

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA-BEJAIA



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Faculté de Technologie
Département de génie électrique

Projet de Fin d'Etude

Pour l'obtention du diplôme de Master en Maintenance industrielle

Thème

Etude et programmation d'une machine de conception de treillis soudé EVG G95

Réalisé par :

- ❖ **Meziane Tahar**
- ❖ **Youbi Yougourthen**

Jurys :

Encadré par :

Mr ADJATI Arezki

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Au terme de notre travail : on tient tout d'abord à remercier le bon dieu le tout puissant pour le courage, la patience et la santé Qu'il nous a donné pour suivre nos études.

Nous souhaitons exprimer nos reconnaissances qui sont innombrables. Cependant, ne pouvant pas dresser la liste exhaustive de tout le monde, dans la crainte d'oublier quelqu'un.

Nous commencerons volontiers par rendre hommage à toutes celles et à tous ceux, sans exception, qui ont contribué de près ou de loin à favoriser ce travail.

*Nous exprimons notre gratitude et tout notre respect à notre promoteur **Mr A.***

***ADJATI**, de nous avoir suivies tout au long de notre travail.*

*On tient également à remercier profondément tous le personnel de **STS**, en particulier notre Co-encadreur **Mr SALIM GHARBI**.*

Nous remercions vivement le jury d'avoir accepté de juger et de valoriser notre travail.

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude que je dédie cet humble travail :

***A** ma petite famille, aucune dédicace ne saura exprimer ma reconnaissance pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, pour les valeurs qu'ils m'ont inculquées, je dédie particulièrement ce modeste travail à ma très chère maman et mon cher père sans eux je ne serais pas là, pour leur soutien et leur conseils judicieux qui m'ont éclairé le chemin, que dieu les protège tous pour moi.*

***A** toute ma famille et tous mes cousins et cousines beaucoup plus mon cousin*

Smail.

***A** mon binôme Tabar et sa famille.*

***A** tous mes amis(es) sans exception.*

***A** mes amis qui ont étudié à mes côtés et à tous mes amis de la promotion
maintenance industrielle 2020/2021*

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

YOGOURTHEN

Dédicaces

Avec l'aide de dieu tout puissant est enfin achevé ce travail, lequel je dédie à toutes les personnes qui me sont chères :

***A** ceux qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager, à ceux qui leurs amours m'a donné la volonté d'aller de l'avant,*

***A** Mes très chers parents, que dieu les protège,*

***A** Mes frères et sœurs,*

***A** toute ma famille,*

***A** ma promotion,*

***A** tous mes amis.*

TAHAR

Sommaire

Introduction générale	1
Préambule : Présentation de l'entreprise	3
Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés	
I.1. Introduction.....	5
I.2. Les systèmes automatisés	5
I.2.1. Matières d'œuvre.....	5
I.2.2. Valeur ajoutée	6
I.3. Les systèmes de production	7
I.3.1. Structure d'un système de production automatisé.....	7
I.3.1.1. Partie Opérative (P.O)	8
I.3.1.2. Partie Relation (P.R).....	9
I.3.1.3. Partie Commande (P.C).....	10
I.3.2. Objectifs de l'automatisation	10
I.3.3. Avantages et inconvénients des systèmes automatisés	10
I.4. Les automates programmables industriels	11
I.4.1. Historique	11
I.4.2. Définition	11
I.4.3. Structure d'un automate programmable industriel.....	11
I.4.3.1. Aspect extérieur	11
I.4.3.2. Aspect interne	12
I.4.4. Description des éléments d'un automate programmable	13
I.4.4.1. Le processeur.....	13
I.4.4.2. La zone mémoire	13
I.4.4.3. Les modules Entrées/Sorties.....	14
I.4.4.4. Le module d'Alimentation.....	15
I.4.4.5. Le bus interne	15
I.4.5. Traitement du programme automate	15

I.5. Langages de programmation pour API.....	16
I.5.1. GRAFCET (SFC).....	16
I.5.2. Schéma par blocs (FBD)	17
I.5.3. Schéma à relais (LD).....	17
I.5.4. Texte structuré (ST)	17
I.5.5. Liste d'instructions (IL)	17
I.6. Sécurité	17
I.7. Le choix d'un API.....	18
I.8. Les domaines d'application des API.....	18
I.9 Description de l'automate utilisé S7-300.....	19
I.9.1 Caractéristique de S7-300	19
I.9.2 Les modules S7- 300	19
I.10 Conclusion	21

Chapitre II : Etude de la machine de conception de treillis soudé EVG G95

II.1. Introduction	22
II.2 Définition du treillis soudé d'armature.....	22
II.3 Définition de la machine EVG G95	22
II.4 Principe de fonctionnement	23
II.4.1 Le soudage en bout	24
II.5 Procédé de fabrication du treillis soudé.....	25
II.6 Procédé de fabrication de panneaux treillis soudés Ø de 6mm à 10mm	26
II.6.1 Dévidoir de bobines de fils de chaîne SG 3000-8.....	26
II.6.1 Dispositif de dressage de fils de chaîne DEC 46/102	27
II.6.2 Dispositif de tirage de fil de chaîne TL-RVD/102.....	28
II.6.2.1 Unité d'avance a galets	28
II.6.2.2 Boucle de compensation.....	28
II.6.3 Unité de dévidage et tirage de fil de trame SQH-3000-2.....	29

II.6.3.1 Dévidoir de fils de trame	29
II.6.3.2 Système de tirage des fils de trame	29
II.6.4 Bloc (pont) de soudage	30
II.6.5 Paramètres d'exploitation	33
II.6.6 Cisaille de nappe (panneaux) M35/102	34
II.6.7 Système d'avancement des nappes	35
II.6.8 Empileur de nappes SH 6/102.....	35
II.7 Conclusion	36

Chapitre III : Programmation de la machine EVG G95

III.1 Introduction	37
III.2. GRAFCET.....	37
III.2.1. Description du GRAFCET	37
III.2.2 Principe de base d'un grafcet.....	38
III.2.2.1 Etape	38
III.2.2.2 Les transitions	38
III.2.2.3 Les actions	39
III.2.2.4 Les réceptivités	39
III.2.2.5 Les liaisons orientées	39
III.2.3 Règle d'évolution du GRAFCET	39
III.2.3.1 Règle n°1 : Condition initiale	39
III.2.3.2 Règle n°2 : Franchissement d'une transition	39
III.2.3.3 Règle n°3 : Evolution des étapes actives	39
III.2.3.4 Règle n°4 : Franchissement simultané.....	39
III.2.3.5 Règle n°5 : Conflit d'activation	40
III.2.4. Grafcet de niveaux 1 et 2.....	40
III.2.4.1. Grafcet de niveau 1	40
III.2.4.2 Grafcet de niveau 2	40

III.2.5 Configurations courantes du grafcet.....	40
III.2.5.1 Séquence unique	40
III.2.5.2 Séquence simultanées (ET).....	41
III.2.5.3 Séquence exclusive (Où).....	41
III.2.5.4 Saut d'étapes	41
III.2.5.5 Reprise d'étapes	42
III.2.6. Elaboration du GRAFCET de la machine EVG95	42
III.2.6.1 Le cahier des charges	42
III.2.6.2 Nomenclature de pont de soudage	44
III.2.6.3 Grafcet de niveau 1	45
III.2.6.4 Grafcet de niveau 2	47
III.3. Logiciel SIMATIC STEP7	48
III.3.1 Applications du logiciel de base STEP 7.....	48
III.3.2 Editeur de programme	48
III.4 Création d'un nouveau projet.....	49
III.4.1 Utilisation de l'assistant de création d'un projet	49
III.4.2 Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet.....	49
III.5 Hiérarchie d'un projet	50
III.6 Création de la table des mnémoniques	51
III.7 Bloc utilisateur	54
III.7.1 Bloc d'organisation (OB)	54
III.7.2 Fonction (FC)	54
III.8 Programme	54
III.8.1 Création de la fonction de démarrage de la centrale (FC4).....	54
III.8.2 Création de la fonction de démarrage de la soudeuse (FC5).....	55
III.8.3 Création de la fonction de démarrage de pont de soudage (FC6).....	56
III.8.4 Création de la fonction de l'ordre de soudage (FC7)	56

III.8.5 Création de la fonction de compteur de trame (FC8)	57
III.8.6 Création de la fonction de l'arrêt intermédiaire du pont ainsi que la coupe du panneau (FC9)	57
III.8.7 Fonction d'arrêt d'urgence (FC10)	58
III.8.8 Fonction d'arrêt de la soudeuse (FC11)	58
III.8.9 Fonction d'arrêt de pont de soudage (FC12)	59
III.9 Conclusion	59

Chapitre IV : Simulation et supervision

IV.1 Introduction	60
IV.2 Simulation	60
IV.3 Présentation du PLCSIM	60
IV.4 La supervision	61
IV.5 Présentation du logiciel WinCC flexible	61
IV.6 Intégration WinCC dans STEP 7	62
IV.7 Étapes de mise en œuvre	62
IV.7.1 Etablir une liaison directe	62
IV.7.2 Création de la table des variables	63
IV.7.3 Création et planification des vues	64
IV.8 Développement d'un système de supervision sur WinCC flexible	64
IV.8.1 Vue d'accueil	65
IV.8.2 Vue de visualisation	65
IV.8.3 Vue de la centrale hydraulique	66
IV.8.4 Vue de la soudeuse	67
IV.8.5 Vue du pont de soudage	68
IV.8.6 Vue d'exploitation	68
IV.8.7 Vue d'alarme	69
IV.8.8 Archives utiles pour la maintenance	70

IV.9 Runtime 71

IV.10 Conclusion 71

Conclusion générale72

Références bibliographiques

Annexes



Liste des figures

Liste des figures

Chapitre I :

<i>Figure I.1</i> : Environnement d'un système automatisé de production	5
<i>Figure I.2</i> : Structure d'un système automatisé de production	8
<i>Figure I.3</i> : Exemples d'Effecteurs et d'actionneurs	9
<i>Figure I.4</i> : Exemples de pré-actionneurs	9
<i>Figure I.5</i> : Différents éléments d'un automate modulaire (Siemens)	12
<i>Figure I.6</i> : Structure interne d'un automate programmable	13
<i>Figure I.7</i> : Temps de scrutation et temps de réponse	16
<i>Figure I.8</i> : Différents éléments d'API S7300	19

Chapitre II :

<i>Figure II.1</i> : Treillis soudé en panneaux fabriqué par la STS	22
<i>Figure II.2</i> : Exemple simple du processus de fabrication du treillis soudé en panneaux	23
<i>Figure II.3</i> : Soudage par résistance en bout	24
<i>Figure II.4</i> : Schéma synoptique général de fabrication de treillis soudé	25
<i>Figure II.5</i> : Schéma synoptique ligne de treillis soudé en panneaux	26
<i>Figure II.6</i> : Dévidoir de bobines de fils de chaine	27
<i>Figure II.7</i> : Dispositif de dressage de fils de chaine	27
<i>Figure II.8</i> : Boucle de compensation des fils de chaine	28
<i>Figure II.9</i> : Dévidoir de fils de trame	29
<i>Figure II.10</i> : Dispositif de tirage de fil de trame	30
<i>Figure II.11</i> : Banc de tirage de réglage du pas de soudure	31
<i>Figure II.12</i> : Centrale hydraulique (Hydraulikplan HA NG 250)	31
<i>Figure II.13</i> : Soudeuse de treillis EVG M95/102	32
<i>Figure II.14</i> : Dispositif de contrôle de soudage TE90 MARK 2	33
<i>Figure II.15</i> : Cisaille de nappes M35/102	34
<i>Figure II.16</i> : Dispositif d'avancement de nappes de treillis avec roues pneumatique	35

Figure II.17 : Dispositif d'empilage et chemin roulant.....	35
--	----

Chapitre III :

Figure III.1 : Eléments constituant un grafcet	38.
Figure III.2 : Type de grafcets	40
Figure III.3 : Configuration des grafcets	41
Figure III.4 : Etape de configuration	50
Figure III.5 : Hiérarchie d'un projet	51
Figure III.6 : fonction de démarrage de la centrale et de la soudeuse	55
Figure III.7 : fonction de démarrage du pont et de l'ordre de soudage	56
Figure III.8 : Fonction de compteur de trame et de coupage du panneau	57
Figure III.9 : Fonction d'arrêt d'urgence et d'arrêt de la soudeuse	58
Figure III.10 : Fonction d'arrêt de pont de soudage	59

Chapitre IV :

Figure IV.1 : Interface de simulation PLCSIM	61
Figure IV.2 : Création de la liaison	63
Figure IV.3 : Table des variables	64
Figure IV.4 : Vue d'accueil	65
Figure IV.5 : Vue de la visualisation	66
Figure IV.6 : Vue de la centrale hydraulique	66
Figure IV.7 : Vue de la soudeuse	67
Figure IV.8 : Vue des actionneurs et des conditions de sécurité de la soudeuse	67
Figure IV.9 : Vue du pont de soudage	68
Figure IV.10 : Vue d'exploitation.....	68
Figure IV.11 : Vue d'alarme.....	69
Figure IV.12 : Alarmes TOR utilisées	70
Figure IV.13 : Archive configuré	70
Figure IV.14 : Fichier EXCEL généré par Wincc flexible	71



Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau II. 1 : Paramètres d'exploitation de la soudeuse	33
Tableau III.1 : Nomenclature	44
Tableau III.2 : Table des mnémoniques	51



**Liste des
abréviations**

Liste des abréviations

API : Automate Programmable Industriel

STS : Société Tréfilerie de la Soummam

SNU : Système des Nations Unies

Sarl : société à responsabilité limitée

EVG : Entwicklungs - und Verwertungs – Gesellschaft

CPU : Central Processing Unit

RAM : Random Access Memory

ROM : Read Only Memory

EPROM : Erasable and Programmable Read Only Memory

EEPROM : Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory

E/S : Entrée/Sortie

AC : Courant Alternatif

TI : Traitement interne

LE : Lecture des entrées

EP : Exécution du programme

ES : Ecriture des sorties

TRT : Le temps de réponse total

TOR : Tout ou Rien

CEM : compatibilité électromagnétique

PG : Console de programmation

LD : Ladder Diagram

IL : Instruction List

FBD : Function Blocks Diagram

ST : Structured Text

SFC : Sequential Function Chart

MPI : Interface Multi Points

PS : Module d'Alimentation

SM : Modules de Signaux

IM : Modules de Coupleurs

FM : Modules de Fonction

CP : Modules de Communication

PC : Partie Commande

PO : Partie Opérative

PR/PP : Partie Relation/Partie pupitre

TSP : treillis soudé en panneaux

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions

STEP7 : Logiciel de Programmation et de Supervision iv

LISTE : Langage Liste

LOG : Langage Logigramme

CONT : Langage Contact

OB : Bloc d'Organisation

FB : Bloc Fonctionnel

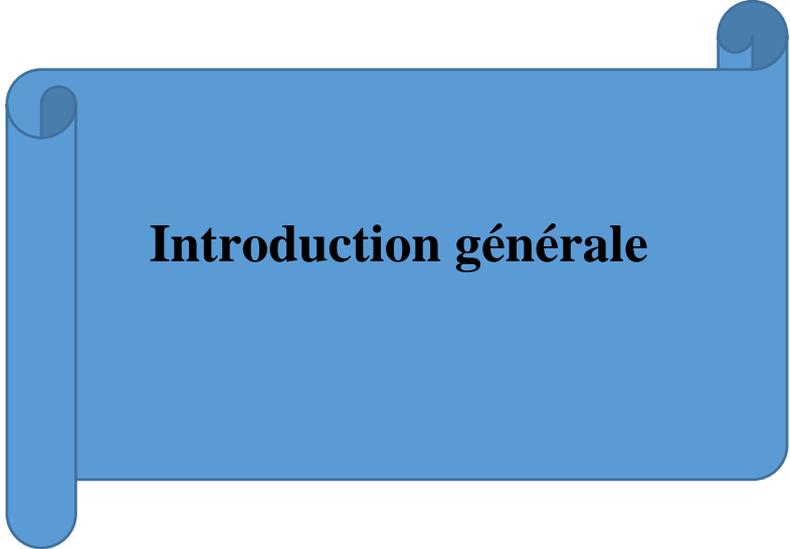
FC : Bloc Fonction

DB : Bloc de Données

PLC : Programmable Logic Controller

Win CC : Windows Control Center

IHM : Interface Homme Machine



Introduction générale

Introduction générale

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, dans un monde industriel où les performances demandées ne se limitent pas à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité du produit et la diminution des coûts de production, mais aussi à l'amélioration des conditions de travail, la suppression des tâches pénibles et répétitives et surtout une sécurité plus élevée, l'automatisation s'est montrée être la solution pour assurer tout cela.

Les exigences attendues de l'automatisation ne cessent de croître, ce qui pousse les automates programmables industriels (API) à être en constante évolution. Afin de répondre à la demande, l'API fait partie intégrante de la boucle de réglage des procédés industriels. Il a pour tâche principale de récolter des informations à partir des capteurs via ses interfaces d'entrées, de traiter ces informations pour prendre une décision en fonction du programme implémenté dans sa mémoire et ainsi commander les actionneurs avec des signaux via ses interfaces de sorties.

L'unité de production STS est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Le processus de fabrication des différents produits est entièrement automatisé, l'intervention humaine est réduite à la supervision et la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement de l'entreprise et à la réaction en un délai minimal en cas de défaillance signalée par le système de gestion des alarmes.

C'est pour cette raison que ses techniciens sont formés et orientés pour assurer une amélioration continue de tous les équipements faisant partie du processus de fabrication en suivant l'évolution technologique. C'est dans cette optique que s'inscrit le projet de renouveler les équipements qui a été lancé par la STS afin d'accroître le rendement de ses équipements grâce à la supériorité en puissance des automates S7 d'un côté, et d'éviter la non disponibilité de pièces de rechange d'un autre côté, étant donné que la firme SIEMENS a arrêté la fabrication des anciens équipements.

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés au pont de soudage de la machine de production de treillis-soudé EVG G95 équipé d'équipement qui cause actuellement des difficultés pour le service de maintenance, qui doit donc être remplacé par des nouveaux équipements qui sont disponibles sur le marché.

A cet effet, le présent mémoire est structuré en quatre chapitres décrivant les volets principaux :

- ✓ Le premier chapitre est dédié aux automates programmables.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à l'étude et la présentation de la machine de production de treillis-soudé EVG G95.
- ✓ Le chapitre trois englobe la programmation de la machine sur le logiciel SIMATIC STEP7.
- ✓ Le dernier chapitre traite la partie de la simulation sur PLCSIM et de la supervision de notre pont de soudage à l'aide du logiciel de supervision et de commande WinCC flexible 2008.



Préambule :

**Présentation de
l'entreprise**

1. Présentation de l'entreprise

Nous avons effectué notre stage au sein de la société STS est implantée une nouvelle installation depuis fin 2013 dans la zone industrielle SNU 1 ZONE 13/10 « EL KSEUR » sur la route des concessions, qui se trouve à 60 km de Bejaïa et à 220 km à l'ouest de la capitale Alger.



Dirigé par M. TIGHIDET, la Société Tréfilerie de la Soummam de Bejaia, par abréviation STS à une structure de type Sarl et dispose à ce jour d'un capital social de 30 132 000,00 DA. Elle est spécialisée dans la fabrication de divers produits sidérurgiques pour le bâtiment et l'agriculture obtenus par le procédé du tréfilage.

Elle est fondée le 14 Octobre 2003, et depuis la Sarl ne cesse de développer ses activités par l'élargissement de sa gamme de produits et de son volume d'activité.

Principaux produits

- ❖ **Les treillis soudés** : ce sont des treillis en rouleau ou panneau avec fil cranté à haute adhérence. Les soudures sont réalisées par machine automatique à induction, elles sont utilisées comme armature du béton des plates-formes et des dalles...etc.



- ❖ **Fils métalliques recuits** : fil métallique recuit noir de divers diamètres, produit par tréfilage sur machines automatiques à partir d'acier doux conformes à la norme de nuance NFA 35052. Ils sont destinés comme semi-produits pour l'industrie et pour l'artisanat.



- ❖ **Fil métallique non recuit** : Fil métallique non recuit de divers diamètres, produit par tréfilage sur machines automatiques à partir du fil machine en acier doux conformes à la norme de nuance NFA 35052.

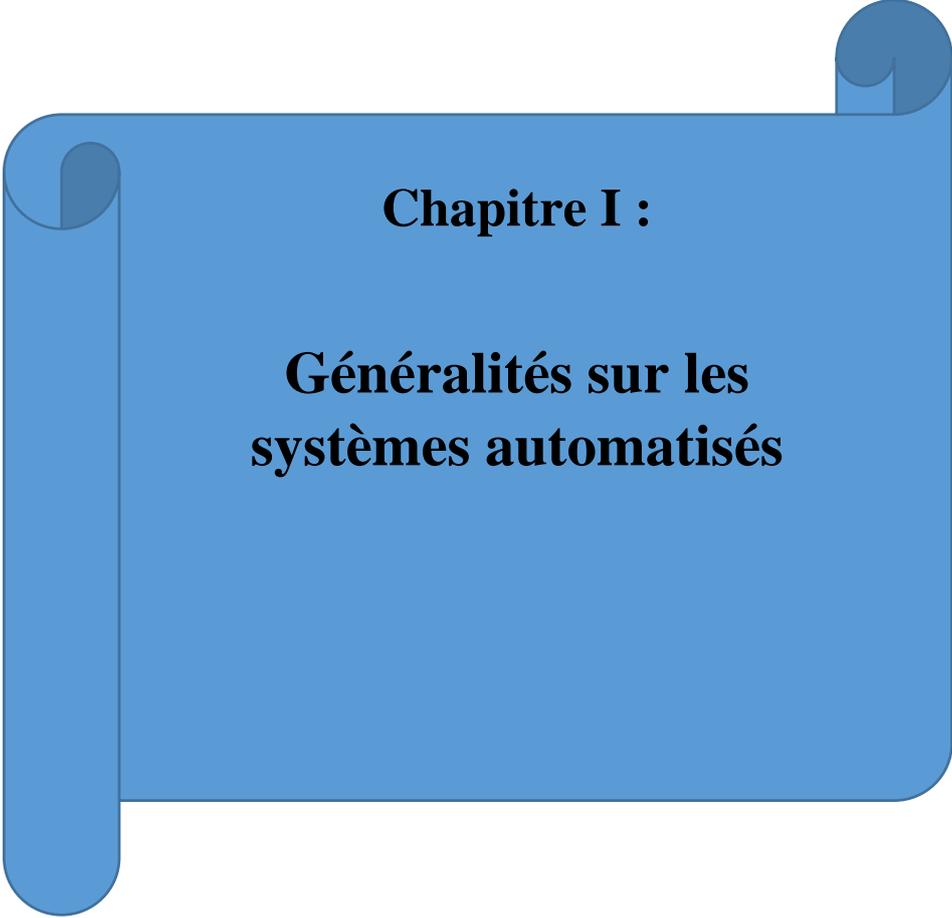


- ❖ **Les poutrelles** : ce sont des poutrelles métalliques légères avec pieds réalisés sur machines automatiques et soudeuses électriques par points. Qualité conforme à la norme NFA 35052. ONORM B 3660 (Autriche). Elles sont destinées aux dalles en plancher creux...etc.



❖ **Les pointes** : elles sont réalisées à partir de fil en acier doux et écroué en cours du processus de fabrication ce qui confère à la pointe une bonne rigidité.





Chapitre I :

**Généralités sur les
systèmes automatisés**

I.1. Introduction

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.

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable destinée à commander en temps réel des procédés industriels. Ils sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile en développant des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Ce chapitre sera consacré à la description des systèmes automatisés et des automates programmables industriels.

I.2. Les systèmes automatisés

Un système technique est un assemblage d'objets reliés les uns aux autres, de façon à former une entité, ou un tout, remplissant une ou plusieurs fonctions permettant de rendre un service à l'utilisateur.

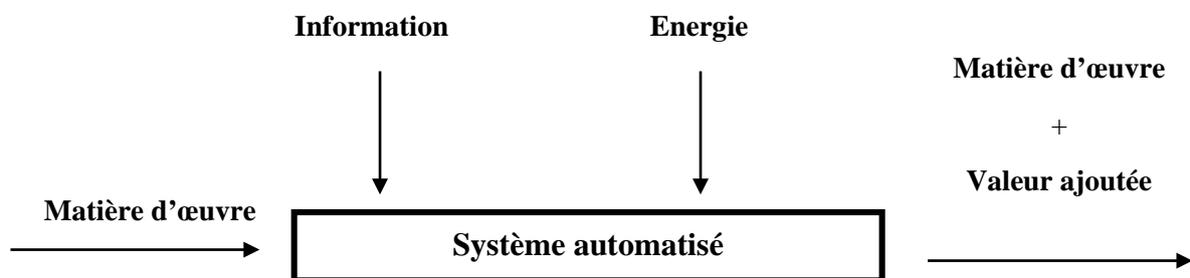


Figure I.1 : Environnement d'un système automatisé de production

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

Le système automatisé est soumis à des réglages d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système [1].

I.2.1. Matières d'œuvre

Une matière d'œuvre peut se présenter sous plusieurs formes :

a) Un produit

C'est la matière, à l'état solide, liquide ou gazeux, et sous une forme plus ou moins transformée :

- Objets techniques : lingot, roulement, moteur, véhicule...etc.
- Produits chimiques : pétrole, éthylène, matière plastique...etc.
- Produits textiles : fibre, tissu, vêtement...etc.
- Produits électroniques : transistor, puce, microprocesseur, API.
- Qu'il faut concevoir, produire, stocker, transporter, emballer. [2]

b) De l'énergie

- Sous forme : électrique, thermique, hydraulique...etc.
- Qu'il faut produire, stocker, transporter, convertir, utiliser...etc. [2]

c) De l'information

- Sous forme écrite, physique, audiovisuelle...etc.
- Qu'il faut : produire, stocker, transmettre, communiquer, décoder, utiliser...etc. [2]

d) Des êtres humains

- Pris individuellement ou collectivement.
- Qu'il faut : former, informer, soigner, transporter, Servir...etc. [2]

I.2.2. Valeur ajoutée

La valeur ajoutée à ces matières d'œuvre est l'objectif global pour lequel a été défini, conçu, réalisé, puis éventuellement modifié, le système. Cette valeur ajoutée peut résulter par exemple [2] :

a) D'une modification physique des matières d'œuvre

- Traitement mécanique : usinage, formage, broyage, impression...etc.
- Traitement chimique ou biologique.
- Conversion d'énergie.
- Traitement thermique : cuisson, congélation...etc.
- Traitement superficiel : peinture, teinture...etc. [2]

b) D'un arrangement particulier, sans modification des matières d'œuvre

- Montage, emballage, assemblage...etc.
- Couture, collage...etc. [2]

c) D'une mise en position particulière ou d'un transfert, de ces matières d'œuvre

- Manutention, transport, stockage.
- Commerce.
- Communication.
- D'un prélèvement d'information sur ces matières d'œuvre.
- Contrôle, mesure, lecture, examens, ...etc. [2]

I.3. Les systèmes de production

Un système de production est un système à caractère industriel possédant les caractéristiques suivantes :

- L'obtention de la valeur ajoutée présente un caractère reproductible pour un ensemble de matières d'œuvre donné.
- La valeur ajoutée peut être exprimée et quantifiée en termes économiques.

Un système de production répond au besoin d'élaborer des produits, de l'énergie ou de l'information à un coût rentable pour l'utilisateur du système.

L'élaboration progressive de la valeur ajoutée sur les matières d'œuvres est obtenue :

- Au moyen d'un ensemble d'éléments ou de dispositifs opératifs, appelés partie opérative et plus ou moins mécanisés,
- Par l'action, à certains moments, d'opérateurs humains et/ou de dispositifs de commande pour assurer la coordination des dispositifs opératifs. [2]

I.3.1. Structure d'un système de production automatisé

La partie commande élabore les ordres transmis aux actionneurs à partir des informations fournies par la machine au moyen d'interrupteurs de position, thermostats et autres dispositifs appelés capteurs.

La partie commande reçoit également des informations transmises par un opérateur en fonctionnement normal, ou un dépanneur en cas de réglage ou de mauvais fonctionnement de la partie commande ou de la partie opérative.

Entre la partie commande et l'homme se trouve la partie dialogue qui permet à ce dernier de transmettre des informations au moyen de dispositifs adaptés (boutons poussoirs, Commutateurs...etc.). [2]

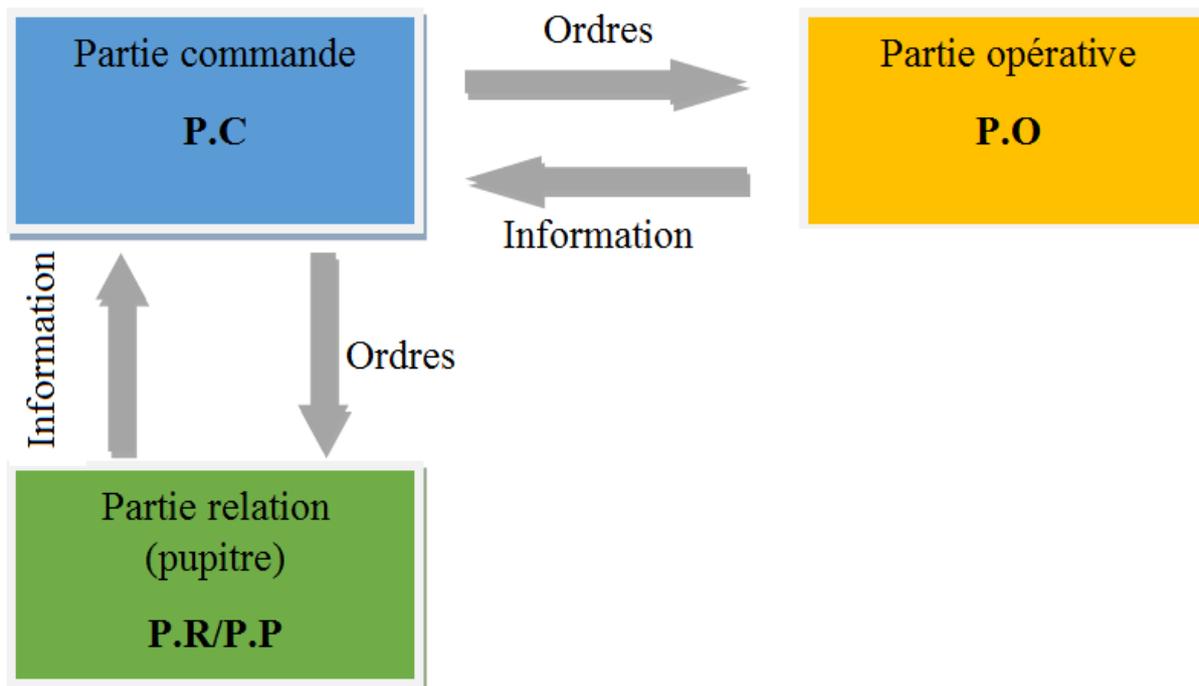


Figure I.2 : Structure d'un système automatisé de production

Un système automatisé comporte deux parties importantes à savoir :

I.3.1.1. Partie Opérative (P.O)

Qui opère sur la matière d'œuvre et le produit, elle regroupe :

a) Les effecteurs

Des dispositifs terminaux qui agissent directement sur la matière d'œuvre pour lui donner une valeur ajoutée (outils de coupe, pompes, têtes de soudure, etc.). [2]

b) Les actionneurs

Éléments chargés de convertir l'énergie afin de l'adapter au besoin de la partie opérative ; cette énergie étant ensuite consommée par les effecteurs (moteur, vérin, électro-aimant, résistance de chauffage, etc.). [2]



Figure I.3 : Exemples d'Effecteurs et d'actionneurs

c) Les pré-actionneurs

Eléments chargés :

- D'adapter le faible niveau énergétique disponible en sortie de la P.C. au besoin de la P.O;
- De distribuer ou de moduler l'énergie délivrée aux actionneurs (contacteur, distributeur, variateur de vitesse...).
- Les capteurs qui assument l'ensemble des fonctions de la chaîne d'acquisition de données (fin de course de vérin, détecteur de position, capteur de température...etc.).

[2]



Figure I.4 : Exemples de pré-actionneurs

I.3.1.2. Partie Relation (P.R)

Qui comporte le pupitre de dialogue homme-machine équipé des organes de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation, la sélection des modes de marche, la commande manuelle des actionneurs, la mise en référence, le départ des cycles, l'arrêt

d'urgence ainsi que des signalisations diverses telles que voyants lumineux, afficheurs, écrans vidéo, Klaxons, sonneries, etc. [2]

I.3.1.3. Partie Commande (P.C)

Regroupe les composants (relais électromagnétique, opérateur logique, etc.) et les constituants (API, cartes à microprocesseur, micro-ordinateurs, etc.) destinés au traitement des informations émises par les organes de commande de la P.R et capteurs de la P.O.

Les ordres résultants sont transmis aux pré-actionneurs de la P.O et aux composants de signalisation de la P.R afin d'indiquer à l'opérateur l'état et la situation du système. [2]

I.3.2. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système.

Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Accroître la productivité du système par un gain de valeur ajoutée sous forme d'une meilleure rentabilité, d'une meilleure compétitivité...etc.
- Améliorer la flexibilité de production et la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme ;
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme ;
- Augmenter la sécurité.

D'autres objectifs, à caractères sociaux, financiers... peuvent s'ajouter à ceux-ci. [2]

I.3.3. Avantages et inconvénients des systèmes automatisés

a) Avantages

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à tous les milieux de production et souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens. [3]

b) Inconvénients

- Le coût élevé du matériel.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois [3].

I.4. Les automates programmables industriels

I.4.1. Historique

Les automatismes séquentiels ont été réalisés, depuis longtemps, à base de relais électromagnétiques. L'inconvénient, c'est qu'il s'agit d'un système câblé ce qui impose la refonte complète du câblage et ceci pour la moindre modification dans l'ordonnancement des séquences. En 1966, l'apparition des relais statiques a permis de réaliser des divers modules supplémentaires tel que le comptage, la temporisation, le pas à pas. En 1968 et à la demande de l'industrie automobile nord-américaine, sont apparus les premiers dispositifs de commande logique aisément modifiable : Les PLC (Programmable Logic Controller) par Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment. Le premier dispositif français était le PB6 de Merlin Gerin en 1973. [4]

I.4.2. Définition

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage.

Le développement de l'industrie a entraîné une augmentation constante des fonctions électroniques présentes dans un automate, c'est pour ça que l'API s'est substitué aux armoires à relais en raison de sa souplesse dans la mise en œuvre, mais aussi parce que les coûts de câblage et de maintenance devenaient trop élevés. [4]

I.4.3. Structure d'un automate programmable industriel

I.4.3.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

a) De type compact

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des micros automates.

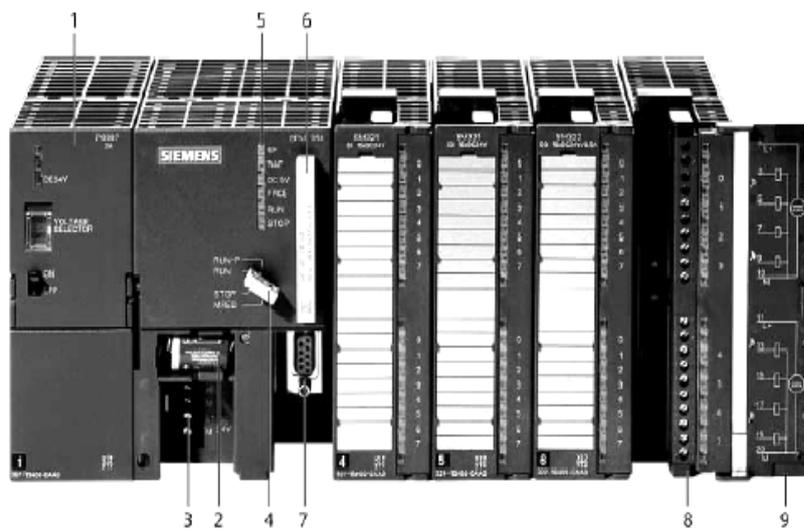
Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. [1]

b) 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 puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires. [1]



- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|
| 1. Module d'alimentation | 2. Pile de sauvegarde | 3. Connexion au 24V cc |
| 4. Commutateur de mode (à clé) | 5. LED de signalisation d'état et de défauts | 6. Carte mémoire |
| 7. Interface multipoint (MPI) | 8. Connecteur frontal | 9. Volet en face avant |

Figure I.5 : Différents éléments d'un automate modulaire (Siemens)

I.4.3.2. Aspect interne

La compacité, la robustesse et la facilité d'emplois 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 les modules d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) et puis commande par l'unité de calcul ou processeur (en anglais Central Processing Unit, CPU) suivant le programme inscrit dans sa mémoire [6].

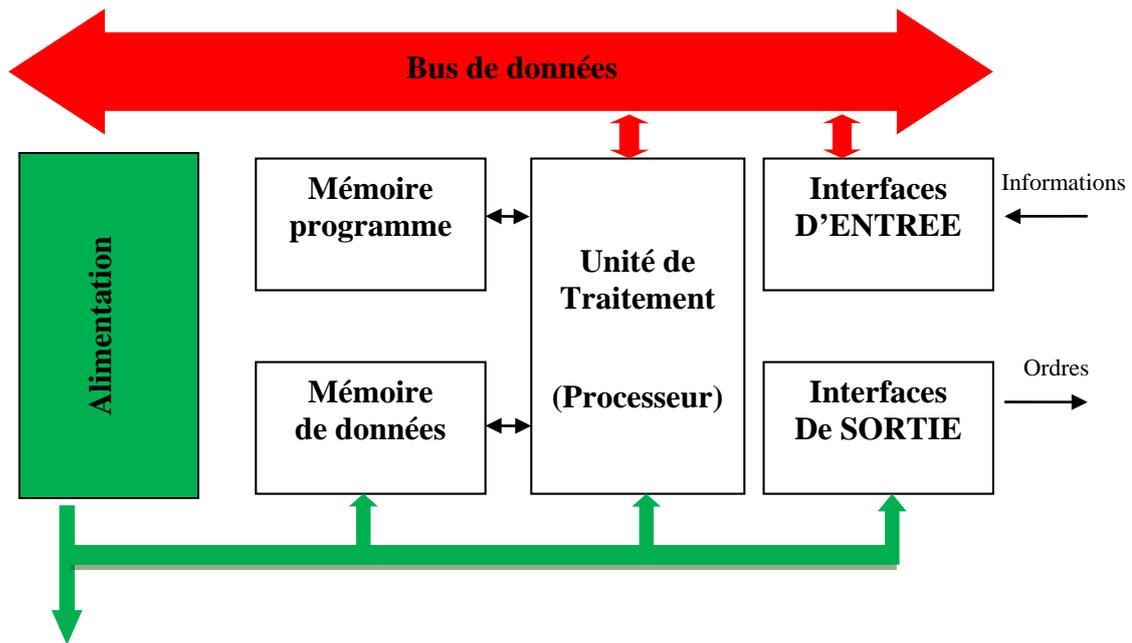


Figure I.6 : Structure interne d'un automate programmable

I.4.4. Description des éléments d'un automate programmable

Un API se compose des éléments suivants :

I.4.4.1. Le processeur

Le processeur est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées « BUS » qui véhiculent les informations sous forme binaire. Le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- L'exécution des instructions du programme contenu dans la mémoire.
- La lecture des informations d'entrée.
- La commande ou l'écriture des sorties. [6]

I.4.4.2. La zone mémoire

La mémoire de l'API est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des informations. Les mémoires utilisées dans un API peuvent être des types suivants :

a) R.A.M. (Random Access Memory)

Mémoire à accès aléatoire qui doit être alimentée électriquement pour pouvoir conserver les informations. On l'appelle également la mémoire vive. Avant son exécution, le programme est transféré dans cette mémoire qui permet d'atteindre des vitesses en lecture et écriture très rapides. [6]

b) R.O.M. (Read Only Memory)

Mémoire à lecture uniquement, appelée également mémoire morte, elle permet de stocker des informations indéfiniment sans aucune alimentation électrique. [6]

c) P.R.O.M. (Programmable Read Only Memory)

Mémoire de type ROM mais que l'on peut programmer une seule fois.

d) E.P.R.O.M. (Erasable Programmable Read Only Memory)

Mémoire de type PROM que l'on peut effacer par exposition du circuit aux rayons ultraviolets.

e) E.E.P.R.O.M. (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

Mémoire de type PROM que l'on peut effacer électriquement en écrivant à nouveau sur le contenu de la mémoire. Ce type de mémoire par sa simplicité de mise en œuvre tend à remplacer de plus en plus la mémoire EPROM. [6]

L'espace mémoire peut être divisé en deux parties :

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

- **La mémoire de données** : de type ROM, PROM, EPROM, EEPROM qui permet le stockage des états forcés ou non des E/S, des variables internes utilisées par le programme, de l'état des sorties élaborées par le processeur et de l'image des entrées reliées à l'interface d'entrée. [6]

I.4.4.3. Les modules Entrées/Sorties

a) Interfaces d'entrée : Ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité les signaux issus des capteurs ou de l'opérateur. L'information peut être :

- **Logiques ou Tout Ou Rien** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux). C'est le type d'information délivré par un détecteur, un bouton poussoir... etc. [6]

- **Numériques** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivré par un ordinateur ou un module intelligent. [6]

- **Analogiques** : 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, etc.).

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

b) Interfaces de sortie : Ce sont des circuits spécialisés capables de commander en toute sécurité les circuits extérieurs. Elles peuvent être :

- Logiques ou Tout Ou Rien.
- Numériques.
- Analogiques. [6]

I.4.4.4. Le module d'Alimentation

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

I.4.4.5. Le bus interne

Permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. [1]

I.4.5. Traitement du programme automate

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire [1] :

- **Traitement interne :** L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...etc.).
- **Lecture des entrées :** L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution du programme :** L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
- **Ecriture des sorties :** L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

On appelle scrutation l'ensemble des quatre opérations réalisées par l'automate et le temps de scrutation est le temps mis par l'automate pour traiter la même partie de programme. Ce temps est de l'ordre de la dizaine de millisecondes pour les applications standards.

▪ Le **temps de réponse total (TRT)** est le temps qui s'écoule entre le changement d'état d'une entrée et le changement d'état de la sortie correspondante [1] :

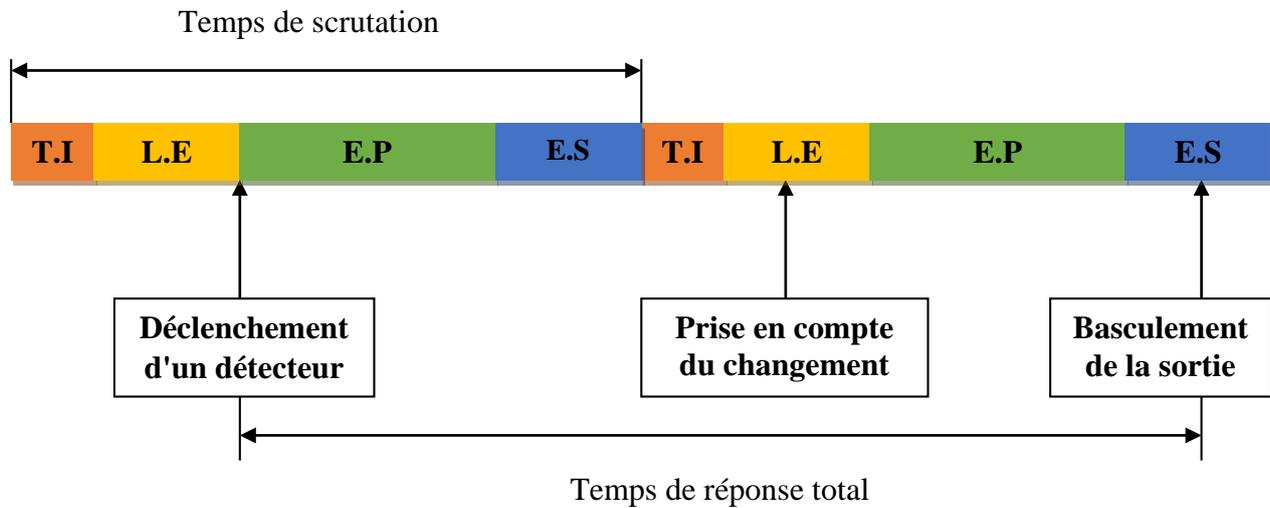


Figure I.7 : Temps de scrutation et temps de réponse

Le temps de réponse total est au plus égal à deux fois le temps de scrutation (sans traitement particulier).

Le temps de scrutation est directement lié au programme implanté. Ce temps peut être fixé à une valeur précise (fonctionnement périodique), le système indiquera alors tout dépassement de période. [1]

I.5. Langages de programmation pour API

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI1 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont [3] :

I.5.1. GRAFCET (SFC)

Ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes.

On peut également traduire un grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate. Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN). [3]

I.5.2. Schéma par blocs (FBD)

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables. [3]

I.5.3. Schéma à relais (LD)

Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false). [3]

I.5.4. Texte structuré (ST)

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe. [3]

I.5.5. Liste d'instructions (IL)

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

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- Une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- Un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485 ou d'un réseau de terrain. [3]

I.6. Sécurité

Les systèmes automatisés sont, par nature, source de nombreux dangers (tensions utilisées, déplacements mécaniques, jets de matière sous pression ...). Placé au cœur du système automatisé, l'automate se doit d'être un élément fiable car [1] :

- Un dysfonctionnement de celui-ci pourrait avoir de graves répercussions sur la sécurité des personnes.
- Les coûts de réparation de l'outil de production sont généralement très élevés.
- Un arrêt de la production peut avoir de lourdes conséquences sur le plan financier.

Aussi, l'automate fait l'objet de nombreuses dispositions pour assurer la sécurité :

- **Contraintes extérieures** : l'automate est conçu pour supporter les différentes contraintes du monde industriel et a fait l'objet de nombreux tests normalisés (tenue aux vibrations, CEM ...). [1]

- **Coupures d'alimentation** : l'automate est conçu pour supporter les coupures d'alimentation et permet, par programme, d'assurer un fonctionnement correct lors de la réalimentation (reprises à froid ou à chaud). [1]
- **Mode RUN/STOP** : Seul un technicien peut mettre en marche ou arrêter un automate et la remise en marche se fait par une procédure d'initialisation (programmée). [1]
- **Contrôles cycliques** : Procédures d'autocontrôle des mémoires, de l'horloge, de la batterie, de la tension d'alimentation et des entrées/sorties. Vérification du temps de scrutation à chaque cycle appelée *Watch dog* (chien de garde), et enclenchement d'une procédure d'alarme en cas de dépassement de celui-ci (réglé par l'utilisateur). [1]
- **Visualisation** : Les automates offrent un écran de visualisation où l'on peut voir l'évolution des entrées / sorties.

La défaillance d'un automate programmable peut avoir de graves répercussions en matière de sécurité, les normes interdisent la gestion des arrêts d'urgence par l'automate mais doit être réalisée en technologie câblée.

Il existe enfin des automates dits de sécurité qui intègrent des fonctions de surveillance et de redondance accrues et garantissent la sécurité des matériels. [1]

I.7. Le choix d'un API

Le choix de l'automate programmable se fait après avoir établi le cahier de charge du système à automatiser, cela en considérant un certain nombre de critères importants :

- Le nombre et la nature des E/S ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après-vente, durée de la garantie, la formation ;
- La taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur. [4]

I.8. Les domaines d'application des API

Les automates programmables industriels sont utilisés dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyeurs, emballages...), ou dans les chaînes de production

(automobiles, agroalimentaire...). Ils sont aussi de plus en plus utilisés dans les domaines de bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle de chauffage, de l'éclairage, de la sécurité d'alarmes. [1]

I.9 Description de l'automate utilisé S7-300

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire de la famille SIMATIC, destiné à des tâches d'automatisation moyennes hautes gammes, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet. [5]

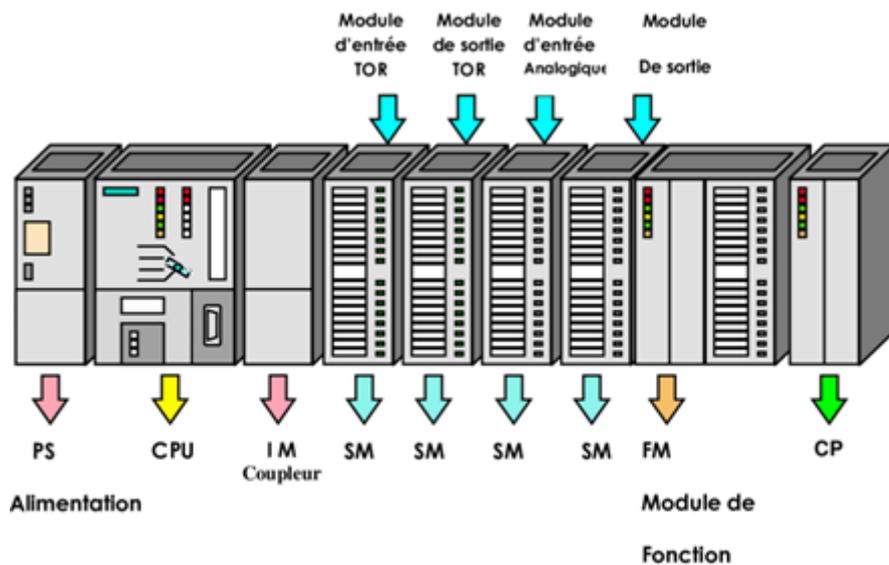


Figure I.8 : Différents éléments d'API S7-300

I.9.1 Caractéristique de S7-300

L'automate S7-300 avec sa forme modulaire offre une :

- Gamme diversifiée de CPU et une gamme complète de modules.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules avec un bus de fond de panier intégré.
- Possibilité de mise en réseau avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET et un raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle. [5]

I.9.2 Les modules S7- 300

a) Le module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation (PS) délivre un courant de sortie assignée de 2A ,5A ou 10A sous une tension de 24 volts. La tension de sortie possède une séparation galvanique pour la protection de la CPU contre les courts circuits. [5]

b) Unité centrale (CPU)

La CPU (Central Processing Unit), cerveau de l'automate, lit les états des entrées, exécute le programme utilisateur en mémoire et commande les sorties (actions).

La gamme S7-300 offre une grande variété de CPU telles que la CPU312, 314, 314IFM, 314-2DP, 315, 315- 2DP...etc. Chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres. Par conséquent le choix de la CPU pour un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie. [5]

c) Coupleur (IM)

Les coupleurs peuvent utiliser un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus profibus. [5]

d) Module de signaux (SM)

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrée TOR, des modules de sortie TOR ainsi que des modules d'entrée et de sortie analogiques. Les modules d'entrée/sortie sont des interfaces entre les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. [5]

▪ Les entrées Tout Ou Rien (TOR)

Permettent de raccorder les différents capteurs logiques et assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électroniques. L'état de chaque entrée est donné par une diode électroluminescente situant sur la carte. Le nombre d'entrées sur une carte est de : 4, 8, 16, 32. Les tensions d'entrées sont de : 24, 48, 110, 220 volts en courant continu ou alternatif. [5]

▪ Les entrées analogiques

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en variant un code numérique au sein des modules. Il existe des modules à 2, 4, 8 voies d'entrées sur le marché ces modules disposent d'un seul convertisseur analogique/numérique, elles sont scrutées les unes à la suite des autres par un multiplexeur à relais. [5]

▪ Les sorties Tout Ou Rien

Les modules de sorties tout ou rien permette de raccorder les différents pré-actionneurs. Les tensions de sorties usuelles sont de 5, 24, 48, 110 ou 220 volts en continu ou en alternatif. Les courants vont de quelque mA a quelques ampères.

Ces modules possèdent des relais ou bien des triacs des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente. [5]

- **Les sorties analogiques**

Les modules de sorties analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Il existe des sorties avec une résolution de 8 bits et une autre sortie avec une résolution de 12 bits.

Ces sorties peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre de voies sur ces cartes est de 2 ou 4. [5]

- **Module de fonction (FM)**

Il a pour rôle l'exécution de tâches de traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme le comptage, positionnement, la régulation. [5]

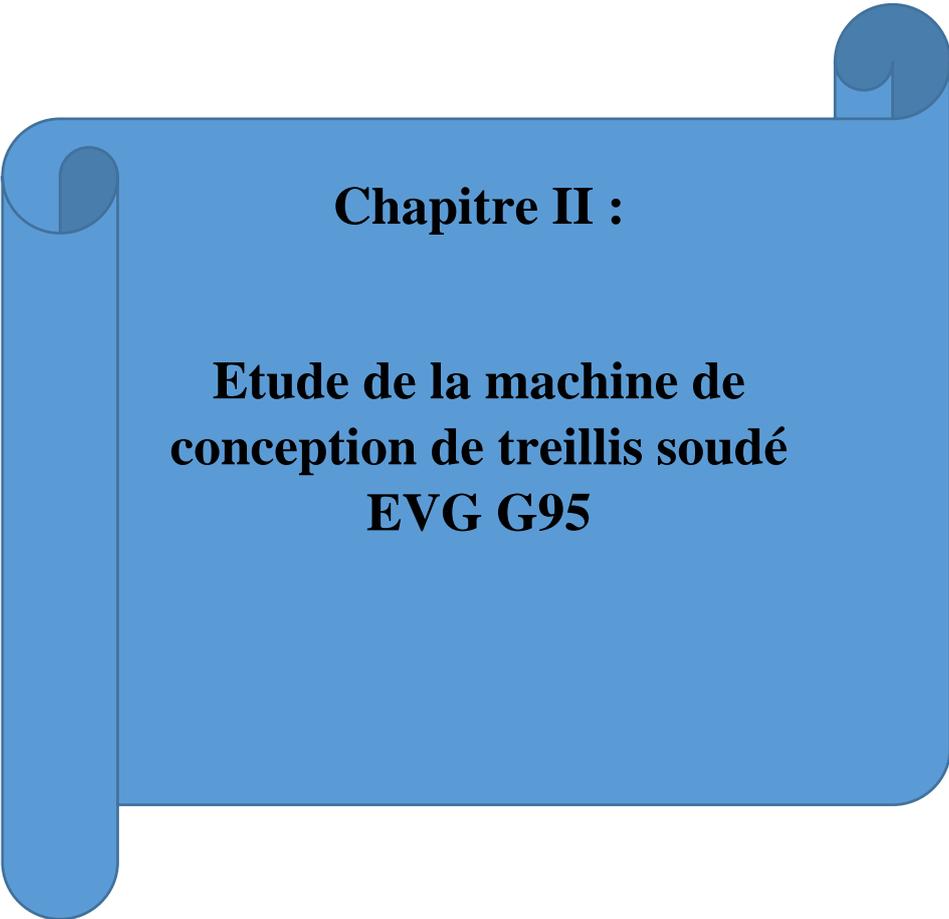
- **Modules de communication (CP)**

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine et machine-homme qui sont effectuées à l'aide des interfaces de communication de « Point à point », « PROFIBUS » et « Industrial Ethernet ». [5]

I.10 Conclusion

L'automate programmable industriel (API) est un outil adéquat pour les solutions d'automatisation. C'est l'outil le plus répandu dans des procédés de l'industrie.

Dans notre cas, le recours à l'automate S7-300 est indispensable pour la simulation des programmes et des concepts des commandes automatisées avant leur implantation dans un système réel.



Chapitre II :

**Etude de la machine de
conception de treillis soudé
EVG G95**

II.1. Introduction

Il existe de nombreuses utilisations quotidiennes pour les produits fabriqués avec le soudage par fils croisés, y compris les caddies, les guides de grille-pain, les treillis métalliques pour renforcer le béton, les clôtures et les barres de prison.

En fait, le treillis d'armature est utilisé dans les bâtiments, les routes, les tunnels et les composants préfabriqués. Il est utilisé dans le monde entier dans tous les types de produits, même dans le soudage à l'échelle nanométrique des micro-joints dans les applications électroniques.

Ce chapitre sera consacré à l'étude et la description des différents éléments de la machine de conception de treillis soudé EVG G95 en générale, et son pont de soudage en particulier.

II.2 Définition du treillis soudé d'armature

Un treillis soudé d'armatures – appelé « treillis » est un ensemble constitué d'un seul ou de plusieurs types de fils soudés entre eux électriquement par résistance dans une usine productrice de treillis, de manière à former un réseau plan à mailles rectangulaires ou carrées dont tous les nœuds sont soudés. Par direction, les fils sont de même origine, de même nuance et de même diamètre et dans la direction longitudinale, deux diamètres différents sont également acceptés [7].



Figure II.1 : Treillis soudé en panneaux fabriqué par la STS

II.3 Définition de la machine EVG G95

« Entwicklungs - und Verwertungs – Gesellschaft (EVG) » est une société de développement et d'exploitation de lignes de soudage entièrement automatisées pour produire de treillis d'armature standard, en feuilles.

Les segments longitudinaux les segments transversaux se nourrissent directement des bobines. Un dressage automatique des fils de chaîne et de trame est incorporé dans la machine. La machine EVG G95 a une vitesse et une performance constantes ainsi qu'une configuration flexible.

La ligne de soudage de treillis nécessite généralement deux opérateurs, un au poste de chargement et un autre au portail de soudage. D'autres opérateurs peuvent être nécessaires pour la manutention des matériaux vers et depuis la machine. On y trouvera dans l'annexe le schéma complet de la machine [8].

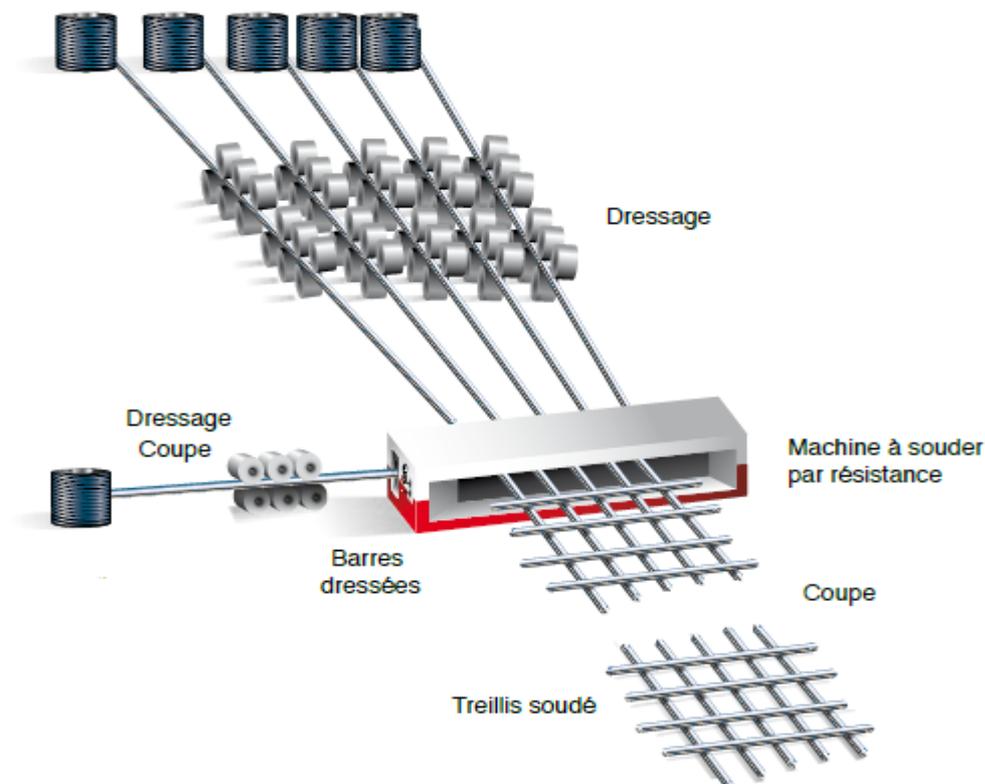


Figure II.2 : Exemple simple du processus de fabrication du treillis soudé en panneaux

II.4 Principe de fonctionnement

Les fils de ligne (également appelés fils longs) sont disposés sur une planche à motifs pour définir l'espacement de la largeur des panneaux. Les fils croisés sont introduits dans un dispositif d'injection et sont programmés pour être coupés et déposés un à la fois sur les fils de ligne. Ensuite, les fils transversaux sont soudés par résistance en place définissant l'espacement de la longueur du panneau. La fusion du fil de ligne avec le fil croisé se fait par des transformateurs de soudage par résistance qui est contrôlé par des contrôleurs de soudage à microprocesseur puis le panneau avance après la soudure et le processus recommence [8].

II.4.1 Le soudage en bout

Les deux pièces à souder sont maintenues dans des mâchoires reliées électriquement à chacune des bornes du secondaire du transformateur de soudage. Un jeu de mâchoires est solidaire de la table fixe tandis que l'autre est fixé sur une table mobile. Ces mâchoires mobiles transmettent aux pièces un mouvement relatif de translation l'une vers l'autre et exercent un effort de compression sur les faces à souder. Les extrémités des pièces à souder sont amenées en contact sous pression assez forte avant de provoquer un passage de courant dans les pièces. Les pièces à souder offrant une résistance largement supérieure à tous les autres éléments du circuit deviennent le siège d'un échauffement important par effet joule. Le soudage par résistance pure n'est généralement appliqué qu'au soudage de faibles sections de forme massive [9].

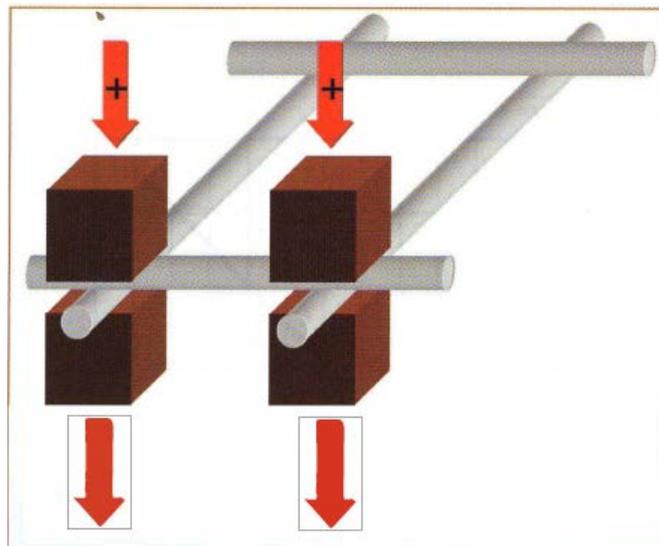


Figure II.3 : Soudage par résistance en bout

II.5 Procédé de fabrication du treillis soudé

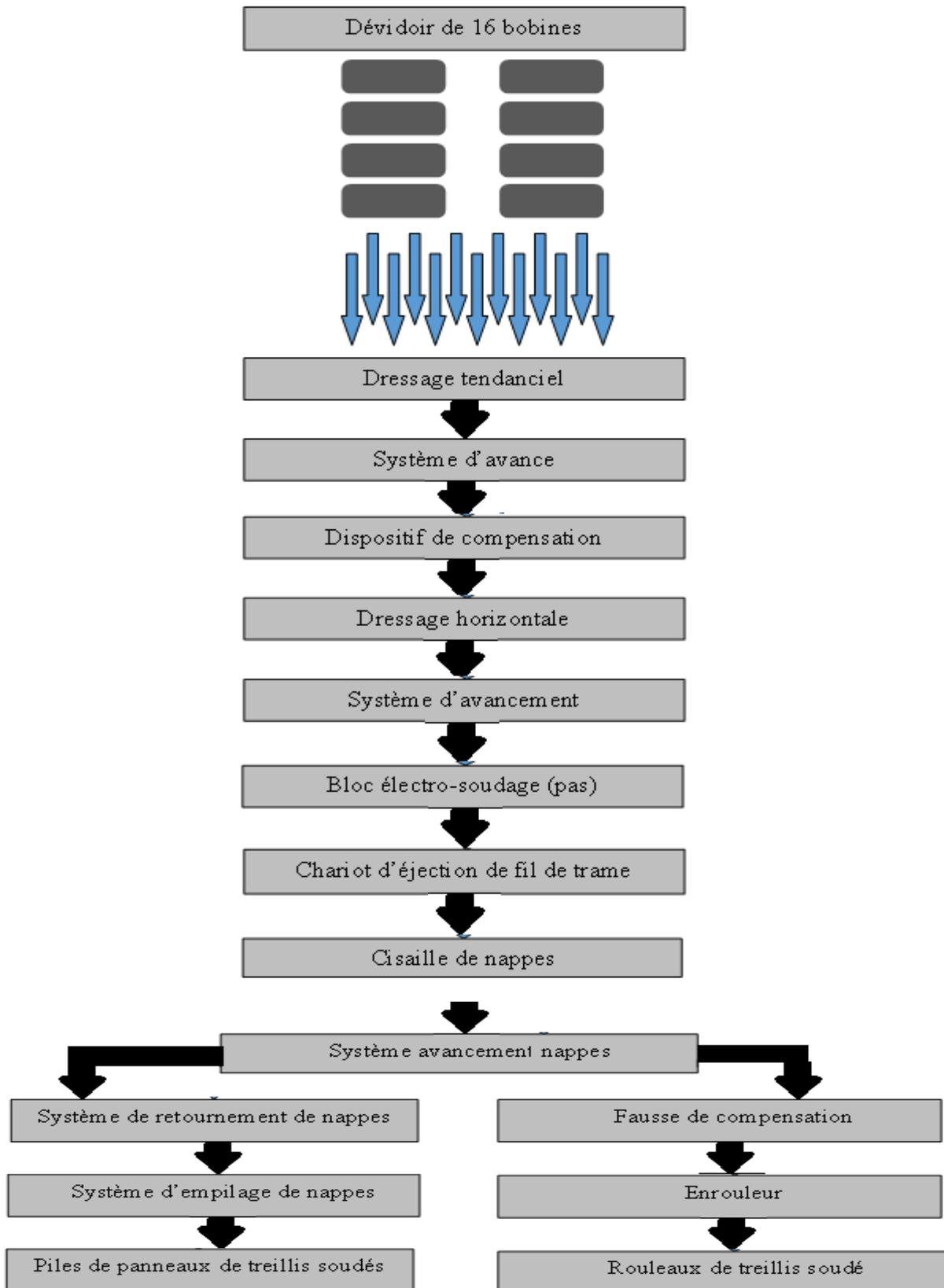


Figure II.4 : Schéma synoptique général de fabrication de treillis soudé [8]

II.6 Procédé de fabrication de panneaux treillis soudés Ø de 6mm à 10mm

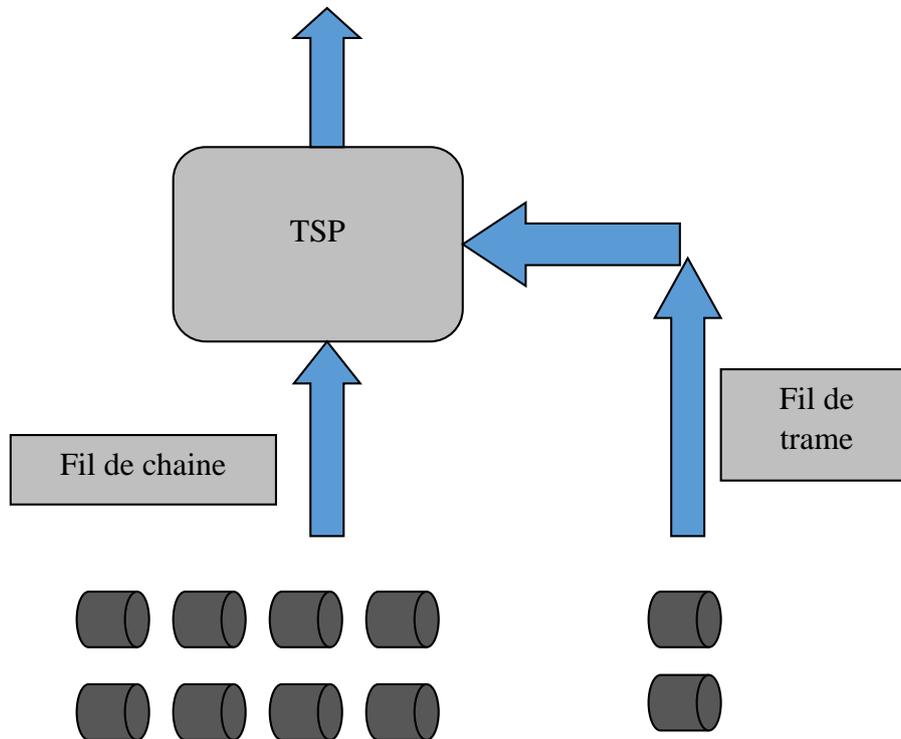


Figure II.5 : Schéma synoptique ligne de treillis soudé en panneaux [8]

La ligne se décompose en les modules suivants :

II.6.1 Dévidoir de bobines de fils de chaîne SG 3000-8

Il sert à tirer les fils à partir des bobines horizontales et il est composé de 8 positions de dévidage, des guide-fils, des éléments pour le positionnement de la bobine, d'un système de freinage intégré et du moniteur pour fils de chaîne

Le dévidoir est équipé d'un frein constant et d'un frein d'arrêt appliqué sur une seule extrémité annulaire de la bobine. Ces freins assurent le dévidage impeccable des fils (pas de marche par inertie des bobines lors de la réduction de la vitesse de production).

Majoritairement, les bobines sont dans un état de dégradation avancé aussi bien au niveau du corps principal du tube évidé qu'au niveau des extrémités annulaires. Comme conséquences le mouvement est voilé occasionnant des difficultés de réenroulement du fil en cas d'arrêt intempestif de la ligne de production. [8]



Figure II.6 : *Dévidoir de bobines de fils de chaîne*

II.6.1 Dispositif de dressage de fils de chaîne DEC 46/102

Un dispositif qui sert à dresser les fils de chaîne dans un plan vertical qui est muni d'un bloc de dressage à réglage d'un point central et à réglage individuel. Le principe consiste à faire passer le fil dans une « chicane » constituée de galets. Il se compose d'un bâti de dresseuse et des blocs de dressage.

La machine EVG G95 dispose de quatre ensembles de 7 galets disposés en série avec des poulies en amont pour guider les fils. [8]



Figure II.7 : *Dispositif de dressage de fils de chaîne*

II.6.2 Dispositif de tirage de fil de chaîne TL-RVD/102

Le dispositif de tirage de fil avec boucle de compensation sert à tirer les fils de chaîne vers le bloc de soudage et il se compose de :

II.6.2.1 Unité d'avance à galets

Les unités d'avance à galets serrées individuellement servent à avancer le fil dans la boucle de compensation. L'avancement, dans la machine EVG G95, se fait au moyen de 2 galets de grande dimension disposés verticalement l'un sur l'autre et actionnés d'une manière pneumatique au moyen de vérins. [8]

II.6.2.2 Boucle de compensation

Il empêche une traction entre les dévidoirs et le système d'avancement et permet à ce dernier de tirer le fil vers l'aval en continu sans résistance en dépit du mode opératoire intermittent de la soudeuse et, par conséquent, les deux mouvements peuvent être découplés.

L'entraînement se fait au moyen des moteurs à réglage de vitesse qui règle automatiquement la grandeur de boucle à l'aide des capteurs montés dans la boucle, permettant ainsi une adaptation parfaite de la vitesse de tirage à la vitesse de machine. [8]



Figure II.8 : Boucle de compensation des fils de chaîne

II.6.3 Unité de dévidage et tirage de fil de trame SQH-3000-2

On trouve :

II.6.3.1 Dévidoir de fils de trame

Se composant de deux positions de dévidage pour bobines horizontales avec frein constant et frein d'arrêt intégré. Une des deux stations de dévidage est toujours en service alternativement pendant qu'une nouvelle bobine peut être chargée sur l'autre station en temps caché pendant que la production est en cours.

Un moteur électrique sert comme dispositif d'entraînement auxiliaire lors du démarrage et comme frein constant tandis que le frein mécano-hydraulique est utilisé pour un arrêt instantané et sert comme frein de sécurité. L'alimentation hydraulique est assurée par la soudeuse. [8]



Figure II.9 : *Dévidoir de fils de trame*

II.6.3.2 Système de tirage des fils de trame

Pour le tirage en continu du fil de trame et pour l'amenée du fil dans la boucle de compensation. La boucle de fil sert à compenser l'injection intermittente du fil de trame dans la soudeuse. [8]

La ligne de soudage sera arrêtée automatiquement en cas de troubles pendant le dévidage du fil si la bobine ou la botte s'épuise. Il se compose de :

a) Dispositif de tirage

Sert à tirer continuellement le fil de trame des stations de dévidages au moyen des galets de transport à entraînement réglable en continue et le pousse vers la boucle de compensation. Le fil est pressé contre les galets de transport hydrauliquement. [8]



Figure II.10 : *Dispositif de tirage de fil de trame*

b) Dispositif d'injection des fils de trame CWS 12

Sert à injecter les fils de trame dans le pont de soudage. Le fil est dressé à l'aide de deux unités à galets installées à angle droit l'un à l'autre et il est injecté précisément et vite dans l'unité de soudage par servomoteurs à réglage de fréquence. [8]

II.6.4 Bloc (pont) de soudage

Le pont de soudage de la machine EVG G95 est caractérisé par ses actions qui sont en totalité à commande hydraulique du fait de la section élevée du fil. [9]

Se compose :

- **D'un banc de tirage de réglage du pas de soudure :** fonctionnant au moyen d'un système mécanique (bielle manivelle) entraîné par un moteur hydraulique (**Rex Roth verstellpumpe A4VSG**) commandé par une carte de régulation de débit (servo-valve EVG GS4). [8]



Figure II.11 : Banc de tirage de réglage du pas de soudure

- **D'une centrale hydraulique (Hydraulikplan HA NG 250) :** fournit l'énergie hydraulique (sous forme d'un fluide) nécessaire au fonctionnement de l'installation hydraulique du pont de soudage. Le mouvement de rotation du moteur électrique est transformé en débit par une pompe. [8]



Figure II.12 : Centrale hydraulique (Hydraulikplan HA NG 250)

Elle est constituée de plusieurs composants, dont les principaux sont énumérés ci-dessous :

- Un moteur électrique asynchrone principale (ABB MBT225M4 380V 50HZ 45KW 4P) entraînant une pompe.
- Deux moteurs électrique asynchrone secondaire entraînant deux pompes chacun, un pour faire monter et descendre la soudeuse et l'autre pour le refroidissement en eau de la centrale hydraulique commandé par l'électrovanne 1 (1S.21A). [8]

- Un thermostat d'eau (RAM 42.0/1982 5-65 30 degré).
- Un thermostat d'huile (RAM 42.0/1982 5-65 60 degré).
- Un pressostat (Roxroth HED40A15/350).
- Un filtre à l'huile (Purolator A677-26).
- Un détecteur de niveau d'huile (UR40NI.1.5''RI). [8]

- **Le système d'eau de refroidissement**

Pour un fonctionnement efficace de la centrale hydraulique, les transformateurs de soudage ainsi que les thyristors, il est nécessaire d'utiliser un système de refroidissement par eau du type à circulation ou en boucle fermée, Contrôlé par un flussostat (UNS 1000/NS/TI/BN25) qui est un contrôleur de débit à palettes qui détecte la présence ou l'absence de débit. [8]

- **La soudeuse de treillis EVG M95/102**

Pour souder les fils de chaîne et de trame conformément à la géométrie de nappe donnée par la commande de la machine. Se composant de :



Figure II.13 : Soudeuse de treillis EVG M95/102

- 6 transformateurs de soudage (EVG T4.1) commandés par des thyristors (EVG L 150) refroidis à l'eau ;
- De portes électrodes ;
- D'électrodes supérieures et inférieures en cuivre et de pièces d'isolation en bakélite ;
- De détecteurs de position maximum et minimum (schondnch) ;

➤ De détecteur de fil de trame (IBCT1814PNP 10-35v continue). [8]

• **Dispositif de contrôle de soudage TE90 MARK 2**

Le TE90 est un dispositif de contrôle de soudage à microprocesseur pour machines à souder monophasées par résistance. La fonction du contrôle de soudage est celle de gérer les éléments composants la machine à souder et notamment les thyristors effectuant le réglage du courant de soudage. Le cycle de travail exécuté par le contrôle TE90 est décrit au moyen des paramètres de programmation. Le dispositif de contrôle TE90 est utilisable pour les machines à souder avec commande manuelle ou pneumatique [10].

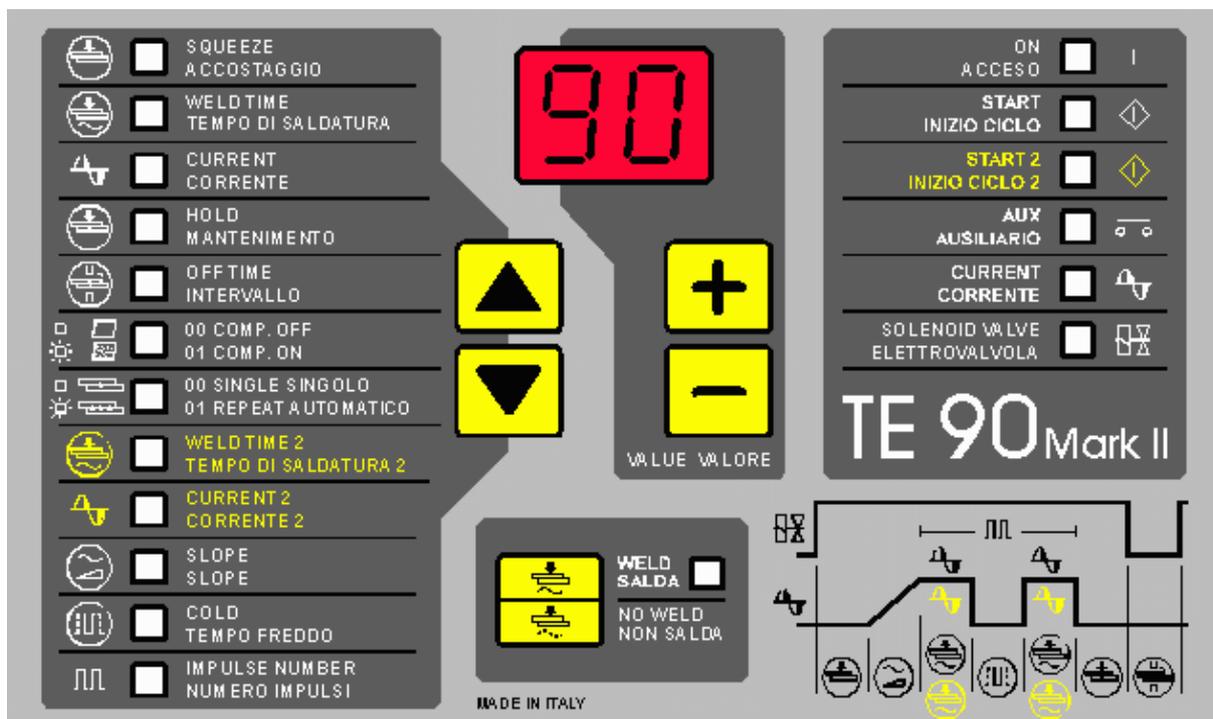


Figure II.14 : Dispositif de contrôle de soudage TE90 MARK 2

II.6.5 Paramètres d’exploitation

Tableau II. 2 Paramètres d’exploitation de la soudeuse [8]

Caractéristiques	Paramètres
Diamètre de fil	6,0 – 10,0
Espacement des fils de ligne	50mm – 200mm réglable
Nombre d’électrode	Réglable par rapport le nombre de fil 200mm-12 électrode 150mm – 16 électrode 100mm- 24 électrode

puissance	1350 KVA réglable
Section de câble d'alimentation	3*70mm
Temps de soudage	10ms – 100ms réglable
Tension de soudage	Ajuster le transformateur de soudage
Matériel	Fil d'armature
Méthode de soudage	Résistance de contrôle synchrone
Poids de la machine	3 T
Vitesse de soudage	40 – 60 barres transversale par minute
Capacité de transformateur de soudage	125KVA*6
Cadence	50 cycle/min
Capacité de production Kg/8h	15800Kg en 8h

II.6.6 Cisaille de nappe (panneaux) M35/102

Munie d'un entraînement hydraulique et sert à couper en nappes les bandes de treillis fabriquées sans fin. La coupe est déclenchée à main par un bouton-poussoir ou automatiquement par le compteur de fil de trame. Le compteur des coups indique la quantité des nappes coupées. [8]



Figure II.15 : Cisaille de nappe M35/102

II.6.7 Système d'avancement des nappes

Dans la machine EVG95, l'action d'avancement des panneaux des treillis soudés est directement liée à celle de la cisaille et se fait au moyen de roues pneumatiques vers le système de retournement et d'empilage. [8]



Figure II.16 : *Dispositif d'avancement de nappes de treillis avec roues pneumatique*

II.6.8 Empileur de nappes SH 6/102

Pour l'empilage des nappes soudées et pour l'évacuation des piles aussitôt que le nombre de nappes par parquets est atteint. Il a pour fonction de réduire l'espacement entre les panneaux empilés avec pour objectif de mieux rentabiliser le transport de ces derniers. Il se compose de :

- Dispositif d'empilage et d'un chemin roulant motorisé. [8]

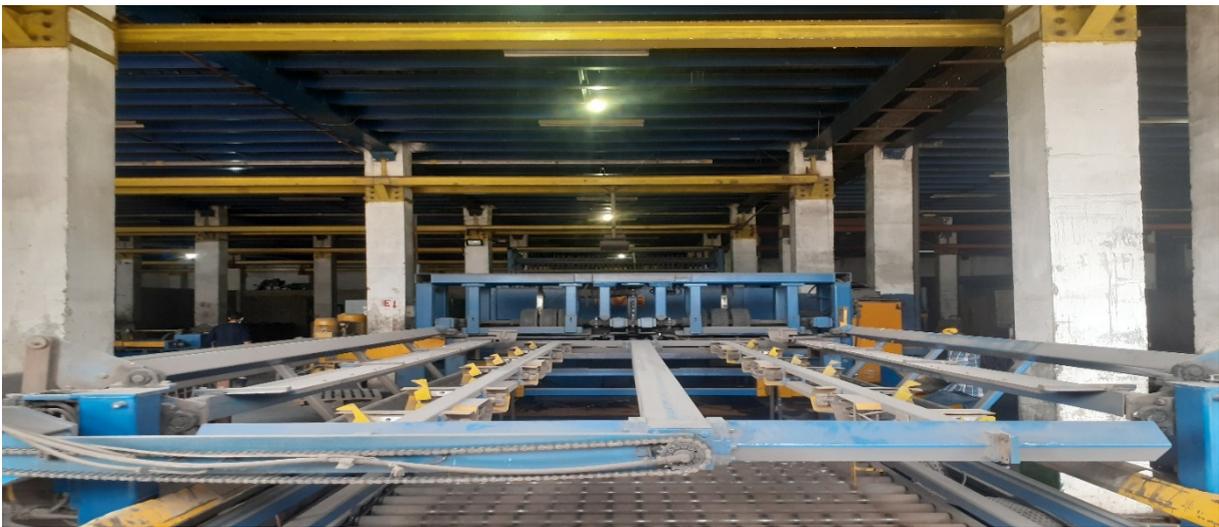
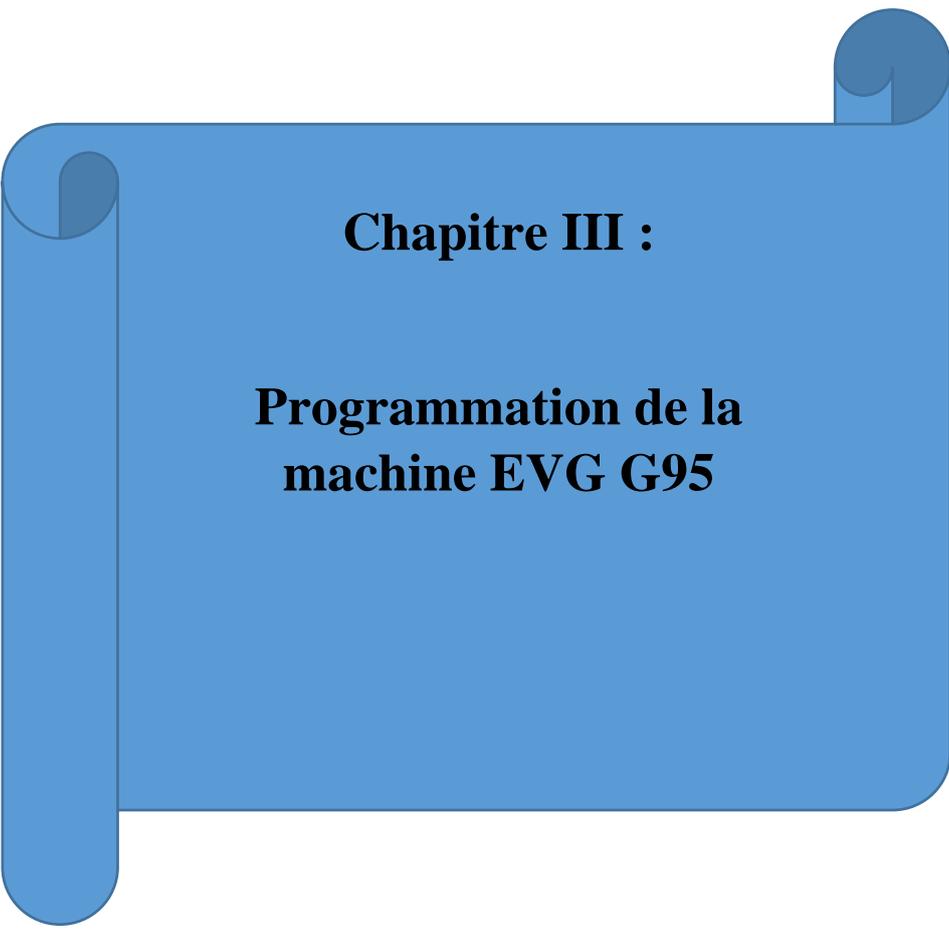


Figure II.17 : *Dispositif d'empilage et chemin roulant*

II.7 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté en premier lieu la machine EVG G95, son fonctionnement ainsi que ses différentes parties, expliquant le rôle de chacune d'entre-elles en se focalisant particulièrement sur le pont de soudage.

Cette étude nous permettra de concevoir au mieux une solution automatisée pour la bonne conduite du pont de soudage de la machine dans les chapitres suivants.

A blue scroll graphic with rounded corners and a vertical strip on the left side, resembling a rolled-up document. The text is centered on the scroll.

Chapitre III :

Programmation de la machine EVG G95

III.1 Introduction

Le **Graphe Fonctionnel de Commande Etapes et Transitions** (GRAFCET) est un outil fiable de modélisation du comportement des systèmes automatisés. Il répond particulièrement bien aux besoins de l'industrie dans des automatismes séquentiels. Il permet non seulement d'analyser le problème posé, mais également de recevoir une solution pour l'automate, quelle que soit sa technologie. C'est une méthode simple qui nous permettra, à partir d'un cahier de charges bien défini, de résoudre les problèmes d'automatismes séquentiels.

Dans ce chapitre, une description du grafcet est étalée avant d'entamer la conception du grafcet du pont de soudage de la machine de production de treillis soudés (EVG95) et sa programmation sur logiciel SIMATIC STEP7 en langage CONT.

III.2. GRAFCET

III.2.1. Description du GRAFCET

Le grafcet est un outil graphique de description du comportement attendu de la partie commande. Il décrit les relations à travers la frontière d'isolement de la partie commande et de la partie opérative d'un système automatisé. L'établissement d'un grafcet suppose la définition préalable :

- Du système,
- De la frontière PO-PC, spécifiant la partie commande,
- Des entrées et des sorties de la partie commande.

La description du fonctionnement d'un automate peut alors être représentée graphiquement par un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions,
- De transitions auxquelles sont associées des réceptivités,
- De liaisons orientées,

Un tel ensemble GRAPHE ou DIAGRAMME est appelé grafcet. [2]

III.2.2 Principe de base d'un grafcet

III.2.2.1 Etape

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape *i*, repérée numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i . Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, 0 sinon. Il existe plusieurs types, on y trouve principalement [3] :

a) Etape initiale

Elle représente le système à l'état de repos initial, elle est activée au début du cycle.

b) Etape normale

C'est une étape associée à une ou à plusieurs actions, elle peut être active ou inactive. Chaque étape lui est associée une variable binaire exprimant son activité.

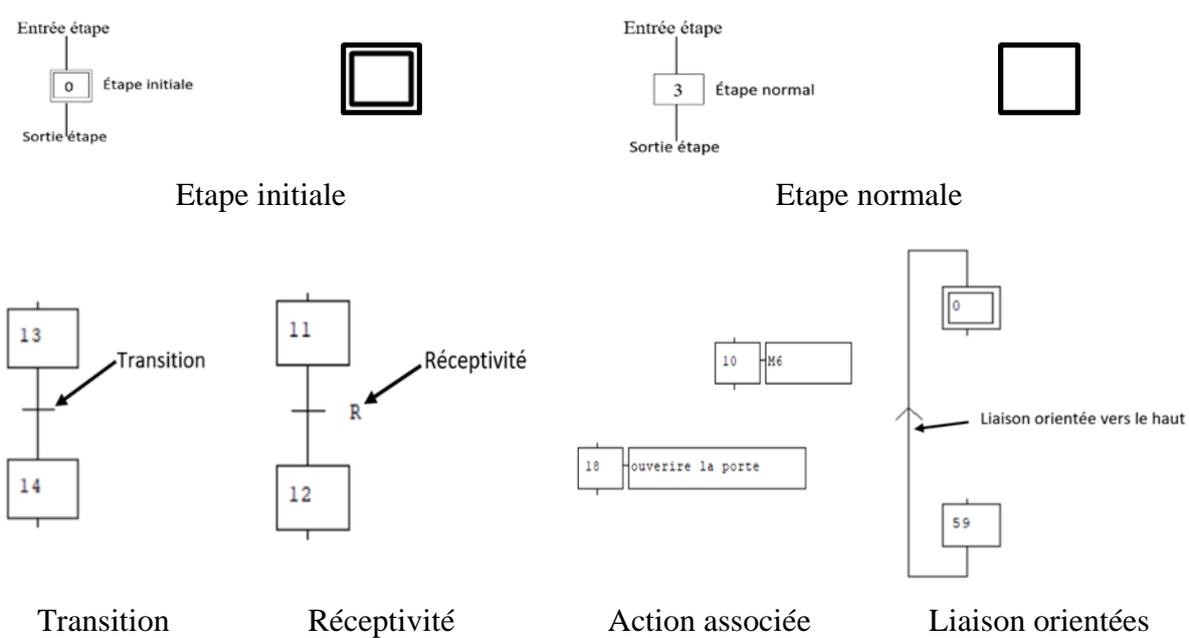


Figure III.1 : Eléments constituant un grafcet

III.2.2.2 Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie. [3]

III.2.2.3 Les actions

L'action associée à l'étape peut être continue, conditionnelle ou mémorisée. [3]

➤ **Action continue** : La ou les sorties correspondant à l'ordre sont mises à « 1 » tant que l'étape associée est active. Lorsque l'étape devient inactive, la ou les sorties sont mises à « 0 ».

➤ **Action conditionnelle** : Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elles peuvent être une action conditionnelle simple, une action retardée (Delay), une action limitée dans le temps ou une action mémorisée. [3]

III.2.2.4 Les réceptivités

Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une fonction booléenne calculée à partir des entrées du graphe, des états des étapes ou des temporisations. Une réceptivité est donc écrite en utilisant les opérateurs logiques et les fronts. Le front montant ou descendant d'une variable permet de situer dans le temps le changement de valeur de ce capteur. [3]

III.2.2.5 Les liaisons orientées

Une liaison orientée est le lien entre une étape et une transition ou l'inverse. Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical. Les liaisons orientées sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d'une flèche vers le haut lorsque la liaison est orientée vers le haut. [3]

III.2.3 Règle d'évolution du GRAFCET

III.2.3.1 Règle n°1 : Condition initiale

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives. [3]

III.2.3.2 Règle n°2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit valide, il faut que toutes ses étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, si et seulement si la réceptivité associée est vraie. [3]

III.2.3.3 Règle n°3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement dans cet ordre la désactivation de toutes ces étapes en amont et l'activation de ses étapes en aval. [3]

III.2.3.4 Règle n°4 : Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies. [3]

III.2.3.5 Règle n°5 : Conflit d'activation

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition en aval et activée par le franchissement d'une transition en amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes au procédé) non désirées. [3]

III.2.4. Grafcet de niveaux 1 et 2

III.2.4.1. Grafcet de niveau 1

C'est une description de l'enchaînement des actions et des transitions permettant de contrôler le procédé. Lorsque l'on aborde l'analyse et la description d'un système, on ne sait pas quelle technologie sera retenue pour les actionneurs, les capteurs et la commande. On décrira dans ce grafcet les actions et les événements en termes généraux. [3]

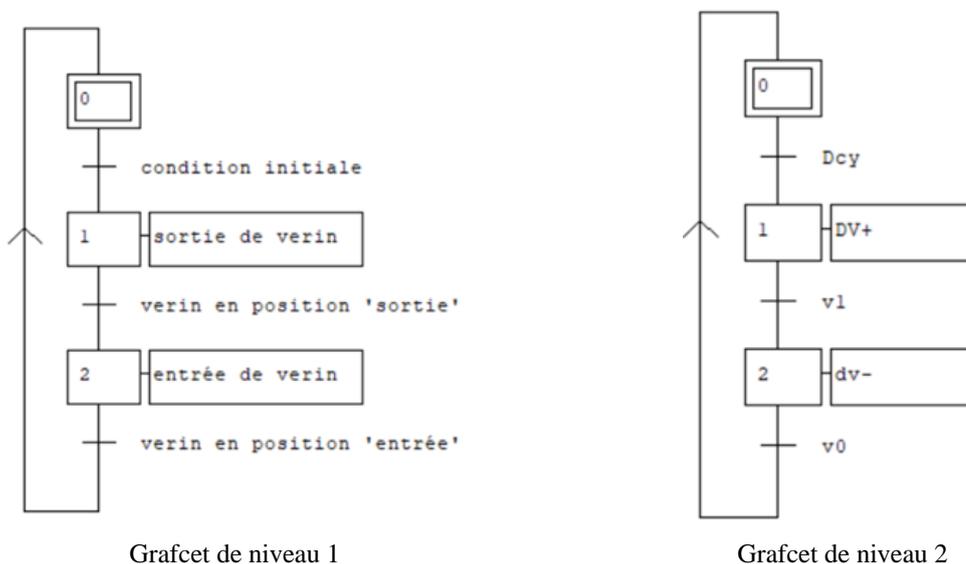


Figure III.2 : Type de grafquets

III.2.4.2 Grafcet de niveau 2

Le Grafcet de niveau 2 tient en compte les spécifications technologiques. C'est une description complète de l'automatisme, il tient compte de toutes les contraintes du procédé, il est différent du grafcet de niveau 1 compte tenu de la nature et en particulier de la technologie des capteurs et des actionneurs utilisés. [3]

III.2.5 Configurations courantes du grafcet

III.2.5.1 Séquence unique

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes que l'on active une après l'autre. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée

que par une seule étape. La séquence est dite active si au moins une étape est active, elle est dite inactive si toutes les étapes sont inactives.

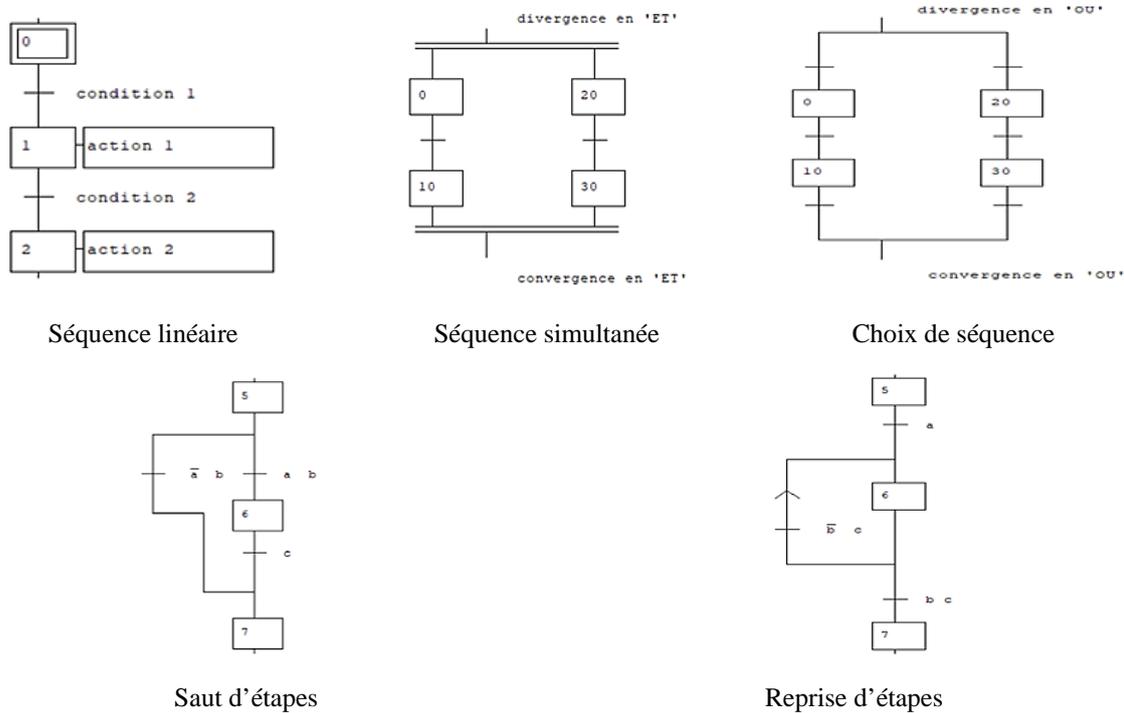


Figure III.3 : Configuration des grafjets

III.2.5.2 Séquence simultanées (ET)

Dans un cycle à séquences simultanées, les séquences débutent en même temps et finissent en même temps, mais les étapes de chaque branche évoluent de façon indépendante.

En pratique, les étapes de fin de parallélisme ne comportent pas d'actions, elles sont des étapes d'attentes. De plus la transition de fin de parallélisme est souvent vraie.

III.2.5.3 Séquence exclusive (Où)

Une sélection de séquence est dite exclusive lorsque les réceptivités associées aux transitions ne peuvent pas être vraies simultanément. C'est-à-dire il y'a une seule transition qui doit être activée, pas les deux à la fois.

III.2.5.4 Saut d'étapes

Le saut d'étape est une sélection de séquence permettant de sauter plusieurs étapes indésirables, en fonction des conditions d'évolution. Le saut d'étape comprend au minimum un saut d'une étape.

III.2.5.5 Reprise d'étapes

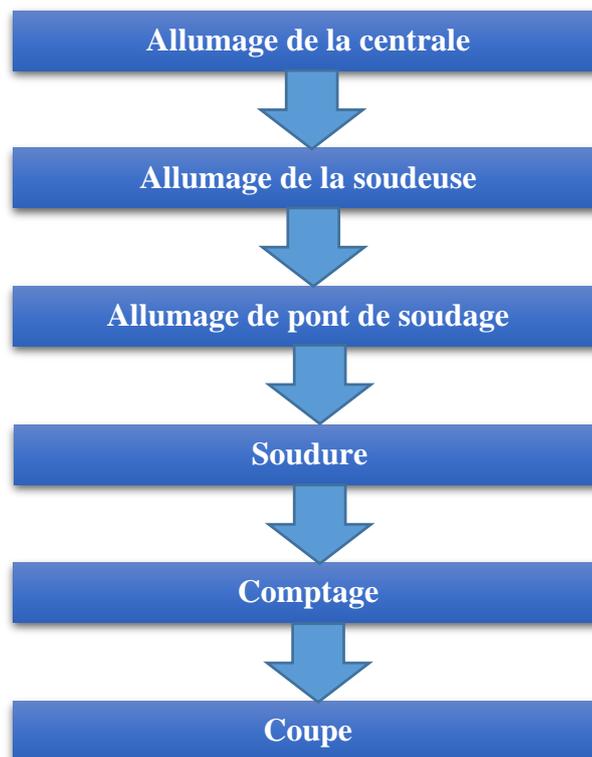
La reprise d'étapes permet de recommencer plusieurs fois si nécessaire une même séquence. La reprise de séquence doit comporter aux moins trois étapes, l'activation d'une étape comporte la désactivation de l'étape précédente et la validation de l'étape suivante.

Dans une boucle de reprise de séquence avec deux étapes, il n'est pas possible de remplir ces conditions. Le sens des flèches et la position des transitions sur les liaisons sont très importants.

III.2.6. Elaboration du GRAFCET de la machine EVG95

Avant d'élaborer le GRAFCET il est important de définir le cahier de charges qui représente les exigences et les conditions de fonctionnement.

III.2.6.1 Le cahier des charges



A l'étape initiale, toutes les actions sont désactivées. L'opérateur va donner une consigne de démarrage en appuyant sur le bouton marche de la centrale hydraulique, ceci va actionner les trois contacteurs (KM1, KM1 et KM3) pour démarrer les moteurs et commander l'ouverture de l'électrovanne d'eau de refroidissement de la centrale, qui à son tour alimentera en puissance le pont de soudage. Après vérification des conditions de sécurité, notamment : (le

relais thermique, le thermostat d'eau, le thermostat d'huile, le pressostat, le filtre à l'huile, le détecteur de niveau de l'huile, le flussostat), la lampe « marche » de la centrale s'allume.

- Le réglage de la position de la soudeuse se fait à travers deux boutons (monter/descendre) qui commandent l'ouverture des deux électrovannes (EV2 et EV3) respectivement et a pour but de définir le diamètre du fil à utiliser.

- L'opérateur doit ensuite donner une consigne de démarrage en appuyant sur le bouton marche de la soudeuse, ce qui va alimenter en puissance et en commande la carte TE90 Mark II. Après vérification des conditions de sécurité de la soudeuse, notamment : (le thermostat des transformateurs, le thermostat des thyristors, la position max/min de la soudeuse), la lampe « marche » de la soudeuse s'allume.

- Après l'appui sur le bouton marche du pont de soudage, la carte électronique de régulation du débit d'huile (la servo-valve) commande l'ouverture du distributeur afin d'entraîner le moteur hydraulique, qui à son tour fera marcher le pont de soudage.

- A la présence d'un fil de trame, un détecteur va donner une consigne à la carte TE90 de donner un ordre de soudage par la commande des thyristors. Ainsi la carte donnera une information sur la fin de la soudure.

- Un comptage sera déclenché une fois un fil de trame est détecté, par lequel la longueur de la nappe sera définie.

- Si le comptage est atteint, le pont de soudage sera intermédiairement arrêté par la carte de commande et de régulation de débit. Dans le cas contraire, le cycle du soudage reprendra jusqu'à ce que le comptage ait fini (atteinte de la longueur souhaitée).

- Une fois le pont de soudage arrêté, une temporisation de cinq secondes sera déclenchée pour s'assurer de l'arrêt total de la nappe. C'est alors qu'une coupe se fera par la cisaille.

- Une fois la coupe est faite et qu'un détecteur détecte la position haute de la cisaille, le pont de soudage redémarrera et un nouveau cycle de soudage sera entamé.

Au cours de la production, dans le cas d'insatisfaction des conditions de sécurité de la centrale hydraulique, c'est-à-dire un défaut d'un de ses composants (pressostat, thermostats, filtre à l'huile...etc.), dans le cas qu'un opérateur appuie sur le bouton d'arrêt de la centrale hydraulique ou sur le bouton d'arrêt d'urgence, une consigne est adressée à l'automate pour forcer le grafcet vers la situation initiale, ce qui va arrêter tout le système.

Dans le cas d'insatisfaction des conditions de sécurité de la soudeuse, c'est-à-dire lors d'un défaut des thermostats des transformateurs ou des thyristors, d'un défaut de position de la soudeuse ou qu'un opérateur appuie sur le bouton d'arrêt de la soudeuse, une consigne est adressée à l'automate pour forcer le grafcet vers l'étape 2, ce qui va arrêter la soudeuse.

Dans le cas d'insatisfaction des conditions de sécurité du pont de soudage, c'est-à-dire qu'un défaut surgi d'une des boucles de compensation ou de trame, d'un défaut de la cisaille ou qu'un opérateur appuie sur le bouton d'arrêt du pont de soudage, une consigne est adressée à l'automate pour forcer le grafcet vers l'étape 4, ce qui va arrêter le pont.

III.2.6.2 Nomenclature de pont de soudage

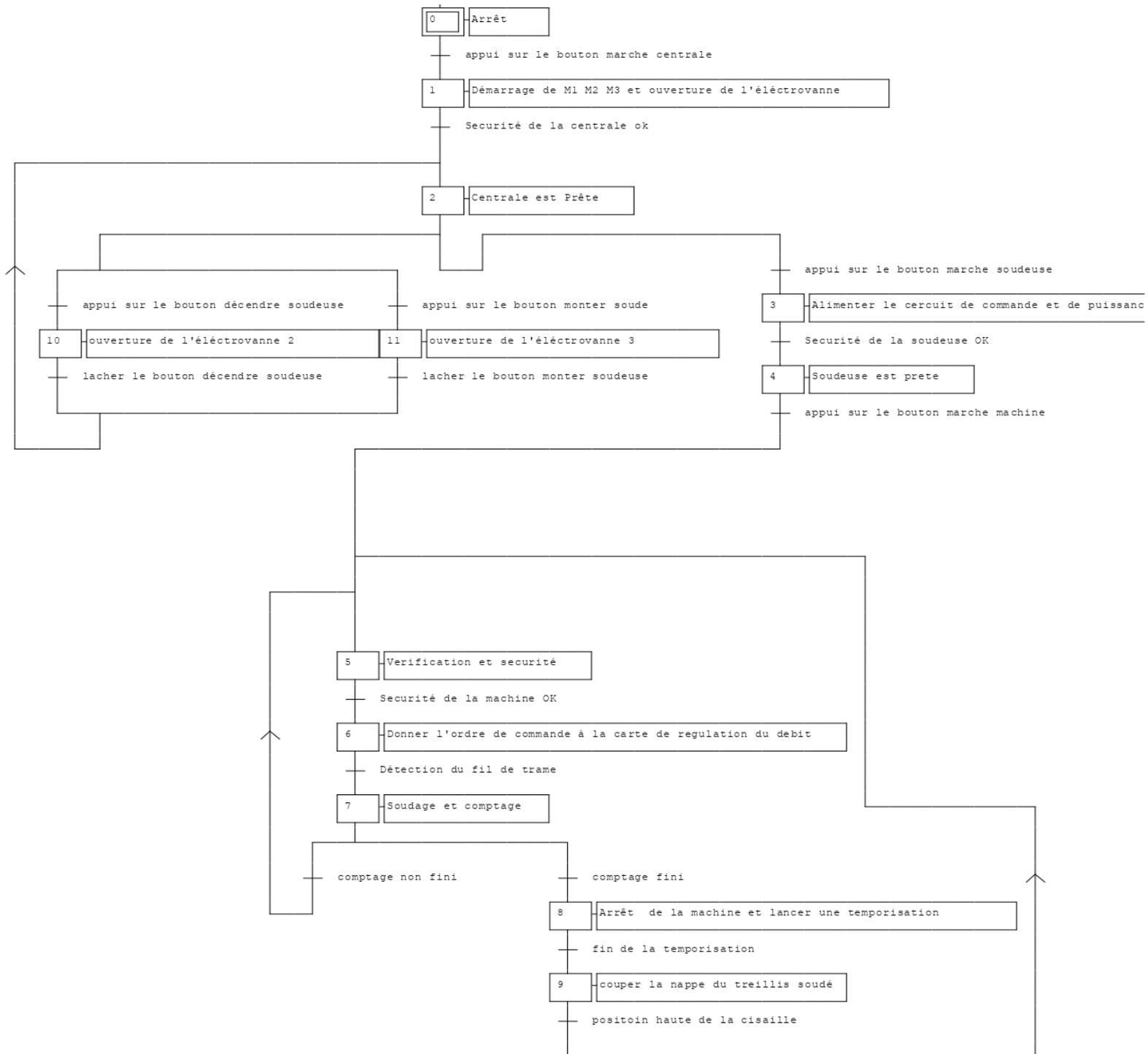
Tableau III.1 : Nomenclature

Eléments	Description	Eléments	Description
BMC	Bouton marche centrale	EV2	Électrovanne 2
KM1	Moteur principale	BDS	Bouton descendre soudeuse
KM2	Moteur secondaire 1	EV3	Électrovanne 3
KM3	Moteur secondaire 2	BMS	Bouton marche soudeuse
EV1	Électrovanne 1	TE90	Alimenter la carte TE90
RTh	Relais thermique	Th3	Thermostat des transformateurs
Th1	Thermostat d'eau	Th4	Thermostat des thyristors
Th2	Thermostat huile	DET2	Détecteur position haute (max) de la soudeuse
Pr	Pressostat	DFT3	Détecteur position base (min) de la soudeuse
Fil	Filtre à l'huile	LMS	Lampe marche soudeuse
DET1	Détecteur niveau de l'huile	BMPs	Bouton marche machine
FLu	Flussostat	DET5	Détecteur de boucle de compensation
LMC	Lampe marche centrale	DET6	Détecteur de boucle de fil de trame
BmS	Bouton monter centrale	DET7	Détecteur de cisaille
LMPs	Lampe marche machine	FCs	Fin de cycle soudage

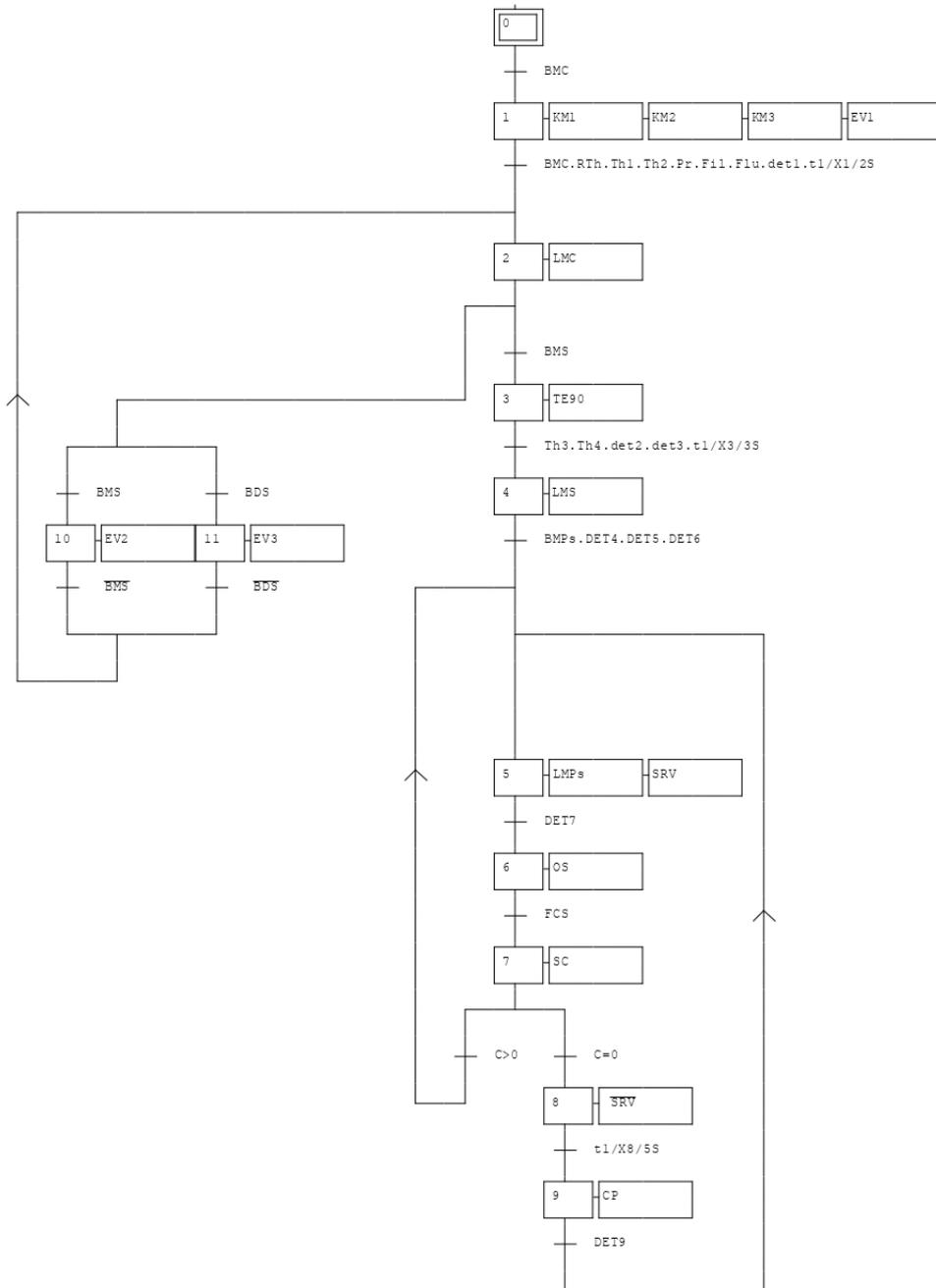
SRV	Servo-valve (régulation de débit)	SC	Séquence de comptage
DET8	Détecteur de fil de trame	CP	Couper le panneau
OS	Ordre de soudage	DET9	Détecteur position haute cisaille

III.2.6.3 Grafctet de niveau 1

Pour ne pas encombrer les deux grafctets (niveau 1 et 2) par les liaisons orienter de chaque étape vers l'étape initiale (dans ce cas ils seront non lisibles) lorsqu'un arrêt d'urgence se produit, nous avons décidé de ne pas les inclure dans les grafctets mais uniquement dans la programmation conformément au cahier des charges.



III.2.6.4 Grafcet de niveau 2



III.3. Logiciel SIMATIC STEP7

Le Step7 est le logiciel de base qui permet la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il s'exécute sous un environnement Windows, à partir d'une console de programmation ou d'un PC.

Il existe plusieurs versions : STEP micro/DOS et STEP micro/ Win pour les applications S7-300 et S7-400.

Le logiciel STEP7 offre les possibilités suivantes :

- ✓ Configuration et paramétrage du matériel et de communication.
- ✓ Création de gestion des projets.
- ✓ La création des programmes.
- ✓ Gestion des mnémoniques.
- ✓ Test de l'installation d'automatisation.
- ✓ Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.
- ✓ Document et archivage.

Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows 95 et s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation. [11]

III.3.1 Applications du logiciel de base STEP 7

Le logiciel Step7 met à disposition les applications suivantes [11]:

- ✓ Le gestionnaire de projet.
- ✓ La configuration du matériel.
- ✓ L'éditeur de mnémoniques
- ✓ L'éditeur de programmes CONT, LOG et LIST.
- ✓ La configuration de la communication NETPRO.
- ✓ Le diagnostic du matériel.

III.3.2 Editeur de programme

Les langages de base proposés sont [11] :

- ✓ Le schéma à contact (CONT), langage graphique similaire aux schémas de circuit à relais, il permet de suivre facilement le trajet du courant.

- ✓ Liste d'instruction (LIST), langage textuel de bas niveau, à une instruction par ligne, similaire au langage assembleur.
- ✓ Le logigramme (LOG), langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. L'éditeur de programme permet aussi la visualisation et forçage de variables.

III.4 Création d'un nouveau projet

III.4.1 Utilisation de l'assistant de création d'un projet

Par défaut, l'assistant de création de projet apparait à chaque démarrage de SIMATIC Manager, si ce n'est pas le cas, son lancement se fait en passant le menu fichier>assistant 'nouveau projet'. Cet assistant permet de créer un projet avec une interface simple. [11]

Les étapes à suivre sont les suivants [11] :

- ✓ **Etape1** : Cliquer sur le bouton « suivant »
- ✓ **Etape2** : Il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, la liste contient toutes les CPU supportées par la version de Step7 utilisée, dans le champ « nom de la CPU » il faut donner un nom à la CPU cela peut s'avérer utile dans le cas où l'on utilise plusieurs CPU dans un même projet ; il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU, si l'on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2 ;
- ✓ **Etape3** : Dans cet écran on insère des blocs dont OB1 est le bloc principal ; on doit aussi choisir un langage de programmation parmi les trois proposés (LIST, CONT ou LOG).
- ✓ **Etape4** : On nomme le projet et on clique sur Créer. Le projet est maintenant créé, on peut visualiser une arborescence à gauche de la fenêtre qui s'est ouverte.

III.4.2 Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet

Cette méthode est un peu plus compliquée, mais permet de mieux gérer le projet. Dans la fenêtre SIMATIC Manager, cliquer sur fichier >Nouveau, une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre. Il faut donc donner un nom au projet puis valider par ok. La fenêtre du projet s'ouvre. Le projet est vide il faut lui insérer une station SIMATIC, cela est possible en cliquant sur le projet avec le bouton droit puis insérer un nouvel objet>Station SIMATIC 300. La station SIMATIC n'est pas toujours configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle, qui peut être réalisée en procédant de la manière suivante [11] :

- ✓ Cliquez sur la station. Elle contient l'objet « matériel »
- ✓ Ouvrez l'objet « matériel ».la fenêtre HW Config Configuration matérielle » s'ouvre.
- ✓ Etablissez la configuration de la station dans la fenêtre « configuration matérielle ».

✓ Insérez d'abord un châssis/profilé support du catalogue des modules dans la fenêtre vide. Ensuite, sélectionnez des modules que vous disposez aux emplacements d'affichage du châssis/profilé support. Il faut configurer une CPU au moins par station.

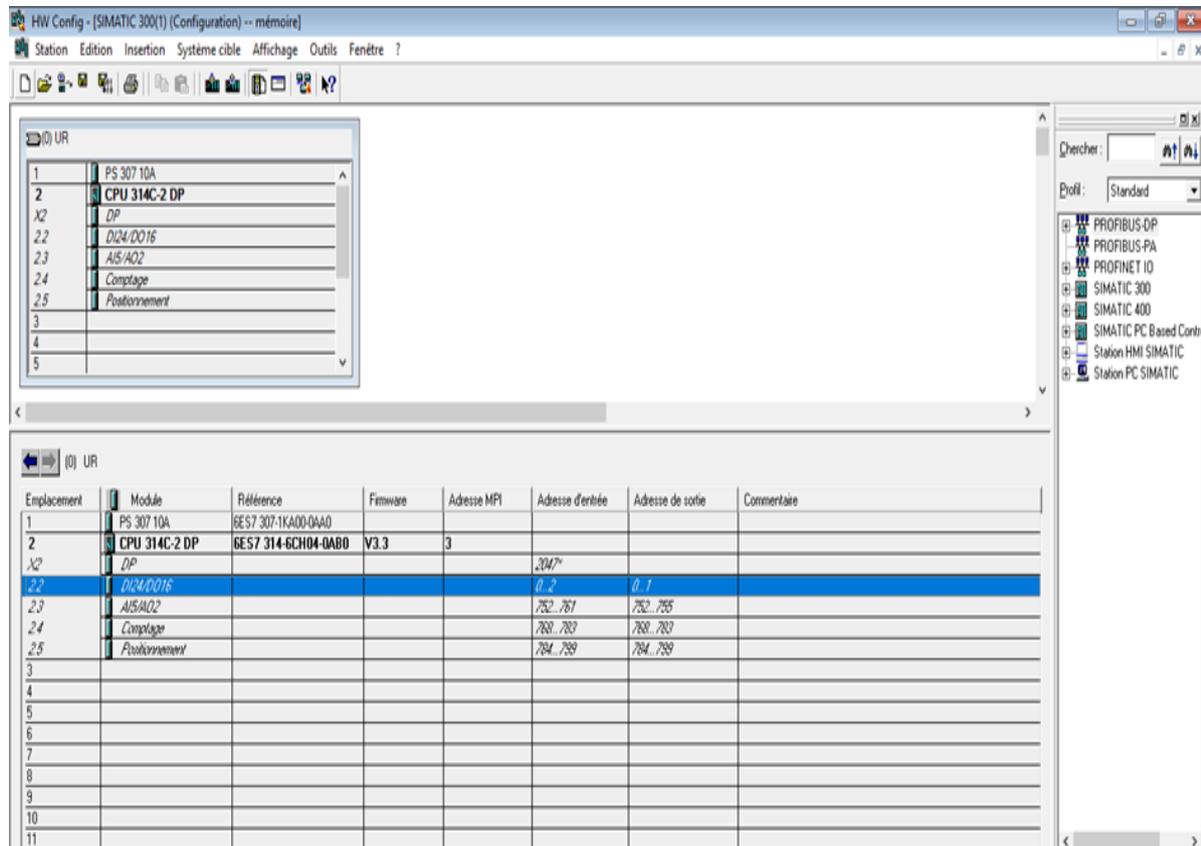


Figure III.4 : Etape de configuration

III.5 Hiérarchie d'un projet

Dans SIMATIC Manager, la hiérarchie d'objets pour les projets et bibliothèques est similaire à la structure des répertoires comportant des dossiers et fichiers dans l'explorateur de Windows. [11]

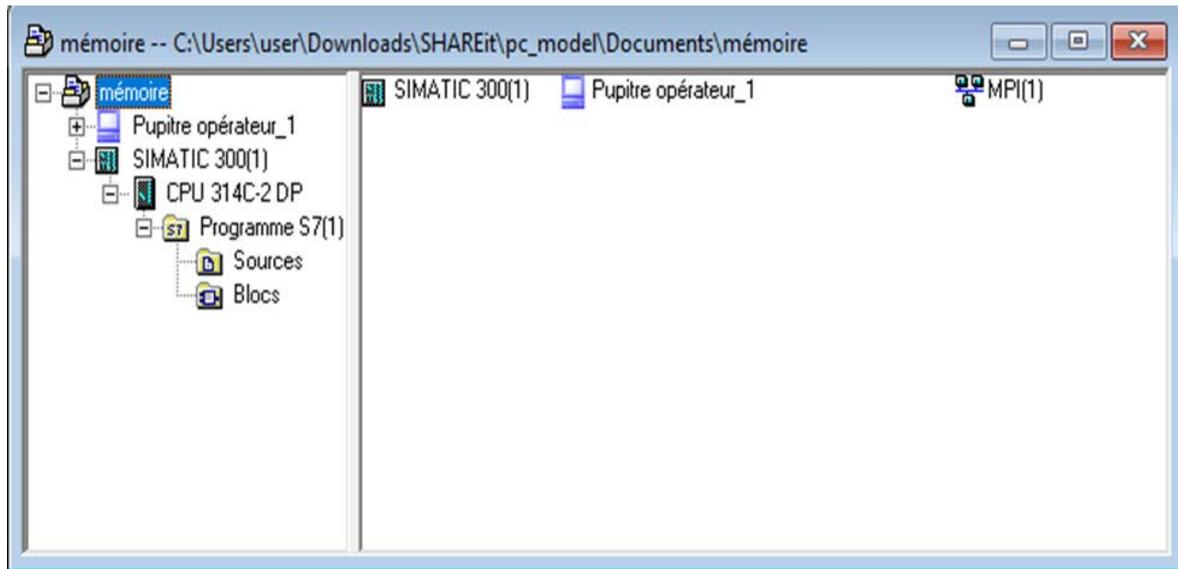


Figure III.5 : Hiérarchie d'un projet

III.6 Création de la table des mnémoniques

Pour améliorer la lisibilité et la clarté de notre programme, nous avons utilisé des mnémoniques à la place des adresses absolues. Pour cela nous avons créé une table de mnémoniques dans laquelle nous avons défini pour chaque opérande utilisée un nom d'adresse absolue, le type de données ainsi qu'un commentaire. Les mnémoniques ainsi définies pourront être utilisées dans l'ensemble du programme. [11]

Tableau III.2 : Table des mnémoniques

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	KM1	A 0.0	BOOL	Moteur principal
	KM2	A 0.1	BOOL	Moteur secondaire 1
	KM3	A 0.2	BOOL	Moteur secondaire 2
	EV1	A 0.3	BOOL	Electrovanne d'eau de refroidissement
	lampe marche centrale	A 0.4	BOOL	
	alimenter carte TE90	A 0.5	BOOL	
	lampe marche soudeuse	A 0.6	BOOL	
	lampe mar pont soudage	A 0.7	BOOL	
	carte regulation débit	A 1.0	BOOL	Carte de commande et de regulation du debit
	ordre de soudage	A 1.1	BOOL	
	EV2	A 1.2	BOOL	
	EV3	A 1.3	BOOL	

	bouton marche centrale	E 0.0	BOOL	
	bouton arret centrale	E 0.1	BOOL	
	Relais thermique	E 0.2	BOOL	
	thermostat eau	E 0.3	BOOL	
	thermostat huile	E 0.4	BOOL	
	pressostat	E 0.5	BOOL	
	filtre huile	E 0.6	BOOL	
	detec niveau huile	E 0.7	BOOL	
	flussostat	E 1.0	BOOL	
	bouton arret d'urgence	E 1.1	BOOL	
	bouton marche soudeuse	E 1.2	BOOL	
	bouton arret soudeuse	E 1.3	BOOL	
	thermostat transformateur	E 1.4	BOOL	
	thermostat thyristores	E 1.5	BOOL	
	dtc soudeuse pos max	E 1.6	BOOL	
	dtc soudeuse pos min	E 1.7	BOOL	
	bouton mar pont soudage	E 2.0	BOOL	
	bouton arr pont soudage	E 2.1	BOOL	
	fil de trame	E 2.2	BOOL	
	fin de cycle soudage	E 2.3	BOOL	
	position haute cisaille	E 2.4	BOOL	
	boutton monter soudeuse	E 2.5	BOOL	
	bouton decendre soudeuse	E 2.6	BOOL	
	étape0	M 0.0	BOOL	etape initiale
	étape1	M 0.1	BOOL	
	étape2	M 0.2	BOOL	
	étape3	M 0.3	BOOL	
	étape4	M 0.4	BOOL	
	étape5	M 0.5	BOOL	
	étape6	M 0.6	BOOL	
	étape7	M 0.7	BOOL	
	étape8	M 1.0	BOOL	
	étape9	M 1.1	BOOL	
	étape10	M 1.2	BOOL	
	étape11	M 1.3	BOOL	

	boucle compensastion ok	M 1.4	BOOL	aucuns defeauts n'a été signalé au niveau dela boucle de compensation
	boucle de trame ok	M 1.5	BOOL	aucuns defeauts n'a été signalé au niveau dela boucle de trame
	cisaille ok	M 1.6	BOOL	aucuns defeauts n'a été signalé au niveau dela cisaille
	arret intermédiaire	M 1.7	BOOL	arret intermediaire du pont de soudage
	couper le panneau	M 2.0	BOOL	
	séquence de comptage	M 2.1	BOOL	
	comptage atteint	M 2.2	BOOL	
	fin de la temporisation	M 2.3	BOOL	
	C A U	M 2.4	BOOL	conditions d'arret d'urgence
	C A S	M 2.5	BOOL	conditions d'arret de la soudeuse
	C A P S	M 2.6	BOOL	conditions d'arret du pont de soudage
	bac	M 3.1	BOOL	
	bau	M 3.2	BOOL	
	bmc	M 3.3	BOOL	
	bms	M 3.4	BOOL	
	bmps	M 3.5	BOOL	
	bas	M 3.6	BOOL	
	baps	M 3.7	BOOL	
	bmont_s	M 4.0	BOOL	
	bdec_s	M 4.1	BOOL	
	elctrvn2	M 4.2	BOOL	
	elctrvn3	M 4.3	BOOL	
	urg	M 26.1	BOOL	
	feuilles produites	MW 13	WORD	
	Alarmes	MW 25	WORD	
	Alarme	MW 27	WORD	
	deplcmnt haut	MW 60	WORD	
	deplcmnt bas	MW 61	WORD	
	nombre de trame	MW 62	WORD	
	Temporisation 1	T 1	TIMER	
	Temporisation 2	T 2	TIMER	
	Temporisation 3	T 3	TIMER	
	Compteur de trame	Z 1	COUNTER	
	comptr deplcm_1	Z 2	COUNTER	
	comptr deplcm_2	Z 3	COUNTER	
	trame	Z 4	COUNTER	

	nbr feuilles produites	Z 6	COUNTER	
--	------------------------	-----	---------	--

III.7 Bloc utilisateur

Pour les tâches d'automatisation de grande envergure, le programme peut être divisé en fonctions plus petits et faciles à manier. Ceci présente l'avantage de pouvoir tester les parties de programme séparément et de les regrouper en une seule fonction pour l'exécution. [11]

On a utilisé deux blocs principaux parmi les blocs utilisateur offert par STEP 7 :

III.7.1 Bloc d'organisation (OB)

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate de l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs. [11]

III.7.2 Function (FC)

Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs. [11]

III.8 Programme

Le programme de commande du pont de soudure de la machine EVG95 est élaboré en langage de programmation LADDER qui est le plus exploité en industrie. L'OB1 est le bloc utilisé pour l'organisation du programme et les blocs FC pour détailler chaque partie seule. [11]

III.8.1 Création de la fonction de démarrage de la centrale (FC4)

Ce bloc englobe toutes les fonctions qui permettent le démarrage de la centrale à travers le bouton BMC, ces différentes étapes sont :

- **Etape initiale** : c'est l'étape 0, toute la machine est éteinte.
- **Etape 1** : c'est l'étape de mise en marche des moteurs M1, M2, M3 et l'ouverture d'EV1.
- **Etape 2** : après que les moteurs et l'électrovanne1 soit actives, une temporisation de 5 seconde est déclencher pour permettre la vérification des conditions (CAU), la centrale hydraulique se mets en marche et sa lampe s'allume.

III.8.2 Création de la fonction de démarrage de la soudeuse (FC5)

Ce bloc est utilisé pour le but de gérer la fonction de l’allumage de la soudeuse, ces différentes étapes sont :

- **Etape 2** : Elle est considérée comme une étape initiale de ce bloc.
- **Etape3** : C’est l’étape de l’alimentation de la carte TE90, il suffit d’avoir l’étape 2 active et que le BMS soit appuyé.
- **Etape 10** : Elle consiste à faire monter la soudeuse, après l’activation de l’étape2, il suffit d’appuyer sur le bouton monter soudeuse pour que EV2 soit ouvert.
- **Etape 11** : Elle consiste à faire descendre la soudeuse, après l’activation de l’étape2 il suffit d’appuyer sur le bouton descendre soudeuse pour que EV3 soit ouvert.
- **Etape4** : C’est l’étape d’allumage de la lampe marche de la soudeuse, il suffit d’avoir l’étape 3 active et la fin de la temporisation 2 qui vérifie les conditions (CAS).

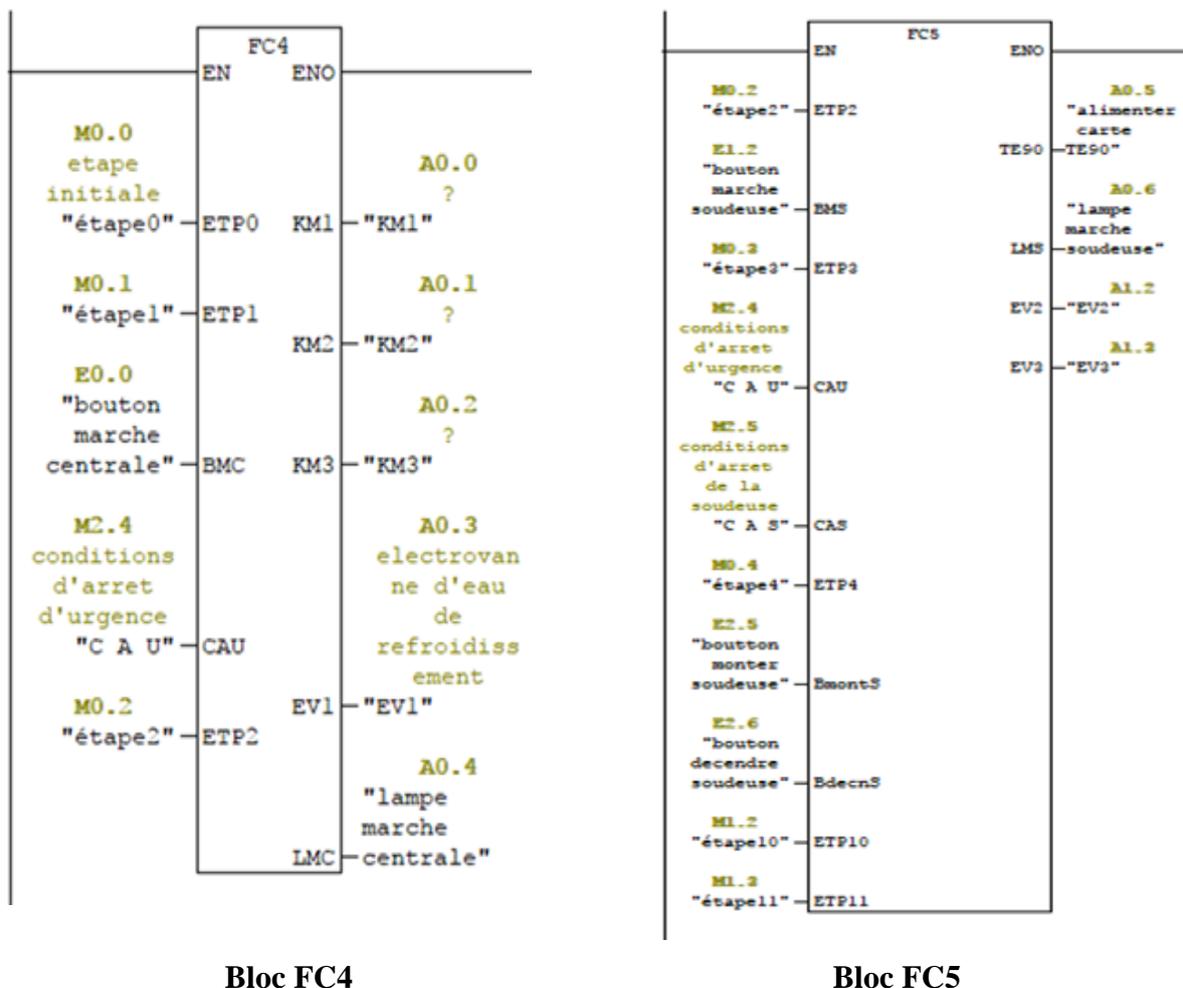


Figure III.6 : fonction de démarrage de la centrale et de la soudeuse

III.8.3 Création de la fonction de démarrage de pont de soudage (FC6)

Ce bloc est utilisé pour gérer la fonction de démarrage du pont de soudage. Ces différentes étapes sont :

- **Etape4** : elle est considérée comme étant une étape initiale de ce bloc.
- **Etape5** : c'est l'étape de l'allumage de la lampe marche du pont de soudage et de l'alimentation de la carte régulation de débit (servo-valve), elle s'active dans 3 cas :
 - ✓ Le passage de l'étape 4 vers l'étape 5 en appuyant sur le BMPS ;
 - ✓ Avoir l'étape 7 active et la réceptivité ' comptage non atteint ' vrai ;
 - ✓ Avoir l'étape 9 active et la réceptivité ' position haute de la cisaille ' vrai.

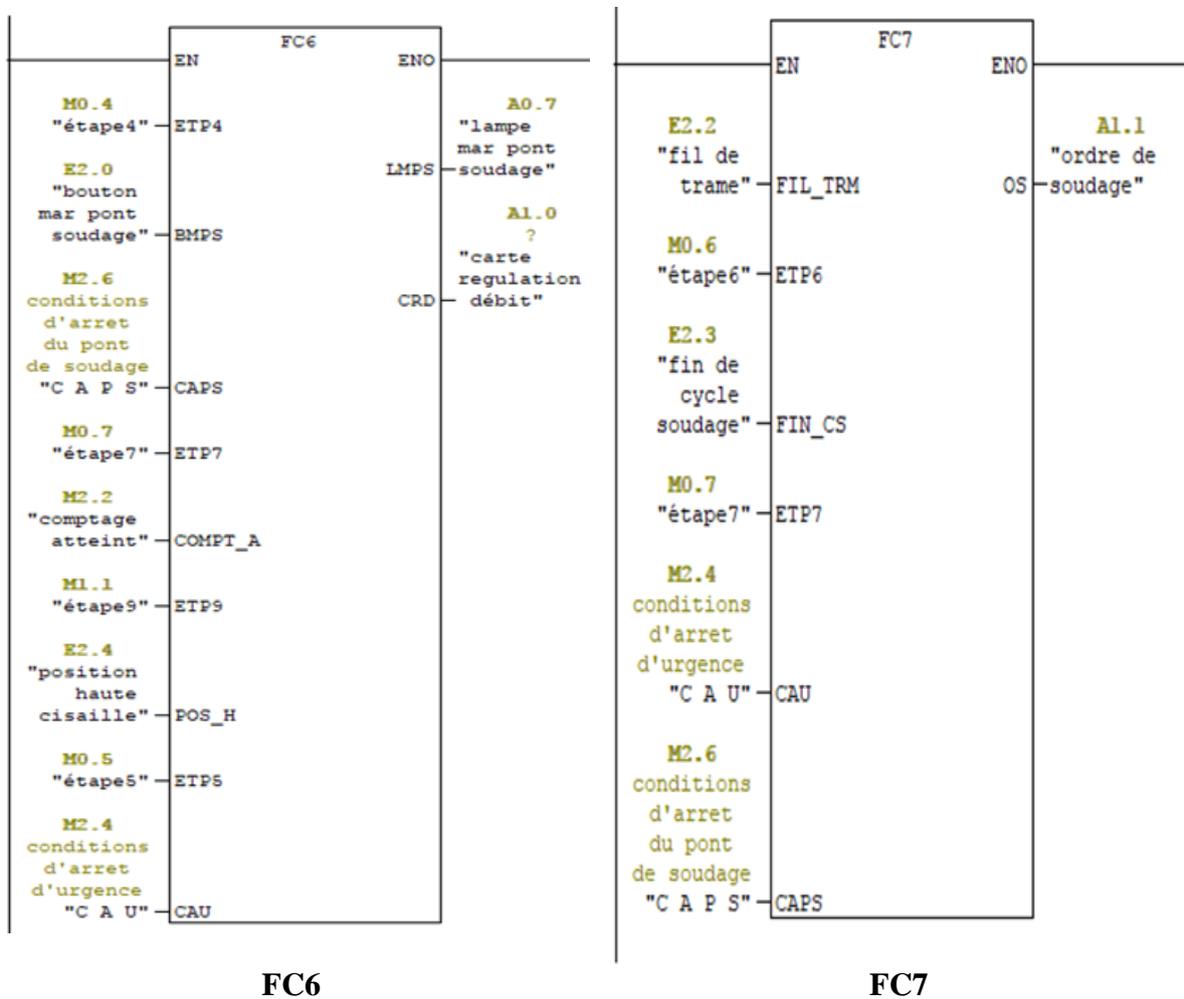


Figure III.7 : fonctions de démarrage du pont et de l'ordre de soudage

III.8.4 Création de la fonction de l'ordre de soudage (FC7)

Ce bloc est utilisé pour but de donner l'ordre de soudage où ces différentes étapes sont :

- **Etape5** : Elle est considérée comme une étape initiale de ce bloc.
- **Etape6** : C'est l'étape de donner l'ordre de soudage, il suffit d'avoir l'étape 5 active et la réceptivité ' présence de fil de trame ' vrai pour qu'elle soit active.

III.8.5 Création de la fonction de compteur de trame (FC8)

Ce bloc est utilisé pour programmer et contrôler le comptage de trame ceci se fait comme suit :

- **Etape7** : C'est l'étape de déclenchement de la séquence de comptage, il suffit d'avoir l'étape 6 active pour que la carte TE90 donne une impulsion de fin de cycle soudage pour activer cette étape.
 - ✓ Si $C > 0$ (comptage non atteint), cela va réactiver l'étape 5.
 - ✓ Si $C = 0$ (comptage atteint), va donc passer à l'étape suivante.

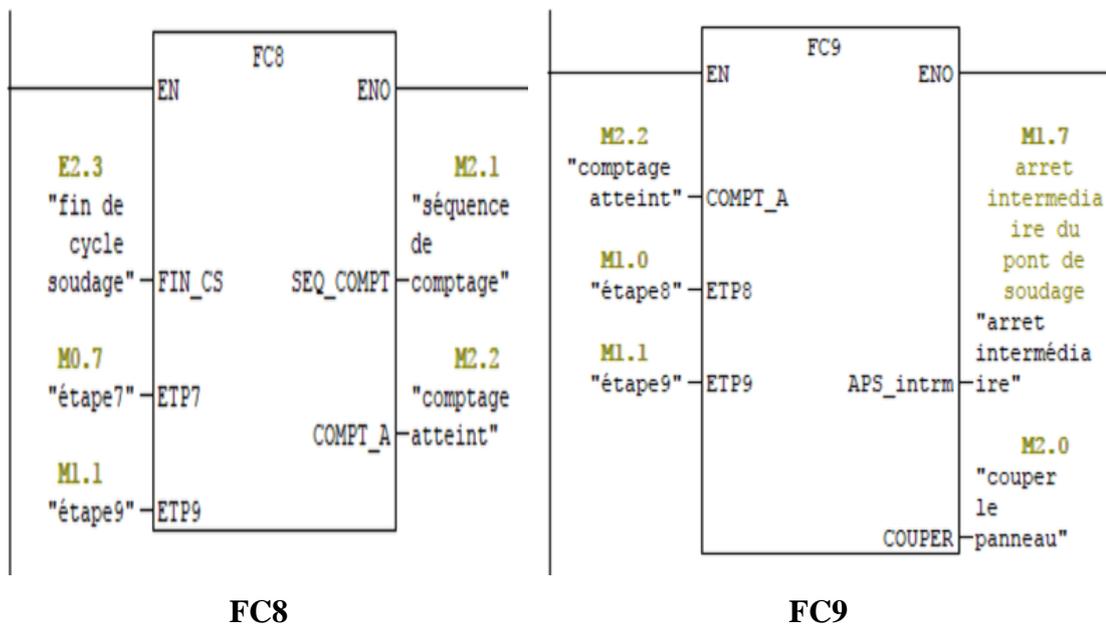


Figure III.8 : Fonction de compteur de trame et de coupage du panneau

III.8.6 Création de la fonction de l'arrêt intermédiaire du pont ainsi que la coupe du panneau (FC9)

Cette fonction contrôle l'arrêt intermédiaire du pont de soudage de la machine et l'action de couper le panneau, où ces différentes étapes sont :

- **Etape8** : C'est l'étape d'arrêt intermédiaire du pont de soudage il faut avoir une impulsion du compteur disant que le comptage est atteint pour activer cette étape.

- **Etape9** : C'est l'étape de couper le panneau, après que le pont s'est arrêté, une temporisation se lance pour s'assurer de l'arrêt total de la nappe, à la fin de cette dernière, un ordre est donné de couper le panneau par la cisaille.

III.8.7 Fonction d'arrêt d'urgence (FC10)

Cette fonction contrôle les conditions d'arrêt d'urgence, ce sont les différents composants de la centrale (relais thermique, pressostat...). En cas d'un défaut, ou de non activation d'un élément parmi ces derniers, un arrêt immédiat se lance sur toute la machine.

III.8.8 Fonction d'arrêt de la soudeuse (FC11)

Cette fonction est pour contrôler les conditions d'arrêt de la soudeuse (thermostat de transformateur, thermostat de thyristor...).

En cas d'un défaut, ou de non activation d'un élément parmi ces derniers, un arrêt immédiat se lance sur la soudeuse.

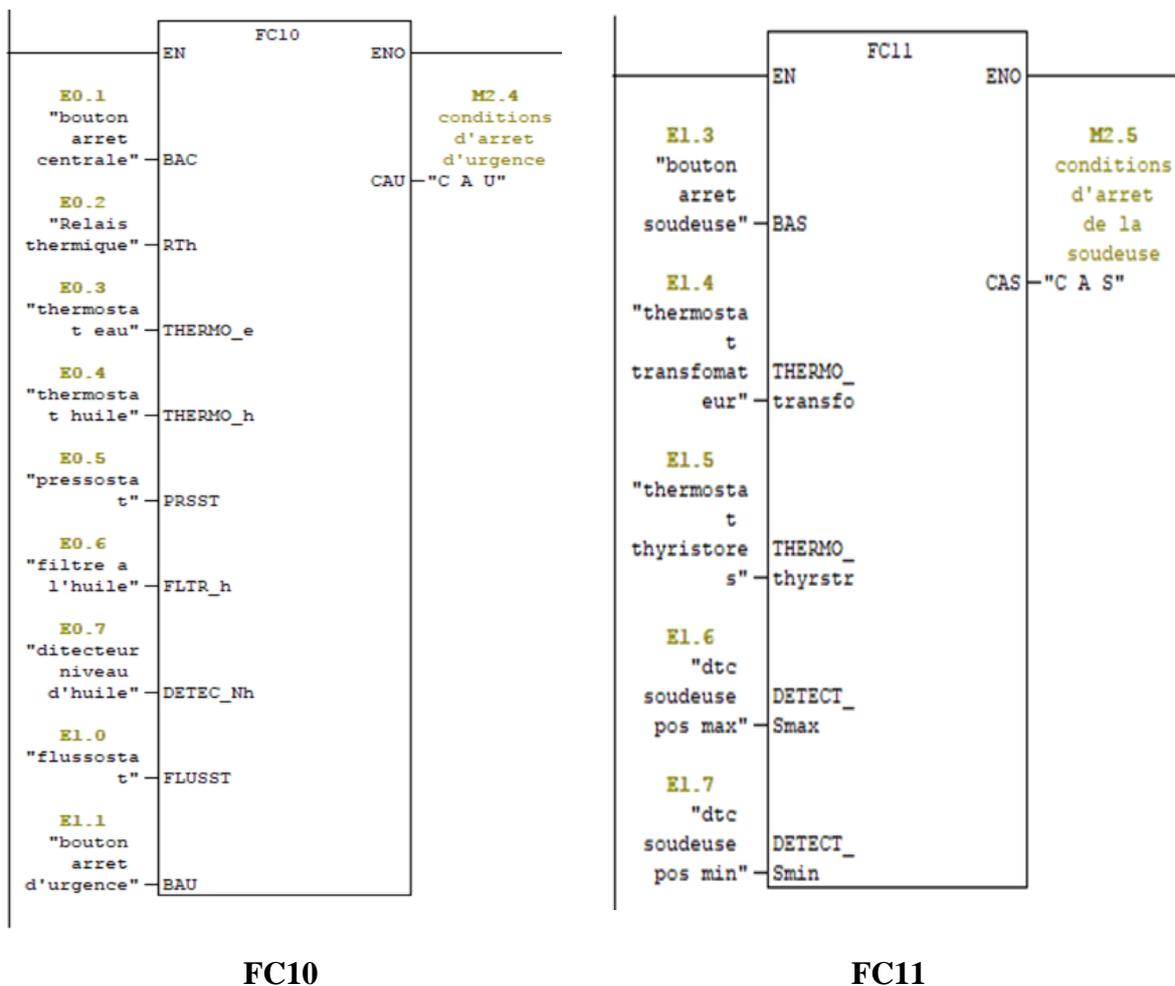


Figure III.9 : Fonction d'arrêt d'urgence et d'arrêt de la soudeuse

III.8.9 Fonction d'arrêt de pont de soudage (FC12)

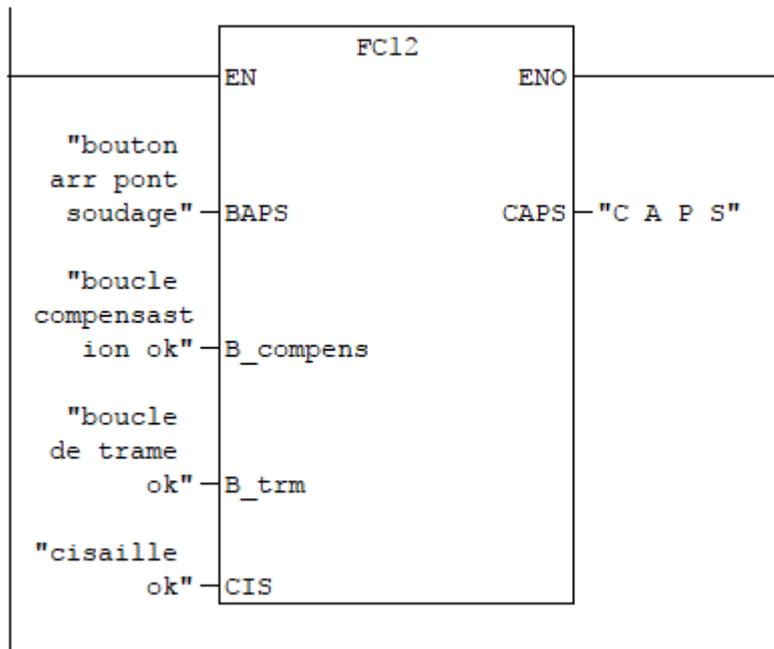


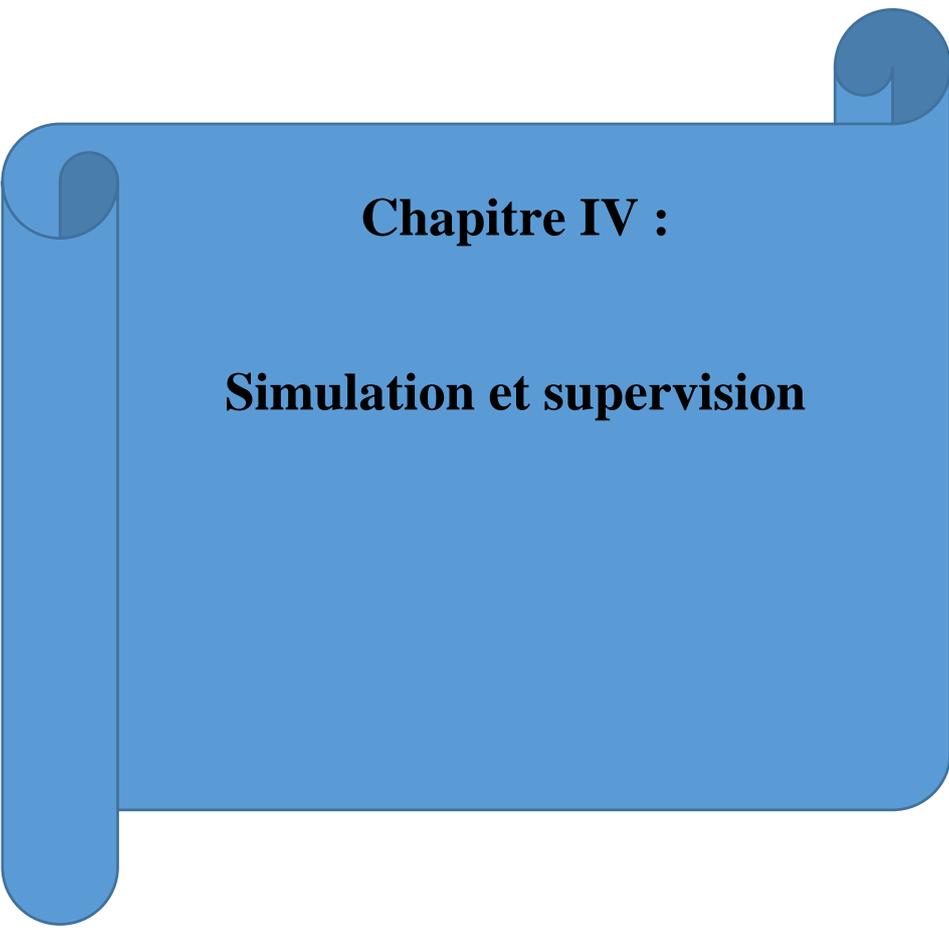
Figure III.10 : *Fonction d'arrêt du pont de soudage*

Cette fonction est utilisée pour contrôler les conditions d'arrêt du pont de soudage, un défaut dans (boucle de compensation, boucle de trame...etc.) vas arrêter le fonctionnement du pont de soudage.

III.9 Conclusion

Le grafcet est un outil indispensable pour les systèmes automatisés car il sert à élaborer le cahier de charge afin d'avoir le fonctionnement souhaité du système.

Dans ce chapitre, on a présenté le grafcet avec ces différentes parties, on a aussi présenté le grafcet de notre pont de soudage ainsi que son fonctionnement. Ceci nous permettra d'avancer et d'intégrer la simulation et la supervision dans le prochain chapitre.



Chapitre IV :

Simulation et supervision

IV.1 Introduction

L'Interface Homme-Machine (IHM) permet un « dialogue » entre l'opérateur et la machine quel que soit la complexité des processus et des installations. Ce processus doit impérativement répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères et pour cela un maximum d'informations doit être récolté.

L'objectif de ce chapitre est de simuler et de superviser le programme que nous avons conçu du fonctionnement du bloc de soudage de la machine EVG G95, afin de permettre aux opérateurs de contrôler et de manipuler en temps réel par le moyen d'un PC ou d'écrans tactiles programmés et à l'aide de logiciels de supervision et de commande WinCC flexible.

IV.2 Simulation

Etant dans l'impossibilité de vraiment tester sur le terrain le fonctionnement de notre programme pour des raisons exogènes, nous n'avons pas pu réaliser l'armoire électrique et tester réellement l'exécution du programme.

Nous avons utilisé un logiciel optionnel de STEP7, ce logiciel nommé PLCSIM permet de simuler un automate de la famille SIEMENS avec tous ces modules. Le simulateur présente une interface simple et accessible, en effet pour changer l'état d'une entrée, il suffit de cocher la case correspondante, les états des sorties changent automatiquement selon l'évolution du programme.

Lors de la simulation et dans la fenêtre de programmation (CONT), chaque contact représentant une variable active est affiché en vert et les contacts non actifs en pointillé. Ceci permet de suivre l'évolution du programme en détails. La simulation va nous permettre de tester les différentes situations que peut affronter le système.

IV.3 Présentation du PLCSIM

Le S7-PLCSIM permet l'exécution et le test du programme dans l'automate programmable (API) sur PC ou sur console de programmation.

Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui permet la visualisation et le forçage des différents paramètres utilisés par le programme. [12]

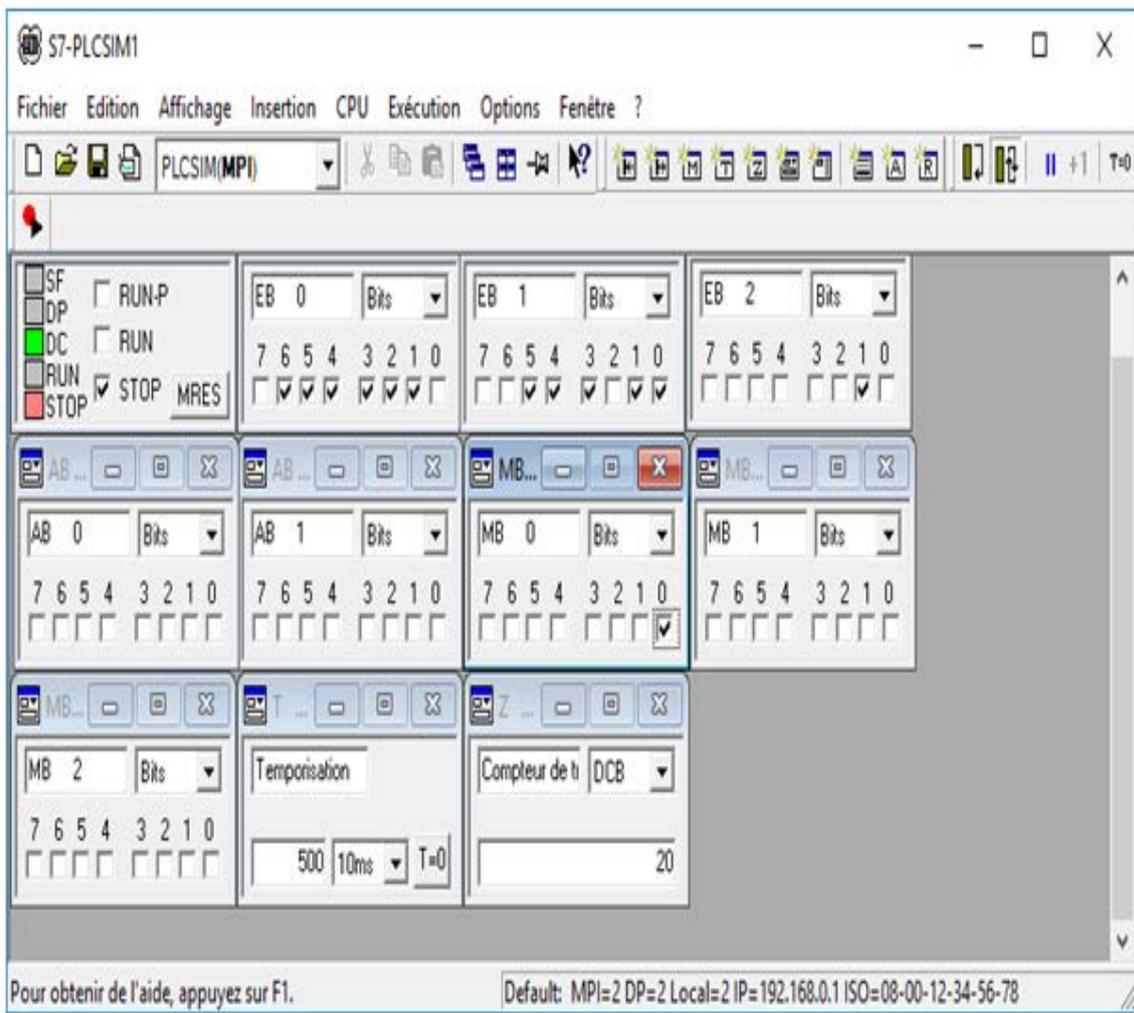


Figure IV.1 : *Interface de simulation PLCSIM*

IV.4 La supervision

La supervision est une forme évoluée du dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantages pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle.

Le pupitre de supervision permet :

- De visualiser l'état des actionneurs et des capteurs ;
- D'afficher les alarmes ;
- D'agir sur les actionneurs ;
- La détection des défauts ;
- La surveillance de processus à distance. [13]

IV.5 Présentation du logiciel WinCC flexible

Le WinCC flexible est l'un des logiciels IHM utilisés pour la réalisation des projets de supervision des processus industriels. Il permet de visualiser le processus, ce qui facilite la surveillance par un graphisme à l'écran et dès qu'un état évolue, l'affichage est mis à jour.

Lorsqu'un état du processus devient critique, une alarme se déclenche automatiquement, l'écran affiche un message en cas de franchissement d'un seuil prédéfini. Les alarmes et les valeurs peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC flexible. [13]

IV.6 Intégration WinCC dans STEP 7

Le WinCC flexible s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP 7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et des blocs de données de SIMATIC STEP 7 comme variable dans WinCC.

On économise ainsi du temps et on évite aussi les sources d'erreurs dues à répétition de la saisie. Pour intégrer le WinCC flexible dans un projet de STEP 7, on clique sur « Projet, intégrer dans le projet STEP 7 », puis on choisit le nom de projet dans la barre d'outils de WinCC flexible. [13]

IV.7 Étapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir au préalable pris connaissance des éléments de l'installation ainsi que du logiciel de programmation de l'automate utilisé.

Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide de logiciel WinCC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

IV.7.1 Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre WinCC et l'automate utilisé. Ceci dans le but que WinCC puisse lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. [13]

Après avoir créé le projet sur WinCC, une nouvelle liaison nommée « liaison_1 » est créée, nous indiquons ensuite les différents paramètres qui vont bien.

L'automate est relié par un MPI-DP, l'éditeur "Liaisons_1" affiche la connexion de l'automate configuré, comme le montre la figure ci-dessous :

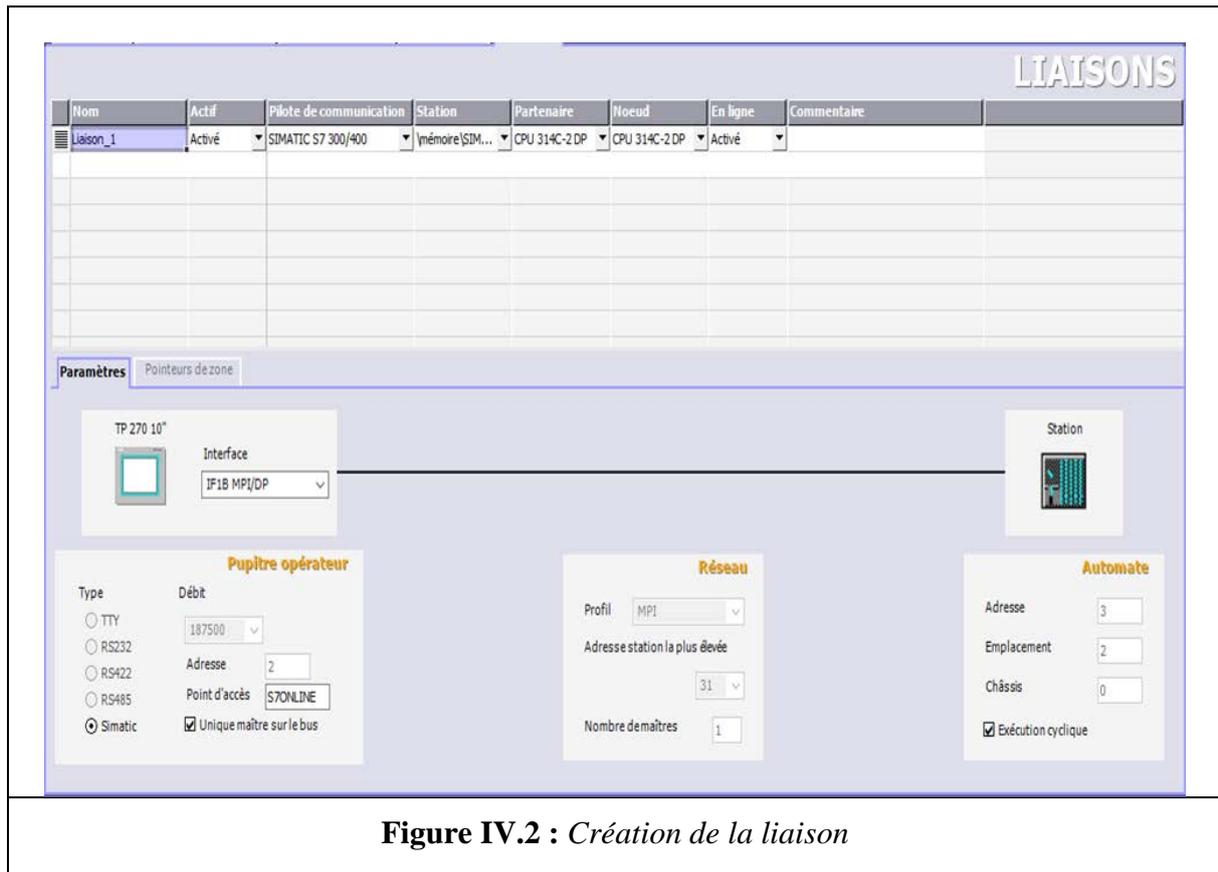


Figure IV.2 : Création de la liaison

IV.7.2 Création de la table des variables

Maintenant que la liaison entre le projet WinCC et l'automate est établie, il est possible d'accéder à toutes les zones mémoire de l'automate, à savoirs :

- ✓ Mémoire entrée/sortie ;
- ✓ Mémento ;
- ✓ Bloc de données.

Les variables permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate. Une variable est l'image d'une cellule mémoire définie de l'automate. L'accès en lecture et en écriture à cette cellule mémoire est possible aussi bien à partir du pupitre opérateur que de l'automate.

Afin de faire la correspondance entre les données du projet Step7 et les données du projet WinCC, il est possible de faire une table de correspondance des données via l'onglet Variable. Chaque ligne correspond à une variable de WinCC. [13]

Elle est spécifiée par [13] :

- ✓ Son nom ;
- ✓ La liaison vers l'automate ;
- ✓ Son type ;
- ✓ Le taux de rafraîchissement de celle-ci.

Le taux de rafraîchissement est le temps que doit mettre WinCC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate. L'éditeur "Variables" affiche toutes les variables du projet, comme y est montré par la figure ci-dessous :

VARIABLES								
Nom	Connexion	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commentai	
Alarme	Liaison_1	Word	Alarme	MW 27	1	100 ms		
Alarmes	Liaison_1	Word	Alarmes	MW 25	1	100 ms		
alimenter carte TE90	Liaison_1	Bool	alimenter carte TE90	Q 0.5	1	1 s		
bac	Liaison_1	Bool	bac	M 3.1	1	100 ms		
baps	Liaison_1	Bool	baps	M 3.7	1	100 ms		
bas	Liaison_1	Bool	bas	M 3.6	1	100 ms		
bau	Liaison_1	Bool	bau	M 3.2	1	100 ms		
bdec_s	Liaison_1	Bool	bdec_s	M 4.1	1	100 ms		
bmc	Liaison_1	Bool	bmc	M 3.3	1	100 ms		
bmont_s	Liaison_1	Bool	bmont_s	M 4.0	1	100 ms		
bmpe	Liaison_1	Bool	bmpe	M 3.5	1	100 ms		
bms	Liaison_1	Bool	bms	M 3.4	1	100 ms		
boucle compensation ok	Liaison_1	Bool	boucle compensation ok	M 1.4	1	1 s		aucuns defea
boucle de trame ok	Liaison_1	Bool	boucle de trame ok	M 1.5	1	100 ms		aucuns defea
carte regulation débit	Liaison_1	Bool	carte regulation débit	Q 1.0	1	1 s		Carte de com
cisaille ok	Liaison_1	Bool	cisaille ok	M 1.6	1	1 s		aucuns defea
deplmnt bas	Liaison_1	Word	deplmnt bas	MW 61	1	100 ms		
deplmnt haut	Liaison_1	Word	deplmnt haut	MW 60	1	100 ms		
deplmnt haut_0	Liaison_1	Word	<indéfini>	MW 62	1	100 ms		

Figure IV.3 : Table des variables

IV.7.3 Création et planification des vues

Des vues pour le contrôle-commande des machines et d'installations sont créées sur WinCC flexible où des objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du processus. [13]

Les principales étapes nécessaires à la création des vues sont [13] :

- ✓ Planifier la structure de la représentation du processus : Combien de vues sont nécessaires, dans quelle hiérarchie,
- ✓ Planifier la navigation entre les diverses vues,
- ✓ Adapter le modèle,
- ✓ Créer les vues.

IV.8 Développement d'un système de supervision sur WinCC flexible

En s'inspirant des systèmes de supervision déjà sur place dans l'entreprise, huit vues de contrôle sont nécessaires pour ce processus. Donc à partir de ces vues, un suivi d'évolution du processus technologique et de surveillance est possible.

IV.8.1 Vue d'accueil

Cette vue possède des boutons qui conduisent vers les deux vues principales à savoir la visualisation et l'exploitation.

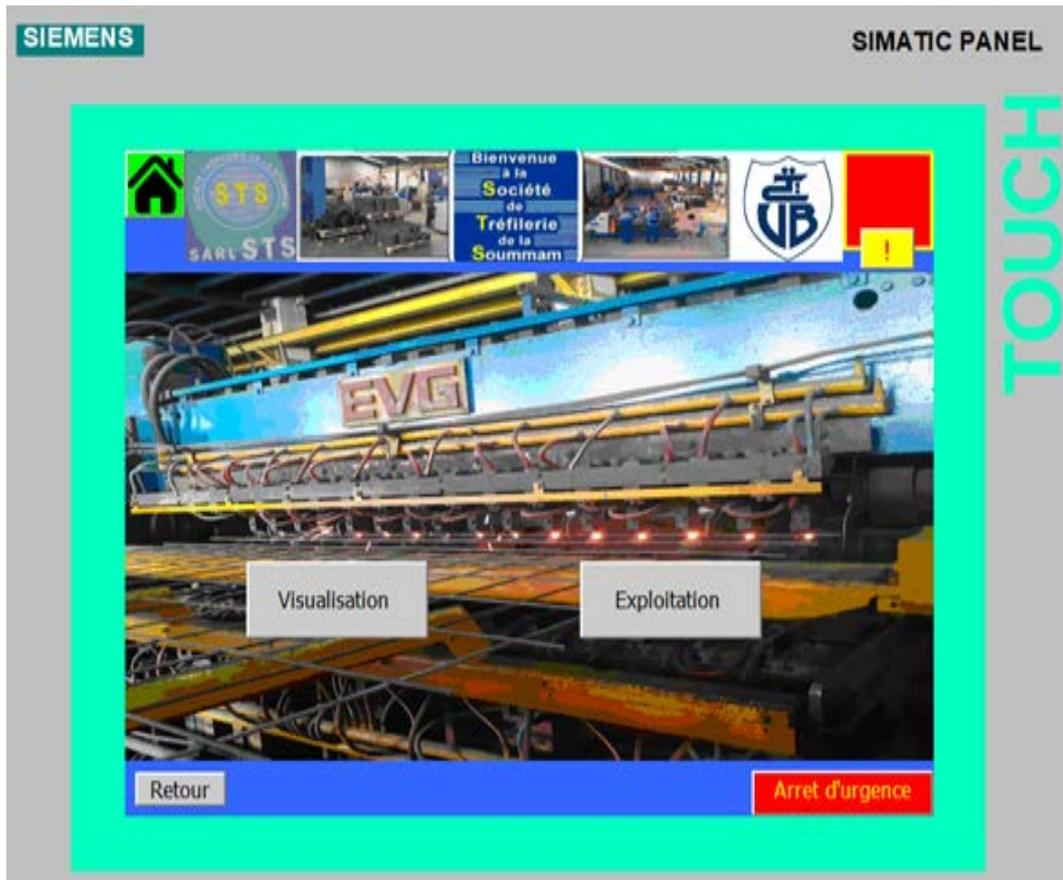


Figure IV.4 : Vue d'accueil

IV.8.2 Vue de visualisation

Les processus partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupés en une vue principale (vue de visualisation).

Dans cette vue on peut visualiser le fonctionnement du bloc de soudage. La figure représente une vue initiale qui permet d'y accéder à quatre vues partielles à savoir la vue sur la centrale hydraulique, la vue de la soudeuse, la vue du pont de soudage et la vue des alarmes.



Figure IV.5 : Vue de la visualisation

IV.8.3 Vue de la centrale hydraulique



Figure IV.6 : Vue de la centrale hydraulique

Dans cette vue, on peut visualiser les actionneurs et les conditions de sécurité qui sont actionnés au cours du fonctionnement de la centrale hydraulique.

IV.8.4 Vue de la soudeuse

Cette vue nous permet de faire monter et descendre la soudeuse à travers deux boutons qui commande l'ouverture des deux électrovannes (EV2 et EV3). On y trouve également un bouton qui nous renvoie à la vue des actionneurs et conditions de sécurité de la soudeuse.

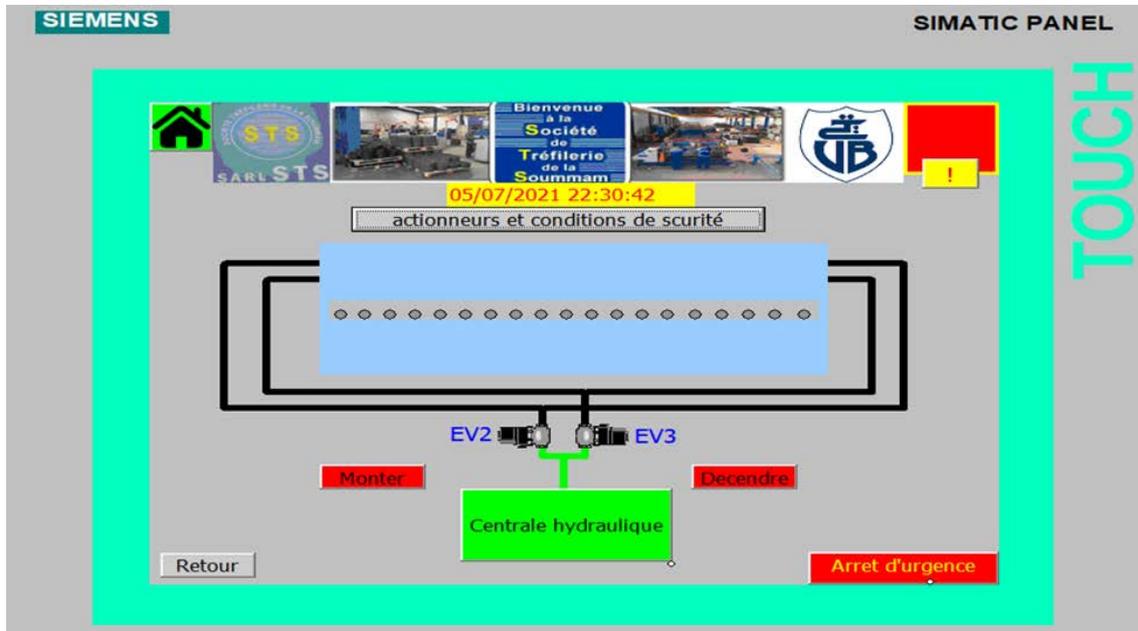


Figure IV.7 : Vue de la soudeuse

Dans cette vue, on peut visualiser le fonctionnement de la carte TE90 et les conditions de sécurité qui sont actionnés au cours du fonctionnement de la soudeuse.



Figure IV.8 : Vue des actionneurs et des conditions de sécurité de la soudeuse

IV.8.5 Vue du pont de soudage



Figure IV.9 : Vue du pont de soudage

Dans cette vue, on peut visualiser la « servo-valve » et les conditions de sécurité qui sont actionnées au cours du fonctionnement du pont de soudage.

IV.8.6 Vue d'exploitation

Cette vue nous permet de visualiser quelques paramètres d'exploitations de la machine et de pouvoir suivre le cours de la production.



Figure IV.10 : Vue d'exploitation

IV.8.7 Vue d'alarme

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 dans l'automate. Pour cela, nous avons configurés des alarmes TOR dans WinCC flexible.



Figure IV.11 : Vue d'alarme

WinCC flexible comporte des tableurs suivants pour la configuration des alarmes :

- ✓ "Alarmes TOR" permet de créer et de modifier des alarmes TOR ;
- ✓ "Classes d'alarmes" permet de créer et de modifier des classes d'alarmes.

Les classes d'alarmes déterminent, en substance, l'aspect des alarmes s'affichant sur le pupitre opérateur et leur comportement d'acquiescement.

Il est possible de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux, afin de garantir que la personne qui commande l'installation a pris connaissance.

L'opérateur dispose d'un bouton dans la fenêtre d'alarme pour acquitter les alarmes. La classe d'alarme choisie est la classe "Erreur", les alarmes de cette classe doivent être acquittées.

L'éditeur "Alarmes TOR" est utilisé pour afficher les variables utilisées comme le montre la (figure IV.12) :

Texte	Numéro	Classe	Variable de déclenchement	Numéro de bit	Adresse de dé...
Urgence	1	Erreurs	Alarmes	8	M 25.0
La centrale est arrêtée	2	Erreurs	Alarmes	9	M 25.1
Defaut du relais thermique	3	Erreurs	Alarmes	10	M 25.2
Defaut du thermostat d'eau de la centrale	4	Erreurs	Alarmes	11	M 25.3
Defaut du thermostat d'huile de la centrale	5	Erreurs	Alarmes	12	M 25.4
Defaut du pressostat de la centrale	6	Erreurs	Alarmes	13	M 25.5
Defaut du filtre à l'huile de la centrale	7	Erreurs	Alarmes	14	M 25.6
Defaut du détecteur de niveau d'huile de la centrale	8	Erreurs	Alarmes	15	M 25.7
Defaut du fussostat de la centrale	9	Erreurs	Alarmes	0	M 26.0
Arrêt d'urgence	10	Erreurs	Alarmes	1	M 26.1
La soudeuse est à l'arrêt	11	Erreurs	Alarmes	2	M 26.2
La soudeuse est arrêtée	12	Erreurs	Alarmes	3	M 26.3
Defaut des thermostats des transformateurs de la soudeuse	13	Erreurs	Alarmes	4	M 26.4
Defaut des thermostats des thyristores	14	Erreurs	Alarmes	5	M 26.5

Figure IV.12 : Alarmes TOR utilisées

IV.8.8 Archives utiles pour la maintenance

Cette fonction est programmée pour archiver les différentes alarmes déclenchées au cours du fonctionnement et permet ainsi de de les classer par ordre chronologique dans un fichier Excel.

Nom	Lieu d'archivage	Chemin	Archiver le texte du mess...	Méthode archivage	Nombre d'archives	Niveau de remplis...	Activer l'archiva...
Archive_alarms_1	Fichier - CSV (ASCII)	Storage Card\logs	Activée	Archive cyclique	10	90	Activée

Figure IV.13 : Archive configuré

N	O	P
TimeString	MsgText	PLC
01/07/2021 12:08	Arret d'urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Arret d'urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Arret d'urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:08	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Defaut des thermostats des transformateurs de la soudeuse	Liaison_1
01/07/2021 12:08	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:08	Defaut des thermostats des transformateurs de la soudeuse	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Defaut des thermostats des transformateurs de la soudeuse	Liaison_1
01/07/2021 12:09	La soudeuse est à l'arret	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Defaut du thermostat d'eau de la centrale	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Defaut du thermostat d'eau de la centrale	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Defaut du thermostat d'eau de la centrale	Liaison_1
01/07/2021 12:09	Urgence	Liaison_1
01/07/2021 13:25	Arret d'urgence	Liaison_1

Figure IV.14 : Fichier EXCEL généré par Wincc flexible

IV.9 Runtime

Après avoir créé le projet et procéder à sa configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs. La simulation permet de détecter les erreurs à l'aide de simulateur SIMATIC WinCC RT Advanced.

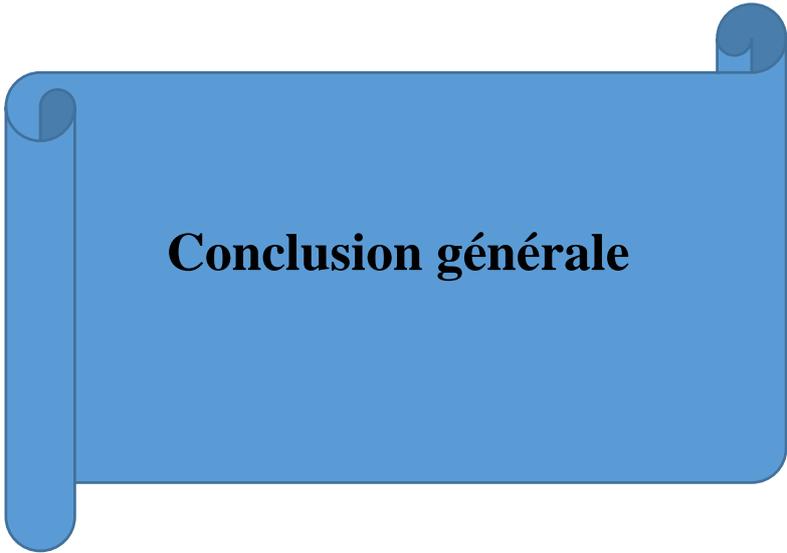
Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du process, donc les tâches suivantes seront exécutées :

- ✓ Communication avec les automates.
- ✓ Affichage de vue à l'écran.
- ✓ Affichage des alarmes de Runtime actuelles. [13]

IV.10 Conclusion

En premier lieu, la simulation est présentée via l'application de simulation de modules S7-PLCSIM qui permet de simuler les tâches d'automatisation du pont de soudage de la machine EVG G95. Enfin, le logiciel WinCC flexible, avec lequel est réalisé l'IHM permet la commande et la visualisation du fonctionnement du pont de soudage.

Plusieurs tests de simulation ont été effectués afin de s'assurer du bon fonctionnement du système et du respect des exigences du cahier des charges.



Conclusion générale

Conclusion générale

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins suivants :

- ❖ Simplifier le travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes.
- ❖ Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement.
- ❖ Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations.
- ❖ Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de fournir des productions différentes par simple changement de programme.

En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne.

L'objectif de notre travail est l'étude de la machine de production de treillis soudés en panneaux EVG G95 et l'automatisation de son pont de soudage.

Nous avons entamé notre travail par une analyse fonctionnelle du système proposé qui a abouti en premier temps à décrire le GRAFCET de notre machine ainsi que son fonctionnement en deuxième temps, par le choix de l'automate programmable S7-300 convenable pour notre application.

Ce travail nous a permis de se familiariser avec le logiciel STEP7 (en particulier sa version de simulation PLCSIM) intégrée à Win cc flexible.

En dernier lieu, le système de supervision permet à l'opérateur de connaître l'état d'avancement du processus en temps réel et d'intervenir directement sur le pupitre de commande à partir de la salle de contrôle. Le logiciel de supervision WinCC flexible permet de mettre en œuvre le système de supervision de l'installation étudiée d'une manière simple, efficace et facile à utiliser.

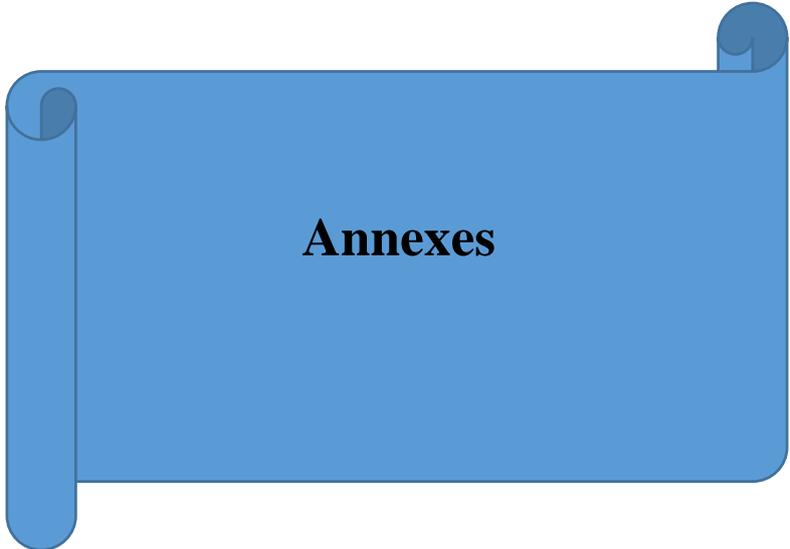
Toutefois, nous espérons que ce modeste travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- [1] ALAIN GONZAGA « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », cours, 2004.
- [2] LAIFAOUI Abdelkrim, « Automatismes Industriels », Cours, Master 2 Maintenance Industrielle, Université de Bejaia, 2019-2020.
- [3] L. Bergognoux, « Automate Programmables Industriels », Cours, Ecole Polytechnique Marseille, 2004-2005.
- [4] Slim BEN SAOUD « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS (API) ».
- [5] B. Kharati, R. Hidouche, « automatisation et supervision d'un système d'entraînement de la centreuse M3T par l'automate programmable industriel (API) S7/300 », mémoire de fin d'étude, université de Boumerdes.
- [6] Philippe HOARAU, « L'Automate Programmable Industriel », Cours, TS MAI.
- [7] Prescriptions techniques : Aciers pour béton armé - Treillis soudés, PTV 304/4, BRUXELLES, OCAB BENOR, 2016.
- [8] « Documentation interne de STS », février 2002.
- [9] Equipe « Assemblage et contrôles destructifs » du CEWAC
- [10] Dispositif de contrôle de soudage TE 90 : Manuel opératoire, édition de février, Boulogne ITALY, TECNA, 1998.
- [11] Manuel SIEMENS, « Programmation avec STEP7 », 2000.
- [12] Manuel SIEMENS, « STEP7 PLCSIM, Testez vos Programmes », 2002.
- [13] Manuel d'utilisation WinCC flexible, 2008.



Annexes

FC4 - <offline>

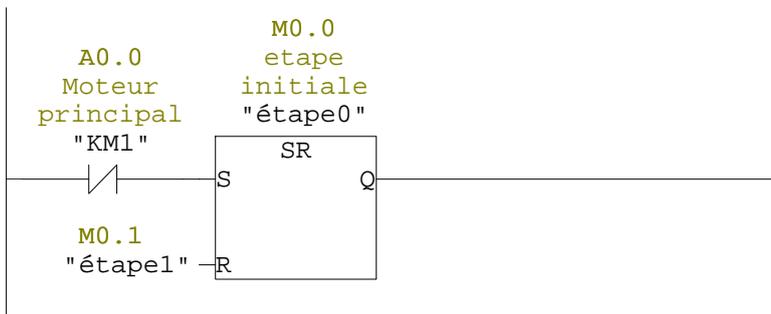
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 27/06/2021 15:37:54
Interface : 19/06/2021 20:48:48
Longueur (bloc/code /données locales) : 00204 00080 00000

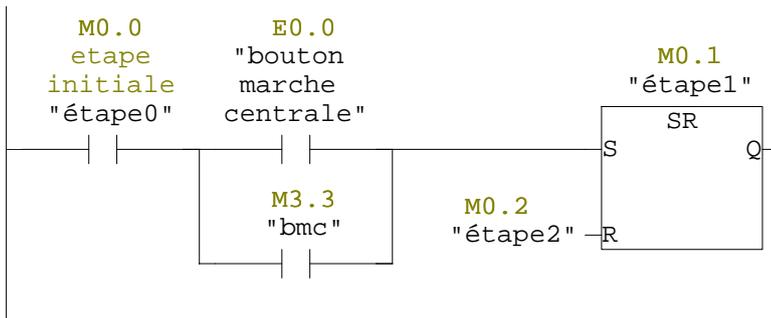
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
ETP0	Bool	0.0	
ETP1	Bool	0.1	
BMC	Bool	0.2	
CAU	Bool	0.3	
ETP2	Bool	0.4	
OUT		0.0	
KM1	Bool	2.0	
KM2	Bool	2.1	
KM3	Bool	2.2	
EV1	Bool	2.3	
LMC	Bool	2.4	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC4

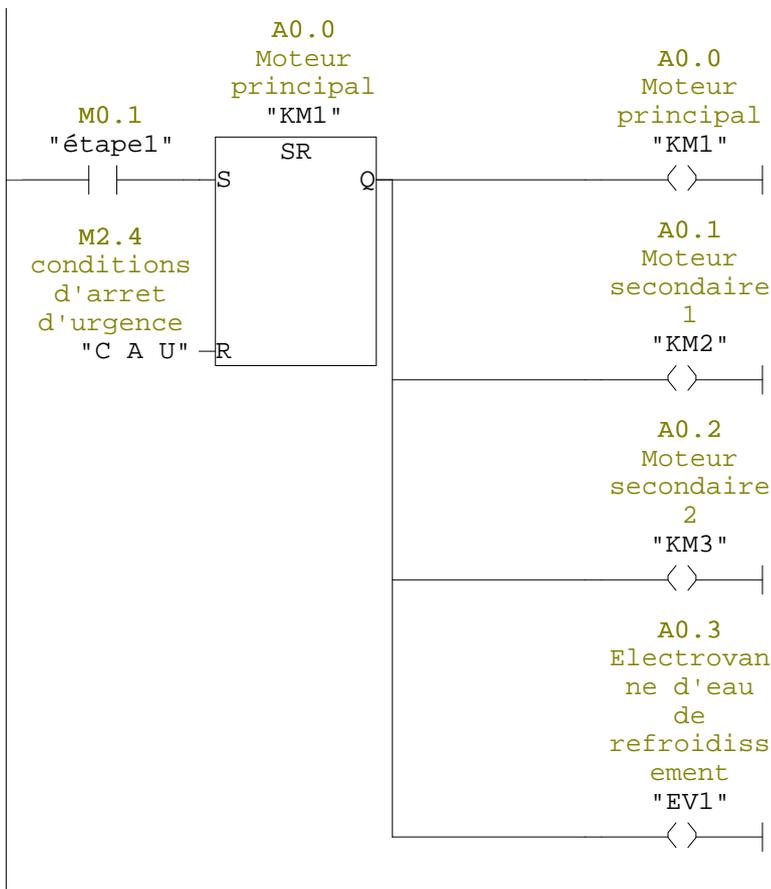
Réseau : 1 Etape initiale



Réseau : 2 Etape 1



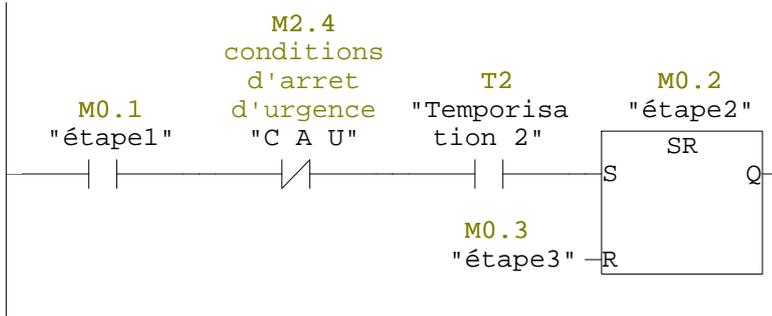
Réseau : 3 allumage des moteurs de la centrale et ouverture de EV1



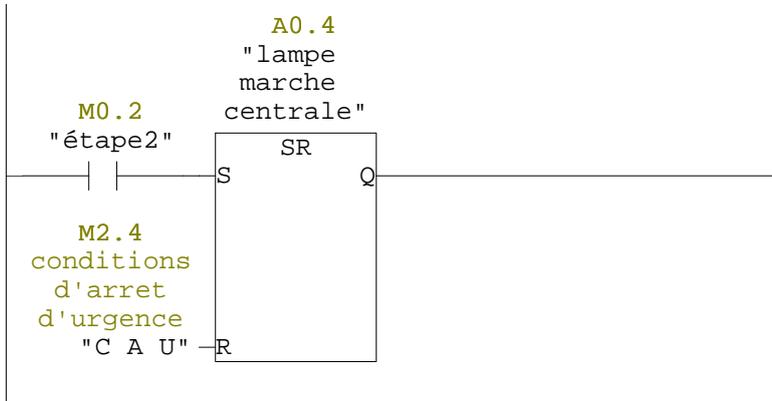
Réseau : 4



Réseau : 5 Etape 2



Réseau : 6 Allumage de la lampe marche centrale



FC5 - <offline>

" "

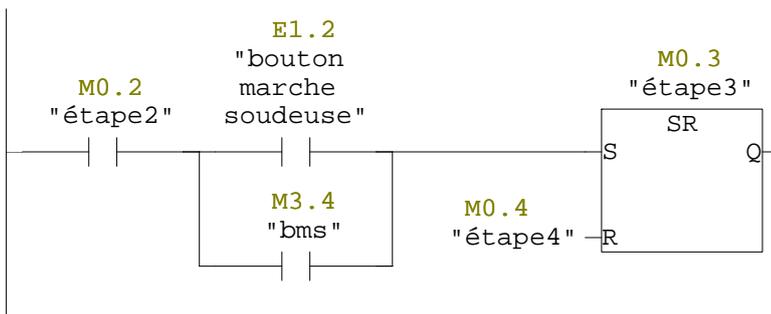
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 28/06/2021 02:18:02
Interface : 19/06/2021 23:17:17
Longueur (bloc/code /données locales) : 00378 00230 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
ETP2	Bool	0.0	
BMS	Bool	0.1	
ETP3	Bool	0.2	
CAU	Bool	0.3	
CAS	Bool	0.4	
ETP4	Bool	0.5	
BmontS	Bool	0.6	
BdecnS	Bool	0.7	
ETP10	Bool	1.0	
ETP11	Bool	1.1	
OUT		0.0	
TE90	Bool	2.0	
LMS	Bool	2.1	
EV2	Bool	2.2	
EV3	Bool	2.3	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC5

Alimentation et allumage de la soudeuse

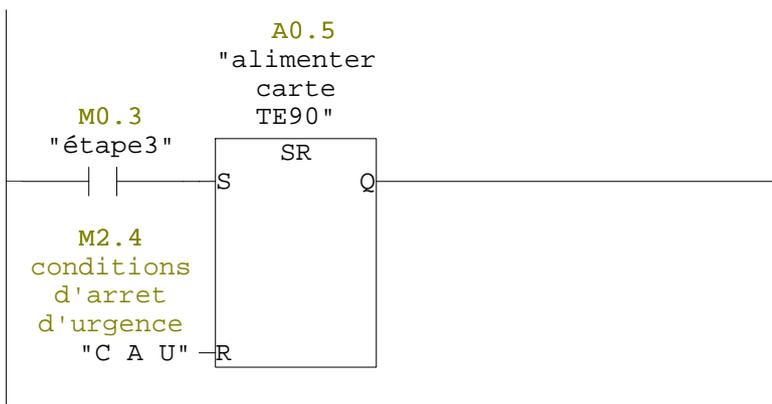
Réseau : 1 étape3



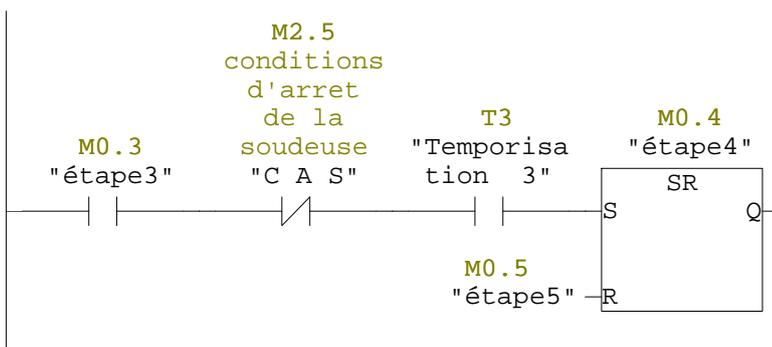
Réseau : 2 Temporisation 3



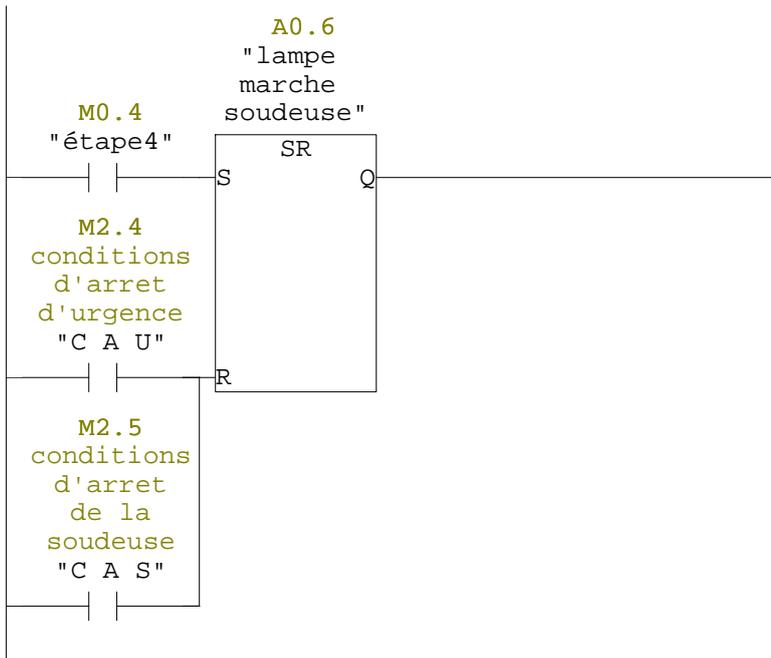
Réseau : 3 Allimentation de la carte TE90



Réseau : 4 Etape 4

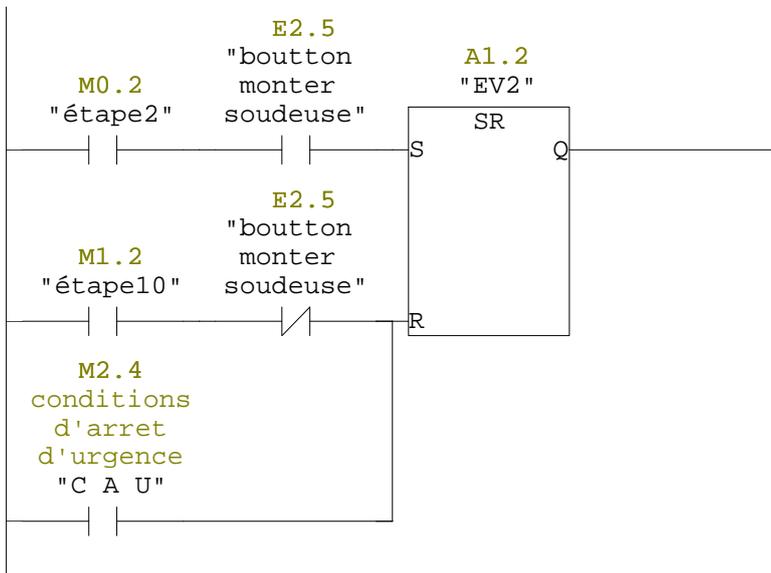


Réseau : 5 Allumage de la lampe marche soudeuse

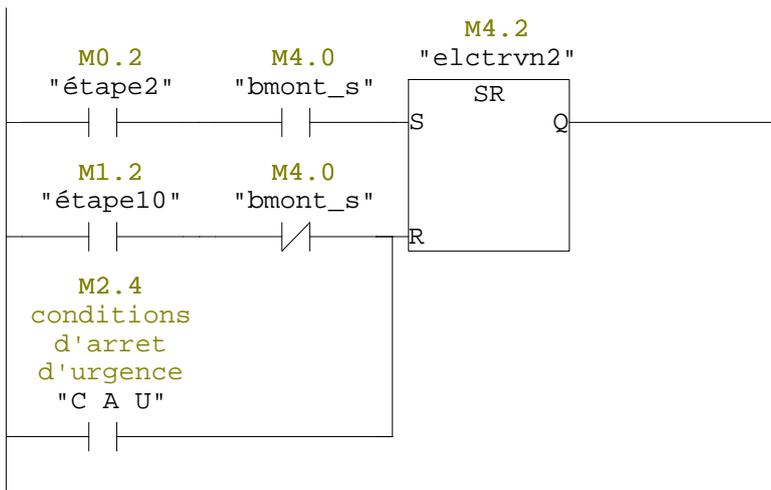


Réseau : 6 Ouverture de EV2

Monter la soudeuse

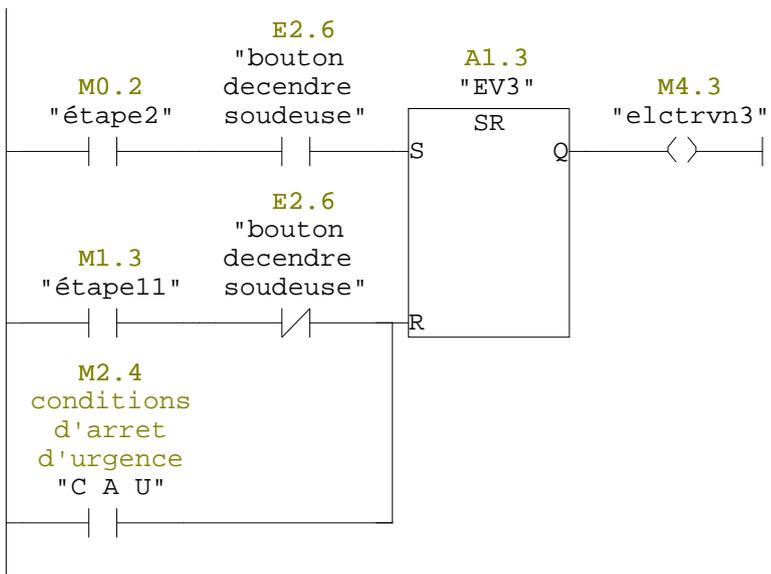


Réseau : 7

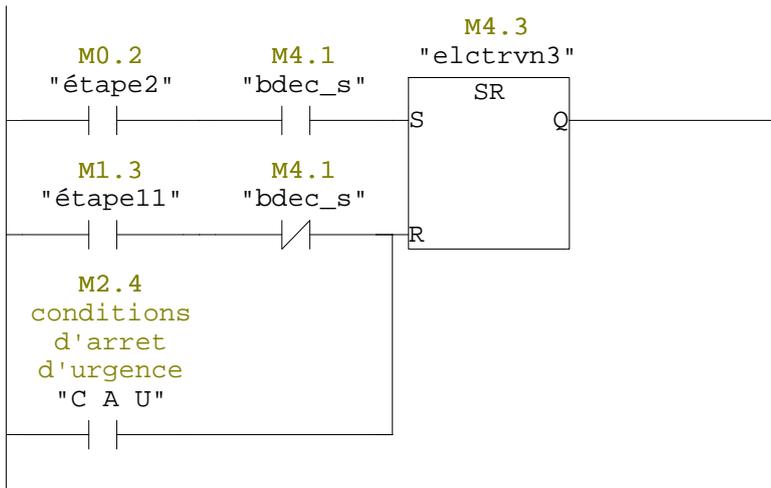


Réseau : 8 Ouverture de EV3

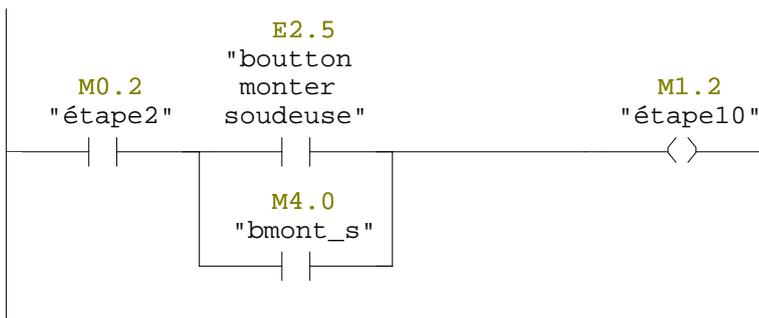
Decendre la soudeuse



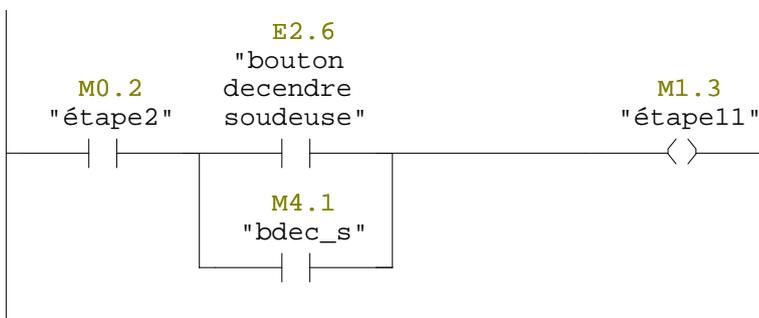
Réseau : 9



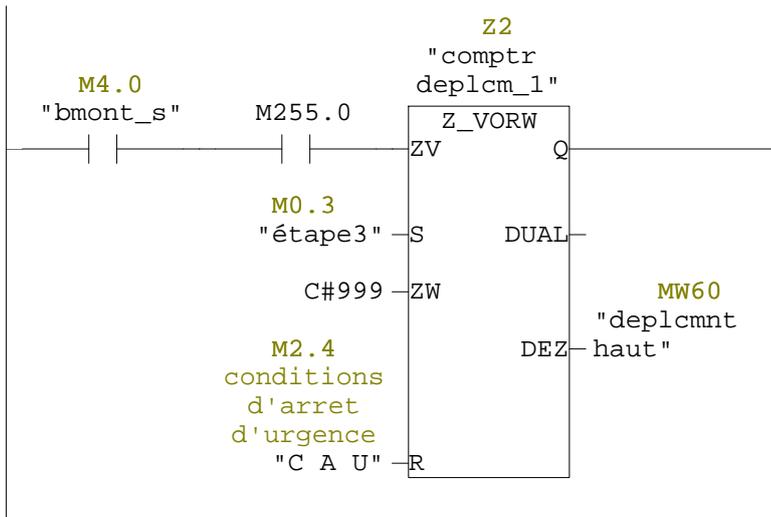
Réseau : 10



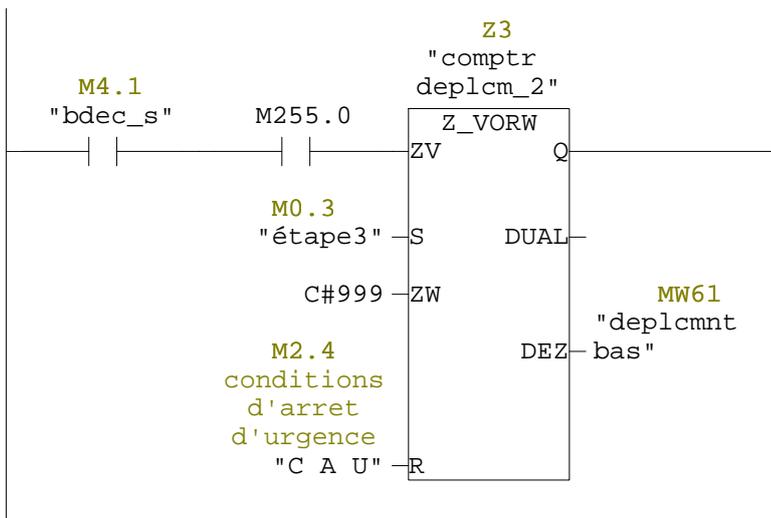
Réseau : 11



Réseau : 12



Réseau : 13



FC6 - <offline>

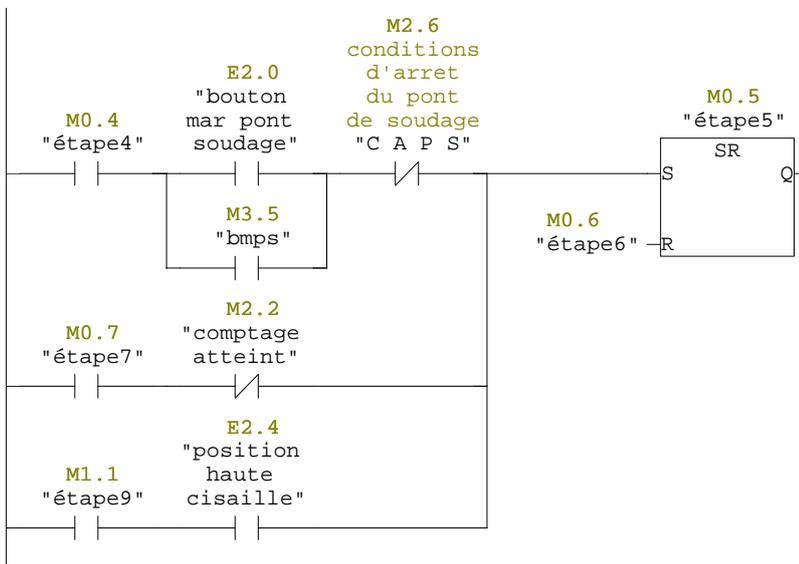
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 01/07/2021 13:48:27
Interface : 19/06/2021 23:44:42
Longueur (bloc/code /données locales) : 00178 00062 00000

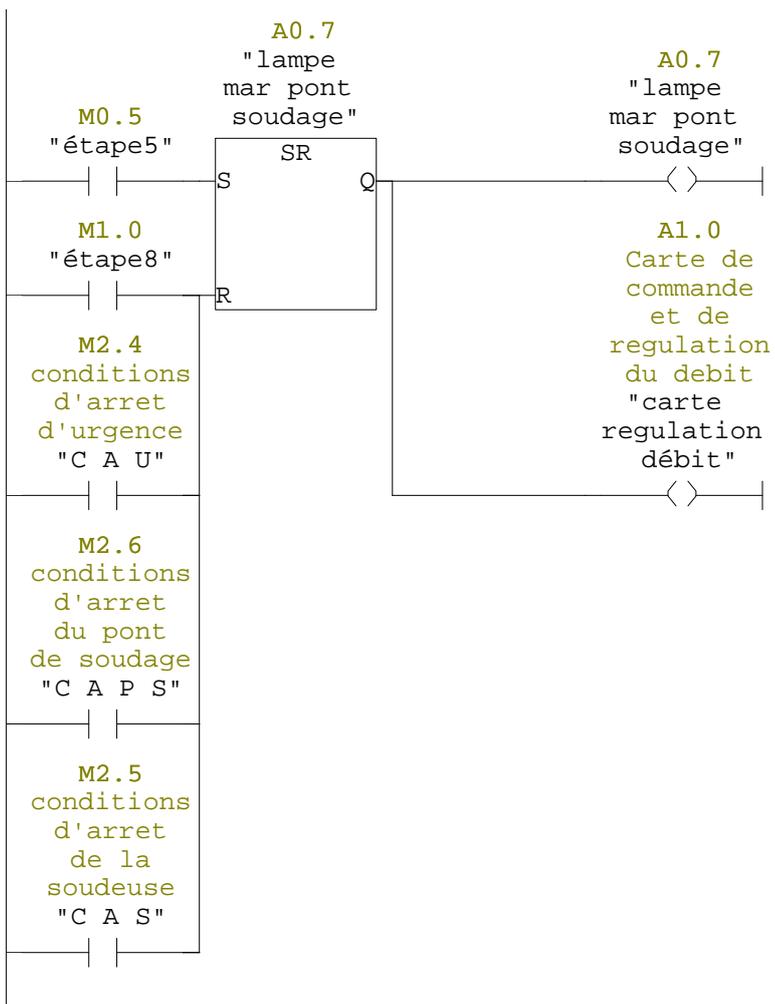
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
ETP4	Bool	0.0	
BMPS	Bool	0.1	
CAPS	Bool	0.2	
ETP7	Bool	0.3	
COMPT_A	Bool	0.4	
ETP9	Bool	0.5	
POS_H	Bool	0.6	
ETP5	Bool	0.7	
CAU	Bool	1.0	
OUT		0.0	
LMPS	Bool	2.0	
CRD	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC6 Marche du pont de soudure

Réseau : 1 Etape 5



Réseau : 2 pont de soudage marche



FC7 - <offline>

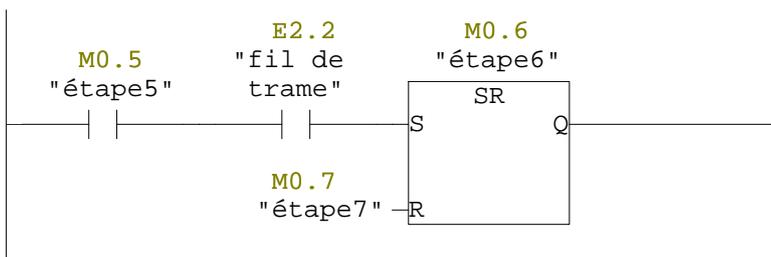
""

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 01/07/2021 14:36:36
Interface : 20/06/2021 20:37:17
Longueur (bloc/code /données locales) : 00162 00052 00000

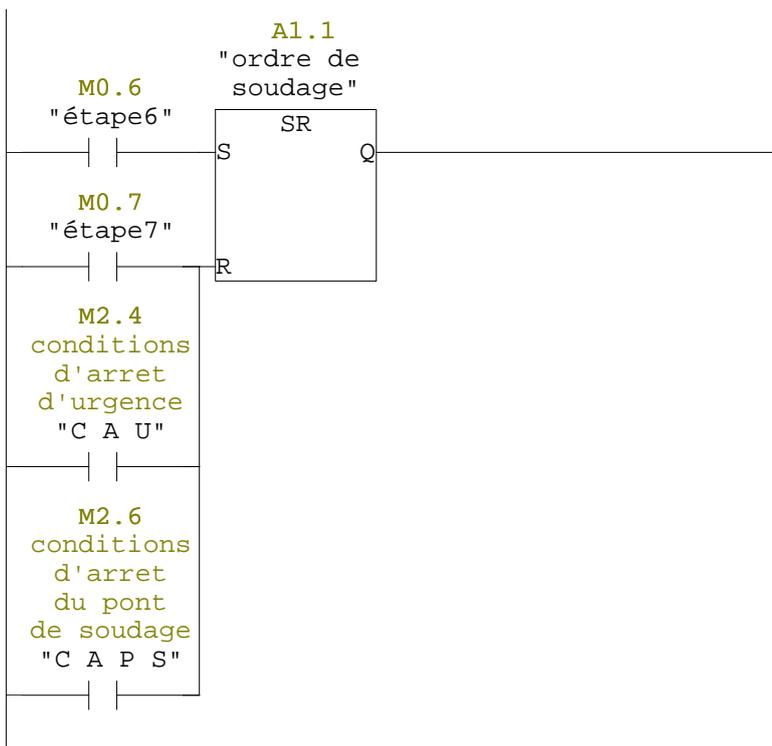
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
FIL_TRM	Bool	0.0	
ETP6	Bool	0.1	
FIN_CS	Bool	0.2	
ETP7	Bool	0.3	
CAU	Bool	0.4	
CAPS	Bool	0.5	
OUT		0.0	
OS	Bool	2.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC7 La soudure

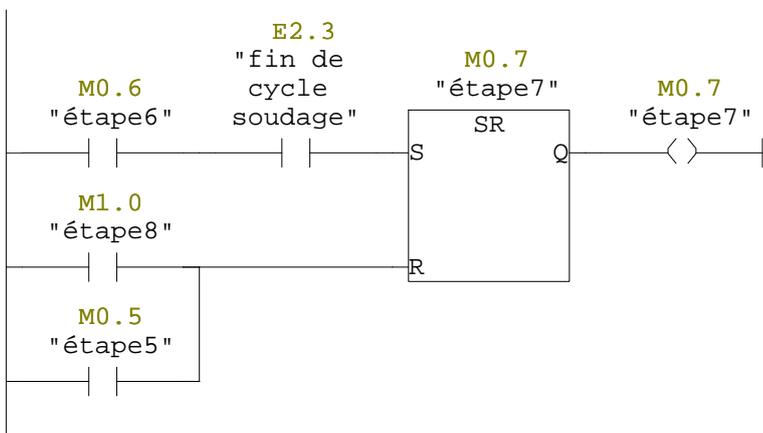
Réseau : 1 Etape 6



Réseau : 2 Ordre de soudage



Réseau : 3 Etape 7



FC8 - <offline>

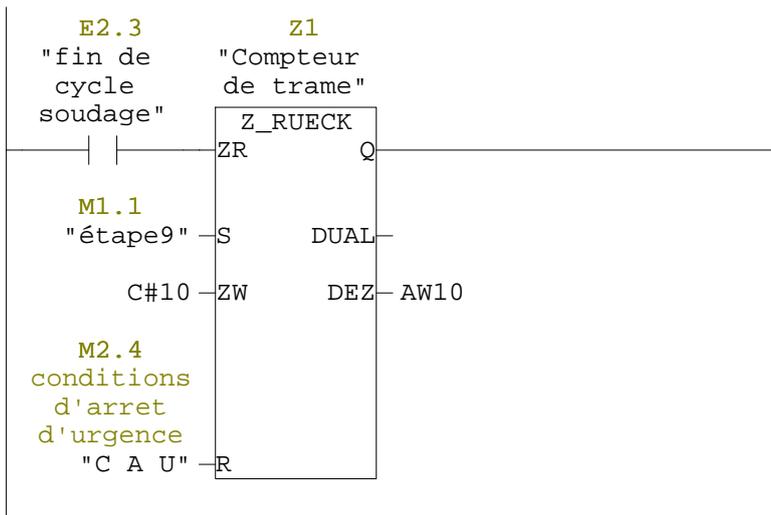
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 06/07/2021 10:16:17
Interface : 20/06/2021 20:59:25
Longueur (bloc/code /données locales) : 00194 00074 00000

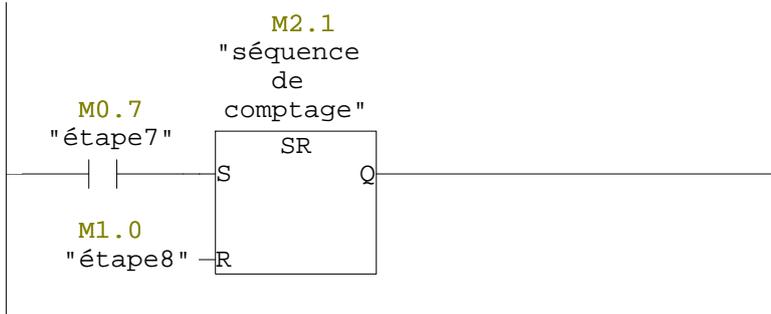
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
FIN_CS	Bool	0.0	
ETP7	Bool	0.1	
ETP9	Bool	0.2	
OUT		0.0	
SEQ_COMPT	Bool	2.0	
COMPT_A	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC8 Comptage

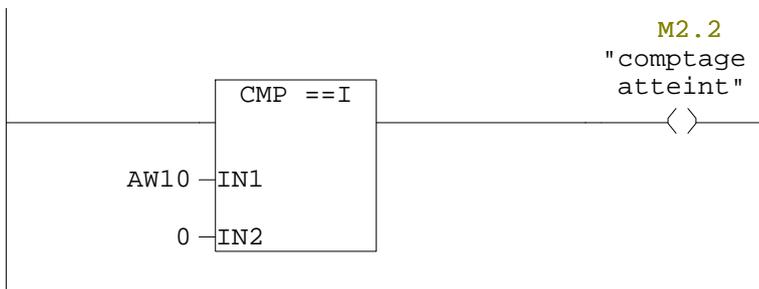
Réseau : 1 Compteur de fil de trame
--



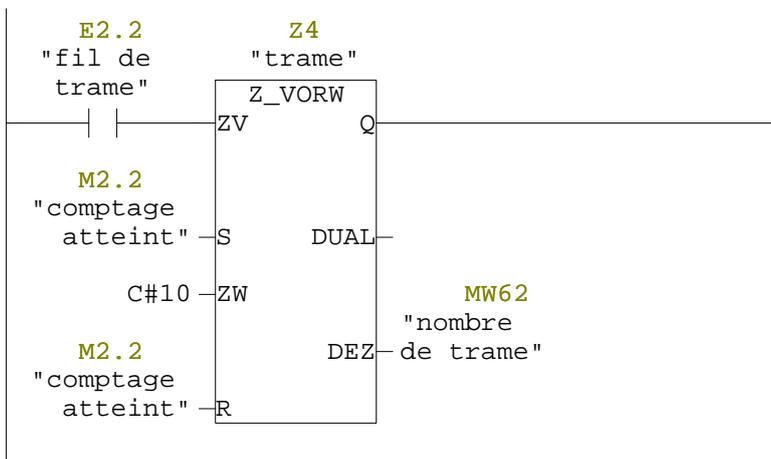
Réseau : 2 Séquence de comptage



Réseau : 3



Réseau : 4



FC9 - <offline>

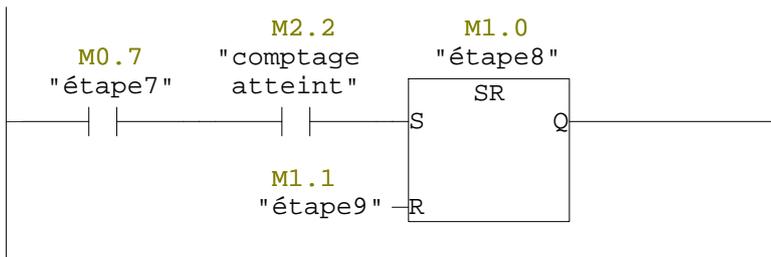
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 06/07/2021 10:16:53
Interface : 20/06/2021 22:23:43
Longueur (bloc/code /données locales) : 00188 00078 00000

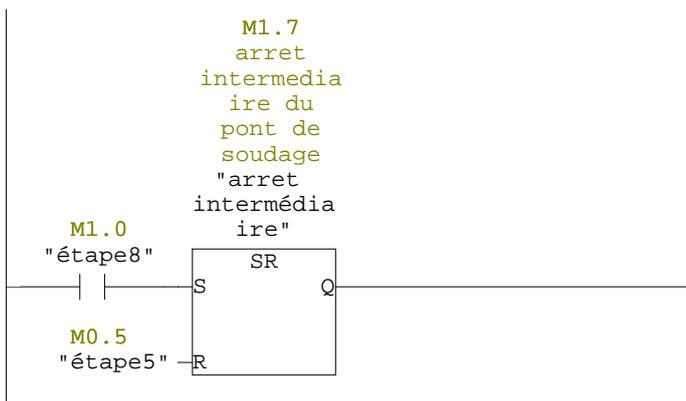
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
COMPT_A	Bool	0.0	
ETP8	Bool	0.1	
ETP9	Bool	0.2	
OUT		0.0	
APS_intrm	Bool	2.0	
COUPER	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC9 Arret du pont de soudure et coupe de la nappe

Réseau : 1 Etape 8



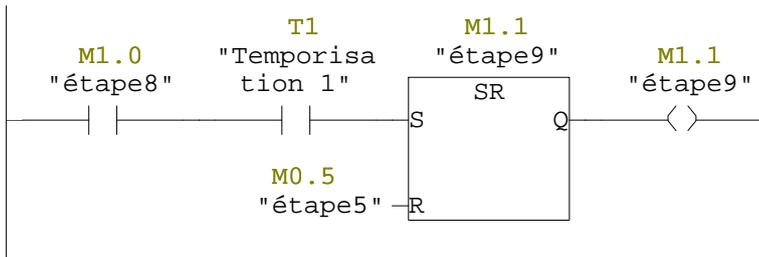
Réseau : 2 Arret intermediaire du pont de soudure



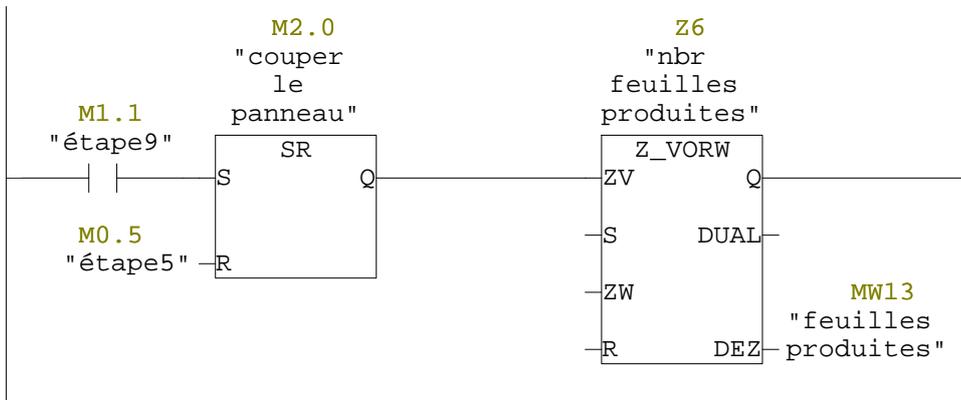
Réseau : 3 Lancer une temporisation



Réseau : 4 Etape 9



Réseau : 5 Couper le panneau



FC10 - <offline>

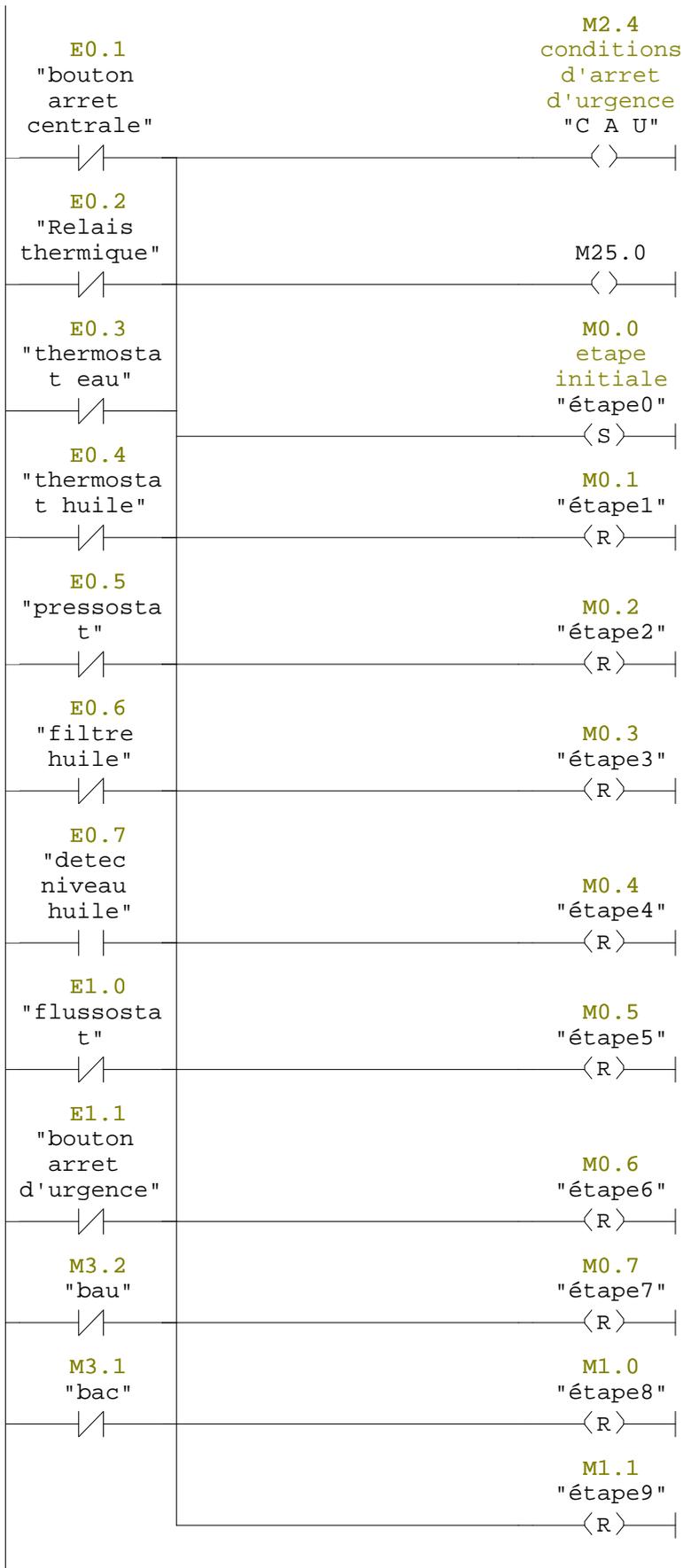
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 01/07/2021 14:37:02
Interface : 20/06/2021 22:31:59
Longueur (bloc/code /données locales) : 00218 00088 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
BAC	Bool	0.0	
RTh	Bool	0.1	
THERMO_e	Bool	0.2	
THERMO_h	Bool	0.3	
PRSST	Bool	0.4	
FLTR_h	Bool	0.5	
DETEC_Nh	Bool	0.6	
FLUSST	Bool	0.7	
BAU	Bool	1.0	
OUT		0.0	
CAU	Bool	2.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC10

Réseau : 1 conditions d'arrêt d'urgence



Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4



Réseau : 5



Réseau : 6



Réseau : 7



Réseau : 8



Réseau : 9



Réseau : 10



FC11 - <offline>

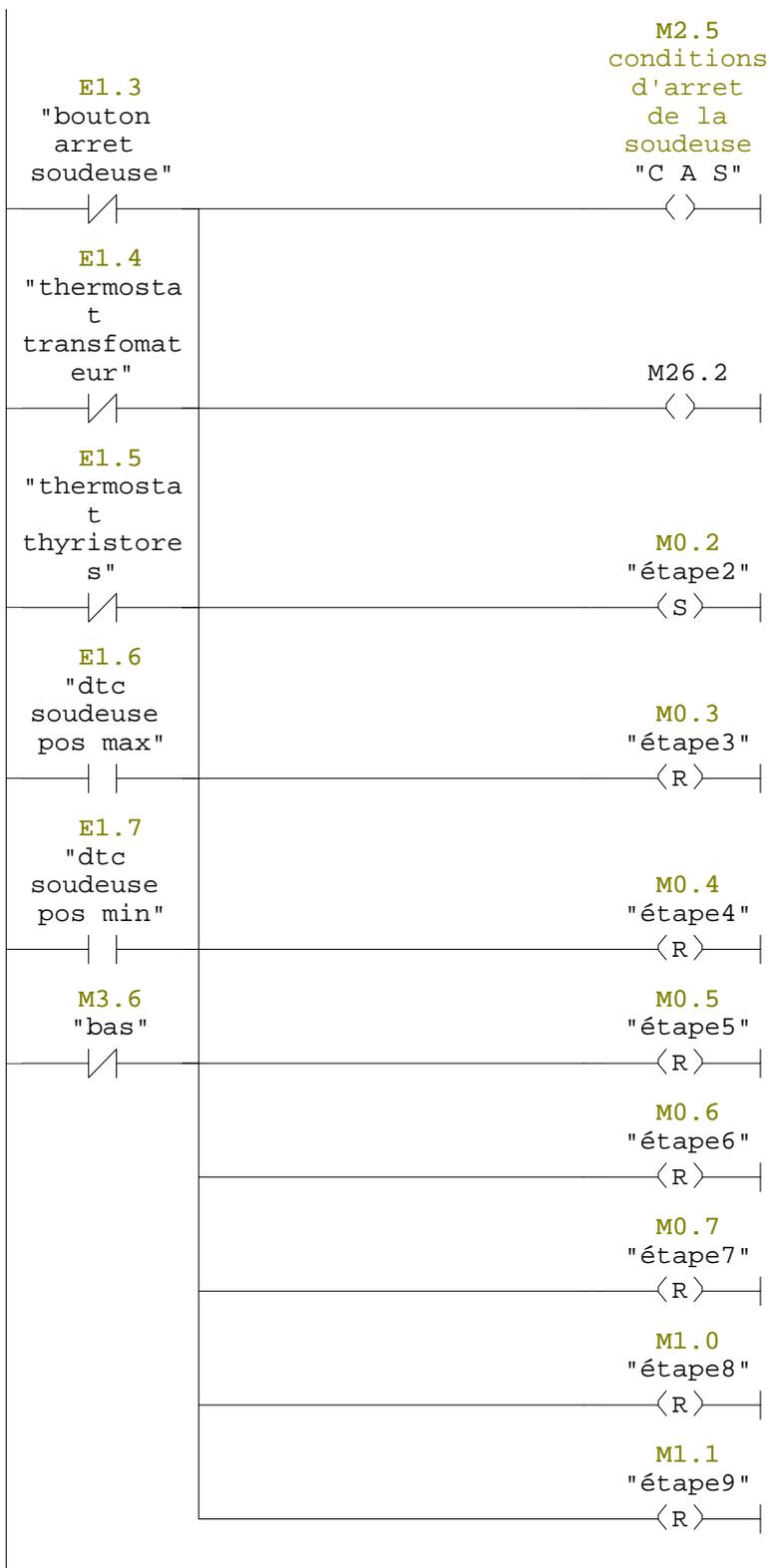
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 01/07/2021 13:44:04
Interface : 20/06/2021 22:41:20
Longueur (bloc/code /données locales) : 00168 00054 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
BAS	Bool	0.0	
THERMO_transfo	Bool	0.1	
THERMO_thyrstr	Bool	0.2	
DETECT_Smax	Bool	0.3	
DETECT_Smin	Bool	0.4	
OUT		0.0	
CAS	Bool	2.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC11 C A S

Réseau : 1 conditions d'arrêt de la soudeuse



Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4



Réseau : 5



Réseau : 6



FC12 - <offline>

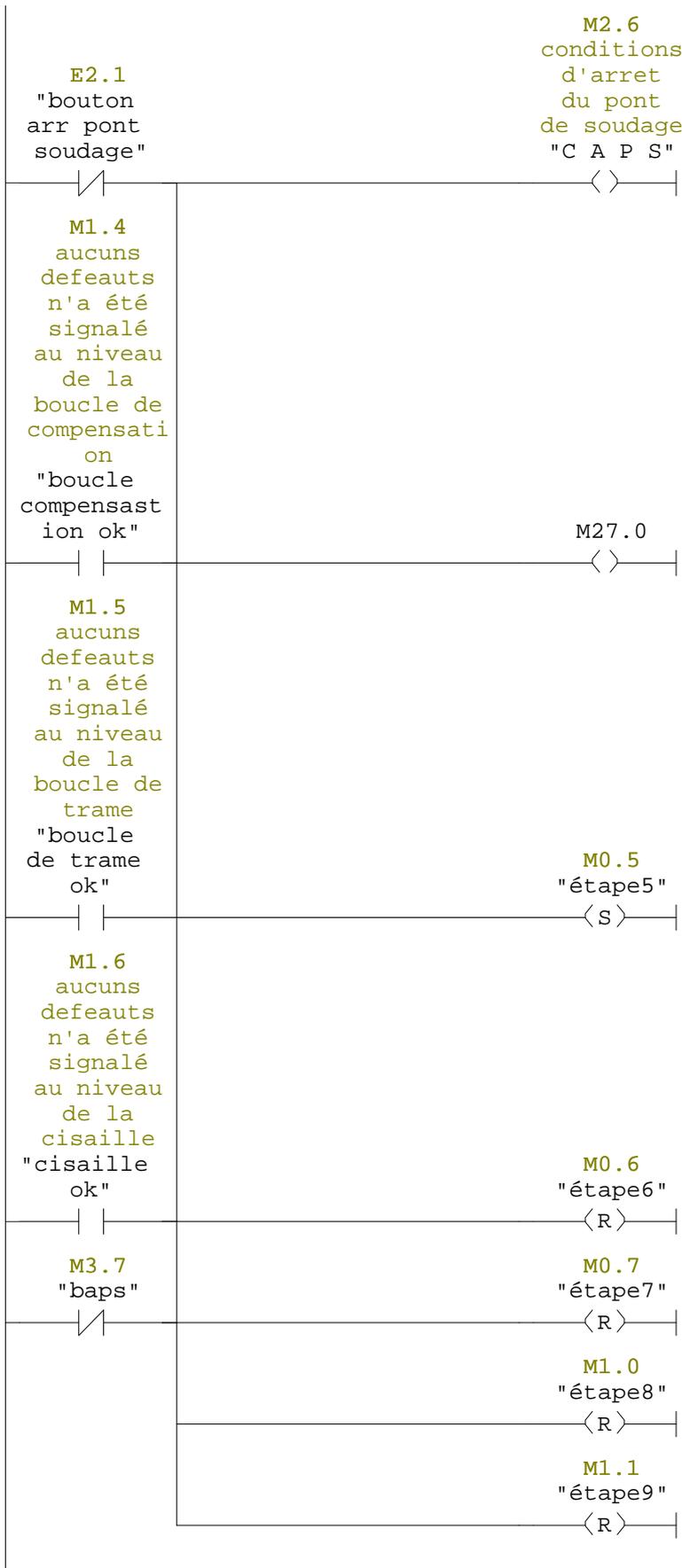
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 01/07/2021 13:53:54
Interface : 20/06/2021 22:47:06
Longueur (bloc/code /données locales) : 00152 00042 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
BAPS	Bool	0.0	
B_compens	Bool	0.1	
B_trm	Bool	0.2	
CIS	Bool	0.3	
OUT		0.0	
CAPS	Bool	2.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC12 C A PS

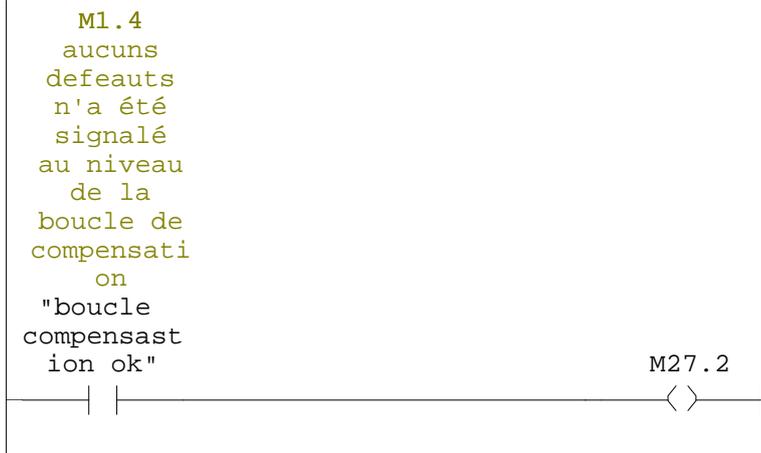
Réseau : 1 conditions d'arrêt du pont de soudage



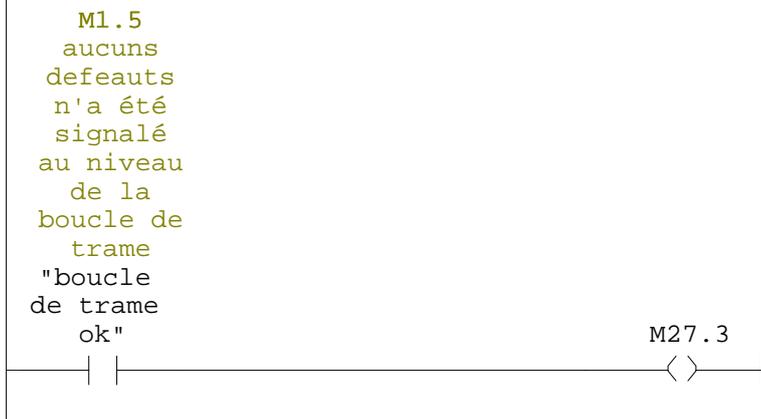
Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4



Réseau : 5

M1.6
aucuns
defeauts
n'a été
signalé
au niveau
de la
cisaille
"cisaille
ok"

M27.4

