



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



Université d'ADRAR

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE TECHNOLOGIE

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

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Commande Electrique

Thème

**ETUDE, OPTIMISATION d'un système numérique de contrôle
commande (DCS ABB AC 800F) a la raffinerie d'ADRAR**

Présenté par :

- SELMI Abderahim
- ELBERRICHI Moulay Abdelouahed

Encadreur

Dr CHABANI Sououdi Boumediene
Université d'ADRAR

Membres de jury :

Examineur : Dr ARBAOULI

Université d'ADRAR

Examineur : Dr DAHABLI.H

Université d'ADRAR

Année universitaire 2021/2022



شهادة الترخيص بالإيداع

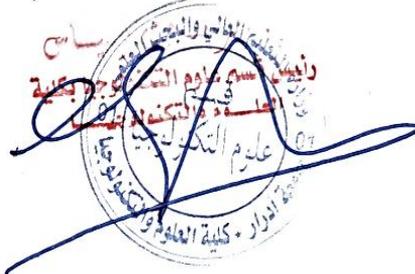
انا الأستاذ(ة): شعبانى سعود بومدين
المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ: Etude d'optimisation d'un système numérique de Contrôle Commande (DES ABB ACS500 F) à la raffinerie de Adrar.
من إنجاز الطالب(ة): البريشى مولاي محمد الواحد
و الطالب(ة): سليمي عبد الرحيم
كلية: العلوم والتكنولوجيا
القسم: علوم تكنولوجيا
التخصص: تحكم كهربائي
تاريخ تقييم / مناقشة:

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.
ويامكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والايكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في: 29.06.2020

مساعد رئيس القسم:



الدكتور: شعبانى سعود بومدين

Remerciement:

C'est un grand honneur pour nous de remercier

Dr. Chabani Boumédiène.

*Comme les efforts qu'il a faits pour nous, nous admirons sa gentillesse, sa
générosité et sa méthode d'éducation distinguée. Il vous a préservé vous et vos
parents et vous a béni avec vos parents.*

DEDICASES

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents,

Et l'honorable famille

*Tous mes amis et camarades de
classe, et*

Pour tous ceux qui me sont chers.

Résumé :

Un système numérique de contrôle-commande (SNCC, ou DCS pour *Distributed Control System*) en anglais est un système de contrôle d'un procédé industriel doté d'une interface homme-machine pour la supervision et d'un réseau de communication numérique. L'avantage de ces systèmes est leur modularité, qui permet de les installer et de les modifier facilement.

Le premier système informatique utilisé pour le contrôle industriel a été mis en place en 1959 à la raffinerie Texaco de Port Arthur, au Texas, avec un RW-300 de Ramo-Wooldridge. Parmi les constructeurs de SNCC on peut citer ABB, Emerson, Foxboro, Honeywell, Rockwell, Siemens, Yokogawa.

L'industrie pétrolière qui est un secteur majeur et important pour soutenir l'économie et le développement de notre pays qui possède d'importantes réserves en pétrole et gaz nature.

Parmi plusieurs raffineries de l'Algérie, nous avons choisi de faire ce travail au niveau de la raffinerie d'Adrar (S'EBAA). L'objectif de ce mémoire est d'étudier les processus et procédures existantes dans le DCS (système de contrôle distribué). Ce dernier est une automate nommé AC 800F construit par groupe ABB.

نظام التحكم الرقمي (DCS ، أو DCS لنظام التحكم الموزع) باللغة الإنجليزية هو نظام تحكم لعملية صناعية مجهزة بواجهة بين الإنسان والآلة للإشراف وشبكة اتصالات رقمية. ميزة هذه الأنظمة هي نمطيتها ، مما يسمح بتثبيتها وتعديلها بسهولة.

تم تنفيذ أول نظام كمبيوتر يستخدم للتحكم الصناعي في عام 1959 في مصفاة تكساكو في بورت آرثر ، تكساس ، باستخدام Ramo-

Wooldridge RW-300. من بين الشركات المصنعة لـ SNCC ، يمكننا أن نذكر ABB و Emerson و Foxboro و Honeywell و

Rockwell و Siemens و Yokogawa. صناعة النفط التي تعد قطاعاً رئيسياً ومهماً لدعم الاقتصاد والتنمية في بلدنا الذي يحتوي على احتياطات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي. من بين العديد من المصافي في الجزائر ، اخترنا القيام بهذا العمل في مصفاة أدرار (السيب). الهدف من هذه الأطروحة هو دراسة العمليات والإجراءات الحالية في DCS (نظام التحكم الموزع). هذا الأخير عبارة عن آلة أوتوماتيكية تسمى AC 800F تم بناؤها بواسطة مجموعة ABB.

A digital control-command system (DCS, or DCS for Distributed Control System) in English is a control system for an industrial process equipped with a man-machine interface for supervision and a digital communication network.

The advantage of these systems is their modularity, which allows them to be installed and modified easily. the first computer system used for industrial control was implemented in 1959 at the Texaco refinery in Port Arthur, Texas, with a Ramo-Wooldridge RW-300. Among the manufacturers of SNCC we can mention ABB, Emerson, Foxboro, Honeywell, Rockwell, Siemens, Yokogawa. The oil industry which is a major and important sector to support the economy and the development of our country which has significant oil and natural gas reserves.



Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 Station géographique de la raffinerie d'Adrar | 03 |
| Figure I.2 plan de masse de la raffinerie d'ADRAR | 04 |
| Figure I.3 bac d'alimentation d'eau..... | 06 |
| Figure I.4 Trois filtres multimédias en parallèle | 07 |
| Figure I.5 Osmoses inverse..... | 07 |
| Figure I.6 chaudière..... | 08 |
| Figure I.7 : Turbine à vapeur..... | 09 |
| Figure I.8 : générateur turbo diesel..... | 10 |
| Figure.I.9 Salle de control réseaux électriques..... | 11 |
| Figure.I.10 Salle de Station principal réseaux électriques..... | 11 |
| Figure I.11 : Schéma unifilaire du réseau électricité interne du RAID..... | 13 |
| Figure I.12 : Arrivée sonal gaz 16MVA..... | 14 |
| Figure. I.13 Unité d'air comprimé..... | 14 |
| Figure I.14 Tour de refroidissement d'eau..... | 15 |
| Figure. I.15 Bassin de traitement des eaux usées..... | 16 |
| Figure .I.16 l'unité de distillation atmosphérique..... | 16 |
| Figure .I.17 Unité reforming catalytique..... | 17 |
| Figure. I.18 Unité de craquage catalytique. RFCC..... | 18 |
| Figure. I.19 bac de stockage pour produit pétrolier..... | 20 |
| Figure. I.20 Sphères de stockage gaz..... | 21 |
| Figure .I.21 Schéma de production de la raffinerie | 22 |
| Figure .I.22 Moyens de protection individuelle..... | 23 |

| | |
|---|----|
| Figure II.1 : l'architecture d'un système automatisé | 27 |
| Figure II.2 Pré-actionneurs | 28 |
| Figure II.3 : Exemple Actionneurs | 29 |
| Figure II.4 Exemple Effecteur | 30 |
| Figure II.5: Organigramme de choix d'un capteur | 32 |
| Figure II.6 : Les capteurs | 33 |
| Figure II.7 : Pont roulant | 35 |
| Figure II.8 : schéma de logique câblée électrique de pont roulant | 35 |
| Figure II.9 : Logique câblée vers Logique programmée | 37 |
| Figure II.10 : Schéma d'une boucle d'asservissement | 38 |
| Figure II.11 : Système Automatisé | 40 |
| Figure II.12 : Structure interne d'un API | 41 |
| Figure II.13 Liste d'instructions | 42 |
| Figure II.14 Langage littéral structuré | 43 |
| Figure II.15 : Ladder diagram | 43 |
| Figure II.16 : Fonction Bloc Diagram | 43 |
| Figure II.17 : exemple de programmation avec le GRAFCET | 44 |
| Figure II.18 Système API | 47 |
| Figure II.19 Système DCS | 48 |
| Figure II.20 Système SCADA | 49 |
| Figure II.21: Principe du système de supervision | 50 |
| Figure III.1: Diagramme complet de Salle principale DCS réalisé par ABB | 52 |
| Figure.III.2 : Architecture du système DCS ABB | 55 |
| Figure III.3: Boucle simple de contrôle à partir d'un contrôleur classique à simple boucle | 56 |

| | |
|---|----|
| Figure III. 4: Principe de l'architecture réseau d'un DCS..... | 57 |
| Figure III.5: Redondance de contrôleur AC 800F..... | 58 |
| Figure III.6: Contrôleur AC 800F..... | 59 |
| Figure III.7: Rack Contrôleur AC 800F..... | 61 |
| Figure III.8: Module d'alimentation SD 802F [4]..... | 62 |
| Figure III.9: Paire torsadée..... | 65 |
| Figure III.10: Câblage avec Paire torsadée..... | 65 |
| Figure III.12: Module EI 813F..... | 67 |
| Figure III.13: Le module RLM..... | 69 |
| Figure III.14: Module d'entrées sorties S800..... | 69 |
| Figure III.15: Module CI 840F du S800..... | 70 |
| Figure III.16: Module AI810 du S800..... | 72 |
| Figure III.17: module DI810 S800..... | 74 |
| Figure III.18: Module AO810 du S800..... | 75 |
| Figure III.19: MODULE DO810..... | 76 |
| Figure III.20 : Unité de vote SS822..... | 77 |
| Figure III.21: UNIT POWER..... | 78 |
| Figure III.22: Diagramme Freelance..... | 79 |
| Figure III.23: Control Builder F interface..... | 80 |
| Figure III.24 Architecture DSC ABB (system overview)..... | 81 |
| Figure. IV.1 : Modèle général d'un système..... | 84 |
| Figure. IV.2 : Commande en boucle ouverte..... | 84 |
| Figure. IV.3 : Commande en boucle fermée..... | 85 |
| Figure. IV.4 : Schéma bloc d'un système asservi..... | 86 |

| | |
|--|-----|
| <i>Figure. IV.5 : Stabilité du système</i> | 86 |
| <i>Figure. IV.6 : Rapidité du système</i> | 87 |
| <i>Figure. IV.7 : Précision d'un système</i> | 87 |
| <i>Figure. IV.8 Dépassement de la consigne</i> | 88 |
| <i>Figure. IV.9 : Asservissement par un régulateur</i> | 88 |
| <i>Figure IV.10 : Commande proportionnelle P</i> | 89 |
| <i>Figure IV.11 : Commande proportionnelle-intégrale PI</i> | 90 |
| <i>Figure IV.12 : Commande proportionnelle-dérivée PD</i> | 91 |
| <i>Figure IV.13 : La Commande PID</i> | 92 |
| <i>Figure IV.14 : La structure série</i> | 93 |
| <i>Figure IV.15 : La structure parallèle</i> | 93 |
| <i>Figure IV.16 : La structure mixte</i> | 94 |
| <i>Figure IV.17. Réponse indicielle d'un système du premier ordre</i> | 96 |
| <i>Figure IV.18. système du deuxième ordre ($m > 1$)</i> | 97 |
| <i>Figure IV.19 système du deuxième ordre ($m < 1$)</i> | 97 |
| <i>Figure IV.20 : boucle ouverte</i> | 99 |
| <i>Figure IV.21 : la réponse indicielle BO</i> | 100 |
| <i>Figure IV.22: boucle fermée</i> | 101 |
| <i>Figure IV.23 : Résultat de pompage de la boucle fermée</i> | 101 |
| <i>Figure IV.24 : Réponse indicielle en BF</i> | 102 |
| <i>Figure IV.25 : L'image du display boucle de régulation FIC 10902 en processus</i> | 103 |
| <i>Figure: IV.26 le point initial de T_u « temps de retard » en BO</i> | 104 |
| <i>Figure: IV.27 le point final de T_u « temps de retard » en BO</i> | 104 |
| <i>Figure IV.28 la coupe de temps T_a de réponse en BO</i> | 105 |
| <i>Figure IV.29 : Résultat de pompage en BF 52h32</i> | 105 |
| <i>Figure IV.30 Résultat de pompage en BF 52h49</i> | 106 |

| | |
|--|-----|
| Figure IV.31 : Résultat de stabilité en BF | 106 |
| Figure IV.32 : Schema blouk en BF Ancien | 107 |
| Figure. IV.33. Réponse simulink en BF Ancien | 107 |
| Figure IV.34 : Schema blouk en BO | 107 |
| Figure. IV.35. Réponse simulink en BO | 108 |
| Figure IV.36 : Schema blouk 1^{ere} méthode en BF | 108 |
| Figure. IV.37. Réponse simulink 1^{ere} méthode en BF | 108 |
| Figure IV.38 : Schema blouk 2^{eme} méthode en BF | 109 |
| Figure. IV.39. Réponse simulink 2^{eme} méthode en BF | 109 |
| Figure IV.40 : la réponse de simulink globale | 109 |

Liste des tableaux

| | |
|--|------------|
| <i>Tableau I.1 : Principales spécifications du brut traité.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Tableau I.2 : Capacité de production final de la raffinerie.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Tableaux II.1 Cycle normale.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tableaux II.2 Cycle avec arrêt d'urgence.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tableau III.1: Présentation Techniques De PM 803.....</i> | <i>61</i> |
| <i>Tableau III.2: Présentation de LED's d'interface SD 802F.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Tableau III.3: Présentation de Commandes utilisateur SD 802F.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Tableau III.4: Présentation Techniques de SD 802F.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Tableau III.5: Présentation de LED's d'interface EI 813F.....</i> | <i>66</i> |
| <i>Tableau III.6: Présentation de LED's d'interface De FI830F.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Tableau III.7: Présentation Techniques De FI830F.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Tableau III.8: Présentation de LED's d'interface De CI840F.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Tableau III.9: Présentation Techniques De CI840F.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Tableau III.10: Présentation de LED's d'interface De AI810.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Tableau III.11: Présentation Techniques De AI810.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Tableau III.12: Présentation de LED's d'interface De DI810.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Tableau III.13: Présentation de LED's d'interface De AO810.....</i> | <i>75</i> |
| <i>Tableau III.14: Présentation de LED's d'interface De DO820.....</i> | <i>75</i> |
| <i>Tableau IV.1 : Résumé des effets respectifs des actions P, I, et D.....</i> | <i>95</i> |
| <i>Tableau IV.2 : Ziegler-Nichols en BO.....</i> | <i>100</i> |
| <i>Tableau IV.3 : Ziegler-Nichols en BF.....</i> | <i>102</i> |
| <i>Tableau VI.4 : Résultat de PI en boucle ouvert.....</i> | <i>105</i> |
| <i>Tableau IV.5 : Résultats du pompage.....</i> | <i>106</i> |

Tables des notations et symboles

| | |
|--------------|---|
| <i>DCS</i> | <i>Distribute Control System</i> |
| <i>SNCC</i> | <i>Système Numérique de Contrôle-Commande</i> |
| <i>SCADA</i> | <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> |
| <i>API</i> | <i>Automates Programmables Industriels.</i> |
| <i>BMS</i> | <i>Burner Management System</i> |
| <i>CPU</i> | <i>Central Processing Unit</i> |
| <i>PLC</i> | <i>Programme Logic Control</i> |
| <i>RO</i> | <i>Reverse Osmosis</i> |
| <i>GPL</i> | <i>Gaz de Pétrole Liquéfié.</i> |
| <i>GNL</i> | <i>Gaz de Natural Liquéfié.</i> |
| <i>CDU</i> | <i>Unité de Distillation Atmosphérique</i> |
| <i>CRU</i> | <i>Unité Reforming Catalytique</i> |
| <i>RFCC</i> | <i>Unité de Reforming Fraction Craquage Catalytique</i> |
| <i>TOR</i> | <i>Tout Ou Rien</i> |
| <i>PLD</i> | <i>Programmable Logic Device</i> |
| <i>ASIC</i> | <i>Application-Specific Integrated Circuit</i> |
| <i>I/O</i> | <i>Input/Output</i> |
| <i>D/I</i> | <i>Digital/Input</i> |
| <i>A/I</i> | <i>Analogique/Input</i> |
| <i>RLM</i> | <i>Redundancy Link Module</i> |
| <i>RTU</i> | <i>Remote Terminal Unit</i> |
| <i>FCI</i> | <i>Fieldbus Communication Interface</i> |
| <i>PID</i> | <i>Proportionnelle Intégral Dérivée</i> |
| τ | <i>Constant de Temps</i> |
| <i>MAD</i> | <i>Mémoire Accès Direct</i> |
| <i>HMI</i> | <i>Humane Machine Interface</i> |
| <i>LED</i> | <i>Light Emitting Diode</i> |
| μP | <i>Microprocesseur</i> |
| μC | <i>Microcontrôleur</i> |
| <i>TCP</i> | <i>Transmission Control Protocol</i> |
| <i>IP</i> | <i>Internet Protocol</i> |

SOMMAIRE

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| <i>INTRODUCTION GENERAL</i> | <i>01</i> |
|-----------------------------------|-----------|

Chapitre I : Présentation de la Raffinerie de SEBAA Adrar

| | |
|---|-----------|
| <i>I.1 Introduction.....</i> | <i>03</i> |
| <i>I.2 Situation Géographique de la Raffinerie</i> | <i>04</i> |
| <i>I.3 : Les utilités de la raffinerie.....</i> | <i>04</i> |
| <i>I.3.1 : Unité d'alimentation de l'eau.....</i> | <i>05</i> |
| <i>I.3.1.1 : d'eau alimentaire pour chaudière.....</i> | <i>05</i> |
| <i>I.3.1.2 : d'eau de réfrigération.....</i> | <i>05</i> |
| <i>I.3.1.3 : d'eau du réseau incendie.....</i> | <i>05</i> |
| <i>I.3.2 : Unité de traitement des eaux.....</i> | <i>06</i> |
| <i>I.3.3 : Unité de production de vapeur (chaudières).....</i> | <i>08</i> |
| <i>I.3.3.1 : Principe de fonctionnement des chaudières.....</i> | <i>08</i> |
| <i>I.3.4 : Unité de production d'énergie électrique.....</i> | <i>09</i> |
| <i>I.3.4.1 : La Turbine à vapeur.....</i> | <i>09</i> |
| <i>I.3.4.2 : Générateurs turbo diesel.....</i> | <i>10</i> |
| <i>I.3.4.3 : Situation des charges principales.....</i> | <i>10</i> |
| <i>I.3.4.4: Structure du réseau électrique.....</i> | <i>12</i> |
| <i>I.3.4.5 : Système de mise à la terre.....</i> | <i>12</i> |
| <i>I.3.4.6 : Type des mises à la terre.....</i> | <i>12</i> |
| <i>I.3.5 : Unité de production d'air comprimé et d'azote.....</i> | <i>14</i> |
| <i>I.3.6 : Unité d'exploitation d'eau de refroidissement et eaux usées.....</i> | <i>15</i> |
| <i>I.3.6.1 : Les circuits de refroidissement.....</i> | <i>15</i> |
| <i>I.3.6.2 : Eaux usées.....</i> | <i>16</i> |
| <i>I.4 : Les Unités de production de la raffinerie d'adrar.....</i> | <i>16</i> |
| <i>I.4.1 : Unité de distillation atmosphérique. CDU.....</i> | <i>16</i> |
| <i>I.4.2 : Unité reforming catalytique. CRU.....</i> | <i>17</i> |
| <i>I.4.3 : Unité de craquage catalytique. RFCC.....</i> | <i>18</i> |

| | |
|---|----|
| <i>I.4.3.1 : Aperçu sur le procédé</i> | 18 |
| <i>I.5 : La production de carburant</i> | 19 |
| <i>I.6 : Capacité de la production annuelle (Douceur interne)</i> | 19 |
| <i>I.7 : Stockage des produits</i> | 20 |
| <i>I.7.1 : bac de stockage</i> | 21 |
| <i>I.7.2 : Les sphères</i> | 21 |
| <i>I.8: Sécurité incendie</i> | 22 |
| <i>I.8.1: La sécurité HSE.</i> | 23 |
| <i>Conclusion</i> | 23 |

Chapitre II : Généralité sur les systèmes automatisés

| | |
|---|----|
| <i>II.1 :INTRODUCTION</i> | 25 |
| <i>II.2 : Les automatismes séquentiels</i> | 25 |
| <i>II.3 : Les asservissements</i> | 26 |
| <i>II.4 : Structure d'un système automatisé</i> | 27 |
| <i>II.4.1 : Partie Opérative</i> | 27 |
| <i>II.4.1.1 : Les Pré-actionneurs</i> | 28 |
| <i>II.4.1.2 : Les Actionneurs</i> | 28 |
| <i>II.4.1.3: Effecteur</i> | 30 |
| <i>II.4.1.4 : Les Capteurs</i> | 30 |
| <i>II.4.1.4.1 : Les capteur TOR(Tout Ou Rien)</i> | 31 |
| <i>II.4.1.4.2 : Les capteurs analogiques</i> | 31 |
| <i>II.4.1.4.3 : Les capteurs numériques</i> | 31 |

| | |
|--|----|
| <i>II.4.2 : La partie commande</i> | 33 |
| <i>II.4.2.1 : Le système automatisé combinatoire</i> | 34 |
| <i>II.4.2.2 : Le système automatisé séquentiel</i> | 34 |
| <i>II.4.2.2.1 : La logique câblée</i> | 34 |
| <i>II.4.2.2.2 : Logique programmée</i> | 36 |
| <i>II.4.2.2.3 Logique câblée V.S logique programmée</i> | 38 |
| <i>II.4.2.2.4 : Les systèmes asservis</i> | 38 |
| <i>II.4.3 : Partie relation</i> | 38 |
| <i>II.5 : Automates programmable industriels</i> | 39 |
| <i>II.5.1 : Introduction</i> | 39 |
| <i>II.5.2: Les systèmes automatisés de production</i> | 39 |
| <i>II.5.3 : Définition de l'A.P.I.</i> | 40 |
| <i>II.5.3.1 : Place de l' API dans le système automatisé de production (S.A.P)</i> | 40 |
| <i>II.5.3.2 : Description des éléments d'un API</i> | 41 |
| <i>II.5.4: Programmation</i> | 42 |
| <i>II.5.4.1: Langages de programmation</i> | 42 |
| <i>II.5.4.2: Programmation à l'aide du GRAFCET</i> | 44 |
| <i>II. 5.5 : Les Automates programmables industriels (API / PLC)</i> | 44 |
| <i>II.5.6: Comparaison DCS et API: facilite de configuration</i> | 47 |
| <i>II.5.7: Configuration typique d'un système de API</i> | 47 |
| <i>II.5.8: Configuration typique d'un système DCS</i> | 48 |
| <i>II.5.9: Système SCADA</i> | 48 |
| <i>II.5.10: Différence entre DCS et API</i> | 50 |
| <i>II.6: Critères de choix d'un automate</i> | 51 |
| <i>II.7 : Conclusion</i> | 52 |

Chapitre III : Architecture DSC ABB de Raffineries D'Adrar

| | |
|--|-----------|
| <i>III.1: Introduction</i> | <i>54</i> |
| <i>III.2 : POLE I (Salle de contrôle principale)</i> | <i>54</i> |
| <i>III.3 : POLE II (Salle de contrôle zone power station)</i> | <i>55</i> |
| <i>III.4: Contrôleur classique de procédé</i> | <i>56</i> |
| <i>III.5: LE DCS et son réseau</i> | <i>57</i> |
| <i>III.6. Redondance de contrôleur AC 800F</i> | <i>58</i> |
| <i>III.7 : PROFIBUS</i> | <i>58</i> |
| <i>III.8 L'Automate AC 800F (ABB)</i> | <i>59</i> |
| <i>III.8.1. AC 800F-matériel</i> | <i>59</i> |
| <i>III.8.2. Caractéristiques</i> | <i>60</i> |
| <i>III.8.3. Les modules de l'automate AC 800F</i> | <i>60</i> |
| <i>III.8.3.1. Le module CPU</i> | <i>60</i> |
| <i>III.8.3.2. Module d'alimentation (power supply)</i> | <i>62</i> |
| <i>III.8.3.3 Modules de communication (Ethernet)</i> | <i>65</i> |
| <i>III.8.3.3.1: Les caractéristiques du module de communication EI 813F</i> | <i>65</i> |
| <i>III.8.3.3.2: Description</i> | <i>65</i> |
| <i>III.8.3.4 :Le Module FI 830F (Profibus)</i> | <i>67</i> |
| <i>III.8.3.5: Le Module RLM (Redundancy Link Module)</i> | <i>68</i> |
| <i>III.9 : Les cartes d'entrées sorties S800</i> | <i>59</i> |
| <i>III.9.1 : Le Module Fieldbus CI840</i> | <i>70</i> |
| <i>III.9.2: AI810 Analog Input Module (module d'entre analogique)</i> | <i>72</i> |
| <i>III.9.3 : DI810 Digital Input Module (Module d'entrée numérique)</i> | <i>73</i> |
| <i>III.9.4 : AO810 Bipolar Analog Output Module(bipolaire module de sortie analogique)</i> | <i>75</i> |
| <i>III.9.5 : DO810 Digital Output Module (Module de sortie numérique)</i> | <i>76</i> |
| <i>III.10: Unité de vote SS822 - (pour alimentation redondant)</i> | <i>77</i> |
| <i>III.11. Unité monophasée d'alimentation à commutation primaire</i> | <i>78</i> |
| <i>III.12. Freelance (DCS) ABB</i> | <i>79</i> |

| | |
|---|----|
| <i>III.12.1 Freelance Engineering (Control Builder F)</i> | 79 |
| <i>III.12.2 Freelance Operations DigiVis (Constructeur HMI)</i> | 80 |
| <i>III.13: Architecture DSC ABB (system overview)</i> | 81 |
| <i>III.14 CONCLUSION</i> | 81 |

Chapitre IV : Simulation et interprétation des résultats

| | |
|---|----|
| <i>IV.1 : Introduction</i> | 82 |
| <i>IV.2 : Classification des méthodes d'optimisation</i> | 82 |
| <i>IV.3: La Commande PID</i> | 83 |
| <i>IV.3.1 : Notion de système</i> | 83 |
| <i>IV.3.2 : Notion de système en Boucle ouverte (BO) et en Boucle fermée (BF)</i> | 84 |
| <i>IV.3.3 : Système asservi</i> | 85 |
| <i>IV.3.3.1 :Définition</i> | 85 |
| <i>IV.3.3.2 : Qualité d'un asservissement et performances d'un système</i> | 86 |
| <i>IV.4 : Les Contrôleurs PID</i> | 87 |
| <i>IV.4.1. Définition</i> | 87 |
| <i>VI.4.2. Types de contrôleurs PID</i> | 88 |
| <i>IV.4.2.1 : Correcteur proportionnel – intégrale (PI)</i> | 89 |
| <i>IV.4.2.2 : Correcteur proportionnel – dérivée (PD)</i> | 90 |
| <i>IV.4.2.3 : Correcteur proportionnel - intégrale – dérivée</i> | 91 |
| <i>IV.4.3 : Les différentes structures du PID</i> | 93 |
| <i>IV.4.3.1 : La structure série</i> | 93 |
| <i>IV.4.3.2 : La structure parallèle</i> | 93 |
| <i>IV.4.3.3 : La structure mixte</i> | 94 |

| | |
|---|------------|
| <i>IV.4.4 : Réglage d'un contrôleur PID (Tuning a PID Controller)</i> | <i>94</i> |
| <i>IV.4.5: L'effets des paramètres PID sur la dynamique du système.....</i> | <i>94</i> |
| <i>IV.4.5.1: Résumé des effets respectifs des actions P, I, et D.....</i> | <i>95</i> |
| <i>IV.5 : Identification d'un système à partir de ses réponses temporelles.....</i> | <i>95</i> |
| <i>VI.5.1 : Systèmes du 1^{ère} ordre</i> | <i>95</i> |
| <i>VI.5.2 : Système du 2^{ème} ordre.....</i> | <i>97</i> |
| <i>IV.6 : Méthodes de synthèse du régulateur PID</i> | <i>97</i> |
| <i>IV.6.1 : Méthodes de réglages des paramètres du régulateur PID.....</i> | <i>98</i> |
| <i>IV.6.2 : Méthode de Ziegler –Nichols.....</i> | <i>98</i> |
| <i>IV.6.3 Avantages et Inconvénients de la méthode de Ziegler-Nichols</i> | <i>99</i> |
| <i>IV.6.4 : Méthodes empiriques de Ziegler&Nichols.....</i> | <i>99</i> |
| <i>IV.6.4.1 : 1^{ère} Méthode de Ziegler&Nichols en boucle ouverte.....</i> | <i>99</i> |
| <i>IV.6.4.2 : 2^{ème} Méthode de Ziegler&Nichols en boucle fermée.....</i> | <i>101</i> |
| <i>IV.6.5 : Application de la méthode de Ziegler-Nichols.....</i> | <i>102</i> |
| <i>IV 6.5.1 : 1^{ème} méthode de Ziegler-Nichols en boucle ouvert.....</i> | <i>103</i> |
| <i>IV.6.5.2: 2^{ème} Méthode Ziegler-Nichols en boucle fermée</i> | <i>105</i> |
| <i>IV.7 : Simulation sur MATLAB.....</i> | <i>107</i> |
| <i>IV.8 : Conclusion.....</i> | <i>110</i> |
| <i>Conclusion Général</i> | <i>111</i> |

An orange border with rounded corners and a scroll-like effect on the left and right sides, framing the text.

Introduction general

Introduction générale

L'énergie occupe une place importante dans le développement économique en Algérie qui dépend essentiellement de la valorisation des hydrocarbures. L'industrie pétrolière nécessite beaucoup de systèmes pour cela, Nous avons choisi la raffinerie d'Adrar, L'objectif de ce stage est d'étudier les processus et procédures existantes dans le DCS (système de contrôle distribué). Ce dernier est un automate nommé AC 800F construit par le groupe ABB.

Ce dernier est le sujet de notre projet de fin d'étude qui nous a permis de connaître ce système bien approfondi ayant comme but, est d'étudier les processus et procédures existantes dans le DCS (système de contrôle distribué). Ce dernier est un automate nommé AC 800F construit par le groupe ABB à la raffinerie d'ADRAR, Nous avons opté pour le plan suivant :

Dans le 1er Chapitre nous allons donner un aperçu général sur la raffinerie de SEBAA d'Adrar.

Dans le 2ème Chapitre nous allons donner Généralité sur les systèmes automatisés et au milieu de l'industrie, nous allons décrire le principe des API (Automate Programmable Industriel).

Le 3ème Chapitre est consacré à l'explication de l'Architecture DSC ABB de la Raffinerie d'Adrar AC 800F.

Dans le 4ème Chapitre nous allons voir le régulateur PID et l'interprétation des résultats de simulation par MATLAB de la boucle de régulation, Nous terminons à la fin par une conclusion générale, qui est la synthèse de ce mémoire.

Chapitre I

Présentation de la Raffinerie de SEBAA

Adrar

I.1 Introduction

SONATRACH est une société ouverte principalement dans l'exploration, le produit, le transport, le traitement et la commercialisation des produits pétroliers liquides et gazeux. Elle est la première entreprise du continent africain. Elle est 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales. Sa production globale (tous produits confondus) est d'environ 160 millions de tep (Tonnes Equivalent Pétrole) en 2015. La société SONATRACH cumule une longue expérience dans le raffinage du pétrole depuis plus de 50 ans. Pour la maîtrise des installations, la SONATRACH bénéficie du retour d'expérience de ses 50 ans d'exploitation et de la maintenance d'installations d'hydrocarbures, ainsi que de l'expérience acquise sur les sites de raffinage de pétrole et de compétence de ses équipes techniques, qu'elle peut diligenter à tout moment en cas de nécessité.[1]

La raffinerie de Sbaa adrar est située géographiquement au nord dans la circonscription de la wilaya d'Adrar distante de 44km elle s'étend sur une superficie de 84 hectares implantée sur une surface de 37 hectares. Projetée en plein désert de GAB, à 900m d'une assiette agricole, rattachée au village de Sbaa, hormis ce secteur agricole le paysage est dépourvu de toutes végétations et d'activités les conditions climatiques témoignent de cet état, très faible pluviométrie 16mm/an l'humidité 20% moyenne annuelle la capacité annuelle de traitement de 600 000 Tonnes par an.

Au Nord : par la daïra de Tsabit.
Au Sud : par la commune de Gurara.
À l'Ouest : par la commune de Sbaa.
À l'Est : par un terrain non urbanisé.



Figure I.1 Station géographique de la raffinerie d'Adrar

I.2 : Situation Géographique de la Raffinerie

Le site de la raffinerie est sur la partie orientale de la ville de Sbaa au nord d'Adrar. Le site de la raffinerie est d'environ 1400 km d'Alger, à environ 40 kilomètres de la ville Adrar, et à environ 2 kilomètres de Sbaa ville. [2]

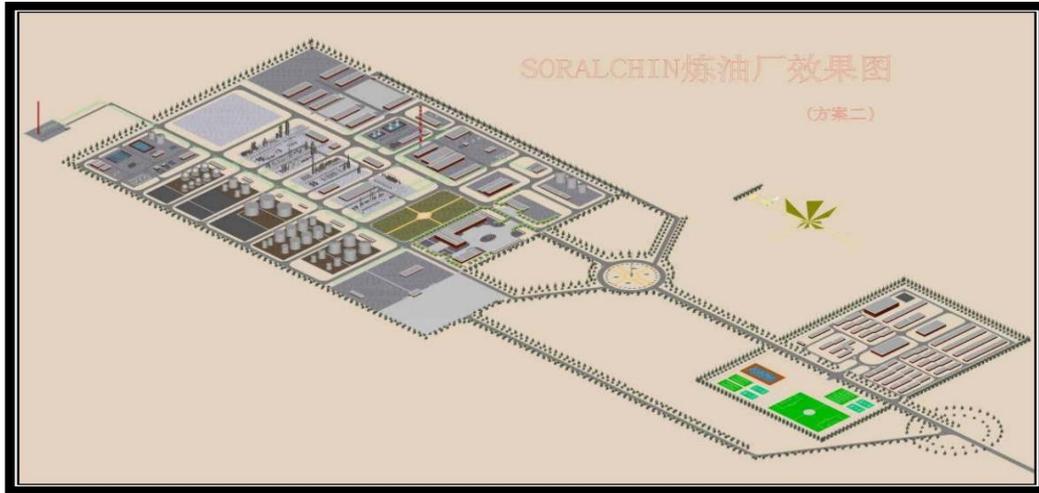


Figure I.2 plan de masse de la raffinerie d'ADRAR

I.3 : Les utilités de la raffinerie : [1]

Le terme <<utilités >> désigne :

D'une part des moyens généraux nécessaires au fonctionnement d'une raffinerie ou d'une installation industrielle tels que l'eau, l'électricité, la vapeur haute et basse pression, le gaz, l'air comprimé etc...

Et d'autre part l'ensemble des installations permettant de les former et de les distribuer là où ils sont nécessaires.

Ces installations fournissent les utilités nécessaires au fonctionnement des unités de la raffinerie :

- Unité d'alimentation de l'eau.
- Unité de traitement de l'eau.
- Unité de production de vapeur.
- Unité de production d'énergie électrique.
- Unité de production d'air comprimé et d'azote.
- Unité d'exploitation des eaux de refroidissement et eaux usées.

I.3.1 : Unité d'alimentation de l'eau

L'eau utilisée en usine peut être approvisionnée à partir de différentes sources.

La Raffinerie possède trois forage identique situent au Nord-est a 1km de distance, pour leur alimentation en énergie électrique, les trois forage ont un transformateur (380V , 250KVA) pour chacun, la puissance d'un forage et de 57kw, avec un débit de 150 m³/h, le transport est assuré par deux pipe de 12 pouce connecté en parallèle, pour le stockage en a deux bacs T-40401/1et2 de réseau incendie (2X3000m³,H= 14.77m),et un bac T-40401/3d'une capacité de (2000m³ ,H=12.3m) réseau eau production.

I.3.1.1 : d'eau alimentaire pour chaudière :

Envoient de l'eau traitée avec une pression de 60 bars et un débit de 38 t/h qui nécessite une déminéralisation poussée.

I.3.1.2 : d'eau de réfrigération :

Un pour la central ; avec un débit de 4000m³/h et une pression et température de sortie de 03 bars – 32C° et 02bars – 42C° en retour.

La deuxième pour les unités combinées, avec un débit de 3000 m³/h et une pression et température de sortie de 4.5 bars – 32C° et 02.5bars – 42C° en retour.

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son pH dans les limites de 8.5et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore et d'autres biocides.

I.3.1.3 : d'eau du réseau incendie : Les réseau eau incendie est équipé par deux électropompes (6.3kv/-160l/s-10bars) et un diesel motopompe identique ; deux supresseur assurent la sous pression du réseau en permanences.

✓ Utilisations d'eau

La production et la distribution sous forme de réseaux d'un certain nombre de fluides sont indispensables au bon fonctionnement des sites industriels. Ces fluides sont appelés "utilités" ou "fluides auxiliaires". Il s'agit essentiellement :

- d'eau industrielle
- d'eau potable
- d'eau de refroidissement
- d'eau déminéralisée
- d'eau incendie
- de vapeur très haute pression (HHP)

- de vapeur haute pression (HP)
- de vapeur moyenne pression (MP)
- de vapeur basse pression (BP)

Ce service Utilités assure également la production (partielle ou totale) et la distribution d'électricité sur l'ensemble de l'usine.

Certains autres fluides tels que : azote, produits chimiques (soudes, acides, huile chaude, eau chaude, ...), et fuel interne sont considérés aussi comme des utilités.



Figure I.3 bac d'alimentation d'eau

I.3.2 : Unité de traitement des eaux :

L'eau brute vient de trois forages alimentés un bac de 2000 m³ (T40401/03)

Un mauvais traitement de l'eau provoque des problèmes dans la chaudière, qui sont les suivants :

- le Primage: entrainement des gouttelettes d'eau dans la vapeur qui provoque des incidents graves dans tous les équipements qui tourne par la vapeur
- Corrosion désigne l'altération d'une matière par réaction chimique en présence de O₂ ou bien dans un milieu acide et basique
- Entartrage les incrustations dues au dépôt de précipité sur les parois de conduit de l'eau.

L'eau brute passe d'abord par un échangeur de chaleur, permettant l'augmentation de la température mais actuellement il est hors service car la température de l'eau est acceptable.

Puis l'eau passe vers trois filtres multimédias en parallèle, pour l'élimination de matière en suspension ainsi que les macromolécules contenue.

Les filtres sont remplis de sable de quartz, anthracite et sable de manganèse naturel.



Figure I.4 Trois filtres multimédias en parallèle

L'eau sortant des filtres multimédias est envoyée vers les deux modules d'osmose inverse RO2 et RO3 en parallèle ou la conductivité va diminuer de 1230 us/cm jusqu'à environ de 21 us/cm. La saumure des deux modules d'osmose est envoyée vers un bac (T-60201).

En suite, l'eau semi traité stocke dans un bac (T-60207), puis aspirée par une pompe vers le 1^{er} module d'osmose, et sa eau saline est envoyée vers l'entrée de deux modules d'osmose inverse RO2 et RO3, (Aussi pur par rapport à la première eau d'alimentation). (voir le schéma)



Figure I.5 Osmoses inverse

I.3.3 : Unité de production de vapeur (chaudières)

Pour la production de la vapeur la raffinerie de Sbaa est dotés de trois chaudières de (35 t/h /35 bars/ 440 °C) pour chacune, En marche normal deux de ces trois chaudières doivent être en service et la troisième en arrêt (elle peut être utiliser en démarrage pour nécessiter de la vapeur). Cette vapeur dite vapeur moyenne d'une pression de (35 bars/ 440 °C) est produite par les chaudières.

✓ Utilisations des chaudières

- Alimentation des trois turbogénérateur.
- Alimentation des deux turbo ventilateurs de l'unité RFCC.
- Alimentation de désurchauffeur de chaudière (afin de diminuer la température et la pression de vapeur),
- Réseau de vapeur basse pression (10bars /260 °C)
- Unité de distillation atmosphérique

I.3.3.1 : Principe de fonctionnement des chaudières

La chaudière à un seul brûleur mixte a un haut niveau de sécurité d'exploitation (BMS :Burner management system), ce brûleur peut fonctionner avec trois combustibles :

1-Gaz naturel

Provenant de gisement de SONATRACH à SBAA (60bars /25bars/5bars) utilisation pour L'alimentation des chaudières.

2-Fuel oil (slurry) : Le résidu de l'unité RFCC plus un appoint de l'unité de distillation avec de la vapeur pulvérisée.

3-Fuel gaz (mix gaz) : Gaz process.



Figure I.6 chaudière

I.3.4 : Unité de production d'énergie électrique.

La consommation totale en énergie électrique selon le design est de 6800kwh, pour cela Trois turbogénérateur d'une puissance de 6000kw/6.3KV pour chacun sont installés, deux en service l'autre en stand-by. Deux générateurs turbo diesel d'une capacité de 1100kw pour chacun, sont utilisés comme source de secours en cas d'interruption accidentelle d'énergie électrique.

Une ligne de SONELGAZ d'une puissance de 16MVA /37KV/6.3KV est en réserve pour les cas d'urgence.

I.3.4.1 : La Turbine à vapeur

La turbine à vapeur est un moteur thermique à combustion externe, fonctionnant selon le cycle thermodynamique dit Clausius-Ranhime. Ce cycle se distingue par le changement d'état affectant le fluide moteur qui est en général de la vapeur d'eau. Ce cycle comprend au moins les étapes suivantes :

- L'eau liquide est comprimée par une pompe et envoyée vers la chaudière
- La vapeur se détend dans la turbine en fournissant de l'énergie mécanique
- La vapeur détendue est condensée au contact de la source froide sous vide partiel.

La turbine en constitue une évolution exploitant les principaux avantages des turbomachines à savoir :

- Puissance massique et puissance volumique élevée
- Rendement améliorée par la multiplication des étages de détente.[3]



Figure I.7 Turbine à vapeur

I.3.4.2 : Générateurs turbo diesel :

A Comme dans toute installation industrielle, l'utilisation de groupes électrogènes est recommandée tant pour la sécurité de l'installation que pour celle des personnes. De plus, dans le cas d'une centrale électrique, ils constituent une alternative nécessaire pour le démarrage ou comme complément ou système de secours au sein du système de production électrique lui-même.

D'une capacité de 1100kw pour chacun utilisent comme source de secours en cas d'interruption accidentel d'énergie électrique.



Figure I. 8 : générateur turbo diesel

I.3.4.3 : Situation des charges principales :

La charge totale dans l'Usine est de 6800kw KW de puissance active au total. Les charges électriques principales sont les suivantes:

-**L'électricité consommée par les équipements de procès**, y compris les moteurs électriques des pompes, des ventilateurs, des compresseurs, des réchauffeurs électriques et les équipements électro-affinage ainsi que les équipements de package

-**L'électricité consommée par les installations auxiliaires de production**, y compris les climatiseurs, les matériels de protection cathodique, les grues et les matériels de laboratoires

-**L'électricité de l'éclairage.**

-**L'alimentation des équipements de contrôle, de protection et de sécurité.** La charge principale comporte essentiellement les matériels DCS, les vannes motorisées, le système de vidéosurveillance, le système d'alerte d'incendie, le système de détection de la fumée et du

Gaz, le système de communication, le système de radiodiffusion interne, les relais de protection pour le système électrique.



Figure.I.9 Salle de control réseaux électriques

Départ vers moteur moyenne tension :

- Compresseur d'air 3 x 560kw
- Compresseur pre-hydrogene 2 x 355kw
- Compresseur circulation d'hydrogène 2 x200kw
- Pompe anti-incendie 2x250kw
- Pompe de circulation 3x160kw + 2x50kw



Figure.I.10 Salle de Station principal réseaux électriques

I.3.4.4: Structure du réseau électrique :

L'usine de RA1D abrite une sous-station électrique principale. La station principale de distribution d'énergie électrique (6.3KV) alimente 12 sous station électrique 6.3kv/0.4kv et 15 départ 6.3kv vers des moteur MT' Sous station 6.3kv/0.4kv :

1. SS Transformation sécurité 1x 1250kva.
2. SS Transformateur1 de la centrale. 1600kva.
3. SS Transformateur2 de la centrale. 1600kva.
4. SS Pompière (bacs de stockage) 2 X 630KVA
5. SS Reforming 2 x 800KVA.
6. SS G T S 2 X1250KVA.
7. SS RFCC 2 X 1250KVA
8. SS Circulation d'eau de refroidissement 2 x630KVA.
9. SS Eaux usées 2 x500KVA.
10. SS Maintenance 1 x 800KVA.
11. SS Base de vie 1 x 1600KVA.
12. SS Forages 3 x250KVA.

I.3.4.5 : Système de mise à la terre :

Lors de la conception d'un réseau électrique H.T industriel, il faut choisir un schéma de liaison du neutre à la terre: le neutre peut être soit isolé, soit relié intentionnellement à la terre. Le schéma à neutre isolé en H.T. peut autoriser une continuité de service intéressante en ne déclenchant pas au premier défaut, mais il implique que la capacité du réseau n'entraîne pas un courant de défaut à la terre prohibitif dangereux pour le personnel et les machines.

I.3.4.6 : Type des mises à la terre :

Lorsque la solution du neutre à la terre est adoptée, de déterminer le mode de mise à la terre en réalisant un compromis entre trois exigences souvent contradictoires :

- amortir convenablement les surtensions,
- limiter l'importance des dégâts et des perturbations dus à un défaut à la terre,
- permettre la réalisation de protections simples et sélectives. La mise à la terre peut être :
- directe (sans limitation volontaire de courant par impédance).
- par réactance.
- par résistance.

• Schéma unifilaire du réseau électrique interne du RA1D

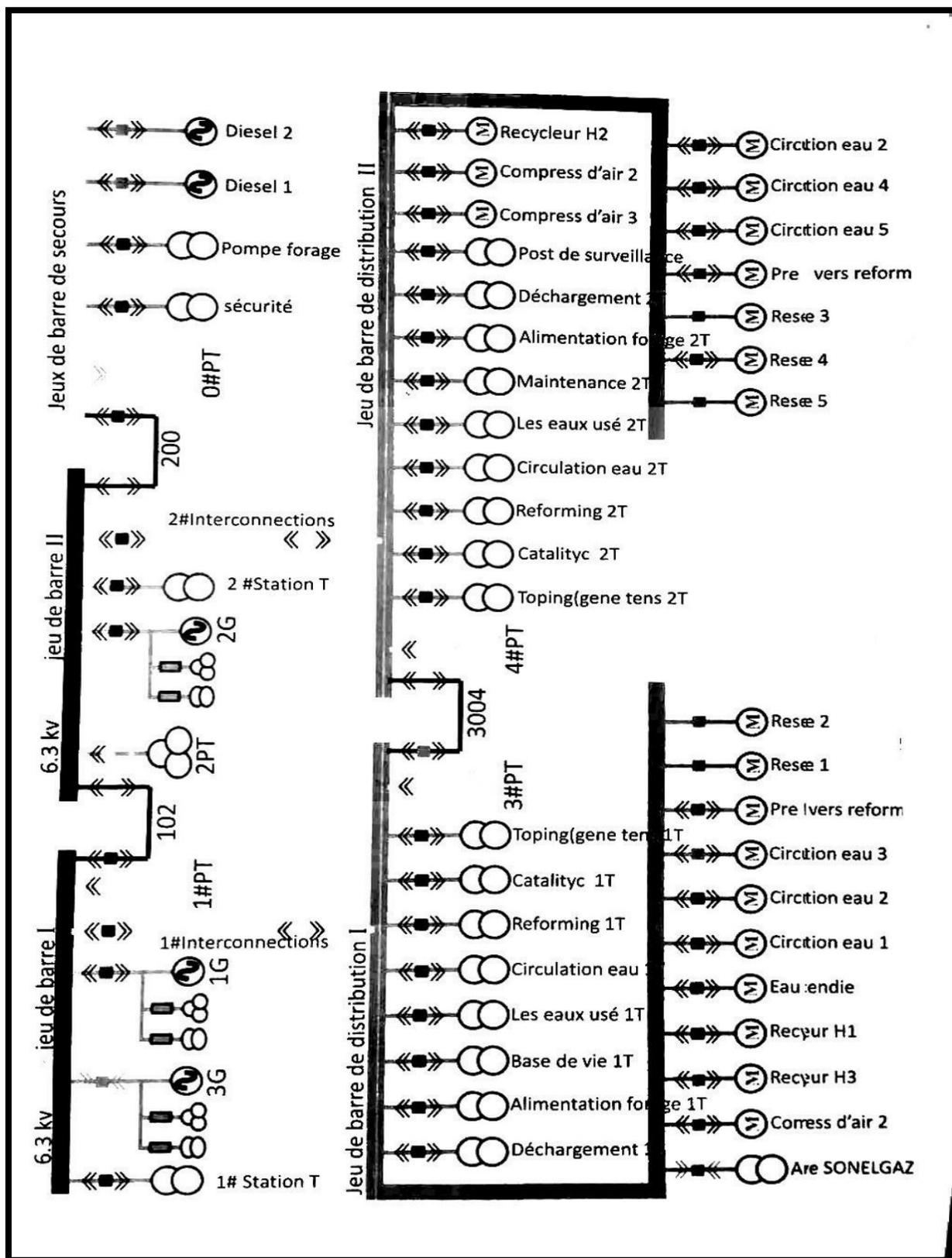


Figure I.11 : Schéma unifilaire du réseau électrique interne du RA1D.

- Réseaux secoure de SONELGAZ d'une puissance de 16MVA /37KV/6.3KV.



Figure I.12 : Arrive sonal gaz 16MVA.

En marche normal ; deux générateur en service alimentent la station principale de distribution d'énergie électrique et l'autre en stand-by.

I.3.5 : Unité de production d'air comprimé et d'azote.

Les trois compresseurs aspirent l'air de l'atmosphère à une température ambiante avec un débit de 200 Nm³/min. L'air comprimé par ces compresseurs, va se diviser en trois lignes:

- Production d'azote (pour l'énertage des ballons)
- L'air instrument (pour l'électrovanne et la matérielle instrumentation)
- L'air service. (Le nettoyage) [1]



Figure. I.13 Unité d'air comprimé

I.3.6 : Unité d'exploitation d'eau de refroidissement et eaux usées.

Un appoint en eau traitée de traitement des eaux (osmose inverse) vers les bassins et deux tours d'aéro-réfrigérant: un pour la centrale ; avec un débit de $4000\text{m}^3/\text{h}$ et le deuxième pour les unités.

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son pH dans les limites de 8.5 et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore.

I.3.6.1 : Les circuits de refroidissement

Puisque les circuits de refroidissement ont pour mission de refroidir des produits ou des unités de processus par l'intermédiaire d'échangeurs de chaleur, l'on conçoit que le rendement d'échange soit un point important au niveau du rendement global des unités.

Dans un processus industriel de refroidissement, on peut distinguer deux étapes :

- ✓ Transfert de la chaleur à évacuer vers un fluide de refroidissement par contact direct ou plus généralement indirect grâce à des équipements d'échange thermique ;
- ✓ Transfert des calories du fluide de refroidissement vers le milieu environnant.

On distingue trois types de circuits de refroidissement :

- Les circuits ouverts .
- Les circuits fermés .
- Les circuits semi-ouverts.



Figure I.14 Tour de refroidissement d'eau

I.3.6.2 : Eaux usées

La capacité de traitement des eaux usées est de $100\text{m}^3/\text{h}$ avec deux systèmes en service (traitement physique et traitement chimique)



Figure. I.15 Bassin de traitement des eaux usées

I.4 : Les Unités de production de la raffinerie d'adrar :

I.4.1 : Unité de distillation atmosphérique. CDU

Cette unité traite 600 000 tonnes /an de brut par la distillation atmosphérique ou les produits lourds extraits du fond de la colonne (sa capacité limite est de 700 000 tonnes / an tandis que sa capacité minimale est de 420 000 tonnes/an).

Le raffinage du pétrole débute par la distillation, ou fractionnement, Cette unité est conçue pour traiter 600 000 tonnes de brut par an en vue de le séparer en différents produits.



Figure .I.16 l'unité de distillation atmosphérique

| | |
|-------------------------|------------------|
| Densité | 0.834 g/l |
| Teneur en NaCl | 8 mg/l |
| Teneur en soufre | 0.14 % |
| Acidité | 0.04 mg KOH/g. |

Tableau.I.1 Principales spécifications du brut traité

Vu ces spécifications, le brut traité est classé comme étant un brut aromatique à faible teneur en soufre.

I.4.2 : Unité reforming catalytique CRU :

Les procédés de reformage catalytique permettent de convertir les naphthas lourds à faible indice d'octane en hydrocarbures aromatiques pouvant servir des matières premières pour l'industrie pétrochimique et en constituants pour l'essence à indice d'octane élevé, appelés reformat. Les produits de cette unité sont essentiellement du carburant sans plomb à haut indice d'octane dénommé couramment : des G.P.L, reformat, des gaz incondensables (combustible pour fours de l'unité) et de l'hydrogène (pour réactions du processus).

L'unité reforming catalytique traite la charge naphta produite par l'unité distillation atmosphérique.

Les produits de l'unité sont essentiellement du carburant sans plomb à haut indice d'octane : NO=96 dénommé couramment : super sans plomb, des L.P.G, du naphta léger (light naphta), naphta raffine (refinedoil) Principales opérations du procès.[2]

- Préfractionnement de la charge
- Purification de la charge



Figure .I.17 Unité reforming catalytique

I.4.3 : Unité de craquage catalytique. RFCC

Le craquage catalytique permet d'obtenir des molécules plus simples par fragmentation d'hydrocarbures complexes, d'améliorer ainsi la qualité et d'augmenter la quantité de produits légers plus intéressants et de diminuer la quantité de résidus, elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de 300 000 tonnes par an, elle produit des essences, du gasoil léger, des G.P.L, slurry et les gaz incondensables.

Le craquage catalytique est un craquage dans lequel les grosses molécules se brisent à l'aide d'un catalyseur.

L'unité craquage catalytique est la 3^{ème} unité de production de la raffinerie. Elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de : 300 000 tonnes par an, elle produit de l'essence, le gasoil léger, les G.P.L (L.P.G), le slurry et les gaz incondensables [2].

I.4.3.1 : Aperçu sur le procédé

Le procédé craquage catalytique dénommé : RFCC (Résidu fluide catalytique cracking) est composé des sections suivantes :

1-Section réactionnelle

a) Réacteur : Riser / Désengager/Stripper

b) Régénérateur

2-Section fractionnement primaire

3- Section fractionnement secondaire

4- Section d'absorption et de stabilisation Absorption/Stripping/ Stabilisation

5-Section traitement (Refining) des produits.



Figure .I.18 Unité de craquage catalytique. RFCC

I.5 : La production de carburant :

a) Essence normal :

Ordinaire est content d'un mélange de HC de structures variées (paraffiniques, oléfiniques, naphténiques, aromatiques), un antidétonant à base de plomb est ajouté. Le rendement de combustion est caractérisé par un indice d'octane compris entre 89 et 92 (NO = 89 min).

b) Essence super: Ressemble l'essence ordinaire Sa composition diffère de l'essence par : haut teneur en benzène entre 4 et 6 % En raison du faible taux de plomb; la teneur en soufre plus élevée (0,5 %).

c) Essence sans plomb est remplacé le super avec plomb. Les additifs utilisés sont le MTBE (méthyl tertio buty léther), additif le plus employé, et le benzène, ajouté en vue d'améliorer l'indice d'octane.

d) G.P.L: gaz de pétrole liquéfié La section Gaz Plant (fractionnel section) de l'unité : distillation atmosphérique produit le butane et le propane commerciaux.

e) Gaz Butane : Le butane est stocké dans 03 sphères de capacité de : 1000 m³ chacune.

f) Gaz Propane : Le propane est stocké dans 02 sphères de 1000 m³ chacune.

g) Fuel OIL (Slurry) : Généralement, ce produit est constitué du slurry filtré de l'unité F.C.C et d'une petite quantité de sloops lourds, une certaine quantité de gasoil non conforme peut être ajoutée au mélange.

I.6 : Capacité de la production annuelle (Douceur interne) :Le brut aspiré à partir des bacs de stockage, l'usine s'exploite et le transforme en divers produits mentionné dans le tableau si-dissous. Le tableau suivant représente les quantités des produits d'une 411000 Tonnes de brut.

| Produits | Quantités (Tonnes/An) |
|-----------------|-----------------------|
| Propane | 20500 |
| Butane | 32500 |
| Essence normal | 208300 |
| Kérosène(JetA1) | 30000 |
| Gasoil | 13000 |

Tableau I.2 : la capacité de production final de la raffinerie.[2]

I.7 : Stockage des produits: [2]

- Trois bacs (toit flottante) de stockage du brut la capacité de chacun est de 6000 m3 ;
- Un bac pour le stockage de naphta (charge de démarrage) 1000 m3 ;
- Trois bacs pour le naphta (charge de reforming) 1000 m3;
- Six bacs pour l'essence normale 90 avec une capacité de 3000 m3 pour chacun ;
- Un bac d'essence super 96 de 500 m3 ;
- Deux bacs de 500 m3 d'essence non conforme ;
- Quatre bacs de gasoil, 4000 m3 capacité de chacun ;
- Quatre bacs pour le kérosène de 500 m3 ; - Deux bacs de diesel non conforme de 500 m3;
- Trois bacs de 3000 m3 pour le fuel (charge de RFCC)
- Quatre bacs de 300 m3 pour le fuel (alimentation de chaudière) ;
- Deux sphères de capacité de 1000 m3 de propane ;
- Trois sphères de 1000 m3 pour butane ;
- Deux sphères de 400 m3 pour GPL (charge) ;
- Une sphère de 400 m3 pour GPL non conforme.



Figure.I.19 bac de stockage pour produit pétrolier

I.7.1 : Bac de stockage

Les réservoirs de stockage ont été largement utilisés dans de nombreux établissements industriels, notamment dans les usines de traitement, telles que les raffineries de pétrole et l'industrie pétrochimique. Ils sont utilisés pour stocker une multitude de produits différents. Ils vont dans une gamme de tailles différentes comportant des produits tels que : les matières premières, produits finis,. Il existe une grande variété de réservoirs de stockage, ils peuvent être construits sur le sol, dans le sol et sous terre. De forme, ils peuvent être cylindriques verticaux, horizontaux cylindriques, sphériques ou rectangulaires, mais les cylindriques verticaux sont les plus utilisés.

Dans un réservoir de stockage cylindrique vertical, il est en outre divisé en divers types, notamment le réservoir à toit ouvert, le réservoir à toit fixe, le toit flottant externe et le réservoir à toit flottant interne. Le type de réservoir de stockage utilisé pour le produit spécifié est principalement déterminé par les exigences de sécurité et d'environnement.[4]



Figure.I.20 Sphères de stockage gaz

I.7.2 : Les sphères

Les sphères sont en général utilisées pour stocker les gaz liquéfiés sous pression, par exemple butane, propane, propylène...

La pression régnant dans la sphère est la pression de vapeur saturante du produit stocké augmentée de l'éventuelle pression d'inertes dans le système Certaines sphères sont équipées d'une boucle de circulation sur un échangeur relié à un groupe frigorifique, pour maintenir

la pression dans les limites choisies et enlever les calories en excès (chaleur du soleil, produit chaud venant d'une unité, déchargement de camions...)

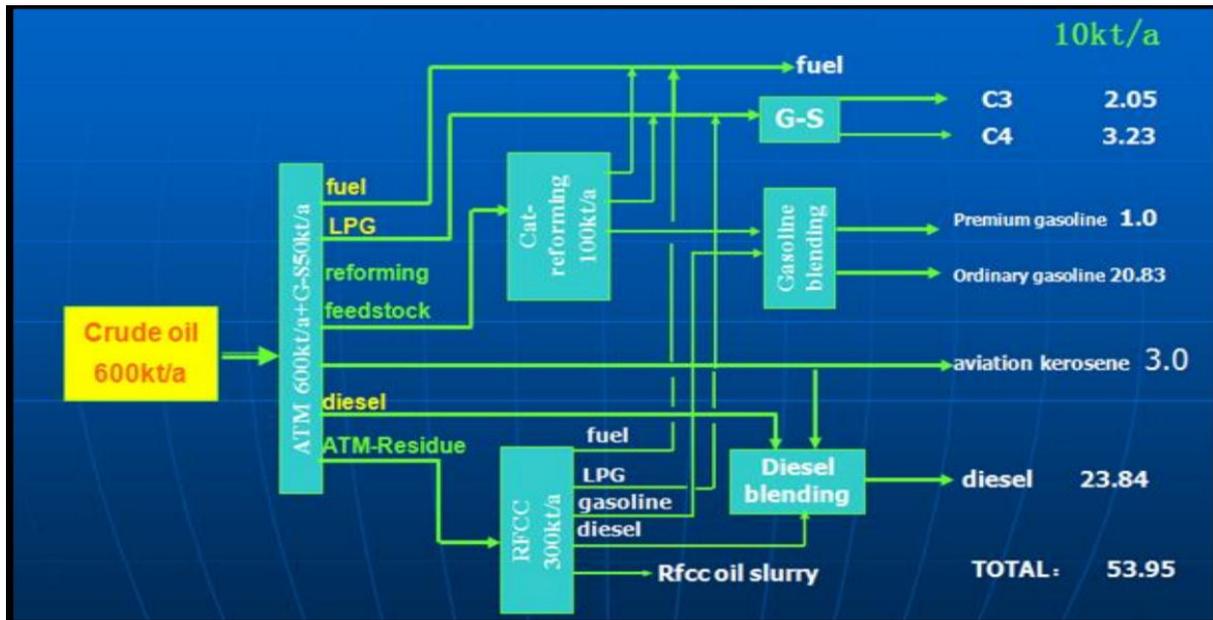


Figure I.21 Schéma de production de la raffinerie

I.8: Sécurité incendie

La plupart des compagnies pétrolières sont exposées à des risques catastrophiques, dont le risque d'incendie, il est prioritaire de prendre des mesures de sécurité.

La sécurité incendie en raffinerie a pour objectif de prévenir tous les dangers liés à un incendie pouvant survenir dans une raffinerie. Il s'agit de protéger les occupants et usagers des locaux ainsi que d'éviter que le feu ne se propage s'il ne peut être évité.

La loi définit les obligations de l'employeur en termes de sécurité incendie. elle fixe la quantité et la répartition des équipements devant être accessibles dans les locaux. Il précise également l'équipement individuelle que les travailleurs doivent avoir qui doit être équipé dans la raffinerie.

- des trappes de désenfumage,
- d'extincteurs
- des blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES).
- Plan d'évacuation incendie.

I.8.1. La sécurité HSE. (Hygiène Sécurité et Environnement)

HSE est un sigle qui désigne une méthodologie de maîtrise des risques et de management des entreprises dans les domaines de l'hygiène Au Département HSE on trouve :

- Service intervention
- Service d'environnement
- Service de prévention

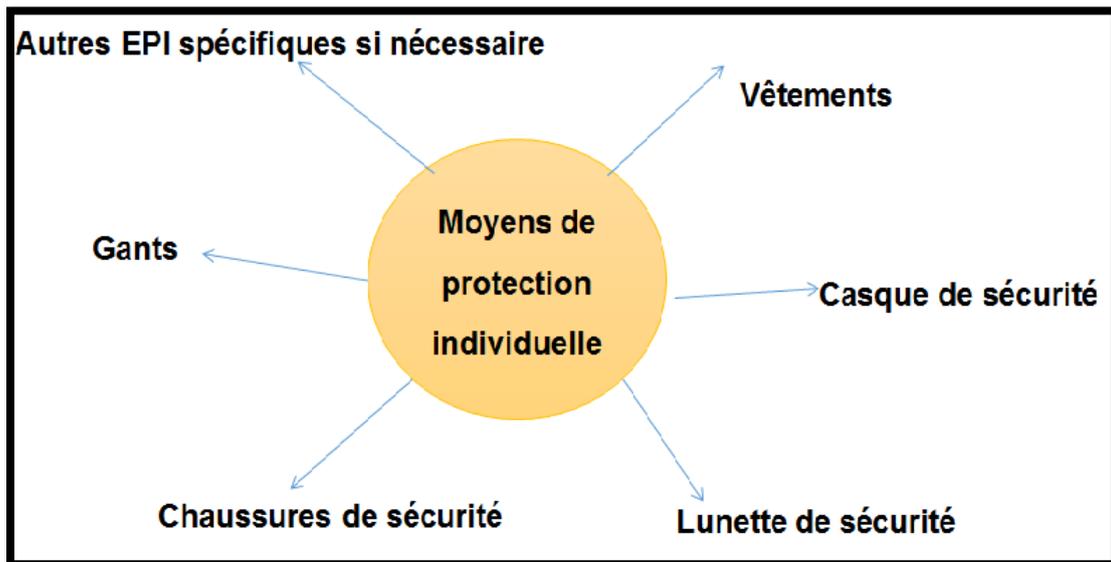
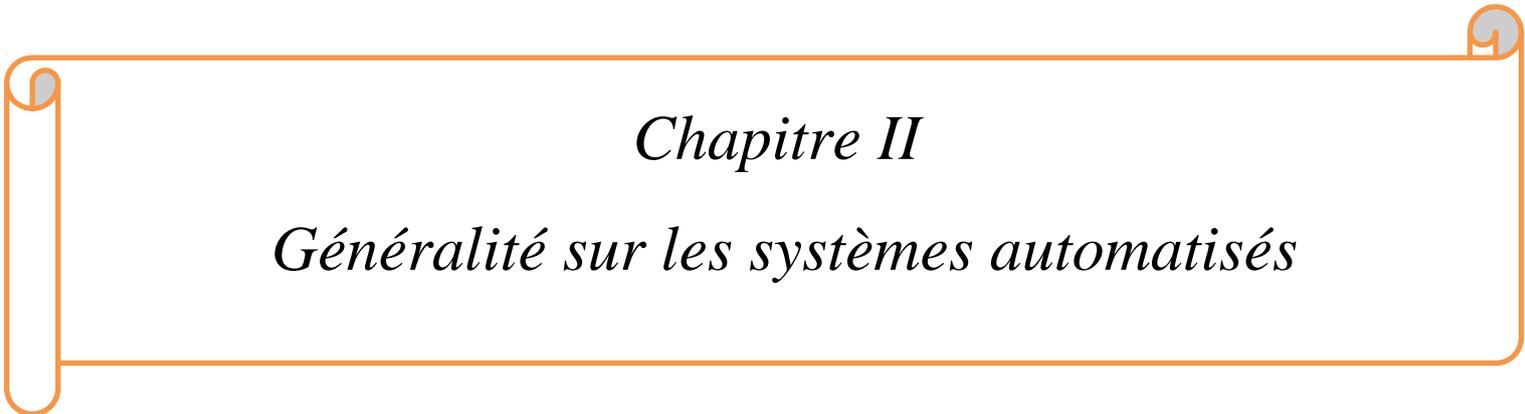


Figure .I.22 Moyens de protection individuelle

Conclusion

Ce chapitre est principalement consacré à un aperçu de la raffinerie de Sbaa. C'est l'une des raffineries les plus importantes en Algérie, elle distingue par une nouvelle unité de reforming fraction craquage catalytique (RFCC).



Chapitre II
Généralité sur les systèmes automatisés

II.1 : INTRODUCTION

L'automatique est généralement définie comme la science qui traite des ensembles qui se suffisent à eux-mêmes et où l'intervention humaine est limitée à l'alimentation en énergie et en matière première.

les objectifs de l'automatique :

Remplacer l'homme dans des tâches : Répétitives/Trop précises/Pénibles/Trop rapides /Dangereuses.

Donc permettent : * de réaliser des opérations trop complexes ou délicates.

*d'accroître la précision.

* d'améliorer la stabilité d'un système et sa rapidité.

* de se substituer à l'opérateur pour des tâches répétitives,

2) Les systèmes automatiques permettent donc :

Réaliser des opérations trop complexes ou délicates ne pouvant être confiés à l'homme,

Nous sommes entourés d'un grand nombre des systèmes automatiques, machine à laver, ascenseur, distributeur de boisson, robot, suivi de trajectoire d'un missile.

Le domaine des applications de l'automatique est très vaste et varié, mais l'observation de l'industrie contemporaine conduit à une certaine classification qui se résume en deux grandes familles selon les données que traitent ces systèmes :

- **Les automatismes séquentiels.**
- **Les asservissements**

II.2 : Les automatismes séquentiels

C'est la branche de l'automatique qui organise le déroulement des différentes opérations relatives au fonctionnement d'un ensemble complexe.

Un automatisme à séquence impose l'ordre dans lequel les opérations se déroulent, s'assure que chaque opération est bien terminée avant d'aborder la suivante, décide de la marche à suivre en cas d'incidents.

Bien entendu, un automatisme séquentiel peut avoir à contrôler des asservissements et des régulateurs parmi les ensembles qu'il gère. Ce type d'automatisme est utilisé par exemple dans la mise en route et l'arrêt d'installations complexes (centrales automatiques), sur les machines outils et, en général, dans presque toutes unités de production automatisées.

Il faut noter également que toutes les séquences d'alarme et de sécurité industrielle font partie des applications de ce type d'automatisme.

Les automatismes sont des systèmes logiques qui ne traitent que des données logiques (0/1, vrai/faux, marche/arrêt,...). Ils utilisent les moyens de commutation offerts par l'électronique (circuit logique) et la mécanique (logique pneumatique). Le calcul de ces automatismes impose de connaître l'algèbre de Boole et la théorie des circuits séquentiels.

Ils sont classés en 2 branches :

* **Systèmes combinatoires** : les sorties du système ne dépendent que des variables d'entrées.

* **Systèmes séquentiels** : les sorties dépendent bien sûr de l'évolution des entrées mais aussi de l'état précédent des sorties.

II.3 : Les asservissements

Un système asservi est un système qui prend en compte, durant son fonctionnement, sorties pour les modifier et les maintenir conforme à une consigne. l'évolution de ses

Cette branche de l'automatique se décompose en deux autres sous branches

par l'usage) : (séparées artificiellement

* **Régulation** : maintenir une variable déterminée, constante et égale à une valeur, dite de consigne, sans intervention humaine. Exemple : Régulation de température d'une pièce.

* **Systèmes asservis**; faire varier une grandeur déterminée suivant une loi imposée par un élément de comparaison. Exemple : Régulation de la vitesse d'un moteur, Suivi de trajectoire d'un missile .

L'asservissement est essentiellement analogique et utilise la partie analogique des trois moyens de base dont on dispose : mécanique, électrotechnique et électronique. La théorie des asservissements nécessite une bonne base mathématique classique.

II.4 : Structure d'un système automatisé

Nous présentons dans la figure suivante la structure d'un procédé automatisé

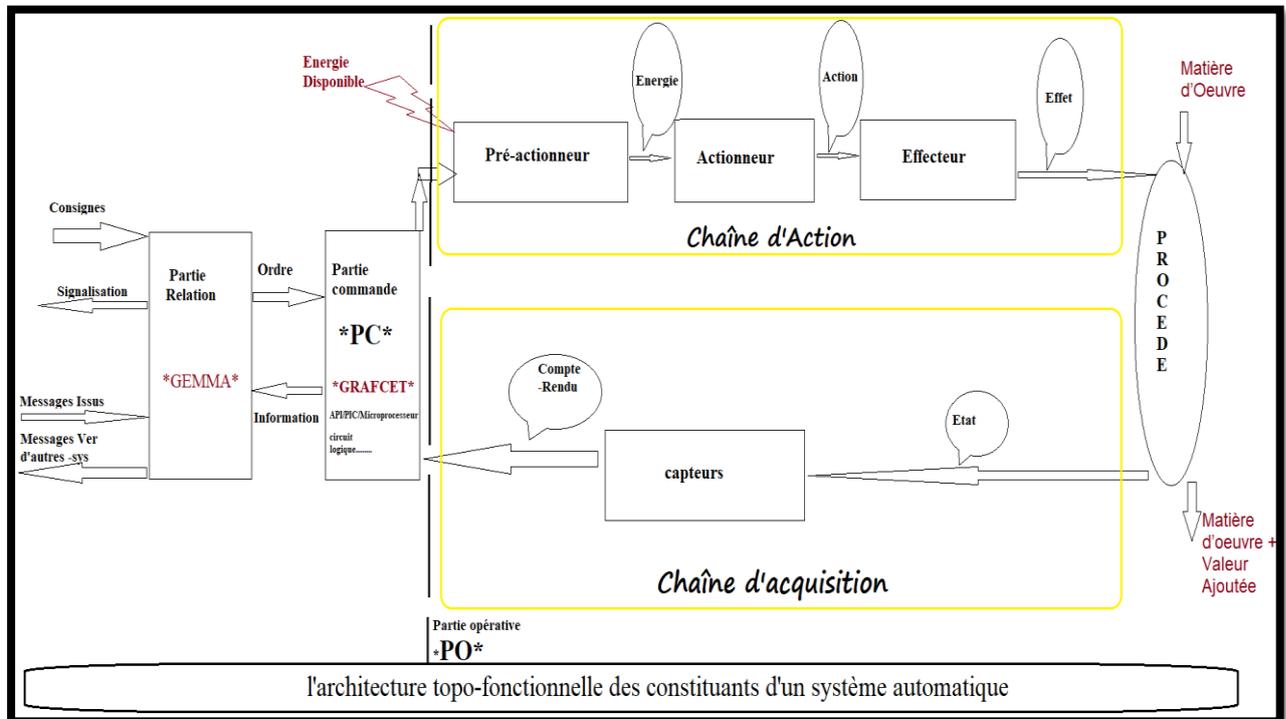


Figure II.1 : l'architecture d'un système automatisé

Tout système automatisé comporte :

- **Partie Opérative (P.O)**
- **Partie Commande (P.C)**
- **Partie relation (P.R)**

II.4.1 : Partie Opérative

La partie opérative se compose de trois ensembles :

- ✓ **Pré-actionneurs** : Distributeurs, contacteurs ; qui reçoivent des ordres de la partie commande.
- ✓ **Les actionneurs** : qui apportent à l'unité de production l'énergie nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple). Ces actionneurs peuvent aussi prélever de l'énergie sur l'unité de production pour la retourner vers un récepteur d'énergie extérieur (cas d'un frein, par exemple).

- ✓ **Effecteur:** Son rôle est d'appliquer l'énergie mécanique à ce qui est manipulé ou modifié par le système (la "matière d'œuvre")
- ✓ **Les capteurs :** qui créent, à partir d'informations de natures divers (déplacement, température...etc), des informations utilisables par la partie commande (ouverture ou fermeture d'un circuit électrique, par exemple)

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

II.4.1.1 : Les Pré-actionneurs :

L'énergie issue de la chaîne d'information est faible, insuffisante pour être utilisable directement par les actionneurs.

Le rôle du pré actionneur est de distribuer, en la modulant si besoin, et sur ordre de la partie commande, l'énergie utile et importante aux actionneurs.

Exemple Pré actionneurs



Contacteur



variateur de vitesse



Distributeur pneumatique

Figure II.2 Pré-actionneurs

II.4.1.2 : Les Actionneurs

Son rôle est de convertir l'énergie distribuée en énergie mécanique (de translation ou de rotation) Il peut moduler le comportement ou changer l'état d'un système. Il peut s'agir d'alarmes ou d'interrupteurs

2 critères de base de conception d'un actionneur :

- Facilité et précision avec laquelle on peut commander électriquement la force ou le couple
- Rapport existant entre la taille de l'actionneur et la force ou le couple qu'il peut développer :

plus le couple développé est élevé pour une taille donnée, meilleur est l'actionneur.

- **Actionneur électrique** : Ce type d'actionneur est particulièrement efficace pour les applications nécessitant de gérer plusieurs positions
- **Actionneur pneumatique** : convertit une énergie pneumatique (air comprimé) en énergie mécanique. On peut distinguer les actionneurs linéaires et les actionneurs rotatifs.
- **Actionneurs hydrauliques** : sont alimentés par un fluide liquide (de l'huile). Ce fluide étant incompressible, ce type d'actionneur permet de supporter des forces plus importantes que les actionneurs pneumatiques. Ils sont donc tout indiqués pour les charges lourdes. En régulant le débit du fluide qui entre dans les chambres du cylindre, il est plus facile de réguler la vitesse que sur un actionneur pneumatique.
- **Actionneur à simple effet** et un **Actionneur à double effet** : est la façon dont l'actionneur revient à sa position initiale. Cette technologie concerne les actionneurs hydrauliques et les actionneurs pneumatiques.

* Choix un Actionneur

On distingue trois types d'alimentations pour les actionneurs : l'actionneur pneumatique (qui utilise de l'air comprimé), l'actionneur hydraulique (qui utilise de l'huile sous pression) et l'actionneur électrique. Afin de vous permettre de faire le bon choix d'actionneur, nous vous recommandons de prendre en considération certains facteurs

Tout d'abord, il vous faut réfléchir au mouvement désiré. Il existe deux types d'actionneurs : les actionneurs rotatifs (qui produisent un mouvement rotatif) et les actionneurs linéaires (qui produisent un mouvement linéaire). Ensuite, il convient de vous interroger sur l'effort que doit développer l'actionneur que vous choisirez.



Moteur



Vanne Automatique



Vérin

Figure II.3 Exemple Actionneurs

II.4.1.3 Effecteur

Un effecteur finalise le travail: il produit l'effet attendu



Tapis roulant



Effecteur Électro-vanne

Figure II.4 Exemple Effecteur

II.4.1.4 : Les Capteurs :

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. En d'autres termes, les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande (donc sous une forme électrique). Le but étant de faire évoluer le système aux caractéristiques de l'environnement extérieur.[5]

Les capteurs informent la partie commande de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

Un capteur est composé de 2 éléments : - Corps d'épreuve - Détecteur (Élément sensible). On distingue :

–**Les capteurs passifs** : ils nécessitent une alimentation en énergie électrique.

– **Les capteurs actifs** : ils utilisent une partie de l'énergie fournie par la grandeur physique à mesurer.

Les différents types de capteurs très grande majorité des cas, les signaux issus d'un capteur seront électriques, ce qui veut dire qu'ils peuvent être des tensions comme des courants. Il peut y avoir trois types de signaux de sortie différents :

• Signal binaire • Signal analogique • Signal numérique.

Un signal binaire est composé d'une suite de nombres pris dans une collection de valeurs possibles. Pour exprimer ces valeurs, on utilise ce qu'on appelle des bits.

Signal analogique Signal continu dont la valeur est fonction du temps, qui varie de façon continue au cours du temps.

Un signal numérique est décrit par le débit binaire et les intervalles binaires. Le signal analogique n'a pas de plage fixe. Le signal numérique a une plage finie, c'est-à-dire entre 0 et 1. Un signal analogique transmet des données sous la forme d'une onde

II.4.1.4.1 : Les capteurs logiques TOR (Tout ou Rien) : Ils génèrent un signal de type binaire (donc deux états). L'avantage est qu'il sont peu coûteux mais ils sont spécialisés dans un type précis de mesure. Par exemple ils peuvent dire si une pièce est présente ou non, si le tapis roulant est bien en fonctionnement, si l'appareil se trouve à 20 cm ou pas d'un mur. Ils ne permettent pas de mesurer sur toute une plage. [5]

II.4.1.4.2 : Les capteurs analogiques : La grandeur de sortie est en relation directe avec la grandeur d'entrée. Dans ce cas le capteur doit être linéaire (voir plus loin) sinon nous aurions un signal déformé. L'avantage est que nous avons la possibilité de mesurer sur toute une plage et non pas simplement un seuil.

II.2.1.4.3 : Les capteurs numériques : Ce type de capteur délivre en sortie une information électrique à caractère numérique, image de la grandeur physique à mesurer, c'est à dire ne pouvant prendre qu'un nombre limité de valeurs distinctes (comme tout signal numérique...). Le signal de sortie peut être récupéré en série ou en parallèle.

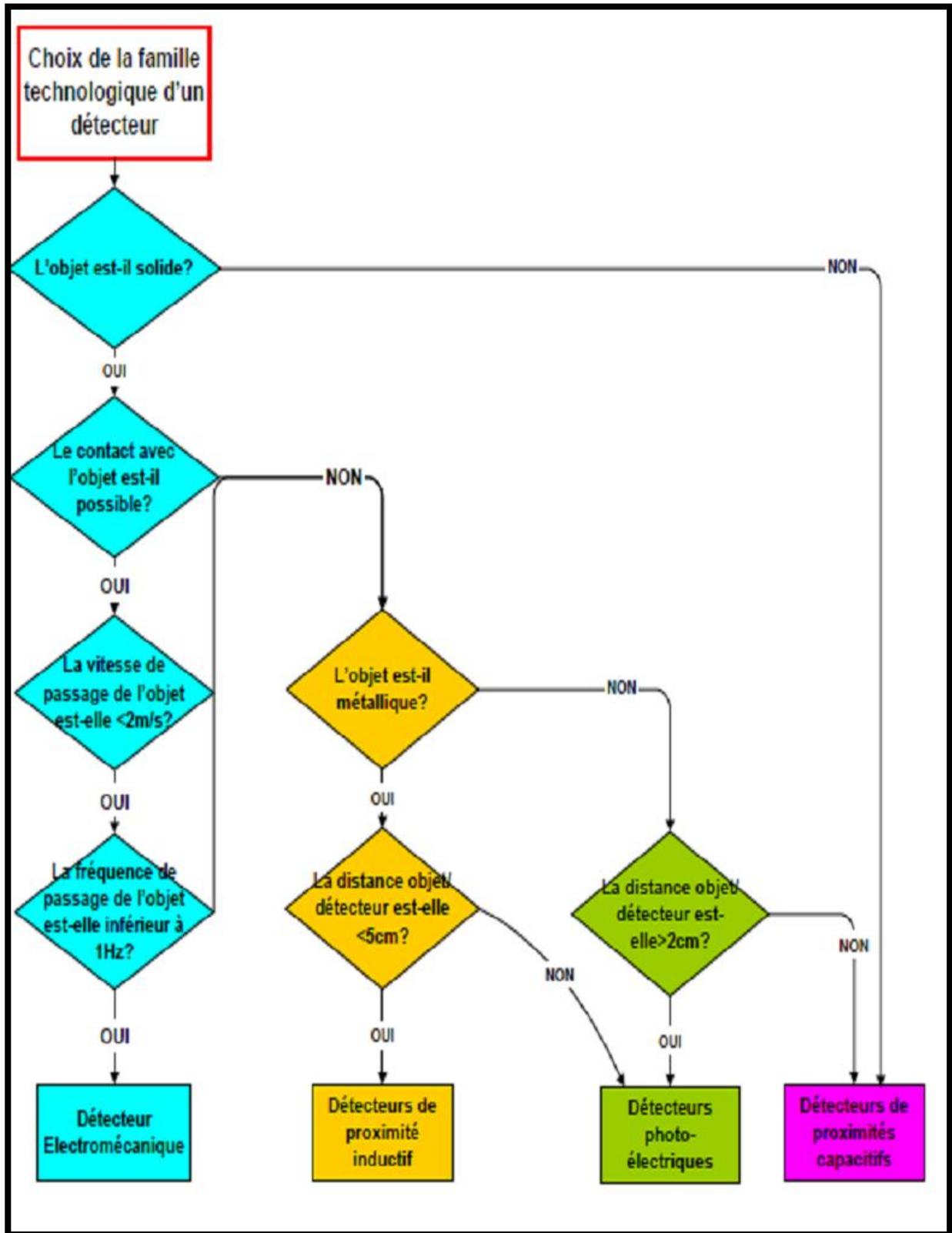
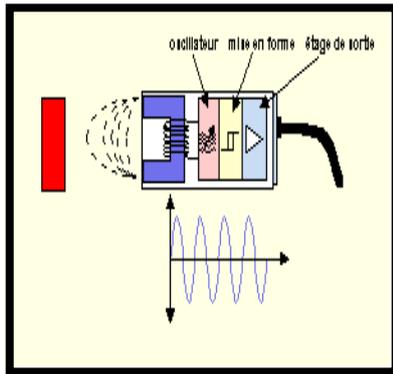
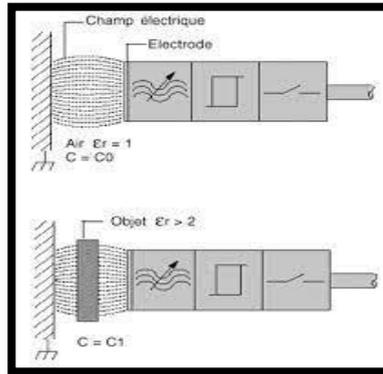


Figure II.5: Organigramme de choix d'un capteur

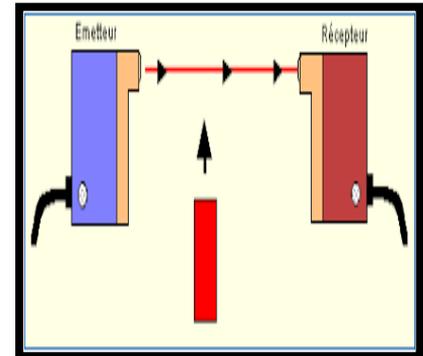
- Les capteurs



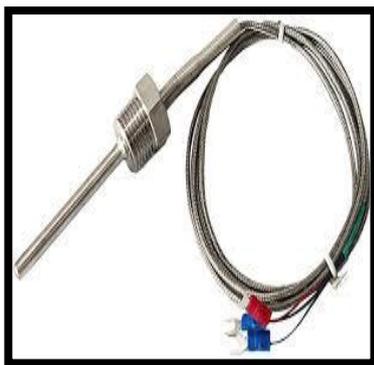
Détecteurs inductifs



Détecteur capacitif



Détecteurs photoélectriques



Capteur de température



Capteur de vitesse



Decteur de Gaz

Figure II.6 Les capteurs

II.4.2 : La partie commande

La partie commande d'un automatisme est le centre de décision. Il donne des ordres à la partie opérative et reçoit ses comptes rendus. La partie commande peut être mécanique, électronique ou autre. Sur de gros systèmes, elle peut se composer de trois parties : un ordinateur, un logiciel et une interface.

II.4.2.1 : Le système automatisé combinatoire

Ces systèmes n'utilisent aucun mécanisme de mémorisation : à une combinaison des entrées ne correspond qu'une seule combinaison des sorties. La logique associée est la logique combinatoire. Les outils utilisés pour les concevoir sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de Karnaugh.

Les systèmes automatisés utilisant la technique "combinatoire" sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur des mécanismes simples ou le nombre d'actions à effectuer est limité (ex : pilotage de 2 vérins).

Ils présentent l'avantage de n'utiliser que très peu de composants.

II.4.2.2 : Le système automatisé séquentiel

Ces systèmes sont les plus répandus dans le domaine industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape. A une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif.

La logique séquentielle peut être avec commande :

- ✓ logique câblée .
- ✓ logique programmée.

II.4.2.2.1 : La logique câblée:

Chaque schéma de commande est élaboré selon une logique déterminée. Cette logique détermine le fonctionnement de la commande. Dans les schémas vous trouvez les différents symboles des composants électriques qui permettent de réaliser une logique câblée avec une commande électrique La logique câblée est la réalisation de la loi de contrôle en interconnectant judicieusement des opérateurs matériels (électriques, pneumatiques, hydrauliques) réalisant des fonctions logiques de base (AND, OR, NOT, ...).

Dans l'exemple suivant nous réalisons le schéma de commande en logique câblée de pont roulant qui fonctionne avec un moteur et commandé avec trois boutons (Montée, Arrêt, Descente),

plus un bouton d'arrêt d'urgence, comme le montre la figure suivante :

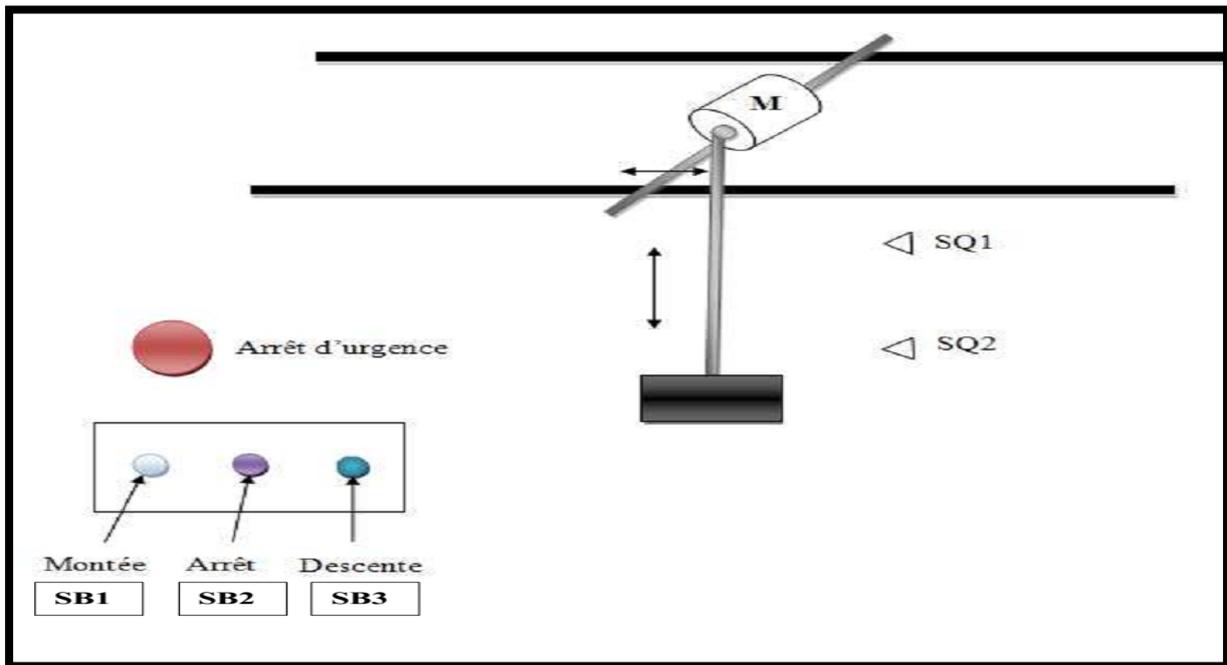


Figure II.7 : Pont roulant

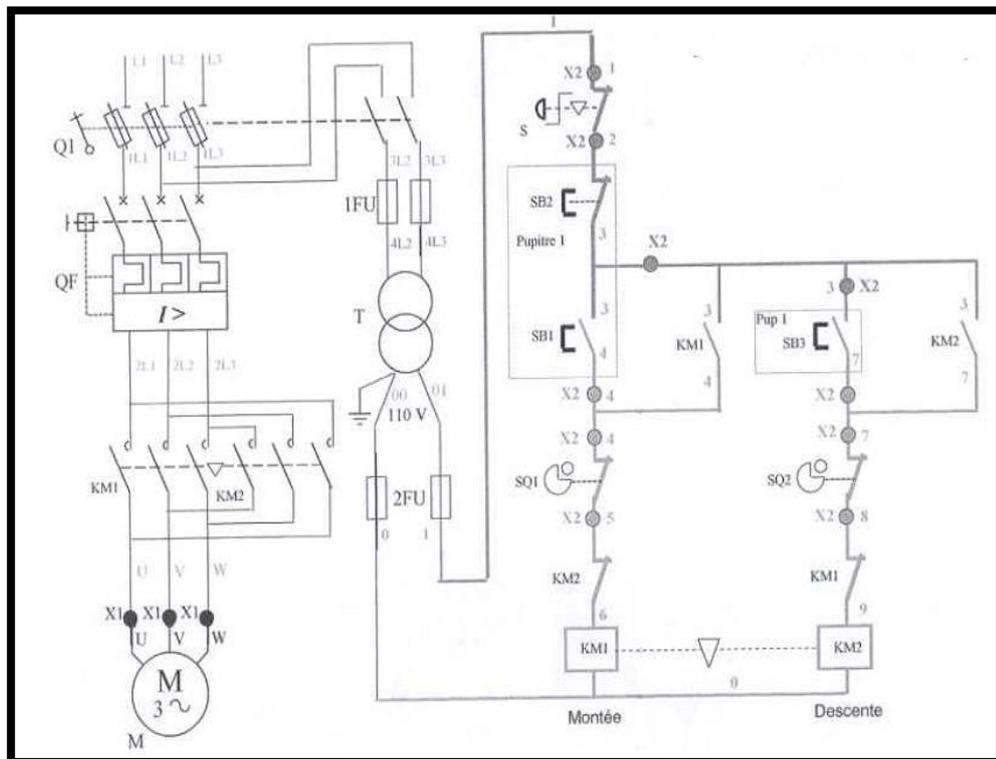


Figure II.8 : schéma de logique câblée électrique de pont roulant. [6]

| | | |
|-----|-----|-------------------|
| Q1 | | mise sous tension |
| SB1 | KM1 | Marché montée |
| SQ1 | KM1 | Arrêt montée |
| SB3 | KM2 | Arrêt descente |
| Q1 | KM2 | mise hors tension |

Tableaux II.1 Cycle normale

| | | |
|-----|-----|--------------------------|
| Q1 | | mise sous tension |
| QF | | déclenchement protection |
| SB2 | KM2 | Marché descente. |
| S | KM2 | Arrêt d'urgence |

Tableaux II.2 Cycle avec arrêt d'urgence

II.4.2.2.2 : Logique programmée :

Actuellement les Objets Techniques (O.T.) utilisent de plus en plus la logique programmée (μ P, Mémoires, μ C, ...). Ces structures ont besoin des interfaces entre elles. utilisent généralement pour réaliser ces interfaces des fonctions à base de fonctions logiques élémentaires, compteurs, registres.

Le nombre des circuits nécessaires pour remplir ces fonctions peut devenir très vite important.

Pour diminuer les coûts de fabrication, de développement et de maintenance, les fabricants de circuits intégrés ont donné naissance aux Circuits Logique Programmable ou encore P.L.D. (Programmable Logic Device).

Ces circuits sont capables pour un O.T. de réaliser plusieurs fonctions logiques dans un seul circuit. Si ces fonctions étaient réalisées à base circuits de logique classique, il en faudrait plusieurs circuits.

Un autre avantage, l'évolution des fonctions d'un l'O.T. s'effectue par programmation comparée à une solution classique où il faut refaire un circuit imprimé si on veut modifier le fonctionnement.[7]

L'automate simplifie grandement le schéma de la logique câblée prenant en compte tout ce qui est extérieur à la programmation, comme les voyants. Il sert pour se substituer à une partir commande complexe qu'on programmera dans un automate.

Automatiser avec les automates pour :

- Réduire les coûts d'ingénierie
- Réduire les coûts de maintenance

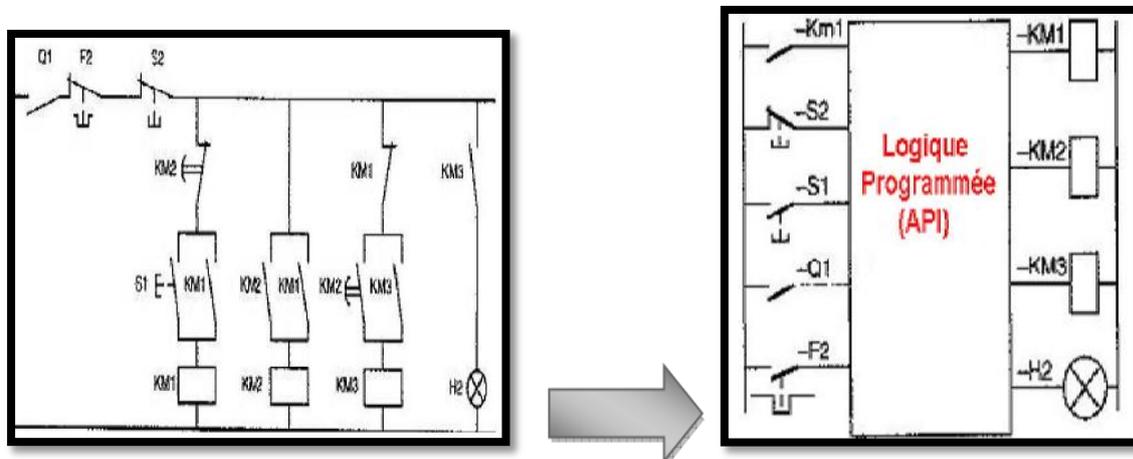


Figure II.9 Logique câblée vers Logique programmée

| Entrées | Sortie |
|--|-------------------------------|
| Km1 : contact de KM1. | KM1 : contacteur étoile. |
| S2 : BP arrêt. | KM2 : contacteur ligne. |
| S1 : BP Marche. | KM3 : contacteur triangle |
| Q1 : sectionneur fermé. | H2 : voyant fin du démarrage. |
| F2 : contact associé au relais thermique. | |

Tableaux II.3 Logique câblée vers Logique programmée

II.4.2.2.3 Logique câblée V.S logique programmée

Inconvénients de logique câblée

- Volume du contrôleur proportionnel à la complexité du problème.
- Des modifications de la commande impliquent des modifications de Câblage.

Avantages de logique câblée

- Vitesse car la logique câblée fonctionnent simultanément avec l'opérateur.

Avantage de logique Programmée

- Banalisation du matériel : même matériel quel que soit la fonction logique à réaliser.
- Facilité de modification de la loi de contrôle : il suffit de modifier le programme.

Simplification de la maintenance.

- Faible liaison entre le volume matériel et la complexité du problème (effet simplement sur les entrées/sortie et taille mémoire).

Inconvénients de logique Programmée

- Vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème. Ceci peut être une limitation pour des processus électroniques rapide.

II.4.2.2 : Les systèmes asservis

Pour ces systèmes, on désire que la sortie suive avec précision les variations de l'entrée, et ceci avec un temps de réponse réduit. C'est par exemple le cas avec une direction assistée d'automobile ou la commande des gouvernes d'un avion.

La figure suivante représente une boucle d'asservissement avec retour d'état :

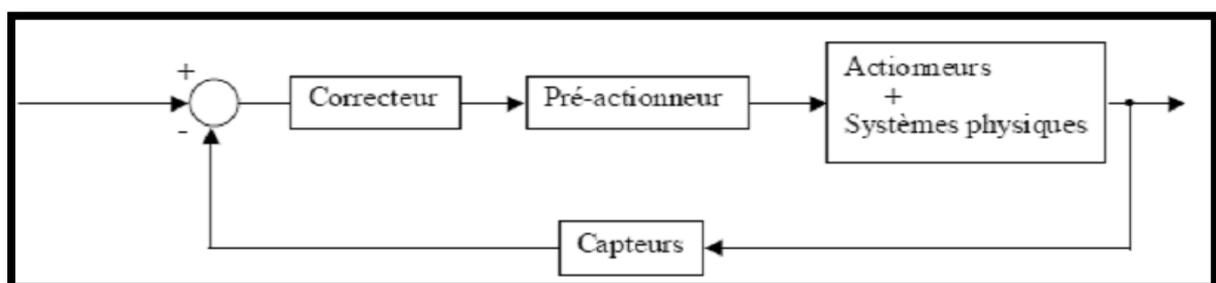


Figure II.10 : Schéma d'une boucle d'asservissement.[6]

II.4.3 : Partie relation

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc... . L'outil de description s'appelle le Guide d'Études des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA).

Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance.

II.5 : Automates programmable industriels

II.5.1 : Introduction

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamer plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables pour le contrôle des différents processus industriels est plus qu'indispensable. A l'origine, l'automate programmable a été considéré comme une machine séquentielle, capable de suppléer les automatismes réalisés en logique traditionnelle, en apportant toutefois de profonds bouleversements dans la manière de concevoir et d'organiser le contrôle d'un processus.

L'intégration de l'automate programmable renforce le degré de fiabilité de l'équipement et offre une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement.

II.5.2: Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.[6]

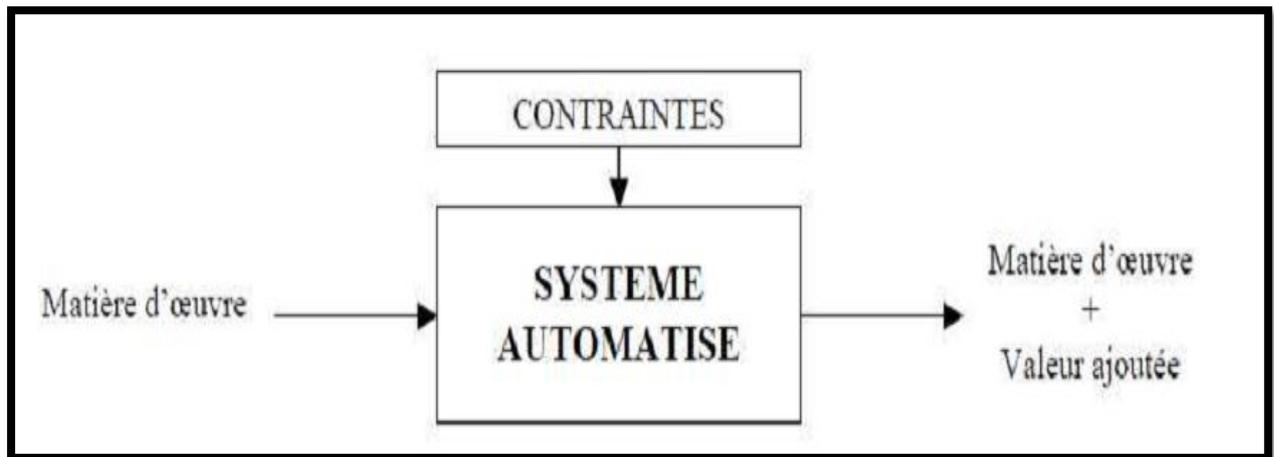


Figure II.11 Système Automatisé.[6]

II.5.3 : Définition de l'A.P.I

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

II.5.3.1 : Place de l' API dans le système automatisé de production (S.A.P)

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser.

Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution du travail.[6]

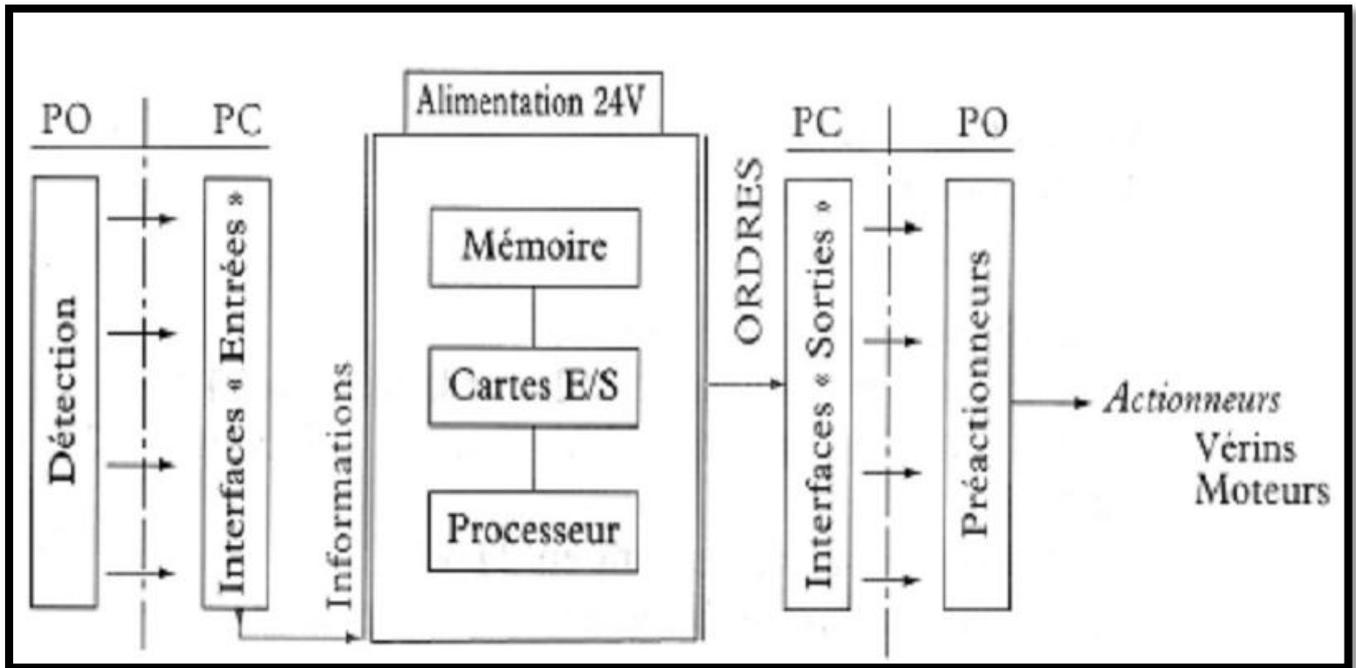


Figure II.12 : Structure interne d'un API.

Les API comportent quatre parties principales :

- * Un processeur
- * Des interfaces d'Entrées/Sorties
- * Une mémoire
- * Une alimentation (240 Vac 24 Vcc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate.

II.5.3.2 : Description des éléments d'un API

1- Processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

2- Interfaces

L'interface d'entrées comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de Sorties comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré- actionneur. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc.

3- Mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes.

la conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM, La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

4- L'alimentation Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240 Vac et délivrant une tension de 24 Vcc.

II.5.4: Programmation

II.5.4.1 Langages de programmation

Il existe 5 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

Chaque automate se programmant via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

1-Liste d'instructions (IL : Instruction List)

Langage textuel de même nature que l'assembleur

(Programmation des microcontrôleurs).

Très peu utilisé par les automaticiens.

```

! %L0: LD      %M1.0
      ANDN   %M12
      OR (   %TM4.Q
      AND   %M17
      )
      AND   %M1.7
      ST    %Q2.5
! %L5: LD      %M1.10
      ANDN   %Q2.3
      ANDN   %M27
      IN    %TM0
      LD    %TM0.Q
      AND   %M25
      AND   %M000:Q5
      [ %M005 := %M001 &+500]
    
```

Figure II.13 Liste d'instructions

2-Langage littéral structuré (ST : Structure Text) :

Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if...then
else ... (si ... alors ... sinon ...)
 Peu utilisé par les automaticiens.

```

IF %M0 THEN
  FOR %MW99 := 0 TO 31 DO
    IF %M00 [%M009] > 0 THEN
      %M10 := %M000 [%M009]
      %M11 := %M009;
      %M1 := TRUE;
      EXIT; (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
    
```

Figure II.14 Langage littéral structuré

3-Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :

Langage graphique développé pour les électriciens.
 Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels).
 C'est le plus utilisé

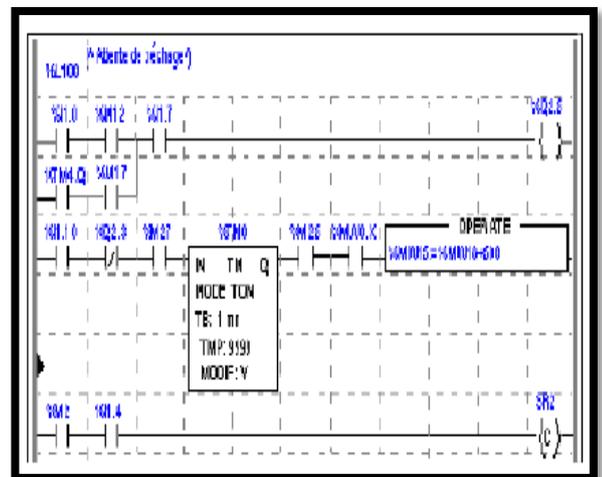


Figure II.15 Ladder diagram

4-Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram)

Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.
 Utilisé par les automaticiens.

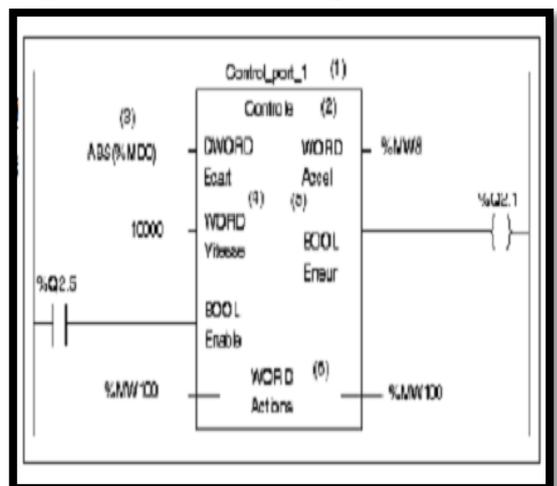


Figure II.16 Fonction Bloc Diagram

II.5.4.2: Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : Séquentiel Fonction Chart)

Le GRAFCET, langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes. On peut également traduire un grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate.

Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN)

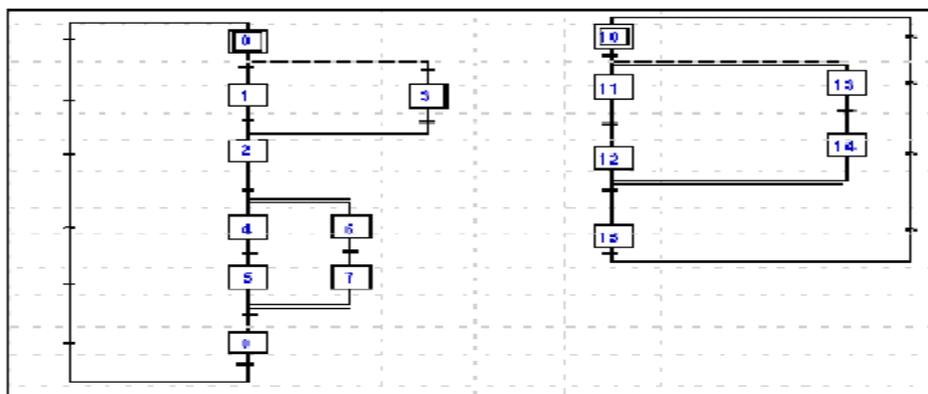


Figure II.17 : exemple de programmation avec le GRAFCET.

II.5.5: Les Automates programmables industriels (API / PLC) et contrôle-commande des procédés

Les automates programmables industriels (API / PLC) ont été conçus pour les fonctions d'automatisation dans les usines, lorsque l'exploitation nécessitait de nombreuses opérations rapides, répétées, comme sur la plupart des chaînes.

Bien que ce ne soit pas typique des usines de traitement traditionnelles, certaines opérations peuvent également exploiter les capacités extrêmement puissantes d'un API.

Les API actuels peuvent être bien plus efficaces que jamais pour les opérations de séquençage, de régulation et de verrouillage. Le contrôle commande en temps réel pour le

verrouillage de moteurs et équipements relatifs est une opération très pratique au sein des API employés dans le monde du contrôle-commande des procédés.

Un bon exemple en est notamment le contrôle des process discontinus à l'aide de fonctions de gestion de procédé, configurées par ordinateur personnel (PC) ou station de travail opérateur de type PC. Les API les plus récents ont été employés pour l'informatique répartie, par une opération impliquant plusieurs API sur les réseaux.

Ces réseaux sont parfois, mais pas toujours, P2P : ainsi, un API peut parler avec un autre de façon directe, sans passer par un quelconque dispositif intermédiaire.

Le contrôle-commande décentralisé est désormais disponible sur la plupart des systèmes API actuels, par des entrées-sorties distantes intelligentes.

Parmi les applications typiques se trouvent les arrêts/démarrages des équipements et les verrouillages de sécurité, le filtrage, groupage simple, emballage, embouteillage et manipulation de matériel. Les API sont le plus souvent une alternative bon marché aux DCS, dont les stratégies sophistiquées de boucles de traitement ne sont pas nécessaires.

Parmi les avantages les plus puissants des API dans le contrôle-commande de procédé :

- Excellentes capacités de traitement logique ; personnel opérationnel et de maintenance aux États-Unis et langage ladder facile à comprendre !
- Grande rapidité, possibilité de détecter un dysfonctionnement en quelques millisecondes
- Très bon marché, ce qui permet de les adapter aux fonctions du produit
- Tolérance en milieu hostile ; ne nécessitent pas de salle blanche comme nombre d'autres ordinateurs et DCS traditionnels (atmosphère cependant non corrosive)
- Grande fiabilité, produit qui a démontré sa facilité de maintenance
- Niveau élevé de flexibilité et évolutivité
- En principe, très compacts et ne nécessitant pas beaucoup d'espace.

Parmi les principaux inconvénients des API dans le contrôle-commande :

- Non-déterministes : incapacité à prédire les temps de réponse, catastrophique pour le contrôle commande des PID ! (Les API ne peuvent être déterministes que si une interruption temps réel est disponible [et si employés sur PID]).

- Limitation des capacités de boucle de contrôle continu, notamment pour les stratégies de contrôle de procédé, telles que la mise en cascade de plusieurs contrôleurs et les techniques d'optimisation du contrôle couramment disponibles sur la plupart des DCS.
- Nécessité pour l'ordinateur hôte ou le PC d'assurer l'interface avec les contrôles de process et autres opérations plus complexes.
- Le logiciel de contrôle de batch est typiquement indisponible chez les fournisseurs de contrôle commande de procédé sur les systèmes hybrides à DCS et API.
- Les interfaces utilisateurs disponibles n'ont pas toujours la capacité de celles accompagnant le contrôle-commande réparti ; l'emploi d'interfaces homme-machine (IHM) d'autres fabricants limite les capacités des API (une jolie présentation ne suffit pas)
- Nécessité de configurer les API, outre la configuration des ordinateurs et des DCS sur les systèmes qui conjuguent ces 2 éléments.
- Les fournisseurs et distributeurs de API manquent d'expertise sur les procédés, ce qui induit les services et coûts afférents d'un intégrateur indépendant.

Les **PC**, **DCS** et **API** pâtissent tous des compromis entre coût et performance, même si ce ne sont pas les mêmes. On peut aisément trouver des arguments en faveur ou contre tous les éléments de comparaison qui apparaissent ici ou dans presque tous les articles de magazines disponibles. Comme pour tout, il n'existe pas de solution idéale pour prendre la bonne décision... dans le cas contraire, vous ne seriez pas là à tenter de savoir comment acheter le produit idoine pour votre usine (plus besoin d'ingénieurs, un bon de commande suffirait à tout acheter).

Pour trouver le bon système, il faut tenir compte de tous les paramètres. Comme pour choisir entre deux marques, la décision entre API, DCS ou ordinateurs généralistes (ou PC), les fonctions nécessaires sont le paramètre clé. L'acheteur doit toujours avoir en tête la compréhension du procédé. (En effet, la plupart connaissent mais ne comprennent pas le procédé. La compréhension peut venir de la collecte d'informations qu'un nouveau système pourrait offrir).

II.5.6: Comparaison DCS et API : facilite de configuration

Les systèmes propriétaires de DCS étaient initialement configurés comme des blocs fonctions représentant différents instruments et contrôleurs provenant du même fournisseur. En général, ces blocs offraient les forces et faiblesses de ce fournisseur, selon son expertise des applications sur les marchés qui lui étaient familiers.

Il n'existait pas de norme dans ce domaine, mais la plupart de ces systèmes étaient plutôt simples à configurer. En effet, en principe, c'était aussi le fournisseur qui concevait la station de travail pour garantir l'adéquation entre l'Interface opérateur et ces « instruments ». Outre cette simplicité, l'utilisateur était certain de disposer d'une exploitation en temps réel et de ne pas risquer de « polluer » par inadvertance son logiciel.

II.5.7: Configuration typique d'un système de API :

Chaque API doit être configuré à part et il faut être très organisé pour éviter de dupliquer des repères de procédés, etc. On réserve en principe les stratégies complexes aux API individuels.

Le PC doit être configuré pour communiquer avec chaque API pour trouver les variables spécifiques, puis configuré pour les vues, puis les historiques, puis les tendances, etc. Les systèmes API disposent en général de multiples bases de données pour configuration et appariement.

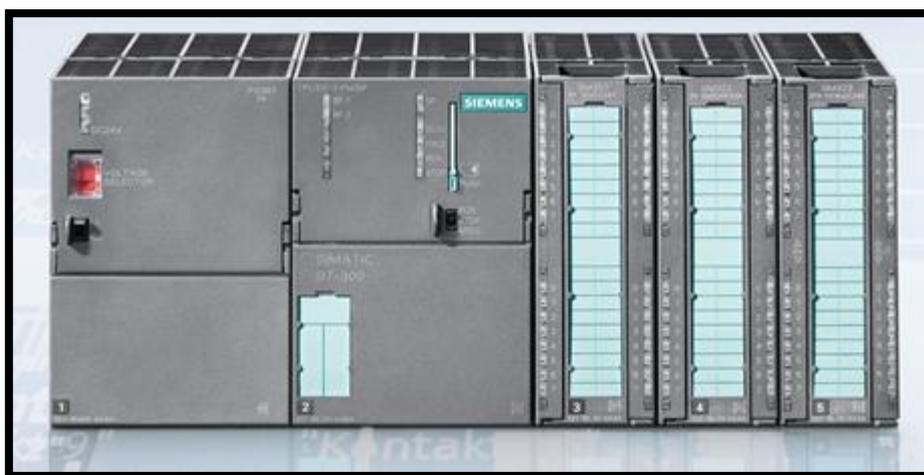


Figure II.18 Système API

II.5.8: Configuration typique d'un système DCS

La configuration se fait généralement à partir d'une station de travail conçue pour un système particulier. Tous les contrôleurs forment une sorte de base de données permettant la communication P2P dans des stratégies complexes.

La base de données peut tenir sur une simple station de travail, avec copie sur les contrôleurs. Il faut parfois procéder à des téléchargements pour la sauvegarde des contrôleurs redondants. Vues, historiques et tendances devront également être configurés.

Certains pourront présenter une base de données commune, selon le fournisseur (et l'âge du système).

Les PC, le plus souvent compagnons, doivent configurer des liens uniques pour le contrôle commande et les vues, etc. sur une base de données indépendante, comme pour les systèmes API.

Les systèmes API présentent en général une base de données unique et ne doivent pas être régulièrement synchronisés entre eux.

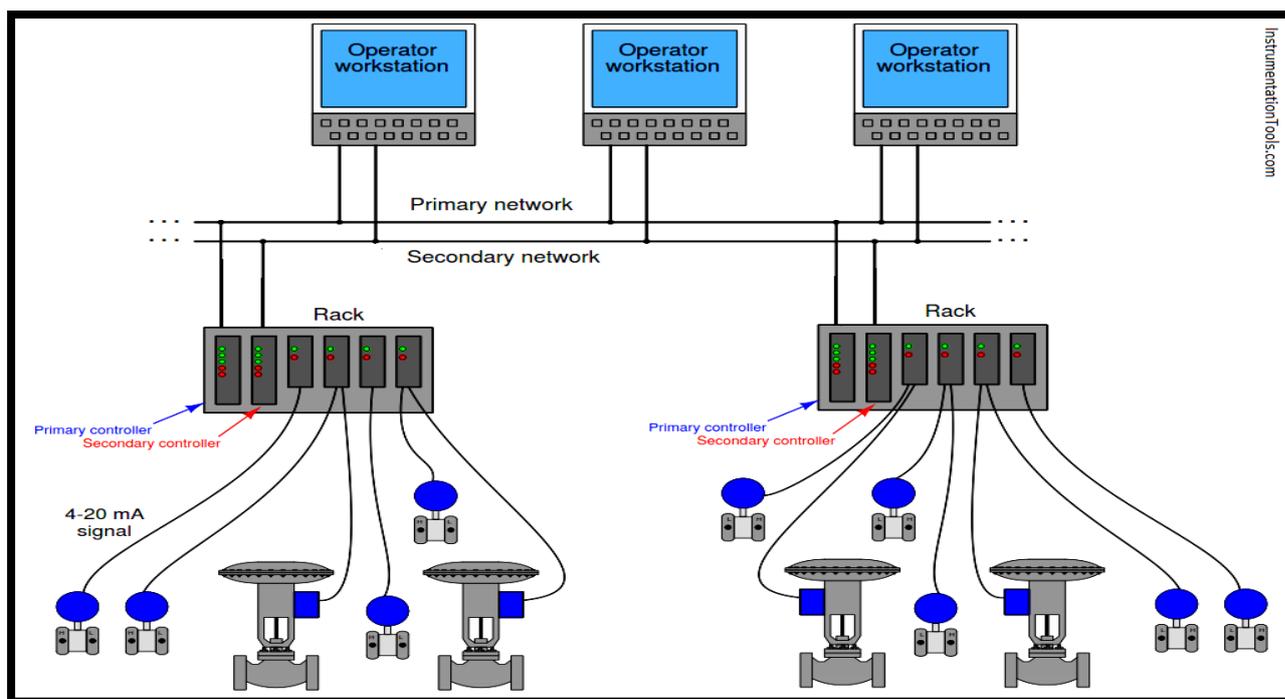


Figure II.19 Système DCS

II.5.9: Système SCADA

Ces dernières années, l'emploi du terme **SCADA** (système d'acquisition et de contrôle de données) a très souvent été appliqué à des systèmes qui sont en réalité des systèmes d'acquisition de données qui assurent aujourd'hui également le contrôle.

les véritables systèmes SCADA ont été employés pour des actions de contrôle-commande et de collecte d'informations à distance de l'usine. Mais ils n'ont pas été employés pour le contrôle de processus mais plutôt pour le démarrage et l'arrêt d'unités distantes, comme par exemple dans le cas des transformateurs de puissance distants ou des pompes à eau ou à gaz sur les pipelines.

Le plus souvent, la liaison ne se fait pas par câble mais par transmission radio, ligne téléphonique, voire même satellite. Les délais sur ces systèmes SCADA ont imposé de ne pas se fier au contrôle-commande des détails du process lui-même à distance.

Toutes les communications dans de telles transmissions à distance, comme pour un système SCADA doivent tolérer de longs délais entre la demande d'action et l'occurrence de l'action. Autre sujet d'inquiétude, les fréquentes interruptions imprévues d'un signal transmis.

Ce la interdit en principe tout procédé d'action continue, qui nécessite une exploitation à meilleur temps de réponse. Pendant des décennies, des technologies exclusives ont été mises en œuvre pour contrecarrer ces limitations de contrôle, comme par exemple ces routines extrêmement rigoureuses de « contrôle avant exécution » sur toute transmission de données.

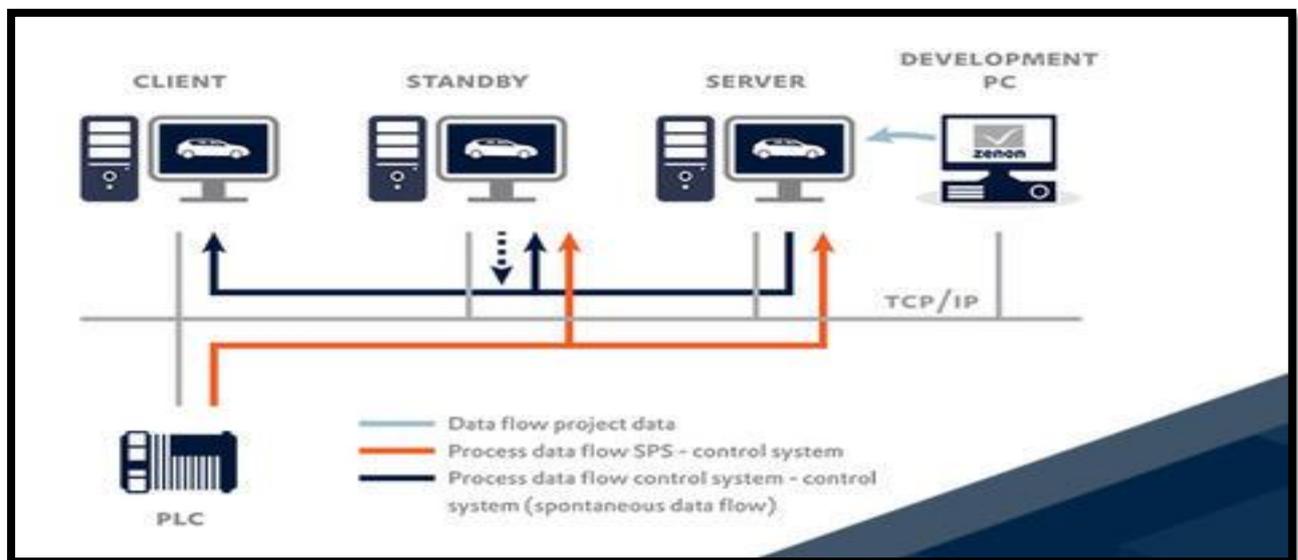


Figure II.20 Système SCADA

II.5.10: Différence entre le DCS et API

Aucune, sinon que pour un API c'est le traitement des entrées/sorties logiques qui est favorisé alors que pour un DCS c'est le traitement des entrées/sorties analogiques qui est plus spécifiquement à la base de la conception.

Un système DCS est donc tout simplement destiné aux réglages de boucles de régulation, aux enregistrements de toutes les mesures dont nous avons besoin, surveillance de tous les paramètres nécessaires au procédé.

Il reste une différence pour les cycles de scrutation qui sont généralement plus rapides sur API que sur DCS (normal vu que nous scrutons que des entrées sorties logiques sur un API !!). En fait la distinction entre DCS et API est de plus en plus une question historique (ou d'habitude) et de moins en moins une réalité profonde.

D'ailleurs DCS et API utilisent les mêmes langages de programmation définis par la **norme IEC 61131-3**, le superviseur, il est l'extérieur du DCS (ou au API). C'est un programme dans un ordinateur extérieur qui est chargé de réaliser l'interface nécessaire à la conduite par l'homme des processus industriels.

Généralement les API sont fournis sans superviseur (SCADA) dans la configuration de base alors que les DCS sont fournis avec leur superviseur .

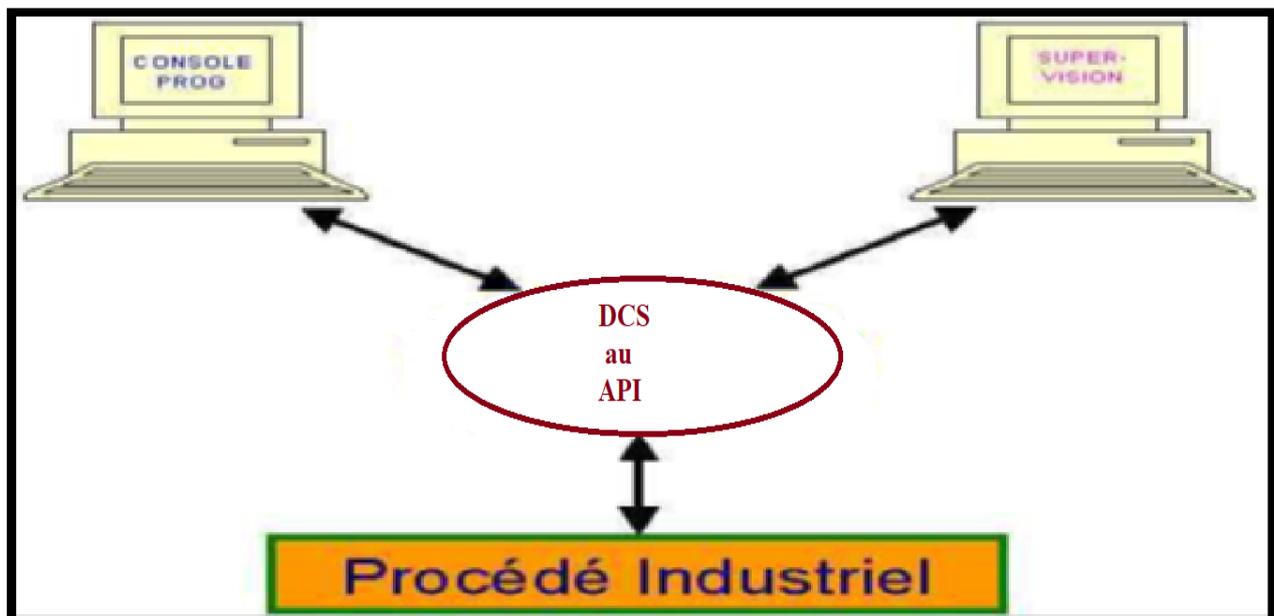


Figure II.21: Principe du système de supervision

II.6: Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).[6]

II.7 : Conclusion

Les automates programmables industriels permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique, et de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks.

Les **SNCC**, ou **DCS** sont utilisés dans de nombreux sites industriels dans le monde. Il semble qu'ils soient voués à disparaître. Les solutions dites **API-SCADA**, composées d'automates connectés à une supervision prennent de plus en plus de d'importance.

Pour comprendre DCS, il est bon de passer en revue l'évolution des systèmes de contrôle. Cela inclut les éléments matériels, les philosophies de mise en œuvre du système et les pilotes derrière cette évolution. Cela aidera à comprendre comment le contrôle des processus, le flux d'informations et la prise de décision ont évolué au fil des ans.

Chapitre III

Architecture DSC ABB de Raffineries

D'Adrar

III.1 Introduction

ABB est un leader mondial dans le domaine de l'instrumentation et de l'automatisation industrielle. Dans ce chapitre, l'étude de DCS avec l'automate AC 800F ET principalement sur 2 pôle (POLE I : Salle de contrôle principale. POLE II : Salle de contrôle zone power station) de la raffinerie d'Adrar. Ensuite, on a détaillé le côté (matériel) de l'automate AC 800F.

Le DCS ABB est installé principalement sur deux pôles aux niveaux du complexe :

- ✓ **POLE I** : Salle de contrôle principale.
- ✓ **POLE II** : Salle de contrôle zone power station

III.2 POLE I (Salle de contrôle principale) :

Salle de contrôle principale comprenant les unités carburantes :

- Unité De Distillation Atmosphérique De Brut (CDU) et de production des GPL
- Unité De Reforming Catalytique (CRU)
- Unité De Craquage Catalytique De Résidu Atmosphérique (RFCC).[8]

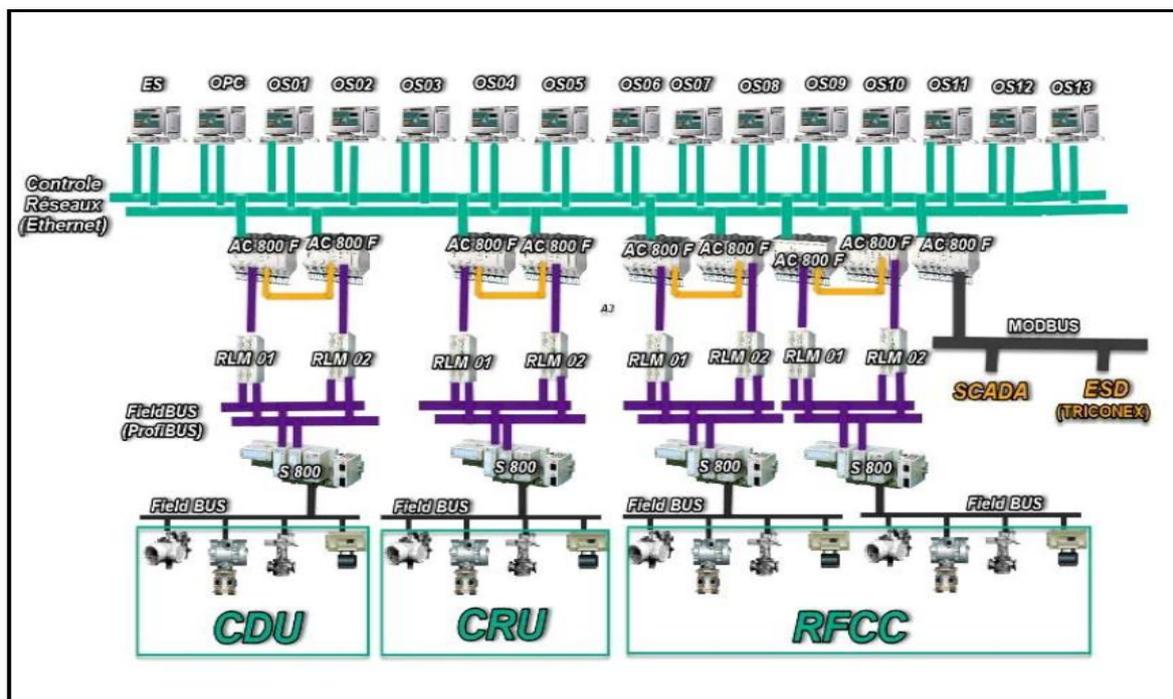


Figure. III.1 : Diagramme complet de Salle principale DCS réalisé par ABB.[2]

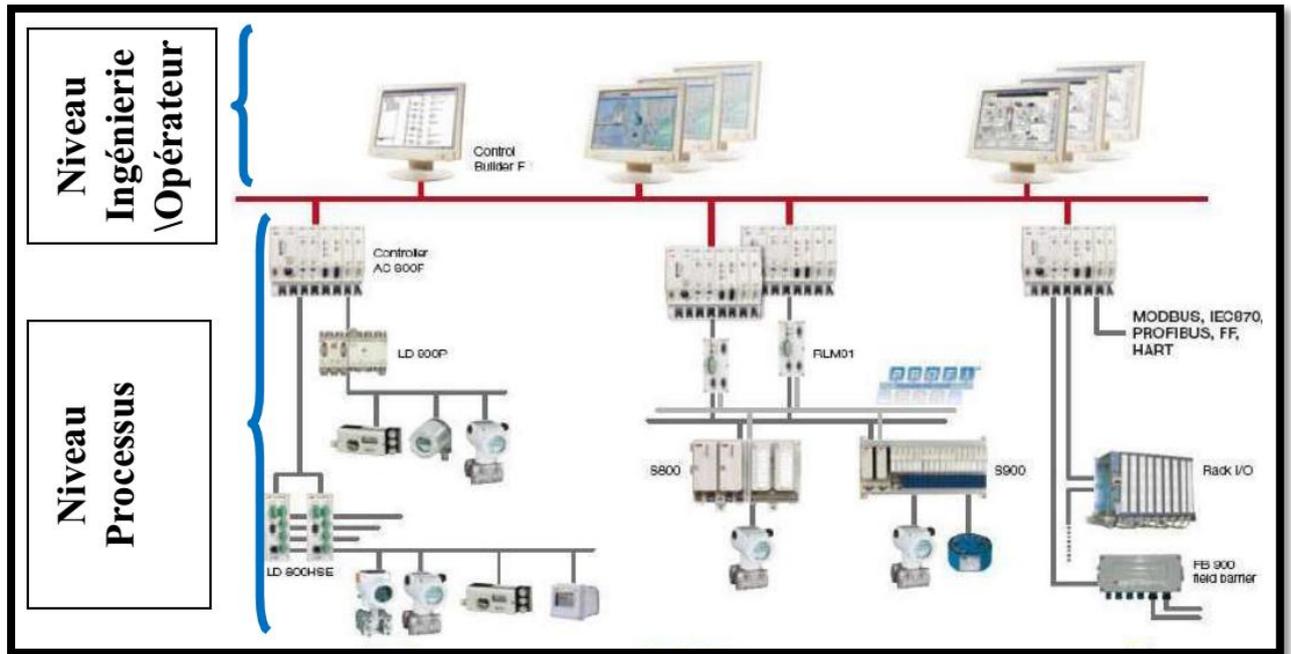


Figure. III.2 : Architecture du système DCS ABB.[9]

la salle DCS principale dépend a :

- La connexion entre les consoles (console d'ingénierie, console OPC serveur, console d'exploitation et) les contrôleurs (AC800F Redondance) par un réseau Ethernet
- La connexion entre les contrôleurs et les modules entrees/sorties par PROFIBUS protocole
- La connexion entre les modules entrees/sorties et les actionneurs par des câbles FILDEBUS
- La connexion entre la DCS et autre system par un MODBUS protocole

III.3 POLE II (Salle de contrôle zone power station):

le DCS ABB est installé en salle de contrôle zone power station gère uniquement les équipements suivants:

- Trois chaudières et trois dégazeurs ou la régulation est assurée par le DCS ABB et en communication avec BMS (API siemens sep 7) pour démarrage et sécurité (protection flamme et interlock des paramètres de fonctionnement de la chaudière.
- Trois turbo-alternateurs : pour assurer la visualisation des paramètres de marche des auxiliaires lubrification et refroidissement en communication avec les sous-systèmes gères par PLC **siemens**, **bently nevada** et le **woodward 505** (régulation du turbo-alternateur). [8]

III.4. Contrôleur classique de procédé :

Pour appréhender le contrôleur basé sur microprocesseur, il faut essayer de comprendre les contrôleurs analogiques classiques dont il est issu.

Divers fournisseurs ont utilisé différentes approches pour concevoir leurs produits, partant de la façon dont ils envisageaient le rôle de leur équivalent analogique.

N'oublions pas que les automates programmables industriels (API/PLC) employés en automation dans les entreprises ont d'abord été développés en remplacement des batteries de relais, avec, pour toute interface opérateur, des boutons marche/arrêt pour initier les actions et des lampes pour suivre le déroulement d'une opération et en notifier la fin à l'opérateur. Les origines du contrôle de procédé sont tout autres.

Les premiers contrôleurs de procédé ne faisaient physiquement qu'un avec le plateau opérateur. Ils ne comptaient pas seulement un indicateur de variable de procédé (PV) sur une échelle calibrée, mais aussi un point de consigne (set point SP) sur cette même échelle ainsi qu'un indicateur de sortie de signal de contrôle.

Sur certains instruments, ce contrôleur n'était pas une Indication de la sortie du contrôleur mais plutôt la position réelle de l'élément final (soupape, unité d'entraînement moteur, etc.) à partir d'un signal de retour.

Tout ceci faisait partie d'une « boucle de procédé » : procédé-captteur, parfois par un transmetteur, pour rapporter les conditions de procédé au contrôleur et diriger l'élément de fin qui venait régler le procédé.

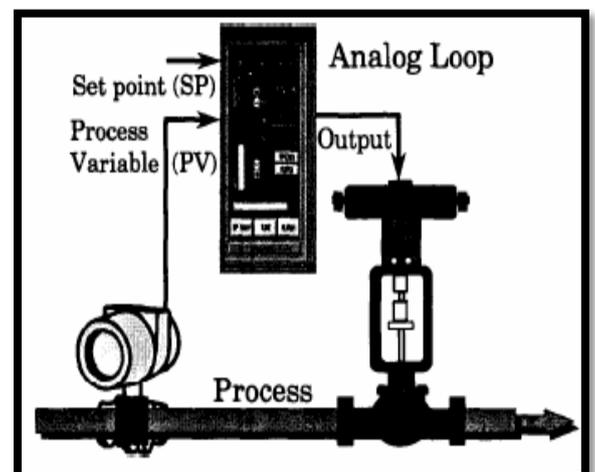


Figure III.3: Boucle simple de contrôle à partir d'un contrôleur classique à simple boucle

III.5. LE DCS et son réseau.

Les nouvelles versions de DCS sont particulièrement câblées tout en réseau industriel. en particulier, avec les capteurs transmetteurs et les actionneurs qui sont associés à des bus de terrain en Profibus DP ou PA (DP pour les entrées sorties Tout Ou Rien et PA pur les entrées sorties analogiques).

Les systèmes DCS communiquent en réseau ETHERNET avec les ordinateurs servant aux opérateurs souvent appelés 'OS' (Operating System), tout cela en communiquant par l'intermédiaire de passerelle et de cartes réseaux.

Chaque carte de communication d'automate et chaque port de passerelle sont adressés avec une adresse IP.

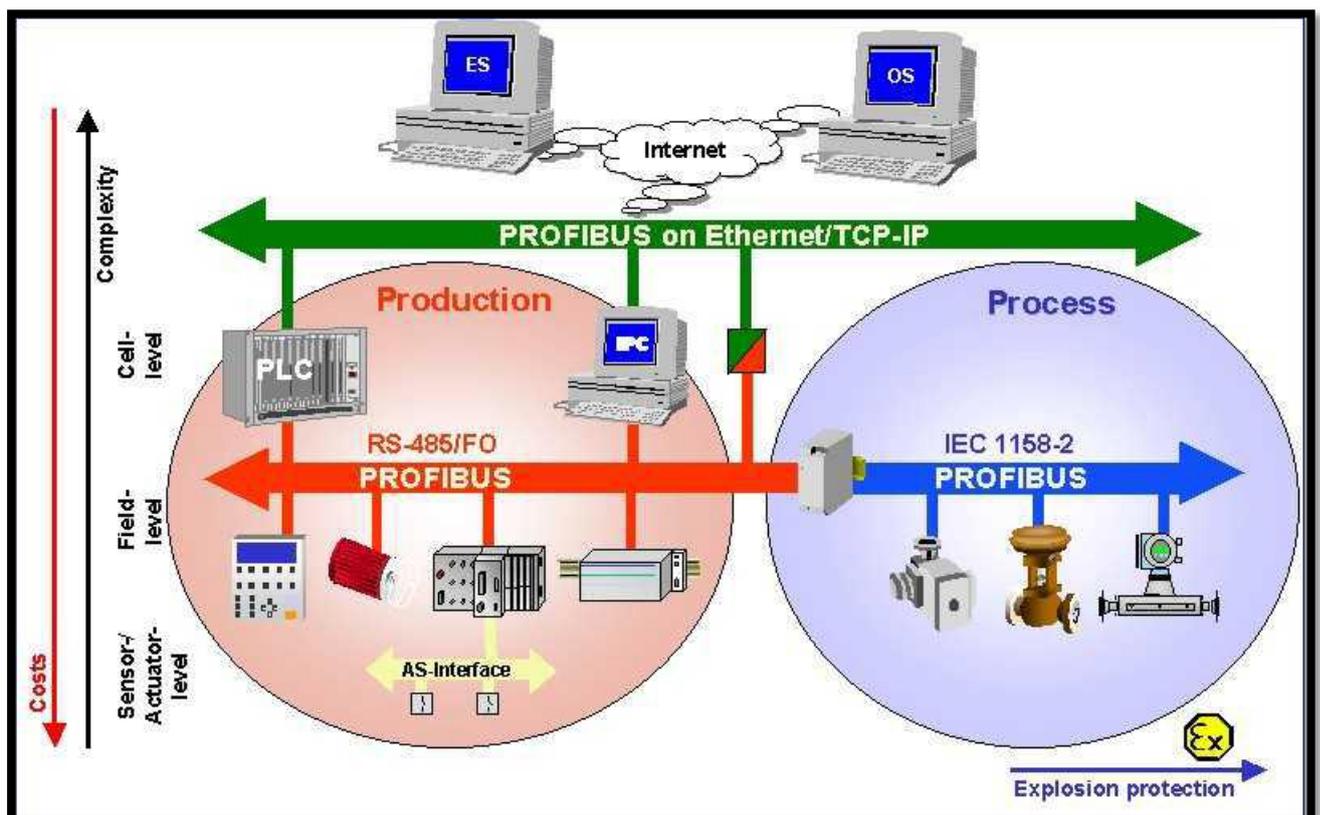


Figure III. 4: Principe de l'architecture réseau d'un DCS

le système DCS (système de contrôle distribué) a La raffinerie d'Adrar nommé AC 800F construit par groupe ABB.

III.6. Redondance de contrôleur AC 800F :

La redondance de contrôleur peut être réalisée en installant deux AC 800F pour permettre une reprise rapide et sans à coup par le second contrôleur AC 800F en cas de défaillance du premier AC 800F, un lien de communications redondant dédié au moyen du second module Ethernet garantit en permanence la synchronisation des deux AC 800F. Toutes les entrées et les sorties sont conçues pour permettre un fonctionnement redondant .



Figure III.5 Redondance de contrôleur AC 800F.[2]

III.7. : PROFIBUS

La conversion d'une ligne Profibus simple non redondante en deux lignes réciproquement redondantes est effectuée au moyen du module RLM 01, peut être placé immédiatement derrière un module Profibus (maître), avant un segment de bus comportant plusieurs esclaves ou avant un esclave unique.

Les stations PROFIBUS avec coupleurs redondants peuvent être directement connectées au câble PROFIBUS redondant via un RLM 01. Les stations avec une seule connexion peuvent être optionnellement attribuées à l'une ou l'autre des lignes.

III.8. L'Automate AC 800F (ABB) :

L'automate AC 800F est un automate de type modulaire qui a une simple structure, L'AC 800F ouvre à l'utilisateur l'accès à la technologie des bus de terrain. Le contrôleur AC 800F collecte et traite les données de diagnostic et de traitement provenant de quatre lignes de bus de terrain, pouvant être de type différent. Le contrôleur effectue cela en plus des tâches classiques" d'une station de traitement.

Jusqu'à quatre (différents) modules bus de terrain peuvent être intégrés dans le contrôleur AC 800F. La communication entre contrôleurs s'effectue via Ethernet. [10]



Figure III.6: Contrôleur AC 800F

III.8.1. AC 800F-matériel:

Ce contrôleur de terrain couvre tous les principaux -Fieldbus- de l'automatisation des processus. En option, l'AC 800F prend en charge la redondance. Un seul contrôleur peut généralement prendre en charge environ 1 000 I/O ; E/S.

Le régulateur AC 800F a une structure modulaire. CPU est conçue comme un fond de panier sur lequel différents modules - unité d'alimentation, modules Ethernet et Fieldbus - peuvent être connectés en fonction de l'application. Côté Fieldbus, des modules sont disponibles pour :

- ✓ PROFIBUS-DPV1
- ✓ Fieldbus FOUNDATION HSE
- ✓ MODBUS (maître/esclave, RTU ou ASCII)
- ✓ CAN pour les E/S de racks indépendants

III.8.2. Caractéristiques:

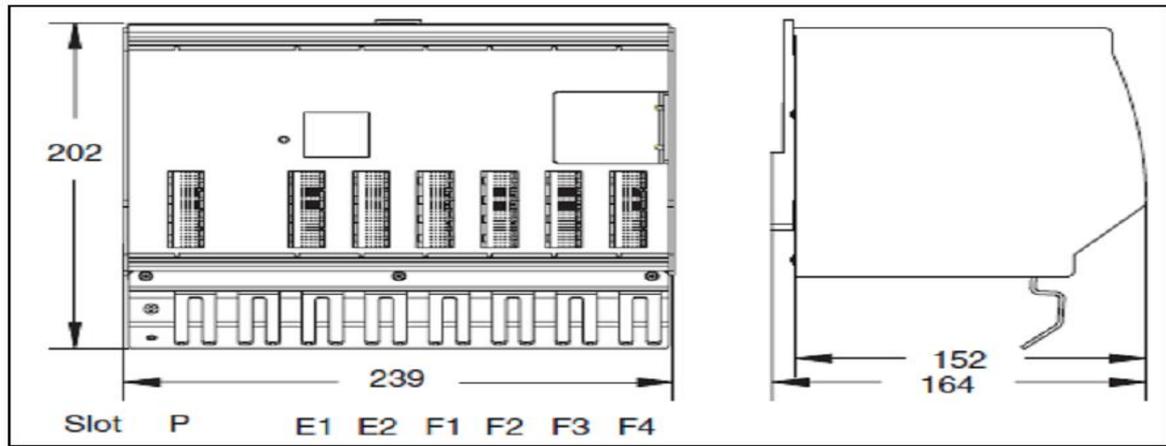
Intégration de bus de terrain.

- 4 lignes de bus de terrain à haut débit.
- Supporte différents types bus de terrain de façon simultanée PROFIBUS-DP jusqu'à 12
- Configuration conviviale et totalement intégrée dans Control Builder F.
- Une base de données unique pour les équipements de terrain.
- traitement et l'interface utilisateur .
- Reconnaissance des modules avec les paramètres d'usine et d'exploitation.
- Diagnostic détaillé pour la maintenance préventive.
- Design compact et robuste.
- Connecteurs en face avant.
- Montage sur rail DIN (en C) ou montage mural.
- Température ambiante 0-60 °C avec surveillance de température.

III.8.3. Les modules de l'automate AC 800F

III.8.3.1. Le module CPU :

- L'unité principale (PM 802F, PM803F), scanne cycliquement des signaux provenant des capteurs des bus de terrain au moyen des modules de terrain correspondants, traite ces signaux en fonction des programmes d'application installés par l'utilisateur et envoie les signaux appropriés aux actionneurs de bus de terrain via les modules de bus de terrain.
- Les données de configuration et de traitement temps réel sont enregistrées dans la mémoire RAM. Pour sauvegarder ces informations en cas de panne d'alimentation, la mémoire RAM est alimentée grâce à des batteries situées soit sur des modules Ethernet, soit sur des modules support batterie.
- Le PM803F a une capacité de mémoire plus grand que le PM 802F et pour ça il est capable de manipuler des plus grands projets.


Figure III.7: Rack Contrôleur AC 800F

➤ Fiche Techniques De PM 803F :

| | |
|---|--|
| CPU (UC) :Intel 80960HT25/75 Super Scalaire RISC Processeur de 32-bit | 75MHz, horloge de CPU |
| RAM (DRAM) | Mémoire dynamique synchrone 16 MB lecture/écriture, mots de 32 bits |
| Flash-EPROM | 8 MB, mots de 32-bits |
| EEPROM | EEPROM de 16Kbit série, cycle d'écriture ≥ 10 Conservation ≥ 10 ans |
| Scrutation E/S | Déterminée au cours de la configuration Dépend des capacités du module bus de Terrain |
| Temps de traitement pour 1000 instructions | < 1,0 ms pour des instructions binaires ou arithmétiques de 16 bit. < 2 ms pour des instructions arithmétiques à point fixe < 1,5 ms pour des instructions arithmétiques de 32 bit |
| Consommation : Unite Centrale : | 6 W max. 7.8 W |
| Les modules d'alimentation compatible | SA 801 F SD 802F SA 811 F SD 812F |
| Poids | 1,6 kg max. 5 kg (montage complete) |
| Dimensions | Largeur 239 mm, (9,4 pouces) Hauteur 202 mm, (8 pouces) Profondeur 164 mm, (6,5 pouces) |

Tableau III.1: Présentation Techniques De PM 803

III.8.3.2. Module d'alimentation (power supply)

Les modules AC 800F sont alimentés en 5 V CC / 5 A et 3,3 V CC / 5 A par une alimentation, qui comporte une protection contre les court-circuit, les surcharges et les courts-circuits entretenus. La tension de sortie contrôlée électroniquement assure une haute stabilité et une faible ondulation résiduelle. En cas de coupure d'alimentation supérieure à 20 ms, le module d'alimentation émet un signal de panne. Ce signal est utilisé par le module de l'UC pour arrêter les opérations et passer à l'état de sécurité. Ceci est nécessaire pour un redémarrage contrôlé du système et des applications utilisateur lorsque l'alimentation est restaurée.

La tension de sortie reste à l'intérieur de ses limites de tolérance pendant au moins 15 ms supplémentaires. Il y a quatre types d'alimentation sont :

- SA 801F (115 – 230 V AC : Courant Alternative).
- SA 811F (115 – 230 V AC : Courant Alternative).
- SD 802F (24 V DC : Courant Continue).
- SD 812F (24 V DC : Courant Continue).

Les sorties d'énergie des modules SA 811F et SD 812F sont accrus par-rapport à les sorties d'énergie des modules SA 801F et SD 802F pour alimenter le CPU PM 803F

✓ **Indicateurs et éléments de commande** : Tous les indicateurs et les éléments de commande de la CPU AC 800F sont situés sur le panneau avant du module d'alimentation.

- Le commutateur reset est en renforcement pour éviter toute activation intempestive par accident. Il ne peut être pressé en utilisant un «outil» comme un stylo à bille ou similaire. Aucun outil n'est nécessaire pour actionner commutateur **Toggle** et le commutateur **Run/Stop**.

-Le commutateur **Toggle** est utilisé pour basculer entre le primaire et le secondaire en mode de redondance.[9]



Figure III.8: Module d'alimentation SD 802F de l'AC 800F [11]

LEDs interface SD 802F :[2]

| | |
|--|--|
| Power (Alimentation) : Vert | La tension d'alimentation interne est disponible |
| <p>Failure (Défaut) :</p> <p>Rouge : Rouge clignotant :</p> <p>Orange : Orange clignotant : Eteint</p> | <p>Défaut matériel de l'unité centrale</p> <p>Défaut logiciel du système</p> <p>Auto test</p> <p>Haute température</p> <p>Etat normal</p> |
| <p>Run/stop (Fonctionnement/Arrêt)</p> <p>Vert : Rouge : Orange : Eteint :</p> | <p>Traitement en cours</p> <p>Traitement inactive</p> <p>Auto test</p> <p>Initialisation logicielle</p> |
| <p>Prim/Sec :</p> <p>Cas 1 : non redondance :</p> <p>Orange : Eteint :</p> <p>Cas 2 : deux AC 800F en redondance</p> <p>*AC 800F primaire :</p> <p>Eteint : Vert :</p> <p>Vert clignotant :</p> <p>Orange : Rouge :</p> <p>*AC 800F secondaire :</p> <p>Eteint : Orange :</p> <p>Orange clignotant : Rouge :</p> <p>Echec de redondance</p> <p>Non configuration de redondance</p> <p>Synchronisation opérative</p> <p>Synchronisation en progression</p> <p>Echec de redondance</p> | <p>Pour les états redondants</p> <p>-Auto test</p> <p>-Etat normal</p> <p>Non configuration de redondance</p> <p>Redondance active, et synchronisation opérative</p> <p>- Etat de transition</p> <p>-Echec de trouver l'AC 800F secondaire</p> |

Tableau III.2: Présentation de LEDs d'interface SD 802F

➤ **Commandes utilisateur SD 802F:**

| | |
|-------------------------------|---|
| Toggle (Basculement Prim/Sec) | Pour la redondance. Bascule entre les contrôleurs AC 800F primaire et secondaire (opérationnel sur AC 800F primaire uniquement, et seulement si un AC 800F secondaire est disponible) |
| Reset | Bouton de réinitialisation à maintenir appuyé pendant au moins 4 s pour un redémarrage à froid |
| Run/Stop Switch | (Commutateur Exécution/Arrêt) Connecté à la Run/Stop Switch |

Tableau III.3: Présentation de Commandes utilisateur SD 802F

➤ **Fiche Techniques de SD 802F :**

| | |
|--|--|
| Tension d'entrée | 2 × 24 V CC Plage admissible 19,2 - 32,5 V CC |
| Courant d'entrée en charge | 1,3 A à 24 V CC |
| Durée maintien tension en cas de perte | 20 ms |
| Fusible | Interne |
| Tension de sortie | 3,3 V CC (± 3%) 5 V CC (± 3%) |
| Courant de sortie | 0,5 –5 A à 3.3 V et 5.0 V |
| Courant limite | approx. 6 A Retour automatique en fonctionnement après court-circuit |
| Puissance de sortie Totale | Max 26.5 W |
| Poids | 460 g |
| EEPROM | Série, 512 Octet , cycle d'écriture 107 |

Tableau III.4: Présentation Techniques de SD 802F

III.8.3.3 Modules de communication (Ethernet) :

Les modules fournissent des communications Ethernet vers le réseau système (Communication entre AC 800F et les stations opérateurs et ingénieur, par le module Ethernet). Ils contiennent des batteries pour la redondance de la mémoire tampon de la mémoire principale.[9]



Figure III.9: Paire torsadée

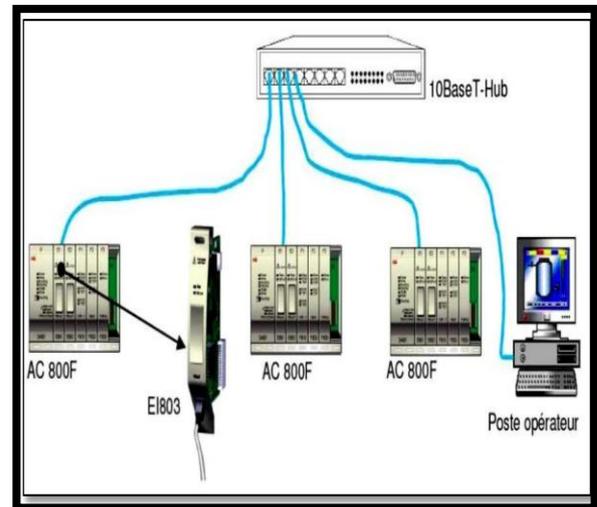


Figure III.10: Câblage avec Paire torsadée

III.8.3.3.1: Les caractéristiques du module de communication EI 813F .[9]:

- Communication 10BaseT (Paire torsadée).
- Ethernet standard IEE802.3
- Data bus 32-bit, 100MByte/s.
- Mémoire Accès Direct (DMA) vers mémoire principale.
- pile pour la redondance de la mémoire tampon de la mémoire principale.
- Le module ne peut pas être remplacé sous tension.
- LED d'indication pour niveau Batterie faible.
- Consommation: max. 1.5 W

III.8.3.3.2: Description

Ces modules de communication fournissent des communications Ethernet au bus système conformes à la norme IEEE802.3.

Module de communication conforme 10BaseT blindé

Paire torsadée (STP, câble catégorie 3, 4 ou 5 avancé)

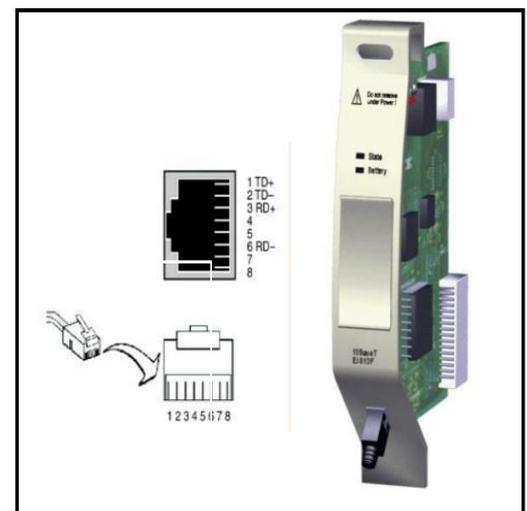


Figure III.11: Module EI 813F

LED 10BaseT link

| | |
|---------------|---|
| off | No active link No communication possible. |
| Static yellow | Active link Communication possible. |

LED 10BaseT active

| | |
|----------------|----------------------|
| off | No communication |
| flashing green | Active communication |

➤ **LEDs d'interface EI 813F :**

| | |
|--|---|
| Statut (Etat) Eteint : Vert : Orange : Orange clignotant : Rouge : | Aucune tension d'alimentation, module isolé Alimenté, module identifié et prêt à fonctionner selon la configuration. Alimenté, module identifié et soit : Etat normal transitoire après démarrage du module Mode de configuration du chargeur de démarrage (Boot Loader) Alimenté, module identifié ; module non connecté à un bus correct. Alimenté et soit : Module non encore identifié (normal pendant une courte durée lors du démarrage du module) Erreur intervenue au cours du test de module |
| Battery (batterie) Eteint : Rouge | Lorsque le AC 800F est allumé et le module n'est pas activé, mise en mémoire tampon est réalisée par l'alimentation. Lorsque le 800F AC est éteint et le module n'est pas activé, mise en mémoire tampon est réalisé par la batterie. Batterie correcte. Délai de batterie est moins de 50heurs. Tension batterie insuffisante ou non présente. |
| 10BaseT Link LED : Eteint : Orange | Lien non active, communication n'est pas possible. Lien active, communication est possible. |
| 10BaseT Active LED : Eteint : Vert clignotant : | Non communication. En communication. |

Tableau III.5: Présentation de LEDs d'interface EI 813F

III.8.3.4 :Le Module FI 830F (Profibus) :

Le module FI 830F réalise l'interface avec les bus de terrain Profibus. Il permet des fonctionnalités correspondant au standard PROFIBUS-DP et accepte une vitesse allant jusqu'à 12 MBd. Le module est maître sur la ligne Profibus et il permet de connecter jusqu'à 126 esclaves Profibus. La configuration et le paramétrage est réalisé entièrement au moyen de Control Builder F — aucun outil de configuration externe supplémentaire n'est nécessaire. La redondance de ligne peut être réalisée au moyen d'un boîtier externe (RLM 01) qui pilote deux lignes Profibus en parallèle. Avec un second AC 800F, le module peut aussi fonctionner en mode Maître redondant sans limitation (en préparation). Il est caractérisé par.[9]:

- Module PROFIBUS-DP (DIN 19245)
- Vitesse de transmission jusqu'à 12 MBd.
- Accepte jusqu'à 126 esclaves.
- Interface physique : RS485.
- Isolation électrique.
- Mémoire partagée (256 KB) sur carte, pour minimiser l'utilisation de la mémoire de l'unité centrale.
- Le module peut être débroché sous tension.
- Fonctionnement redondant, avec redondance AC 800F.
- l'utilisation de la mémoire de l'unité centrale.

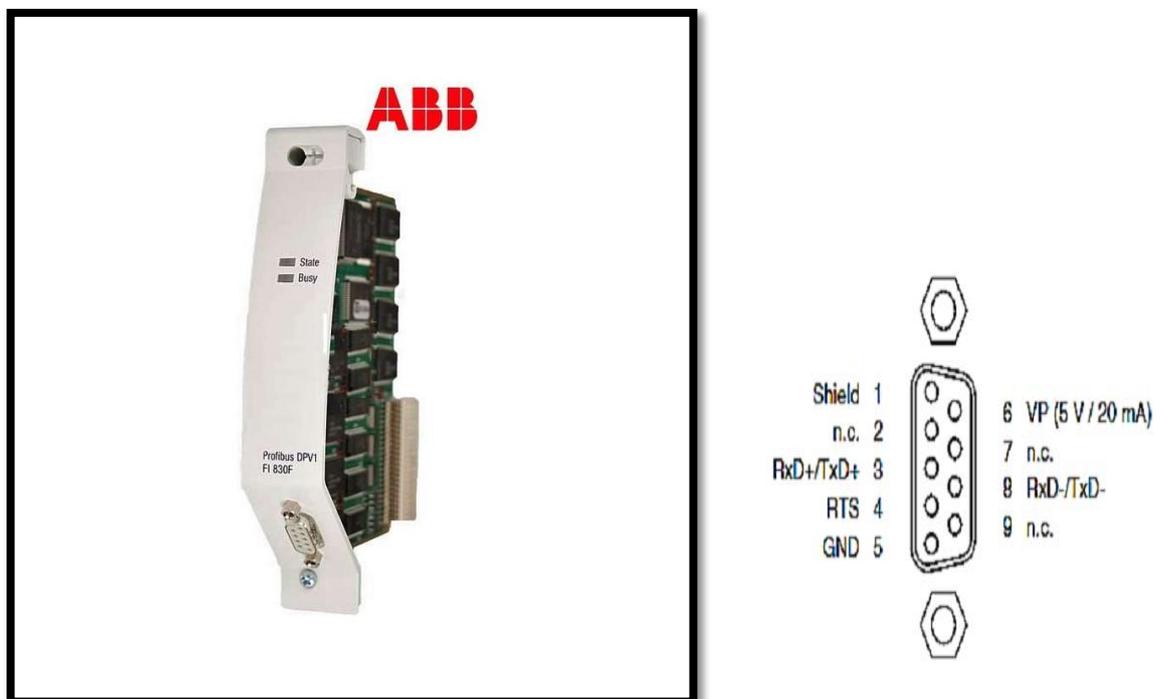


Figure III.12: Module FI 830F

➤ **LEDs d'interface FI 830F :**

| | |
|---------------------------------|--|
| Statut (Etat) : | Pas d'alimentation, module isolé. Le module est activé et fonctionne correctement. Le module a été identifié par l'AC 800F, mais n'a pas encore été activé. Module alimenté, mais non encore identifié, ou une erreur s'est produite. |
| Eteint : Vert : | |
| Orange : Rouge : | |
| Busy (Occupation) Eteint: Vert: | Module à l'état passif sur Profibus. Le module possède un jeton et est maître actif. |

Tableau III.6: Présentation des LEDs d'interface De FI830F

➤ **Fiche Techniques De FI830F :**

| | |
|---------------------|---|
| Consumation | En mode actif, elle dépend de la durée du cycle de communication : 2,8 W |
| Courant sortie max. | 20 mA pour alimentation |
| Tension de sortie | 5 V, ± 3% et 3.3 V, ± 3% |
| Protection | +7,5 V / -5 V une ligne de transmission reliée à la terre. |
| Poids | 0,150 kg |
| CPU | Contrôleur 16-bit, 20MHz |

Tableau III.7: Présentation Techniques De FI830F

III.8.3.5: Le Module RLM (Redundancy Link Module):

Agissant comme un commutateur actif, il convertit deux lignes redondantes en une ligne PROFIBUS DP. Le RLM01 amplifie la forme du signal et l'amplitude des données entrantes et surveille les activités et les états d'erreur des trois lignes. Ses caractéristiques sont :

Sélection de ligne automatique.

- Taux de transfert de 9600 jusqu'à 12000 bauds
- Surveillance de communication
- LED des états



Figure III.13: Le module RLM

III.9 : Les cartes d'entrées sorties S800 E / S

Module d'entrées sorties S800 est un système d'E / S de processus complet, distribué et modulaire qui communique avec les contrôleurs parents par rapport aux bus de terrain standard. Grâce à sa large connectivité, il s'adapte à une large gamme de contrôleurs de processus d'ABB et autres.



Figure III.14: Module d'entrées sorties S800

III.9.1 : Le Module Fieldbus CI840

Fieldbus communication interface (FCI) transfère les valeurs d'entrée afin de faire diagnostiqué par des modules d'E/S à un contrôleur de qualité supérieure, et transmet les valeurs de sortie et les paramètres de l'automate vers les modules E/S. Il effectue également le conditionnement de signal d'entrée et de sortie.

Caractéristiques et avantages

- Fonctions de supervision I/O ModuleBus
- Alimentation isolée des modules I/O
- Gestion et configuration OSP
- Puissance d'entrée fusionnée
- Configuration à chaud en cours d'exécution



Figure III.15: Module CI 840F du S800

➤ **LEDs d'interface De CI840F du S800**

| | | |
|-----------------|----------|--|
| F (Fault) | Rouge : | Défaut dans le module |
| R (Run) | Vert : | En fonctionnement |
| P (Power ok) | Vert : | P (Power ok) Vert : |
| Rx/Tx (Traffic) | Orange : | Recevoir, transmettre des données sur PROFIBUS |
| PRIM(Primary) | Orange : | travail comme principale |
| DUAL | Orange : | Travailler avec un partenaire |

Tableau III.8: Présentation de LEDs d'interface De CI840F

➤ **Fiche Techniques De CI840F :**

| | |
|--|--|
| Micro processor (CPU) | Motorola MCF5307 with a speed of 32 MHz |
| Flash PROM | 1 Mbyte |
| RAM | 8 Mbyte |
| Puissance d'entrée | 24V CC (19.2- 30) |
| Consumation à 24 V CC | 190 Ma |
| Consumation | 7.7 W |
| Surveillance d'alimentation d'entrée | Max. tension d 'entrée : 30 V Min tension d'entrée pour le niveau haut : 15V Max tension d'entrée pour le niveau bas : 8 V |
| Module Bus | Maximum de 12 modules E/S |
| Puissance de sortie - Module Bus | 24 V max = 1.4 A 5 V max = 1.5 A |
| Switch over time at failure in a redundant CI840 configuration | < 100 ms Max 150 ms |
| Poids | 0.2 kg |

Tableau III.9: Présentation Techniques De CI840F

III.9.2: AI810 Analog Input Module (module d'entre analogique) :

Le module d'entrée analogique AI810 dispose de 8 canaux. Chaque canal peut être soit une entrée de tension ou de courant. Le courant d'entrée est capable de gérer un court-circuit à l'alimentation du transmetteur au moins 30V en courant continu sans dommage. Tous les huit canaux sont isolés des Bus de Module dans un groupe. L'énergie aux niveaux d'entrée est convertie à partir du 24V sur les Bus de Module.

Caractéristique :

- 8 canaux pour 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V ou 2... 10
- V CC, une seule terminal d'entrées unipolaires.
- 1 groupe de 8 canaux isolés de la terre.
- Résolution de 12bits.
- Les résistances d'entrée protégée à 30V par résistance PTC.
- Protection EMC.
- Montage sur rail DIN



Figure III.16: Module AI810 du S800

➤ **LEDs d'interface Module AI810**

| | |
|-----------------------------------|--|
| F Fault (défaut) Eteint : Rouge : | Dans l'état Non configuré et après le premier accès valide pour le module. Indique que le module est dans l'état initial ou l'état Non configuré. |
| R Run Vert : | indique un fonctionnement normal |
| W Warning (alerte) Orange : | indique s'il y a une erreur active |

Tableau III.10: Présentation de LEDs d'interface De AI810

➤ **Fiche Techniques De AI810 :**

| | |
|--|--|
| Number des canaux | 8 |
| Type d'entrée | Seule terminal unipolaires. |
| plage de mesure | 0...20 mA, 0...10 V, 4... 20 mA(1), 2... 10 V (1) |
| Sous / sur la plage | -5% / +1 5% |
| Impédance d'entrée (à l'entrée de tension) | 290K Ω |
| Longueur maximale du câble champ | 600 mètres |
| Tension d'entrée | Max 30 V CC |
| Erreur | Max. 0.1% |
| Résolution | 12 bit |
| Mise à jour le temps de cycle | 5 ms |
| Consommation de courant 24 V | 40 mA |
| Consommation de courant 5 V | 70 mA |
| Perte d'énergie | 1.5 W |
| La température ambiante maximale | 55/40°C (131/104°F) |
| Poids | 0.2 kg |

Tableau III.11: Présentation Techniques De AI810

III.9.3 : DI810 Digital Input Module (Module d'entrée numérique) d'amortissement actuel:

La DI810 a 16 canaux de 24 V du module d'entrée numérique pour le S800 I/O. Ce module dispose de 16 entrées numériques. La plage de tension d'entrée est de 18 à 30 volts CC et le courant d'entrée est de 6 mA à 24 V. Les entrées sont divisées en deux groupes individuellement isolés avec huit canaux et une entrée de surveillance de tension dans chaque groupe. Chaque canal d'entrée constitue de limiteur de courant, des composants de protection EMC, LED d'indication d'état d'entrée et une barrière d'isolation optique. [2]



Figure III.17: module DI810 S800.[2]

III.9.3 :Caractéristiques:

- 16 canaux pour 24 V CC avec les entrées descente de courant.
- 2 groupes isolés de 8 canaux avec surveillance de la tension.
- Indicateurs de l'état d'entrée.
- Protection EMC.
- Montage sur rail DIN.

➤ LEDs d'interface De DI810:

| | |
|-----------------------------|--|
| F Fault (défaut) Rouge : | Dans l'état Non configuré et après le premier accès valide pour le module. Indique que le module est dans l'état initial ou l'état Non configuré |
| R Run Vert : | Indique un fonctionnement normal |
| W Warning (alerte) Orange : | Indique s'il y a une erreur active |
| LED d'entrée Orange : | Indiquent l'état d'entrée (ON = 1 et OFF = 0). |

Tableau III.12: Présentation de LEDs d'interface De DI810 Trois LED indiquent

III.9.4 : AO810 Bipolar Analog Output Module(bipolaire module de sortie analogique) :

Le module de sortie analogique AO820 dispose de 4 canaux de sorties analogiques bipolaires. Le choix de sortie de courant ou de tension est configurable pour chaque canal. Il y a des ensembles distincts de bornes pour les sorties de tension et de courant, et il appartient à l'utilisateur de câbler les sorties correctement. Les seules différences entre la configuration de canal de courant ou tension est dans les paramètres du logiciel



Figure III.18: Module AO810 du S800

➤ LEDs d'interface De AO810 :

| | |
|--|---|
| Fault (défaut) Eteint : | Dans l'état Non configuré et après le premier accès valide pour le module. |
| Rouge : | L'appareil dans un état d'erreur, ou une panne d'alimentation a été détectée. |
| Run Vert : | indique que l'appareil est en état de fonctionnement |
| Warning (alerte) Orange : | Indique s'il y a une erreur active |
| OSP (output set as predetermined) Orange : | OSP (output set as predetermined) Orange : |

Tableau III.13: Présentation de LEDs d'interface De AO810 Quatre LED indiquent l'état du module.

III.9.5 : DO810 Digital Output Module (Module de sortie numérique), relais normalement ouvert:

Module de sortie numérique DO810 dispose de 8 canaux de 230 V CA / CC. Module de sortie relais normalement ouvert pour la S800 I / O. La tension de sortie maximale est de 250 V CA / CC et le courant de sortie continu maximum est de 3 A. Toutes les sorties sont isolées individuellement.

Chaque canal de sortie constitue d'une barrière d'isolation optique, LED d'indication d'état de sortie, commande de relais, relais et composants de protection EMC.

Ce module dispose de 16 sorties numériques. La plage de tension de sortie est de 10 à 30 volts et le courant de sortie continu maximal est de 0,5 A.

les sorties sont protégées contre les courts-circuits, les surtensions et les

Température.

III.9.5 : Caractéristiques:

- 8 canaux pour 230 V CA / CC relais normalement ouvert (NO) sorties.
- 8 voies isolées.
- Les indicateurs de l'état de sortie.
- OSP définit les sorties à l'état prédéterminé lors de la détection d'erreur
- Protection EMC Montage sur rail DIN



Figure III.19: MODULE DO810

➤ **LEDs d'interface De DO810**

| | |
|----------------------------------|--|
| Fault (défaut) Eteint : | Dans l'état Non configuré et après le premier accès valide pour le module. |
| Rouge : | indique que le module est dans l'état Initial ou l'état Non configuré. |
| Run Vert : | indique un fonctionnement normal |
| Warning (alerte) Orange : | Indique s'il y a une erreur active |
| OSP (outputset as predetermined) | indique que les valeurs de sortie sont réglés à la valeur du OSP |
| LED de sortie Orange : | Indiquent l'état de sortie (ON = 1 et OFF = 0). |

Tableau III.14: Présentation de LEDs d'interface De DO820 Quatre LED indiquent l'état du module

III.10 : Unité de vote SS822 - (pour alimentation redondant):

L'unité de vote SS822 a été spécifiquement conçue pour être utilisée comme unité de commande dans une configuration d'alimentation redondante. Les connexions de sortie de deux unités d'alimentation identiques (PSU) sont connectées à l'unité de vote SS822.



Figure III.20 : Unité de vote SS822

L'unité de vote SS822 sépare les unités d'alimentation redondantes, surveille la tension fournie et génère des signaux de supervision à connecter au système informatique. Les DEL vertes, montées sur le panneau avant du SS822 fournissent une indication visuelle indiquant que la tension de sortie correcte est délivrée. Simultanément à l'allumage de la diode verte, un contact sans tension ferme le chemin vers le "OK Connecteur".

III.11. Unité monophasée d'alimentation à commutation primaire :

Les appareils UINT POWER sont des unités d'alimentation en courant continu de 60 ... 960 W pour une utilisation universelle. Ceci est assuré par l'entrée large gamme, les versions monophasées et triphasées, et un paquet international d'approbation. UINT POWER est synonyme d'alimentation garantie: de puissants condensateurs garantissent une mémoire tampon de plus de 20 ms à pleine charge.



Figure III.21: UNIT POWER

Tous les dispositifs triphasés fournissent la pleine puissance de sortie, même en cas de défaillance en phase continue.

La réserve de puissance POWER BOOST démarre les charges avec des courants d'appel élevés et assure un déclenchement fiable des fusibles.

La surveillance de la fonction préventive permet de diagnostiquer les états de fonctionnement inadmissibles et de minimiser les temps d'arrêt de votre système.

Une sortie de transistor active et un contact de relais flottant sont utilisés pour la surveillance à distance.

Tous les appareils UINT POWER sont à l'épreuve du ralenti et du court-circuit et sont disponibles avec une tension de sortie réglée et réglable de 12, 24 et 48 V DC avec des courants de sortie de 2,5, 5, 10, 20, 30 et 40A.

Les alimentations pour Ex Zone 2, les solutions sans coupure, les alimentations AS-i et les diodes unit complètent la gamme de produits.

III.12 Freelance (DCS) ABB:

Freelance est un système de contrôle distribué à part entière qui combine les avantages du DCS et du PLC, la faible encombrement d'un automate, ainsi que la fonctionnalité complète d'une DCS.

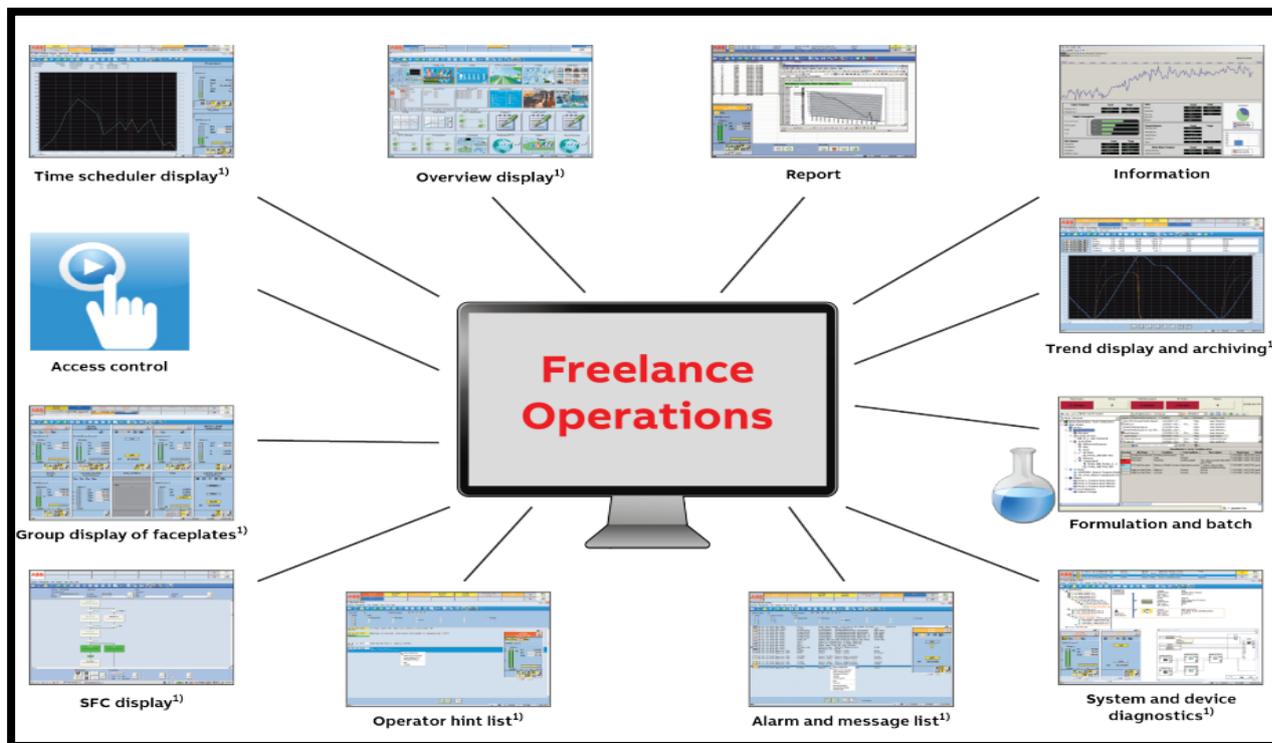


Figure III.22: Diagramme Freelance

L'environnement intégré simplifie l'ingénierie, la mise en service, la maintenance et la gestion des bus de terrain. L'interface opérateur intuitive permet un fonctionnement et un diagnostic faciles de tout le système.

III.12.1 Freelance Engineering (Control Builder F):

L'outil d'ingénierie du Freelance DCS, autrefois appelé Control Builder F, est utilisé pour la configuration hors ligne et en ligne des contrôleurs AC 900F, AC 800F, AC 700F et Freelance2000.

Il prend en charge les langages IEC 61131-3 (FBD, IL, LD, SFC et ST). Grâce à ces langages de programmation normalisés et à l'interface utilisateur graphique, la création de programmes d'application devient un jeu d'enfant.

Une bibliothèque de blocs de fonctions complète dotée de fonctions éprouvées et testées par l'industrie permet d'économiser des efforts de programmation et de test. Lors de l'ajout d'un bloc fonctionnel pour la station de traitement, la face avant associée est créée au niveau opérateur. Vos programmes d'application sont officiellement vérifiés pour l'exhaustivité et la cohérence.

Freelance Engineering dispose d'un support intégré pour le FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS-DP et la configuration de l'appareil via FDT / DTM et par lequel il prend facilement en charge la gestion des actifs intégrée

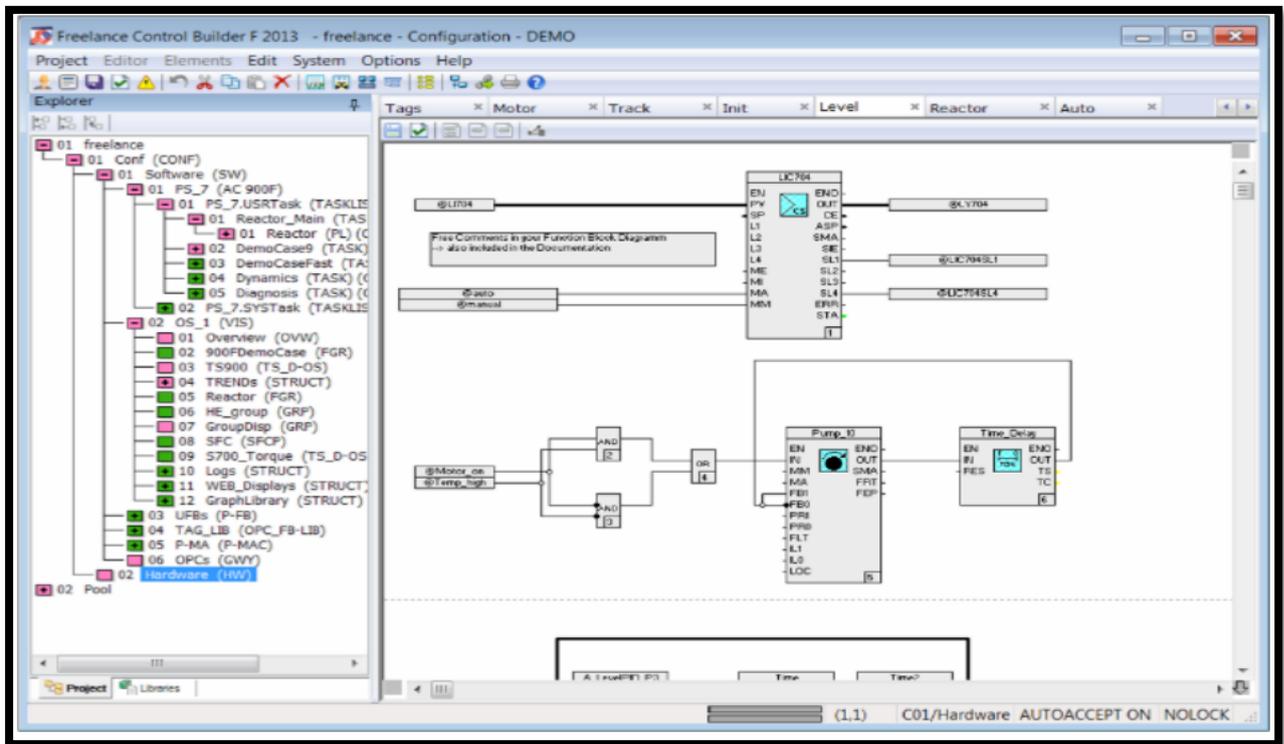


Figure III.23: Control Builder F interface.[2]

III.12.2 Freelance Operations DigiVis (Constructeur HMI) :

Freelance Operations, également connu sous le nom de DigiVis, est l'interface opérateur standard ou HMI pour le Freelance DCS. Il répond à toutes les exigences standard relatives au fonctionnement du procédé à un prix attractif.

Les Opérations Freelance, l'IHM pour le DCS Freelance, est basée sur Microsoft Windows en tant qu'interface graphique utilisateur. Il améliore la facilité d'utilisation et la performance du fonctionnement du procédé. Entre autres, Freelance Operations propose les options d'IHM suivantes:

- Plaques frontales clairement structurées pour les interventions de l'opérateur, qui peuvent également être combinées comme requis dans les affichages de groupe
- Affichage des tendances incluant les données historiques et l'archivage à long terme
- Pages d'alarme pour des zones d'usine spécifiques, contrôle de sequence Affichages, journaux de changement, journaux d'événements et archivage des donnée
- La configuration HMI est entièrement intégrée dans Freelance Engineering, ce qui économise l'effort d'ingénierie.

III.13: Architecture DSC ABB (system overview)

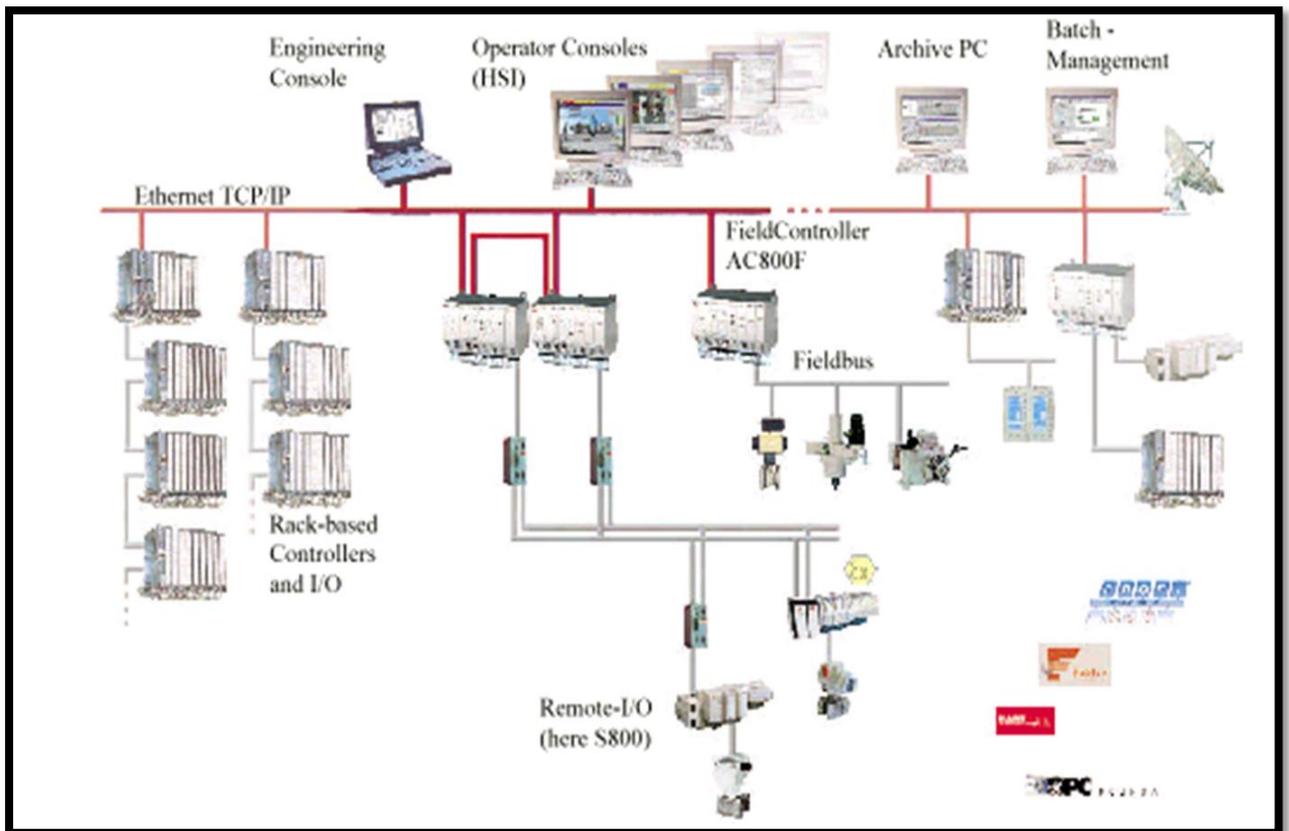


Figure III.24 Architecture DSC ABB (system overview)

III.14 CONCLUSION :

D'après ce qui précédé L'automate programmable AC 800F est plus développée que les autres automates, il a une structure modulaire très simple et son câblage est aisé. Autrement dit, cette automate est mise spécialement pour le DCS. En plus de ca, le logiciel de contrôle Builder F (CBF) est très important dans l'utilisation de L'automate programmable AC 800F.

A decorative orange border with rounded corners and small circular accents at the top-left and top-right, resembling a scroll or a frame.

Chapitre IV

Simulation et interprétations des résultats

IV.1 : Introduction

L'optimisation des performances DCS ABB pour le réglage de la boucle de contrôle réduit le temps entre le diagnostic des problèmes potentiels de boucle de contrôle PID et le réglage des boucles pour résoudre le problème.

Il utilise les données de contrôle déjà collectées, analysées et stockées pour identifier rapidement les problèmes, de sorte qu'un réglage correctif puisse avoir lieu pour garantir l'utilisation complète du système de contrôle et la disponibilité du processus de production.

Il donne aux ingénieurs de procédés la possibilité de créer des modèles précis pour prédire les événements, afin qu'ils puissent réduire ou éliminer les tests fonctionnels de processus potentiellement perturbateurs dans le réglage de la boucle de contrôle.[12]

IV.2 : Classification des méthodes d'optimisation :

les différentes méthodes d'optimisation peuvent être classées en deux principaux groupes:

- ✓ **Les méthodes déterministes**
- ✓ **les méthodes stochastiques.**

Les premières, comme leur nom l'indique, ne laissent aucune place au hasard et conduiront pour un contexte initial donné à une même solution finale. Pour ces méthodes, l'exploration de l'espace des solutions se fait grâce à la connaissance d'une direction de recherche qui peut être donnée par le gradient. Ce sont en général des méthodes efficaces, peu coûteuses, mais qui nécessitent en contrepartie une première solution connue proche de la solution optimale.

A l'opposé des méthodes déterministes, les méthodes stochastiques explorent l'espace des solutions grâce à des mécanismes de transitions aléatoires.

Ainsi, plusieurs exécutions successives de méthodes stochastiques, pourront conduire à des résultats différents (pour une même solution initiale). [13]

IV.3: La Commande PID

L'analyse et la commande d'un système consiste à comprendre son bon fonctionnement, son comportement physique. L'obtention des performances exigées pour un système de commande, nécessite à joindre au système commandé des organes extérieurs appelés régulateurs ou contrôleurs. D'autre part, les contrôleurs de type PID se révèlent suffisants pour résoudre un grand nombre de problèmes de contrôle, particulièrement lorsque la dynamique du système est bénigne et que les exigences en termes de performances sont modestes.

A ce propos, une étude de 1993, rapporte que sur plus de 2000 boucles de régulation, 95 % de celles-ci utilisaient des structures de type PID, la majorité de ces dernières étant en fait de type PI. Seulement 20 % de ces boucles de régulation fonctionnèrent correctement. Une des causes majeures de ces faibles performances consistait en un mauvais choix des paramètres du régulateur. Malgré l'emploi étendu du contrôleur PI, il n'existe pas de méthode de design universellement acceptée.

Anciennement, les contrôleurs de type PID étaient réglés de manière empirique, par exemple par les méthodes décrites par **Ziegler et Nichols**. Ces méthodes étaient basées sur la détermination de quelques caractéristiques de la dynamique du système. Les paramètres du contrôleur étaient alors exprimés en termes de ces caractéristiques par des formules simples.

Ce chapitre va introduire plusieurs notions sur les systèmes, à savoir, la notion d'un système asservi, notion de performances puis explique le principe de la commande classique PID ainsi que les différents types des régulateurs. [14]

IV.3.1 : Notion de système : Un système peut être défini comme un ensemble d'éléments exerçant collectivement une fonction déterminée. Un système communique avec l'extérieur par l'intermédiaire des grandeurs, fonctions du temps, appelées signaux. Un système peut être représenté schématiquement de la manière suivante (figure VI.1) :

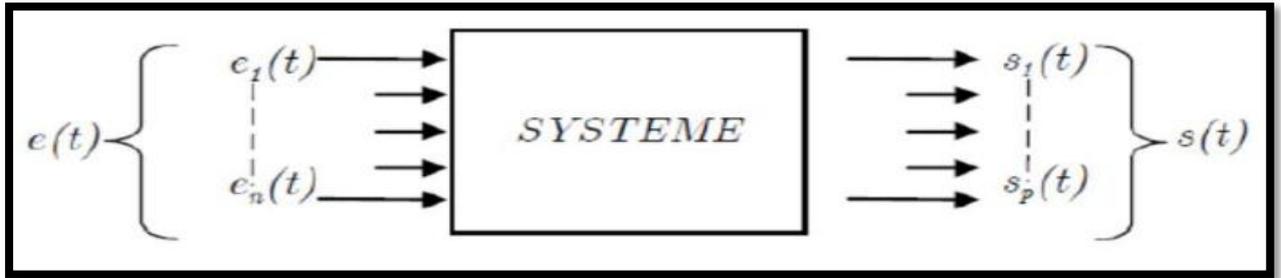


Figure. IV.1 : Modèle général d'un système

Où $e(t)$ est un ou plusieurs signaux d'entrée (excitation, cause ou sollicitation) et $s(t)$ est un ou plusieurs signaux de sortie (ou réponses), étant la variable temps. En général, ces signaux (d'entrée et de sortie) ne sont pas de même nature. Les grandeurs d'entrée sont les grandeurs qui agissent sur le système. Il en existe deux types

- Commandes : Celles que l'on peut maîtriser.
- Perturbations : Celles que l'on ne peut pas maîtriser.

Les signaux de sortie d'un système sont aussi appelés réponses du système. Pour observer les grandeurs de sortie, on utilise des capteurs. Les informations issues de ces capteurs va permettre d'élaborer la commande du système.

IV.3.2 : Notion de système en Boucle ouverte (BO) et en Boucle fermée (BF)

L'étude des systèmes est destinée à commander aux mieux les différents processus rencontrés. Il existe deux solutions pour commander un système, selon la relation entre le signal d'entrée et le signal de sortie : système en boucle ouverte et système en boucle fermée.

a) Système en boucle ouverte (BO) La commande en boucle ouverte

consiste à ajuster la commande directement à partir de la consigne sans tenir compte de la sortie. Une commande en boucle ouverte est rarement utilisée en pratique car elle est limitée et ne peut pas maîtriser les perturbations sur le système. Pour résoudre ce problème la commande en boucle fermée est exigée.

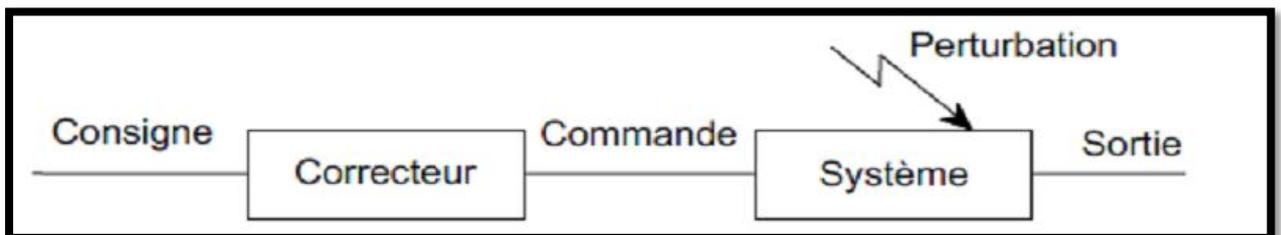


Figure. IV.2 : Commande en boucle ouvert

b) Système en boucle fermée (BF)

Le principe est de mesurer la sortie pour ajuster la commande par un régulateur. Ses objectifs se résument en :

- Rendre le système bouclé robuste aux variations du système
- Rejeter les perturbations. - Stabiliser les systèmes instables dans la BO.
- Améliorez les performances du système, à savoir : la précision, la rapidité et la stabilité.

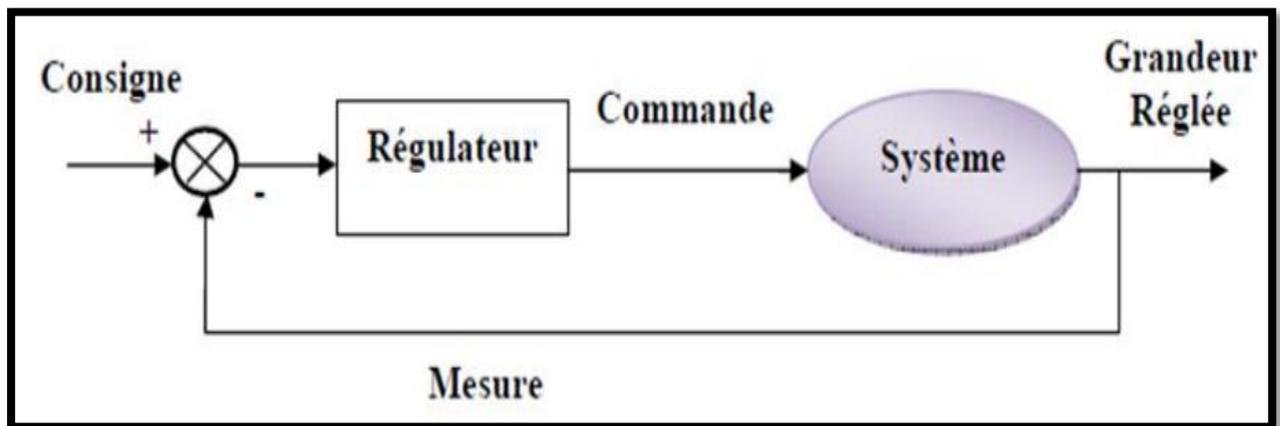


Figure. IV.3 : Commande en boucle fermée.

IV.3.3 Système asservi:

IV.3.3.1 Définition :

Le principe de base d'un asservissement est de mesurer, en permanence, l'écart entre la valeur réelle de la grandeur à asservir et la valeur de consigne que l'on désire atteindre, et de calculer la commande appropriée à appliquer à un (ou des) actionneur(s) de façon à réduire cet écart le plus rapidement possible Il est caractérisé par la présence de :

- ✓ **Chaîne directe** : Elle comprend des éléments amplificateurs et éventuellement, des convertisseurs de puissance, en liaison avec les sources d'énergie.
- ✓ **Chaîne de retour** : Elle est constituée d'éléments de précision généralement passifs , elles transmettent à l'entrée des informations sur les grandeurs de sortie. Ces informations sont comparées aux signaux d'entrée au moyen de comparateurs. Ces derniers calculent les différences ou écarts entre les signaux d'entrée et les informations issues des signaux de sortie.

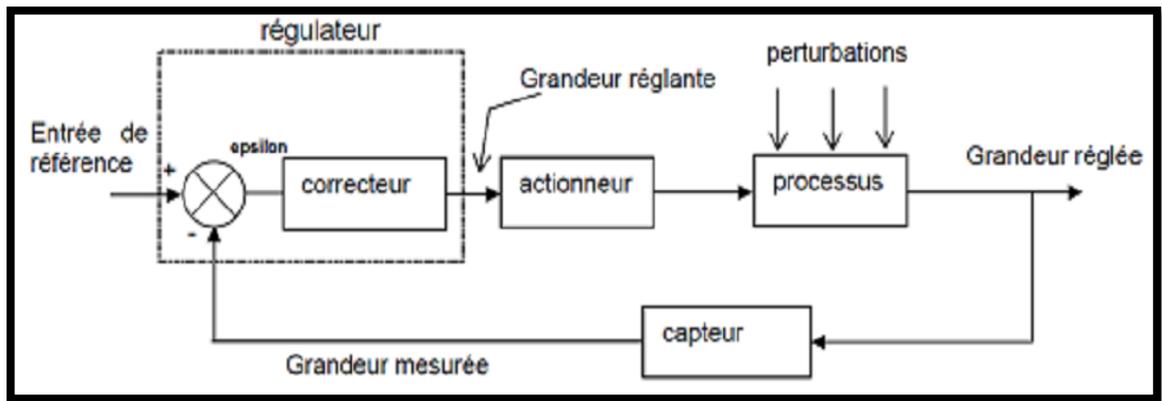


Figure. IV.4 : Schéma bloc d'un système asservi

IV.3.3.2 : Qualité d'un asservissement et performances d'un système [12]

Plusieurs paramètres caractérisent les performances d'un asservissement : la rapidité, la stabilité, le dépassement de la consigne et la précision,

- ✓ **Stabilité** : Un système est dit stable si et seulement si à une entrée bornée $e(t)$ correspond une sortie bornée $s(t)$. Cette définition permet de qualifier la stabilité des systèmes forcés.

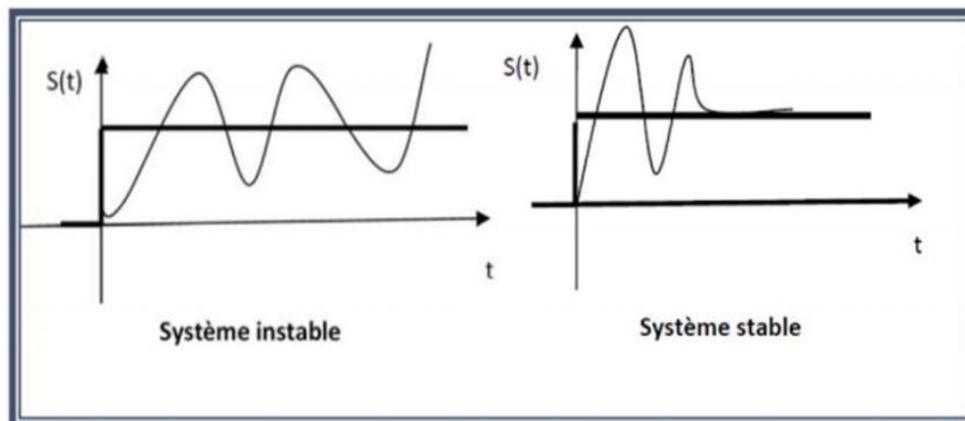


Figure. IV.5 : Stabilité du système

- ✓ **Rapidité** Elle se définit par la vitesse à laquelle une valeur stable en sortie est atteinte. Cette vitesse se caractérise par le temps de réponse. C'est le temps mis par la mesure pour atteindre sa valeur définitive à $\pm 5\%$ de sa variation tout en se maintenant dans cette zone des $\pm 5\%$. .. t_{r1} temps de reponse +5% t_{r2} temps de reponse -5%

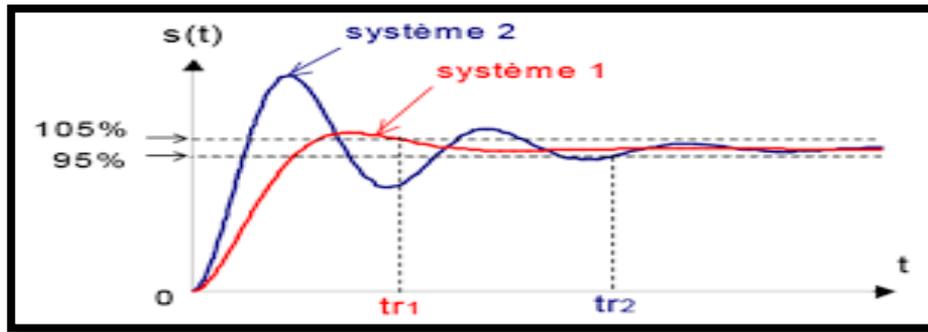


Figure. IV.6 : Rapidité du système

- ✓ **Précision** Il est naturel d'évaluer la précision d'un système régulé en comparant l'objectif atteint par rapport à celui exigé. La précision d'un système régulé se mesure donc par l'écart entre la consigne demandée et la mesure en régime permanent ; on parle alors de précision statique qui s'effectue en réalisant une variation rapide de consigne en amplitude et en mesurant la variation d'amplitude.

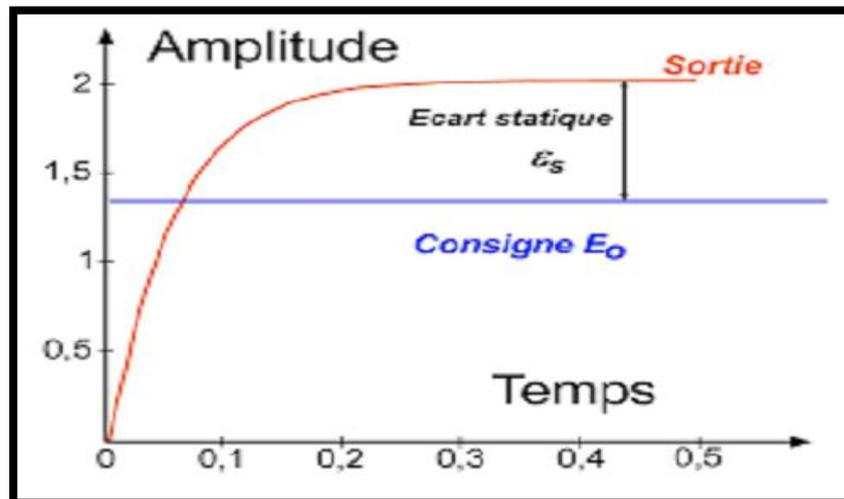


Figure. IV.7 : Précision d'un système.

- ✓ **Dépassement de la consigne :**

Il arrive que la réponse indicielle d'un système dépasse la valeur de la consigne, puis oscille avant de se stabiliser. Le dépassement représente l'écart entre la consigne et la valeur maximale atteinte. On exprime habituellement le dépassement en %.

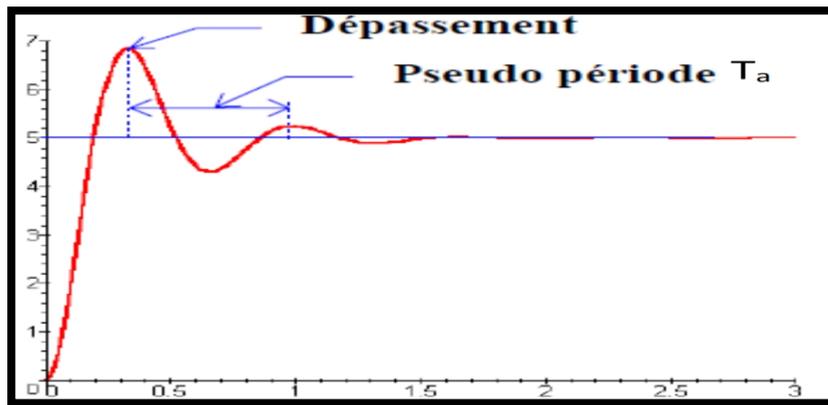


Figure. IV.8 Dépassement de la consigne

IV.4 : Les Contrôleurs PID [12]

IV.4.1. Définition :

Le Contrôleur PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé) est un système de régulation (boucle fermée), qui calcul la commande en fonction de l'erreur entre la consigne et la sortie . Son rôle est d'assurer que la réponse présente des caractéristiques dynamiques et stationnaires convenables.

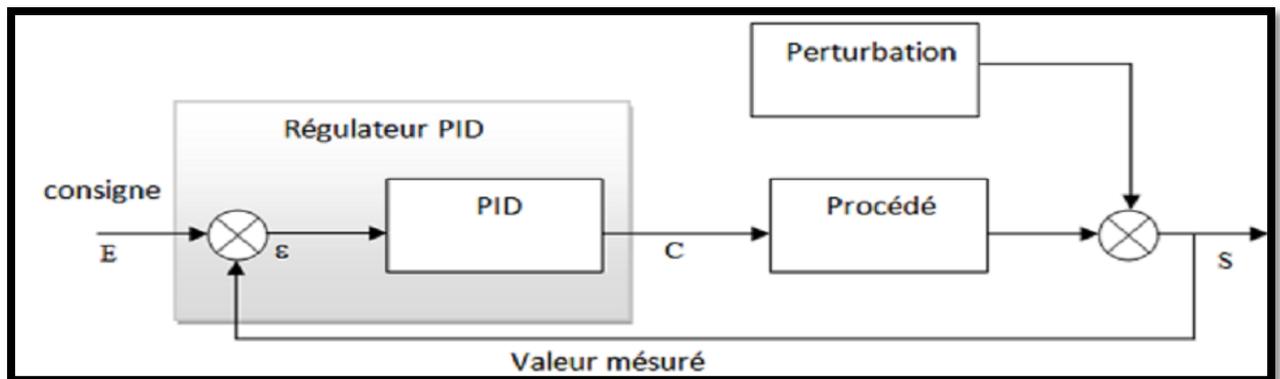


Figure. IV.9 : Asservissement par un régulateur PID

On peut juger le contrôleur selon les critères suivants :

- ✓ Le contrôleur doit être capable de maintenir la variable commandée à sa consigne.
- ✓ Le système en boucle fermée doit être asymptotiquement stable.
- ✓ L'influence des perturbations doit être minimale.
- ✓ Les réponses à des variations de consigne doivent être rapides et douces.
- ✓ Une action de commande excessive doit être évitée.
- ✓ Le système de commande doit être robuste : il doit être insensible aux variations du procédé et aux erreurs du modèle du procédé.

VI.4.2. Types de contrôleurs PID :

Les régulateurs standards les plus utilisés dans l'industrie sont les régulateurs de la famille PID (proportionnel, intégral, dérivé), car ils permettent de régler à l'aide de ses paramètres les performances (précision, rapidité, dépassement...) du système commandé. L'adaptation d'un régulateur PID aux différents systèmes s'effectue par le réglage de ses paramètres :

- ✓ Paramètre K_p pour le réglage de l'action intégrale
- ✓ Paramètre K_i pour le réglage de l'action intégrale.
- ✓ Paramètre K_d pour le réglage de l'action dérivée.

$$u(t) = K \cdot e(t) \dots\dots\dots (IV.1)$$

$$c(p) = U(p)/E(p) = K(p) \dots\dots\dots (IV.2)$$

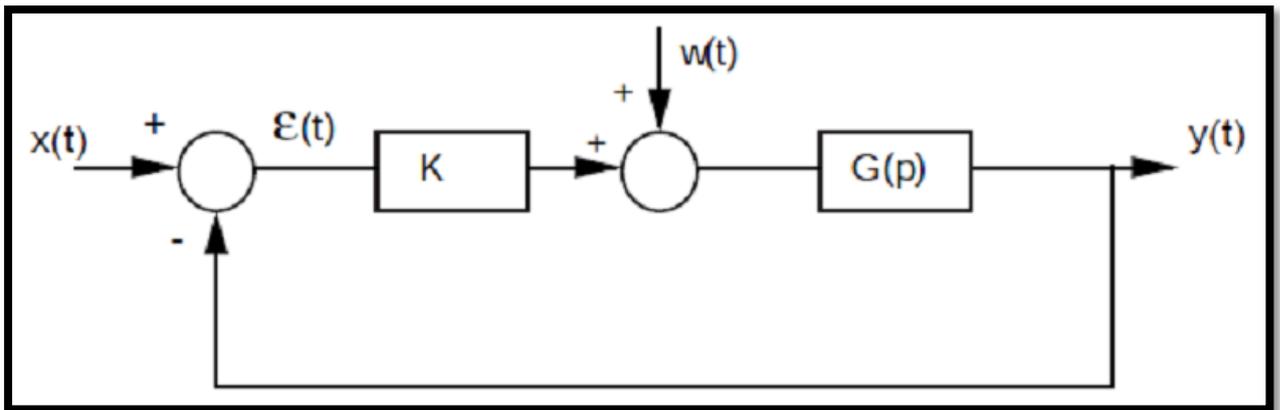


Figure IV.10 : Commande proportionnelle P.

L'effet d'une augmentation du gain entraîne une diminution de l'erreur statique, et rend le système plus rapide mais engendre l'instabilité du système.

IV.4.2.1 : Correcteur proportionnel – intégrale (PI)

L'action proportionnelle est une fonction qui fait varier le signal de sortie du régulateur proportionnellement à l'écart entre la mesure et la consigne. Le correcteur intégral est fréquemment combiné au correcteur proportionnel pour améliorer le régime permanent et le régime transitoire. Cette combinaison est appelée correcteur proportionnel-intégral.

Le coefficient de proportionnalité, appelé gain du régulateur, est obtenu par le réglage du paramètre du régulateur.

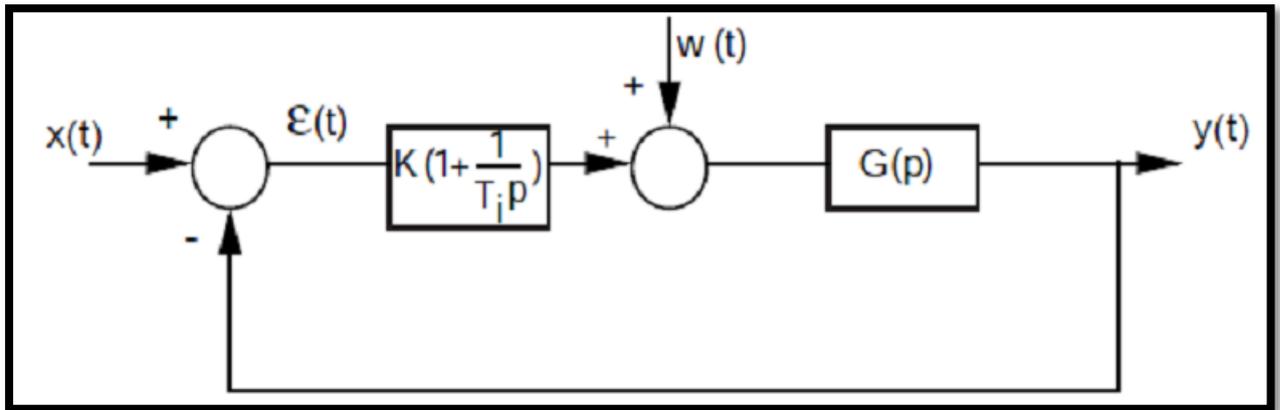


Figure IV.11 : Commande proportionnelle-intégrale PI.

L'équation dans le domaine temporel de ce correcteur est écrite par l'expression :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \dots \dots \dots (IV.3)$$

Où $e(t)$; $u(t)$; K_p et K_i désignent respectivement l'erreur à l'instant t , la commande générée et les gains du correcteur. La fonction de transfert du contrôleur correspondante est donnée par :

$$C(p) = K_p + \frac{K_i}{p} = K_p \left(1 + \frac{1}{Ti p} \right) \dots \dots \dots (IV.4)$$

Avec : $Ti = K_p / K_i$

L'introduction d'un correcteur PI permet d'améliorer la précision et de rejeter les perturbations de type échelon. Par contre, ce type de correcteur possède certaines limitations sur l'amélioration de la rapidité et peut même introduire une instabilité du système en boucle fermée.

IV.4.2.2 : Correcteur proportionnel – dérivée (PD)

L'inconvénient majeur du correcteur dérivé est son insensibilité aux variations lentes de l'erreur. Pour cette raison, ce type de correcteur n'est jamais utilisé seul. La solution permettant de minimiser cet inconvénient est de le combiner au correcteur proportionnel. Nous représentons le correcteur PD dans le domaine du temps par l'équation suivante :

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots \dots \dots (IV.5)$$

K_d : Gain de l'action dérivée. La fonction de transfert correspondante est :

$$C(p) = K_p + K_{dp} = K_p (1 + T_d p) \dots\dots\dots (IV.6)$$

Avec: $T_d = K_d / K_p$

Ce type de correcteur possède la structure suivante :

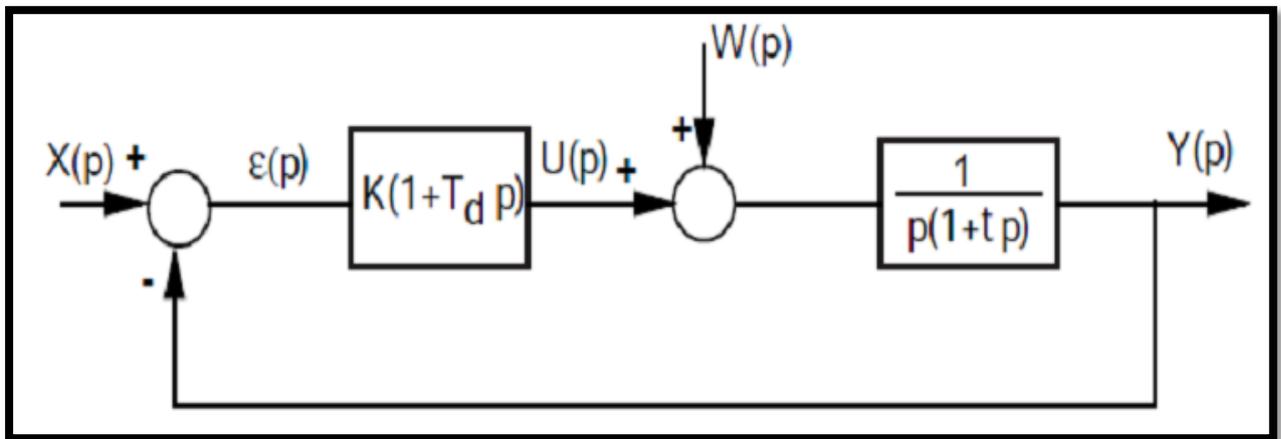


Figure IV.12 : Commande proportionnelle-dérivée PD.

Cette action n'a pas d'effet que lorsqu'il y a variation de l'erreur, elle n'a aucun effet sur le fonctionnement en régime permanent. Les correcteurs PD permet donc d'améliorer le régime transitoire .

IV.4.2.3 : Correcteur proportionnel - intégrale – dérivée

Les termes proportionnel et intégral peuvent amener un dépassement de la consigne et des oscillations. Cela implique pour le moteur par exemple des inversions de polarité, ce qui est loin d'être idéal. Pour limiter ce phénomène indésirable, on introduit un troisième élément qui est le terme dérivé. Son action va dépendre du signe et de la vitesse de variation de l'erreur, et sera opposée à l'action proportionnelle. Elle devient prépondérante aux abords de la valeur demandée lorsque l'erreur devient faible, que l'action du terme proportionnel faiblit et que l'intégrale varie peu : elle freine alors le système, limitant le dépassement et diminuant le temps de stabilisation.

Le schéma général de la boucle fermée est donné par :

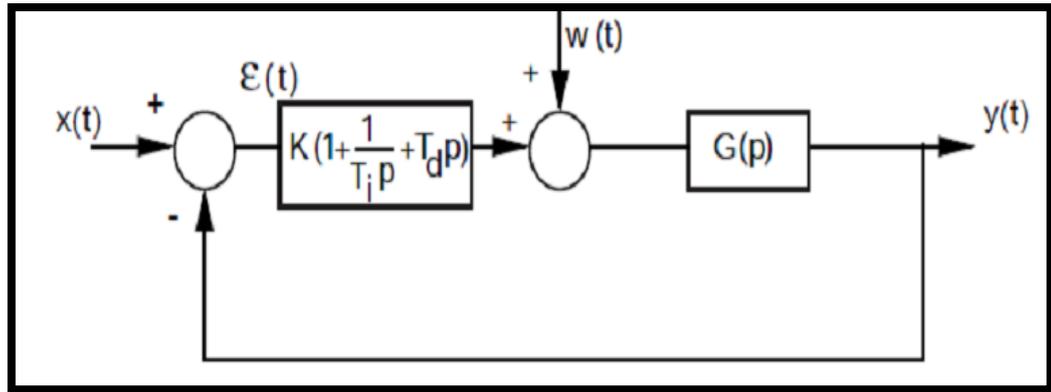


Figure IV.12 : La Commande PID

L'intérêt du correcteur PID est d'intégrer les effets positifs des trois correcteurs précédents. La détermination des coefficients K_p , K_i , K_d du correcteur PID permet d'améliorer à la fois la précision (K_p et K_d), la stabilité (K_d) et la rapidité (K_p , K_d). Le réglage d'un PID est en général assez complexe, des méthodes pratiques de réglages permettent d'obtenir des bons résultats .

Il est régi par la relation suivante :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(IV.7)$$

Sa fonction de transfert est donnée par :

$$C(p) = K_p + \frac{K_i}{p} + K_d p = K_p \left(1 + T_d p + \frac{1}{p} \right) \dots\dots\dots(IV.8)$$

En général, on a les qualités suivantes du correcteur PID

- ✓ L'action proportionnelle est souvent utilisée pour la rapidité du système bouclé.
- ✓ L'action intégrale est employée pour améliorer l'erreur en régime permanent.
- ✓ L'action dérivée assure l'amélioration de la stabilité.

IV.4.3 : Les différentes structures du PID [13]

Différentes possibilités d'associations des modules P, I et D existent. Ces structures sont fonctionnellement équivalentes, et il est facile de convertir les coefficients utilisés dans l'une Pour obtenir ceux d'une autre. Les trois configurations les plus utilisées sont :

IV.4.3.1. La structure série

La transformée de Laplace de la loi de commande est de la forme :

$$C(t) = e(p) \cdot K_p \cdot \left[K_i \cdot \frac{1}{p} \right] \cdot [K_d \cdot p] \dots\dots\dots(IV.9)$$

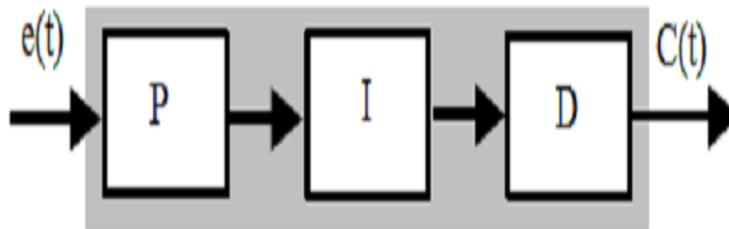


Figure. IV.13 : La structure série.

IV.4.3.2 : La structure parallèle : La loi de commande est de la forme :

$$C(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(IV.10)$$

$$C(p) = K_p e(p) + K_i \cdot \frac{e(p)}{p} + K_d \cdot p \cdot e(p) \dots\dots\dots IV.11$$

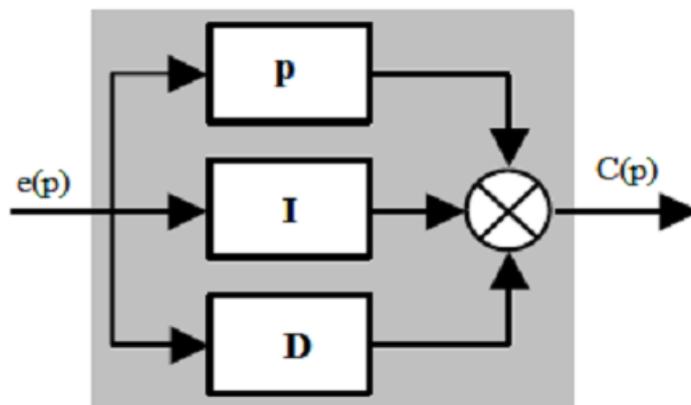


Figure. IV.14 : La structure parallèle

IV.4.3.3 : La structure mixte

D'après la transformée de Laplace, La loi de commande est de la forme :

$$C(p) = K_p \cdot e(p) \cdot [K_i \cdot \frac{1}{p} + K_d \cdot p] \dots \dots \dots (IV.12)$$

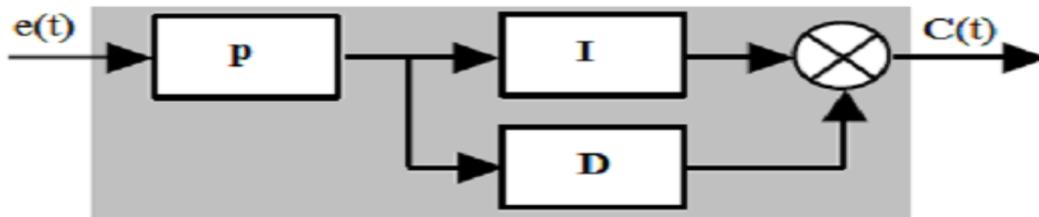


Figure. IV.15 : La structure mixte

IV.4.4 : Réglage d'un contrôleur PID (Tuning a PID Controller).

- ✓ Le modèle de système est requis pour les techniques que nous avons étudiées (Root Locus, Bode Plots).
- ✓ Les modèles de système peuvent être déterminés à l'aide de techniques d'identification de système, telles que la sortie de mesure pour une entrée d'impulsion ou de pas.
- ✓ Les méthodes de conception de contrôle traditionnelles sont moins appropriées si le système est inconnu .

IV.4.5: L'effets des paramètres PID sur la dynamique du système

1-**Temps de montée** : le temps nécessaire pour que la sortie de la centrale y monte au-delà de 90% du niveau souhaité pour la première fois.

2-**Dépassement** : combien le niveau de crête est supérieur à l'état d'équilibre, normalisé par rapport à l'état d'équilibre.

3-**Temps de stabilisation** : le temps nécessaire au système pour converger vers son état stationnaire.

4-**Erreur en régime permanent** : la différence entre la sortie en régime permanent et la sortie souhaitée.

IV.4.5.1: Résumé des effets respectifs des actions P, I, et D

| Action | Avantage | Désavantage |
|--------|---|--|
| P | dynamique | ne permet pas d'annuler une erreur statique |
| I | annulation d'erreur statique, amélioration de la robustesse | action lente, ralentit le système (effet déstabilisant) |
| D | action très dynamique, améliore la rapidité (effet stabilisant) | sensibilité aux bruits forte sollicitation de l'organe de commande |

Tableaux IV.1 Résumé des effets respectifs des actions P, I, et D

IV.5 : Identification d'un système à partir de ses réponses temporelles

L'objectif est d'obtenir la fonction de transfert d'un système à partir de sa réponse temporelle, en exploitant les informations contenues dans cette dernière.

VI.5.1 : Systèmes du 1^{ère} ordre

Un système du premier ordre d'entrée $e(t)$ et de sortie $y(t)$, est décrit par une équation différentielle du type :

$$\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = K e(t) \dots \dots \dots (IV.13)$$

Sa fonction de transfert est donnée par :

$$\frac{k}{1 + \tau \cdot s} \quad \text{Avec : } k \text{ le gain statique et la constante de temps} \dots \dots \dots (IV.14)$$

✓ **Réponse indicielle**

On appelle réponse indicielle, la sortie d'un système dont l'entrée est un échelon unitaire. La réponse indicielle nous renseigne sur le comportement du système en régime transitoire.

Identification d'un système du premier ordre à partir de sa réponse indicielle Si on injecte un échelon unitaire à l'entrée d'un système du premier ordre, sa réponse indicielle sera donnée par :

$$y(t) = k \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad \text{Avec : } \lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = k \dots \dots \dots (IV.15)$$

La figure suivante montre la réponse indicielle typique d'un système du premier ordre :

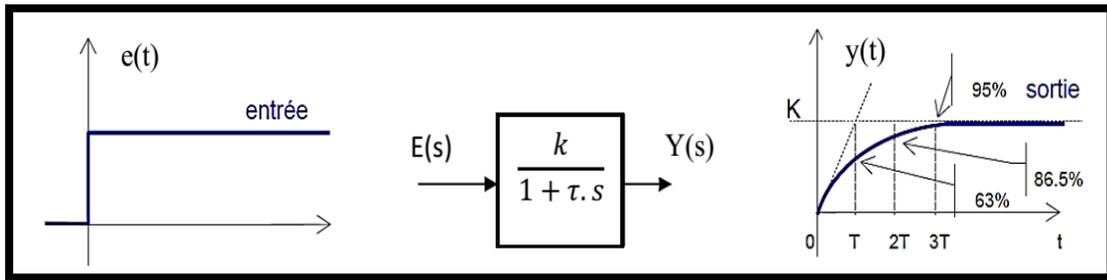


Figure IV.16. Réponse indicielle d'un système du premier ordre

On constate que la sortie $s(t)$ atteint pratiquement le régime permanent au bout d'un temps qui dépend de la constante de temps. Cette dernière caractérise la rapidité du système à atteindre son régime permanent. La constante de temps est mesurée lorsque le système atteint 63% de la variation totale de la sortie.

VI.5.2 : Système du 2^{ème} ordre

Un système est dit du second ordre si la relation entre son entrée et sa sortie est une équation différentielle du 2^{ème} ordre. La forme générale de l'équation différentielle d'un système du deuxième ordre d'entrée $e(t)$ et de sortie $y(t)$ est :

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 2mw_0 \frac{dy(t)}{dt} + w_0^2y(t) = kw_0^2e(t) \dots\dots\dots (IV.16)$$

Avec :

- K gain statique
- m coefficient d'amortissement (parfois noté ξ)
- w_0 pulsation propre non amortie

La fonction de transfert d'un système du deuxième ordre est déduite en appliquant la transformée de Laplace à l'équation différentielle précédent

$$\frac{k}{1 + \frac{2m}{w_0} \cdot s + \frac{1}{w_0^2} s^2} \dots\dots\dots (IV.17)$$

✓ : Réponse indicielle 2^{ème} ordre

La réponse à un échelon d'un système du 2^{ème} ordre, dépend des pôles de $F(s)$, et donc du coefficient d'amortissement m . Pour une entrée échelon d'amplitude $E0$: $e(t)=E0.u(t)$ ou Si $m > 1$ (système bien amorti)

Pour ($m < 1$) on parle d'un système à faible amortissement, les pôles sont complexes conjugués,

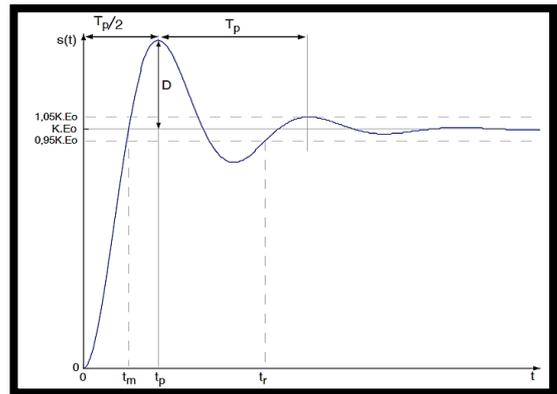
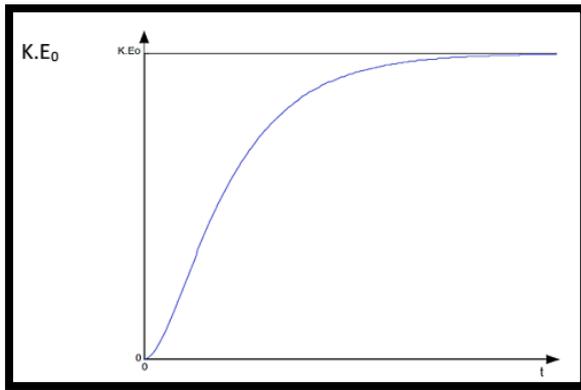


Figure IV.17. système du deuxième ordre ($m > 1$) **Figure IV.18** système du deuxième ordre ($m < 1$)

- le régime permanent est : $y(t) = K.E0$

D : Dépassement

T_p pseudo-période des oscillations t_m : temps de montée t_p : temps de pic t_r : temps de réponse 5%

IV.6 : Méthodes de synthèse du régulateur PID [20]

Il y a plusieurs de méthodes qui permettent de calculer les paramètres du régulateur PID Comme :

- ✓ - La méthode de Ziegler-Nichols,
- ✓ - La méthode de Halman
- ✓ - La méthode de Naslin
- ✓ - La méthode du lieu de Nyquist inverse
- ✓ - La méthode de Cohen-Coon.

IV.6.1 : Méthodes de réglages des paramètres du régulateur PID :

Par un choix des actions et de leurs paramètres, il est possible d'obtenir un comportement désiré en boucle fermée, traduisant les performances souhaitées et formulées dans un cahier des charges.

De manière qualitative, les critères à satisfaire sont les suivants :

- Les effets de perturbations doivent être minimisés ou encore mieux, ils doivent être effacés complètement et ce, le plus rapidement possible.
- Les changements de consigne doivent être suivis rapidement et avec une bonne précision.

De manière quantitative, il s'agit de proposer les actions (P I D) du régulateur et de fixer les valeurs à donner aux paramètres (K_p , T_i , T_d) répondant le mieux possible aux spécifications d'un cahier des charges.

Le problème de la détermination des régulateurs est connu par la synthèse des systèmes bouclés. Les méthodes de synthèse sont très nombreuses et une classification rigoureuse n'est pas une tâche facile. Néanmoins, on distingue dans le cadre de ce cours les deux types de méthodes :

1- Les méthodes dites empiriques ne nécessitant pas une connaissance parfaite du modèle du procédé à commander. Les paramètres du régulateur seront calculés à partir des observations expérimentales sur le procédé (Relevé de la réponse indicielle par exemple). L'intérêt majeur de ces méthodes réside dans leur simplicité. Elles sont largement utilisées dans le domaine industriel et elles sont dans la plus part des cas suffisantes mais ne permettent pas un réglage fin.

2- Les méthodes basées sur la connaissance du modèle du système sous forme de fonction.[15]

IV.6.2 : Méthode de Ziegler -Nichols :

En 1942, Ziegler et Nichols ont proposé deux approches heuristiques basées sur leur expérience et quelques simulations pour ajuster rapidement les paramètres des régulateurs P, PI et PID. La première méthode nécessite l'enregistrement de la réponse indicielle en boucle ouverte, alors que la deuxième demande d'amener le système bouclé à sa limite de stabilité. Il est important de souligner que ces méthodes ne s'appliquent en général qu'à des systèmes sans comportement oscillant et dont le déphasage en hautes fréquences dépasse -180 degrés. Ces systèmes possèdent

souvent un retard pur et/ou plusieurs constantes de temps. On les rencontre surtout dans les processus physico-chimiques tels que les réglages de température, de niveau, de pression, etc..

Cette méthode est basée sur la connaissance du point critique du diagramme de Nyquist du procédé. Les paramètres du régulateur PID en fonction des caractéristiques et sont donnés.

IV.6.3 Avantages et Inconvénients de la méthode de Ziegler-Nichols [22]

✓ **Avantage**

Parmi les avantages les plus importants, on cite

- ✓ Facilité à mettre en œuvre (physiquement et au point de vue Calcul).
- ✓ Possibilité de le tester sur le système en production (correspond à la réalité).

✓ **Inconvénient**

- ✓ Le système peut devenir instable ou passer dans des états Dangereux.
- ✓ Peut prendre beaucoup de temps si le système réagit très Lentement.
- ✓ Difficulté du réglage des systèmes multi-variables et fortement non linéaire.

IV.6.4 : Méthodes empiriques de Ziegler&Nichols :

Ziegler et Nichols ont proposé deux approches expérimentales destinées à fixer rapidement les paramètres des régulateurs P, PI et PID. La première nécessite l'enregistrement de la réponse indicielle du système à régler, alors que la deuxième exige d'amener le système en boucle fermée à sa limite de stabilité.

IV.6.4.1 : 1^{ère} Méthode de Ziegler&Nichols en boucle ouverte

a- Mode opératoire:

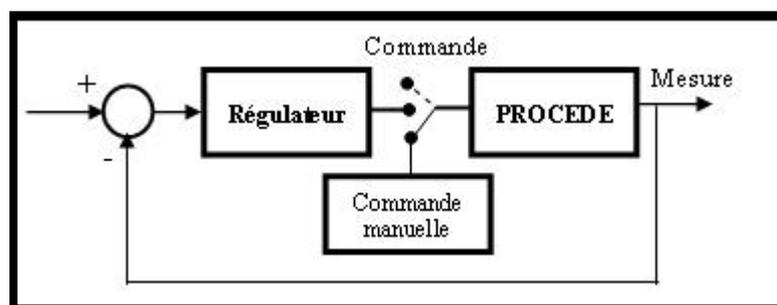


Figure : IV.19 boucle ouverte

* Le régulateur est en mode automatique et la boucle est dans état stabilisé. La sortie du régulateur indique une commande u_0 et la sortie du procédé indique une valeur y_0 .

* On affiche la valeur u_0 sur le module de la commande manuelle.

* On met le régulateur en mode manuel c'est-à-dire qu'il est déconnecté de la boucle.

* On envoie une variation constante du signal de commande sur l'entrée procédé et on enregistre sur une table traçante la variation du signal de mesure à la sortie du procédé.

Il s'agit donc de l'enregistrement de la réponse indicielle du procédé seul.

b- Exploitation de la réponse indicielle :

Sur l'enregistrement de la réponse indicielle, on trace le mieux possible la tangente au point d'inflexion Q de la courbe. On mesure ensuite le temps T_u correspondant au point d'intersection entre l'axe des abscisses et la tangente ainsi que le temps T_a « temps de montée de la tangente ».

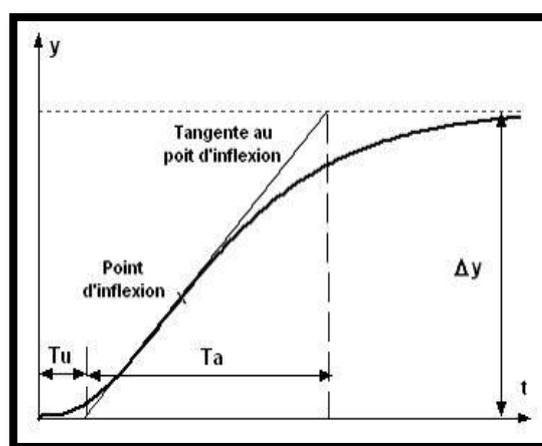


Figure: IV.20 la réponse indicielle BO[15]

c- Réglage du régulateur PID

Ziegler&Nichols proposent de calculer les paramètres du régulateur P, PI ou PID à l'aide des recommandations suivantes:

| Réglage des paramètres | | | |
|--|-------------------------|------------|-----------|
| Régulateur | K_p | T_i | T_d |
| P: $R(p) = K_p$ | $T_a/T_u * K$ | ∞ | * |
| PI: $R(p) = K_p(1 + \frac{1}{T_i p})$ | $\frac{T_a 0.9}{T_u K}$ | $3.33 T_u$ | * |
| PID: $R(p) = K_p(1 + T_d p + \frac{1}{T_i p})$ | $\frac{T_a 1.2}{T_u K}$ | $2.0 T_u$ | $0.5 T_u$ |

Tableau . IV.2 Ziegler-Nichols en BO. [15]

IV.6.4.2 : 2ème Méthode de Ziegler&Nichols en boucle fermée.

a- Mode opératoire

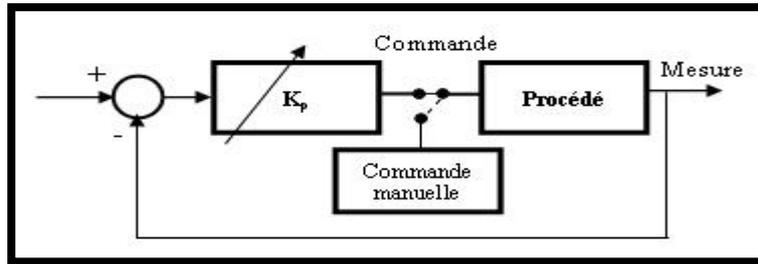


Figure: IV.21 boucle fermée

Le régulateur est en mode automatique avec une faible valeur de K_p . Les actions I et D sont inhibées en mettant $T_i = T_{i\max}$ et $T_d = 0$.

On relève le gain limite (K_{pc}) conduisant au pompage de la boucle et la période des oscillations T_c correspondant à ce fonctionnement à partir de n'importe quel point d'observation (sortie du régulateur, sortie du procédé..).

b- Exploitation du résultat de pompage de la boucle :

On augmente progressivement le gain K_p du correcteur proportionnel agissant seul jusqu'à l'obtention de la juste oscillation de la boucle (pompage).

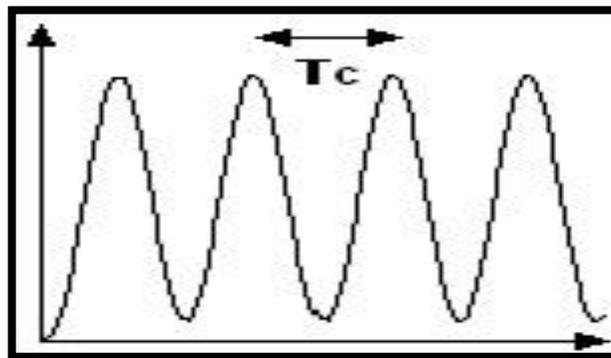


Figure : IV.22 Résultat de pompage de la boucle fermée

c- Réglage du régulateur PID :

Ziegler & Nichols proposent de calculer les paramètres du régulateur choisi à l'aide des recommandations suivantes.

| Régulateur | K_p | T_i | T_d |
|------------|---------------|------------|------------|
| P | $0.5 K_{pc}$ | ∞ | - |
| PI | $0.45 K_{pc}$ | $0.83 T_c$ | - |
| PID | $0.6 K_{pc}$ | $0.5T_c$ | $0.125T_c$ |

Tableau. IV.3 Ziegler-Nichols en BF.[15]

On note au passage que les deux méthodes de Ziegler&Nichols conduisent à des valeurs très proches pour les paramètres du régulateur et par conséquent les performances seront similaires.

En effet, les réponses indicielles en boucle fermée sont données par les figures suivantes avec une consigne égale à 1 .

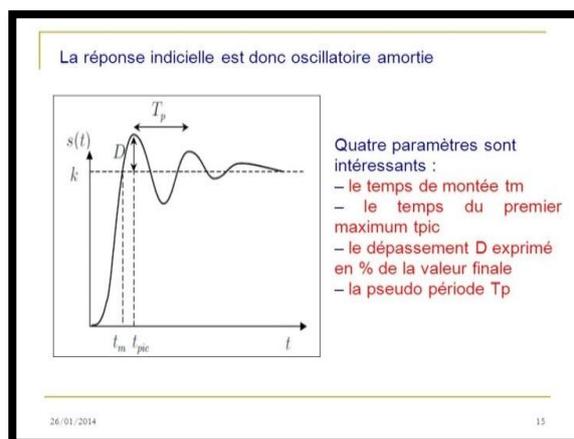
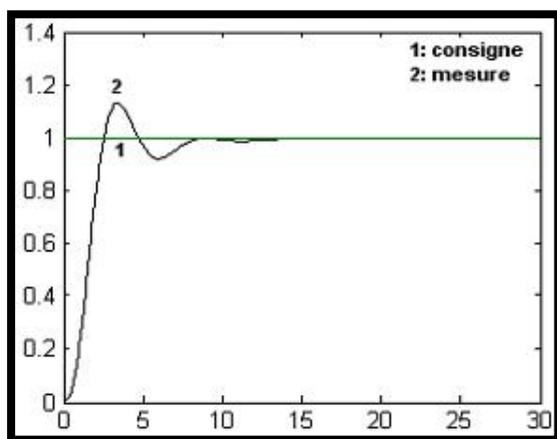


Figure. IV.23 Réponse indicielle en BF

IV.6.5 : Application de la méthode de Ziegler-Nichols :

Notre travail à la raffinerie d'Adrar consiste à appliquer cette méthode sur une boucle de régulation FICA 10902 située à (Descellement Électrique) dans l'Unité de distillation atmosphérique CDU.

L'image de tableaux display du Descellement Électrique sous DCS et la boucle de régulation de Débit **FICA 10902**

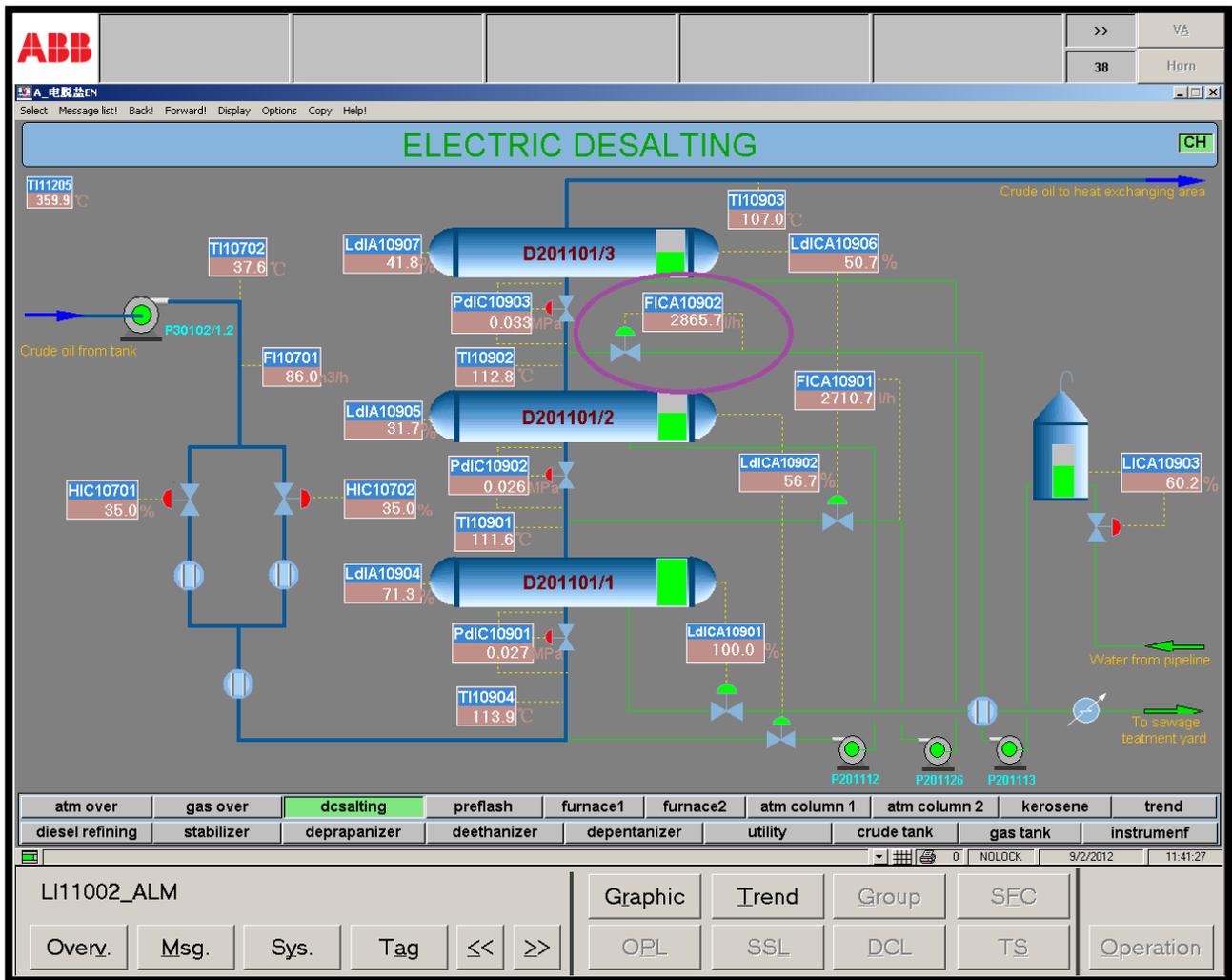


Figure IV.24 L'image du display boucle de régulation FIC 10902 en processus

IV 6.5.1 : 1^{ère} méthode de Ziegler-Nichols en boucle ouvert :

* Une illustration de cette démarche est donnée ci-dessous pour la réponse indicielle d'un procédé à un échelon unité.

* pour trouver une fonction de transfert nous avons pris du trend dans une salle de control DCS poste operateur (la courbe en boucle ouvert).

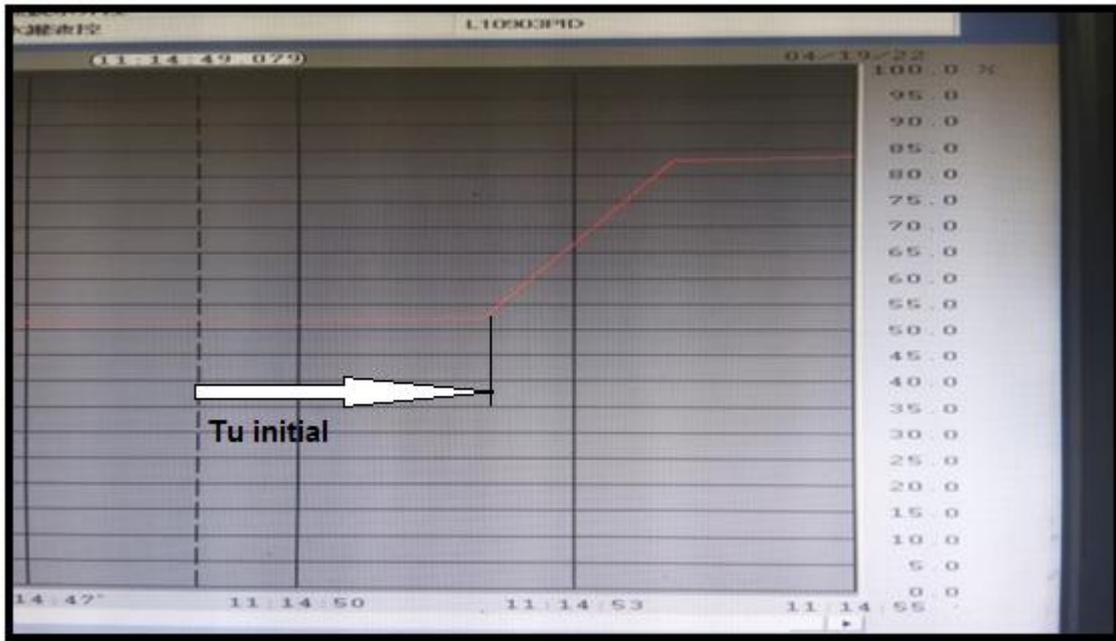


Figure: IV.25 le point initial de **Tu** « temps de retard » en BO FIC 10902
à 14h49min

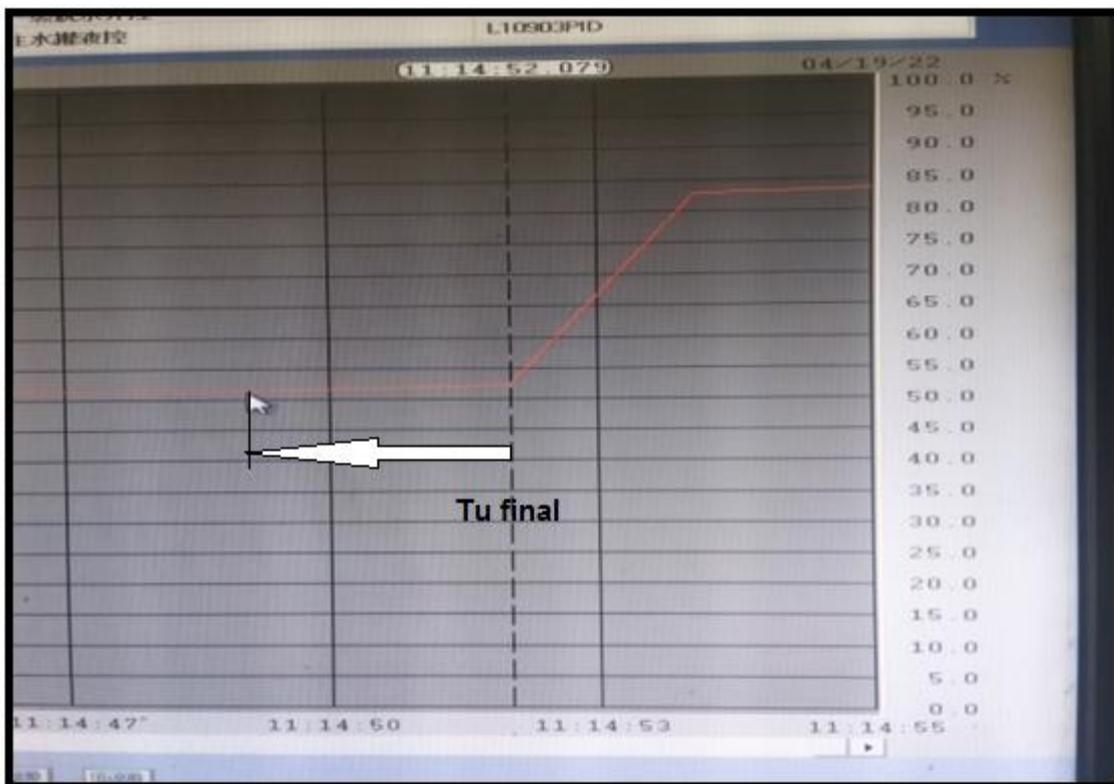


Figure: IV.26 le point final de **Tu** « temps de retard » en BO FIC 10902
à 14h52min **Tu= 3s** temps de retard

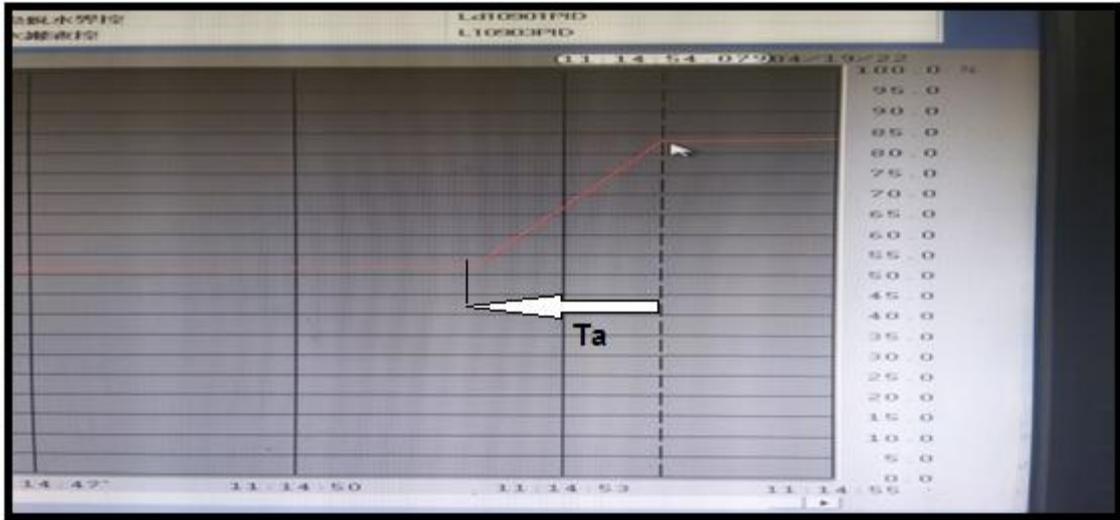


Figure IV.27 la coupe de temps T_a de réponse en BO FIC 10902

$T_a = 2s$ temps de montée de la tangente $T_a = 3\tau$ $\tau = \frac{T_a}{3}$

K : le gain statique $K = \Delta Y / \Delta U$ ΔY : valeur finale – valeur initiale 83-53

ΔU : ouverture de la vanne 50-10 $K=30/40$ $K= 0,75$

| Régulateur | K_p | T_i | T_d |
|------------|-------|-------|-------|
| PI | 0.8 | 10 | - |

Tableau : VI.4 Résultats de PI en boucle ouvert

IV.6.5.2: 2^{ème} Méthode Ziegler-Nichols en boucle fermée:

Une illustration de cette démarche est donnée ci-dessous pour le résultat du pompage :

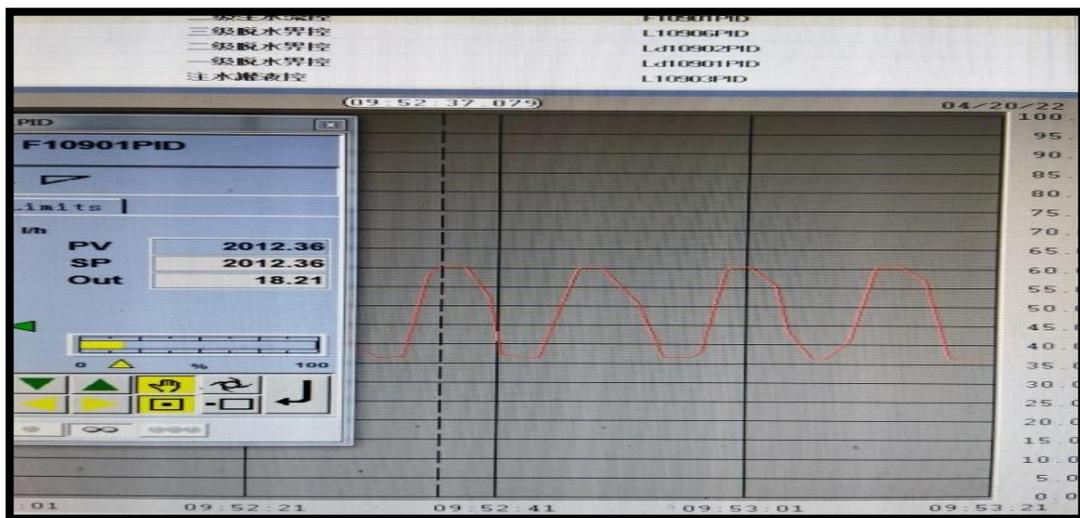


Figure IV.28 Résultat de pompage en BF 52h32

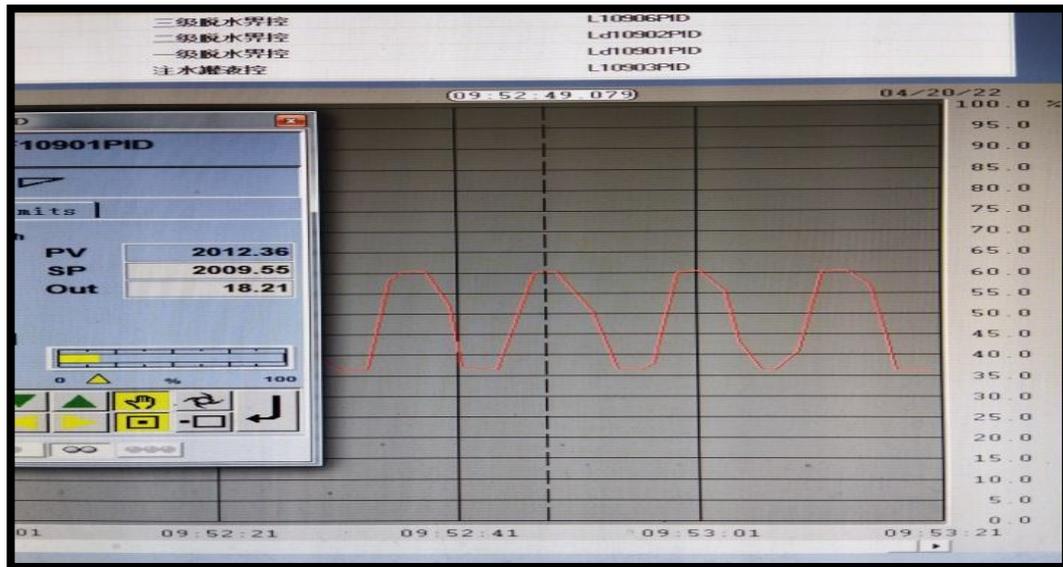


Figure IV.29 Résultat de pompage en BF 52h49

On a les résultats du pompage suivants: $K_{pc} = 2.7$. $T_c = 12s$

| Régulateur | K_p | T_i | T_d |
|------------|-------|-------|-------|
| PI | 1.2 | 9.96 | - |

Tableau :IV.4. Résultats du pompage

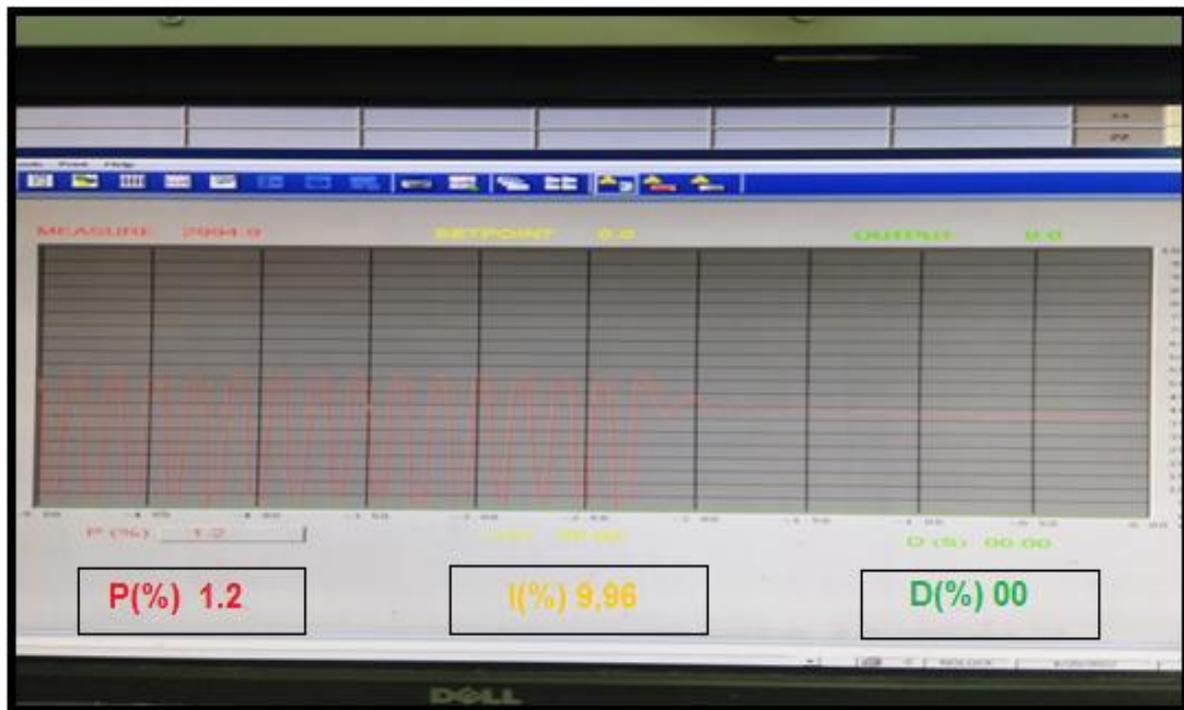


Figure : IV.30 Résultat de stabilité en BF

Après les résultats du tableau de pompage, nous appliquons directement au tableau opérateur dans la boucle du régulation fermée FIC 10902. Et comme on peut le voir ça se stabilise après le pompage. $P = 1.2$ $I = 9.96$ ce le résultat de stabilité, rapidité et la précision de system

IV.7 : Simulation sur MATLAB

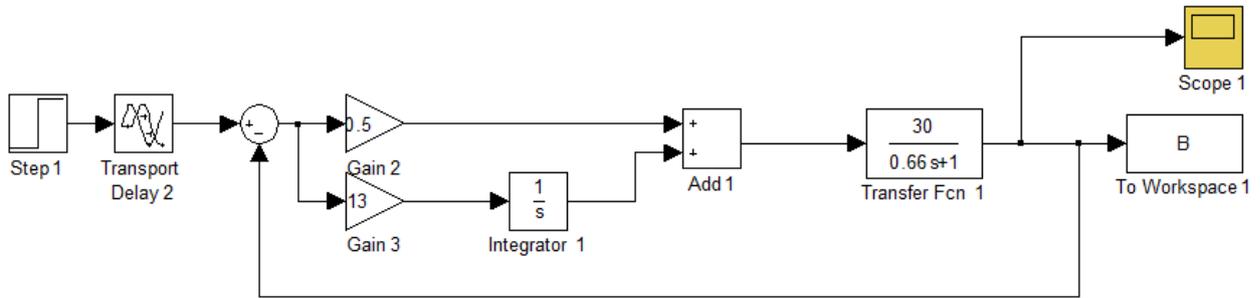


Figure. IV.31. Schema blouk en BF Ancien

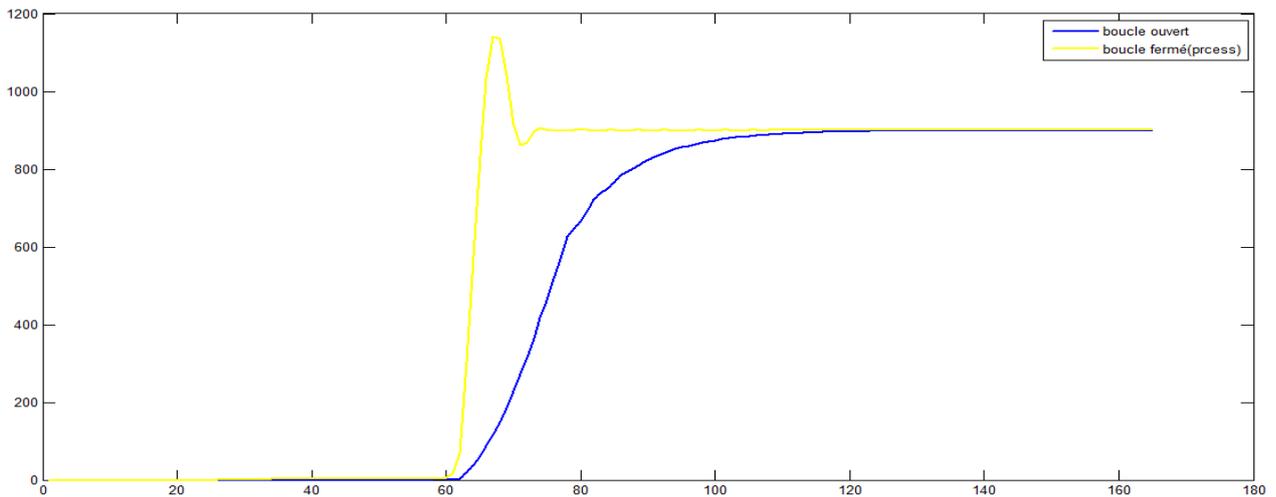


Figure. IV.32. Réponse simulink en BF Ancien

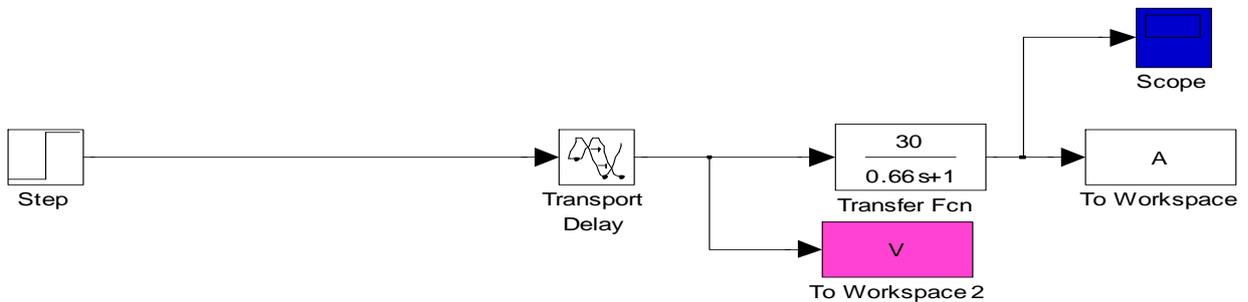


Figure. IV.33. Schema blouk en BO

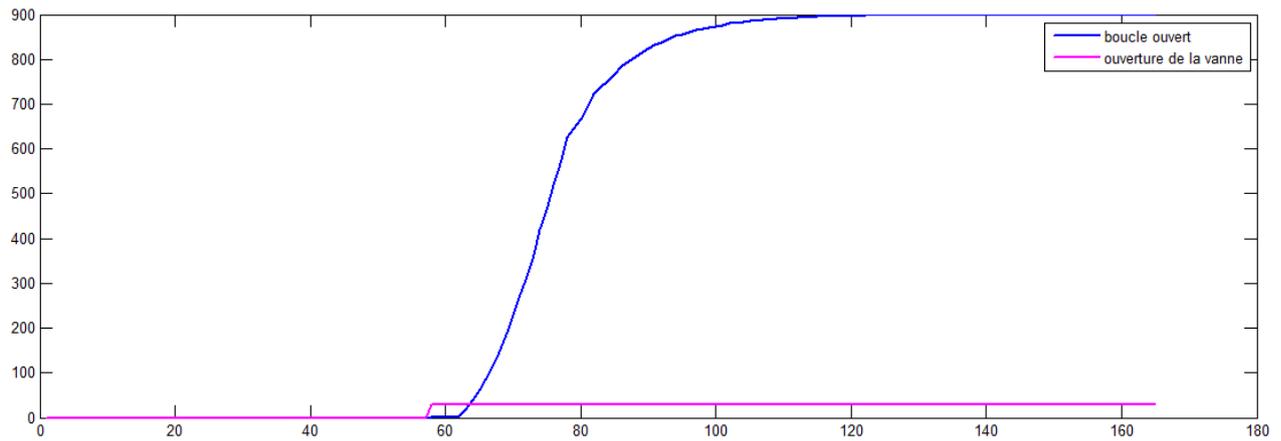


Figure. IV.34. Réponse simulink en BO

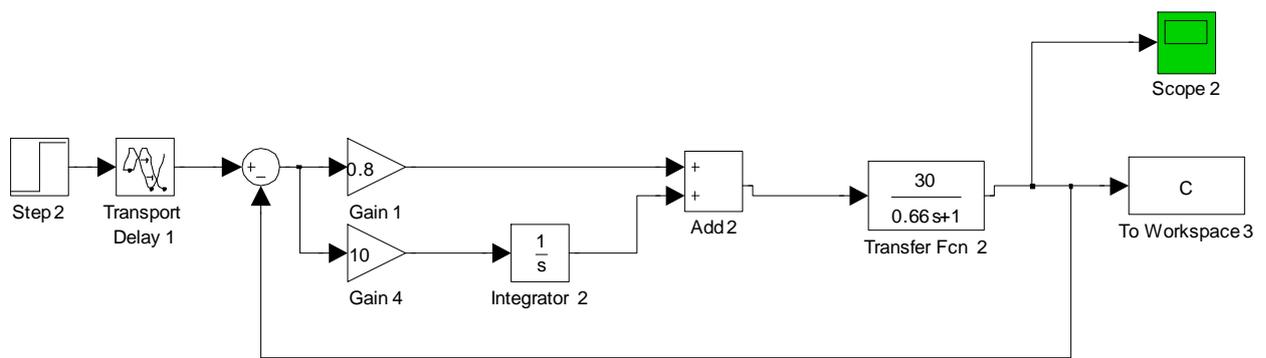


Figure. IV.35. Schema bloqu 1^{ere} méthode en BF

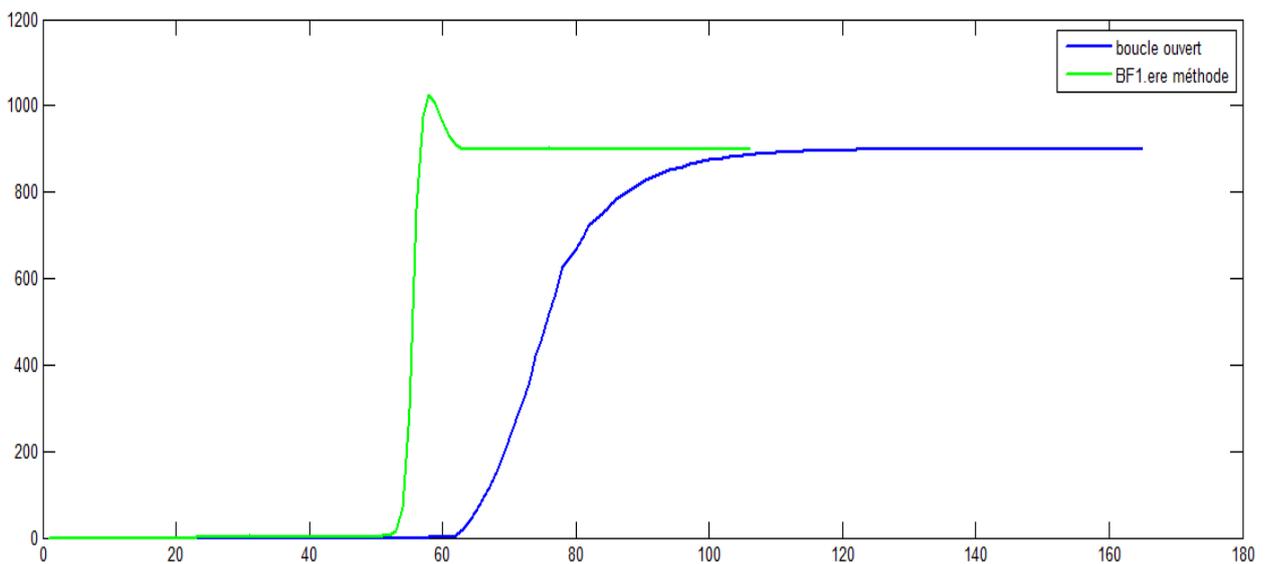


Figure. IV.36. Réponse simulink 1^{ere} méthode en BF

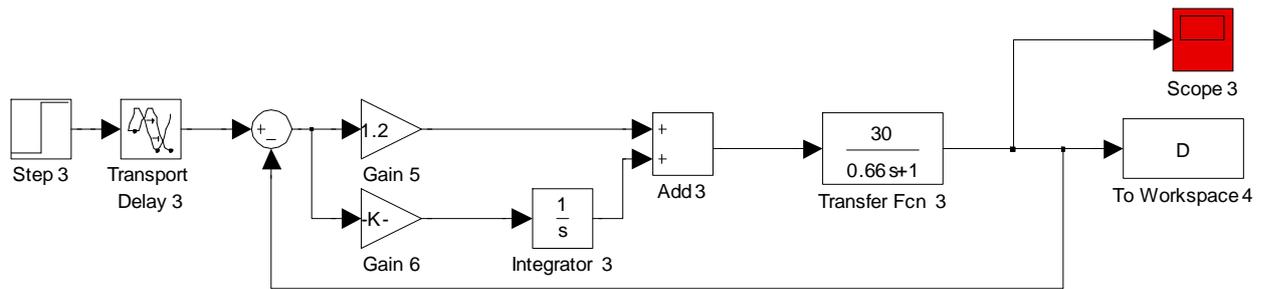


Figure. IV.37. Schema blouk 2^{eme} méthode en BF

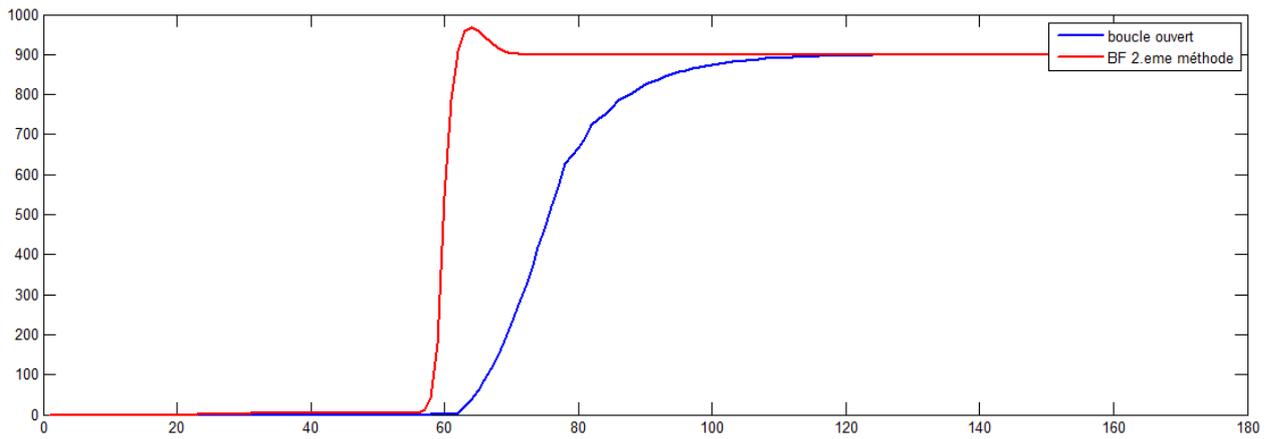


Figure. IV.38. Réponse simulink 2^{eme} méthode en BF

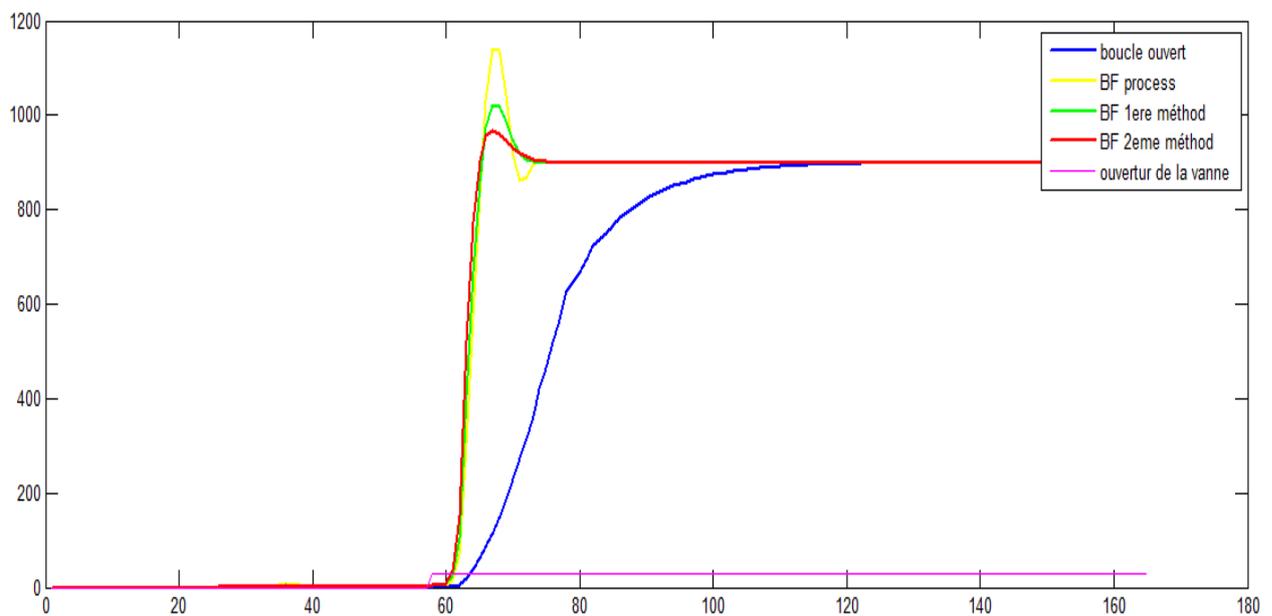


Figure. IV.39. la réponse de simulink globale

IV.8 : Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini la notion système asservi ainsi que les principaux éléments des systèmes asservis en boucle ouverte et en boucle fermée. Après on a présenté les performances désirées d'un système pour juger la qualité d'un asservissement et on a terminé par la présentation des régulateurs PID avec différentes structures. Il existe de nombreuses méthodes utilisées pour déterminer les paramètres du régulateur PID, la première apparue est celle de Ziegler et Nichols. Cette dernière a été appliquée pour un système de 2ème ordre pour voir ses avantages et ses inconvénients.



Conclusion Général

Conclusion Général

Dans le cadre de préparation de ce mémoire, nous avons effectué un stage au sein de la société nationale SONATRACH. Ce stage, nous a été très bénéfique et très fructueux car il nous a permis de faire le tour des installations de surfaces des sites de production et de collecter et des explications sur les différents systèmes de contrôle installés. La commande des procédés industriels devient alors possible et facile à suivre grâce aux systèmes de contrôle à base de microprocesseur.

la collecte des données techniques, sur le terrain nous a permis de mieux connaître le système DCS ABB d'une façon bien approfondie ,soit sa partie hardware c'est-à-dire l'architecture du système, les modules et les modes de communications avec les AC 800F ou les autres sous systèmes de contrôle au groupe ABB, les échanges des signaux entre le système de contrôle et les appareils de terrain.

Le système DCS ABB atteint ces performances dans le contrôle du processus et devient plus favorisé pour les entreprises internationales grâce à son système de contrôle ABB Freelance 800F qui mélange l'ingénierie simple avec un système d'architecture moderne.

Les travaux menés dans ce mémoire ont pour but de présenter une approche de commande de type PID optimisée par méthode de Ziegler-Nichols Il s'agit de rechercher les paramètres optimaux (K_p , K_i et K_d) du régulateur PID pour améliorer les performances de la boucle de régulation. Les performances de l'approche d'optimisation sont illustrées sur des systèmes de complexité différente y compris le système de réglage automatique de boucle de régulation. Les résultats obtenus sont très encourageants avec la méthode de réglage de Ziegler-Nichols.

Ces études d'optimisation nous montrent bien l'intérêt de cette méthode pour améliorer les régulateurs de type PID dans DCS ABB AC800F a la raffinerie d'Adrar.



Référence bibliographies

-
- [1] Mahmoud .K. Etude préventive sur la corrosion et dysfonctionnement des chaudières au niveau de la raffinerie d'Adrar 2019/2020.
- [2] Document interne à la raffinerie d'Adrar.
- [3] KLAI-SIHEM. Construction d'une ontologie à partir de bases de données pour l'aide à la maintenance industrielle application : Turbine A vapeur 2008/2009.
- [4] Technologie des parcs de stockage .Master 1 TDH S2 2019-2020
- [5] http://sti.tice.ac-orleans-tours.fr/spip2/IMG/pdf/Les_capteurs.pdf.
- [6] Mr HARBIT. système automatique de production et adaptation d'un automate à une machine de l'Électro-industrie 2011.
- [7] M. Philippe - le teneur. Les Circuits Logiques Programmables A.Meghebbar .Module Commande Numérique.
- [8] Ahmed El-amine YAHIA . Architecture DCS ABB de Raffinerie d'ADRAR. 2018 / 2019
- [9] ABDELI Taki Eddine. Etude et commande de l'unité d'injection d'eau par DCS AC800F.
- [10] ABDEDDAIM .R. Présentation d'un système de contrôle et de sécurité DCS/ESD d'une station de pompage SP3 NK1 2017/2018.
- [11] Freelance 800F industrial automation controls .<https://freelance800f.com/pdf/>
- [12] ABB Ability™ Performance Optimization for control loop tuning
- [13] Mr. KIMOUCHE M Les méthodes métaheuristiques pour l'optimisation en génie électrique 2019.
- [14] Lemize Chahira / Optimisation du contrôleur PID pour la Commande des systèmes non linéaires par l'algorithme de chauve-souris 2021
- [15] . <http://www.specialautom.net/synthese-empirique>.
-