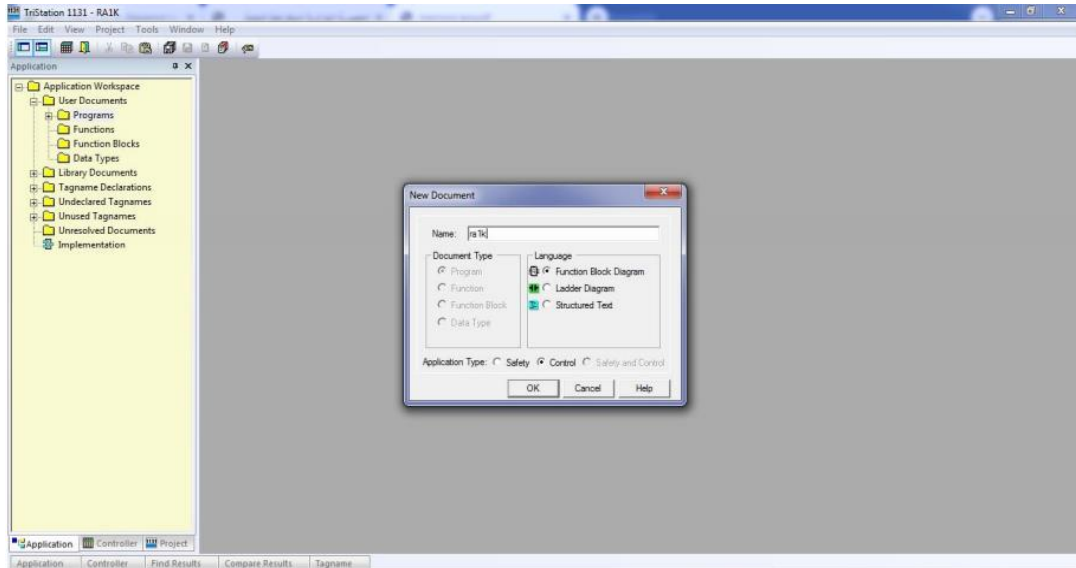


Figure IV.1 : créer un nouveau projet.

- 2) Utilisez les fonctions pour créer des diagrammes logiques de séquence dans votre programme **TRISTATION 1131** FBD bloquez divers noms de balises, nommez chaque variable et définissez ses valeurs initiales et finales. Donnez l'adresse (article).
- 3) Après avoir construit la logique nous l'exécutons :

3.1. Permissive du compresseur d'air 1081-K-1A :

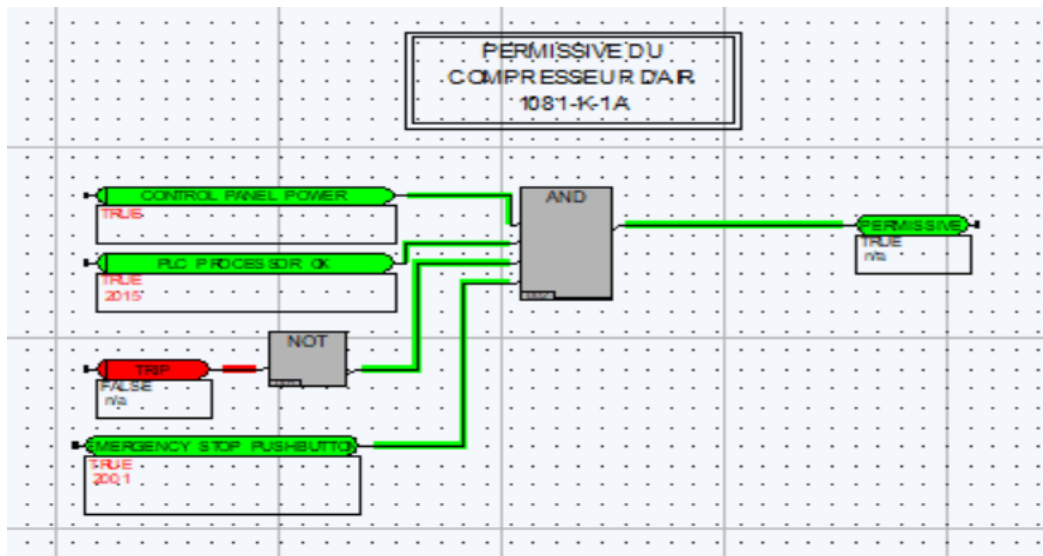


Figure IV.2 : Permissive du compresseur d'air.

- ❖ Il existe trois conditions nécessaires pour démarrer le compresseur :
 1. Le "power ok" au niveau du panneau local : Cela fait référence à la disponibilité de l'alimentation électrique adéquate au niveau du panneau de contrôle local du compresseur. Avant de démarrer le compresseur, il est important de vérifier si l'alimentation électrique est stable et suffisante pour assurer son bon fonctionnement.

2. Le "processeur du PLC ok" : Cela signifie que le processeur du PLC (contrôleur logique programmable) est en bon état de fonctionnement. . Il est essentiel de s'assurer que le processeur du PLC fonctionne correctement avant de démarrer le compresseur, car il joue un rôle clé dans le contrôle et la gestion du compresseur.

3. La troisième condition est l'absence des trips.

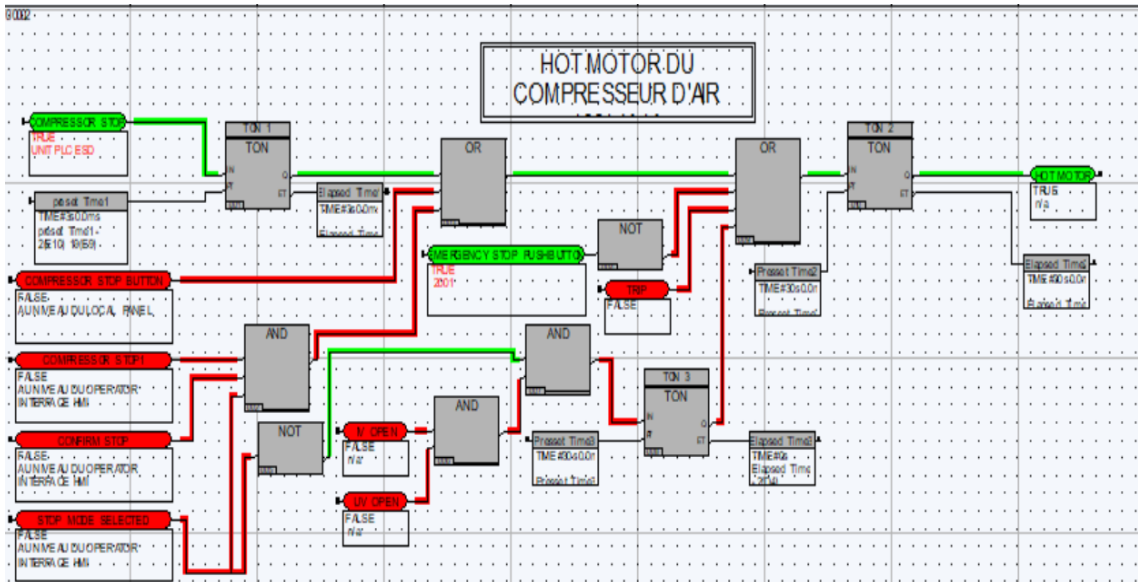


Figure IV.3 : Le moteur chaud.

3. 2.Shut down :

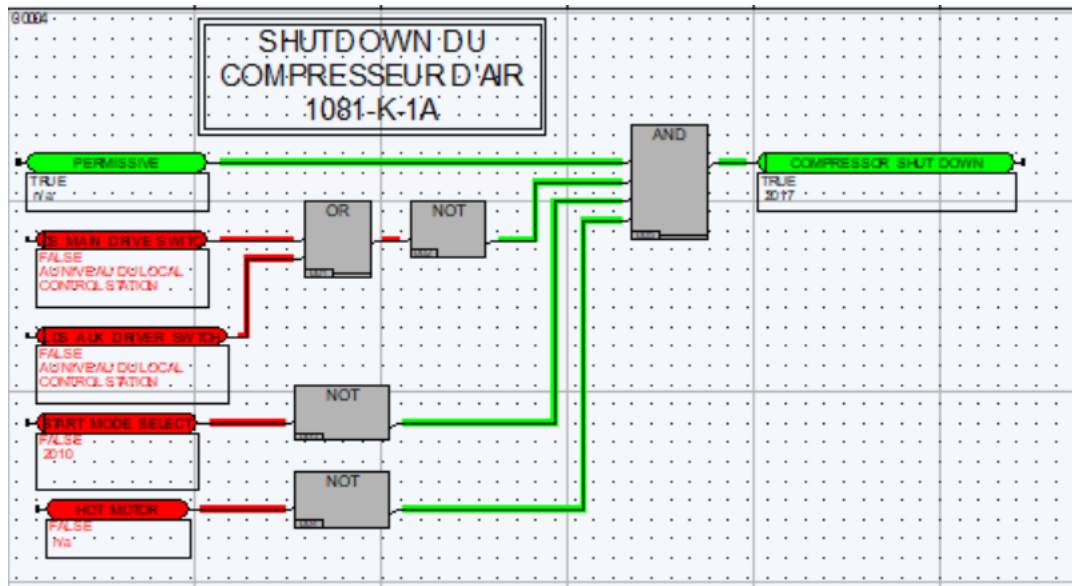


Figure IV.4 : Arrêt du compresseur.

Plusieurs conditions pour l'arrêt du compresseur. Voici une explication des termes mentionnés :

- "Permissives du démarrage" : Ce sont les conditions requises pour démarrer le compresseur. Une fois que ces conditions sont satisfaites, le compresseur peut être démarré.
- "Le moteur n'est pas chaud" : Cela signifie que le moteur n'a pas atteint une température élevée qui pourrait nécessiter un arrêt ou une période de refroidissement avant l'arrêt du compresseur.
- "LCS Main Driver Switch status" : Il s'agit de l'état du commutateur principal du conducteur LCS (Liquid Control System). Si ce commutateur est désactivé, cela indique que le système principal de contrôle du compresseur n'est pas actif.
- "LCS Aux Driver Switch status" : C'est l'état du commutateur auxiliaire du conducteur LCS. Si ce commutateur est désactivé, cela indique que le système principal de contrôle du compresseur n'est pas actif.

3.3. Alarme basse de pression d'huile d'admission :

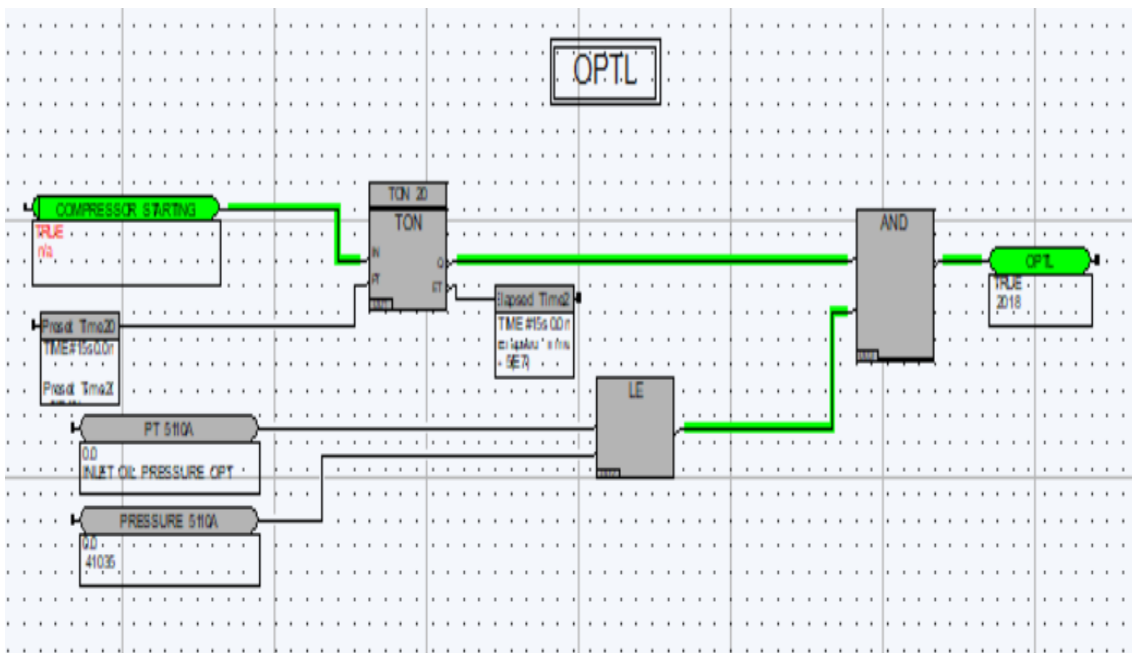


Figure IV.5 : Alarme basse de pression d'huile d'admission.

- ❖ Si, après 15 secondes de l'ordre de démarrage du compresseur, la pression d'huile de lubrification est basse, inférieure au seuil de consigne prédéfini, cela déclenche une alarme de "low oil pressure" (pression d'huile basse). Cette alarme indique un problème potentiel avec le système de lubrification du compresseur, ce qui peut être critique pour son bon fonctionnement. Dans de telles situations, il est généralement recommandé d'arrêter le compresseur pour éviter d'éventuels dommages ou pannes. Il

est essentiel de vérifier le système de lubrification, de diagnostiquer et de corriger le problème avant de redémarrer le compresseur.

3.4. Démarrage du conducteur :

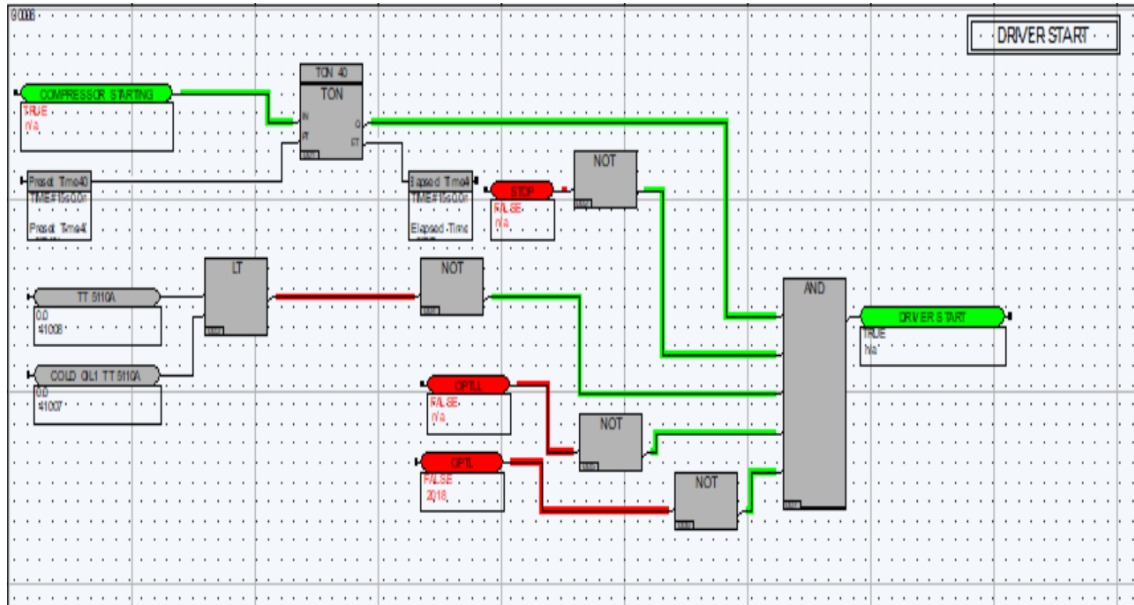


Figure IV.6 : Démarrage du conducteur.

Pour activer le "driver start", toutes les conditions suivantes doivent être remplies en même temps :

1. Absence d'ordre de stop du compresseur : Cela signifie que le compresseur ne doit pas recevoir d'ordre de s'arrêter. Si un ordre de stop est donné, le "driver start" ne sera pas activé.
2. La pression d'huile de lubrification est au seuil défini.
3. La température d'huile de lubrification est supérieure au seuil défini.

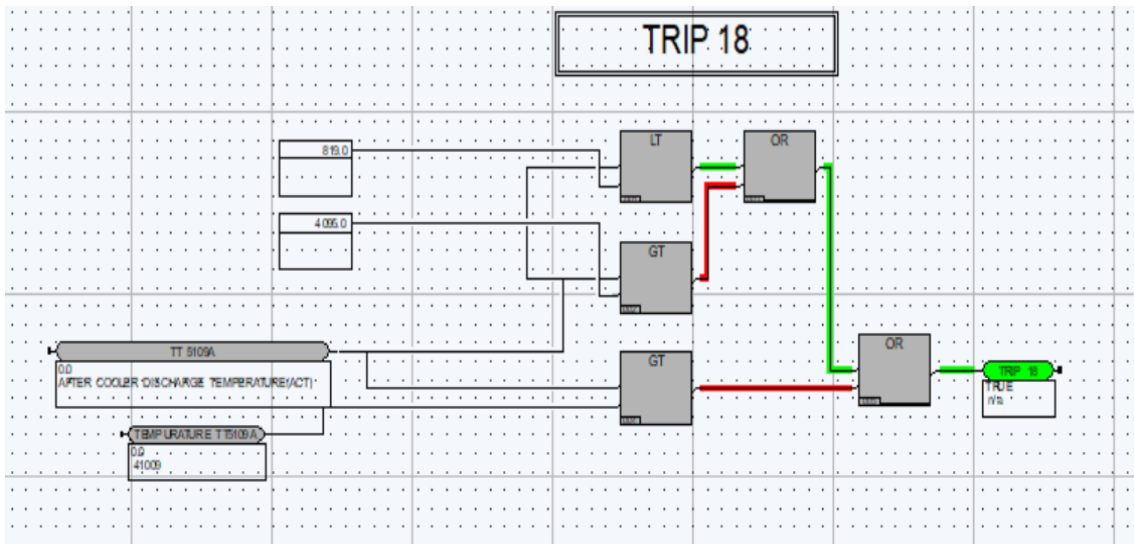


Figure IV.8 : Déclenchement refroidissement haute température décharge.

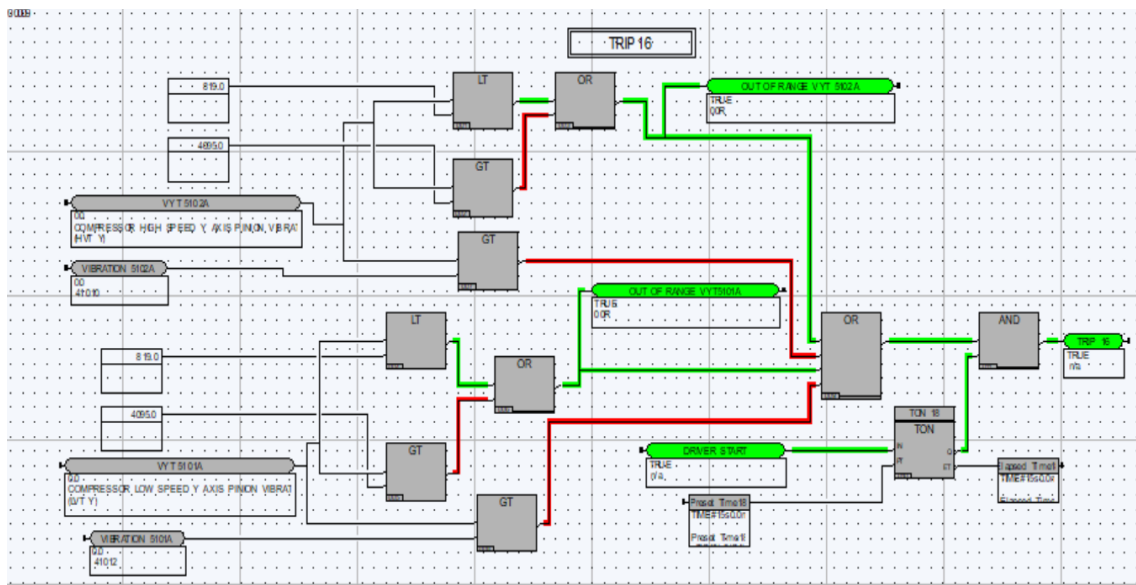


Figure IV.9 : Déclenchement des vibrations du compresseur.

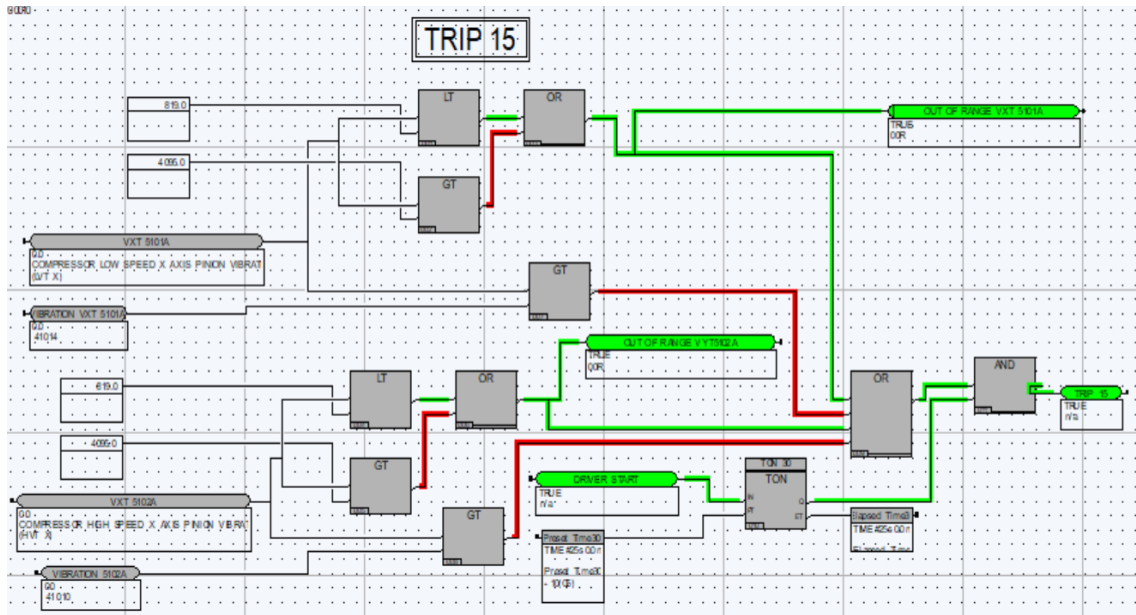


Figure IV.10 : Déclenchement de vibration du compresseur.

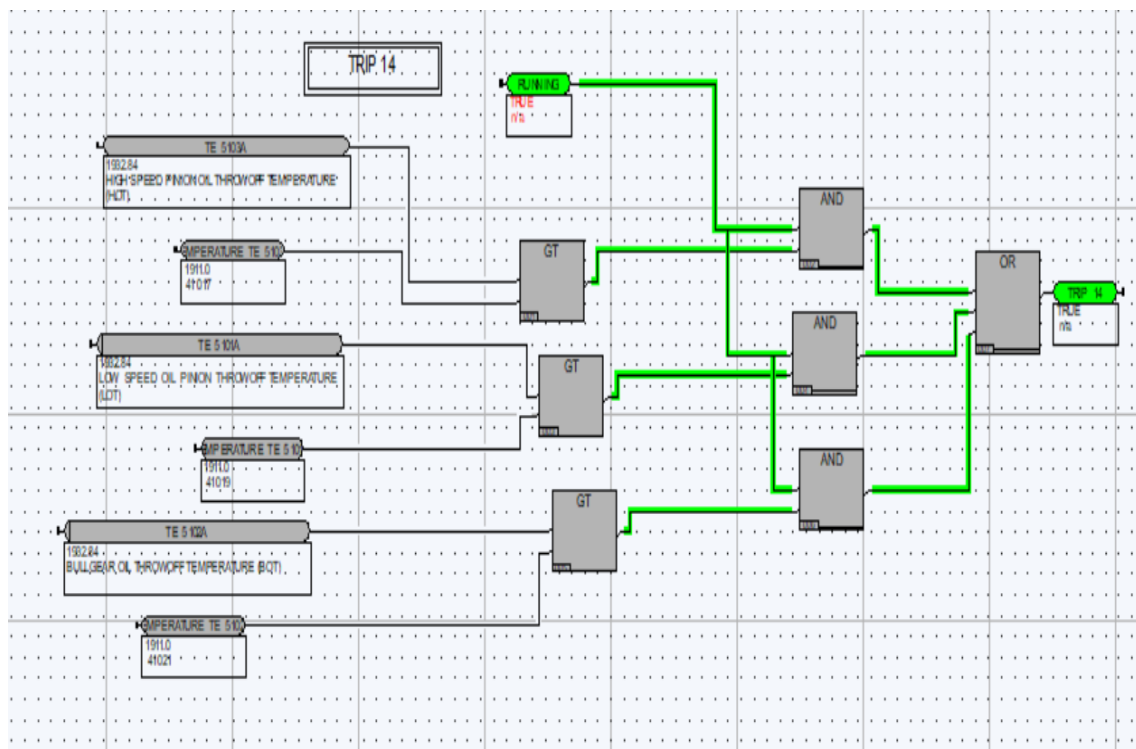


Figure IV.11 : Indication de la température du compresseur.

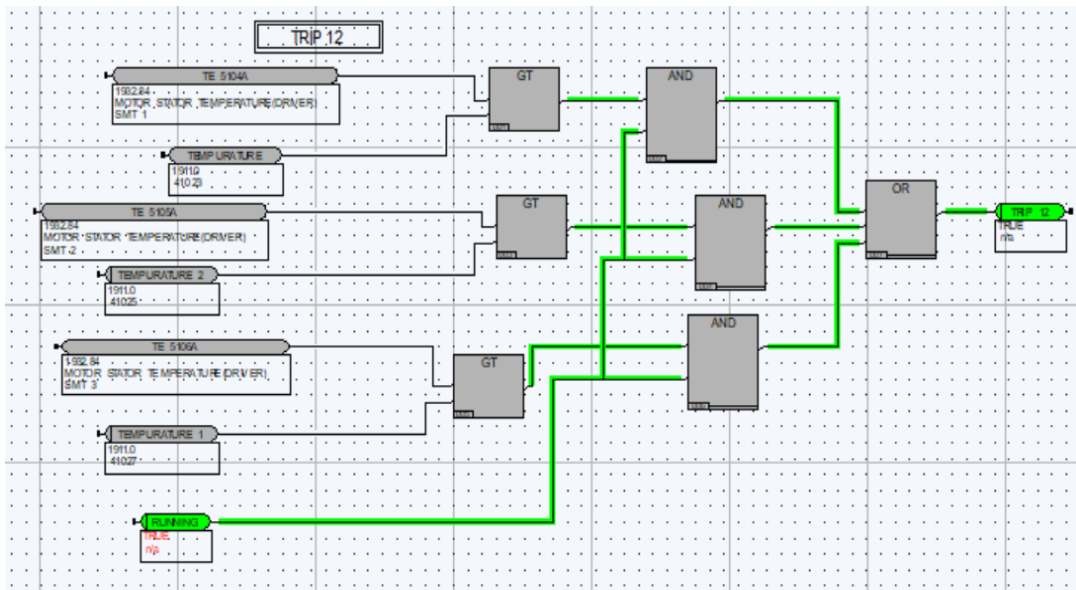


Figure IV.12 : Déclenchement de la température du stator moteur.

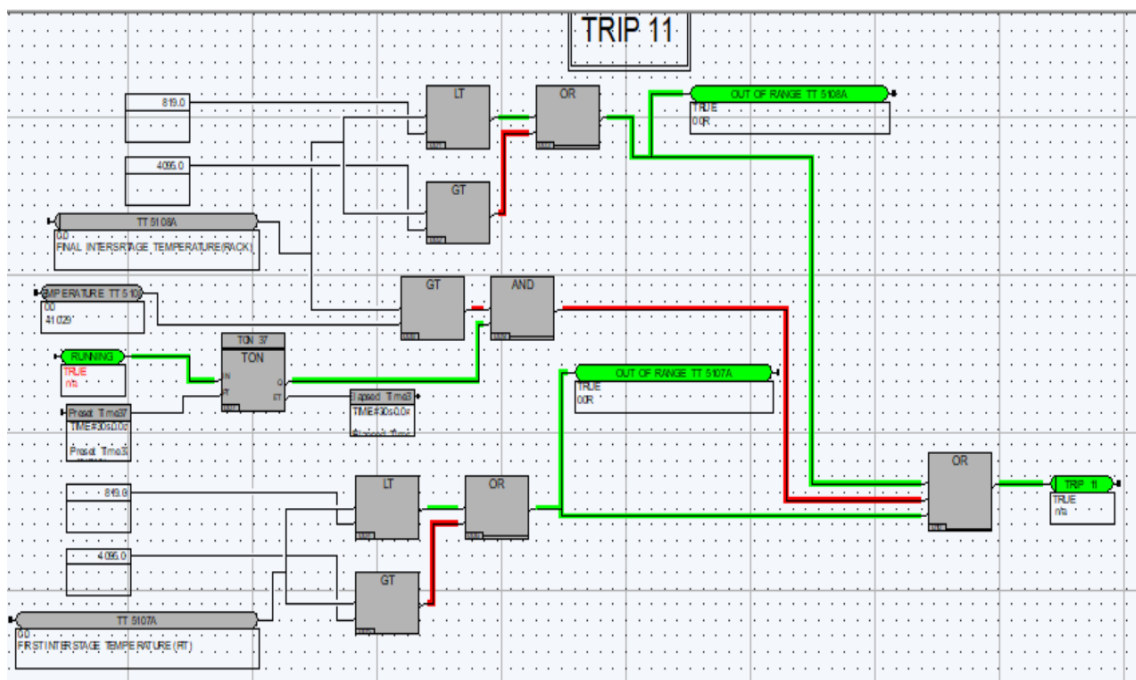


Figure IV.13 : Déclenchement de température d'inter-étages.

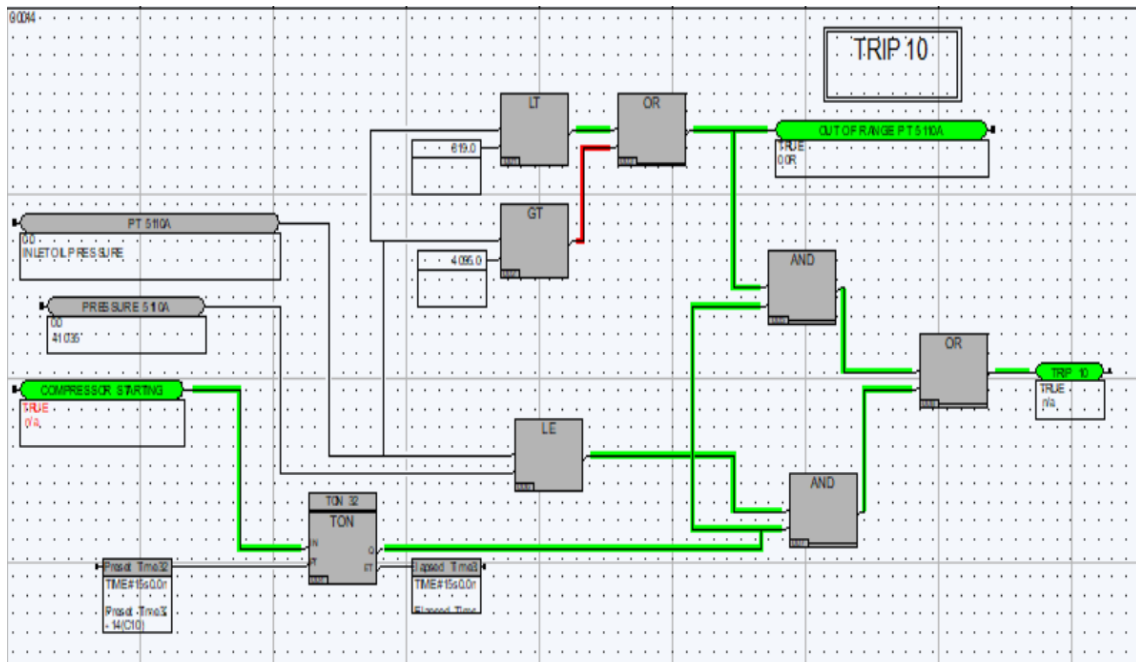


Figure IV.14 : Déclenchement de la pression d'huile d'entrée du compresseur.

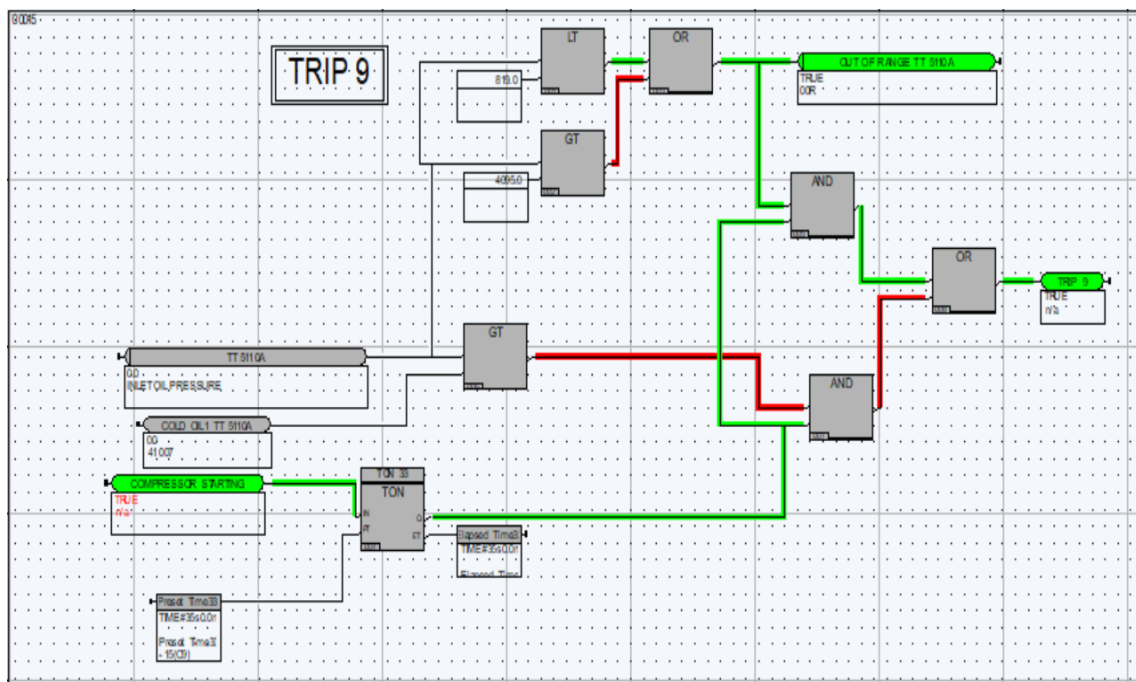


Figure IV.15 : Déclenchement de la température d'huile d'entrée du compresseur

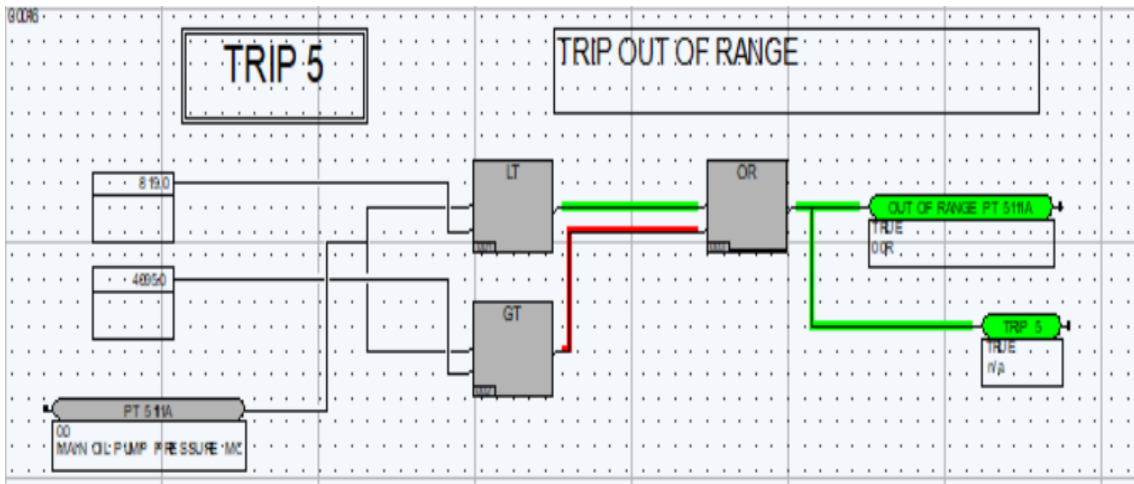


Figure IV.16 : Déclenchement de défaillance du transmetteur de la pompe à l'huile principale.

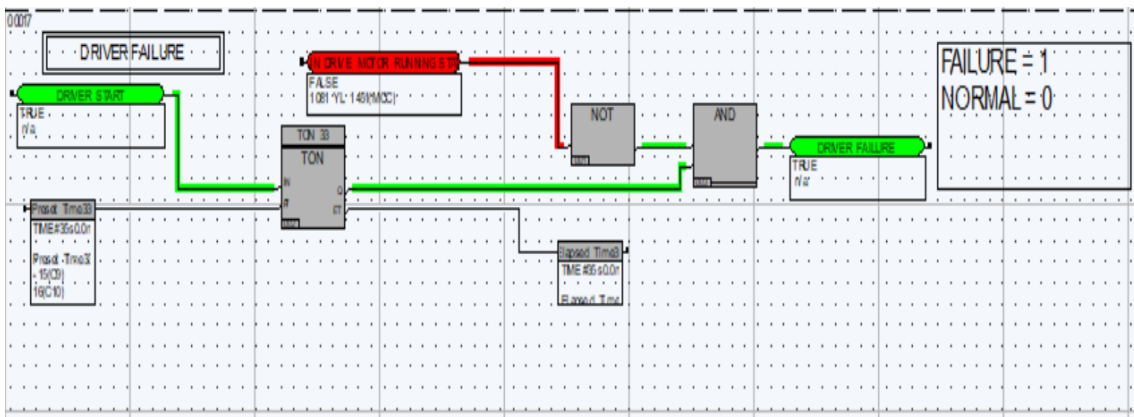


Figure IV.17 : Panne du conducteur.

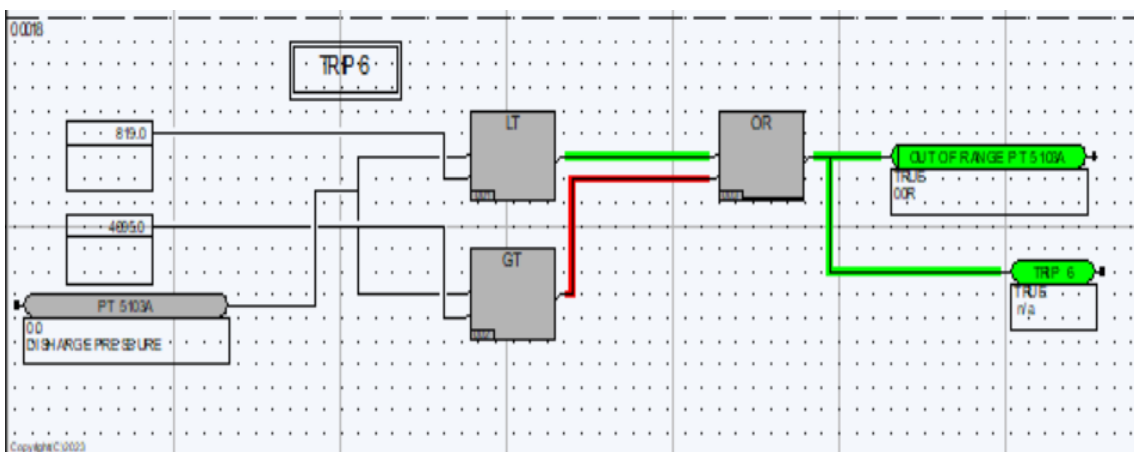


Figure IV.18 : Déclenchement de défaillance de la pression d'air de refoulement.

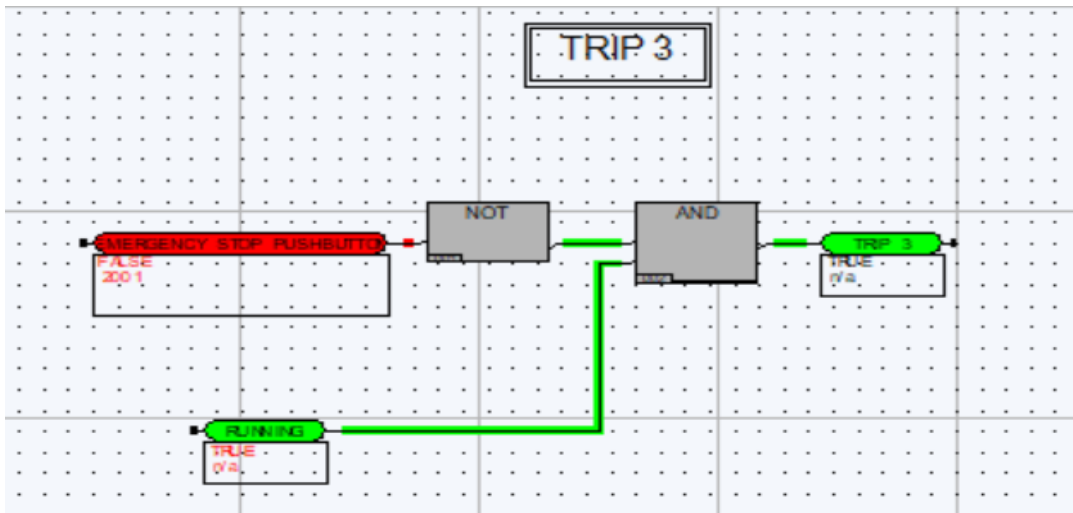


Figure IV.19 : Déclenchement d'arrêt.

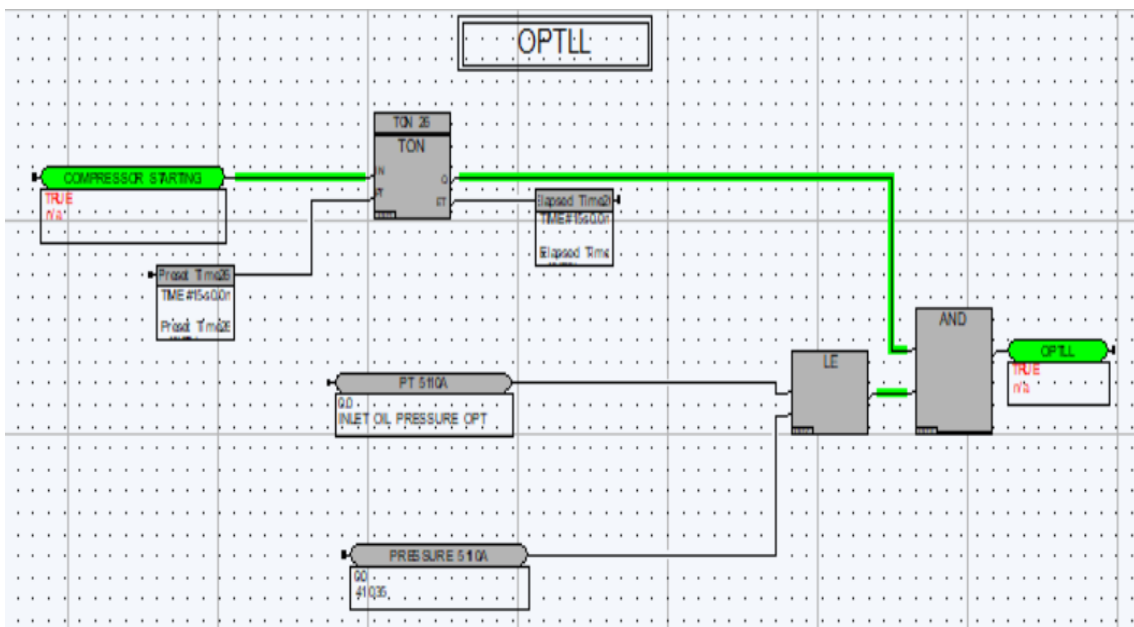


Figure IV.20 : Alarme très basse de pression d'huile d'admission.

3.6. L'arrêt du compresseur

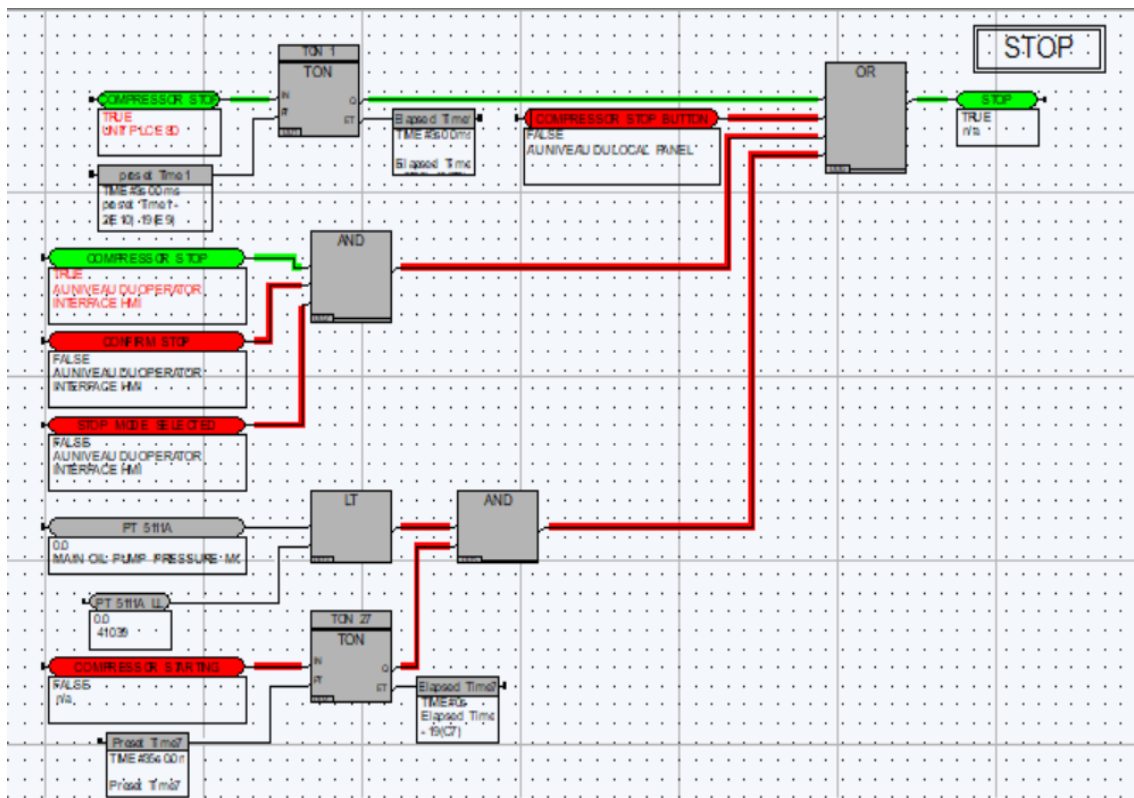


Figure IV.21 :L'arrêt du compresseur.

❖ Le compresseur peut s'arrêter si l'une des conditions suivantes est remplie :

1. L'unité ESD (Emergency Shutdown) détecte une situation d'urgence et envoie un signal d'arrêt au compresseur.
2. L'interface HMI (Human Machine Interface) envoie une commande d'arrêt au compresseur.
3. Le mode d'arrêt est sélectionné au niveau de l'interface HMI.
4. Si, après 35 secondes depuis l'ordre de démarrage du compresseur, la pression de l'huile de lubrification est inférieure au point de consigne défini, le compresseur s'arrête.

Ces conditions peuvent être programmées dans le système de contrôle du compresseur pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement de l'équipement. Il est important de noter que les détails spécifiques de la configuration et du fonctionnement peuvent varier en fonction du compresseur et du système utilisé.

3.7. Abandonner le démarrage :

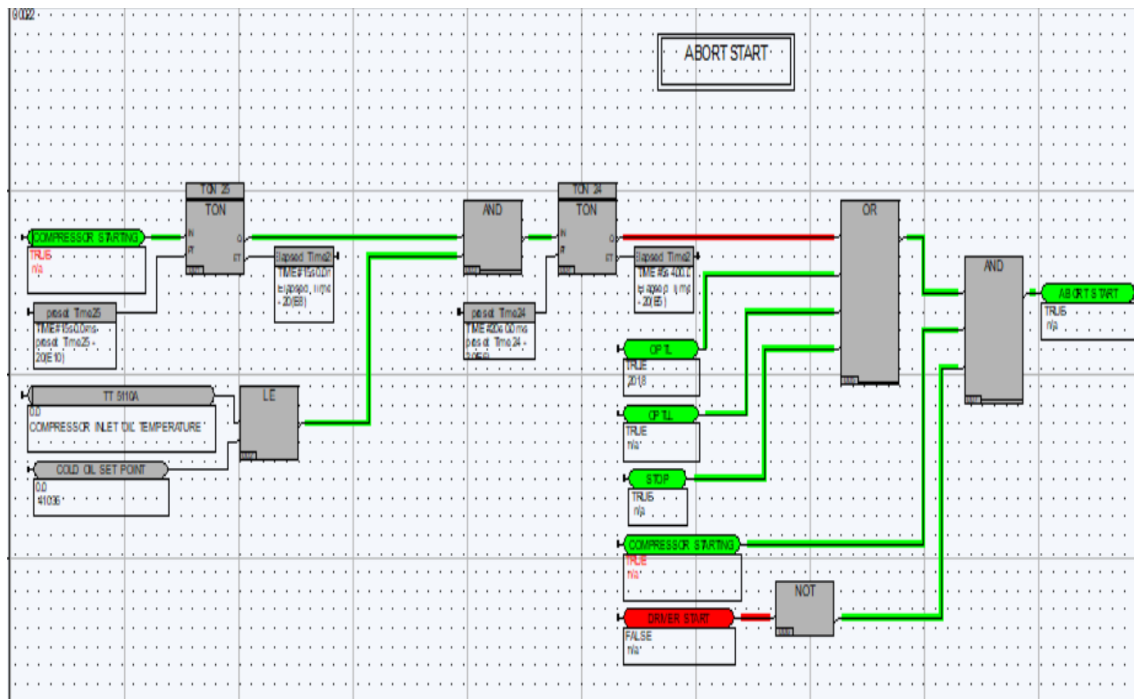


Figure IV.22 : Abandonner le démarrage.

Voici les conditions qui doivent être remplies pour que le démarrage du compresseur soit abandonné :

1. L'ordre de démarrage est effectué.
2. Le pilote de démarrage est effectué.
3. L'une des conditions suivantes doit être remplie simultanément :
 - a) Après 15 secondes depuis l'ordre de démarrage du compresseur, la température de l'huile de lubrification est inférieure au seuil spécifié.
 - b) La pression de l'huile de lubrification est inférieure au seuil spécifié.
4. Un ordre d'arrêt du compresseur est présent.

❖ Démarrage du compresseur :

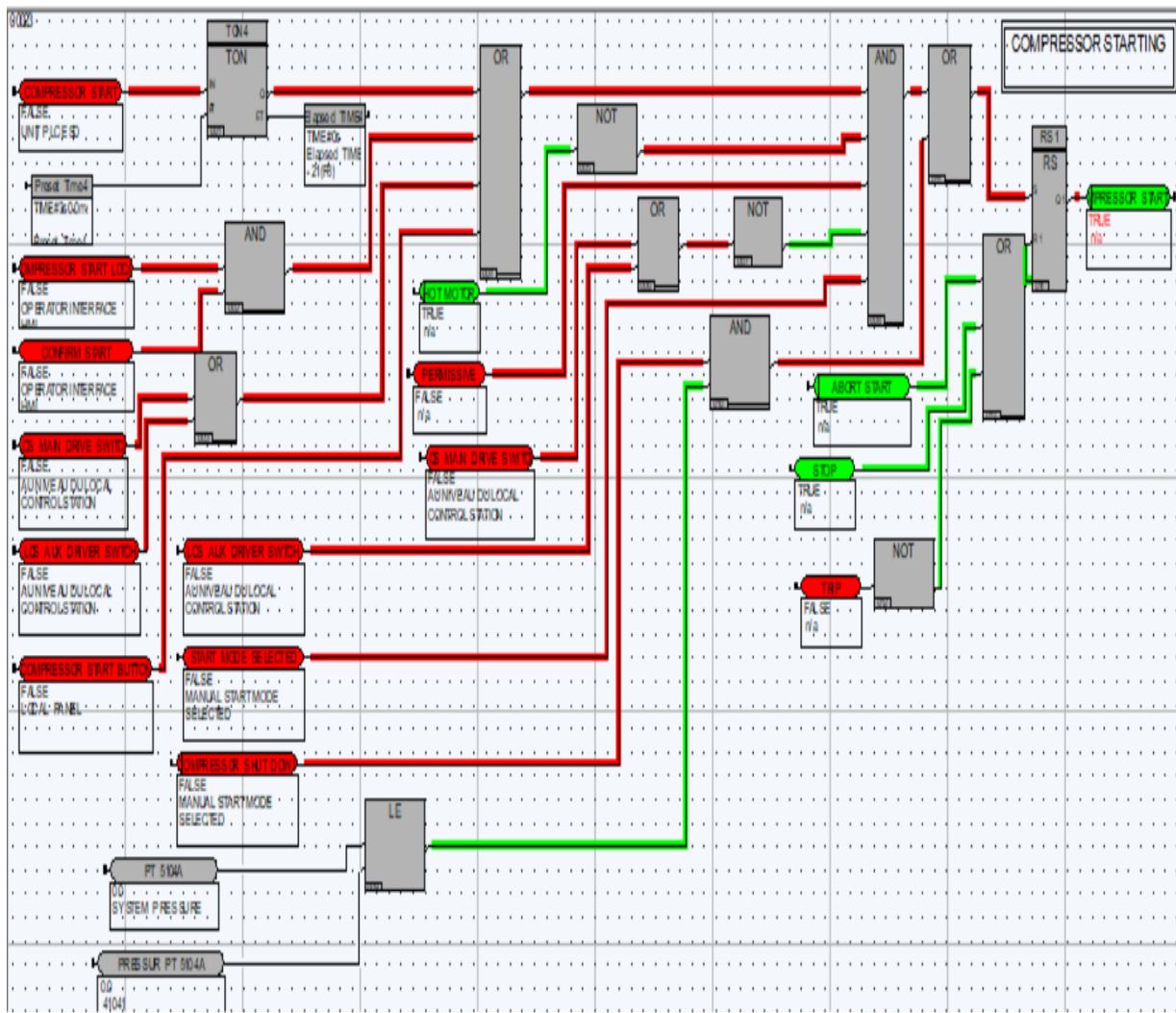


Figure IV.23 : Le démarrage du compresseur.

Chapitre IV : Programmation et simulation

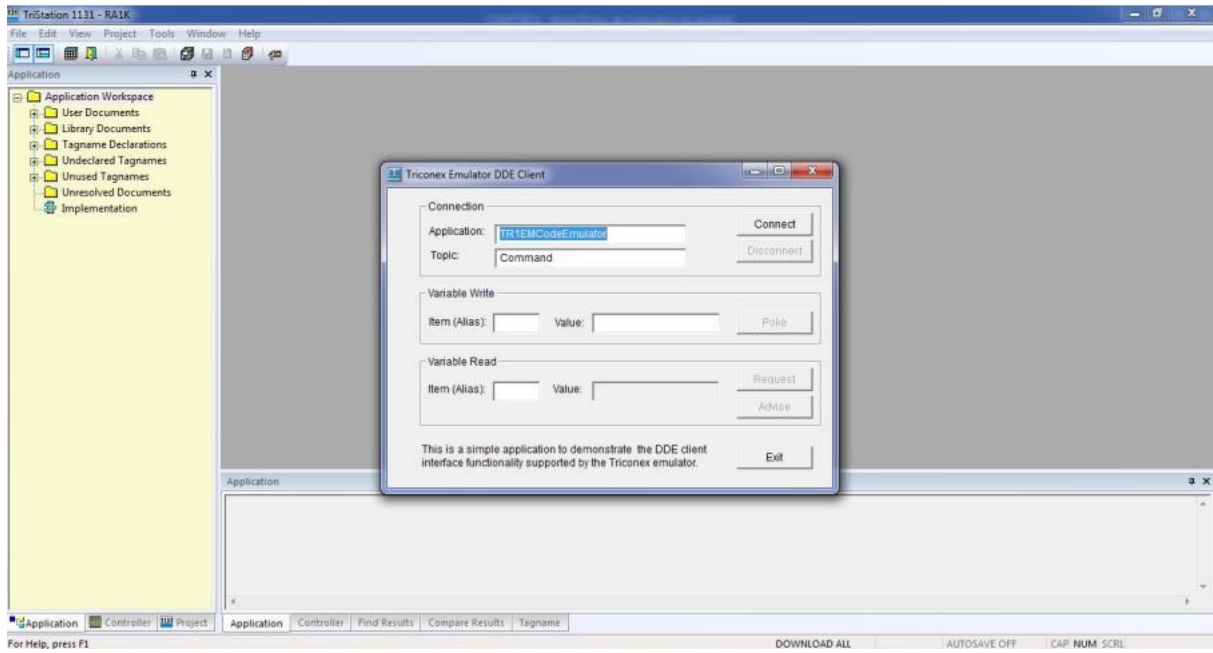


Figure IV.25 : Se connecter sur Intouch par DDE.

✚ Ouvrir le logiciel Intouch et créer une nouvelle window et la nommée:

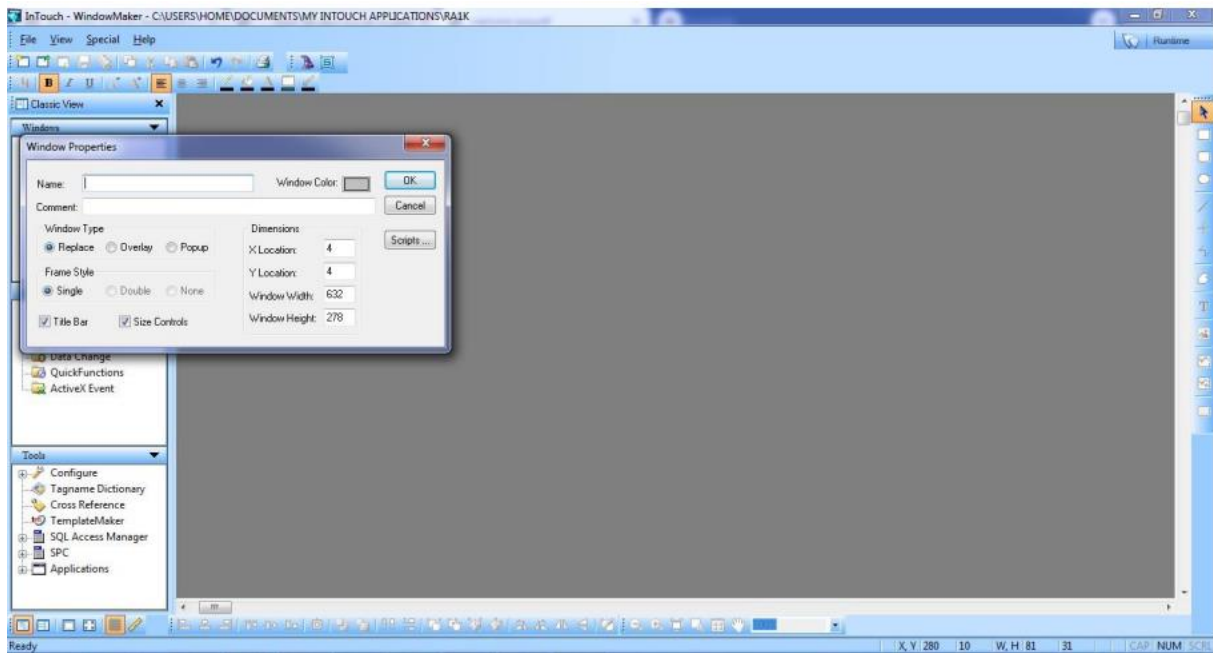


Figure IV.26 : Créer et nommer une nouvelle fenetre Intouch.

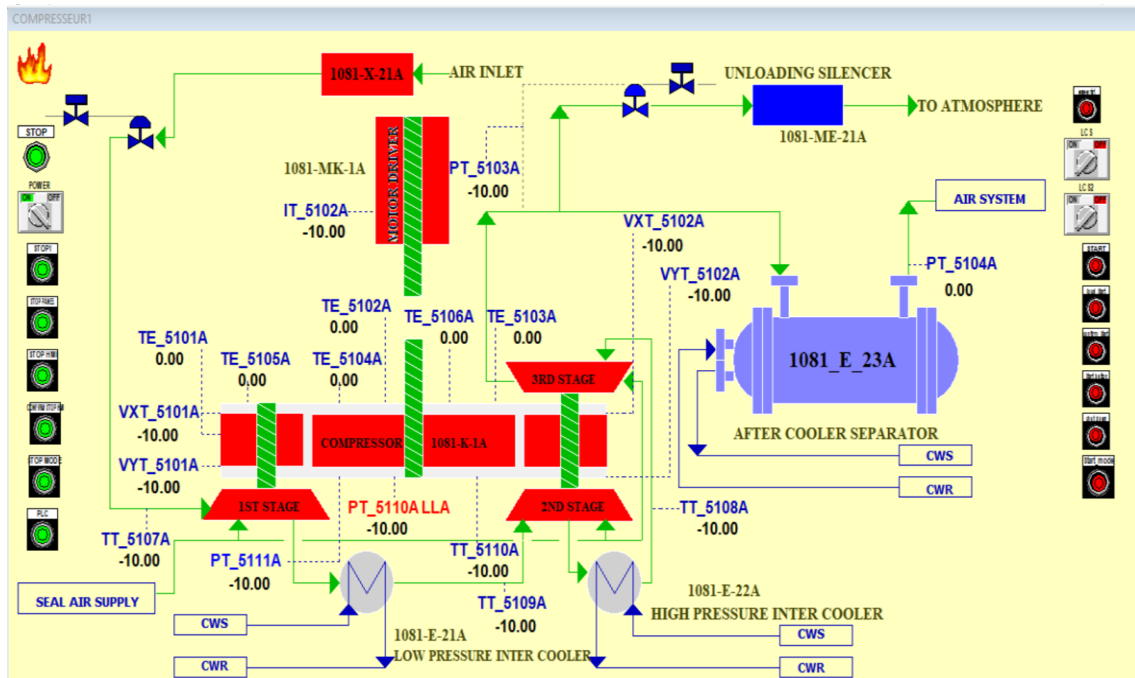


Figure IV.27 : HMI aperçu de notre processus.

- ❖ Présente toute les boutons de démarrage et d'arrêt du compresseur, tous les transmetteurs de notre procédé.

Après avoir construit le processus et donné les éléments (items) à chaque composant selon la logique TriStation 1131™, nous exécutons le programme :

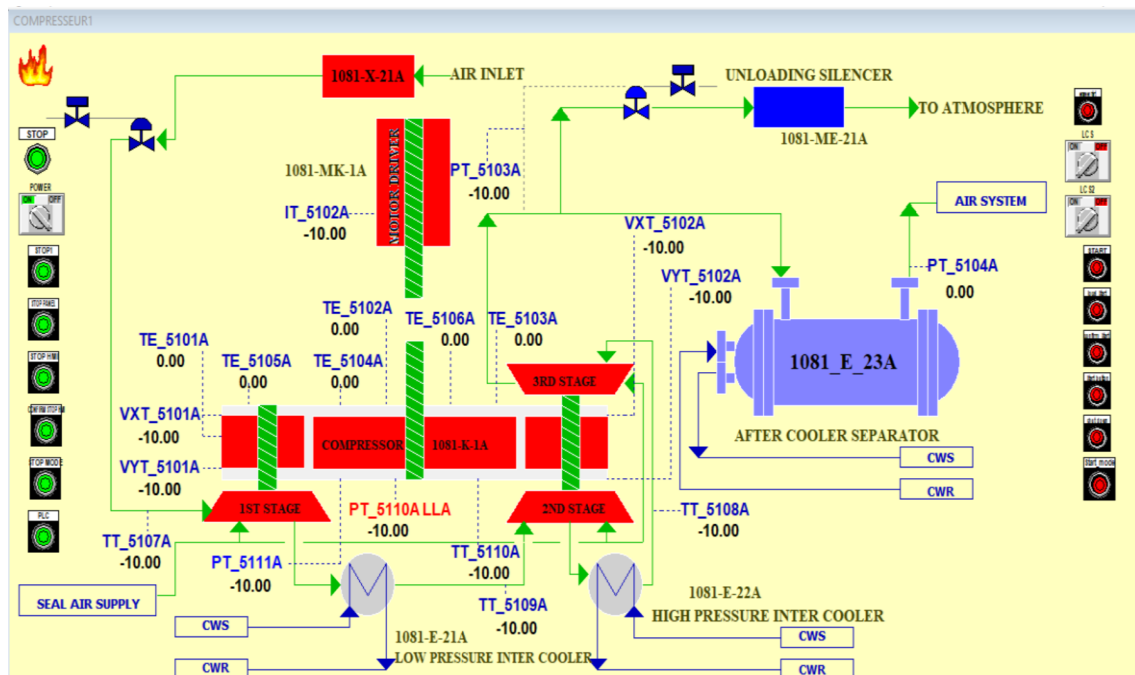


Figure IV.28 : Le procédé est en arrêt.

- Comme on le voit le processus est en stop car tous les boutons d'arrêt sont activés.

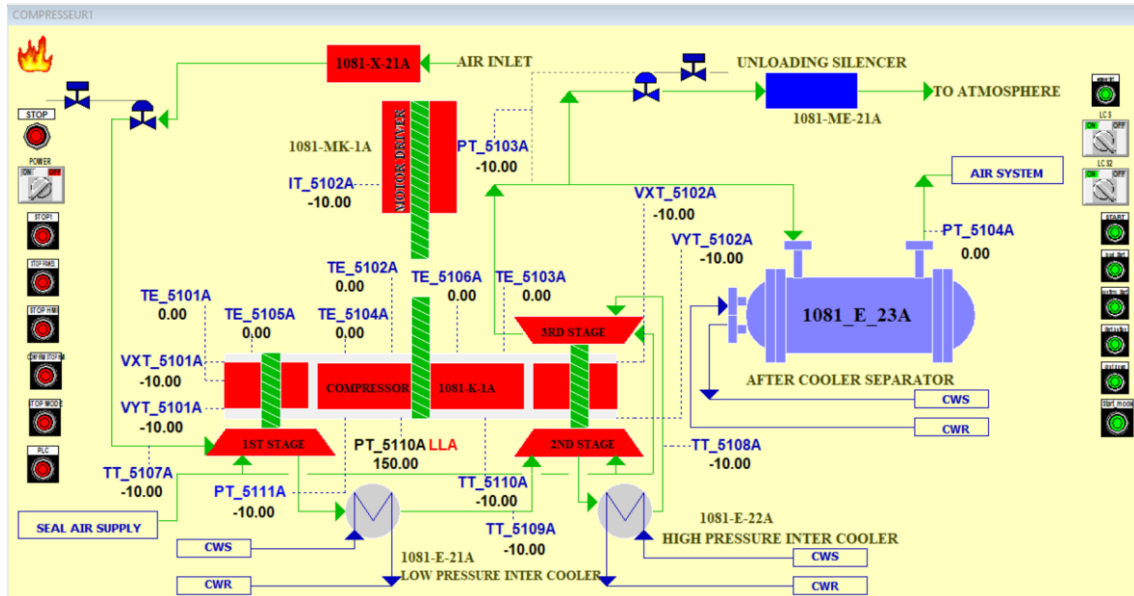


Figure IV.29 : Le procédé est en marche.

- Comme on le voit le processus est en stop car tous les boutons du démarrage du compresseur sont activés.

IV.4.Conclusion

Nous avons vu la capacité de cet automate à gérer plusieurs processus en même temps avec une communication brillante, et plus de sécurité nous pouvons l'envisager et l'utiliser à l'avenir en cas de nouvelle installation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Aujourd'hui, nous connaissons un développement technologique très rapide, en particulier dans le coté industriel, et comme que « le temps c'est de l'argent » pour cela toute panne et avarie de tout instrument peut causer des pertes matérielles et humaines, c'est pourquoi les niveaux de sécurité doivent toujours être augmentés, cela permet de mettre à jour la communication entre les systèmes de contrôle des instruments.

Dans cette étude, nous avons étudié une unité très importante du complexe de raffinage SKIKDA des grandes raffineries en Afrique.

Le compresseur d'air de l'unité 1081 du RA1K communique via un microcontrôleur, ce qui provoque des dommages en raison de ses nombreux défauts, ce canal de communication sera obsolète à un moment donné. C'est moins sécurisé et si quelque chose ne va pas, vous devrez en acheter un nouveau et vous reconnecter. De plus, cet instrument n'est pas disponible sur le marché local à moins d'avoir été acheté par nous doit provenir d'un fabricant mondial, et cet opération prend du temps et de l'argent.

Dans ce travail, nous avons présenté les principales instrumentations modernes « PLC, capteurs intelligents et SCADA », nous avons également parlé du RA1K et de ses différentes unités. De plus, on a présenté le compresseur d'air et comment configurer son système de contrôle avec un automate Triconex.

Pour information, RA1K dispose d'un automate programmable au niveau de la section réserve ce n'est pas utilisé, pour cela notre travail a été de proposer l'automate Triconex en remplacement des anciens microcontrôleurs. Cet automate est largement disponible et très simple en raison de ses fonctionnalités telles qu'une capacité de communication élevée. L'objectif principal de cette proposition de solution est d'utiliser, d'éditer ou de mettre à jour la sécurité, comme on dit la sécurité d'abord.

De par ses propriétés, l'automate Triconex est donc la solution idéale pour la gestion des installations industrielles en raison des niveaux élevés de sécurité, de facilité d'entretien et de disponibilité. Pour la configuration et la programmation de cette unité, nous avons utilisé le logiciel TriStation 1131™ à l'aide de l'IHM "InTouch".

Références bibliographiques

Références bibliographique.

Références bibliographiques

- [1] William T. « Cyber Security for SCADA Systems 2nd edition USA », PennWell Books, LLC, [2020].
- [2] Stuart G. McCrady author. « Designing SCADA Application Software First edition », © 2013 Elsevier Inc.
- [3] Mini S. Thomas John D. McDonald. « Power system SCADA and Smart grids », © 2015 by Taylor & Francis Group.
- [4] Stamatios Manesis and George Nikolakopoulos. « Introduction to Industrial Automation » © 2018 by Taylor & Francis Group.
- [5] <https://bpmei-prades.com/cours/les-systemes-automatisees/lessons/structure-generale-dun-systeme-automatise-de-production/>, Consulté le 27/5/2023.
- [6] Formation technique « AUTOMATATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », préparé par S.MAKHABA, 24-27 février 2007.
- [7] AZEIEZ, Houssein. « Introduction aux A.P.I », 13 Septembre 2007, p 4-7.
- [8] « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », préparé par **Alain GONZAGA**.
- [9] Guy Pujolle. « Les réseaux 3e édition », Eyrolles, 3 mars 2000.
- [10] Guide technique des bus et des réseaux de terrain en automatisme industriel rédigé par Ouahid Belkacem, Novembre 2002.
- [11] Guide réseaux industriels, version : 1.0, 30/12/2006. « Schneider Electric ».
- [12] Guide réseau MODBUS, préparé par Merlin Gerin.
- [13] <https://www.elprocus.com/smart-sensor/>, consulté le 28/5/2023.
- [14] <https://www.techtarget.com/whatis/definition/SCADA-supervisory-control-and-data-acquisition>, consulté le 28/5/2023.
- [15] <https://www.plantautomation-technology.com/articles/an-overview-of-distributed-control-systems-dcs>, consulté le 01/6/2023.
- [16] Manuel de formation, TRICONEX d'invensys, janvier 2007.

Références bibliographique.

- [17] Guide de planification et d'installation des systèmes Tricon v9–v10, document 9720077-104. © 2005 Invensys Systems, Inc. Juin 2005.
- [18] Technical Product Guide Tricon Systems, Part No. 9791007-013. © 2006 Invensys Systems, Inc. August 2006.
- [19] Manuel de formation, Tristation V4.7, septembre 2010.
- [20] Manuel de formation, Intouch V.10.
- [21] Intouch HMI visualization guide, documentation given by invensys systems, Inc., 2007.
- [22] Documentation raffinerie de skikda 2012.
- [23] Manuel d'opération, item : 1081-K-1A/B, description du compresseur d'air

Annexe

Annexe A : Listes des alarmes

Description	Tag	Indication
LOW OIL LEVEL SWITCH(LSL)	LSL-5101A/B	L
AIR FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER(AFDP)	PDT-5101A/B	H
OIL FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER(OFDP)	PDT-5109A/B	H
FINAL INTERSTAGE AIR TEMPURATURE (IAT)	TT-5108A/B	H
INLET OIL PRESSURE TRANSMITTER(OPT)	PT-5110A/B	L
INLET OIL TEMPURATURE TRANSMITTER(IOT)	TT-5110A/B	L
INLET OIL TEMPURATURE TRANSMITTER(IOT)	TT-5110A/B	H
SEAL AIR PRESSURE SWITCH(SAPS)	PSL-5108A/B	L
HIGH SPEED PINION VIBRATION TRANSMITTER X(HVT_X)	VXT-5102A/B	H
HIGH SPEED PINION VIBRATION TRANSMITTER Y(HVT_Y)	VYT-5102A/B	H
LOW SPEED PINION VIBRATION TRANSMITTER X(LVT_X)	VXT-5101A/B	H
LOW SPEED PINION VIBRATION TRANSMITTER Y(LVT_Y)	VYT-5101A/B	H
AFTERCOOLER DISCHARGE TEMPURATURE(ACT)	TT-5109A/B	H
HIGH SPEED PINION OIL THROW OFF RTD(HOT)	TE-5103A/B	H
LOW SPEED PINION OIL THROW OFF RTD(LOT)	TE-5101A/B	H
BULL GEAR OIL THROW OFF RTD(BOT)	TE-5102A/B	H
MOTOR STATOR TEMPERATURE 1 (SMT-1)	TE-5104A/B	H
MOTOR STATOR TEMPERATURE 2(SMT-2)	TE-5105A/B	H
MOTOR STATOR TEMPERATURE 3 (SMT-3)	TE-5106A/B	H
FIRST STAGE DISCHARGE PRESSURE (SDT)	PT-5105A/B	H
SECOND STAGE INLET TEMPURATURE (FIT)	TT-5107A/B	H
SECOND STAGE DISCHARGE PRESSURE (SDT)	PT-5106A/B	H
SYSTEM PRESSURE (SPT)	PT-5104A/B	H
MOTOR AMPS (MAT)	IT-5102A/B	H

Annexe B : Logique du compresseur d'air

DOCUMENT TITLE : Logic Diagram S0F

DOCUMENT NO : 6648-1081-5-604 (B0EL1E007-604)

REQUISITION NO : MGB 120

PURCHASE ORDER NO : 4500056530

ITEM NO : 1081 - K - 1A/B

ITEM DESCRIPTION : LP AIR COMPRESSORS

- APPROVED WITH COMMENT
 REVIEWED RESUBMIT

This approval or review does not relieve the vendor / subcontractor of his responsibilities all requirements of the purchase order.

	ORIGINAL	CHECKED	APPD(PRJ)
SIGN			
DATE			
SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD			



SONATRACH

**SKIKDA REFINERY
REHABILITATION AND ADAPTATION PROJECT**



**SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD.
SEOUL KOREA**

SAMSUNG ENGINEERING

SECL PROJECT NO. : SO2278



FS-ELLIOTT CO., LLC

4	11/17/2011	Final	N.Caffas	J Patnik	J Patnik
3	9/2/2011	For Final	M. Stewart	J Patnik	J Patnik
2	5/6/2011	FINAL	J Patnik	J Patnik	J Patnik
1	3/18/2011	As built	J Patnik	J Patnik	J Patnik
0	9/1/2010	Initial issue	J Patnik	J Patnik	J Patnik
REV	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY

SAMSUNG
ENGINEERING CO., LTD
MOTOR LOGIC
DIAGRAMS


TITLE	LOGIC SHEET NUMBER
COVER & INDEX SHEET	001
LEGEND SHEET	002
STARTUP PERMISSIVES	003
AUX. OIL PUMP START	004
DRIVER START	005
SURGE CHECK & OIL HEATER	006
BASE & ST MODES	007
COAST DOWN & COOL DOWN	008
ALARMS & TRIPS	009
ALARMS & TRIPS	010
ALARMS & TRIPS	011
MOTOR TEMPERATURE INDICATIONS & ALARMS	012
MOTOR TEMPERATURE INDICATIONS & ALARMS	013
COMPRESSOR TEMPERATURE INDICATIONS & ALARMS	014
COMPRESSOR VIBRATION ALARMS & TRIPS	015
COMPRESSOR VIBRATION ALARMS & TRIPS	016
COMMON ALARMS & TRIPS	017
MISCELLANEOUS CONTROLS SHEET 1	018
MISCELLANEOUS CONTROLS SHEET 2	019
LCS/SI REMOTE CONNECTIONS	020

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	ADDED SHEET 20	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
COVER SHEET

DR. J.BINKOWSKI CK. W.BURNS ENCAP. JKUSOLEK ENCAP. J.PATNIK ENCAP. L.WAGNER DATE 08/26/2010 S.D. BOELIE007 SCALE N.T.S. SIMILAR TO	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.	 © 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. CAD GENERATED DRAWING
ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 1 OF 20	○ ○ ○ ○	XC- PP1508 REV 2

A

LOGIC OPERATORS

AND
 F=1 IF A=1 AND B=1 AND C=1

OR
 F=1 IF A=1 OR B=1 OR C=1

NOT
 F=1 IF A=0
 F=0 IF A=1

High High (HH)
 F=1 FOR A<HH
 F=0 FOR A>HH

High (H)
 F=1 FOR A<H
 F=0 FOR A>H

Low Low (LL)
 F=1 FOR A>LL
 F=0 FOR A<LL

Low (L)
 F=1 FOR A>L
 F=0 FOR A<L

PULSE OUTPUT
 THE EXISTENCE OF LOGIC INPUT 'A', REGARDLESS OF ITS SUBSEQUENT STATE, CAUSES LOGIC OUTPUT 'F' TO EXIST IMMEDIATELY. 'F' EXISTS FOR TIME 't' AND THEN TERMINATES.

PULSE OUTPUT
 THE ABSENCE OF LOGIC INPUT 'A', REGARDLESS OF ITS SUBSEQUENT STATE, CAUSES LOGIC OUTPUT 'F' TO TERMINATE IMMEDIATELY. 'F' TERMINATES FOR TIME 't' AND THEN RESUMES.

TIME DELAY FUNCTIONS
 THE TIME DELAY FUNCTIONS EXIST IN TWO BASIC FORMS, THESE ARE DELAY TO ON AND DELAY TO OFF.

ON DELAY
 WHENEVER THE INPUT ASSUMES THE '0' STATE THEN SO DOES THE OUTPUT. FOLLOWING ANY INPUT TRANSITION FROM THE '0' STATE TO THE '1' STATE THE OUTPUT REMAINS IN THE '0' STATE FOR THE TIME DELAY PERIOD BEFORE GOING TO THE '1' STATE.

OFF DELAY
 WHENEVER THE INPUT ASSUMES THE '1' STATE THEN SO DOES THE OUTPUT. FOLLOWING ANY INPUT TRANSITION FROM THE '1' STATE TO THE '0' STATE THE OUTPUT REMAINS IN THE '1' STATE FOR THE TIME DELAY PERIOD BEFORE GOING TO THE '0' STATE.

COMPARE FUNCTION - OUTPUT ASSUMES STATE OF '1' IF THE INPUT RATE OF CHANGE IS GREATER THAN SETPOINT.

NEGATIVE BIAS (KICK IN MARGIN)

OUT OF RANGE CONDITION

LOGIC OPERATORS

MEMORY ELEMENT (FLIP FLOP)
 'S' REPRESENTS 'SET MEMORY' WHILE 'R' REPRESENTS 'RESET MEMORY'. FOR A GIVEN LOGICAL INPUT 'A', AN OUTPUT 'C' IS GENERATED, WHICH CONTINUES TO EXIST, REGARDLESS OF THE SUBSEQUENT STATE OF 'A' UNTIL THE MEMORY IS RESET BY INPUT OF A RESET SIGNAL 'B'. LOGIC OUTPUT 'D', THE INVERSE OF OUTPUT 'C' EXISTS ONLY WHEN 'C' DOES NOT EXIST; AND 'D' DOES NOT EXIST WHEN 'C' EXISTS. IF OUTPUT 'D' IS NOT USED, THEN IT IS NOT SHOWN ON THE LOGIC DIAGRAM AS A POSSIBLE OUTPUT. IF INPUTS 'A' AND 'B' EXIST SIMULTANEOUSLY, AND IT IS DESIRED TO HAVE 'A' OVERRIDE 'B', THEN 'S' IS CIRCLED. CONVERSELY, IF 'B' IS TO OVERRIDE 'A' THEN 'R' IS CIRCLED.

SELECT
 2 : 1 MULTIPLEXOR

HIGH SELECT

LOW SELECT

LOCAL & REMOTE OPERATOR INTERFACES

DCS DEVICE

DCS POINT

DCS SOFT PUSH BUTTON N.O.--> CLOSE FOR 8 sec.

DCS SOFT PUSH BUTTON N.C.--> OPEN FOR 8 sec.

DCS SOFT PUSH BUTTON NORMAL LOGIC '0' BYPASS LOGIC '1'

OTHER DEVICES

ESD COMMUNICATIONS HARDWARE INPUT

FSE HMI COMMUNICATIONS ETHERNET

PID CONTROL
 REV - REVERSE ACTING
 DIR - DIRECT ACTING

OTHER DEVICES

ON/OFF VALVE
 NOTE: VALVE TAG NUMBER AND AIR FAIL ACTION ARE SHOWN
 AFC = AIR FAILURE CLOSE
 AFO = AIR FAILURE OPEN

PUSH BUTTON SWITCH (KEYPAD)

PUSH BUTTON N.O. (SPRING RETURN)

PUSH BUTTON N.C. (SPRING RETURN)

PUSH BUTTON N.C. (MAINTAINED)

HORN, BUZZER, OR OTHER SOUND GENERATOR

SMART CONTROL VALVE

CONTROL VALVE

BUTTERFLY VALVE

MOTOR OPERATED VALVE (MOV)

FLOW SWITCH

PRESSURE SWITCH N.C.

PRESSURE SWITCH, N.O.

LIMIT SWITCH CLOSED WHEN VALVE FULLY CLOSED

LIMIT SWITCH CLOSED WHEN VALVE FULLY OPEN

INDICATOR LIGHT
 R=RED
 G=GREEN
 A=AMBER
 W=WHITE
 O=ORANGE

STARTER AUX. RELAY CONTACT (NORMALLY OPEN)

STARTER AUX. RELAY CONTACT (NORMALLY CLOSED)

LEVEL SWITCH

TEMPERATURE SWITCH

SELECTOR SWITCH

MCC = MOTOR CONTROL CENTER

LOCAL RACK MOUNTED INSTRUMENT

PANEL MOUNTED INSTRUMENT

FS-ELLIOTT DCS LOGIC

FIELD MOUNTED INSTRUMENT

LT -LEVEL TRANSMITTER
 PT -PRESSURE TRANSMITTER
 FT -FLOW TRANSMITTER
 PDT -DELTA PRESS. TRANSMITTER
 TE -TEMPERATURE ELEMENT
 VT -VIBRATION TRANSMITTER
 IY -CURRENT TRANSMITTER

LOGIC TRANSFER INDICATORS

TRANSFER INDICATOR OF SIGNALS TO/FROM ANOTHER SHEET

SHT.XXX: SHEET NUMBER
 Y-Y: ZONE NUMBER

NOTE: DRAWING NUMBER IS SHOWN ONLY IF REFERENCE DRAWING IS DIFFERENT ONE.

SYMBOL	DEVICE NOMENCLATURE
DESCRIPTION	
ACK PB	ALARM ACKNOWLEDGE PUSH BUTTON
ACT	AFTERCooler DISCHARGE TEMPERATURE TRANSMITTER
AFDP	AIR FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER
AUX (M)	AUX PUMP RUNNING STATUS
BOT	BULL GEAR PINION THROW-OFF OIL TEMPERATURE
DPT	FINAL STAGE DISCHARGE PRESSURE TRANSMITTER
FDT	FIRST STAGE DISCHARGE PRESSURE TRANSMITTER
FIT	FIRST INTERSTAGE TEMPERATURE TRANSMITTER
HOT	HIGH SPEED PINION THROW-OFF OIL TEMPERATURE
HVT-X	HIGH SPEED PINION X-AXIS VIBRATION
HVT-Y	HIGH SPEED PINION Y-AXIS VIBRATION
IAT	FINAL INTERSTAGE AIR TEMPERATURE
IBV	INLET BUTTERFLY VALVE
IDT	INLET OIL TEMPERATURE
IVT	INLET AIR VALVE TRANSDUCER
LCS AUX	LCS AUX DRIVER LOCAL/REM STATUS
LCS HEATER	LCS HEATER LOCAL/REM STATUS
LCS MAIN	LCS MAIN DRIVER LOCAL/REM STATUS
LDLS	LOW OIL LEVEL SWITCH
LOT	LOW SPEED PINION THROW-OFF OIL TEMPERATURE
LT PB	LAMP TEST PUSH BUTTON
LVT-X	LOW SPEED PINION X-AXIS VIBRATION
LVT-Y	LOW SPEED PINION Y-AXIS VIBRATION
MAT	MOTOR AMPS TRANSMITTER
MOPT	MAIN OIL PUMP TRANSMITTER
OFDT	OIL FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER
OHR STATUS	OIL HEATER ON/OFF STATUS
OPT	OIL PRESSURE TRANSMITTER
SDT	SECOND STAGE DISCHARGE PRESSURE TRANSMITTER
START PB	COMPRESSOR START PUSH BUTTON
STOP PB	COMPRESSOR STOP PUSH BUTTON
DRH	OIL RESERVOIR TEMPERATURE
OTS	OIL TEMPERATURE SAFETY CUT-OFF
SAPS	SEAL AIR PRESSURE SWITCH
SPT	SYSTEM AIR PRESSURE TRANSMITTER
SMT-1	MOTOR STATOR TEMPERATURE
SMT-2	MOTOR STATOR TEMPERATURE
SMT-3	MOTOR STATOR TEMPERATURE
UVT	UNLOADING VALVE TRANSDUCER

NOTES:

(1) LOGIC OPERATORS ARE BASED ON ISA-SS.2.

(2) THIS DRAWING ASSUMES THAT ALL STOP, SHUTDOWN, AND ABNORMAL PROCESS CONDITIONS TO BE A LOGICAL '0' AND THAT THE POSITIVE LOGIC CONVENTION, I.E. THE HIGHER (MORE POSITIVE) VOLTAGE SIGNAL IS THE LOGICAL '1' STATE.

(3) ALL OIL TEMPS, THROW OFFS, PRESSURE ALARMS, AND TRIPS ARE BASED ON USING ISD 32 OIL.

INSTRUMENT TAG NOTE:

TAG NUMBERS FOR INSTRUMENTS & EQUIPMENT ARE THE SAME FOR ALL COMPRESSOR PACKAGES. ONLY THE SUFFIX LETTER CHANGES.

EX: 1081-VXE-5101A FOR COMPRESSOR 1082-K-1A
 1081-VXE-5101B FOR COMPRESSOR 1082-K-1B

GENERAL TERMS AND DESCRIPTIONS

COLUMN HEADINGS ARE USED AS FOLLOWS:

UNIT - REFERS TO OR IDENTIFIES A DEVICE MOUNTED ON OR A SIGNAL ORIGINATING AT THE COMPRESSOR OR ASSOCIATED SUPPORT HARDWARE AND/OR INSTRUMENTS.

FIELD - REFERS TO OR IDENTIFIES A DEVICE LOCATED OR A SIGNAL ORIGINATING OUTSIDE THE IMMEDIATE VICINITY OF THE CONTROL PANEL.

LOCAL PANEL - REFERS TO THE CONTROL PANEL PROVIDED BY FS-ELLIOTT AND LOCATED (USUALLY) IN THE IMMEDIATE VICINITY OF THE COMPRESSOR FOR WHICH IT WAS BUILT.

OPERATOR INTERFACE - REFERS TO THE CONTROL PANEL TOUCH PANEL ON WHICH THE MEMBRANE KEYPAD AND DISPLAY READDOUT IS LOCATED.

LOGIC DESCRIPTION - A GRAPHIC REPRESENTATION OF GATES, SIGNALS, DEVICES, AND CONDITIONS WHICH IDENTIFY AND DEFINE THE CONTROL SCHEME OF THE COMPRESSOR.

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	ALL F=1,F=0 WERE F=0,F=1	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	ADDED DEVICE NOMENCLATURE	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
 USER SDNATRACH
 S.D. B0ELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL B0ELIE007-1,2

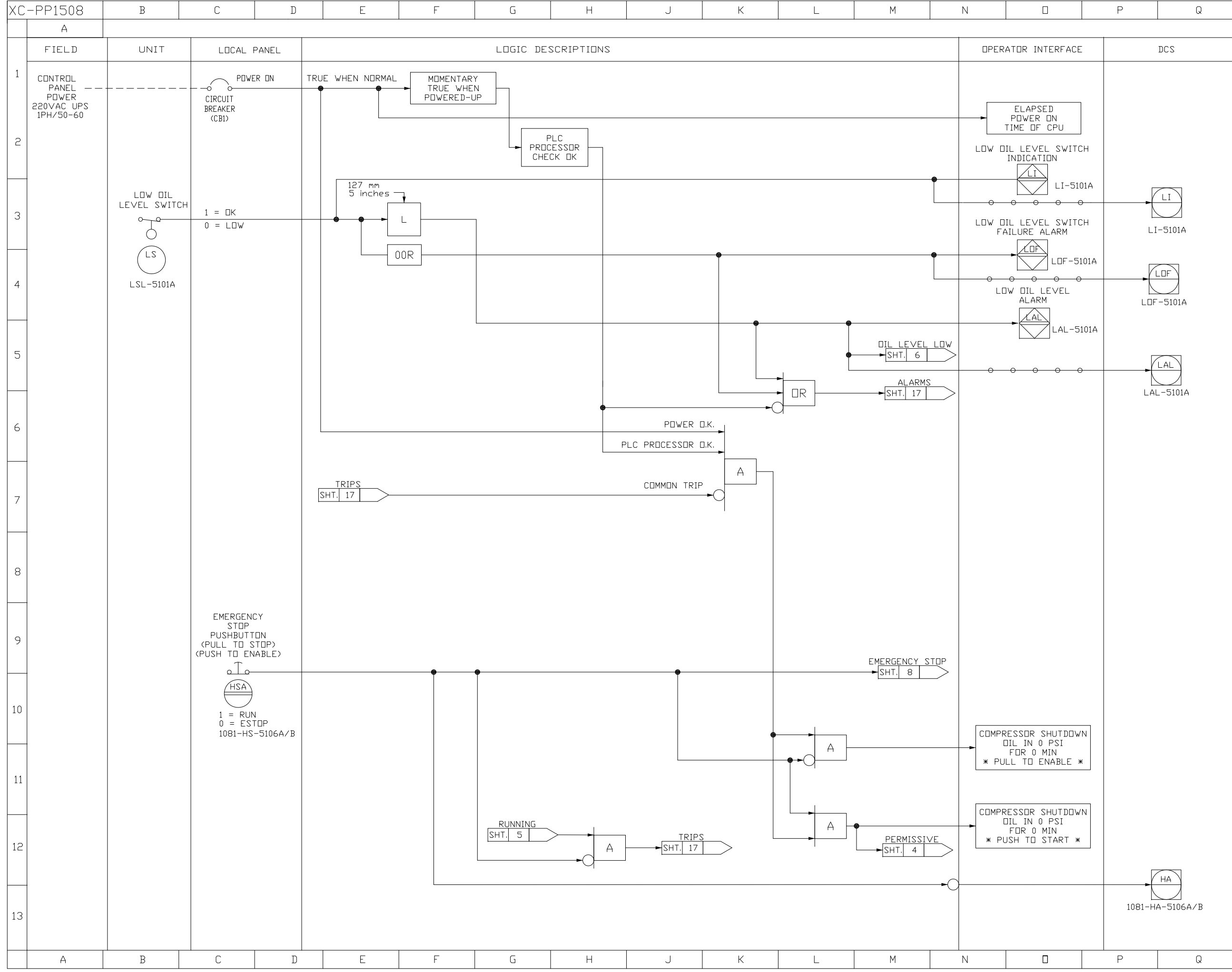
LOGIC DIAGRAMS
 LEGEND SHEET

DR. J.BINKOWSKI
 CK. W.BURNS
 ENG.AP.J.KUSOLEK
 ENG.AP.J.PATNIK
 ENG.AP.L.WAGNER
 DATE 08/26/2010
 S.D. B0ELIE007
 SCALE N.T.S.
 SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
 CAD GENERATED DRAWING

XC- PP1508 REV 2
 SHEET 2 OF 20



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

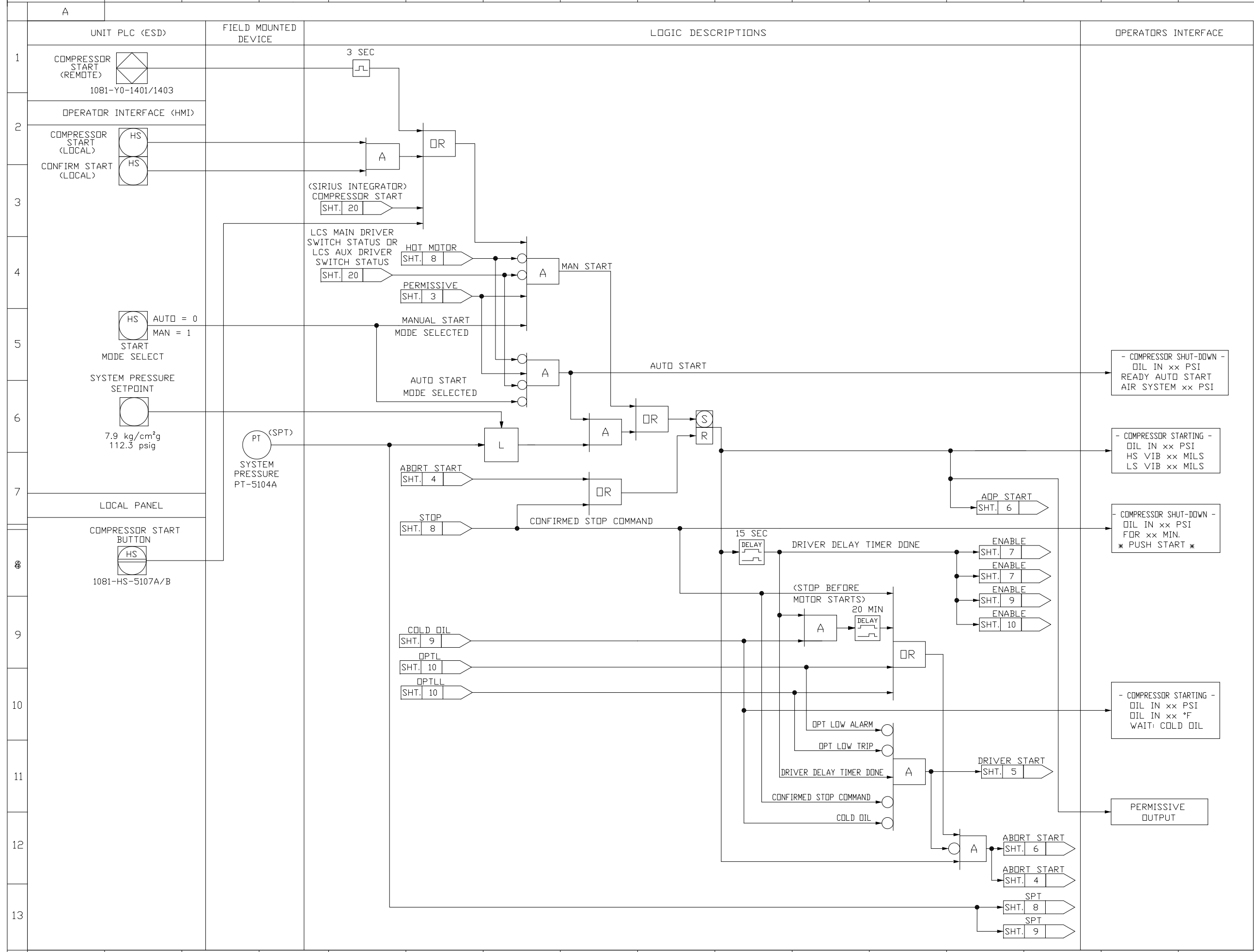
LOGIC DIAGRAMS
STARTUP PERMISSIVES

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEX
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. BOELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

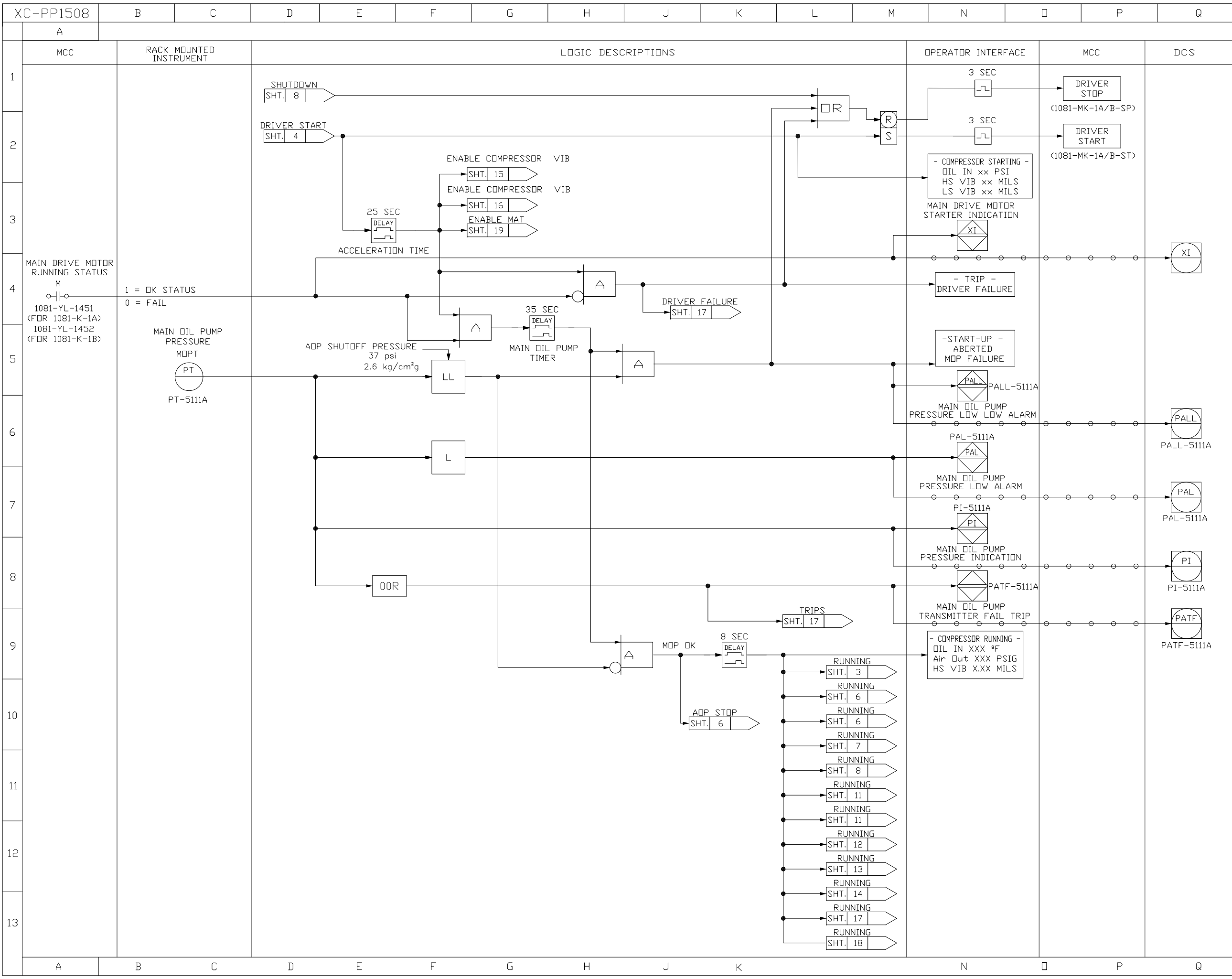
THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
REV 2

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 3 OF 20



REFERENCE DRAWINGS			
DRAWING TITLE	DRAWING NO.		
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE	WC-PP0203		
DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER
PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530 USER: SDNATRACH S.O. BOELIE007-1,2 G.O. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2			
LOGIC DIAGRAMS AUX. OILPUMP START			
DR. J.BINKOWSKI CK. W.BURNS ENG.AP.J.KUSOLEK ENG.AP.J.PATNIK ENG.AP.L.WAGNER DATE 08/26/2010 S.O. BOELIE007 SCALE N.T.S. SIMILAR TO		THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY. © 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC. CAD GENERATED DRAWING XC- PP1508 REV 2	
ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION		SHEET 4 OF 20	



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE	WC-PP0203
P & I DIAGRAM	

DRAWING REVISIONS			
REV NO	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	ADDED PAL-5111A, (1081-MK-1A/B-SP)&(1081-MK-1A/B-ST)	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER	SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.	4500056530
USER	SDNATRACH
S.D.	BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
DRIVER START

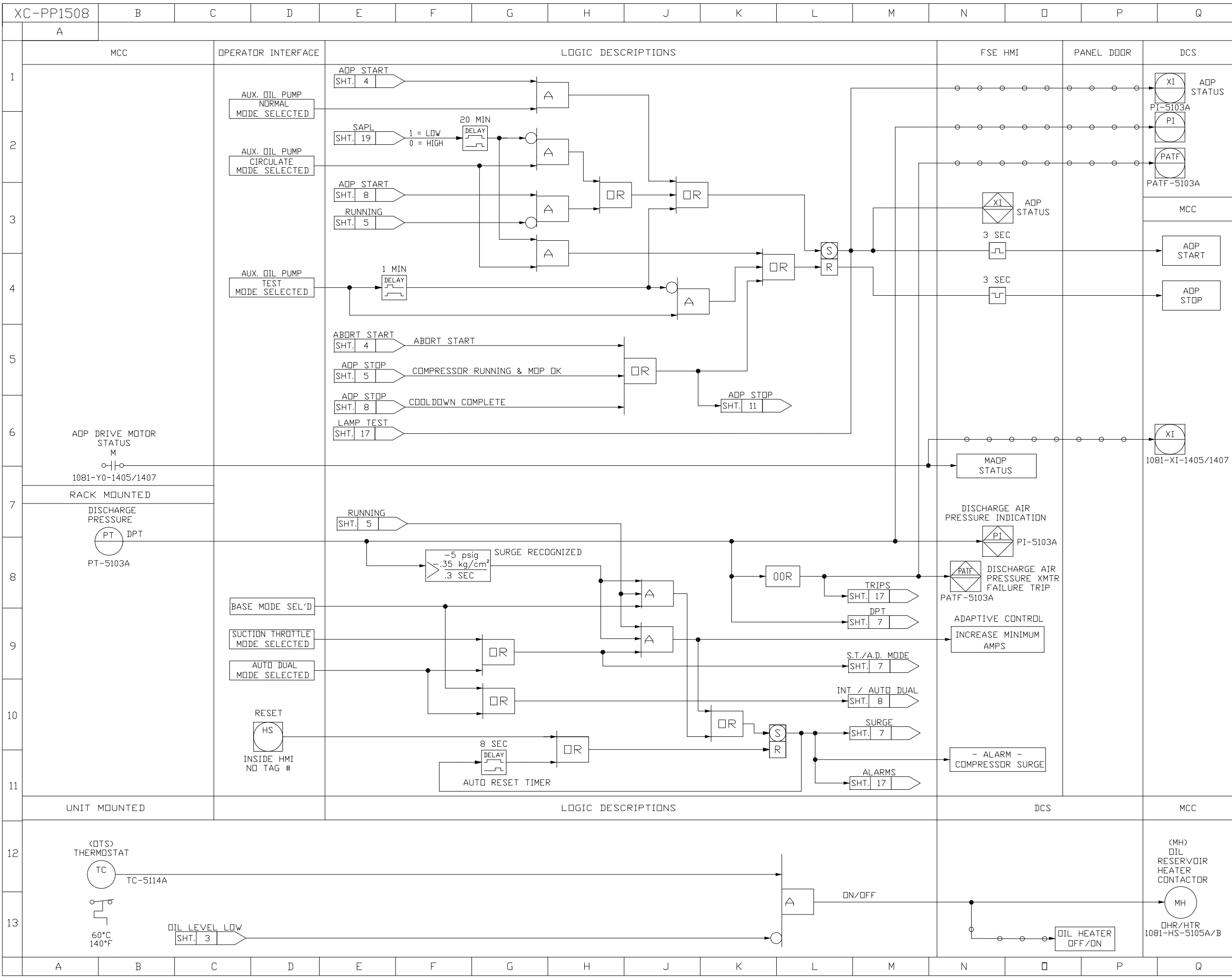
DR. J.BINKOWSKI	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.
CK. W.BURNS	
ENG.AP.J.KUSOLEK	
ENG.AP.L.PATNIK	
ENG.AP.L.WAGNER	
DATE 08/26/2010	
S.D. BOELIE007	
SCALE N.T.S.	
SIMILAR TO	

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION	○ ○ ○ ○
SHEET 5 OF 20	

FS-ELLIOTT

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING

XC- PP1508 REV 2



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE	WC-PP0203
P & I DIAGRAM	

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	PI WAS PT, PATF WAS PA & PT	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530
USER: SDNATRACH
S.O. BOELIE007-1,2 G.O. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

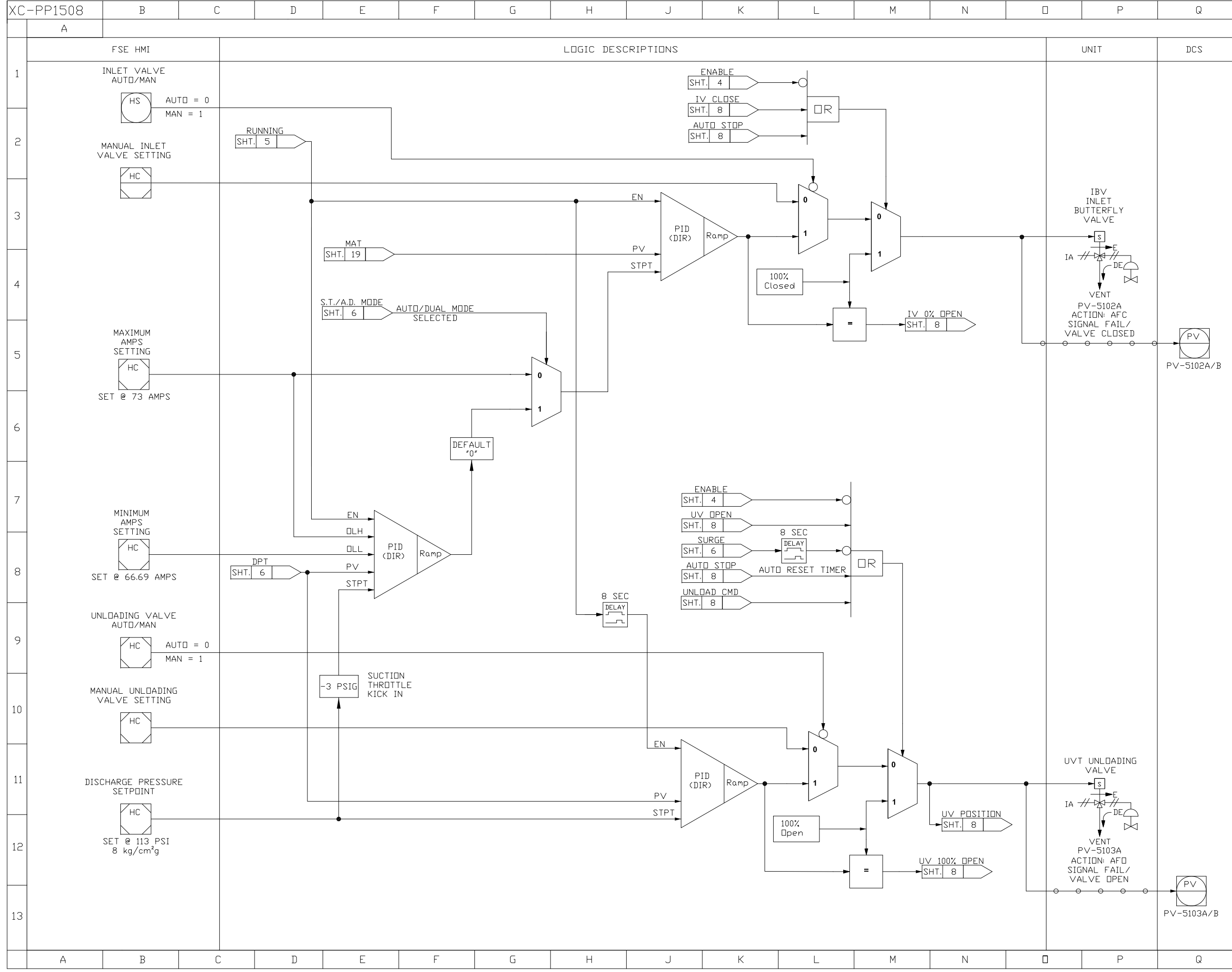
LOGIC DIAGRAMS
SURGE CHECK & OIL HEATER

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEK
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.O. BOELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

FS-ELLIOTT
© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING

XC-PP1508
REV 2
SHEET 6 OF 20



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE	WC-PP0203
P & I DIAGRAM	

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

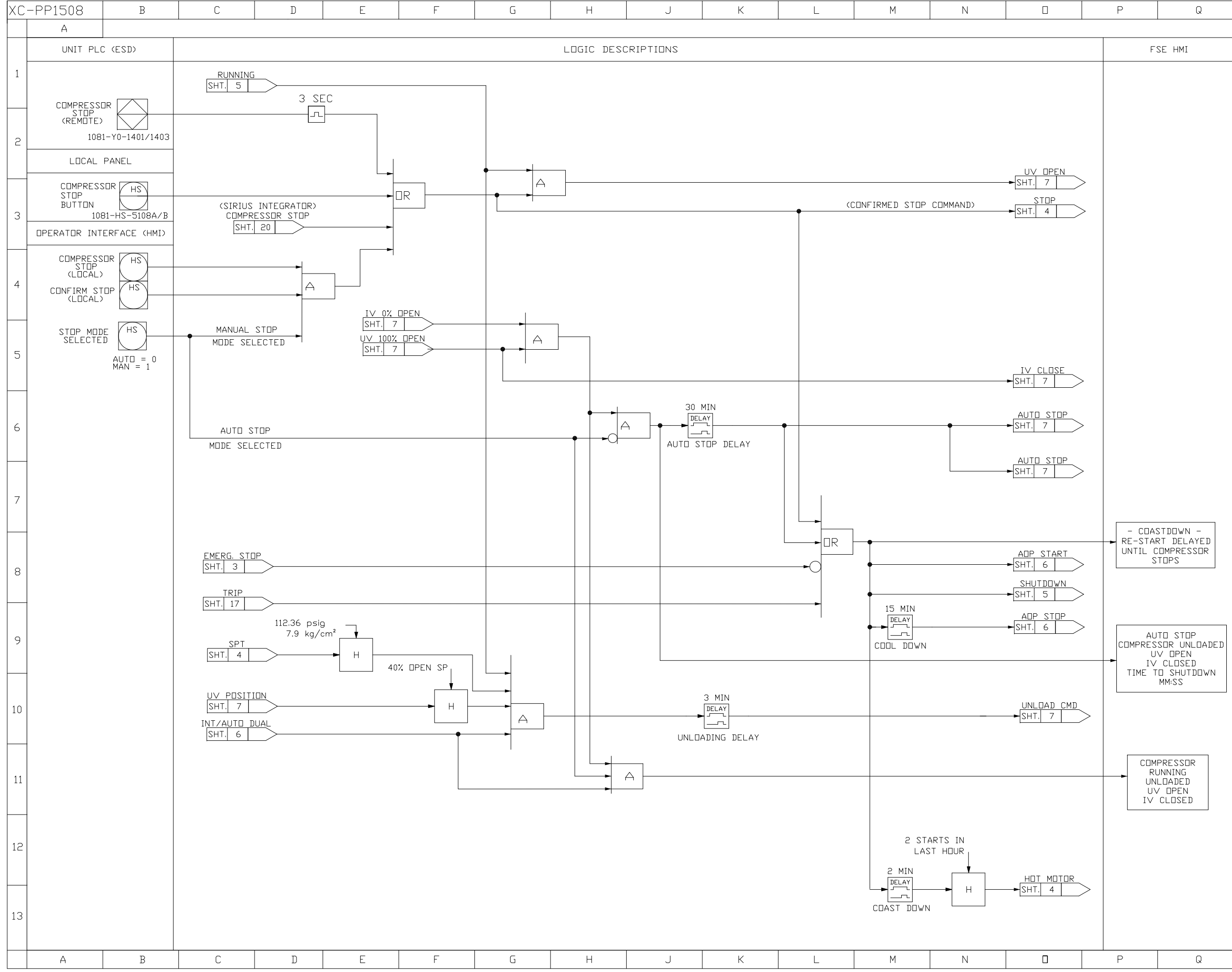
PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530
USER: SDNATRACH
S.D.: B0ELIE007-1,2 G.D.: AP08-R316-018 SERIAL B0ELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
BASE ST. MODES

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEK
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. B0ELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
ELLIOTT
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
SHEET 7 OF 20
REV 2



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS

REV NO.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTER	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL	WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL	WAGNER

PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530
USER: SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
COAST DOWN & COOL DOWN

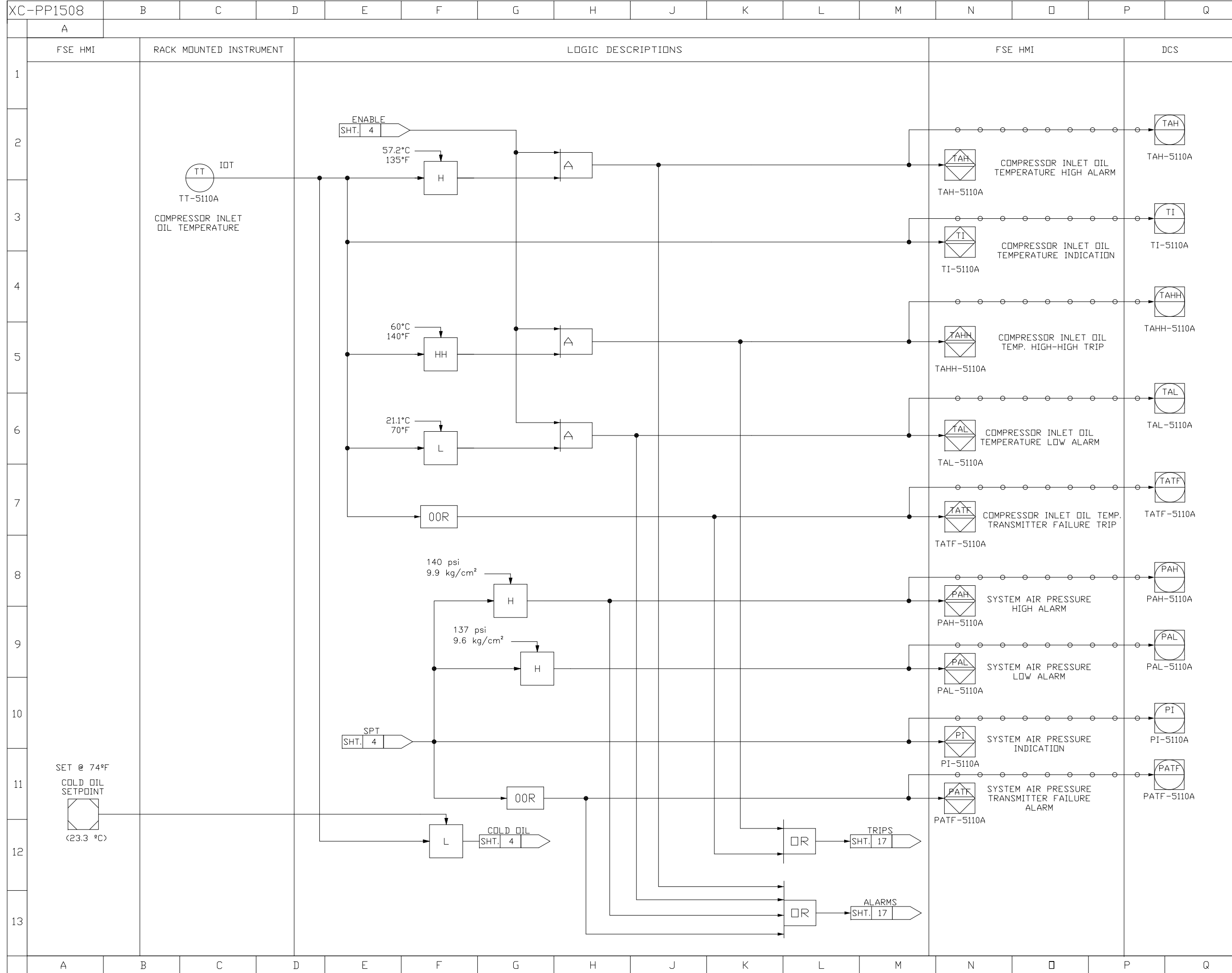
DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEK
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. BOELIE007
SCALE N.T.S.

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 8 OF 20

XC- PP1508 REV 2



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	ADDED PAL-5110A	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

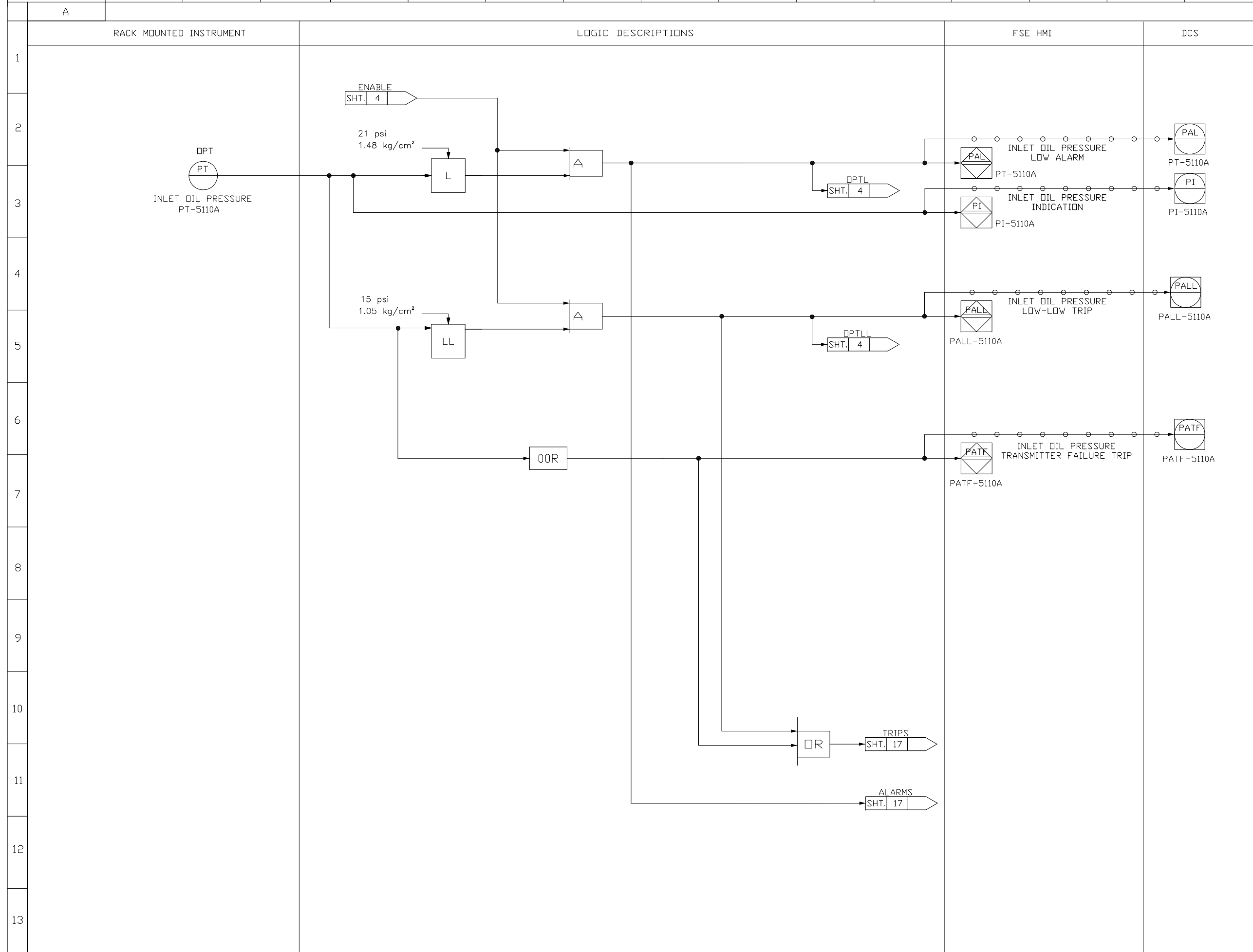
LOGIC DIAGRAMS
ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEX
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. BOELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
ELLIOTT
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
REV 2

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION
SHEET 9 OF 20



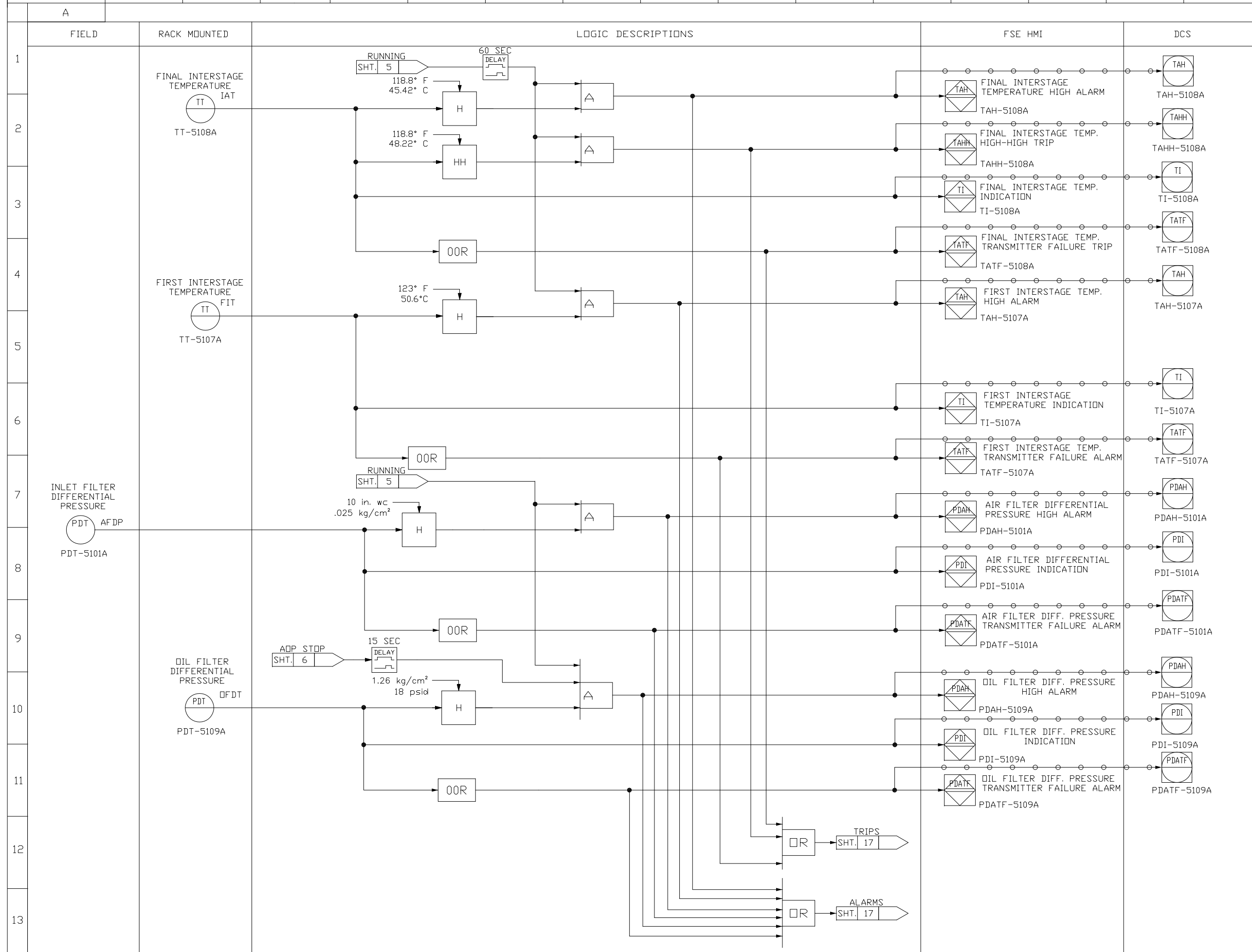
REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI CK. W.BURNS ENG.AP.J.KUSOLEX ENG.AP.J.PATNIK ENG.AP.L.WAGNER DATE 08/26/2010 S.D. BOELIE007 SCALE N.T.S. SIMILAR TO	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.	© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC. CAD GENERATED DRAWING XC- PP1508 SHEET 10 OF 20 REV 2
---	---	---



REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

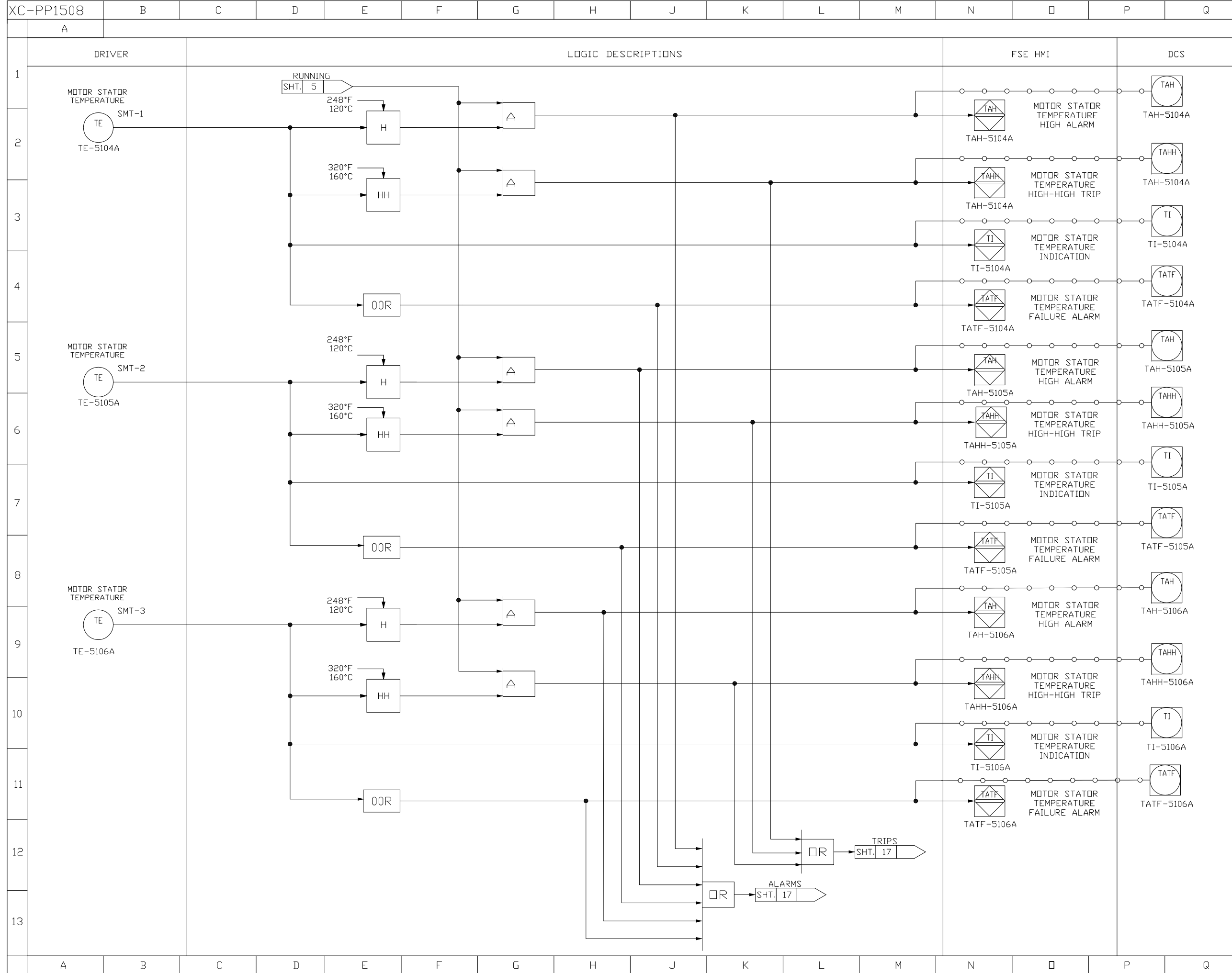
PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
 USER SDNATRACH
 S.O. BOELIE007-1,2 G.O. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI
 CK. W.BURNS
 ENG.AP.J.KUSOLEK
 ENG.AP.J.PATNIK
 ENG.AP.L.WAGNER
 DATE 08/26/2010
 S.O. BOELIE007
 SCALE N.T.S.
 SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
 CAD GENERATED DRAWING
 XC- PP1508
 REV 2



NOTES:

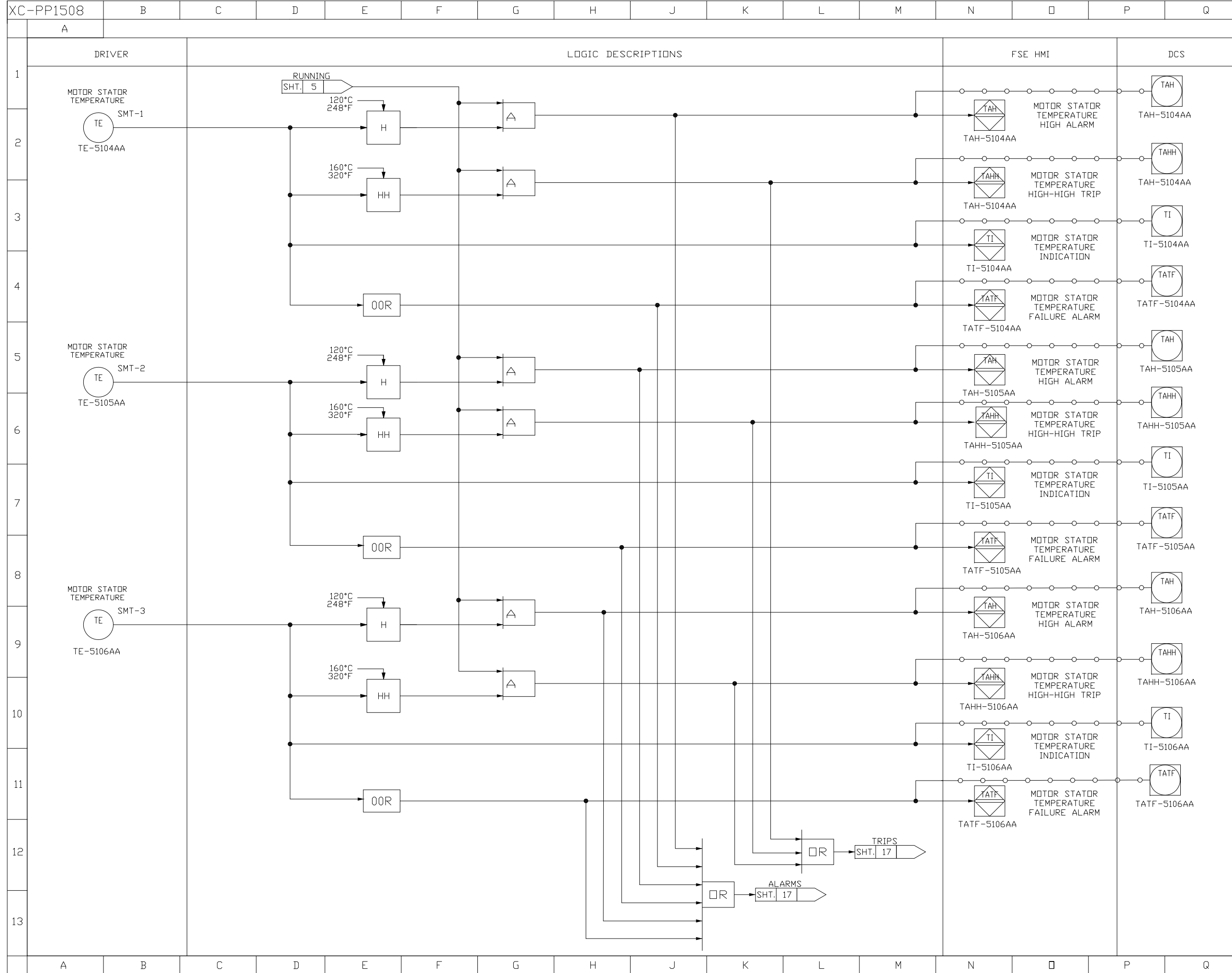
REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	TEMPERATURE FAILURE WAS TEMP. TRANSMITTER FAILURE	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
 USER SDNATRACH
 S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
 DRIVER TEMPERATURE INDICATION & ALARMS

DR. J.BINKOWSKI CK. W.BURNS ENG.AP.J.KUSOLEK ENG.AP.J.PATNIK ENG.AP.L.WAGNER DATE 08/26/2010 S.D. BOELIE007 SCALE N.T.S. SIMILAR TO	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.	
ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 12 OF 20	© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC. CAD GENERATED DRAWING XC- PP1508 REV 2	



NOTES:
 THIS IS LOGICS FOR SPARE RTD ELEMENTS. THESE ELEMENTS NOT SHOWN ON PID PER SECL REQUEST.

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS				
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTER	APPROVAL
2	4/28/2011	TEMPERATURE FAILURE WAS TEMP. TRANSMITTER FAILURE	BRILL	WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL	WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
 USER SDNATRACH
 S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

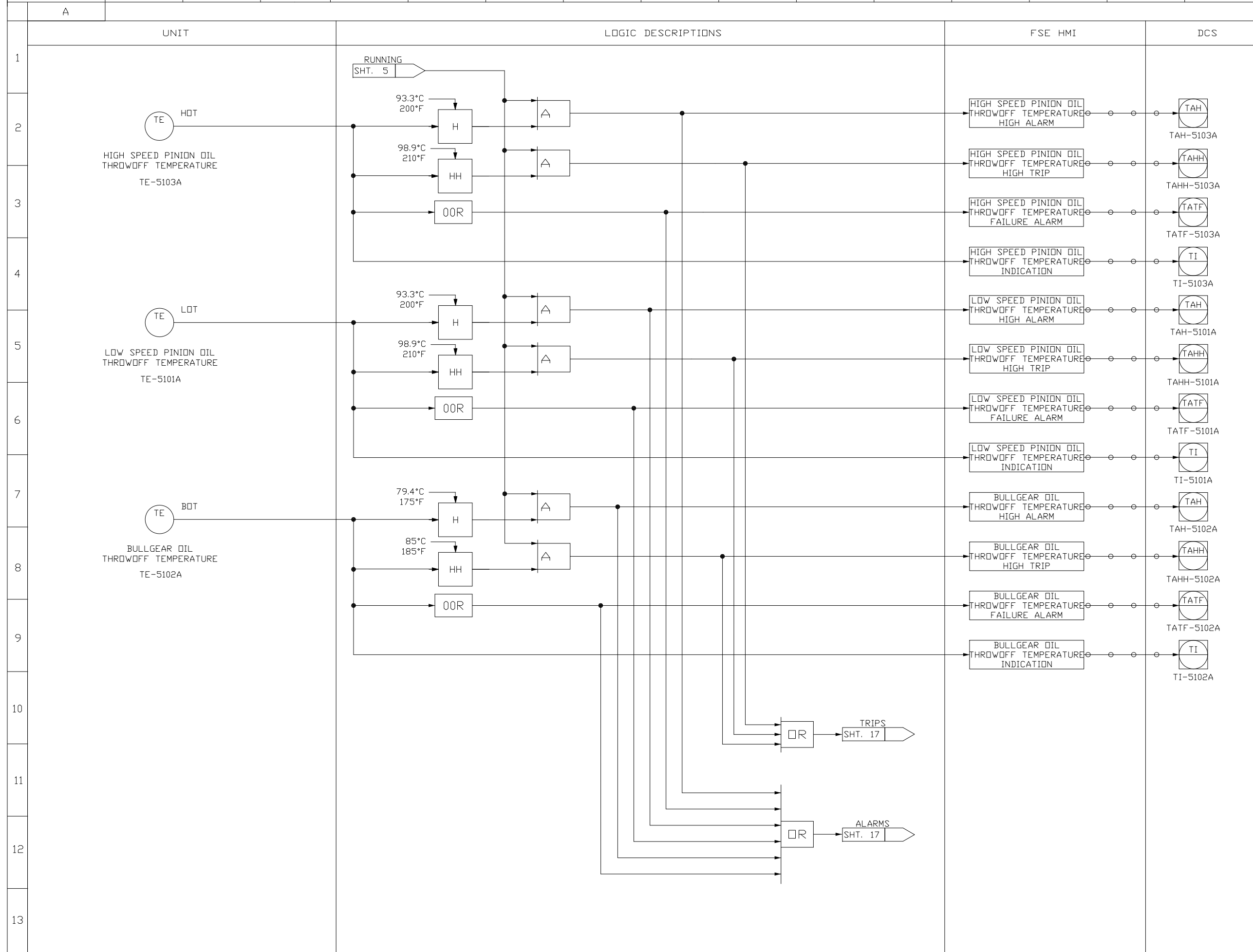
LOGIC DIAGRAMS
 DRIVER TEMPERATURE INDICATION & ALARMS

DR. J.BINKOWSKI
 CK. W.BURNS
 ENG.AP.J.KUSOLEK
 ENG.AP.J.PATNIK
 ENG.AP.L.WAGNER
 DATE 08/26/2010
 S.D. BOELIE007
 SCALE N.T.S.
 SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
 CAD GENERATED DRAWING
 XC- PP1508
 REV 2

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 13 OF 20



UNIT	LOGIC DESCRIPTIONS	FSE HMI	DCS
1 HSD TE-5103A	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Alarm	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Alarm	TAH-5103A
	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Trip	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Trip	TAHH-5103A
	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	TATF-5103A
	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Indication	High Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Indication	TI-5103A
2 LSD TE-5101A	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Alarm	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Alarm	TAH-5101A
	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Trip	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature High Trip	TAHH-5101A
	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	TATF-5101A
	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Indication	Low Speed Pinion Oil Throwoff Temperature Indication	TI-5101A
3 BGO TE-5102A	Bullgear Oil Throwoff Temperature High Alarm	Bullgear Oil Throwoff Temperature High Alarm	TAH-5102A
	Bullgear Oil Throwoff Temperature High Trip	Bullgear Oil Throwoff Temperature High Trip	TAHH-5102A
	Bullgear Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	Bullgear Oil Throwoff Temperature Failure Alarm	TATF-5102A
	Bullgear Oil Throwoff Temperature Indication	Bullgear Oil Throwoff Temperature Indication	TI-5102A

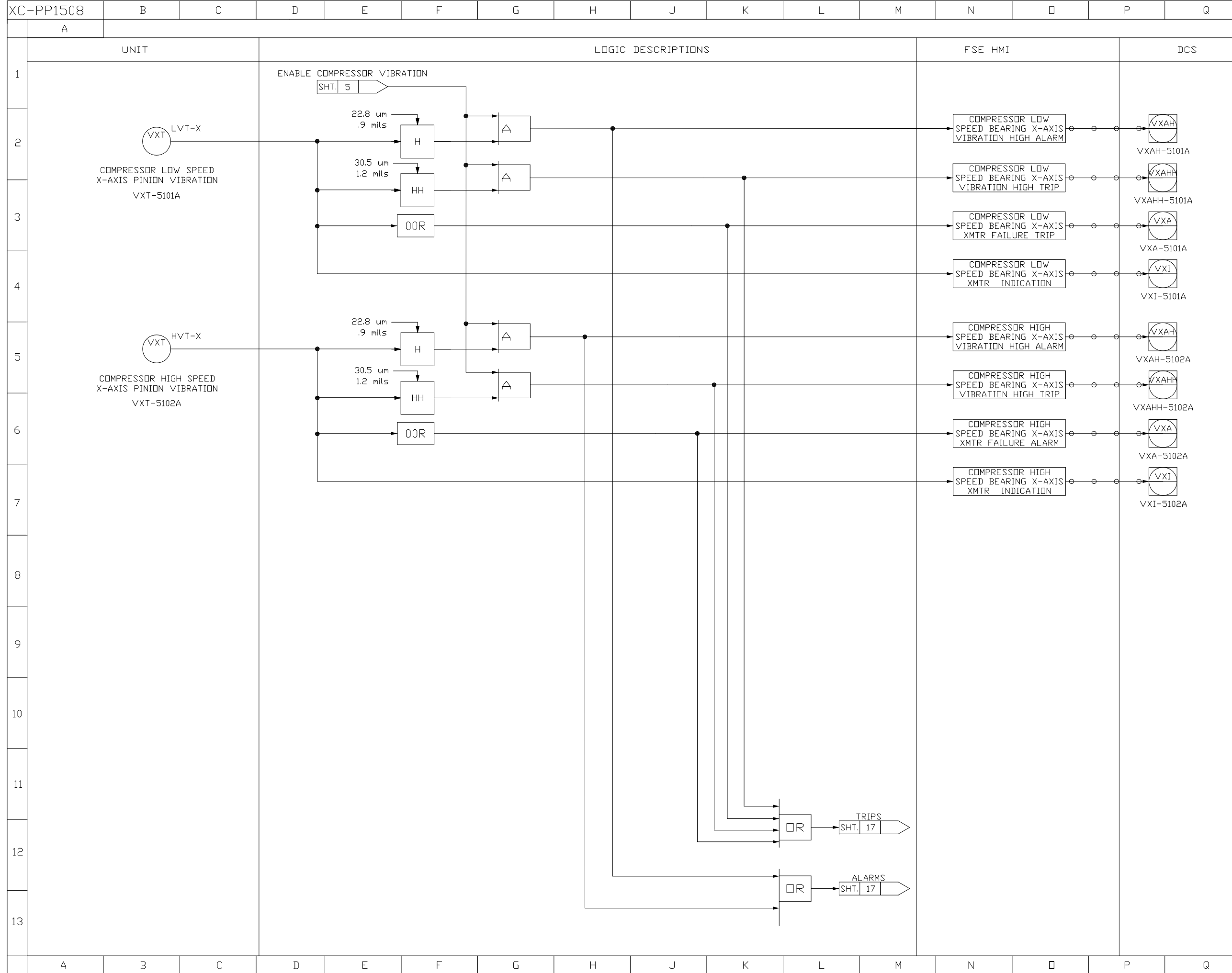
REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS				
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTER	APPROVAL
2	4/28/2011	TEMP FAILURE & INDICATION WAS TEMP. TRANS FAILURE & INDICATION	BRILL	WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL	WAGNER

PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530
 USER: SDNATRACH
 S.O.: B0ELIE007-1,2 G.O.: AP08-R316-018 SERIAL B0ELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
 COMPRESSOR TEMPERATURE INDICATION & ALARMS

DR. J.BINKOWSKI	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.	
CK: W.BURNS ENG.AP.J.KUSOLEK ENG.AP.J.PATNIK ENG.AP.L.WAGNER DATE 08/26/2010 S.O. B0ELIE007 SCALE N.T.S. SIMILAR TO	© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC. CAD GENERATED DRAWING XC-PP1508 REV 2	



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

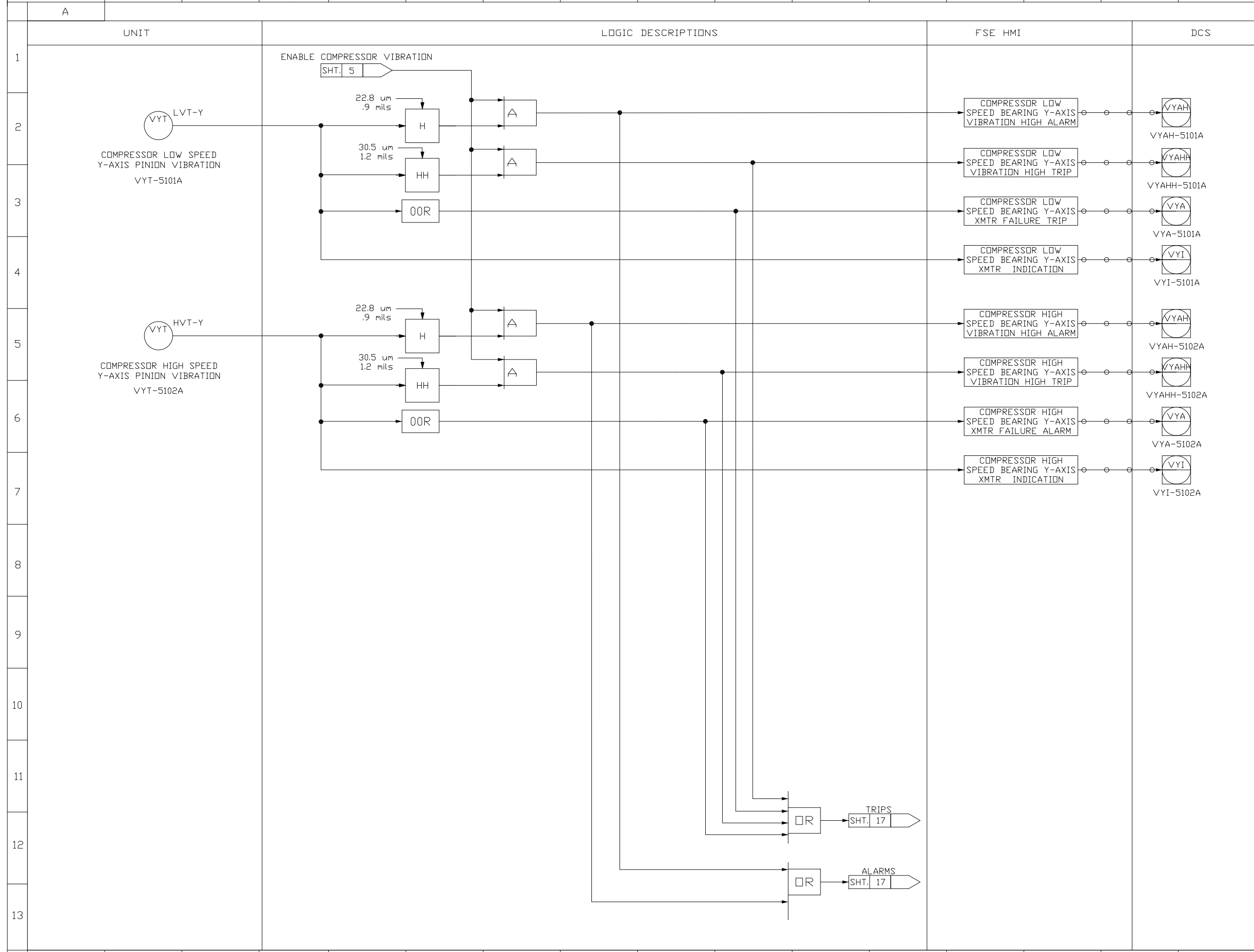
DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. B0ELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL B0ELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
COMPRESSOR VIBRATION ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.	
CK. W.BURNS		
ENG.AP.J.KUSOLEK		
ENG.AP.J.PATNIK		
ENG.AP.L.WAGNER		
DATE 08/26/2010		
S.D. B0ELIE007		
SCALE N.T.S.		
SIMILAR TO		

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
SHEET 15 OF 20
REV 2



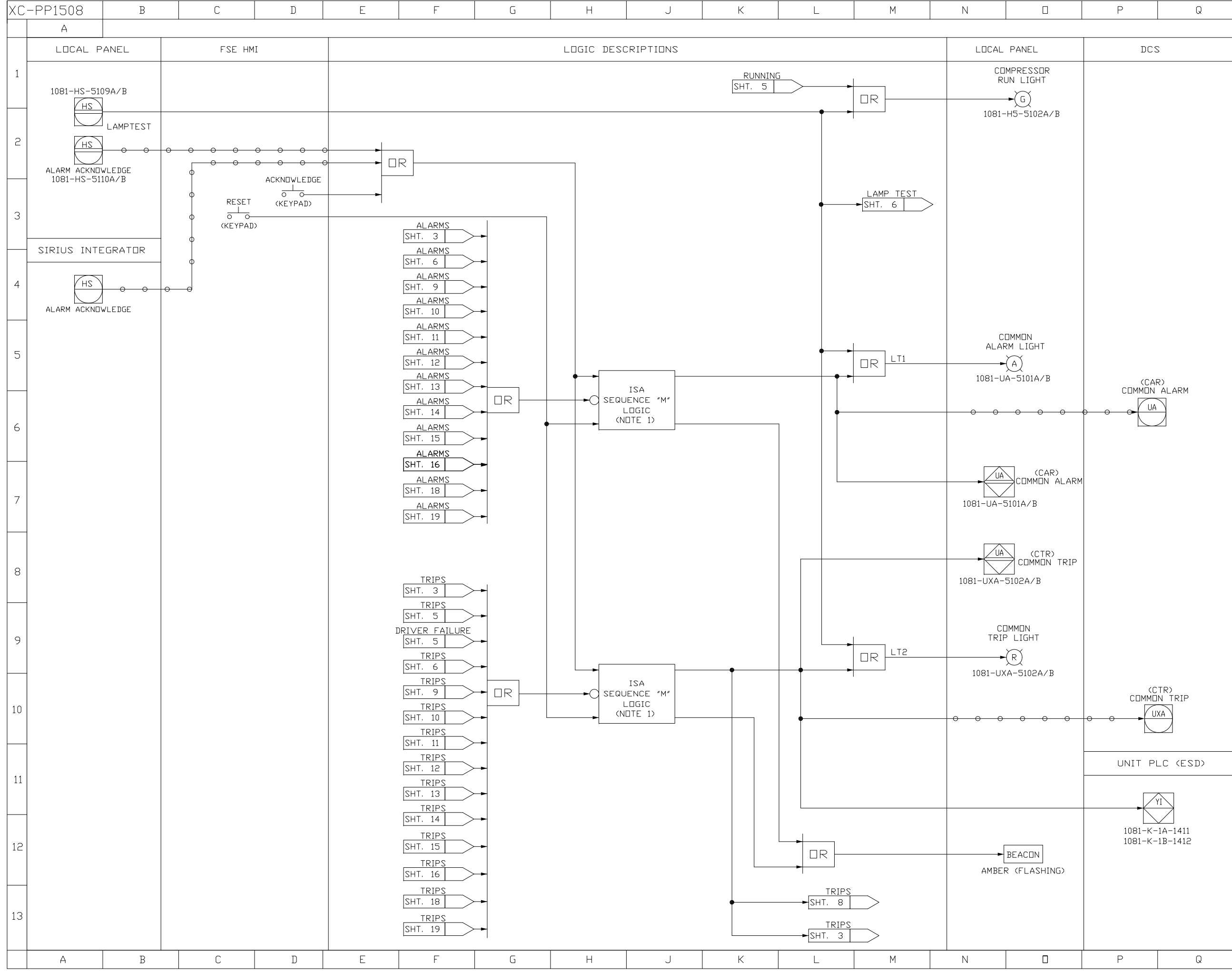
REFERENCE DRAWINGS				
DRAWING TITLE	DRAWING NO.			
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203			
DRAWING REVISIONS				
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTER	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL	WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL	WAGNER

PURCHASER	SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.	4500056530
USER	SDNATRACH
S.D.	BOELIE007-1,2
G.D.	AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
COMPRESSOR VIBRATION ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI	THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.
CK. W.BURNS	
ENG.AP. JAJUSLEK	
ENG.AP. J.PATNIK	
ENG.AP. L.WAGNER	
DATE 08/26/2010	
S.D. BOELIE007	
SCALE N.T.S.	
SIMILAR TO	

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
 CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508 REV 2
 SHEET 16 OF 20



NOTE #1 ISA SEQUENCE "M" LOGIC

	ALARM	ACKNOWLEDGE	NORMAL	RESET
VISUAL	FLASH	STEADY	STEADY	OFF
AUDIBLE	ON	OFF	OFF	OFF

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS

REV NO.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTER	APPROVAL
2	4/28/2011	ADDED 1081-K-1A-1411 & 1081-K-1A-1412, 1081-XI-5102A/B/C WAS 1081-HS-5101A/B/C	BRILL	WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL	WAGNER

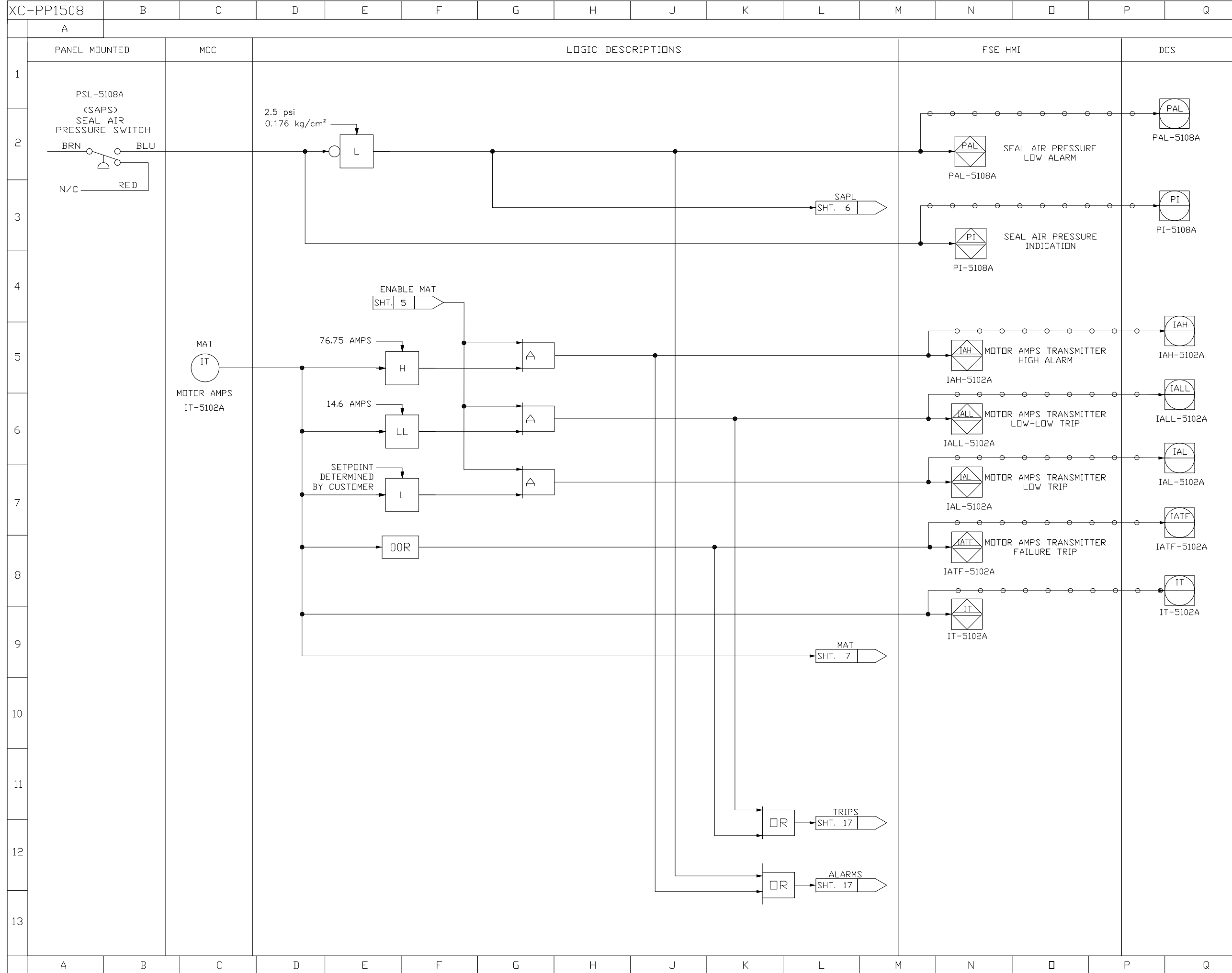
PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
USER SDNATRACH
S.D. B0ELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL B0ELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
COMMON ALARMS & TRIPS

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP.J.KUSOLEK
ENG.AP.J.PATNIK
ENG.AP.L.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. B0ELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C.
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
REV 2
SHEET 17 OF 20



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE P & I DIAGRAM	WC-PP0203

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	ADDED IAL-5102A, PSL-5108A WAS PS-5108A & MCC WAS DRIVER	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	GENERAL REVISION	BRILL WAGNER

PURCHASER: SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
PURCHASER'S ORDER NO.: 4500056530
USER: SDNATRACH
S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

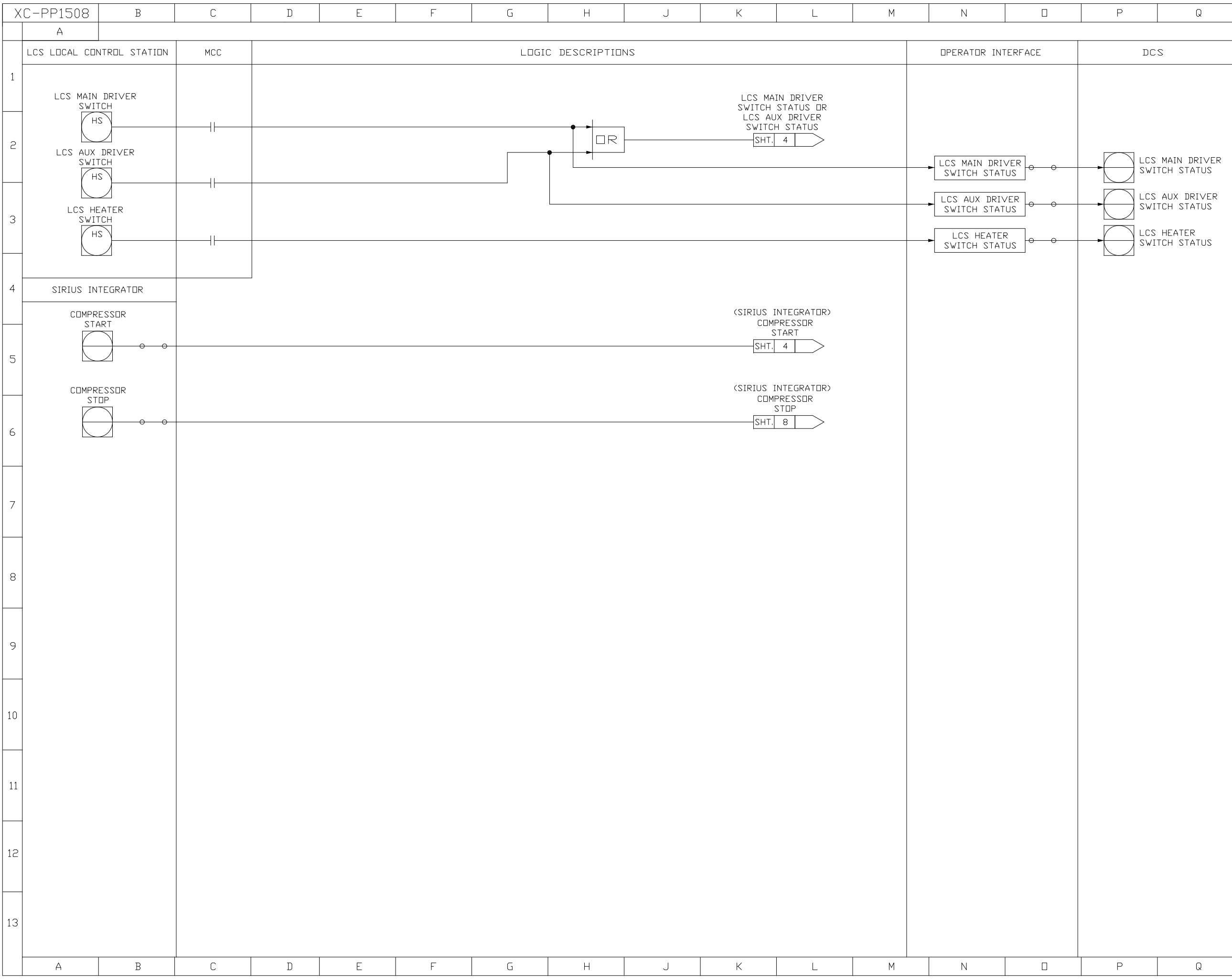
LOGIC DIAGRAMS
MISCELLANEOUS CONTROLS SHEET 2

DR. J.BINKOWSKI
CK. W.BURNS
ENG.AP. JAJUSLEK
ENG.AP. J.PATNIK
ENG.AP. T.WAGNER
DATE 08/26/2010
S.D. BOELIE007
SCALE N.T.S.
SIMILAR TO

THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, LLC, AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.

© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, LLC.
CAD GENERATED DRAWING
XC- PP1508
REV 2

ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION SHEET 19 OF 20



NOTES:

REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING TITLE	DRAWING NO.
COMPRESSOR CONTROL NARRATIVE	WC-PP0203
P & I DIAGRAM	

DRAWING REVISIONS			
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	APPROVAL
2	4/28/2011	NO CHANGE - THIS DRAWING	BRILL WAGNER
1	3/18/2011	ADDED THIS SHEET	BRILL WAGNER

PURCHASER SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD
 PURCHASER'S ORDER NO. 4500056530
 USER SDNATRACH
 S.D. BOELIE007-1,2 G.D. AP08-R316-018 SERIAL BOELIE007-1,2

LOGIC DIAGRAMS
 LCS/SI REMDTE CONNECTIONS

DR: M.J.BRILL	<small>THIS DRAWING AND ALL INFORMATION SHOWN THEREON IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND IS PROVIDED SUBJECT TO THE EXPRESS CONDITION THAT THE DRAWING IS NOT TO BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, OR USED FOR THE BENEFIT OF ANYONE OTHER THAN FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C. AND NO INFORMATION SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE DISCLOSED OR USED IN ANY WAY.</small>	
CK: W.BURNS		
ENG.AP. J.WISOLEK		
ENG.AP. J.PATNIK		
ENG.AP. T.WAGNER		
DATE 03/??/2011		
S.D. BOELIE007	© 2011 FS-ELLIOTT COMPANY, L.L.C.	CAD GENERATED DRAWING
SCALE N.T.S.		
SIMILAR TO		
ASSOCIATE PLANT IDENTIFICATION	○ ○ ○	
SHEET 20 OF 20		
		REV 2