

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etude
De MASTER PROFESSIONNEL
Spécialité : **Automatique industriel**

Présenté par
BELAIDI Ouerdia
BELHACENE Lydia

Mémoire dirigé par M.CHELLI Takfarinas

Thème

Conception d'une Automatisation et d'une
Supervision d'un Four de Cuisson d'Emballage (E11)
au sein de l'ENIEM

Mémoire soutenu publiquement le 28/06/2018 devant le jury composé de :

Mr M. LAZRI

Grade, Lieu d'exercice, Président

Mr Takfarinas CHELLI

MAA Encadreur

Melle Silia LATEB

Co-Encadreur

Mme O.BOUKENDOUR

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

Remerciement

En premier lieu, nous remercions « Dieu Tout Puissant » de nous avoir donné la santé, la patience, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier nos familles pour leur aide précieuse, notre encadreur Mr **CHELLY**. Takfarinas pour ses conseils et orientations tout le long de notre projet de fin d'étude.*

*Nous remercions aussi l'ensemble du personnel de l'entreprise **EMEM**, en particulier notre encadreur Melle **LATEB** Silvia qui nous ont accueilli toute la durée de notre stage pratique.*

Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre projet. Nous leurs présentons nos respects et nos plus sincères salutations.

Sans omettre bien sûr de remercier profondément tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent travail.

Je dédie ce modeste travail à

L'âme de mon père et à ma chères maman pour son soutien, patience, sacrifice et amour toute au long de ma vie. Que le dieu te garde et te bénisse.

Mes frères Mohammed et sa famille, Cherif et Youcef

Mes sœurs Nadia, Djamila, Sadia, Samia, Fatima, Kahina et Dahlia et à leurs familles

A tous mes ami(es) sans exception en Particulier Silia, Katia, Safa, Thiziri, Nassima

*Mon chère amie et binôme Ouerdia et sa famille
A tous ceux que j'aime et qui m'aiment*

B. Lydia

Je dédie ce modeste travail à

Mes très cher parents et ma grand-mère pour leur soutien, patience, sacrifice et amour toute au long de ma vie. Que le dieu vous garde et vous bénisse.

Mes frères Hamid, Mouloud, Belkacem, Mourad, Ahmed, Smail, et leur familles.

Mes sœurs Farida et son mari, Ouiza et son mari, et ma nièce Lirya.

Amon mari Mohamed qui m'a guidé durant les Moments les plus pénibles de ce long chemin, et sa familles

A tous mes ami(es) sans exception en particulier :

Fatiha, Tinhinane, Farida, Sonia, Dyhia, Kahina, Tassadit.

Mon chère amie et binôme Lydia et sa famille

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

B. Ouerdia

La liste des abréviations :

ENIEM : l'entreprise nationale industrielle d'électroménager

TRS : traitement revêtement de surface

UPT : l'unité prestation technique

NC : relais normalement fermé

TOR : vanne tout ou rien

FG : filtre à gaz

ADEPA : agence pour le développement de la production automatisée

GRAF CET : graphe fonctionnel commande étape transition

API : l'automate programmable industriel

MPI : multipoint

CPU : unité central programmable

WINCC: Windows control center

IMH : interface homme machine

La List de tableau:

Tableau 1: composition du gaz naturel Algerian

Tableau 3.1 : description des différents éléments de l'API S7-300

LISTE DES FIGURE :

CHAPITR I :

Figure 1.1 : schéma synoptique du four.....	5
Figure 1.2 : vue de face et arrière de l'armoire principale.....	7
Figure 1.3: programmateur à cames et son symbole.....	8
Figure 1.4 : les différents sectionneurs et son symbole.....	9
Figure 1.5 : disjoncteur et son symbole.....	9
Figure 1.5.1 : disjoncteur magnétothermique.....	10
Figure 1.5.2 : disjoncteur différentiel et son symbole.....	10
Figure 1.6 : fusible et son symbole.....	11
Figure 1.6.1 : fusible à cartouche.....	11
Figure 1.7 : contacteur et son symbole.....	12
Figure 1.8 : relais et son symbole.....	12
Figure 1.8.1 : relais temporise et son symbole.....	13
Figure 1.8.2 : relais thermique et son symbole.....	13
Figure 1.9 : capteur et son symbole.....	14
Figure 1.9.1 : sonde de température.....	16
Figure 1.9 .2 : pressostat de pression.....	17
Figure 1.9.3 : manomètre.....	18
Figure 1.9.4 : le contrôle d'étanchéité.....	19
Figure 1.10 : symbole d'un transformateur.....	19
Figure 1.11 : génératrice de tension.....	20
Figure 1.12 : indicateurs de tension et de courant.....	20
Figure 1.13 : afficheurs de température.....	21
Figure 1.13.1 : sélecteur.....	21
Figure 1.13.2 : boutons poussoirs et son symbole.....	22
Figure 1.13.3 : bouton d'arrêt d'urgence.....	22
Figure 1.13.4 : contacteur a clé.....	22

Figure 1.13.5 : le voyant de signalisation.....	23
Figure 1.14 : armoire électrique secondaire.....	23
Figure 1.15 : relais d'allumage.....	24
Figure 1.16: moteur asynchrone et son symbole.....	24
Figure 1.16.1 : démarrage direct d'un moteur asynchrone	25
Figure 1.16.2 : moteur à courant continu et son symbole	26
Figure 1.16 .3 : l'inducteur.....	26
Figure 1.16 .4 : l'induit.....	26
Figure 1.16.5 : collecteur et les balais.....	27
Figure 1.17 : la tôle du four.....	27
Figure 1.18: le toit.....	28
Figure 1.19: l'emplacement d'un brûleur sur le toit du four.....	28
Figure 1.20: vanne TOR.....	28
Figure 1.21: vanne à papillon (vanne motorisé).....	29
Figure 1.22 : soupape de limite.....	30
Figure 1.23: vanne électromagnétique.....	31
Figure 1.24 : électrovanne.....	32
Figure 1.25: tendeur à gaz.....	32
Figure 1.26: compteur à gaz.....	33
Figure 1.27 : filtre à gaz.....	33
Figure 1.28 : la chaîne du convoyeur.....	34
Figure 1.29 : ventilateur centrifuge	36
Figure 1.30: rideau d'air.....	37
Figure 1.31 : la laine de verre.....	37
Figure 1.32 : brique réfractaire.....	38
Figure 1.33: caniveaux.....	39
Figure 1.34: les tubes radiant.....	39
Figure 1.35 : schéma d'un brûleur a gaz.....	41
Figure 1.35.1 : bougie d'allumage.....	41
Figure 1.35 .2 : électrode.....	42

Figure 1 .36 : régulateur de proportion.....	43
--	----

CHAPITRE.II :

Figure 2.1 : présentation d'un grafcet.....	46
Figure 2.2: étape initiale.....	47
Figure 2.3: transition.....	47
Figure 2.4 : structure linéaire.....	49
Figure 2.5 : structure simultanée	50
Figure 2.6 : sélection des séquences	50
Figure 2.7 : Sant d'étapes.....	50
Figure 2.8 : reprise d'étape.....	51
Figure 2.9 : représentation générale d'un GRAFCET.....	51

CHAPITRE .III :

Figure 3.1 : API (Modicon 084)	63
Figure 3.2 : API d'un type modulaire (siemens S7).....	64
Figure 3.3 : API d'un type modulaire (siemens S7).....	65
Figure 3.4 : Structure interne de l'API.	66
Figure 3.5:cycle de fonctionnement d'un API	67
Figure 3.6: SIMATIC S7-300.....	68
Figure 3.7: fenêtre assistant de STEP7.....	70
Figure 3.8 : sélection de la CPU.....	70
Figure 3.9 : sélection de bloc et mode de programmation.....	71
Figure 3.10 : configuration matériels.....	72
Figure 3.11 : vue des composants d'un projet S7.....	72
Figure 3.12 : enclenchement de rideau d'air 1.....	73
Figure 3.13 : enclenchement de brûleur (1 2 3) à feu min.....	73
Figure 3.14 : ouverture de la vanne proportionnelle aux max	74
Figure 3.15 : compteur des pièces.....	74
Figure 3.16 : régulateur proportionnelle 1.....	75
Figure 3.17 : Schéma synoptique de la supervision.....	77

Figure 3.18 : création d'un nouveaux projet.....	79
Figure 3.19 : sélection du pupitre operateur.....	79
Figure 3.20 : espace de travail.....	80
Figure 3.21 : vue d'accueil.....	81
Figure 3.22 : Vue globale de four.....	82
Figure 3.23 : vue d'alarme.....	82
Figure 3.24 : vue de la vanne proportionnelle.....	83

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : Description de l'instrumentation du système	
1. Introduction	3
2. Définition d'un four industriel	3
3. Différents types de four.....	3
3.1. Le four cylindrique vertical.....	3
3.2. Les four (boîtes) à tubes verticaux	3
3.3. Les four (cabines) à tubes horizontaux	4
3.4. Les four à chauffage par murs radiant.....	4
4. Description du four	4
4.1. Caractéristique du four	4
5. Les différentes parties énergétique.....	5
5.1. Opération sur la section gaz	5
5.2. Electricité	6
5.3. Opération sur la section d'air de combustion	6
6. Les différentes parties du four.....	7
6.1. La partie électrique.....	7
6.2. Partie mécanique	27
6.2.1. L'extérieur du four	27
6.2.2. L'intérieur du four.....	37
6.3. Partie pneumatique.....	42
7. Conclusion.....	43
Chapitre II : Description fonctionnel et modélisation du four	
1. Introduction	44
2. Fonctionnement a apporté pour le four	46
3. Les améliorations ont apporté pour le four	46
4. Définition du grafcet	46

SOMMAIRE

4.1. Présentation d'un grafcet	46
4.2. Réglé d'évolution d'un grafcet	48
4.3. Structura d'un grafcet	51
4.4. Mise en équation d'un grafcet	51
5. Grafcet niveaux 1 du four (E11)	52
6. Table de mnémonique	56
7. Conclusion.....	62

Chapitre III : Programmation et supervision

1. Introduction	63
2. Historique sur l'automate programmable industriel (API).....	63
3. Définition d'un automate	63
4. Structure de l'automate programmable industriel	64
4.1. Aspect extérieur	64
4.2. Structure interne de l'automate programmable industriel	66
5. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel	66
6. Les types des automates programmables industriels.....	67
6.1. Automate de petite gamme	67
6.2. Automate de moyenne gamme	67
6.3. Automate de haute gamme	67
7. Nature des informations traitées par l'automate	67
7.1. Tout ou rien (TOR).....	67
7.2. Analogique	67
7.3. Numérique	67
8. Choix d'un automate programmable industriel.....	68
9. Avantages et inconvénients des API.....	68
9.1. Les avantage	68
9.2. Les inconvénients	68
10. Automate S7-300 CPU 315	68
11. Langage de programmation.....	67
11.1. La liste d'instruction.....	69

SOMMAIRE

11.2. Le logigramme.....	69
11.3. Le schéma à contacts	69
13. Quelque extrait du programme.....	72
14. Programmation de la régulation PID en utilisant le bloc FB 41 intégré	75
14.1. Mise en œuvre d'une régulation PID sous Step7.....	76
15 .Le superviseur HMI SIMATIC WinCC.....	76
15.1. Constituions d'un système de supervision.....	76
15.2. Les principales étapes suivies pour créer notre application WinCC	77
15.3. Communication entre WinCC et automate programmable industriel	78
15.4. Caractéristiques techniques de WinCC	78
15.5. Création de l'interface WinCC	78
17. Conclusion.....	83
18. Conclusion générale	84

PREFACE

Présentation de l'entreprise :

I-1-Situation géographique :

Le complexe d'appareils ménagers se trouve au sein de la zone industrielle AISSAT IDIR d'OUED AISSI distante de 7 Km du chef-lieu de la willaya de Tizi-Ouzou. Il s'étale sur une superficie de 40 hectares et il relève administrativement de la commune de TIZI RACHED, daïra de TIZI RACHED, son siège social se situe au chef-lieu de la willaya de TIZI-OUZOU à proximité de la gare routière.

La filiale sanitaire est installée à MILIANA, willaya D'AIN DEFLA, et la filiale lampe est située à la zone industrielle de Mohammedia de MASCARA.



I-2-Historique de l'entreprise :

L'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM) est issue de la restructuration de la société nationale de fabrication de matériel électrique et électronique (SONELEC). Dans le cadre de la mise en œuvre des réformes économiques de 1989.

L'ENIEM dispose à sa création de :

-Complexe d'appareils ménagers (CAM) de Tizi Ouzou entré en production en 1977.

-Unité de lampes de Mohammedia w.de Mascara entrée en production en 1979.

L'ENIEM est une entreprise publique, elle est passée à l'autonomie le 10 octobre 1989 et devenue société par action au capital de 10.279.800.00DA.

I-3-Objet social et champ d'activité :

I-3-1-Le champ d'activité :

L'entreprise est chargée dans le cadre national du développement économique, social et en liaison avec les structures et organismes concernés de développer la production des équipements, des produits et composants destinés aux différentes branches de l'électroménager notamment :

- les équipements ménagers domestiques.
- les équipements ménagers industriels.
- Les petits appareils ménagers.

Le champ d'activité :

De l'entreprise s'est élargi à la prise en charge de la fonction distribution et de promotion du service après-vente :

- ADIMEL ;
- ENAPEM ;
- ENAED ;

Ces trois partenaires qui sont liés par convention à ENIEM sont des entreprises publiques implantées sur l'ensemble du territoire national. Les clients relevant du secteur privé commercialisent également les produits ENIEM.

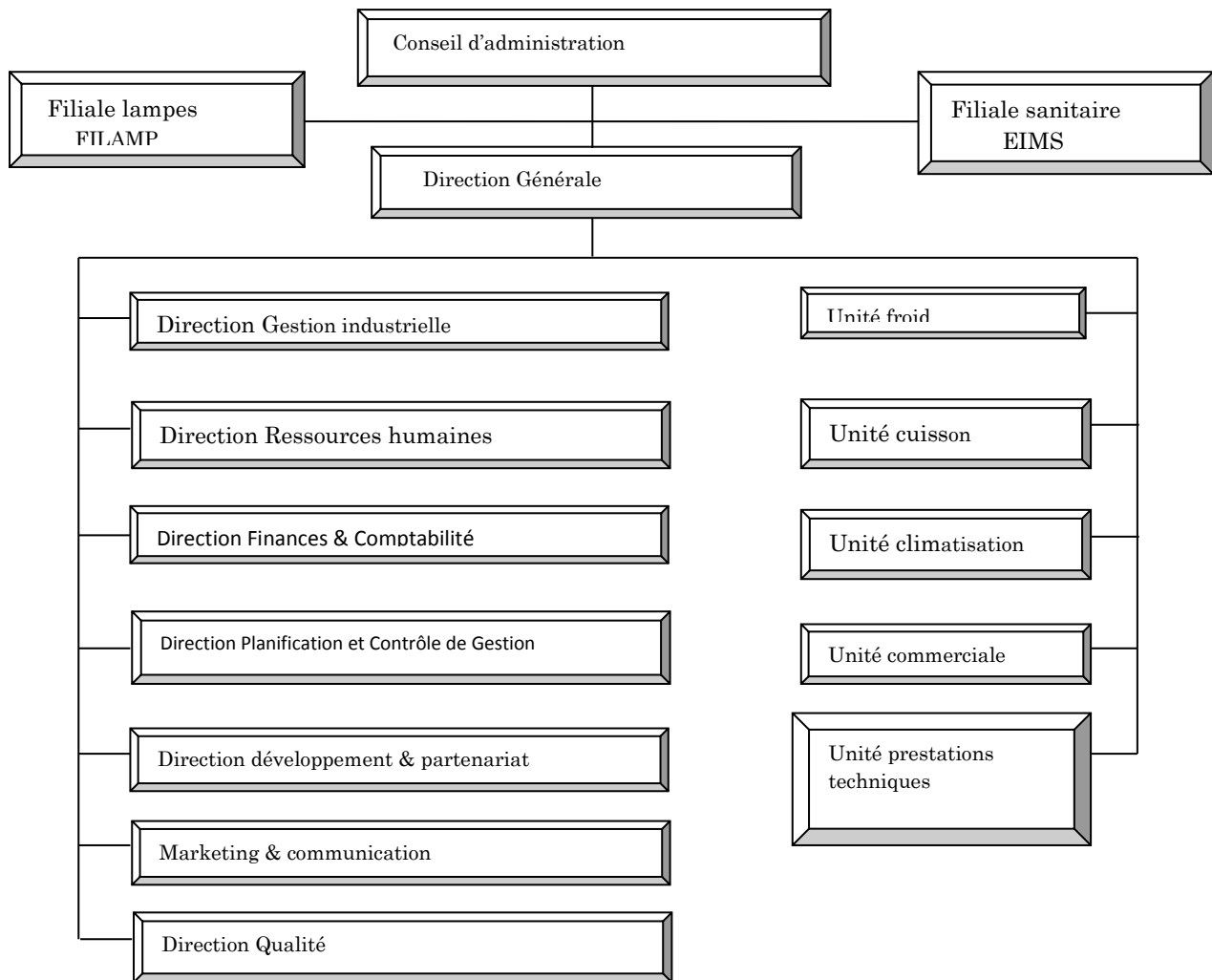
La restructuration du complexe d'appareils ménagers (CAM) en unités de production a permis la maîtrise de celle-ci ainsi que le développement et la recherche en chaîne des branches bien déterminée. La finalisation de l'unité lampes de Mohammedia a permis à l'ENIEM de réduire les charges de gestion ainsi, à ce jour l'ENIEM s'est vue dotée de plusieurs unités de production, réparation dans les segments suivants : Froid, cuisson, climatisation, Commercial et prestation technique sans oublier l'unité d'Ain Deffa spécialisée dans la fabrication des baignoires, de receveurs de douches et éviers de cuisine.

➤ Pourquoi la division de l'ENIEM en unités ?

Les restructurations de 1989 ont permis à l'ENIEM de se diviser en 5 unités, cette action a servi à :

- Rendre autonome le système de comptabilité et de gestion des unités ;
- Faciliter les états de rapprochement entre la banque et l'entreprise ;
- Préparer les unités pour la filialisation ;
- Le développement de l'entreprise

I-4-L'organigramme de l'entreprise :



I-5-Mode d'organisation de l'entreprise :

L'entreprise ENIEM est constituée de plusieurs unités.

I-5-1-La direction générale :

La direction générale est responsable du développement et de la stratégie de l'entreprise, elle exerce hiérarchiquement et fonctionnellement sur l'ensemble des directions et des unités.

I-5-2-Unité cuisson :

Sa mission est la production et le développement des produits de cuisson à gaz et électrique...

I-5-3-Unité FROID :

L'unité FROID est issue de la direction d'exploitation, elle possède des bâtiments industriels de stockage et des moyens adéquats à son exploitation.

Sa mission est la production et le développement des produits de froid domestiques.

I-5-4-Unité climatisation :

Sa mission est la production et le développement de produits de climatisations, de chauffage...

I-5-5-Unité prestations techniques :

L'unité est chargée de gérer les moyens techniques communs tel que :

- L'atelier central : chargé de la fabrication des pièces métalliques.
- Laboratoire de métrologie : permet la vérification des pièces réalisées par rapport au plan (conformité).
- La station de production d'énergie.
- La station de neutralisation.

I-5-6-Unité commerciale :

L'unité est chargée de la commercialisation des produits de l'entreprise et elle s'occupe des ventes de tous les produits du C.A.M et leurs services après-vente.

I-5-7-Unité prestations de services :

Sa tâche consiste à assurer les prestations suivantes :

- Imprimante.
- Menuiserie.
- Gardiennage et intervention.
- Médecine du travail.

La direction de l'unité de manière à optimiser l'utilisation de ressources mises à sa disposition dans le cadre des orientations définies par la direction générale, elle est composée de trois lignes de productions et scindée en sept départements et chaque département se compose de plusieurs services :

➤ **Département des ressources humaines :**

Il est composé de :

- Service de gestion du personnel.
- Services moyen commercial.

➤ **Le département technique :**

Il est composé de :

- Service études et développement.
- Service méthodes de fabrication.

- Service laboratoire central.

➤ **Le département maintenance :**

Il est composé de :

- Service bureau technique.
- Service équipe de fabrication.
- Service équipement matière première.
- Service outillage.

➤ **Le département qualité :**

Il est composé de :

- Service inspection matière.
- Service inspection produit.
- Service méthodes et qualité.

➤ **Le département commercial :**

Il est composé de :

- Service achats.
- Service gestion des stocks.
- Service clients.
- Service transit et douane.

➤ **Le département finance et comptabilités :**

Il est composé de :

- Service comptabilité générale.
- Service comptabilité analytique et budget.

➤ **Le département production :**

Il est composé d'un service d'ordonnancement et de 11 ateliers qui sont :

1. Atelier presses soudure.
2. Atelier peinture.
3. Atelier Refendage.
4. Atelier plastique.
5. Atelier polyuréthane.
6. Atelier assemblage de pièce.
7. Atelier Pièces métalliques.
8. Atelier montage final au (P-M).

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Introduction générale

Les entreprises de nombreux secteurs de production (automobile, chimie, pétrochimie, électroménagère ...) sont de plus en plus soumises à la concurrence farouche, pour assurer une place dans les marchés intérieurs ou extérieurs, les industriels doivent faire face aux différentes contraintes techno-économiques telles que les coûts de production, la productivité, la sécurité de personnels et équipements.

Les systèmes automatisés sont de plus en plus présents dans notre environnement. En effet, ils accomplissent les tâches pénibles et répétitives à notre place. Dans l'industrie, ils remplacent les ouvriers et effectuent des tâches de production, de manutention, de contrôle, de montage, etc. Ce qui a pour effet de diminuer les coûts de production. Ils interviennent aussi dans des lieux inaccessibles ou dangereux, etc.

L'automatisation des ateliers permet la minimisation du coût de production, la contribution à la croissance de la productivité et l'amélioration de la sécurité de travail, augmentation de la qualité de la produit et la flexibilité de production et s'adapter à des contextes particuliers.

Pour arriver à satisfaire ces objectifs, l'utilisation des automates programmable est indispensable. Au par avant on certifie cette automatisation à l'aide de relais et de commutateur, la commande des processus par l'automate programmable est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie vue la justesse des traitements qu'il effectue pour générer une commande exacte à tout moment et dans toutes les conditions.

Le SIMATIC constitue une vaste plateforme d'automatisation offrant des solutions à des problèmes complexes pour tous les secteurs d'activité. Le logiciel STEP7 a été conçu dans un soucis d'homogénéité et de complémentarité avec un système de contrôle et de commande, offrant des fonctions conviviales de conduite et de simulation du processus, ce qui simplifie d'une manière considérable la mise en œuvre de nombreuses caractéristiques du système de commande, notamment la gestion de base de données communes.

Actuellement à l'Entreprise Nationale des Industries Electroménagères (ENIEM) précisément à l'unité cuisson, le four de cuisson à émaillage (E11) est commandé par des programmeur à cames, ces derniers sont obsolète, ils présentent des inconvénients..., dans la maintenance il n'existe plus des pièces de rechange car ils sont plus produits, au niveau de la programmation, elle n'est pas flexible c'est-à-dire on ne peut pas programmer ou bien modifier le programme.

Introduction générale

Notre travail consiste à remplacer le programmeur à cames par un automate programmable S7 300 pour ce qui concerne la partie commande, avec des modifications au niveau de la partie opérative comme la réduction du nombre de régulateurs proportionnelle de douze régulateurs à quatre régulateurs et aussi l'automatisation de la vanne proportionnelle à gaz de l'ouverture manuelle à une ouverture automatique, aussi l'implémentation d'un compteur des pièces et ainsi de proposer des vues de supervision.

Pour cela ce mémoire est réparti en trois chapitres, après une introduction générale, le chapitre un présente la description fonctionnelle et l'instrumentation du four (E11), le deuxième est dédié au moyen de modélisation des systèmes automatisés industriel ainsi au grafset du four, le dernier chapitre est sacrifié à la présentation des automates programmable industriel (APIs) et à la programmation du four ainsi à sa supervision et nous terminons par une conclusion générale.

CHAPITRE I

1. Introduction

Pour une bonne production les usines adoptent le chemin de l'amélioration de leurs produits soit en qualité ou bien en quantité et leurs équipements tout en apportant de nouvelle technologie à la partie commande.

Dans ce premier chapitre on va faire une étude technologique sur l'une des machines au niveau de l'entreprise national industriel d'électroménager (ENIEM) qui est le four de cuisson (E11) qui se trouve au niveau de l'unité cuisson plus précisément à l'atelier traitement revêtement de surface (TRS) en définissant ces différentes parties (électrique, mécanique, pneumatique) et son fonctionnement.

2. Définition d'un four industriel [1]

Les fours, sont des appareils dans les quel le chauffage des fluides s'effectue par les fumés produits par la combustion d'un combustible liquide ou gazeux.

Ils sont dits à chauffage direct, car la chaleur des fumées est cédée directement au fluide froid qui circule dans serpentins tubulaires.

Ces fours sont distincts des fours à chauffage indirect, dans les quel le fluide à réchauffer circule dans un fluide chaud, lui-même chauffé directement par les fumés du combustible.

3. Différents types de four

Les différentes catégories fours sont classées selon leurs utilisation et caractéristiques

3.1. Les fours cylindriques verticaux

La zone de radiation se présente sous la forme d'un cylindre à axe vertical. Les brûleurs sont placés sur le sol, en bas du cylindre. La surface d'échange ouvre les parois verticales et présentes donc une symétrie par rapport au groupe de chauffage.

3.2. Les fours (boîtes) à tubes verticaux

Dans ces fours, la forme générale de la zone de radiation est celle d'un parallélépipède. Les brûleurs sont situés sur le sol, la surface d'échange couvre les parois verticales latérales.

3.3. Les fours (cabines) à tubes horizontaux

Dans ces fours, la forme générale de la zone de radiation est celle d'un parallélépipède, dont la plus grande longueur est horizontale, les tubes sont placés horizontalement le long des parois latérales. Les brûleurs sont situés sur le sol, ou sur la partie inférieure des murs latéraux.

3.4. Les fours à chauffage par murs radiant

La surface d'échange est placée dans le plan médian de la chambre de combustion. Les brûleurs sont répartis sur les parois latérales longitudinales.

4. Description du four(E11) [2]

Ce four de cuisson est à base des tubes radiants à chauffage par gaz naturel, sa tâche principale dans l'atelier TRS est de cuire les différentes pièces émaillés (émail en poudre)

4.1. Caractéristiques du four E11

Type du four : OLUH-1219/914-16/12 RT-Hp1400	
Moyen de chauffage	gaz naturel
Débit de température	780-850°C
Longueur totale	26.0m
Largeur zone de cuisson	3.5m
Hauteur de zone de cuisson	3.4m
Nombre de clôture d'air	4
Nombre des orifices de ventilation	4
Nombre des zones de contrôle	4 (haut/bas)
Nombre des portes	2

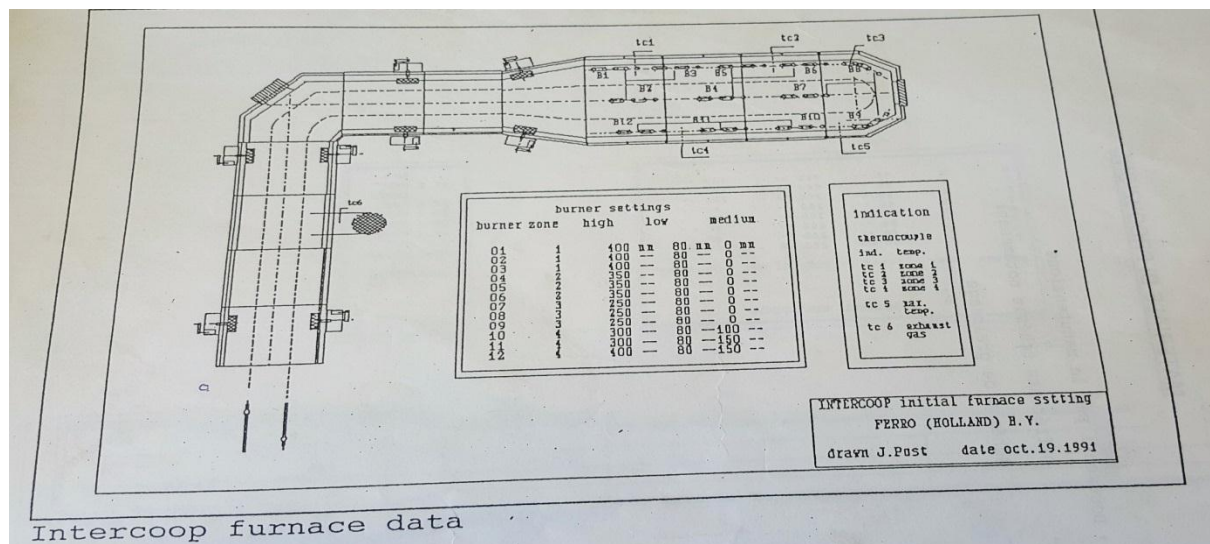


Figure 1.1 Schéma synoptique du four

5. Les différentes parties énergétiques

Les différentes énergies consommées par le four sont gérées et distribués par l'unité prestation technique (UPT), qui sont les suivantes :

- Le gaz naturel
- L'électricité

5.1. Opération sur la section gaz

Ce four est alimenté par un gaz naturel algérien qui est classé le troisième à l'échelle mondiale d'après son pouvoir calorifique (1 volume de gaz = 10 volumes de l'air), avec un débit de 150 mbar assuré par un poste de détention. Il est composé de 95 % de méthane, à moins de 4 % d'éthane et d'azote, ainsi qu'à 1 % de dioxyde de carbone et de propane. Il provient de la transformation naturelle pendant des millions d'années, de matières organiques.

➤ Composition du gaz naturel : gaz des champs Hassi Rmel en Algérie :

Composants	Gaz Algérien hassi rmel Conditions contractuelles
He+ Ne	5-6.5%
CO2	<0.3
CH4	79-85%
C2H6	5-10%
C3H8	1.5-2.35%
C4H10	0.5-1.15%
C5H12	0.15-0.34%
C6+	0.08-0.28%
H2S (mg/Nm3)	<2

Soufre mercaptan (mg /Nm ³)	<15
Soufre total (mg/Nm ³)	<50
Teneur en eau ppm	<80
P C S en kcal/Nm ³	9834-10230
INDICE WOBBE en kcal/Nm ³	12695-13207
DENSITE	0.6

Tableau1.1 Composition du gaz naturel Algérien

La pression du gaz à l'entrée de la vanne principale (tout ou rien) est de 150 millibars, qui sera contrôlé par un système (filtre, pressostat (min et max) et un contrôleur d'étanchéité) puis il va être distribué pour chaque bruleur.

Dans le tuyau de l'amené de gaz, chaque brûleur a un régulateur proportionnel (d'air et gaz). Ce régulateur proportionne la quantité (air, gaz) vers le bruleur, le proportionnement est commandé par le changement de la pression d'air de combustion. Quand cette pression change la pression du gaz change et le rapport reste le même.

Chaque bruleur possède sa soupape de limite dans le tuyau d'amené de gaz, qui admet une quantité de gaz assez pressée et limite en position grand feu du brûleur.

Des manomètres de (0 à 1000 mm CE) sont installés pour le contrôle de la pression du gaz.

5.2. Electricité

C'est une énergie qui est trop utilisée dans les usines, elle est utilisée dans l'alimentation des installations électriques (moteurs électriques, fils ou câbles, transformateur, etc.).

L'UPT distribue une énergie de :

- Puissance : 800 kVA
- Tension au niveau du transformateur principal : primaire = 1000 (V) / secondaire = 400 (V)
- Le courant : primaire = 46.2 (A) / secondaire = 1155 (A)

5.3. Opération sur la section d'air de combustion

L'air utilisé pour la combustion est l'air naturel qui sera ensuite filtré par un filtre à air les étapes suivantes montrent les différents organes qui permettent la circulation d'air :

- Le ventilateur de l'air de combustion fournit l'air froid avec une pression de (850 mm CE).
- Les conduites de l'air de combustion contiennent les interrupteurs à pression et pour contrôler la pression d'air trop haute ou trop basse.

- Chaque brûleur est pourvu de sa propre soupape a papillon motorisée pour l'air de combustion.
- Les soupapes de limite située dans la conduite d'air peuvent être ajustées pour obtenir une certaine cuve de température de cuisson dans le four.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de ce four on va définir ces différents instruments avec leurs fonctionnements pour cela on a partagé ces composants chacun dans la partie qui lui appartient.

6. Les différentes parties du four

6.1. La partie électrique

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés les différents composants participant à la distribution de l'électricité.

Le four de cuisson (E11) est composé de deux armoires électriques (principale et secondaire).

a. L'armoire principale

La figure (1.2) représente la vue de face et arrière de l'armoire principale du four

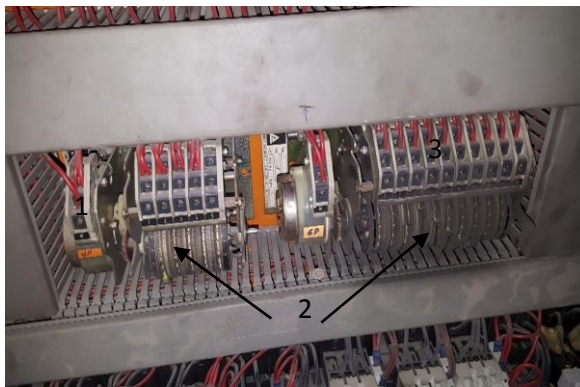


Figure1.2 vue de face et arrière de l'armoire principale

Définitions des différents appareillages électriques de l'armoire principale

b. Programmateur à cames [3]

Un programmeur à cames, appelé aussi programmeurs électromécaniques, délivre, suivant la position angulaire d'un arbre ou d'un vilebrequin, des ordres sous forme des signaux électriques, aux circuits de commande d'une machine, (figure 1.3). Ces signaux ont généralement pour but d'assurer la synchronisation des différentes actions (allumage des brûleurs, les rideaux d'air etc...).



1. moteur à courant continu
2. cames
3. les microcontacts

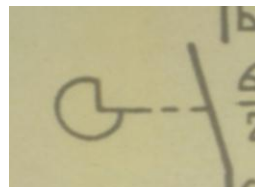


Figure1. 3 : programmeur à cames et son symbole

Les programmeurs électromécaniques sont généralement constitués des éléments suivants :

- ✓ Des fins de course qui délivrent un signal électrique au circuit de commande de la machine. Ils sont soit mécaniques, soit inductifs.
- ✓ Des disques de cames qui permettent le réglage des points de commutation des interrupteurs
- ✓ Des poussoirs également appelés (suiveurs) qui suivent le profil des disques de came et viennent actionner les interrupteurs
- ✓ Un arbre qui supporte les différents disques de cames et qui permet l'accouplement du programmeur à l'élément de transmission à contrôler
- ✓ Un carter qui permet la protection et la fixation de l'ensemble
- ✓ Un moteur à courant continu.

c. Sectionneur [4]

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante électriquement. Son objectif c'est d'assurer la sécurité des

personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties. Le sectionneur, à la différence du disjoncteur ou de l'interrupteur, n'a pas de pouvoir de coupure, ni de fermeture. Son symbole est représenté dans la (figure1. 4).

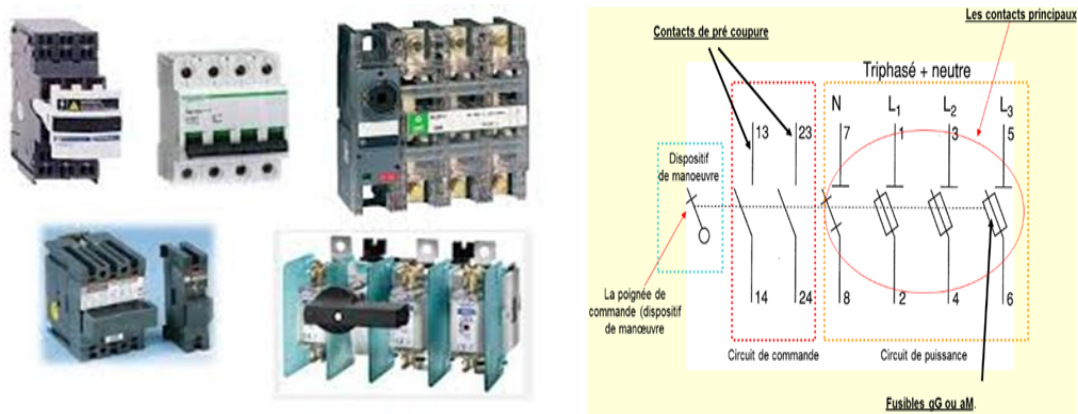


Figure 1.4. Les différents sectionneurs et son symbole.

d. le disjoncteur

Le disjoncteur électrique est un appareil qui protège les circuits électriques contre les surcharges et le court-circuit. Comme le montre la (figure 1.5)



Figure1. 5. Disjoncteur et son symbole.

► Le disjoncteur magnétothermique

Il est capable d'interrompre tous les défauts de la surcharge jusqu'au court circuit par ouverture du circuit. Associe dans un même appareil le dispositif bilame et le dispositif magnétique. (Figure 1.5.1)

► Caractéristiques d'un disjoncteur magnétothermique

Le disjoncteur est caractérisé par son courant nominal, son courant thermique et son courant magnétique. Le pouvoir de coupure, qui dépend de l'intensité de court-circuit, est également une caractéristique importante.



Figure 1.5.1. Disjoncteur magnétothermique

► Disjoncteur différentiel

Il interrompt l'alimentation en cas de fuite de courant dans une installation. Il possède donc un interrupteur différentiel, dont ne dispose pas un disjoncteur classique. (Figure 1.5.2)



Figure 1.5.2. Disjoncteur différentiel et son symbole.

• Principe de fonctionnement

Dans le cas d'un courant monophasé, le disjoncteur différentiel compare par un procédé électromagnétique l'intensité du courant de phase et celle du neutre, en quelque sorte les courants entrant et sortant. Ils doivent être égaux. S'il existe une différence en milliampères

(mA), c'est que le circuit comporte une fuite vers la terre. si la différence est supérieure à un seuil déterminé, le disjoncteur coupe circuit.

e. Le fusible

Le fusible ou coupe-circuit à fusible (figure 1.6) est un dispositif de sécurité conçu pour couper le courant électrique lors d'une surcharge ou d'un court-circuit. Le composant principal de ce dispositif est un petit isolant enveloppant un fil conducteur qui fond quand il est traversé par un courant d'intensité supérieure au calibre supporté. Ainsi, il permet d'ouvrir le circuit électrique pendant une période de surintensité et prévient les incendies ainsi que la destruction de l'ensemble du système. Le fusible garantit l'intégrité du circuit d'alimentation.

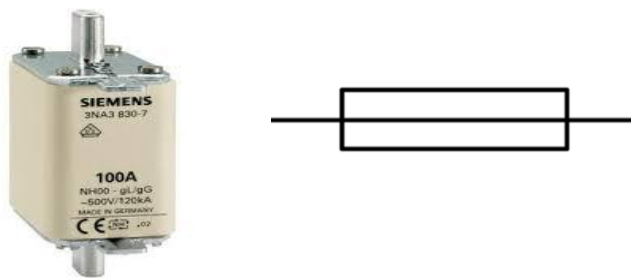


Figure 1.6. Fusible et son symbole

Dans notre installation on trouve les fusibles à cartouche qu'on définit comme suit :

► Fusible à cartouche

Il permet de séparer mécaniquement et physiquement un circuit électrique de son alimentation (sectionneur) et Protéger contre les surintensités (surcharge et court-circuit) le circuit dans lequel la cartouche est insérée. (Figure 1.6.1)

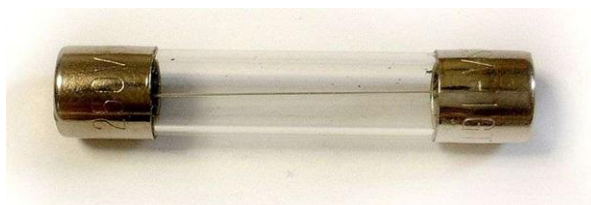


Figure 1.6.1. Fusible à cartouche

f. Le contacteur

Le contacteur (figure 1.7) est un appareil mécanique de jonction commandé par un électroaimant qui est un élément moteur du contacteur. Il comprend essentiellement un circuit

magnétique et une bobine sa forme varie en fonction du type du contacteur et peut éventuellement différer selon la nature du courant d'alimentation alternatif ou continu.

► **Fonctionnement**

Lorsque la bobine de l'électroaimant est alimentée, la partie mobile de ce dernier attiré par la partie fixe qui a son tour entrain les contacts mobiles des pôles et les contacts auxiliaires avec elle, établissant par l'intermédiaire de ces contacts le circuit entre le réseau d'alimentation et le récepteur, on dit que le contacteur se ferme. Dès que la bobine est privée de tension le contacteur s'ouvre sous l'effet des ressorts de pression de pôles et des ressorts de rappel de l'électroaimant.

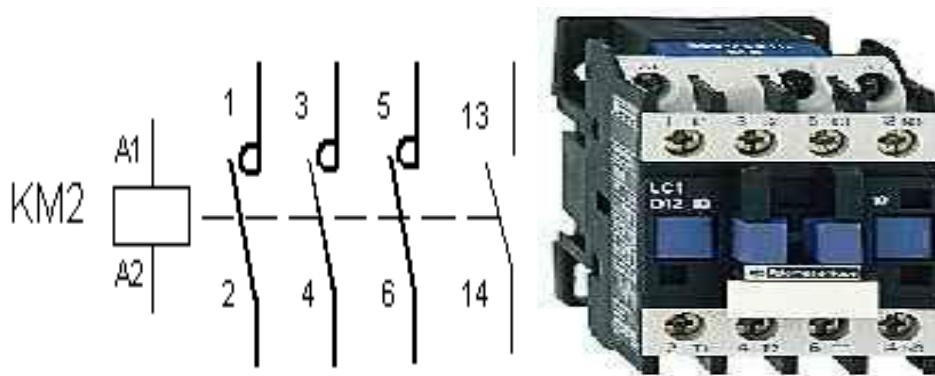


Figure1.7. Contacteur et son symbole

g. Les relais

Un relais (contacteur de puissance) (figure 1.8) est composé principalement d'un électroaimant, qui lorsqu'il est alimenté, transmet une force à un système de commutation électrique il a la même fonction qu'un relais électromécanique sauf que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important. Ainsi, des contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW) et en général des consommateurs de fortes puissances.

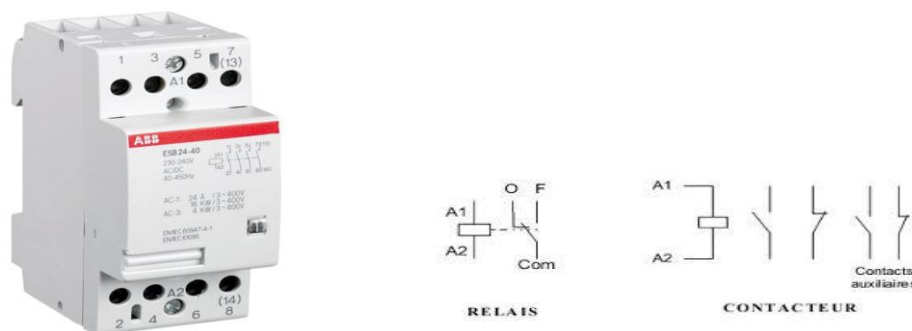


Figure 1.8. Relais et son symbole

► Relais temporisé

Un relais temporisé (figure 1.8.1) est un composant d'automatisme simple qui permet de gérer des actions dans le temps ou le temps des actions. Le relais temporisé est un organe de commande qui déclenche une action selon un temps et une fonction. A l'issue d'un temps préalablement déterminé, le relais temporisé assure la fermeture ou l'ouverture d'un ou plusieurs contacts.



Figure 1.8.1. Relais temporisé et son symbole.

► Relais thermique

Le relais thermique (figure 1.8.2) protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable. Son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.



Figure 1.8.2. Relais thermique et son symbole.

• **Fonctionnement**

Relais thermiques sont des dispositifs de protection. Ils sont conçus pour couper l'alimentation si le moteur tire trop de courant pendant une période de temps prolongée. Pour ce faire, relais thermiques contiennent un (NC) Relais normalement fermé. Quand un courant excessif circule dans le circuit du moteur, le relais s'ouvre en raison de l'augmentation de température du moteur, la température de l'équipement, ou le courant de surcharge détecté, en fonction du type de relais.

Relais thermiques sont semblables à des disjoncteurs dans la construction et l'utilisation, mais la plupart des disjoncteurs diffèrent en ce qu'ils interrompent le circuit en cas de surcharge se produit même pour un instant. Relais thermiques sont inversement conçus pour mesurer le profil de chauffage d'un moteur ; par conséquent, la surcharge doit se produire pendant une période prolongée avant que le circuit est interrompu.

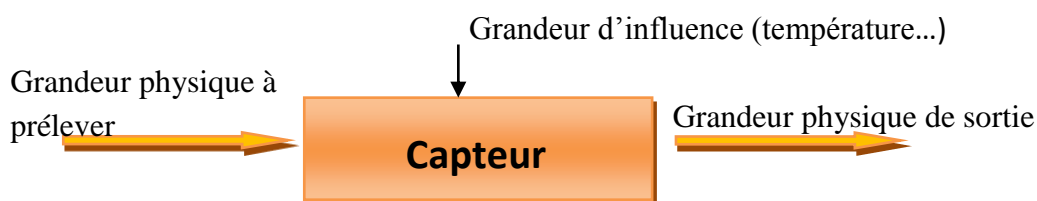
h. Le capteur [5]

Est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (Information entrante) 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 (Figure 1.9).



Figure 1.9. Capteur et son symbole

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique en une grandeur exploitable, souvent de nature électrique. Le choix de l'énergie électrique vient du fait qu'un signal électrique se prête facilement à de nombreuses transformations difficiles à réaliser avec d'autres types de signaux.



► Les types des capteurs

On a plusieurs types :

• La sonde de température

Appelé aussi capteur de température Permet la mesure des températures ambiantes dans différentes situations (four de cuisson, météorologie, maison, industrie, médecine, etc.).

Il existe deux grandes familles de technologies employées pour construire un capteur de température :

- ✓ La première utilise des matériaux dont la résistance varie en fonction de la température.
- ✓ La seconde repose sur des thermocouples qui génèrent une tension en fonction de la température.

• Le thermocouple [2]

Il est fait de deux fils métalliques dissemblable, retordus et soudés l'un à l'autre par leur bout. Ceux du four sont placés dans plusieurs zones autour de ce dernier ses deux fils sont protégés dans un tube contre le So coût de l'oxydation. (Figure 1.9.1)

✓ Fonctionnement

- A mesure que la température s'élève dans le four le thermocouple se réchauffe.
- Ses fils sont faits de deux métaux d'assemblable, engendrent un courant électrique léger qui est transmis au pyromètre par deux conducteurs. A l'intérieur du pyromètre le courant actionne un galvanomètre dont l'aiguille vient d'indiquer la température ambiante du four.
- Lorsque la température du four est atteint le niveau prédéterminé au pyromètre, le solénoïde de commande de la soupape à papillons d'admission du gaz est mis sous tension et réduit le débit de gaz au four en réglant l'ouverture de la soupape.
- Si la température du four baisse, il rouvrira la soupape pour augmenter le débit.

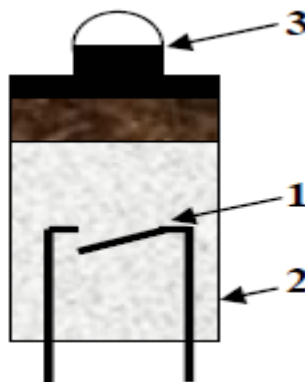


Figure 1.9.1. Sonde de température

- **Capteurs de position (Switch de fin de course)**

Les interrupteurs de position sont constitués de trois éléments de base suivants :

- Un contact électrique (1)
- Un corps (2)
- Une tête de commande avec son dispositif d'attaque (3).



La détection de présence est réalisée lorsque l'objet à détecter entre en contact avec la tête de commande au niveau de son dispositif d'attaque. Le mouvement engendré sur la tête d'attaque provoque la fermeture du contact électrique situé dans le corps du capteur.

Ce sont des capteurs à contacts. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige simple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien. Les capteurs de position utilisent des distributeurs simple action commandée par poussoir ou par galet.

En absence d'objet, le distributeur est maintenu à sa fonction de commande de repos grâce au ressort de rappel. Lorsqu'un objet pousse sur le galet ou le poussoir, le distributeur change de fonction de commande et il y reste tant que l'objet est présent.

- **Détecteurs de pression (les pressostats)**

Un pressostat (figure 1.9.2) est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée, de la pression d'un fluide. L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique, et électronique.

Ces appareils sont également appelés manostats, vacuostats électroniques, encore manocontacts. Ils transforment une ou plusieurs valeurs de pression déterminées qu'ils subissent en informations électriques, mécaniques ou numériques.

- ✓ **Son rôle**

Ils sont utilisés dans de nombreuses applications de systèmes de contrôle ou de régulation par exemple en provoquant le démarrage d'un compresseur d'air ou d'une pompe, si la pression du circuit contrôlé descend au-dessous d'une limite déterminée. L'information ainsi transmise dépend de la comparaison entre la valeur ou consigne prédéfinie et la mesure réelle de l'équipement, lorsque cet écart Consigne / Mesure dépasse un seuil, le pressostat envoie un signal qui prend une position de sécurité, et dans le cas contraire, la position revient à la normale, on parle alors de tout ou rien. Les pressostats ont une grande robustesse, ainsi qu'une excellente tenue dans les réglages malgré leur utilisation dans les environnements assez contraignants.



Figure 1.9.2 pressostat de pression

- **Détecteurs de débit (les manomètres)**

Il indique la pression de l'air de service dans les différents organes pneumatiques dès que le moteur est bien marche le manomètre donne une indication précise. La pression des mesurée par rapport à une pression de référence qui doit être réglée. (Figure 1.9.3).



Figure 1.9.3. Manomètre

- **Détecteur de fuites (le contrôleur d'étanchéité) [2]**

- ✓ **Fonctionnement**

Par demande de chaleur, le thermostat met en circuit le contrôle. Maintenant, la motopompe intégrée force une pression d'essai dans l'espace entre les deux vannes. Cette pression d'essai est de 30 mbar environ supérieure à la pression amont. Le pressostat différentiel installé contrôle l'étanchéité des deux vannes, même pendant le temps de pompe. Aussitôt que la pression d'essai soit obtenue, la motopompe est arrêtée. Pendant le temps de contrôle d'étanchéité suivant, la lampe témoin jaune, placée dans le boîtier supérieur, scintille. Au bout du temps d'essai (durée 30 s environ) la tension de service est couplée au boîtier de sécurité. L'opération est indiquée par la lampe témoin jaune luisant permanent (Figure1.9.4).

Dans le cas où la pression n'est pas élevée suffisamment pendant le temps de pompe, cause par une grande fuite ou un volume de tuyauterie trop grande entre les deux vannes, le PC 35 va en position de perturbation. L'indicateur de défaut rouge s'allume et la tension de service n'est pas transmise.

- **Réarmement**

Par un bouton qui se trouve directement au contrôle ou externe ment par couper le contact. Avant chaque démarrage de bruleur, la séquence d'essai totale repartira.

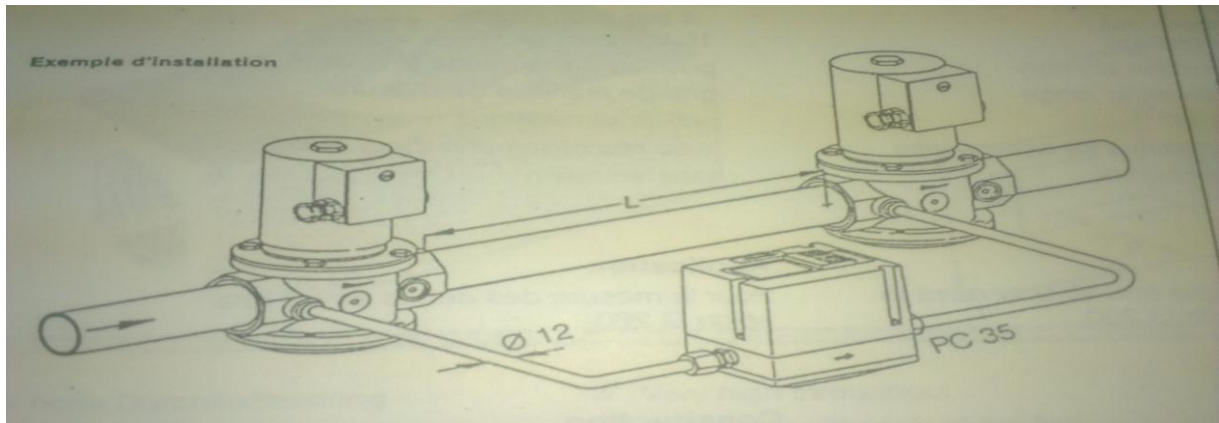


Figure 1.9.4. Le contrôle d'étanchéité

i. Le transformateur

Le transformateur permet d'obtenir un changement de tension alternatif avec un excellent rendement, on peut par exemple passer de 380volt (v) 110volt (v), ou inversement avec des pertes très faibles dans les grands transformateurs, elles n'atteignent pas le 1% de la puissance transformé (figure1.10).

- **Constitution**

Le transformateur comporte deux enroulements électriques indépendants et place sur un circuit magnétique unique.

- ✓ **Le circuit magnétique**

Circuit fermé permettant la circulation du flux.

Constitué en fer additionne de silicium pour réduire les pertes.

Il est feuilleté (empilage de tôles pour réduire les pertes par courant de « fau cault »

- ✓ **Bobinage**

Le nombre de pair des deux enroulements sont différents.

L'enroulement qui comporte le plus est de la grande tension, il est en filtré fin que l'autre enroulement appelle petite tension.

L'un des enroulements est alimenté par une source de tension sinusoïdale, il est appelé secondaire ou générateur.

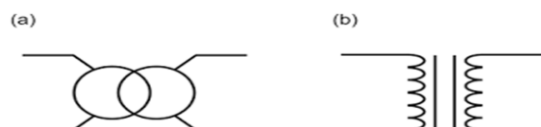


Figure 1.10. Symbole d'un transformateur

i. La génératrice de tension :

Est un appareil électrique récepteur doit, pour fonctionner, être alimenté en énergie électrique fournie par un générateur (pile, secteur). La liaison de l'appareil électrique avec le générateur est assurée par des fils conducteurs. L'ensemble (appareil-générateur - fils électriques) constitue un circuit électrique simple figure (1.11).



Figure 1.11. Génératrice de tension.

k. Les indicateurs de courant et de tension

Les indicateurs de tension ou de courant sont des petits instruments d'installation pour mesurer les tensions alternatives et continues et le courant passant dans les instruments. Les indicateurs de tension indiquent d'une façon permanente la tension et le courant actuel (figure 1.12)



Figure 1.12. Indicateurs de tension et de courant

l. Les afficheurs de températures

Sont des appareils électriques permettant l'affichage des valeurs de température dans différentes zones du four



Figure 1.13. Afficheurs de température.

Tous ces indicateurs se placent sur la vue de face de l'armoire électrique :

m. Autre composants du tableau de commande

- **Le sélecteur (détecteur de position)**

Les détecteurs de positions mécaniques (figure 1.13.1) peuvent aussi être appelés "interrupteurs de position" et "Interrupteur de fin de course". Ils coupent ou établissent un circuit lorsqu'ils sont actionnés par un mobile.

La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet. Ce capteur peut prendre alors deux états :

Enfoncé (en logique positive l'interrupteur est fermé).

Relâché (en logique positive l'interrupteur est ouvert).



Figure1.13.1. Sélecteur

- **Bouton poussoir**

C'est un interrupteur simple (figure1.13.2) qui permet de contrôler les capacités d'une machine ou d'un objet. C'est le principal moyen d'interaction entre l'homme et la machine.



Figure 1.13.2 : boutons poussoirs et son symbole

- **Le bouton d'arrêt d'urgence :**

C'est un bouton rouge et rond (figure 1.13.3), facilement discernable sur le tableau de commande ; il doit être facilement accessible par la personne. Il est appelé aussi bouton « coup de poing » car il faut une certaine force pour l'actionner.

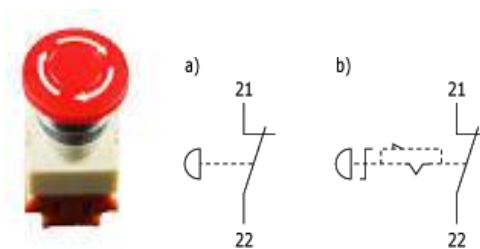


Figure 1.13.3. Bouton d'arrêt d'urgence et son symbole

- **Contacteur a clé**

Un contacteur (figure 1.13.4) est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique ou pneumatique.



Figure 1.13.4. Contacteur à clé.

- **Les voyants de signalisations**

Les voyants de signalisation (LED) assurent des visualisations d'état clairement visible dans l'ensemble de l'installation, ils peuvent être configurés de différentes couleurs avec ou sans alarme et être installés opérationnellement en quelque pas que ce soit directement à la machine ou bien à l'armoire électrique ou à des endroits à surveiller dans les lignes de production (figure 1.13.5).



Figure 1.13.5 Les voyants de signalisation

- **Armoire électrique secondaire**

Elle contient presque tous les composants de l'armoire principale sauf qu'elle a un programmateur à came constitué de douze cames qui est responsable sur l'allumage des 12 brûleurs.



Figure 1.14 Armoire électrique secondaire

En plus elle a **des relais d'allumages** (figure 1.15) qui fonctionnent en cas de dérangement des brûleurs.



Figure 1.15 Relais d'allumage.

- **Les moteurs [5]**

On trouve deux types de moteurs qui alimentent la machine la plupart sont des moteurs asynchrones de puissance 35kw et des moteurs à courant continu qui alimentent les programmeurs à cames.

- ▶ **Les moteurs asynchrones**

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault (figure1.16).

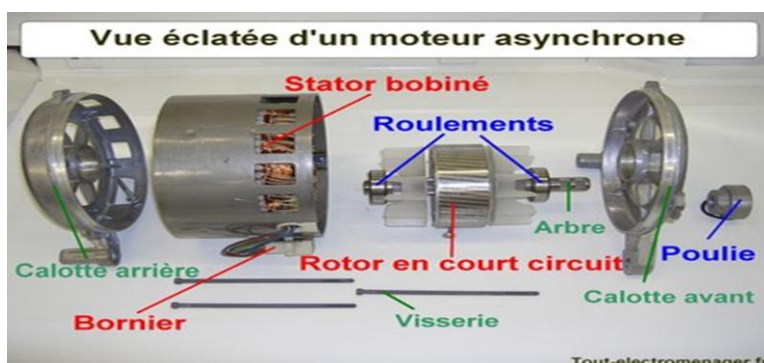


Figure 1.16 Moteur asynchrone et son symbole

- ✓ **Branchement étoile ou triangle**

Il y a deux possibilités de branchement du moteur au réseau électrique triphasé. Le montage en étoile et le montage en triangle. Avec un branchement en étoile, la tension aux bornes de chacune des bobines est d'environ 230V. Dans le montage en triangle, chacune des bobines est alimentée avec la tension nominale du réseau (400V). On utilise le montage étoile si un moteur de 230V doit être relié sur un réseau 400V ou pour démarrer un moteur à puissance réduite dans le cas d'une charge avec une forte inertie mécanique (figure 1.16.1).

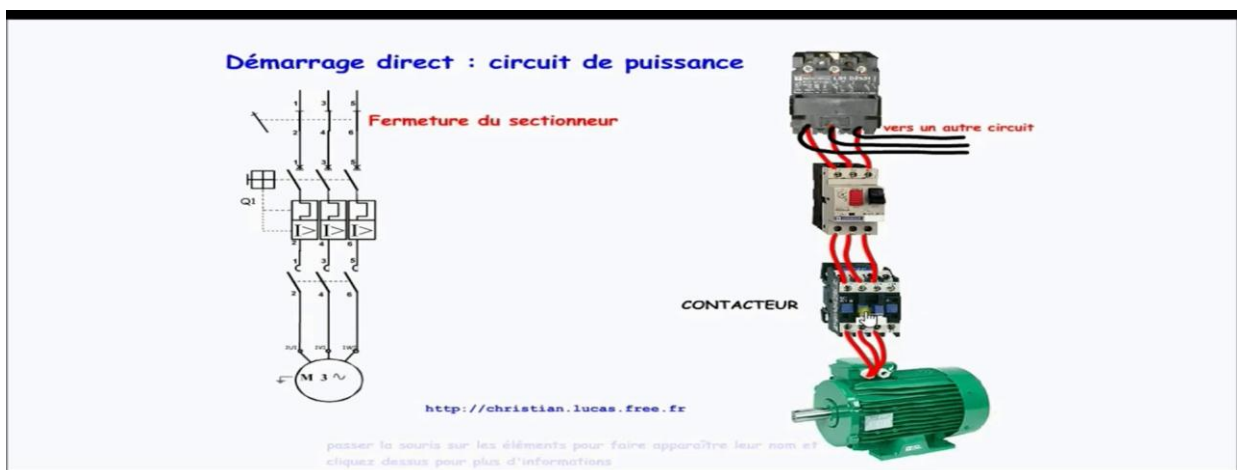
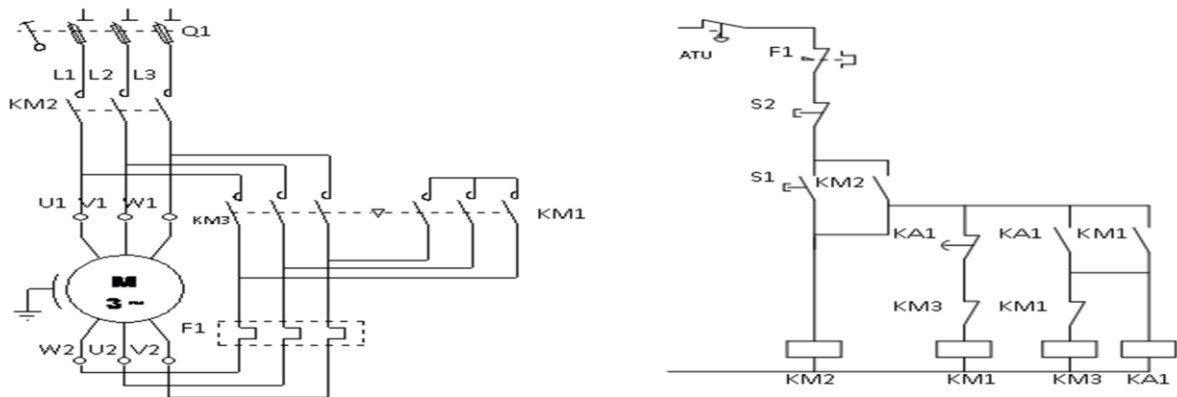


Figure 1.16.1. Démarrage direct d'un moteur asynchrone

► Moteurs à courant continu

✓ Constitution

La machine à courant continu est constituée de trois parties principales (figure 1.16.2) :

- l'inducteur
- l'induit
- le dispositif collecteur / balais

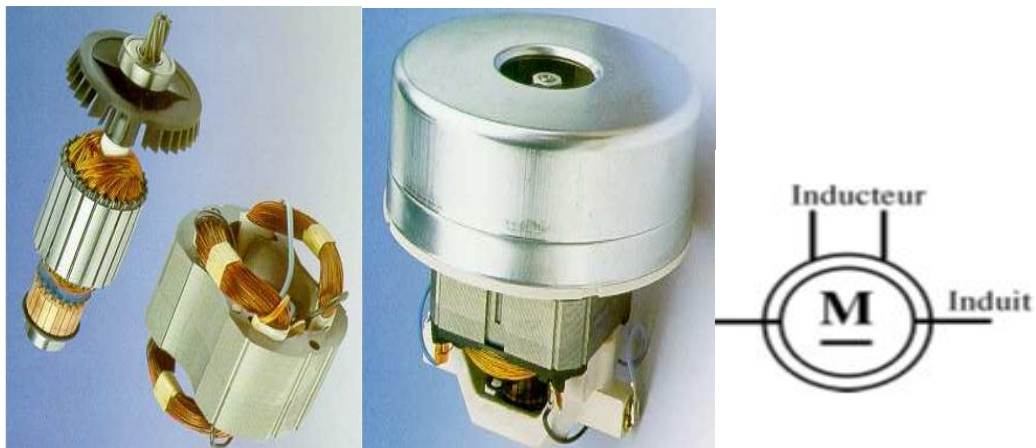


Figure 1.16.2 Moteur à courant continu et son symbole

✓ **L'inducteur (ou circuit d'excitation)**

C'est un aimant ou un électroaimant (bobinage parcouru par un courant continu).

Il est situé sur la partie fixe de la machine (le stator) : (figure 1.16.3)

Il sert à créer un champ magnétique (champ "inducteur") dans le rotor

✓ **L'induit (circuit de puissance)**

L'induit est situé au rotor (partie tournante de la machine) :(figure 1.16.4)

C'est un bobinage parcouru par un courant continu I (courant d'induit).

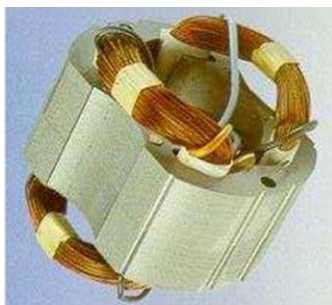


Figure 1.16.3 L'inducteur

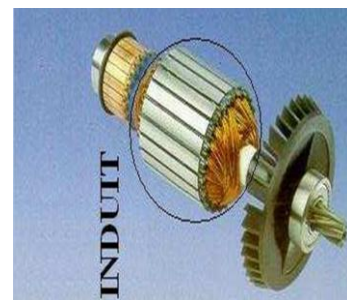


figure 1.16.4 L'induit

✓ **Le collecteur et les balais**

Le collecteur est un ensemble de lames de cuivre où sont reliées extrémités du bobinage de l'induit.

Les balais (ou charbons) sont situés au stator et frottent sur le collecteur en rotation. Le dispositif collecteur / balais permet donc de faire circuler un courant dans l'induit (figure 1.16.5).

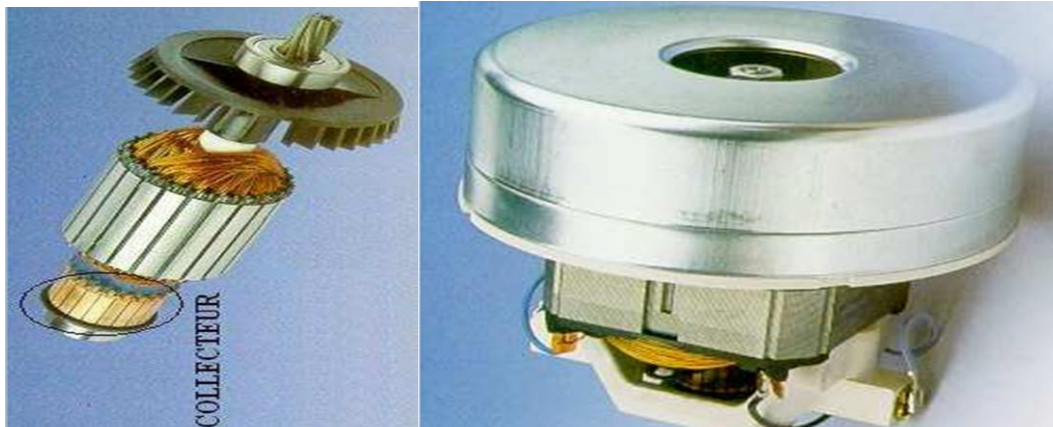


Figure 1.16.5. Collecteur et les balais

✓ Principe de fonctionnement

Fonctionnement en moteur : Conversion d'énergie électrique en énergie mécanique.

Fonctionnement en génératrice (dynamo) : Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique.

4.3.2 Partie mécanique

4.3.2.1. L'extérieur du four [2]

a. La tôle d'acier

Est un matériau très employé dans les travaux de construction. Le mur isolé en tôle d'acier est constitué des éléments suivants : un panneau intérieur, des entretoises, une barre en U de socle, un matériau isolant, un parement extérieur, des solins (figure 1.17).



Figure1.17. La tôle du four

b. Le toit

Le toit du four est fait d'une manière à empêcher les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur du four ainsi que les brûleurs sont fixés sur ce dernier (figure1.18).



Figure1.18. Le toit du four



Figure.1.19. L'emplacement d'un bruleur sur le toit du four

Le four est constitué de plusieurs vannes à différents usages qui sont :

c. Les vannes [2]

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre ou en milieu fermé .

d. La vanne TOR (tout ou rien)

Se ramène au binaire : 0 ou 1. Cela signifie que l'information à traiter ne peut prendre que deux états (marche-arrêt). Seuls ces deux niveaux logiques sont possibles, d'où l'appellation commande tout ou rien (figure 1.20).

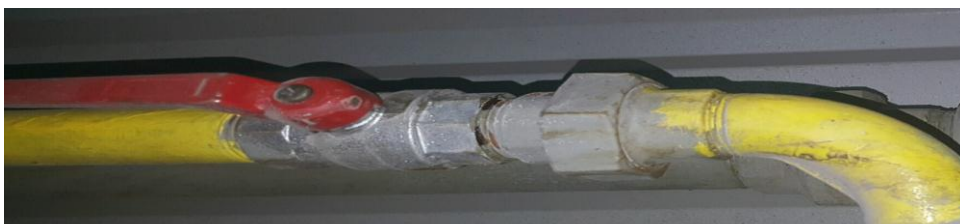


Figure1.20. Vanne TOR

e. Vanne à papillon (vanne motorisé)**• Constitution**

Les robinets à papillon sont caractérisés par un obturateur, (Papillon) dans la forme est celle d'un disque a contour circulaire ou elliptique, et qui déplace par rotation autour d'un diamètre, ou du petit axe de l'ellipse, à l'intérieur d'un corps un dispositif de commande du papillon et des organes d'étanchéité complète l'appareil (figure 1.21).

• Construction**✓ obturation**

La section du papillon est plate pour la faible pression ou profilé afin de réduire la résistance de l'air en position d'ouverture, a la poussée de l'air en position de fermeture. L'axe de rotation perpendiculaire à l'axe de conduite se forme d'une tige fixée de façon amovible sur le papillon afin de permettre le montage et le démontage

✓ corps

Forme cylindrique avec bride de raccordement sur la conduite ou avec une collerette médiane permettant le serrage entre deux (2) brides de tuyauterie.



Figure 1.21. Vanne à papillon (vanne motorisé)

f. Soupape de limite

Une soupape de limite (ou de sécurité) est un dispositif destiné à réguler la pression afin d'empêcher l'explosion de certains appareils, tels que les chaudières à vapeur (figure 1.22).



Figure1.22. Soupape de limite

- **Rôle de la soupape de sécurité (soupape de limite)**

Une soupape permet d'évacuer du fluide surcomprimé vers l'extérieur lorsque la pression atteint la valeur limite pour laquelle elle a été tarée, ce qui permet de garder en bon état de fonctionnement tout le circuit, et d'éviter surtout les incidents domestiques ou professionnels. Une fois la pression retombée, la soupape se referme. Pour les chauffe-eau électriques, ce type de dispositif fait partie intégrante de ce que l'on nomme le « groupe de sécurité »

Dans la grande majorité des cas, la soupape de sécurité ne doit pas entrer en action, car la montée de pression peut être régulée de façon automatique via une baisse de la température. Elle ne se met en action que si les autres dispositifs destinés à limiter la pression ont fa montré

j. Vanne électro- magnétique

- **Principe de fonctionnement**

Le gaz sous pression, l'ensemble des actions qu'il exerce dans la chambre M sur les différentes surfaces de la soupape

Le fluide passant par l'orifice calibre A dont la section de passage peut être régler suivant la pression du fluide en choisissant un diamètre convenable, est admet la chambre N et exerce sur la soupape un effort tendant à fermer

L'examen de l'action du gaz sur l'ensemble des surfaces de la soupape est normalement fermée mais que le circuit électrique vienne à être ferme, le noyau dans le pointeau P forme la partie infère sera soulevée gaz remplissant la chambre N, s'échappera par D et l'ensemble des canaux

L'orifice A étant plus petit que l'orifice B, la pression en N chutera rapidement et malgré le ressort de la soupape se lèvera sous l'action du gaz auquel elle livre le passage (figure1.23).

- **Caractéristiques techniques**

- ✓ Type de gaz : tous les gaz non corrosif, apte au biogaz
- ✓ Tempe de fermeture 0 .8 S pour interruption de sécurité
- ✓ Tempe d'ouverture 10 S
- ✓ Température ambiante : -15°C à +60°C
- ✓ Tension : 220/240v
- ✓ Clapet : perbuan jusqu' à DN=150mm
- ✓ Polyurie thane pour DN=200mm

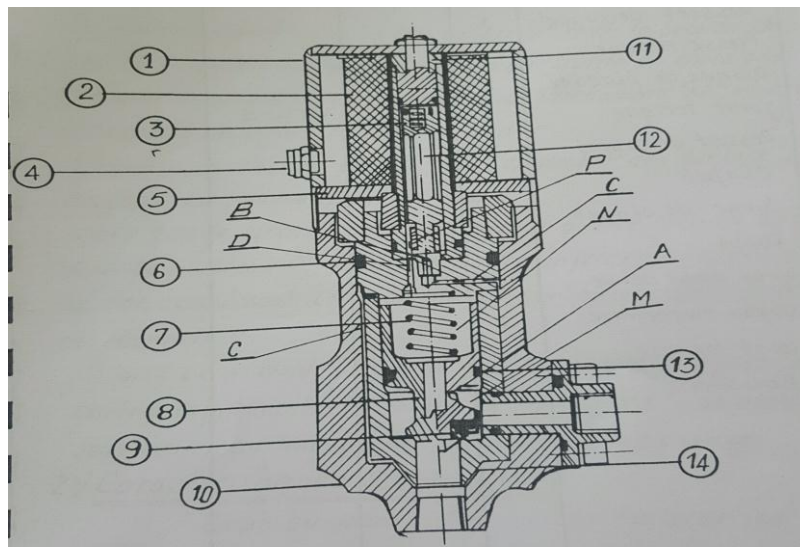


Figure1.23. Schéma vanne électromagnétique

A : ORIFICE	5.disque de blocage
B : ORIFICE	6.joint torique
C : CANAUX	7.ressort de rappel
D : CONDUITE POUR LIQUIDE	8.clapet
M : CHAMBRE DE LIQUIDE	9.siège de clapet
N : CHAMBRE	10.corps
1.capot de détection	11.gaine partie active
2.bonine	12.noyau magnétique
3.ressort de rappel	13. joint torique
4.presse étoupe	14.boisson

k. Electrovanne

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique. Il existe deux types d'électrovannes : tout ou rien et proportionnelle (figure 1.24).



Figure1.24. Électrovanne

l. Tendeur à gaz

Le détendeur de gaz permet de maintenir une pression de gaz constante dans l'appareil (figure1.25).



Figure1.25. Tendeur à gaz

m. Compteur à gaz

Est un appareil volumétrique conçu pour mesurer la quantité de gaz consommée dans un lieu (habitation, industrie, etc.) et dans un temps donné (figure 1.26).



Figure1.26. Compteur à gaz

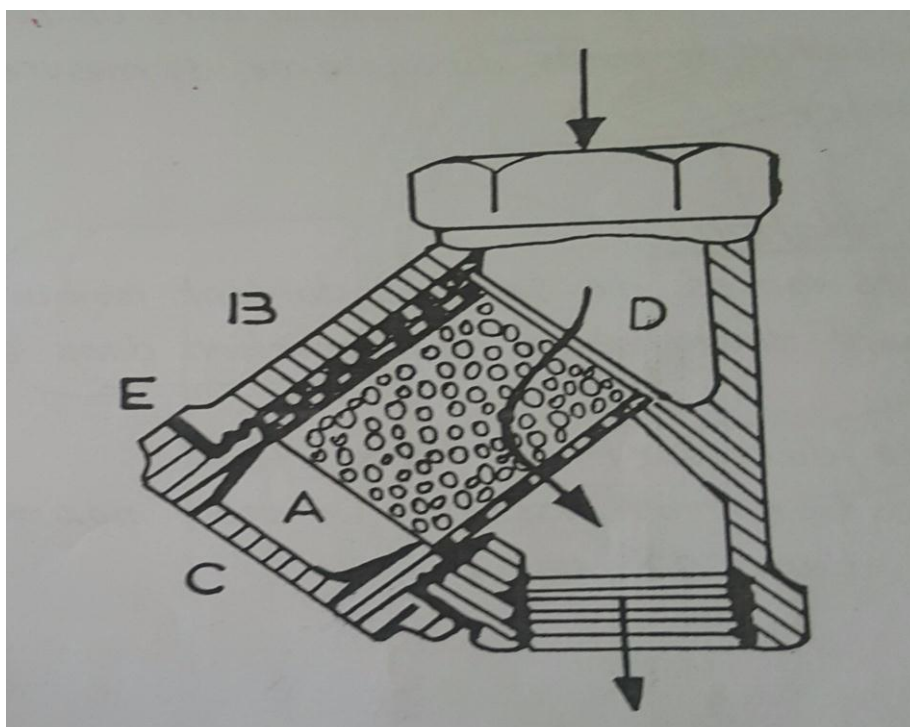
n.Filtre à gaz

✓ **Utilisation**

Les dispositifs de sécurité et de régulation du chauffage à gaz doivent être protégés contre toutes les imputés ce trouvant dans les conduites.

Le filtre à gaz G.F. K80a été conçue pour la filtration des gaz combustibles et de l'air de combustion à tous les chauffes à gaz. Il est caractérisé par son débit important et sa grande efficacité grâce à la relation favorable des dimensions du boîtier

Il a une longue durée de vie et simple à nettoyer (figure 1.27).



- A : Cylindre
- B : Support de la
toile
- C : Bouchon
- D : Bague
- E : Rondelle

Figure1.27. Filtre à gaz

- **Caractéristiques technique**

Type de gaz : tous, biogaz et air

Pression de service max : 1 bar raccordement à bride avec DN=250mm

6 bar raccordement à bride DN=150mm

Température d'opération -2°C à +80°C

Grande capacité d'accumulation de poussière

- **Montage**

Le filtre GFK80 peut être monté en position horizontal ou vertical, en respectant le sens de montage indiqué sur le corps du filtre par une flèche.

o.la chaine du convoyeur

C'est une chaine fermé soulevée à hauteur de trois mètre du sol. Elle est entraînée par un moteur électrique. Des balancelles accrochées à cette chaine servent à disposer les pièces à émailler. Elle passe à travers la cabine d'émaillage, un séchoir et le four de cuisson (figure 1.28).



Figure.1.28 La chaine du convoyeur

p. Moteur à extraction de fumé

Ce moteur est constitué de moteur asynchrone, polies, hélice

Moteur asynchrone (voir la partie électrique)

Transmission par Polies

But

Transmission de puissance entre deux arbres éloignés avec modification du couple transmis et de vitesse

Les arbres sont plus souvent parallèles mais ils peuvent être orthogonaux, et peuvent même occuper une position relative quelconque.

Principe

Deux poulies fixées sur les arbres à réunir, sont reliés par un lien flexible, l'entraînement de la courroie par la poulie motrice, puis la poulie réceptrice par la courroie, c'est effectuée par adhérence, d'où nécessité de tendre la courroie ou montage pour appliquer frottement contre les poulies en marche, l'un des brins se tend, l'autre se détend

✓ Hélice

Une hélice d'moteur est une aile en rotation, générant une force de traction en prenant appui sur l'air. L'hélice en rotation prend l'air en avant du moteur et le projette vers l'arrière à une vitesse supérieure à celle du moteur : la masse d'air qui passe à travers l'hélice est accélérée. Selon le principe de la conservation de la quantité de mouvement une force de réaction s'applique sur l'hélice et la pousse vers l'avant.

q. ventilateur centrifuge (moteur à air)

Description

- Ce ventilateur se compose d'une roue à aubes cylindriques (turbine) tournant à l'intérieur d'une volute dont la section a la forme d'une portion de spirale.
La turbine est montée sur un arbre séparé du moteur, l'entraînement de la turbine se fait par poulie courroie.
- L'entrée de l'air s'effectue sur une seule face, la turbine du ventilateur est à aubes inclinées vers l'avant. (Figure 1.29)

Fonctionnement :

- La mise sous tension du moteur, le moteur tourne et entraîne le ventilateur à l'aide d'une transmission par poulies courroies.
- L'entrée de l'air se fait parallèlement à l'axe de la turbine et le soufflage est toujours perpendiculaire à cet axe.
- Il est équipé deux ventilateurs centrifuges :
 - L'un pour souffler l'air de combustion sous une pression de 40 mbar au brûleur.

- L'autre pour soufflage de l'air chaud par convection forcée à l'entrée du four, le soufflage est perpendiculaire pour former un rideau d'air.

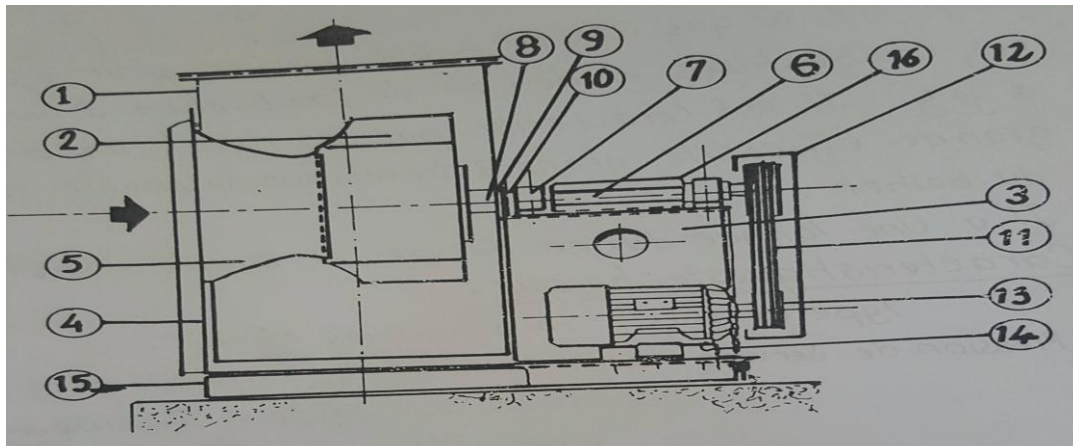


Figure.1.29 ventilateur centrifuge (moteur à air)

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 : volute | 8 : étanchéité à l'arbre |
| 2 : turbine (roue) | 9 : turbine de refroidissement |
| 3 : tabouret moteur | 10 : transmission par courroie |
| 4 : plaque avant de montable | 11 : garant de protection |
| 5 : pavillon d'aspiration | 12 : moteur électrique |
| 6 : arbre ventilateur | 13 : rails tendeur |
| 7 : moyeu | 14 : châssis support |
| 15 : garant de protection arbre | |

r. Les rideaux d'air

Le four (E11) contient 8 rideaux d'air (figure 1.30) placés à l'extérieur du four, se sont composés des moteurs asynchrones et des paliers.

- Moteur asynchrone : voir la partie électrique
- Palier : Les paliers sont des organes utilisés en construction mécanique pour supporter et guider, en rotation, des arbres de transmission.



Figure1.30. Rideau d'air

4.3.2.2. L'intérieur du four

a. La laine de verre

Est un matériau isolant fabriqué à partir de produit naturel (sable), qui se présente généralement sous la forme d'un matelas de fibres enchevêtrées emprisonnant de l'air immobile. On l'utilise dans la construction d'un four industriel(E11) pour l'isolation thermique ou encore comme absorbant pour la correction acoustique ou dans la protection contre les incendies (figure1.31).



Figure 1.31. La laine de verre

➤ **Caractéristiques de laine de verre**

- **L'élaboration** de la laine de verre s'effectue à partir de sable et de verre recyclé ou calcin, par fusion et fibrage.

- **Le conditionnement** de la laine de verre prend la forme de rouleaux, panneaux et flocons selon l'accessibilité des parties à isoler, de la configuration de l'habitation et le confort d'isolation recherché dans l'habitation.
- **Sa structure** poreuse et élastique permet d'affaiblir la transmission des bruits aériens, de chocs et d'assurer la correction acoustique à l'intérieur des locaux.
- **La réaction au feu** est passive et performante puisque les laines minérales sont incombustibles par nature. Elles ne propagent pas les flammes en cas d'incendie.

b. Une brique réfractaire

Est une brique qui conserve ses propriétés mécaniques à très haute température.

Les produits réfractaires résistent, par nature, aux températures élevées et se sont utilisés pour la réalisation et la réfection de fours, de hauts fourneaux, de poches métallurgiques, de chaudières, chaufferies, brûloirs, foyers, feux ouverts, et conduits, de murs périphériques d'installations nécessitant la conservation de chaleur et la résistance aux températures élevées (figure 1.32).



Figure 1.32. Brique réfractaire

c. La colle

Elle permet de fixer des tresses, cordons, joints, laine de roche, fibre de verre ou fibre céramique, plaques d'isolations Sur des supports poreux et non poreux, tels que métaux, briques réfractaires. Tenue en température jusqu'à 1000°C.

d. Les caniveaux

C'est un moyen pour évacuer le fumé produit par la combustion du gaz dans l'atmosphère (figure 1.33).



Figure 1.33. Caniveaux

e. Les tubes radiants

Les tubes radiants sont d'un alliage de CrNi de haute qualité pour une durée longue et une résistance contre corrosion par des gaz de fumée.

Un remplacement éventuel d'un tube radiant peut-être réalise assez vite dans le four même. Ces tubes sont en forme S avec grande surface de radiation et une distribution de température uniforme sur toute la longueur sont développés pour le chauffage de four (figure 1.34).

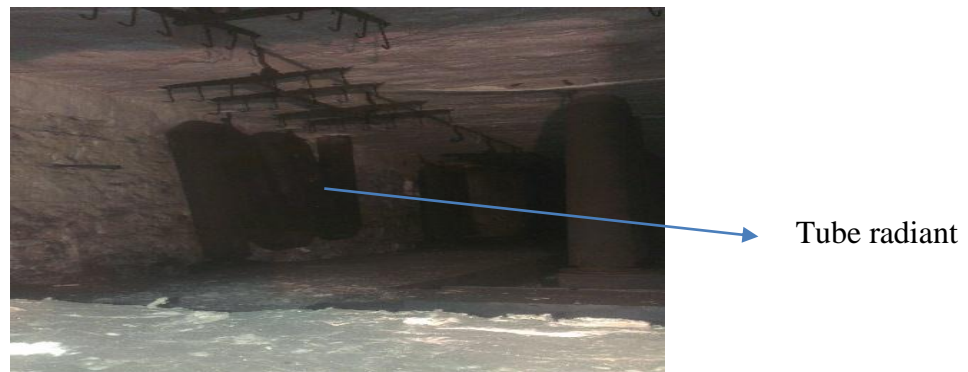


Figure1.34 les tubes radiants

f. Les brûleurs pour tube radiant

Le brûleur (figure 1.35) comprend une plaque sur laquelle sont incorporés : Admission d'air, levier et cadran indicateur de longueur de flamme orifices permettant une observation aisée et sans risque de la flamme, entrées gaz avec réglage de mélange sur l'air primaire ; toutes les entrées d'air et gaz sont à contre brides filetées. La tuyère est équipée de têtes qui centrent parfaitement le brûleur dans son tube.

Un pilote gaz à allumage manuelle ou automatique peut être fourni avec ou sans orifices d'observation. Le brûleur standard peut être employé pour des chauffes allant jusqu'à 1000°C.

- **Application**

La nouvelle série des brûleurs « RTG » a été conçue et développée pour obtenir une flamme longue dans le but d'assurer une meilleure réparation calorifique dans le tube radiant. Un avantage considérable est la possibilité d'effectuer un pré-mélange air-gaz plus ou moins riche, ce qui permet une adaptation aisée en fonction de la charge de la forme et des dimensions du tube.

- **Fonctionnement**

Un fonctionnement silencieux est obtenu lorsque la majeure partie de l'air de combustion passe à l'extérieur de la tuyère d'accrochage de flamme. Cet air périphérique développe la combustion sur une grande longueur, assurant ainsi une meilleure réparation calorifique. L'air total nécessaire à la combustion fourni par le ventilateur, passe par brûleur, il n'est donc pas nécessaire d'avoir un exhausteur ou ventilateur de tirage. La plage de variation de capacité s'étend de 1 à 5 ou plus, suivant la pression d'air et le dispositif de régulation utilisé.

Ces brûleurs peuvent être asservis par une régulation tout ou rien, tout ou peu, modulante.

La pression de l'air d'alimentation varie de 350 mm CE à 1050 mm (700 mm est la pression généralement utilisée), le gaz est à une pression de la 100 à 150 mm CE en fonction de sa nature et de puissance désirée. Ces pressions sont alors modulées selon le réglage adopté.

- **Caractéristiques**

Répartition calorifique uniforme dans le tube radiant

Longueur de flamme ajustable

Fonctionnement silencieux

Souplesse de 1 à 5

Entretien minimal

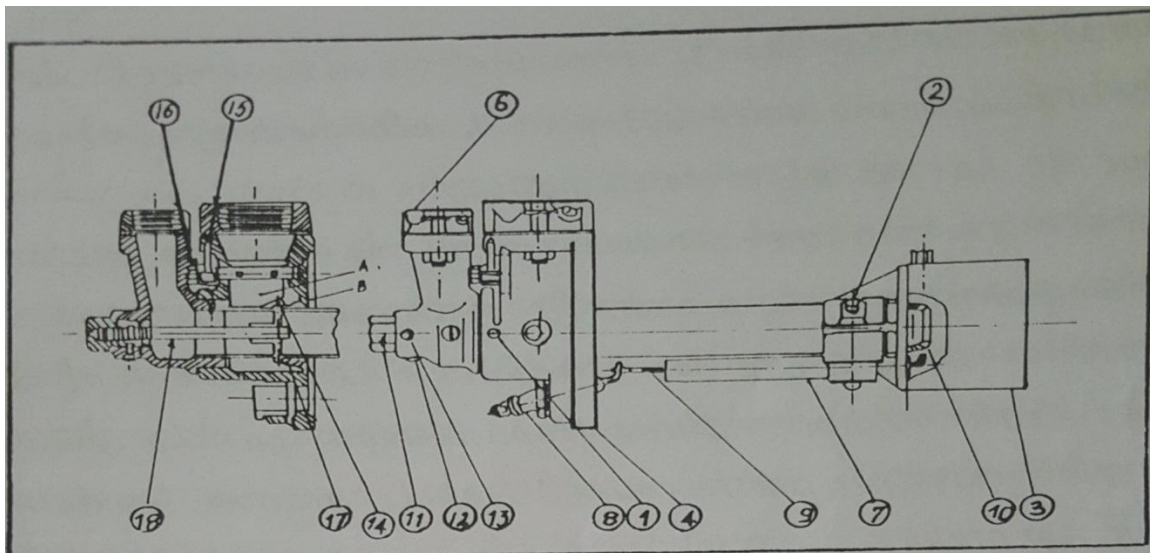


Figure 1.35. : Schéma d'un brûleur a gaz

A. Orifice air primaire

B. Orifice air secondaire

1. Boulon du corps

2. Boulon jet d'allumage

3. Bec d'allumage

4. Corps

6. Tuyau du gaz

7. électrode

8. prise d'étincelle

9. fil d'extension

11. écrou arrière

12. vis

13. vis de fixation de l'écrou arrière

14. fileur

16. écrou de fermeture

17. manche

18. tige

g. Les bougies

Fait partie d'un système d'allumage d'un moteur à explosion. Son rôle est de permettre l'inflammation du mélange gazeux constitué d'air et du carburant. Sa fonction est de créer une étincelle enflammant le mélange air figure (1.35.1).



Figure1.35.1. Bougie d'allumage

i. Electrodes

L'électrode d'allumage est constituée d'un corps isolant en céramique et d'une partie métallique qui permet de faire passer l'électricité pour déclencher l'étincelle (figure1.35.2).



Figure1.35.2. Électrode

4.2.3. Partie pneumatiques

a. Régulateur de proportion (air-gaz)

- **Fonctionnement**

Le proportionnement est commandé par la pression d'air de combustion. Quand cette pression change la pression du gaz se change en proportion et le rapport reste le même (figure1.36).

- **Caractéristiques**

Pour une régulation, continu avec un ressort pour la compensation du poids du système de mesure, avec un perçage d'influence.

- **Installation**

- Les vannes de sécurité doivent toujours être installées en amont de la régulation de proportion dans le sens d'écoulement
- La tête du ressort est vers le bas
- L'agissement du ressort à un débit maximum se fait à l'aide d'une clé ALLAN

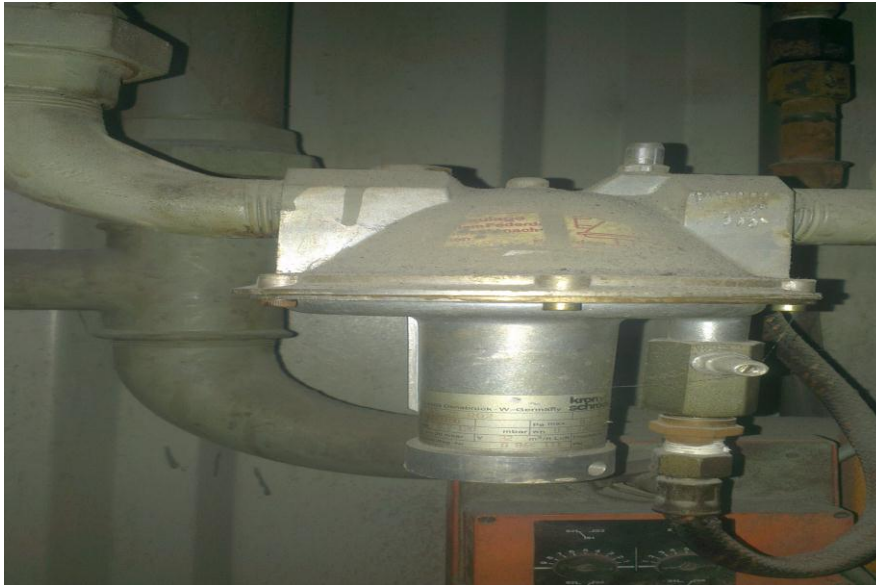


Figure1.36 : régulateur de proportion

5. Conclusion

Après avoir défini l'enceinte du four et compris ses différents composants qu'on a partagé sous trois parties (électrique, mécanique, pneumatique), On passe dans le prochain chapitre à une autre étude pour ce système avec un outil de modélisation qui est le grafcet pour mieux suivre les étapes de fonctionnement de ce four en proposant des améliorations pour qu'il sera plus fiable.

CHAPITRE II

1. Introduction

Le développement des ateliers flexibles a imposé un outil graphique simple qui permet, à partir d'un cahier de charge bien défini de résoudre le problème d'automatisation et d'établir le cycle de fonctionnement de processus. Cet outil est le grafcet qui répond particulièrement aux besoins de l'industrie et nous permet non seulement d'analyser le problème posé mais, également de concevoir une solution programmable quel que soit la technologie de l'automate. Cet outil se base sur une représentation graphique très détaillée d'un système avant de faire sa synthèse.

2. Fonctionnement de la machine (four E11)

Le démarrage du four se fait par plusieurs conditions initiales qui assurent son bon fonctionnement

Conditions initiales

- Tourner le bouton d'interrupteur générale à droite
- Déclenchement du programmeur à cames
- Bouton à clef
- Contrôle de tension 110V
- Sélecteur de système des brûleurs mode auto (position 2)

Après la vérification des ces conditions qui enclenches l'ensemble des moteurs un par un avec une petite temporisation pour chaque moteur :

A. Démarrage des moteurs

-Enclenchement des rideaux air un par un (8 rideaux d'air) et l'allumage des voyants des rideaux d'air sur l'armoire électrique secondaire.

-Enclenchement du moteur à extraction de fumé

-Enclenchement du ventilateur centrifuge (moteur à air)

B. Avant le chauffage du four, le moteur à air fourni une pression d'air qui excite l'ouverture de toutes les vannes motorisées au maximum (fin de course max), et par la suite elle sera distribuée aux brûleurs qui assure la sortie de l'air comprimé pour le rinçage des tubes radiants et les caniveaux pendant deux minutes. Après l'évacuation du gaz et de poussière qui restent dans le four pendant la période de production, un voyant de fin de rinçage est indiqué sur l'armoire.

C. chauffage du four

Une ouverture manuelle de la vanne à gaz au minimum(30mbar) avec une indication sur le pressostat (min gaz) et l'allumage de la lampe blanche (gaz min) sur l'armoire électrique secondaire, pour faire un contrôle de fuites (avec le contrôleur d'étanchéité) entres les deux soupapes de sécurité, s'il y a une fuite le contrôleur s'allume (voyant rouge) donc l'opérateur ferme la vanne à gaz, sinon il continue à ouvrir la vanne à gaz au maximum (150mbar) avec une indication sur le pressostat du circuit de gaz (maximum gaz) et le fin de course minimum de la vanne motorisé (air minimum) qui enclenche le régulateur de proportion air/gaz qui excite aussi l'électrovanne et le démarrage du programmateur à came, après l'excitation de l'électrovanne pour l'enclenchement des bruleurs un par un à flamme minimale avec une temporisation (chaque bruleur possède un pressostat pour lui mm ouvert et un autre fermé pour le four pour les mesures de sécurité), s'il y a un dérangement au niveau des brûleurs (bougie défectueuse ou bien le non-retour de l'information au niveau de l'électrode) le gaz se coupe par le régulateur de proportion air/gaz si tous les brûleurs sont allumés (absence de dérangement des brûleurs et une indication de fin de course de la vanne motorisé (air maximum) qui assure le déclenchement des brûleurs un par un à flamme maximale.

Les thermocouples (capteur de température) captent la température dans les cinq zones du four et il les envois aux afficheurs de température après une temporisation d'une heure, un appuie sur le bouton marche de convoyeur se fait pour son démarrage avec une signalisation de voyant de convoyeur sur l'armoire électrique secondaire.

Après avoir la température voulue (850°C) dans l'enceinte du four, les brûleurs de chaque zone se mettent en mode veilleuse, un accrochage des pièces qui se fait manuellement sur la chaîne de convoyeur jusqu'à l'obtention d'une quantité des pièces voulue.

D. Arrêt du four

Une fois la production est atteinte, l'opérateur met le sélecteur de système de brûleurs au mode manuel (position 1) et après une temporisation de trois heures le convoyeur s'arrête et les autres moteurs cités au début s'arrêtent de la même façon que leurs démarrages.

3. Les améliorations a apporté pour le four

a. La partie commande : Changement de la synchronisation des différentes actions qui sont assurés par un programmeur à cames par un API (S7 300) avec une interface de supervision (HMI).

b. Partie opérative

- Réduction du nombre de régulateurs proportionnel de 12 régulateurs jusqu'à 4 régulateurs (c à d le fonctionnement des bruleurs deviendra par zones d'où chaque zone est commandé par un seul régulateur de proportion).
- Changement de la vanne proportionnelle manuelle à gaz par une vanne proportionnelle a ouverture automatique qui seras commandé électriquement.
- un compteur qui sert à compter le nombre des pièces à l'entrée et à la sortie du four, une fois la production est atteinte le compteur s'arrête.

4. Définition du grafcet [6]

Un grafcet (graphe fonctionnel commande étape transition) est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes dont les évolutions peuvent être exprimés séquentiellement c'est-à-dire dont la décomposition en étapes est possible.

4.1. Présentation d'un grafcet

Le grafcet est basé sur les notions d'étape et de transition aux quelles sont associées une ou plusieurs actions. (Voir la figure 2.1)

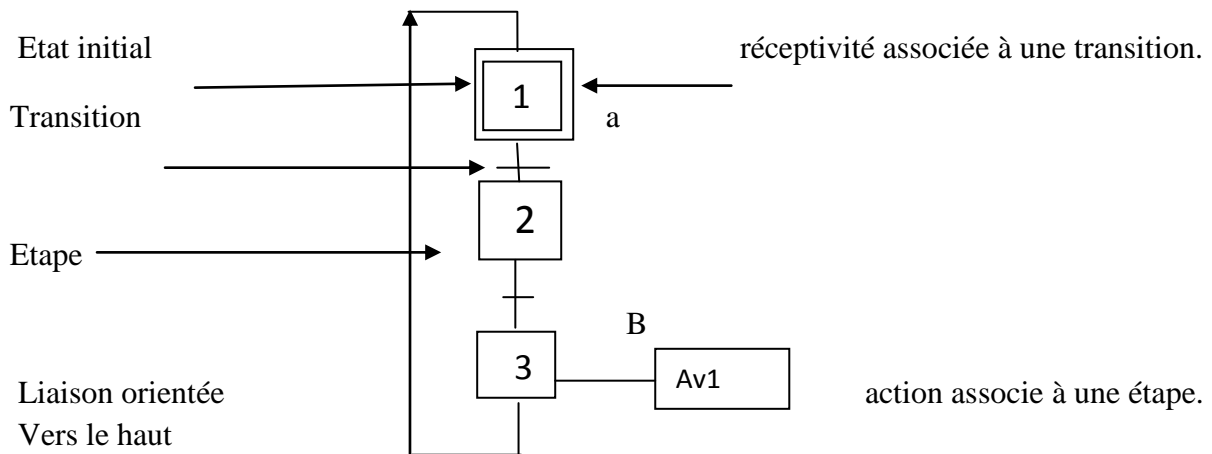


Figure2.1. Présentation d'un grafcet.

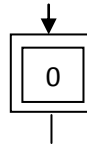
✓ Etape

Une étape est représentée par un carré repéré numériquement. L'ensemble des étapes active définit la situation de la partie commande ; une étape peut être active ou inactive et peut aussi avoir plusieurs actions.

✓ Etape initiale

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape initiale et représentée par carré double (figure 2.2).

Figure2.2 : étape initiale



✓ Transition (réceptivité)

Une transition indique la possibilité d'évolution entre étape ; cette évolution s'accomplie par le franchissement de la transition. Une transition entre deux étapes se représente par une barre perpendiculaire aux liaisons orientées.

A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui peut être vraie ou fausse. La réceptivité regroupe uniquement celle qui nécessaire au franchissement de la transition (figure2.3).

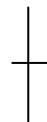


Figure2.3 : transition.

✓ Action

Les actions associées à une étape se poursuivent tant que l'étape à laquelle elles sont associées est activé, sauf s'il y a des conditions logique d'informations ou de temporisation on donne un exemple d'une action temporisée.

Action temporisée : est une action conditionnelle dans laquelle le temps intervient comme condition logique elle est notée : T/Xi/q sec.

Xi : désigne le numéro de l'étape.

q : la durée écoulée depuis l'action Xi.

4.2 Règle d'évolution d'un grafcet

L'évolution de la situation d'un automatisme doit toujours satisfaire aux cinq règles suivantes :

Règle 1

Situation initial : est caractérisée par le fait qu'un certain nombre d'étapes sont actives au début du fonctionnement.

Une étape initiale est alors représentée par un carré double, et correspondant généralement à une situation de repos.

Règle 2

Franchissement d'une transition : Une transition entre étape est dite validée, si la réceptivité qui lui est associée est vraie, le franchissement est alors immédiat et obligatoire.

Règle 3

Evolution des étapes actives : Le franchissement d'une transition en cours entraîne la désactivation de toutes les étapes présidente, et l'activation de toutes les étapes suivantes.

Règle 4

Evolution simultanée : plusieurs transitions simultanément franchissables.

Cette règle est surtout utile lorsqu'on veut décomposer un grafcet en plusieurs « sous-Grafcet » interdépendants.

Règle 5

Activation et désactivation simultanées :

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active.

Pour établir un grafcet on peut procéder de manières :

➤ Grafcet de niveau I

Le langage utilisé dans le grafcet niveau I, est proche du langage courant (on exclue toute variable ou symbole), il permet de faciliter le dialogue entre le client et concepteur.

➤ **Grafcet II**

Il représente l'automatisme en tenant compte des choix technologique (capteurs, actionneur, pré-actionneurs) et du repérage des variables sous forme de symbole il doit être joint d'un tableau récapitulatif de la nomenclature adoptée.

➤ **Grafcet niveau III**

C'est la reproduction du grafcet niveau II auquel on associe comme transition les adresses de l'entrée de l'automate et les adresses de sortie comme action.

4.3. Structure d'un grafcet

Le grafcet à trois structures particulières dont la sélection de séquence, structure linéaire, structure simultanée.

➤ **Structure linéaire**

Ce type de grafcet ne comporte qu'une séquence d'étape bouclée sur elle-même (voir la figure 2.4).

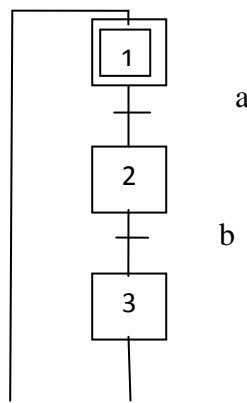


Figure 2.4. Structure linéaire

➤ **Structure simultanée**

On parle de simultanéité lorsque le franchissement d'une transition (étape) conduit à activer plusieurs étapes en même temps. Les séquences évoluent alors indépendamment les unes des autres. Lorsque toutes les étapes finales de ces séquences sont actives simultanément (ce qui se produit souvent après attente réciproque), l'évolution peut continuer sur une séquence unique. Le début de ces séquences simultanées doit être représenté par deux traits comme il est montré par la figure suivante (figure 2.5).



Figure 2.5. structure simultanée

➤ **Sélection des séquences**

On obtient une sélection des séquences lorsqu'à partir d'une étape on peut effectuer un choix entre plusieurs débutant par des transitions dont les réceptivités sont exclusives comme illustré par figure suivante (2.6).



Figure 2.6. Sélection des séquences.

➤ **Saut d'étapes**

Un saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à effectuer dans ces étapes deviennent inutiles ou sans objet (voir figure 2.7).

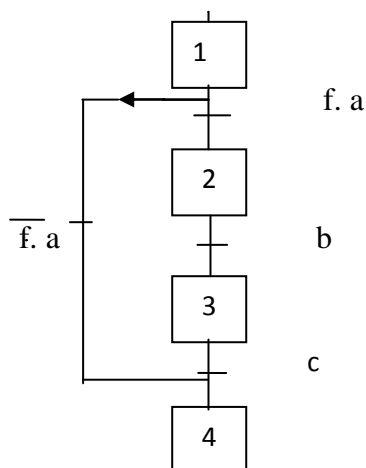


Figure 2.7. Saut d'étapes

➤ **Reprise d'étape**

La reprise de séquence nous permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition n'est pas obtenue (voir la figure 2.8).

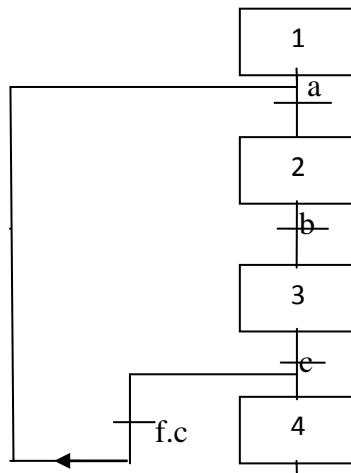


Figure 2.8 : reprise d'étape

4.4. Mise en équation d'un grafcet

Pour passer de l'étape de modélisation du GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langage de programmation, on doit traduire le GRAFCET de niveau II par équations combinatoires (figure 2.9)

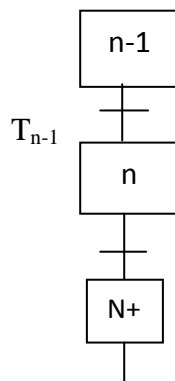


Figure2.9 : représentation générale d'un GRAFCET

Considérons le GRAFCET de la figure2.9 :

-étape :

$X_n=1$ si l'étape n est active.

$X_n=0$ si l'étape n inactive.

-Transition :

$T_n=1$ si la réceptivité est vrai.

$T_n=0$ si a réceptivité est fausse.

-Pour qu'une transition soit validée il faut que toutes les étapes précédentes soient actives et validés (la réceptivité associée a cette transition est vraie).

Condition d'activation :

$$X_n = (X_{n-1} \cdot T_{n-1} + \overline{X_n}) \cdot X_{n+1}$$

-L'activation d'une étape entraine immédiatement la désactivation de l'étape précédente ; et de la désactivation d'une étape entraine l'activation de l'étape précédente.

Condition désactivation :

$$X_n = X_n \cdot T_n = X_{n+1} \cdot T_{n+1}$$

-Si la CA et la CD de l'étape n sont faux, l'étape n reste dans son état. C'est-à-dire que l'état de X_n à l'instant $T+T$ dépend de X_n à l'instant T .

-En combinant les deux équations (1) (2), on obtient l'équation suivante :

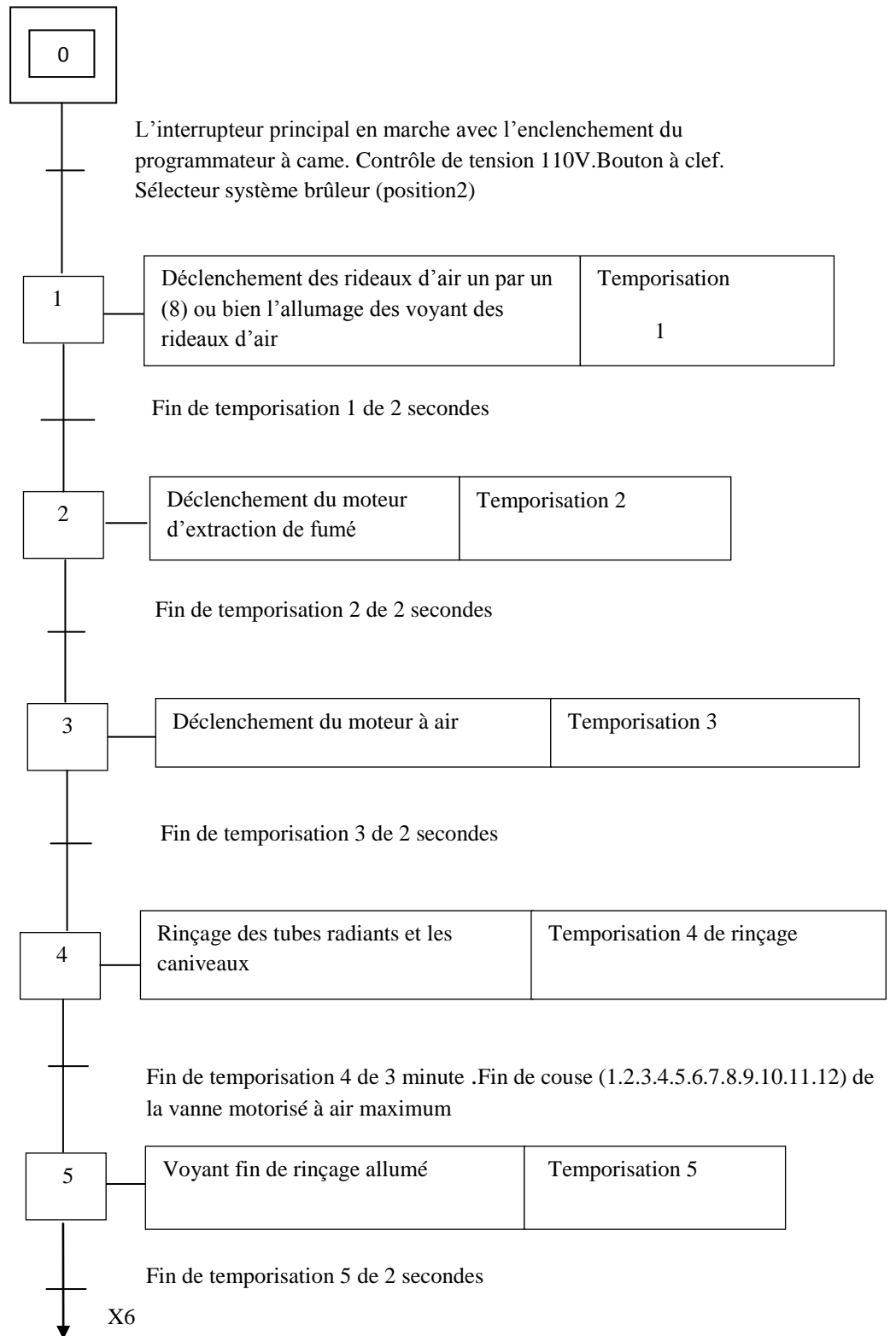
$$X_n = \overline{CA} X_n + CD X_n * X_n$$

5.Grafcet niveau 1 du four (E11)

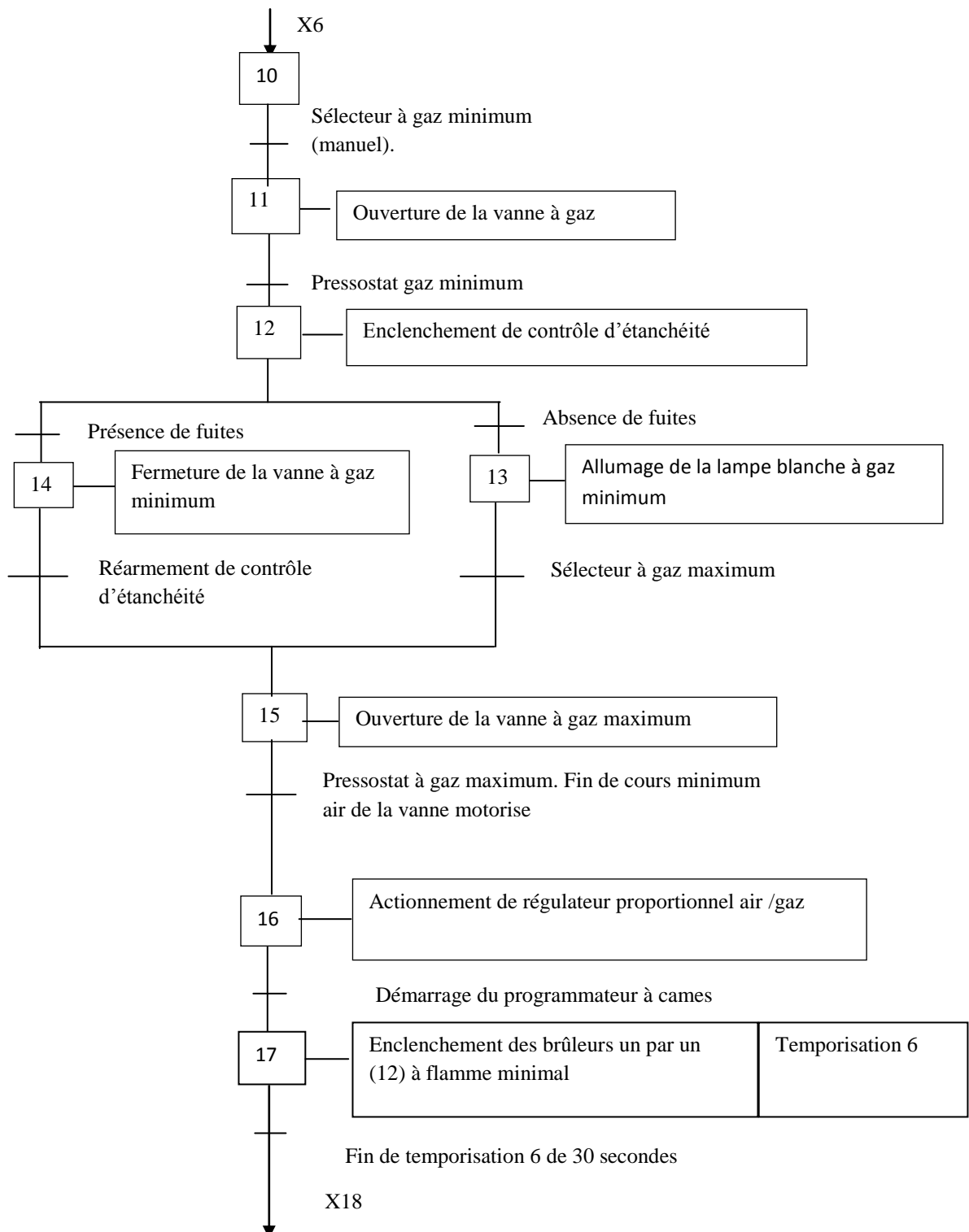
On a répartie notre travaille en quatre sous grafcet :

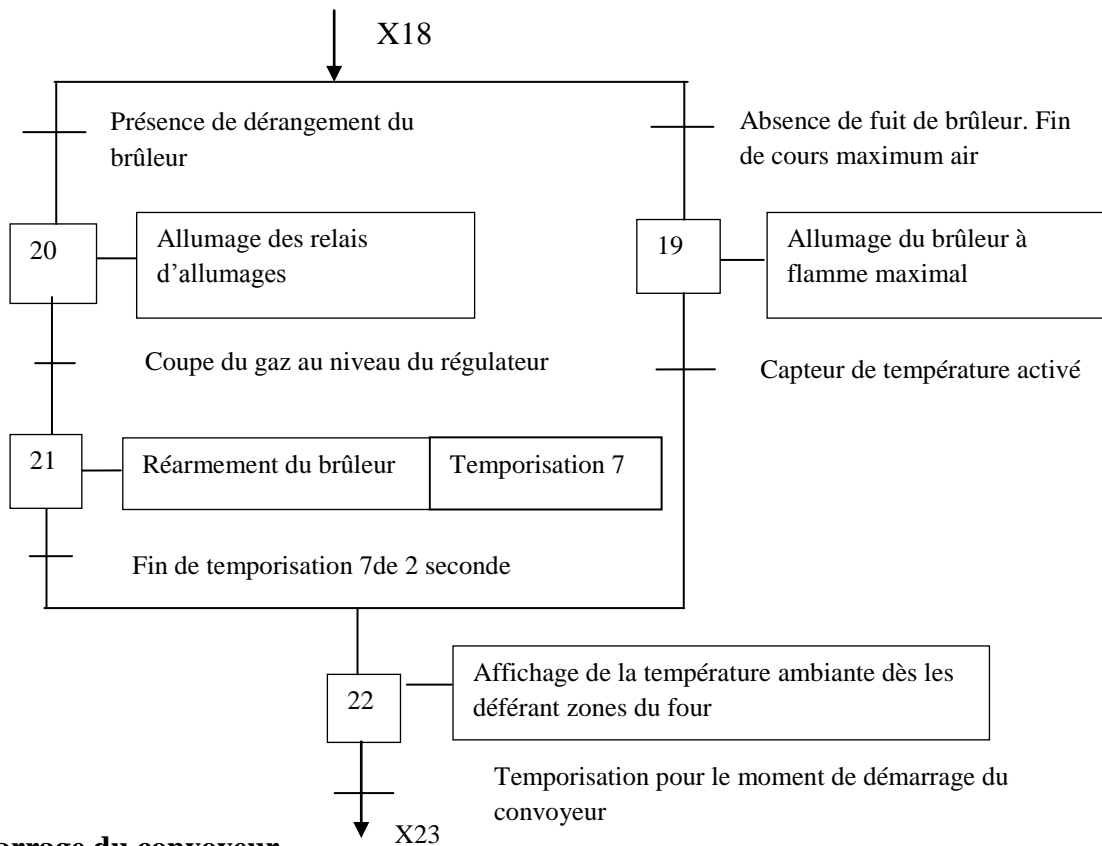
- a. Grafcet de démarrage de four
- b. Grafcet de chauffage du four
- c. Grafcet de démarrage du convoyeur
- d. Grafcet de l'arrêt de four

a. Démarrage du four

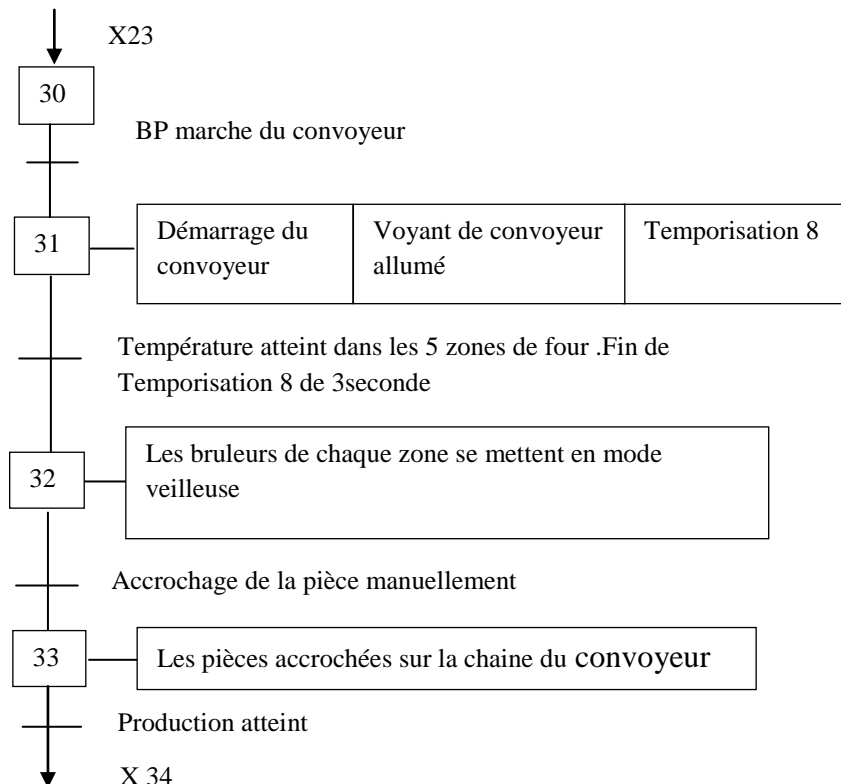


b. Chauffage du four

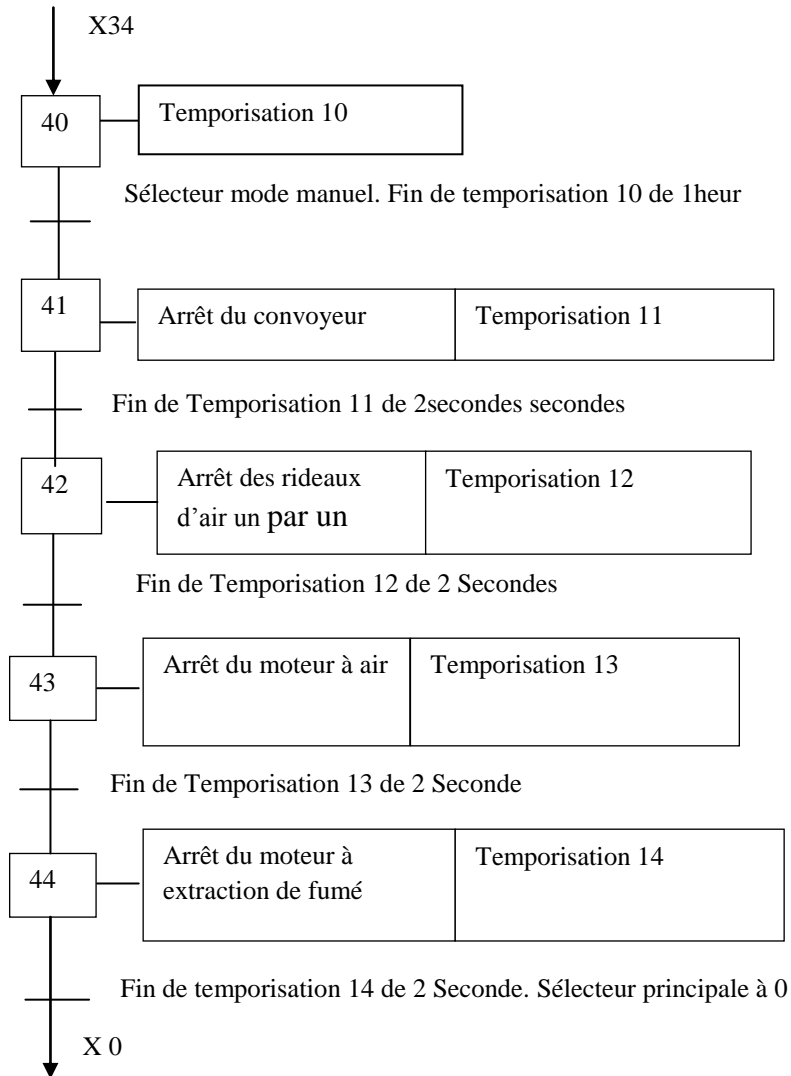




c. Démarrage du convoyeur



d. Arrêt du four



6.Tabes des mnémoniques

Propriétés de la table des mnémoniques

Nom : Mnémoniques
 Auteur :
 Commentaire :
 Date de création : 06/06/2018 13:37:47
 Dernière modification : 20/06/2018 15:33:19
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques
 Nombre de mnémoniques : 217/217
 Dernier tri : Opérande ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	M1	A 0.0	BOOL	moteur de rideaux d'air 1
	M2	A 0.1	BOOL	moteur de rideaux d'air 2
	M3	A 0.2	BOOL	moteur de rideaux d'air 3
	M4	A 0.3	BOOL	moteur de rideaux d'air 4
	M5	A 0.4	BOOL	moteur de rideaux d'air 5
	M6	A 0.5	BOOL	moteur de rideaux d'air 6
	M7	A 0.6	BOOL	moteur de rideaux d'air 7
	M8	A 0.7	BOOL	moteur de rideaux d'air 8
	M9	A 1.0	BOOL	moteur à extraction de fumé
	M10	A 1.1	BOOL	moteur à air
	RTC	A 1.2	BOOL	rinçage des caniveaux et des tubes radiants
	VRt	A 1.3	BOOL	voyant de rinçage terminer
	VG	A 1.4	BOOL	vanne proportionnelle à gaz
	ECF	A 1.5	BOOL	enclenchement de controleur de fuites
	AL FG	A 1.6	BOOL	alarme de fuite de gaz
	ALbGmin	A 1.7	BOOL	allumage de la lampe blanche gaz min
	Br1	A 2.1	BOOL	bruleur 1
	Br2	A 2.2	BOOL	bruleur 2
	Br3	A 2.3	BOOL	bruleur 3
	Br4	A 2.4	BOOL	bruleur 4
	Br5	A 2.5	BOOL	bruleur 5
	Br6	A 2.6	BOOL	bruleur 6
	Br7	A 2.7	BOOL	bruleur 7
	Br8	A 3.0	BOOL	bruleur 8
	Br9	A 3.1	BOOL	bruleur 9
	Br10	A 3.2	BOOL	bruleur 10
	Br11	A 3.3	BOOL	bruleur 11
	Br12	A 3.4	BOOL	bruleur 12
	AL RA1	A 3.5	BOOL	alarme de relais d'allumage 1
	AL RA2	A 3.6	BOOL	alarme de relais d'allumage 2
	AL RA3	A 3.7	BOOL	alarme de relais d'allumage 3
	AL RA4	A 4.0	BOOL	alarme de relais d'allumage 4
	AL RA5	A 4.1	BOOL	alarme de relais d'allumage 5
	AL RA6	A 4.2	BOOL	alarme de relais d'allumage 6
	AL RA7	A 4.3	BOOL	alarme de relais d'allumage 7
	AL RA8	A 4.4	BOOL	alarme de relais d'allumage 8
	AL RA9	A 4.5	BOOL	alarme de relais d'allumage 9
	AL RA10	A 4.6	BOOL	alarme de relais d'allumage 10
	AL RA11	A 4.7	BOOL	alarme de relais d'allumage 11
	AL RA12	A 5.0	BOOL	alarme de relais d'allumage 12
	RB1	A 5.1	BOOL	réareement de bruleur 1
	RB2	A 5.2	BOOL	réareement de bruleur 2
	RB3	A 5.3	BOOL	réareement de bruleur 3
	RB4	A 5.4	BOOL	réareement de bruleur 4
	RB5	A 5.5	BOOL	réareement de bruleur 5
	RB6	A 5.6	BOOL	réareement de bruleur 6

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	RB7	A 5.7	BOOL	réareement de bruleur 7
	RB8	A 6.0	BOOL	réareement de bruleur 8
	RB9	A 6.1	BOOL	réareement de bruleur 9
	RB10	A 6.2	BOOL	réareement de bruleur 10
	RB11	A 6.3	BOOL	réareement de bruleur 11
	RB12	A 6.4	BOOL	réareement de bruleur 12
	SC	A 6.5	BOOL	comptage des pièces
	CV	A 8.1	BOOL	convoyeur
	TS	A 11.1	BOOL	voyant de tension 110v
	TAZ1	A 11.2	BOOL	température atteinte ds l zone 1
	TAZ2	A 11.3	BOOL	température atteinte ds la zone 2
	TAZ3	A 11.4	BOOL	température atteinte ds la zone 3
	TAZ4	A 11.5	BOOL	température atteinte ds la zone 4
	TAZ5	A 11.6	BOOL	température globale atteinte ds la zone 5
	ATZ1	A 11.7	BOOL	afficheur de temperature z1
	ATZ2	A 12.0	BOOL	afficheur de temperature zone 2
	ATZ3	A 12.1	BOOL	afficheur de temperature zone 3
	ATZ4	A 12.2	BOOL	afficheur de température de la zone 4
	ATZ5	A 12.3	BOOL	afficheur de temperature de la zone 5 (globale)
	PPG	A 12.4	BOOL	presence de la pièce sur le gabaret du convoyeur
	EV1	A 12.5	BOOL	electrovanne 1
	EV2	A 12.6	BOOL	electrovanne 2
	EV3	A 12.7	BOOL	electrovanne 3
	EV4	A 13.0	BOOL	electrovanne 4
	int	E 0.0	BOOL	interrupteur principal
	bc	E 0.1	BOOL	bouton à clé
	SMA	E 0.2	BOOL	sélecteur mode automatique
	Ar ur	E 0.3	BOOL	arrêt d'urgence du tt le système
	Ar ur M1	E 0.4	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 1
	Ar ur M2	E 0.5	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 2
	Ar ur M3	E 0.6	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 3
	Ar ur M4	E 0.7	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 4
	Ar ur M5	E 1.0	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 5
	Ar ur M6	E 1.1	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 6
	Ar ur M7	E 1.2	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 7
	Ar ur M8	E 1.3	BOOL	arrêt d'urgence de rideaux d'air 8
	Ar ur M9	E 1.4	BOOL	arrêt d'urgence du moteur a extraction de fumé
	Ar ur M10	E 1.5	BOOL	arrêt d'urgence du moteur à air
	fc1max air	E 1.6	BOOL	fin de course 1 max air de la vanne motorisé
	fc2max air	E 1.7	BOOL	fin de course 2 max air de la vanne motorisé
	fc3max air	E 2.0	BOOL	fin de course 3 max air de la vanne motorisé
	fc4max air	E 2.1	BOOL	fin de course 4 max air de la vanne motorisé
	fc5max air	E 2.2	BOOL	fin de course 5 max air de la vanne motorisé
	fc6max air	E 2.3	BOOL	fin de course 6 max air de la vanne motorisé
	fc7max air	E 2.4	BOOL	fin de course 7 max air de la vanne motorisé
	fc8max air	E 2.5	BOOL	fin de course 8 max air de la vanne motorisé
	fc9max air	E 2.6	BOOL	fin de course 9 max air de la vanne motorisé
	fc10max air	E 2.7	BOOL	fin de course 10 max air de la vanne motorisé
	fc11max air	E 3.0	BOOL	fin de course 11 max air de la vanne motorisé
	fc12max air	E 3.1	BOOL	fin de course 12 max air de la vanne motorisé
	km1	E 3.2	BOOL	capteur d'excitation de la bobine de la vanne à gaz min
	Pr Gmin	E 3.3	BOOL	préssostat a gaz min de circuit de gaz
	Pr F	E 3.4	BOOL	capteur de signalisation de présence des fuites dans le circuit gaz
	RCet	E 3.5	BOOL	réareement de controleur d'étanchiété

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
	Ab F	E 3.6	BOOL	capteur de signalisation d'absence des fuites dans le circuit gaz
	km2	E 3.7	BOOL	capteur d'excitation de la bobine de la vanne à gaz max
	Pr Gmax	E 4.0	BOOL	préssostat à gaz max de circuit de gaz
	fc1min air	E 4.1	BOOL	fin de course 1 min air de la vanne motorisé
	fc2min air	E 4.2	BOOL	fin de course 2 min air de la vanne motorisé
	fc3min air	E 4.3	BOOL	fin de course 3 min air de la vanne motorisé
	fc4min air	E 4.4	BOOL	fin de course 4 min air de la vanne motorisé
	fc5min air	E 4.5	BOOL	fin de course 5 min air de la vanne motorisé
	fc6min air	E 4.6	BOOL	fin de course 6 min air de la vanne motorisé
	fc7min air	E 4.7	BOOL	fin de course 7 min air de la vanne motorisé
	fc8min air	E 5.0	BOOL	fin de course 8 min air de la vanne motorisé
	fc9min air	E 5.1	BOOL	fin de course 9 min air de la vanne motorisé
	fc10min air	E 5.2	BOOL	fin de course 10 min air de la vanne motorisé
	fc11min air	E 5.3	BOOL	fin de course 11 min air de la vanne motorisé
	fc12min air	E 5.4	BOOL	fin de course 12 min air de la vanne motorisé
	C EV1	E 5.5	BOOL	contact d'excitation de l'électrovanne 1
	C EV2	E 5.6	BOOL	contact d'excitation de l'électrovanne 2
	C EV3	E 5.7	BOOL	contact d'excitation de l'électrovanne 3
	C EV4	E 6.0	BOOL	contact d'excitation de l'électrovanne 4
	CI el	E 6.1	BOOL	retour de l'information de l'électrode
	Pr 1 four	E 7.1	BOOL	préssostat 1 de four
	Pr 2 four	E 7.2	BOOL	préssostat 2 de four
	Pr 3 four	E 7.3	BOOL	préssostat 3 de four
	Pr 4 four	E 7.4	BOOL	préssostat 4 de four
	Pr 5 four	E 7.5	BOOL	préssostat 5 de four
	Pr 6 four	E 7.6	BOOL	préssostat 6 de four
	Pr 7 four	E 7.7	BOOL	préssostat 7 de four
	Pr 8 four	E 8.0	BOOL	préssostat 8 de four
	Pr 9 four	E 8.1	BOOL	préssostat 9 de four
	Pr 10 four	E 8.2	BOOL	préssostat 10 de four
	Pr 11 four	E 8.3	BOOL	préssostat 11 de four
	Pr 12 four	E 8.4	BOOL	préssostat 12 de four
	Pr B1	E 8.5	BOOL	préssostat de bruleur 1
	Pr B2	E 8.6	BOOL	préssostat de bruleur 2
	Pr B3	E 8.7	BOOL	préssostat de bruleur 3
	Pr B4	E 9.0	BOOL	préssostat de bruleur 4
	Pr B5	E 9.1	BOOL	préssostat de bruleur 5
	Pr B6	E 9.2	BOOL	préssostat de bruleur 6
	Pr B7	E 9.3	BOOL	préssostat de bruleur 7
	Pr B8	E 9.4	BOOL	préssostat de bruleur 8
	Pr B9	E 9.5	BOOL	préssostat de bruleur 9
	Pr B10	E 9.6	BOOL	préssostat de bruleur 10
	Pr B11	E 9.7	BOOL	préssostat de bruleur 11
	Pr B12	E 10.0	BOOL	préssostat de bruleur 12
	PrDB1	E 10.1	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 1
	PrDB2	E 10.2	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 2
	PrDB3	E 10.3	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 3
	PrDB4	E 10.4	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 4
	PrDB5	E 10.5	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 5
	PrDB6	E 10.6	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 6
	PrDB7	E 10.7	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 7
	PrDB8	E 11.0	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 8
	PrDB9	E 11.1	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 9
	PrDB10	E 11.2	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 10

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	PrDB11	E 11.3	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 11
	PrDB12	E 11.4	BOOL	présence de dérangement dans le bruleur 12
	CGR1	E 11.5	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 1
	CGR2	E 11.6	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 2
	CGR3	E 11.7	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 3
	CGR4	E 12.0	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 4
	CGR5	E 12.1	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 5
	CGR6	E 12.2	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 6
	CGR7	E 12.3	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 7
	CGR8	E 12.4	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 8
	CGR9	E 12.5	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 9
	CGR10	E 12.6	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 10
	CGR11	E 12.7	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 11
	CGR12	E 13.0	BOOL	coupe de gaz dans le régulateur 12
	BPC	E 13.1	BOOL	bouton de démarrage de convoyeur
	CPPe	E 13.2	BOOL	capteur de présence de pièces en entrée
	CPPs	E 13.3	BOOL	capteur de présence de pièces en sortie
	SMman	E 13.4	BOOL	sélecteur mode manuel
	AbD B1	E 13.5	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 1
	AbD B2	E 13.6	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 2
	AbD B3	E 13.7	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 3
	AbD B4	E 14.0	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 4
	AbD B5	E 14.1	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 5
	AbD B6	E 14.2	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 6
	AbD B7	E 14.3	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 7
	AbD B8	E 14.4	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 8
	AbD B9	E 14.5	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 9
	AbD B10	E 14.6	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 10
	AbD B11	E 14.7	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 11
	AbD B12	E 15.0	BOOL	absence de dérangement dans le bruleur 12
	CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
	SMR1	M 0.0	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 1
	SMR2	M 0.1	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 2
	SMR3	M 0.2	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 3
	SMR4	M 0.3	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 4
	SMR5	M 0.4	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 5
	SMR6	M 0.5	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 6
	SMR7	M 0.6	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 7
	SMR8	M 0.7	BOOL	enclenchement de rideaux d'air 8
	SMEF	M 1.0	BOOL	enclenchement du moteur à extraction de fumé
	SMA10	M 1.1	BOOL	enclenchement du moteur à air 10
	SRT	M 1.2	BOOL	ringage des tubes radiants et caniveaux
	SCZ1	M 6.1	BOOL	résultat de comparaison de température ds la zone 1
	SCZ2	M 6.2	BOOL	résultat de comparaison de température ds la zone 1
	SC3Z2	M 6.3	BOOL	résultat de comparaison de température ds la zone2
	SC4Z2	M 6.4	BOOL	resultat de comparaison de température ds la zone 2
	SC5Z3	M 6.5	BOOL	résultat de comparaison de la température ds la zone 3
	SC6Z3	M 6.6	BOOL	résultat de comparaison de la température ds la zone 3
	SC7Z4	M 7.0	BOOL	résultat de comparaison de la température ds la zone 4
	SC8Z4	M 7.1	BOOL	résultat de comparaison de température ds la zone 4
	ta z1	M 7.2	BOOL	temperature atteinte ds la zone 1
	ta z2	M 7.3	BOOL	temperature atteinte ds la zone 2
	ta z3	M 7.4	BOOL	temperature atteinte ds la zone 3

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	ta z4	M 7.5	BOOL	temperature atteinte ds la zone 4
	VP	MD 58	REAL	
	AFF1	MD 200	REAL	afficheur de température de la zone 1
	AFF2	MD 204	REAL	afficheur de température de la zone 2
	AFF3	MD 208	REAL	afficheur de température de la zone 3
	AFF4	MD 212	REAL	afficheur de température de la zone 4
	AFF5	MD 216	REAL	afficheur de température de la zone 5
	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5

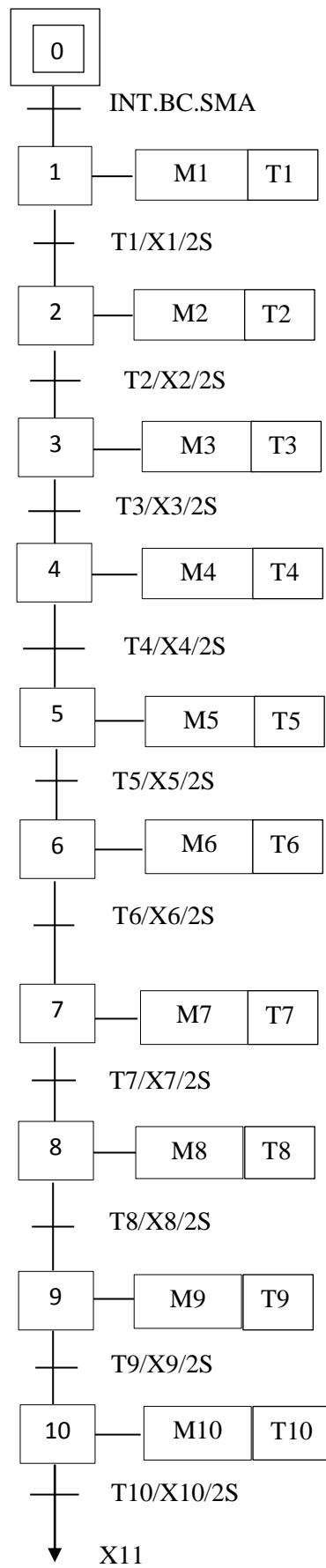
7. Conclusion

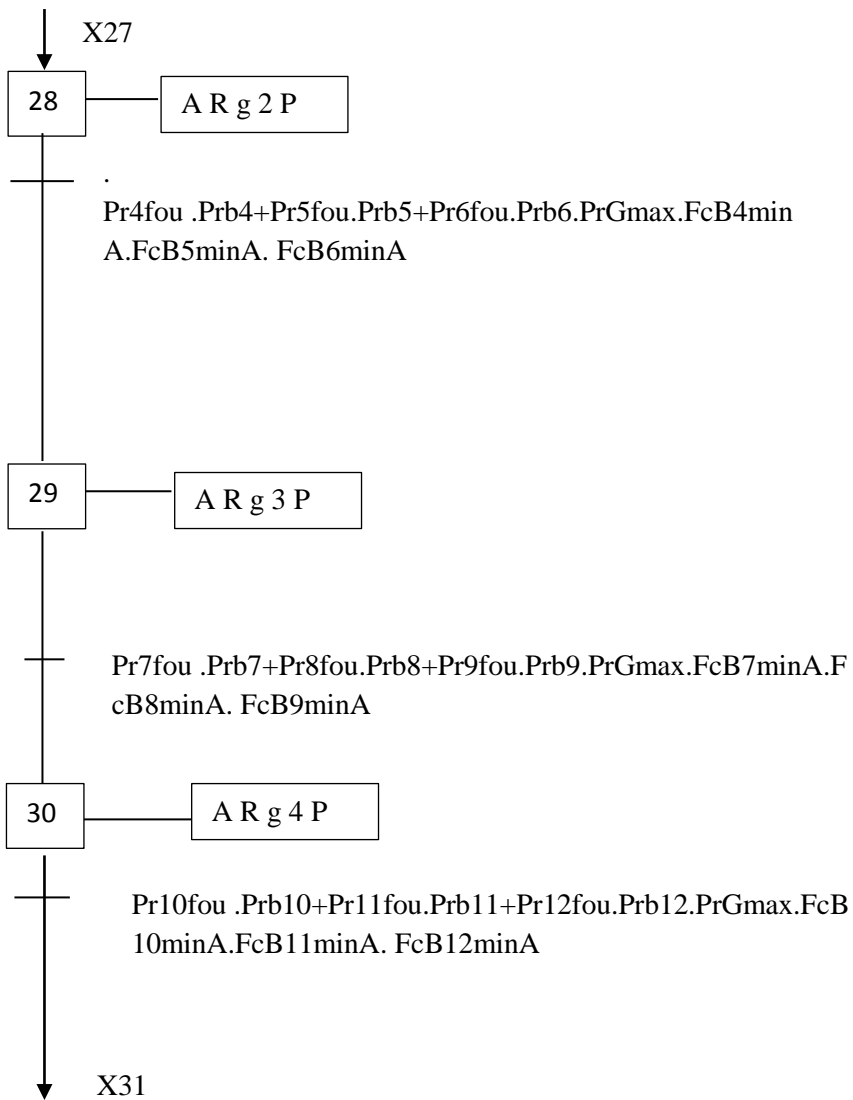
Dans ce chapitre nous présentés un puissant moyen de modélisation des systèmes automatisés, qui est le Grafset, ce dernier présente de nombreux avantages parmi ce c'est le passage facile du cahier des charges fonctionnels aux langages d'implantation.

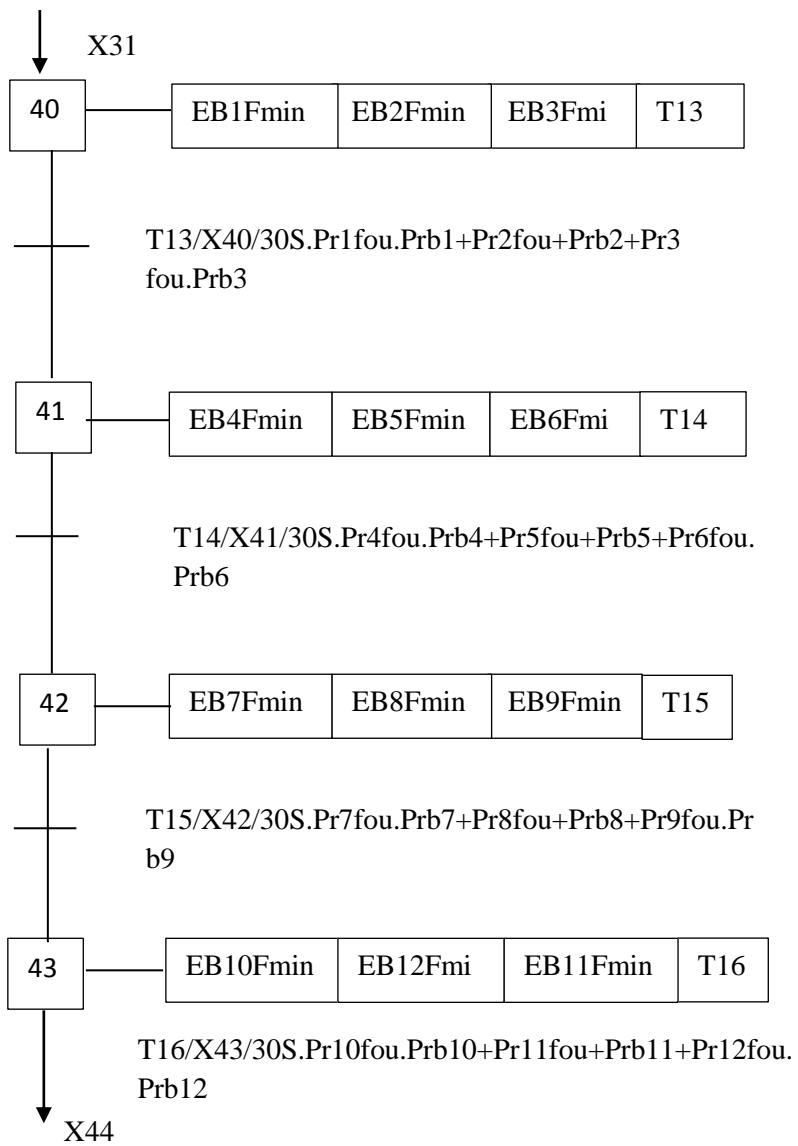
Nous avons proposé dans ce chapitre des améliorations au niveau de la partie commande en remplaçant le programmeur à cames par un automate programmable industriel S7 300, de plus la régulation des brûleurs a été allégée en regroupant trois brûleurs avec un seul régulateur.

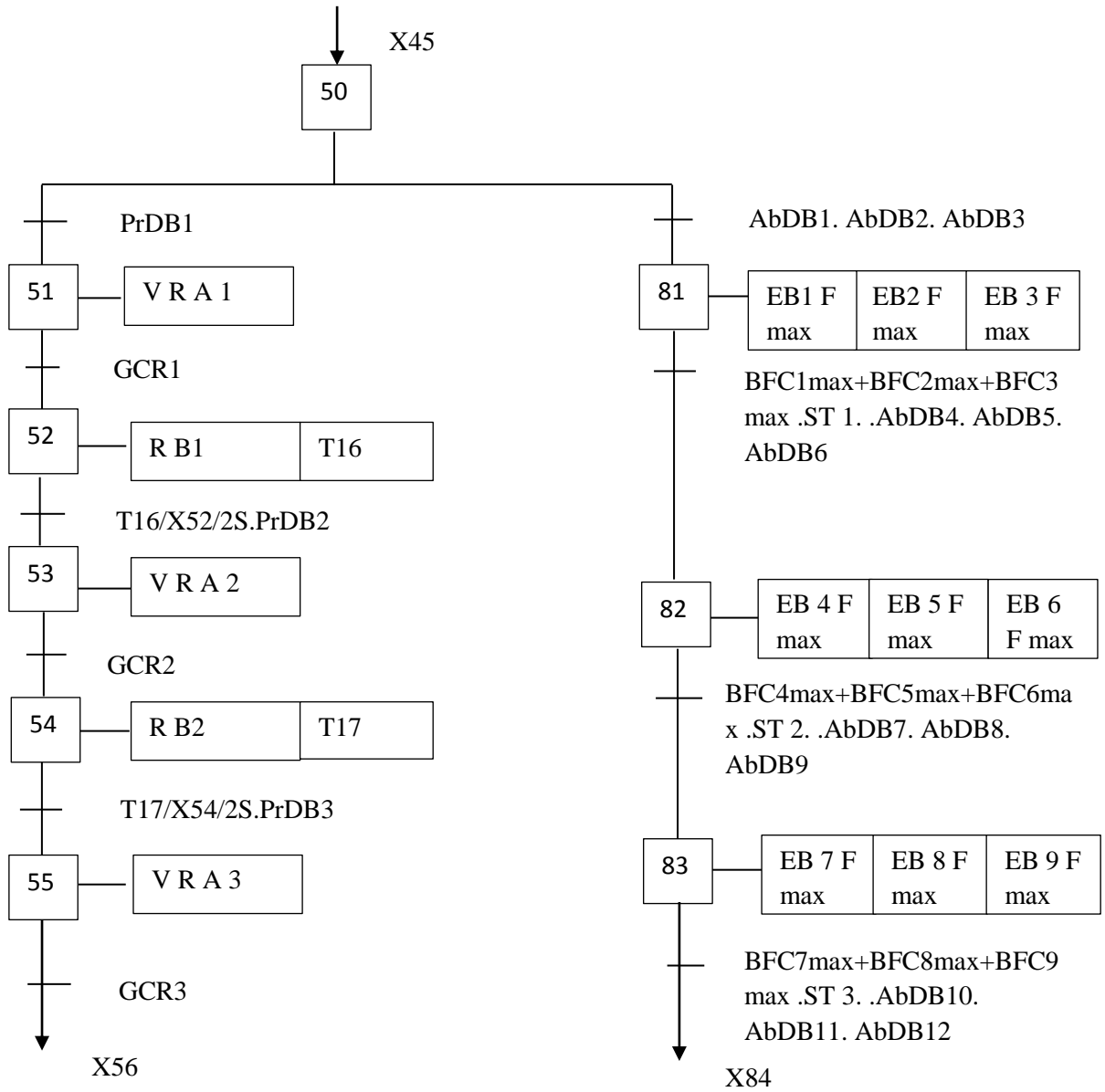
Un grafset du four E11 est été réalisé pour une éventuelle programmation et supervision que seront l'objectif du chapitre suivant.

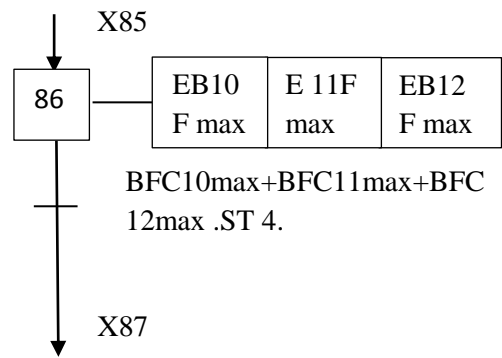
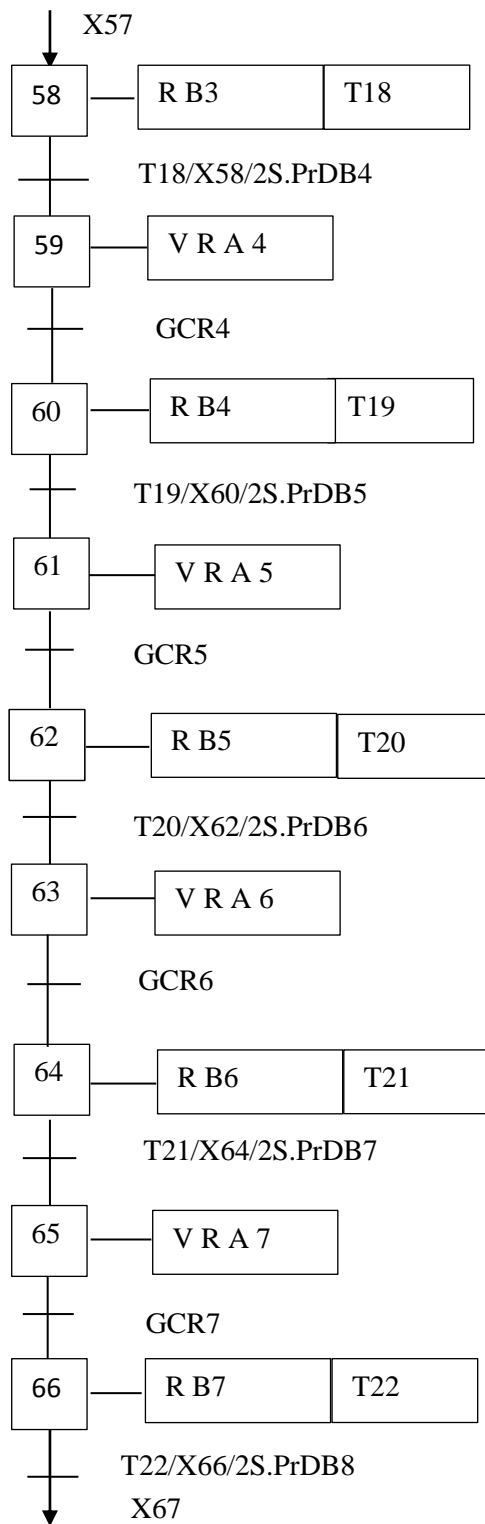
1. Démarrage du four

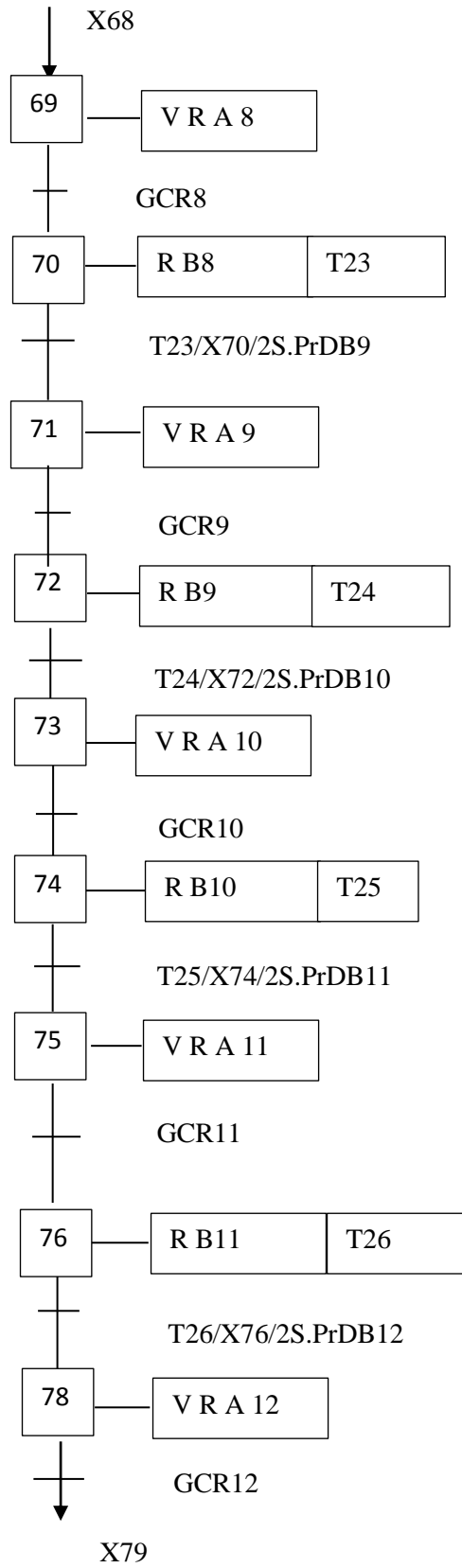


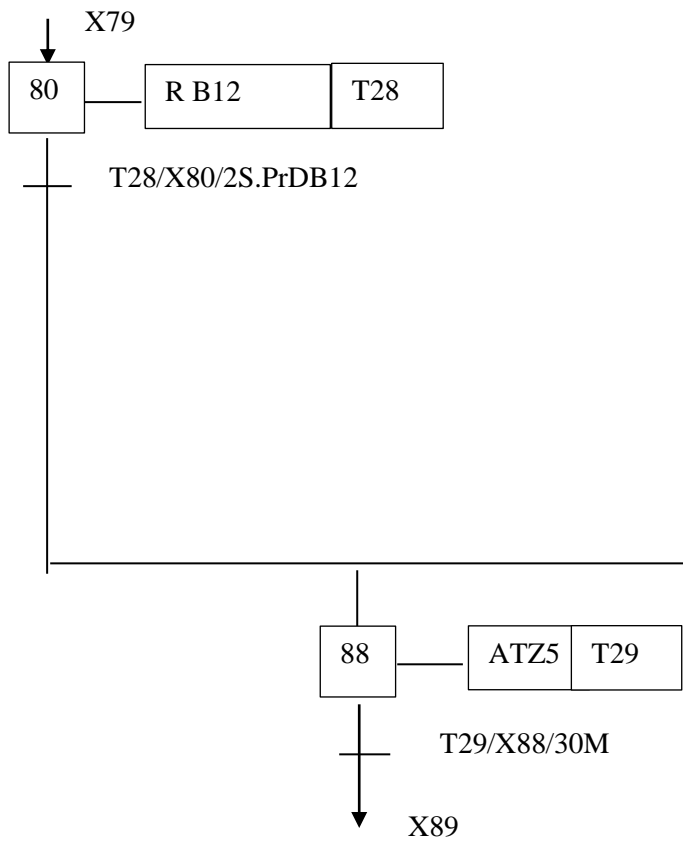




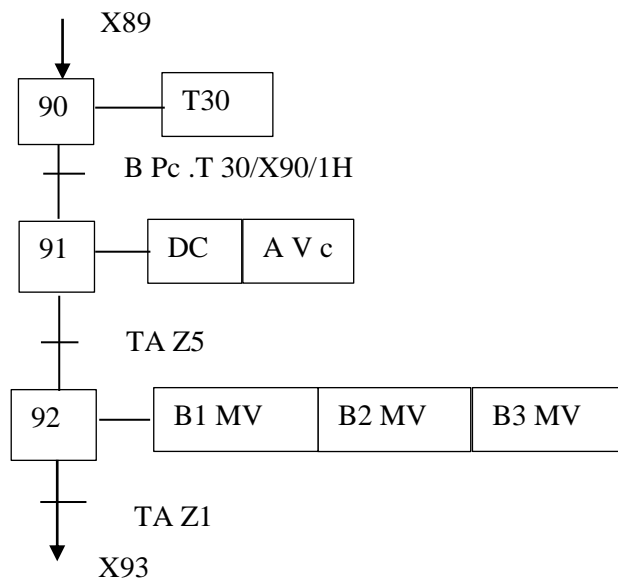


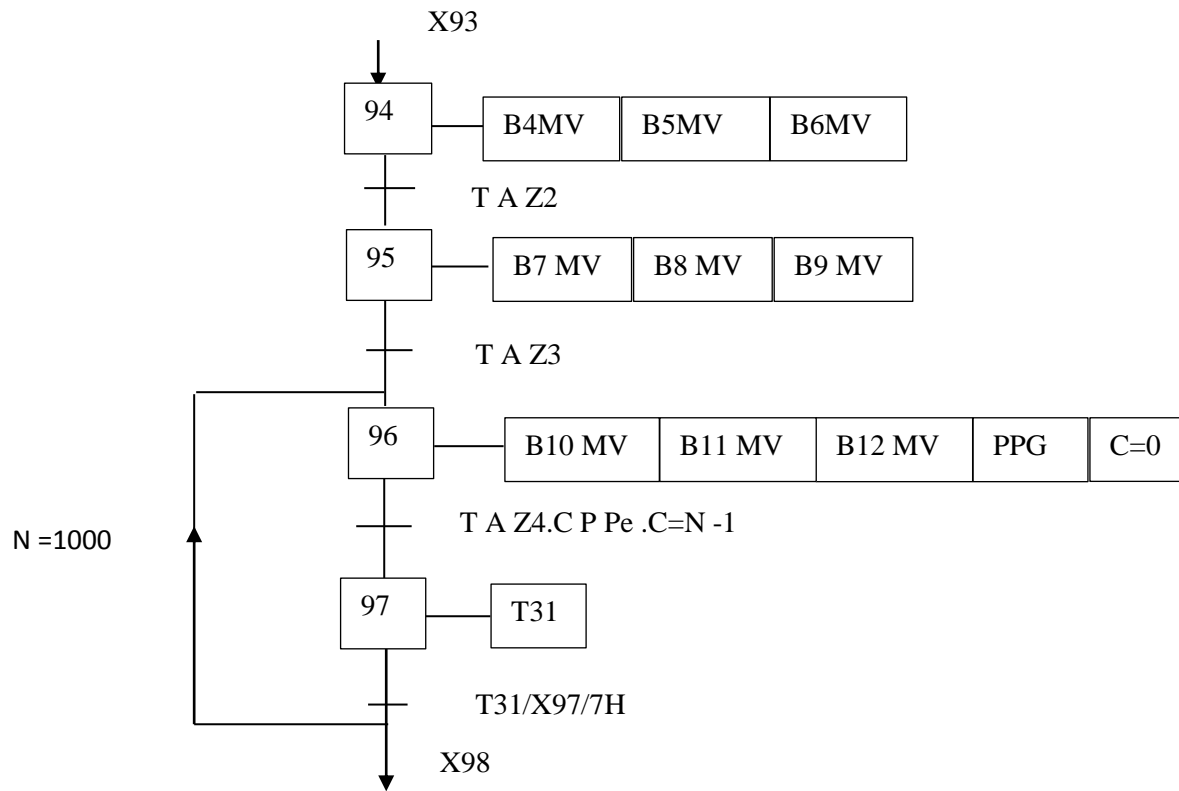




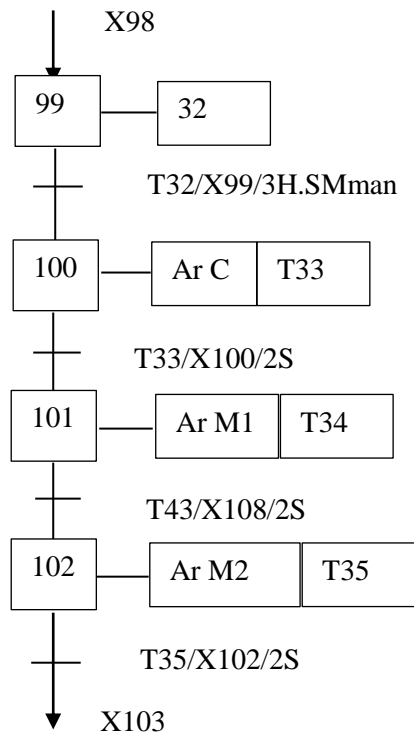


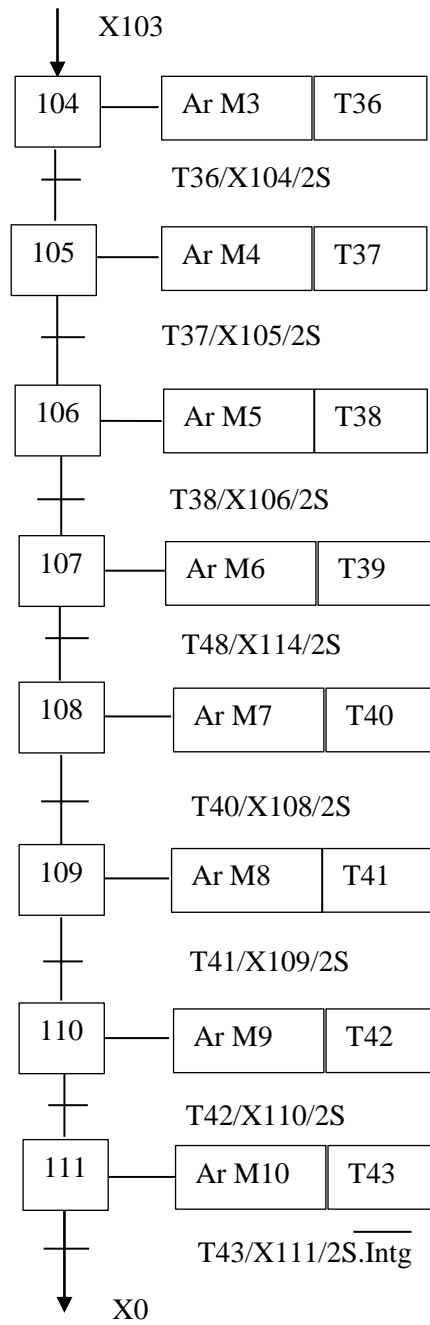
3. Démarrage du convoyeur





4. Arrête du four





CHAPITRE III

1. Introduction

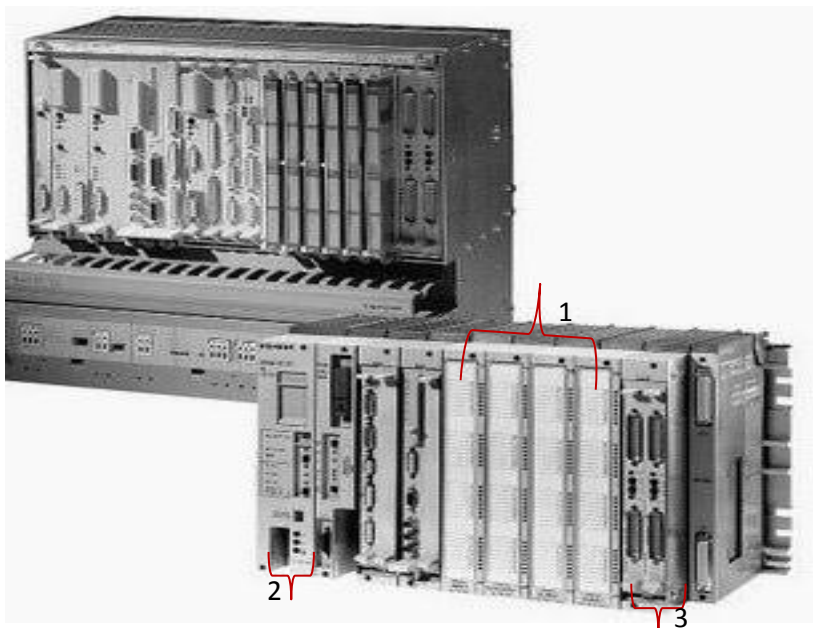
Parmi l'ensemble des systèmes automatisés, nous nous intéressons, dans ce mémoire, plus particulièrement aux systèmes automatisés pilotés par des Automates Programmables Industriels (API).

L'objectif de ce chapitre est de présenter une description du matériel (API) et logiciels (step7) utilisés pour l'automatisation du four de cuisson à émaillage à base d'un API SIMATIC S7- 300 qui est programmé sous le logiciel Step7, ainsi que les différentes tâches pour une conception d'une interface IHM de supervision en utilisant l'outil WinCC flexible.

➤ Programmation

2. Historique sur l'automate programmable industriel (API) [7]

Les automates programmables sont apparus aux USA vers les années 1969 à l'époque ils étaient destinés essentiellement à automatiser les chaînes de montages automobiles. Développé par la Bedford Associates du Massachusetts aux USA. Le MODICON 084 (Moduler Digital Controller) a été le 1er API au monde à avoir intégré l'industrie productive comme le montre la figure (3.1).



- 1 : Carte entrée /Sortie
- 2 : Carte d'alimentation et CPU
- 3 : Carte de communication

Figure 3.1 API (MODICON 084)

3. Définition d'un automate

API (Automate Programmable Industriel) est un appareil électronique destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Ladder...etc.) pour le stockage interne des instructions donnée afin de satisfaire un objectif donné. L'automate

permet de contrôler, coordonner et d'agir sur l'actionneur, ce qui permet de simplifier la tâche d'automatisation des processus industriels.

4. Structure de l'automate programmable industriel

4.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire

a) Automate de type compact

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates sont de fonctionnement simple et ils sont généralement destinés à la commande des petits automatismes (micro automate) (figure3.2).

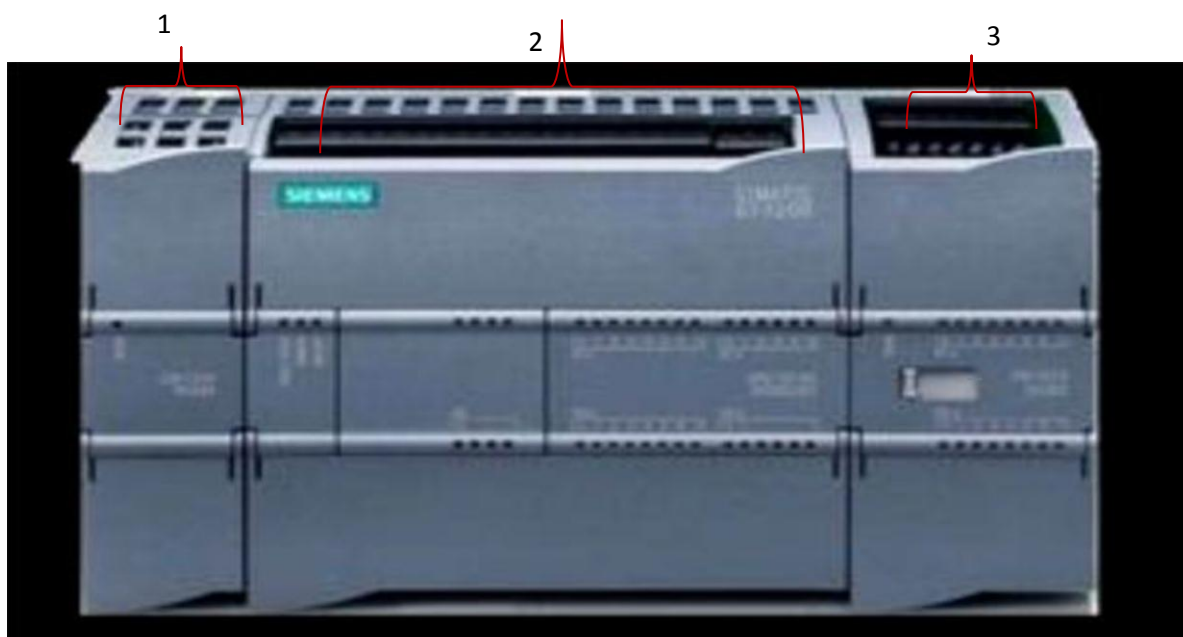


Figure 2.3 API d'un type modulaire (siemens S7)

1 : Alimentation

2 : Bloc communication CPU et E/S

3 : Bloc extension

b) Automate De 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 plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où de puissance, ils ont une grande capacité de traitement et une flexibilité (figure 3.3).



Figure 3.3 API d'un type modulaire (siemens S7)

- 1 : Module d'alimentation
- 2 : Module CPU
- 3 : Module E/S
- 4 : Carte mémoire EEPROM

4.2 Structure interne de l'automate programmable industriel

La robustesse et la facilité d'emploi des automates programmables industriels font qu'ils sont très utilisés dans la partie commande des systèmes industriels automatisés. L'automate programmable reçoit et envoie les informations par modules d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) et puis commandé par CPU ("Central Processing Unit) suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Un API se compose donc de quatre grandes parties (voir la figure 3.4)

- Le processeur.
- La zone mémoire.
- Le module Entrée/Sortie.
- Module d'alimentation.

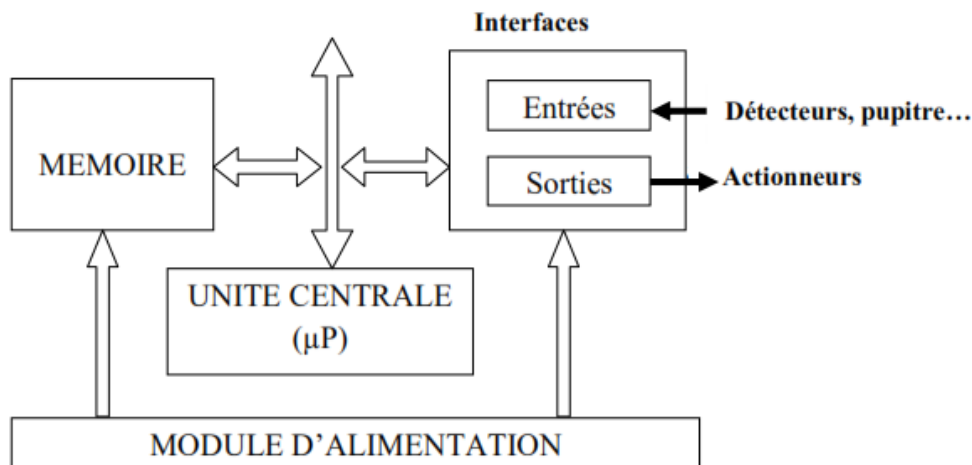


Figure 3.4 structure interne de l'API

a) Module d'alimentation : ce module doit fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement correct de l'ensemble de l'automate. Il sera dimensionné en fonction des consommations des différentes parties.

b) Unité centrale : elle traite les données et réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...). Elle contient en mémoire le programme et élabore donc les ordres de commande. Son cœur est composé d'un microcontrôleur alimenté en 5volt.

c) Les bus interne : ce sont des circuits chargés d'adapter en tension et en courant les signaux entre l'unité centrale et les entrées-sorties. Ils assurent en outre un isolement entre les entrées-sorties et l'unité centrale.

d) Mémoires : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

e) Interfaces d'entrées / sorties

- **Interfaces d'entrées** : ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs. Elles peuvent être logiques (T.O.R.), analogiques, ou numériques.
- **Interfaces de sorties** : ce sont des circuits spécialisés capables de contrôler en toute sécurité pour l'automate les circuits extérieurs. Elles peuvent être logiques (T.O.R.), analogiques, ou numériques.

5. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel

L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives qui se répètent comme suit (figure 3.5).

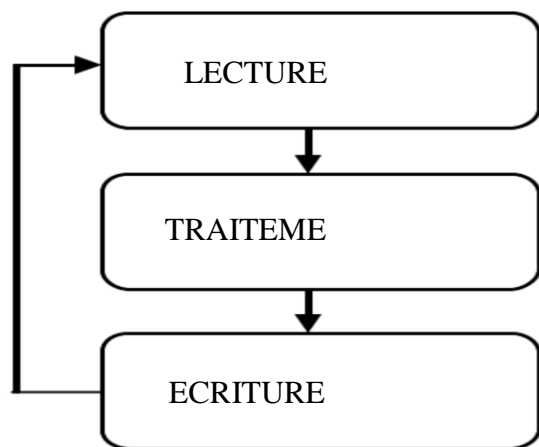


Figure 3.5 Cycle de fonctionnement d'un API

6. Les types des automates programmables industriels

6.1. Automate de petite gamme

Ces automates sont destinées pour de petite application. Le nombre d'entrées sorties ne dépasse pas 48. Ils se présentent dans les boîtiers compacts où tous les modules (CPU, Alimentation, Module d'E/S, interface de communication) sont intégrés dans une mémoire boîtier. Il ne dispose d'aucune possibilité d'extension

6.2. Automates de moyenne gamme

Dans cette gamme le nombre d'E/S peut atteindre 400, ces automates ont une structure modulaire extensible.

6.3. Automates de haute gamme

Ce sont des automates super puissants dont les performances permettant de gérer jusqu'à 2024 E/S et plus. Il dispose d'une structure modulaire

7. Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

7.1. Tout ou rien (TOR)

L'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir...etc.

7.2. Analogique

L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température...).

7.3. Numérique

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale.

C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

8. Choix d'un automate programmable industriel

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

- ✓ Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).
- ✓ Le type des entrées/sorties nécessaire.
- ✓ Le nombre d'entrées/sorties nécessaire.

9. Avantages et Inconvénients des API [8]

9.1 Les Avantages

- Simplification du câblage.
- Modifications du programme faciles à effectuer par rapport à une logique câblée.
- Enormes possibilités d'exploitation.
- Fiabilité professionnelle.
- Possibilité de gérer des tâches parallèles.
- Simplicité de la programmation : Pour des applications très simples, il existe des langages ne nécessitant quasiment aucune connaissance en programmation comme le langage Ladder.

9.2 Les inconvénients

- Le coût élevé du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.

10. Automate S7-300 CPU315

L'automate S7-300 est l'un des automates les plus utilisés dans l'industrie grâce à son coût, ses avantages et ses caractéristiques. C'est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface Multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet (PROFINET).



Figure 3.6 SIMATIC S7-300

11. Langages de programmation [9]

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG pour S7-300/400 font partie intégrante du logiciel de base.

11.1. La liste d'instructions (LIST)

Est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

11.2. Le logigramme (LOG)

C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

11.3 Le schéma à contacts (CONT, langage LADDER)

Est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

12. Utilisation de Step7

Step7 permet l'accès 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 tous les réseaux pour les programmer mais, 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 PCS7.

➤ Créer son projet

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés.

Le plus simple pour créer un nouveau projet, c'est d'avoir recours à l'assistant « **nouveau projet** ».

Pour l'appeler, on choisit la commande « fichier » assistant « nouveau projet ». L'assistant étant lancé, cette première fenêtre s'ouvre à l'écran. C'est la fenêtre d'introduction (figure 3.7)

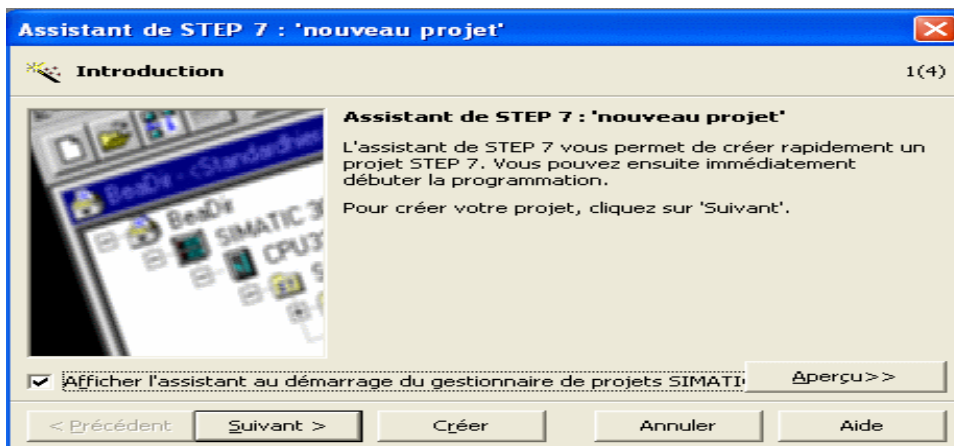


Figure 3.7 fenêtre assistant de STEP 7

Cliquer sur « **suivant** », cette seconde fenêtre prend la place de la précédente, c’est la première des trois fenêtres de configuration de projet. On choisit le module de CPU de l’automate à programmer figure (3.8).

Nous utilisant dans notre cas la CPU 315 qui a les caractéristiques suivantes :

- Mémoire de travaille 48 ko
- 0.3ms/kinst avec un port MPI
- Configuration à plusieurs rangées jusqu’à 32 modules
- Communication S7 (FB/FC chargeables)
- Firmware V1.2

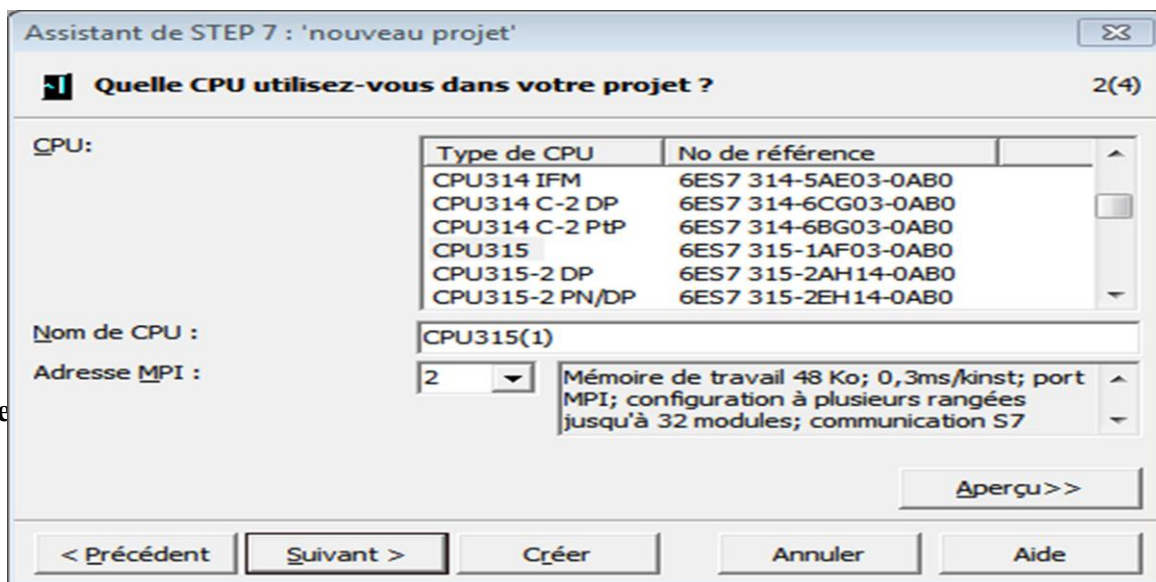


Figure 3.8 sélection de la CPU

Cliquer sur « **suivant** », cette troisième fenêtre « figure 3.9 » apparaît alors. C’est la deuxième fenêtre de la configuration de projet.

-il faut choisir les blocs d'organisation à utiliser. L'API exécute la séquence suivante de façon répétitive, tant qu'il est en mode d'exécution :

-lecture de l'état des entrées

-exécution complète des blocs OB

- écriture de l'état des sorties obtenue suite à l'exécution des blocs OB

-il faut aussi choisir le langage de programmation : CONT, LOG, ou LIST. La figure citée ci-dessus représente un exemple de sélection de bloc à programmer et mode de programmation choisit étant le CONT.

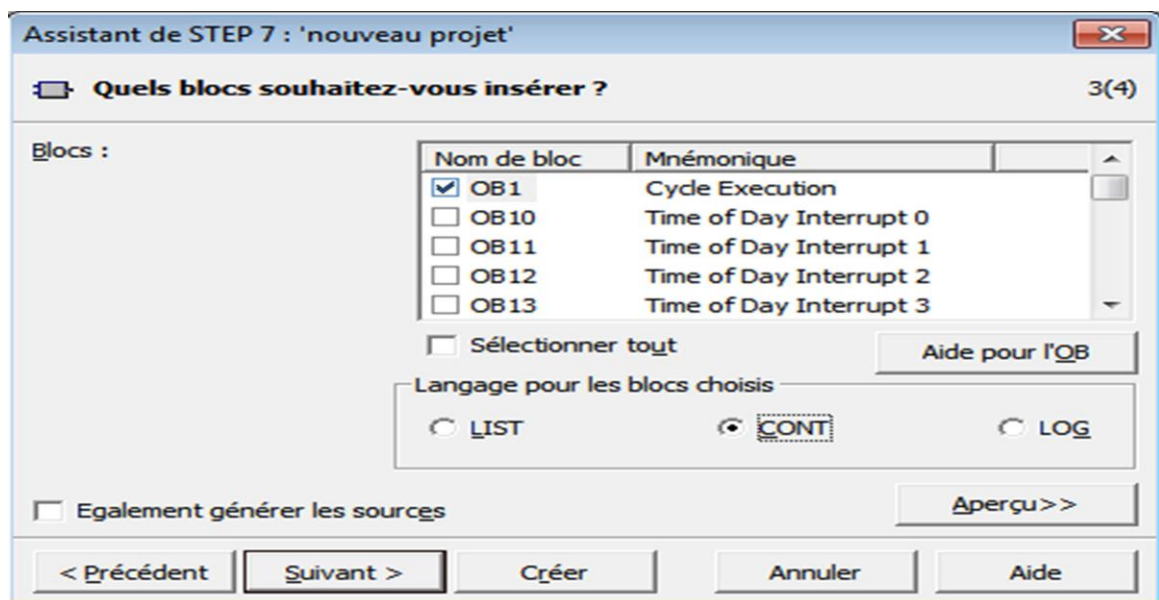


Figure3.9 sélection de bloc et mode de programmation

Cliquer sur « suivant » cet avant dernière fenêtre apparaît. Il suffit de choisir un nom pour le projet. Après l'exécution de la commande SIMATIC manager s'ouvre avec la fenêtre de projet « nom du projet » nouvellement crée.

Une fois le projet est créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la figure 3.10.

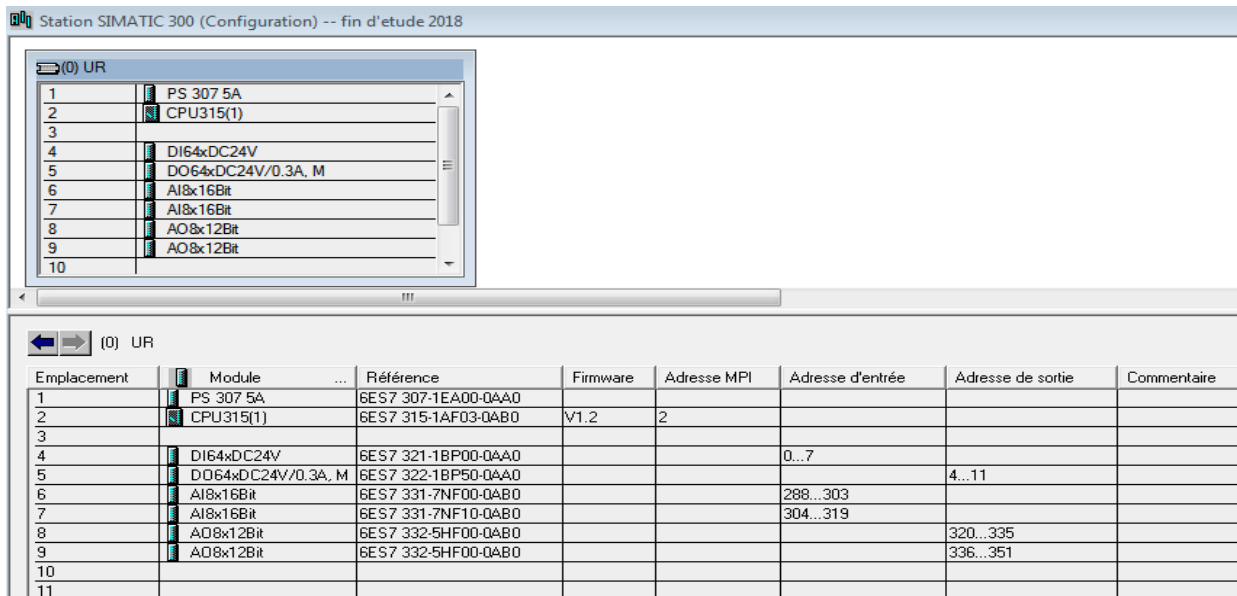


Figure 3.10 configuration matériel

Ensuite nous passons au programme utilisateur que nous avons conçu au préalable pour la commande du notre système, ce dernier est composé d'objet définis dans l'environnement de step7, voir la figure 3.11.

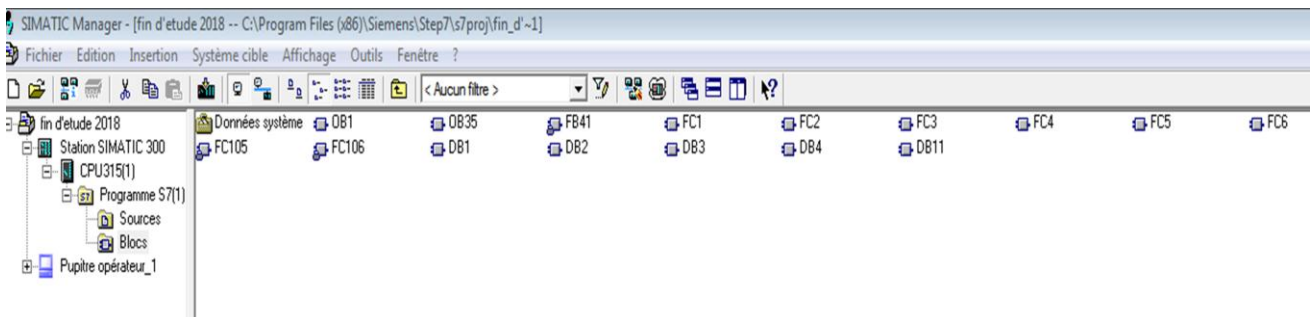


Figure 3.11 vue des composants d'un projet S7

13. Quelques extraits du programme

Pour faciliter la tâche on a divisé le programme en quatre sous programmes dans différents bloc FC :

- FC1 : démarrage du four
- FC2 : chauffage du four
- FC3 : les alarmes tout ou rien
- FC4 : démarrage du convoyeur
- FC5 : arrêt du four
- FC6 : les entrées et sorties analogique

Avec un bloc d'organisation (OB35) pour les régulateurs qui est appelé par le système d'exploitation et gère le traitement du programme cyclique.

Les figures suivantes montrent quelques exemples du programme

Réseau 2 : enclenchement de rideaux d'air 1

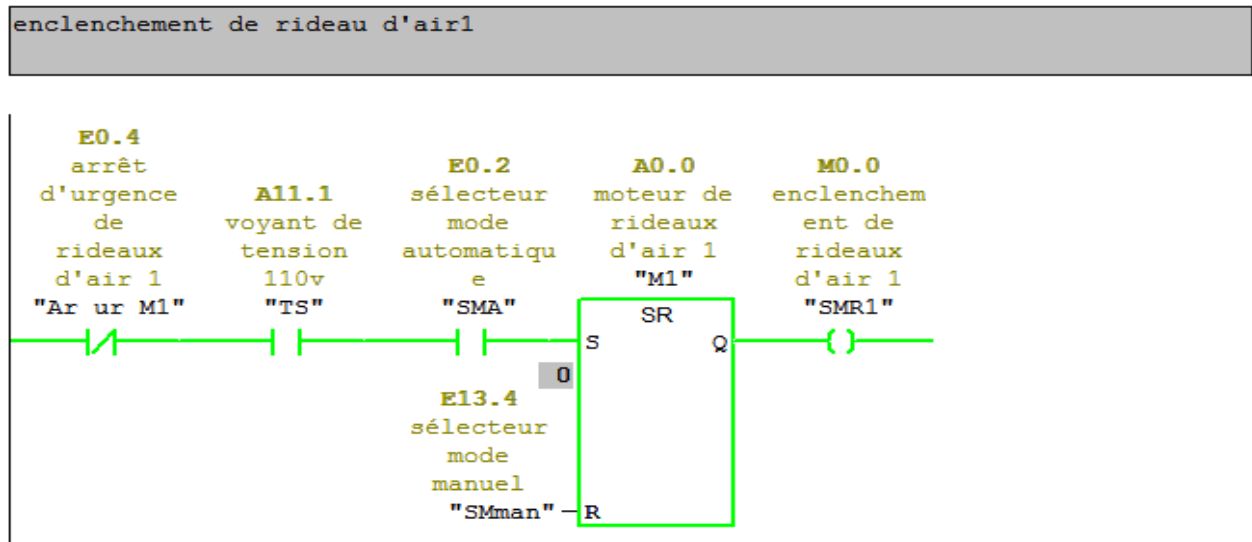


Figure 3.12 enclenchement du rideau d'air 1

Réseau 3 : enclenchement de bruleur 1 2 3 à feu min

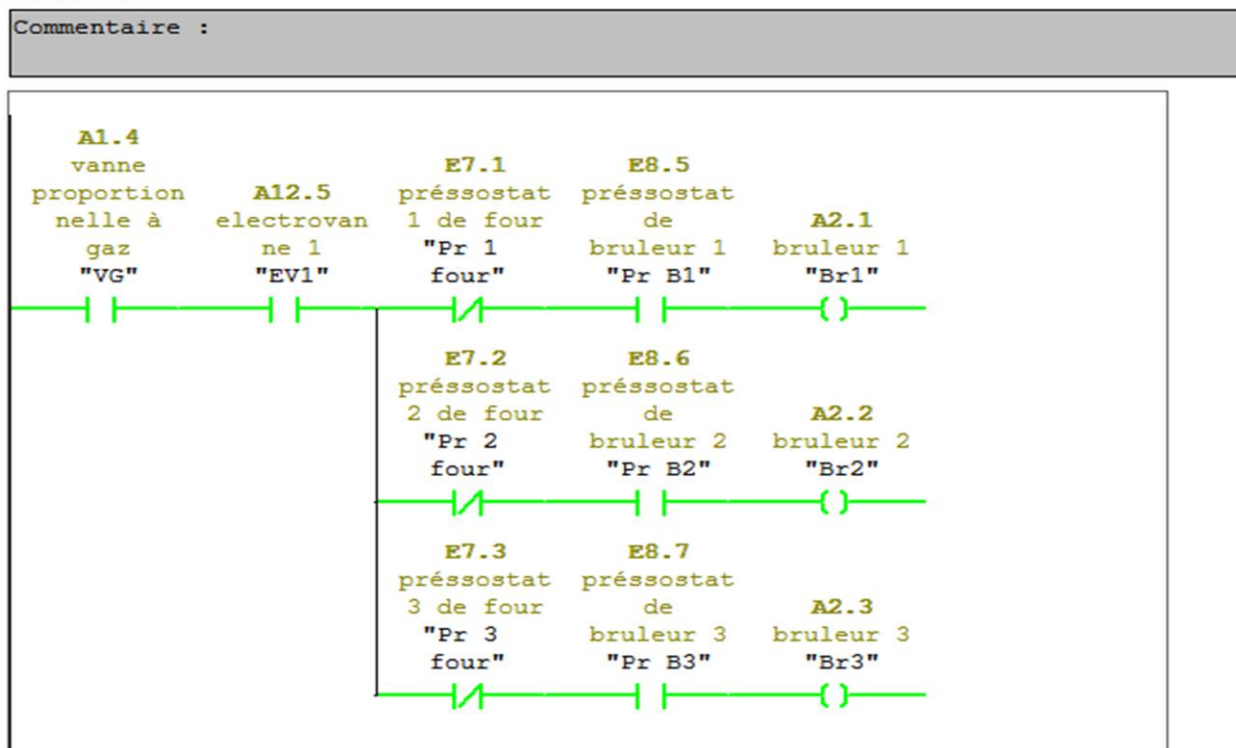
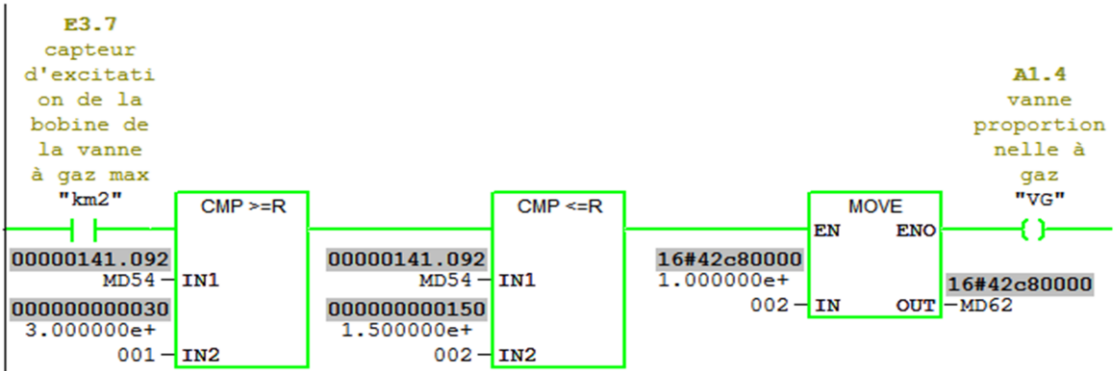


Figure 3.13 enclenchement des brûleurs 1 2 3 à feu min

Réseau 23 : ouverture de la vanne à gaz max

Commentaire :



Réseau 20 : La vanne proportionnel à gaz

ouverture de la vanne au min puis au max

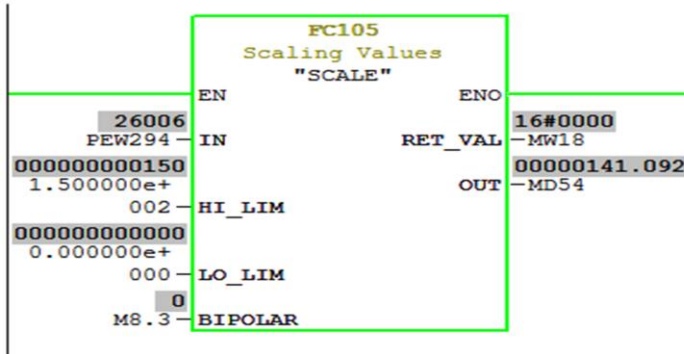


Figure3.14 ouverture de la vanne proportionnelle au max

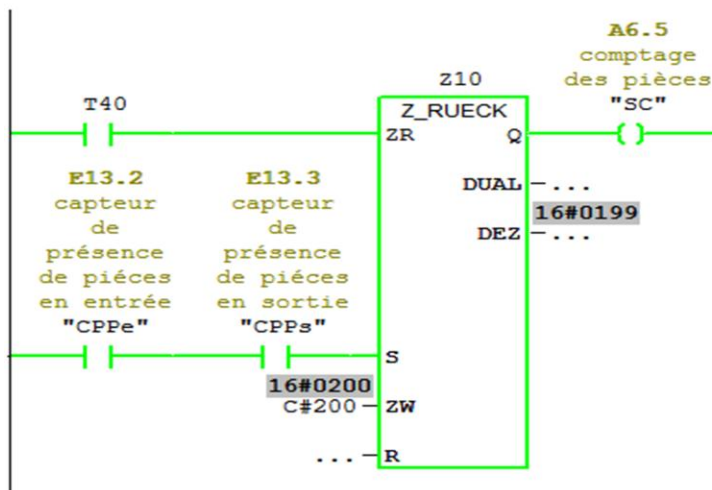


Figure3.15 compteur des pièces

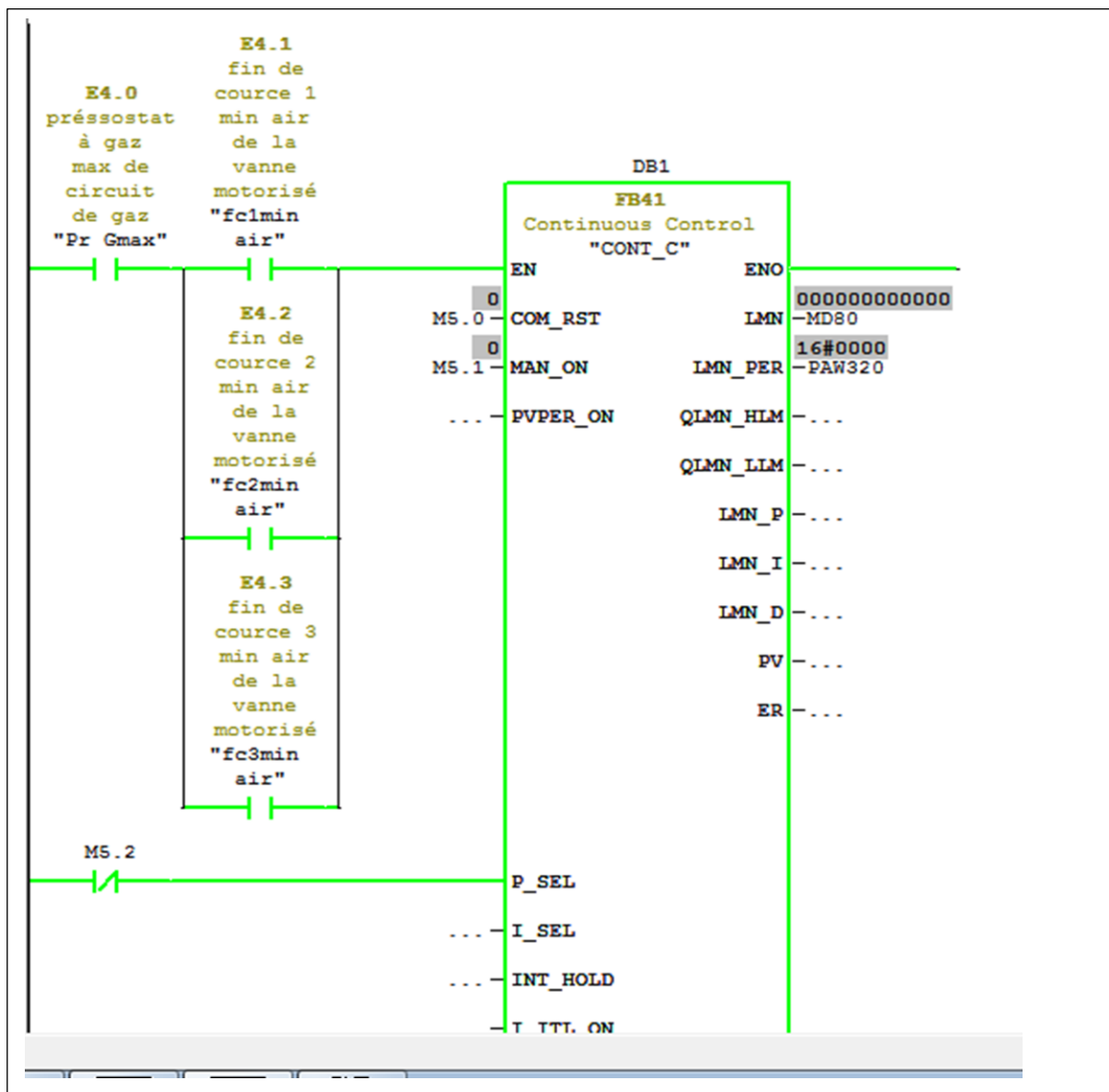


Figure3.16 régulateur proportionnel 1

14. Programmation de la régulation PID en utilisant le bloc FB 41 intégré [11]

Le logiciel de programmation Step7 offre des blocs fonctionnels (FB) de régulation PID comprennent les blocs pour :

- La régulation continue
- La régulation pas à pas
- La modulation de largeur d’impulsion

Les FB de régulation proposent une régulation purement logicielle, c’est-à-dire qu’un bloc contient toutes les fonctions du régulateur. Les données nécessaires au calcul cyclique sont stockées dans des blocs de données associés OB, les blocs de données d’instance, ce qui permet aux FB de les appeler plusieurs fois. Le bloc FB41 sert à réguler des processus industriels à grandeurs d’entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage du bloc FB 41 nous

permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

Les fonctions les plus importantes sont : la consigne et la mesure, le bloc FB41 réalise un PID prêt à l'emploi avec une sortie continue et possibilité d'ajuster manuellement la valeur de sortie.

14.1. Mise en œuvre d'un régulateur PID sous step7

La programmation d'un automate industriel de type SIMATIC S7-300 en tant que régulateur PID se fait avec le logiciel STEP 7, les entrées sorties choisis de régulateur PID (bloc FB41) seront sauvegardés dans le bloc de données (DB1) d'instance associé à l'appel du bloc régulateur FB 41.

Pour concevoir un régulateur PID nous devons suivre les deux étapes essentielles :

- Configuration matériels
- Elaboration d'un programme en langage Contact sous STEP7 avec affectation des blocs fonctionnelle et données.

➤ **Supervision**

15. Le Superviseur HMI SIMATIC WinCC [10]

SIMATIC WinCC (Windows Control center) est un logiciel de Siemens qui permet de concevoir des IHM (Interface Homme Machine) dans le domaine des automates et de la conduite des processus industriels. Il permet de créer des interfaces graphiques, des vues des procédés, et de contrôler aussi le processus où l'opérateur peut intervenir, modifier ou d'introduire de nouvelles valeurs.

15.1 Constitution d'un système de supervision

La majorité des systèmes de supervision se compose, généralement, d'un moteur central (Logique) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques (Figure3.17).

a) Module de visualisation

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments

D'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanées.

b) Module d'archivage

Il mémorise des données pendant une longue période, et permet l'exploitation des Données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

c) Module de traitement

Il permet de mettre en forme les données, afin de les présenter, via le module de Visualisation, aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

d) Module de communication

Le module de communication assure l'acquisition et le transfert des données et gère La communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques

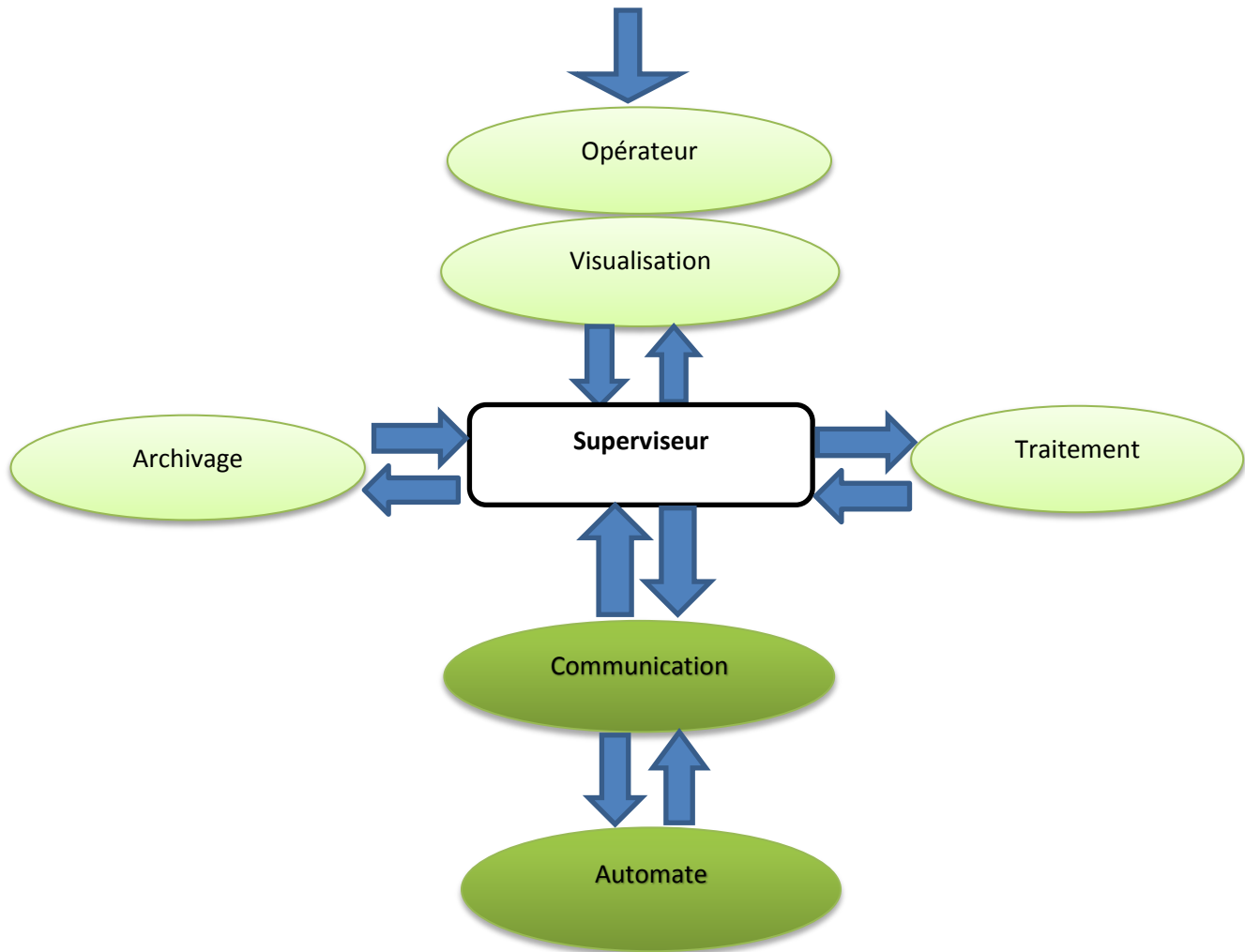


Figure 3.17 : Schéma synoptique d'un système de supervision

15.2. Les principales étapes suivies pour créer notre application sous WINCC

- Créer un projet
- Sélectionner et installer l'API
- Définir les variables dans l'éditeur de variables
- Créer et éditer les vues dans l'éditeur graphics designer
- Paramétrer les propriétés de WINCC runtime

- Activer les vues dans le WINCC runtime
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus

15.3 Communication entre WINCC et automate programmable industriel (API)

Dans le cadre des échanges de données, les variables de processus constituent le lien entre WINCC et les automates programmables. Chaque variable de processus de WINCC correspond à une valeur de processus déterminée dans la mémoire de l'un des automates programmables connectés. Au runtime, WINCC lit sur l'automate programmable la zone de données dans laquelle cette valeur de processus est enregistrée et détermine ainsi la valeur des variables de processus.

15.4 Caractéristiques techniques de WINCC

Le logiciel de supervision WinCC est constitué de plusieurs outils utilisés pour simplifier le développement des HMI qui sont :

- Manipulation du projet
- Bibliothèques d'objets de configuration prédéfinis ou confectionnés par l'utilisateur
- Prise en charge linguistique
- Runtime
- Test et assistance à la mise en service
- Communication ouverte entre systèmes HMI et systèmes de niveau supérieur.

15.5 Win CC flexible Runtime

L'application runtime de WinCC flexible, permet à l'opérateur de réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont alors exécutées :

- Communication avec les automates du processus.
- Affichage des vues à l'écran de supervision.
- Commande du processus, par exemple. Spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes, démarrage et arrêt des moteurs et pompes, etc.
- Archivage des données de runtime actuelles, des valeurs de processus et événements d'alarme pour un diagnostic de défaillances.

16. Création de l'interface WinCC

Dans WinCC flexible, nous allons créer des vues pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Pour créer des vues, nous disposons d'objets prédéfinis permettant de représenter notre installation, d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

a. Création d'un nouveau projet

Elle se fait en cliquant sur l'icône « crée un projet avec l'assistant de projet » se trouvant dans l'interface principale de Win CC flexible. La dernière étape consiste à nommer le projet figure3.18.

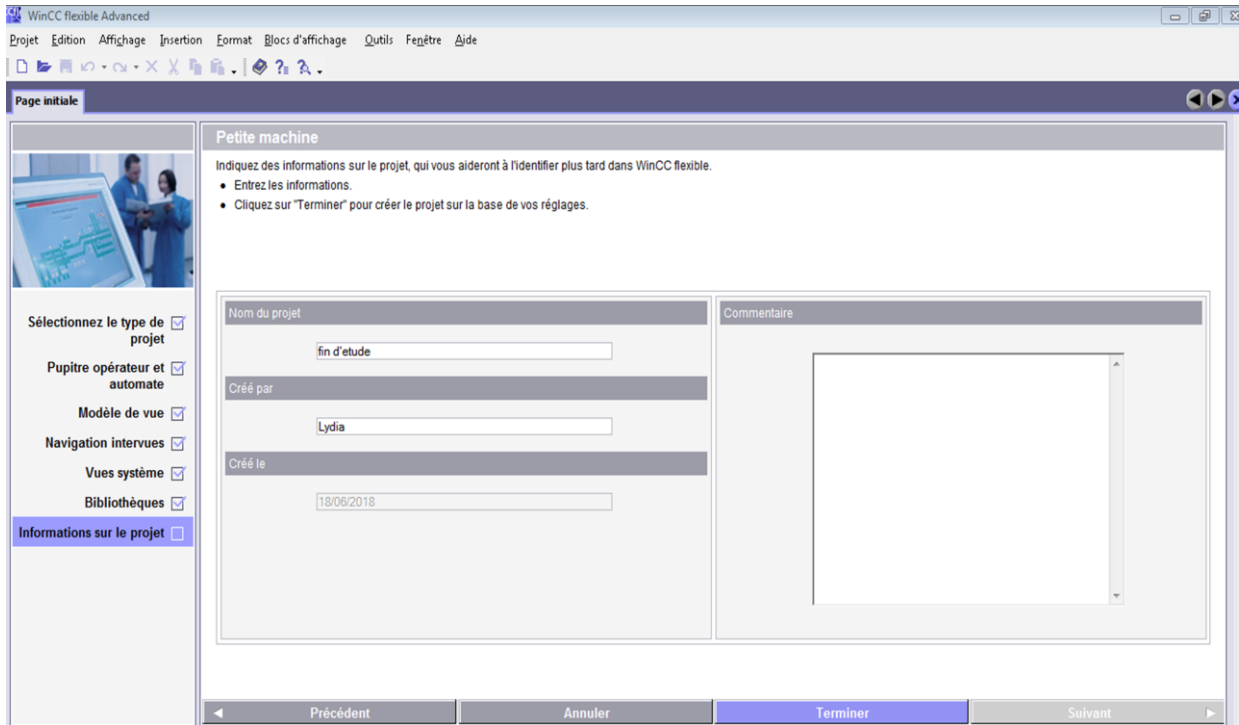


Figure3.18 : Création d'un nouveau projet

b. Sélection du pupitre opérateur

On a la possibilité de sélectionner un pupitre opérateur, chacun avec ses spécificités y compris des pupitres qui ne sont pas du constructeur SIEMENS (figure 3.19)

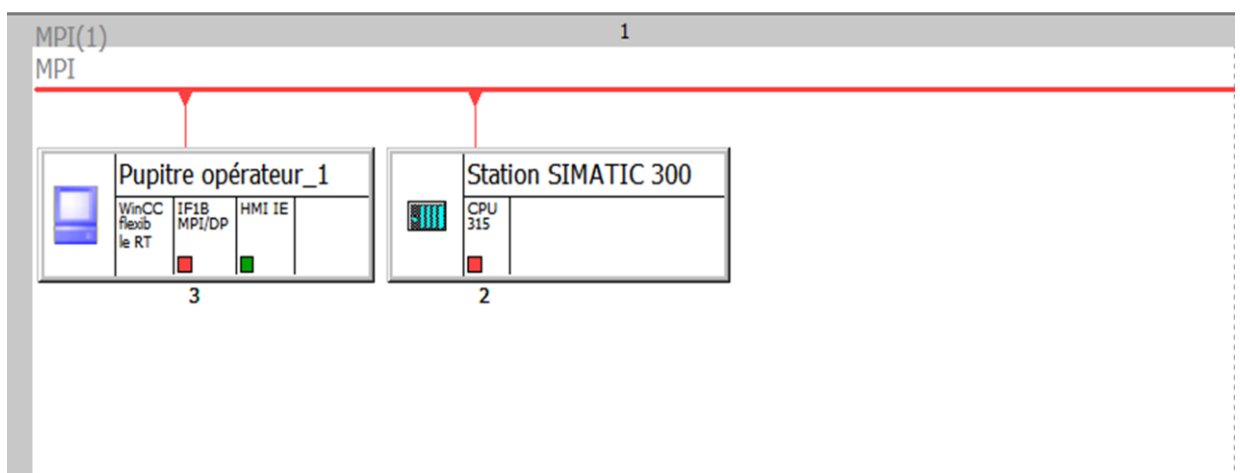


Figure 3.19 : Sélection du pupitre operateur

c. Espace de travail

A l'ouverture, trois fenêtres s'ouvrent (fenêtre de projet, fenêtre des propriétés, fenêtre des outils) ainsi que la vue d'alarme. Pour l'édition des autres vues on change la configuration de la vue modèle (initiale) (figure 3.20).

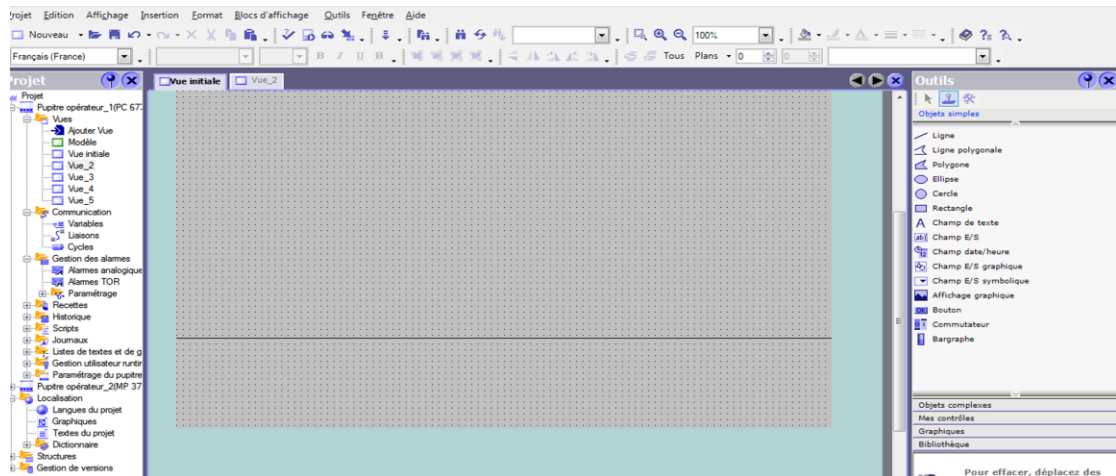


Figure 3.20 : Espace de travail

d. Les Alarmes

Les alarmes montrent les événements ou les états de fonctionnement qui se produisent dans les installations industrielles. Les alarmes peuvent servir à diagnostiquer les erreurs.

On distingue deux types d'alarmes :

a) Alarmes TOR : elles indiquent les modifications d'état (vrai ou faux) et elles sont déclenchées par les E/S. une alarme indique si une vanne est ouverte ou fermée par exemple.

b) Alarmes analogiques : elles indiquent des dépassements de limites. Elle est déclenchée si le régime d'un moteur est inférieur à une valeur donnée.

➤ Une fois la liaison est établie en passe à la création des vues nécessaire qui débloquent la situation et le bon fonctionnement de notre station ,alors on a construit trois vue qui contiennent des boutons de navigation à partir on peut sélectionner la vue à visualiser notamment :

- Vue d'accueil
- Vue globale de four (E11)
- Vue d'alarmes
- Vue de la vanne proportionnelle

✓ **Vue d'accueil**

La vue d'accueil est la vue qui sera tout le temps visible sur le pupitre elle mise au premier plan. Cette dernière nous accès à toutes les vues de la machine (figure 3.21).

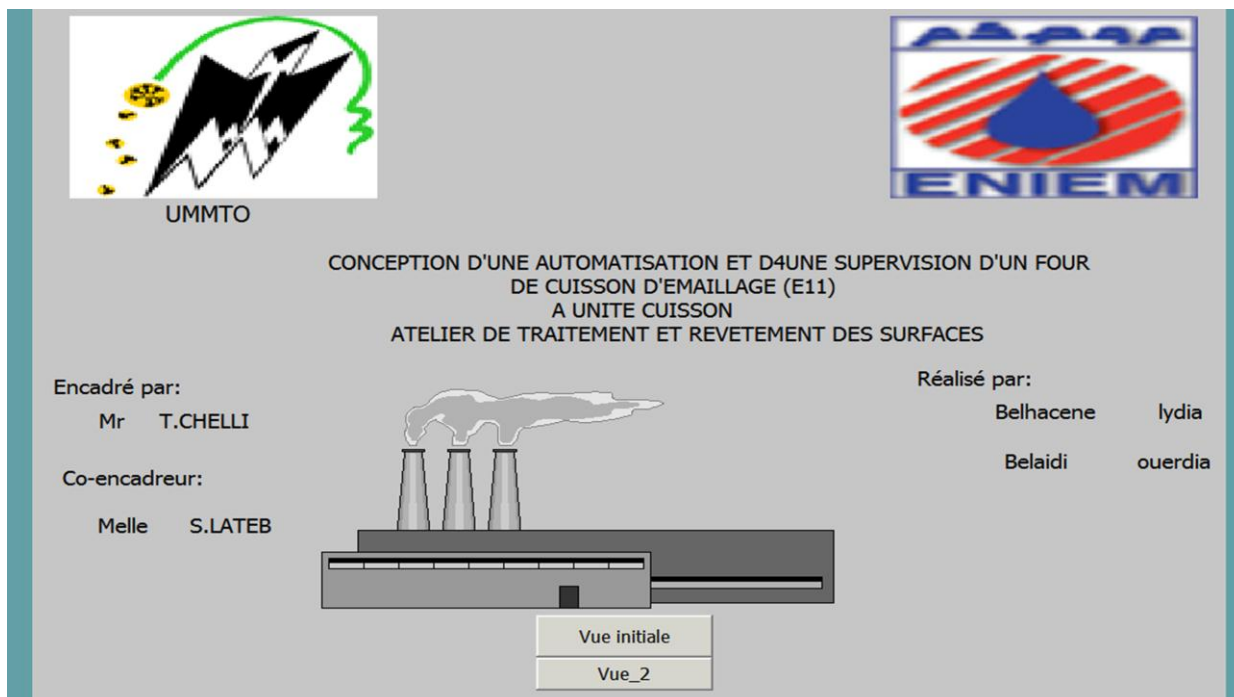


Figure 3.21 : Vue d'accueil

✓ **Vue globale de four (E11)**

Sur cette image nous avons une vue globale de la machine à l'aide du curseur du pupitre nous pouvons aller d'une vue à une autre par un simple clic sur l'icône de l'image nous désirons selon le besoin (figure 3.22).

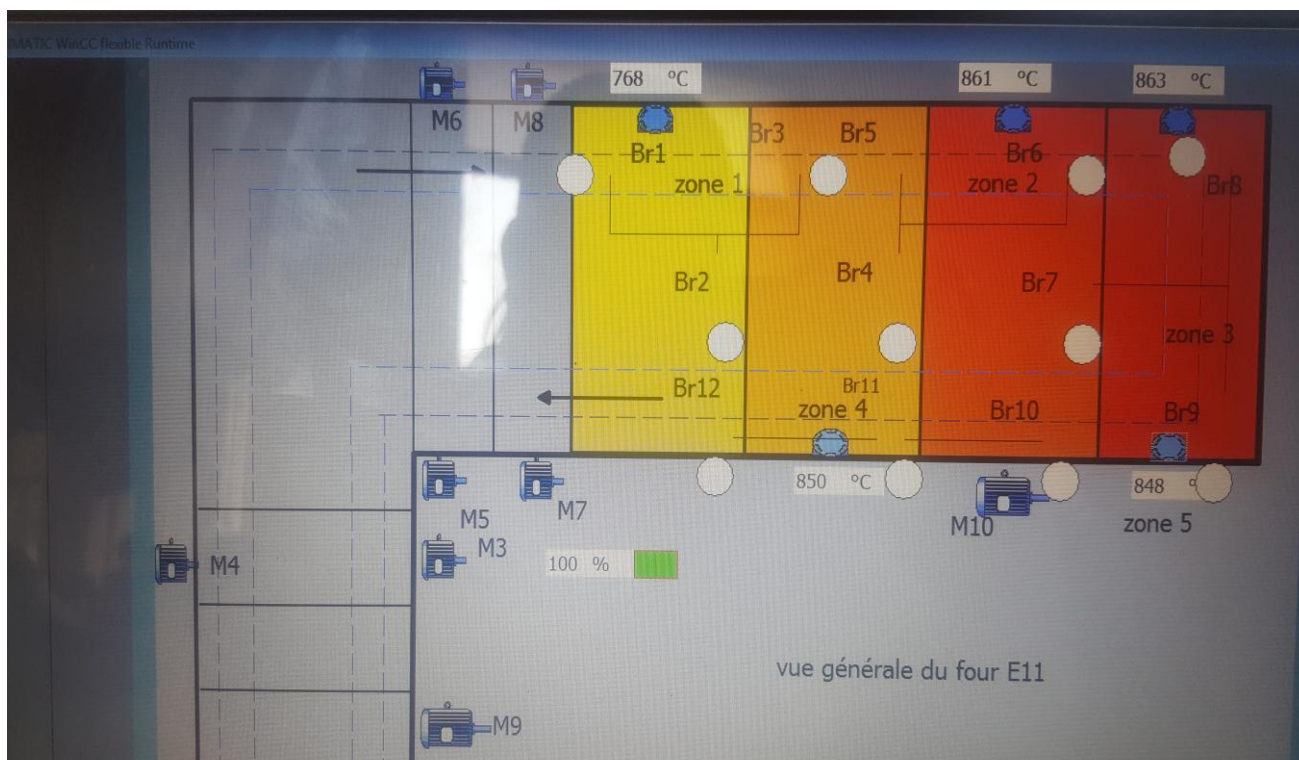


Figure 3.22 : Vue globale de four (E11).

✓ Vue d’alarme

La figure (3.23) représente les différentes alarmes TOR qu’on a utilisé :

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
! 12	19:41:36	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°3	0
! 10	19:30:38	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°5	0
! 2	19:30:38	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°7	0
! 15	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°2	0
! 14	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°1	0
! 13	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de fuite de gaz	0
! 11	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°4	0
! 5	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°10	0
! 4	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°9	0
! 3	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°8	0
! 1	19:29:16	20/06/2018	A	alarme de relais d'allumage N°6	0
! 6	19:40:08	20/06/2018	AQ	alarme de relais d'allumage N°11	0

Figure 3.23 : Vue d’alarme

- ✓ Vue de la vanne proportionnelle

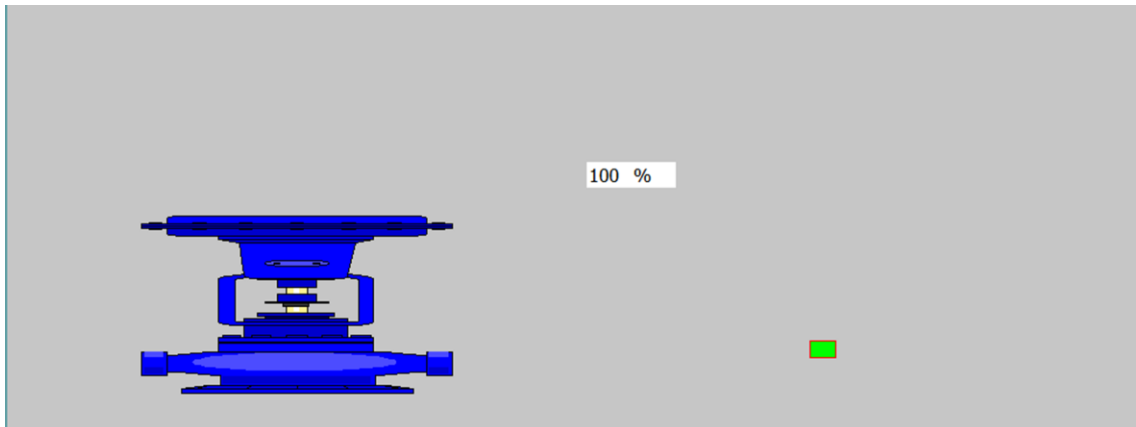


Figure 3 .24 : vue de la vanne proportionnelle

7. Conclusion

Dans ce chapitre une présentation des automates programmables industriels (API) a été faite, nous avons détaillé l'automate S7 300 ainsi ces techniques de programmation, nous avons enchainé par la présentation de le logiciel de supervision et de développement des HMI qui est le WinCC flexible 2008.

Une plate-forme de supervision a été développée dans ce chapitre, elle est constituée d'une vue principale qui permet d'accéder aux vues secondaires, et de deux vues secondaires, une pour visualiser les différents organes du four, et la seconde pour afficher les alarmes. Une plusieurs simulations ont été faites pour vérifier et mettre en évidence le grafcet du four.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale :

Au terme de ce travail « Conception d'une Automatisation et d'une Supervision d'un Four de Cuisson d'Emallage (E11) a l'ENIEM » et au regard des résultats obtenus, on peut en tirer que l'objectif fixé a été atteint.

En faisant ce mémoire et à l'aide d'un stage de fin d'études à l'usine ENIEM, l'unité Cuisson, nous avons pu accumuler une expérience et des compréhensions adéquates en automatisation des systèmes industriels, et acquérir des notions sur les fours industriels, dont le four E11 qui soulève de nombreuses contraintes liées à l'exploitation, la maintenance et la sécurité qui ne sont pas conformes aux normes.

L'automatisation est une nécessité pour l'industrie de nos jours, elle permet de réduire le nombre des opérateurs et de minimiser les coûts de fabrication, tout en assurant les équipements et le personnel.

Dans ce travail nous avons étudié en premier lieu le four E11 sur le front instrumentation et fonctionnel. Un modèle Grafcet a été fait dans le deuxième chapitre avec ces deux niveaux. Dans le troisième chapitre une présentation des automates programmables industriels (API) a été faite, nous avons aussi détaillé l'automate S7 300 ainsi ces techniques de programmation, nous avons enchainé par une présentation du le logiciel de supervision et de développement des HMI qui est le WinCC flexible 2008.

Une plate-forme de supervision a été développée dans ce chapitre, elle est constituée d'une vue principale qui permet d'accéder aux vues secondaires, et de deux vues secondaires, une pour visualiser les différents organes du four, et la seconde pour afficher les alarmes. Une plusieurs simulations ont été faites pour vérifier et mettre en évidence le grafcet du four..

Cette réalisation met en lumière la possibilité de développer, en local, des entreprises d'installation des systèmes d'automatisation en vue de la politique de l'état envers l'encouragement du produit national, sachant que 90% des entreprises d'automatisation en Algérie sont étrangères.

Notre travail peut se poursuivre par une création d'une interface Homme/Machine à fin de faciliter la conduite du four.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] C. Bonnet, Le Raffinage du Pétrole : Matériels et Équipements, Technip, Institut français du pétrole. Paris, 1999, Tome 4.
- [2] Documentation interne de l'unité caisson ENIEM, réf: FERRO, OLUH-1219/914-16/12RT-HP1400.
- [3] A. Chabha, Automatisation par API d'une machine pour l'obtention cadre de grilles de four à l'ENIEM. Promotion 2006/2007.
- [5] Manuel d'instrumentation, capteurs et transmetteur pour les industries de processus, 2004 ENDRESS+HAUSER ,386p
- [6] H.Alli, R.David, « du Grafcet aux réseaux de pétri », HERMES, 1997,500p.
- [7] A laine Goncaga, A, « les automates programmable industriels cours »,2004
- [8] A. Maidi, « Cours d'automatismes industriels », UMMTO, 2005/2006
- [9] M.Lescieux, Introduction aux logiques floues, application à la commande floue
- [10] Win cc, flexible 2008/Compact/Standard/Advanced .Manuel d'utilisation référence 6AV.6691-1AB01-3AC0, 2008
- [11] SIMATIC Logiciel de base pour S7-300/400 Régulation PID, manuel Siemens AG, 1996.

Logiciel:

Simatic Manager Step7

Simatic Wincc flexible 2008

Sites web:

[4] www.system-c-indstrie.com