

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes
de MASTER ACADEMIQUE**
Option : **Electrotechnique industrielle**

Présenté par
Nassim MEDJDOUB

Mohamed OUKRINE

Thème
**Automatisation et contrôle du brûleur à gaz de la
station CAP-DJINET**

Mémoire soutenu publiquement le 03/07/ 2018 devant le jury composé de :

M. A.MIOUAT

MAA, UMMTO, Président

M. N.MEZZAI

MCB, UMMTO, Encadreur

M. Dj.ZIANE

MCB , UMMTO , Co-Encadreur

M. H.DJOUDI

MAA, UMMTO, Examineur

M. S.AISSOU

MCB , UMMTO, Examineur

Remerciements

*Nous tenons à remercier **DIEU** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail
Nous exprimons notre profonde gratitude*

Et nos vifs remerciements à nos encadreurs pour leurs patiences et précieux conseils.

Nous tenons à remercier très sincèrement, les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission de jury.

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui nous ont soutenus lors de la réalisation de ce modeste travail

Un grand remerciement à l'ensemble du personnel de la centrale de Cap- Djinet pour leur aide à la réalisation de ce modeste travail.

DÉDICACES

JE DÉDIÉ CE MODESTE TRAVAIL

✚ À MES CHERS PARENTS AINSI QUE MA GRAND-MÈRE ET MON-GRAND PÈRE QUI MON AIDÉS POUR MON BIEN ET QUI M'ONT ENCOURAGÉ ET SOUTENU LE LONG DE MA VIE ET PARTICULIÈREMENT MON CURSUS ;

✚ À MA CHÈRE SŒUR ;

✚ À TOUS LES MEMBRES DE MA FAMILLE ET SURTOUT MON ONCLE KACIMI MOHAMED QUI MON BEAUCOUP AIDÉ DURANT TOUT MON PARCOURS

✚ À MES COUSINS ET COUSINES

✚ À MON CHER AMI ET MON COLLÈGUE MEDJDOUB NASSIM

✚ À TOUS MES AMIS SANS EXCEPTION

✚ À TOUS LES ENSEIGNANTS DE DÉPARTEMENT GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE

✚ À TOUTE LA PROMOTION D'ÉLECTROTECHNIQUE

OUKRINE MOHAMED

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leurs patience illimitée, leurs encouragements, leurs aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs sacrifices ;

Mes chers frères : Hakim, Amine, Sofiane ;

Ma sœur Yasmine ;

Ma très chère Maya ;

À tous ceux et celles qui se reconnaîtront en ce mot « ami (e) » ;

À toute ma famille sans exception ;

À mon binôme avec qui j'ai eu l'honneur de partager ce travail ainsi que toute sa famille.

Medjdoub Nassim

Table des matières

Table des matières

| | |
|--|----|
| Table des matières..... | i |
| Liste des tableaux..... | v |
| Liste des figures..... | vi |
| Introduction générale..... | 1 |
| I.1 Introduction..... | 2 |
| I.2 : Généralités sur la centrale thermique..... | 2 |
| I.2.1 Avantages..... | 3 |
| I.2.2 Inconvénients..... | 3 |
| I.3. Présentation de la centrale thermique (CAP-DJINET)..... | 3 |
| I.3.1 Mise en service des groupes..... | 4 |
| I.3.2 Ateliers principaux de la centrale..... | 4 |
| I.3.3 Etapes de réalisation de la centrale..... | 6 |
| I.3.4 Plan de masse de la centrale..... | 6 |
| I.3.5 Organigramme de la centrale..... | 8 |
| I.3.6 Description de la centrale de CAP-DJINET..... | 9 |
| I.3.6.1 Production thermique..... | 9 |
| I.3.6.2 Différentes commandes et contrôles..... | 10 |
| I.4 Constitution de la centrale..... | 11 |
| I.4.1 Générateur à vapeur..... | 11 |
| I.4.1.1 Constitution..... | 11 |
| I.4.1.2 Caractéristiques..... | 11 |
| I.4.2 Turbine à vapeur..... | 11 |
| I.4.3 Soutirages..... | 12 |
| I.4.4 Dessalement d'eau de mer..... | 12 |
| I.4.5 Poste d'eau..... | 13 |
| I.5 Principe de fonctionnement de la centrale thermique de CAP-DJINET..... | 13 |
| I.6 Conclusion..... | 14 |
| II.1 Introduction..... | 15 |
| II.2 Description de brûleur..... | 15 |
| II.2.1 Combustible alimentant un brûleur..... | 16 |
| II.3 Brûleur à gaz..... | 16 |
| II.3.1 Alimentation du brûleur en gaz..... | 17 |
| II.3.2 Caractéristiques de brûleur à gaz..... | 19 |
| II.4 Le brûleur d'allumage..... | 19 |

Table des matières

| | |
|---|----|
| II.4.1 Constitution | 20 |
| II.4.2 Caractéristiques techniques [3]..... | 20 |
| II.5 Surveillance des flammes | 20 |
| II.5.1 Brûleur d'allumage | 20 |
| II.5.2 Brûleur au gaz | 21 |
| II.6 Description de la commande du brûleur | 21 |
| II.7 Instrumentations associés au brûleur | 21 |
| II.7.1 Capteurs | 21 |
| II.7.1.1 Capteurs de positions | 22 |
| II.7.1.2 Capteurs de pression (pressostat) | 22 |
| II.7.1.3 Débit mètre par diaphragme | 23 |
| II.7.1.4. Détecteurs de flammes | 23 |
| II.7.2. les actionneurs..... | 24 |
| II.7.2.1. Vérins doubles effet | 24 |
| II.7.2.2 les vannes | 25 |
| a. Vanne régulatrice..... | 25 |
| b. Vanne à fermeture rapide | 26 |
| II.7.3 Pré-actionneurs | 26 |
| II.7.3.1 Distributeur pneumatique | 26 |
| II.7.3.2 Contacteurs..... | 28 |
| II.7.3.3 Relais..... | 28 |
| II.8.Conclusion..... | 29 |
| III.1.Introduction..... | 30 |
| III.2. Caractéristiques d'un système automatisé | 30 |
| III.3. Structure d'un système automatisé..... | 31 |
| III.4. Automate programmable..... | 32 |
| III.4.1. Caractéristiques générales..... | 32 |
| III.4.1.1. Origines et perspectives..... | 32 |
| III.4.1.2. Architecture d'un automate programmable industriel | 33 |
| A. Aspect extérieur : | 33 |
| B. Structure interne | 34 |
| III.5. Programmation des automates | 36 |
| III.6. Critère de choix d'un automate | 36 |
| III.7. Présentation de l'automate S7-300 | 37 |
| III.7.1. Présentation de la CPU S7-300..... | 38 |
| III.7.1.1. LED de visualisation d'état et de défaut..... | 38 |

Table des matières

| | |
|---|----|
| III.7.1.2. Commutateur de mode de fonctionnement | 38 |
| III.7.1.3. Pile de sauvegarde ou accumulateur..... | 39 |
| III.7.1.4. Carte mémoire..... | 39 |
| III.7.1.5. Interface MPI (interface multipoint) | 39 |
| III.7.2. Module d'alimentation | 39 |
| III.8. Conclusion..... | 40 |
| IV.1.Introduction..... | 41 |
| IV.2. Langages de programmation | 41 |
| IV.2.1. GRAFCET (Graphe de Commande Etape Transition) ou SFC (Sequential Functionl Chart).... | 41 |
| IV.2.1.1. Structure graphique du GRAFCET | 41 |
| IV.2.1.2. Macro-étapes | 43 |
| IV.2.1.3. GRAFCET hiérarchisés | 43 |
| IV.2.1.4. Règle d'évolution du GRAFCET | 43 |
| IV.2.2. Diagramme à relais ou schéma à contacts | 44 |
| IV.2.3. Schéma par blocs ou FBD (Fonction Bloc Diagram) : | 46 |
| IV.2.4. Texte structuré ou ST (Structural Text) : | 46 |
| IV.2.5. Liste d'instructions ou IL (Instruction List) | 47 |
| IV.3. Elaboration du GRAFCET de l'allumage du brûleur..... | 47 |
| IV.3. 1.Cahier de charge du fonctionnement..... | 47 |
| IV.3.2.GRAFCET d'allumage du brûleur..... | 48 |
| IV.4.Présentation du logiciel de programmation STEP 7..... | 51 |
| IV.4.1 Utilisation du STEP 7 | 51 |
| IV.4.1.1.Bloc utilisateur | 51 |
| III.4.1.2. Bloc système pour fonctions standard et fonctions système..... | 52 |
| IV.4.1.3. Langage de programmation STEP 7 | 53 |
| IV.4.1.4. Mémentos | 53 |
| IV.4.1.5. Mnémonique..... | 53 |
| IV.4.1.6. Différents types de variables contenues dans STEP7 | 54 |
| IV.4.2. Opérations des CPU S7..... | 54 |
| IV.5. Programmation | 55 |
| IV.5.1. Schéma de contacts..... | 55 |
| IV.5.1.1.Ecriture des équations logiques du GRAFCET | 55 |
| IV.5.2. Programmation de l'automate s7 _315_2dp | 58 |
| IV.5.2.1.Configuration matérielle..... | 58 |
| IV.5.2.2.Attribution des adresses..... | 59 |
| IV.5.2.4. Simulation | 83 |

Table des matières

| | |
|----------------------------------|----|
| Conclusion..... | 83 |
| Conclusion générale..... | 84 |
| Références bibliographique | 85 |

Liste des tableaux.

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau II.1 : Types de distributeur a deux voix..... | 27 |
| 2Tableau III.1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement | 38 |
| Tableau VI.1 : Table des symboles GRAFCET | 48 |
| Tableau.IV.2-Différents types de variables utilisées. | 54 |
| Tableau.IV.3 : Module d'entrée 1-a. | 59 |
| Tableau.IV.4 :Module d'entrée 1-b..... | 59 |
| Tableau.IV.5 : Module d'entrée 2-a. | 59 |
| Tableau.IV.6 : Module d'entrée 2-b..... | 60 |
| Tableau.IV.7 : Module de sortie 1-a..... | 60 |
| Tableau.IV.7 : Module de sortie 1-b. | 60 |
| Tableau.IV.8 : Table des mnémoniques..... | 61 |

Liste des figures.

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : Etapes de la combustion. | 2 |
| Figure I.2 : Centrale thermique de CAP-DJINET. | 4 |
| Figure I.3 : Plan de masse de la centrale de CAP-DJINET. | 7 |
| Figure I.4.a : Organigramme de la station CAP-DJINET. | 8 |
| Figure I.4.b : Organigramme de la station CAP-DJINET (Suite). | 9 |
| Figure I.5 : Différentes formes de transformation d'énergie. | 10 |
| Figure I.6 : La procédure de soutirage. | 12 |
| Figure II.1 : Brûleur. | 15 |
| Figure II.2 : Schéma d'un brûleur. | 17 |
| Figure II.3 : Circuit d'alimentation en gaz. | 18 |
| Figure II.4 : Brûleur d'allumage (RAS DJINET). | 19 |
| Figure II.5 : Principe de fonctionnement d'un capteur. | 21 |
| Figure II.6 : Capteur de position. | 22 |
| Figure II.7 : Capteur de pression. | 22 |
| Figure II.8: Ensemble diaphragme. | 23 |
| Figure II.9 détecteur de flamme. | 24 |
| Figure II.10 : Vérin double effet. | 24 |
| Figure II.11 : vue en coupe d'une vanne de régulation pneumatique. | 25 |
| Figure II.12 : Vanne a fermeture rapide. | 26 |
| Figure II.13: Distributeur pneumatique. | 26 |
| Figure II.14 : Contacteur électrique. | 28 |
| Figure II.15 : Relai électrique. | 28 |
| Figure III.1 Structure d'un système automatisé. | 31 |
| Figure III.2 : Automate de type compact (siemens). | 33 |
| Figure III.3 : Automate de type modulaire (siemens). | 34 |
| Figure III.4 : Structure interne d'un automate programmable. | 34 |
| Figure III.5 : Vue générale de l'automate S7-300. | 37 |
| Figure. IV.1 : Représentation d'un GRAFCET. | 42 |
| Figure IV.2.a- Eléments constitutifs : contacts (entrées). | 45 |
| Figure IV.2.b-Eléments constitutifs : bobine (sorties). | 45 |
| Figure IV.2.c -Exemples utilisant les fonctions logiques de base. | 46 |

Liste des figures.

| | |
|---|----|
| Figure IV.3 : GRACFCET niveau 2 allumage bruleur. | 50 |
| Figure VI.4 : configuration du matériel | 57 |
| Figure VI.5 : table des mnémoniques..... | 60 |
| Figure VI.6 : le bloc d'organisation principal (OB1)..... | 63 |

.....

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Introduction générale

La découverte de l'électricité a bien changé le mode de vie de l'Homme, elle est devenue un besoin vital et occupe une place importante dans le domaine industriel.[1]

La production de l'énergie électrique s'effectue par la transformation d'une énergie primaire hydraulique, nucléaire, solaire, thermique...en électricité.[1]

La centrale de CAP-DJINET est une centrale thermique, elle transforme l'énergie calorifique du gaz en énergie électrique. La chaudière est l'un des éléments importants dans la centrale ou le brûleur représente un constituant essentiel pour la génération de vapeur.

La commande d'allumage des brûleurs s'effectue par un système classique basé sur la logique câblée qui présente plusieurs inconvénients dont la non disponibilité des cartes de rechanges sur le marché national d'une part, et les difficultés rencontrées dans l'entretien et la maintenance des équipements d'autre part. Ces inconvénients engendrent des arrêts prolongés ce qui ne permet pas de répondre à la demande en électricité.

L'objectif de notre travail est d'automatiser le système de commande utilisé dans la chaudière à l'aide de l'API SIEMENS S7-300 afin d'optimiser le potentiel de production, de réduire les coûts, de moderniser les installations, et de répondre aux besoins des clients.

Dans ce travail, nous avons structuré notre mémoire en quatre chapitres principaux,

- Le chapitre I est consacré à la présentation de la centrale thermique de CAP-DJINET.
- Le chapitre II donne une description détaillée du système à étudier.
- Le chapitre III aborde l'automatisation industrielle.
- Le chapitre IV est consacré à la programmation et à la simulation du système.

CHAPITRE I

Présentation de la centrale Cap-Djinet

I.1 Introduction

La centrale thermique de CAP-DJINET joue un rôle très important dans la production de l'énergie électrique en Algérie. De nos jours le pays connaît une période de modernisation durant laquelle il entreprend de couvrir une grande partie de ses besoins énergétiques, en élargissant son potentiel de production de l'énergie électrique.

Dans ce présent chapitre nous allons donner des généralités sur la centrale thermique et donner une présentation de la station de CAP-DJINET ainsi que ses équipements.

I.2 : Généralités sur la centrale thermique

Une centrale thermique à flamme utilise l'énergie fournie par la combustion d'un combustible (charbon, pétrole, gaz naturel, ..). Cette combustion a lieu dans une chaudière (Figure I.2). La combustion dégage une chaleur importante utilisée pour chauffer de l'eau dans la chaudière (ou générateur de vapeur). On dispose alors de vapeur d'eau sous pression. Cette vapeur fait tourner une turbine avec une grande vitesse qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale.

A la sortie de la turbine la vapeur est refroidie pour se transformer en eau, puis renvoyée dans la chaudière.

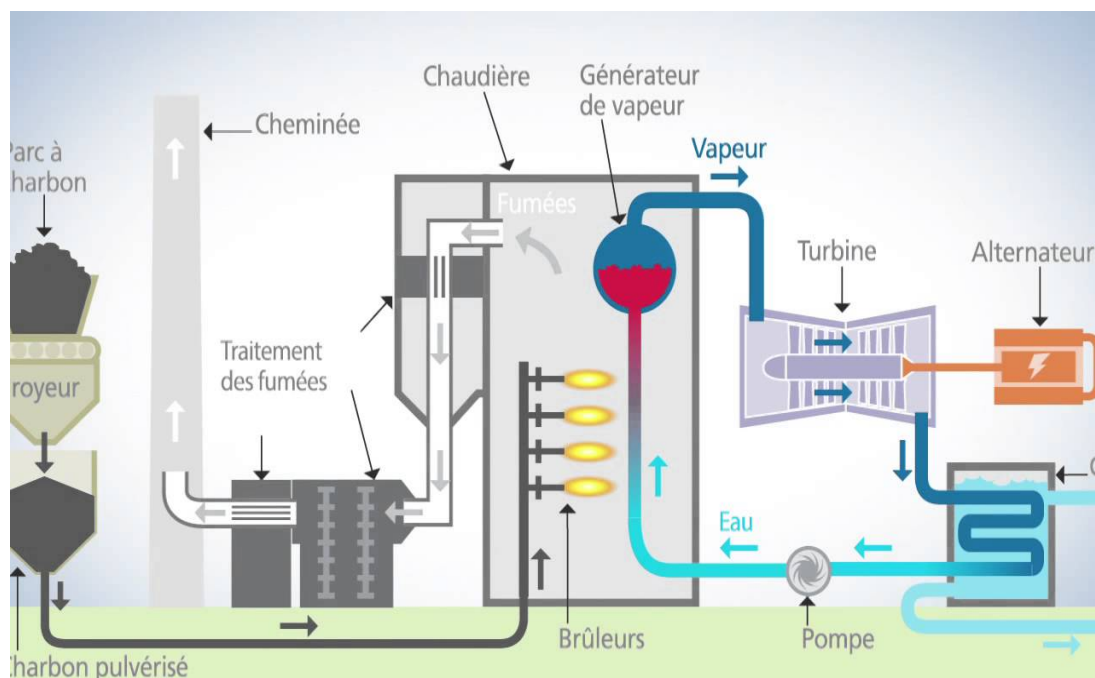


Figure I.1 : Etapes de la combustion.

I.2.1 Avantages

- Construction rapide
- Technique bien connue
- Installation partout
- Faible coût de construction

I.2.2 Inconvénients

- Utilise une énergie non renouvelable
- Dépend de produit producteur (fioul, gaz naturel, charbon)
- Pollue (dioxyde de charbon, oxydes de soufre..)

I.3. Présentation de la centrale thermique (CAP-DJINET)

La centrale thermique de CAP-DJINET se situe au bord de la mer, à 80 km à l'est d'Alger.

Elle est installée sur une superficie de 35 hectares et elle comprend 4 groupes chacun de 176 MW, soit une puissance électrique totale de 704 MW.

Elle est construite en 1984 par un consortium Austro-allemand : SIEMENS-KWU-SGP, ainsi que d'une entreprise espagnole : DRAGADOS.

La centrale construite pour renforcer l'alimentation en énergie électrique du pays, la première tranche d'énergie fournie au réseau a été effectuée en 1986.[1]



Figure I.2 : Centrale thermique de CAP-DJINET.

I.3.1 Mise en service des groupes

- Groupe 01 : couplage sur le réseau le 17/06/1986.
- Groupe 02 : couplage sur le réseau le 17/09/1986.
- Groupe 03 : couplage sur le réseau le 29/11/1986.
- Groupe 04 : couplage sur le réseau le 21/02/1987.

I.3.2 Ateliers principaux de la centrale

- Salle des machines.
- Chaudières.
- Locaux des auxiliaires électriques.
- Locaux des auxiliaires mécaniques.
- Station détente de gaz.
- Réservoir de fuel.
- Station de production d'hydrogène.
- Poste d'alimentation en hydrogène.
- Station de chloration.
- Station pompage (les pompes d'extractions, les pompes d'aspirations, les pompes alimentaires).
- Station de déminéralisation.
- Station de dessalement d'eau de mer.

I.3.3 Etapes de réalisation de la centrale

Les principaux contrats ayant été signé en 1980, les travaux de terrassement ont démarrés en 1981 et les travaux de montage en 1984.[1]

La réalisation des principales opérations se présente comme suit :

- Travaux de génie civil :
 - Début : juin 1981.
 - Fin : mars 1985.

- Montage mécanique :
 - Début : mars 1984.
 - Fin : septembre 1986.

- Montage électrique :
 - Début : mars 1984.
 - Fin : septembre 1986.

I.3.4 Plan de masse de la centrale

Représenter sur la Figure I.4 :[1]

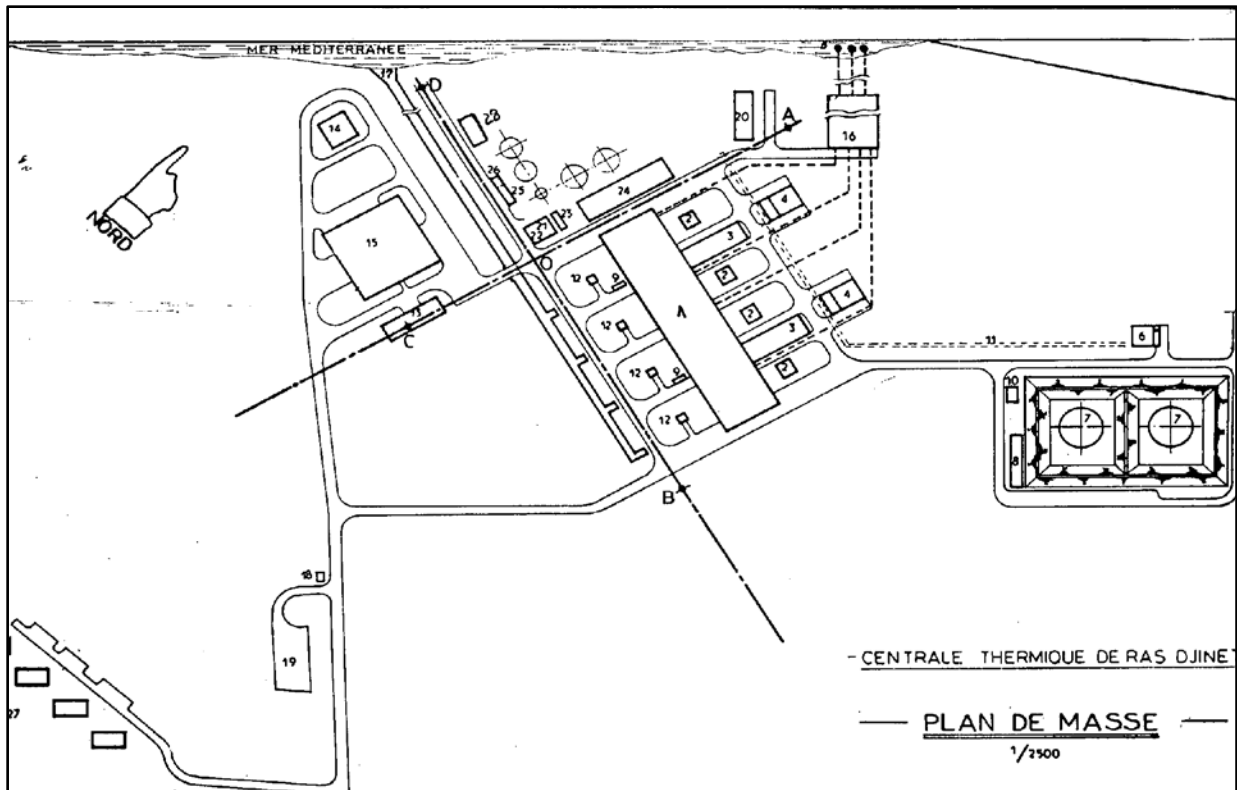


Figure I.3 : Plan de masse de la centrale de CAP-DJINET

***Légende :**

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. salle des machines. | 15. atelier |
| 2. chaudière. | 16. station de pompage. |
| 3. locaux des auxiliaires électriques. | 17. canal et rejet d'eau de mer. |
| 4. locaux des auxiliaires mécaniques. | 18. potier (poste d'entrée). |
| 5. tour de prise d'eau de mer. | 19. parc véhicules. |
| 6. station de détente de gaz. | 20. station de chloration. |
| 7. réservoir stockage fuel. | 21. préparation d'eau potable. |
| 8. station pompage et dépotage fuel. | 22. déminéralisation. |
| 9. station de production H2 | 23. fosse de neutralisation. |
| 10. poste d'incendie à mousse. | 24. dessalement d'eau de mer. |
| 11. rack à tuyauterie. | 25. station des pompes d'incendie. |
| 12. air des transformateurs. | 26. Pompe d'eau déminéralisée. |
| 13. bâtiment administratif. | 27. Logement d'exploitation |
| 14. cantine. | |

I.3.5 Organigramme de la centrale

Les deux figures (I.3.5.a et I.3.5.b) suivantes nous donnent une vue générale sur les différents organes constituant la station de CAP-DJINET : [1]

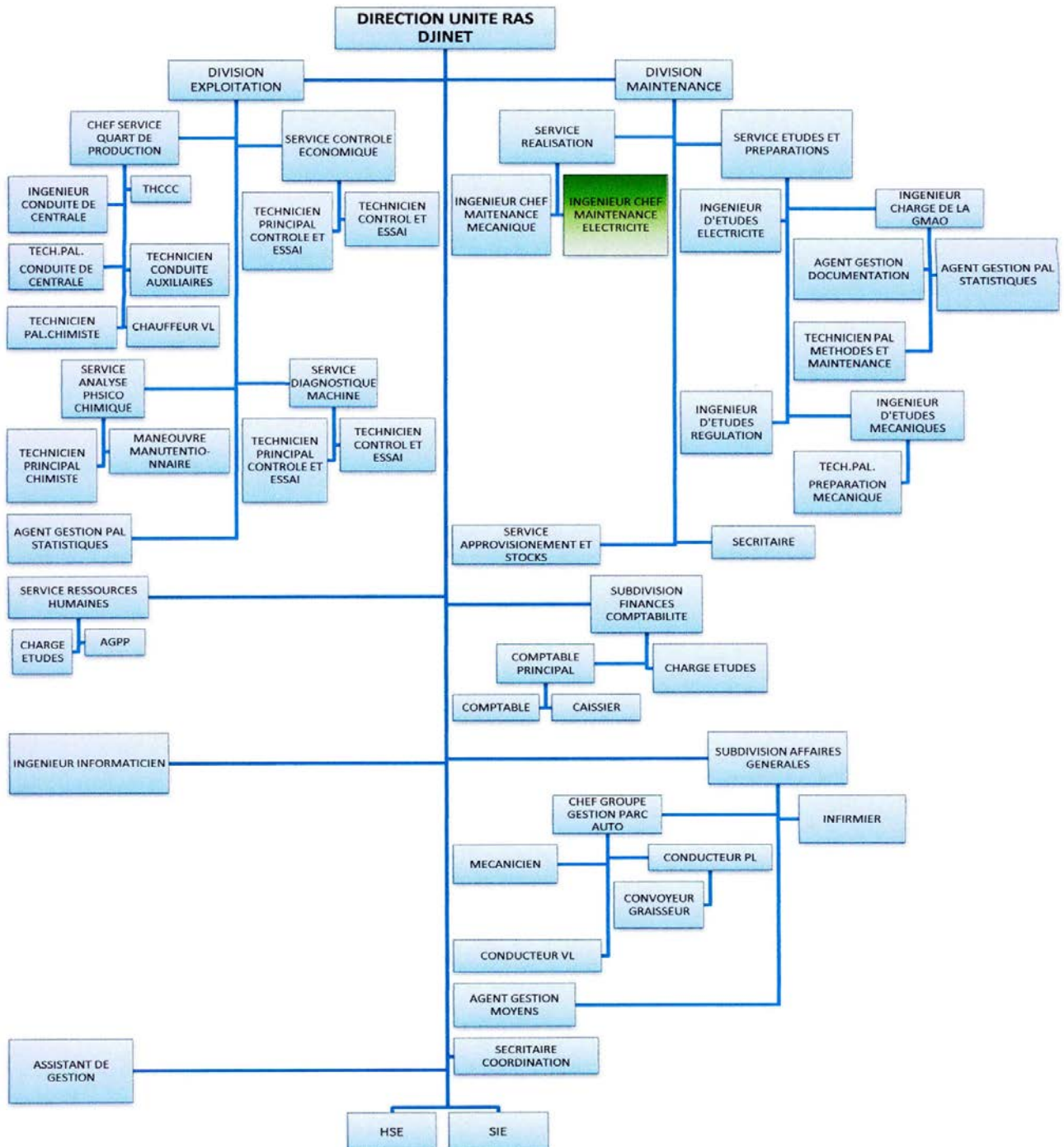


Figure I.4.a : Organigramme de la station CAP-DJINET.

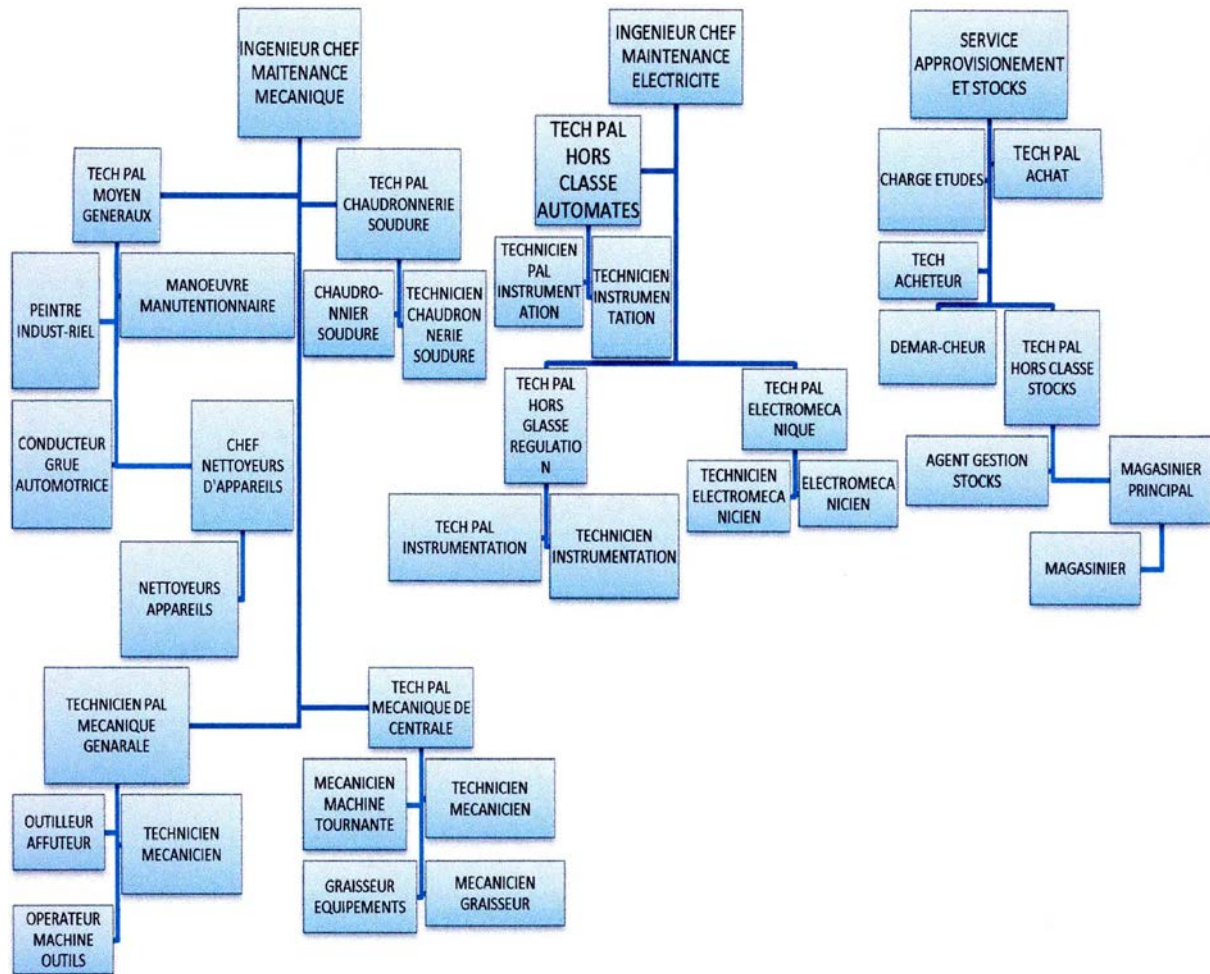


Figure I.4.b : Organigramme de la station CAP-DJINET (Suite).

I.3.6 Description de la centrale de CAP-DJINET

I.3.6.1 Production thermique

Dans la centrale thermique de CAP-DJINET l'énergie électrique est produite à partir de la chaleur dégagée par la combustion de gaz naturelle, ou de gas-oil (Fioul).[2]

La production de cette énergie comporte généralement trois phases :

- Transformation de l'énergie chimique en énergie thermique dans la chaudière.
- Transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique dans la turbine.
- Transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique dans l'alternateur.

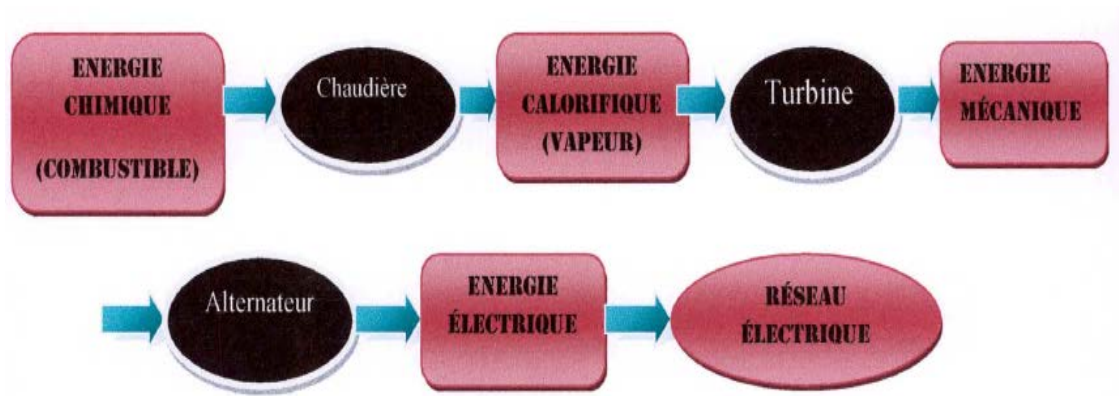


Figure I.5 : Différentes formes de transformation d'énergie

I.3.6.2 Différentes commandes et contrôles

La centrale thermique de CAP-DJINET est caractérisée par un degré élevé d'automatisme et de centralisation de commande, en effet, les équipements sont pilotés par divers systèmes dont les plus importants sont : [1]

- Poste d'eau turbine : commandé par un système à commande électrique.
- Chaudière : commandée par un système de régulation électronique.
- Alternateur : soumis à une surveillance électrique.
- Turbine : régulation électro- hydraulique.

I.4 Constitution de la centrale

I.4.1 Générateur à vapeur

Le générateur à vapeur est l'un des éléments essentiels du circuit thermique car il assure le changement de phase de l'eau d'alimentation de l'état liquide à l'état vapeur surchauffée à haute pression en vue d'alimenter la turbine.

I.4.1.1 Constitution [3]

- Chambre de combustion formée par les tubes écrans (faisceaux vaporisateurs)
- Ballon (réservoir) et (01) économiseur.

- (03) surchauffeurs et (02) resurchauffeurs.
- (03) désurchauffeurs par injection d'eau pour la régulation de température vapeur.
- (04) colonnes de descentes.
- (08) bruleurs de combustion mixte gaz/fuel.

I.4.1.2 Caractéristiques [3]

- Consommation gaz naturel.....40m³ /h.
- Consommation gas-oil (fuel.....42 m³ /h.
- Capacité de vaporisation.....530t /h.
- Pression de service.....160bars.
- Température eau d'alimentation.....24 6°C.

I.4.2 Turbine à vapeur

La turbine est une machine composée de corps HP, MP, BP qui servent à convertir l'énergie calorifique d'un courant de vapeur en énergie mécanique, ces corps sont by- passés et permettent un conditionnement de la vapeur. [3]

I.4.3 Soutirages

Le principe des soutirages dans une machine à vapeur est d'utiliser de la vapeur qui a déjà travaillé dans la turbine pour réchauffer l'eau d'alimentation (figure I.5). Une partie seulement de la vapeur circulant dans la turbine est prélevée, et de plus, cette vapeur prélevée a déjà cédé à la turbine la majeure partie de sa force vive. L'échange de chaleur s'effectue dans un échangeur de chaleur (par surface). La vapeur refroidie est ensuite redirigée vers le condenseur.[3]

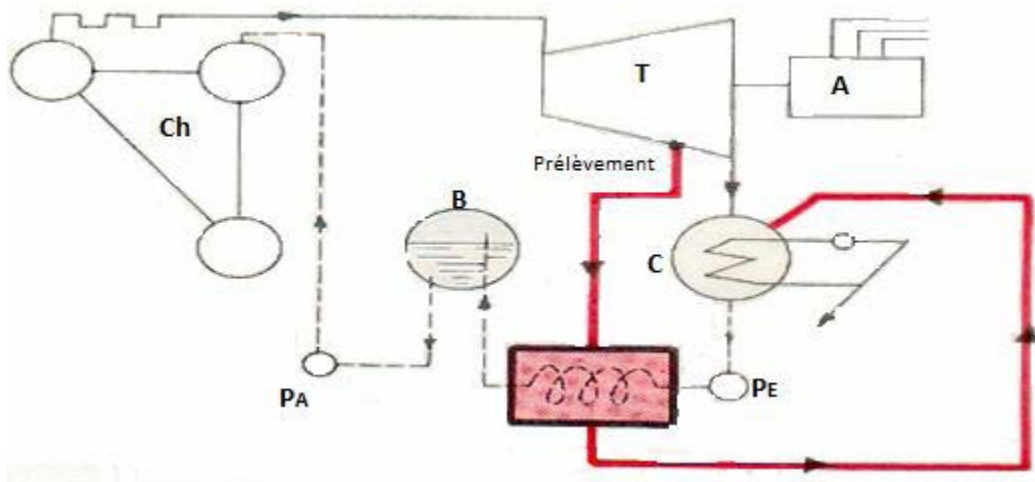


Figure I.6 : Procédure de soutirage

- ❖ T : turbine.
- ❖ C : condenseur.
- ❖ CH : chaudière.
- ❖ A : alternateur.
- ❖ PA : pompe d'alimentation.
- ❖ PE : pompe d'extraction.
- ❖ B : bache alimentaire

I.4.4 Dessalement d'eau de mer

La centrale de CAP-DJINET produit 1100m³ / h d'eaux dessalées pour effectuer cette opération, quatre unités fonctionnant selon le principe de la distillation, par détente successive sur 18 étages dont chaque unité produit 500m³ d'eau dessalée.[1]

- Capacité de production...(04) unités produisant 500 m³/j chacune.
- Procédé de distillation.....Multi flashes

I.4.5 Poste d'eau

Les groupes de la centrale thermique de CAP-DJINET demande une quantité d'eau importante pour le refroidissement des équipements.

Cette station est composée de :[3]

- Station de pompage et de filtration
- Prétraitement des eaux (filtration)
- Grille à grappin de grilleur
- Tambour filtrant

- Contrôle automatique de l'installation de filtration
- Protection cathodique des installations de filtration contre les corrosions
- Installation d'électro chloration
- Eau de refroidissement.....(02) pompe refroidisser 12000 m³ /h chacune.
- Eau d'extraction.....414 m³ /h.
- Eau d'alimentation.....(03) pompe alimenter 261, 6 m³ /h chacune.

I.5 Principe de fonctionnement de la centrale thermique de CAP-DJINET

Les centrales thermiques à flamme fonctionnent à partir de ressources naturelles (fioul ou gaz). Le combustible une fois brûlé, chauffe l'eau située dans des tubes qui tapissent les parois de la chaudière. La chaleur transforme ainsi l'eau en vapeur, qui actionne la turbine, qui elle-même entraîne l'alternateur. La centrale produit alors de l'électricité. Ensuite la vapeur est refroidie en eau, puis repart vers la chaudière pour un nouveau cycle.

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation générale sur les équipements de la centrale thermique de CAP-DJINET et on a expliqué les différentes étapes de production de l'énergie électrique ainsi que son principe de fonctionnement.

CHAPITRE II

Description du brûleur

II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier l'état actuel du brûleur qui se trouve dans la chaudière de la centrale, et représenter la commande utilisée pour son fonctionnement.

Cette étude nous permettra d'analyser et de faire une description détaillée afin de proposer des modifications qui permettent d'améliorer le fonctionnement de système de point de vue rentabilité et sécurité.

II.2 Description de brûleur

Un brûleur est l'élément mécanique de la chaudière qui assure la production de chaleur à partir d'un mélange entre un combustible (gaz, fioul, charbon) et un comburant (l'air), produisant ainsi une combustion.

Les brûleurs utilisés dans la centrale thermique de CAP-DJINET sont de type à plusieurs lances (six lances). Ces derniers sont utilisés pour la combustion au gaz naturel.[1]

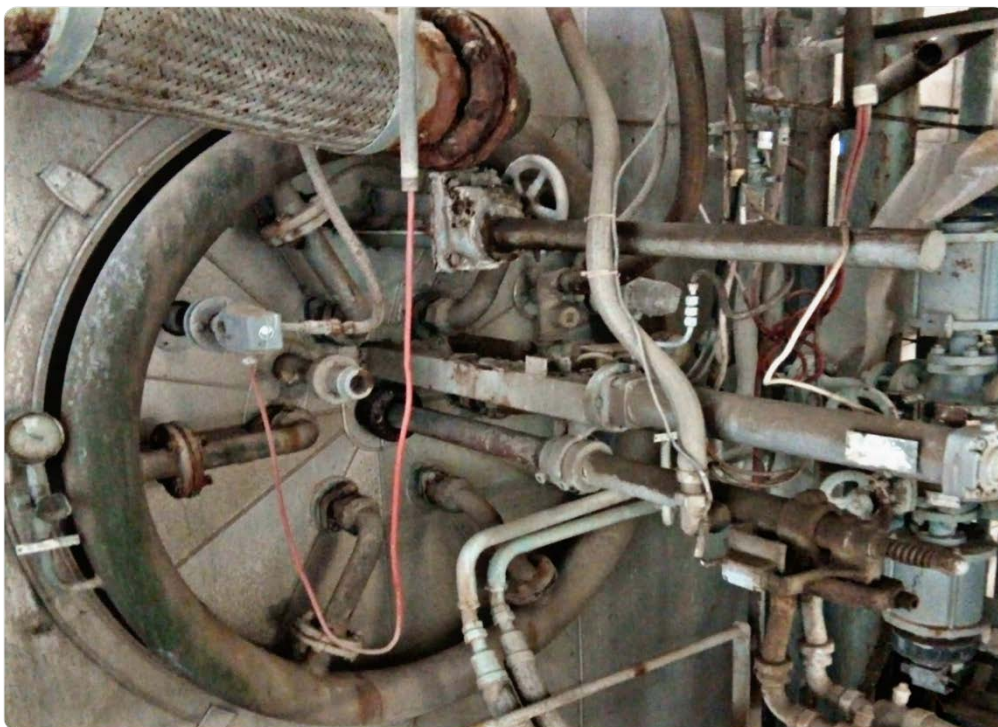


Figure II.1 : Photo réelle d'un brûleur de la centrale thermique CAP-DJINET

II.2.1 Combustible alimentant un brûleur

Les brûleurs peuvent être allumés soit :[1]

- ✓ au méthane (gaz naturel).
- ✓ au butane.
- ✓ au propane.
- ✓ au fioul.
- ✓ à l'huile (fossile, végétale, animale).
- ✓ aux granulés de bois et déchets.
- ✓ au charbon pulvérisé.

Mais dans notre cas les combustibles alimentant le brûleur de la centrale thermique de CAP-DJINET sont : le gaz naturel, le fioul et le charbon.

II.3 Brûleur à gaz

Les brûleurs au gaz naturel sont conçus comme des brûleurs multi lances et moufle a distributeur annulaire à gaz.[1]

Le gaz est admis dans le brûleur par la rampe circulaire d'alimentation en gaz et il est pulvérisé à l'extrémité des lances munies des trous de 6mm pour permettre le mélange intime avec l'air de combustion.[1]

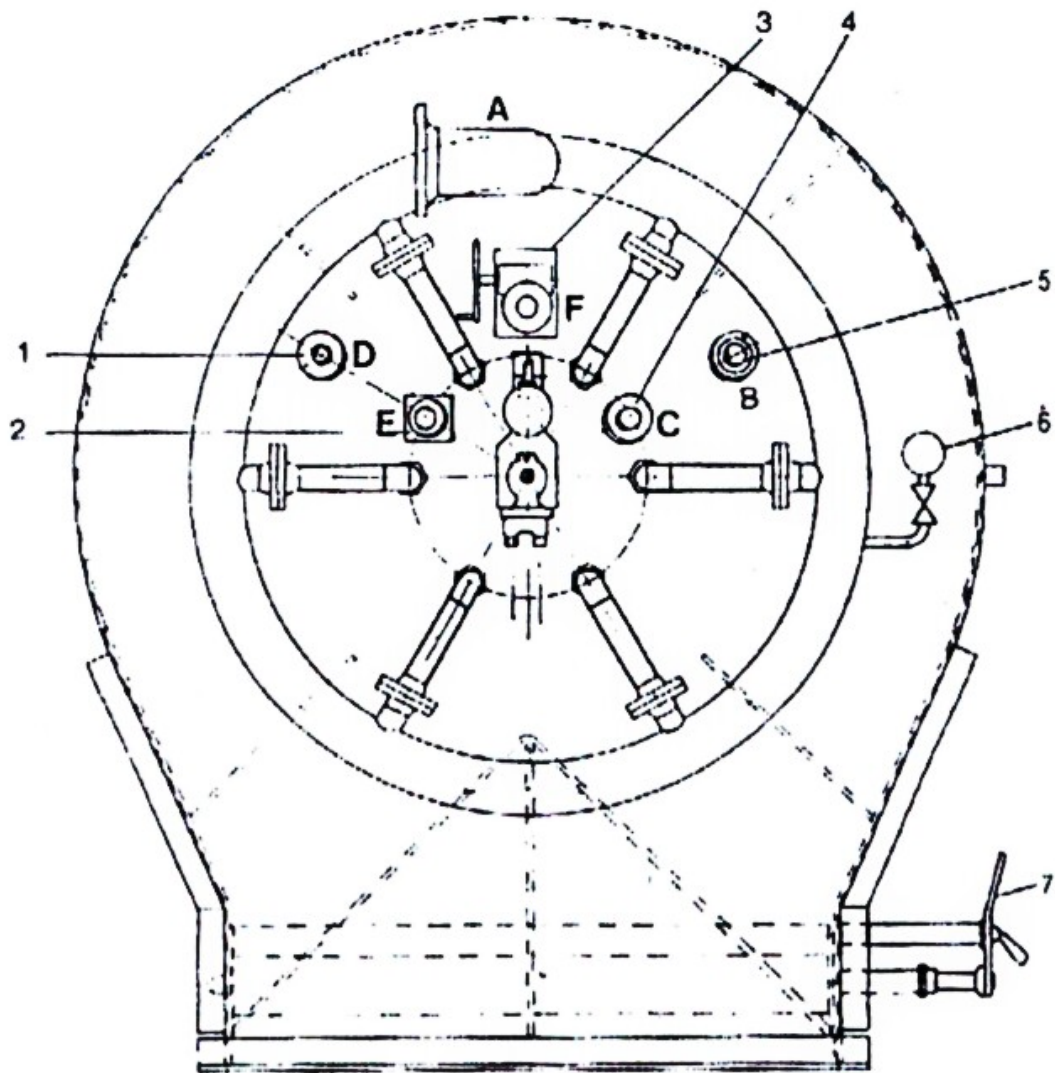


Figure II.2 : Schéma d'un brûleur

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1-Tube regard. | 4- Cellule photo-électrique. |
| 2-Brûleur d'allumage. | 5- Détecteur de flamme. |
| 3-Élément de commande de turbulence. | 6- Manomètre. |
| | 7- Clapet d'air primaire. |

II.3.1 Alimentation du brûleur en gaz

Le gaz naturel arrive du poste de détente principal à une pression de 6 bars au niveau de la conduite principale (NN30). Ensuite il passe par deux autres conduites (NN40) et (NN50) qui alimentent chacune une rampe de quatre brûleurs.[1]

- ❖ la conduite NN40 alimente les brûleurs 1, 2, 3, 4.
- ❖ la conduite NN50 alimente les brûleurs 5, 6, 7, 8.

La conduite NN30 :

Cette conduite contient deux vannes principales a fermeture rapide (NN30S001, NN30S002), et un compteur à gaz (NN30F001).[1]

Les conduites NN40 et NN50 :

Les deux conduites contiennent :[1]

- ✓ NN40/50 S002 : vannes d'arrêt pneumatiques.
- ✓ NN40/50 S001 : vannes de régulation.
- ✓ NN40/50 P001 : indicateurs de pression gaz.

Au niveau du brûleur :[1]

- ✓ NN61S002 : vanne d'isolement manuelle.
- ✓ NN61S001 : vanne de fermeture rapide pneumatique.
- ✓ NN61S004 : vanne de fermeture rapide pneumatique.
- ✓ NN61P001 : manomètre de pression gaz.
- ✓ NN61S005 : vanne pour la détente.

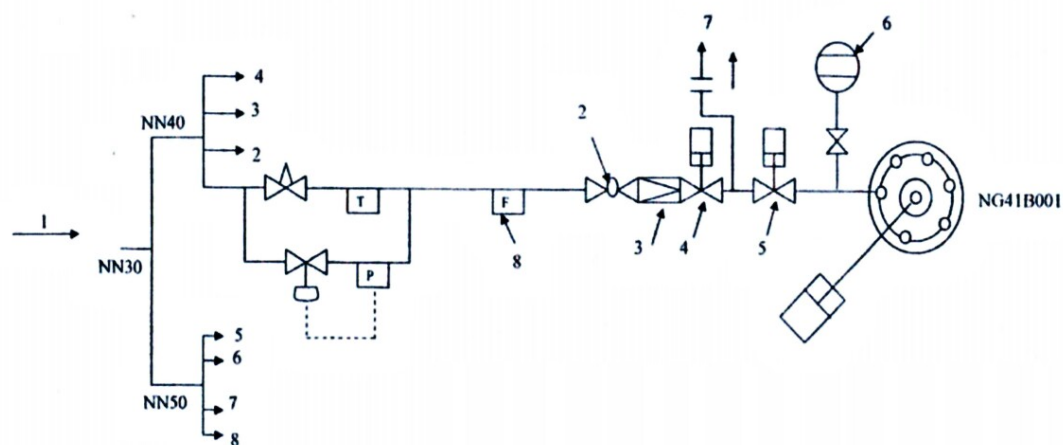


Figure II.3 : Circuit d'alimentation en gaz.

Légende

- | | |
|---|---|
| 1- Gaz naturel. | 5- Vanne de fermeture rapide pneumatique (NN61 S002). |
| 2- Vanne de fermeture rapide (manuelle). | 6- Manomètre. |
| 3- Séparateur d'impureté. | 7- Détente. |
| 4- Vanne de fermeture rapide pneumatique (NN61 S001). | 8- Compteur à gaz. |

II.3.2 Caractéristiques de brûleur à gaz

Les caractéristiques de brûleur à gaz sont : [3]

- ▶le nombre de lance à gaz par brûleur est de six.
- ▶le débit gaz naturel est de 5000 NM³/H.
- ▶le débit minimal est de 1200 NM³/H.

II.4 Le brûleur d'allumage

Le brûleur d'allumage est prévu pour l'allumage du brûleur principal. Le Combustible utilisé est soit le gaz naturel, soit le propane. [3]



Figure II.4 : Photo d'un brûleur d'allumage (CAP-DJINET)

II.4.1 Constitution

Le brûleur d'allumage est constitué de :

- _ Une carcasse en tôle dans laquelle est monté le transformateur d'allumage.
- _ Un tube d'allumage avec un raccord d'air et une bride de fixation.
- _ Un tube de gaz intérieur.
- _ Des éléments d'électrodes (électrode d'allumage et électrode d'ionisation).

II.4.2 Caractéristiques techniques [3]

- _ Gaz naturel ou gaz propane 50-150 mbar.
- _ Tension de raccordement 220 V ,48-51 Hz
- _ Pression d'admission d'air 50 mbar.

La puissance consommée :

- _ Le transformateur d'allumage 100 VA.
- _ L'amplificateur 10 VA.

Tension :

- _ De raccordement 220 V.
- _ D'allumage 5 KV.

II.5 Surveillance des flammes

Le système est surveillé par des détecteurs de flammes, ce sont des dispositifs de sécurité qui fonctionnent en cas de non allumage ou disparition casuelle en cours de marche, ils provoquent la fermeture automatique du robinet d'arrivée du combustible au brûleur.[1]

II.5.1 Brûleur d'allumage

Le brûleur d'allumage utilise une veilleuse qui est surveillée par un système d'ionisation (cette cellule est incorporée au brûleur d'allumage).[3]

II.5.2 Brûleur au gaz

Pour la détection de la flamme avec service gaz, une cellule aux rayons ultraviolets est prévue.

II.6 Description de la commande du brûleur

Le brûleur est commandé par un automatisme câblé. On désigne sous ce nom tout dispositif électronique qui provoque automatiquement certaines actions à la suite de certaines sollicitations et cela suivant un processus logique fixé à l'avance. Les divers composants électroniques de cet automatisme sont reliés entre eux et regroupés dans des armoires. Grâce aux différents classeurs (ces classeurs représentent les différentes cartes) on a pu ressortir les conditions d'activation et désactivation des phases de marche et d'arrêt.[3]

Le montage de cette commande est effectué selon un schéma logique avec les plaquettes FK11 et par les plaquettes de phases FS qui assurent les principales opérations.

Le schéma de représentation d'une commande de sous-groupe en technique pas à pas permet de prendre compte de quelle manière fonctionne cette commande .on distingue notamment la plaquette FK11 qui est la plaquette principale (de tête) et deux modes de fonctionnement (manuel ou automatique).[3]

II.7 Instrumentations associés au brûleur

II.7.1 Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement qui élabore à partir d'une grandeur physique (information entrantes) une autre grandeur physique de nature différente (information sortante : très souvent électrique). Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, est utilisable à des fins de mesure ou de commande.[4]



Figure II.5 : Principe de fonctionnement d'un capteur.

II.7.1.1 Capteurs de positions

Les capteurs de position sont des capteurs de contact, ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple et d'une bille.

L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique. En perte de vitesse, les captures mécaniques à contact sont les seuls encore largement utilisés. L'action mécanique sur la partie mobile du capteur permet d'établir ou d'interrompre un contact électrique.



Figure II.6 : Capteur de position.

II.7.1.2 Capteurs de pression (pressostat)

Ils sont destinés à contrôler une pression ou une dépression dans un circuit pneumatique ou hydraulique. L'appareil transforme la pression ou la dépression atteinte la ou les valeurs de réglage, le contact électrique change d'état.

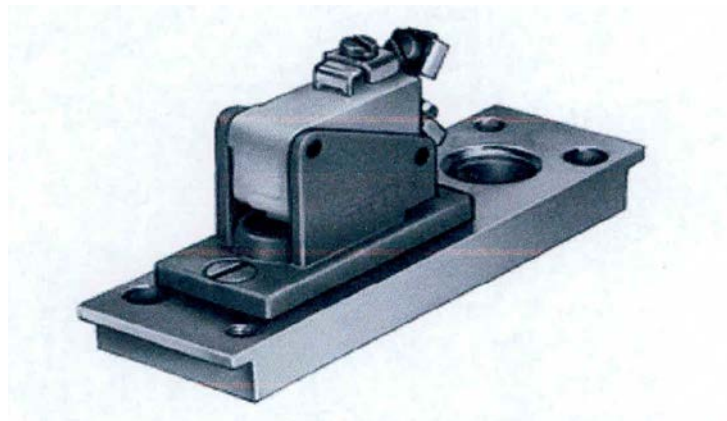


Figure II.7 : Capteur de pression.

II.7.1.3 Débit mètre par diaphragme

Le diaphragme est tout simplement une restriction, formée par un disque à orifice calibré et placé dans la conduite.

La chute de pression ou, en d'autres termes, la pression différentielle qui en résulte, est utilisée pour déterminer le débit. En effet, la loi de Bernoulli nous apprend que, le débit volumique Q , est proportionnel à la racine de pression différentielle, ainsi :

$$Q = \sqrt{\Delta P} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Q : débit volumique.

ΔP : la différence de pression.

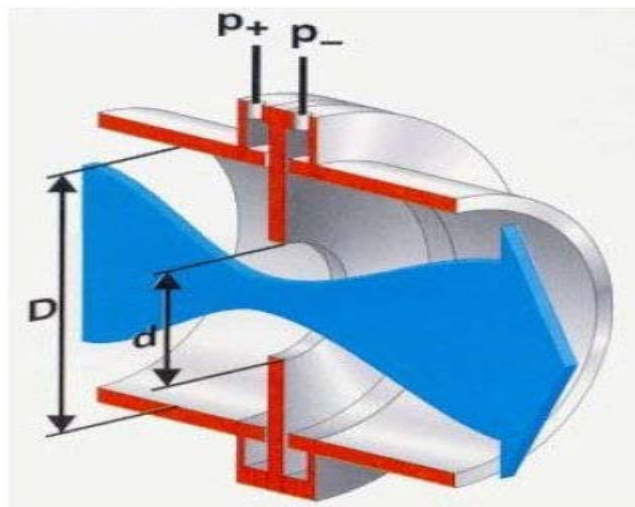


Figure II.8 : Ensemble diaphragme.

II.7.1.4. Détecteurs de flammes

Le détecteur de flamme est un capteur qui se base sur le phénomène de la photoémission. Les cellules utilisées sont des cellules à gaz. Elles sont constituées d'une cathode photoémissive et d'une anode, placées à l'intérieur d'une enveloppe remplie de gaz et dont une fenêtre au moins est transparente.

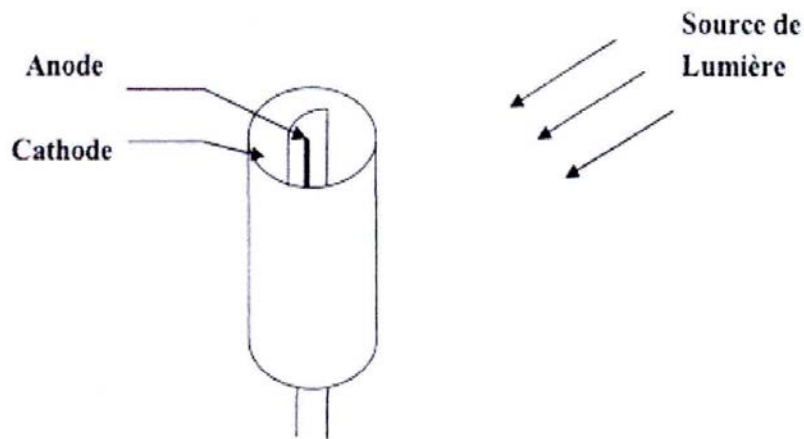


Figure II.9 détecteur de flamme

II.7.2. les actionneurs

La fonction globale d'un actionneur est de convertir une énergie d'entrée, disponible sous une certaine forme, en énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet cherché.

Un actionneur est une partie opérative (analogie à un système automatisé) qui opère sur une matière d'œuvre particulière. L'énergie qui donne à cette matière d'œuvre une valeur ajoutée sa mise sous forme utilisable pour satisfaire un besoin.

II.7.2.1. Vérins doubles effet

L'ensemble tige-piston peut se déplacer dans deux sens sous l'action du fluide sous pression (air comprimé).

L'effort en poussant (sortie de la tige) est l'émergement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.



Figure II.10 : Vérin double effet.

II.7.2.2 les vannes

a. Vanne régulatrice

Cette vanne peut prendre toutes les positions extrêmes ouvert ou fermé .on traduit ceci en termes de course de clapet de 0% à 100% d'ouverture.

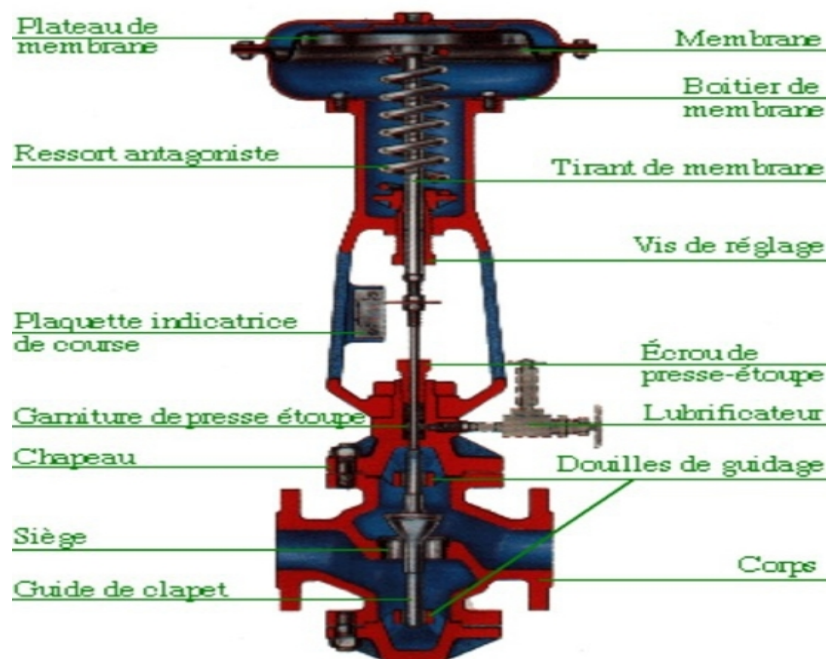


Figure II.11 : Vue en coupe d'une vanne de régulation pneumatique.

b. Vanne à fermeture rapide

Par opposition à la vanne régulatrice, la vanne à fermeture rapide ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée. On traduit en termes de course de clapet 0% ou 100% d'ouverture.



Figure II.12 : Vanne a fermeture rapide.

II.7.3 Pré-actionneurs

Le pré-actionneur est un constituant chargé de distribuer et d'adapter l'énergie pneumatique ou électrique vers les actionneurs, sur ordre du traitement de données.

II.7.3.1 Distributeur pneumatique

Le distributeur a pour rôle de distribuer l'air dans les chambres du vérin en fonction des ordres qu'il reçoit.

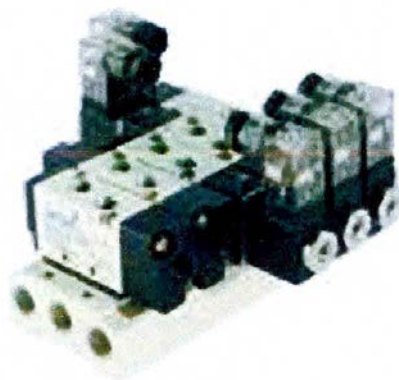
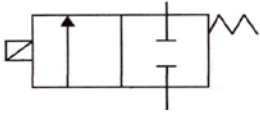
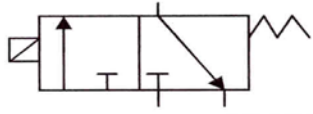
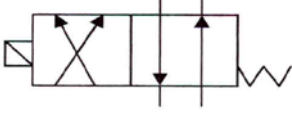
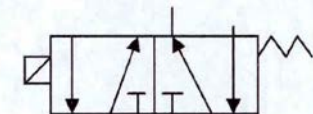


Figure II.13 : Distributeur pneumatique.

*** les types de distributeurs :**

Le tableau suivant résume les différents types de distributeur selon leur catégorie

Tableau II.1 : Types de distributeur à deux voix.

| Nombre d'orifices | Symbole | Types de distributions |
|-------------------|---|------------------------|
| 2 |  | Distributeur 2/2 |
| 3 |  | Distributeur 3/2 |
| 4 |  | Distributeur 4/2 |
| 5 |  | Distributeur 5/2 |

II.7.3.2 Contacteurs

Le contacteur est l'appareil de communication qui assure la fermeture et l'ouverture du circuit électrique de puissance de moteur. Sa bobine est pilotée, elle aussi par un circuit électrique de commande à distance.

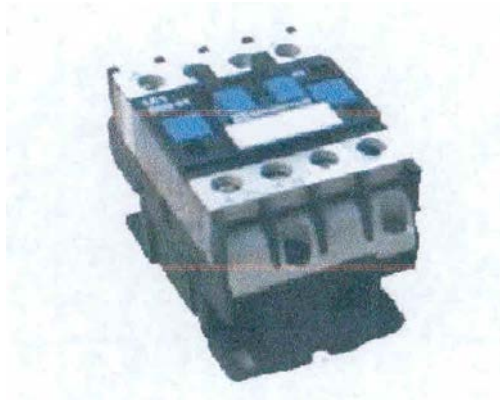


Figure II.14 : Contacteur électrique.

II.7.3.3 Relais

Un relais est un appareil électrique constitué essentiellement d'une bobine alimentée par un circuit de commande, dont le noyau mobile provoque la commutation de contacts pour alimenter un circuit de puissance.

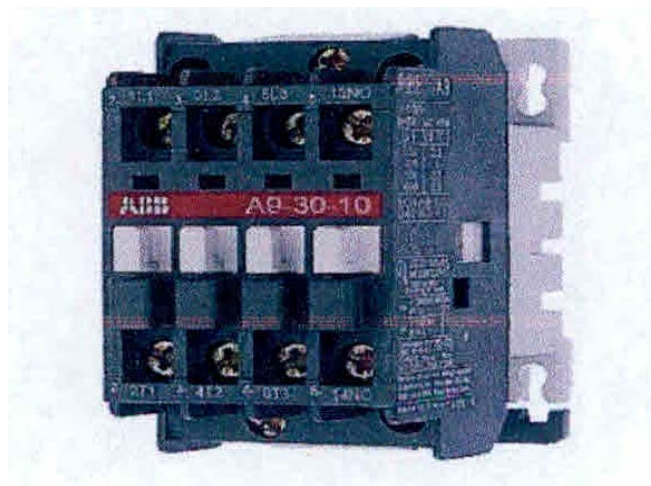


Figure II.15 : Relai électrique.

II.8.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons établi une étude descriptive en citant les différents équipements du procédé. Ce chapitre nous a permis de comprendre le fonctionnement du brûleur afin de proposer des modifications qui permettent d'améliorer le fonctionnement de système de point de vu rentabilité et sécurité.

Cette étude descriptive nous servira aussi dans l'établissement du cahier des charges que nous allons détailler dans le chapitre VI.

CHAPITRE III

Automate programmable industrielle

III.1.Introduction

La conception d'un programme pour un automate programmable industriel nécessite des connaissances de base en matière d'automatisme. Dans ce chapitre nous allons aborder des généralités sur l'automatisme, et sur les automates programmables industriels.

III.2. Caractéristiques d'un système automatisé

Les systèmes automatisés sont des dispositifs qui permettent à des machines ou des installations de fonctionner automatiquement. Un système automatisé bien conçu : [5]

- simplifie considérablement le travail de l'Homme qui, libéré vis-à-vis de la machine, peut se consacrer à des activités plus nobles ;
- réduit les tâches complexes, pénibles ou indésirables en les faisant exécuter par la machine ;
- facilite les changements de fabrication en permettant de passer d'une quantité ou d'un type de production à un autre ;
- améliore la qualité des produits en asservissant la machine à des critères de fabrication et à des tolérances qui seront respectées dans le temps ;
- accroît la production ainsi que la productivité ;
- permet de réaliser des économies de matière et d'énergie ;
- augmente la sécurité du personnel ;
- contrôle et protège les installations et les machines.

L'automatisme intervient dans tous les stades d'opération industrielle, dans des domaines aussi divers que les industries de transformation, de transport, dans les machines, des outils, ainsi que dans le secteur tertiaire.

III.3. Structure d'un système automatisé

Dès sa conception, un système à automatiser doit être décomposé en trois parties :

- La partie commande ou automate qui élabore les ordres nécessaires à l'exécution du processus, en fonction des consignes qu'elle reçoit à l'entrée et des comptes rendus d'exécution qui lui sont fournis par la partie opérative. [10]
- La partie opérative qui effectue les opérations en exécutant les ordres qui lui sont donnés par la partie commande. [10]
- La partie relation ou dialogue qui représente l'échange des informations entre la partie commande et l'opérateur (pilote, usage, surveillant...) dont elle reçoit des consignes et à qui elle fournit des comptes rendus visuels ou sonores.[10]

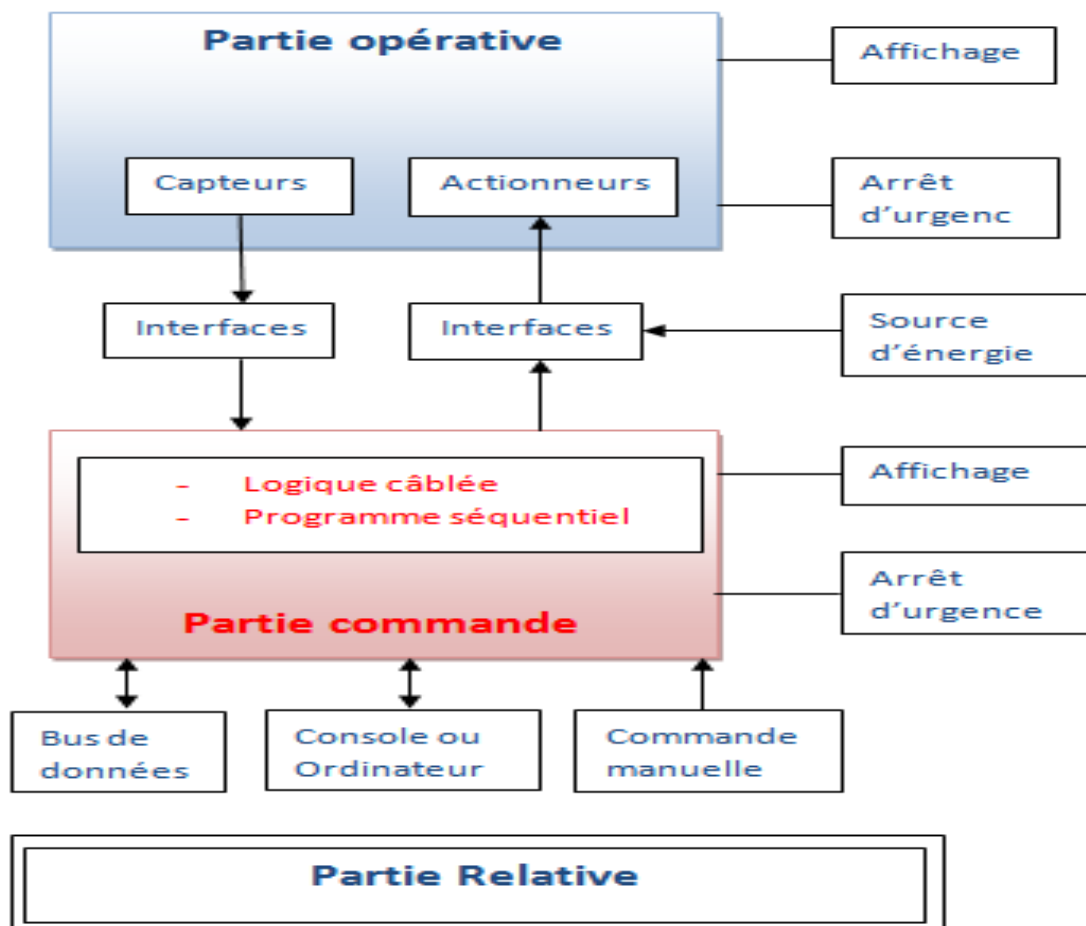


Figure III.1. Structure d'un système automatisé

III.4. Automate programmable

De nos jours, les constructions de commande et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables ou (programmable logic controllers PLC). Pour de nombreux problèmes de commande, il convient donc de déterminer le mode de commande le mieux approprié et à cet égard, le choix se porte de plus en plus sur l'automate programmable. Il s'agit d'ailleurs non seulement d'une question de prix, mais bien d'avantage de gain de temps, de souplesse accrue dans la manipulation, de haute fiabilité, de localisation et d'élimination rapide des erreurs simultanément. Le produit final c'est-à-dire la machine ou l'installation équipée d'un tel automate atteint un niveau technique plus élevé.

III.4.1. Caractéristiques générales**III.4.1.1. Origines et perspectives**

Les automates programmables sont apparus aux USA en 1969-70, et plus particulièrement dans le secteur de l'industrie automobile ; ils furent utilisés en Europe environ deux ans plus tard. Sa date de création coïncide donc avec le début de l'ère du microprocesseur. L'automate programmable est donc dans ce sens un précurseur et constitue une ébauche de la véritable machine pour les automaticiens. L'extension croissante des applications de l'électronique, la diminution fantastique du prix des composants, la naissance et le développement des microprocesseurs et surtout la miniaturisation des circuits mémoires ont permis de concevoir des automates programmables avec des prix attractifs, et des performances énormes et d'élargir leur champs d'application. L'automate programmable peut être employé seul ou inséré dans un système de contrôle de processus réparti et, cela dans des installations aussi variées qu'une brasserie, une boulangerie, une fonderie, une raffinerie ou une installation de chauffage. Avec une combinaison de possibilités de régulation PID et de commande séquentielle, l'automate programmable satisfait aux exigences de processus à la fois continus et discontinus, il règle les pressions, températures, niveaux et débits, et assure toute les fonctions associées de temporisation, cadence, comptage et logique associés.

Assorti d'une carte de communication additionnelle, l'automate se transforme en un puissant satellite dans un réseau de contrôle distribué. [5]

III.4.1.2. Architecture d'un automate programmable industriel [3].

A. Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type compact ou de type modulaire

A.1. Type compact

On distingue les modules programmables (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet...) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabrications, il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates de fonctionnement simples, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.[6]



Figure III.2 : Automate de type compact (siemens)

A.2. Type modulaire :

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées /sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus et connecteurs) Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.[6]

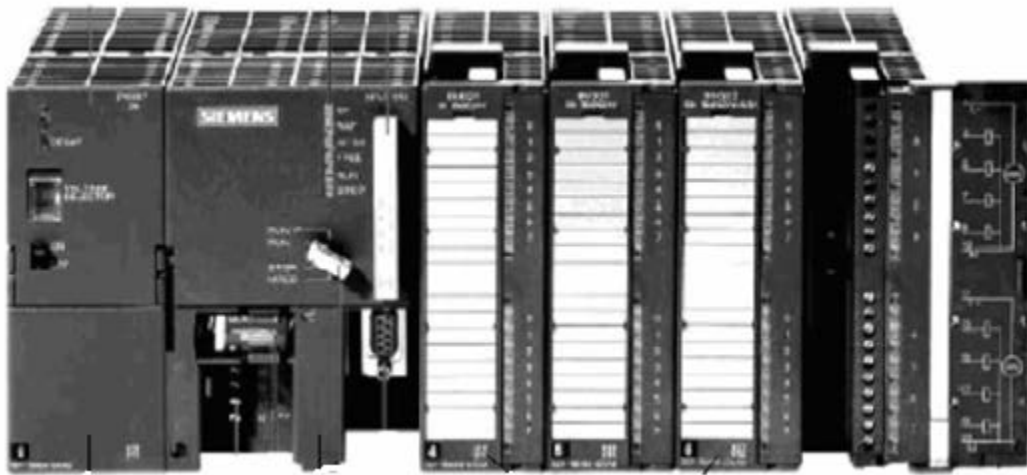


Figure III.3 : Automate de type modulaire (siemens)

B. Structure interne

Le schéma simplifié de la structure interne d'un automate est donné par la figure suivante :

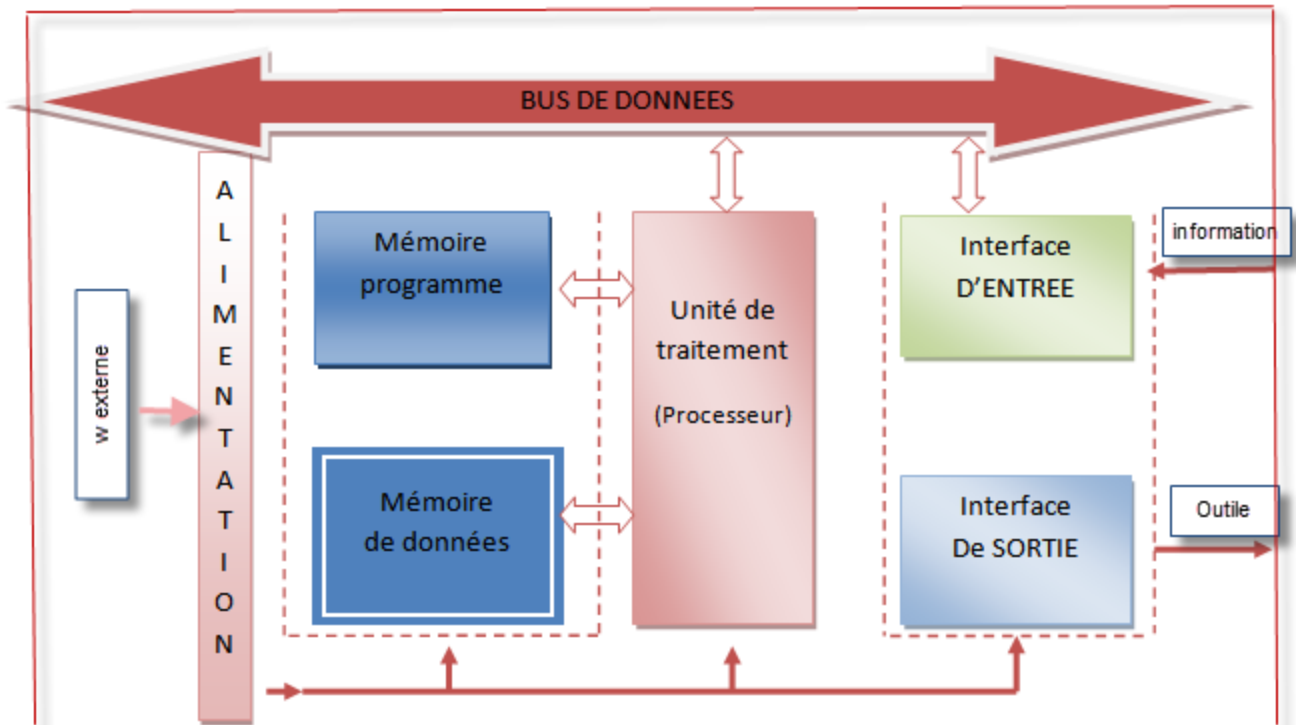


Figure III.4 : Structure interne d'un automate programmable

Un automate programmable industriel est donc constitué de : [6]

B.1. Unité de traitement ou processeur

Le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant : [6]

- La lecture des informations d'entrée ;
- L'exécution des instructions du programme mis en mémoire ;
- La commande ou l'écriture des sorties.

B.2. Mémoire programme

La mémoire programme de type RAM contient les instructions à exécuter par le processeur afin de déterminer les ordres à envoyer aux pré-actionneurs reliés à l'interface de sortie en fonction des informations recueillies par les capteurs reliés à l'interface d'entrée. [6]

B.3. Mémoire de données

La mémoire de donnée permet le stockage de : [6]

- L'image des entrées reliées à l'interface d'entrée ;
- L'état des sorties élaborées par le processeur ;
- Les valeurs internes utilisées par le programme (résultats de calculs, états intermédiaires...).
- Les états forcés ou non des E/S.

B.4. Interface d'entrée

L'interface d'entrée permet la connexion à l'API d'un multiple de capteurs pouvant être de type : [6]

- TOR (logiques ou Tout Ou Rien) ;
- Numériques ;
- Analogiques.

Ces différentes entrées sont mises en forme par l'interface d'entrée avant d'être stockées dans la mémoire de données. [6]

B.5. Interface de sortie

L'interface de sortie permet la connexion de l'API aux pré- actionneurs, qui peuvent être de type : [6]

- TOR (logiques ou Tout Ou Rien) ;
- Numériques ;
- Analogiques.

B.6. Module d'alimentation

Le module d'alimentation transforme l'énergie externe provenant du réseau en la mettant en forme afin de fournir aux différents modules de l'API les niveaux de tension nécessaires à leur bon fonctionnement. Plusieurs niveaux de tension peuvent être utilisés par les circuits internes (3V, 5V, 12V, 24V...). Il sera dimensionné en fonction des consommations des différentes parties.[6]

III.5. Programmation des automates

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser : [6]

- une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou d'un réseau de terrain.

III.6. Critère de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe. Les contacts commerciaux et l'expérience vécue sont déjà un point de départ. Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles. Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de grave répercussion. Un automate utilisant des langages de programmation de type

GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions. Il faut ensuite quantifier les besoins :[5]

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

III.7. Présentation de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300, comme représenté dans la figure III.8, est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants : [7]

*CPU

*Un module d'alimentation

*Module de signaux

*Compteurs IM

*Module de communication (CP)

*Module de fonction FM

*Module de simulations (s7-300)



Figure III.5 : Vue générale de l'automate S7-300

III.7.1. Présentation de la CPU S7-300

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées. [7]

III.7.1.1. LED de visualisation d'état et de défaut

- (Rouge)SF Défaut matériel ou logiciel
- (Rouge)BATF Défaillance de la pile.
- (Vert) 5VDC L'alimentation 5V DC est correcte
- (Jaune)FRCE Le forçage permanent est actif.
- (Verte)RUN CPU en RUN.
- (Jaune)STOP CPU en STOP ou en ATTENTE ou en démarrage.

III.7.1.2. Commutateur de mode de fonctionnement

Le changement de mode se fait à l'aide d'une clé : [7]

Tableau III.1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement

| Position | Signalisation | Explication |
|----------|--------------------------------------|---|
| RUN-P | Mode de fonctionnement RUN-PROGRAMME | La CPU traite le programme utilisateur. Le programme peut être modifié. Dans cette position la clef ne peut être retirée. |
| RUN | Mode de fonctionnement RUN | La CPU traite le programme utilisateur. Le programme ne peut être modifié qu'avec légitimation par mot de passe. La clef peut être retirée. |
| STOP | Mode de fonctionnement STOP | La CPU ne traite aucun programme utilisateur. La clef peut être retirée. |

| | | |
|------|--------------------|---|
| MRES | Effacement général | Position instable du commutateur, pour effectuer l'effacement général il faut respecter un ordre particulier de commutation |
|------|--------------------|---|

III.7.1.3. Pile de sauvegarde ou accumulateur

L'utilisation de l'accumulateur ou de la pile de sauvegarde est nécessaire pour l'horloge temps réelle.

La pile de sauvegarde est aussi utilisée pour :

- La sauvegarde du programme utilisateur s'il n'est pas enregistré dans la mémoire morte.
- Pour étendre la zone rémanente de données ;

L'accumulateur est rechargé à chaque mise sous tension de la CPU. Son autonomie est de quelques jours voire quelques semaines au maximum. La pile de sauvegarde n'est pas rechargeable mais son autonomie peut aller jusqu'à une année. [7]

III.7.1.4. Carte mémoire

La plupart des CPU possèdent une carte mémoire. Son rôle est de sauvegarder le programme utilisateur, le système d'exploitation et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU et des modules en cas de coupure du courant. [7]

III.7.1.5. Interface MPI (interface multipoint)

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour la console de programmation (PG), le pupitre operateur (OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187,5 kBauds. [7]

III.7.2. Module d'alimentation

Divers modules d'alimentation sont mis à disposition pour l'alimentation du S7-300 et des capteurs/actionneurs en 24 V cc.

Le module d'alimentation utilisé dans ce projet est : PS 307, 5A qui représente les propriétés suivantes :

- Courant de sortie 5A ;

- Tension nominale de sortie 24 V cc, stabilisée, tenue au court-circuit et à la marche à vide ;
- Raccordement à un réseau alternatif monophasé (tension nominale d'entrée 120/130 Va cc, 50/60 Hz) ;
- Séparation de sécurité des circuits selon EN 60 950 ;
- Peut servir de tension d'alimentation des capteurs et actionneurs. [7]

III.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordés des généralités sur l'automatisme, et sur les automates programmables industriels. On a aussi donné une description détaillée sur l'automate s7-300.

CHAPITRE IV

Programmation et simulation

IV.1.Introduction

Dans ce chapitre nous allons d'abord présenter le fonctionnement de notre système par un cahier des charges ensuite nous allons modéliser le fonctionnement de notre système et son GRAFCET et enfin nous passerons à l'élaboration du programme d'automatisation et la simulation.

IV.2. Langages de programmation

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont : [7]

IV.2.1. GRAFCET (Graphe de Commande Etape Transition) ou SFC (Sequential Functionl Chart)

Le GRAFCET est un diagramme de description du comportement déterministe de la partie commande d'un système automatisé. Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel de grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles. [7]

IV.2.1.1. Structure graphique du GRAFCET

Le GRAFCET est un graphe cyclique composé alternativement de transition et d'étapes, reliées entre elles par des liaisons orientées (ou arcs orientés). Des actions peuvent être associées aux différentes étapes. [8]

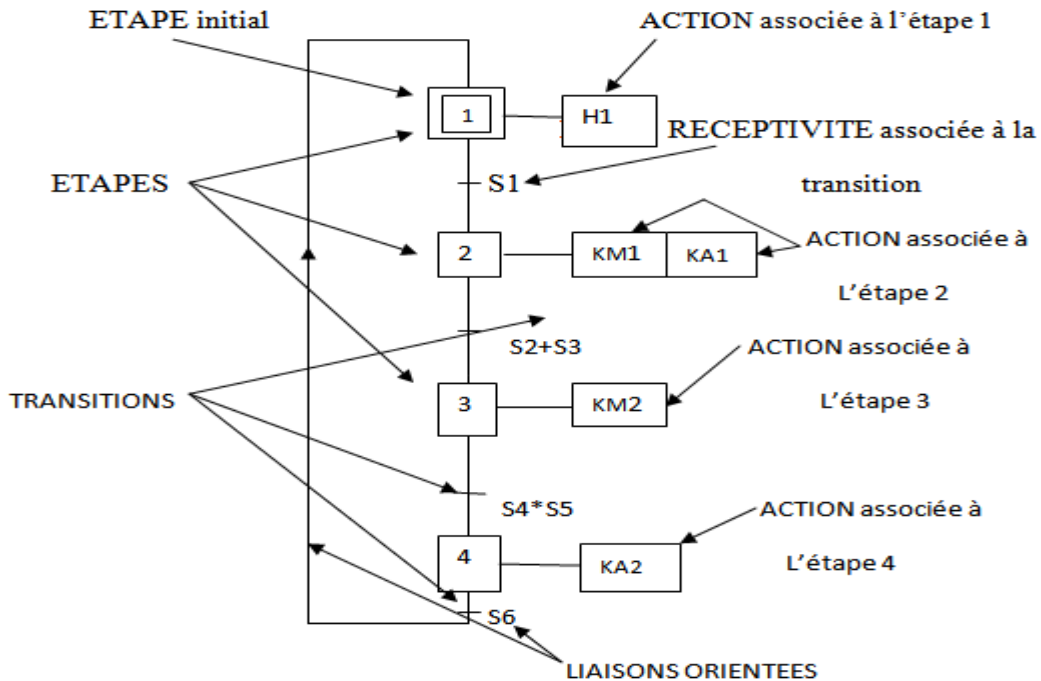


Figure. IV.1: Représentation d'un GRAFCET

- **L'étape :**

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. Elle caractérise un comportement invariant du système considéré.

- **La transition :**

La transition permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui va permettre, lors de son franchissement, l'évolution du système : elle représente une possibilité de changement d'état du système.

- **Les réceptivités :**

Une réceptivité est associée à chaque transition (l'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vrai). C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition. Une réceptivité s'exprime comme étant une expression booléenne.

- **Les actions associées aux étapes :**

Les actions servent à émettre des ordres vers la partie opérative. Une action est une sortie logique envoyée au système. Ces actions peuvent être de quatre types :

- Les actions continues,
- Les actions conditionnelles,
- Une action mémorisée,
- Action temporisées.

IV.2.1.2. Macro-étapes

Le concept de macro-étape permet des descriptions par niveau de détails successifs. Ainsi plusieurs niveaux de représentation peuvent être mis en œuvre. Le premier niveau exprimant globalement la fonction à remplir sans se soucier de tous les détails superflus qui seront décrits dans les niveaux suivants, correspondant à une analyse plus fine. Finalement le dernier niveau pourra être celui correspondant à l'implémentation de la partie commande dont on spécifie le comportement. [8]

IV.2.1.3. GRAFCET hiérarchisés

Les GRAFCET hiérarchisés forment une structure de type maître-esclave (père-fils) dans laquelle le GRAFCET maître donne des ordres à un ou plusieurs GRAFCET esclave (on parle alors de GRAFCET de tâche ou de sous-programme GRAFCET) et les GRAFCET esclaves renvoient un accusé d'exécution en fin de tâche. A la différence d'une macro-étape les GRAFCET de tâche peuvent être appelés de différents endroits du GRAFCET maître. Cependant ils exécutent une nouvelle tâche seulement lorsqu'ils auront terminé celle en cours. [8]

IV.2.1.4. Règle d'évolution du GRAFCET

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, elles précisent les causes et les effets du franchissement des transitions.[8]

- **Règle 1 : Situation initiale :**

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initiale de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement : ces étapes sont les étapes initiales (doublement du symbole d'étape).

- **Règle 2 : Franchissement d'une transition :**

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes en amont (immédiatement précédents reliées à cette transition) sont actives. Le franchissement d'une transition se produit :

- Lorsque la transition est valide,
- Et que la réceptivité associée à cette transition est vraie.

- **Règle 3 : Evolution des étapes actives :**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

- **Règle 4 : Evolution simultanée :**

Si plusieurs transitions sont simultanément franchissables, alors elles sont simultanément franchies.

- **Règle 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape :**

Si au cours du fonctionnement la même étape est simultanément activée et désactivée elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoire (néfastes au procédé) non désirées.

IV.2.2. Diagramme à relais ou schéma à contacts

Les diagrammes à relais (LADDER) permettent de représenter des conditions logiques de façon similaire aux armoires de commande à relais utilisées avant l'arrivée des automates

programmables industriels. Les entrées sont des relais (en série et/ou en parallèle) qui sont reliés à une bobine (la sortie). Ces éléments sont placés entre deux lignes d'alimentation. La bobine d'un premier réseau peut être utilisée comme entrée d'un autre réseau. D'autres éléments peuvent entrer dans un réseau : compteurs, temporisateurs, ... [9]

Les figures IV.2.a et IV.2.b présentent les éléments constitutifs les plus souvent rencontrés dans les diagrammes à relais.

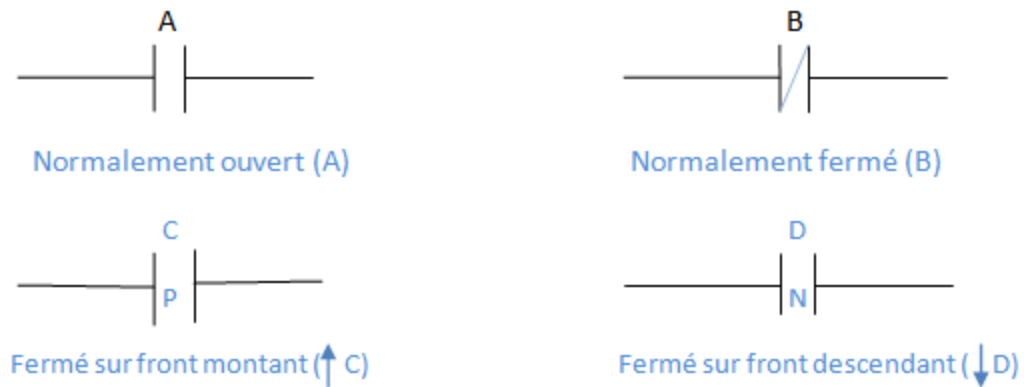


Figure IV.2.a : Éléments constitutifs : contacts (entrées)

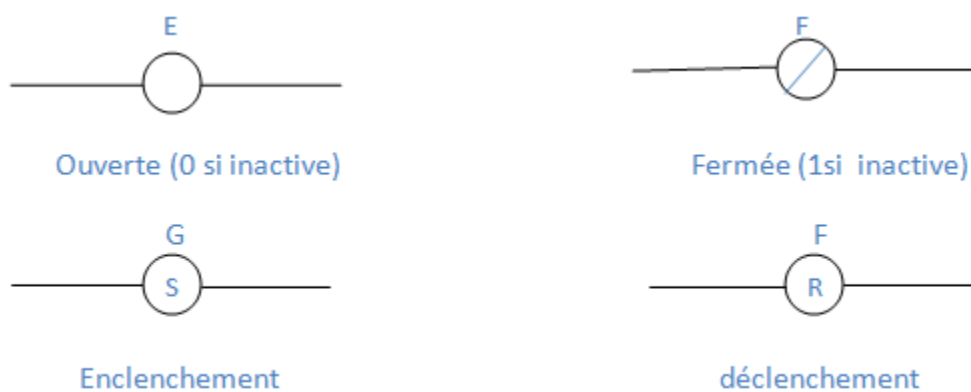


Figure IV.2.b : Éléments constitutifs : bobine (sorties)

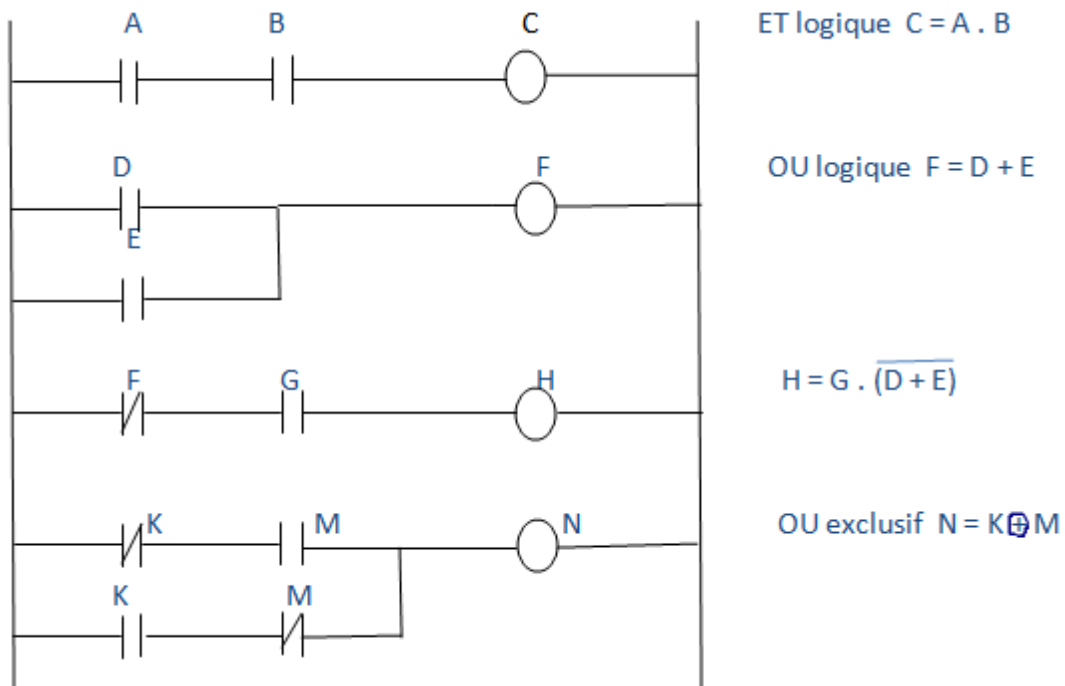


Figure IV.2.c : Exemples utilisant les fonctions logiques de base

Il est important de noter que dans bon nombre d'automates programmables, les diagrammes à relais sont balayés (interprétés) du haut vers le bas et les sorties sont mises à fin du balayage en fonction des entrées en début de balayage. Les valeurs sont donc mises à jour à la fin de chaque cycle.

IV.2.3. Schéma par blocs ou FBD (Fonction Bloc Diagram) :

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables. [6]

IV.2.4. Texte structuré ou ST (Structural Text) :

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe. [6]

IV.2.5. Liste d'instructions ou IL (Instruction List)

Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur. [6]

IV.3. Elaboration du GRAFCET de l'allumage du brûleur

IV.3.1. Cahier de charge du fonctionnement

Par mesure de sécurité certaines conditions doivent se réunir pour autoriser l'allumage du brûleur :

- La vanne de détente gaz (nn41s002) est fermée .l'information est fournie par le capteur de fin de course DGF
- Les vannes a fermeture rapide sont fermées ;
 -) Le capteur de fin de course VFR1F détecte la fermeture de la vanne (nn61s001)
 - Le capteur de fin de course VFR2F détecte la fermeture de la vanne (nn61s002)
- Les vannes d'arrêt sont fermées ;
 - Le capteur de fin de course VA1F détecte la fermeture de la vanne (nn40s001)
 - Le capteur de fin de course VA2F détecte la fermeture de la vanne (nn40s002)
- La vanne de gaz d'allumage (nk40s001) est fermée, l'information est fournie par le capteur de fin de course VGAF.
- Le registre d'air (NG41s001) est ferme l'information est fournie par le capteur de fin de course RAO
- La vanne de l'évent est ouverte, l'information est fournie par le capteur de fin de course EGO

En appuyant, donc, sur le bouton poussoir marche DCY, la phase d'allumage du brûleur d'allumage commence et l'automate ordonne l'ouverture du registre d'air à 20% l'information est fournie par le capteur de fin de course RAO, l'ouverture de la vanne gaz d'allumage (nk42s001), l'information est fournie par le capteur de fin de course OVGA et mettre le dispositif d'allumage en marche.

Si :

- la flamme n'est pas détectée la vanne gaz d'allumage se ferme, l'information est fournie par le capteur de fin de course VGAF et le registre d'air s'ouvre à 100% pour refouler le maximum d'air pendant 180s l'information est fournie par le capteur de fin de course RAO100 puis le cycle recommence.
- la flamme est détectée on passe à l'allumage du la flamme principale l'automate ordonne d'ouvrir la vanne de détente gaz (nn41s002) .l'information est fournie par le capteur de fin de course DGO, ensuite le registre d'air s'ouvre à 80% le capteur de fin de course RAO80 fourni l'information. suivie de l'ouverture des deux vannes à fermeture rapide détectées par VFR1O et VFR2O, et la fermeture de l'évent gaz détecte par EGF. Une temporisation de 12s est lancée pour l'attente de détection de la flamme principale.(La détection est assurée par le fin de course DF)

Si :

- la flamme principale n'est pas détectée l'automate ordonne ; la fermeture des deux vannes a fermeture rapide 1et2 l'information est assurée par VFR1F et VFR2F, puis la fermeture de la vanne gaz d'allumage détectée par VGAF, ensuite l'ouverture de registre d'air à 100% détectée par le fin de course RAO100 pendant 180s .puis le cycle recommence.
- La flamme principale est détectée l'automate ordonne l'ouverture des deux vanne d'arrêt (détectées par VA1O et VA2O) et la fermeture de la détente gaz détectée par le capteur DGF donc le bruleur est en service.

IV.3.2.GRAFCET d'allumage du brûleur

Pour la mise en œuvre de ce GRAFCET, nous avons utilisé le logiciel AUTOMGEN.

Le tableau suivant représente les symboles utilisés pour la réalisation de notre grafcet :

Tableau VI.1 : table des symboles GRAFCET

| SYMBOLE | ADRESSE | COMMENTAIRE |
|----------------|----------------|----------------------------------|
| DCY | i0 | départ cycle |
| DGF | i1 | détente gaz fermée |
| VFR1F | i2 | vanne fermeture rapide 1 fermée |
| VFR2F | i3 | vanne fermeture rapide 2 fermée |
| VA1F | i4 | vanne d'arrêt 1 fermée |
| VA2F | i5 | vanne d'arrêt 2 fermée |
| RAF | i6 | registre d'air ferme |
| EGF | i7 | évent gaz ferme |
| DGO | i8 | détente gaz ouverte |
| VFR1O | i9 | vanne fermeture rapide 1 ouverte |

| | | |
|--------|-----|--|
| VFR20 | i10 | vanne fermeture rapide 2 ouverte |
| VA10 | i11 | vanne d'arrêt 1 ouverte |
| VA20 | i12 | vanne d'arrêt 2 ouverte |
| RAO20 | i13 | registre d'air ouvert 20 |
| EGO | i14 | évent gaz ouvert |
| DF | i17 | flamme détectée |
| DFA | i18 | flamme d'allumage détectée |
| VGAF | i19 | vanne gaz d'allumage fermée |
| VGAO | i20 | vanne gaz d'allumage ouverte |
| BES | i21 | bruleur en service |
| DF0 | i22 | flamme non détectée |
| DFA0 | i23 | flamme d'allumage non détectée |
| RAO80 | i24 | registre d'air ouvert 80 |
| RAO100 | i25 | registre d'air ouvert 100 |
| ODG | o0 | ouvrir la détente gaz |
| OVFR1 | o1 | ouvrir vanne fermeture rapide 1 |
| OVFR2 | o2 | ouvrir vanne fermeture rapide 2 |
| OVA1 | o3 | ouvrir vanne d'arrêt 1 |
| OVA2 | o4 | ouvrir vanne d'arrêt 2 |
| ORA20 | o5 | Ouvrir registre d'air a 20 |
| OVGA | o7 | ouvrir la vanne gaz d'allumage |
| FDG | o9 | fermer la détente gaz |
| FVFR1 | o10 | fermer vanne fermeture rapide 1 |
| FVFR2 | o11 | fermer vanne fermeture rapide 2 |
| TEMP | o12 | temporisation |
| MDAM | o13 | mettre dispositif d'allumage en marche |
| FEG | o14 | fermer évent gaz |
| FVGA | o15 | fermer vanne gaz d'allumage |
| TEMP2 | o16 | temporisation 2 |
| TEMP3 | o17 | temporisation3 |
| ORA80 | o18 | ouvrir registre d'air a 80 |
| ABES | o19 | alarme bruleur en service |
| ORA100 | o20 | ouvrir registre d'air a 100 |

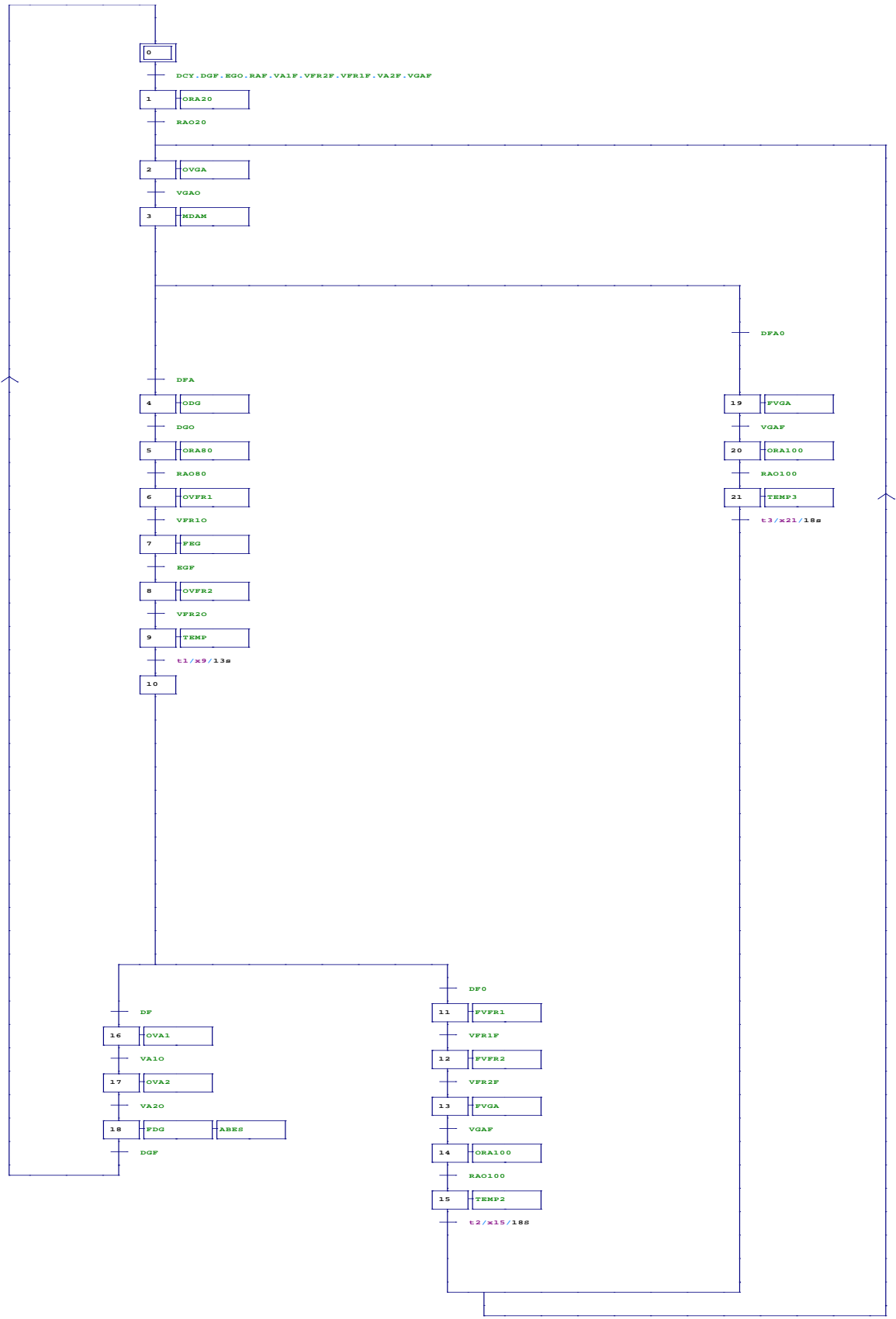


Figure IV.3 : GRACFCET niveau 2 allumage bruleur.

IV.4. Présentation du logiciel de programmation STEP 7

STEP 7 est le nom du logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC S7 et par conséquent le logiciel de programmation de l'automate programmable ST-300. STEP 7 offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer. Il met à disposition du programmeur des fonctions d'assistance pour résoudre efficacement les problèmes d'automatisation. Les caractéristiques de STEP 7 facilitent la tâche de programmation pour l'utilisateur [18]. STEP 7 fonctionne sous Windows 95/98/2000/NT/XP et son utilisation est tout aussi simple que les autres applications Windows. STEP 7 présente une interface graphique typique des autres programmes Windows : ce sont par exemple les stations, les modules et les programmes. STEP 7 épaulé le programmeur avec une aide en ligne qui informe et qui propose une aide confortable et contextuelle. [7]

IV.4.1 Utilisation du STEP 7

STEP 7 permet l'accès "de base" aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il prend également en compte le réseau des automates, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer), et éventuellement aux automates d'envoyer des messages entre eux. Il ne permet pas d'incorporer les ordinateurs dans le réseau (durant le fonctionnement, il n'y a pas de dialogue entre les PC et les automates, donc pas de supervision du processus par un logiciel centralisé, comme ce serait possible sous WINCC). [7]

IV.4.1.1. Bloc utilisateur

Pour les tâches d'automatisation de grande envergure, le programme peut être divisé en fonctions plus petits et faciles à manier. Ceci présente l'avantage de pouvoir tester les parties de programme séparément et de les regrouper en une seule fonction pour l'exécution. STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

- **OB (bloc d'organisation) :**

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels

de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate de l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs. [7]

- **FB (bloc fonction) :**

Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB. On peut affecter plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autre FB et FC dans un bloc fonctionnel via des instructions d'appels de blocs. [7]

- **FC (fonction) :**

Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs. [7]

- **DB (bloc de données) :**

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types données. Il existe deux types de bloc de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données et les OB d'instance qui sont affectés à une donnée. [7]

III.4.1.2. Bloc système pour fonctions standard et fonctions système

Les blocs systèmes sont des fonctions prêtes à l'emploi stockées dans la CPU de l'automate. Ces blocs peuvent être appelés par l'utilisateur et utilisés dans le programme, mais on ne peut pas changer ni accéder à leurs programme. On dispose dans STEP 7 des blocs système suivants : [7]

- **SFB (bloc fonctionnel système) :**

Bloc fonctionnel stocké dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelé par l'utilisateur. [7]

- **SFC (fonction système) :**

Fonction stocké dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelée par l'utilisateur. [7]

- **SDB (données système) :**

Zone de mémoire dans le programme, configurée par différentes applications de STEP 7 (par exemple S7 Configuration, Communication Configuration...) pour le stockage des données dans le système d'automatisation. [7]

IV.4.1.3. Langage de programmation STEP 7

Le logiciel STEP 7 offre quatre langages de programmation :

- Schéma à contact ou LADDER « CONT »
- Logigramme « LOG »
- Liste d'instruction « LIST »
- GRAFCET « GRAPH »

IV.4.1.4. Mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques "0" et "1". Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegardé des mémentos est perdu. [7]

IV.4.1.5. Mnémonique

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de L'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues (ex E0.0=MOTEUR MARCHE) améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels. Les mnémoniques ainsi définies sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable. [7]

IV.4.1.6. Différents types de variables contenues dans STEP7

Dans l'environnement STEP7, on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable. [7]

Le tableau suivant résume les types de variables utilisées :

Tableau.IV.2-Les différents types de variables utilisées.

| Mot-clé | Taille (en bits) | Exemple d'une constante de ce type |
|-------------|------------------|------------------------------------|
| BOOL | 1 bit | 1 ou 0 |
| Byte | 8 bits | B#16#A6 |
| Word | 16 bits | W#16#FADA |
| Dword | 32 bits | DW#16#CAC40EDF |
| char | 8 bits | W |
| S5Time | 16 bits | S5T#5s-200ms |
| Int | 16 bits | 123 |
| DInt | 32 bits | 65539 ou L#-5 |
| Real | 32 bits | 1.0 ou 34.5E-12 |
| Time | 32 bits | T#2D-1H-3M-45s-12ms |
| Date | 16 bits | D#2002-06-20 |
| Time of-Day | 32 bits | TOD#12:23:45.12 |

IV.4.2. Opérations des CPU S7

STEP 7 permet de programmer l'automate en différents langages de programmation. Les langages de programmation se servent des opérations offertes par les CPU S7. Les opérations peuvent se subdiviser en groupes suivants : [7]

- opérations sur les blocs ;
- opérations arithmétiques (sur bits et sur mots) ;
- opérations arithmétiques (sur nombres entiers, sur nombres à virgule flottante) ;
- opérations de comparaison ;
- opérations logiques ;

- opérations de chargement et de transfert ;
- logarithme et opérations trigonométriques ;
- opérations de décalage et de rotation ;
- opérations de conversion ;
- opérations de temporisation et de comptage ;
- opérations de saut.

IV.5. Programmation

A partir du GRFCET obtenu, on va écrire le programme sous step7 avec le langage LADDER (schéma de contacts)

IV.5.1. Schéma de contacts

Pour la programmation nous avons procédé comme suite :

- l'écriture des équations logiques à partir du GRAFCET : Les équations logiques représentent les transits, l'activation et la désactivation des étapes, ainsi que les équations de sorties.
- La saisie du programme : La saisie du programme se fait directement sur l'espace de travail du logiciel STEP7.

IV.5.1.1.1 Ecriture des équations logiques du GRAFCET

- **Equations de transitions :**

$T0 = DCY * DGF * EGO * RAF * VFR1F * VF$
 $R2F * VA1F * VA2F * VGAF * X0$

$T1 = RAO20 * X1$

$T2 = VGAO * X2$

$T3 = DFA * X3$

$T4 = DGO * X4$

$T5 = RAO80 * X5$

$T6 = VFR10 * X6$

$T7 = EGF * X7$

$T8 = VFR20 * X8$

$T9 = X9 / 12S$

$T10 = DF0 * X10$

$T11 = VFR1F * X11$

$T12 = VFR2F * X12$

$T13 = VGAF * 13$

$T14 = RAO100 * X14$

$T15 = X15 / 180S$

$T101 = DF * X10$

$T16 = VA10 * X16$

$T17 = VA20 * 17$

$$T18 = DGF * X3$$

$$T31 = DFA0 * X3$$

$$T19 = VGAF * X19$$

$$T20 = RAO100 * X20$$

$$T21 = X21 / 180S$$

- **Equations d'étapes :**

$$X0 = T18 + X0 * \overline{T0} + \overline{INIT}$$

$$X1 = T0 + X1 * \overline{T1}$$

$$X2 = T1 + X2 * \overline{T2} + T15 + T21$$

$$X3 = T2 + X3 * \overline{T3} * \overline{T31}$$

$$X4 = T3 + X4 * \overline{T4}$$

$$X5 = T4 + X5 * \overline{T5}$$

$$X6 = T5 + X6 * \overline{T6}$$

$$X7 = T6 + X7 * \overline{T7}$$

$$X8 = T7 + X8 * \overline{T8}$$

$$X9 = T8 + X9 * \overline{T9}$$

$$X10 = T9 + X10 * \overline{T10} * \overline{T101}$$

$$X11 = T10 + X11 * \overline{T11}$$

$$X12 = T11 + X12 * \overline{T12}$$

$$X13 = T12 + X13 * \overline{T13}$$

$$X14 = T13 + X14 * \overline{T14}$$

$$X15 = T14 + X15 * \overline{T15}$$

$$X16 = T101 + X16 * \overline{T16}$$

$$X17 = T16 + X17 * \overline{T17}$$

$$X18 = T17 + X18 * \overline{T18}$$

$$X19 = T13 + X19 * \overline{T19}$$

$$X20 = T19 + X20 * \overline{T20}$$

$$X21 = T20 + X21 * \overline{T21}$$

- **Equations d'actions :**

$$X1 = ORA20 * X1$$

$$X2 = OVGA * X2$$

$$X3 = MDAM * X3$$

$$X4 = ODG * X4$$

$$X5 = ORA80 * X5$$

$$X6 = OVFR1 * X6$$

$$X7 = FEG * X7$$

$$X8 = OVFR2 * X8$$

$$X9 = TEMP * X9$$

$$X11 = FVFR1 * X11$$

$$X12 = FVFR2 * X12$$

$$X13 = FVGA * X13$$

$$X14 = ORA100 * X14$$

$$X15 = TEMP2 * X15$$

$$X16 = OVA1 * X16$$

$$X17 = OVA2 * X17$$

$$X18 = FEG * ABES * X18$$

$$X19 = FVGA * X19$$

$$X20 = ORA100 * X20$$

$$X21 = TEMP3 * X21$$

IV.5.2. Programmation de l'automate s7_315_2dp

IV.5.2.1. Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Comme le type de l'automate que nous avons choisis est de type modulaires, il nous faut donc choisir le matériel suivant un ordre chronologique commençant par le type d'alimentation, la CPU et les différentes entrées/sorties pour avoir les caractéristiques de l'automate qui sont les suivantes :

- PS 307 10A.
- CPU 315-2 DP(1).
- DI16xDC24V.
- DO16xAC120V/0.5A.

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées/sorties que possède notre système ainsi que leurs natures.

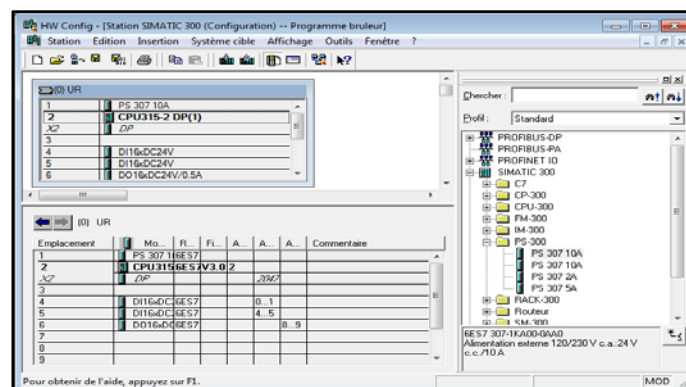


Figure VI.4 : configuration du matériel

IV.5.2.2. Attribution des adresses

- a. Modules d'entrée :

Tableau.IV.3 : module d'entrée 1-a.

| Entrée | Description | symbole |
|--------|---|---------|
| E 0.0 | Bouton poussoir démarrage cycle | DCY |
| E 0.1 | Fin de course détente gaz fermée | DGF |
| E 0.2 | Fin de course évent gaz fermé | EGF |
| E 0.3 | Fin de course registre d'air fermé | RAF |
| E 0.4 | Fin de course vanne d'arrêt 1 fermée | VA1F |
| E 0.5 | Fin de course vanne d'arrêt 2 fermée | VA2F |
| E 0.6 | Fin de course vanne fermeture rapide 1 fermée | VFR1F |
| E 0.7 | Fin de course vanne fermeture rapide 2 fermée | VFR2F |

Tableau.IV.4 : module d'entrée 1-b

| Entrée | Description | symbole |
|--------|--|---------|
| E 1.0 | Signale bruleur en service | ABES |
| E 1.1 | Fin de course vanne gaz d'allumage fermée | VGAF |
| E 1.2 | Fin de course registre d'air ouvert | RAO20 |
| E 1.3 | Fin de course vanne gaz d'allumage ouverte | VGAO |
| E 1.4 | Fin de course détente gaz ouverte | DGO |
| E 1.5 | Fin de course vanne fermeture rapide 1 ouverte | VFR1O |
| E 1.6 | Fin de course vanne fermeture rapide 2 ouverte | VFR2O |
| E 1.7 | Fin de course vanne d'arrêt 1 ouverte | VA1O |

Tableau.IV.5 : module d'entrée 2-a.

| Entrée | Description | symbole |
|--------|---------------------------------------|---------|
| E 2.0 | Fin de course vanne d'arrêt 2 ouverte | VA2O |
| E 2.1 | Fin de course registre d'air ouvert | RAO100 |
| E 2.3 | Détecteur de flamme d'allumage | DFA |
| E 2.4 | Détecteur de flamme d'allumage | DFA0 |
| E 2.5 | Détecteur de flamme principale | DF |
| E 2.6 | Détecteur de flamme principale | DF0 |
| E 2.7 | Fin de course d'air ouvert | RAO80 |

Tableau.IV.6 : module d'entrée 2-b

| Entrée | Description | symbole |
|--------|--------------------------------|---------|
| E 3.0 | Fin de course évent gaz ouvert | EGO |
| E 3.1 | | |
| E 3.2 | | |
| E 3.3 | | |
| E 3.4 | | |
| E 3.5 | | |
| E 3.6 | | |
| E 3.7 | | |

• **b.Modules de sorties :**

Tableau.IV.7 : module de sortie 1-a.

| sortie | Description | symbole |
|--------|--|---------|
| A 0.0 | Ouverture register d'air a 20% | ORA20 |
| A 0.1 | Ouverture vanne gaz d'allumage | OVGA |
| A 0.2 | Mettre dispositve d'allumage en marche | MDAM |
| A 0.3 | Ouverture détente gaz | ODG |
| A 0.4 | Ouverture register d'air a 80% | ORA80 |
| A 0.5 | Ouverture vanne fermeture rapide 1 | OVFR1 |
| A 0.6 | Fermeture event gaz | FEG |
| A 0.7 | Ouverture vanne fermeture rapide 2 | OVFR2 |

Tableau.IV.7 : module de sortie 1-b.

| sortie | Description | symbole |
|--------|----------------------------------|---------|
| A 1.0 | Fermeture vanne fermeture rapide | FVFR1 |
| A 1.1 | Fermeture vanne fermeture rapide | FVFR2 |
| A 1.2 | Ouverture register d'air a 100% | ORA100 |
| A 1.3 | Ouverture vanne d' arret 1 | OVA1 |
| A 1.4 | Ouverture vanne d' arret 2 | OVA2 |
| A 1.5 | Fermeture détente gaz | FDG |
| A 1.6 | Fermeture vanne gaz d'allumage | FVGA |

IV.5.2.3. création de la table des mnémoniques

| Etat | Mnémonique | Opérande | | Type de d | Commentaire |
|------|------------|----------|-----|-----------|-------------|
| 1 | ORA20 | A | 0.0 | BOOL | |
| 2 | OVGA | A | 0.1 | BOOL | |
| 3 | MDAM | A | 0.2 | BOOL | |
| 4 | ODG | A | 0.3 | BOOL | |
| 5 | ORA80 | A | 0.4 | BOOL | |
| 7 | OVFR1 | A | 0.5 | BOOL | |
| 8 | FEG | A | 0.6 | BOOL | |
| 9 | OVFR2 | A | 0.7 | BOOL | |
| 1 | FVFR1 | A | 1.0 | BOOL | |
| 1 | FVFR2 | A | 1.1 | BOOL | |
| 1 | ORA100 | A | 1.2 | BOOL | |
| 1 | OVA1 | A | 1.3 | BOOL | |
| 1 | OVA2 | A | 1.4 | BOOL | |
| 1 | FDG | A | 1.5 | BOOL | |
| 1 | FVGA | E | 1.6 | BOOL | |
| 1 | DCY | E | 0.0 | BOOL | |
| 1 | DGF | E | 0.1 | BOOL | |
| 1 | EGF | E | 0.2 | BOOL | |
| 2 | RAF | E | 0.3 | BOOL | |
| 2 | VA1F | E | 0.4 | BOOL | |
| 2 | VA2F | E | 0.5 | BOOL | |
| 2 | VFR1F | E | 0.6 | BOOL | |
| 2 | VFR2F | E | 0.7 | BOOL | |
| 2 | ABES | E | 1.0 | BOOL | |
| 2 | VGAF | E | 1.1 | BOOL | |
| 2 | RAO20 | E | 1.2 | BOOL | |
| 2 | VCAO | E | 1.3 | BOOL | |

Figure VI.5 : table des mnémoniques.

Le tableau suivant représente la table des mnémoniques qu'on a utilisées dans notre programme :

Tableau.IV.8 : table des mnémoniques.

| Numéro | Mnémonique | Opérande | Type | Commentaire |
|--------|------------|----------|------|---|
| 1 | ORA20 | A 0.0 | BOOL | Ouvrir le registre d'air a 20% |
| 2 | OVGA | A 0.1 | BOOL | Ouvrir la vanne gaz d'allumage |
| 3 | MDAM | A 0.2 | BOOL | Mettre le dispositif d'allumage en marche |
| 4 | ODG | A 0.3 | BOOL | Ouvrir la détente gaz |
| 5 | ORA80 | A 0.4 | BOOL | Ouvrir le register d'air a 80% |
| 6 | OVFR1 | A 0.5 | BOOL | Ouvrir la vanne fermeture rapide 1 |
| 7 | FEG | A 0.6 | BOOL | Fermer l'event gaz |
| 8 | OVFR2 | A 0.7 | BOOL | Ouvrir la vanne fermeture rapide 1 |
| 9 | FVFR1 | A 1.0 | BOOL | Fermer la vanne fermeture rapide 1 |
| 10 | FVFR2 | A 1.1 | BOOL | Fermer la vanne fermeture rapide |
| 11 | ORA100 | A 1.2 | BOOL | Ouvrir le register d'air a 100% |
| 12 | OVA1 | A 1.3 | BOOL | Ouvrir la vanne d'arret 1 |
| 13 | OVA2 | A 1.4 | BOOL | Ouvrir la vanne d'arret 2 |
| 14 | FDG | A 1.5 | BOOL | Fermer la détente gaz |

| | | | | | |
|----|--------|---|------|------|--|
| 15 | FVGA | A | 1.6 | BOOL | fermer la vanne gaz d'allumage |
| 16 | DCY | E | 0.0 | BOOL | Bouton poussoir depart cycle |
| 17 | DGF | E | 0.1 | BOOL | Fin de course détente gaz fermée |
| 18 | EGF | E | 0.2 | BOOL | Fin de course évent gaz fermée |
| 19 | RAF | E | 0.3 | BOOL | Fin de course registre d'air fermée |
| 20 | VA1F | E | 0.4 | BOOL | Fin de course vanne d'arrêt 1 fermée |
| 21 | VA2F | E | 0.5 | BOOL | Fin de course vanne d'arrêt 2 fermée |
| 22 | VFR1F | E | 0.6 | BOOL | Fin de course vanne fermeture rapide 1 fermée |
| 23 | VFR2F | E | 0.7 | BOOL | Fin de course vanne fermeture rapide2 fermée |
| 24 | ABES | E | 1.0 | BOOL | Signal bruleur en service |
| 25 | VGAF | E | 1.1 | BOOL | Fin de course vanne gaz d'allumage fermée |
| 26 | RAO20 | E | 1.2 | BOOL | Fin de course registre d'air ouvert a 20% |
| 27 | VGAO | E | 1.3 | BOOL | Fin de course vanne gaz d'allumage ouvert |
| 28 | DGO | E | 1.4 | BOOL | Fin de course détente gaz ouvert |
| 29 | VFR1O | E | 1.5 | BOOL | Fin de course vanne fermeture rapide 1 ouverte |
| 30 | VFR2O | E | 1.6 | BOOL | Fin de course vanne fermeture rapide 2 ouverte |
| 31 | VA1O | E | 1.7 | BOOL | Fin de course vanne d'arrêt 1 ouverte |
| 32 | VA2O | E | 2.0 | BOOL | Fin de course vanne d'arrêt 2 ouverte |
| 33 | RAO100 | E | 2.1 | BOOL | Fin de course registre d'air ouvert a 100% |
| 34 | DFA | E | 2.3 | BOOL | Signal flamme d'allumage détectée |
| 35 | DFA0 | E | 2.4 | BOOL | Signal flamme d'allumage non détectée |
| 36 | DF | E | 2.5 | BOOL | Signal de flamme principale détectée |
| 37 | DF0 | E | 2.6 | BOOL | Signal de flamme principale non détectée |
| 38 | RAO80 | E | 2.7 | BOOL | Fin de course registre d'air ouvert a 80% |
| 39 | EGO | E | 3.0 | BOOL | Fin de course évent gaz ouvert |
| 40 | INIT | M | 0.0 | BOOL | Mémonto d'initialisation |
| 41 | T0 | M | 10.0 | BOOL | Mémonto transition 0 |
| 42 | T1 | M | 10.1 | BOOL | mémonto transition1 |
| 43 | T2 | M | 10.2 | BOOL | mémonto transition2 |
| 44 | T3 | M | 10.3 | BOOL | mémonto transition3 |
| 45 | T4 | M | 10.4 | BOOL | mémonto transition4 |
| 46 | T5 | M | 10.5 | BOOL | Mémonto transition5 |
| 47 | T6 | M | 10.6 | BOOL | mémonto transition6 |
| 48 | T7 | M | 10.7 | BOOL | mémonto transition7 |

| | | | | | |
|----|------|---|------|------|-----------------------|
| 49 | T8 | M | 11.0 | BOOL | mémonto transition8 |
| 50 | T9 | M | 11.1 | BOOL | mémonto transition9 |
| 51 | T101 | M | 11.2 | BOOL | mémonto transition101 |
| 52 | T10 | M | 11.3 | BOOL | mémonto transition10 |
| 53 | T11 | M | 11.4 | BOOL | Mémonto transition11 |
| 54 | T12 | M | 11.5 | BOOL | Mémonto transition12 |
| 55 | T13 | M | 11.6 | BOOL | mémonto transition13 |
| 56 | T14 | M | 11.7 | BOOL | mémonto mémonto14 |
| 57 | T15 | M | 12.0 | BOOL | Mémonto transition15 |
| 58 | T16 | M | 12.1 | BOOL | Mémonto transition16 |
| 59 | T31 | M | 12.2 | BOOL | Mémonto transition31 |
| 60 | T19 | M | 12.3 | BOOL | Mémonto transition19 |
| 61 | T20 | M | 12.4 | BOOL | Mémonto transition20 |
| 62 | T21 | M | 12.5 | BOOL | mémonto transition21 |
| 63 | T18 | M | 12.6 | BOOL | mémonto transition18 |
| 64 | T17 | M | 12.7 | BOOL | mémonto transition17 |
| 65 | X0 | M | 40.0 | BOOL | mémonto étape 0 |
| 66 | X1 | M | 40.1 | BOOL | mémonto étape 1 |
| 67 | X2 | M | 40.2 | BOOL | mémonto étape 2 |
| 68 | X3 | M | 40.3 | BOOL | mémonto étape 3 |
| 69 | X4 | M | 40.4 | BOOL | mémonto étape 4 |
| 70 | X5 | M | 40.5 | BOOL | mémonto étape 5 |
| 71 | X6 | M | 40.6 | BOOL | mémonto étape 6 |
| 72 | X7 | M | 40.7 | BOOL | mémonto étape 7 |
| 73 | X8 | M | 41.0 | BOOL | mémonto étape 8 |
| 74 | X9 | M | 41.1 | BOOL | mémonto étape 9 |
| 75 | X10 | M | 41.2 | BOOL | mémonto étape 10 |
| 76 | X11 | M | 41.3 | BOOL | mémonto étape 11 |
| 77 | X12 | M | 41.4 | BOOL | mémonto étape 12 |
| 78 | X13 | M | 41.5 | BOOL | mémonto étape 13 |
| 79 | X14 | M | 41.6 | BOOL | mémonto étape 14 |
| 80 | X15 | M | 41.7 | BOOL | mémonto étape 15 |
| 81 | X16 | M | 42.0 | BOOL | mémonto étape 16 |
| 82 | X17 | M | 42.2 | BOOL | mémonto étape 17 |

| | | | | |
|----|-----------------|---------|-------|-------------------------|
| 83 | X18 | M 42.3 | BOOL | mémonto étape 18 |
| 84 | X19 | M 42.4 | BOOL | mémonto étape 19 |
| 85 | X20 | M 42.5 | BOOL | mémonto étape 20 |
| 86 | X21 | M 42.6 | BOOL | mémonto étape 21 |
| 87 | TEMP | M 125.0 | TIMER | mémonto temporisation 1 |
| 88 | TEMP2 | M 125.4 | TIMER | Mémonto temporisation 2 |
| 89 | TEMP3 | M 126.1 | TIMER | Mémonto temporisation 3 |
| 90 | Cycle Execution | OB 1 | OB 1 | |

IV.5.2.3.Écriture du programme

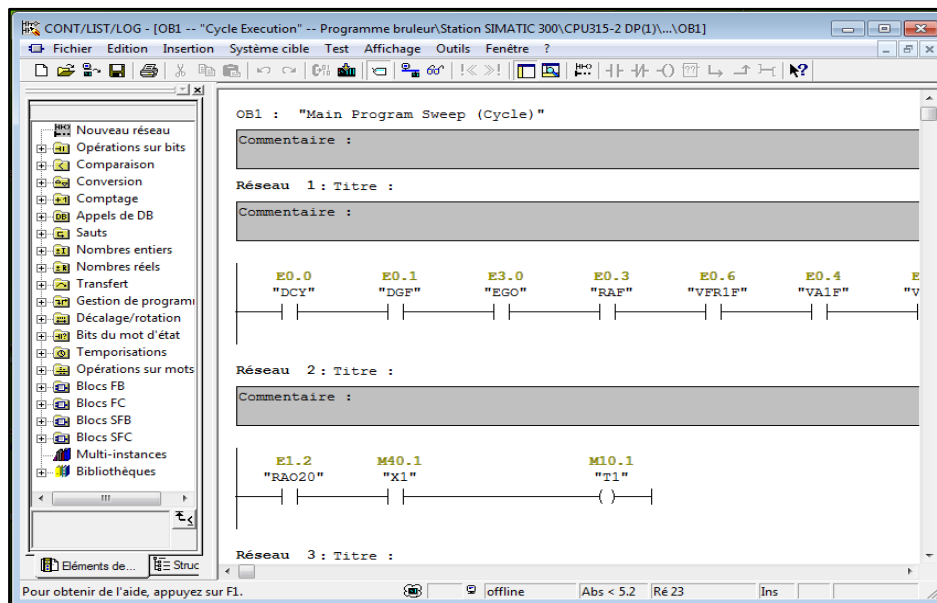


Figure VI.6 : le bloc d'organisation principal (OB1).

• Programme :

SIMATIC Programme bruleur\Station 26/06/2018 10:06:11
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

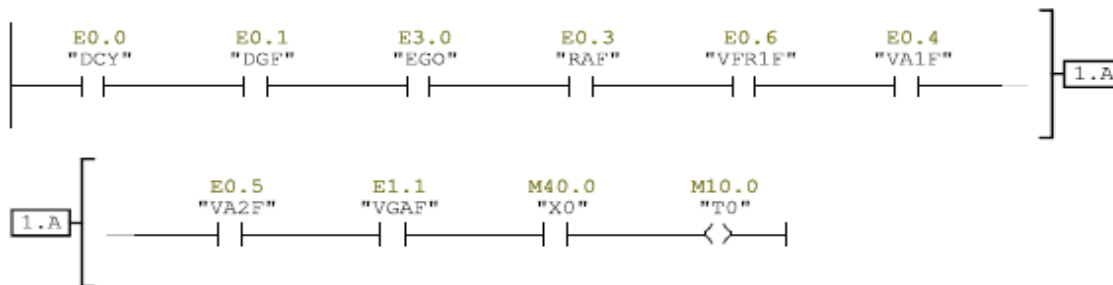
OB1 - <offline>

"Cycle Execution"
Nom : Famille :
Auteur : Version : 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 26/06/2018 09:24:05
Interface : 15/02/1996 16:51:12
Longueur (bloc/code /données locales) : 00714 00472 00020

| Nom | Type de données | Adresse | 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



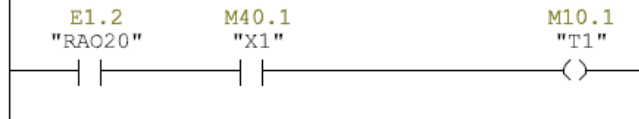
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

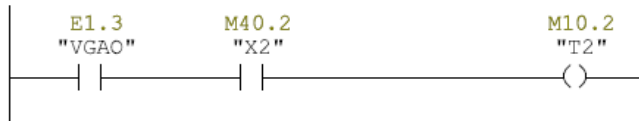
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:22

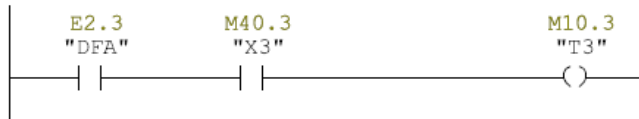
Réseau : 2



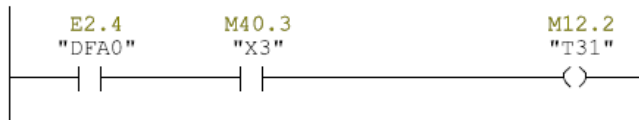
Réseau : 3



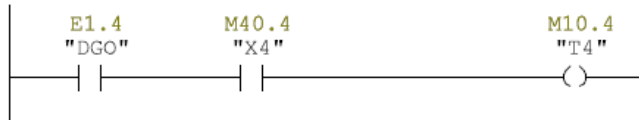
Réseau : 4



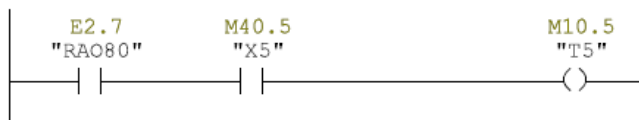
Réseau : 5



Réseau : 6



Réseau : 7



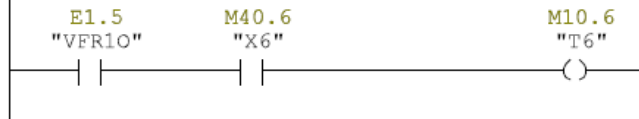
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

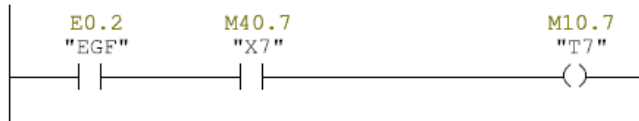
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:22

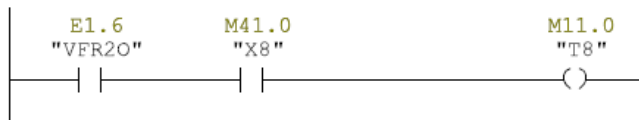
Réseau : 8



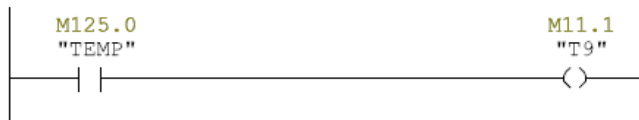
Réseau : 9



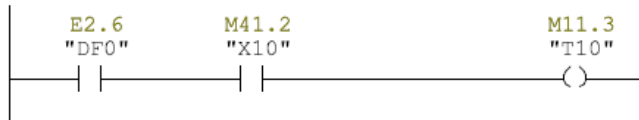
Réseau : 10



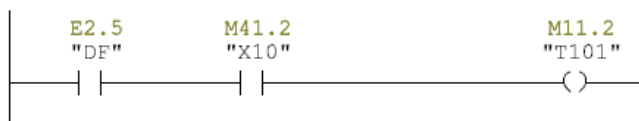
Réseau : 11



Réseau : 12



Réseau : 13



Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

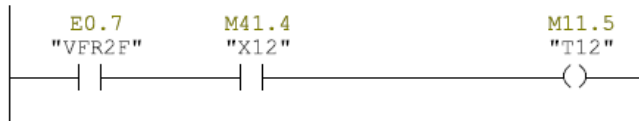
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:22

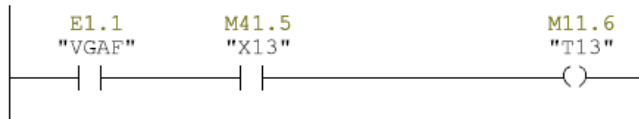
Réseau : 14



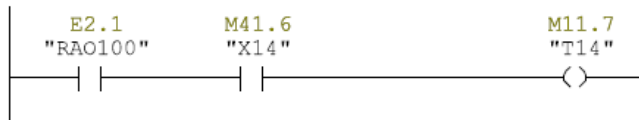
Réseau : 15



Réseau : 16



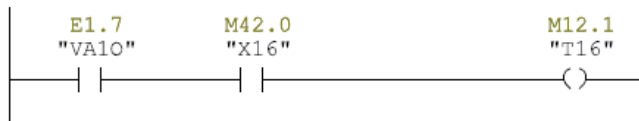
Réseau : 17



Réseau : 18



Réseau : 19



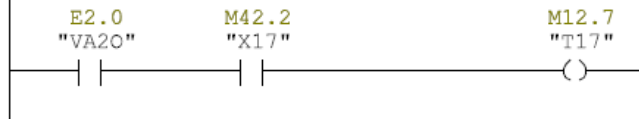
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

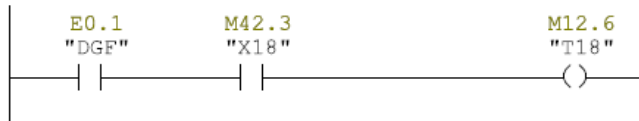
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

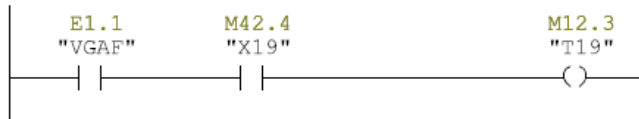
Réseau : 20



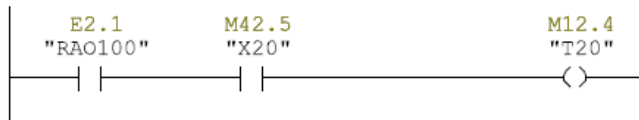
Réseau : 21



Réseau : 22



Réseau : 23



Réseau : 24



Chapitre IV Programmation et simulation

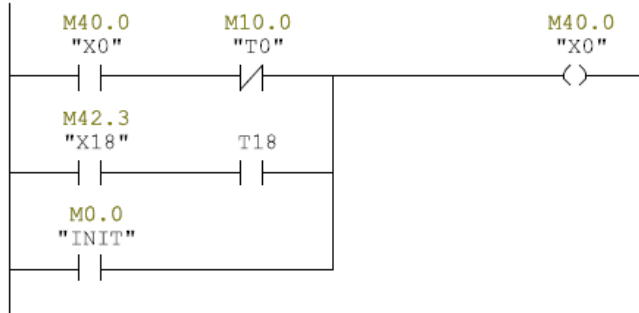
SIMATIC

Programme bruleur\Station

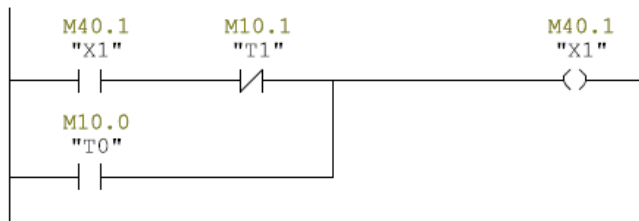
26/06/2018 10:06:23

SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

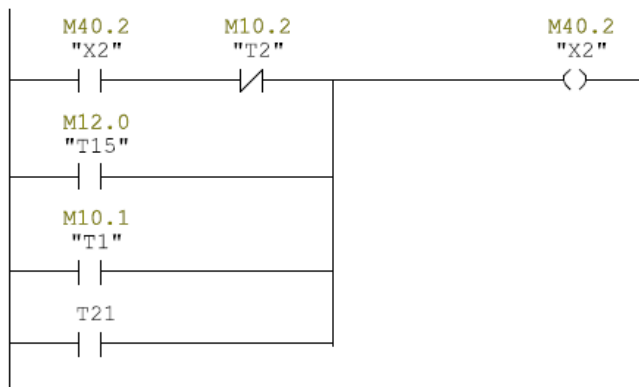
Réseau : 25



Réseau : 26



Réseau : 27



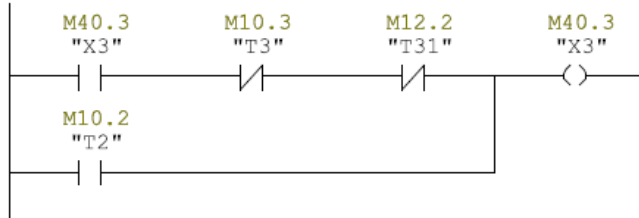
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

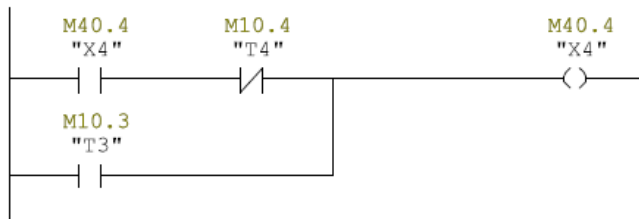
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

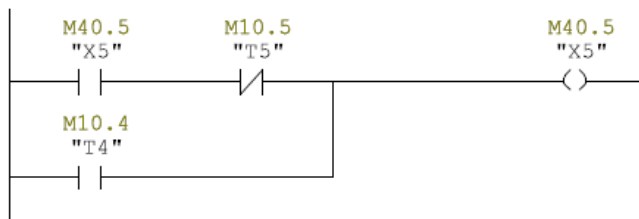
Réseau : 28



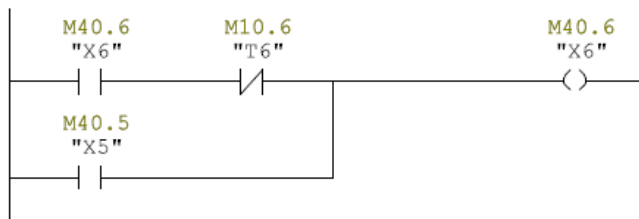
Réseau : 29



Réseau : 30



Réseau : 31



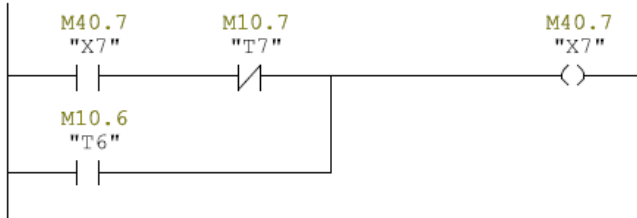
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

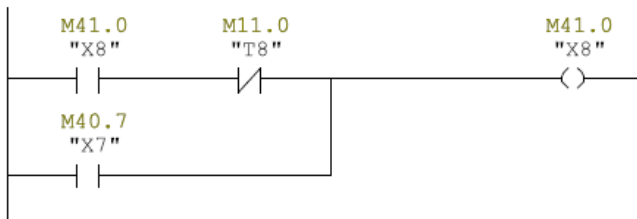
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

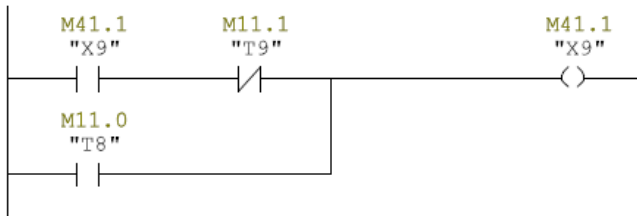
Réseau : 32



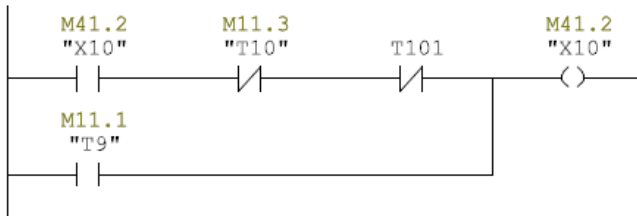
Réseau : 33



Réseau : 34



Réseau : 35



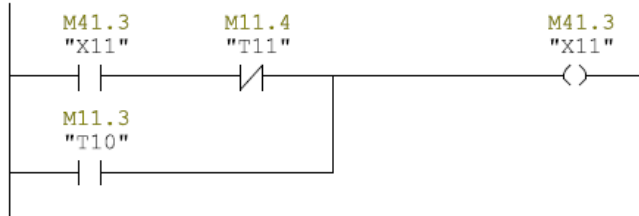
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

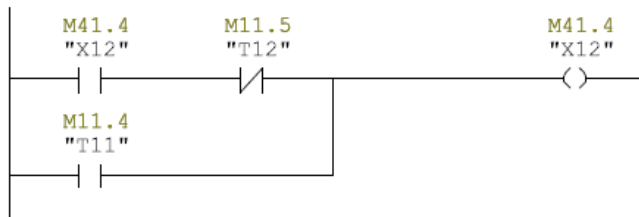
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

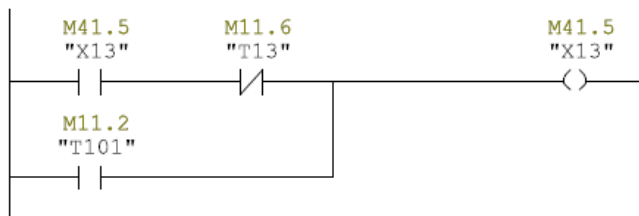
Réseau : 36



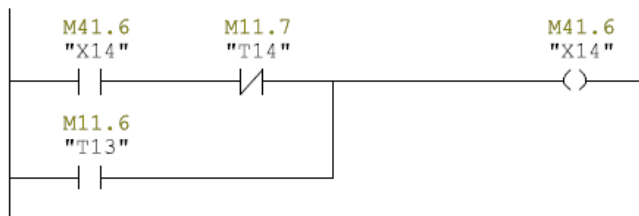
Réseau : 37



Réseau : 38



Réseau : 39



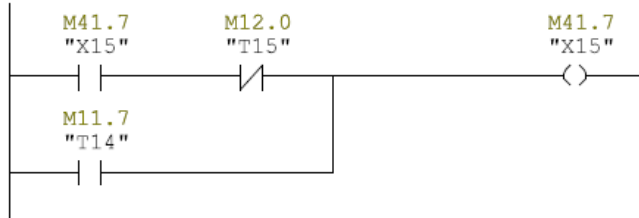
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

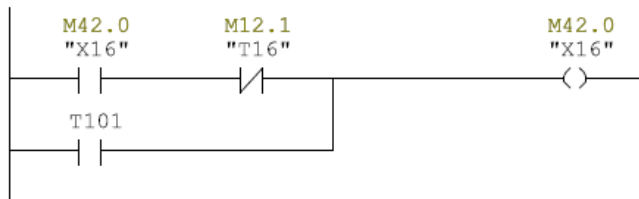
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

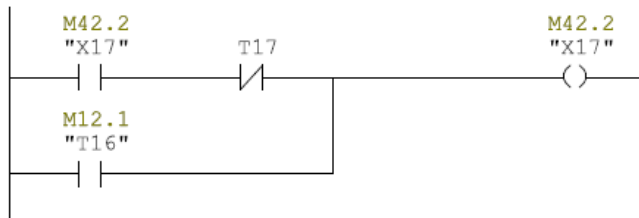
Réseau : 40



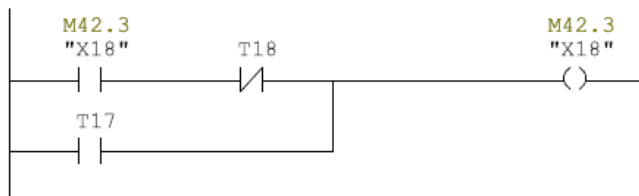
Réseau : 41



Réseau : 42



Réseau : 43



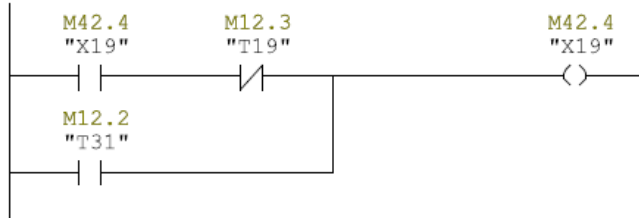
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

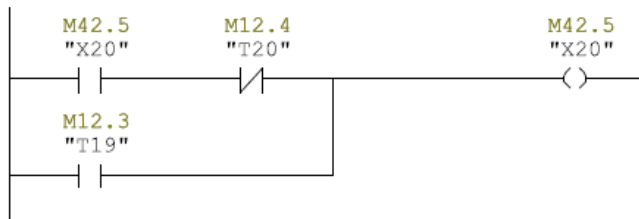
Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

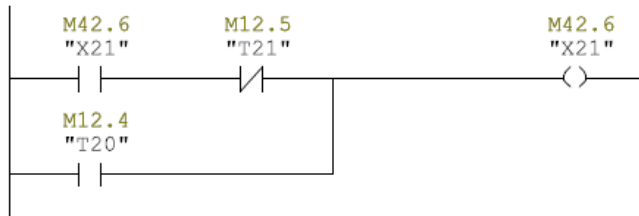
Réseau : 44



Réseau : 45



Réseau : 46



Réseau : 47



Réseau : 48



Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

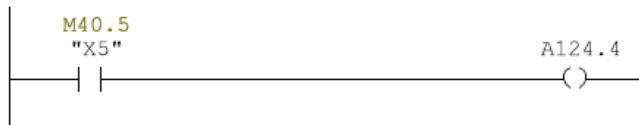
Réseau : 49



Réseau : 50



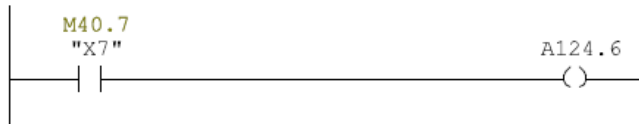
Réseau : 51



Réseau : 52



Réseau : 53



Réseau : 54



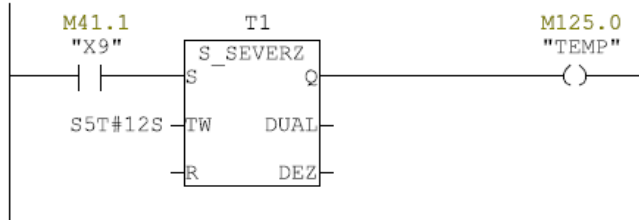
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

Réseau : 55



Réseau : 56



Réseau : 57



Réseau : 58



Réseau : 59



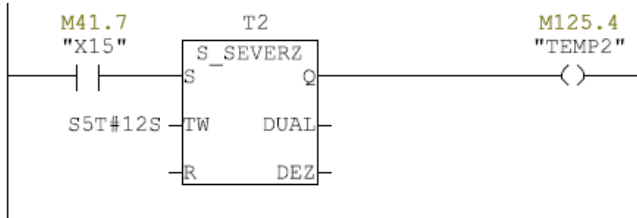
Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC

Programme bruleur\Station
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

26/06/2018 10:06:23

Réseau : 60



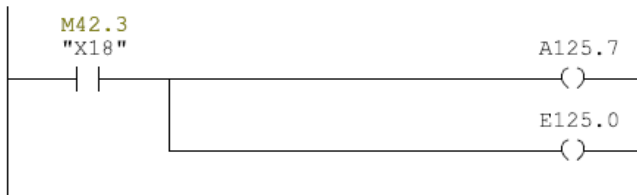
Réseau : 61



Réseau : 62



Réseau : 63



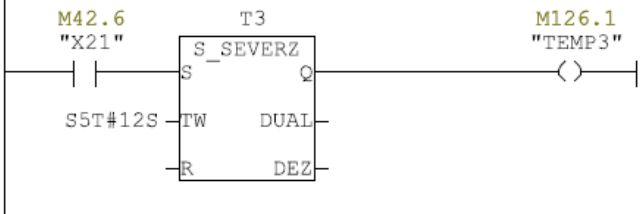
Réseau : 64



Chapitre IV Programmation et simulation

SIMATIC Programme bruleur\Station 26/06/2018 10:06:23
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Réseau : 65



Réseau : 66



IV.5.2.4. Simulation

Après l'élaboration du programme du système à automatiser, nous aboutissons à l'étape décisive du travail cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP7. l'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur. La figure présente la fenêtre du simulateur de STEP7.

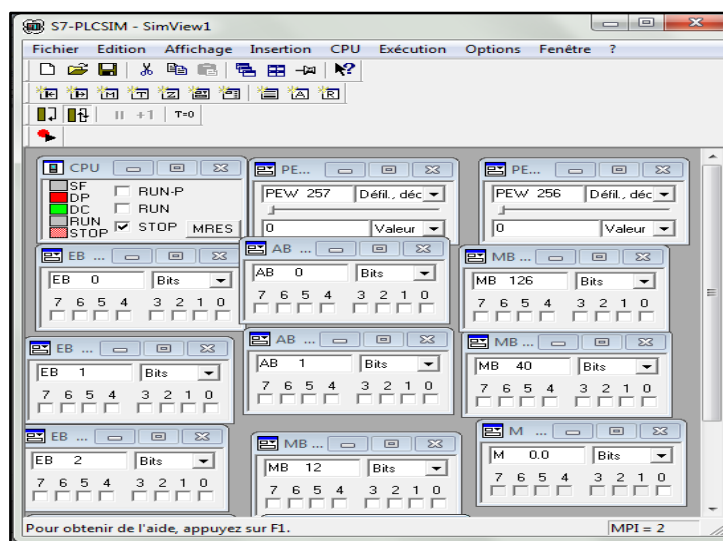


Figure VI.7 : simulateur PLCSIM.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu la procédure à suivre pour l'automatisation d'un système industriel en passant par la modélisation par GRAFCET puis l'écriture des équations logiques du fonctionnement et la mise en œuvre du programme.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale

L'automatique donnée à l'industrie un nouvel air, permettant ainsi de rendre des processus complexes entièrement autonome.

Le présent de travail qu'on a effectué sur la centrale thermique de CAP-DJINET nous a permis de toucher à plusieurs disciplines que ça soit de l'informatique, l'instrumentation et la pneumatique et de découvrir plusieurs enseignements théoriques, techniques, pratiques.

La période de stage qu'on a effectué à la centrale thermique de CAP DJINET nous a permis de côtoyer le monde du travail et d'acquérir une discipline professionnelle.

La complexité du système implanté nous a permis aussi de découvrir la réalité de l'activité d'une centrale thermique et nous a donné l'occasion de mettre en pratique nos connaissances théoriques et de nous familiariser avec le monde industriel, ainsi de comprendre l'importance extraordinaire pris dans toutes les filières de l'industrie par la commande des processus par les " API " en raison de leurs précisions dans le traitement numérique d'un système.

Ce projet nous a permis d'acquérir une méthodologie pour l'automatisation de système industriel, qui est dans notre cas de réaliser un programme d'allumage d'un brûleur sous logiciel "Step 7". En premier lieu on a analysé et étudié le procédé d'allumage du brûleur ce qui nous a permis de réaliser un cahier des charges détaillé pour modéliser le système avec les entrées/sorties et d'élaborer sous " Step 7 " un programme d'allumage du brûleur.

La validation de programme que nous avons développée, a été réalisée par logiciel de simulation " S7 PLCSIM " qui nous permet de visualiser et valider nos résultats obtenus.

Enfin nous souhaitons que les promotions futures puissent trouver dans notre travail les bases et la méthodologie pour l'automatisation d'un système industriel.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques.

Références bibliographique

[1] documentation interne de la centrale CAP-DJINET.

[2] K.RICHE, Dessalement de l'eau de mer dans la centrale thermique de CAP-DJINET.
Thèse d'ingénieur, UMMTO 2002

[3] Documentation technique des constructeurs de la centrale (siemens Autriche, siemens KWU Allemagne, SGP Autriche).

[4] Les capteurs en instrumentation industrielle 7eme édition, Edition DUNOD, 2010

[5] André SIMON, Automates programmable, programmation, automatisation, et

logique programmée, Edition L'ELAN, 1983.

[6] Norme CEI 1131-3, Automates programmables, langages de programmation,
Commission électrotechnique internationale, 1993.

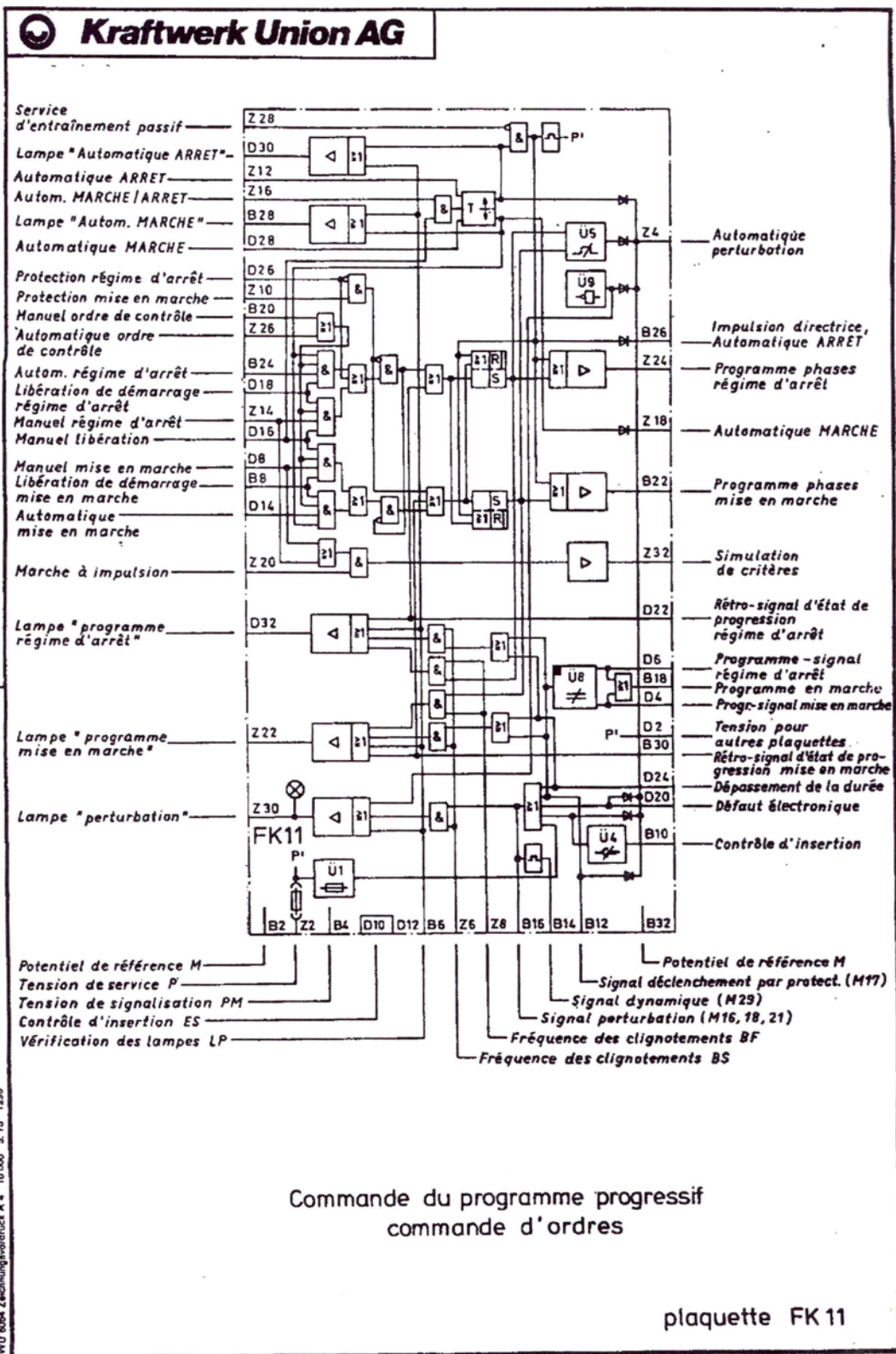
[7] Documentation S7 Siemens STEP7.

[8] J.C Bossy, P.faugere, C.merlaud.Le GRAFCET sa pratique et ses applications, édition
CAS-TEILLA, FRANCE 1985.

[9] HENRI NEY, Electrotechnique et Normalisation, 2éléments de l'automatisme, Edition
Fernand Nathan, 1985.

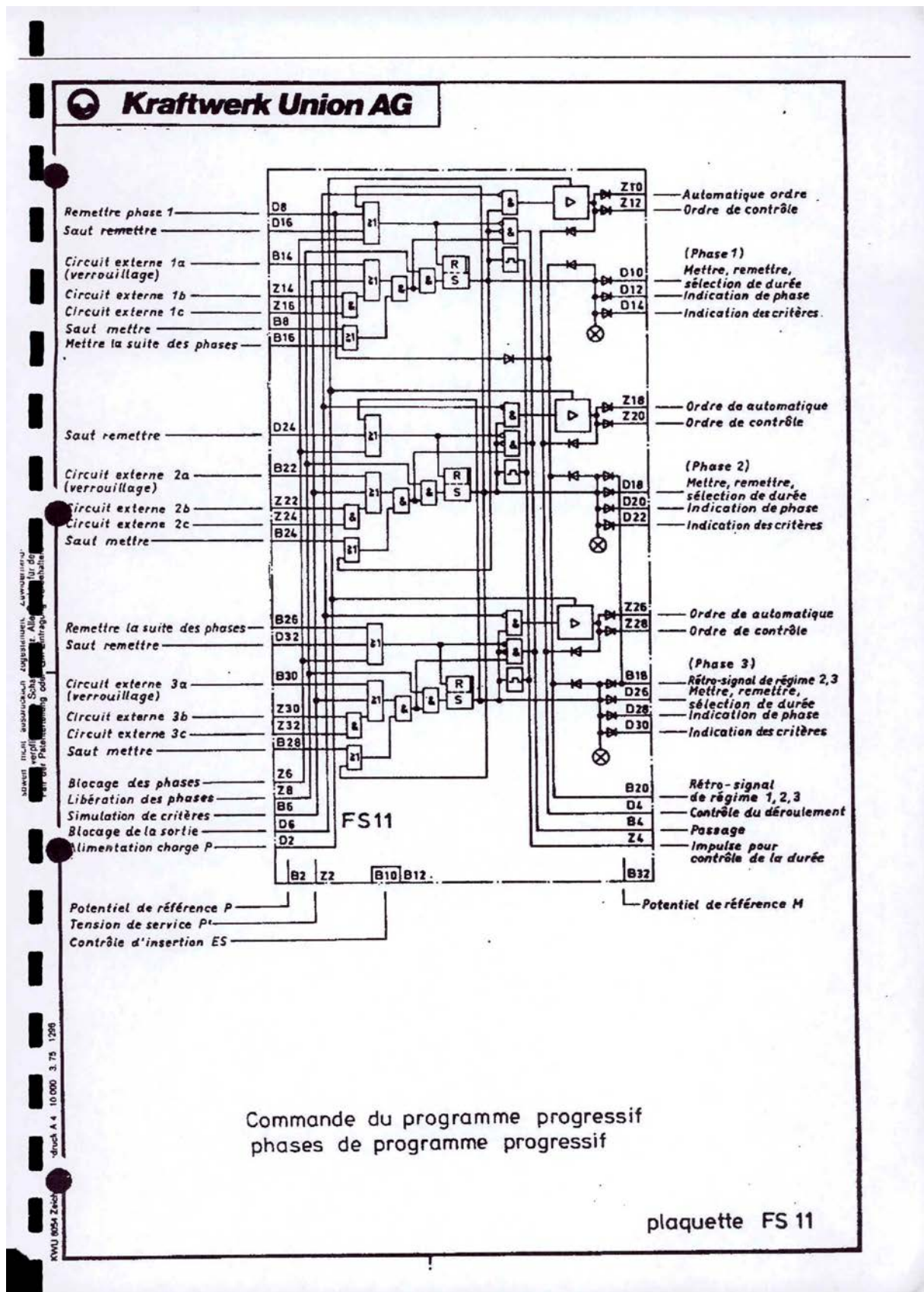
[10] Automatisme édition DUNOD , collection agati 1993

ANNEXES



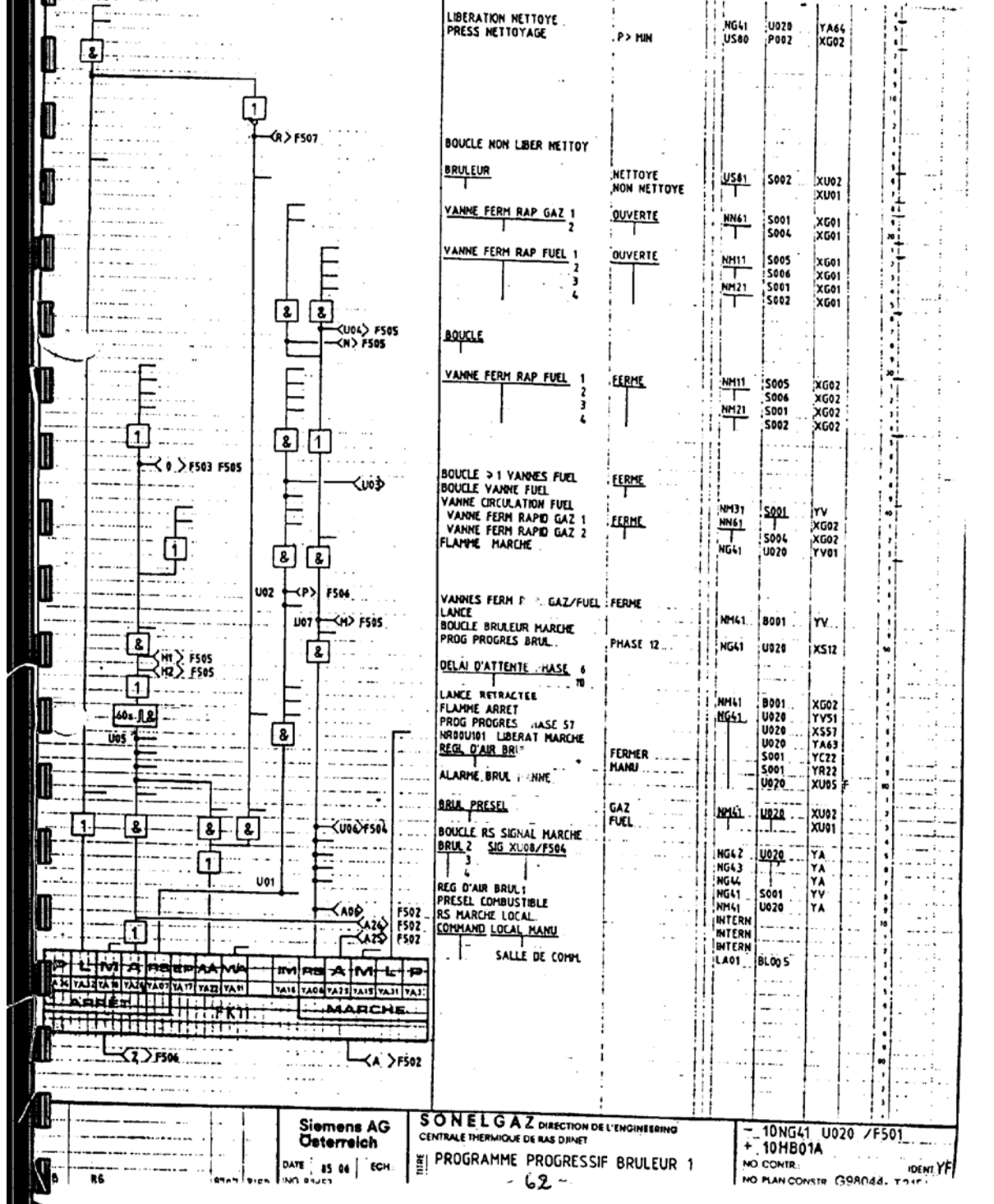
Wollkäse, sowie Messung, dieser Hinsicht, Verw. und M. ihres nicht, Zustanden, sowent nicht ausdrücklich zugestanden, Kundenhandlungen, die zu Schäden führen können, sind im Falle der Patentierung oder GM-Entragung vorbehalten.

KWU 6054 Zeichnungdruck A 4 10 000 3.75 1296



III - SYSTEME DE COMMANDE:

L'allumage des brûleurs est réalisé à l'aide d'un programme progressif NG41 + 48 U020.



Siemens AG Österreich

DATE 85 06 ECH

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DINEH
PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1

- 10NG41 U020 / F501
+ 10HB01A
NO CONTR. IDENT YF
NO PLAN CONSTR G9R044. T10

Annexes.

Ne pas modifier les schémas et câblages. Toute modification devra être faite en respectant les consignes de sécurité et les normes en vigueur.

Not to be modified. Any modification must be made in accordance with the safety instructions and the applicable standards.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST. NO. | P.N. | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|---|---|---|---|---|---|
| | COMMAND MANU LOCAL | ARRET | | | | 2 | | | | | | |
| | COMMAND MANU LOCAL | CONTROLE | NG41 | U020 | YA23 | 3 | | | | | | |
| | COMMAND MANU LOCAL | MARCHE | | | | 4 | | | | | | |
| | RS SIGNAL MARCHE | BOUCLE | | | | 5 | | | | | | |
| | PROGR PROGRES | DEFAULT | NG41 | U020 | XA37 | 6 | | | | | | |
| | | | | | | 7 | | | | | | |
| | | | | | | 8 | | | | | | |
| | | | | | | 9 | | | | | | |
| | | | | | | 10 | | | | | | |
| | | | | | | 11 | | | | | | |
| | NR00U101 LIBERAT FUEL PRESEL BRUL | FUEL | NG41 NH41 | U020 U020 | YA61 XU01 | 12 | | | | | | |
| | NR00U101 LIBERAT GAZ PRESEL BRUL | GAZ | NG41 NH41 | U020 U020 | YA62 XU02 | 13 | | | | | | |
| | NH00U101: BRUL MARCHÉ PRESEL BRUL | FUEL GAZ | NG41 NH41 NH41 | U020 U020 U020 | YV06 XU01 XU02 | 14 | | | | | | |
| | REGLAGE COMBUSTIBLE | FUEL GAZ | NH00 NH00 | C001 C001 | YR YR | 15 | | | | | | |
| | PROG PROGRES MARCHÉ | | | | | 16 | | | | | | |
| | | | | | | 17 | | | | | | |
| | | | | | | 18 | | | | | | |
| | | | | | | 19 | | | | | | |
| | | | | | | 20 | | | | | | |
| | | | | | | 21 | | | | | | |
| <p>1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>signal</th> <th>commande</th> <th>ordre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><GA> F504</td> <td>10s</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><S01> F505</p> | signal | commande | ordre | <GA> F504 | 10s | | NR00U101: LIBER FUEL PRESEL BRUL FUEL | | NG41 NH41 | U020 U020 | YA61.1 XU01.2 | 22 |
| signal | commande | ordre | | | | | | | | | | |
| <GA> F504 | 10s | | | | | | | | | | | |
| <p>2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>signal</th> <th>commande</th> <th>ordre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><S02> F503</td> <td>10s</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | signal | commande | ordre | <S02> F503 | 10s | | <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> | <p>SENS PLUS GRA</p> <p>ENFOURNER</p> <p>OUVRIR</p> <p>AUTO</p> | <p>NK41</p> <p>NH41</p> <p>NH31</p> <p>NG41</p> <p>NG41</p> <p>NG42</p> <p>NG43</p> <p>NG44</p> | <p>M001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> <p>S001</p> | <p>YB21</p> <p>YB21</p> <p>YB21</p> <p>YR21</p> <p>YV</p> <p>YV</p> <p>YV</p> <p>YV</p> | <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> |
| signal | commande | ordre | | | | | | | | | | |
| <S02> F503 | 10s | | | | | | | | | | | |

Siemens AG
Österreich

DATE: 05 07 ECH:
ING: RWS3
VERIF: FAHLER

SONELGAZ DIRECTION DE L'INGENIERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET

TITRE: PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1

PLAN DE REF: - 63 -

- 10NG41 U020 /F502
+ 10HB01A

NO CONTR

NO PLAN CONSTR: G98044-T2151

NO PLAN CONS: 3141 0008

NO PLAN SON: RD R30

IDENT: YF

REV

Annexes.

FIG. 1052 - Pour l'ajustement à cette figure, voir le chapitre 1052 du manuel de maintenance de la centrale thermique de Ras Dinet. Tous les points sont réservés pour le cas de la déviation d'un ordre de l'arrangement d'un modèle d'usine.

FIG. 1052 - For the adjustment to this figure, see chapter 1052 of the maintenance manual of the Ras Dinet thermal power station. All points are reserved in the event of a change of order of a utility, model or design.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST. NO. | DN | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|-----------------------|----|--|---|--|--|--------------------------------------|--|--|
| | VANNE CIRCUL FUEL > 2 BRUL/ GROUPE | OUVERTE MARCHE | NM31 .S001 NM31 .S001 | XB01 XU01 | | | | | | | | | |
| | LANCE DEBIT D'AIR BRUL SENS DU CONTR FLAMME REGLAGE D'AIR NR00U101 LIBERAT FUEL | ENFOURNE > 25% PLUS GRANDE AUTO | NM41 .B001 NG41 .F001 NK41 .M001 NG41 .S001 NG41 .U020 | XG01 XH03 XB01 XR01 YA61 | 1 2 3 4 5 | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>délai d'attente</th> <th>convertisseur</th> <th>ordre</th> </tr> <tr> <td>10s</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | délai d'attente | convertisseur | ordre | 10s | | | 1 REGLAGE FUEL ETAGE 2 REGLAGE FUEL ALLUM 3 REG. D'AIR BRUL | AUTO REGL PRESS | NM31 .S002 NM31 .S002 NG41 .S001 NG42 .S001 NG43 .S001 NG44 .S001 | YR21 YR15 YV YV YV YV | | |
| | délai d'attente | convertisseur | ordre | | | | | | | | | | |
| | 10s | | | | | | | | | | | | |
| | | REGLAGE FUEL ETAGE > 1 BRUL/ETAGE | P ALLUM REGL PRESS MARCHE | NM31 .S002 NM31 .S002 NG41 .S001 | XR05 XR06 XU06 | 1 | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>délai d'attente</th> <th>convertisseur</th> <th>ordre</th> </tr> <tr> <td>20s</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | délai d'attente | convertisseur | ordre | 20s | | | 1 DISPOSITIF ALLUMAGE 2 REG D'AIR BRULEUR 1 | MARCHE | NK41 .B001 NG41 .S001 NG42 .S001 NG43 .S001 NG44 .S001 | YB21 YV YV YV YV | | |
| | délai d'attente | convertisseur | ordre | | | | | | | | | | |
| | 20s | | | | | | | | | | | | |
| | | DEBIT D'AIR BRUL > 25% | | NK41 .B001 NG41 .F001 | XG01 XH03 | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>délai d'attente</th> <th>convertisseur</th> <th>ordre</th> </tr> <tr> <td>25s</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | délai d'attente | convertisseur | ordre | 25s | | | 1 DISPOSITIF ALLUMAGE 2 VAN FERM RAP FUEL 3 REG D'AIR BRUL | MARCHE OUVRIR | NK41 .B001 NM11 .S005 NG41 .S001 NG42 .S001 NG43 .S001 NG44 .S001 | YB21 YV YV YV YV YV | | | |
| délai d'attente | convertisseur | ordre | | | | | | | | | | | |
| 25s | | | | | | | | | | | | | |
| | DEBI D'ATTENTE > 1 VAN FERM RAP FUEL | FERME | NK41 .B001 | XG01 | 1 2 | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>délai d'attente</th> <th>convertisseur</th> <th>ordre</th> </tr> <tr> <td>25s</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | délai d'attente | convertisseur | ordre | 25s | | | 1 DISPOSITIF ALLUMAGE 2 VAN FERM RAP FUEL 3 REG D'AIR BRUL | MARCHE OUVRIR | NK41 .B001 NM11 .S005 NG41 .S001 NG42 .S001 NG43 .S001 NG44 .S001 | YB21 YV YV YV YV YV | | | |
| délai d'attente | convertisseur | ordre | | | | | | | | | | | |
| 25s | | | | | | | | | | | | | |
| | PHASE 12 | | | | | | | | | | | | |

Siemens AG
Osterreich

DATE 88 07 | SCH. |
ING. R. W. 53

VERIF. FAHNER

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DINET

PROGR PROGRESSIF BRULEUR 1

PLAN DE DETAIL - 64 -

- 10NG41 U020 / F503
+ 10HB01A

NO CONTR. IDENT. YF

NO PLAN CONSTR. G98044. T2151

NO PLAN CONS. 3141 0009 REV

Annexes.

Tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Siemens AG est formellement interdite. Toute violation de ces droits est punie conformément à la loi sur le droit de propriété intellectuelle. Siemens AG, Munich, Allemagne.

Copyright in the drawings and programs is reserved. All rights are reserved in the event of the violation of the copyright. Siemens AG, Munich, Germany.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REFERE | SIG | DLS | IND | Piv |
|----------|------------------------|---------------|------------|-----|-----|--------|-----|
| GAZ F502 | | | | | | | |
| & | | | | | | | |
| 1 | NROU101 LIBERAT GAZ | | NR00 U104 | | | XU06 1 | |
| 2 | PRESEL BRUL | GAZ | NR41 U020 | | | XU02 2 | |
| 3 | NETTOYAGE BRUL GAZ | ARRET | NR41 U001 | | | XU02 3 | |
| 4 | TEST ALRM GAZ NN | BOH FM | NR40 U001 | | | XU36 | |
| 1 | CONTROLEUR FLAMME | SENS MOINS GR | NR41 :M001 | | | YB22 | |
| 2 | VAN ARRET REGL P ALLUM | OUVRIR | NR41 :S002 | | | YB21 | |
| 3 | REGL D'AIR BRUL | AUTO | NR41 :S001 | | | YR21 | |
| 4 | | | NR41 :S001 | | | YV | |
| 3 | DEBIT D'AIR BRUL | AUTO | NR41 :S001 | | | XR01 1 | |
| 2 | | > 20% | NR41 :F001 | | | XH01 2 | |
| 1 | | SENS MOINS | NR41 :M001 | | | XB02 3 | |
| & | | OUVERTE | NR41 :S002 | | | XB01 4 | |
| 1 | VANNE REGL GAZ BRUL | FERMER | NR40 :S001 | | | YC22 | |
| 2 | REG D'AIR BRULEUR | MANU | NR40 :S001 | | | YR22 | |
| 3 | | | NR41 :S001 | | | YV | |
| 1 | VAN PURGE GAZ BRUL | FERMER | NR71 :S001 | | | YV | |
| 2 | | FERME | NR40 :S001 | | | XC02 1 | |
| 3 | | MANU | NR40 :S001 | | | XR02 2 | |
| 4 | | FERME | NR71 :S001 | | | XB02 3 | |
| 1 | PRESEL BRUL 1 | GAZ | NR41 U020 | | | XU02 | |
| 2 | | RS MARCHÉ | NR41 U020 | | | XU06 | |
| 3 | PRESEL BRUL 2 | GAZ | NR42 U020 | | | XU02 | |
| 4 | | RS MARCHÉ | NR42 U020 | | | XU06 | |
| 5 | PRESEL BRUL 3 | GAZ | NR43 U020 | | | XU02 | |
| 6 | | RS MARCHÉ | NR43 U020 | | | XU06 | |
| 7 | PRESEL BRUL 4 | GAZ | NR44 U020 | | | XU02 | |
| 8 | | RS MARCHÉ | NR44 U020 | | | XU06 | |
| 9 | > 1 BRUL / ETAGE GAZ | MARCHE | | | | YR | |
| 10 | | | | | | | |
| 1 | DISPOSITIF D'ALLUM | MARCHE | NR41 :B001 | | | YB21 | |
| 2 | VAN PURGE GAZ BRUL | OUVRIR | NR71 :S001 | | | YV | |
| 3 | REG D'AIR BRUL | | NR41 :S001 | | | YV | |
| 4 | P GAZ DEV BRULS | OUVRIR | NR71 :S001 | | | XB01 | |
| 5 | | P > 0.25 BAR | NR40 :P002 | | | XD02 | |
| 6 | > 1 BRUL / ETAGE GAZ | MARCHE | | | | | |
| 7 | DEBIT D'AIR BRULEUR | > 20% | NR41 :F001 | | | XH01 | |
| 8 | | MARCHE | NR41 :B001 | | | XG01 | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Siemens AG Österreich

DATE 85 07 ECH

IND P1W53

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING

CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET

PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1

- 65 -

10NG41 U020 / F504

+ 10HB01A

NO CONTR IDENT Y

NO PLAN CONSTR G98044-T2151

NO PLAN CONSTR 3161 0010

Annexes.

| LOGIQUE | | | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST NO1 | PN |
|---------|--|--|--------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|----------|----|
| | | | 1 DISPOSITIF ALLUM | MARCHE | NK41 B001 | YB21 | | |
| | | | 2 VAN FERM RAP GAZ | OUVRIR | NH61 S001 | YY | | |
| | | | 3 REG D'AIR BRUL | | NG41 S001 | YY | | |
| | | | VAN FERM RAP GAZ 1 | 8s FERME FERME | NH61 S001 NH61 S004 | XG02 XG02 | | |
| | | | VANNE FERM RAP GAZ | OUVERTE | NG4 U020 | YV01 | | |
| | | | NH0001 FLAMME | MARCHE | | | | |
| | | | VAN ARRET REGL GAZ | OUVRIR | NH40 S002 NH40 S001 | YB21 YR21 | | |
| | | | REGLAGE GAZ BRULS | AUTO | | | | |
| | | | VAN PURGE GAZ BRUL | FERMER | | | | |
| | | | DISPOSITIF ALLUM | AUTO ARRET OUVERTE FERME | NH40 S001 NK41 B001 NH40 S002 NH71 S001 | XR01 XG51 2 XB01 1 XB02 | | |
| | | | VAN PURGE GAZ BRUL | FERME | | | | |
| | | | PHASE 1 | | | | | |
| | | | BRULEUR MARCHE | | | | | |
| | | | DELAI D'ATTENTE | 12s OU 8s | | | | |
| | | | PHASE 5 | | | | | |
| | | | 1 | | | | | |
| | | | > 1 VAN FERM RAP FUEL | FERME | | | | |
| | | | NH0001 FLAMME MARCHE | OUVERTE | NG41 U020 | YV01 | | |
| | | | VANNE FERM RAP FUEL | | | | | |
| | | | REG D'AIR BRUL | AUTO | NG41 S001 | XR01 | | |
| | | | 1 VERROUILLAGE DE LA CHAUDIERE | BRULEUR EN SERVICE | NR00 U031 NN40 S001 NM31 S001 | YV YV YV | | |
| | | | 2 VERROUILLAGE VANNE REGL | | | | | |
| | | | 3 VANNE REGL FUEL BR 1-4 | | | | | |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|--------------------------------------|--|-----------------------------|--|
| Siemens AG Österreich | | SONELGAZ DIRECTION DE L'INGENIERING | | - 10NG41 U020 / F505 | |
| | | CENTRALE THERMIQUE DE RAS DANET | | + 10H01A | |
| DATE 05.07 ECH: | | TITRE PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1 | | NO CONTR. | |
| R1 86.10 RIED ING. R/W53 | | - 66 - | | NO PLAN CONTR. G98344-T2151 | |
| MOD. DATE NOM VERF. FAHRLER | | PLAN DE REF: | | NO PLAN CONS. 3141.0011 | |
| | | | | NO PLAN SON. RD 930 | |

Résumé

Ce mémoire présente une méthodologie générale pour l'automatisation d'un système industriel. Il a été question d'une étude détaillée d'allumage d'un brûleur de la chaudière de la centrale thermique de CAP-DJINET qui a permis de modéliser son fonctionnement, par suite un programme a été élaboré sur le logiciel step7 qui une fois transféré dans l'automate s7_315_2 DP va gérer la fonction automatique d'allumage du brûleur.

Vous trouverez également une description détaillée sur les automates programmables industriels et plus précisément le s7_315_2DP de la firme siemens.

Une grande partie est consacrée à la description du logiciel step7 en mettant en avant les étapes à suivre pour la création d'un projet d'automatisation, la configuration matérielle, l'élaboration du programme et sa simulation

Mots clés :

brûleur,automatisation,GRAFSET,automateprogrammable S7_315_2DP , step7