

*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 : **RACHI Ouissem**

**BOUZANA Maroua**

***Conception d'un système de supervision et détection  
devibration pour le compresseur TK51.RA1K***

**Thème**

*Soutenu publiquement le : 04/07/2023 devant les jurys composés de :*

***Président Dr.Kerboua Adlen***

***U.Skikda***

***Encadrant Dr.Bendib Riad***

***U.Skikda***

***Examineur Dr. Metatla Hassina***

***U.Skikda***

## **Remerciements**

*Nous tenons, tout d'abord, à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux de la force et la patience qu'il nous a donné pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous remercions infiniment notre encadrant Dr.Bendib Riad pour l'honneur qu'il nous a fait en nous encourageant, nous orientant et en nous soutenant. Nous le remercions également pour ses conseils, et la confiance qu'il nous a constamment témoignés qui ont été pour nous très motivants.*

*Nous remercions aussi énormément madame Amel Messmoudi pour son aide durant notre stage pratique, ainsi Qu'à sa patience avec nous tout au long de l'élaboration de ce mémoire*

*Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude envers Monsieur Sami pour son précieux temps, son expertise et son dévouement à corriger notre travail et à nous guider. Sa contribution inestimable nous a permis de progresser et à améliorer notre compréhension de sujet*

*Enfin, On tient à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude à toutes les personnes qui nous ont aidé et ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous espérons que ce travail leur témoignera toute notre estime à leurs égards.*

## Dédicace

À ma mère, source inépuisable de vie et de soutien, tu as été ma lumière dans les ténèbres, celle qui m'a rappelé que la vie est belle malgré les épreuves. Tu as été mon rayon de soleil dans les moments les plus difficiles. Tu as sacrifié tant de choses pour ma réussite et mon bonheur. Tu as travaillé dur et surmonté des épreuves pour m'offrir le meilleur. Je suis reconnaissante de tous les efforts que tu as déployés pour moi.

À mon père, pour sa présence bienveillante qui m'a encouragé à poursuivre mes rêves et à me dépasser. Tu m'as inculqué des valeurs de courage, de persévérance et d'intégrité qui continuent de guider mes pas. Tu as su être un pilier solide dans ma vie, m'offrant ton amour inconditionnel et ton soutien indéfectible. Tu m'as montré le sens de la responsabilité. Tes gestes d'affection et ta présence réconfortante ont été mon refuge dans les moments de doute et de tourmente.

À mes sœurs Amina, Wafa et Imen. Vous êtes mes complices, mes partenaires de jeux et mes soutiens indéfectibles. Votre présence dans ma vie a apporté une richesse inestimable et une joie incommensurable.

À mes neveux, Joud, Iyed, mes morceaux de sucre.

À mes nièces Iline et Miral, ces rayons de soleil dans ma vie.

À mes frères Wail et Ilyes, complices de mes joies et de mes peines.

À mes amies sincères Mana et Rahma, nous avons surmonté ensemble les obstacles qui se dressaient sur notre chemin.

À Rania et chames el ouissal vous avez été mes piliers inébranlables pendant les jours sombres de ma maladie, apportant la lumière et la force dont j'avais besoin pour me rétablir.

À ma binôme maroua Notre collaboration a été un véritable cadeau, et je suis reconnaissant(e) d'avoir pu partager cette aventure avec toi.

Je vous dédie ce mémoire, car chacun de vous a joué un rôle crucial dans mon accomplissement. Vos encouragements, votre amour et votre soutien indéfectibles ont été mes moteurs tout au long de cette aventure.

Ouissam RACHI

## Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir permis de terminer ce travail.

Ensuite, je dédie ce travail :

À ma chère mère, qui m'a soutenu depuis mes premiers pas jusqu'à cette étape cruciale de ma vie. Ta force, ton amour inconditionnel et tes sacrifices ont été la fondation sur laquelle je me suis construite.

À mon père bien-aimé, Ta présence bienveillante est une source constante de réconfort et de soutien. Je suis fière d'être ta fille et reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi.

À mes grandes mères pour leur prières illimitées, je demande à dieu de te guérir et de t'accorder la santé.

À mes frères, Younes et Haron, mes complices de toujours,

Cette dédicace est pour vous, mes chers frères, qui avez partagé avec moi les joies et les défis de cette étape cruciale. Votre soutien inconditionnel, votre camaraderie et votre encouragement constant ont été des sources d'inspiration inestimables

À mon amie proche, Manel, ma sœur de cœur,

Cette dédicace est une déclaration de l'amitié profonde qui nous lie. Tu as été ma confidente. Ta présence bienveillante et ton soutien indéfectible m'ont aidé(e) à surmonter les épreuves. Que notre amitié continue à s'épanouir, remplissant nos vies de bonheur et de complicité

À mes amis Djihed et Djouhaina, qui ont éclairé ma route de leur présence précieuse, Cette dédicace est pour vous, mes chers

À ma binôme, Ouissem, pour ton soutien indéfectible tout au long de ce parcours,

Cette dédicace est un témoignage de notre partenariat solide et de notre collaboration fructueuse. Ta présence à mes côtés, Merci d'avoir été là à chaque étape

À mon professeur d'enfance, Hammada, que son âme repose en paix,

Cette dédicace est une reconnaissance pour toi, cher professeur, qui m'a inculqué les bases de l'apprentissage et m'a encouragé(e) à poursuivre mes études avec passion. Ton dévouement et ton amour pour l'éducation resteront gravés dans mon cœur.

À mes chers professeurs, Mr. Younes Mansori, Mr. Sobhi Aziz,  
Madame Rob'i , Madame Aarab , Madame Wadia,

Cette dédicace est pour vous, mes enseignants dévoués, qui m'ont guidée avec patience et passion. Votre expertise, votre soutien et votre engagement à m'enseigner ont été essentiels à ma réussite. Merci d'avoir partagé vos connaissances et de m'avoir encouragé(e) à donner le meilleur de moi-même.

Bouzana Maroua

## **Résumé**

Ce mémoire examine l'étanchéité du compresseur 100 tk51 utilisé pour comprimer l'hydrogène dans la raffinerie ra1k Skikda. Il met en évidence l'utilisation du programme Tristation et de l'interface Intouch pour le contrôle et la surveillance du compresseur, des boosters, des bouteilles d'azote associées à une vanne. Les solutions telles que l'utilisation de boosters et de bouteilles d'azote sont étudiées pour atteindre la pression requise. Les permis de démarrage des boosters et des bouteilles d'azote sont examinés, ainsi que les procédures de démarrage et de shutdown du compresseur en cas d'alarmes des transmetteurs (pression et vibrations). Ce mémoire met en évidence l'importance de maintenir une étanchéité adéquate et souligne l'impact positif du programme Tristation et de l'interface Intouch dans l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité des processus de compression de l'hydrogène.

## **Abstract**

This thesis examines the sealing of the 100 tk51 compressor used to compress hydrogen in the ra1k Skikda refinery. It focusses on the use of the Tristation program and the Intouch interface for controlling and monitoring the compressor, boosters, nitrogen bottles, and associated valve.

Solutions such as the use of boosters and nitrogen bottles are studied to achieve the required pressure. The startup permits for the boosters and nitrogen bottles are examined, as well as the startup and shutdown procedures of the compressor in case of transmitter alarms. This thesis emphasizes the importance of maintaining adequate sealing and focus on the positive impact of the Tristation program and the Intouch interface in improving the safety and efficiency of hydrogen compression processes.

## **ملخص**

تناول هذا البحث دراسة عملية إحكام الضاغط 100tk51 المستخدم لضغط الهيدروجين في مصفاة ra1k Skikda يسلط الضوء على استخدام برنامج Tristation وواجهة Intouch للتحكم والمراقبة للكمبرسور ومعززات الضغط و قنوات النيتروجين والصمام المرتبط به. يتم دراسة الحلول و تصاريح التشغيل مثل استخدام معززات الضغط وقناني النيتروجين لتحقيق الضغط المطلوب. يتم فحص تصاريح التشغيل ، وكذلك إجراءات بدء التشغيل وإيقاف التشغيل للكمبرسور في حالة وجود إنذارات من أجهزة الإرسال. يؤكد هذا البحث أهمية الحفاظ على إحكام الغلق الكافي ويسلط الضوء على الأثر الإيجابي لبرنامج Tristation وواجهة Intouch في تحسين السلامة والكفاءة لعمليات ضغط الهيدروجين.

# Sommaire

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. Compresseur :</b>  | <b>3</b>  |
| <b>I.1. Introduction :</b>   | <b>3</b>  |
| <b>I.2. Définition du compresseur :</b>  | <b>3</b>  |
| <b>I.3. Principe de fonctionnement d'un compresseur :</b>                                | <b>4</b>  |
| <b>I.4. Les différents types de compression</b>  | <b>5</b>  |
| I.4.1. Alu/Fonte :   | 5         |
| I.4.2. Mono/Bi cylindre :  | 5         |
| <b>I.5. Comment utiliser un compresseur :</b>  | <b>6</b>  |
| I.5.1. Ce qu'il faut faire :   | 6         |
| I.5.2. Ce qu'il ne faut pas faire. Et consignes de sécurité :                            | 6         |
| <b>I.6. Les différents types de compresseurs :</b>                                       | <b>7</b>  |
| I.6.1. Les compresseurs volumétriques :  | 7         |
| I.6.1.1. Compresseurs alternatifs.....   | 8         |
| I.6.1.1.1. Compresseur à piston :  | 8         |
| I.6.1.1.2. Compresseur à membrane :  | 8         |
| I.6.1.2. Compresseur rotatif.....  | 9         |
| I.6.1.2.1. Compresseur à lobes :   | 9         |
| I.6.1.2.2. Compresseur à palettes :  | 10        |
| I.6.1.2.3. Compresseur à vis :   | 11        |
| I.6.1.3. Les compresseurs dynamiques.....  | 12        |
| I.6.1.4. Les compresseurs axiaux.....  | 13        |
| I.6.1.5. Les compresseurs centrifuges.....   | 14        |
| <b>I.7. Description de fonctionnement du compresseur de gaz de recyclage 100-TK-51 :</b> | <b>15</b> |
| <b>I.8. Conclusion :</b>   | <b>16</b> |
| <b>II. L'Instrumentation Moderne</b>   | <b>17</b> |
| <b>II.1. Introduction</b>  | <b>17</b> |
| <b>II.2. Les capteurs intelligents :</b>   | <b>17</b> |
| II.2.1. Définition du capteurs intelligents :  | 17        |

## Sommaire

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| II.2.2.      | Domaines D'applications Des Capteurs Intelligents                        | 17        |
| II.2.3.      | Principe de fonctionnement du capteur intelligent                        | 18        |
| II.2.3.1.    | Les types des capteurs intelligentes                                     | 19        |
| II.2.3.1.1.  | Les capteurs de température  | 19        |
| II.2.3.1.2.  | Capteurs de pression   | 19        |
| II.2.3.2.    | Transmetteur de débit  | 20        |
| II.2.3.2.1.  | Détecteur de flamme  | 21        |
| II.2.3.3.    | Fin de course  | 21        |
| II.3         | DCS  | 22        |
| II.3.1.1.    | C'est quoi le DCS ?  | 22        |
| II.3.1.2.    | Avantage du DCS  | 23        |
| II.3.1.3.    | Présentation du système DCS  | 24        |
| II.3.1.4.    | Architecture du DCS  | 24        |
| <hr/>        |  |           |
| <b>II.4.</b> | <b>Scada</b>   | <b>25</b> |
| II.4.1.1.    | Définition du SCADA  | 25        |
| II.4.1.2.    | Éléments du système SCADA  | 26        |
| II.4.1.3.    | RTU  | 26        |
| II.4.1.4.    | MTU  | 27        |
| II.4.1.5.    | Système de communication   | 28        |
| II.4.1.5.1.  | Approches d'interrogation (maître esclave)                               | 29        |
| II.4.1.5.2.  | Approches peer-to-peer   | 29        |
| II.4.1.6.    | Les fonctions principales d'un logiciel SCADA sont les actions suivantes | 29        |
| II.4.1.7.    | Avantage du SCADA  | 30        |
| II.4.1.8.    | Structure d'un système SCADA   | 30        |
| II.4.1.9.    | SCADA pour l'automatisation et le contrôle                               | 30        |
| II.4.1.10.   | Interface homme-machine (IHM)  | 31        |
| II.4.1.11.   | Les protocoles de communication d'un système SCADA                       | 31        |
| II.4.1.12.   | Modbus   | 31        |
| II.4.1.13.   | Profibus   | 32        |
| II.4.1.14.   | Le logiciel SCADA  | 32        |
| <b>II 5.</b> | <b>Les « API » :</b>   | <b>33</b> |
| II.5.1.1.    | Définition de « API »  | 33        |

## Sommaire

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| II.5.1.2.    | Structure générale d'un API.....                 | 34         |
| II.5.1.3.    | Le processeur (CPU).....                         | 34         |
| II.5.1.4.    | La zone mémoire.....                             | 35         |
| II.5.1.5.    | Interfaces INPUT/OUTPUT .....                    | 36         |
| II.5.1.6.    | Les bus.....                                     | 36         |
| II.5.1.7.    | Principe de fonctionnement .....                 | 37         |
| II.5.1.8.    | Types généraux des « APIs ».....                 | 37         |
| II.5.1.9.    | API compacte.....                                | 37         |
| II.5.1.10.   | API modulaire.....                               | 37         |
| II.5.1.11.   | API rack.....                                    | 37         |
| II.5.1.12.   | Les caractéristiques principales d'une API ..... | 38         |
| II.5.1.13.   | Programmation d'une API.....                     | 38         |
| <b>II 6.</b> | <b>Les réseaux de communication .....</b>        | <b>_39</b> |
| II.6.1.      | Définition.....                                  | 39         |
| II.6.2.      | La topologie des réseaux :.....                  | 40         |
| II.6.2.1.    | Topologie en bus .....                           | 40         |
| II.6.2.2.    | Topologie en étoile.....                         | 40         |
| II.6.2.3.    | Topologie en anneau .....                        | 40         |
| II.6.2.4.    | Topologie maillée.....                           | 40         |
| II.6.3.      | Les types des réseaux de communication :.....    | 41         |
| II.6.3.1.    | Réseau local (LAN) .....                         | 41         |
| II.6.3.2.    | Réseau métropolitain (MAN) .....                 | 41         |
| II.6.3.3.    | Réseau étendu (WAN) .....                        | 41         |
| II.6.3.4.    | Réseau sans fil.....                             | 41         |
| <b>II 7.</b> | <b>Conclusion.....</b>                           | <b>42</b>  |

# Sommaire

---

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| <b>III.</b>    | <b>Le Logiciel TRICONEX et IN-TOUCH</b>  | <b>43</b> |
| <b>III.1.</b>  | Introduction.  | 43        |
| <b>III.2.</b>  | TRICONEX :   | 43        |
| <b>III.3.</b>  | Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX                      | 43        |
| <b>III.4.</b>  | Principe de fonctionnement :   | 44        |
| <b>III.5.</b>  | Configuration du système :   | 45        |
| <b>III.6.</b>  | Bus système et distribution de l'alimentation                                    | 46        |
| <b>III.7.</b>  | Bus systèmes sur fond de panier, châssis principal TRICON et bus de distribution | 47        |
| <b>III.8.</b>  | Modules d'alimentation :   | 48        |
| <b>III.9.</b>  | Modules processeurs principaux :   | 49        |
| <b>III.10.</b> | Modules d'entrées :  | 54        |
| III.10.1.1.    | Modules d'entrées logiques   | 54        |
| III.10.1.2.    | Modules d'entées analogiques   | 56        |
| III.10.1.3.    | Modules d'entrées impulsions   | 57        |
| <b>III.11.</b> | Modules de sorties :   | 58        |
| III.11.1.1.    | Modules de sorties logiques  | 58        |
| III.11.1.2.    | Modules de sorties analogiques   | 59        |
| <b>III.12.</b> | Modules de communications :  | 60        |
| III.12.1.1.    | Module d'interface de bus Hiway, HIM (module d'interface Hiway)                  | 60        |
| III.12.1.2.    | Module de gestion de la sécurité, Module de gestion de la sécurité (SMM)         | 60        |
| III.12.1.3.    | Module de communication avancée (ACM)  | 61        |
| III.12.1.4.    | Diagnostic des émetteurs des modules de sorties en « DC » et « AC »              | 61        |
| <b>III.13.</b> | La supervision avec Intouch.   | 62        |
| <b>III.14.</b> | ..... Environnement d'InTouch  | 63        |
| III.14.1.1.    | Application Manager (gestionnaire d'application)                                 | 63        |
| III.14.1.2.    | Window Maker   | 63        |
| III.14.1.3.    | Window Viewer  | 63        |
| <b>III.15.</b> | Les avantages et les inconvénients [34].   | 63        |
| III.15.1.1.    | Les principaux avantages   | 63        |

# Sommaire

|   |    |
|---|----|
| III.15.1.2. Les inconvénients.....              | 64 |
| <b>III.16.</b> Principales fonctionnalités..... | 64 |
| <b>III.17.</b> Conclusion__                     | 64 |
| <b>IV.  Partie pratique</b> .....               | 65 |
| <b>IV.1.</b> Introduction_                      | 65 |
| IV.2.....                                       | 65 |
| IV.1.1.1.  AIN_COND.....                        | 65 |

# Sommaire

---

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| IV.1.1.2.    | Les entrées de la porte AIN-COND.....  | 66        |
| IV.1.1.3.    | Les sorties de la porte AIN-COND.....  | 67        |
| IV.1.1.4.    | Les transmetteurs de pression utilisée dans notre programme.....                 | 68        |
| IV.1.1.5.    | AIN_COND Transmetteurs PIT 5101 .....  | 68        |
| IV.1.1.6.    | AIN_COND Transmetteurs PIT 5104 .....  | 68        |
| IV.1.1.7.    | Les transmetteurs différentiels de pressions utilisées dans notre programme..... | 69        |
| IV.1.1.8.    | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5106 .....   | 69        |
| IV.1.1.9.    | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5102 .....   | 69        |
| IV.1.1.10.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5125 .....   | 70        |
| IV.1.1.11.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5126A.....   | 70        |
| IV.1.1.12.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5126B.....   | 71        |
| IV.1.1.13.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT5126C.....  | 71        |
| IV.1.1.14.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128A.....   | 71        |
| IV.1.1.15.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128B.....   | 72        |
| IV.1.1.16.   | AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128C.....   | 73        |
| IV.1.1.17.   | Les transmetteurs de températures utilisées dans notre programme.....            | 73        |
| IV.1.1.18.   | AIN_COND Transmetteurs TT5116.....   | 73        |
| IV.1.1.19.   | AIN_COND Transmetteurs TT5121 .....  | 74        |
| IV.1.1.20.   | Les sonde de vibration utilisées dans notre programme.....                       | 74        |
| IV.1.1.21.   | AIN_COND Transmetteurs 100VXT_5101 .....   | 74        |
| IV.1.1.22.   | AIN_COND Transmetteurs 100VYT_5101 .....   | 75        |
| <b>IV.2.</b> | <b>Bloc vote_2003_ « 2 out of 3 »</b> .....                                      | <b>75</b> |
| <b>IV.3.</b> | <b>1Les entrées /sorties de la porte vot_2003</b> .....                          | <b>76</b> |
| IV.3.1.1.    | VOTE_2003 100PDIT5126 .....  | 76        |
| IV.3.1.2.    | VOTE_2003 100PDIT5128 .....  | 77        |
| <b>IV.4.</b> | <b>Les permissive de démarrage des booster et des bouteilles</b> .....           | <b>77</b> |
| IV.4.1.1.    | Le permissive de démarrage de booster 1 .....                                    | 77        |
| IV.4.1.2.    | Le booster en arrêt (shut down) .....  | 77        |
| IV.4.1.3.    | Cas manuel (absence d'une basse pression).....                                   | 78        |
| IV.4.1.4.    | Cas basse pression.....  | 78        |
| IV.4.1.5.    | Cas automatique basse pression et enable 1 off.....                              | 78        |
| IV.4.1.6.    | Le booster 2 en arrêt (shut down).....   | 79        |
| IV.4.1.7.    | Cas manuel (absence d'une basse pression).....                                   | 79        |
| IV.4.1.7.1.  | Cas de basse pression.....   | 80        |

## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| IV.4.1.7 2. Cas automatique basse pression et enable 1 off  | 81        |
| IV.4.1.8. Permissive de démarrage d'une vanne               | 81        |
| <b>IV.5. Bloc move</b>                                      | <b>82</b> |
| IV.5.1.1. Move m100PDSLL5126 à PDSLL5126                    | 82        |
| IV.5.1.2. Move m100PDSLL5128 à PDSLL5128                    | 83        |
| <b>IV.6. Permissive de démarrage du compresseur 100TK51</b> | <b>83</b> |
| <b>IV.7. Arrêt de compresseur</b>                           | <b>84</b> |
| <b>IV.8. Interface intouch</b>                              | <b>84</b> |
| IV.8.1.1. Cas de bon fonctionnement                         | 84        |

## Sommaire

---

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| IV.8.1.2.    | Cas des 2 booster on manuellement .....    | 85        |
| IV.8.1.3.    | Cas de basse pression et la vanne on ..... | 85        |
| IV.8.1.4.    | Cas d'une présence d'une vibration.....    | 86        |
| <b>IV.9.</b> | <b>Conclusion</b> .....                    | <b>87</b> |

## Listes des figures et des tableaux

---

### Liste des Figures

|  |    |
|--|----|
| Figure I.6-1 Classification des compresseurs.....                            | 7  |
| Figure I.6-2 Compresseur à piston .....                                      | 8  |
| Figure I.6-3 Compresseur à membrane.....                                     | 9  |
| Figure I.6-4 schéma de principe d'un lobe .....                              | 9  |
| Figure I.6-5 Compresseur à lobes.....  | 10 |
| Figure I.6-6 Compresseur à palettes .....                                    | 11 |
| Figure I.6-7 Vis mâle et femelle.....  | 11 |
| Figure I.6-8 Cycle de compression d'un compresseur à vis .....               | 12 |
| Figure I.6-9 une roue axiale .....   | 13 |
| Figure I.6-10 un compresseur axial .....                                     | 14 |
| Figure I.6-11 un compresseur centrifuge .....                                | 15 |
| Figure II.2-1 structure générale d'un capteur intelligent .....              | 17 |
| Figure II.2-2 Manomètre.....   | 20 |
| Figure II.2-3 Pressostat .....   | 20 |
| Figure II.2-4 Transmetteur de débit.....                                     | 21 |
| Figure II.2-5 Détecteur de flamme .....                                      | 21 |
| Figure II.2-6 Fin de course.....   | 22 |
| Figure II.3-1 Les fonctions de base d'un système de conduite .....           | 23 |
| Figure II.3-2 Architecture de base d'un DCS .....                            | 25 |
| Figure II.4-1 Schéma général d'un système SCADA [16].....                    | 26 |
| Figure II.4-2 Schéma général d'un RTU [17] .....                             | 27 |
| Figure II.4-3 Schéma général d'un MTU [17] .....                             | 28 |
| Figure II.4-4 Topologie de différents modes de communication SCADA [16]..... | 28 |
| Figure II.4-5 Représentation d'un protocole Modbus de base.....              | 32 |
| Figure II.5-1 Schéma généralisé d'un API.....                                | 34 |
| Figure II.5-2 API S7-1200 .....  | 34 |
| Figure II.5-3 Structure interne d'un API.....                                | 36 |
| Figure II.5-4 Classification Les automates programmables OMRON [27].....     | 38 |
| Figure II.6-1 la topologie des réseaux de communication .....                | 40 |
| Figure II.6-2 les types des réseaux de communication.....                    | 42 |

## Listes des figures et des tableaux

---

|  |    |
|--|----|
| Figure III.4-1 Illustration du système de vote de TRIBUS .....           | 45 |
| Figure III.7-1 Illustration de fond du panier du TRICON .....            | 48 |
| Figure III.8-1 Architecture des modules d'alimentation.....              | 49 |
| Figure III.9-1 Architecture de processeur principal (modèle 3008) .....  | 50 |
| Figure III.9-2 Architecture de processeur principal (modèle 3008) .....  | 51 |
| Figure III.10-1 Architecture d'un module d'entrées logiques TMR .....    | 55 |
| Figure III.10-2 Architecture d'un module d'entrées analogiques TMR ..... | 56 |
| Figure III.10-3 Architecture d'un module d'entrée Impulsion TMR .....    | 57 |
| Figure III.11-1 Architecture d'un module de sorties logiques TMR .....   | 59 |
| Figure III.11-2 Architecture d'un module de sorties analogiques TMR..... | 60 |
| Figure III.13-1 La supervision avec InTouch.....                         | 62 |

## Listes des figures et des tableaux

---

|  |    |
|--|----|
| Figure IV.1-1 vue d'un bloc AIN_COND .....                                     | 65 |
| Figure IV.1-2 AIN_COND Transmetteurs PIT 5101 .....                            | 68 |
| Figure IV.1-3 AIN_COND Transmetteurs PIT 5104.....                             | 68 |
| Figure IV.1-4 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5106.....                            | 69 |
| Figure IV.1-5 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5102.....                            | 69 |
| Figure IV.1-6 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5125 .....                           | 70 |
| Figure IV.1-7 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5126A .....                          | 70 |
| Figure IV.1-8 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5126B.....                           | 71 |
| Figure IV.1-9 AIN_COND Transmetteurs PDIT5126C.....                            | 71 |
| Figure IV.1-10 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128A.....                          | 72 |
| Figure IV.1-11 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128B.....                          | 72 |
| Figure IV.1-12 AIN_COND Transmetteurs PDIT 5128C.....                          | 73 |
| Figure IV.1-13 AIN_COND Transmetteurs TT5116 .....                             | 73 |
| Figure IV.1-14 AIN_COND Transmetteurs TT5121 .....                             | 74 |
| Figure IV.1-15 AIN_COND Transmetteurs 100VXT_5101 .....                        | 74 |
| Figure IV.1-16 AIN_COND Transmetteurs 100VYT_5101 .....                        | 75 |
| Figure IV.2-1 le bloc vote 2003 .....  | 75 |
| Figure IV.3-1 VOTE_2003 100PDIT5126 .....                                      | 76 |
| Figure IV.3-2 VOTE_2003 100PDIT5128 .....                                      | 77 |
| Figure IV.4-1 Booster 1 en arrêt .....   | 77 |
| Figure IV.4-2 Le permissive de démarrage de booster 1 cas manuel.....          | 78 |
| Figure IV.4-3 Le permissive de démarrage de booster 1 cas basse pression ..... | 78 |
| Figure IV.4-4 Le permissive de démarrage de booster 1 cas automatique .....    | 79 |
| Figure IV.4-5 le booster 2 en arrêt .....                                      | 79 |
| Figure IV.4-6 Le permissive de démarrage de booster 2 cas manuel.....          | 80 |
| Figure IV.4-7 Le permissive de démarrage de booster 1 cas basse pression ..... | 80 |
| Figure IV.4-8 Le permissive de démarrage de booster 1 cas automatique .....    | 81 |
| Figure IV.4-9 Permissive de démarrage d'une vanne .....                        | 82 |
| Figure IV.5-1 bloc move.....   | 82 |
| Figure IV.5-2 Move m100PDSLL5126 à PDSLL5126.....                              | 83 |
| Figure IV.5-3 Move m100PDSLL5128 à PDSLL5128.....                              | 83 |

**Listes des figures et des tableaux**

---

Figure IV.6-1 Permissive de démarrage du compresseur 100TK51 ..... 83

Figure IV.7-1 arrêts de compresseur ..... 84

Figure IV.8-1 L’interface intouch cas de bon fonctionnement ..... 85

Figure IV.8-2 L’interface intouch cas des 2 booster on manuellement ..... 85

Figure IV.8-3 L’interface intouch cas de basse pression booster 2 allumé automatiquement et la vanne on..... 86

Figure IV.8-4 l’interface intouch en cas de présence d’une vibration..... 86

## Listes des figures et des tableaux

---

### **Liste des Tableaux**

|  |    |
|--|----|
| Table IV.1 les entrées de la porte AIN_COND.....           | 66 |
| Table IV.2 les sorties de la porte AIN_COND .....          | 67 |
| Table IV.3 les entrées / sorties de la porte vot_2003..... | 76 |

### Listes des abréviations

- **API** : Application Programming Interface
- **ASCII** : American Standard Code for Information Interchange
- **BMS** : Building Management System (systèmes de gestion de bâtiment)
- **CMS** : Content Management System ou un Système de Gestion De Contenu ou SGS
- **CP** : Control Processor
- **CPU** : Central Processing Unit
- **DCS** : Distributed Control System ou système de contrôle distribué
- **EWS** : Engineering Work Station
- **FCS** : Field Control Station
- **FCU** : Field Control Unit
- **IHM** : Interface Homme Machine or **HIS** : Human Interface Station
- **IOM** : Input Output Module
- **IP** : Internet Protocol
- **LAN** : Local Area Network
- **LCN** : Local Control Network
- **MTU** : Remote Master Unit
- **RTU**: Remote Terminal Unit
- **Profibus**: Process Field Bus (bus des processus de terrain)
- **PV**: Process Value
- **RIO**: Remote Input Output
- **SCADA** : Supervisory Control and Data Acquisition
- **WP** : Workstation Processor
- **V-NET** : Bus de Contrôle en Temps Réel

- **LAN** : Réseau local
- **MAN** : Réseau métropolitain
- **WAN** : Réseau étendu
- **SU** : Superviseur
- **I/O** input output

## Introduction générale

Le présent mémoire de fin d'études porte sur l'étude de l'étanchéité du compresseur 100 tk51 utilisé pour comprimer l'hydrogène dans le contexte de la raffinerie ralk Skikda. L'hydrogène joue un rôle essentiel dans l'amélioration de la qualité des essences en augmentant leur indice d'octane. Cependant, il est primordial de garantir une étanchéité optimale entre le gaz à comprimer et le corps du compresseur pour assurer un fonctionnement sûr et efficace

Afin d'assurer la pression requise de 13 kg/cm<sup>2</sup> nécessaire au compresseur 100 tk51, deux boosters sont mis en place. Ces boosters sont chargés de maintenir la pression à un niveau adéquat. Toutefois, il peut arriver que ces boosters ne puissent pas atteindre la pression désirée. Dans de tels cas, l'utilisation de bouteilles d'azote devient nécessaire pour assurer cette pression et garantir le bon fonctionnement du compresseur.

Le démarrage du compresseur et le maintien des conditions de sécurité sont des aspects critiques de cette étude. Des permis de démarrage sont mis en place pour les boosters et les bouteilles d'azote afin de s'assurer que les conditions préalables requises sont satisfaites avant leur activation. Parallèlement, le compresseur lui-même est soumis à des procédures de démarrage spécifiques. De plus, des alarmes émises par les transmetteurs peuvent entraîner l'arrêt du compresseur, ce qui nécessite une procédure de shutdown appropriée.

Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé le programme Tristation, associé à l'interface Intouch, pour surveiller et contrôler le compresseur, les boosters, les bouteilles d'azote et la vanne associée. Tristation contient les permis de démarrage des boosters et des bouteilles d'azote, ainsi que les procédures de démarrage et de shutdown du compresseur, en réponse aux alarmes émises par les transmetteurs. L'interface Intouch facilite la visualisation de ces éléments et offre un moyen convivial d'interaction avec le système.

L'objectif principal de ce mémoire est de fournir une analyse approfondie de l'étanchéité du compresseur 100 tk51, en mettant l'accent sur les aspects liés au programme Tristation, aux permissive de démarrage, au shutdown du compresseur et à

l'interface Intouch. Nous explorerons les principes de fonctionnement du compresseur, les procédures de démarrage, les conditions de sécurité, ainsi que les outils logiciels utilisés pour superviser et contrôler ces opérations.

Ce mémoire est organisé comme suit :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les types de compresseurs.
- Le deuxième chapitre est consacré à l'instrumentation moderne.
- Le troisième chapitre est consacré aux généralités sur triconex et intouch.
- Le quatrième chapitre est consacré à la programmation triconex et l'interface intouch pour le contrôle de compresseur

# **CHAPITRE I :**

## **Généralités des Compresseurs**

## I. Compresseur

### I.1. Introduction

Parmi les machines ayant un rôle primordial dans les domaines d'activité industrielle, les compresseurs. On choisit les compresseurs selon les exigences technologiques et en les exploitant d'une façon compétente, un spécialiste doit parfaitement connaître les constructions de ces machines, leur principe de fonctionnement et la base théorique qui sert à expliquer leurs caractéristiques. Les compresseurs sont des appareils utilisés pour comprimer le gaz pour réaliser un accroissement de pression d'un fluide à l'état gazeux. Les fluides traversant les compresseurs peuvent être de natures diverses : gaz pur, mélange gazeux, vapeur surchauffée ou saturée.

### I.2. Définition du compresseur

Un compresseur est une machine qui réduit le volume et accroît ainsi la pression d'une quantité d'air donnée par des moyens mécaniques. L'air ainsi comprimé possède une énergie potentielle élevée : lorsque l'on supprime la pression extérieure, l'air se dilate rapidement.

La mise sous pression d'un gaz par compression et atteindre un niveau de pression déterminé est utile pour certains processus tels que :

- Les réactions chimiques (pression convenable du catalyseur) ;
- Le stockage dans les cavités.
- La liquéfaction ou la séparation.
- Les cycles de réfrigération
- L'alimentation des réseaux d'air comprimé, etc.

Les ventilateurs, les soufflantes et les compresseurs sont des machines conçues pour fournir

## CHAPITRE I

---

du gaz à une pression supérieure à celle qui existait à l'origine. Pression montée, pression de service, vitesse spécifique et forme de conception mécanique sont la base de la différenciation et de la classification. Initialement, ces machines peuvent être divisées en déplacement positif et dynamique catégories.

Les méthodes employées pour réaliser la compression sont :

- Piège des quantités consécutives de gaz dans certains types d'enceintes, réduire le volume, augmentant ainsi la pression, puis pousser le gaz comprimé hors de l'enceinte.
- Piège des quantités consécutives de gaz dans certains types d'enceintes

Le transporter sans changement de volume vers l'ouverture de décharge, en comprimant le gaz en surmontant le reflux de la décharge système et en poussant le gaz comprimé hors de l'enceinte.

- Comprimer le gaz par l'action mécanique de la turbine rotative ou rotors à aubes qui confèrent de la vitesse et de la pression à l'écoulement de gaz. L'énergie de vitesse supplémentaire dans le gaz est convertie en pression dans un diffuseur ou une lame fixe adjacente.
- Entraînez le gaz dans un jet à grande vitesse d'un autre gaz compatible et convertissez la vitesse élevée du mélange en pression via un diffuseur [1].

### I.3.Principe de fonctionnement d'un compresseur

Le compresseur d'air est une machine destinée à produire de l'air comprimé.

Cet air comprimé devient source d'énergie pour alimenter des accessoires ou outils pneumatiques tels que soufflette, pistolet de peinture, marteau burineur, etc.

m<sup>3</sup>/ha : Chaque outil a besoin d'une certaine quantité d'air à une pression donnée pour fonctionner. Ce volume se mesure en **litre/min** ou en 1 m<sup>3</sup>/h (à savoir 1 m<sup>3</sup>/h=16,67 l/mn).

Le volume d'air que délivre un compresseur dépend de la taille de sa cuve et de sa capacité à la remplir plus ou moins vite grâce aux performances de **son groupe de compression** (moteur électrique et pompe).

La cuve du réservoir sert uniquement à **stocker l'air**, mais suivant les besoins en air, il ne faut pas négliger ce critère. En effet, une fois la cuve vide, il faudra attendre qu'elle se remplisse

pour pouvoir relancer vos outils. Une cuve de grande capacité permet donc d'utiliser tous les outils de façon quasi permanente quel que soit l'air demandé par l'outil.

Deux paramètres pour mesurer la performance d'un compresseur : la pression et le débit.

- **Pression** : force de l'air comprimé dans la cuve : elle se mesure en bar.
- **Débit** : quantité d'air traité par un appareil : elle se mesure en litres/minute ou mètres cubes/heure.

Deux débits à distinguer : le débit aspiré (volume d'air aspiré par compresseur) et débit restitué (volume d'air comprimé produit par l'appareil). C'est ce dernier qui est important pour le choix du matériel.

La pression et le débit doivent être étudiés pour déterminer le compresseur le mieux adapté à vos outils.

La puissance du groupe de compression composé d'un moteur électrique et d'une tête de compression s'exprime en KW ou CH (HP horse power en anglais). [2]

*Exemple* : Moteur 2,2 KW = 3 HP = 3 CH (1 HP = 745 W = 0.746 kW)

### **I.4. Les différents types de compression**

#### **I.4.1. Alu/Fonte**

Les têtes de compression coaxiales sont les plus simples techniquement. Les têtes de compression dites sans huile fonctionnent sans huile et donc sans entretien grâce à un revêtement intérieur en Téflon. Ce sont des têtes idéales pour une utilisation occasionnelle et non prolongée.

Les cylindres chemisés fonte offrent une meilleure longévité.

### **I.4.2. Mono/Bi cylindre**

Une tête bicylindre (droite ou en V) offre des capacités de compression supérieures et un meilleur refroidissement (usage plus intensif).

Pour choisir une puissance de compresseur adaptée à ses besoins, il faut déterminer la nature des outils qui seront branchés sur le compresseur et s'ils seront branchés en même temps. Il faut également connaître la nature de la source électrique dont on dispose à savoir 230 V mono ou 380 V triphasé [3].

### **I.5. Comment utiliser un compresseur**

#### **I.5.1. Ce qu'il faut faire ?**

Le compresseur doit être utilisé dans **des milieux appropriés** (bien ventilés, avec une **température ambiante comprise entre +5°C et +40°C**), exempts de poussières, d'acides, de vapeurs, de gaz explosifs ou inflammables.

Toujours respecter **une distance de sécurité d'au moins 4 mètres** entre le compresseur et la zone de travail.

Utilisez **des rallonges du câble électrique d'une longueur maximum de 5 mètres** et d'une section adéquate. Il est déconseillé d'utiliser des rallonges d'une longueur différente ainsi que des adaptateurs et des prises multiples.

**Utiliser exclusivement l'interrupteur du pressostat** pour mettre le compresseur hors tension, ou bien l'interrupteur électrique sur les modèles qui en sont pourvus. Ne pas arrêter le compresseur hors tension en débranchant la prise électrique, afin d'éviter les redémarrages en présence de pression dans la tête.

Lorsqu'il est en marche, le compresseur doit être placé sur un support stable et horizontal, afin de garantir une lubrification correcte.

Positionner le compresseur à une distance d'au moins 50 cm du mur, afin de permettre une **circulation optimale d'air frais** et garantir ainsi un refroidissement correct.

### I.5.2. Ce qu'il ne faut pas faire. Et consignes de sécurité

- Ne jamais diriger le jet d'air vers des personnes (porter des lunettes de sécurité pour protéger les yeux contre les corps étrangers projetés par le jet d'air).

- Ne pas laisser l'appareil exposé aux agents atmosphériques (pluie, soleil, brouillard, neige).
- Ne pas transporter le compresseur, son réservoir sous pression.
- L'air comprimé produit par cet appareil ne peut pas être utilisé dans les domaines pharmaceutique, alimentaire ou hospitalier, sauf après avoir été soumis à des traitements particuliers. De même, il ne doit pas être utilisé pour remplir les bouteilles de plongée sous-marine.
- Ne pas utiliser le compresseur sans protections (carter de courroie) et ne pas toucher ses parties mobiles [4].

### I.6. Les différents types de compresseurs

On distingue deux grandes familles de compresseurs :

Les compresseurs à **déplacement ou volumétriques** et les compresseurs **dynamiques**.

La figure ci-dessous présente les différents types de compresseurs.

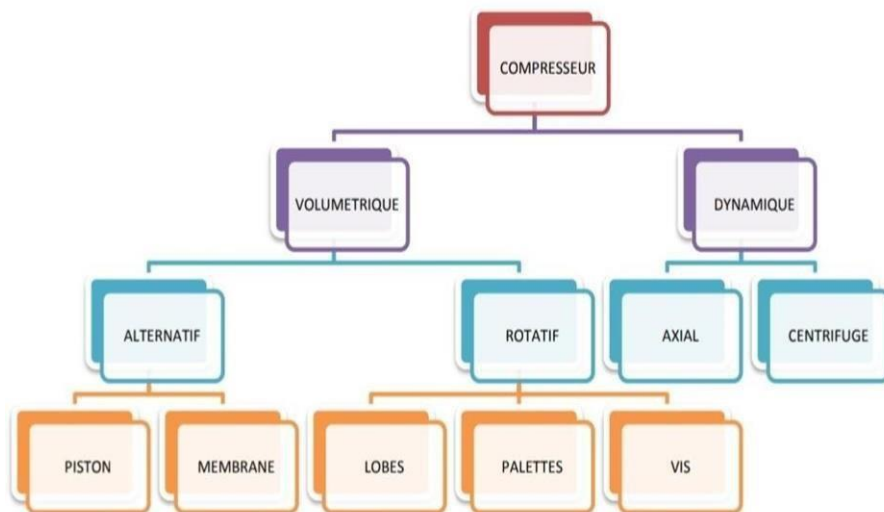


Figure I.6-1 Classification des compresseurs

- Quand choisir un compresseur volumétrique ?

- Quand le débit d'aspiration est inférieur à 3000  $m^3/h$ .
- Quand il est prévu d'exploiter le compresseur à un débit inférieur à 40 % du débit nominal pendant de longues périodes.

### I.6.1.1. Compresseurs alternatifs

#### I.6.1.1.1. Compresseur à piston

Le compresseur à piston est l'un des tout premiers modèles de compresseurs, mais il reste le plus polyvalent et offre toujours un excellent rendement. Le compresseur à piston pousse un piston dans un cylindre au moyen d'une bielle et d'un vilebrequin. Si un seul côté du piston est utilisé pour la compression, le compresseur est appelé compresseur à simple effet. Si les deux côtés du piston (supérieur et inférieur) sont utilisés, le compresseur est alors un compresseur à double effet. La gamme de compresseurs à piston fonctionne à une puissance comprise entre 0,75 kW et 420 kW (de 1 CV à 563 CV) et délivre une pression nominale de 1,5 à 414 bars.

La figure ci-dessous présente un compresseur à piston

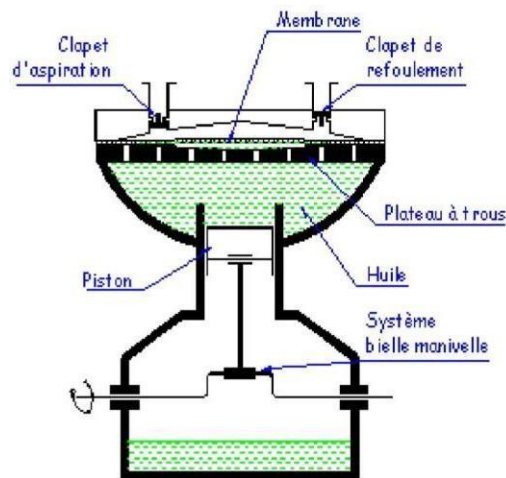


Figure I.6-2 Compresseur à piston

#### I.6.1.1.2. Compresseur à membrane

C'est la déformation élastique d'une membrane qui assure l'aspiration et la compression du gaz. Un système hydraulique permet d'assurer la flexion de la membrane : un piston se déplace

---

dans le cylindre et agit sur le fluide hydraulique qui transmettra son mouvement oscillatoire à la

membrane. Le rôle du plateau à trous est d'assurer une bonne répartition du fluide sous la membrane. Celle-ci est souvent constituée de trois disques métalliques : ce système a l'avantage de Permettre la détection de la rupture de la membrane par une mesure de pression. La membrane assure une étanchéité statique côté gaz procédé. Dans l'industrie chimique notamment, les compresseurs à membranes sont employés pour la compression de gaz dangereux, corrosifs ou précieux dont il faut éviter la déperdition.

La figure ci-dessous présente un compresseur à membrane

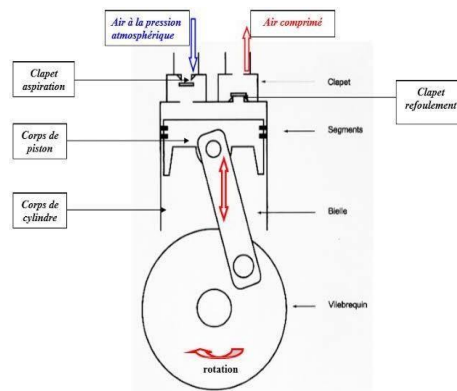


Figure I.6-3 Compresseur à membrane

### I.6.1.2. Compresseur rotatif

#### I.6.1.2.1. Compresseur à lobes

Ils comprennent deux rotors engrenés qui ont le profil d'un lobe. Ils sont logés dans un corps muni de deux orifices, un pour l'aspiration, l'autre pour le refoulement.

La figure ci-dessous présente le schéma de principe d'un lobe.



Figure I.6-4 schéma de principe d'un lobe

L'engrenage des deux rotors est réalisé à l'aide d'un couple de pignons de synchronisation placé à l'extérieur de la machine. Le jeu entre les rotors peut varier de 0,1 à 1 mm suivant le type de machine. Les arbres des rotors sont portés par des roulements placés à l'extérieur.

L'étanchéité vers l'extérieur est assurée soit par des presses étoupes, soit par des garnitures mécaniques. L'entraînement des deux rotors se fait en sens inverse l'un de l'autre.

Le gaz est entraîné par la rotation des lobes de l'aspiration vers le refoulement, sans variation de volume au cours du passage de l'aspiration vers le refoulement.

La rotation des rotors se faisant sans contact, il n'est pas nécessaire de les lubrifier et la compression est donc exempte d'impuretés.

Caractéristiques générales :

- Débit : de 200 à 30 000  $m^3/h$
- Taux de compression usuel : de 1,2 à 1,8.
- Vitesse de rotation courante : 1500 à 2000 tr/min

La figure ci-dessous présente le compresseur à lobes.

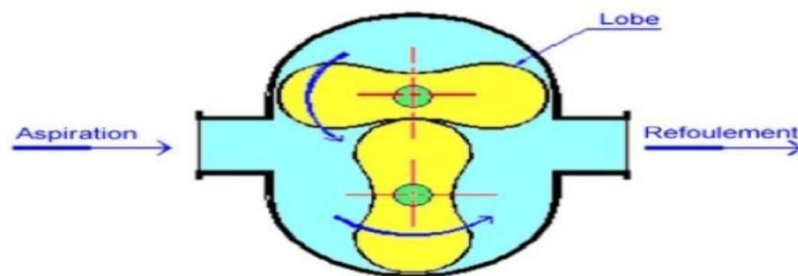


Figure I.6-5 Compresseur à lobes

### I.6.1.2.2. Compresseur à palettes

Un compresseur à palettes est constitué d'un stator dans lequel tourne un rotor excentré. Ce dernier est muni de rainures dans lesquelles couissent des palettes qui sont plaquées contre la

paroi du stator par la force centrifuge. Sous l'action de la force centrifuge, les palettes sont continuellement appliquées contre le cylindre. Le volume compris entre deux palettes est

variable. Le gaz aspiré par augmentation progressive du volume est ensuite emprisonné entre deux palettes et transporté vers le refoulement. Dans cette zone de refoulement, le volume diminue et le gaz comprimé s'échappe dans la tuyauterie de refoulement.

La figure ci-dessus présente le compresseur à palettes.

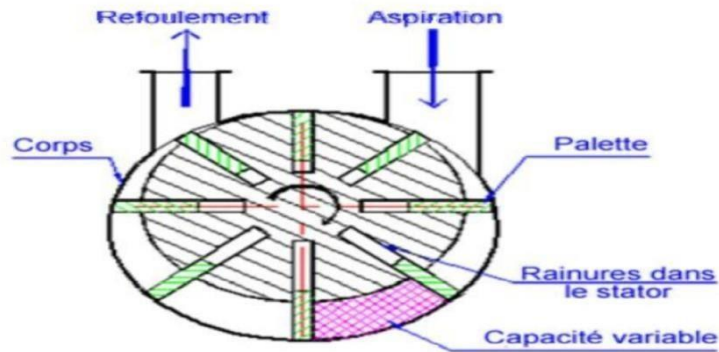


Figure I.6-6 Compresseur à palettes

### I.6.1.2.3. Compresseur à vis

La partie mobile est composée de deux vis s'engrenant l'une dans l'autre. Ces deux vis tournent en sens contraire. Le passage du gaz s'effectue parallèlement aux axes des deux vis. La vis femelle comporte toujours un pas de plus que la vis mâle avec un profil différent.

La figure ci-dessous présente Vis mâle et femelle.



Figure I.6-7 Vis mâle et femelle

On peut dire qu'une cannelure joue le rôle d'un cylindre dont le volume est réduit progressivement par un lobe qui l'obstrue et remplit le rôle du piston.

### 1-ère phase : Aspiration

Côté tubulure d'aspiration, une cannelure se remplit de gaz tant qu'elle est en contact avec la lumière d'aspiration.

### 2 -ème phase : Compression

Du fait de la rotation des rotors, la cannelure se trouve séparée de la lumière d'aspiration. Le gaz qui y est emprisonné est comprimé car le volume qui lui est offert est réduit par l'engrènement des lobes du rotor mâle avec le rotor femelle.

### 3-ème phase : Refoulement

La compression se termine lorsque la cannelure atteint le bord de la lumière de refoulement.

Le gaz comprimé est alors refoulé régulièrement jusqu'à ce que la lumière de refoulement soit à nouveau obstruée.

La figure ci-dessous présente le cycle de compression d'un compresseur à vis [5].

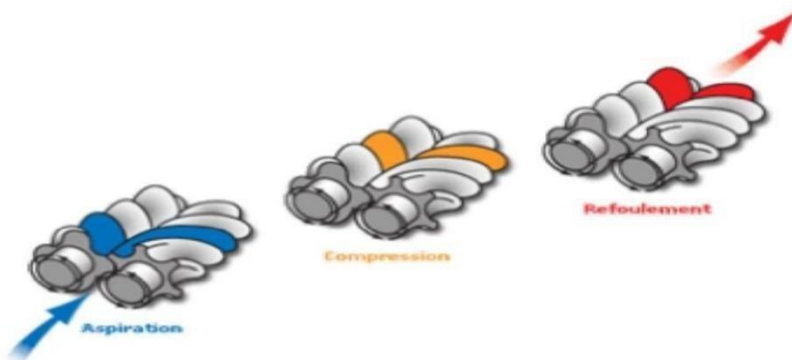


Figure I.6-8 Cycle de compression d'un compresseur à vis

### I.6.1.3. Les compresseurs dynamiques

- Quand choisir un compresseur dynamique ?
- Quand un service continu sans interruption pendant plusieurs années est souhaité.

- Quand le débit d'aspiration est supérieur à  $30\,000\text{ m}^3/h$ . Un compresseur axial sera le seul choix.

Dans les compresseurs dynamiques, l'énergie nécessaire au fonctionnement du compresseur est dépensée sous forme de travail. Cette énergie est transformée en énergie cinétique du fluide à comprimer qui sera à son tour transformée en pression.

### I.6.1.4. Les compresseurs axiaux

Le fluide entre et sort avec une vitesse débitante approximativement axiale dans la traversée de la roue mobile. Ce sont des machines caractérisées par des débits importants, mais des taux de pression limités.

Le nom de ce type de compresseur vient du fait que le gaz longe l'axe du compresseur. Ce compresseur est muni de plusieurs ailettes qui guident le gaz vers la prochaine rangée d'ailettes et cela jusqu'à la décharge du gaz à la dernière rangée. Ainsi la rangée d'ailettes la plus grande en diamètre sera l'admission du gaz et la plus petite en diamètre sera le côté de décharge.

Il y a un gros travail d'usinage pour les ailettes, l'axe doit être parfaitement aligné et solide pour assurer la compression à des hautes vitesses de rotation (de 5000 à 12 000 tours/min) et il ne faut pas négliger le fait qu'il y ait beaucoup de matière (acier traité contre les hautes températures).

La figure ci-dessous présente une roue axiale.

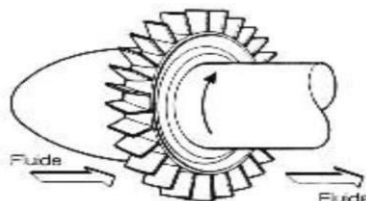


Figure I.6-9 une roue axiale

Ces compresseurs fonctionnent de manière continue ce qui les rend particulièrement intéressants pour les unités qui fonctionnent elles aussi de façon continue. Il faudra veiller à ce que le gaz qui entre n'ait absolument aucun liquide, même des gouttelettes. Une gouttelette liquide à son entrée équivaut à une balle qui entre dans le compresseur étant donné la vitesse de rotation de l'arbre. Les ailettes s'abiment et il faut les remplacer pour que le compresseur fonctionne à nouveau. Ce coût est à ajouter à l'arrêt de production de l'unité. Ce type de compresseurs, comme les compresseurs centrifuges peuvent être entraînés par une turbine. Ce couplage est très souvent réalisé. Les compresseurs ont une grande inertie due au fait de leur grande vitesse de rotation [6].

La figure ci-dessous présente un compresseur axial.

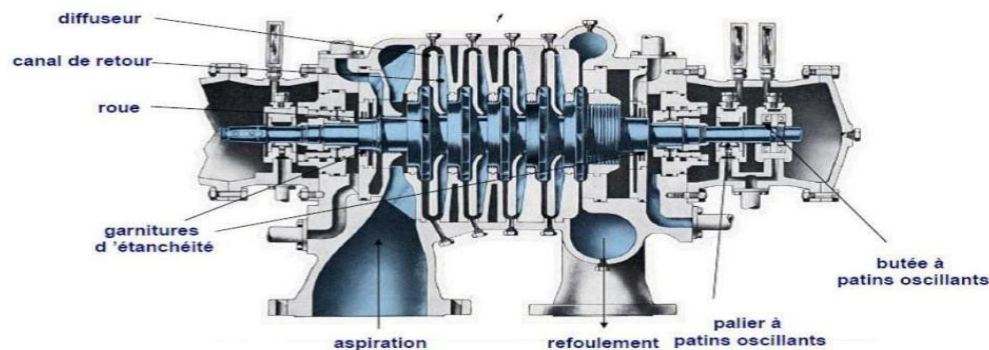


Figure I.6-10 un compresseur axial

### **I.6.1.5. Les compresseurs centrifuges**

Un compresseur dynamique, appelé impulseur, est utilisé pour accélérer le gaz dans une direction radiale en exploitant l'effet centrifuge. L'impulseur tourne à vitesse élevée (jusqu'à 350 m/sec de vitesse périphérique). Lorsqu'il y a plusieurs étages, les impulseurs peuvent être montés en ligne sur le même arbre ou sur des arbres différents qui sont couplés par un jeu d'engrenages. Cela permet aux impulseurs de tourner à des vitesses différentes.

Ce type de compresseur permet des taux de compression élevés, mais est très sensible à la densité du gaz. Le taux de compression sera limité avec les gaz de masses molaires faibles.

Exemple, pour les gaz riches en hydrogène, préférer les compresseurs volumétriques. Machines caractérisées par des débits limités et des taux de pression importants.

La figure ci-dessous présente un compresseur centrifuge [7].

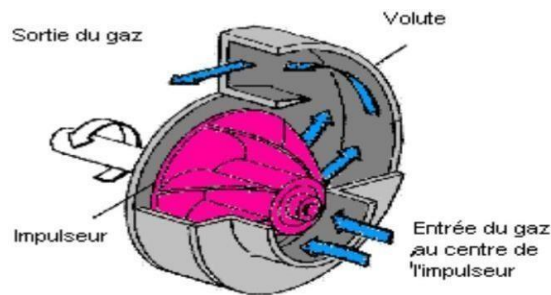


Figure I.6-11 un compresseur centrifuge

### **1.7. Description de fonctionnement du compresseur de gaz de recyclage 100-TK-51**

Le compresseur de gaz de recyclage est un compresseur centrifuge à deux étages entraînés par la vapeur à haute pression. Le gaz comprimé provenant du 1er étage échange de la chaleur avec les effluents du 2ème réacteur après avoir été préchauffé par 100-E-10 A/B et 100-E-71 A/B, partie des effluents de réaction du 4ème Réacteur (100-R-5). Le gaz comprimé provenant du 2ème étage rejoint l'alimentation fraîche dans l'Échangeur d'alimentation combinée (100-E65) et va vers le 1er Réacteur après réchauffage par le reste des effluents de réaction du 4ème Réacteur (100-R-5). Un Analyseur en-ligne d'hydrogène (100-AI-1602) est en général placé sur l'aspiration du Compresseur de gaz de recyclage pour mesurer la pureté d'H<sub>2</sub>. Un Analyseur d'humidité en-ligne (100-AI-1601) est placé sur l'aspiration du Compresseur de gaz de recyclage pour mesurer la teneur en eau dans le gaz de recyclage, ce qui est très important pour l'équilibre eau-chlorure sur le catalyseur. Le Compresseur de gaz de recyclage est l'un des plus importants équipements de l'unité de Magnaforming. La température "high-high" du 1er refoulement de gaz de recyclage ou bien le niveau "high-high" de liquide dans le séparateur arrêtera le compresseur de gaz de recyclage. La perte du Compresseur à gaz de recyclage provoquera l'arrêt d'urgence de l'unité entière [8].

### **I.8. Conclusion**

En conclusion, ce chapitre nous a permis de comprendre l'importance fondamentale du compresseur dans de nombreuses applications industrielles. Les compresseurs jouent un rôle essentiel dans notre quotidien. En continuant d'approfondir nos connaissances sur les compresseurs et leurs applications, nous pourrions exploiter pleinement leur potentiel et optimiser leur utilisation dans divers domaines technologiques.

**CHAPITRE II :**  
**L'INSTRUMENTATION MODERNE**

## II.

## L'Instrumentation Moderne

## II.1. Introduction

L'instrumentation moderne dans les industries repose sur plusieurs technologies essentielles. Le SCADA permet la surveillance et le contrôle à distance des processus industriels, tandis que le DCS assure une automatisation avancée des opérations. Les capteurs intelligents collectent des données et effectuent des analyses intégrées pour optimiser les performances. Les API facilitent la communication et l'interopérabilité entre les différents systèmes, tandis que les réseaux locaux permettent la connectivité entre les dispositifs. L'instrumentation moderne améliore l'efficacité, la fiabilité et la prise de décision dans les industries

## II.2. Les capteurs intelligents

## II.2.1. Définition du capteurs intelligents

Un capteur intelligent est un appareil qui reçoit des données de l'environnement physique et utilise des ressources de calcul intégrées pour exécuter des fonctions prédéfinies lors de la détection d'une entrée spécifique, puis traite les données avant de les transmettre[9].

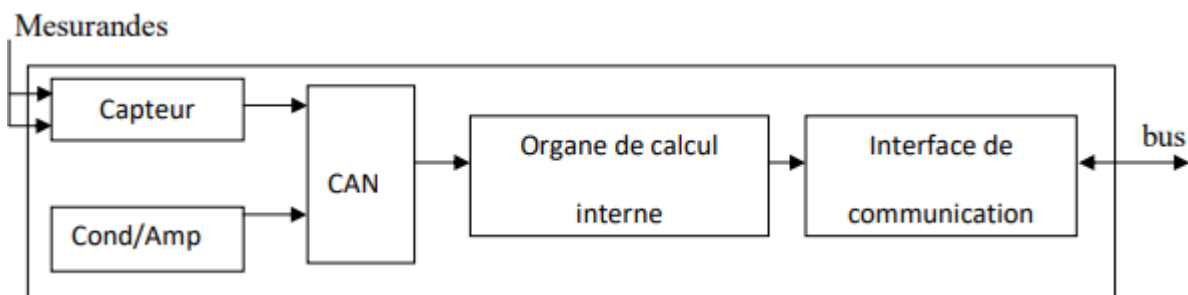


Figure II.2-1 structure générale d'un capteur intelligent

## II.2.2. Domaines D'applications Des Capteurs Intelligents

On dénombre quatre grands domaines d'application dans lesquels les capteurs intelligents sont plus

particulièrement usités :

- 1- L'industrie manufacturière, caractérisée par des contraintes temps-réel fortes et des contraintes environnementales variables suivant le type d'application.

- 2- L'industrie des « processus continus », caractérisée par des contraintes temps-réel plutôt faibles mais qui doit satisfaire des contraintes environnementales fortes (processus chimiques, thermiques...).
- 3- Les systèmes embarqués, qui doivent également satisfaire des contraintes temporelles très variables suivant les applications, mais des contraintes relatives à l'environnement très fortes.
- 4- Enfin, le tertiaire, qui est le plus souvent le moins contraignant tant au niveau temps réel qu'environnemental [10].

### II.2.3. Principe de fonctionnement du capteur intelligent[11]

Les capteurs intelligents fonctionnent en capturant des données provenant d'environnements physiques et en modifiant leurs propriétés physiques telles que la vitesse, la température, la pression, la masse ou la présence humaine en signaux électriques calculables. Ces capteurs incluent un processeur de mouvement numérique (DMP). Ici, un DMP est un type de microprocesseur qui permet au capteur d'effectuer un traitement embarqué des données du capteur intelligent, comme le filtrage du bruit, ou d'effectuer différents types de conditionnement du signal.

Ces capteurs ont 4 fonctions principales de mesure, de configuration, de vérification et de communication.

- Les mesures sont simplement prises en détectant des signaux physiques et en les transformant en signaux électriques. Cela aidera donc à surveiller et à mesurer des éléments tels que la température, le trafic et les applications industrielles.
- La fonction de configuration est une caractéristique importante car elle permet au capteur intelligent de détecter la position sinon les erreurs d'installation
- La fonction de vérification a différentes utilisations comme la surveillance continue du comportement du capteur, en utilisant un ensemble de circuits ou d'équipements de surveillance exécutés dans le capteur.
- Enfin, la fonction de communication permet au capteur de dialoguer avec le microcontrôleur/microprocesseur principal.

### **II.2.3.1. Les types des capteurs intelligentes [11]**

#### **II.2.3.1.1. Les capteurs de température**

##### **II.2.3.1.1.1 Les thermocouples**

Le thermocouple est la liaison de deux (2) métaux différents par une soudure chaude soumis à la différence de la température  $\Delta T$ . Il est utilisé pour assurer et indiquer la

Température. Il existe deux fonctions distinctes dans l'utilisation de ces appareillages :

- Indication de température de peau des tubes.
- Indication de température des fluides.

Les thermocouples sont accessibles et facilement remplaçables.

##### **II.2.3.1.1.2 Les thermostats**

Les thermostats ou contacteurs de température sont des appareils capables de détecter le franchissement d'un seuil de température utilisés pour protéger des systèmes, appareils Contre les températures qui sont susceptibles de provoquer des anomalies. Ils sont de type à bulbe sensible, capillaire sur soufflet ou membrane.

##### **II.2.3.1.2. Capteurs de pression**

Un capteur de pression est un dispositif capable de mesurer la pression appliquée. Le capteur de pression convertit la pression physique en un signal électrique.

Les capteurs de pression utilisés sont :

- Manomètre
- Pressostat



Figure II.2-2 Manomètre



Figure II.2-3 Pressostat

### **II.2.3.2. Transmetteur de débit**

Un transmetteur de débit est un dispositif utilisé pour mesurer et convertir le débit d'un fluide (liquide ou gaz) en un signal électrique proportionnel à ce débit. Il est couramment utilisé dans les applications industrielles pour surveiller et contrôler le débit des fluides dans les systèmes de production, les réseaux de distribution, les installations de traitement, etc.



Figure II.2-4 Transmetteur de débit

### **II.2.3.2.1. Détecteur de flamme**

La détection de flamme est un facteur de déclenchement de l'unité elle est assurée par des détecteurs ultraviolets « purple peeper » transistorisés qui sont situés au niveau de chaque brûleur. Dans les atmosphères dangereuses son boîtier est anti-déflagration. Le détecteur est monté hors de la chambre de combustion grâce à son tube de perception qui détecte la radiation ultraviolette produite et ensuite il produit un signal qui sera envoyé à l'amplification situé dans la commande.



Figure II.2-5 Détecteur de flamme

### **II.2.3.3. Fin de course**

Les fins de course sont des contacts intégrés sur les vannes qui nous indiquent la position du corps. Il indique l'ouverture ou la fermeture de la vanne, existant en deux modèles celui du 110 VCC et





Figure II.2-6 Fin de course.

### II.3. DCS

#### II.3.1.1. C'est quoi le DCS ?

Un DCS, "système de contrôle distribué," ou système de contrôle distribué est un ensemble d'outils matériels et logiciels conçus pour partager des fonctions importantes pour l'exécution des processus industriels. Les principales fonctions du système de guidage sont les suivantes :  
Adaptation des signaux échangés par le processus.

- Traitement des données échangées en temps réel
- Traitement différé des données échangées.
- Communication avec le système utilisateur.
- Communication avec d'autres systèmes adjacents.

Dans un système centralisé, un dispositif (processeur ou contrôleur) peut exécuter la plupart des fonctions de base. L'indisponibilité de l'équipement en question entraîne une perte des fonctions qu'il devrait exécuter.

D'autre part, dans un système distribué ou distribué, les fonctions de base sont suffisamment affectées à divers dispositifs (stations) de réseaux de communication interconnectés.

L'indisponibilité de l'appareil ne provoque que la fonction qu'il devrait effectuer.

La station peut accéder aux informations au niveau de la base de données d'une autre station via le réseau de communication. [12].

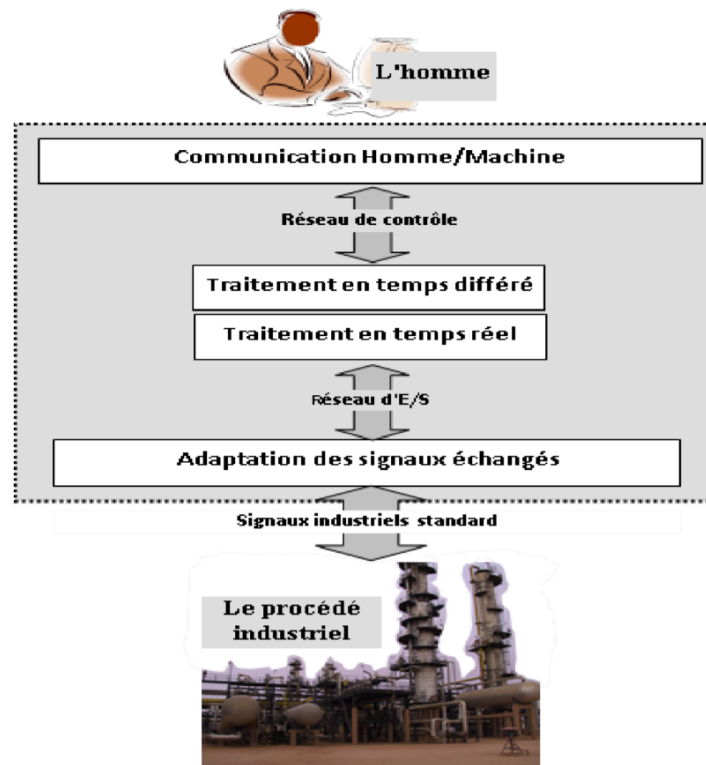


Figure II.3-1 Les fonctions de base d'un système de conduite

### II.3.1.2. Avantage du DCS

Comparé au système de gestion précédent, le DCS présente plusieurs avantages et doit être installé. L'un de ces avantages est :

- Concept de distribution : Les fonctions de commande de processus de base sont distribuées par plusieurs appareils (stations), assurant la continuité du contrôle avec la plupart des fonctions en cas de problème.
- Concept de redondance : La capacité de reproduire chaque station et réseau augmente la fiabilité du système et réduit les déclencheurs indésirables.
- Concept ouvert : DCS est un système ouvert avec l'avantage de communiquer avec d'autres systèmes indépendants tels que SCADA, ESD, etc. Concept d'analyse et d'optimisation : grâce au contrôle avancé et aux outils mathématiques DCS, les capacités d'analyse et d'optimisation peuvent être utilisées pour obtenir un contrôle optimal du processus.
- Concept simple : Les fonctions de communication humaine/mécanique sont simples à

---

exécuter par des moyens communs, PC et imprimante. Les opérateurs peuvent exécuter des

processus dans une représentation graphique interactive, et les techniciens peuvent utiliser des logiciels pour effectuer la maintenance et le développement du système.

Accès à l'information : Accès en temps réel à toutes les informations grâce aux réseaux de communication et à la capacité de stockage des centres de données. Vous devriez également prêter attention à l'existence d'enregistrements de données à tout moment.

- Concept de surveillance continue : Passer de la surveillance régulière de l'équipement stratégique à la surveillance continue de l'état de la machine par la visualisation du développement des paramètres. Les données doivent être lues directement sans dispositif de mesure externe [13].

### **II.3.1.3. Présentation du système DCS**

Le DCS est constitué de plusieurs sous-systèmes, dont :

Les dispositions d'entrées/sorties.

Les contrôleurs individuels (PLC régulateurs).

Les interfaces opérateurs (écran, souris, clavier).

⊗ La station de travail ingénieur.

⊗ Le réseau de communication (bus) pour l'échange d'information.

### **II.3.1.4. Architecture du DCS**

L'architecture DCS de base se compose de quatre niveaux différents :

## **CHAPITRE II**

---

Niveau 1 : comparable au système traditionnel, ce sont des outils installés sur le terrain.

Niveau 2 : est l'automatisation installée dans les salles techniques, qui se composent de modules d'entrée sur sortie.

Niveau 3 : c'est la partie où le processus est effectué à travers les stations d'exploitation.

Niveau 4 : supervision et gestion d'une partie de l'installation [14].

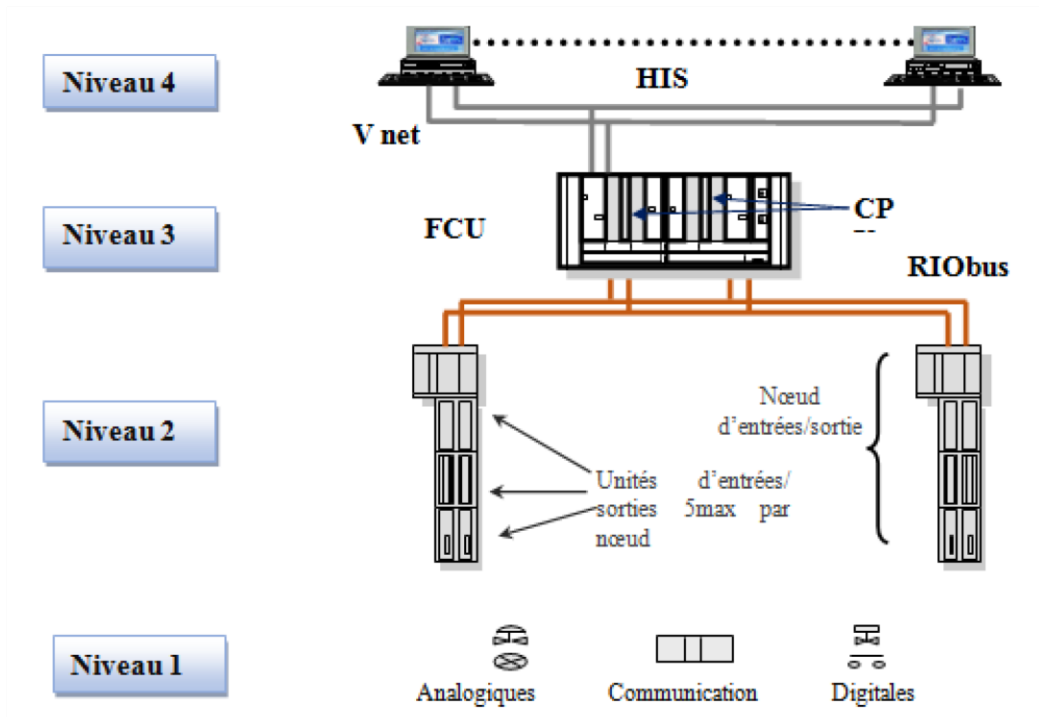


Figure II.3-2 Architecture de base d'un DCS

## II.4. Scanda

### II.4.1.1. Définition du SCADA

SCADA est un acronyme qui signifie contrôle et supervision par l'acquisition de données (contrôle de supervision et acquisition de données) qui permet la collecte de données, souvent une présentation semi-graphique aux stations de pilotage. Le système SCADA collecte les données de divers appareils dans toute installation et les transmet à un hôte, proche ou éloigné, qui contrôle et supervise l'installation. Ce dernier est sujet à d'autres postes d'opérateur, la tendance générale d'un système SCADA est montrée dans le tableau suivant. [15] [16].

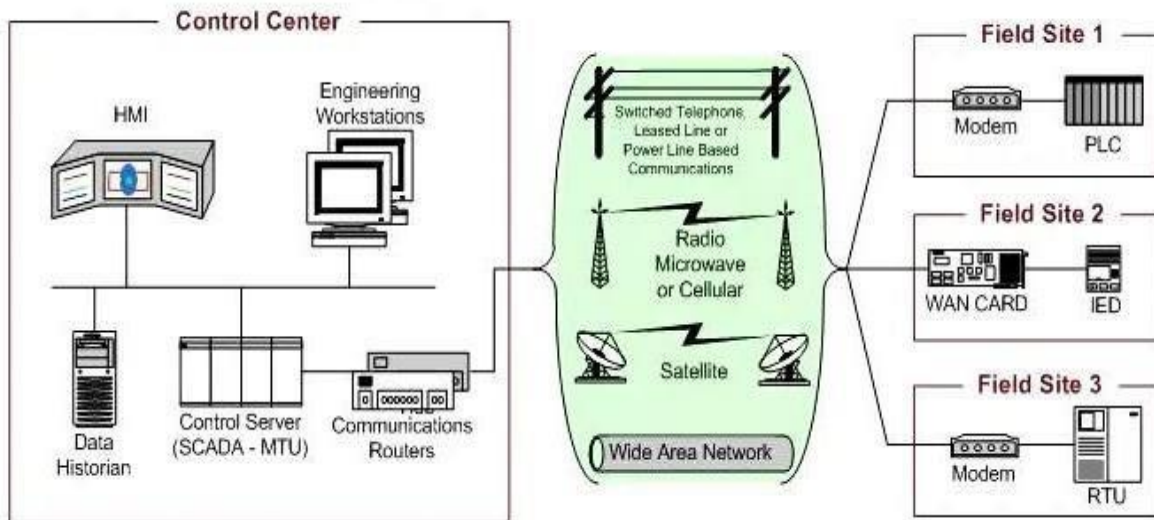


Figure II.4-1 Schéma général d'un système SCADA [17]

#### II.4.1.2. Éléments du système SCADA

Principalement un système SCADA se compose de :

1. RTU (Remote Terminal Unit) : il sert à collecter les informations à partir de l'instrumentation du terrain et les transmettre au MTU à travers le système de communication.
2. MTU (Master Terminal Unit) : il recueille les données provenant des RTU, les rend accessibles aux opérateurs via l'HMI et transmet les commandes nécessaires des opérateurs vers l'instrumentation du terrain.
3. Système de communication : moyen de communication entre MTU et les différents RTU, la communication peut être par le biais de l'Internet, réseaux sans fil ou câblé, ou le réseau téléphonique public... etc. [18], [19], [20].

#### II.4.1.3. RTU :

C'est une entité d'acquisition de données et de commande généralement à base de microprocesseur

(actuellement on utilise des automates programmables). Il sert à contrôler et superviser localement l'instrumentation d'un site éloigné et à transférer les données requises vers la salle de contrôle principale ou parfois à d'autres RTU. Il se compose d'un contrôleur, des cartes d'entrées et sorties (analogique, tout ou rien, impulsions) et des modules de communication. [18], [20].

La figure suivante représente un schéma typique d'un RTU.

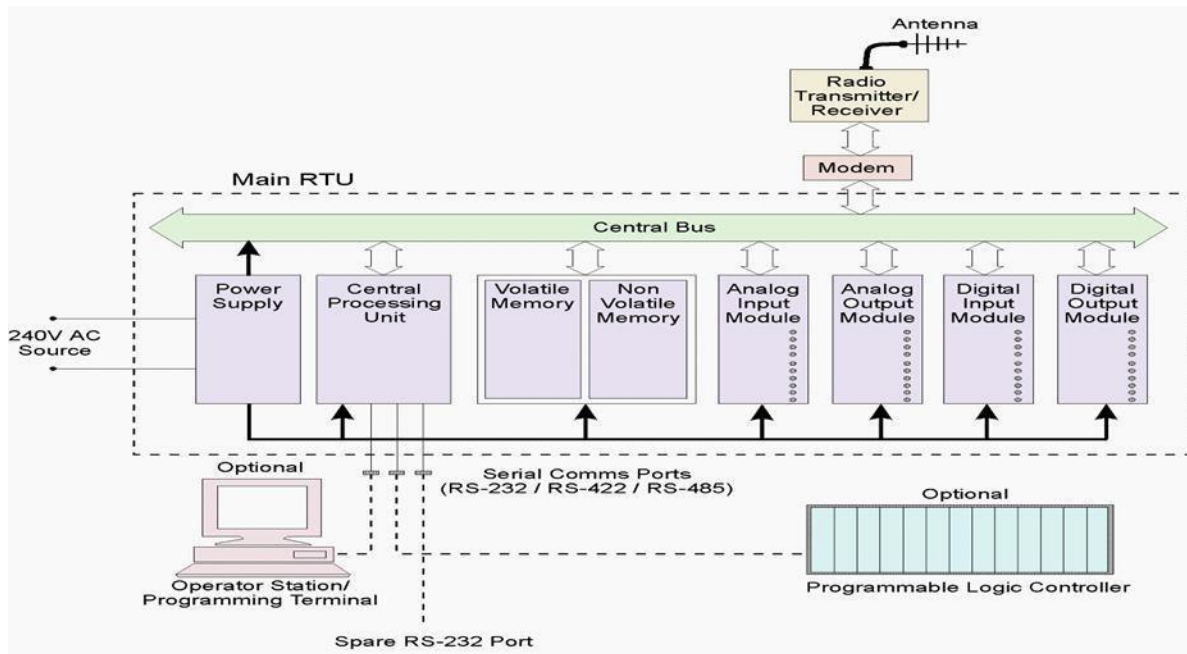


Figure II.4-2 Schéma général d'un RTU [18]

#### II.4.1.4. MTU

Il peut être décrit comme une station ayant plusieurs postes opérateur (liés ensemble avec un réseau local) connectés à un système de communication, comme on vient d'aborder l'MTU recueille les données de l'instrumentation du terrain périodiquement à partir des stations RTU et permet la commande à distance par le biais des postes opérateurs. En général l'MTU sert à configurer et programmer les RTU, diagnostiquer la communication et les stations RTU, la figure ci-dessous montre un schéma général d'un MTU. [18], [19], [20].

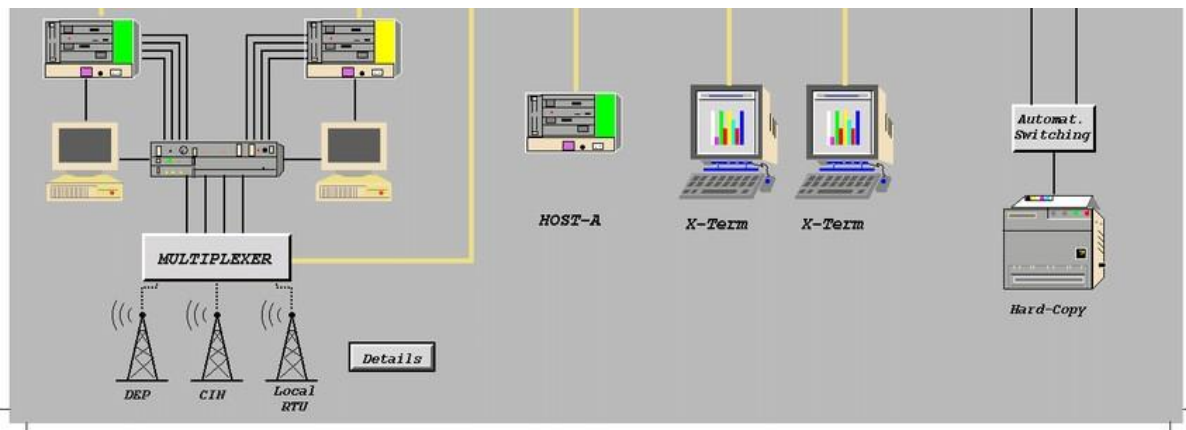


Figure II.4-3 Schéma général d'un MTU [18]

#### II.4.1.5. Système de communication

Différentes architectures de communication pour un système SCADA sont disponibles, la plus simple est la communication point à point où la communication est établie entre deux nœuds du réseau (l'un maître et l'autre esclave). La deuxième architecture est la communication multipoint qui consiste en un maître et plusieurs esclaves, une topologie des différents modes de communication est présentée sur la figure ci-dessous.

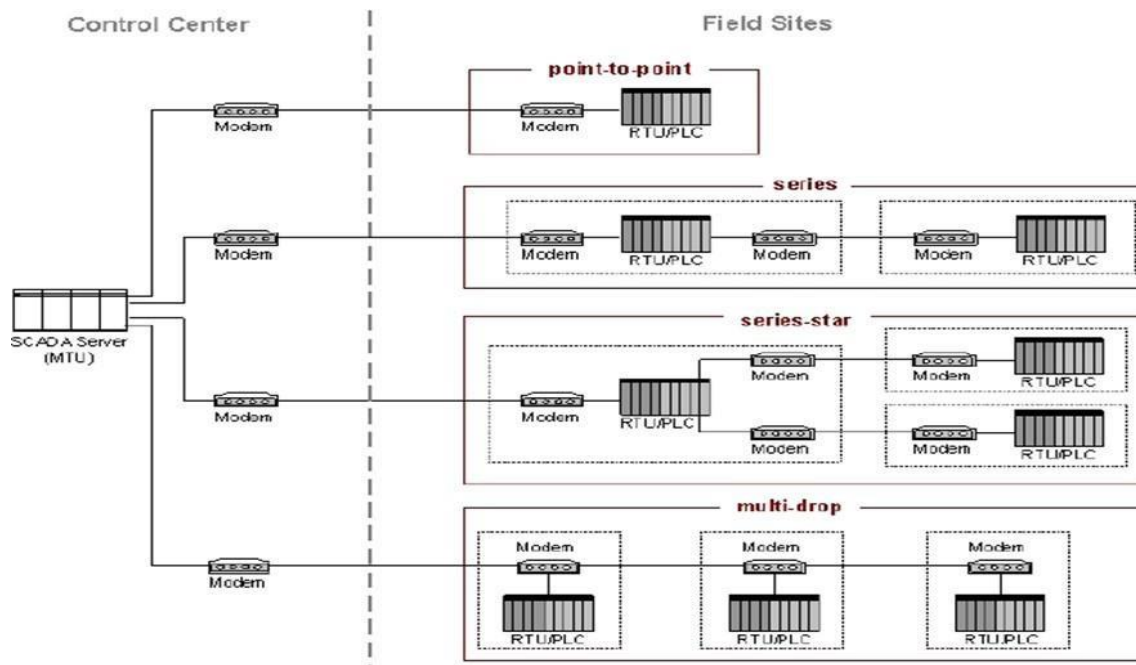


Figure II.4-4 Topologie de différents modes de communication SCADA [17]

La communication peut être classée selon deux approches, la première étant fondée sur l'approche de l'interrogation et la seconde sur l'approche peer-to-peer. [21], [22].

### **II.4.1.5.1. Approches d'interrogation (maître esclave)**

Cette approche peut être utilisée pour des systèmes de communication configurés en mode point à point ou multipoint, le maître contrôle totalement le système de communication puisqu'il gère périodiquement les demandes de transfert des données des différents esclaves. Ces derniers ne peuvent pas prendre l'initiative mais répondent seulement à la demande du maître. [21], [23].

### **II.4.1.5.2. Approches peer-to-peer**

Cette approche est appliquée pour la communication entre RTU et un autre RTU, elle repose sur l'aptitude de chaque nœud du réseau de communiquer avec un autre nœud directement seulement qu'il doit avoir un contrôle d'accès et collision du réseau. Autrement dit il faut écouter tout d'abord avant d'entamer la communication. [22], [23].

### **II.4.1.6. Les fonctions principales d'un logiciel SCADA sont les actions suivantes :**

- La visualisation des données d'exploitation à travers la totalité des installations.
- L'acquisition, le stockage et l'extraction des données d'exploitation importantes avec les commentaires saisis par l'opérateur
- La visualisation des tendances en temps réel à partir de données temps réel ou depuis les bases d'archivage
- L'amélioration de la disponibilité des installations et la fourniture des informations fiables.
- La capture des notifications d'alarme adressées au personnel d'exploitation et de maintenance par message texte ou par voie vocale.
- La génération des rapports d'exploitation et des rapports réglementaires régulièrement. La gestion de la sécurité des processus et des procédés à travers l'ensemble des installations et l'administration des authentifications et les habilitations pour l'accès des personnels En plus l'interface graphique doit faciliter aux opérateurs toutes ces tâches citées, l'HMI du SCADA est très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, il

est le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision. Ainsi, il aide l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prise de décision, en lui offrant une

très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation, avec l'affichage en différentes couleurs des résidus, des alarmes et des propositions sur l'action à entreprendre. [16] [18].

### **II.4.1.7. Avantage du SCADA**

Les avantages du SCADA comprennent :

Surveillance à proximité du système ; voir l'état de fonctionnement du processus sur des écrans, même s'il est situé dans une zone éloignée. Le contrôle et la garantie que toutes les performances souhaitées sont atteintes pour afficher les performances souhaitées du système à tout moment, et en cas de perte de performance, une alarme sera activée automatiquement pour avertir l'opérateur.

La génération d'une alarme lorsqu'une erreur se produit et montre également la position dans laquelle le défaut est localisé et l'élément défectueux, facilitant la tâche de diagnostic et d'intervention de l'opérateur. La disponibilité de différentes informations sur le système aide l'opérateur à prendre la bonne décision et à ne pas se tromper dans son intervention. Réduire les tâches du personnel en les regroupant dans une salle de contrôle. Élimination ou réduction du nombre de visites de sites distants ; avec une interface graphique, l'état de l'installation peut être surveillé en tout temps, de sorte que les visites de contrôle ne doivent pas être effectuées [24].

### **II.4.1.8. Structure d'un système SCADA**

#### **II.4.1.9. SCADA pour l'automatisation et le contrôle**

Une fois les installations du système configurées, c'est-à-dire : programmation des entrées/sorties du contrôleur, configuration du serveur, configuration des instruments de mesure, communication entre les différents équipements, se concentrer sur la mise en œuvre d'un système SCADA. En fait, le système SCADA peut transférer des informations entre une salle de contrôle composée d'un ou plusieurs ordinateurs "host" ou appelés MTU (Remote Master Unit) un certain nombre de terminaux distants RTU ou ATM situés dans les mêmes ou différents emplacements. Le système SCADA permet également de contrôler le processus via la télécommande de certains dispositifs (ouverture et fermeture des actionneurs), l'envoi d'instructions (profil de charge), etc. De cette façon, SCADA assure la surveillance et la sécurité de l'ensemble du système en

émettant des données critiques. Elle permet de prendre des décisions d'urgence pour améliorer l'entretien des installations [25].

### **II.4.1.10. Interface homme-machine (IHM)**

L'interaction entre l'utilisateur du système SCADA et les différents appareils d'une installation se fait via une interface utilisateur graphique. Cette interface contient des représentations synoptiques qui centralisent le contrôle d'un processus sur un seul écran. IHM (état d'entrée/sortie de diverses données système, alarmes, etc.) Il permet de l'afficher clairement et simplement en temps réel [25].

### **II.4.1.11. Les protocoles de communication d'un système SCADA**

La complexité de mettre en place un système SCADA se présente en grande partie dans le choix des protocoles de communication entre les différents dispositifs de l'installation. Dans la partie ci-dessous, les protocoles les plus connus sont :

### **II.4.1.12. Modbus**

Modbus est un protocole de communication série développé par Modicon. C'est une méthode utilisée pour transmettre des informations en série (une après l'autre) entre les dispositifs électroniques ou des appareils d'instrumentation. Le dispositif demandant les informations est appelé le « Maître », alors que, le dispositif qui fournit les informations est « l'esclave ». Dans un réseau Modbus standard, un maître a jusqu'à 247 esclaves où chaque esclave a une adresse unique de 1 à 247. Le maître peut aussi écrire des informations sur les esclaves. Ce protocole est ouvert, c'est-à-dire qu'il est gratuit et utilisable par n'importe quelle entité (compagnies électroniques, fabricants des équipements, etc.). Ce protocole est devenu un standard de communication dans l'industrie. Par exemple, un système qui mesure la température ou l'humidité utilisera le protocole Modbus pour communiquer les résultats à un ordinateur de supervision.

Souvent, ce protocole est utilisé pour connecter une unité terminale distante (RTU) à un système SCADA. Le protocole Modbus de base entre un maître et l'esclave est présenté dans la Figure ci-dessous.

| Adresse | Code de fonction | Information | Correction d'erreur |
|---------|------------------|-------------|---------------------|
|---------|------------------|-------------|---------------------|

Figure II.4-5 Représentation d'un protocole Modbus de base

### II.4.1.13. Profibus

Profibus signifie « bus des processus de terrain ». C'est une norme de réseau en général, utilisé au sein des systèmes de contrôle industriels. Plusieurs systèmes peuvent être utilisés avec la norme Profibus, tels que : le système SCADA, le système numérique de contrôle et de commande, système de contrôle distribué (DCS), l'automate API, l'assemblage et la manipulation des appareils de terrain, le système de contrôle industriel (ICS).

Ce protocole assure la communication entre les dispositifs de champs ou entre MTU et RTU. Profibus exige quelques spécifications d'utilisation. En effet, il faut utiliser un type de connecteur D. Aussi, la distance soutenue peut aller jusqu'à 24 km au maximum.

Enfin, le débit d'accélération de transmission des données peut aller jusqu'à 12 Mb/s et la taille du message jusqu'à 244 octets par nœud.

La famille Profibus se compose de trois versions compatibles offrant de très grandes intégrités et une capacité adaptée au besoin. - PROFIBUS DP - Périphérie décentralisée - PROFIBUS FMS - Fieldbus Message Spécification - PROFIBUS PA - Process Automation [25].

### II.4.1.14. Le logiciel SCADA

Le logiciel d'interface homme/procédé SCADA fournit à la fois des vues graphiques de l'état des terminaux à distance et leurs historiques d'alarmes. Il permet de visualiser l'ensemble des données du procédé et d'intervenir à distance sur les machines, il génère des rapports d'exploitation et de contrôle de données environnementales. Il archive la synthèse des données dans ses bases d'histoires.

Les fonctions principales d'un logiciel SCADA sont les actions suivantes :

- La visualisation des données d'exploitation à travers la totalité des installations.
- L'acquisition, le stockage et l'extraction des données d'exploitation importantes avec les commentaires saisis par l'opérateur

- La visualisation des tendances en temps réel à partir de données temps réel ou depuis les bases d'archivage
- L'amélioration de la disponibilité des installations et la fourniture des informations fiables.
- La capture des notifications d'alarme adressées au personnel d'exploitation et de maintenance par message texte ou par voie vocale.
- La génération des rapports d'exploitation et des rapports réglementaires régulièrement.
- La gestion de la sécurité des processus et des procédés à travers l'ensemble des installations et l'administration des authentifications et les habilitations pour l'accès des personnels

En plus l'interface graphique doit faciliter aux opérateurs toutes ces tâches citées, l'HMI du SCADA est très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, il est le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision. Ainsi, il aide l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prise de décision, en lui offrant une très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation, avec l'affichage en différentes couleurs des résidus, des alarmes et des propositions sur l'action à entreprendre. [24], [25]

### **II.5. Les « API »**

#### **II.5.1.1. Définition de « API »**

Est l'abréviation de « Automate programmable industriel ». C'est un système électronique capable de gérer un processus industriel dans des environnements très différents. Il dispose d'une mémoire programmable dans laquelle toutes les instructions sur le cycle du processus à automatiser sont insérées à l'aide d'une langue appropriée.

Il existe plusieurs fabricants d'automates : Schneider, Siemens, Telemecanical, Crouzet, Omron, Koyo, Allan Bradley, Cegetel... etc [26].

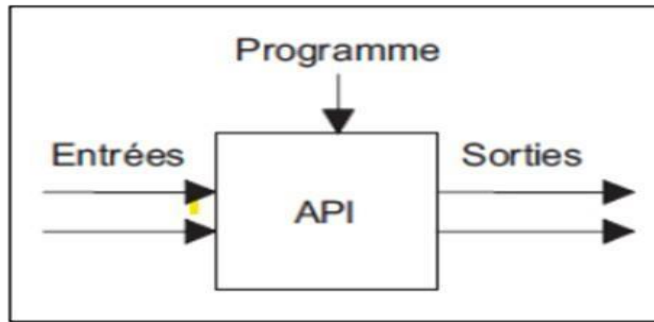


Figure II.5-1 Schéma généralisé d'un API

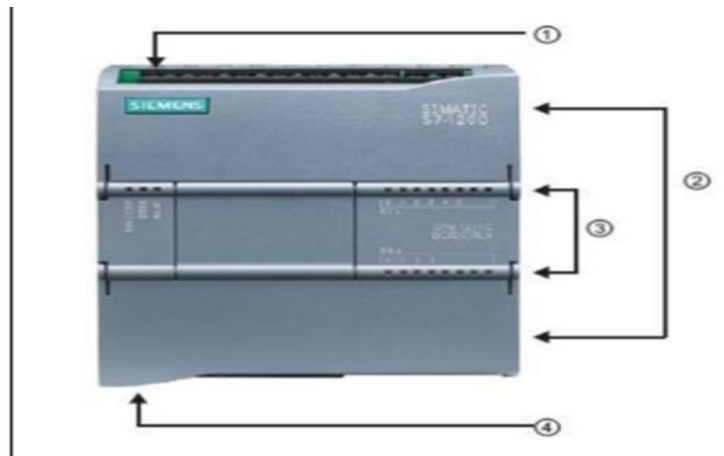


Figure II.5-2 API S7-1200

- (1) Alimentation 24 V ;
- (2) Borines insérables pour un câblage utilisateur (derrière les caches plastiques) ;
- (3) Diodes électroluminescentes pour les E/S intégrées et le mode de fonctionnement de la CPU
- (4) Connexion TCP/IP (sous la CPU).

### II.5.1.2. Structure générale d'un API

#### II.5.1.3. Le processeur (CPU).

En tant que cerveau du PLC, il gère toutes les relations entre la mémoire et les interfaces. Il est responsable de :

- Lire les informations d'entrée,
- Exécuter les instructions du programme en mémoire.
- Commander les sorties.

### II.5.1.4. La zone mémoire

La zone mémoire est conçue pour recevoir et stocker des informations provenant des différentes zones du système qui sont :

- Le terminal de programmation ou le micro-ordinateur utilisé pour écrire le programme en mémoire.
- Les capteurs, les auxiliaires de commande.
- Le processeur qui génère des informations pour contrôler les sorties (valeur d'un temporisateur, d'un compteur).
- Une mémoire est un circuit électronique qui enregistre des données binaires 0 ou 1 appelé "BITS", un ensemble de bits appelé "MOT".
- Un mot de 8 bits est appelé "OCTET".
- La capacité d'une mémoire est exprimée en kmots ou koctets.
- Les actions possibles sur une mémoire sont :
- **Ecrire**, pour modifier le contenu.
- **Lire**, pour apprendre le contenu sans le modifier.
- Effacer, pour faire disparaître le contenu.
- La machine vérifie constamment le programme (liste des déclarations) écrit dans sa mémoire.
- Dans les distributeurs automatiques, il existe différents types de mémoire qui remplissent différentes fonctions.

- Conception et élaboration du programme :
- La **RAM** est effacée lorsque la machine est arrêtée (nécessite une batterie de sauvegarde).
- L'**EEPROM** en lecture seule est effacée électriquement. Conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci :

L'EPROM, non volatile, atténuée par les rayons UV.

### II.5.1.5. Interfaces INPUT/OUTPUT

La fonction principale des interfaces est :

- Ajuster les informations provenant des capteurs de manière à pouvoir les utiliser pour l'unité de traitement.
- Pour les sorties un signal électrique pour la commande des pré-actionneurs, voyants, ...

### II.5.1.6. Les bus

Pour accéder à la mémoire, le processeur donne des commandes d'écriture ou de lecture, d'où la nécessité d'utiliser des bus séparés.

Le bus d'adresses sélectionne la boîte mémoire avec l'adresse souhaitée.

Le bus de données assure la transmission des informations de la mémoire vers le processeur et inversement.

Le bus de commande, permet au microprocesseur de sélectionner le mode de lecture ou d'écriture de mémoire et des interfaces d'entrées ou de sorties [27].

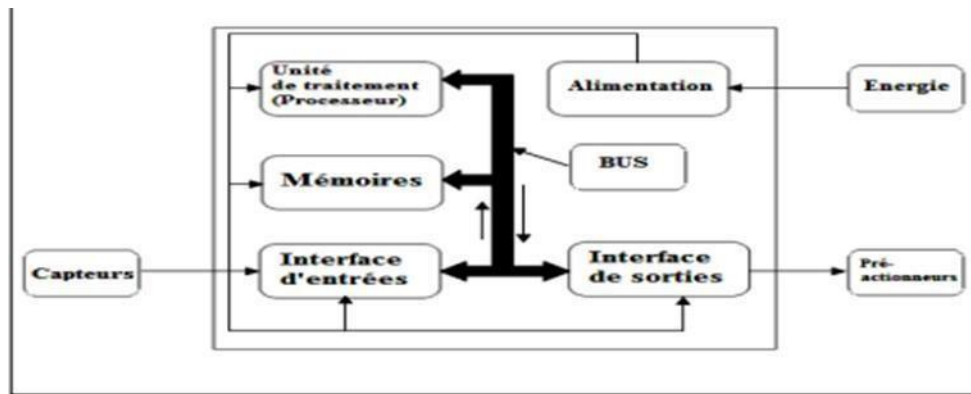


Figure II.5-3 Structure interne d'un API

### **II.5.1.7. Principe de fonctionnement**

Le traitement a lieu en trois phases :

**Phase 1** : Enregistrement des entrées. En tenant compte des informations du module d'entrée et en entrant leur valeur dans la RAM.

**Phase 2** : Traitement des données Le processeur exécute des instructions de mémoire de programme basées sur les informations de la mémoire de données. Cette exécution entraîne la modification de certaines variables et leur mise à jour dans la zone correspondante.

**Phase 3** : Les images de sortie dans la mémoire de données sont transmises au module de sortie pour fournir des signaux électriques pour le contrôle des pré-actionneurs et des dispositifs de visualisation. Ces valeurs sont verrouillées jusqu'au cycle suivant.

### **II.5.1.8. Types généraux des « APIs »**

Les commandes programmables dans l'industrie sont construites avec différentes structures, il y a :

Des API compactes et modulaires.

### **II.5.1.9. API compacte**

Ces automates de fonctionnement, sont généralement conçus pour la commande de petits. Automatismes.

### **II.5.1.10. API modulaire**

Ces automates sont intégrés dans des automatismes complexes nécessitant la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité.

### II.5.1.11. API rack

Le type PLC programmable distingue tous les composants d'une unité peut être installé, démonté ou assemblé. Cette machine peut prendre un chargement de milliers d'I/O [27].

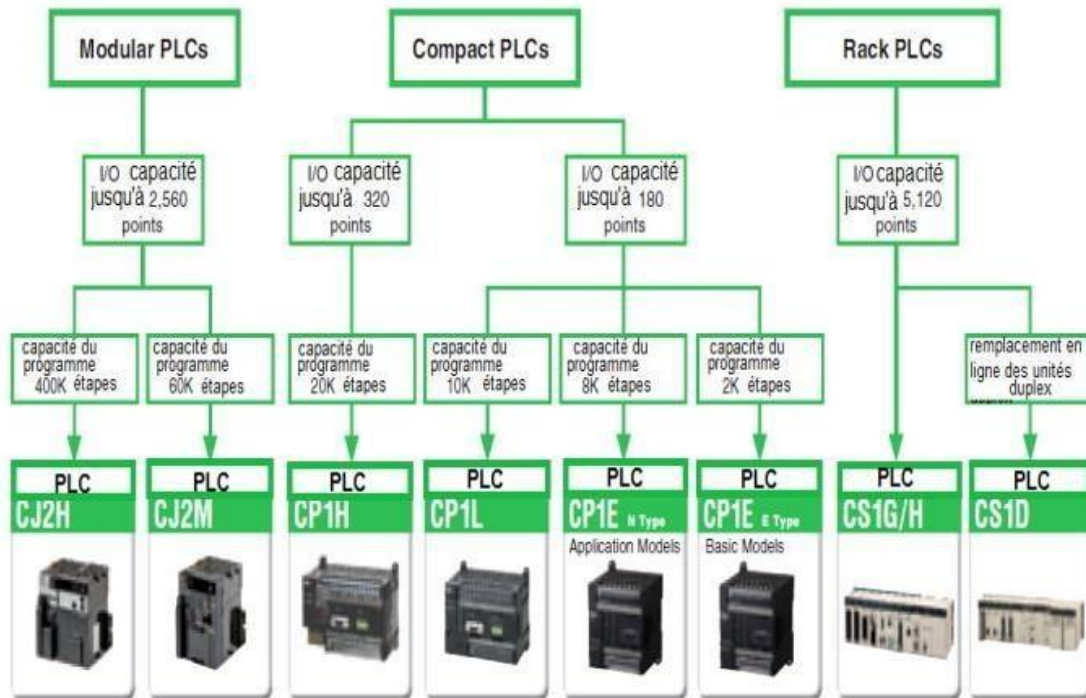


Figure II.5-4 Classification Les automates programmables OMRON [28]

### II.5.1.12. Les caractéristiques principales d'une API

Ce sont :

- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation.
- Nombre d'entrées/sorties intégrées.
- Taille de la mémoire.
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, Stack, etc.).
- Modules complémentaires (analogique, communication).

- Nombre de compteurs et minuteriers.
- Langage de programmation.

### **II.5.1.13. Programmation d'une API**

Il y a trois façons de programmer une API :

- Dans l'API elle-même à l'aide des touches.
- Une console de programmation connectée au PLC au moyen d'un câble spécial.
- Avec un ordinateur et un logiciel pour programmer plus. Facile à utiliser, communique avec PLC via une connexion série RS232, RS485 ou câble Ethernet.

### Langages d'API

La norme CEI 61131-3 définit cinq langues pouvant être utilisées pour la programmation.

Ces cinq langues sont :

**FDB** : (Functional Descriptive Language) est un langage graphique utilisé pour la programmation de variables et d'équations complexes. Il permet de manipuler des variables et des équations complexes en utilisant des opérateurs standards ou des blocs de fonctions.

**IL** : (Liste des instructions) est une liste d'instructions, commençant par une nouvelle ligne et incluant les opérateurs.

**LD** : (Diagramme de Charge) est une représentation graphique des équations booléennes, permettant la manipulation des données booléennes avec des symboles graphiques.

**SFC** : (Graphique Fonction Tableau) est un graphique de haut niveau pour la description et la programmation de processus séquentiels, montrant une séquence d'étapes séquentielles reliées par des transitions.

**ST** : (Structured Text) est un texte de haut niveau pour les applications d'automatisation, décrivant des procédures complexes difficiles à modéliser avec des langages graphiques [26].

## II.6. Les réseaux de communication

### II.6.1. Définition

Un réseau de communication est un groupe de méthodes que les utilisateurs emploient pour transmettre des informations précieuses. Le réseau de communication est la somme de tous les moyens et méthodes qu'une organisation emploie pour communiquer [27].

### II.6.2. La topologie des réseaux

#### II.6.2.1. Topologie en bus [28]

C'est l'organisation la plus simple d'un réseau. En effet, dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial. Le mot « bus » désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.

#### II.6.2.2. Topologie en étoile [28]

Sous le réseau Star Communication, tous les membres du groupe communiquent entre eux et échangent des informations. Ce réseau est un must pour la communication de groupe ou lorsque le travail d'équipe est impliqué. Ici, les membres communiquent entre eux sans hésitation.

#### II.6.2.3. Topologie en anneau [28]

Dans un réseau possédant une topologie en anneau, les ordinateurs sont situés sur une boucle et communiquent chacun à leur tour.

#### II.6.2.4. Topologie maillée [29]

C'est une topologie de réseau dans laquelle tous les nœuds de réseau sont connectés les uns avec les autres. Il n'existe pas de concept de commutateur (Switch) central, de hub ou d'ordinateur qui serve de point de communication central pour la transmission des messages.

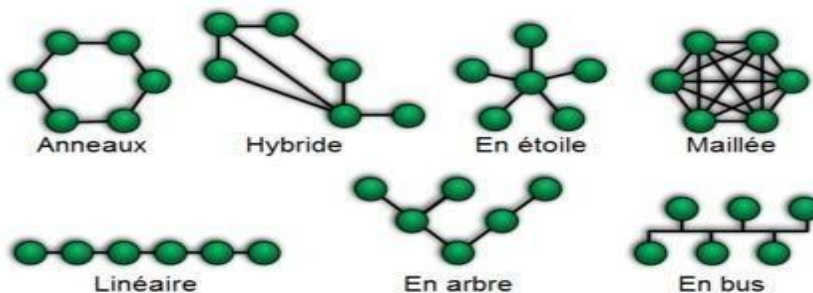


Figure II.6-1 la topologie des réseaux de communication

### **II.6.3. Les types des réseaux de communication [30]**

#### **II.6.3.1. Réseau local (LAN)**

C'est conçu pour petites zones physiques, telles qu'un bureau, un groupe de bâtiments ou une usine. Les réseaux locaux sont faciles à concevoir et dépanner, et sont utilisés pour partager des ressources tels que imprimantes et disques partagés.

#### **II.6.3.2. Réseau métropolitain (MAN)**

Il est conçu pour s'étendre sur toute la ville. Il peut s'agir d'un moyen de connecter un certain nombre de réseaux locaux à un réseau plus vaste ou il peut s'agir d'un seul câble. Il est principalement détenu et exploité par une seule société privée ou une société publique.

#### **II.6.3.3. Réseau étendu (WAN)**

Il est aussi appelé WAN. Le WAN peut être privé ou il peut s'agir d'un réseau public loué. Il est utilisé pour le réseau qui couvre une grande distance, comme les états de couverture d'un pays. Il n'est pas facile à concevoir et à entretenir. Les supports de communication utilisés par le WAN sont les liaisons PSTN ou Satellite. Le WAN fonctionne avec de faibles débits de données.

#### **II.6.3.4. Réseau sans fil**

La communication numérique sans fil n'est pas une idée nouvelle. Auparavant, le code Morse était utilisé pour mettre en œuvre des réseaux sans fil. Les systèmes sans fil numériques modernes ont de meilleures performances, mais l'idée de base est la même.

Les réseaux sans fil peuvent être divisés en trois catégories principales :

- Interconnexion du système
- LAN sans fil
- WAN sans fil

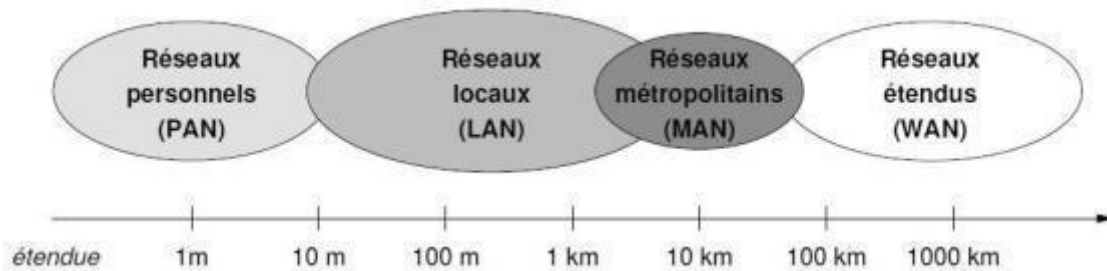


Figure II.6-2 les types des réseaux de communication

### II.7. Conclusion

En conclusion, l'instrumentation moderne, comprenant des technologies telles que le SCADA, le DCS, les capteurs intelligents, les API et les réseaux locaux, a révolutionné les industries en offrant des capacités avancées de surveillance, de contrôle et d'automatisation. Cette instrumentation moderne permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle, la fiabilité des processus et la prise de décision éclairée. Grâce à ces avancées technologiques, les entreprises peuvent optimiser leurs performances, réduire les coûts, minimiser les erreurs et rester compétitives sur le marché. L'instrumentation moderne ouvre de nouvelles perspectives passionnantes pour l'industrie, en créant des environnements de travail plus intelligents et plus connectés.

**CHAPITRE III :**  
**LE LOGICIEL TRICONEX ET IN-**  
**TOUCH**

### III. Le Logiciel TRICONEX et IN-TOUCH

#### III.1. Introduction

La combinaison des systèmes Triconex et InTouch offre une supervision avancée pour les processus industriels. Triconex se concentre sur la sécurité, la détection d'incidents et les mesures de sécurité nécessaires, tandis qu'InTouch fournit une interface graphique intuitive pour le suivi des opérations en temps réel. Cette approche globale garantit la sécurité des processus et une interface utilisateur efficace pour les opérateurs, ce qui maximise les performances, la fiabilité et la sécurité dans les activités industrielles.

#### III.2. TRICONEX

Triconex, est un contrôleur programmable d'Invensys, un leader mondial de la gestion d'actifs dans le secteur. Ce système est utilisé dans les installations de sécurité critiques où le niveau de sécurité requise est très élevé, telles que les usines de raffinage, stations d'épuration des gaz, turbocompresseurs, centrales nucléaires. TRICONEX opère dans plus de 7000 installations et est un système de sécurité de perfusion contrôlé par l'entreprise. [31].

#### III.3. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX

Le système TRICON TMR se compose de trois systèmes de contrôle en parallèle intégrés avec une unité matérielle. VOTER pour deux des trois types de données logiques garantit un fonctionnement continu avec un haut niveau d'intégrité et sans erreurs. Pour l'utilisateur, le système TRICON est un package matériel unique qui permet le développement, ainsi qu'un seul programme d'application et la charge de jusqu'à trois processeurs en une seule opération. Les signaux dans les modules d'entrée sont téléchargés et traités par trois canaux indépendants et envoyés à trois processeurs via des chemins de communication distincts. Après le démarrage du programme d'application, les modules de sortie effectuent 2 des 3 votes, puis les valeurs calculées des résultats envoyés par les trois modules du processeur, puis envoient le résultat aux

terminaux de sortie et de là aux organes, à commander sur place.

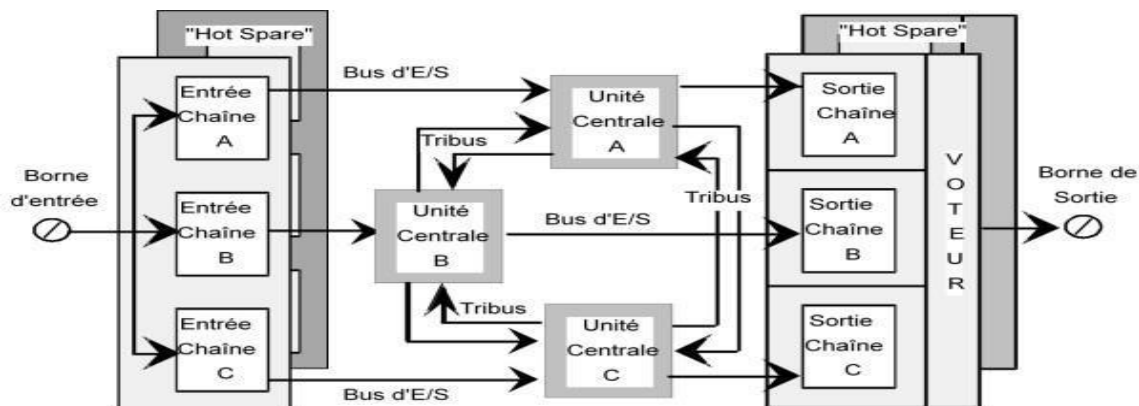


Figure III.1: Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR)

### III.4. Principe de fonctionnement

TRICONEX est un système de tolérance de fautes grâce à son architecture TMR modulaire triple redondante.

Le TRICONEX assure un contrôle continu, sans erreur en cas de défaillance de composants internes ou externes.

Le TRICONEX est conçu autour d'une architecture à trois niveaux, des points d'entrée aux points de sortie et aux processeurs principaux.

Chaque module d'E/S contient trois chaînes de traitement indépendantes et redondantes.

Chaque chaîne de traitement du formulaire de saisie lit les données du processus et transmet ces informations au formulaire de traitement principal auquel elle appartient. Les trois processeurs principaux échangent des données via un bus à grande vitesse appelé TRIBUS.

Une fois par période de vote, les trois processeurs principaux sont synchronisés et communiquent entre eux via TRIBES. TRIBUS vote les données d'entrée logiques, compare les

données de sortie et envoie une copie des valeurs d'entrée logiques à chaque processeur principal (Figure III.2). Les processeurs principaux exécutent le programme d'application et transmettent les valeurs calculées aux modules de sortie. En plus des données de vote, TRICONEX note également les données de sortie. Cela se fait dans les modules de sortie juste avant les terminaux

de connexion, vous permettant de détecter et de corriger toute erreur entre le vote au niveau TRIBUS et la sortie.

Pour chaque module d'E/S, on peut monter une pièce de rechange chaude, qui prend le contrôle si une défaillance est détectée dans le premier module en fonctionnement. La pièce de rechange chaude peut également être utilisée pour l'entretien de n'importe quel module du même modèle qui montre un défaut partout dans la configuration du système [32].

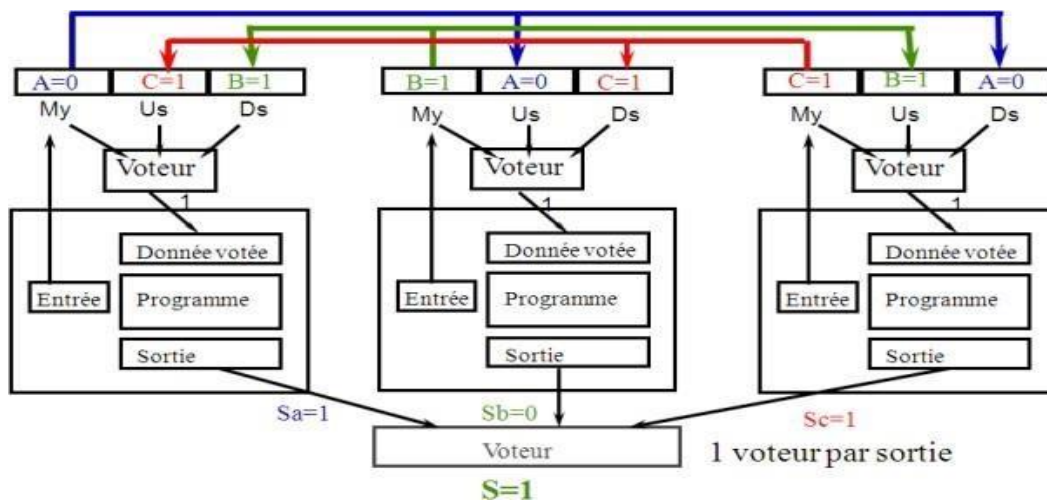


Figure III.4-1 Illustration du système de vote de TRIBUS

### III.5. Configuration du système

Les systèmes de la version 9 sont disponibles en deux configurations : systèmes à châssis unique avec châssis principal haute densité et systèmes à châssis multiples pouvant intégrer jusqu'à 15 châssis au total. Il existe les configurations suivantes :

Châssis principal haute densité : Ce châssis abrite trois processeurs principaux et fournit un emplacement pour un module de communication (pas d'option pour les pièces de rechange à chaud) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sortie.

## CHAPITRE III

---

Châssis d'extension haute densité : ce châssis abrite des modules d'entrée/sortie supplémentaires qui peuvent se déplacer jusqu'à 30 mètres du châssis principal. Chaque châssis se compose de huit positions fonctionnelles pour les modules d'entrée/de sortie. Chaque site doit être équipé de deux rails, un pour le module actif et un pour la pièce de rechange à chaud.

Châssis RXM haute densité : ce châssis abrite des modules d'entrée/sortie supplémentaires qui peuvent se déplacer jusqu'à 12 kilomètres du châssis principal. Chaque châssis RXM dispose de trois modules RXM (primaires ou secondaires) et de six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sortie. Chaque emplacement doit être équipé de deux rails, un pour le module actif et un pour la pièce de rechange à chaud.

### III.6. Bus système et distribution de l'alimentation

Trois bus systèmes triplés sont gravés sur le fond de panier du châssis : le TRIBUS, le bus d'entrées/sorties et le bus de communication COMM.

Le TRIBUS est composé de trois liaisons série indépendantes qui fonctionnent à 4 Mbaud.

Les fonctions des tribus sont les suivantes :

- Rendez-vous des processeurs au début de chaque cycle ;
- Gère la rééducation automatique des processeurs ;
- Vote les informations discrètes (logiques) entre les processeurs et positionne un bit de discordance.
- Transfère et vote les A.I (Analog Input) entre les processeurs.
- Transfère les diagnostics et les données programmeuses entre les processeurs.
- Transfère les messages de communication entrants entre les processeurs.

Il convient de noter que le TRICON permet grâce à son architecture TMR qu'une même mesure, en provenance d'un transmetteur unique, d'un paramètre du procédé soit échangée entre les trois modules processeurs principaux. Ainsi, cette caractéristique garantit que les données reçues sont identiques pour tous les processeurs.

Chaque module d'entrée/sortie transfère les signaux des capteurs ou des organes à piloter via

le bornier de raccordement qui lui est associé.

Chaque emplacement d'un châssis est constitué de deux sous-emplacements ou rails qui logent le module en activité et la pièce de rechange à chaud. Le même bornier de raccordement et les mêmes voies du bus d'entrées/sorties sont utilisés quel que soit le module opérationnel.

Les modules de droite et de gauche fonctionnent de manière active où assure la fonction de pièce de rechange à chaud alternativement toutes les heures.

### **III.7. Bus systèmes sur fond de panier, châssis principal TRICON et bus de distribution**

Les câbles de connexion sont connectés aux connecteurs du bornier dans le plan arrière du châssis. Chaque connexion s'étend du bornier au module E/S actif et à sa pièce de rechange chaude. Par conséquent, les deux modules reçoivent les mêmes signaux par le même câblage.

Le bus E/S de 375 kbaud envoie des données entre les modules E/S et les processeurs principaux. La ligne principale triplée est située au bas de la plaque de montage. Chaque chaîne de bus d'entrée/sortie relie l'un des trois processeurs principaux à la chaîne de module d'entrée/sortie appropriée. Le bus E/S peut être étendu entre les châssis avec un jeu de trois câbles.

Le bus de communication COMM 2 Mbaud relie les principaux processeurs et modules de communication et permet l'échange d'informations avec d'autres systèmes TRICON sur un réseau ou un système hôte.

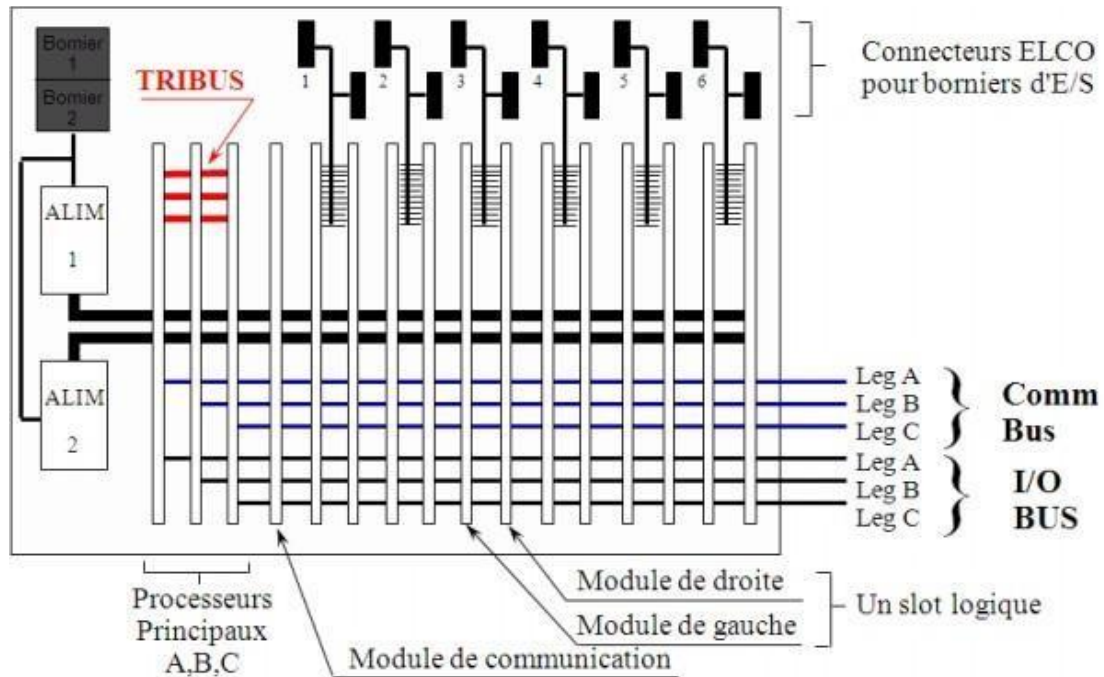


Figure III.7-1 Illustration de fond de panier du TRICON

### III.8. Modules d'alimentation

L'alimentation du châssis est répartie sur deux circuits d'alimentation distincts au centre du plan arrière. En outre, chaque module est équipé d'un double circuit de réglage. Une défaillance du module d'alimentation ou de la ligne n'affecte pas les performances du système.

#### Les Caractéristiques

- Double alimentation
- Tout le monde peut supporter la charge sur le châssis ;
- Alarme de température
- Alarme de batterie de rechange (pile de sauvegarde)

- 2 régulateurs de chaîne (6 par module)
- Résistance totale au bruit
- Changement d'unité en ligne

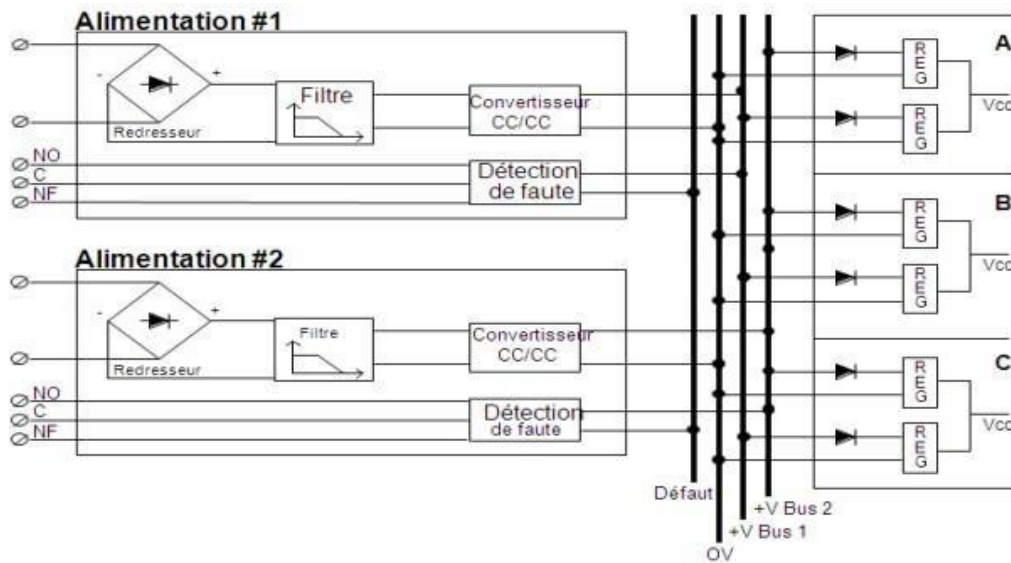


Figure III.8-1 Architecture des modules d'alimentation.

### III.9. Modules processeurs principaux

Le système TRICON possède trois modules principaux du processeur ou processeur MP principal, chacun contrôlant l'une des trois chaînes de système différentes. Chaque processeur principal travaille en parallèle avec les deux autres, comme un membre de la triade.

Le microprocesseur d'entrée/sortie dédié dans chaque processeur principal gère les données échangées entre les modules du processeur principal et les modules d'entrée/sortie. La ligne principale tripliquée sur la plaque de cadre s'étend d'un cadre à l'autre en utilisant des câbles bus E/S.

Au début de chaque période de numérisation, les échantillons des points d'entrée sont prélevés à la demande de trois modules du processeur principal via trois chaînes de bus d'entrée/sortie. Les données de chaque formulaire de saisie sont collectées dans un tableau au niveau de chaque processeur principal et stockées en mémoire pour une utilisation pendant le vote.

La table d'entrée de chaque processeur principal est envoyée à deux processeurs principaux adjacents via TRIBUS. La notation physique des valeurs d'entrée logiques se produit pendant la transmission. Tribes utilise une unité programmable.

Accès direct à la mémoire pour la synchronisation, la transmission, le vote et la comparaison des données entre les trois processeurs principaux.

En cas de litige, la même valeur de signal prévaut comme dans les trois tableaux et la troisième table est corrigée en conséquence. Le système TRICON est capable de distinguer les différences de points résultant de variations du temps d'échantillonnage de différences répétitives. Les trois modules du processeur principal conservent les données lorsque des correctifs de mémoire locale sont nécessaires.

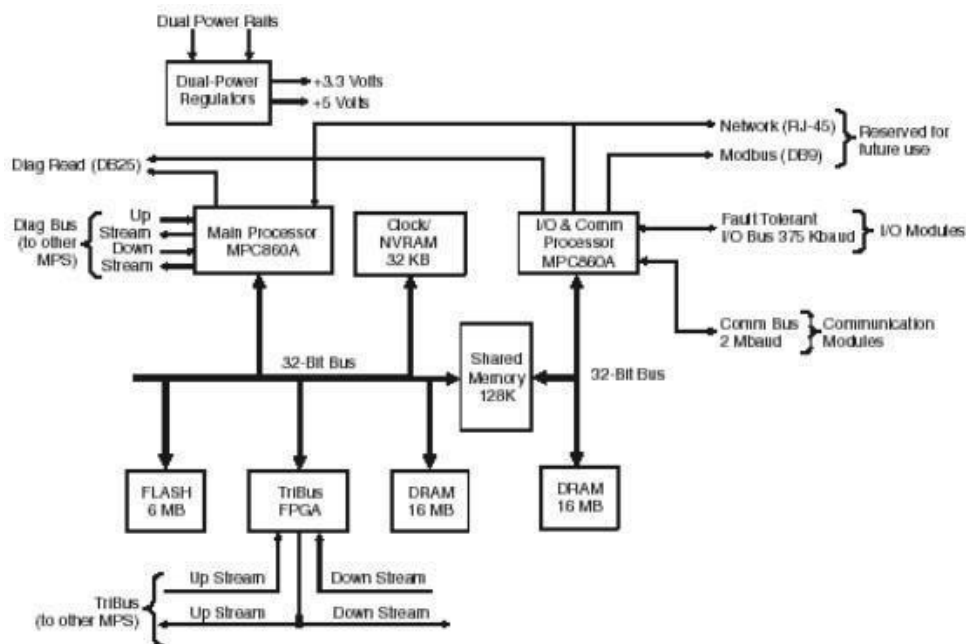


Figure III.9-1 Architecture de processeur principal (modèle 3008)

Dans la mémoire SRAM réside le programme d'application écrit par l'utilisateur, les données

### **CHAPITRE III**

---

des consigneurs d'états, les données d'entrées/sorties, les résultats des diagnostics et les registres de communication. En cas de perte de l'alimentation externe, la mémoire SRAM est sauvegardée.

Grâce à deux piles au lithium installées sur le fond du panier du châssis principal. Ces piles garantissent l'intégrité du programme et la conservation des variables dites rétentrices pour une durée au moins six mois en l'absence d'alimentation du TRICON.

Les modules processeurs principaux sont alimentés par les alimentations duales via les rails d'alimentation du châssis principal.

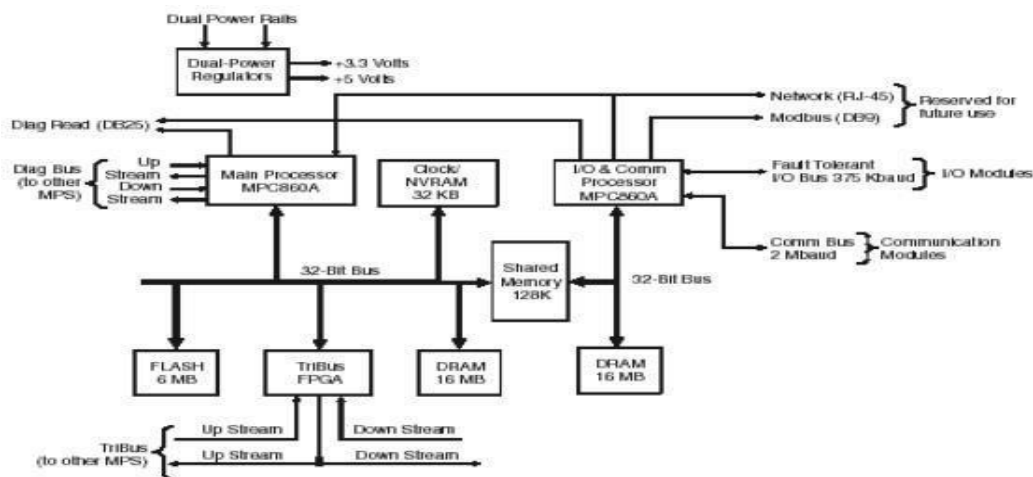


Figure III.9-2 Architecture de processeur principal (modèle 3008)

Les écarts sont détectés et exploités à la fin de la période de dépistage à l'aide des routines de l'analyseur de défaillances intégré pour déterminer l'existence et l'emplacement d'une erreur possible.

Après le transfert et toute correction des valeurs d'entrée de TRIBUS, les résultats obtenus par les processeurs principaux sont utilisés comme nouveaux points d'application. (Le programme d'application est développé sur Tri station 1131 et téléchargé sur les processeurs principaux.) Le premier microprocesseur 32 bits et le coprocesseur arithmétique pour chacun des trois modules exécutent le programme d'application en parallèle. Pendant l'exécution du programme d'application, un tableau des valeurs de sortie est généré.

À partir de la table de sortie, le processeur de communication entrée/sortie génère des sous-

## **CHAPITRE III**

---

positions pour chaque processeur principal, chacune correspondant aux valeurs de chaque point de départ dans le même module. Chacun de ces sous-éléments est transféré de chaque chaîne au

module de sortie via le bus d'entrée/sortie. De cette façon, le processeur principal transmet les sous-titres pertinents à la chaîne de chaque module de sortie via le bus d'entrée/sortie A. Le transfert de données de sortie a priorité sur la fonction d'échantillonnage de tous les modules d'entrée/sortie.

Le processeur de communication. Entrée/sortie traite les données échangées entre les modules principaux du processeur et les modules de communication via le bus de communication qui supporte le mode « Broadcas ».

La capacité de mémoire SRAM est de 2 octets pour chaque module de processeur principal du modèle 3006, les systèmes TRICON V9 et seulement 1 octet pour chaque module de processeur principal du modèle 3008 dans les systèmes à trame unique TRICON V9.

Au début de chaque période de numérisation, les points d'entrée sont échantillonnés à la demande des trois modules principaux du processeur, à travers les trois chaînes de bus d'entrée/sortie. Les données de chaque formulaire de saisie sont collectées dans un tableau au niveau de chaque processeur principal et stockées en mémoire pour une utilisation pendant le vote.

La table d'entrée de chaque processeur principal est transférée aux deux processeurs principaux adjacents via TRIBUS. La notation physique des valeurs d'entrée logiques est effectuée lors du transfert. TRIBUS utilise une unité de raccourci de la mémoire programmable pour synchroniser, transmettre, voter et comparer les données entre les trois processeurs principaux.

En cas de désaccord, la même valeur de signal prévaut que dans trois tables, et la troisième table est corrigée en conséquence. Le système TRICON peut distinguer les différences de points dues aux variations du temps de la période d'échantillonnage des différences répétées. Les trois modules du processeur principal conservent les données lorsque des corrections sont nécessaires dans la mémoire locale. Toute disparité est identifiée et exploitée à la fin de la période de scan par les routines intégrées d'analyse des défauts pour déterminer l'existence et l'emplacement

d'un défaut potentiel.

Après le transfert et les corrections possibles lors du vote des valeurs d'entrée par les TRIBUS, les résultats obtenus sont utilisés par les principaux processeurs comme nouvelles entrées du programme d'application. (Le programme d'application est développé sur Tristation 1131 et téléchargé sur les processeurs principaux.) Le microprocesseur principal 32 bits et le coprocesseur arithmétique de chacun des trois modules exécutent le programme d'application en parallèle.

Lorsque vous démarrez le programme, une table de sortie est créée.

À partir du tableau des valeurs de sortie, le processeur de communication entrée/sortie de chaque processeur principal génère des sous-titres, chacun correspondant aux valeurs de chaque point de sortie d'un module. Chacune de ces tables de sous-séquences est envoyée de chaque ligne au module de sortie via le bus E/S. Ainsi, le processeur principal A envoie une sous-matrice au circuit de chaque module de sortie via le bus d'E/S A. La transmission de sortie a priorité sur l'échantillonnage de tous les modules d'E/S. Le processeur d'E/S de communication traite les données échangées entre les modules principaux du processeur et les modules de communication via un bus de communication prenant en charge le mode "broadcas".

La capacité de mémoire SRAM est de 2 octets M pour chaque module du processeur principal Model 3006, les systèmes TRICON V9 et seulement 1 octet M pour chaque module du processeur principal Model 3008 des systèmes TRICON V9 mono-trame. La mémoire SRAM comprend un programme d'application enregistré par l'utilisateur, des données de l'enregistreur d'état, des données d'entrée/sortie, des résultats de diagnostic et des journaux de communication. En cas de perte d'alimentation externe, la mémoire SRAM est stockée avec deux piles au lithium installées au bas du panier du châssis principal. Ces batteries assurent l'intégrité de l'application et le stockage des variables appelées dispositifs de régulation pendant au moins six mois en l'absence d'alimentation TRICON. Les modules principaux du processeur sont alimentés par deux alimentations via le châssis du guide d'alimentation principal [33].

### III.10. Modules d'entrées

#### III.10.1.1. Modules d'entrées logiques

Il existe deux types principaux de modules d'entrée logique : le module TMR et le module simple. Les paragraphes suivants décrivent d'abord les généralisations générales des modules d'entrée logique, puis les spécifications TMR et les modules "individuels"

Chaque module contient des circuits électroniques identiques de trois circuits de traitement (A, B et C). Bien que leurs circuits soient dans le même module, ils sont complètement isolés les uns des autres et fonctionnent indépendamment les uns des autres. Une erreur détectée dans un canal ne peut pas être transmise à un autre. En outre, chaque canal est équipé d'un microprocesseur 8 bits, appelé processeur de communication E/S, qui communique avec le module principal du processeur associé. Chacun des trois circuits d'entrée A, B et C mesure les signaux de chaque point du bornier séparément, identifie l'état correspondant des signaux d'entrée et les stocke dans son tableau d'entrée. Chaque table d'entrée est sélectionnée régulièrement via un bus E/S situé dans le module du processeur principal correspondant. Par exemple, le processeur A interroge une table de valeurs et d'états d'entrée de la chaîne de modules A via un bus E/S.

Dans les modules d'entrée logique TMR, tous les composants du circuit électronique sont complètement triplés pour assurer une sécurité optimale et une disponibilité maximale. Chaque circuit fournit des signaux séparés et une isolation optique entre les capteurs et le système.

TRICON est garanti. (Le module d'entrée logique haute densité 64 points est une exception qui confirme la règle, elle n'est pas isolée.)

Les modèles de tension continu (DC) des modules d'entrée logique TMR effectuent des diagnostics pour détecter des conditions d'état gelé dans l'appel ou l'ON des circuits d'isolement lorsque les contacts sur place restent fermés pendant de longues périodes. Étant donné que la

### **CHAPITRE III**

---

plupart des systèmes de sécurité sont configurés pour répondre à la condition de sécurité manquante, la détection des points correspondant à l'état OFF est une fonction essentielle. Pour tester et identifier les entrées congelées dans l'état ON, un circuit qui fait partie intégrante du

module force l'entrée à zéro et peut détecter une condition de défaillance du coupleur optique. La dernière lecture des données est bloquée dans le processeur de communication E/S pendant le test.

Pour les modules d'entrée logique individuels, seules les sections des chaînes de traitement du signal nécessaires pour assurer un fonctionnement sûr ont triplé. Les modules individuels sont optimisés pour les applications critiques pour lesquelles le critère de coût d'investissement a la priorité sur le niveau de disponibilité. Des circuits d'autodiagnostic spécifiques détectent en moins de 500 millisecondes toutes les conditions de défaillance ON ou OFF dans les sections non ondulées. Cette caractéristique obligatoire est à la base même de la conception d'un système de sécurité qui doit détecter immédiatement toutes les défaillances et qui, lorsqu'une erreur est détectée, doit forcer la valeur d'entrée mesurée pour se replier en position de sécurité. Comme le TRICON est optimisé pour les applications de sécurité, la détection d'un défaut dans le circuit d'entrée force l'état OFF de la valeur transmise par chaque chaîne aux modules du processeur principal.

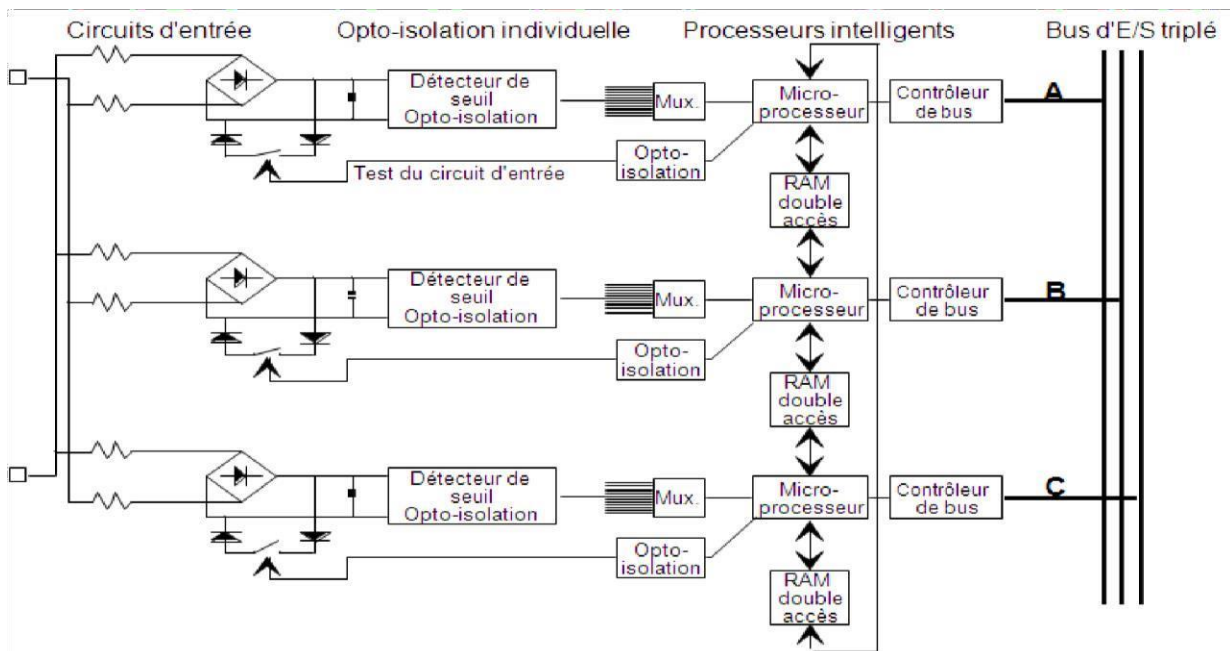


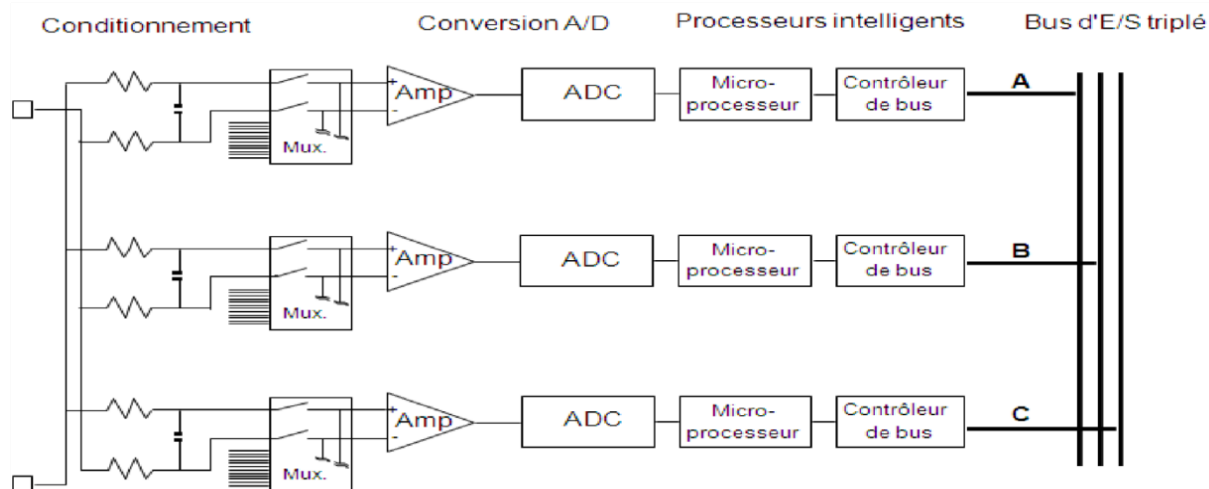
Figure III.10-1 Architecture d'un module d'entrées logiques TMR

### III.10.1.2. Modules d'entrées analogiques

Dans un module d'entrée analogique, chacun des trois canaux mesure de façon asynchrone les signaux d'entrée et enregistre les résultats dans un tableau de valeurs d'entrée (figure III.7).

Chacune des trois tables d'entrée est transmise au module processeur principal qui lui est associé via le bus d'entrée/sortie correspondant. La table d'entrée de chaque module CPU principal est transmise aux voisins par TRIBES. Chaque module de processeur principal sélectionne la valeur moyenne et la table d'entrée de chaque module de processeur principal est corrigée en conséquence. En mode TMR, le programme d'application exploite les valeurs moyennes, en mode duplex, et c'est la valeur moyenne qui est exploitée.

Chaque module d'entrée analogique est équipé d'un circuit qui permet le décalage automatique du zéro du convertisseur analogique numérique. Les modules d'entrée analogiques et leurs borniers sont disponibles pour supporter une large gamme de signaux d'entrée analogiques, isolés ou non : 0-5 volts DC, 0-10 volts DC, 4-20 mA, thermocouples (types K, J, T et E) et sondes de résistance RTD.



---

Figure III.10-2 Architecture d'un module d'entrées analogiques TMR.

### III.10.1.3. Modules d'entrées impulsions

Le module d'entrée d'impulsion est utilisé avec des capteurs de vitesse installés sur des machines rotatives telles que des turbines ou des compresseurs. Le module compte les impulsions du capteur de vitesse, généralement une bobine d'induction située près d'une roue à engrenages sur un arbre rotatif. La sortie d'impulsion du capteur est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre et au nombre de dents dans l'engrenage (figure III.8).

Le module d'entrée d'impulsion a entièrement triplé, comme le montre le diagramme.

Chaque chaîne de modules accumule un nombre spécifique d'impulsions du capteur d'entrée (généralement un nombre entier multiplié par les dents d'engrenage affectées à la mesure). Le temps nécessaire pour accumuler le nombre souhaité d'impulsions est également mesuré par un mètre à un  $\mu\text{m}$  de seconde. Pour calculer la vitesse, il suffit de diviser le nombre d'impulsions accumulées par le temps nécessaire pour les accumuler, puis de multiplier le résultat obtenu par un facteur d'échelle égal au nombre d'impulsions par rotation d'axe, en tenant compte de la précision du calcul et sachant que le temps d'accumulation est généralement de 2 s. Entre 20 et 40 millisecondes, vous pouvez mesurer la vitesse avec un niveau de précision égal à 0,01 % de la vitesse de fonctionnement d'une turbine ou d'un compresseur conventionnel.

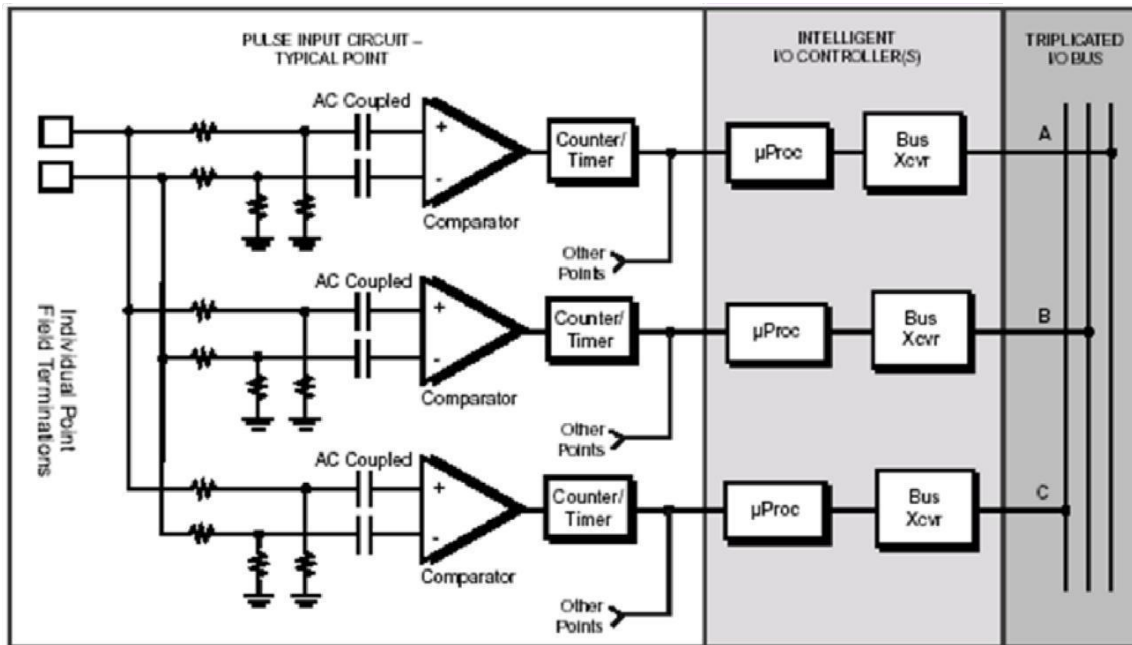


Figure III.10-3 Architecture d'un module d'entrée Impulsion TMR.

### III.11. Modules de sorties

#### III.11.1.1. Modules de sorties logiques

Il existe trois types de modules de sortie logique : TMR, double et supervisé.

Ces modules sont disponibles en tension DC et en tension CA Ver (Figure III.9).

Chaque module de sortie logique se compose de trois chaînes de traitement identiques qui sont isolées. Chaque chaîne a une puce d'E/S qui reçoit la table des valeurs de sortie du processeur d'E/S qui réside dans le module principal du processeur associé. Tous les modules de sortie logique, à l'exception des doubles à tension continue, sont équipés d'un circuit de sortie à quatre éléments qui effectue un vote du signal physique envoyé à l'organe de sortie à piloter. Ce circuit de vote est un groupe série parallèle qui transmet de l'énergie. Si les conducteurs des chaînes A et B, B et C, ou A et B, ordonnent l'arrêt. La redondance du circuit de vote garantit une sécurité et une disponibilité maximales.

Chaque module de sortie logique effectue pour chacun de ses points un diagnostic complet de l'électeur de sortie, OVD (Output Vote Diagnostic). La chaîne de contre-mesure de chaque point d'un module permet à chaque microprocesseur de relire la valeur du signal de sortie et de la comparer à la valeur votée, puis de détecter l'existence d'une éventuelle défaillance.

Les modules de sortie à double logique sont équipés d'un électeur à deux éléments assemblés en série. Chacun des éléments ou interrupteurs est entraîné par le résultat de deux autres sur trois (2/3) types de vote. Alors que le circuit de vote à quatre éléments offre une redondance multiple qui garantit la sécurité et la disponibilité, le circuit double fournit seulement la redondance nécessaire pour assurer un fonctionnement sûr. Les modules doubles sont optimisés pour les applications critiques où le coût de l'investissement l'emporte sur l'aspect disponible.

Les modules de sortie logique surveillés sont équipés de circuits de test de tension et de courant, qui permettent une couverture complète des pannes pour les conditions d'appel ON et OFF. En outre, le module de sortie logique surveillé vérifie la présence de la charge en effectuant

### **CHAPITRE III**

---

en continu des contrôles de continuité de boucle. Toute chute de pression ou court-circuit est indiquée par le module, quel que soit l'état de la commande.

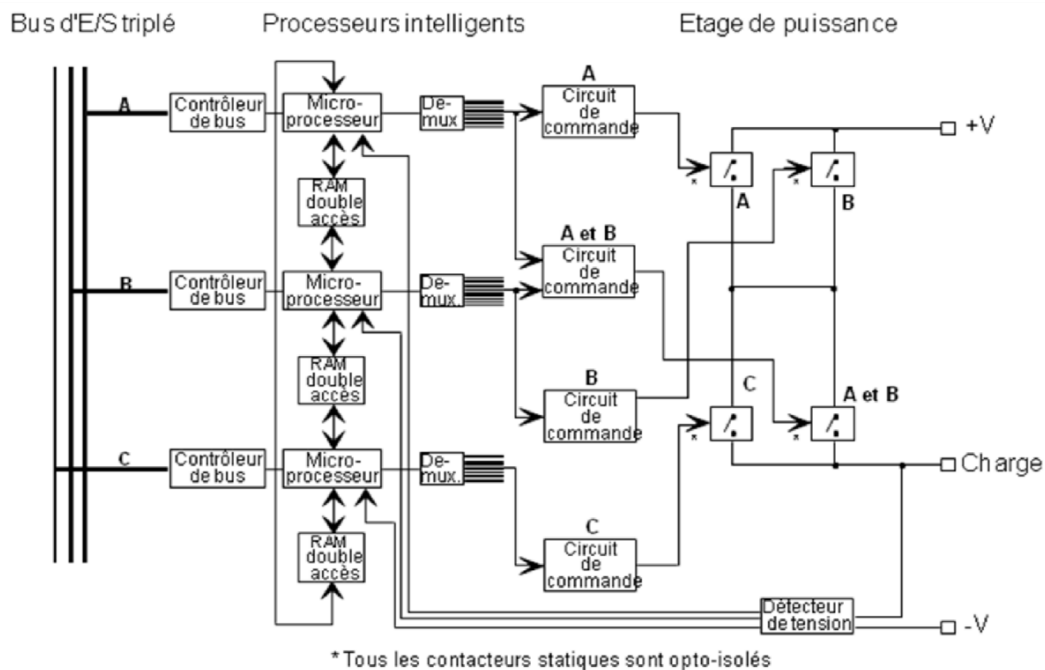


Figure III.11-1 Architecture d'un module de sorties logiques TMR.

### III.11.1.2. Modules de sorties analogiques

Le module de sortie analogique reçoit trois valeurs de sortie, une table pour chacune de ses chaînes de traitement du module du processeur principal correspondant (Fig.III.10).

Chaque chaîne a son propre convertisseur numérique/analogique. L'un des trois canaux est sélectionné pour contrôler les sorties analogiques. Les sorties sont commandées en permanence à l'aide d'un circuit de contre-tension présent à chaque point de lecture. En cas de défaillance de la chaîne pilote, cette chaîne est déclarée défectueuse et une nouvelle chaîne est sélectionnée pour vérifier l'élément demandé. Chaque chaîne est à son tour une chaîne pilote qui vous permet de tester toutes les chaînes.

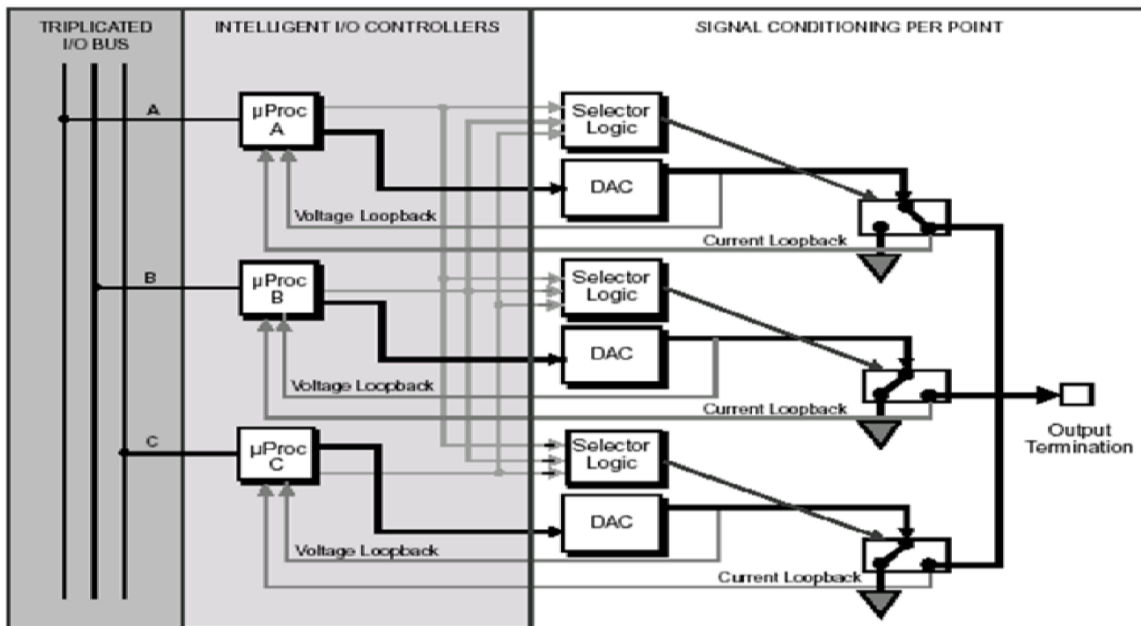


Figure III.11-2 Architecture d'un module de sorties analogiques TMR.

### III.12. Modules de communications

Les systèmes TRICON sont conçus pour interagir avec divers systèmes, y compris d'autres systèmes TRICON, Tricon Post 1131, les systèmes de contrôle centralisés numériques SNCC et les systèmes tiers compatibles avec les protocoles 802.3 IEEE LAN et MODBUS.

Connectivité avec les systèmes de contrôle numérique centralisés, SNCC (DCS)

#### III.12.1.1. Module d'interface de bus Hiway, HIM (module d'interface Hiway)

Ce module est une interface intégrée entre le système TRICON et Hiway de données sur SNCC TDC 3000 de Honeywell et offre la même fonctionnalité, quatre (4) adresses DHP étendues. La redondance de connexion est prise en charge.

#### III.12.1.2. Module de gestion de la sécurité, Module de gestion de la sécurité (SMM)

Ce module est une interface haute vitesse intégrée entre le système TRICON et le réseau de contrôle universel, UCN, dans le Honeywell SNCC TDC 3000. Deux ports fournissent une connexion redondante. Le module SMM permet au réseau UCN d'identifier le système TRICON

comme un nœud sécurisé, permettant l'échange de données de processus et l'utilisation des résultats diagnostiques du système TRICON et de son fonctionnement tout au long du TDC 3000.

### **III.12.1.3. Module de communication avancée (ACM)**

Ce module est une interface haute vitesse intégrée entre TRICON et FOXBORO SNCC Series I/a Nodebus. Deux ports fournissent une connexion redondante. Le module ACM permet à Nodebus d'identifier TRICON comme un nœud sécurisé qui permet l'échange de données de processus et utilise les résultats de diagnostic du système TRICON et son fonctionnement en n'importe où I/a séries.

En outre, il existe d'autres ports qui permettent la connexion à la station Tristation 1131, la connexion au réseau TRICON TSAA (Tricon System Access Application) et tout autre système qui prend en charge le protocole de communication TCP/IP.

Le module ACM fournit un port 802.3 supplémentaire pour se connecter à un réseau 802.3 où vous pouvez connecter la station TriStation ou des systèmes tiers. Le module ACM dispose également de deux ports série RS-232/422 pour la connexion maître/esclave.

MODBUS vers des systèmes tiers ou vers TriStation 1131 [35].

### **III.12.1.4. Diagnostic des émetteurs des modules de sorties en « DC » et « AC »**

Les modules de sortie logique DC sont spécialement conçus pour contrôler les équipements dont les points restent fixes dans le même mode de contrôle pendant de longues périodes.

Le diagnostic effectué (OVD) sur un module de sortie DC garantit une couverture complète des erreurs, même si l'état du point ne change jamais. Pendant le test, la sortie est envoyée à l'état opposé à l'état contrôlé pendant moins de deux (2) millisecondes (généralement 500 µs). Le comportement est complètement transparent pour la plupart des corps exploités dans une usine

industrielle.

Dans des cas exceptionnels, certains organes ne peuvent tolérer aucun changement dans le mode de signal. Dans ce cas, il est possible d'inhiber la fonction de diagnostic (OVD). Lorsque le

diagnostic (OVD) identifie un commutateur de sélection défectueux, le signal de sortie change d'état et passe à l'état opposé pendant une période de demi-cycle d'alimentation. Parfois, ce changement d'état peut ne pas être transparent pour tous les corps qui sont vérifiés. Si nécessaire, il est possible de bloquer la fonction de diagnostic (OVD). Par conséquent, il est conseillé de procéder au basculement.

États des magasins pendant les campagnes de test pour assurer une couverture complète des paramètres par défaut. Dans tous les cas, le module interrompt les itérations de diagnostic suivantes (OVD) lorsqu'une défaillance est détectée [35].

### **III.13. La supervision avec Intouch**

InTouch est un logiciel de supervision industrielle et de visualisation des processus grâce à sa légendaire simplicité d'utilisation, sa fiabilité, son évolutivité, ses performances et ses nombreuses fonctionnalités. Il est particulièrement réalisé pour faciliter la visualisation, le contrôle et l'optimisation des opérations dans le secteur industriel. InTouch offre des fonctionnalités graphiques avancées permettant aux développeurs d'être encore plus performants dans le développement et la maintenance des applications. Grâce à son aptitude, on retrouve les applications InTouch dans tous les environnements industriels : industrie manufacturière, processus ou tertiaire, pour le contrôle commande, la supervision ou l'acquisition de données. [36].



Figure III.13-1 La supervision avec InTouch

### III.14. Environnement d'InTouch

InTouch comporte principalement 3 parties: Application Manager, Window Maker et Window Viewer.

#### III.14.1.1. Application Manager (gestionnaire d'application)

Il nous permet de créer une nouvelle application ou d'organiser les applications créées (gestion des répertoires, des paramètres globaux...)

#### III.14.1.2. Window Maker

**Il nous permet de développer l'application :** La base de données temps réel, les fenêtres d'animation en utilisant les objets graphiques et leur paramétrage.

#### III.14.1.3. Window Viewer

C'est l'environnement d'exécution, avec la visualisation dynamique des fenêtres graphiques créées dans Window Maker. Il exécute les Quick Scripts, l'historique des données, les liens client-serveur DDE, les protocoles de communication Suite Link. Il lance les alarmes, gère les recettes et les batches de procédé (fabrication par lot).

### III.15. Les avantages et les inconvénients [36].

#### III.15.1.1. Les principaux avantages

- Un gain de temps important.
- Une gestion de toute l'activité de production.

- Un respect des délais définis.
- Une aide à la productivité
- Un contrôle centralisé de l'entreprise.
- Une aide à la prise de décision rapide et minimisation des coûts de production.
- Représentations graphiques stupéfiantes. L'interaction avec votre processus apporte la bonne information aux bonnes personnes au bon moment.

### III.15.1.2. Les inconvénients

- Demandes de l'organisation et de la rigueur
- La mise en œuvre complexe.

### III.16. Principales fonctionnalités

- Des graphiques de résolution indépendante et des symboles intelligents vont visuellement donner vie à la représentation des installations sur un écran d'ordinateur.
- Des scripts sophistiqués vont permettre d'étendre et de personnaliser les applications à des besoins spécifiques.
- Compte rendu des alarmes en temps réel et vues historiques pour les analyses
- Intégration des contrôles Microsoft ActiveX et .NET
- Bibliothèque extensible contenant de base +500 symboles graphique prêts à l'emploi, "intelligents" et personnalisables [36].

### III.17. Conclusion

En conclusion, ce chapitre met en évidence l'importance de ses outils dans l'industrie. TRICONEX offre une architecture robuste et une configuration flexible, tandis qu'INTOUCH propose une interface conviviale et une visualisation claire des données. Ces logiciels offrent des avantages indéniables en termes de fiabilité, de sécurité et de performances opérationnelles.

Toutefois, il est important de prendre en compte les défis potentiels tels que la complexité de la configuration et les coûts élevés. En conclusion, TRICONEX et In-Touch sont des atouts précieux pour optimiser les processus industriels, mais leur adoption doit être adaptée aux besoins spécifiques de chaque organisation.

## **CHAPITRE IV :**

# **Programmation du système de compresseur tk51**

## IV. Partie pratique

### IV.1. Introduction

Dans l'industrie, la surveillance et la supervision des équipements jouent un rôle essentiel dans la prévention des pannes et l'optimisation des performances des systèmes. Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur la surveillance des paramètres clés tels que les vibrations, la température et la pression, ainsi que sur la mise en place des conditions d'arrêt et de démarrage pour le compresseur 100TK51. De plus, nous exploiterons le logiciel de supervision InTouch pour créer une interface de surveillance intuitive et efficace

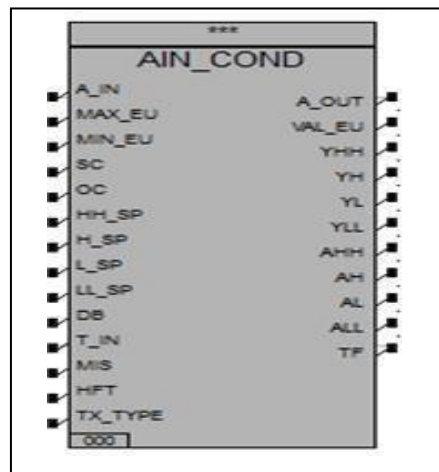
### IV.2 Les blocs utilisés pour la programmation

#### IV.1.1.1.AIN\_COND

Le bloc Ain\_cond est intégré en TRICONEX, il comporte à l'intérieur un groupe des comparateurs.

C'est le bloc le plus important dans notre travail appliquer pour les entrées analogiques (les transmetteurs) .il est caractérisé par un intervalle de travail [819 – 4095] l'équivalent de [4-20 milliampère] [34].

La figure ci-dessous présente un bloc AIN COND





IV.1.1.2. Les entrées de la porte AIN-COND

Table IV.1 les entrées de la porte AIN COND

| <b>Entrée</b> | <b>Description</b>   | <b>Data type</b> |
|---------------|--|------------------|
| <b>A-IN</b>   | Valeur analogique d'entrée   | DINT             |
| <b>MAX-EU</b> | La valeur maximale de l'émetteur en unité engineering  | REAL             |
| <b>MIN-EU</b> | Minimum range transmetteur en unité engineering  | REAL             |
| <b>SC</b>     | La valeur maximale qui indique l'existence d'un défaut au niveau du transmetteur (court-circuit)         | DINT             |
| <b>OC</b>     | La valeur minimale qui indique l'existence d'un défaut au niveau du transmetteur (manque d'alimentation) | DINT             |
| <b>HH-SP</b>  | Valeur de consigne très haute pour l'alarme  | REAL             |
| <b>H-SP</b>   | Valeur de consigne haute pour l'alarme   | REAL             |
| <b>LL-SP</b>  | Valeur de consigne très basse pour l'alarme  | REAL             |
| <b>L-SP</b>   | Valeur de consigne basse pour l'alarme   | REAL             |
| <b>DB</b>     | Durée de l'alarme  | REAL             |
| <b>T-IN</b>   | Durée du trip  | TIME             |
| <b>MIS</b>    | Signal d'inhibition et maintenance (de DCS ou HMI)   | BOOL             |
| <b>HFT</b>    | Tolérance à défaillances matérielles   | BOOL             |
|               | Le type de transmetteur  | DINT             |

## CHAPIRTE IV

---

| TX-TYPE |  |  |
|---------|--|--|
|---------|--|--|

**IV.1.1.3. Les sorties de la porte AIN-COND**

Table IV.2 les sorties de la porte AIN\_COND

| Sortie | Description   | Data type |
|--------|---|-----------|
| A-OUT  | L'affichage de la valeur d'entrée   | DINT      |
| VAL-EU | La valeur sortie après la conversation selon les caractéristiques de transmetteur | REAL      |
| YHH    | Alarme trip pour les valeurs très hautes  | BOOL      |
| YH     | Alarme trip pour les valeurs hautes   | BOOL      |
| YLL    | Alarme trip pour les valeurs très basses  | BOOL      |
| YL     | Alarme trip pour les valeurs basses   | BOOL      |
| AHH    | Alarme trip pour les valeurs très hautes qui seront envoyé vers DCS               | BOOL      |
| AH     | Alarme trip pour les valeurs hautes qui seront envoyé vers DCS                    | BOOL      |
| ALL    | Alarme trip pour les valeurs très basses qui seront envoyé vers DCS               | BOOL      |
| AL     | Alarme trip pour les valeurs basses qui seront envoyé vers DCS                    | BOOL      |
| TF     | Faut alarme du transmetteur   | BOOL      |

IV.1.1.4. Les transmetteurs de pression utilisée dans notre programme

IV.1.1.5.AIN\_COND Transmetteurs PIT 5101

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur de pression PIT5101.

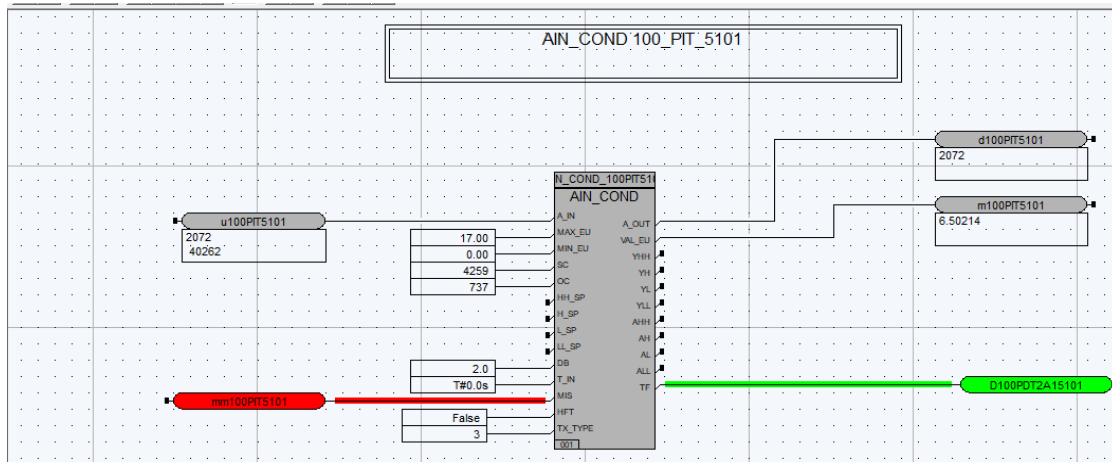


Figure IV.1-2 AIN\_COND Transmetteurs PIT 5101

IV.1.1.6. AIN\_COND Transmetteurs PIT 5104

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur de pression PIT5104

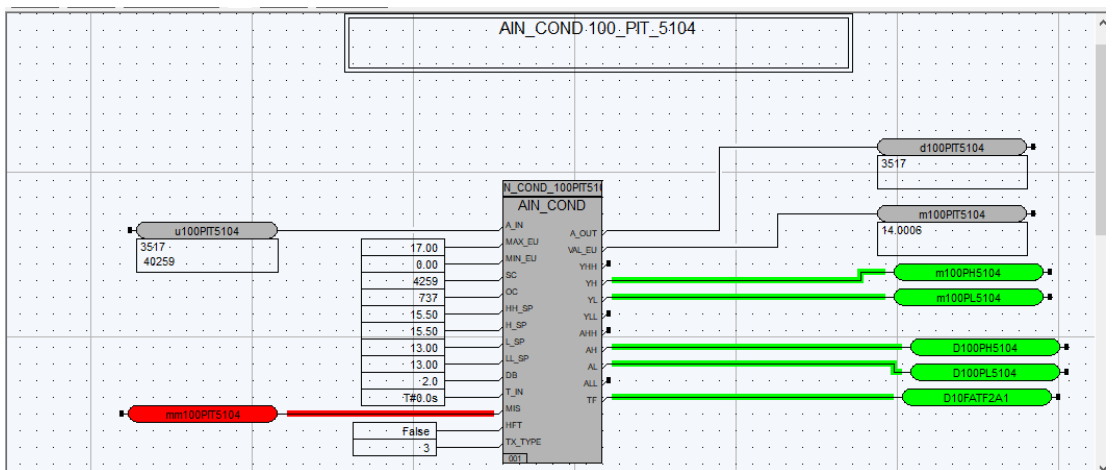


Figure IV.1-3 AIN\_COND Transmetteurs PIT 5104

IV.1.1.7. Les transmetteurs différentiels de pressions utilisées dans notre programme

IV.1.1.8.AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5106

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle de pression PIT5106

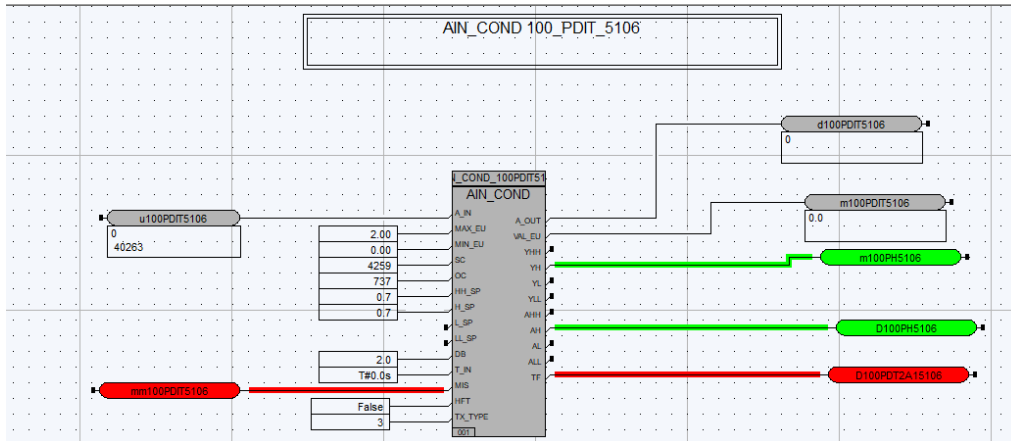


Figure IV.1-4 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5106

IV.1.1.9. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5102

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5102

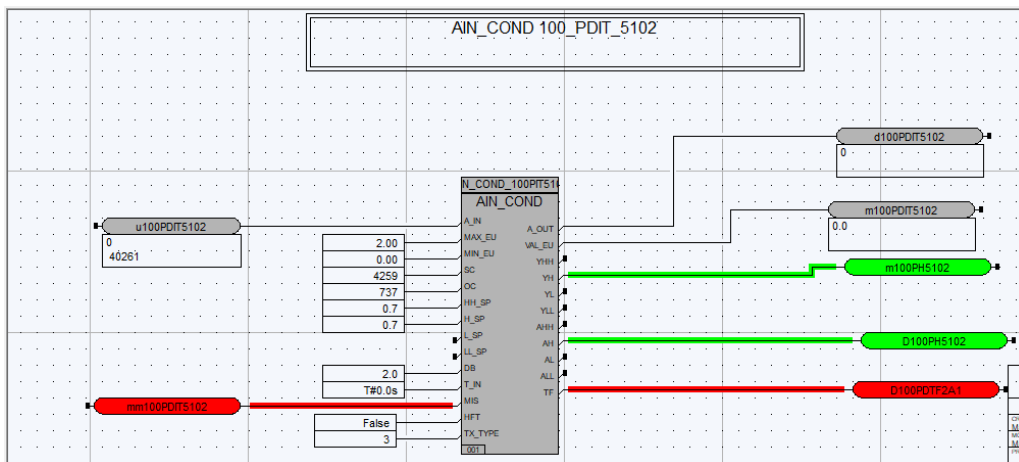


Figure IV.1-5 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5102

IV.1.1.10. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5125

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle de pression PIT5125

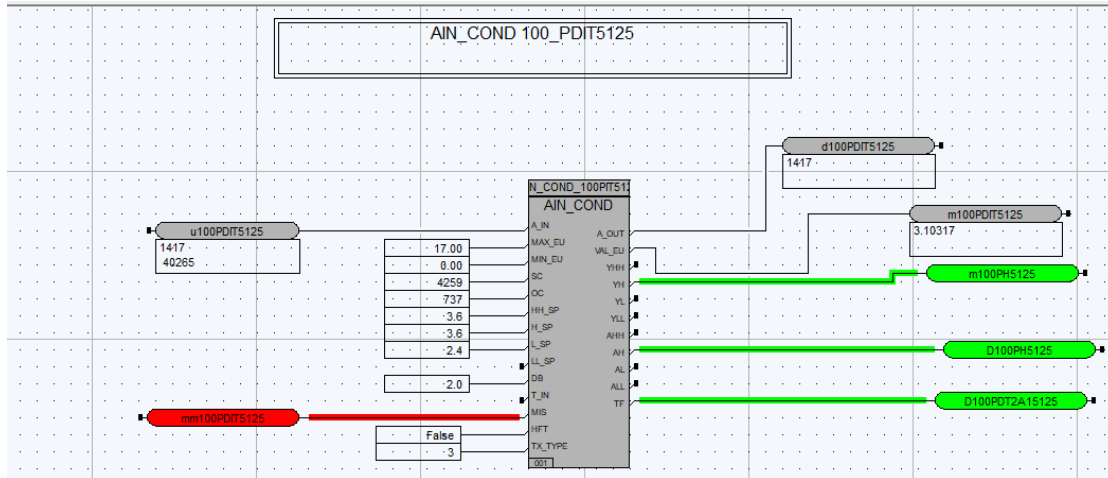


Figure IV.1-6 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5125

IV.1.1.11. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5126A

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5126A

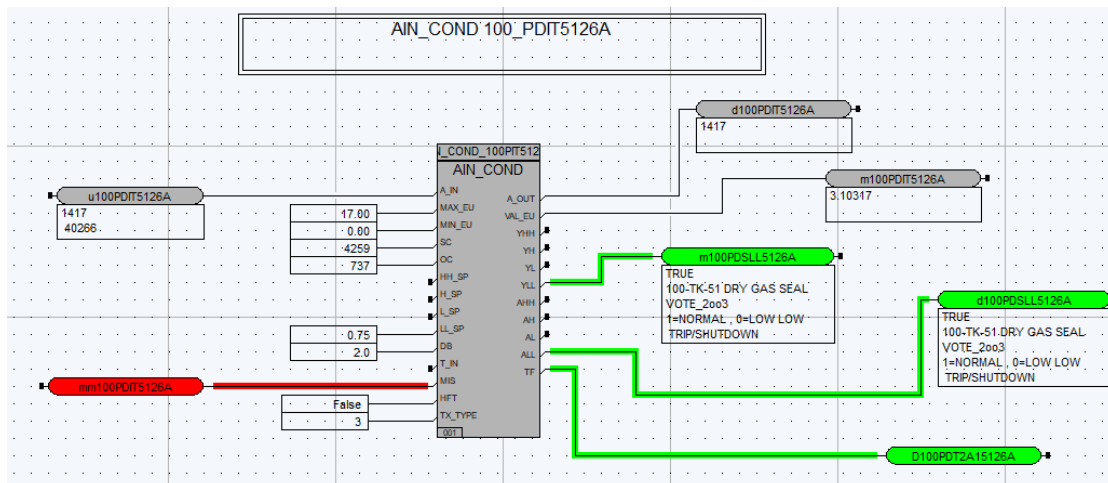


Figure IV.1-7 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5126A

IV.1.1.12. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5126B

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5126B.

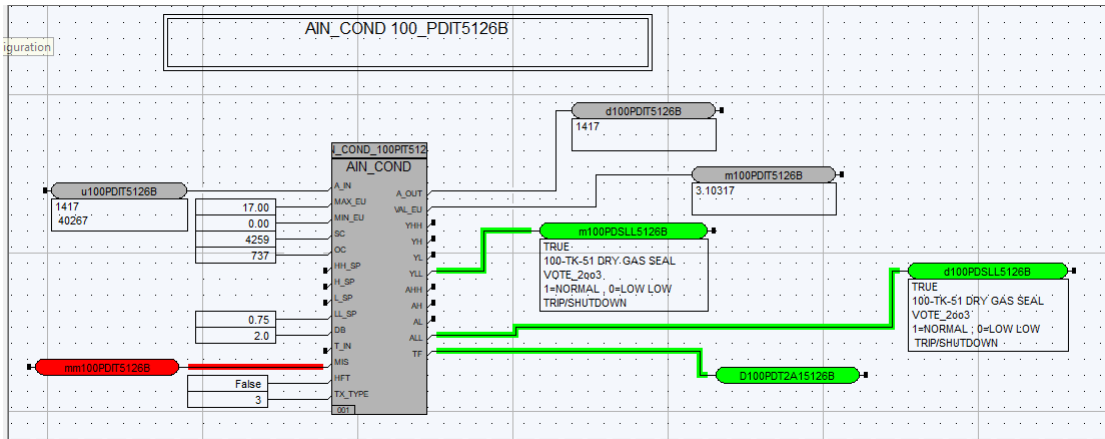


Figure IV.1-8 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5126B

IV.1.1.13. AIN\_COND Transmetteurs PDIT5126C

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5126C.

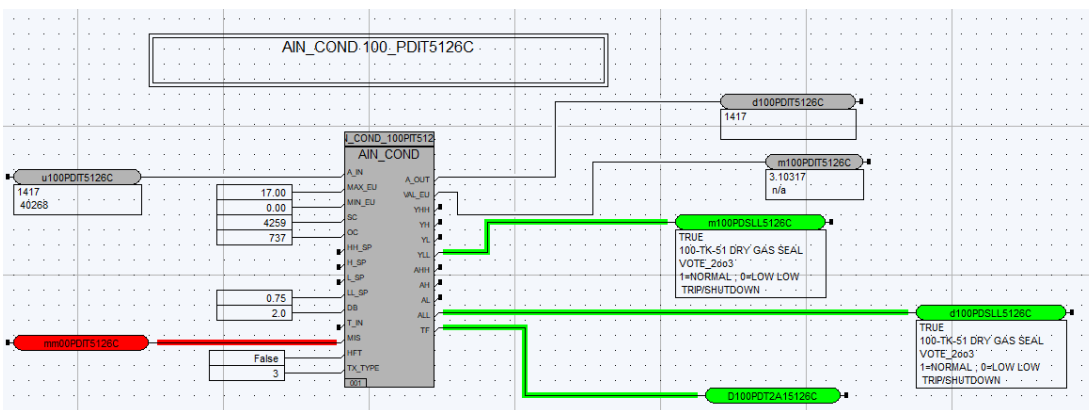


Figure IV.1-9 AIN\_COND Transmetteurs PDIT5126C

IV.1.1.14. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128A

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5128A

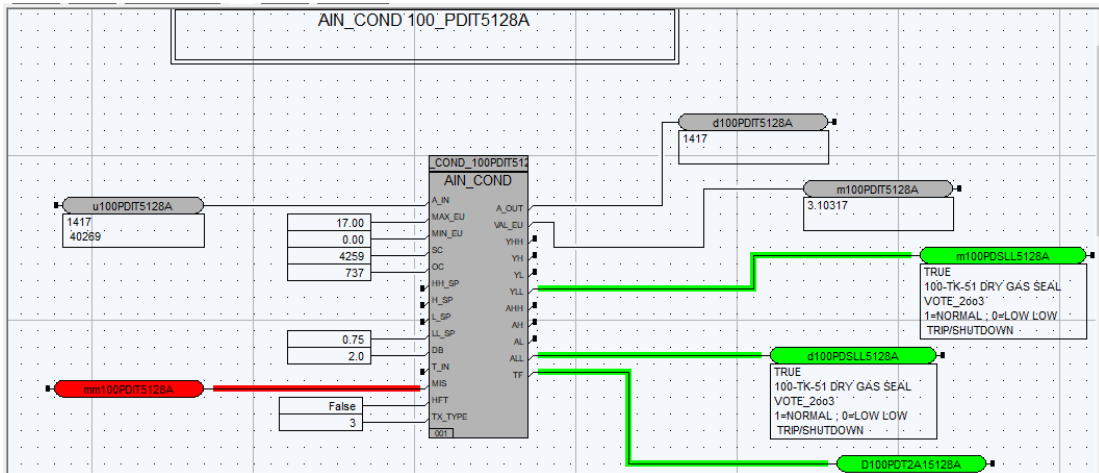


Figure IV.1-10 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128A

IV.1.1.15. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128B

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5128B.

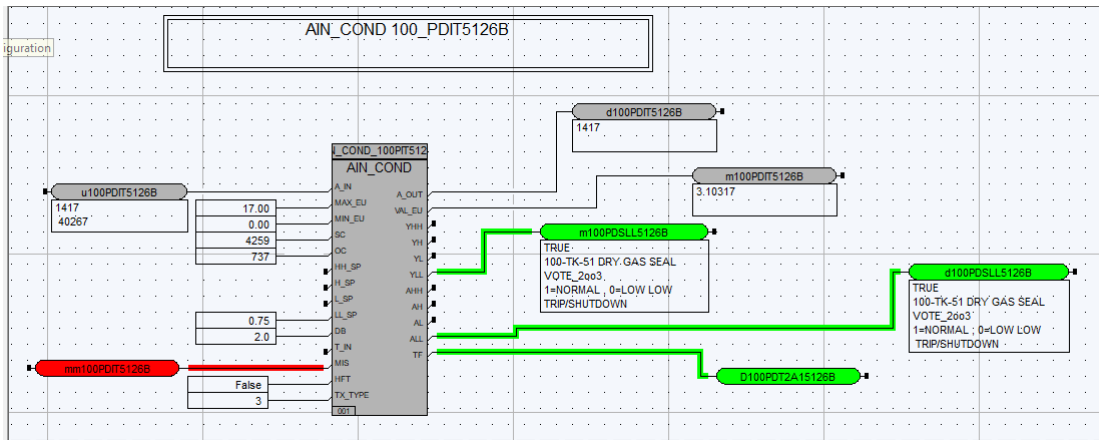


Figure IV.1-11 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128B

IV.1.1.16. AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128C

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur différentielle PDIT 5128C.

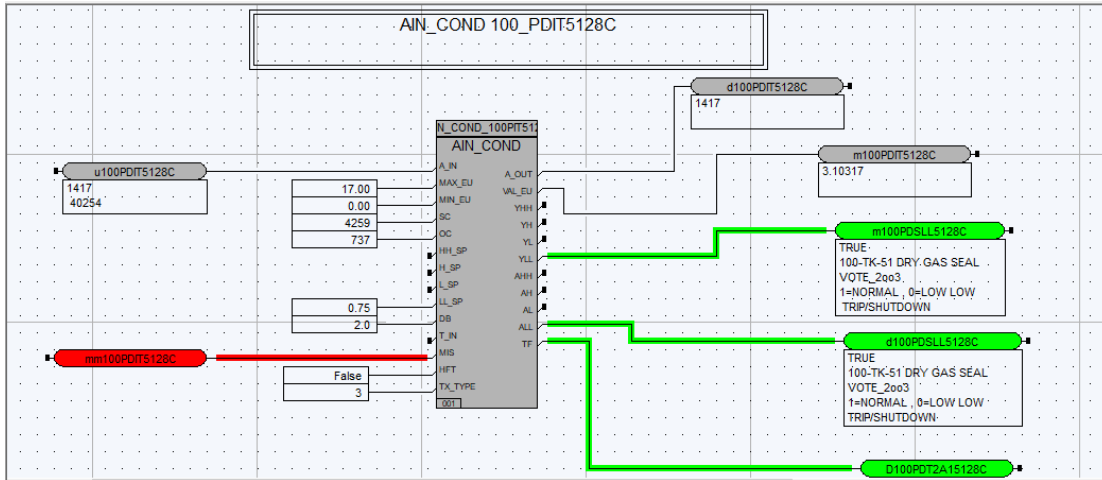


Figure IV.1-12 AIN\_COND Transmetteurs PDIT 5128C

IV.1.1.17. Les transmetteurs de températures utilisées dans notre programme

IV.1.1.18.AIN\_COND Transmetteurs TT5116

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'un transmetteur de température TT5116.

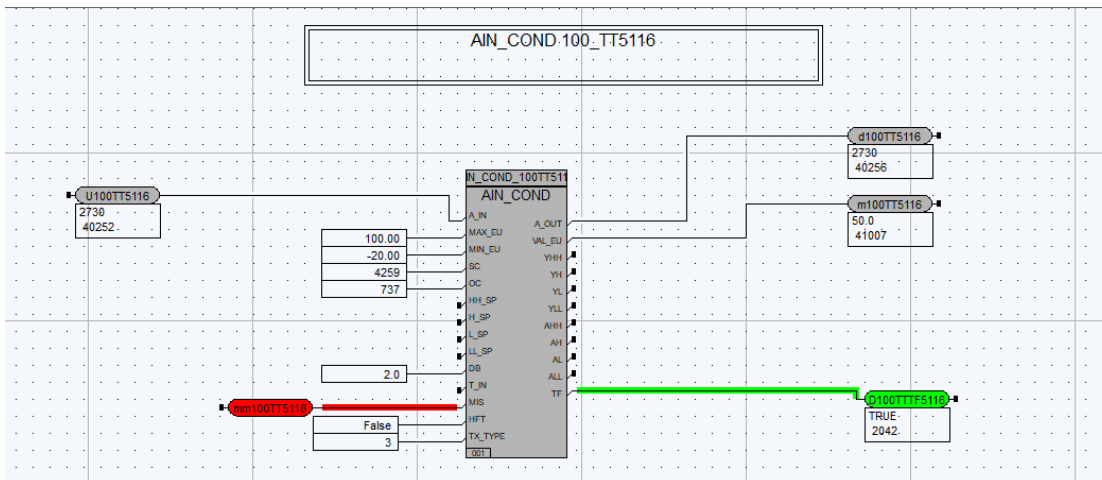


Figure IV.1-13 AIN COND Transmetteurs TT5116



IV.1.1.22.AIN\_COND Transmetteurs 100VYT\_5101

La figure ci-dessous présente AIN\_COND d'une sonde de vibration 100VYT\_5101

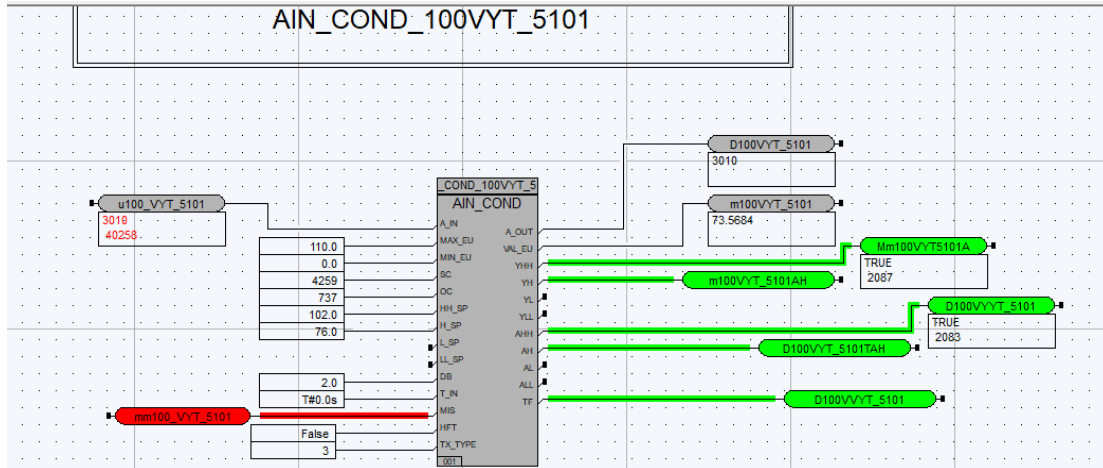


Figure IV.1-16 AIN\_COND Transmetteurs 100VYT\_5101

IV.2. Bloc vote\_2003\_ « 2 out of 3 »

La fonction bloc vote 2003 (Figure V.7) consiste à faire un vote entre les valeurs fournissent par les trois transmetteurs en entrées [36].

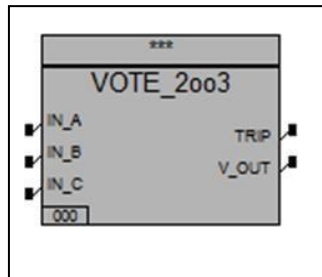


Figure IV.2-1 le bloc vote 2003

IV.3.1 Les entrées /sorties de la porte vot\_2003

Table IV.3 les entrées / sorties de la porte vot\_2003

| Entrée /sortie | Description                                  | Data type | Logique 0     | Logique 1 |
|----------------|--|-----------|---------------|-----------|
| IN-A           | Alarme du processus (transmetteur A)         | BOOL      | Alarme        | Normale   |
| IN-B           | Alarme du processus (transmetteur B)         | BOOL      | Alarme        | Normale   |
| IN-C           | Alarme du processus (transmetteur C)         | BOOL      | Alarme        | Normale   |
| TRIP           | Trip de sortie                               | BOOL      | TRIP/Shutdown | Normale   |
| V-OUT          | Alarme de la sortie de vote envoyée vers DCS | BOOL      | Alarme        | Normale   |

IV.3.1.1. VOTE\_2003 100PDIT5126

La figure ci-dessous illustre le modèle de vote 2003 avec plusieurs entrées, notamment M100pdsll5126a, M100pdsll5126b et M100pdsll5126c. Les sorties affichées sont M100pdsll5126et d100pdsll5126.

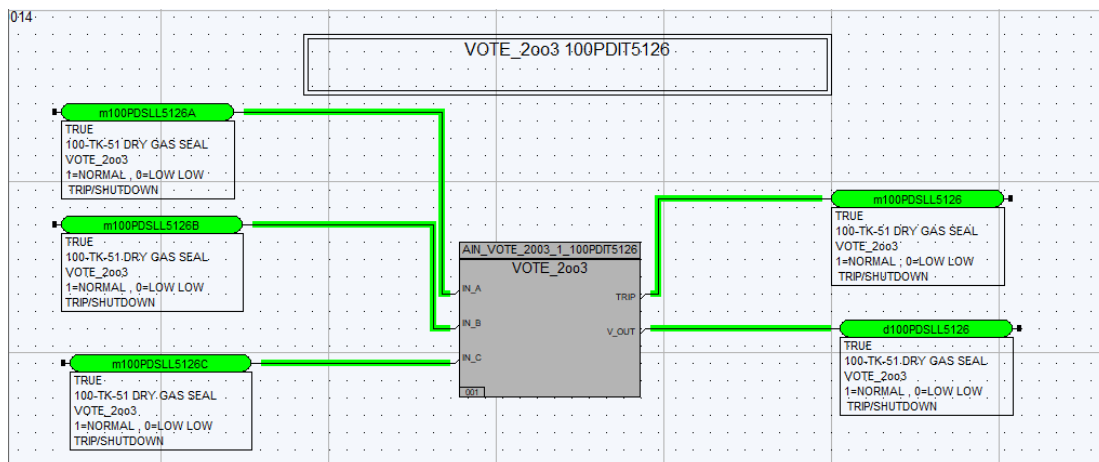


Figure IV.3-1 VOTE\_2003 100PDIT5126

IV.3.1.2. VOTE\_2003 100PDIT5128

La figure ci-dessous illustre le modèle de vote 2003 avec plusieurs entrées, notamment M100pdsll5128a, M100pdsll5128b et M100pdsll5128c. les sorties affichées sont M100pdsll5128 et d100pdsll5128a sont générées à partir de ces entrées

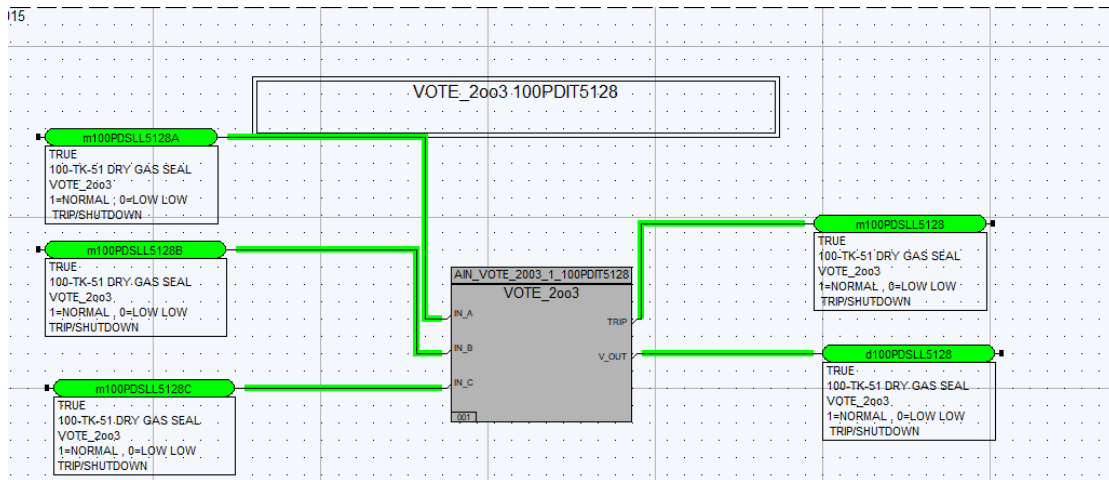


Figure IV.3-2 VOTE 2003 100PDIT5128

IV.4. Les permissive de démarrage des boosters et des bouteilles

IV.4.1.1.Le permissive de démarrage de booster 1

IV.4.1.2.Le booster en arrêt (shut down)

La figure ci-dessous représente le booster 1 dans le cas d'arrêt

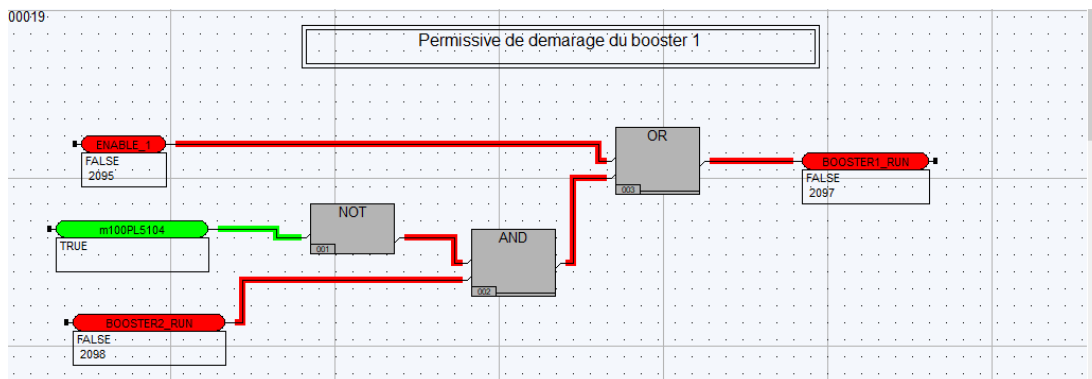


Figure IV.4-1 Booster 1 en arrêt

IV.4.1.3. Cas manuel (absence d'une basse pression)

La figure ci-dessous représente un booster qui s'allume manuellement, ce qui signifie qu'il nécessite une intervention humaine pour être mis en marche.

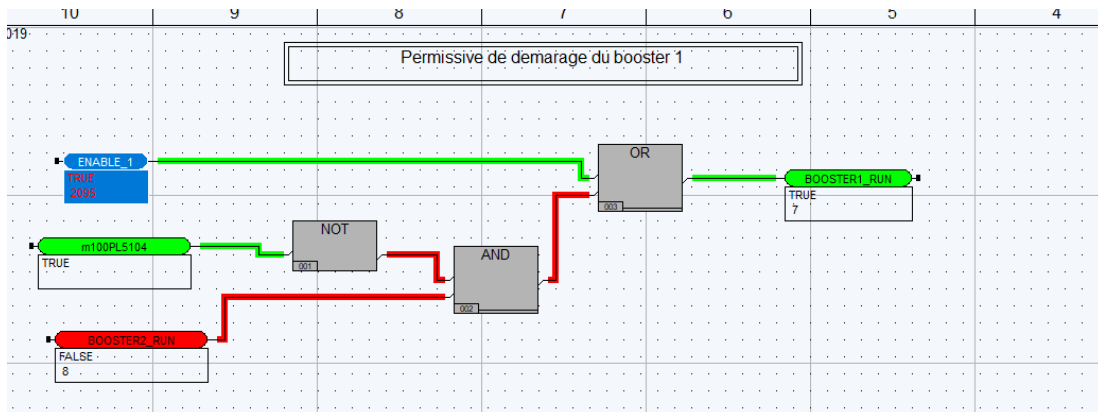


Figure IV.4-2 Le permissive de démarrage de booster 1 cas manuel

IV.4.1.4. Cas basse pression

Si la pression chute et que l'entrée "m100PL5104" est à l'état bas, elle est inversée à l'état haut par la fonction NOT, ce qui déclenche l'activation du booster 2 via l'entrée "Booster 2 run". Not m100PL5104 et Booster\_2run sont combinée à l'aide d'une porte logique and.

Les deux dernières entrées, "And" et "Enable 1", sont ensuite combinées à l'aide d'un opérateur OR. Si les deux entrées sont à l'état haut, la sortie "Booster 1 run" est activée, ce qui déclenche le fonctionnement du booster 1, sachant que "enable 1" est activé manuellement

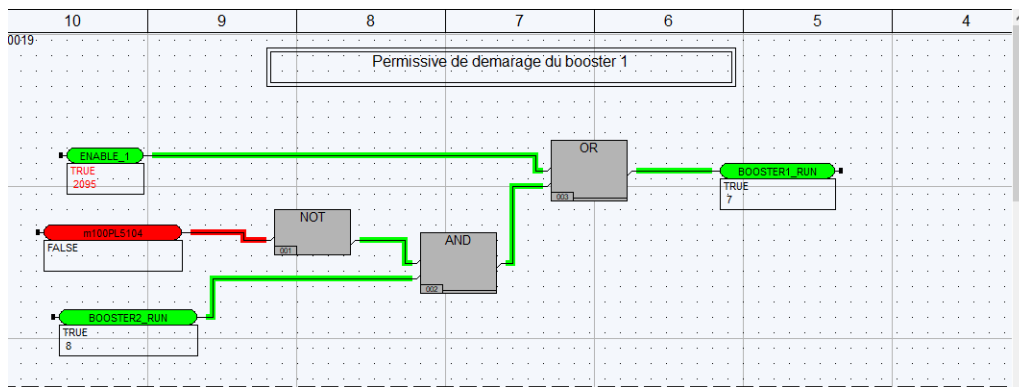


Figure IV.4-3 Le permissive de démarrage de booster 1 cas basse pression

**IV.4.1.5. Cas automatique basse pression et enable 1 off**

Dans ce cas automatique, lorsque l'entrée "Enable 1" est désactivée (à l'état bas) et qu'il y a une basse de pression qui déclenche l'activation de "Booster 2 run", la porte logique OR (OU) entre l'entrée "Enable 1" et la combinaison de "Not M100PL5104" (non de M100PL5104) et "Booster 2 run" permettra l'activation de "Booster 1 run". dans une porte logique OR, si l'une des entrées est à l'état haut, la sortie sera également à l'état haut. Dans ce cas, lorsque "Enable 1" est à l'état bas (0) et que la combinaison de "Not M100PL5104" et "Booster 2 run" est à l'état haut (1), la sortie de la porte logique OR sera à l'état haut (1). Cela déclenchera le fonctionnement du "Booster 1", car il suffit d'avoir une des deux entrées à l'état haut pour activer la sortie.

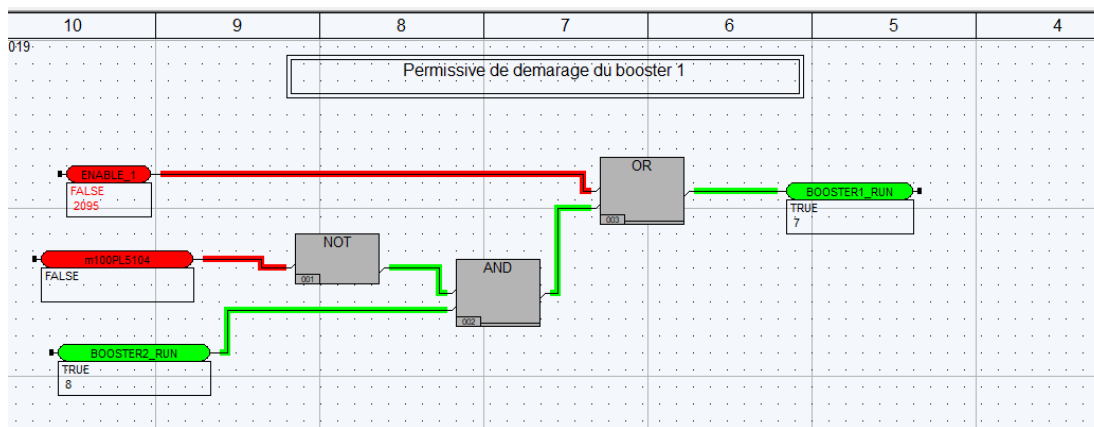


Figure IV.4-4 Le permissive de démarrage de booster 1 cas automatique

IV.4.1.6. Le booster 2 en arrêt (shut down)

La figure ci-dessous représente le booster 1 dans le cas d'arrêt

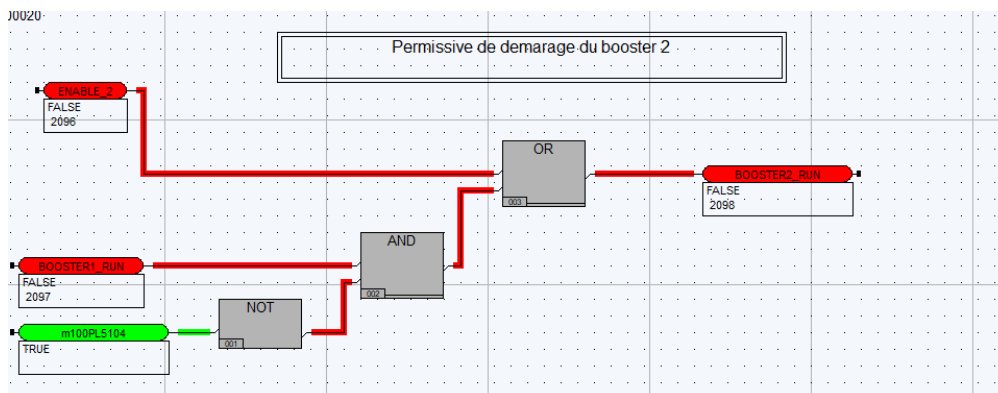


Figure IV.4-5 le booster 2 en arrêt

**IV.4.1.7. Cas manuel de booster 2 (absence d'une basse pression)**

La figure ci-dessous représente le booster 2 qui s'allume manuellement, ce qui signifie qu'on doit appuyer sur enable 2.

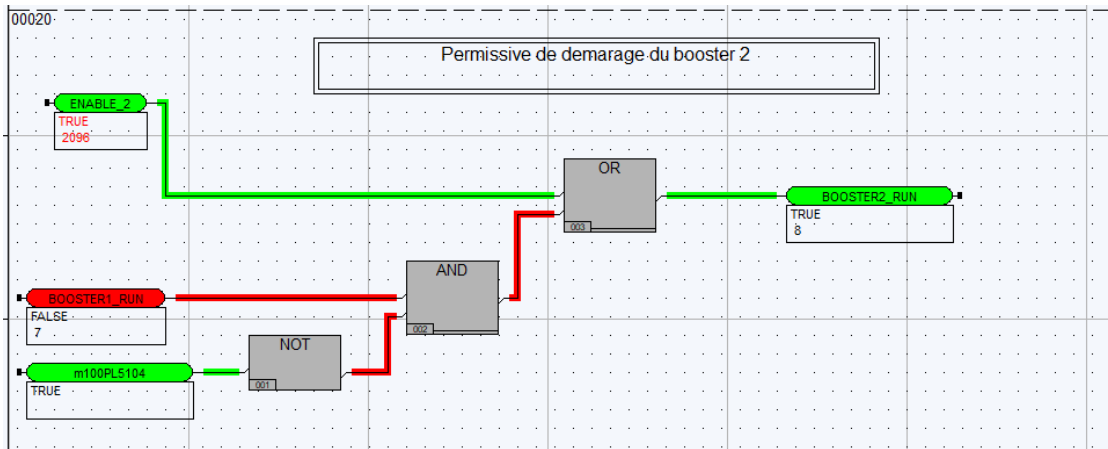


Figure IV.4-6 Le permissive de démarrage de booster 2 cas manuel

### IV.4.1.7.1. Cas de basse pression

Si la pression chute et que l'entrée " m100PL5104 " est à l'état bas, elle est inversée à l'état haut par la fonction NOT, ce qui déclenche l'activation du booster 1 via l'entrée "Booster 1 run".

Les deux dernières entrées, "And" et "Enable 2", sont ensuite combinées à l'aide d'un opérateur OR. Si les deux entrées sont à l'état haut, la sortie "Booster 2 run" est activée, ce qui déclenche le fonctionnement du booster 2, sachant que enable 2 est activé manuellement

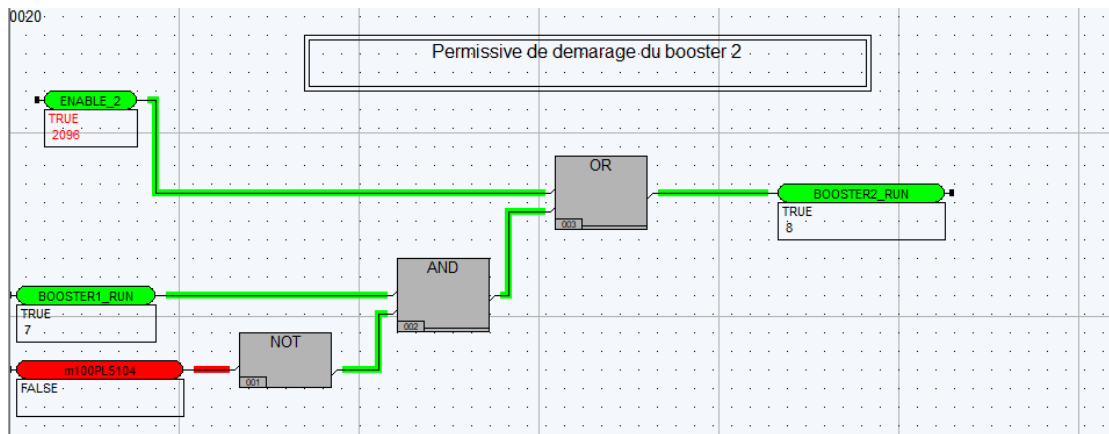


Figure IV.4-7 Le permissive de démarrage de booster 2 cas basse pression.

## IV.4.1.7.2. Cas automatique basse pression et enable 1 off

Dans ce cas automatique, lorsque l'entrée "Enable 2" est désactivée (à l'état bas) et qu'il y a une basse de pression qui déclenche l'activation de "Booster 1 run", la porte logique OR (OU) entre l'entrée "Enable 2" et la combinaison de "Not M100PL5104" (non de M100PL5104) et "Booster 1 run" permettra l'activation de "Booster 1 run".

Sachant que dans une porte logique OR, si l'une des entrées est à l'état haut, la sortie sera également à l'état haut. Dans ce cas, lorsque "Enable 2" est à l'état bas (0) et que la combinaison de "Not M100PL5104" et "Booster 1 run" est à l'état haut (1), la sortie de la porte logique OR sera à l'état haut (1). Cela déclenchera le fonctionnement du "Booster 2", car il suffit d'avoir une des deux entrées à l'état haut pour activer la sortie.

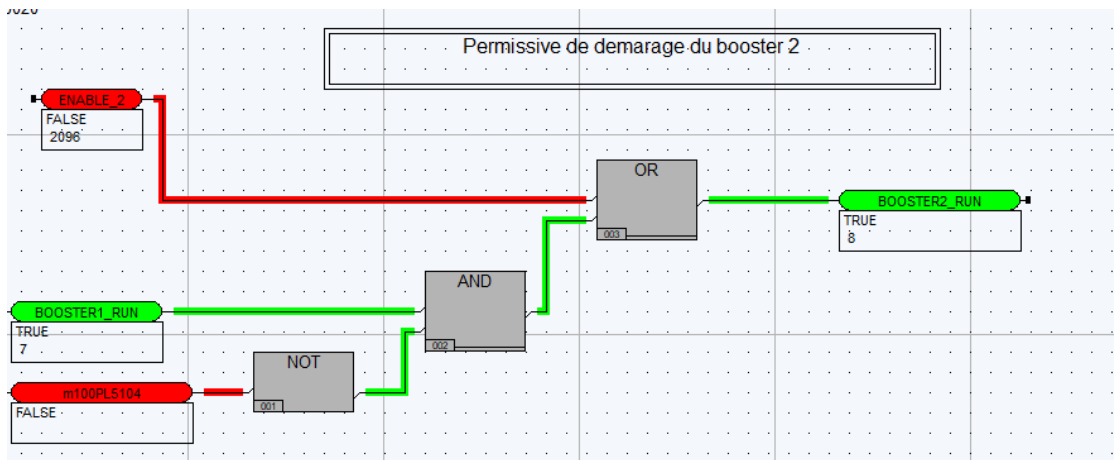


Figure IV.4-8 Le permissive de démarrage de booster 2 cas automatique.

## IV.4.1.8. Permissive de démarrage d'une vanne

Les entrées de la porte logique AND sont : "Booster 1 run" : indique si le booster 1 est allumé ou actif. "Booster 2 run" : indique si le booster 2 est allumé ou actif. "Not M100PL5104" : l'entrée "M100PL5104" est inversée à l'aide d'une fonction NOT (non). Lorsque toutes ces entrées sont connectées à une porte logique AND, cela signifie que la sortie ne sera activée que si toutes les entrées sont à l'état haut (1).

Dans ce cas précis, cela signifie que la vanne démarrera lorsque les boosters 1 et 2 seront actifs et

## CHAPIRE IV

---

que la pression souhaitée ne sera pas atteinte. La configuration que vous avez décrite est un mécanisme de démarrage permissif pour la vanne. Cela signifie que la vanne ne s'ouvrira que si

les conditions spécifiques sont remplies, à savoir les boosters 1 et 2 sont actifs et la pression souhaitée n'est pas atteinte. Cela permet d'assurer que la vanne ne s'ouvre que lorsque les boosters sont prêts à fournir la puissance nécessaire et que la pression est inférieure à ce qui est requis.

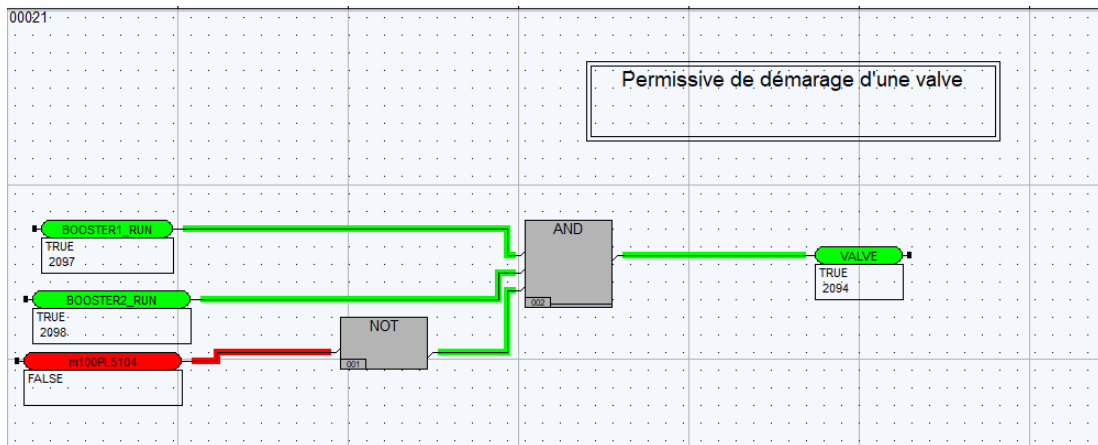


Figure IV.4-9 Permissive de démarrage d'une vanne

### IV.5. Bloc move

C'est une instruction de programmation utilisée pour déplacer des données à l'intérieur de la mémoire d'un automate programmable industriel. Cela permet de gérer les informations et les opérations nécessaires dans les systèmes de contrôle industriel.

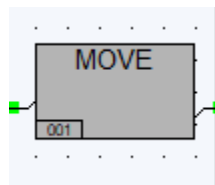


Figure IV.5-1 bloc move

#### IV.5.1.1. Move m100PDSLL5126 à PDSLL5126

La figure ci-dessous représente un bloc move pour déplacer les données de m100PDSLL5126 à

PDSLL5126.

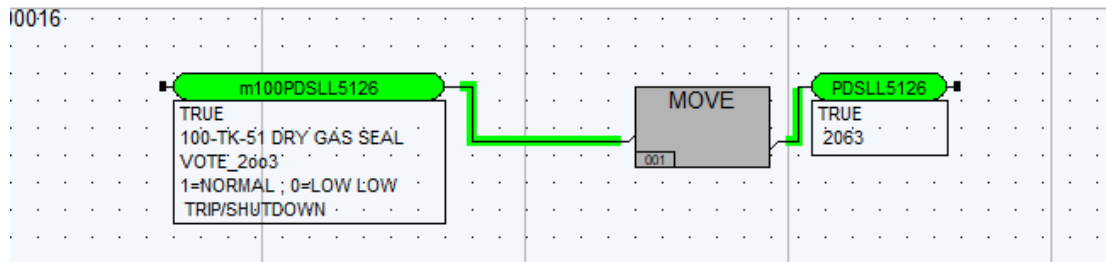


Figure IV.5-2 Move m100PDSLL5126 à PDSLL5126

#### IV.5.1.2. Move m100PDSLL5128 à PDSLL5128

La figure ci-dessous représente un bloc move pour déplacer les données de m100PDSLL5128 à PDSLL5128

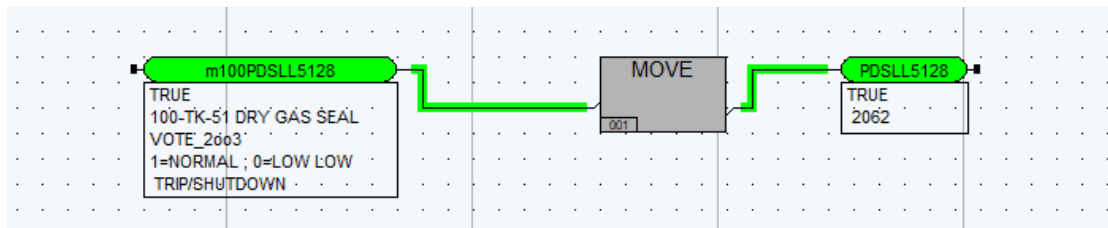


Figure IV.5-3 Move m100PDSLL5128 à PDSLL5128

### IV.6. Permissive de démarrage du compresseur 100TK51

Les deux entrées PDSLL5126 et PDSLL5128 de la porte AND déclenche le démarrage de compresseur 100TK51. Donc le compresseur ne se met en marche que lorsque les deux entrées dépassent leur valeur normale

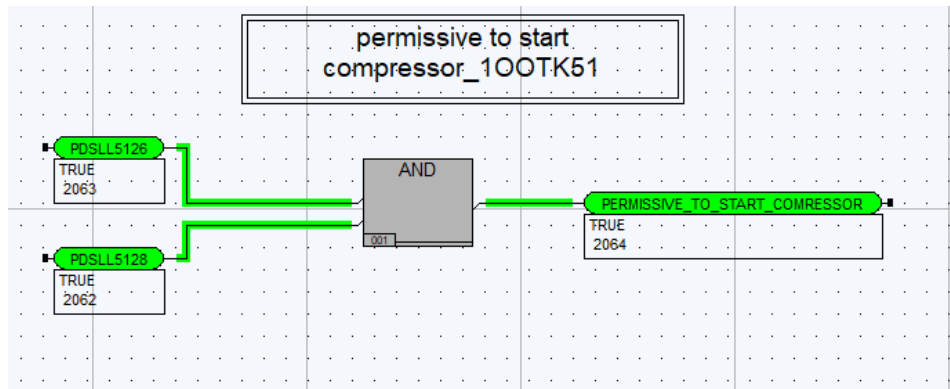


Figure IV.6-1 Permissive de démarrage du compresseur 100TK51

### IV.7. Arrêt de compresseur

Il suffit d'une seule alarme de vibration (axiale ou radiale) pour arrêter le compresseur

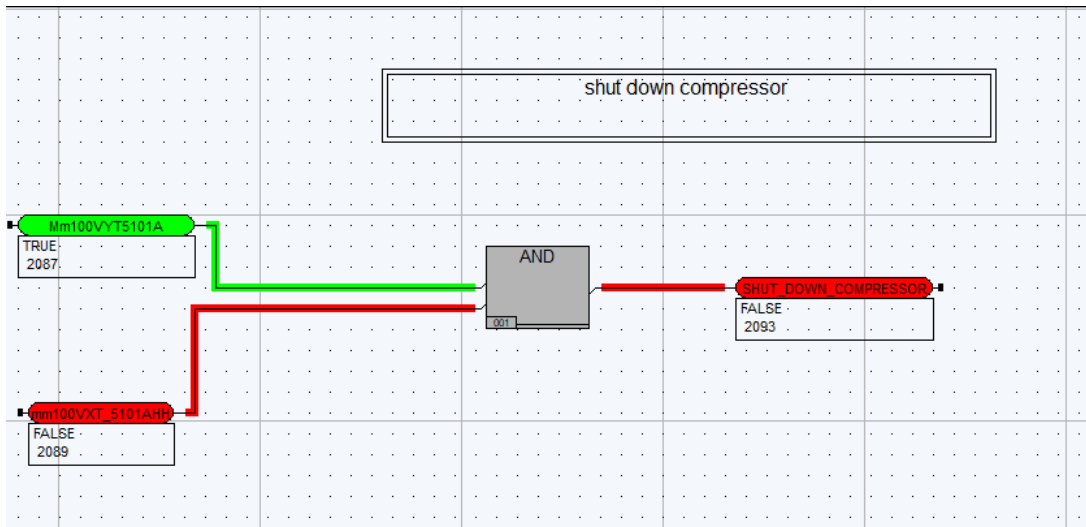


Figure IV.7-1 arrêts de compresseur

### IV.8. Interface intouch

#### IV.8.1.1. Cas de bon fonctionnement

- Le booster 1 on manuellement et il suffit pour assurer la pression voulue.
- Absence d'une basse pression.
- La vanne off.
- Absence d'une vibration.

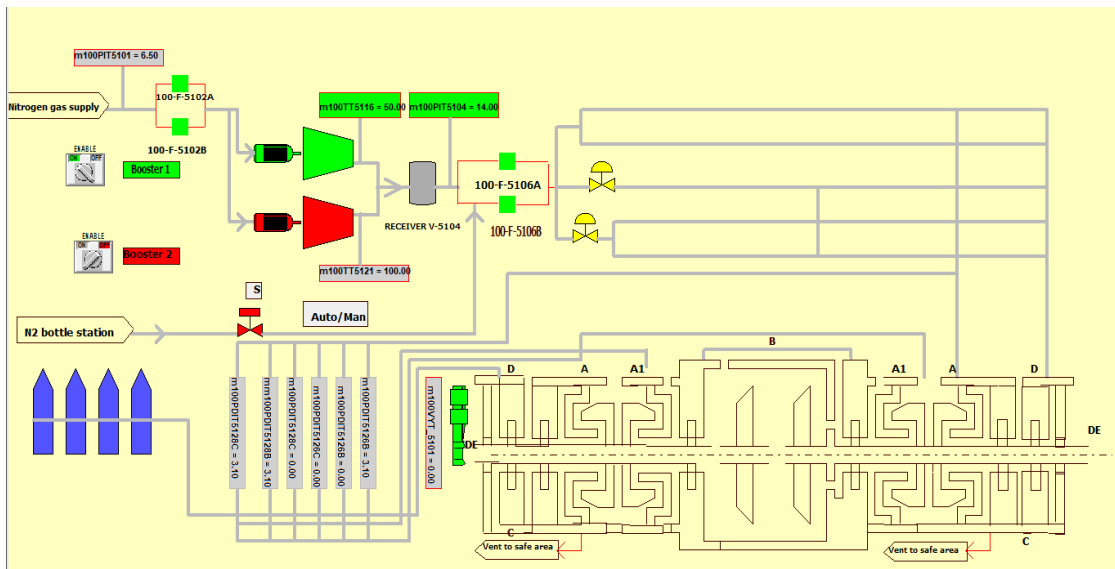


Figure IV.8-1 L'interface intouch cas de bon fonctionnement

#### IV.8.1.2. Cas des 2 booster on manuellement

- Les 2 boosters on manuellement.
- La vanne off.

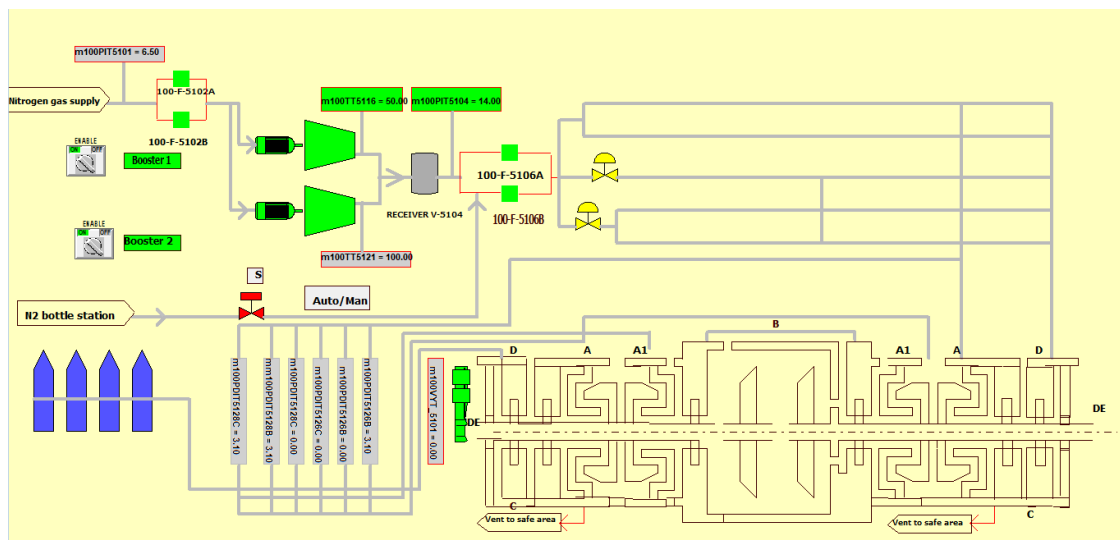


Figure IV.8-2 L'interface intouch cas des 2 booster on manuellement

#### IV.8.1.3. Cas de basse pression et la vanne on

La basse pression déclenche l'ouverture automatique de booster 2

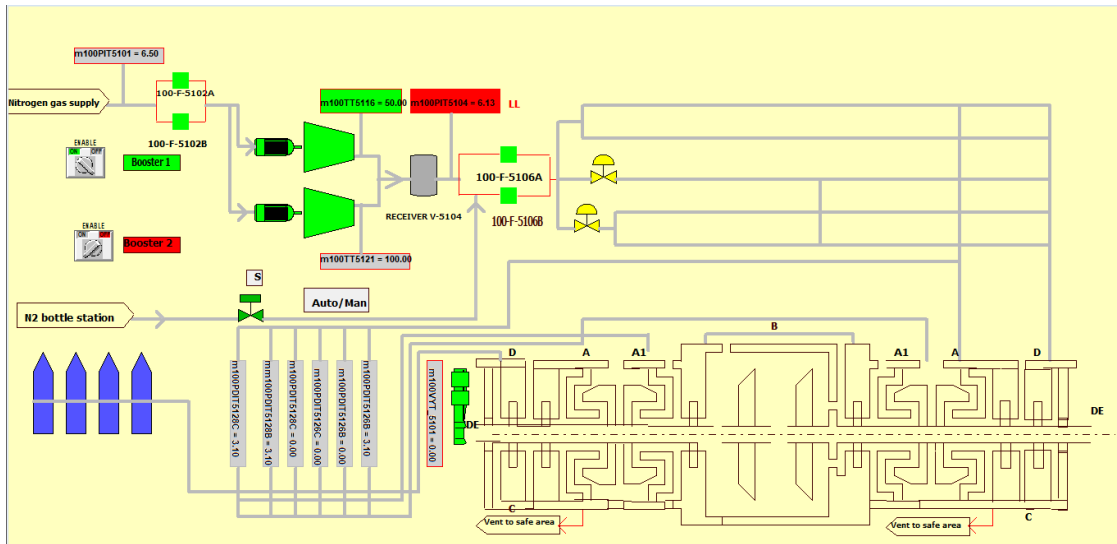


Figure IV.8-3 L'interface intouch cas de basse pression booster 2 allumé automatiquement et la vanne on

#### IV.8.1.4. Cas d'une présence d'une vibration

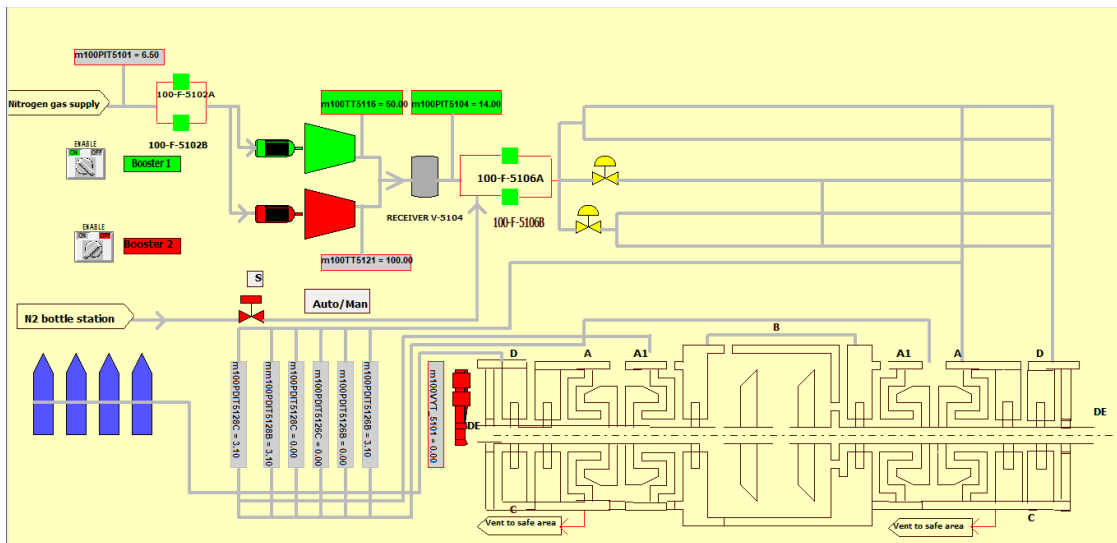


Figure IV.8-4 l'interface intouch en cas de présence d'une vibration

### IV.9. Conclusion

En conclusion, ce chapitre a été essentiel pour acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour mettre en place un programme Triconex efficace, gérer les permissives de démarrage et d'arrêt des boosters, compresseur 100 tk51, et la vanne on aussi créer une interface conviviale dans InTouch pour visualiser les informations pertinentes. Ces compétences sont essentielles dans le domaine industriel pour assurer la sécurité et l'efficacité des processus.

### Conclusion générale

Ce mémoire souligne l'importance des mesures de sécurité et des procédures de contrôle dans le domaine de l'étanchéité des compresseurs. Les connaissances acquises contribueront à améliorer la fiabilité, l'efficacité et la sécurité des processus de compression de l'hydrogène, ainsi qu'à améliorer la qualité des produits pétroliers dans les raffineries.

En résumé, cette étude a permis d'approfondir notre compréhension de l'étanchéité des compresseurs et a mis en évidence l'importance des permissives de démarrage, des procédures de démarrage, des mesures de sécurité et des outils de contrôle tels que Tristation et Intouch. Ces connaissances auront un impact positif sur l'industrie pétrolière et gazière, en favorisant des opérations plus efficaces, plus sûres et plus respectueuses de l'environnement.

## LES REFERENCES

---

### Liste bibliographique

- [1] Y.A. Cengel, M.A. Boles, Thermodynamics An Engineering Approach McGraw-Hill Education 2014
- [2] R.K. Turton, R.S. Purdom Principes des turbomachines C.F. Poole 2012
- [3] Compressed Gas Association (CGA) Handbook of Compressed Gases (Manuel des gaz comprimés) Springer
- [4] Tony Giampaolo Compressor Handbook Principles and Practice (Manuel du compresseur : principes et pratique) McGraw-Hill Education 2001
- [5] Royce N. Brown Compressors: Selection and Sizing (Compresseurs : Sélection et dimensionnement) Gulf Professional Publishing 2005
- [6] J.H. Horlock Axial Flow Compressors: Fluid Mechanics and Thermodynamics Butterworth-Heinemann 2013
- [7] Ronald H. Aungier Centrifugal Compressors: A Strategy for Aerodynamic Design and Analysis ASME Press 2000
- [8] Sonatrach Document Manuel d'opération unité de magnaforming (UNITE NO : 100)
- [9] : <https://www.iotone.com/term/smart-sensors/t667>
- [10] A.L. Gehin Titre : Analyse fonctionnelle et Modèle Générique des Capteurs Intelligents : Application à la Surveillance de l'Anesthésie Thèse de l'université de Lille 1 Janvier 1994
- [11] Titre : Instrumentation-Régulation-Automatique cours de l'institut Français du Pétrole (IFP)
- [12] Auteur : SAMAHIMokhtar Titre : Système de contrôle distribué DCS Maison d'édition : Mémoire de fin de formation, Hassi R'mel 2007
- [13] CHEIKH Merouane Télégestion dans l'industrie de l'eau par les technologies des web Mémoire de Magister en Automatique 2013
- [14] AYAB Ahmed Supervision et commande de l'unité de régénération glycol à base du DCS YOKOGAWA CS 3000 Projet de fin de formation, SONATRACH Hassi R'mel 2017
- [15] khlef Boualem Contribution à l'étude de supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA Mémoire magistère université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES 2009
- [16] Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems National Communications System Octobre 2004
- [17] Keith Stouffer, Joe Falco, Karen Kent Guide to Supervisory Control and Data Acquisition

(SCADA) and Industrial Control Systems Security NIST Special Publication 800-82

[18] David Bailey, Edwin Wright Practical SCADA for Industry Edition Newnes 2003

[19] Ronald L. Krutz Securing SCADA Systems Edition Wiley Publishing, Inc 2006

[20] John Park, Steve Mackay Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems Edition Newnes 2003

[21] Gordon Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright Practical Modern SCADA Protocol Edition Newnes 2004

[22] John Park, Steve Mackay, Edwin Wright Practical Data Communications for Instrumentation and Control Edition Newnes 2003

[23] John Park, Steve Mackay, Edwin Wright, Deon Reynders Practical Industrial Data Networks Edition Newnes 2003

[24] Hamza Rezig Modelisation, surveillance d'une centrale à béton par l'outil Bonde graph et validation en ligne par un système SCADA Mémoire de Magister en Automatique, Université Setif 1 2014

[25] Raied Debibi Développement d'un système de supervision, d'acquisition et de transport de données d'un système hybride de production électrique Mémoire d'Ingénieur, Université Québec 2016

[26] W. Bolton Automates Programmables Industriels DUNOD Traduction de Hervé Soulard: 2e édition 2015

[27] Sonatrach Document automates programmables industriels API

[28] O. Kraa Automatismes et Informatique Industrielle Université de Biskra  
2018/2019

[29] : <https://getuplearn.com/blog/communication-network/>

[30] : <https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/initiation/topologi.htm>

[31] : <https://waytolearnx.com/2019/06/topologie-de-reseau-maillee.html>

[32] : <https://www.studytonight.com/computer-networks/types-of-networks>

[33] Site Web : [www.invensys.com](http://www.invensys.com).

[34] Architecture Application des Automates Programmables Industriels par Mr G.MICHEL, 1988

[35] Site web: [www.tricon.com](http://www.tricon.com).

[36] Docteur-Ingénieur Michel Technique de l'ingénieur: Automates programmables industriels

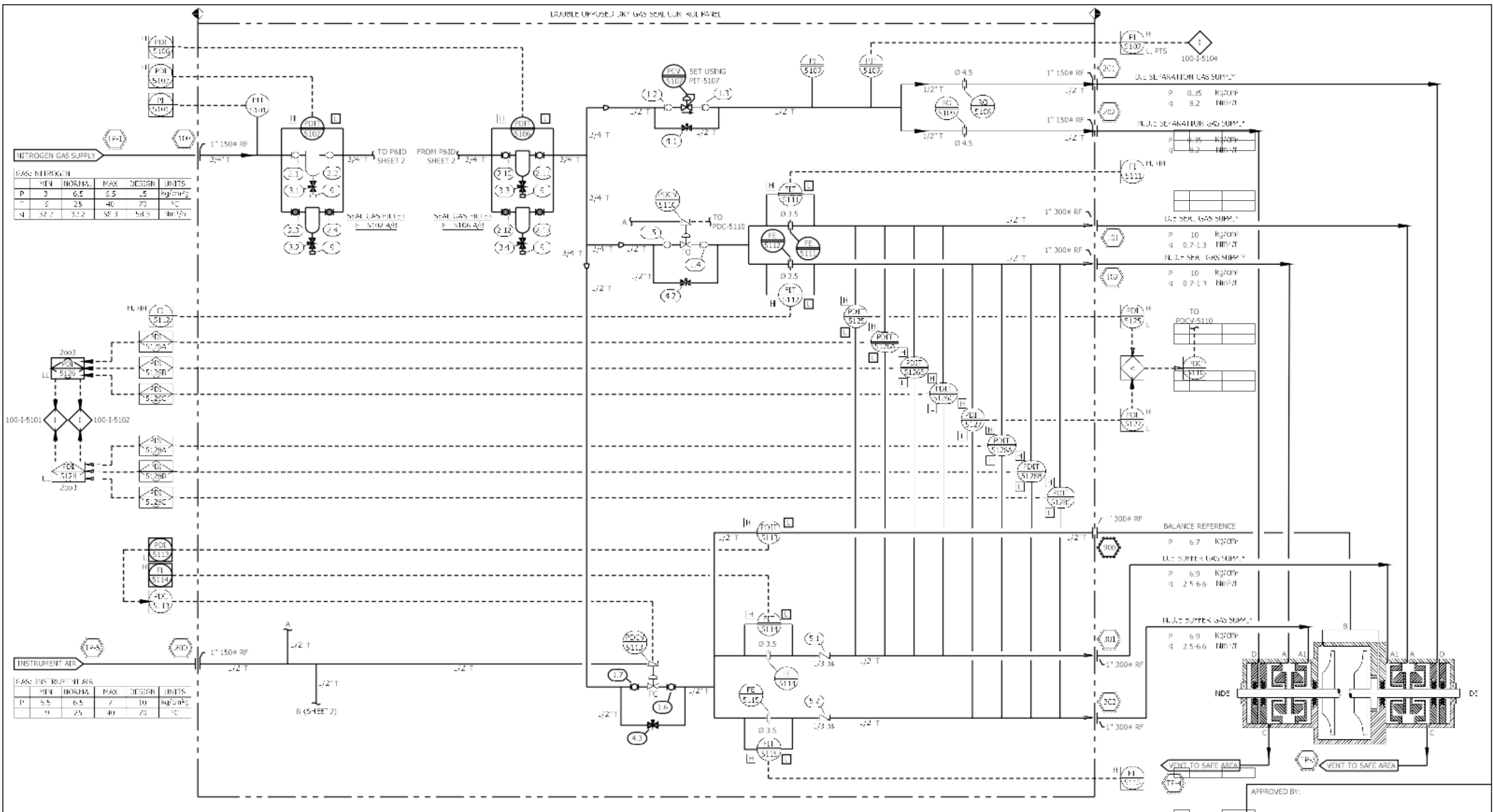
[37] Documentation technique Tricon d'Invensys 15 juin 2006

[38] wonderware France\_intouch disponible sur [www.wonderware.fr/content.aspx?content\\_id=16](http://www.wonderware.fr/content.aspx?content_id=16).

[39] Invensys TRICONEX. Tristation 1131 développer guide .octobre 2004



# LES ANNEXES



GAS: NITROGEN

|   | MIN  | NORMA | MAX  | DESIGN | UNITS              |
|---|------|-------|------|--------|--------------------|
| P | 3    | 6.5   | 6.5  | .5     | kg/cm <sup>2</sup> |
| T | 5    | 25    | 40   | 70     | °C                 |
| Q | 32.2 | 32.2  | 58.3 | 58.3   | Nm <sup>3</sup> /h |

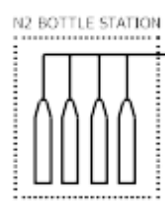
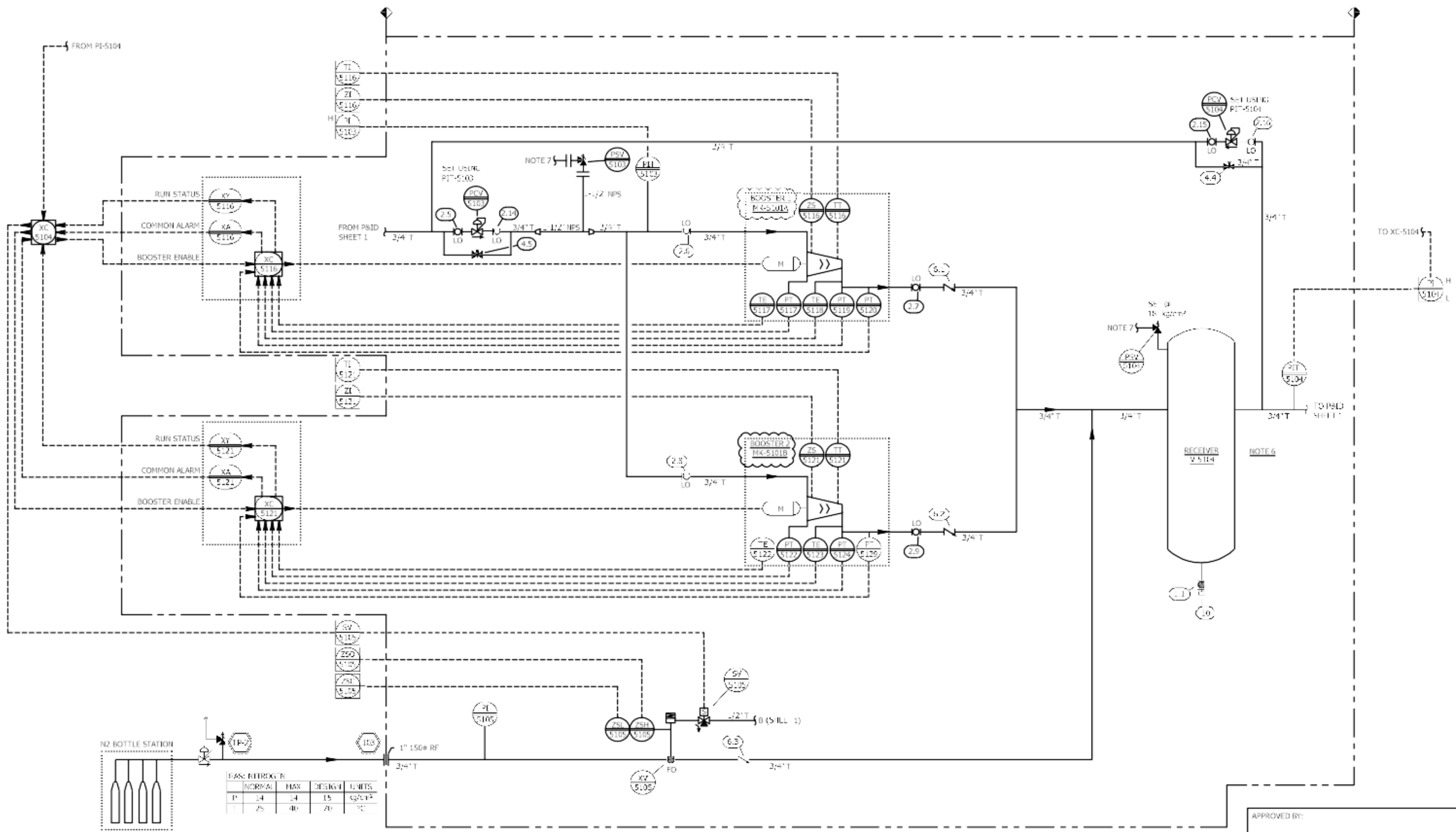
GAS: INSTRUMENT AIR

|   | MIN | NORMA | MAX | DESIGN | UNITS              |
|---|-----|-------|-----|--------|--------------------|
| P | 5.5 | 6.5   | 7   | 10     | kg/cm <sup>2</sup> |
| T | 5   | 25    | 40  | 70     | °C                 |

| REVISION HISTORY |              | REFERENCE DRAWINGS  |          | DIMENSIONAL TOLERANCES (UNLESS SPECIFIED): .XX = ±.05 |                | DIMENSIONS IN MILLIMETERS |            | APPROVED BY: |               |                        |
|------------------|--------------|---|----------|---|----------------|---------------------------|------------|--------------|---------------|------------------------|
| REV.             | DATE [D/M/Y] | DESCRIPTION   | DRAWN BY | CHECKED BY  | DRAWING NUMBER | TITLE                     | SCALE: NTS | SIZE: B      | TEMPLATE: V10 | THIRD ANGLE PROJECTION |
| P1               | 20/12/2019   | ORIGINAL DRAWING  | BJ       | RP  | 19JEG96077402  | GENERAL ARRANGEMENT       |            |              |               |                        |
| P2               | 20/03/2020   | REVISED PER CUSTOMER COMMENTS   | RM       | NL  | 19JEG96077402  | ELECTRICAL                |            |              |               |                        |
| P3               | 20/05/2020   | REVISED 2003 REPRESENTATION, UPDATED FLOWS, UPDATED BOOSTER SIGNALS, UPDATED TAGGING, ISSUED FOR REVIEW | BJ       | JN  | 19JEG96077407  | FRAME                     |            |              |               |                        |
| P4               | 15/07/2020   | ADDED INTERLOCK NUMBERING, ADJUSTED BLOCK & BYPASS VALVES, UPDATED ALARM TABLE, ISSUED FOR REVIEW       | BJ       | JN  | 19JEG96077406  | BOB                       |            |              |               |                        |
| P5               | 05/08/2020   | ADDED REGULATOR BLOCK VALVES, UPDATED BOOSTER PRESSURE TRANSMITTERS                                     | BJ       | JN  | 19JEG96077406  | TAG LIST                  |            |              |               |                        |
| -                | 16/09/2020   | ISSUED FOR CONSTRUCTION   | BJ       | JN  | 53/14 M.O.D.1  | SEAL DRAWING              |            |              |               |                        |
| A                | 25/11/2020   | REVISED TAG NUMBERS, ISSUED FOR CONSTRUCTION  | BJ       | JN  |                |                           |            |              |               |                        |
| B                | 28/11/2021   | REVISED BOOSTER TAG NUMBERS   | BJ       | JN  |                |                           |            |              |               |                        |

**FLOWERVE** ISSUED FOR CONSTRUCTION

SONATRACH RAJK DGS RETROFIT  
 DOUBLE SEAL CONTROL PANEL  
 HIS JOB NUMBER: 6043687  
 PROJECT ENGINEER: BJ PROJECT MANAGER: JB  
 PROJECT NUMBER: 19JEG960774 DRAWING NUMBER: 19JEG96077401 SHEET: 1 OF 3 REV: B



| EAS: RETROFIT |        |     |        |                    |
|---------------|--------|-----|--------|--------------------|
|               | NORMAL | MAX | DESIGN | UNITS              |
| P             | 24     | 24  | 15     | kg/cm <sup>2</sup> |
| T             | 25     | 40  | 20     | °C                 |

APPROVED BY:

| REVISION HISTORY |             | REFERENCE DRAWINGS   |          | DIMENSIONAL TOLERANCES (UNLESS SPECIFIED): .XX = ±.05 |                | DIMENSIONS IN MILLIMETERS |            | THIRD ANGLE PROJECTION |               | FLOWERVE   |  | ISSUED FOR CONSTRUCTION       |  |
|------------------|-------------|--|----------|---|----------------|---------------------------|------------|------------------------|---------------|--|--|-------------------------------|--|
| REV.             | DATE(D/M/Y) | DESCRIPTION  | DRAWN BY | CHECKED BY  | DRAWING NUMBER | TITLE                     | SCALE: NTS | SIZE: B                | TEMPLATE: V10 | SONATRACH RAIR DGS RETROFIT                                  |  | PROJECT NUMBER: B0436887      |  |
| P1               | 20/12/2019  | ORIGINAL DRAWING   | RJ       | RP  | 19JEG96077402  | GENERAL ARRANGEMENT       |            |                        |               | DOUBLE SEAL CONTROL PANEL                                    |  | PROJECT ENGINEER: RJ          |  |
| P2               | 20/03/2020  | REVISED PER CUSTOMER COMMENTS  | RM       | NL  | 19JEG96077402  | ELECTRICAL                |            |                        |               | P&ID   |  | PROJECT MANAGER: JB           |  |
| P3               | 20/05/2020  | REVISED TAG REPRESENTATION, UPDATED FLOWS, UPDATED BOOSTER SIGNALS, UPDATED TAGGING, ISSUED FOR REVIEW | RJ       | JN  | 19JEG96077402  | FRAME                     |            |                        |               | PROJECT NUMBER: B0436887                                     |  | DRAWING NUMBER: 19JEG96077401 |  |
| P4               | 15/07/2020  | ADDED INTERLOCK NUMBERING, ADJUSTED BLOCK & BYPASS VALVES, UPDATED ALARM TABLE, ISSUED FOR REVIEW      | RJ       | JN  | 19JEG96077402  | BOB                       |            |                        |               | SHEET 2 OF 3   |  | REV. B                        |  |
| P5               | 05/08/2020  | ADDED REGULATOR, BLOCK VALVES, UPDATED BOOSTER PRESSURE TRANSMITTERS                                   | RJ       | JN  | 19JEG96077402  | TAG LIST                  |            |                        |               | PERMISSION FROM AN AUTHORIZED AGENT OF FLOWERVE CORPORATION. |  |                               |  |
| -                | 16/09/2020  | ISSUED FOR CONSTRUCTION  | RJ       | JN  | 5.5/14 M.O.D.1 | SEAL DRAWING              |            |                        |               |  |  |                               |  |
| A                | 25/11/2020  | REVISED TAG NUMBERS, ISSUED FOR CONSTRUCTION   | RJ       | JN  |                |                           |            |                        |               |  |  |                               |  |
| B                | 28/11/2021  | REVISED BOOSTER TAG NUMBERS  | RJ       | JN  |                |                           |            |                        |               |  |  |                               |  |

ALARMS, SET POINTS, AND RANGES

| INSTRUMENT TAG NUMBER | LOW ALARM |                               | HIGH ALARM              |                           |           |       | HIGH HIGH ALARM         |                           | LOW LOW ALARM                 |          | NORMAL CONDITION / SET POINT |                           |       |        | RANGE                     |                             |                                     |
|-----------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|------------------------------|---------------------------|-------|--------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
|                       | FLOW      | PRESSURE                      | FLOW                    | PRESSURE                  | VIBRATION | TEMP. | FLOW                    | PRESSURE                  | FLOW                          | PRESSURE | FLOW                         | PRESSURE                  | TEMP. | STATUS | FLOW                      | PRESSURE                    | TEMP.                               |
| PI-5101               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PI-5102               |           | 13 kg/cm <sup>2</sup> g       |                         | 15.5 kg/cm <sup>2</sup> g |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PI-5103               |           |                               |                         | 1.68 kg/cm <sup>2</sup> g |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PI-5104               |           | 0.33 kg/cm <sup>2</sup> g (1) |                         | 10.5 kg/cm <sup>2</sup> g |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5102              |           |                               |                         | 0.7 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5103              |           |                               |                         | 0.7 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5120              |           | 2.4 kg/cm <sup>2</sup> d      |                         | 3.6 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5125A             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5125B             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5126A             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5127              |           | 2.4 kg/cm <sup>2</sup> d      |                         | 3.1 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5128A             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5128B             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5128C             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           | 0.75 kg/cm <sup>2</sup> d (2) |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PDI-5113              |           | 0.1 kg/cm <sup>2</sup> d      |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| FI-5111               |           |                               | 4.56 Nm <sup>3</sup> /h | 0.09 kg/cm <sup>2</sup> d |           |       | 9.12 Nm <sup>3</sup> /h | 0.56 kg/cm <sup>2</sup> d |                               |          | 1.3 Nm <sup>3</sup> /h       | 0.01 kg/cm <sup>2</sup> d |       |        | 0.987 Nm <sup>3</sup> /h  | 0-0.54 kg/cm <sup>2</sup> d |                                     |
| FI-5112               |           |                               | 4.56 Nm <sup>3</sup> /h | 0.09 kg/cm <sup>2</sup> d |           |       | 9.12 Nm <sup>3</sup> /h | 0.56 kg/cm <sup>2</sup> d |                               |          | 1.3 Nm <sup>3</sup> /h       | 0.01 kg/cm <sup>2</sup> d |       |        | 0.987 Nm <sup>3</sup> /h  | 0-0.64 kg/cm <sup>2</sup> d |                                     |
| FI-5114               |           |                               | 12.2 Nm <sup>3</sup> /h | 0.3 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          | 6.6 Nm <sup>3</sup> /h       | 0.09 kg/cm <sup>2</sup> d |       |        | 0-14.3 Nm <sup>3</sup> /h | 0-0.4 kg/cm <sup>2</sup> d  |                                     |
| FI-5115               |           |                               | 12.2 Nm <sup>3</sup> /h | 0.3 kg/cm <sup>2</sup> d  |           |       |                         |                           |                               |          | 6.6 Nm <sup>3</sup> /h       | 0.09 kg/cm <sup>2</sup> d |       |        | 0-14.3 Nm <sup>3</sup> /h | 0-0.4 kg/cm <sup>2</sup> d  |                                     |
| PI-5102               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 14 kg/cm <sup>2</sup> g             |
| PI-5104               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0.61 kg/cm <sup>2</sup> g           |
| PDCV-5110             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          | 2.0 Nm <sup>3</sup> /h       |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PUCV-5112             |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          | 13.2 Nm <sup>3</sup> /h      |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| PCV-5102              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0.3 kg/cm <sup>2</sup> g            |
| PCV-5104              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 15 kg/cm <sup>2</sup> g             |
| PCV-5107              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0.61 kg/cm <sup>2</sup> g           |
| PSV-5104              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 18 kg/cm <sup>2</sup> g             |
| PSV-5103              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 1.2 kg/cm <sup>2</sup> g            |
| ZSI-5103              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| ZSH-5103              |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| ZS-5116               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| TI-5103               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-20) - 100 °C                      |
| TE-5117               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-200) - 600 °C                     |
| PI-5117               |           | 0.07 kg/cm <sup>2</sup> g     |                         | 1.62 kg/cm <sup>2</sup> g |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-1.03) - 2.04 kg/cm <sup>2</sup> g |
| TE-5118               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-200) - 600 °C                     |
| PI-5119               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0 - 21.1 kg/cm <sup>2</sup> g       |
| PI-5120               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0 - 21.1 kg/cm <sup>2</sup> g       |
| ZS-5121               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             |                                     |
| TI-5121               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-20) - 100 °C                      |
| TE-5122               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-200) - 600 °C                     |
| PI-5122               |           | 0.07 kg/cm <sup>2</sup> g     |                         | 1.62 kg/cm <sup>2</sup> g |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-1.03) - 2.04 kg/cm <sup>2</sup> g |
| TE-5123               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | (-200) - 600 °C                     |
| PI-5124               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0 - 21.1 kg/cm <sup>2</sup> g       |
| PI-5125               |           |                               |                         |                           |           |       |                         |                           |                               |          |                              |                           |       |        |                           |                             | 0 - 21.1 kg/cm <sup>2</sup> g       |

(1) PERMISSIVE TO START LUBE OIL PUMPS (INTERLOCK: 100-I-5104)  
 (2) PERMISSIVE TO START COMPRESSOR ROTATION (INTERLOCK: 100-I-5101)

LUBE OIL LINE SPECIFICATION

| CODE  | LINE SIZE   | THICKNESS | MATERIAL         |
|-------|-------------|-----------|------------------|
| 24" T | 1 1/2" TUBE | 0.188"    | ASTM A266 316 SS |
| 24" T | 3/4" TUBE   | 0.188"    | ASTM A266 316 SS |

ALL PRESSURE AND HIGH RATE PRESSURE INSTRUMENTS MUST HAVE ISOLATION VALVES AND BLOW OUTS AS FOLLOWS:

ALL INSTRUMENT FRT VALVES ARE PLUGGED

NOTES:

- ALL INSTRUMENTS ARE SHOWN IN NORMAL OPERATIONAL STATUS.
- ABSENT CONDITIONS: 100-5-472
- UNLESS OTHERWISE NOTED, ALL PROCESS FLOW TABLES ARE FOR NORMAL OPERATING CONDITIONS.
- VERIFICATION QUALITY REQUIREMENT FOR INSTRUMENT AIR IS PER ISO 8573.1 CLASS 2.

| CLASS | PARTICULATE FILTRATION | DEW POINT (°C) | OIL (mg/m <sup>3</sup> ) INCLUDING WATER |
|-------|------------------------|----------------|--|
| 2     | 1 MICRON               | -10            | 0.1                                      |

- CALCULATIONS PER SEAL DRAWING 55714-001
- BOOSTER RECEIVER REQUIRES CERTIFICATION FOR PRESSURE VESSEL ACCORDING TO APPLICABLE STANDARDS
- ALL TAGS PRECEDED BY THE PREFIX "100-". FOR EXAMPLE, PDI 5102 WOULD BE TAGGED 100-PDI 5102
- VENTED TO ATMOSPHERE LOCALLY ON THE DCS CONTROL PANEL

INTERLOCKS

| INTERLOCK  | ACTUATED BY                            | ACTION UPON                             |
|------------|--|---|
| 100-I-5101 | 100-PDI-5126A/B/C<br>100-PDI-5128A/B/C | PERMISSIVE TO START COMPRESSOR ROTATION |
| 100-I-5102 | 100-PDI-5126A/B/C<br>100-PDI-5128A/B/C | 100-TR51                                |
| 100-I-5107 | P15107                                 | LUBE OIL PUMP                           |

APPROVED BY:

|                                |   |                                     |  |              |                                   |                 |   |   |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|--|--------------|-----------------------------------|-----------------|---|---|
| INSTRUMENT SHOWN ON PANEL/RACK | LOGIC FUNCTION                          | PRESSURE REGULATOR                  | TWO-WAY VALVE                                    | BULKHEAD     | FO FAIL OPEN                      | GATE VALVE      | LINE KEY:<br>PROCESS<br>INSTRUMENT<br>ELECTRICAL<br>FOUNDATION FIELDBUS<br>SOFT SIGNAL<br>INTEGRAL ASSEMBLY<br>INSULATION | LIMIT OF SUPPLY:<br>FLOWSERVE<br>CUSTOMER |
| SHARED DISPLAY SHARED CONTROL  | THERMAL DISPERSION FLOWMETER            | BULK PRESSURE REGULATOR             | PRESSURE RELIEF VALVE                            | RUPTURE DISC | FC FAIL CLOSED                    | NORMALLY OPEN   |   |   |
| FLOW INSTRUMENT                | CUSTOMER CONNECTION                     | DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL VALVE | ISOLATED HEAT TRACED LINE (1 - MAINTENANCE TEMP) | REDUCER      | THREE WAY SOLENOID VALVE          | NORMALLY OPEN   |   |   |
| SAFETY INSTRUMENT SYSTEM       | CONTROL VALVE WITH PNEUMATIC POSITIONER | INTEGRAL ORIFICE FLOWMETER          | VALVE ASSEMBLY                                   | LUBRICATOR   | ACTUATION WITH FAIL OPEN SPRING   | NORMALLY CLOSED |   |   |
|                                |   |                                     | CHECK VALVE                                      | HUB FLANGE   | ACTUATION WITH FAIL CLOSED SPRING | NORMALLY OPEN   |   |   |
|                                |   |                                     | FLANGE   | FILTER       | HIGH PRESSURE SEAL                | NORMALLY CLOSED |   |   |
|                                |   |                                     |  |              | LOW PRESSURE SEAL                 | NORMALLY CLOSED |   |   |

| REVISION HISTORY |              | REFERENCE DRAWINGS  |          | DIMENSIONAL TOLERANCES (UNLESS SPECIFIED): .XX = ±.05 |                | DIMENSIONS IN MILLIMETERS |            | <b>ISSUED FOR CONSTRUCTION</b> |                                     |
|------------------|--------------|---|----------|---|----------------|---------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| REV.             | DATE (D/M/Y) | DESCRIPTION   | DRAWN BY | CHECKED BY  | DRAWING NUMBER | TITLE                     | SCALE: NTS | SIZE: B                        | TEMPERATURE: THIRD ANGLE PROJECTION |
| P1               | 20/12/2019   | ORIGINAL DRAWING  | BJ       | RP  | 19JEG96077402  | GENERAL ARRANGEMENT       |            |                                |                                     |
| P2               | 20/03/2020   | REVISED PER CUSTOMER COMMENTS   | RM       | NL  | 19JEG96077402  | ELECTRICAL                |            |                                |                                     |
| P3               | 20/05/2020   | REVISED 2663 REPRESENTATION, UPDATED FLOWS, UPDATED BOOSTER SIGNALS, UPDATED TAGGING, ISSUED FOR REVIEW | BJ       | JN  | 19JEG96077407  | FRAME                     |            |                                |                                     |
| P4               | 15/07/2020   | ADDED INTERLOCK NUMBERING, ADJUSTED BLOCK & BYPASS VALVES, UPDATED ALARM TABLE, ISSUED FOR REVIEW       | BJ       | JN  | 19JEG96077408  | BOB                       |            |                                |                                     |
| P5               | 05/08/2020   | ADDED REGULATOR BLOCK VALVES, UPDATED BOOSTER PRESSURE TRANSMITTERS                                     | BJ       | JN  | 19JEG96077406  | TAG LIST                  |            |                                |                                     |
| P6               | 16/09/2020   | ISSUED FOR CONSTRUCTION   | BJ       | JN  | 55714-001      | SEAL DRAWING              |            |                                |                                     |
| A                | 25/11/2020   | REVISED TAG NUMBERS, ISSUED FOR CONSTRUCTION  | BJ       | JN  |                |                           |            |                                |                                     |
| B                | 28/11/2021   | REVISED BOOSTER TAG NUMBERS   | BJ       | JN  |                |                           |            |                                |                                     |

THIS DRAWING AND ANY DESIGN, DEVELOPMENT, INVENTION OR COPYRIGHT WHICH IT MAY EMBODY OR REPRESENT ARE THE PROPERTY OF FLOWSERVE CORPORATION. THIS DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED, NOR ANY SUBJECT MATTER SHOWN HEREIN MAY BE MANUFACTURED, WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM AN AUTHORIZED AGENT OF FLOWSERVE CORPORATION.

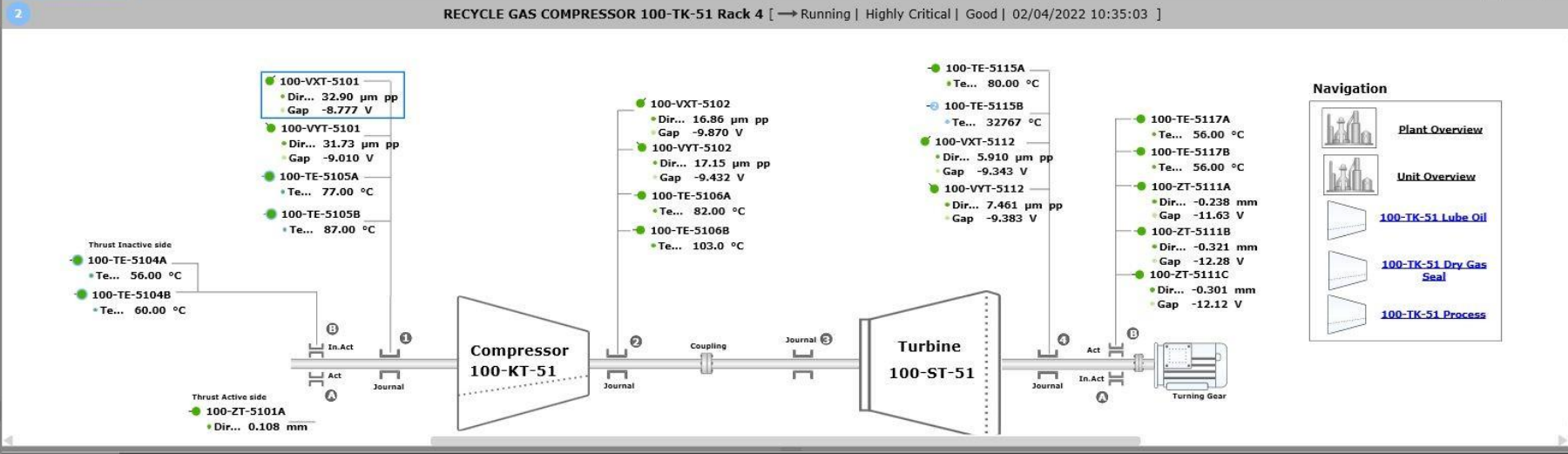
|                             |                               |               |        |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------|--------|
| PROJECT NUMBER: 19JEG960774 | DRAWING NUMBER: 19JEG96077401 | SHEET: 3 OF 3 | REV: B |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------|--------|

- Machines**
- ▼ NDE
    - 100-VYT-5101
    - 100-VXT-5101
    - 100-TE-5104A
    - 100-TE-5104B
    - 100-TE-5105A
    - 100-TE-5105B
  - ▶ Thrust NDE
    - Centrifugal Compressor Section
    - 100-KT-5111
    - Comp.Suction Temp.
    - Comp.Discharge Temp.
    - Comp.Discharge Press.
  - ▼ HP Steam Turbine
    - ▼ Shaft
      - Intermediate Pressure Turbine Section
      - High Pressure Turbine Section
    - ▶ NDE
      - ▼ Thrust NDE
        - 100-TE-5116A
        - 100-TE-5116B
        - 100-TE-5116C
        - 100-TE-5117A

**Status**   **Events**   **Case History**

**Machine Overview**   Machine Lube Oil   Dry Gas Seal   Process

**RECYCLE GAS COMPRESSOR 100-TK-51 Rack 4** [ → Running | Highly Critical | Good | 02/04/2022 10:35:03 ]



- Navigation**
- [Plant Overview](#)
  - [Unit Overview](#)
  - [100-TK-51 Lube Oil](#)
  - [100-TK-51 Dry Gas Seal](#)
  - [100-TK-51 Process](#)

- Spectrums & Waveforms**
- ▶ Disp Wf(256X/8revs).100-KT-5111 (1)
  - ▶ Disp Wf(1000Hz) (1)
- Trended Variables**
- ▼ Direct (1)
    - 100-VXT-5101.Between Bearing Centrifugal Compressor.REC
  - ▶ 1X (1)
  - ▶ 2X (1)
  - ▶ Gap (1)
    - 100-VXT-5101.Between Bearing Centrifugal Compressor.REC
  - ▶ Not 1X Amp (1)
  - ▶ Smax (1)

