

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

**Université de 08 Mai 1945 -Guelma
Faculté des sciences et de la Technologie**

662



Mémoire de Master

Département de : Génie électrotechnique et Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle
Option : Commande et diagnostic des systèmes industriels

Présenté par : **Azzouz Meriem**

Automatisation d'un Système De Chargement En Mer

*Sous la Direction du : Pr **TEBBIKH Hicham***



2011

Remerciement Remerciement

Avant tout nous remercions dieu qui nous a éclairé notre chemin et qui nous a donné la force pour réaliser ce travail.

Toute gratitude à notre encadreur monsieur tebbikfi Hichem, bouragaa djemel et kermouse mouhamed, tous les membres de jury :

Nous remercions également à tout les enseignants qui nous ont beaucoup encouragé et soutenu depuis le début de nos premiers cycle d'étude jusqu'à la Deuxième année Master universitaire.

En fin, nos sincères gratitudees à tous mes amis de la promotion de Génie électrique 2010/2011 et à tous ceux qui nous ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

AZZOUZ MERIEM
AZZOUZ MERIEM

Dédicace

*Je rends grâce à dieu de m' avoir donner le courage et la
volonté ainsi la conscience d' avoir terminer mes études.*

J' ai l' immense honneur de dédier ce mémoire :

*À mes très chers parents en reconnaissance de leurs amours et
encouragement et affection qu' ils m' ont prodigués durant mes
études, que dieu les garde.*

À ma très chère sœur.

À mes très chers frères.

À tous mes collègues de la promotion 2011.

Meriem



Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

CHAPITRE. I

Description de l'installation TRC De Skikda

I.1. Introduction.....	02.
I.2. Objectif	02
I.3. Missions.....	02
I.4. ouvrages de transport.....	03
I.4.1. Gazoduc Hassi R'Mel-Skikda (GK1).....	03
I.4.2. Gasozoduc Hassi R'mel Skikda (GK2).....	03
I.4.3. Oléoduc Haoud.EL.Hamra-Skikda (OK1).....	04
I.4.4. Terminal arrivée de Skikda.....	04
I.4.5. Installation portuaires.....	04
I.5. Organigramme de la direction régionale EST.....	05
I.6. Organisation de la maintenance.....	06
I.7. Fonction et installation du terminal terrestre.....	06
I.7.1. Description des installations.....	06
I.7.2. Fonctions principales.....	07
I.7.3. Description du système de chargement par bouée.....	08
I.7.4. Exposé général de l'installation d'exportation (FMC.....	08
I.7.5. Instrumentations du processus.....	10
I.8. Conclusion.....	15

CHAPITRE.II

Les Automates Programmable Industriels.

II.1. Introduction.....	16
II.2. Définition de l'automatisation.....	16
II.3. Objectif de l'automatisation.....	17

II.4. Valeur ajoutée par l'automatisation.....	17
II.5. Systèmes automatisés de production.....	17
II.6. Systèmes automatisés et régulation.....	19
II.7. Définition des API.....	23
II.8. Place des automates programmables.....	23
II.9. Composants d'un API.....	24
II.10. Les type d'un API.....	25
II.10.1. Automate compact.....	25
II.10.2. Automate modulaire.....	25
II.11. Caractéristique et critères de choix d'un API.....	25
II.12. Automate programmable somatic s7 400.....	26
II.12.1. Caractéristiques techniques.....	27
II.12.2. Avantages.....	27
II.13. Architecture d'un API : Cas du s7 400.....	28
II.13.1. Architecture externe.....	28
II.13.2. Architecture interne.....	29
II.14. Définition du logiciel step7.....	33
II.14.1. Les différents blocs.....	33
II.15. Langage a contact (LADDER).....	37
II.16. Conclusion.....	38

CHAPITRE. III

Réseaux de Pétri.

III.1.Introduction.....	39
III.2. Architecture d'un réseau de pétri.....	39
III.3. Marquage.....	40
III.4. Franchissement d'une transition.....	40
III.5. Séquence de franchissement.....	42
III.6. Graphe de marquages.....	43
III.7. Autonome et non autonome.....	43
III.8. RDP particulier.....	44
III.9. Notion et définition.....	48

III.10. L'équation fondamentale.....	49
III.11. Modélisation par RdP.....	49
III.12. Conclusion.....	49

CHAPITRE.IV

simulation sur logiciel s7-plesim v5.2.

IV.1.Introduction.....	50
IV.2. Cahier de charge	50
IV.2.1.Séquence de démarrage.....	50
IV.2.2.Séquence d'arrêt.	52
IV.2.3.Les entrées, sorties de l'automate.	52
IV.2.3.1.Les entrées.	52
IV.2.3.2.Les sorties.	53
IV.2.3.3.Les mémoires mementos et les fonctions.....	54
IV.3.Modélisation du système par réseaux de pétri.....	54
IV.4.Programme contacte.....	54
IV.5.Conclusion.....	55
Conclusion général.	69

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
01	Vannes Motorisée et des Vannes de Sureté des Postes de Pompages.....	12
02	Blocs D'organisation.....	34
03	Combinaison Binaire de Système	54

Liste des figures

Figures	Titres	Page
Figure. 1	Réseau pipes principaux.....	03
Figure. 2	organigramme de la direction régionale EST.....	05
Figure. 3	organisation de la maintenance.....	06
Figure .4	déscription des installation.....	06
Figure .5	collections du site OK1, & ballon de réservoir sur mer (see line).....	08
Figure .6	réseaux de canalisation du bac de stockage.....	10
Figure .7	motopompe de chargement.....	11
Figure .8	schéma structurel d'un industriel commandé par A.P.I.....	18
Figure. 9	architecture d'un système automatisé décentralisée.....	19
Figure.10	courbe de la consigne en comportement régulation et en asservissement.....	20
Figure. 11	Critères (stabilité, rapidité, précision) sur la Réponse d'un Système Commandé.....	22
Figure .12	: Schémas D'une Boucle de Régulation.....	22
Figure .13	L'automate simatic s7 400.....	28
Figure .14	L'unité centrale.....	29
Figure .15	RDP du système.....	56
Figure .16	RDP condition de démarrage.....	57
Figure .17	RDP comptage.....	58
Figure .18	RDP choix de bouées.....	59
Figure.19	RDP choix de pompes.....	60
Figure.20	RDP fonctionnement des pompes.....	61
Figure.21	Programme initiale.....	62
Figure.22	Initialisation.....	63
Figure.23	Condition de démarrage.....	64
Figure.24	Comptage.....	65
Figure.25	Choix de bouées.....	66

Figure.26	Choix de pompes.....	67
Figure.27	Arrêt du système	68

Introduction Générale

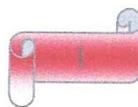
Introduction Générale

Les systèmes de contrôle automatisés s'avèrent de nos jours indispensables à la bonne marche des installations et se substituent à l'homme dans les entreprises industrielles dont la mission est d'assurer la production et le transport de bien (produit) adapter au besoin du marché, tout en assurant des bénéfices et la pérennité de l'entreprise, et s'adapter aux nouvelles exigences et à l'amélioration de l'outil de production, afin d'être capable de produire en qualité, quantité et délais.

Pour cela la technologie moderne qui gère et contrôle les installations industrielles de grandes complexités et extrêmes exigence aura recourt aux systèmes de contrôle et de supervision (DCS) ; systèmes de contrôle distribués.

Le travail de ce projet de fin d'étude est divisé en quatre principaux chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous allons décrire le système de contrôle distribué installé au niveau du terminal terrestre de Skikda « OK1 » avec tous ces composants, matériels et logiciels, pour superviser l'acheminement des hydrocarbures liquides des champs de production vers les centres de consommation ou de transformation, les frontières et les ports pétroliers pour l'exportation.
- ✓ Le deuxième chapitre sera consacré à la problématique d'automatisation par automate programmables industriels où nous présentons l'automate s7 400.
- ✓ Dans le chapitre trois, nous présentons l'outil de modélisation des systèmes à événements discrets qui est : les Réseaux de pétri « RdP ».
- ✓ Le dernier chapitre sera consacré à notre application qui consiste à développer un système de contrôle pour le système de chargement en mer « see line » de Skikda, à base de RdP et langage contact.



Chapitre I

Déscription de l'installation TRC De Skikda

Chapitre.I

Déscription de l'installation TRC De Skikda.

I.1. Introduction

Sonatrach branche « transport par canalisation » (TRC) a pour objectif l'acheminement des hydrocarbures liquides et gazeux des champs de production vers les centres de consommation ou de transformation, les frontières et les ports pétroliers pour l'exploitation.

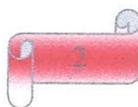
La Région de Transport Est (RTE) est l'une des sept régions de la division exploitation (EXL) de la branche transport par canalisation de sonatrach. Son siège, implanté au sein de la zone industrielle des hydrocarbures, est situé à l'Est de la ville de Skikda.

I.2. Objectif

La Région de Transport Est Skikda a pour objectif le transport des hydrocarbures liquides et gazeux par canalisations à partir des centres de dispatching de Haoud.EL.Hamra (CDHL) et Hassi R'mel (CNDG) vers les centres de consommation ou de transformation et les ports pétroliers de Skikda.

I.3. Missions

- ✚ Exploitation des canalisations, stations de pompages et compression, terminaux et ports pétroliers.
- ✚ Livraison des hydrocarbures aux marchés national et International.
- ✚ Maintenance, protection et sécurité.



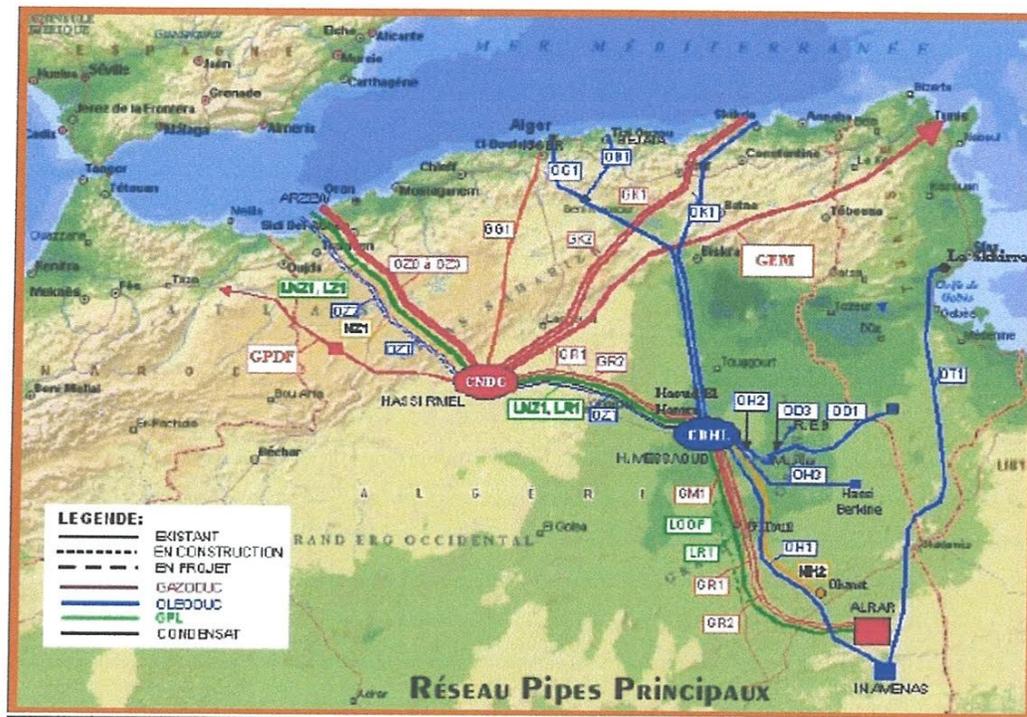


Figure.1 : Réseau Pipe Principaux.

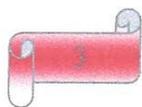
I.4. ouvrages de transport

I.4.1. Gazoduc Hassi R'Mel-Skikda(GK1)

Diamètre :	40" (1016mm).
Longueur :	573km.
Capacité design :	13.5Miliards M3/an.
Nombres de stations :	05.
Puissance installée :	292 000 CV.
Mise en service :	Année 1972.

I.4.2. Gasozoduc Hassi R'mel Skikda(GK2)

Diamètre :	42" (1067mm).
Longueur :	574 km.
Nombre postes de coupeurs :	05.



Nombre postes de sectionnement : 20.

Mise en service en 2002.

Capacité Désigne:

✚ 7.2 Milliards m³ /an(en écoulement libre).

✚ 13.7 Milliards m³/an(en compression avec station GK1).

I.4.3. Oléoduc Haoud.EL.Hamra-Skikda(OK1)

Diamètre : 34 “(864 mm).
Longueur : 645 km.
Capacité Désigne : 30 Milliards de TM/an.
Nombres de stations : 04.
Puissance installée : 130 000 CV.
Mise en service : Année 1972.

I.4.4. Terminal arrivée de Skikda

Capacité de stockage : 568 000 m³.
Nombre de réservoirs : 18.
Nombre de pompes boostér : 18.
Nombre de pompes de chargement 15.

I.4.5. Installation portuaires

✚ Ancien port

Poste N°1 : 25000 tonnes.

Poste N°2 : 35000 tonnes.

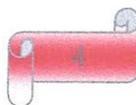
Poste N°3 : 50000 tonnes.

✚ Nouveau port

Poste N°1 : 50000 tonnes.

Poste N°2 : 50000 tonnes.

Poste N°3 : 100000 tonnes.



I.5. Organigramme de la direction régionale EST

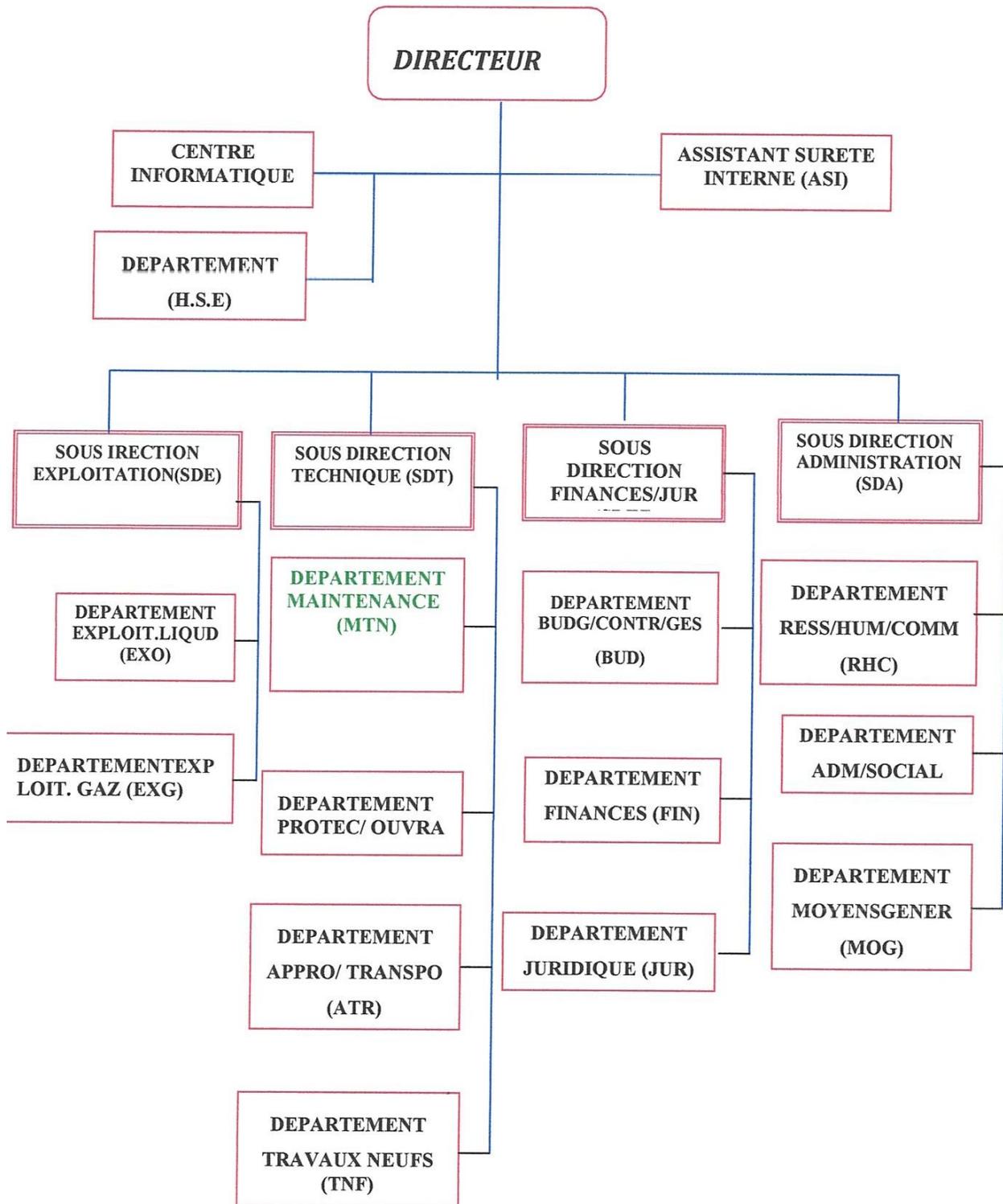
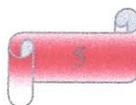


Figure.2 : Organigramme de la Direction Régionale EST.



I.6. Organisation de la maintenance

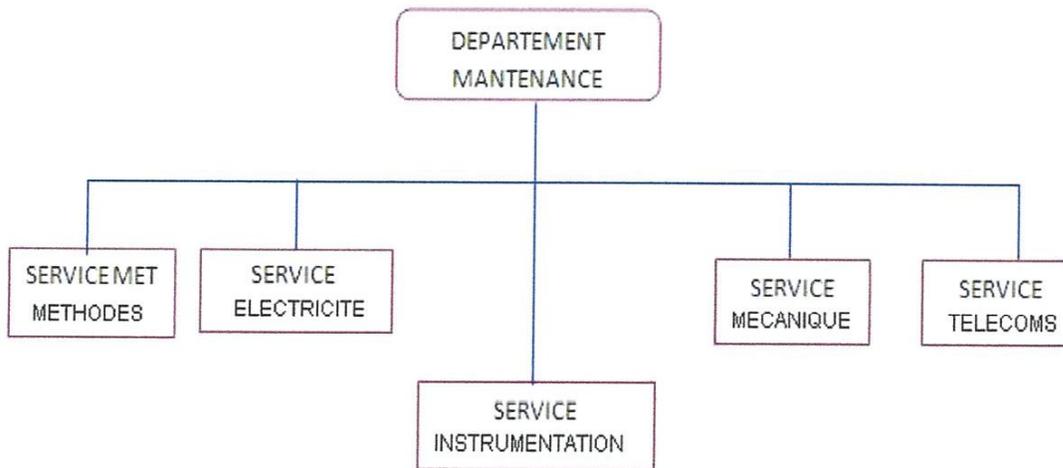


Figure.3 : Organisation de la Maintenance.

I.7. Fonction et installation du terminal terrestre

I.7.1. Description des installations

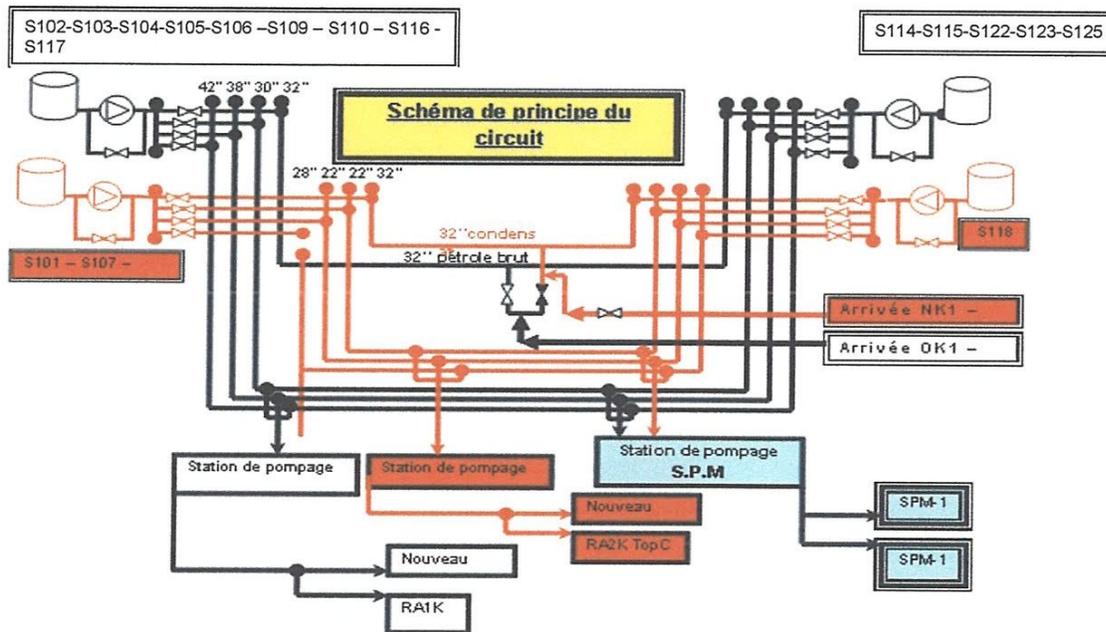
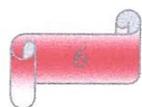


Figure.4 : Description des installations.



Le terminal arrivée de l'oléoduc OK1/34 "Skikda, dont le système de contrôle et de commande est l'objet de notre projet d'étude, est destiné à la réception et au stockage d'hydrocarbure liquides (pétrole brut & condensat) venant par oléoduc de la station de départ de Haoud El Hamra, situer à 30 km de la ville de Hassi Messaoud.

Les installations actuelles du terminal arrivée permettent une capacité de stockage de 568000 m³ soit l'équivalent de 15 réservoirs de volume de 37870 m³ chacun, mise en service en 1971, et de 153600 m³ soit l'équivalent de trois Réservoirs de volume de 51200m³ chacun mise en service en 2008.

- ❖ 18 Réservoirs de stockages
- ❖ 18 Pompes de vidange réservoirs (Boosters).
- ❖ 10 Pompes de chargement (transfert brut et condensât vers la raffinerie et les ports).
- ❖ 05 Pompes de chargement (Transfert de brut et condensat par bouée (Sée ligne FMC).

I.7.2. Fonctions principales

Le Terminal arrivée remplit les fonctions suivantes :

- ❖ Réception des bruts mélangés et des condensats stabilisés.
- ❖ Stockage des bruts mélangés et des condensats stabilisés.
- ❖ Recyclage entre les différents réservoirs.
- ❖ Transfert des produits vers la raffinerie de Skikda pour transformation à travers une ligne de 24''.
- ❖ Transfert des produits vers les ports pétroliers de Skikda (ancien port et nouveau port) à travers une ligne de 28'' pour l'ancien port et deux lignes de 42'' pour le nouveau port.
- ❖ Transfert du produit vers les bouées de chargement.

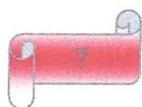




Figure .5 : Collections du Site OK1, &Ballon de Réservoir sur Mer (see ligne).

I.7.3. Description du système de chargement par bouée

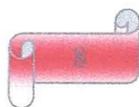
Dans le cadre de l'augmentation de la capacité d'exportation des hydrocarbures et de condensat, Sonatrach, entreprendre la construction de cinq postes de chargement en mer situés au niveau de trois zones séparées :

- ❖ Deux ouvrages situés à ARZEW.
- ❖ Un ouvrage situé à BEJAIA .
- ❖ Deux ouvrages situés à SKIKDA.

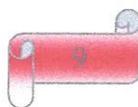
I.7.4. Expose général de l'installation d'exportation (FMC)

L'installation d'exportation de Skikda comprend les équipements suivants :

- ❖ Des raccordements de tuyauterie aux collecteurs des réservoirs existants, pour les nouvelles pompes de chargement, afin de pomper le produit des réservoirs de stockage de pétrole brut et de condensat existants; ces raccordements sont isolés par des vannes motorisées (MOV).
- ❖ Dix huit réservoirs de stockage –quatorze réservoirs de stockage pour le pétrole brut et quatre pour le condensat.
- ❖ Trois raccordements dans le parc de stockage de pétrole brut, se terminant dans un collecteur commun de 42'' de diamètre équipé d'une vanne motorisée d'isolement.
 - ✓ Un (1) de 42'' x 36'' au collecteur commun d'aspiration.
 - ✓ Un (1) de 38'' x 30'' au collecteur commun d'aspiration.



- ✓ Un (1) de 30'' x 24'' au collecteur commun d'aspiration
- ❖ Trois raccordements au parc de stockage de condensat se terminant au collecteur d'aspiration commun de 42'' de diamètre équipé d'une vanne motorisée d'isolement
 - ✓ Un 28'' x 24'' au collecteur commun d'aspiration.
 - ✓ Deux 22'' x 20'' au collecteur commun d'aspiration.
- ❖ Chaque réservoir de stockage possède une pompe de suralimentation(booster) qui peut véhiculer le produit dans chacun des collecteurs de pétrole brut ou de condensat en ouvrant la vanne MOV existante. Chaque pompe de suralimentation possède une ligne de bipasse de retour au réservoir pour permettre le mélange de produit. Les pompes de suralimentation ont été conçues pour effectuer un recyclage complet du produit avec retour au réservoir de stockage, et fonctionner pendant 20 minutes sans échauffement. Le débit nominal des pompes de suralimentation du pétrole brut est de 5000 m³/h et est de 3000 m³/h pour le condensat.
- ❖ Deux unités de comptage, une consacrée au pétrole brut et l'autre au condensat ; chacun avec une boucle d'étalonnage et un échantillonneur automatique.
- ❖ Deux lignes de 42'' de diamètre relient le poste de pompage au manifold d'extrémité des canalisations (PLEM), une ligne est dédiée au service de pétrole brut et une ligne est dédiée au service de condensat. Les flexibles sous-marins relieront le PLEM à la bouée CALM SPM. Les flexibles sont de diamètre 42'' et sont reliés à travers un système de manifold vers les deux lignes. Les flexibles flottants relient la bouée au pétrolier.
- ❖ Des systèmes de drainage par gravité ouverts et fermés pour enlever les hydrocarbures des pompes, des unités de comptage et de la tuyauterie, conçus pour permettre la vidange et le recyclage des produits récupérés ; le système de drainage fermé comprend un réservoir de drainage doté de pompes ; le système de drainage ouvert comprend un puisard d'eaux huileuses doté de pompes et d'un séparateur d'eaux huileuses.
- ❖ Deux PLEM et deux bouées CALM
- ❖ Un poste électrique contenant les transformateurs et l'appareillage de commutation HT/MT/BT.
- ❖ Un système de commande du procédé (PCS) pour surveiller et commander l'exploitation du poste de pompage, des unités de comptage, des vannes du PLEM et de la bouée à partir des tableaux situés dans la salle de commande.



Le tableau1, donne une liste des repères et des détails des vannes motorisée (MOV) et des vannes de sureté (PSV) des postes de pompage.

Tableau .1 : Vannes Motorisée et des Vannes de Sureté des Postes de Pompages.

Pompe Ou Canalisation	Aspiration			Refoulement		
	Diam	MOV	PVS (17 bars)	Size	MOV	PVS (39 bars)
PBB-31401	30"	MOV-5403	PSV-5405	30"	MOV-5404	PSV-5402
PBB-31402	30"	MOV-5405	PSV-5406	30"	MOV-5406	PSV-5403
PBB-31403	30"	MOV-5407/5408	PSV-5407	30"	MOV-5409/6403	PSV-5404
PBB-31404	30"	MOV-6404	PSV-5404	30"	MOV-6405	PSV-6402
PBB-31405	30"	MOV-6406	PSV-6405	30"	MOV-6407	PSV-6403
Conduite de débit minimal	12"		PSV-5401	12"		PSV-5409
Conduite de débit minimal	12"		PSV-6401	12"		PSV-6406
Unité de comptage				30"	MOV-5410	PSV-5410
Unité de comptage				30"	MOV-6408	PSV-6407

✚ Des vannes pneumatiques Des vannes pneumatiques pour la sécurité du système (SPM).

D. Soupapes de sûreté

Chaque manifold d'aspiration du parc de stockage est équipé d'une soupape de sûreté pour faire tomber la pression causée par la dilatation thermique du produit quand la canalisation est statique.

E. Les capteurs

✚ **Définition**

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable exemple : une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille. On fait souvent (à tort) la confusion entre capteur et transducteur : le capteur est au minimum constitué d'un transducteur.

Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Par opposition,

l'instrument de mesure est un appareil autonome se suffisant à lui-même, disposant d'un affichage ou d'un système de stockage des données. Le capteur, lui, en est dépourvu.

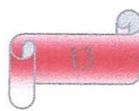
Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine l'instrumentation.

✦ Les capteurs utilisés au (FMC)

- ❖ **Capteur de température** La sonde PT100 est constituée d'un filament de platine (Pt), entourant une tige de verre ou non, dont la caractéristique est de changer de résistance en fonction de la température. Leur résistance est de 100 ohms pour 0 °C, elle augmente en même temps que la température. Il en existe de plusieurs tailles et formes en fonction de l'utilisation.
- ❖ **Capteur de pression** La piézoélectricité (du grec piézein presser, appuyer) est la propriété que possèdent certains corps de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et réciproquement de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique. Les deux effets sont indissociables. Le premier est appelé effet piézoélectrique direct ; le second effet piézoélectrique inverse. Cette propriété trouve un très grand nombre d'applications dans l'industrie.

Les matériaux piézoélectriques sont très nombreux. Le plus connu est sans doute le quartz, toujours utilisé aujourd'hui dans les montres.

- ❖ **Capteur de débit** Un tube de Pitot-statique ou tube de Prandtl (ou antenne de Prandtl) est constitué de deux tubes coudés concentriques dont les orifices, en communication avec le fluide dont on veut mesurer la vitesse, sont disposés de façon particulière :
 - ✓ Le tube extérieur s'ouvre perpendiculairement à l'écoulement du fluide. La pression à l'intérieur de ce tube est donc égale à la pression ambiante ou pression statique .
 - ✓ Le tube intérieur est parallèle à l'écoulement du fluide, et est ouvert en son bout, face au flux. La pression à l'intérieur de celui-ci est donc la pression totale, somme de la pression statique et de la pression dynamique. Un manomètre mesure la différence de pression entre les deux tubes, c'est-à-dire la pression dynamique.
- ❖ **Capteur de niveaux** Le principe est basé sur les variations de poids du palpeur causé par sa différence d'enfoncement dans le liquide. Le palpeur est suspendu à un filin qui



s'enroule sur un tambour de très grande précision. La rotation du tambour est assurée par un moteur pas à pas

Le poids apparent actuel du palpeur est mesuré par un transducteur de force. Cette valeur est comparée à une valeur de consigne qui représente le poids apparent du palpeur. Si il ya une différence entre ces deux valeurs, le moteur change la position du tambour pour retrouve l'équilibre.

Lorsque le palpeur est partiellement immergé, la variation de niveaux du liquide occasionne différence de poids apparent du palpeur qui est détectée par le transducteur de force.

La différence constatée entre le poids mesuré et le poids à l'équilibre occasionne une rotation du moteur, qui est par l'intermédiaire du tambour ramène le palpeur à une position ou sont poids apparent est identique au poids du point de consigne

- ❖ **Capteur de position** Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. On parle aussi de détecteurs de présence.

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.

F. Réseaux utiliser sur cite

+ Réseaux Ethernet

Ethernet est un protocole de réseau local à commutation de paquets. Quoiqu'il implémente la couche physique (PHY) et la sous-couche Media Access Control (MAC) du modèle OSI, le protocole Ethernet est classé dans la couche de liaison, car les formats de trames que le standard définit sont normalisés et peuvent être encapsulés dans des protocoles autres que ses propres couches physiques MAC et PHY. Ces couches physiques font l'objet de normes scindées suivant les débits, du support de transmission, de la longueur des liaisons et des conditions environnementales.

Dans un réseau Ethernet, le câble diffuse les données à l'ensemble des machines connectées, de la même façon que les ondes radiofréquences parviennent à l'ensemble des récepteurs. Le nom Ethernet dérive de cette ressemblance.

Modbus

Modbus est un protocole de communication utilisé pour des réseaux d'automates programmables. Il fonctionne sur le mode maître / esclave. Il est constitué de trames contenant l'adresse de l'automate concerné, la fonction à traiter (écriture, lecture), la donnée et le code de vérification d'erreur appelé contrôle de redondance cyclique sur 16 bits ou CRC16. Les trames sont de 2 types:

- ✓ mode RTU (Remote Terminal Unit) : les données sont sur 8 bits
- ✓ mode ASCII : les données sont sur 7 bits (les trames sont donc visible en hexadécimal et il faut deux caractères pour représenter un octet).

Le protocole Modbus (marque déposée par Modicon) est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves.

Profibus

Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un type de bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie. Le bus PROFIBUS-DP (Decentralised Peripheral) (périphérie décentralisée) est utilisé pour la commande de capteurs, d'actionneurs ou d'automates programmables par une commande centrale.

Le bus PROFIBUS-PA (Process Automation) est utilisé, dans le cadre de l'ingénierie de procédé, pour contrôler des équipements de mesure par l'intermédiaire d'un système de contrôle de procédé.

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le système de chargement en mer dans le but de proposer un système d'automatisation de son processus. Pour arriver à cette fin, nous allons décrire dans les chapitres suivants les outils nécessaires en commençant par le coté matériel ; l'automate programmable industriel.

Chapitre II

Les Automates Programmables Industriels

Chapitre.II

Les Automates Programmables Industriels.

II.1. Introduction

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

Les premiers systèmes de commandes ont été réalisés en logique câblée à base de relais électromagnétiques et de systèmes pneumatiques. L'utilisation de l'électronique a permis de réduire leurs coûts mais ils ont gardé l'inconvénient du manque de flexibilité de communication.

L'arrivée des systèmes à base de microprocesseurs, en logique programmée, a permis une meilleure flexibilité de communication ainsi que la modification aisée des systèmes automatisés.

Notons que les automates ordinateurs simplifiés et ils ont permis de répondre aux attentes de milieu industriel à un moment où les ordinateurs étaient trop chers et non adaptés aux contraintes du monde industriel.

II.2. Définition de l'automatisation

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande

La Partie Commande mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.

Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la Partie Opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

II.3. Objectif de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- ❖ L'accroissement de la productivité du système c'est-à-dire l'augmentation de la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée qui exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :
 - ✓ d'une meilleure rentabilité,
 - ✓ d'une meilleure compétitivité.
- ❖ L'amélioration de la flexibilité de production .
- ❖ L'amélioration de la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- ❖ L'adaptation à des contextes particuliers :
 - ✓ adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire...)
 - ✓ adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme
- ❖ La manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées,
- ❖ L'augmentations de la sécurité, etc...
- ❖ pas d'intervention de l'homme
- ❖ réaliser des opérations trop complexes pour l'homme.

II.4. Valeur ajoutée par l'automatisation

L'évolution des techniques s'est traduite pour l'automatisation par :

- ❖ un développement massif.
- ❖ une approche de plus en plus globale des problèmes.
- ❖ une intégration dès la conception de l'installation.

On est ainsi passé du stade de la machine automatisée à celui du système automatisé de production.

II.5. Systèmes automatisés de production

Un système automatisé de production SAP (notion assez large qui inclut des systèmes de contrôle, de conditionnement, d'analyse...) reçoit un flux de matière ou de produits et génère un flux de produits plus élaborés (moulés, usinés, assemblés, testés, etc.). Il doit aussi

gérer l'alimentation en énergie, ainsi que des flux auxiliaires tels les consommables, les déchets, tout en minimisant les stocks initiaux, finaux et intermédiaires.

Tout cela, ajouté à des exigences sans cesse accrues de qualité, sécurité, flexibilité entraîne un accroissement des besoins, en particulier la manipulation d'un grand nombre de variables et la gestion de véritables flux de communication.

Cela explique que les systèmes câblés deviennent trop volumineux et trop rigides pour de telles applications, et que l'on se tourne donc vers des solutions utilisant les techniques de traitement de l'information par processeurs programmables.

La solution reposant sur un processeur central unique s'étant vite révélée peu économique du point de vue câbles, complexe quant à la maintenance voire dangereuse en cas d'incident, l'utilisation de processeurs spécialisés et interconnectés s'est aujourd'hui largement imposée.

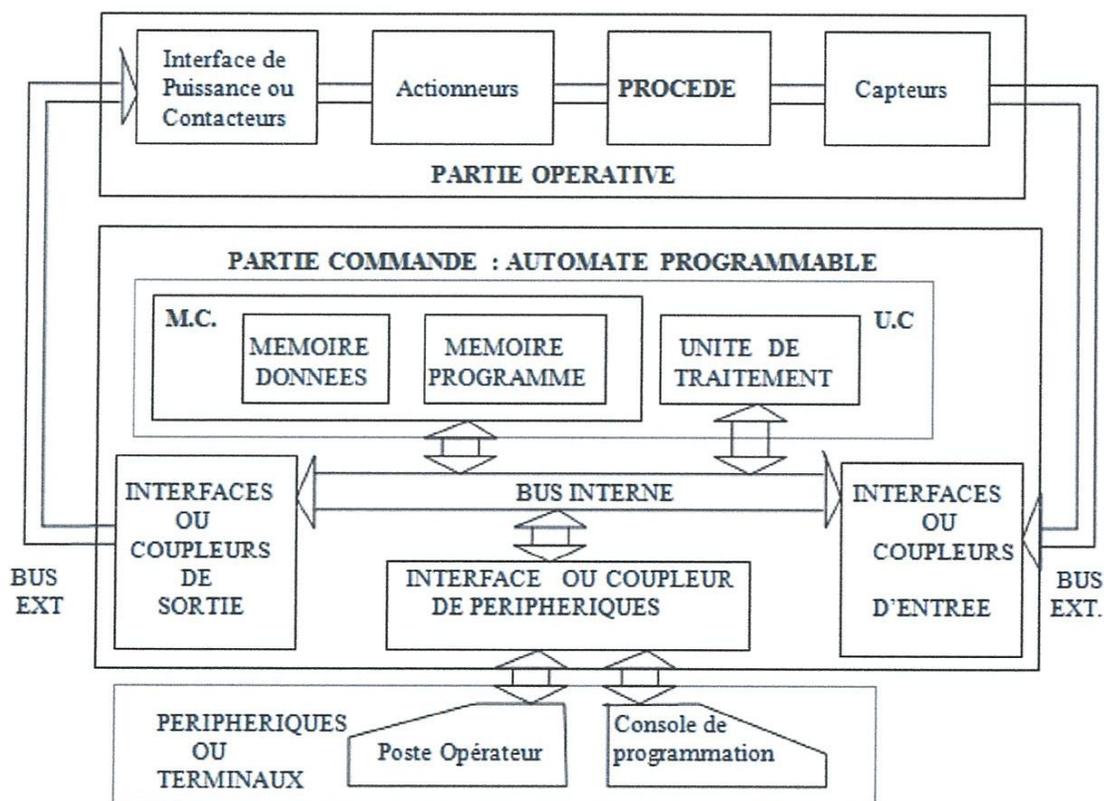


Figure.8 : Schéma Structurel D'un Système Industriel Commandé Par A.P.I.

L'architecture décentralisée qui en résulte facilite la conception et l'installation en permettant de fractionner les études, la mise en place, les tests ; elle améliore aussi la maintenance (modification aisée des programmes, de parties du système automatisé) et se traduit par plus de flexibilité et de disponibilité. Elle entraîne toutefois, du fait des multiples sous-ensembles fonctionnels, un fort accroissement des besoins de communication et de gestion.

La figure suivante illustre le fonctionnement d'un SAP, tel que l'on en rencontre notamment, mais pas exclusivement, dans l'industrie manufacturière (chaînes d'usinage, de montage, de conditionnement).

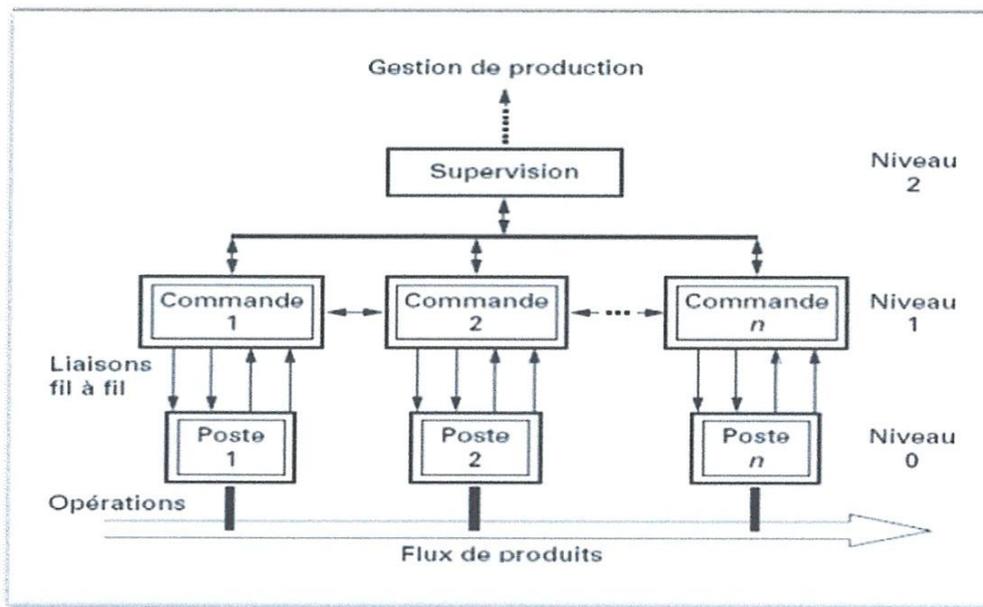


Figure.9 : architecture d'un système automatisé décentralisée

II.6. Systèmes automatisés et régulation

La majorité des processus industriels nécessitent de contrôler un certain nombre de paramètres : température, pression, niveau, débit, pH, concentration d'oxygène, etc. Il appartient à la chaîne de régulation (et plus généralement à la chaîne d'asservissement) de maintenir à des niveaux prédéterminés les paramètres qui régissent le fonctionnement du processus.

Toute chaîne de régulation (ou d'asservissement) comprend trois maillons indispensables :

L'organe de mesure, l'organe de régulation et l'organe de contrôle. Il faut donc commencer par mesurer les principales grandeurs servant à contrôler le processus. L'organe

de régulation récupère ces mesures et les compare aux valeurs souhaitées, plus communément appelées valeurs de consigne. En cas de non concordance des valeurs de mesure et des valeurs de consigne, l'organe de régulation envoie un signal de commande à l'organe de contrôle (vanne, moteur, etc.), afin que celui-ci agisse sur le processus.

Les paramètres qui régissent le processus sont ainsi stabilisés en permanence à des niveaux souhaités. Le choix des éléments de la chaîne de régulation est dicté par les caractéristiques du processus à contrôler, ce qui nécessite de bien connaître le processus en question et son comportement.

Dans la chaîne de régulation, l'organe de mesure, l'organe de régulation et l'organe de contrôle constituent le système réglant, tandis que le processus constitue le système réglé. Après action du régulateur, deux comportements peuvent être obtenus en automatique :

Le comportement en régulation et le comportement en asservissement.

➤ **Comportement en régulation** La consigne est maintenue constante et il se produit sur le procédé une modification (ou une variation) d'une des entrées perturbatrices. L'aspect régulation est considéré comme le plus important dans le milieu industriel, car les valeurs des consignes sont souvent fixes. Néanmoins, pour tester les performances et la qualité d'une boucle de régulation, l'automaticien (ou le régleur) s'intéresse à l'aspect asservissement.

➤ **Comportement en asservissement** L'opérateur effectue un changement de la valeur de la consigne, ce qui correspond à une modification du point de fonctionnement du processus.

Si le comportement en asservissement est correct, on démontre que la boucle de régulation réagit bien, même lorsqu'une perturbation se produit.

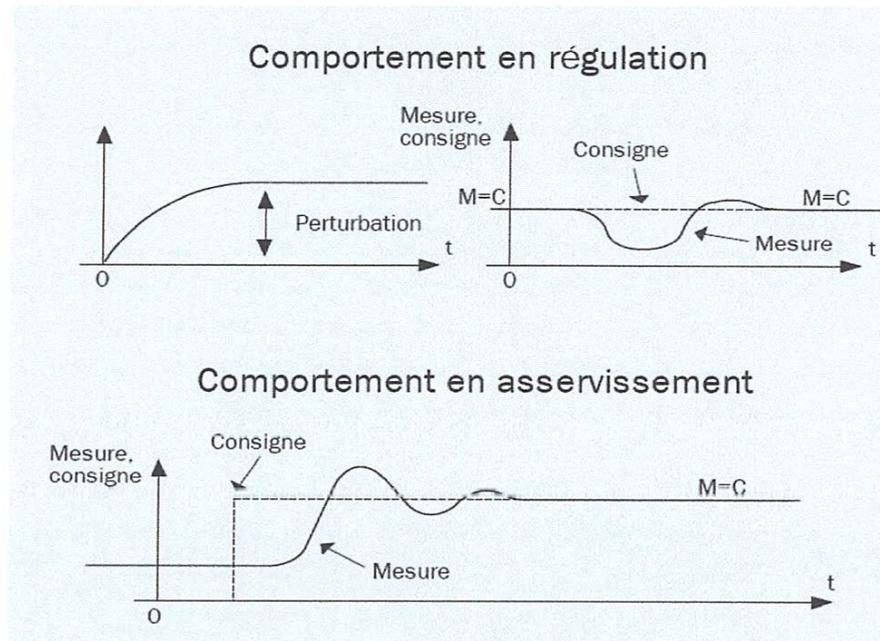


Figure.10: courbe de la consigne en comportement régulation et en asservissement.

Le régulateur autonome, tel que nous l'avons décrit, constitue la base des dispositifs de contrôle commandés réalisés depuis bien des années traditionnellement.

Cet appareil se présente sous la forme d'un boîtier autonome encastrable, correspondant à une boucle de régulation mono variable.

Cependant, les besoins de fonctionnalités complémentaires évoqués précédemment ont amené les constructeurs à compléter leur fourniture par des produits complémentaires tels que modules de calcul simples, stations de commande à distance, indicateurs et enregistreurs, convertisseurs divers, etc.

Les régulateurs autonomes les plus récents, équipés de microprocesseurs, incorporent des fonctions de surveillance, de programmation de consigne, etc. L'arrivée des calculateurs industriels dans les années soixante a ouvert de nouvelles possibilités en régulation, sous forme d'équipements de commande numérique directe (direct digital control pour les Anglo-Saxons).

Les solutions correspondantes, de caractère centralisé, présentent, malgré leur richesse de traitement, des inconvénients importants au niveau de la disponibilité et du dialogue opérateur et n'ont, en fait, pas connu le succès que certains espéraient ; les impératifs de sécurité conduisent en effet soit à disposer des régulateurs de secours en périphérie des calculateurs, soit à adopter des structures redondantes à deux calculateurs, solutions s'avérant

très onéreuses. C'est pourquoi les grands constructeurs ont orienté leur production vers des systèmes numériques de contrôle commande, appelés aussi systèmes distribués, de structure fondamentalement décentralisée.

Ces systèmes sont, à l'heure actuelle, en voie de généralisation dans les industries de grands processus (pétrole, chimie, énergie, etc.), dans lesquelles on peut avoir plusieurs centaines de boucles à contrôler.

❖ **Propriétés d'un système contrôlé** Le rôle d'un automaticien est de concevoir un Système de Régulation Automatique qui soit :

- ✓ **Stable** La grandeur de sortie doit converger vers une valeur finie si le signal d'entrée est aussi limité.
- ✓ **Précis** La grandeur à mesurer doit être la plus proche de celle désirée à l'état statique
- ✓ **Rapide** Il doit répondre rapidement à une excitation.

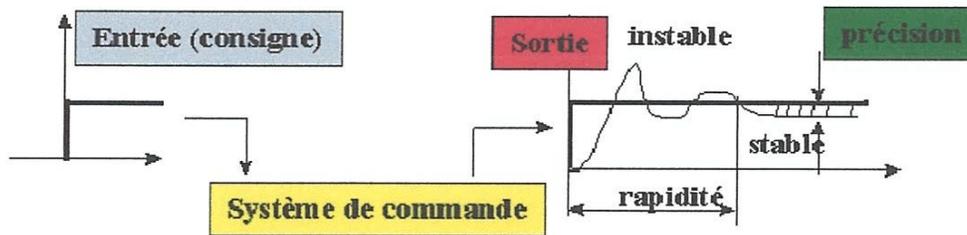


Figure.11: Critères (stabilité, rapidité, précision) sur la Réponse d'un Système Commandé

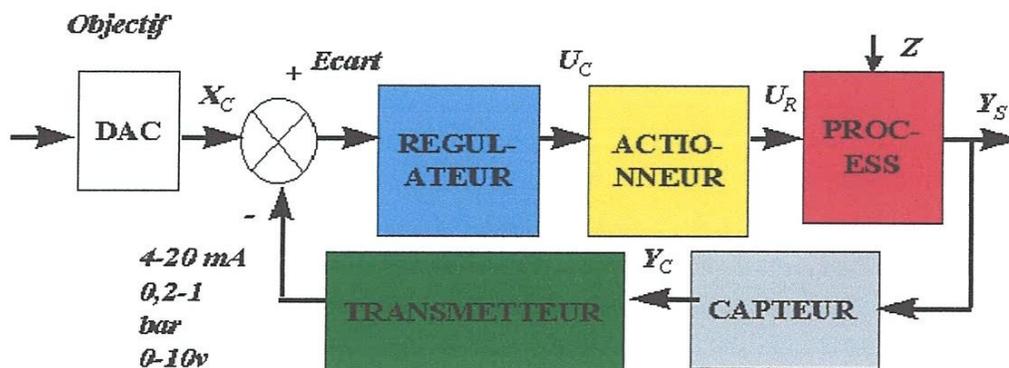


Figure.12: Schémas D'une Boucle de Régulation

- ✓ **But d'un système asservi** Annuler l'erreur et avoir une réponse la plus rapide possible
- ✓ **Régulation** La consigne varie peu (climatisation...)
- ✓ **Asservissement** La consigne peut varier beaucoup et souvent (Par ex, l'asservissement de position sur un déplacement de grue).

II.7. Définition des API

L'automate programmable industriel API (ou Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages). Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombreux d'activités économiques actuelles. Cette place majeure soulève bien sûr un certain nombre de questions. C'est à ces questions que nous allons essayer de répondre ici, en mettant en évidence :

- ✓ ses caractéristiques propres, matérielles et logicielles.
- ✓ sa capacité à s'intégrer dans un ensemble plus large, et donc à répondre aux besoins d'un système automatisé de production SAP.

Aussi on appelle un API (PLC programmable logic controller), un ordinateur spécialisé pour automatiser les processus industriels, comme la commande des machines sur une chaîne de montage dans une usine. Là où des systèmes automatisés anciens employaient des centaines de relais et des cames (logique câblée), un simple automate suffit maintenant.

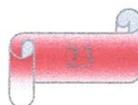
II.8. Place des automates programmables

Dans ces systèmes de traitement de l'information, les API occupent une place de choix. Les équipements notés « commande » sont souvent des automates. Remplaçant initialement des ensembles en technologie câblée (relais électromagnétiques ou statiques, composants pneumatiques), ils constituent de plus en plus un maillon fiable et efficace entre le calculateur, qui a plutôt un rôle de gestion et l'appareillage de terrain (capteurs et actionneurs).

Cet appareillage pouvant lui-même aujourd'hui contenir un processeur, il nous faut préciser la définition de l'API, tout en sachant que dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres touchant à l'informatique, les frontières sont floues et mouvantes.

Nous considérerons comme automate programmable un système :

- ❖ construit autour d'un processeur numérique, spécifique ou non.



- ❖ pouvant être relié à de nombreux signaux physiques.
- ❖ fonctionnant grâce à une protection adaptée dans des conditions industrielles.
- ❖ doté d'un logiciel de programmation permettant un traitement simple des variables booléennes (Tout ou Rien, TOR en abrégé) .
- ❖ doté de possibilités d'échanges avec d'autres processeurs.

Cela constitue un « noyau », à partir de ces définitions, nous distinguerons dans les fonctions que l'automate doit remplir :

- ❖ un rôle de commande où il est un composant d'automatisme, élaborant des actions, suivant une algorithmique appropriée, à partir des informations que lui fournissent des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques).
- ❖ un rôle de communication dans le cadre de la production :
 - ✚ avec des opérateurs humains : c'est le dialogue d'exploitation,
 - ✚ avec d'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (calculateur de gestion de production), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instrumentation intelligente).

La technologie utilisée dans la conception des automates de dernière génération leur permet d'exécuter des algorithmes qui nécessitent des calculs et le traitement en continu de grand flux de données et temps réel. Cette capacité leurs permet d'exécuter de manière très aisée certaines fonction telles que la régulation.

Grâce aussi à la capacité de communication et de dialogue avec l'environnement il est devenu très aisé de gérer et de superviser à distances les installations à réguler.

L'automate présente également une grande souplesse de programmation, grâce à des méthodes de programmation directes via une console ou un micro ordinateur par l'utilisation de langages de programmations spéciaux très adaptés.

II.9. Composants d'un API

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique possédant l'architecture d'un calculateur (très proche de l'ordinateur) adapté au milieu industriel. Elle comporte :

- ❖ L'unité de traitement.
- ❖ Mémoire.
- ❖ Interfaces (coupleurs) d'entrée et de sortie.

Les API sont particulièrement conçues pour répondre à de multiples applications dans la quasi-totalité des domaines industriels, ce sont des outils programmables universels.

II.10. Les types d'un API

Les automates se distinguent par leur puissance, cette puissance (rapidité d'exécution, nombre et type d'entrée/sortie, taille mémoire...) exprime la capacité d'automate de gérer des procédés plus au moins complexes

II.10.1. Automate compact

Ces automates sont destinés à des petites applications et sa mise en œuvre est très simple. Le nombre d'entrées/sorties dont ils disposent, ne dépassent pas les 48 d'E/Ss. Ils se présentent dans des boîtiers compact ou tous les modules (CPU, alimentation, modules d'E/S, module de communication) sont intégrés dans un même boîtier. Il ne dispose d'aucune possibilité d'extension.

II.10.2. Automate modulaire

Ce sont des automates superpuissants, dont les performances permettent de gérer jusqu'à 2048 d'E/S et plus. Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

II.11. Caractéristique et critères de choix d'un API

La question posée est de choisir un matériel et une configuration capables de résoudre le problème d'automatisation. Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier des charges de son système. Cette phase mérite la plus grande attention, surtout dans le cas où il conserve la maîtrise de son développement.

Toute imprécision peut conduire à des modifications de configuration en cours de projet, c'est-à-dire après l'achat d'une machine, et à altérer sensiblement les performances techniques et financières de celui-ci : le choix risque alors d'apparaître moins significatif que prévu.

Pour des automates complexes, l'utilisation des API peut être la plus appropriée. Ils permettent le traitement des séquences multiples pouvant comporter des fonctions de temporisation, comptage, comparaison, saut d'étapes ou autres spécifications qui dans la logique câblée pourraient poser des problèmes d'encombrement ou de complexité de câblage.

Cependant même quand une pré-étude oriente la recherche d'une solution vers les API, il reste à sélectionner parmi l'ensemble des API du marché la gamme qui correspond au mieux

besoins d'un automatisme donné. Les critères d'appréciations des API portent sur trois rubriques :

- ✚ **Le matériel** Robustesse, technologie de l'unité centrale (taille et type de la mémoire), le nombre et le type d'entrées/sorties, interconnexion des machines et réseaux, tension d'alimentation, modules complémentaires (analogique, communication...).
- ✚ **Le logiciel** Nature du langage, capacité du traitement, vitesse de traitement, rapidité d'exécution, facilité d'emploi...
- ✚ **Critères extra technique** documentation, les compétence/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate, services après vente...

Le choix de l'automate dépend :

- ✓ La nature de projet.
- ✓ Le temps de réponse.
- ✓ Le contexte de l'entreprise.
- ✓ Les éléments économiques.
- ✓ La taille de l'application envisagée, exprimée en volume d'entrées-sorties, est caractérisé par l'indice I_v dont le calcul résulte des données du problème :

$$I_v = U_b = Y_b + \alpha (U_n + Y_n) + T + C .$$

Avec :

- U_b** : Nombre d'entrées binaires.
- Y_b** : Nombre de sorties binaires.
- U_n** : Nombre d'entrées numériques.
- Y_n** : Nombre de sorties numériques.
- α** : Taille du mot de données numériques (en bits).
- T** : Nombre de temporisation.
- C** : Nombre de compteur.

II.12. Automate programmable simatic s7 400

Le simatic s7 400 est un automate programmable industriel conçu a la fois pour l'industrie manufacturière et le génie des procédés il se distingue grâce a ces hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacité de mémoire, cet

automate programmable industrielle peut s'adapter à toutes les applications spécifique telles que la disponibilité élevée, et ou la sécurité.

II.12.1. Caractéristiques techniques

Un choix parmi toute une gamme diversifiée de modules en configuration centralisée ou décentralisée via ET200.

- ✓ Le montage de jusqu'à 4 CPU de 144Ko à 20Mo dans un seul châssis de base pour augmenter les puissances de commande, de calcul ou de communication.
- ✓ Un concept innovant de mémoire avec accès simultané aux données et au programme qui génère une hausse très notable des performances de traitement.
- ✓ Des fonctions isochrones qui garantissent des temps de traitement parfaitement reproductibles.
- ✓ La modification de la configuration matérielle en RUN permettant de procéder à des modifications de l'installation sans arrêt de l'exploitation.
- ✓ Des variantes à haute disponibilité et de sécurité.
- ✓ De puissantes fonctions intégrées de diagnostic du système ainsi que des fonctions configurables de diagnostic de processus.

II.12.2. Avantages

Très simple d'installation, économique en coûts d'ingénierie, modulaire, le S7-400 brille dans bien des domaines :

Modularité Le bus de fond de panier performant et les interfaces intégrables sur la CPU permettent une exploitation de nombreuses lignes de communication.

Constitution Le S7-400 peut-être configuré sans règles de placement par simple adjonction de modules. Il peut également fonctionner sans ventilation et permet le changement de modules d'E/S sous tension.

Gamme de CPU Sept modèles couvrent toutes les gammes de performance.

Diagnostic Le système contrôle en permanence le bon fonctionnement du système et du processus.

Multitraitement L'exploitation simultanée de plusieurs CPU permet de fractionner les tâches par spécialité ainsi que le traitement prioritaire des tâches à temps critique.

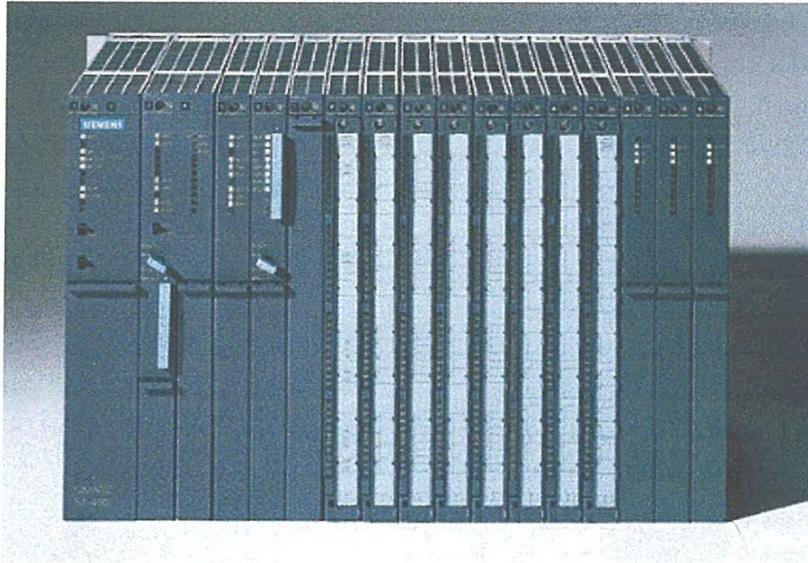


Figure.13: L'automate Simatic s7 400.

II.13. Architecture d'un API : Cas du s7 400

II.13.1. Architecture externe

A. Châssis Les modules d'un automate, à structure modulaire, sont montés sur châssis spécifique qui sont rappelés aussi Rack.

Le châssis permet d'assurer :

- ✚ L'assemblage mécanique des modules.
- ✚ La distribution de la tension d'alimentation aux différents modules.
- ✚ L'acheminement des bus vers les modules.

Tout rack se compose d'éléments suivants :

- ✚ Profilé support.
- ✚ Bus de fond de panier (pour la communication de la CPU avec les modules).
- ✚ Connexion pour le conducteur de protection (prise de terre).

Chaque positionnes localisée par une adresse qui permet au processeur de solliciter l'interface souhaité.

B. Contacteur frontal Les contacteurs frontaux permettent de faciliter le raccordement des capteurs et des actionneurs aux modules.

Le remplacement d'un module est donc rendu facile, car il suffit de débrancher le connecteur frontal sans avoir à toucher au branchement des capteurs ou actionneurs.

II.13.2. Architecture interne

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API se compose de cinq modules :

- ✓ L'unité centrale.
- ✓ Les modules d'entrées.
- ✓ Les modules de sorties.
- ✓ Le module d'alimentation.
- ✓ Le module de communication.

A. L'unité centrale

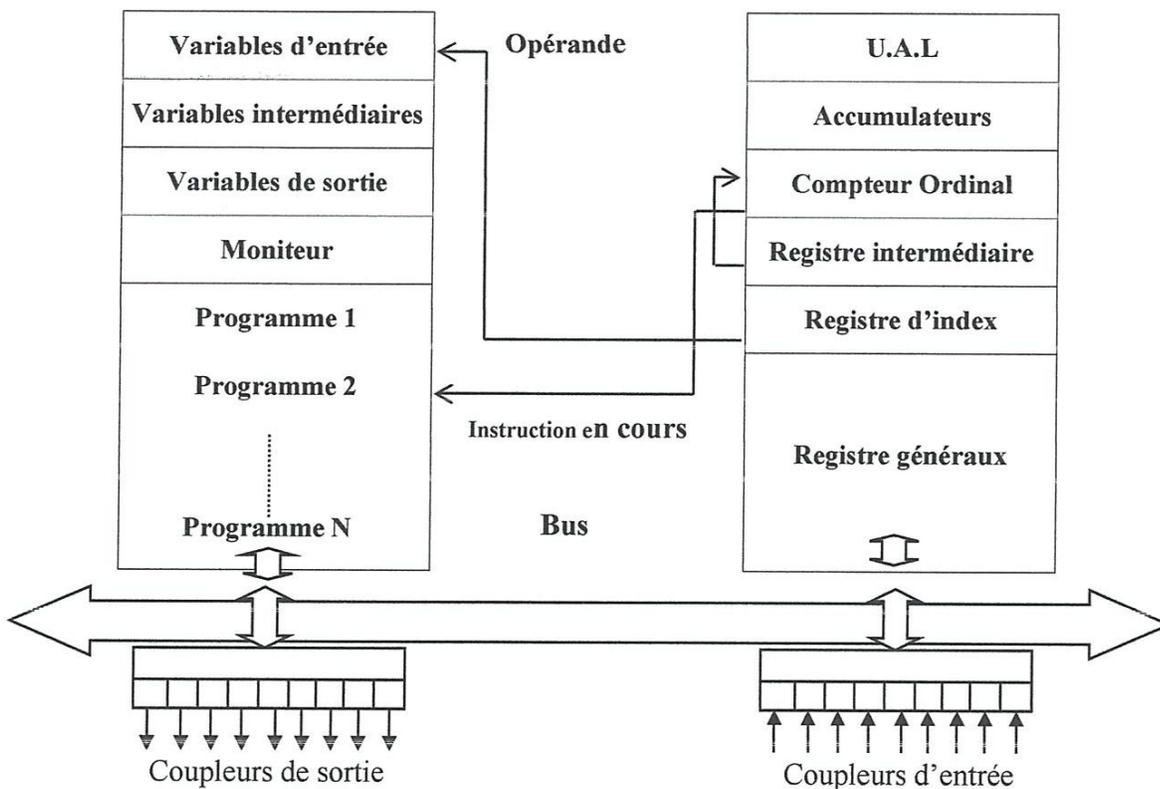
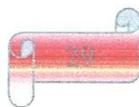


Figure .14 : L'unité centrale



✚ **Le Processeur** Cœur de l'appareil, réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul...à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Appelé aussi unité de traitement ou U.A.L, il a la double vocation d'assurer le contrôle de l'ensemble de la machine et d'effectuer les traitements demandés par les instructions des programmes. Ainsi le processeur utilise un certain nombre de registres:

➤ **Compteur Ordinal** Contient en permanence l'adresse de l'instruction en cours d'exécution, son évolution est automatique, il est incrémenté de (+1) en fin d'instruction et de (+N) pour une instruction de saut.

➤ **Registre D'instructions** Il est chargé par l'instruction à exécuter, il a pour rôle de décoder le code opération (C.O) et d'effectuer les opérations demandées par celle-ci.

➤ **Registre d'Adresses** Contient l'adresse de l'opérande (A.0) de l'instruction et permet d'accéder directement ou via un registre d'index au second opérande (s'il y a lieu). Le premier opérande est dans l'accumulateur.

➤ **Accumulateur** C'est le registre où s'effectuent les traitements logiques et arithmétiques. Il contient le premier opérande avant exécution de l'instruction et le résultat de l'opération après celle-ci. Ce registre constitue une plaque tournante dans les échanges d'informations entre éléments du processeur et entre celui-ci et l'extérieur.

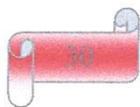
➤ **Registres Généraux** Existents sur certains A.P.I, ils sont accessibles à l'utilisateur pour réaliser un certain jeu d'instructions, ils jouent aussi un rôle important dans l'échange d'informations entre éléments du processeur et l'extérieur.

✚ **La zone mémoire** La zone mémoire va permettre :

- De recevoir les informations issues des capteurs d'entrées
- De recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeurs des compteurs, des temporisations,...).
- De recevoir et conserver le programme du processus.

La technologie de ces mémoires est :

- **RAM (Random Acces Memory)** Mémoire vive contient le programme dans laquelle on peut le lire, écrire et effacer.



- **ROM (Read Only Memory)** Mémoire morte accessible uniquement en lecture.
- **EPROM** Mémoire mortes reprogrammables effacement aux rayons ultr-violets.
- **EEPROM** Mémoire mortes reprogrammables effacement électrique.
- ✚ **Les bus** Le bus est un ensemble de pistes conductrices (piste en cuivre) par lequel s'acheminent une information binaire (0 et 1), c'est-à-dire (0v et 5v) sur chaque fil.

Comme dans un système informatique classique, l'unité centrale dispose de trois bus :

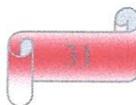
- ❖ **Bus de données** Il permet de véhiculer des données du microprocesseur vers composant ou d'un composant vers le microprocesseur (donc bidirectionnel). Les informations véhiculées sont de deux types : des données pures ou des instructions que le processeur et chargé de les exécuté.
- ❖ **Bus d'adresses** La mémoire est composée de plusieurs cases mémoire. Chaque case est repérée par une adresse. Lorsque le processeur veut lire une case, il doit indiquer à quelle adresse elle se trouve. Il met cette adresse sur le bus d'adresse et la case mémoire reconnaît son adresse et met sur le bus de données son contenu.
- ❖ **Bus de commande** Le bus de commande est constitué d'un ensemble de pistes conductrices. Il assure la synchronisation et bien sûr la commande des boîtiers mémoires et E/S par le microprocesseur.
- ❖ **Bus interne** C'est le support physique de transmission de données entre les modules, pour :
 - ✓ Simplifier la connectique des modules.
 - ✓ Permet d'utiliser un bus plus long.
 - ✓ Offrent donc une plus grande extensibilité.

B. Les modules d'entrées

A pour rôle de transformer les signaux logiques ou analogique provenant des capteurs en éliminant les parasites et en isolant l'unité de commande de la partie opérative pour les transformer en information numérique exploitable par l'unité de traitement.

✚ Les cartes d'entrées tout ou rien (TOR)

Les cartes d'entrées TOR permettent de raccorder à l'automate des différents capteurs (boutons poussoirs, fin de cours, capteurs de proximité inductifs ou capacitifs, capteurs de photos, fibre optique, ect...).



Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électrique une diode électroluminescente située sur la carte donne l'état de chaque entrée :

- Le nombre d'entrées sur une carte de 4, 8, 16,32.
- Les tensions d'entrées sont de 24, 110, 220 VOLTS en continu ou alternatif.

✚ **La carte des entrées analogiques** Permette de gérer les grandeurs analogiques, en assurant la transformation d'un signal analogique à un signal numérique. Sur ces entrées, sont branchés des grandeurs physiques, dans le suivi de l'évolution dans le temps, est nécessaire pour la commande du procédé. Parmi les grandeurs en site la température, débit, vitesse, position...

C. Les modules de sorties

Les sorties transmettent des informations numériques (signaux de commande) pour :

- Commande les pré-actionneurs et élément des signalisations du système.
- Adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces derniers.

✚ **Les cartes de sortie tout ou rien (TOR)**

Les cartes de sorties de type TOR permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs (vannes électromagnétiques, contacteurs, voyants, afficheur...). Les tensions de sorties usuelles sont de 5, 12, 24v en continu courant.

✚ **La carte de sorties analogiques**

La carte des sorties analogiques permet de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sien de module.

D. Le module d'alimentation

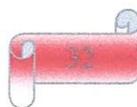
L'alimentation intégrée dans l'API, fournit à partir des tensions usuelles des réseaux (230v, 24v) les tensions continues nécessaires au fonctionnement des circuits électroniques.

E. Le module de communication

Les modules de communication sont destiné à assurer la communication Homme-Machine, et la communication avec d'autre systèmes automatisés via des coupleurs. Ils comprennent :

✚ **Les boîtes de tests** Destiné aux personnels d'entretien, ils permettent de visualiser le programme ou les valeurs de paramètre par exemple :

- ✓ Affichage de ligne de programme à contrôler.
- ✓ Visualisation de l'instruction (code opératoire et adresse de l'ope ronde).



- ✓ Visualisation des l'état des entrées.
- ✓ Visualisation des l'état des sorties.

✚ **Les consoles** Il existe deux types de consoles :

- ✓ L'une permet le paramétrage et relevés d'information (modification et visualisation).
- ✓ L'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation.

✚ **Les unités de dialogue en ligne** Elles sont destinées aux personnels spécialistes de procéder à l'automate et leur permet d'agir sur certains paramètres de programmation.

➤ **Exemple** : Modification des constants, forçages des entrées/sorties...

II.14. Définition du logiciel step7

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- ✓ STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.
- ✓ STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400.

STEP 7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

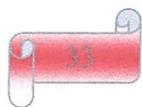
- ✓ Configuration et paramétrage du matériel.
- ✓ Paramétrage de la communication.
- ✓ Programmation.
- ✓ Test, mise en service et maintenance .
- ✓ Documentation, archivage.
- ✓ Fonctions de diagnostic et d'exploitation.
- ✓ Aide en ligne détaillée.

II.14.1. Les différents blocs

A. Blocs d'organisations (OB) Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur.

Ils permettent de déclencher l'exécution de certaines parties du programme, tels que :

- La mise en route de la CPU.
- De façon cyclique ou à intervalle de temps.



- A certains heures ou certains jours.
- Après écoulement d'une durée donnée.
- Quand une erreur intervient.
- Quand une alarme de processus ou de communication intervient.

Les blocs d'organisation sont traités selon la priorité qui leur a été affectée. Le Tableau suivant regroupe l'ensemble des Blocs d'Organisations, leurs événements déclencheurs ainsi que leur classe de priorité.

Tableau .2: Blocs D'organisation.

OB	EVENEMENT DECLANCHEUR	CLASSE DE PRIORITE	EXPLICATION
OB1	Fin de mise en route ou fin l'OB1	1	Cycle libre
OB10...OB17	Alarme horaire	2	Pas d'indication horaire par défaut
OB20...OB23	Alarme temporisée	3-4-5-6	Pas d'indication horaire par défaut
OB30...OB38	Alarme cyclique	7-8-9-10-11-12-13-14-15.	Alarmes cycliques
OB40...OB47	Alarme de processus	16-17-18-19-20-21-22-23.	Alarme de processus
OB80 OB81 OB82 OB83 OB84 OB85 OB86 OB87	Erreur de temps Erreur d'alimentation Alarme de diagnostic Alarme de débrogage / enfichage Erreur matricielle CPU Erreur d'exécution du programme Défaillance d'un profilé support/châssis, d'un sous-réseau ou d'une station en périphérie décentralisée Erreur de communication	26.28	Alarme d'erreur asynchrone
OB100 OB101	Démarrage Redémarrage	27 27	Mise en route
OB121 OB122	Erreur de programmation Erreur d'accès à la périphérie	Priorité de l'OB à l'origine de l'erreur. Priorité de l'OB à l'origine de l'erreur.	Alarme d'erreur synchrone.

B. Blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC) Les SFB et SFC sont intégrés à la CPU S7. On peut les appeler à partir du programme utilisateur. Il s'agit de blocs tout prêts que nous ne devons pas programmer. Comme ils font partie du système d'exploitation de la CPU, nous ne devons pas, contrairement aux autres blocs, les charger en tant que partie du programme.

Les SFB constituent des blocs avec mémoire. On doit donc leur créer des blocs de données d'instance (voir & 4.3.5) qu'on charge dans la CPU en temps que partie du programme.

Les CPU S7 proposent des SFB pour :

- l'échange de données via des blocs fonctionnels de communication,
- la régulation intégrée.

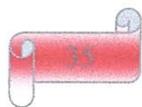
Les SFC constituent des blocs sans mémoire.

Les CPU S7 proposent des fonctions système pour :

- ✓ des fonctions de copie et de blocs,
- ✓ le contrôle de programme,
- ✓ la gestion de l'horloge et du compteur d'heures de fonctionnement,
- ✓ le transfert d'enregistrement de données.
- ✓ la gestion des alarmes horaires et temporisées.
- ✓ la gestion des événements d'erreurs synchrones, d'événements d'alarmes et des événements d'erreurs asynchrones.
- ✓ le diagnostic système.
- ✓ la mise à jour de la mémoire image des processus et le traitement de champs binaires.
- ✓ l'adressage de modules.
- ✓ la périphérie décentralisée.
- ✓ la communication par données globales.

C. Fonction FC Une fonction est un bloc de code sans mémoire que nous devons programmer nous même. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardés dans la pile des données locales; elles sont perdues à l'achèvement de la fonction.

Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données.



Comme une fonction ne dispose pas de mémoire associée, on doit toujours indiquer des paramètres effectifs pour elle. On ne doit pas affecter de valeurs initiales aux données locales d'une FC.

Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code.

On peut faire appel à des fonctions pour :

- ✓ Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant. (exp : fonctions mathématique).
- ✓ Exécuter une fonction technologique. (exp: commande individuelle avec combinaison binaire).

D. Blocs fonctionnels FB Les blocs fonctionnels font partie des blocs que nous programmons. Ce sont des blocs avec rémanence auxquels sont associés des blocs de données d'instances qui constituent pour eux la mémoire.

Les paramètres transmis aux FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardées dans le bloc de données d'instance. Les variables temporisées sont rangées dans la pile des données locales.

Les données sauvegardées dans le bloc de données d'instance ne sont pas perdues à l'achèvement du traitement du FB. En revanche, les données sauvegardées dans la pile des données locales le sont.

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté quand ce bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code.

Les blocs fonctionnels facilitent la programmation de fonctions complexes souvent utilisées.

E. Bloc de données d'instance Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres.

Ce bloc de données d'instance contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. Les variables déclarées dans le FB déterminent la structure du bloc de données d'instance.

On appelle l'appel d'un bloc fonctionnel.

Si par exemple un bloc fonctionnel est appelé cinq fois dans le programme utilisateur S7, il existe cinq instances de bloc.

Lors de la création d'un DB d'instance, on indique le numéro du bloc fonctionnel correspondant. Donc, ce dernier doit exister avant.

II.15. Langage a contact (LADDER)

Les opérations combinatoires sur bits utilisent deux chiffres : 1 et 0. Ces deux chiffres sont à la base du système de numération binaire et sont appelés chiffres binaires ou bits. Pour les contacts et les bobines, 1 signifie activé ou excité et 0 signifie désactivé ou désexité.

Les opérations de combinaison sur bits évaluent les états de signal 1 et 0 et les combinent selon la logique booléenne. Le résultat de ces combinaisons est égal à 1 ou 0. Il s'agit du résultat logique (RLG).

Il existe des opérations combinatoires sur bits pour effectuer les fonctions suivantes :

- ---|--- Contact à fermeture
- ---| / |--- Contact à ouverture
- --- (SAVE) Sauvegarder RLG dans RB
- XOR Combinaison OU exclusif
- --- () Bobine de sortie
- --- (#) --- Connecteur
- ---|NOT|--- Inverser RLG

Les opérations suivantes réagissent à un RLG égal à 1 :

- ---(S) Mettre à 1
- ---(R) Mettre à 0
- SR Bascule mise à 1, mise à 0
- RS Bascule mise à 0, mise à 1

D'autres opérations exécutent les fonctions suivantes en cas de front montant ou descendant :

- --- (N) --- Détecter front descendant
- --- (P) --- Détecter front montant
- NEG Détecter front descendant de signal
- POS Détecter front montant de signal
- Lecture directe en périphérie
- Ecriture directe en périphérie

II.16. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu l'architecture d'un API, les différents types, les composants et modules et ses caractéristiques. Nous avons découvert que le simatic s7 400 est un bon produit, facile à programmer, à connecter, il reste l'élément clé et indispensable grâce à sa grande capacité d'interaction et adaptation aux conditions de l'environnement industriel. L'expansion de ses possibilités, et celles corrélatives de son marché, le prouvent.

Avant de passer à l'application, nous allons présenter dans le chapitre suivant l'outil incontournable de modélisation des systèmes à événements discrets et hybrides qui est : les Réseaux de pétri « RdP ».

CH. 10
Research in Psychology

Chapitre.III

Réseaux de Pétri.

III.1. Introduction

Un Réseau de pétri « RdP » est un moyen de modélisation des comportements des systèmes dynamiques à événement discret. Il permet aussi de décrire les relations existantes entre des conditions et des événements. Les RdP ont vu leur naissance dans la thèse de Carl Adam Pétri

Soutenue vers 1964.

Il est important de noter que les réseaux de Pétri constituent un outil très puissant. Cependant, il n'a pas pénétré le milieu industriel faute de normes et d'une utilisation souvent trop tournée vers la recherche que vers l'industrie. C'est sa forme voisine, le Grafcet qui s'est répandu dans le milieu industriel.

III.2. Architecture d'un réseau de pétri

A. **Place** Une place décrit les états du système modélisé, C'est un rond.



B. **Une transition** Elle représente les changements d'état.



C. **Un arc orienté** Ce sont les arcs orientés qui relient les places aux transitions. Chaque arc est associé à un nombre, appelé "poids de l'arc"

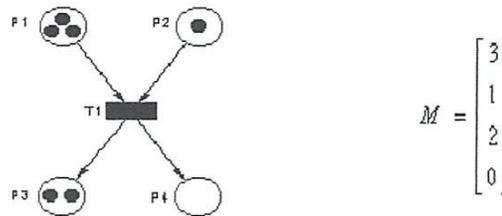


D. Un jeton ou une marque Ils sont placés dans les places.

III.3. Marquage

Chaque place contient un nombre entier positif ou nul de marque ou jeton. Le marquage M définit l'état du système décrit par le réseau à instant donné, est un vecteur colonne de dimension de nombre de place dans le réseau, le $i^{\text{ème}}$ élément du vecteur correspond au nombre de jeton contenue dans la **place** P_i .

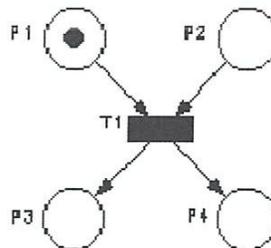
✓ Exemple 1



III.4. Franchissement d'une transition

Une transition est franchissable lorsque toutes les places qui lui sont en amont (ou toutes les places d'entrée de la transition) contiennent au moins un jeton.

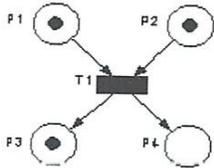
✓ Exemple 2 : Franchissement d'une transition



T_1 ne peut pas être franchie car P_2 ne contient aucun jeton.

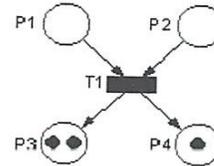
- ✓ **Exemple 3** Le franchissement consiste à retirer un jeton de chacune des places d'entrée et à rajouter un jeton à chacune des places de sortie de la même transition.

Avant franchissement



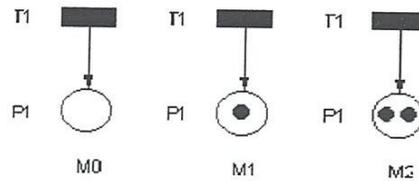
Le franchissement de T_1 consiste à enlever un jeton de P_1 et un jeton de P_2 et à rajouter un jeton dans P_3 et un jeton dans P_4 .

Après franchissement



A. Une transition source C'est une transition sans place d'entrée est toujours franchissable

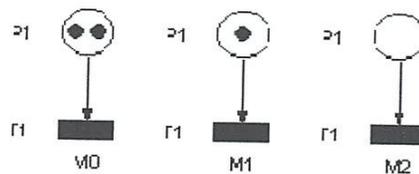
- ✓ **Exemple 4** Transition source.



Le franchissement d'une transition source consiste à rajouter un jeton à chacune de ces places de sortie.

B. une transition puits C'est une transition sans place de sortie

- ✓ **Exemple 5** Transition puits

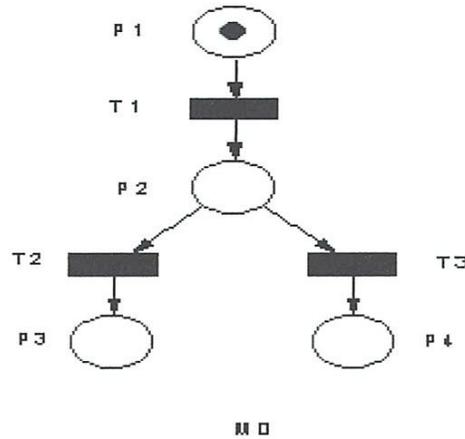


Le franchissement d'une transition puits consiste à retirer un jeton de chacune de ses places d'entrée.

III.5. Séquence de franchissement

Une séquence de franchissement S est une suite de transitions $T_i T_j \dots T_k$ qui peuvent être franchies successivement à partir d'un marquage donné. Une seule transition peut être franchie à la fois.

✓ **Exemple 6** Séquence de franchissement



T_1T_2 et T_1T_3 sont deux séquences de franchissement:

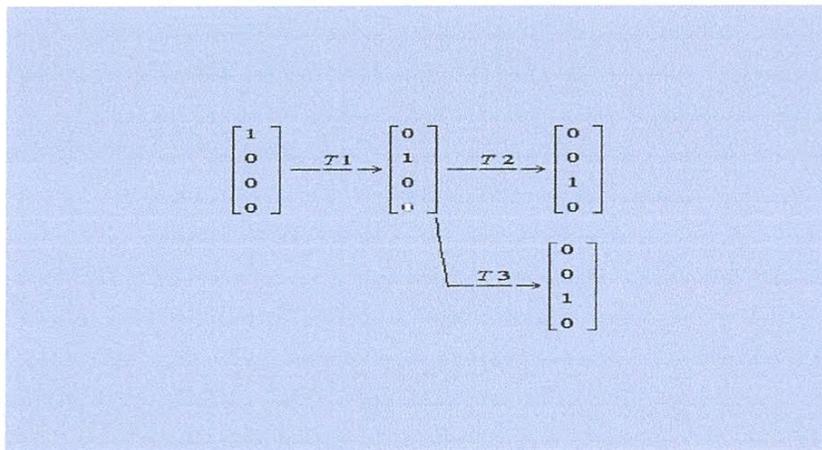
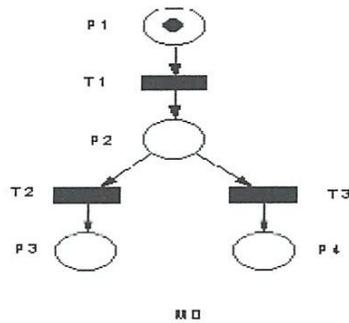
❖ Pour séquence T_1T_2 : $M_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dots M_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

❖ Pour séquence T_1T_3 : $M_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dots M_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

III.6. Graphe de marquages

On utilise le graphe de marquages quand le nombre de marquages accessibles est fini.

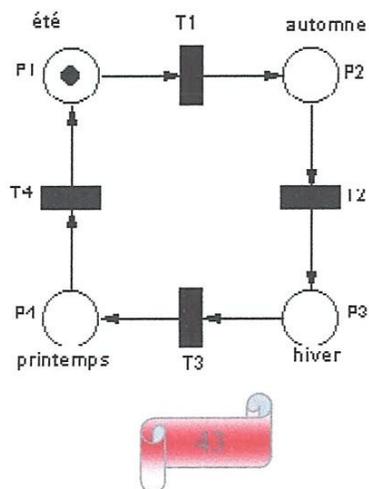
✓ **Exemple 7** Graphe de marquages.



III.7. Autonome et non autonome

Un RdP autonome décrit le fonctionnement d'un système dont les instants de franchissement ne sont pas connus ou indiqués.

✓ **Exemple 8** RdP autonome.

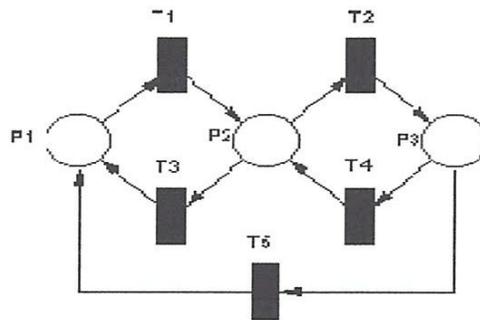


Un RdP non autonome décrit le fonctionnement d'un système dont l'évolution est conditionnée par des événements externes ou par le temps. Un RdP non autonome est synchronisé et/ou temporisé.

III.8. RDP particulier

A. Graphe d'état Un réseau de Pétri non marqué est un graphe d'état si et seulement si toute transition a exactement une seule place d'entrée et une seule place de sortie.

✓ **Exemple 9** Graphe d'état

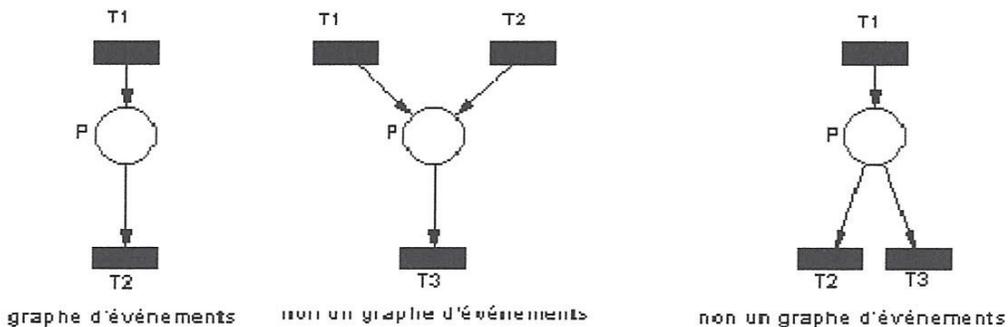


Chacune des transitions T₁, T₂, T₃, T₄ et T₅ possède une seule place d'entrée et une seule place de sortie.

B. Graphe d'événement

Un RdP est un graphe d'événement si et seulement si chaque place possède exactement une seule transition d'entrée et une seule transition de sortie.

✓ **Exemple 10** Graphe d'événement



C. RdP sans conflit

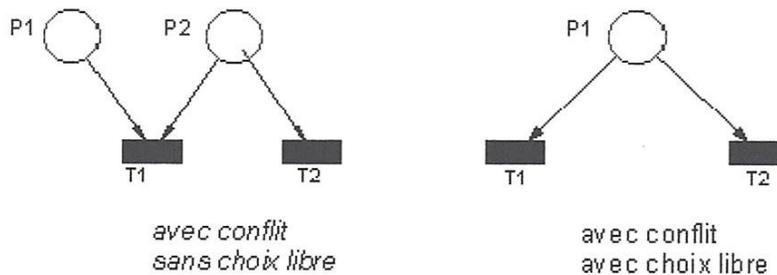
Un RdP sans conflit est un réseau dans lequel chaque place a au plus une transition de sortie.

Un RdP avec conflit est un réseau qui possède donc une place avec au moins deux transitions de sorties. Un conflit est noté: $[P_i, \{T_1, T_2, \dots, T_n\}]$; avec T_1, T_2, \dots, T_n étant les transitions de sorties de la place P_i .

✓ **Exemple 11**

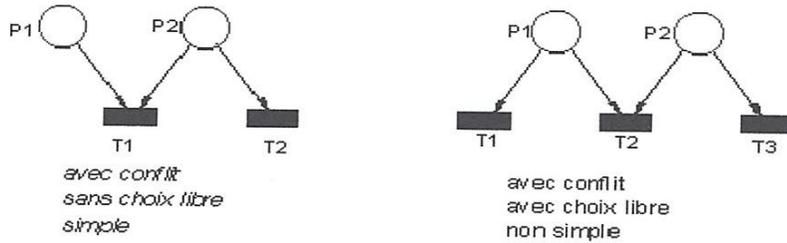


D. RdP a choix libre Un RdP a choix libre est un réseau dans lequel pour tout conflit $[P_i, \{T_1, T_2, \dots, T_n\}]$ aucune des transitions T_1, T_2, \dots, T_n ne possède aucune autre place d'entrée que P_i . Exemple 12 :



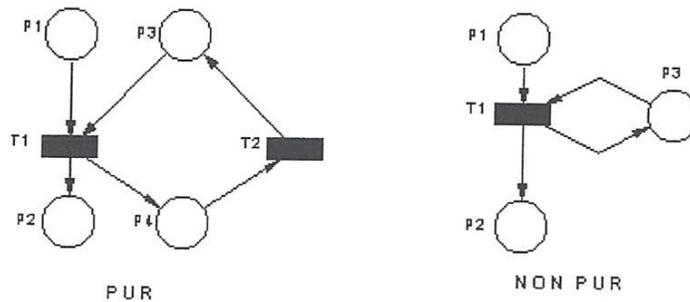
E. RdP simple Un Réseau de Pétri simple est un RdP dans lequel chaque transition ne peut être concernée que par un conflit au plus.

✓ Exemple 13



F. **RdP pur** Un RdP pur est un réseau dans lequel il n'existe pas de transition ayant une place d'entrée qui soit à la fois place de sortie de cette transition.

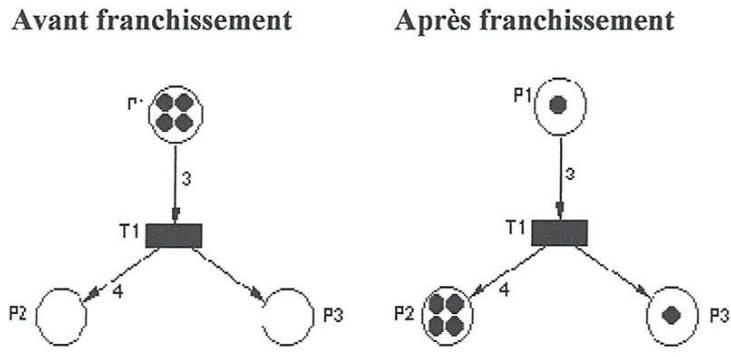
✓ Exemple 14



G. **RdP généralisés** Un RdP généralisés est un RdP dans lequel des poids (nombres entiers strictement positifs) sont associés aux arcs.

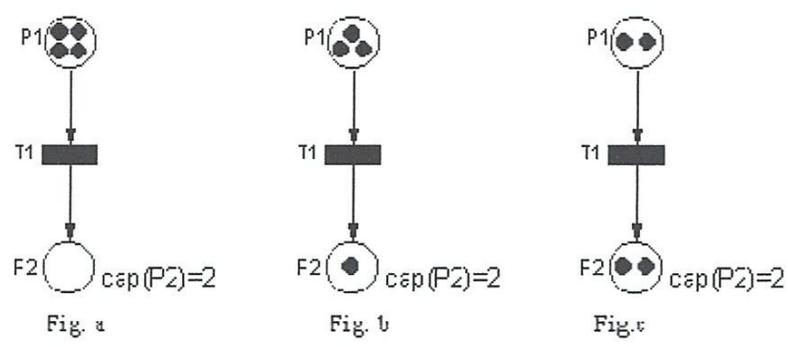
Si un arc (P_i, T_j) a un poids k la transition T_j n'est franchi que si la place P_i possède au moins k jetons. Le franchissement consiste à retirer k jetons de la place P_i . Si un arc (T_j, P_i) a un poids k le franchissement de la transition rajoute k jetons à la place P_i . Lorsque le poids n'est pas signalé, il est égal à un par défaut.

✓ Exemple 15



H. RdP a capacités Un RdP à capacités est un RdP dans lequel des capacités (nombres entiers strictement positifs) sont associées aux places. Le franchissement d'une transition d'entrée d'une place P_i dont la capacité est $cap(P_i)$ n'est possible que si le franchissement ne conduit pas à un nombre de jetons dans P_i qui est plus grand que $Cap(P_i)$.

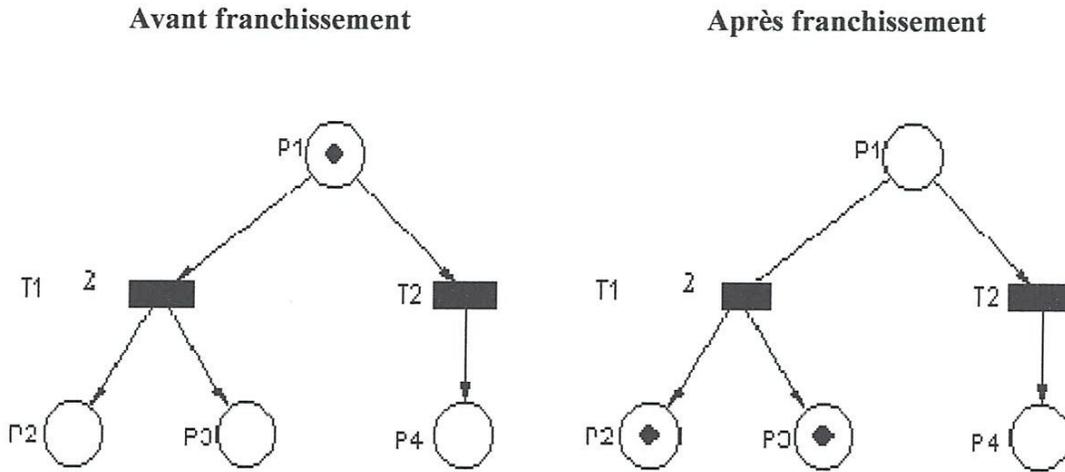
✓ **Exemple 16**



Le franchissement de T_1 conduit à trois jetons dans P_2 d'où T_1 ne peut plus être franchie.

I. RdP a priorités Dans un tel réseau si on atteint un marquage tel que plusieurs transitions sont franchissables, on doit franchir la transition qui a la plus grande priorité.

✓ **Exemple 17** RdP à priorité



III.9. Notion et définition

“Pré” (Pi, Tj) est le poids “k” de l’arc reliant une place à une transition.

- $\text{Pré} (P_i, T_j) = \begin{cases} k & \text{si l'axe } (P_i, T_j) \text{ existe} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

“Post” (Pi, Tj) est le poids “k” de l’arc reliant une transition à une place.

- $\text{Post} (P_i, T_j) = \begin{cases} k & \text{si l'axe } (T_j, P_i) \text{ existe} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

On appelle matrice d’incidence avant $W^- = [\text{Pré} (P_i, T_j)]$.

On appelle matrice d’incidence arrière $W^+ = [\text{Post} (P_i, T_j)]$.

On appelle matrice d’incidence $W = W^+ - W^-$.

III.10. L'équation fondamentale

Si la séquence de franchissement (S) et tel que le marquage $M_i[S > M_k]$ alors l'équation fondamentale correspondante s'écrit :

$$M_k = M_i + W * S$$



III.11. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'outil de modélisation des systèmes dynamiques. De ce fait, nous avons maintenant tous les outils nécessaires pour procéder à l'automatisation de l'unité de chargement en mer de Skikda ; objet de notre application.

Chapitre IV

Simulation Sur Le Logiciel S7-PLCSIM V5.2

Chapitre. IV

Simulation Sur Le Logiciel S7-PLCSIM V5.2

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons réaliser un programme de commande de deux pompes de chargement, du système de chargement sur mer, sur le logiciel step7. Pour le valider, nous disposons du simulateur S7-PLCSIM V5.2 qui permet de simuler divers automates de siemens tels que le s7 300 et le s7 400.

Parmi les langages disponibles sur step7 (contacts, log, list, graph) nous avons utilisé le langage contact.

L'objectif de ce projet est de proposer une amélioration de la séquence de démarrage de deux pompes de chargement dans le but de réduire au maximum l'intervention des opérateurs.

IV.2. Cahier de charges

IV.2.1. Séquence de démarrage

Le poste de pompage transporte du pétrole brut et du condensat des 18 réservoirs existants du parc de stockage. Les réservoirs sont mis en ligne avec le poste de pompage à travers les collecteurs des réservoirs et les manifolds d'aspiration venant de chaque parc de stockage.

Avant le démarrage de la pompe, le PCS vérifie que toutes les conditions de permissive sont valides. Il y a trois conditions de permissive pour le système de contrôles de procédé de Skikda :

- ✓ Permissive Ligne 1.
- ✓ Permissive Pompe Prête.
- ✓ Permissive Chargement Actif.

La Permissive de Ligne 1 vérifie que les positions des vannes associées à la pompe primaire sont en ligne pour le transfert. Les conditions suivantes doivent être remplies pour avoir la Permissive de Ligne 1

- ✓ Au moins une vanne de raccordement au parc de stockage est ouverte (1 sur 3)
- ✓ La vanne de plage est ouverte à 100% et est en contrôle à distance
- ✓ Au moins une vanne de PLEM est ouverte à 100%
- ✓ Au moins une vanne de plateforme tournante sur la bouée est ouverte à 100%
- ✓ Les vannes ESDV dans les lignes d'aspiration et de refoulement de la pompe sont ouvertes à 100%
- ✓ Le système est en mode Comptage ou Dérivation
Pour le mode dérivation.

Les fonctions suivantes sont vérifiées en mode Dérivation :

- a) Tous les tubes de comptage sont fermés.
- b) Vanne de bipasse du système de comptage est ouverte à 100%.
- c) Autorisation du Manager pour le mode Dérivation.

La permissive Pompe Prête vérifie les conditions de la pompe sélectionnée pour le démarrage. Les conditions suivantes de la pompe d'exportation et de ses vannes d'admission et de refoulement doivent être atteintes pour la permissive Pompe Prête :

- ✓ Aucun défaut électrique présent dans le moteur de la pompe sélectionnée.
- ✓ Vanne de refoulement de la pompe en mode à distance.
- ✓ Vanne de la pompe d'aspiration ouverte à 100% et vanne de refoulement fermée à 100%.
- ✓ Pompe en mode à distance.

La permissive Chargement Actif exécute une vérification de supervision du système, pour s'assurer que les autres permissives sont valides et que le système est prêt pour le démarrage.

Les vérifications suivantes seront faites :

- ✓ Permissive Ligne I valide
- ✓ Permissive Pompe Prête valide
- ✓ Pompe primaire sélectionnée

- ✓ Aucune condition de basse pression à la pompe d'aspiration.
- ✓ Les vannes PDV sont en position ouverte à 100%.
- ✓ Les turbines de comptage sont fermées.
- ✓ Les données du lot pour l'opération de transfert ont été entrées.
- ✓ Les contrôleurs de débit sont en mode automatique.
- ✓ Il n'y a aucune condition PSD ou ESD.

Dès confirmation que le pétrolier est amarré à la bouée CALM et est prêt pour recevoir le produit, l'opérateur commence le transfert par une commande "lancement du chargement" (Start Load). Le PCS vérifie la condition du système et les permissives à partir de la bouée, du PLEM, du poste de pompage et du parc de stockage.

Si la vérification de toutes les permissives est satisfaisante, sur commande de l'opérateur, le PCS ouvre la vanne au refoulement de la pompe sélectionnée et démarre la pompe.

Lorsque le bouton "lancement du chargement" (Start Load) est pressé, le système de contrôle de procédé envoie un point de consigne de 1000 m³/h.

Le transfert commence avec une seule pompe à un débit de "démarrage" bas de 1000 m³/h. Le débit peut alors être augmenté au débit maximum de 10 000 m³/h sur demande faite par le personnel autorisé du pétrolier. Une deuxième pompe d'exportation est démarrée automatiquement quand le débit de demande dépasse la capacité de 5250 m³/h d'une seule pompe.

IV.2.2. Séquence d'arrêt

- ✓ Fermeture la vanne d'aspiration et de refoulement de la deuxième pompe.
- ✓ Arrêt de la deuxième pompe.
- ✓ Fermeture la vanne d'aspiration et de refoulement de la première pompe.
- ✓ Arrêt de la première pompe.
- ✓ Fermeture des vannes de sécurité, les vannes PDV, les vannes de PLEM, les vannes de plage, et les vannes TAI-IN.

IV.2.3. Les entrées, sorties de l'automate

IV.2.3.1. Les entrées

E0.0 : Bouton poussoir démarrage du système.

- E0.1** : Mode by pass.
- E0.2** : Transmetteur de position = 100%.
- E0.3** : Début de choix ligne(1).
- E0.4** : Transmetteur de position =0%.
- E0.5** : Transmetteur de position = 100%.
- E0.6** : Une entrée pour les vannes pompe(1).
- E0.7** : Transmetteur de débit =1000 m³/h.
- E1.0** : Transmetteur de pression.
- E1.1**: Transmetteur de température.
- E1.2** : Une entrée pour les vannes pompe(2).
- E1.3** : Transmetteur de débit = de 5250 m³/h.
- E1.4** : Transmetteur de position = 100%.
- E1.5** : Transmetteur de niveaux =80%.
- E1.6** : Transmetteur de position =0%.
- E1.7** : Transmetteur de niveaux =100%.
- E4.0** : Transmetteur de position =0%.
- E4.1** : Fin de chargement.

IV.2.3.2. Les sorties

- A12.0** : Vanne de sécurité (ESDV1).
 - A12.1** : Vanne de sécurité (ESDV2).
 - A12.2** : Vanne de plage.
 - A12.3** : Vanne aspiration pompe(1).
 - A12.4** : Vanne aspiration pompe(2).
 - A12.5** : Vanne refoulement pompe(1).
 - A12.6** : Vanne refoulement pompe(2).
 - A12.7** : Vanne de régulation du débit et la pression(PDV1).
 - A13.0** : Vanne de régulation du débit et la pression(PDV2).
 - A13.1** : Vanne d'isolement de système (TAI-IN).
 - A13.2** : Vanne by pass.
 - A13.3**: Choix de bouées.
 - A13.4**: Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-5003.
 - A13.5** : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-5004.
-

A13.6 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-6001.

A13.7 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-6002.

A16.0 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-5001.

A16.1 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-5002.

A16.2 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-6003.

A16.3 : Vanne Collecteur d'extrémité de canalisation(PLEM) XV-6004.

A16.4 : Choix des pompes.

A16.5 : Pompe(1) démarre.

A16.6 : Pompe(2) démarre.

IV.2.3.3. les mémoires memento et les fonctions

Figure.3 : Combinaison Binaire du Système.

M0.2	M0.1	M0.0	LES FC
0	0	0	FC1
0	0	1	FC2
0	1	0	FC3
0	1	1	FC4
1	0	0	FC5
1	0	1	FC6

IV.3. Modélisation du system par réseaux de pétri

Voir figures 15-20

IV.4. Programme contact

Voir figure 21-25

IV.5. Conclusion

Le travail accompli dans ce chapitre nous permet de déduire les conclusions suivantes :

- ✓ le simatic s7 400 est un système numérique de contrôle commande très utilisable et nous amène à des réalisations très satisfaisantes sur le plan industriel.

- ✓ L'idée réalisée dans le projet de simulation présenté dans ce chapitre, nous a permis de voir que le step7 comporte une bibliothèque très vaste et offre plusieurs possibilités de programmation par de divers langages.

Enfin, ce chapitre nous a permis de se familiariser avec le simatic s7 400 et de mieux comprendre son mode de fonctionnement sur les installations industrielles.

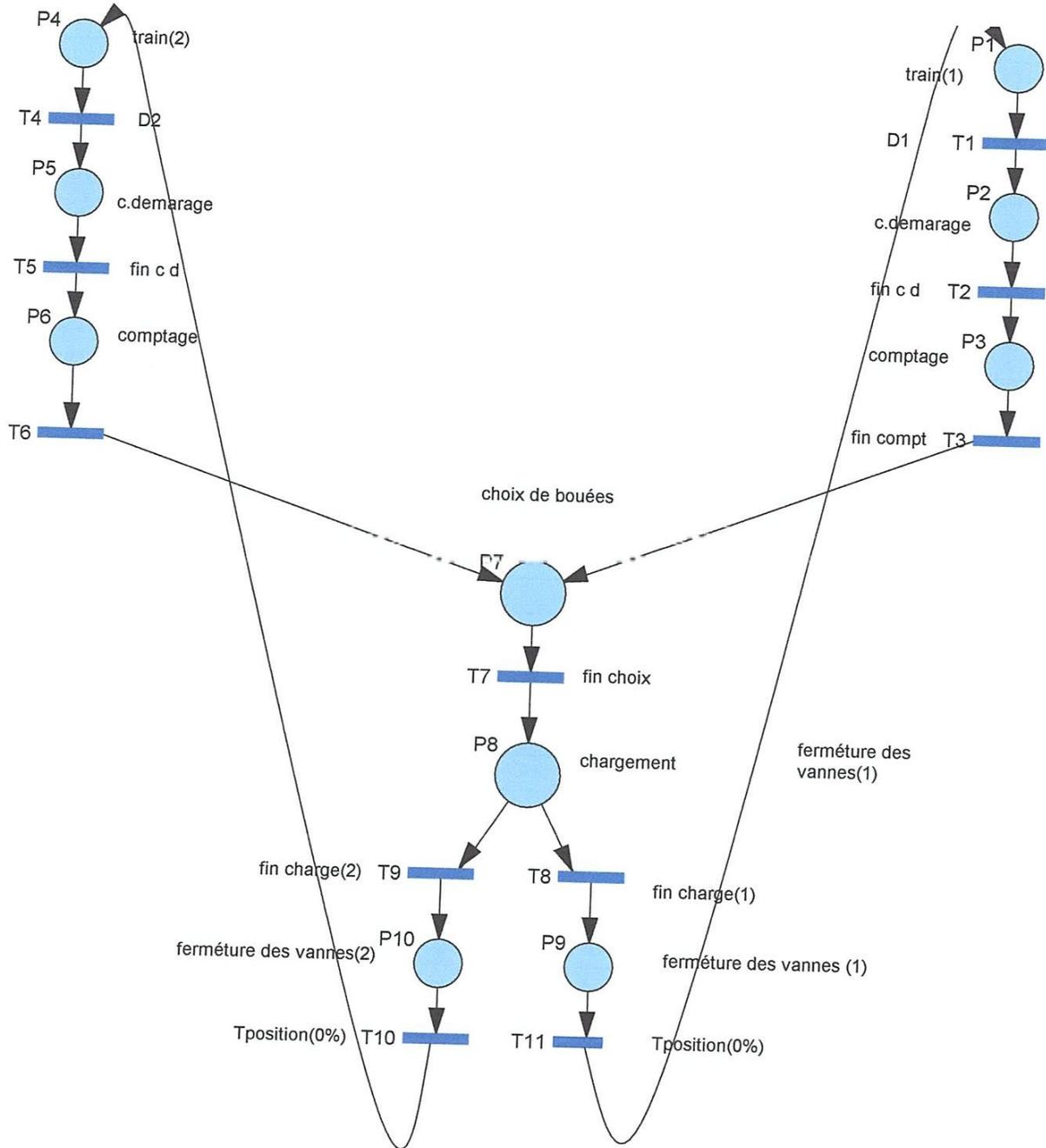


FIGURE15: RDP DU SYSTEME

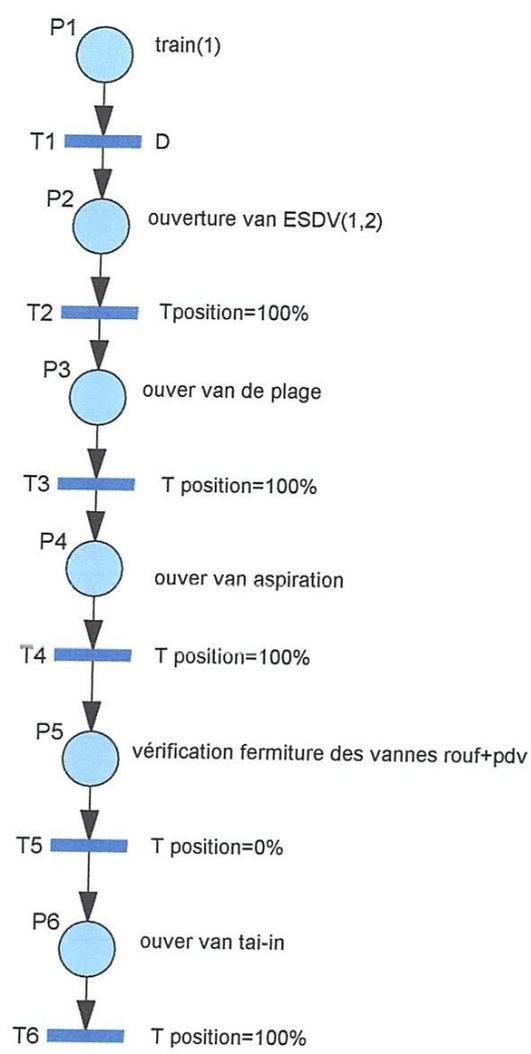


FIGURE 16: CODITION DE DEMARAGE

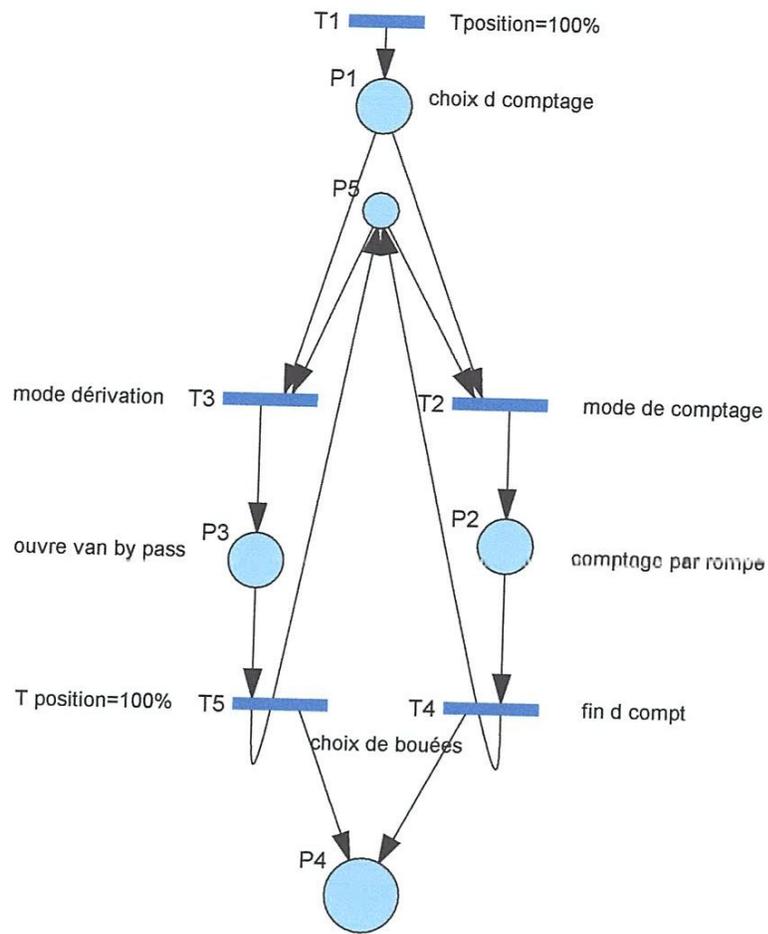


FIGURE 17: RDP COPMTAGE

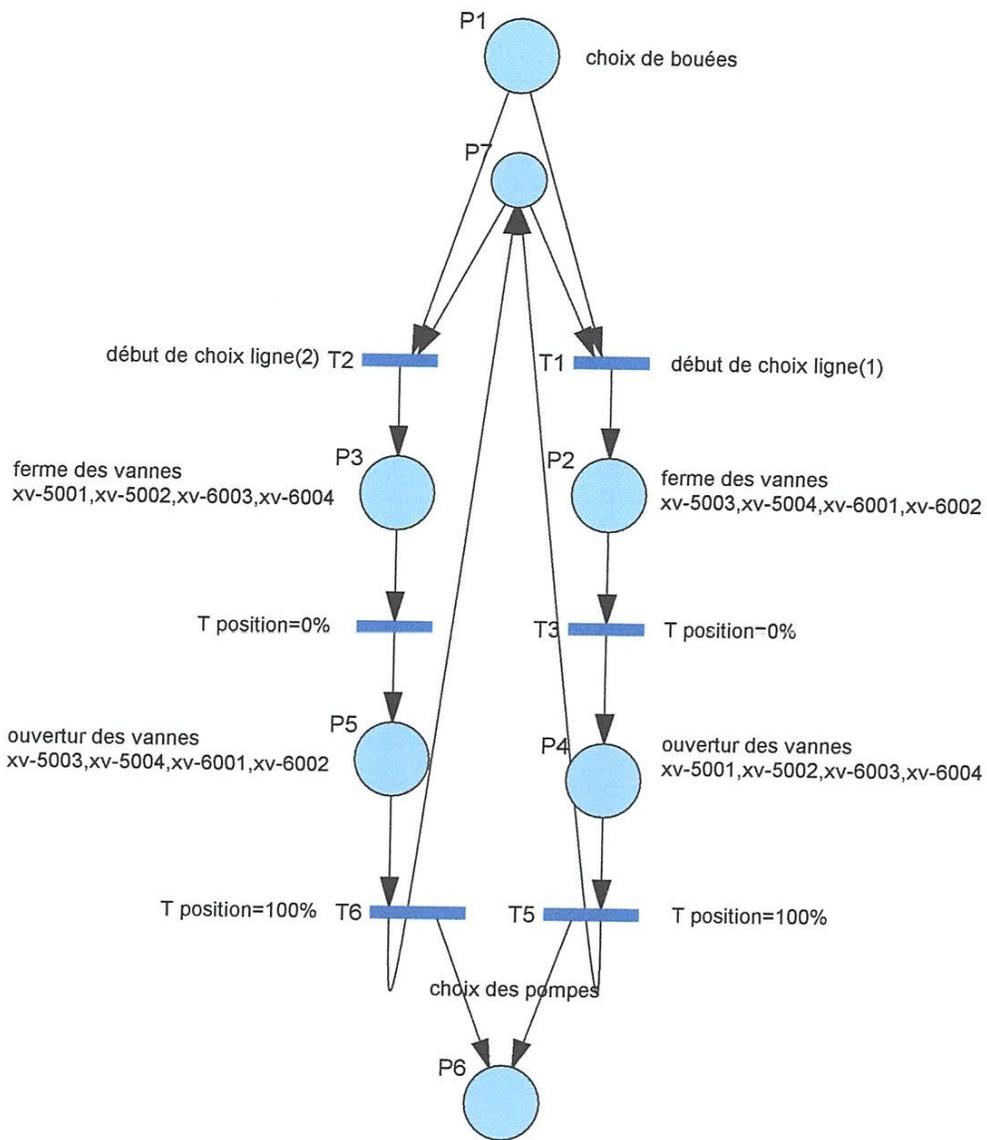


FIGURE 18: RDP CHOIX DE BOUEES

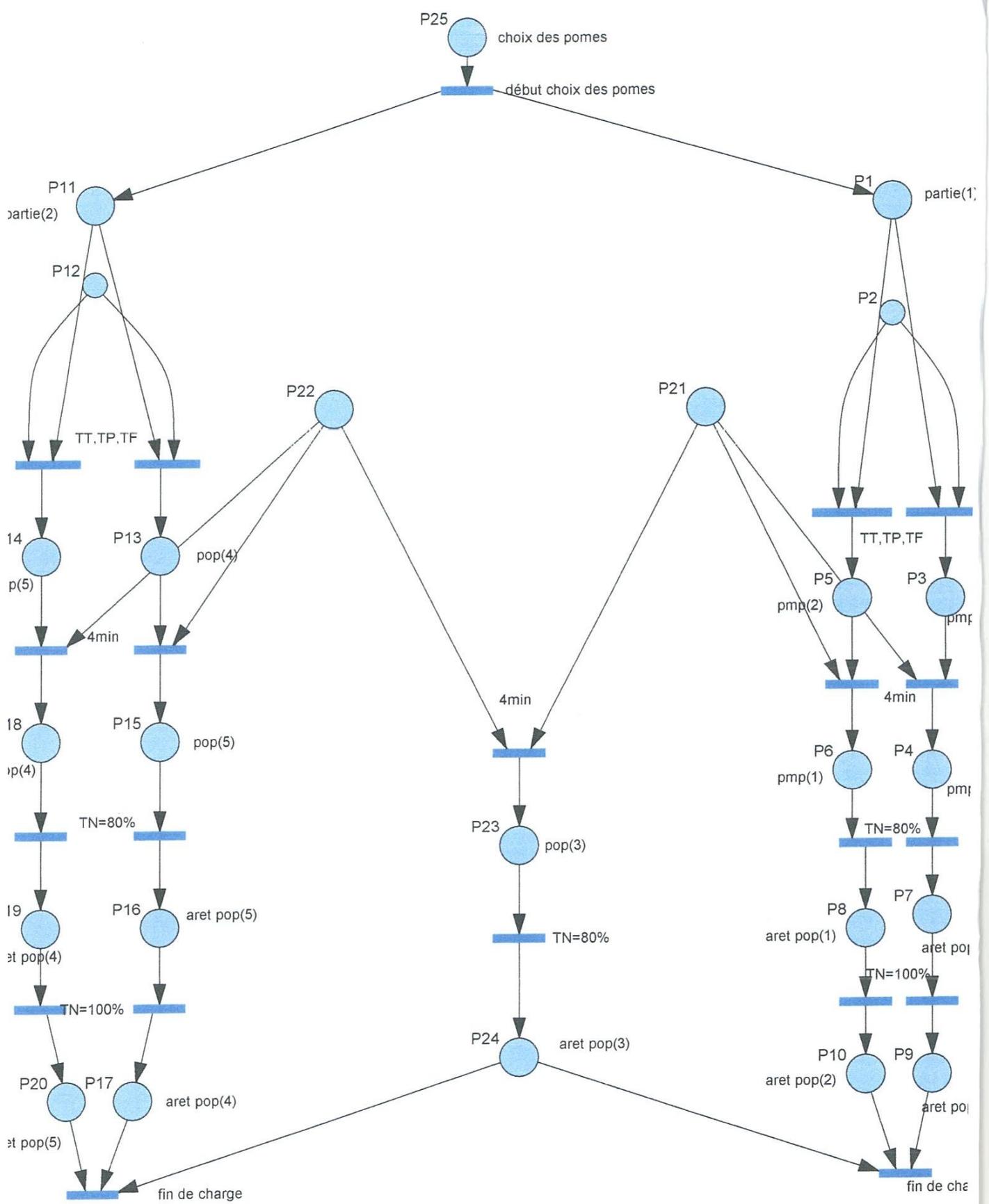


FIGURE 19: CHOIX DES POMPES

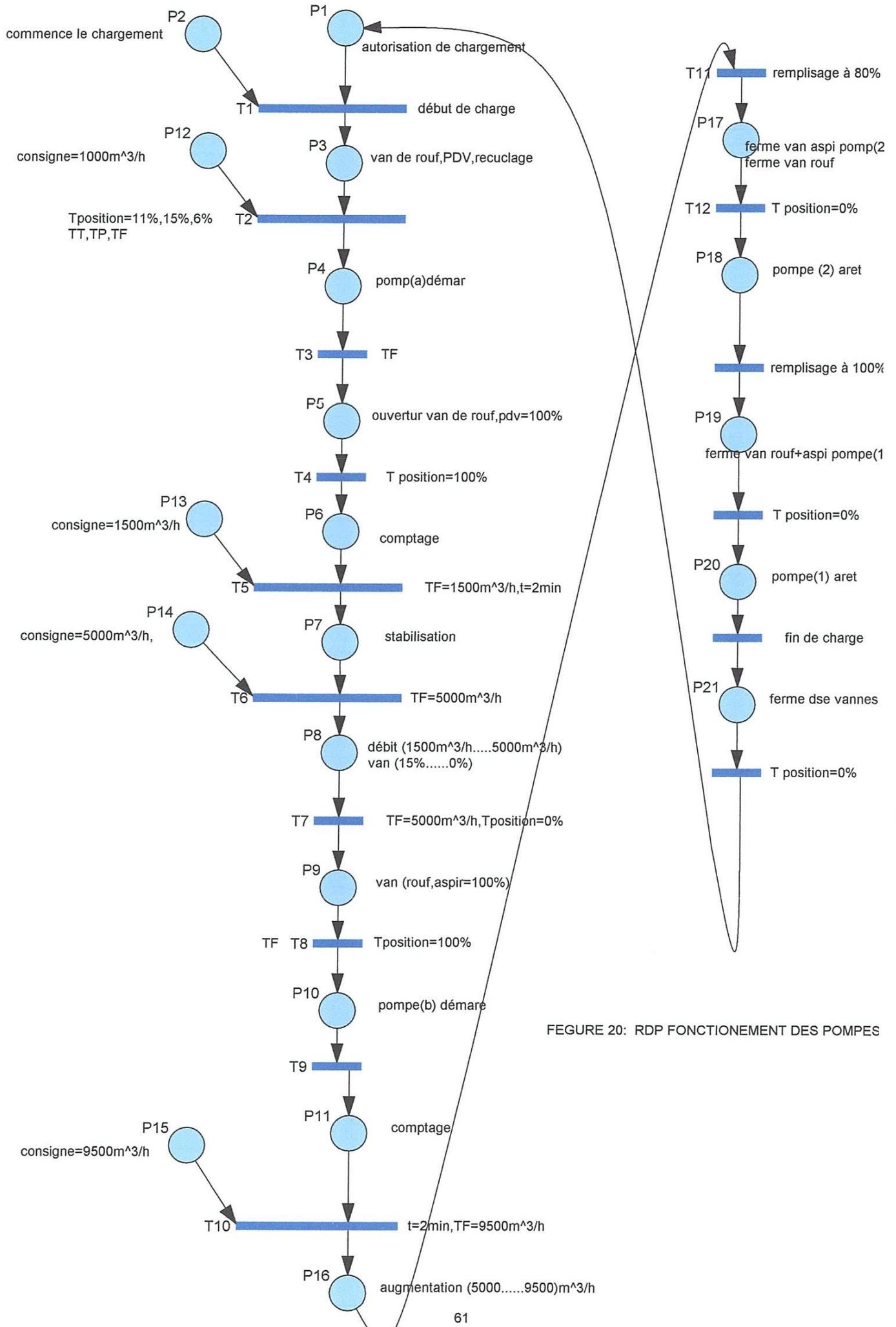


FIGURE 20: RDP FONCTIONEMENT DES POMPES

<offline>

OB1 - <offline>

"prog princ"

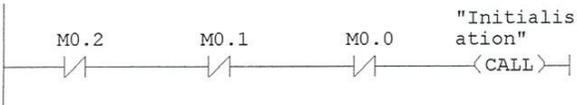
Nom : Famille :
 Auteur : Version : 0.1
 Version de bloc : 2
 Horodatage Code : 11/06/2011 23:22:49
 Interface : 15/02/1996 16:51:12
 Longueur (bloc/code /données locales) : 00196 00074 00020

Nom	Type de données	Adresse	Valeur initiale	Commentaire
TEMP		0.0		
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started

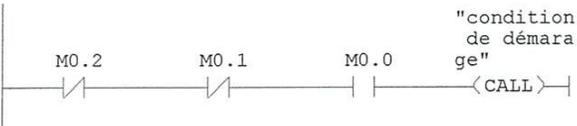
Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Réseau : 1

figure 21: programme principale



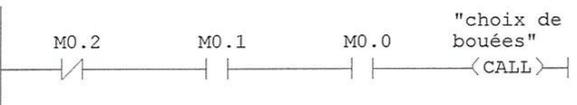
Réseau : 2



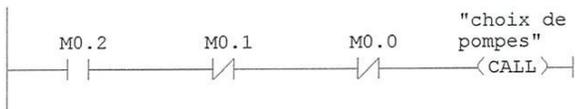
Réseau : 3



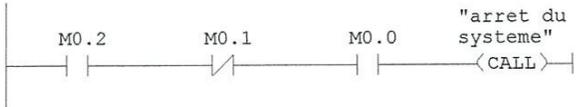
Réseau : 4



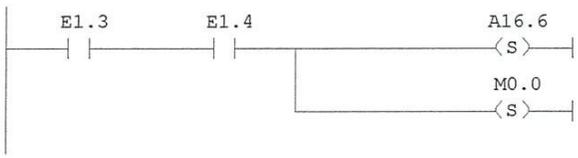
Réseau : 5



Réseau : 6



Réseau : 5



<offline>

FC6 - <offline>

"arrêt du systeme"

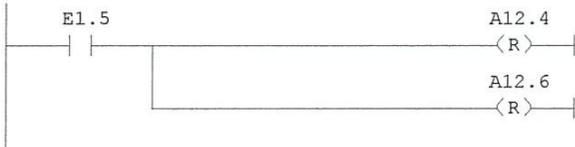
Nom : Famille :
 Auteur : Version : 0.1
 Version de bloc : 2
 Horodatage Code : 11/06/2011 23:30:15
 Interface : 10/06/2011 12:03:40
 Longueur (bloc/code /données locales) : 00142 00042 00000

Nom	Type de données	Adresse	Valeur initiale	Commentaire
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
TEMP		0.0		
RETURN		0.0		
RET_VAL		0.0		

Bloc : FC6

Réseau : 1

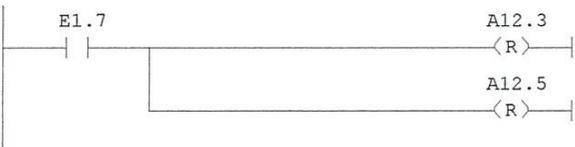
figure 27: Arrêt du systeme



Réseau : 2



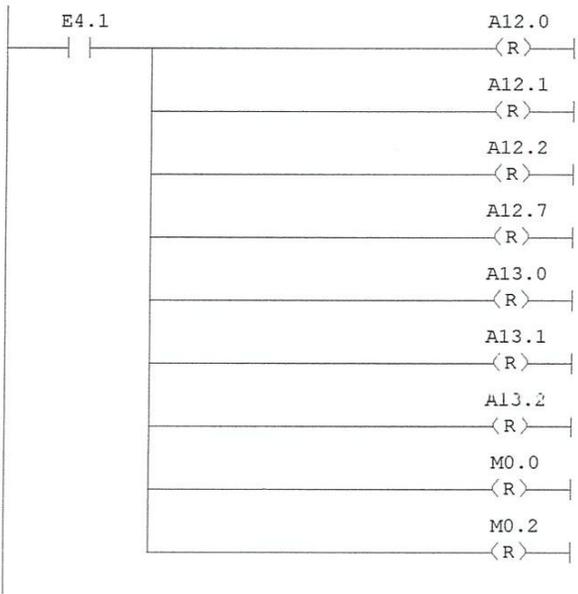
Réseau : 3



Réseau : 4



Réseau : 5



Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Le système de contrôle et de commande simatic s7 400 de siemens que nous venons de décrire représente réellement un ouvrage basé sur la haute technologie et dispose de nombreux avantages en matière de performance et de fiabilité.

Ainsi, il assure la gestion des entrées / sorties en fonction de ces diverses stations de contrôle.

D'autre part, cette étude nous a conduit à connaître le milieu industriel et nous a permis de se familiariser avec un système numérique de contrôle commande aussi particulier permettant ainsi d'apprécier aisément la majorité des performances et qualités techniques dont il dispose.

Pour valider nos résultats, nous avons utilisé le simulateur S7-PLCSIM V5.2 sur lequel nous avons bien vérifié la fonctionnalité du procédé.

Bibliographie

- [1] René David et Hassane Alla, « Du Grafset au réseaux de Pétri ». Traité des Nouvelles Technologies (série Automatique). 2^{ème} Edition 1998, Ed. Hermes.
- [2] Lamamra Kheïreddine et Amrah Youcef, « L'automate programmable S7-300 : Etude et Applications ». Mémoire d'Ingénieur en électronique, soutenu en juin 1999. Encadreur Pr TEBBIKH Hicham.
- [3] Tebbikh Hicham, « Automatismes logiques ». Polycopie de cours, niveau Ingénieur, 103 pages, année 2001, Université de Guelma.
- [4] Traboulsi Med/Elhadi et Atailia Abdelwahab, « Etude et réalisation d'un prototype d'automatisme industriel ». Mémoire d'Ingénieur en électronique, soutenu en juin 1998. Encadreur Pr TEBBIKH Hicham.
- [5] Guide de l'utilisateur du simulateur S7-PLCsim 5.2 de Siemens, édition 11/2002 (2809920-003).
- [6] Guide de l'utilisateur du contrôle S7-ProSim 5.0 de Siemens, édition 06/2001 (2809925-002).
- [7] Manuels d'utilisation du système de chargement en mer, FMC-SOFEC, Sonatrach, TRC-RTE Skikda.