

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes  
de MASTER  
PROFESSIONNEL**

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Génie Electrique**

Spécialité : **Automatique et Informatique  
Industrielles**

*Présenté par*

**Mohammed ARKAM  
Abderrezak ASSAMEUR**

Thème

**Étude et réalisation d'une armoire de  
commande pour une machine de  
fabrication du périmètre grille de four  
pour cuisinière**

*Mémoire soutenu publiquement le 29 / 06 / 2017. Devant le jury composé de :*

**Mr Ahmed KASRI**  
M.A.A, UMMTO, Président

**Mme Khedoudja KHERRAZ**  
M.C.B, UMMTO, Promotrice

**Mme Safia YOUSFI**  
M.A.A, UMMTO, Examinatrice

**Mme Aldjia NAIT ABEDESSELAM**  
M.A.A, UMMTO, Examinatrice



## *Remerciements*

*Avant tout développement sur cette expérience professionnelle il apparaît opportun de commencer ce mémoire par des remerciements.*

*Nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre promotrice Mme K.KHERRAZ pour sa confiance, sa disponibilité, sa patience et son aide précieuse tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre Co-promoteur Mr R.AMMOUR qui nous a proposé le sujet et pour son aide.*

*Nous tenons à remercier également Mr M.CHETOUANE le dirigeant de l'entreprise ETE Chetouane pour son aide précieuse.*


*Nos vives reconnaissances vont également à tous les membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*A l'ensemble des enseignants du département Automatique.*

*Et tout le personnel de l'entreprise EASM industriel.*

*Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent à nos familles et surtout nos parents qui sont la source de cette réussite et qui nous ont soutenus et encouragés pour aller au bout de ce travail.*

*Sans oublier ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



*Mohammed et Abderrezak*



# *Dédicaces*

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce modeste travail à mes très chers, respectueux et magnifiques parents qui m'ont soutenu tout au long de ma vie ainsi mes adorables sœurs et mon cher frère, et en particulier à ma future femme.*

*Sans oublier toute ma famille, mes proches, mes meilleurs amis et tous les gens qui ont contribué de près, ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*Mohammed*



# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents pour leurs sacrifices pour  
m'élever et me voir arrivé à ce stade.*

*Mes adorables sœurs "HAYET, NOURIA,  
SALIHA et MERIEM".*

*Mes très chers frères "KADER, DJAMEL et  
MOULOUD".*

*Toute ma famille.*

*Tous mes amis qui ont contribué à la réalisation de  
ce modeste travail.*

*Tous mes collègues de la promotion Automatique  
2017.*

*Abderrezak*

# Sommaire

Introduction générale .....	1
-----------------------------	---

## Chapitre I : Présentation et description du procédé à automatiser

I- Introduction .....	2
II- Présentation et organisation de L'entreprise EASM .....	2
III- Présentation de la machine E53B .....	3
III-1- Première partie .....	3
III-1-1- Groupe d'avancement .....	4
III-1-2- Groupe de redressement .....	4
III-2- Deuxième partie .....	5
III-2-1- Groupe de cisaillement .....	5
III-2-2- Groupe de transport de pièce .....	6
III-3- Troisième partie .....	7
III-3-1- Groupe de cintrage .....	7
III-3-2- Groupe de Soudure .....	7
III-4- Quatrième partie .....	8
III-5- Dérouleur .....	9
IV- Composants de la machine .....	9
IV-1- Système d'approvisionnement en pression pneumatique .....	10
IV-1-1- Caractéristique de la source d'énergie.....	10
IV-1-2- Structure de la station pneumatique .....	10
IV-2- Système d'approvisionnement en pression hydraulique .....	10
IV-3- Partie opérative .....	10
IV-3-1- Pré-actionneurs .....	11
IV-3-1-1- Électrovannes .....	11
IV-3-1-2- Distributeurs .....	11
IV-3-2- Actionneurs .....	11
IV-3-2-1- Moteurs asynchrones.....	11
IV-3-2-2- Vérins .....	12
IV-3-2-3- Capteurs .....	12

IV-3-2-4- Encodeur .....	12
IV-4- Partie commande .....	12
IV-4-1- Programmeur à cames .....	12
IV-4-1-1- Description et principe de fonctionnement .....	12
IV-4-1-2- Programmeur à cames de la machine .....	13
V- Description du procédé de fabrication.....	15
V-1- Avancement et redressage du fil .....	15
V-2- Coupage du fil .....	16
V-3- Placement du fil dans la zone de cintrage.....	16
V-4- Cintrage .....	16
V-5- Soudage .....	17
V-6- Extraction .....	17
VI- Problèmes trouvés .....	17
VII- Solutions proposées .....	18
VIII- Conclusion.....	18

## **Chapitre II : Modélisation du procédé à automatiser**

I- Introduction .....	19
II- Définition du GRAFCET .....	19
III- Outils de base du GRAFCET .....	19
III-1- Étape – Action .....	19
III-2- Transition – Réceptivité .....	20
III-3- Liaison .....	20
IV- Règles d'évolution d'un GRAFCET .....	21
V- Niveaux du GRAFCET .....	22
V-1- Niveau 1 .....	22
V-2- Niveau 2 .....	22
VI- Mise en équation d'un GRAFCET .....	22
VII- Application du GRAFCET pour modéliser le système .....	23
VII-1- Fonctionnement de la machine .....	23
VII-2- Grafcet niveau 1 .....	26
VII-3- Grafcet niveau 2 .....	29
VIII- conclusion.....	32

## Chapitre III : Automatisation de la machine

I- Introduction .....	33
II- Automates Programmables Industriels (API) .....	33
II-1- Définition d'un API .....	33
II-2- Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés .....	33
II-3- Architecture d'un API .....	33
II-3-1- Aspect externe .....	33
II-3-2- Aspect interne .....	34
II-4- Choix d'un automate programmable .....	34
III- Présentation de l'automate S7-300 .....	35
III-1- Constitution interne de l'automate S7-300 .....	35
III-2- Constitution externe de l'automate S7-300 .....	36
III-3- Caractéristiques techniques de S7-300 .....	38
III-4- Avantages .....	38
IV- Programmation de l'automate S7-300 .....	38
IV-1- Programmation en STEP7 .....	39
IV-2- Création d'un projet .....	40
IV-2-1- Configuration matérielle de la machine .....	40
IV-2-2- Structure du programme utilisateur .....	41
IV-2-2-1- Bloc d'organisation (OB) .....	41
IV-2-2-2- Bloc fonctionnel (FB) .....	41
IV-2-2-3- les fonctions (FC) .....	42
IV-2-2-4- Blocs de données (DB) .....	42
IV-2-2-5- Blocs fonctionnels système (FSB) .....	42
IV-2-2-6- Fonctions système (SFC) .....	42
IV-3- Organisation du programme .....	42
V- Conclusion.....	43

## Chapitre IV : Supervision du procédé à automatiser

I- Introduction .....	44
II- Constitution d'un système de supervision .....	44
III- Logiciel de supervision WinCC Flexible 2008.....	45
III-1- Définition .....	45
III-2- Utilisation de SIMATIC WinCC flexible .....	45
III-3- Intégration de WinCC flexible dans STEP 7 .....	45
III-4- Avantages de l'intégration au STEP 7 .....	45
VI- Supervision de la machine sous WinCC .....	46
VI-1- Création d'un projet sous WinCC.....	46
V- Conclusion.....	52

## Chapitre V : Réalisation de l'armoire électrique

I- Introduction .....	53
II- Etapes de réalisation d'une armoire électrique.....	53
II-1- Collecte d'information.....	53
II-2- Choix des organes de commande.....	54
II-3- Choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC) .....	54
II-4- Choix du démarrage des moteurs.....	54
II-5-Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections .....	55
II-5-1- Choix et dimensionnement des protections.....	55
II-6- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire .....	57
II-7- Choix de l'armoire .....	57
II-7-1- Choix de ventilation .....	57
II-8- Câblage de l'armoire.....	58
III-Conclusion .....	59
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>60</b>

# *Introduction Générale*

L'automatique est une science qui traite de la modélisation, l'analyse, la commande et la régulation des systèmes dynamiques. Elle a pour fondements théoriques les mathématiques, l'informatique, l'électronique et la théorie de signal et elle a pour but de contrôler et de commander des procédés industriels, de faciliter l'intervention humaine et d'augmenter la productivité et la sécurité, cela en respectant un cahier des charges (rapidité, précision, stabilité...).

De nos jours, la concurrence est un phénomène auquel les entreprises sont confrontées pour assurer leur place et leurs parts du marché. Pour surmonter cette contrainte, les entreprises adoptent une stratégie de production utilisant la technologie pour que les outils de production soient de meilleures performances et d'une grande fiabilité.

L'évolution de l'informatique, en particulier, dans l'industrie, a permis la progression de l'automatisation des systèmes de production, d'où l'avènement des API (Automates Programmables Industriels) qui jouent un rôle très important dans l'amélioration des procédés de production et leur sécurité.

Dans le souci d'améliorer la production et la sécurité, les responsables de l'ENIEM ont décidé d'inscrire la machine E53B dans le plan de la rénovation des outils de fabrication.

Dans ce contexte, le sujet qui nous a été proposé par l'Entreprise d'Automatisme Service et Maintenance industriel (EASM industriel), consiste à automatiser une machine de fabrication du périmètre grille de four pour cuisinière qui fonctionne actuellement avec un ancien système semi-automatique dont la commande est réalisée avec la logique câblée. La rénovation consiste à réaliser une armoire de commande à l'aide d'un automate programmable industriel (API).

Ce mémoire est présenté en cinq chapitres :

- Le premier chapitre est présenté en deux parties : la première est consacrée pour la présentation de l'entreprise et du procédé à automatiser et dans la deuxième partie nous donnons une description générale des composants utilisés et le cycle de fonctionnement.
- Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation du procédé à automatiser avec l'outil GRAFCET.
- Le troisième chapitre est consacré à l'automatisation de la machine à l'aide d'un automate programmable industriel.
- Dans le quatrième chapitre, nous donnons une généralité sur le WinCC flexible et la supervision du procédé.
- Le cinquième chapitre est réservé à la réalisation de l'armoire électrique de la machine.

*Chapitre I :*  
*Présentation et description*  
*du procédé à automatiser*

## I- Introduction

En vue de l'automatisation de la machine de fabrication de périmètre de grille de four pour cuisinière qui a l'appellation E53B, nous allons présenter dans ce chapitre ses différents composants, son fonctionnement ainsi que les problèmes trouvés et les solutions proposées.

## II- Présentation et organisation de L'entreprise EASM

L'entreprise EASM (Entreprise d'Automatisme Service et Maintenance) a été créée en Avril 2011 sous la forme juridique «EURL» (Entreprise Unipersonnelle à Responsabilité limitée). Elle est constituée d'un groupe d'ingénieurs opérant dans des secteurs d'activité différents et complémentaires (Automatisme, Hydraulique, Électromécanique, Électronique, Informatique ...). Sa diversité en terme de domaines de compétences, ainsi que son ouverture aux nouvelles technologies et l'expérience individuelle de chaque composant, lui ont permis de grandir et de s'épanouir très vite, ses différents domaines sont :

- Automatisation des procédés industriels.
- Étude, réalisation et intervention sur les automates programmable industriels API ainsi que les interfaces homme/machine:
  - Communication et télégestion.
  - Étude, réalisation et intervention sur les systèmes de gestion des procédés.
  - Installation et intervention sur les démarreurs progressifs et variateurs de vitesse.
- Électricité industrielle :
  - Étude, diagnostic et réalisation d'armoires électriques de basse et moyenne tension.
  - Fourniture et pose d'équipements électriques.
- Électromécanique comme :
  - Diagnostic, installation et intervention sur les moteurs à basse et à moyenne tension, pompes, compresseurs...
  - Diagnostic et réalisation de station de pompage.
  - Transmission et accouplement de tout type.

### III- Présentation de la machine E53B [1]

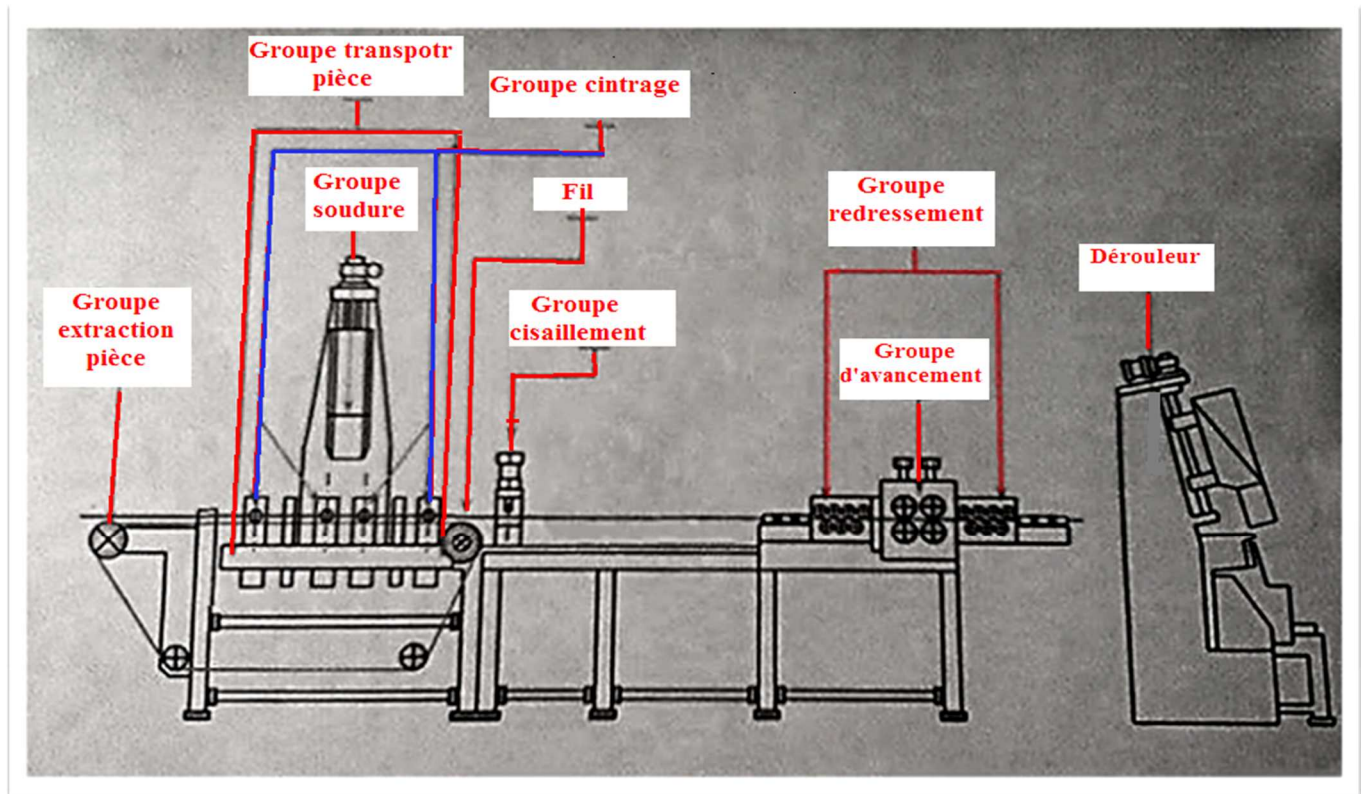


Figure I-1 : Schéma asymptotique de la machine.

La machine est composée de quatre parties principales :

*Partie 01* : Groupe d'avancement et groupe de redressement de fil.

*Partie 02* : Groupe de cisaillement et groupe de transport de pièce.

*Partie 03* : Groupe de cintrage et groupe de soudure.

*Partie 04* : Groupe d'extraction.

• **Dimensions de la machine :**

Longueur de la machine : **8.20 m.**

Largeur de la machine : **2.7 m.**

Hauteur de la machine : **3.2 m.**

#### III-1- Première partie

Cette partie est constituée de deux groupes :

- Groupe d'avancement.
- Groupe de redressement.

### III-1-1- Groupe d'avancement

Le groupe d'avancement est placé entre deux unités du groupe de redressement, il est constitué d'un ensemble de rouleaux tire fil actionné par un moteur électrique asynchrone.

Ce groupe contient un encodeur qui est fixé à la sortie du groupe, son disque est placé sur le fil. Le système est géré par une carte électronique spéciale qui décode les signaux provenant de cet encodeur et les commandes de réglages qui sont placées sur la console de contrôle.

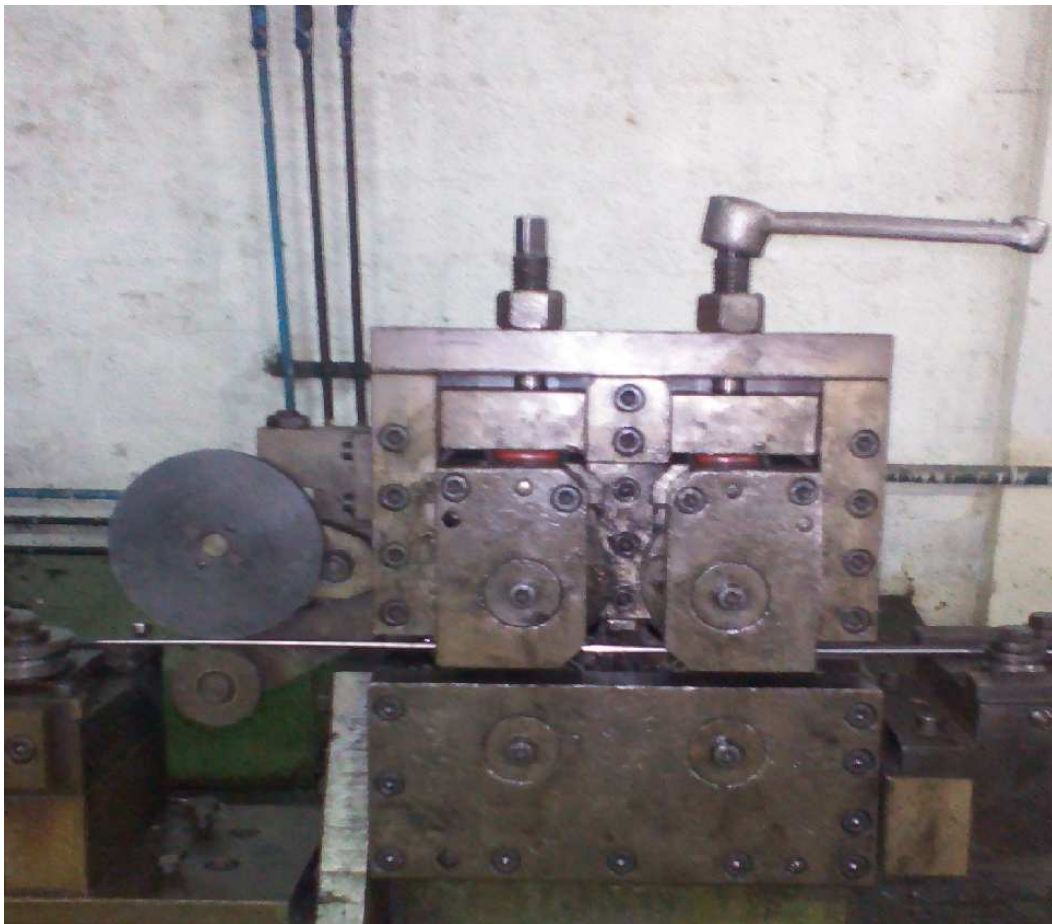


Figure I-2 : Groupe D'avancement.

### III-1-2- Groupe de redressement

Le groupe de redressement est constitué de deux blocs distincts : le premier contient 14 molettes, il est placé avant le groupe d'avancement. Le deuxième bloc contient 16 molettes, il est placé après le groupe d'avancement. Chaque bloc contient deux parties qui sont positionnées sur un plan décalé de 90° l'une par rapport à l'autre.

**Bloc 1****Bloc 2****Figure I-3 : Groupe de redressement.**

### **III-2- Deuxième partie**

Cette partie est constituée de deux groupes :

- Groupe de cisaillement.
- Groupe de transport de pièce.

#### **III-2-1- Groupe de cisaillement**

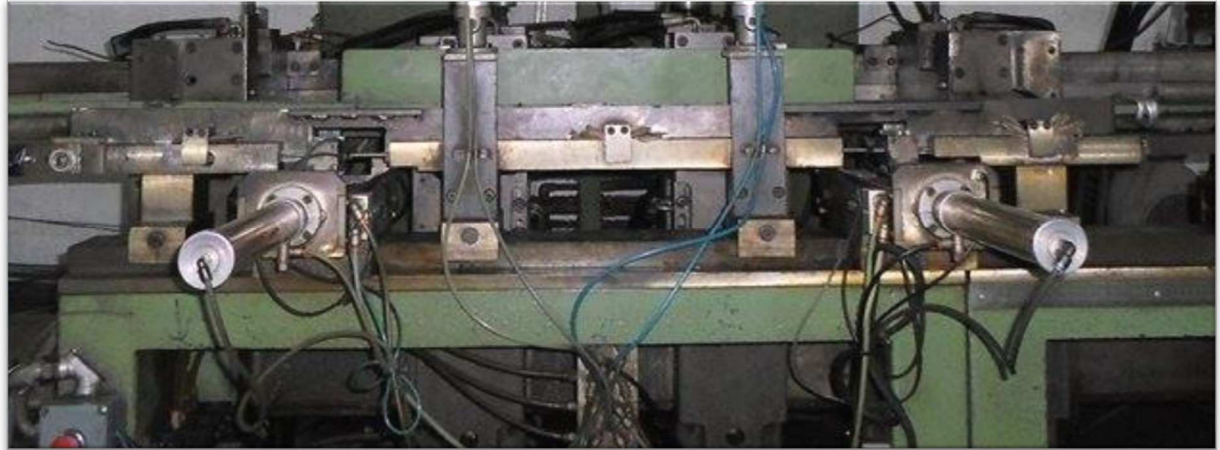
Le groupe de cisaillement sert à couper le fil métallique, c'est en fait d'un vérin hydraulique.



**Figure I-4 :** Groupe de cisaillement.

### **III-2-2- Groupe de transport de pièce**

Ce groupe est réalisé au moyen des composants pneumatiques (vérins pneumatiques). Il est constitué de deux petits vérins pour la barrière, deux petits vérins pour les deux pinces et deux vérins de transport.



**Figure I-5** : Groupe transport de pièce.

### **III-3- Troisième partie**

Cette partie comprend le corps principal de la machine et elle est constituée de deux groupes :

- Groupe de cintrage.
- Groupe de soudure.

#### **III-3-1- Groupe de cintrage**

Ce groupe est composé de quatre têtes de cintrage, chacune d'elle contient un étau (blocage), une âme et un galet de cintrage.

Ces têtes sont actionnées par des vérins hydrauliques convenablement dimensionnés.

Le déplacement de ces derniers se fait à l'aide des moteurs asynchrones, en agissant sur les boutons poussoir de commande placés sur la console.

Le blocage de la pièce est garanti par des vérins hydrauliques.

#### **III-3-2- Groupe de Soudure**

Ce groupe est constitué d'un transformateur 35KVA, deux vérins pneumatiques pour le déplacement, deux pinces qui sont actionnées par deux petits vérins pneumatiques et un vérin pneumatique de rapprochement.



**Figure I-6 :** Groupe de soudure.

### **III-4- Quatrième partie**

Cette partie est constituée d'un seul groupe qui est le groupe d'extraction de pièce.

Ce groupe est formé d'une courroie en mouvement permanent elle est utilisée comme bande transporteuse et elle est actionnée par un moteur électrique asynchrone.



**Figure I-7:** Groupe d'extraction.

### III-5- Dérouleur

C'est une petite phase de travail auxiliaire qui n'est pas implantée dans la machine E53B.

Le dérouleur est constitué d'une partie pivotante supportée par un soutien approprié, monté sur des rouleaux. Il est actionné par un moteur électrique.

À l'aide d'un moto variateur hydraulique de vitesse lié à un réducteur, la vitesse de rotation est instantanément proportionnée selon la demande du ruban.

Ce dérouleur peut dérouler le ruban dans les deux sens de rotation, il est doté d'un système de sécurité qui intervient en cas de secours en bloquant instantanément la machine.



Figure I-8 : Dérouleur.

### IV- Composants de la machine [1]

La machine pour l'obtention de périmètre grille de four pour cuisinières utilise pour son fonctionnement la force pneumatique qui est produite par une station de compression d'air centrale de l'usine et la force hydraulique produite par la station hydraulique de la machine. Ces forces assurent le fonctionnement normal de son système de production automatisé.

## **IV-1- Système d'approvisionnement en pression pneumatique**

### **IV-1-1- Caractéristique de la source d'énergie**

Dans les systèmes pneumatiques, l'air comprimé est utilisé comme source d'énergie. Il est au départ de l'air à la pression atmosphérique porté artificiellement à une pression élevée appelée pression d'utilisation.

### **IV-1-2- Structure de la station pneumatique**

La station pneumatique est constituée de :

- Compresseur avec un réservoir d'air.
- Système de traitement de l'air.
- Dispositif de sécurité et de régulation.
- Ensemble de circuits de distribution généralement réalisé en tube acier ou en cuivre.

## **IV-2- Système d'approvisionnement en pression hydraulique**

La pression est assurée par une station hydraulique dont les composants sont :

- Pompe.
- Réservoir d'huile.
- Échangeur de chaleur : C'est un circuit où circule l'eau froide pour refroidir l'huile dans le réservoir.
- Accumulateur : Il sert à emmagasiner une réserve d'énergie et la restituer en cas de besoin. Il est monté en dérivation avec le circuit principal.

Un accumulateur hydropneumatique est un accumulateur à gaz avec un élément de séparation entre le gaz et le fluide. Le gaz le plus souvent utilisé est l'azote inerte qui est de bonne compressibilité.

- Clapet anti retour : ce composant permet au fluide sous pression de circuler dans un sens déterminé. Il lui interdit le passage dans l'autre sens. Il assure le verrouillage étanche d'un ou deux orifices.
- Régulateurs de pression : les régulateurs de pression sont destinés à maintenir la pression de sortie constante indépendamment de la pression d'entrée variable et de la consommation d'air.

## **IV-3- Partie opérative**

La partie opérative est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques et qui répond à la partie commande.

Elle est constituée de :

- Pré-actionneurs (électrovannes, distributeurs, ...).
- Actionneurs (moteurs asynchrones, vérins, ...).
- Capteurs.

- Encodeur.

### **IV-3-1- Pré-actionneurs**

Les pré-actionneurs sont les composants qui traduisent les signaux de commande en signaux de puissance.

#### **IV-3-1-1- Électrovannes**

Cette machine contient des pré-actionneurs tout ou rien, qui permettent le passage ou non de l'air ou bien d'huile dans le circuit, selon le type du pré-actionneur.

#### **IV-3-1-2- Distributeurs**

Les distributeurs sont des organes dont leur rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre la source d'air ou d'huile comprimé et les vérins. Cette machine contient :

- 04 distributeurs pneumatiques pour le groupe de transport.
- 03 distributeurs pneumatiques pour le groupe de soudure.
- 02 distributeurs hydrauliques pour les âmes externes et internes.
- 02 distributeurs hydrauliques pour les blocages externes et internes.
- 02 distributeurs hydrauliques pour le cintrage externe et interne.
- 01 distributeur hydraulique pour la cisaille.

### **IV-3-2- Actionneurs**

Les actionneurs sont des composants qui transforment l'énergie qui leur est fournie d'une source extérieure en action physique, afin de modifier le comportement ou l'état d'un système.

#### **IV-3-2-1- Moteurs asynchrones**

Les moteurs asynchrones triphasés sont largement utilisés dans l'industrie, pour leur simplicité de construction et leur fiabilité. Ils demandent peu d'entretien. Cette machine contient :

- 01 moteur du dérouleur.
- 01 moteur du groupe d'avancement.
- 01 moteur de la station hydraulique.
- 04 moteurs pour les translations des têtes du groupe de cintrage.
- 01 moteur pour la translation de groupe de soudure.
- 01 moteur pour le groupe d'extraction.

### **IV-3-2-2- Vérins**

Les vérins sont des actionneurs linéaires qui transforment une énergie pneumatique ou hydraulique en un travail mécanique, cette machine contient des vérins double effet :

- 02 petits vérins pneumatiques pour les pinces du groupe de transport de pièce.
- 02 petits vérins pneumatiques pour la barrière du groupe de transport de pièce.
- 02 vérins pneumatiques pour le transport de pièce.
- 01 vérin hydraulique de cisaille.
- 04 vérins hydrauliques pour les âmes internes et externes.
- 04 vérins hydrauliques pour les blocages internes et externes.
- 04 vérins hydrauliques pour les cintrages internes et externes.
- 02 petits vérins pneumatiques pour les pinces du groupe de soudure.
- 02 vérins pneumatiques pour le déplacement de la tête de soudure.
- 01 vérin pneumatique pour le rapprochement des deux bouts de la pièce pour les souder.

### **IV-3-2-3- Capteurs**

Les capteurs sont des organes qui convertissent des grandeurs physiques en grandeurs électriques. Cette machine contient :

- 01 capteur de proximité.
- 01 capteur électromagnétique.
- 01 capteur de comptage de pièces.

### **IV-3-2-4- Encodeur**

L'encodeur est un dispositif électromécanique qui génère un signal électrique en fonction de la position ou du déplacement de l'élément mesuré.

## **IV-4- Partie commande**

La partie commande élabore des ordres destinés à la partie opérative en fonction :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

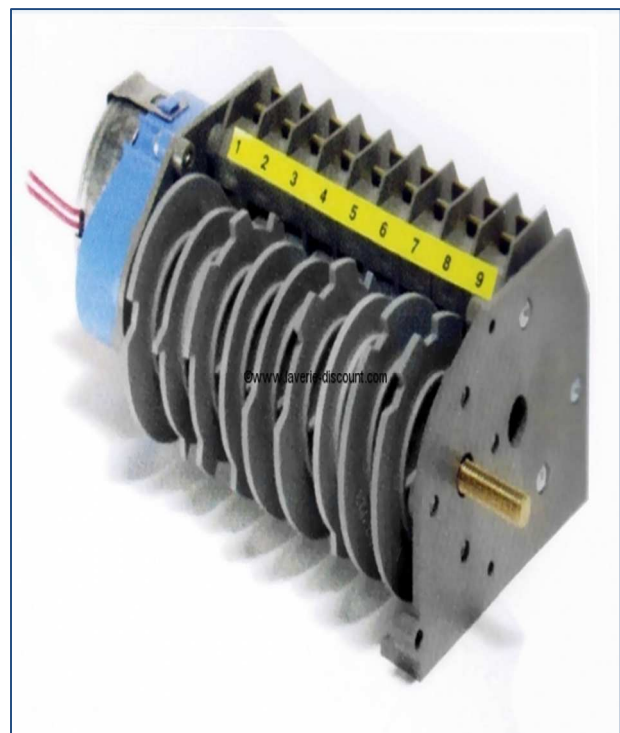
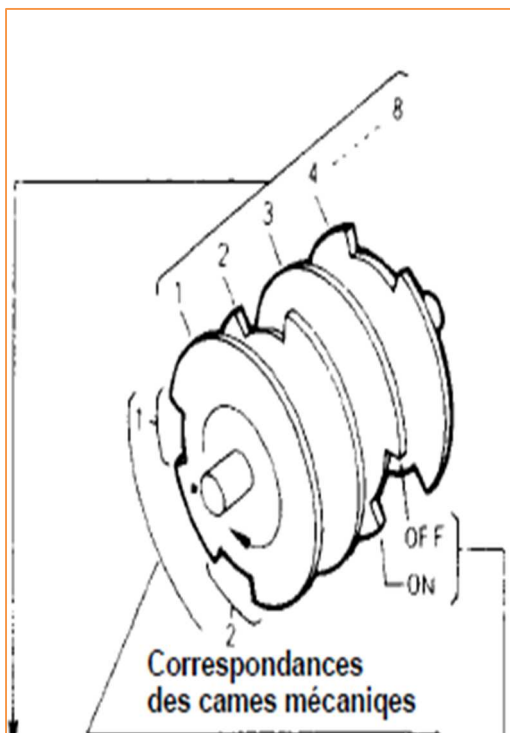
### **IV-4-1- Programmeur à cames [1]**

#### **IV-4-1-1- Description et principe de fonctionnement**

La fonction d'un programmeur à cames est de délivrer, suivant la position angulaire d'un arbre ou d'un vilebrequin, des ordres au circuit de commande d'une machine. Ces ordres ont généralement pour but d'assurer des fonctions d'automatismes (comptage, synchronisation de mouvement, etc.).

Les programmeurs électromécaniques sont généralement constitués des éléments suivants :

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



**Figure I-9:** Programmeur à cames électromécanique.

#### IV-4-1-2- Programmeur à cames de la machine

Pour que le programmeur à cames puisse s'adapter au cycle de fonctionnement de la machine, les positions angulaires des disques des 25 cames de notre programmeur sont données par le tableau suivant :

Borne cames	N	(A)	(B)	Commentaire
1-3	02	10	23	Ames internes
2-3	03	20	50	Ames externes
1-3	04	06	27	Blocage interne
1-3	05	25	43	Blocage externe
1-3	06	10	13	Bloc tête
1-3	07	53	00	Cintrage interne
1-3	08	33	44	Cintrage externe
1-3	09	36	25-29	Relevage soudure
1-3	10	05	25	Bloc pièce
	11	35	00	
	12	35	05	
	13	05	45	Entrée fil
	14	30	58	
	15	28	57	
	16	25	55	
	17	25	57	
	18	24	55	

	19	24	53	
	20	24	43	
2-3	21	50	51	
1-3	22	50	35	Soudure
1-3	23	24	55	Compte pièce
2-3	24	42	40	Moteur
	25	35	20	Processeur

**Tableau I :** Positions angulaires des disques du programmeur à came.

## V- Description du procédé de fabrication [1]

Le procédé de fabrication du périmètre de grille de four est constitué de six phases suivantes :

- Avancement et redressement du fil.
- Coupage du fil.
- Placement du fil dans la zone de cintrage.
- Cintrage.
- Soudure.
- Extraction de la pièce soudée.

### V-1- Avancement et redressage du fil

Le groupe d'avancement sert à alimenter la machine de la quantité nécessaire du fil.

Il contient un encodeur qui est placé à la sortie du groupe qui sert à mesurer la longueur du fil.

Ce groupe est actionné par un moteur électrique asynchrone qui est contrôlé par un variateur de vitesse. Lorsque la valeur de l'encodeur atteint un certain pourcentage de la consigne, le moteur se met à une vitesse inférieure que la première jusqu'à ce que la valeur de l'encodeur atteigne la valeur de la consigne et le moteur s'arrête.

**Remarque :** Le dérouleur fonctionne uniquement durant cette première phase du cycle.

## V-2- Coupage du fil

Le coupage du fil se fait à l'aide du groupe de cisaillement. Un capteur de proximité a été installé pour détecter l'avancée du fil, une fois qu'il est activé, les pinces se ferment et la barrière monte pour permettre au fil de sortir, ce qui permet d'actionner le groupe de cisaillement.

## V-3- Placement du fil dans la zone de cintrage

Cette phase s'agit d'un transport du fil coupé vers la zone de cintrage. Cela se fait comme suit :

Une barrière descend pour permettre au fil de se positionner dans une place bien déterminée, puis deux pinces tiennent celui-ci et la barrière se lève. Le fil sera déplacé vers la zone de cintrage à l'aide de deux vérins pneumatiques.

## V-4- Cintrage

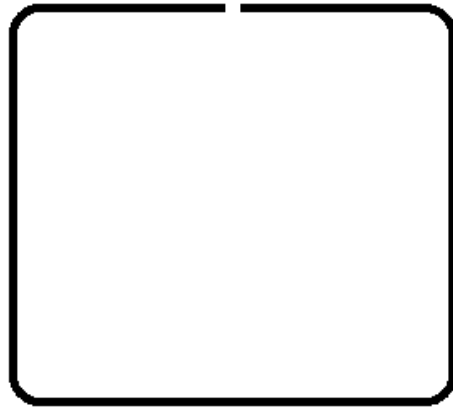
Pendant cette phase, le fil coupé prend sa forme géométrique définitive à l'aide des quatre têtes de cintrage.

La réception du fil coupé dans la zone de cintrage, se fait de la manière suivante :

Une fois que le fil coupé est transporté par le groupe approprié il sera positionné sur le groupe de cintrage, ensuite les âmes internes et externes sortent puis les blocages internes et externes bloquent pour saisir le fil, le bloc de cintrage effectue le cintrage externe. Les blocages externes lâchent le fil et les âmes externes rentrent pour libérer ce dernier, le cintrage interne s'effectue de la même manière.



**Figure I-10** : Format de la pièce après le cintrage externe.



**Figure I-11** : Format de pièce après le cintrage interne.

### **V-5- Soudage**

C'est la dernière opération mécanique du cycle de production, elle se produit grâce au groupe de soudure.

Une fois que la pièce est cintrée, le groupe de soudure se glisse pour la saisir à l'aide de deux pinces, puis remonte pour libérer le châssis de la zone de cintrage, un vérin pneumatique est actionné pour joindre les deux bouts de la pièce afin de commencer la soudure.

La soudure s'effectue en trois étapes :

- Le temps de pressurisation : c'est le temps de maintien des deux bouts de la pièce sous la pression avant d'alimenter les électrodes pour effectuer la soudure, il dure environ une seconde.
- Le temps de mise en électricité : c'est le temps nécessaire pour mettre les électrodes sous tension pour effectuer le soudage qui dure environ deux secondes.
- Une fois la pièce est soudée et avant de la lâcher, on attend environ une seconde, c'est le temps de détention.

### **V-6- Extraction**

L'extraction est la dernière phase du procédé. Dès que la pièce est finie, elle est libérée des pinces qui la retiennent pour l'évacuer grâce au groupe d'extraction.

### **VI- Problèmes trouvés**

- Le principal problème est le système à came (logique câblée ou bien système à contact séquentiel) à cause de non disponibilité et de la maintenabilité.
- L'absence des alarmes.

- La difficulté de diagnostic et de maintenance (difficile et ça prend beaucoup de temps).

### **VII- Solutions proposées**

- Automatiser la machine à l'aide d'un automate programmable (API).
- Insertion des alarmes.
- Insertion d'un système HMI (Humain, machine, interface) pour améliorer le diagnostic et gagner le temps de maintenance.

### **VIII- Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté deux parties : la première est consacrée pour la présentation de l'entreprise et la description générale des composants de la machine. Dans la deuxième partie, nous avons donné une description sur le procédé de fabrication de la machine, les problèmes trouvés et les solutions proposées.

Le développement de la technologie et la compétition économique impose à l'industrie de produire en qualité et en quantité pour répondre à la demande.

Pour ces raisons, la réussite et la performance d'une installation d'une armoire de commande, utilisant un (API) pour automatiser cette machine repose essentiellement sur une bonne compréhension de l'installation et de la qualité des actionneurs et capteurs qu'elle comporte.

*Chapitre II :*  
*Modélisation du procédé à*  
*automatiser*

## I- Introduction

L'automatisation d'un système nécessite la satisfaction d'un cahier de charge car il décrit son fonctionnement. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

Le problème sera de proposer des solutions faciles à comprendre et à réaliser, qui décrivent les relations entre la partie commande et la partie opérative et qui répondent à l'exigence du cahier de charge. Pour remédier à ce problème les automaticiens utilisent un outil de modélisation graphique qui est « Le GRAFCET ».

## II- Définition du GRAFCET [2]

Le GRAFCET « Graphe Fonctionnel de Commande Étapes/Transitions » est un mode qui permet de décrire le comportement séquentiel d'un système automatisé, c'est-à-dire décomposable en étapes, à partir de la connaissance des actions à entreprendre, associées à des variables de sortie et des événements qui permettent le passage d'une situation à une autre, associés à des variables d'entrée.

Le GRAFCET représente graphiquement la dynamique d'un système d'une manière simple à comprendre, par un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions.
- De transitions entre étapes auxquelles sont associées des réceptivités.
- De liaisons orientées entre les étapes et les transitions.

## III- Les outils de base du GRAFCET

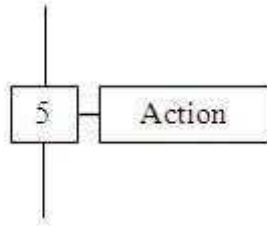
Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

### III-1- Étape – Action

Une étape (c'est un ordre vers la partie opérative du système) correspond à une phase durant laquelle, on effectue une action pendant une certaine durée (même faible mais jamais nulle). Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes. L'action doit être stable, c'est-à-dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape.

On représente chaque étape par un carré. L'action est représentée dans un rectangle à droite.

L'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas. On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que jamais deux étapes différentes n'aient le même numéro.

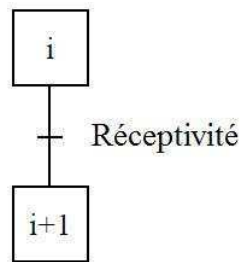


**Figure II-1 :** Représentation d'une étape non initiale.

Une étape peut être initiale, elle est alors active au début du processus de commande. On repère une étape initiale grâce à un doublement du symbole d'étape.

### III-2- Transition – Réceptivité

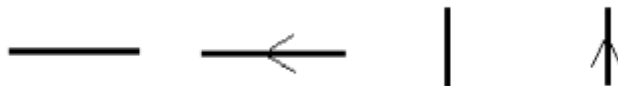
La transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. À chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour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



**Figure II-2 :** Représentation d'une transition.

### III-3- Liaison

Une liaison est un arc orienté, ne pouvant être parcouru que dans un sens. A une extrémité d'une liaison, il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche. Il y a différentes liaisons comme le montre la figure suivante :



**Figure II-3 :** Représentation différentes liaisons.

#### IV- Règles d'évolution d'un GRAFCET [2]

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique. Il est normalisé, et son fonctionnement est régit par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET.

##### Règle 1 : Situation initiale.

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement. Elle traduit généralement un comportement de repos.

##### Règle 2 : Franchissement d'une transition.

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée est vraie, donc, elle est obligatoirement franchie.

Exemple :

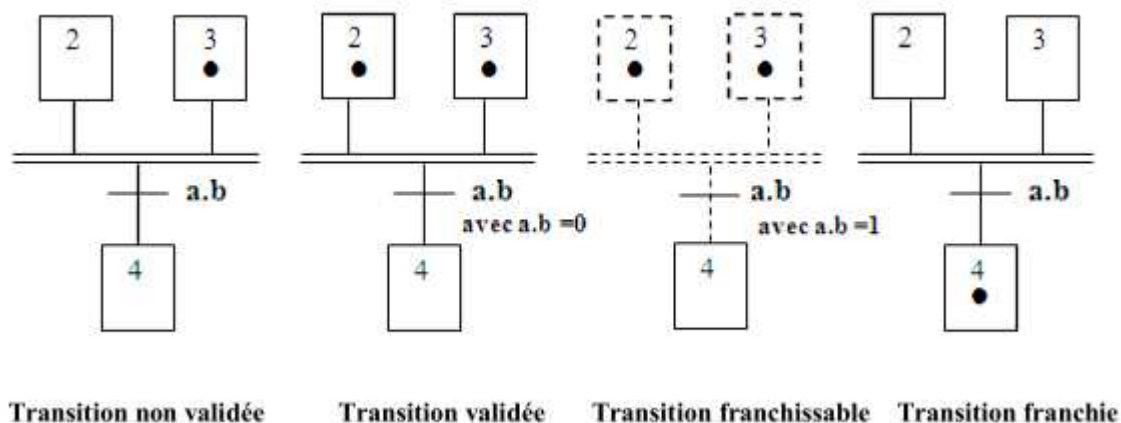


Figure II-4 : Franchissement d'une transition.

##### Règle 3 : Évolution des étapes actives.

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

##### Règle 4 : Évolutions simultanées.

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

**Règle 5 :** Activation et désactivation simultanées d'une étape.

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

## V- Niveaux du GRAFCET

**V-1- Niveau 1 :** Spécifications fonctionnelles.

Ce niveau décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative.

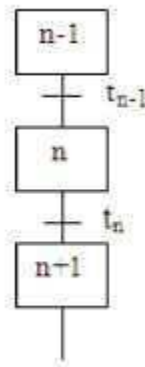
Cette description est établie par des spécifications fonctionnelles permettant de comprendre ce que l'automatisme doit faire, face aux différentes situations pouvant se présenter.

**V-2- Niveau 2 :** Spécifications technologiques.

Pour décrire précisément comment l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble qu'il constitue avec son environnement, des spécifications technologiques ont été apportées en complément des spécifications fonctionnelles. Cela permettra un automatisme pilotant réellement la partie opérative.

## VI- Mise en équation d'un GRAFCET [2]

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET comme le montre la figure II-5 à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, on traduit notre GRAFCET de niveau 2 par des équations combinatoires.



**Figure II-5 :** Représentation générale d'un GRAFCET.

- En considérant une étape  $X_n$  notée comme suit :  $X_n=1$  si l'étape  $n$  est active.

$X_n=0$  si l'étape  $n$  est inactive.

La réceptivité  $n$ , étant une variable binaire, a pour valeur :

$t_n=1$  si la réceptivité est vraie.

$t_n=0$  si la réceptivité est fausse.

- Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle peut être franchie que :

- Lorsqu'elle est validée.
- Et que la réceptivité associée à la transition est vraie.

La traduction de cette règle donne la Condition d'Activation de l'étape n :

$$CA X_n = X_{n-1} \cdot t_{n-1} \quad (1)$$

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

La traduction de cette règle donne la Condition de Désactivation de l'étape n :

$$CD X_n = X_n \cdot t_n = X_{n+1} \quad (2)$$

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

- En combinant les deux équations (1) et (2), on obtient l'équation (3) suivante :

$$X_n = (CA X_n + X_n) \cdot \overline{CD X_n} \quad (3)$$

Donc on aura

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

## VII- Application du GRAFCET pour modéliser le système

Avant d'entamer la modélisation du système, il faut tout d'abord connaître le fonctionnement bien détaillé de ce dernier.

### VII-1- Fonctionnement de la machine [1]

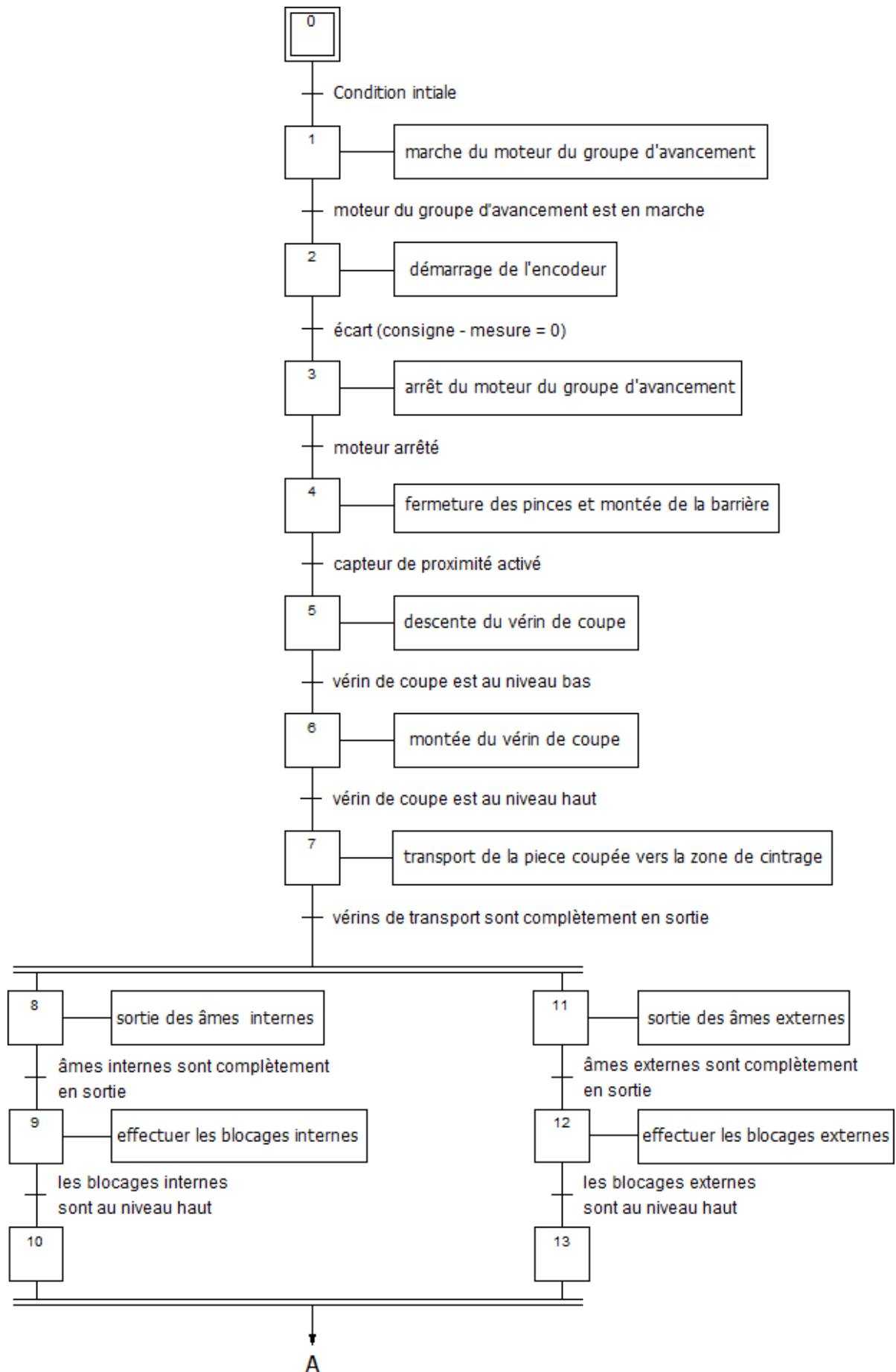
Après avoir ouvert les vannes d'air et de l'eau de refroidissement, on alimente les disjoncteurs principaux pour qu'on puisse mettre la machine en marche.

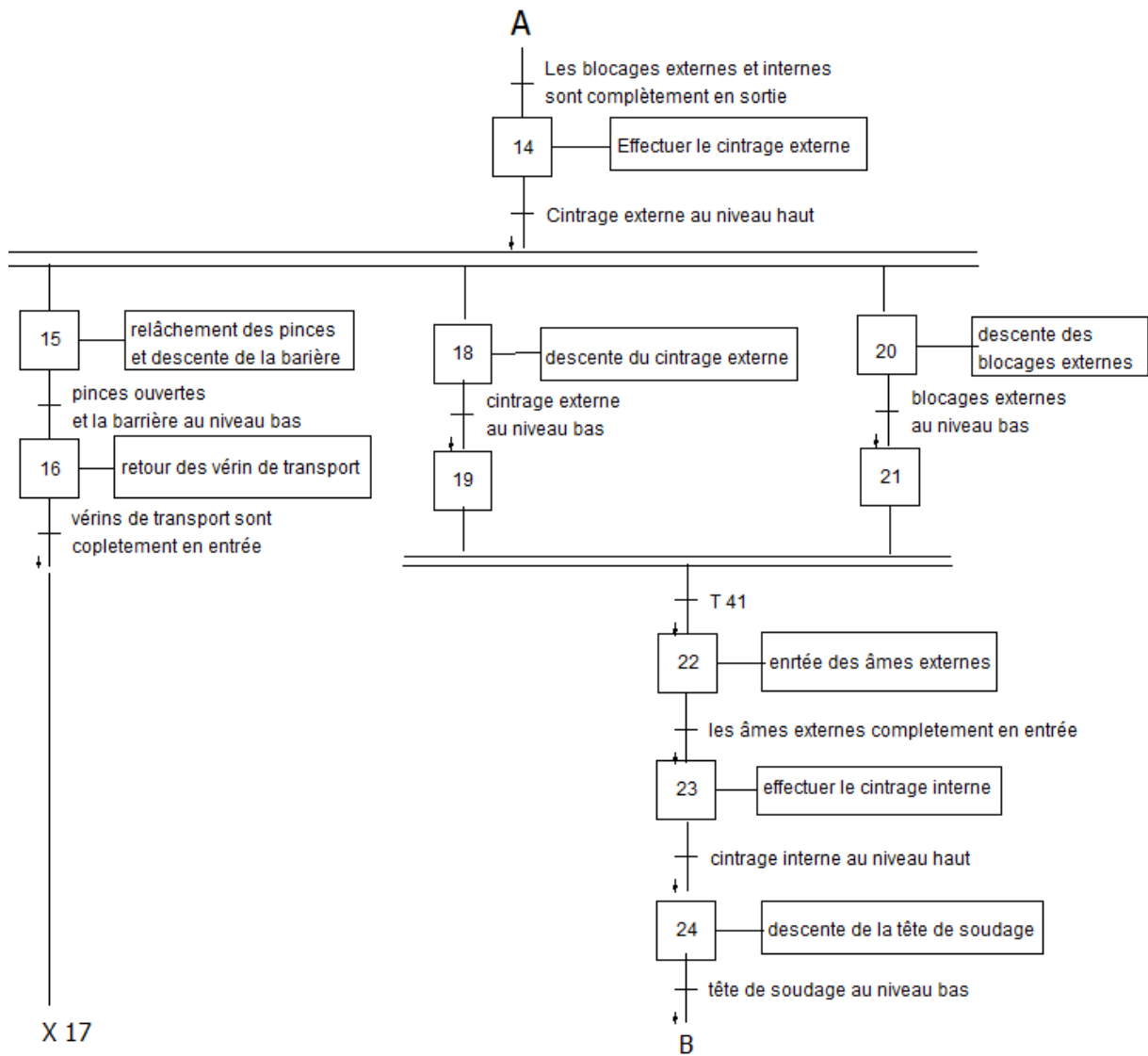
- On met du fil dans le groupe d'avancement.
- On enclenche le début de cycle en appuyant sur un bouton poussoir marche.
- Le moteur du groupe d'avancement se met en marche et l'encodeur mesure la longueur du fil, dès que l'écart entre la consigne et la mesure égale à zéro le moteur s'arrête.

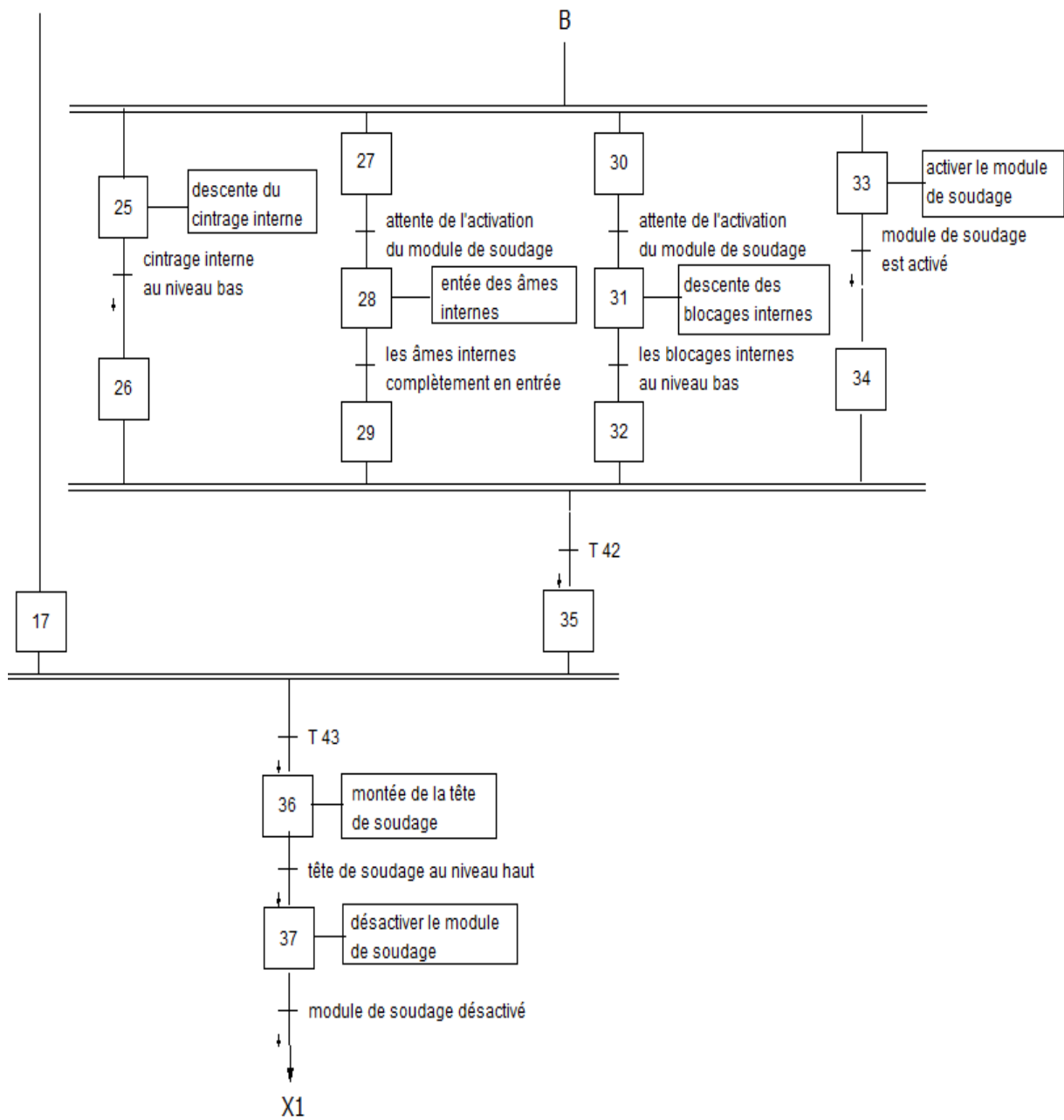
- Une fois que le moteur du groupe d'avancement est arrêté, l'électrovanne qui actionne les pinces et la barrière sera excitée.
- Une fois que le capteur de proximité est activé, l'électrovanne qui actionne le groupe de cisaillement sera excitée.
- Le vérin du groupe de cisaillement descend pour couper le fil, une fois qu'il est au niveau bas, il remonte.
- Une fois que le vérin du groupe de cisaillement est au niveau haut, l'électrovanne qui actionne les vérins de transport sera excitée.
- Les deux vérins pneumatiques du groupe de transport font avancer le fil coupé au niveau de la zone de cintrage.
- Après que les vérins du groupe de transport sont complètement en sortie, les électrovannes qui actionnent les âmes internes et externes seront excitées.
- Une fois que les âmes internes et externes sont en sortie, les électrovannes qui actionnent les blocages internes et externes seront excitées.
- Une fois que les blocages internes et externes sont au niveau haut, l'électrovanne qui actionne le cintrage externe sera excitée.
- Une fois que le cintrage externe est au niveau haut, les électrovannes qui actionnent le cintrage externe, les blocages externes et les pinces et la barrière seront désexcitées.
- Une fois que les pinces sont ouverte et la barrière au niveau bas, l'électrovanne qui actionne les vérins de transport sera désexcitée.
- Une fois que les blocages externes et le cintrage externe sont au niveau bas, l'électrovanne qui actionne les âmes externes sera désexcitée.
- Une fois que les âmes externes sont rentrées, alors l'électrovanne qui actionne le cintrage interne sera excitée.
- Une fois que le cintrage interne est au niveau haut, l'électrovanne qui actionne la tête de la soudeuse sera excitée.
- Une fois que la tête de la soudeuse est au niveau bas, alors l'électrovanne qui actionne les pinces de la tête de la soudeuse sera excitée et l'électrovanne qui actionne le cintrage interne sera désexcitée.
- Une fois que les pinces de la tête de la soudeuse sont fermées, les électrovannes qui actionnent les blocages internes et les âmes internes seront désexcitées.
- Une fois que les âmes internes sont rentrées, les blocages internes et le cintrage interne sont au niveau bas, la tête de soudeuse remonte.

- Avance du vérin de rapprochement des deux bouts de la pièce pour les souder et là la temporisation est d'une seconde qui sera enclenchée.
- Une fois que la temporisation est écoulée, les électrodes seront alimentées pour effectuer le soudage qui dure deux secondes.
- Après le soudage, les électrodes seront désexcitées et une temporisation d'une seconde qui sera enclenchée.
- Une fois que la temporisation est écoulée, les pinces de fixation de la tête de la soudeuse s'ouvrent et le vérin de rapprochement se met à sa position initiale.
- Enfin, la grille tombe sur la chaîne de la bande transporteuse qui la conduit sur le tapis.

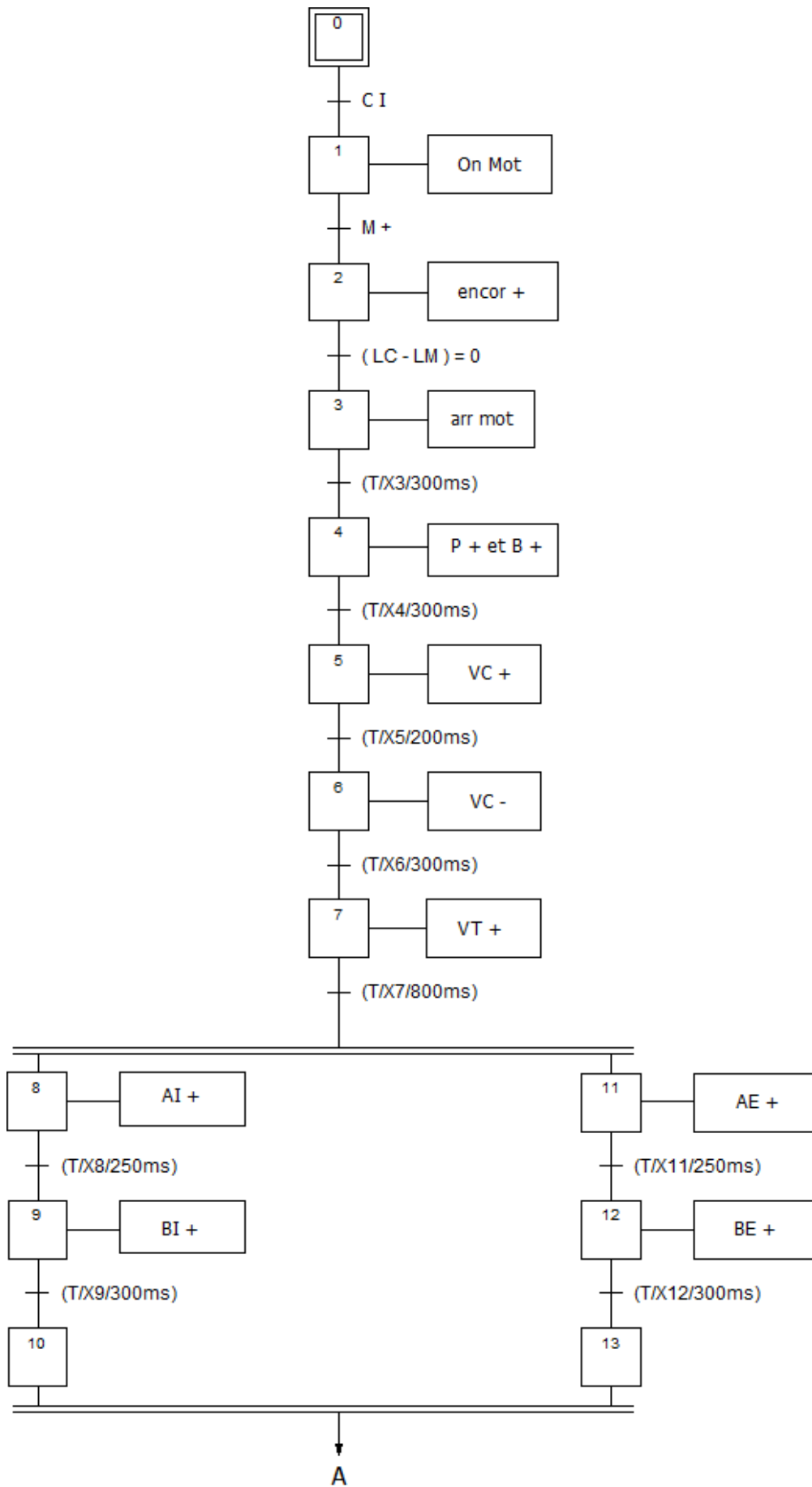
VII-2- Grafset niveau 1

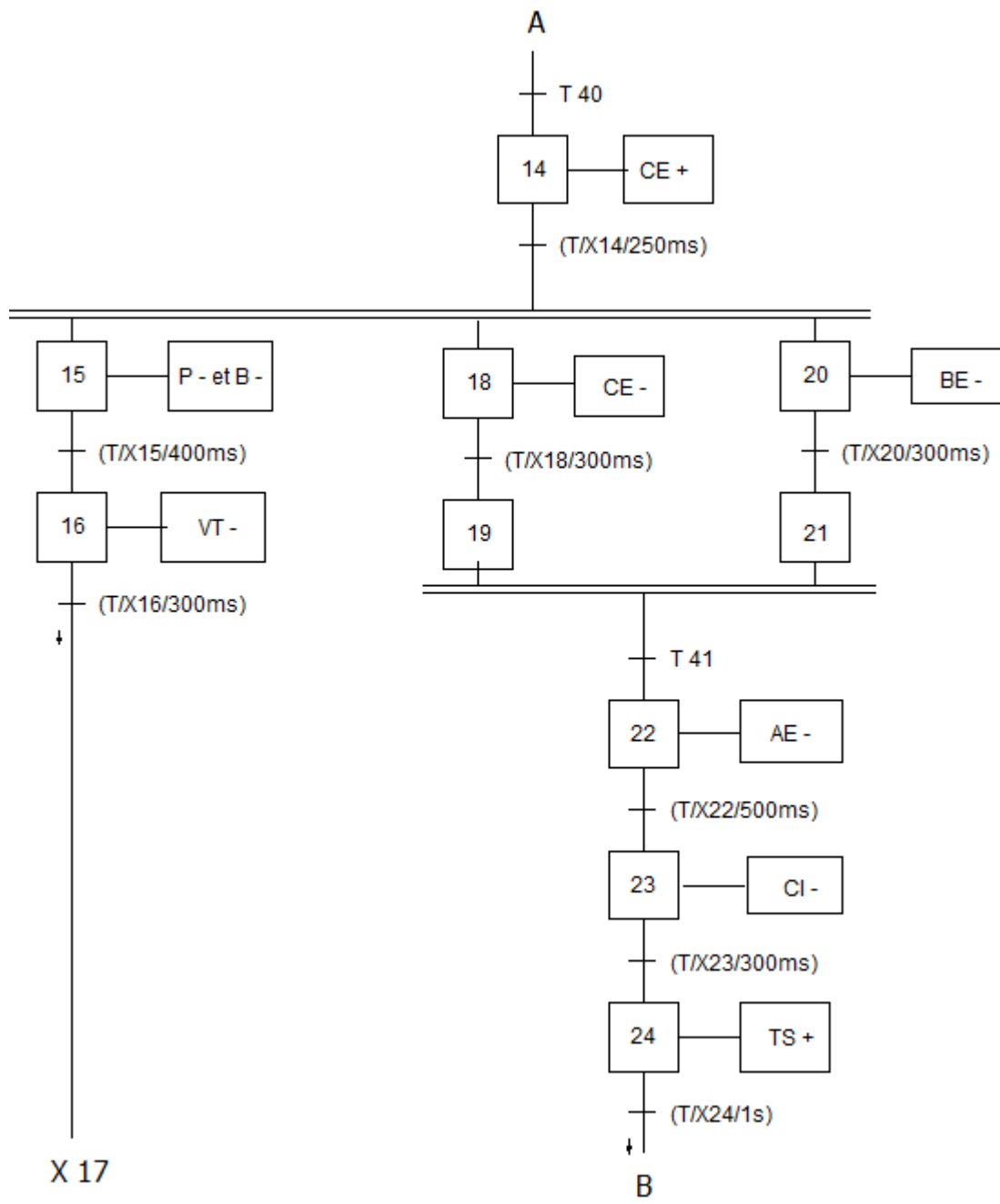


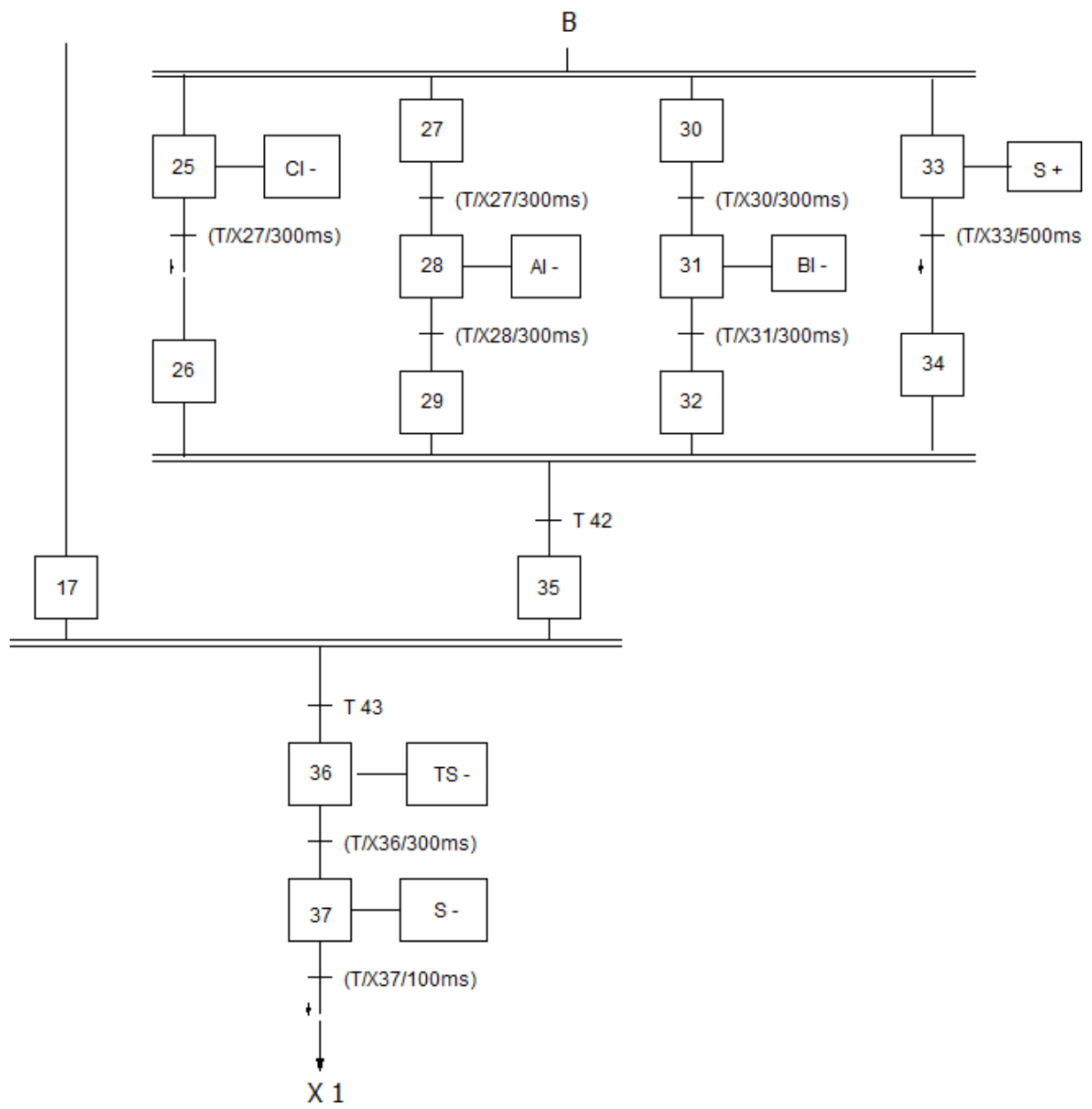




VII-3- Grafcet niveau 2







**VIII- Conclusion**

Dans ce chapitre, nous constatons que le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant. Il nous permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnelles à l'un des langages de programmation utilisé par l'automate programmable industriel. Il nous permettra au prochain chapitre de programmer la partie opérative qui pilotera le procédé à automatiser et cela à l'aide du logiciel STEP7.

*Chapitre III :*  
*Automatisation de la machine*

## **I- Introduction**

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante, pour répondre aux besoins des industries de l'automobile américaines, afin de développer des chaînes de fabrication automatisées avec plus d'adaptabilité et de flexibilité.

Actuellement, l'API est le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages).

Les automates programmables industriels modernes offrent dans des différentes formes de construction une construction décentralisée, une modularité, ainsi qu'une haute performance sur un espace minimal.

## **II- Automates Programmables Industriels (API) [3]**

### **II-1- Définition d'un API**

Un automate programmable industriel API (en anglais Programmable Logic Controller PLC) est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels en temps réel par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré actionneurs, à partir de données d'entrées (capteurs), de consignes et d'un programme informatique.

### **II-2- Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés**

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

- Une meilleure rentabilité.
- Une meilleure compétitivité.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- Faciliter la maintenance de l'installation par un diagnostic rapide.

### **II-3- Architecture d'un API [4]**

#### **II-3-1- Aspect externe**

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

Le type compact comporte les modules de programmation (LOGO de Siemens). Il peut 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.

Dans le 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 la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.

### II-3-2- Aspect interne

La figure III-1 représente les principaux constituants d'un automate :

- Module d'alimentation.
- Unité centrale
- Bus interne.
- Mémoires.
- Entrées.
- Sorties.

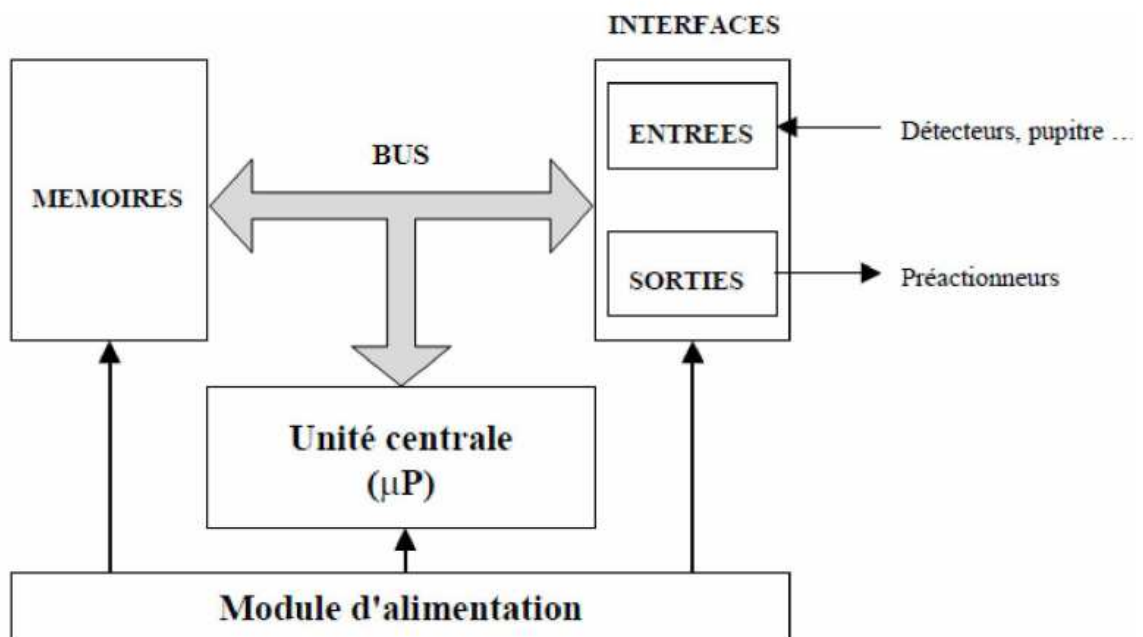


Figure III-1 : Architecture interne d'un automate programmable.

### II-4- Choix d'un automate programmable

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu :

- Le choix d'une société ou d'un groupe et expériences vécues sont déjà un point de départ.

- Le coût de l'automate.
- Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages.
- La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

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

### **III- Présentation de l'automate S7-300 [5]**

Pour notre travail, nous avons choisi d'utiliser l'automate S7-300.

Cet automate est constitué d'une alimentation, d'une CPU, de modules d'entrée et de modules de sortie. À ceux-ci peut s'ajouter des modules de communication et des modules spécifiques destinés à des fonctions particulières telle que la commande à périphériques décentralisés par exemple.

Comme tout API, l'automate S7-300 est un système d'automatisation modulaire.

#### **III-1- Constitution interne de l'automate S7-300**

Toute "l'intelligence" de l'automate réside dans sa CPU (unité centrale). Elle se compose des éléments suivants :

- Un microprocesseur (traitement des informations) avec une horloge interne (fonction de temporisation, synchronisation des opérations).
- Plusieurs entrées (réception des données externes).
- Plusieurs sorties (émission des données vers l'extérieur, pour relais, écran).

- Mémoires, on a deux types de mémoires : une mémoire ROM ou EPROM (contient le système d'exploitation), et une mémoire RAM divisée en zones :

- Données utiles au programme.
- Données utiles au programmeur.

### III-2- Constitution externe de l'automate S7-300

L'automate programmable industriel (API) S7 300 est composé de différents modules, comme le montre la figure III-2.

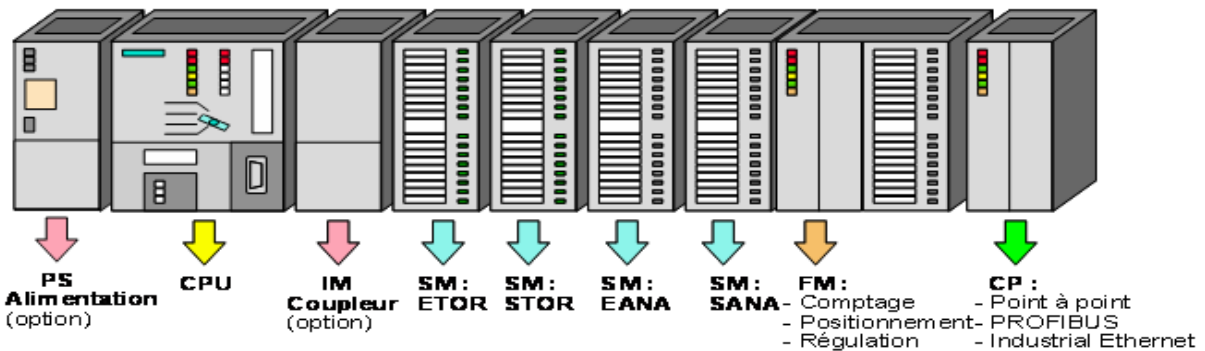


Figure III-2 : Constitution externe de l'automate.

#### • Modules d'alimentation (PS)

Tous les automates actuels sont équipés d'une alimentation 220 V, 50/60 Hz et 24 V DC. Les entrées sont en 24V DC et une mise à la terre doit également être prévue. Cette alimentation doit fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble de l'automate. Elle sera dimensionnée en fonction des consommations des différentes parties voir la figure III-3.

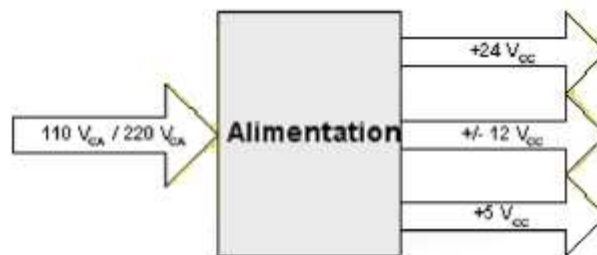


Figure III-3 : Différentes tensions d'alimentation.

#### • Unité centrale de l'automate (CPU) :

C'est cette partie qui traite les données. Elle contient en mémoire le programme et élabore donc les ordres de commande. Elle est constituée de :

**- Processeur :**

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

**- Mémoires :** RAM, ROM, EPROM, .....

**• Coupleurs (IM):**

Ils peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus PROFIBUS.

**• Modules entrées/sorties tout ou rien (ETOR/STOR):**

Ce sont des circuits chargés d'adapter en tension et en courant les signaux entre l'unité centrale et les entrées-sorties. Ils assurent en outre un isolement entre les entrées-sorties et l'unité centrale. L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré actionneur est relié à une de ces adresses.

**• Modules d'entrées/sorties analogiques (EANA/SANA) :****- Entrées analogiques :**

L'information de certains capteurs peut être analogique. Elle est transmise à l'automate via un convertisseur analogique-numérique.

**- Sorties analogiques :**

Les ordres et les signalisations de l'automate vers la partie opérative sont toujours numériques. Pour leur exploitation, un convertisseur numérique-analogique est nécessaire.

**• Modules de fonctions (FM) :**

Ils ont pour rôle l'exécution de tâches de traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme la carte de comptage rapide. Celle-ci permet d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate. Un module de comptage comporte un compteur/décompteur dont le contenu est incrémenté ou décrémenté par des impulsions en provenance de l'extérieur.

**• Modules de communication (CP) :**

Ils permettent d'établir des liaisons hommes-machines et machines-machines via des interfaces de communication :

- Profibus.
- Industriel Ethernet.

**III-3- Caractéristiques techniques de S7-300 [5]**

Le S7-300 offre une gamme échelonnée de 24 CPU, des CPUs standard parmi lesquelles la première CPU avec interface Ethernet intégrée, des CPUs de sécurité, des CPU compactes avec fonctions technologiques et périphérie intégrées.

Le S7-300 offre également une très large palette de modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic. Sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques.

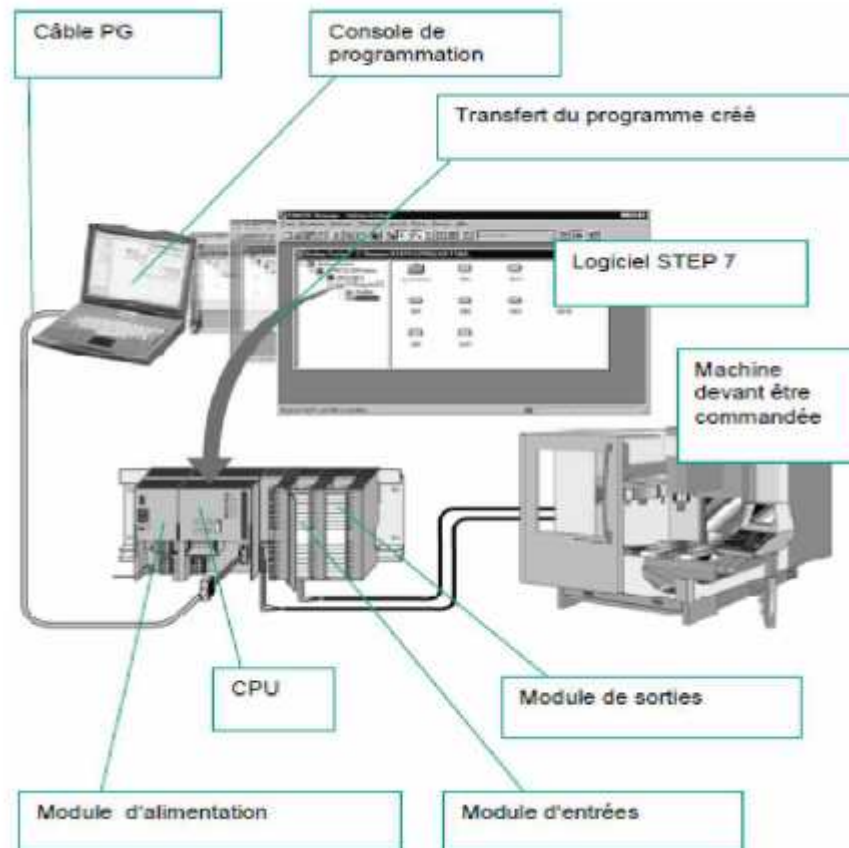
**III-4- Avantages**

Les S7-300 offrent de nombreux avantages :

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché et utilisables en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.
- Une large gamme de CPU adaptées à toutes les demandes de performance pour pouvoir obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme le comptage, la régulation ou le positionnement.

**IV- Programmation de l'automate S7-300 [6]**

À chaque famille d'automates correspond un langage spécifique de programmation. Les automates de la famille SIEMENS sont programmés grâce au le logiciel STEP 7 via une console de programmation ou PC et sous un environnement WINDOWS (voir la figure III-4).



**Figure III-4 :** Vue d'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système.

Le logiciel STEP7 offre les possibilités suivantes :

- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- Création et gestion des projets
- Gestion des mnémoniques.
- Test de l'installation d'automatisation.

#### IV-1- Programmation en STEP7

La programmation en STEP7 a trois modes de représentation :

**Mode liste (LIST) :** c'est un langage textuel proche du comportement interne de l'automate.

**Mode logigramme (LOG) :** ce mode est un langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques).

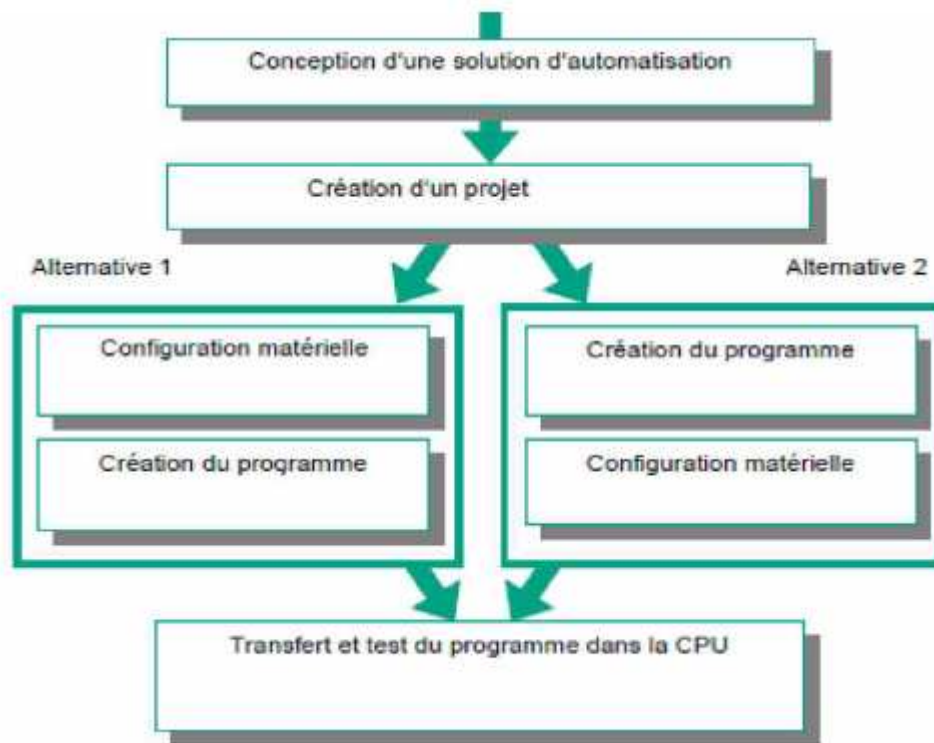
**Mode contact (CONT) :** c'est une suite de réseaux parcourus séquentiellement. Les entrées sont représentées par des interrupteurs -| |- (ou -|/- si entrée inversée), les sorties par des bobines -( )-.

D'autres langages (optionnels) existent, les trois qui semblent les plus intéressants sont SCL (langage proche du Pascal, permettant des algorithmes et des calculs complexes), GRAPH (proche du Grafset) et Hi GRAPH (proche des réseaux de Pétri).

Pour notre programme nous avons utilisé le mode contact (CONT).

## IV-2- Création d'un projet

Avant de créer un projet, deux approches sont possibles comme le montre la figure III-5.



**Figure III-5** : Création d'un projet.

Un projet contient la description complète du système automatisé. Il comporte donc deux grandes parties : la description du matériel et la description du fonctionnement (le programme). En entrant dans Step7, l'assistant propose de créer un nouveau projet.

### IV-2-1- La configuration matérielle de la machine

La première chose à faire est de décrire le matériel selon l'ordre de son implantation physique, (de gauche à droite) :

- L'alimentation.
- Insérer en ligne 2 la CPU.
- La ligne 3 est réservée aux coupleurs (en particulier pour connecter un second rack).

Puis, on choisit les modules d'entrée et de sortie...etc.

La figure III-6 illustre notre configuration matérielle :

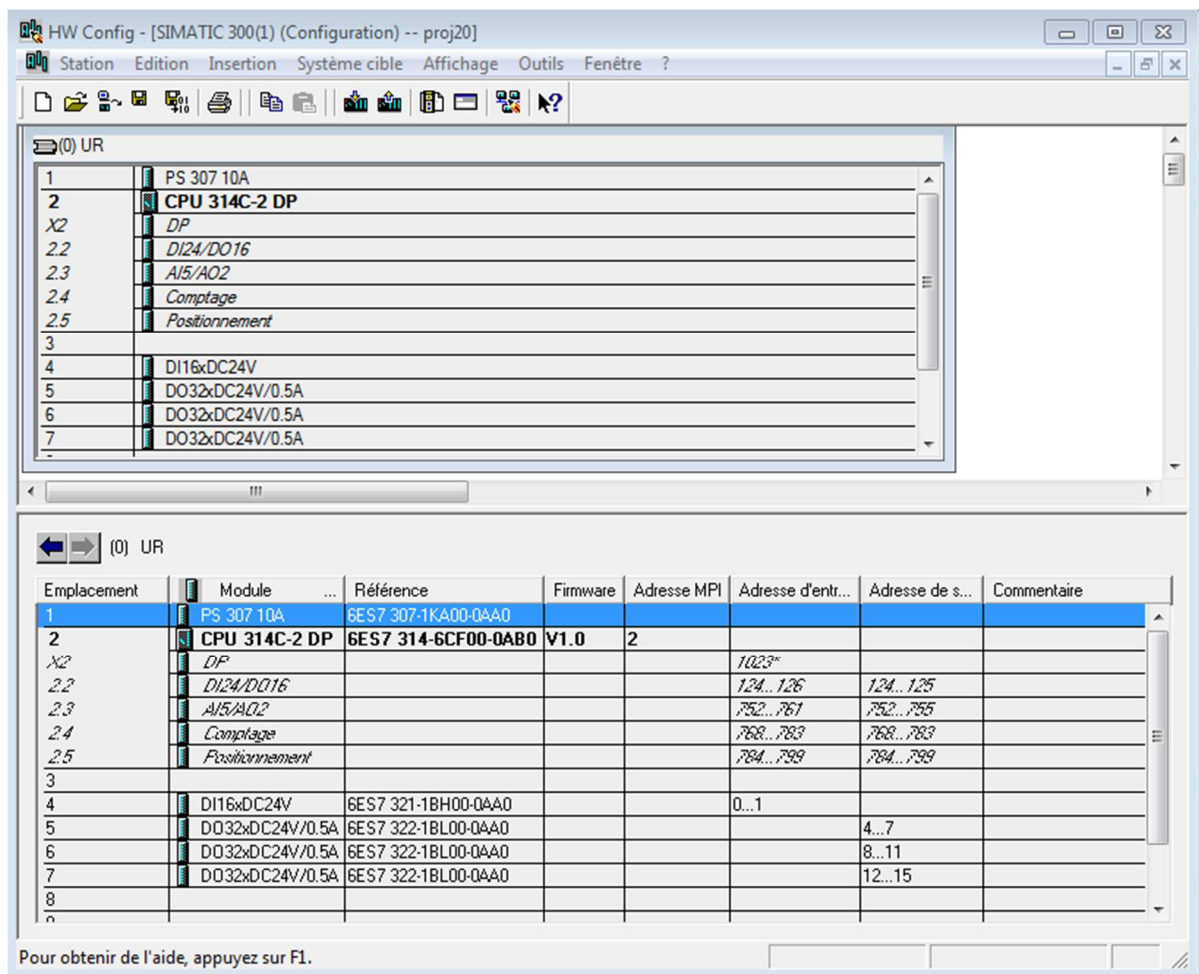


Figure III-6 : Configuration matérielle.

## IV-2-2- Structure du programme utilisateur [7]

Un programme utilisateur peut contenir les six blocs suivants :

### IV-2-2-1- Bloc d'organisation (OB)

Il 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'appel de bloc indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

### IV-2-2-2- Bloc fonctionnel (FB)

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

#### IV-2-2-3- les fonctions (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'autre FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.

#### IV-2-2-4- Blocs de données (DB)

Ils sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types données. Il existe deux types de blocs de données :

- Les DB globaux dans les quels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données.
- Les OB d'instances qui sont affectées à un FB donné.

#### IV-2-2-5- Blocs fonctionnels système (SFB)

Les blocs fonctionnels sont stockés dans le système d'exploitation de la CPU, ils peuvent être appelés par l'utilisateur.

#### IV-2-2-6- Fonctions système (SFC)

Ces fonctions, sont stockées dans le système d'exploitation de la CPU, elles peuvent être appelées par l'utilisateur.

### IV-3- Organisation du programme

Nous avons organisé notre programme comme suit :

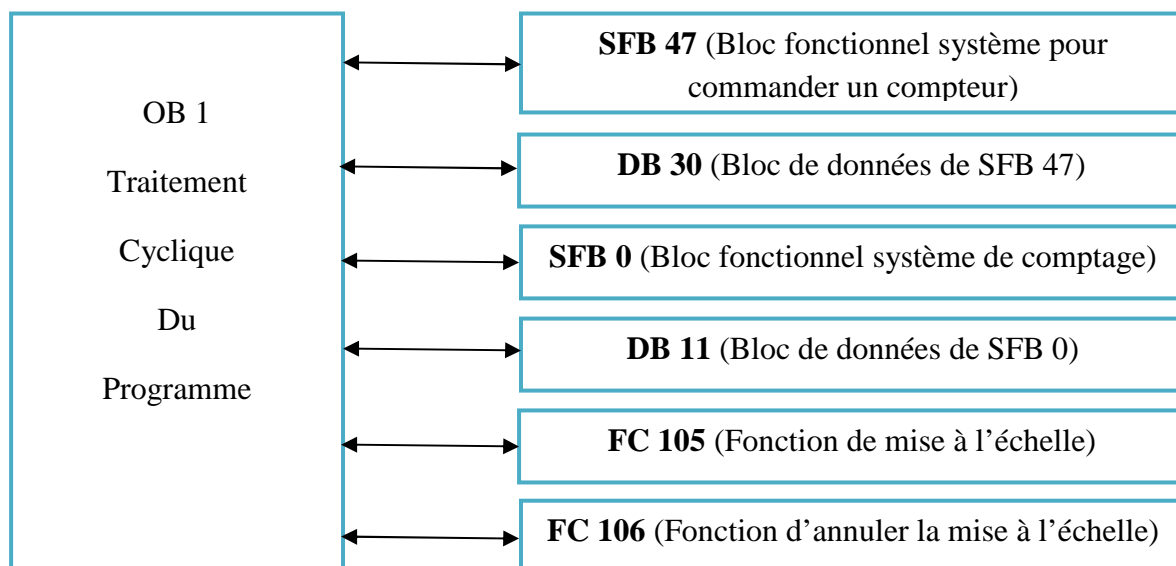


Figure III-7 : Structure de notre programme.

Et le programme que nous avons développé se trouve dans l'annexe B.

**V- Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons parlé des automates programmables industriels. Par la suite, nous avons présenté les différents modules constituant l'ensemble de l'automate S7-300 et son langage de programmation.

Enfin nous avons développé un programme pour la machine de fabrication de périmètre de grille de four pour cuisinière à l'aide du logiciel STEP7.

*Chapitre IV :*  
*Supervision du procédé à*  
*automatiser*

## I- Introduction

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (HMI).

Un système HMI constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et le WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une autre interface avec le système d'automatisation.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à contrôler le procédé à automatiser via un automate programmable Siemens S7300. Afin de contrôler ce dernier, nous utiliserons le logiciel SIMATIC WinCC, pour la surveillance de processus automatisés. À cet effet, nous présenterons d'abord ce logiciel de supervision, puis nous passerons à la programmation sur WinCC et à la présentation de l'interface de supervision de notre machine.

## II- Constitution d'un système de supervision [8]

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

### - Module de visualisation :

Il permet à l'opérateur la visualisation du procédé au cours de son déroulement.

### - Module d'archivage :

Il mémorise les données pendant le déroulement du cycle, pour une longue période.

### - Module de traitement :

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

### - Module de communication :

Il assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les APIs et d'autres périphériques.

### **III- Logiciel de supervision WinCC Flexible 2008**

#### **III-1- Définition**

Le WinCC Flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (HMI) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations de machines. Il permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au Multi Panel, ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions monopostes basées sur PC et tournant sous Windows XP / Vista. Les projets peuvent être portés sans conversion et sont exécutables sur diverses plateformes HMI. Grâce à des logiciels et à des projets multilingues, WinCC Flexible peut être utilisé dans le monde entier.

#### **III-2- Utilisation de SIMATIC WinCC flexible [8]**

Le WinCC flexible est le logiciel HMI pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs au niveau machine. Le WinCC flexible réunit les avantages suivants :

- Simplicité.
- Ouverture.
- Flexibilité.

#### **III-3- Intégration de WinCC flexible dans STEP 7**

Le WinCC flexible peut être intégré au logiciel de configuration SIMATIC STEP7. Cela permet de choisir des mnémoniques et les blocs de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans WinCC flexible. On économise non seulement le temps et l'argent, mais aussi, on évite des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

#### **III-4- Avantages de l'intégration au STEP 7**

Lors de la configuration intégrée, nous avons l'accès aux données que nous avons créées lors de la configuration de l'automate avec STEP 7, nous profitons des avantages suivants :

- Nous pouvons utiliser le gestionnaire SIMATIC Manager comme poste central de création, d'édition et de gestion des automates SIMATIC et des projets WinCC flexible.
- Les paramètres de communication de l'automate sont entrés par défaut lors de la création du projet WinCC flexible. Toute modification sous STEP7 se traduit par une mise à jour des paramètres de communication sous WinCC flexible.
- Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, on peut accéder sous WinCC flexible directement aux mnémoniques de STEP 7, on sélectionne simplement sous WinCC flexible la mnémonique STEP 7, auquel nous voulons affecter une variable. Les modifications de mnémoniques sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.
- Il suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP 7 pour pouvoir les utiliser sous les deux logiciels.

- Les alarmes ALARM\_S et ALARM\_D configurées sous STEP 7 sont prises en charge sous WinCC flexible et peuvent être affichées sur le pupitre opérateur.

## IV- Supervision de la machine sous WinCC

Pour superviser notre processus, il faut suivre les étapes pour la création d'un projet sous WinCC.

### IV-1- Création d'un projet sous WinCC

Pour créer un projet dans Win CC, procédez de la manière suivante :

1. Lancer WinCC.
2. Créer un projet.
3. Sélectionner et installer un API ou un pilote.
4. Définir les variables.
5. Créer et éditer les vues du processus.
6. Paramétrer les propriétés du runtime WinCC.
7. Activer les vues dans le runtime WinCC.
8. Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

Nous passons à la programmation; pour créer un nouveau projet dans WinCC flexible, il faut ouvrir ce logiciel avec un double clic sur l'icône suivante :



Une fois que le logiciel est lancé, une fenêtre (page initiale) s'ouvre afin de nous permettre de choisir le type d'action que nous voulons accomplir, nous validons avec un clic sur (créer un projet vide) :

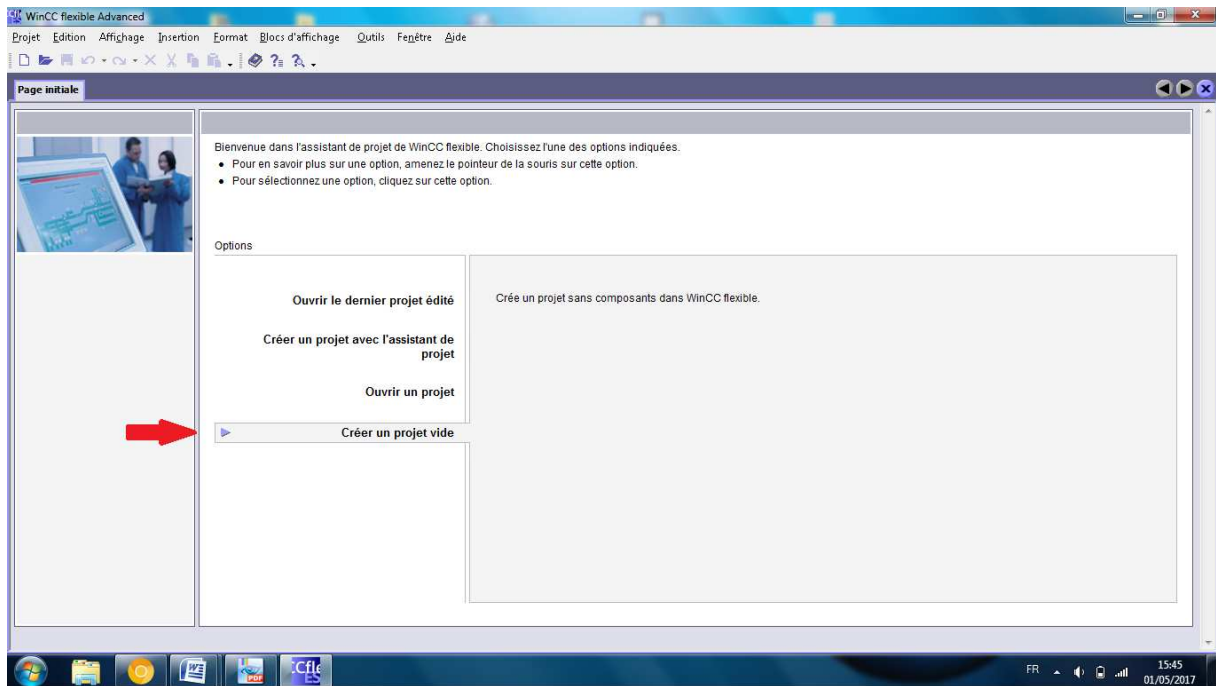


Figure IV-1 : Création du projet.

Une fenêtre de sélection du type de pupitre s’ouvre pour nous permettre de choisir le pupitre similaire à notre application :

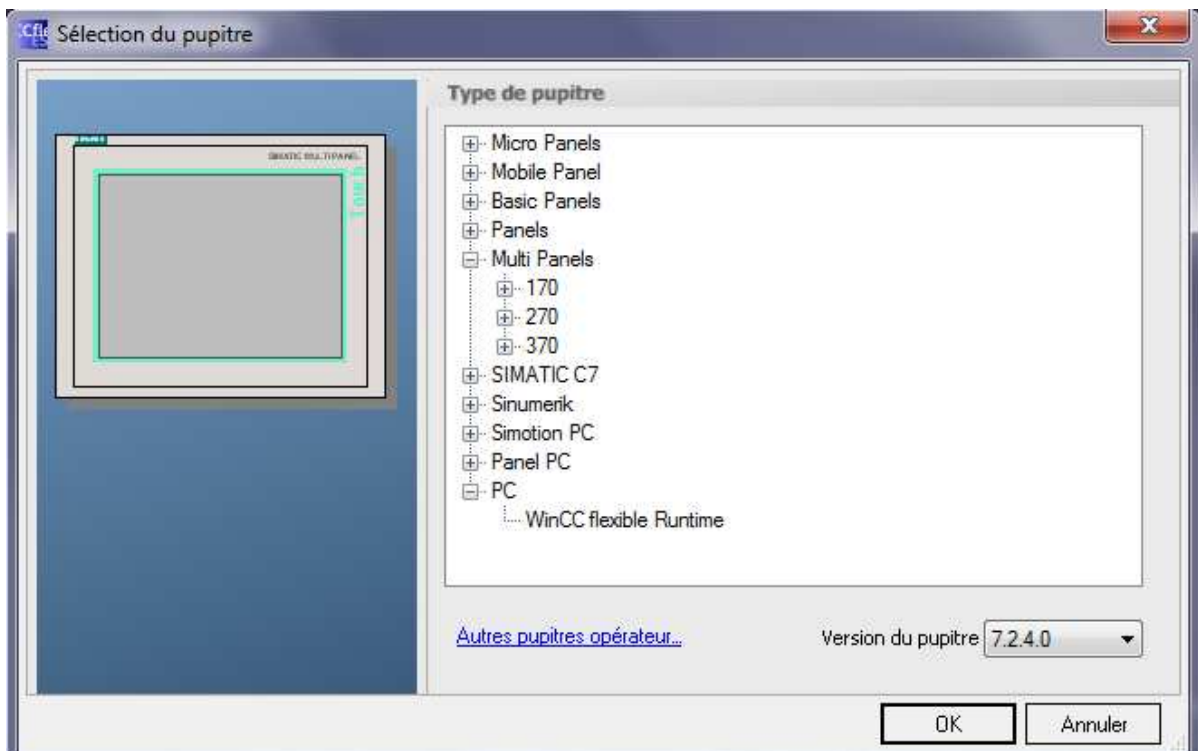
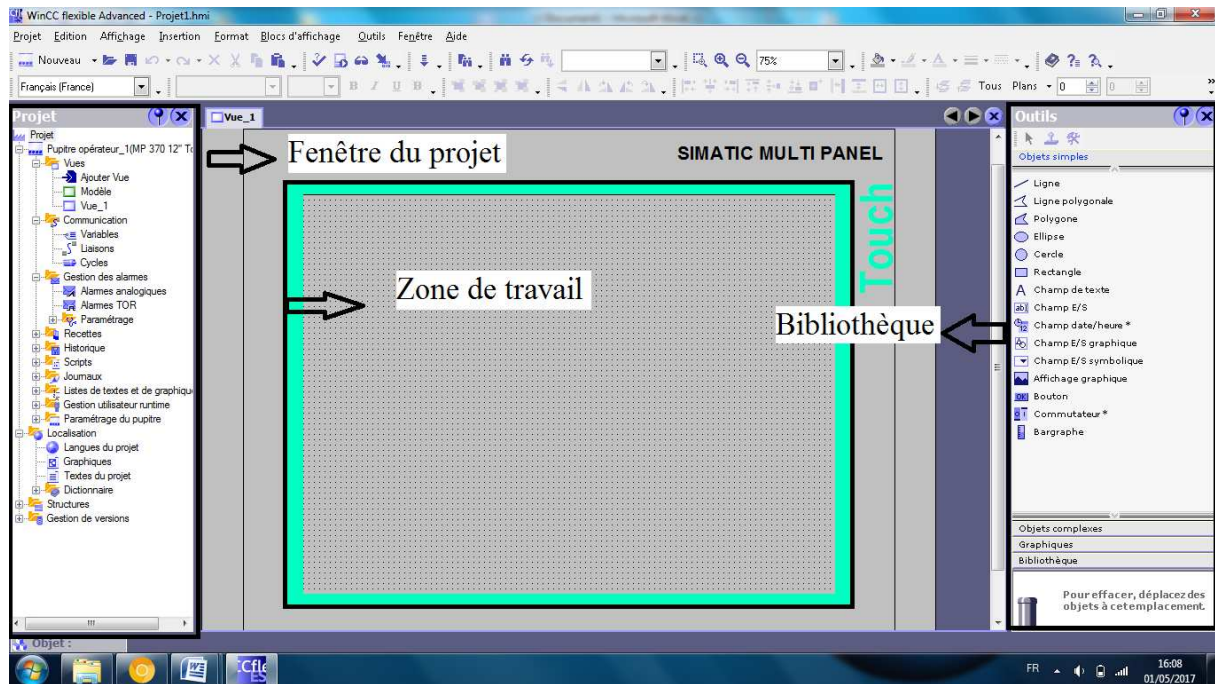


Figure IV-2 : Choix du pupitre.

Après la validation du type du pupitre, l’espace de travail WinCC Flexible Advanced-projet HMI s’ouvre :



**Figure IV-3** : Edition des vues dans l'éditeur graphique.

- La zone de travail sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour d'elle. À l'exception de cette zone, vous pouvez disposer et configurer, déplacer ou masquer.
- Dans la fenêtre du projet, tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés dans l'arborescence et peuvent y être ouverts. Dans la fenêtre de projet, vous pouvez de plus accéder aux propriétés du projet et au paramétrage du pupitre utilisateur.
- Dans la zone bibliothèques, on trouve tous les éléments nécessaires pour réaliser les boutons et les graphes nécessaires du projet.

Une fois que nous sommes dans l'éditeur «Graphic designer», qui nous permet d'insérer les différents types d'objets dont on a besoin, par le biais de la palette d'objets et la bibliothèque interne du WinCC, nous intégrons le projet de WinCC flexible dans le projet SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et des blocs de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans WinCC flexible.

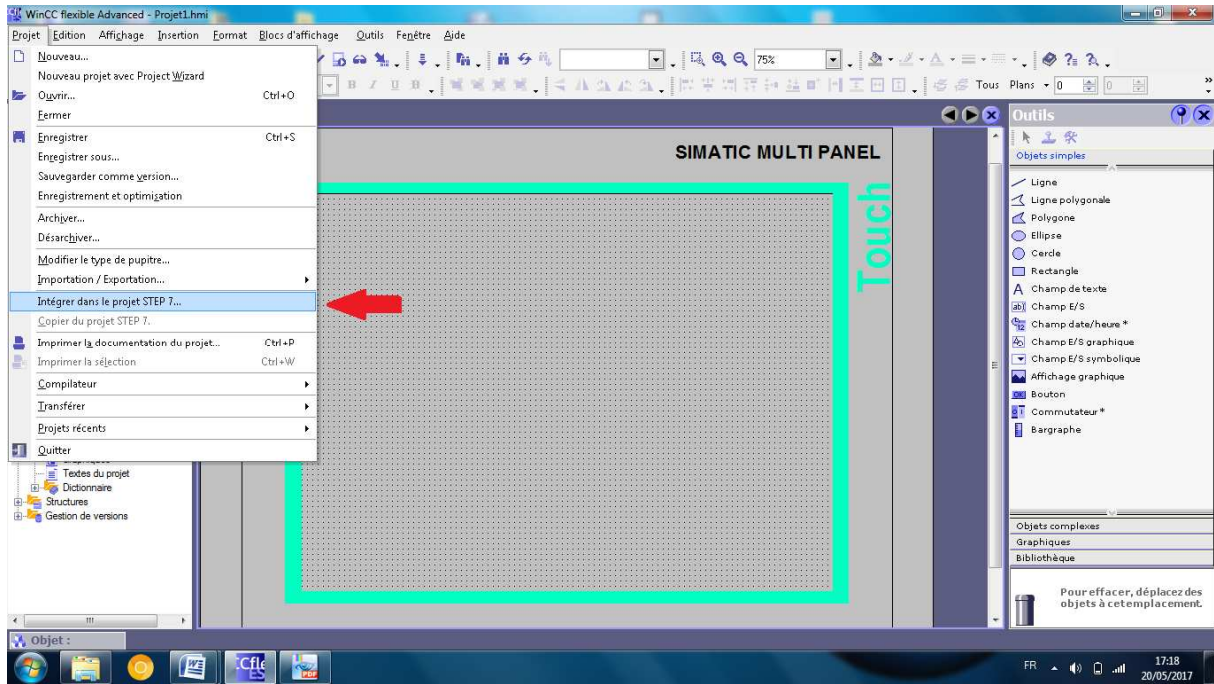


Figure IV-4 : Intégration de projet WinCC dans le projet STEP7.

Après avoir intégré le projet WinCC dans le projet STEP7, nous procédons à créer la vue d'accueil puis d'autres vues :

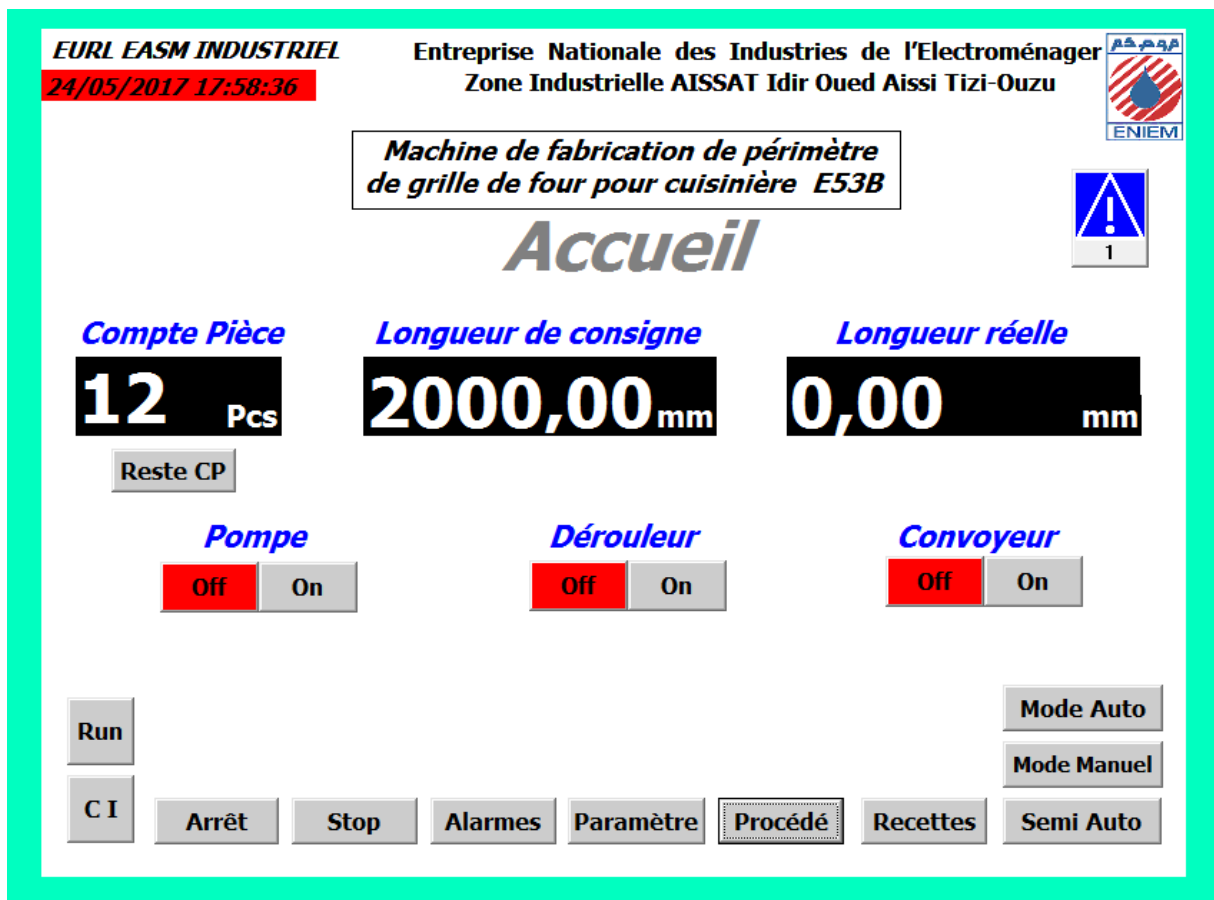
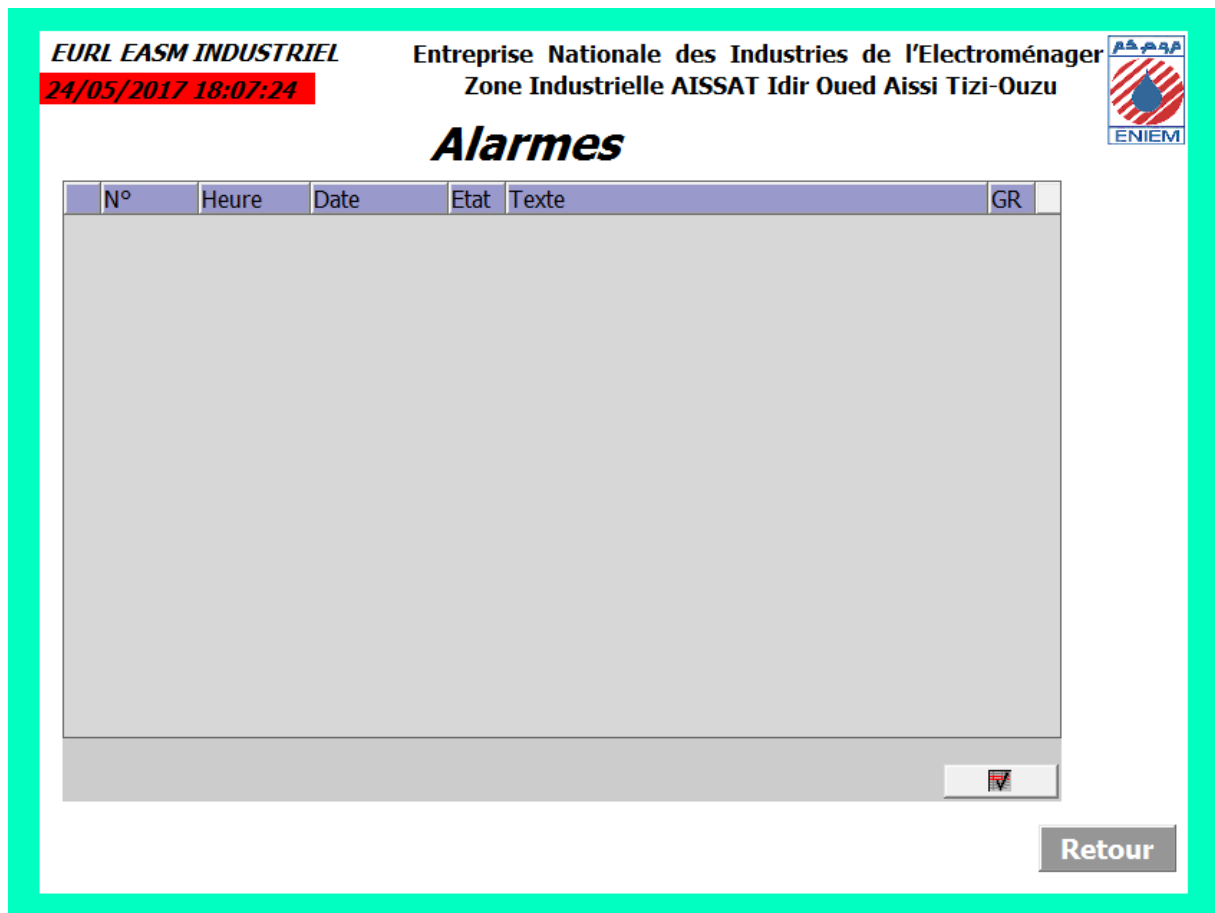


Figure IV-5 : Vue d'accueil.

Après la création de la vue d'accueil, nous ferons de même pour les autres parties:

- Une vue pour les alarmes.
- Une vue pour les paramètres.
- Une vue pour le procédé.

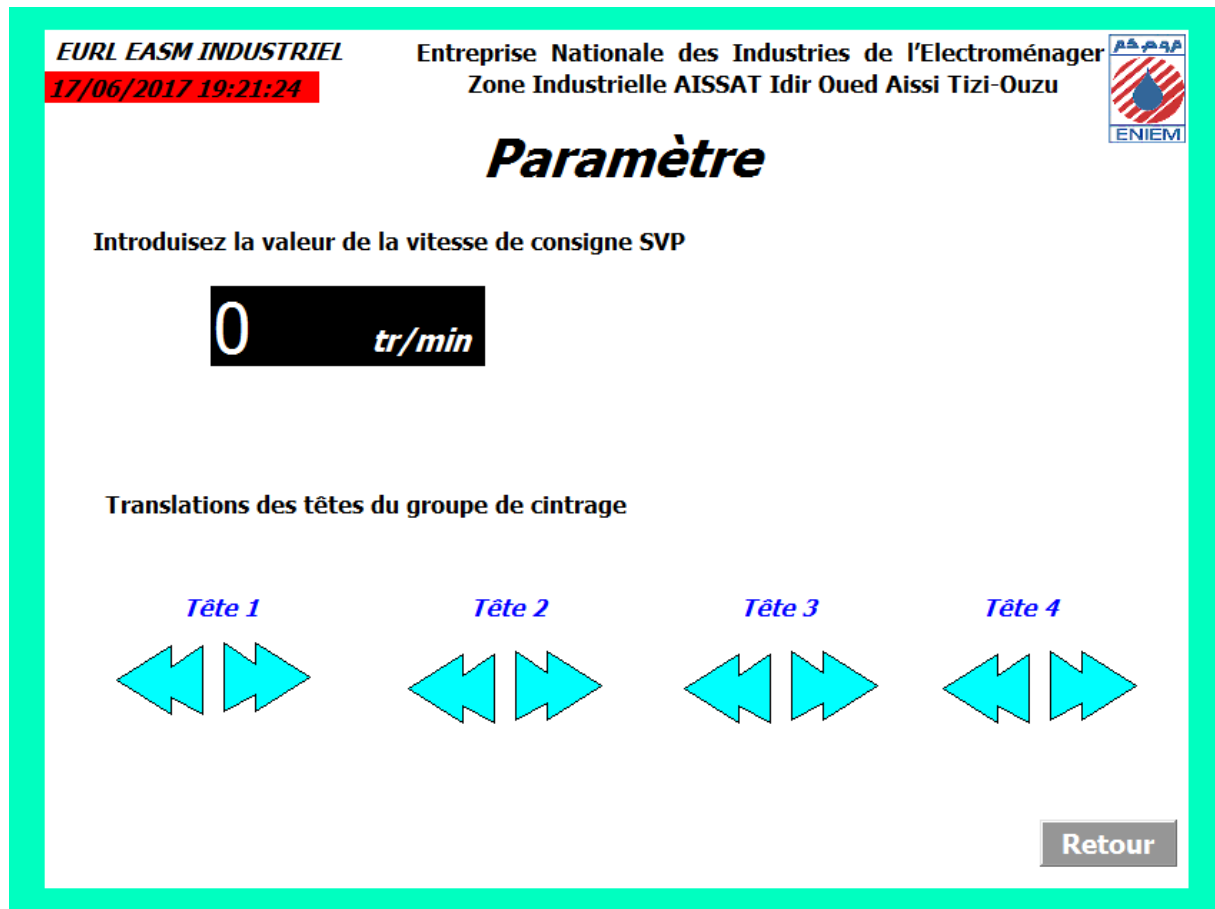
• **Vue des alarmes :**



**Figure IV-6 :** Vue des alarmes.

La figure IV-6 représente la vue des alarmes, elle nous renseigne sur les alarmes, l'état de l'alarme, la date, l'heure, numéro ainsi qu'un message (ce qu'il faut faire).

## • Vue des paramètres :



**Figure IV-7** : Vue de paramètre.

La figure IV-7 représente la vue des paramètres, elle nous permet d'introduire la valeur de la vitesse de consigne du moteur du groupe d'avancement et de positionner les têtes du groupe de cintrage.

## • Vue du procédé :

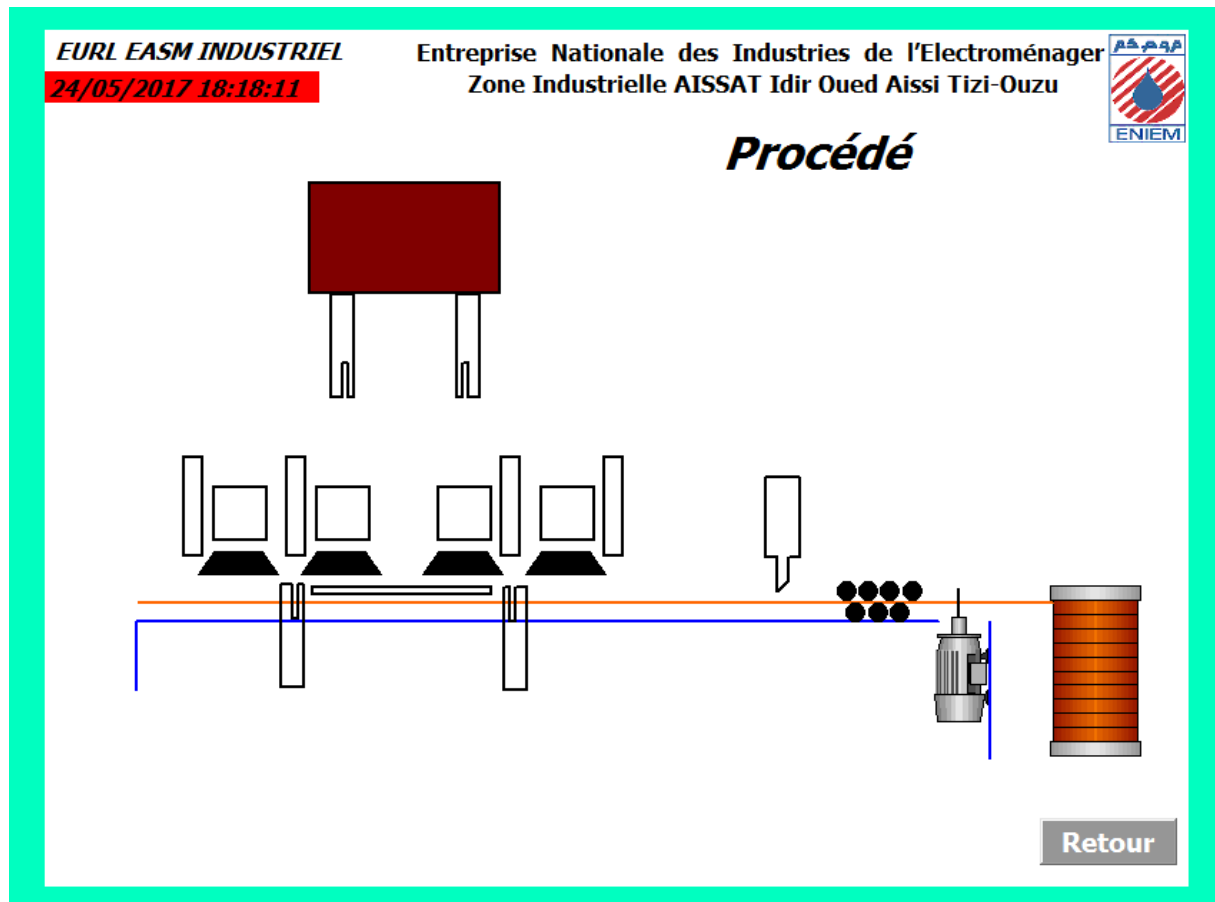


Figure IV-8 : Vue du procédé.

La figure IV-8 représente la vue du procédé, elle nous permet de suivre l'évolution de notre système en temps réel.

## V- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le logiciel WinCC flexible d'une manière générale, puis nous avons expliqué le plus important concernant ce dernier comme les étapes de création d'un nouveau projet dans le WinCC, l'importance de l'intégration de WinCC dans STEP7, et en fin nous avons donné les différentes vues de notre système. Ces vues nous facilitent les tâches de maintenance et de diagnostic, ainsi que le suivi de l'évolution de notre système en temps réel.

*Chapitre V :*  
*Réalisation de l'armoire*  
*électrique*

## I- Introduction

Avant d'entamer la réalisation d'une armoire électrique, d'un quelconque système d'automatisation, il faut d'abord faire une étude électrique et automatique qui sera basée sur le processus demandé et les installations à gérer, afin d'établir des configurations optimisées des éléments et un bon niveau de protection des installations et du personnel, ainsi qu'une fonctionnalité sans interruption.

Dans notre travail, nous allons nous intéresser à la réalisation d'une armoire de commande de la machine de fabrication du périmètre grille de four. Pour se faire, on procédera à l'analyse des besoins, puis le choix des composants, au final le câblage de l'armoire et la vérification du bon fonctionnement du système en effectuant des essais pratiques. Ensuite, nous passons à la programmation de l'automate S7-300.

## II- les étapes de réalisation d'une armoire électrique

Pour procéder à la réalisation d'une armoire électrique, il faut impérativement respecter les étapes suivantes :

- Collecte d'information.
- Choix des organes de commande.
- Choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC).
- Choix du démarrage des moteurs.
- Dimensionnement des sections de conducteurs et des protections.
- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire.
- Choix de l'armoire.
- Câblage de l'armoire.
- Programmation de l'automate programmable.

### II-1- Collecte d'information

On commence par relever les plaques signalétiques des moteurs, puis la nature des signaux des capteurs et les nombres des entrées et sorties. Concernant notre travail, nous avons relevé les informations suivantes :

- 5 entrées analogiques (AI analogique input).
- 2 sorties analogiques (AO analogique output).
- 24 entrées logiques (DI digital input).
- 16 sorties logiques (DO digital output).

## II-2- Choix des organes de commande

C'est un ensemble de composants (contacteurs, API, pupitre...) qui effectue le traitement d'information ; il est destiné à surveiller son bon fonctionnement, il permet aussi de gérer le dialogue avec les intervenants, ainsi que les autres systèmes.

Dans notre système, nous aurons besoin de :

- Contacteurs pour la commande des moteurs.
- Variateur de vitesse (ALTIVAR) pour gérer la vitesse de rotation du groupe d'avancement.
- Automate programmable industriel (S7-300 et une CPU 314- 2DP).
- Relais à fiche pour l'adaptation des tensions des bobines à 220V DC, et la protection des sorties de l'automate programmable industriel.
- Transformateur de tension pour le groupe soudure.
- Ventilateur pour évacuer la chaleur de l'armoire vers le milieu extérieur.
- Disjoncteurs moteurs pour la protection des moteurs.
- Relais de phases.
- Écran tactile qui nous aide à la supervision et améliorer le diagnostic.

## II-3- Choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC)

L'alimentation stabilisée (24V DC) est utilisée pour l'alimentation des organes de commande et les différents capteurs, elle est choisie généralement à base de :

- La tension d'entrée (monophasée ou triphasée).
- La puissance délivrée à sa sortie.
- Courant et la tension continue de sortie.

## II-4- Choix du démarrage des moteurs [9]

Lors de la mise sous tension d'un moteur électrique, celui-ci provoque un fort appel de courant qui peut provoquer des chutes de tension importantes dans une installation électrique. Pour ces raisons, il faut parfois choisir un type de démarrage adéquat pour amener le courant pendant le démarrage à une valeur acceptable et adaptée au besoin de fonctionnement.

De nombreux modes de démarrage peuvent être appliqués aux moteurs, à savoir :

- Démarrage direct.
- Démarrage étoile-triangle.
- Démarrage par autotransformateur.
- Démarrage par élimination des résistances statoriques.
- Démarrage par variateur de vitesse.

Le choix d'un démarreur sera lié :

- Au type d'utilisation : souplesse au démarrage.
- Au type du moteur asynchrone.
- A la nature de la charge à entraîner.
- A la puissance de la machine.
- A la puissance de la ligne électrique.
- A la gamme de vitesse requise pour l'application.

## **II-5- Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections [10]**

Dans la conception des armoires électriques, un ingénieur doit dimensionner les sections des conducteurs et les protections des installations qui sont à l'intérieur ou à l'extérieur de l'armoire électrique (comme les moteurs, l'alimentation stabilisée (AC/DC), les entrées-sorties de automate programmable, le circuit de commande...etc.).

La protection des installations industrielles est d'une extrême importance du point de vue maintenance, économie et productivité d'entreprise. C'est pour cette raison que les organes de protection ont été développés pour répondre à toutes les exigences de l'industrie moderne.

Pour notre armoire, nous aurons besoin de dimensionner les sections des canalisations et les dispositifs de protection, afin de protéger les circuits de puissance (moteurs, ventilateur, prise de courant, néon), de commande contre les court circuits, les surcharges, les chutes de tension et le personnel contre les contacts indirects.

### **II-5-1- Choix et dimensionnement des protections**

Toutes les installations ou les machines électriques ont des limites de fonctionnement, dépasser ces limites conduit plus ou moins à leur destruction, mais aussi celle des mécanismes qu'ils animent, avec des conséquences immédiates des arrêts et des pertes d'exploitation.

Le type de récepteur qui transforme une énergie électrique en énergie mécanique peut être le siège d'incident d'origine électrique ou mécanique comme :

- Surtension, chute de tension, déséquilibre et perte de phase qui provoque des variations sur le courant absorbé.
- Courts circuits dont le courant peut atteindre des niveaux destructeurs pour le récepteur.
- Calage du rotor, surcharge momentanée ou prolongée qui entraînent une augmentation du courant absorbé par le moteur, d'où un échauffement dangereux pour ces bobinages.

Ces incidents peuvent avoir également des conséquences dramatiques sur la sécurité des personnes en contact direct ou indirect avec le moteur.

Pour s'affranchir de ces incidents ou du moins limiter leurs conséquences et éviter qu'ils n'entraînent la détérioration du matériel, ainsi que des perturbations sur le réseau d'alimentation, l'utilisation de protections est nécessaire.

Elles permettent d'isoler du réseau le matériel protégé en actionnant un organe de coupure par détection et mesure des variations de grandeurs électriques (tension, courant, etc.).

Pour notre armoire électrique, l'utilisation et le dimensionnement des différentes protections sont indispensables, afin d'assurer au maximum possible la protection des organes internes et externes de l'armoire, ainsi que les personnes intervenant sur l'armoire à savoir :

- Protection contre les courts circuits.
- Protection contre les surcharges.
- Protection des personnes.

### **- Protection contre les courts circuits**

Un court-circuit est défini comme la liaison accidentelle entre deux points (au moins) ayant des potentiels différents, il s'ensuit généralement par un arc électrique si la différence de potentiel est supérieure à une dizaine de volts.

Les causes sont la plupart du temps accidentelles : inattention, câblage non testé ou fausse manœuvre. Elles peuvent aussi découler d'autres défauts non traités : surcharge et isolement défectueux.

Pour que la protection contre les courants de court-circuit soit assurée, les dispositifs de protection appliquée sont des fusibles ou des disjoncteurs.

### **- Protection des personnes [11]**

La protection des personnes est principale dans toutes les installations électriques alimentées par une source d'énergie électrique capable de générer une tension de contact  $U_c$  supérieure ou égale à la tension limite  $U_l$  pouvant présenter un risque potentiel pour l'utilisateur ( $U_l = 50V$  pour les locaux secs ou humides,  $U_l = 25V$  pour les locaux mouillés).

Le corps humain peut, en cas de contact accidentel avec une pièce sous tension, être assimilé à un récepteur qui va laisser passer un courant.

Celui-ci engendre des conséquences proportionnelles à la valeur du courant circulant dans l'organisme et qui dépend du temps de contact.

Pour assurer la protection des personnes, des disjoncteurs différentiels ont été créés afin d'agir contre les courants de fuite ou de défaut que peut endurer une installation ou une personne.

## II-6- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire

Lorsque l'étude des dimensionnements des conducteurs, protections ou d'autres éléments qui peuvent faire partie de l'armoire (l'éclairage, la ventilation ...etc.) soit terminée, on doit faire un schéma de câblage électrique de l'armoire.

## II-7- Choix de l'armoire

Le choix de la taille de l'armoire commence par l'analyse complète des schémas électriques, afin de déterminer le nombre exacte d'appareils électriques à installer et leurs encombrements et de procéder à une disposition de ces derniers.

Après estimation de la taille qui sera occupée par les différents organes et évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire, nous avons choisi un coffret de (HXLXP) = (200X1200X600) mm.

La suite du travail consiste en installation des goulottes pour le passage des fils, des rails, des racks pour la fixation des appareils et la mise en place de ces derniers, ainsi que le choix de ventilation.

Une fois tous les appareils mis en place, il faut procéder au câblage des composants de l'armoire en faisant attention au respect des règles de câblage (couleur, section, repérage des fils...).

### II-7-1- Choix de ventilation

Le choix de la ventilation est basé sur le calcul du débit nécessaire pour l'évacuation de l'air chaud de l'armoire vers le milieu extérieur.

Le débit est calculé à partir de la formule suivante :

$$D = 3,1 \left( \frac{P}{\Delta t} - K * S \right)$$

Avec :

P : Puissance à dissiper dans l'enveloppe en (w).

$\Delta t$  : l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'armoire en °C.

S : Surface extérieure de l'armoire en m<sup>2</sup>.

K : Coefficient de tôle peinte (K=5.5w/m<sup>2</sup>/°C).

## II-8- Câblage de l'armoire

Dans le câblage d'une armoire électrique, il y a trois règles principales à respecter :

- La couleur des fils pour reconnaître la nature de la tension qui circule (alternatif, continu, 24V, 230V, 400V).
- Le repérage des fils et des appareils électriques afin de mieux se situer sur le schéma électrique.
- L'implantation des appareils électriques dans l'armoire (partie commande à gauche séparée de la partie puissance à droite).

Le respect de ces 3 règles permet de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problème et permet une meilleure compréhension de l'installation.

La vue extérieure et intérieure de l'armoire est donnée dans les photos suivantes (V-1) et (V-2).



**Photos V-1** : Vue extérieure de l'armoire.



**Photo V-2 :** Vue intérieure de l'armoire.

### **III- Conclusion**

À travers ce chapitre, nous avons énuméré les différentes étapes de réalisation des armoires électriques, de manière générale et l'armoire pour machine de fabrication du périmètre de grille de four (E53B) de manière particulière, où nous avons donné plus de précision selon ce que nous avons choisi au sein de l'entreprise EASM industriel et selon leur manière de procéder à la réalisation des armoires électriques.

Le respect de ces étapes de réalisation est très important pour la réussite de l'armoire électrique, du point de vue fonctionnement, protection et maintenance.

## *Conclusion Générale*

Notre étude a porté sur la réalisation d'une armoire de commande pour la machine de fabrication du périmètre de grille de four pour cuisinière. Ce qui nécessite une étude bien détaillée de cette machine, une procédure pour concevoir cette armoire électrique et le bon choix des organes de commande.

Le stage que nous avons effectué au sein de l'EASM industriel, a été bénéfique pour nous, il nous a permis de mettre en évidence l'aspect pratique de l'ensemble des connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus universitaire. Ainsi que d'enrichir nos connaissances et notre savoir-faire dans notre domaine et l'automatisation des systèmes industriels, et de tirer, d'une part, profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part, d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets pour la réalisation des armoires électriques.

Après l'étude détaillée de notre système, nous avons proposé une solution de commande automatisée à base d'un API S7-300, et grâce à l'outil de modélisation qui est le GRAFCET et le logiciel S7-PLCSIM, nous avons pu simuler le programme utilisateur.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables industriels. Le logiciel de supervision WinCC flexible de siemens nous a aidé beaucoup pour le diagnostic des pannes, gagner du temps pour la maintenance et améliorer la production.

Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et que notre mémoire sera utile aux étudiants des différents cycles.

# *Annexes*

# *Annexe A*

**Légende du GRAFCET :**

CI	Condition initiale
M+	Moteur du groupe d'avancement en marche
LC	Longueur de consigne
LM	Longueur de mesure
On MOT	Marche du moteur du groupe d'avancement
Encor +	Démarrage de l'encodeur
arr mot	Arrêt du moteur du groupe d'avancement
P+	Fermeture des pinces
B+	Montée de la barrière
VC+	Descente du vérin de coupe
VC-	Montée du vérin de coupe
VT+	Sortie des vérins de transport de pièces
AI+	Sortie des âmes internes
AE+	Sortie des âmes externes
BI+	Effectuer les blocages internes
BE+	Effectuer les blocages externes
CE+	Effectuer le cintrage externe
P-	Relâchement des pinces
B-	Descente de la barrière
VT-	Retour des vérins de transport de pièces
CE-	Descente du cintrage externe
BE-	Descente des blocages externes
AE-	Entée des âmes externes
CI+	Effectuer le cintrage interne
TS+	Descente de la tête de la soudeuse
AI-	Entée des âmes internes
BI-	Descente des blocages internes
S+	Effectuer le soudage
CI-	Descente du cintrage interne
TS-	Montée de la tête de la soudeuse
S-	Fin de soudage

# *Annexe B*

**Propriétés de la table des mnémoniques**

Nom : Mnémoniques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 08/06/2017 23:55:34  
 Dernière modification : 09/06/2017 17:40:39  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques  
 Nombre de mnémoniques : 87/87  
 Dernier tri : Mnémonique ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	ARR UR	M 20.4	BOOL	
	Arrêt	M 205.0	BOOL	
	Capt de proximité	E 8.1	BOOL	
	CI	M 20.0	BOOL	
	COUNT	SFB 47	SFB 47	Common counter module
	Cpte pièces	MW 176	INT	
	CTU	SFB 0	SFB 0	Count Up
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	long consigne	MD 96	REAL	
	long réelle	MD 168	REAL	
	MOT avcement	E 1.1	BOOL	
	reset cpt	M 200.0	BOOL	
	RUN	M 205.1	BOOL	
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	STOP	M 21.4	BOOL	
	t1	M 10.1	BOOL	
	t11	M 11.4	BOOL	
	t12	M 11.5	BOOL	
	t14	M 11.7	BOOL	
	t15	M 12.0	BOOL	
	t16	M 12.1	BOOL	
	t18	M 12.3	BOOL	
	t2	M 10.2	BOOL	
	t20	M 12.5	BOOL	
	t22	M 12.7	BOOL	
	t23	M 13.1	BOOL	
	t24	M 14.2	BOOL	
	t25	M 13.6	BOOL	
	t27	M 14.4	BOOL	
	t28	M 13.2	BOOL	
	t3	M 10.4	BOOL	
	t30	M 15.0	BOOL	
	t31	M 13.4	BOOL	
	t33	M 14.5	BOOL	
	t36	M 14.3	BOOL	
	t37	M 14.7	BOOL	
	t4	M 10.5	BOOL	
	T40	M 16.0	BOOL	
	T41	M 16.1	BOOL	
	T42	M 16.2	BOOL	
	T43	M 16.3	BOOL	
	t5	M 10.6	BOOL	
	t6	M 10.7	BOOL	
	t7	M 11.0	BOOL	
	t8	M 11.1	BOOL	
	t9	M 11.2	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	to	M 10.0	BOOL	
	UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
	vitesse consigne	MD 134	REAL	
	X0	M 0.1	BOOL	
	X1	M 6.1	BOOL	
	X10	M 1.3	BOOL	
	X11	M 1.4	BOOL	
	X12	M 1.5	BOOL	
	X13	M 1.6	BOOL	
	X14	M 1.7	BOOL	
	X15	M 2.0	BOOL	
	X16	M 2.1	BOOL	
	X17	M 2.2	BOOL	
	X18	M 2.3	BOOL	
	X19	M 2.4	BOOL	
	X2	M 6.2	BOOL	
	X20	M 2.5	BOOL	
	X21	M 2.6	BOOL	
	X22	M 2.7	BOOL	
	X23	M 7.1	BOOL	
	X24	M 8.2	BOOL	
	X25	M 7.6	BOOL	
	X26	M 7.7	BOOL	
	X27	M 8.4	BOOL	
	X28	M 7.2	BOOL	
	X29	M 7.3	BOOL	
	X3	M 6.4	BOOL	
	X30	M 9.0	BOOL	
	X31	M 7.4	BOOL	
	X32	M 7.5	BOOL	
	X33	M 8.5	BOOL	
	X34	M 8.6	BOOL	
	X35	M 8.0	BOOL	
	X36	M 8.3	BOOL	
	X37	M 8.7	BOOL	
	X4	M 6.5	BOOL	
	X5	M 6.6	BOOL	
	X6	M 6.7	BOOL	
	X7	M 1.0	BOOL	
	X8	M 1.1	BOOL	
	X9	M 1.2	BOOL	

**OB1 - <offline>**

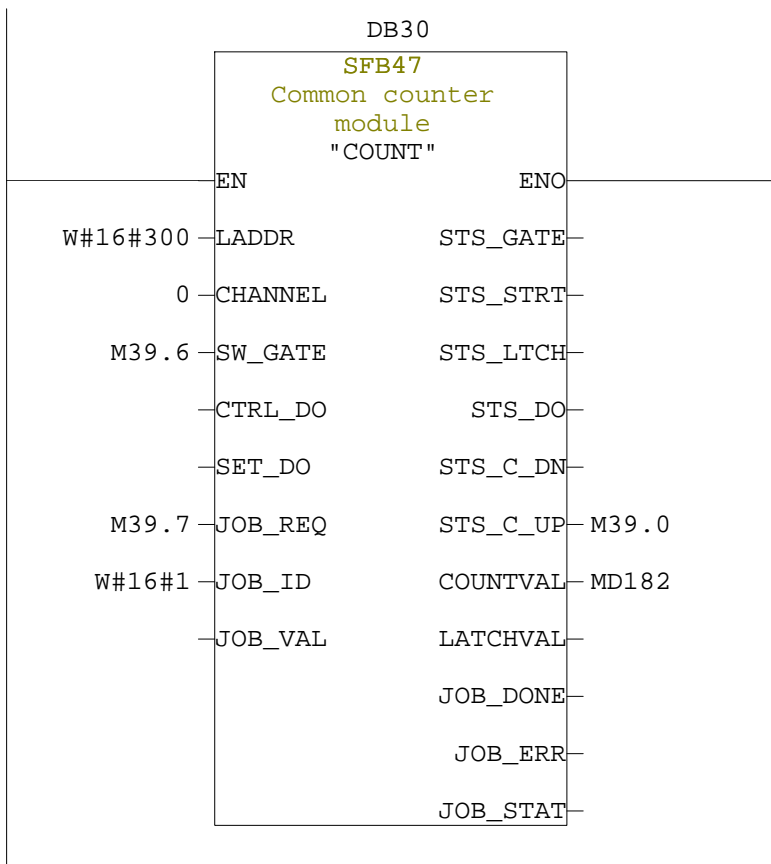
"Cycle Execution"

**Nom :** **Famille :**  
**Auteur :** **Version :** 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 09/06/2017 17:42:52  
**Interface :** 15/02/1996 16:51:12  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 02376 02100 00030

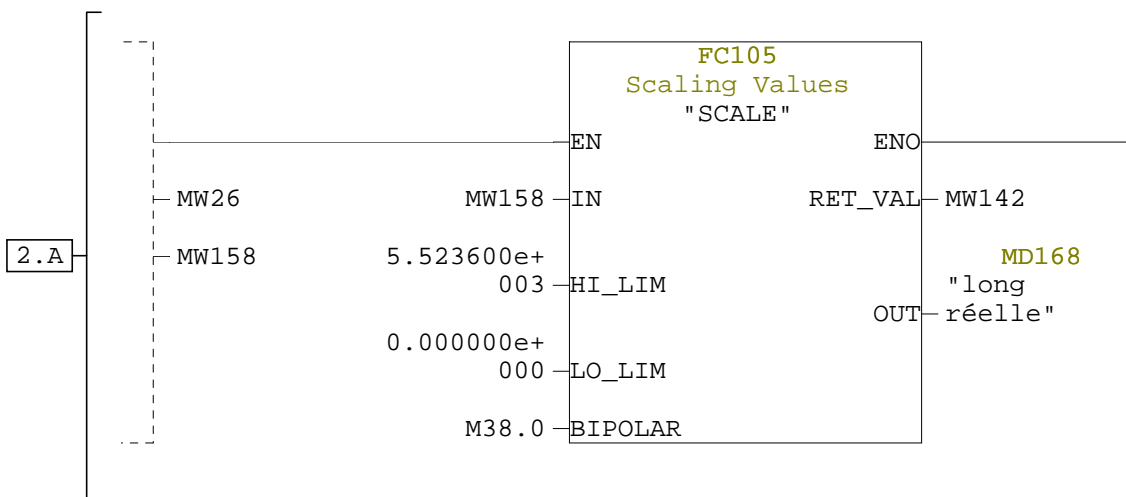
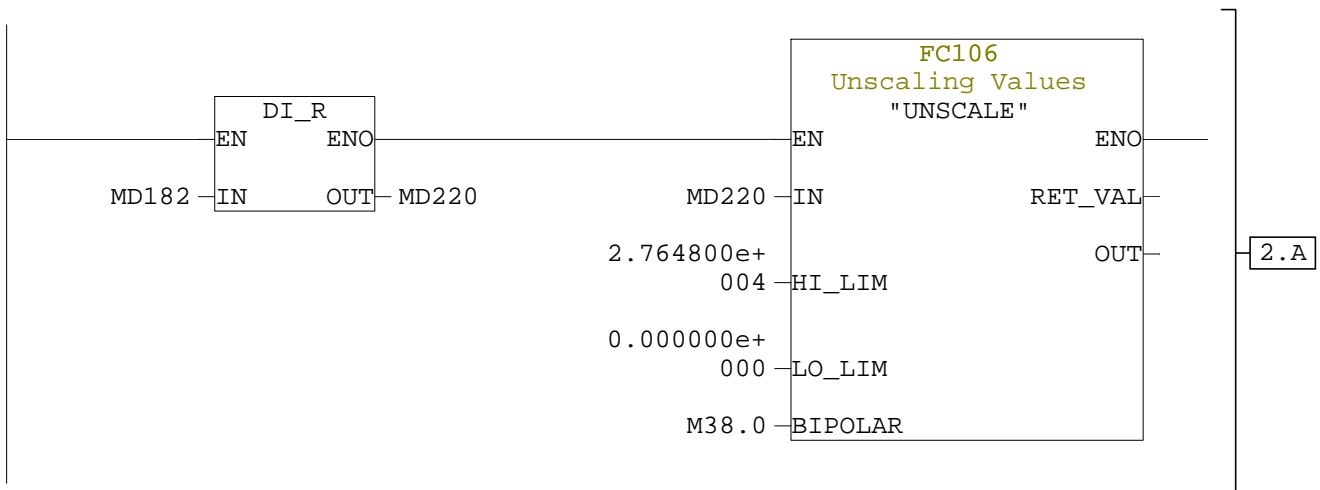
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)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

<b>Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"</b>
--

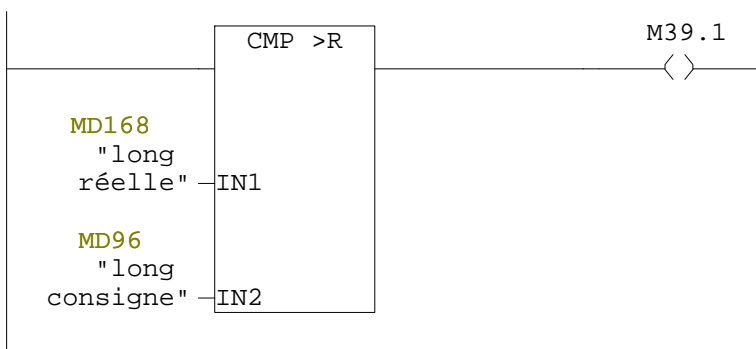
Réseau : 1



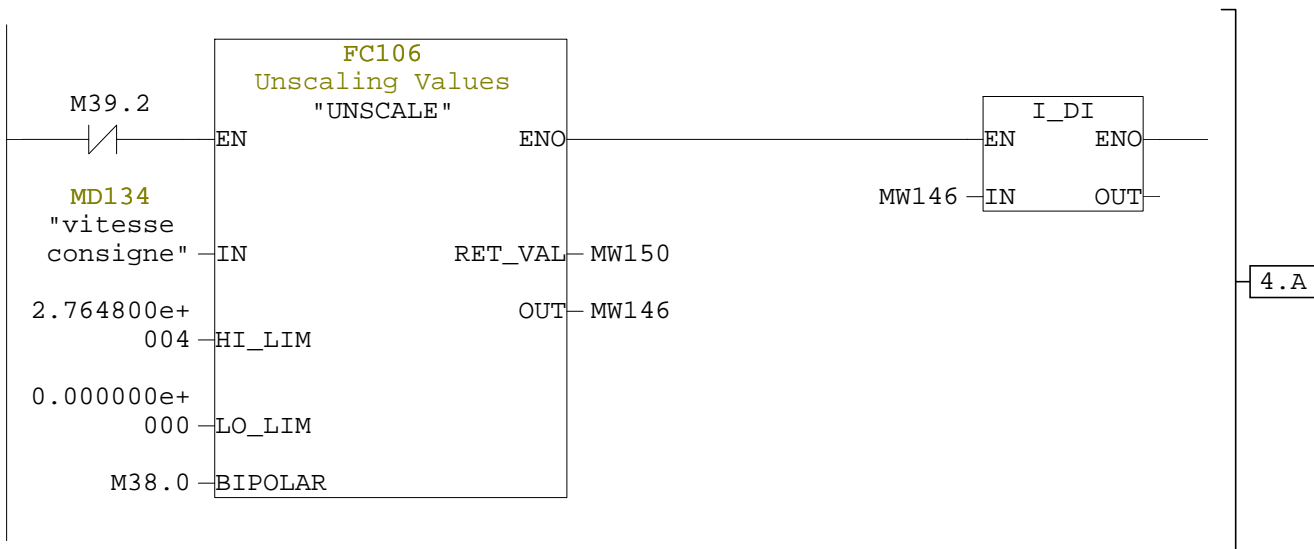
Réseau : 2



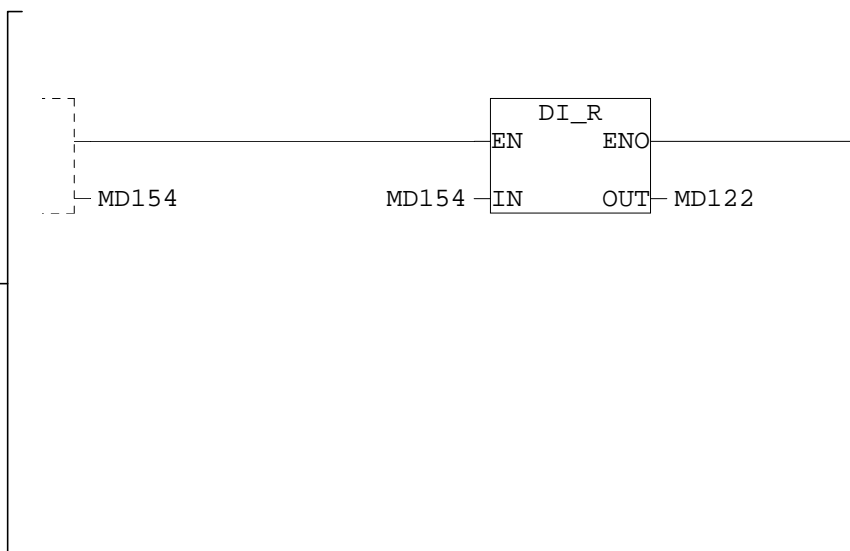
Réseau : 3



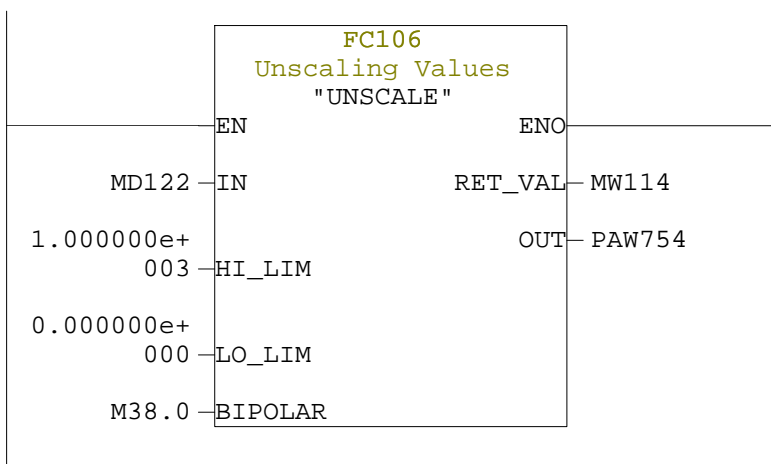
Réseau : 4



4.A

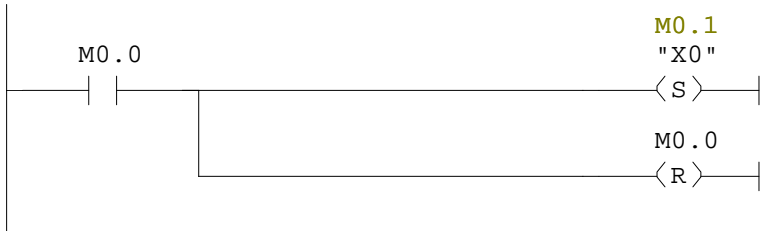


Réseau : 5

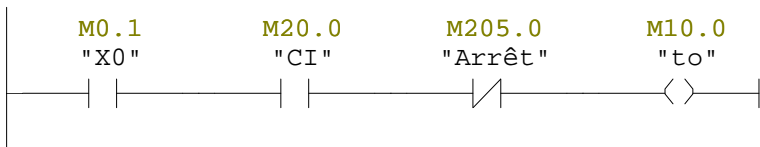


Réseau : 6

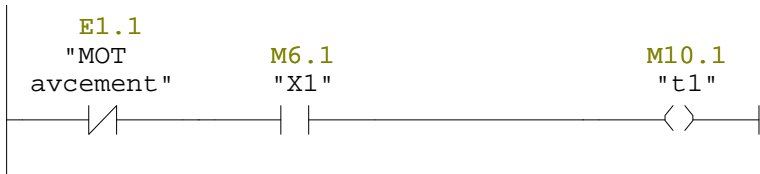
reset



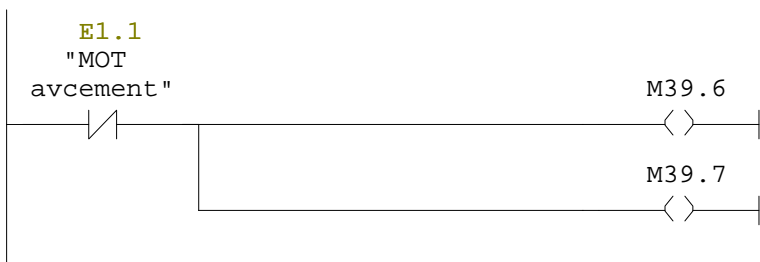
Réseau : 7 t0



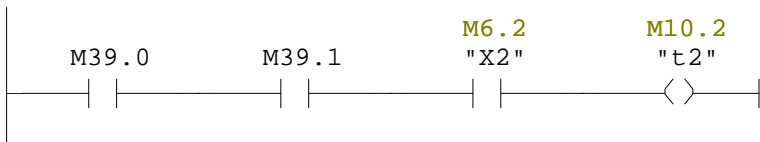
Réseau : 8 t1



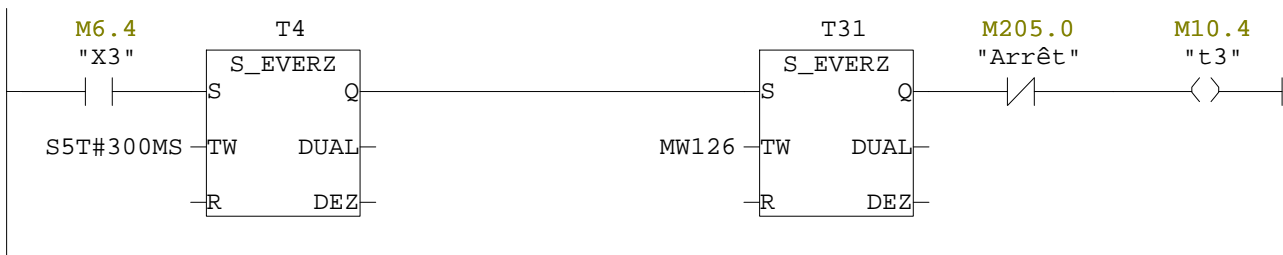
Réseau : 9



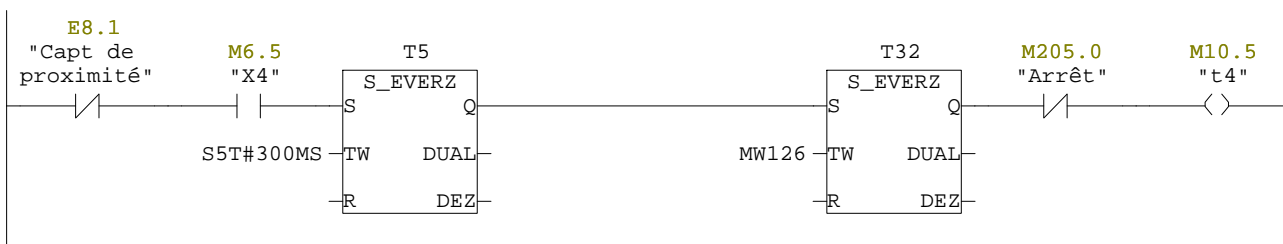
Réseau : 10 t2



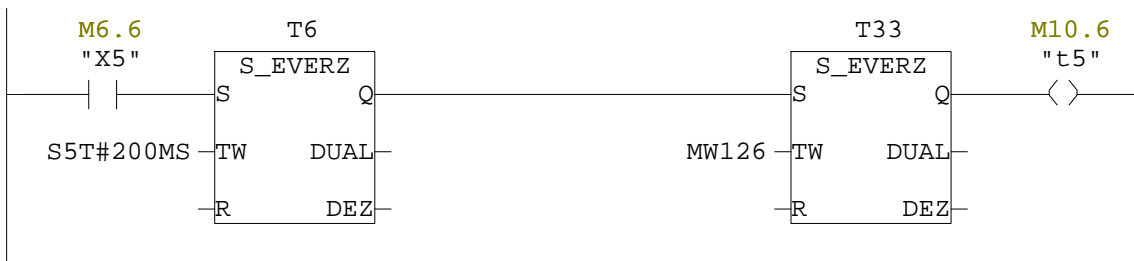
Réseau : 11 t3



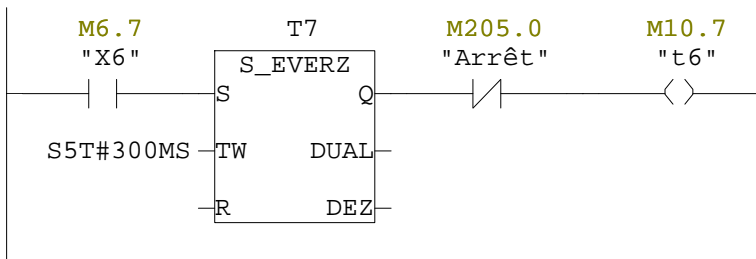
Réseau : 12 t4



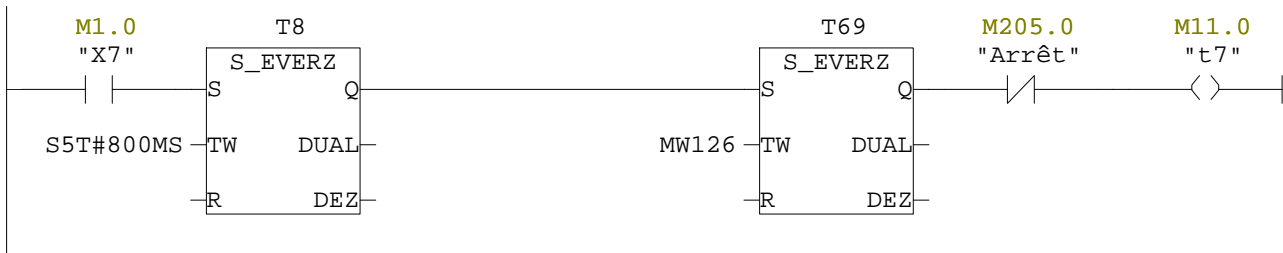
Réseau : 13 t5



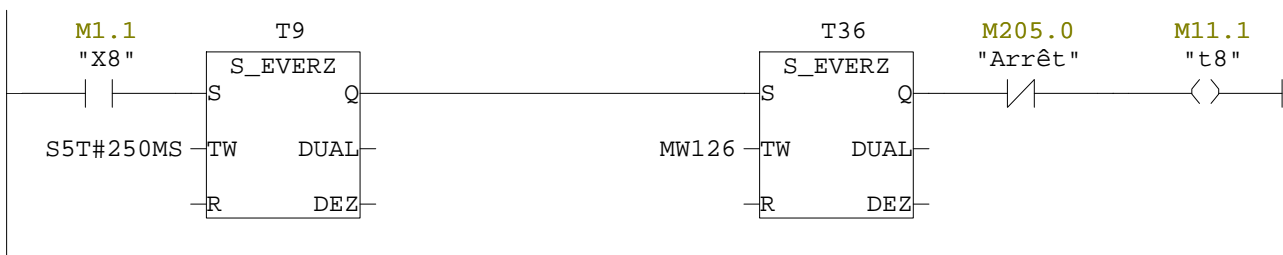
Réseau : 14 t6



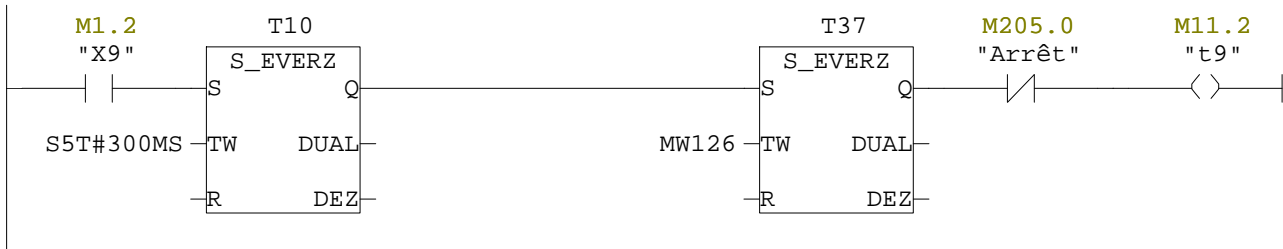
Réseau : 15 t7



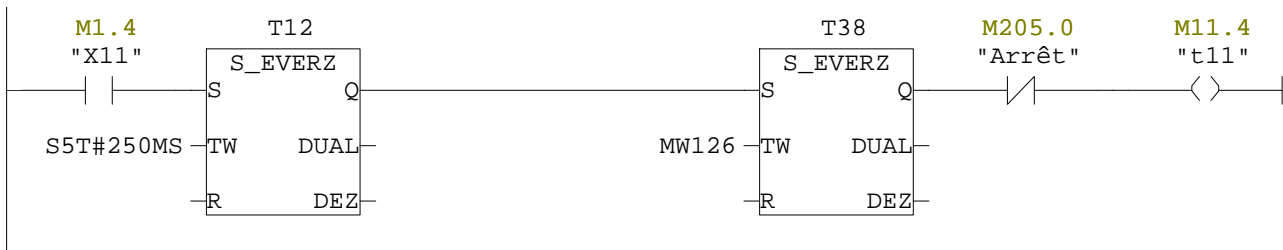
Réseau : 16 t8



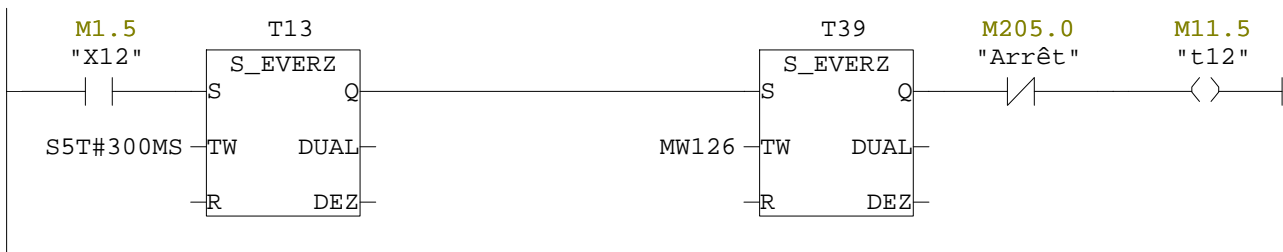
Réseau : 17 t9



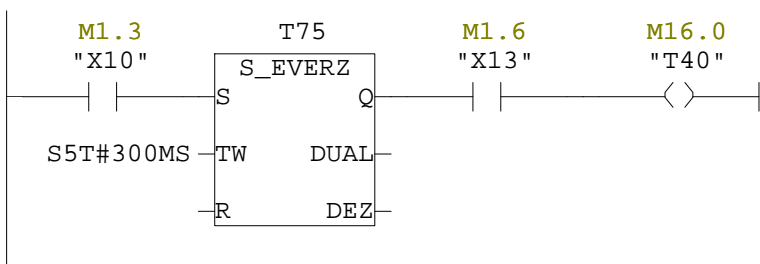
Réseau : 18 t11



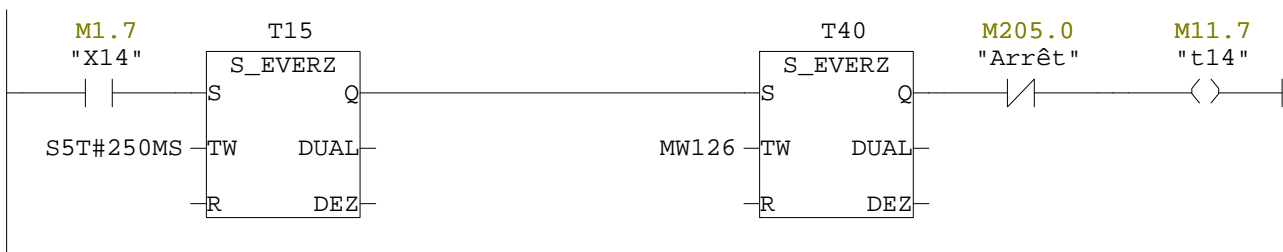
Réseau : 19 t12



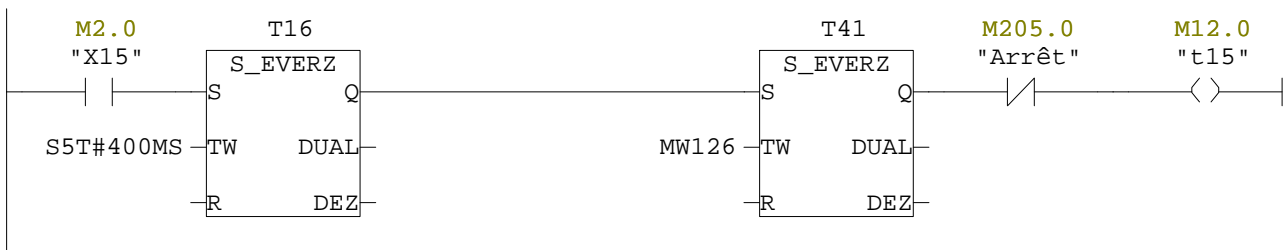
Réseau : 20 T40



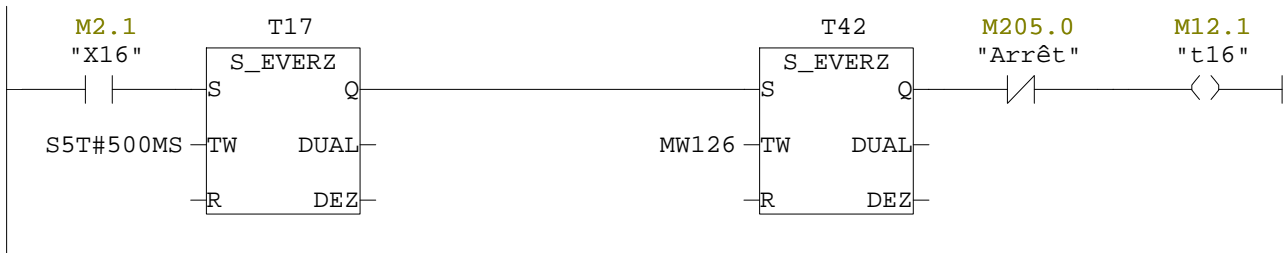
Réseau : 21 t14



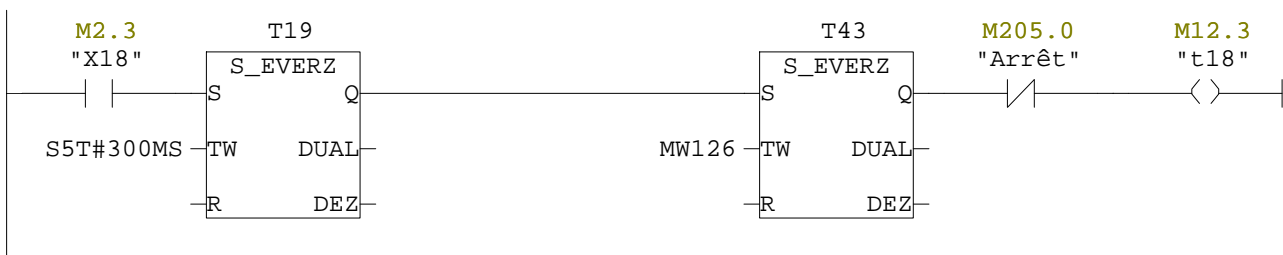
Réseau : 22 t15



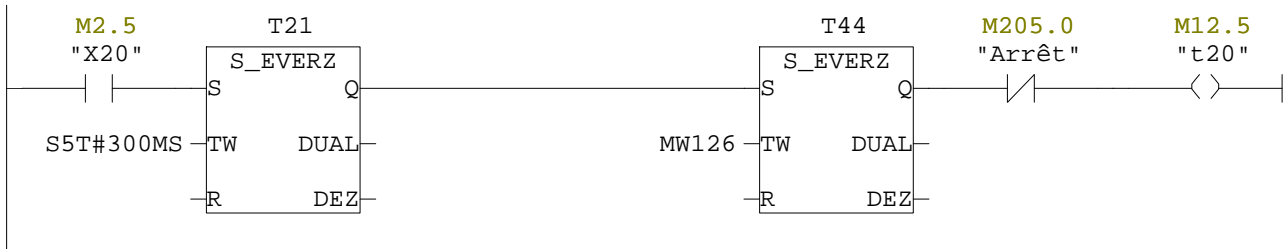
Réseau : 23 t16



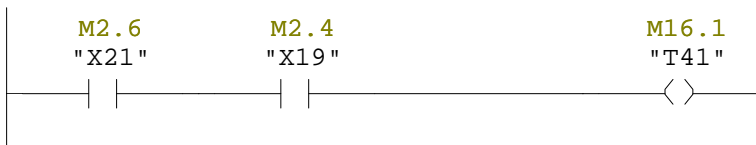
Réseau : 24 t18



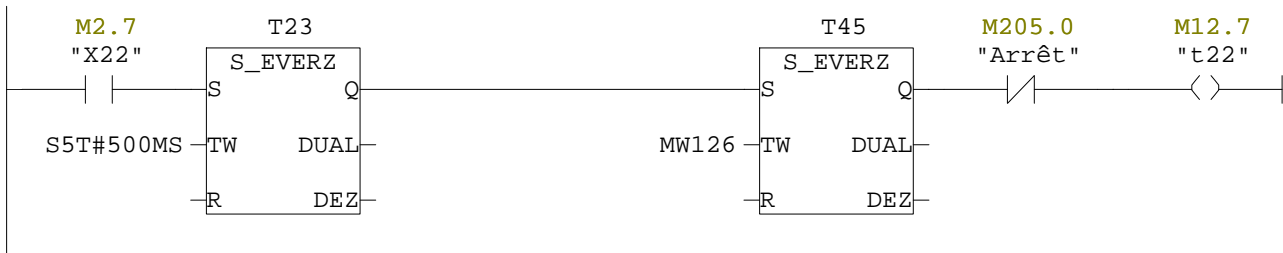
Réseau : 25 t20



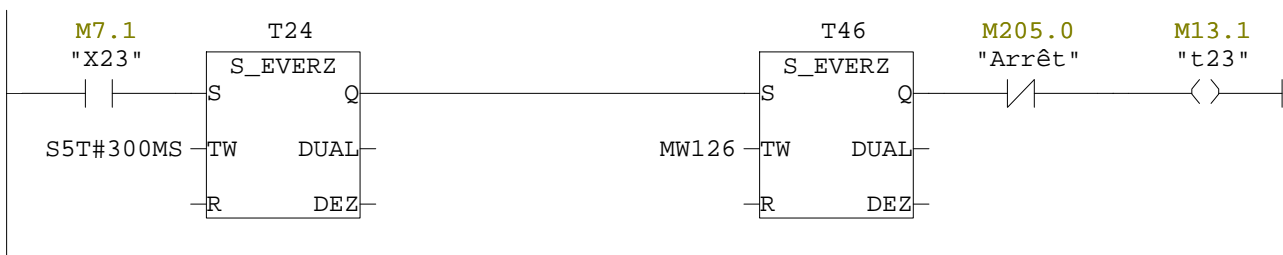
Réseau : 26 T41



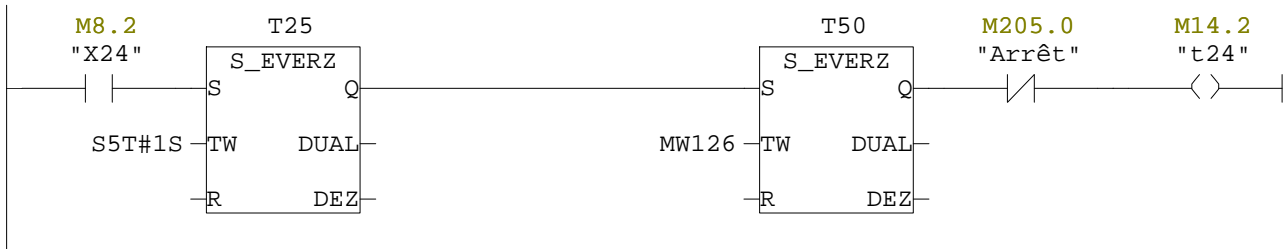
Réseau : 27 t22



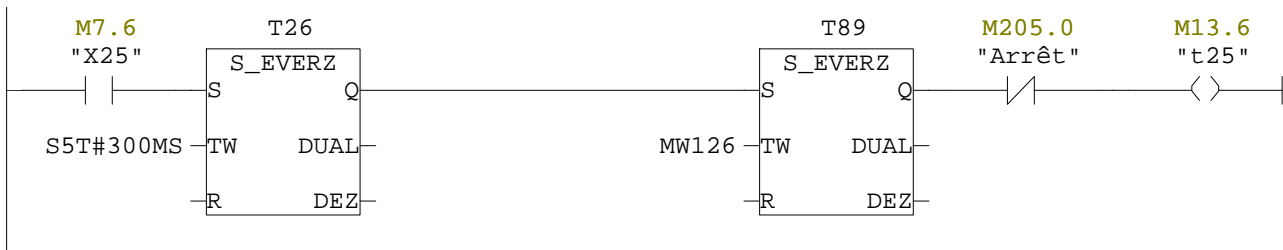
Réseau : 28 t23



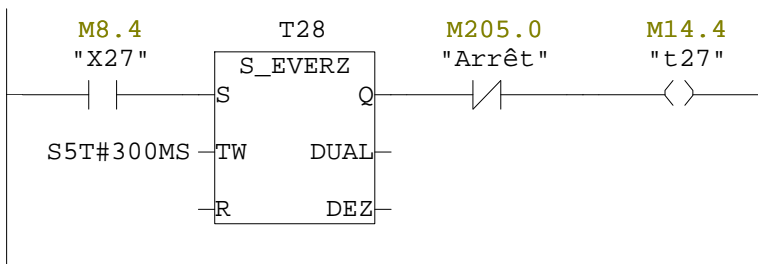
Réseau : 29 t24



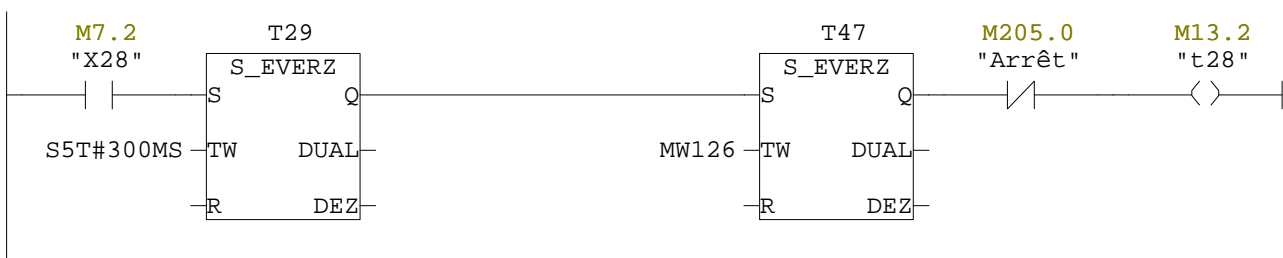
Réseau : 30 t25



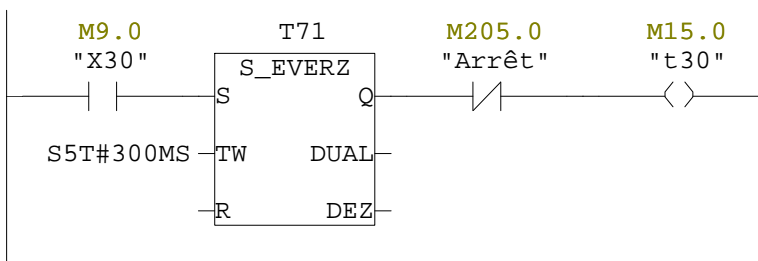
Réseau : 31 t27



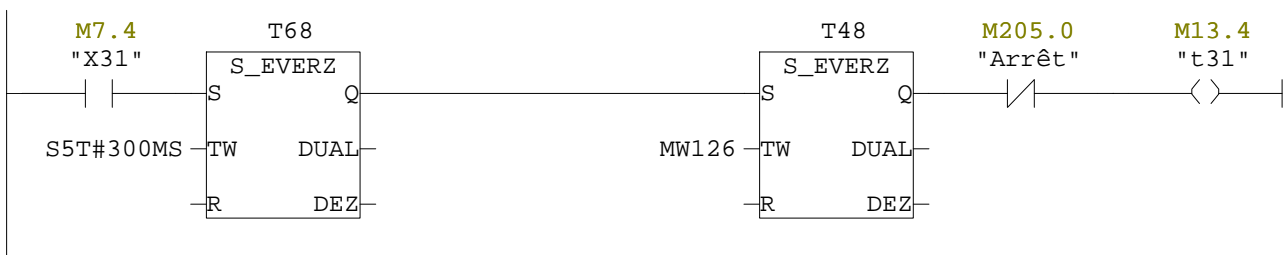
Réseau : 32 t28



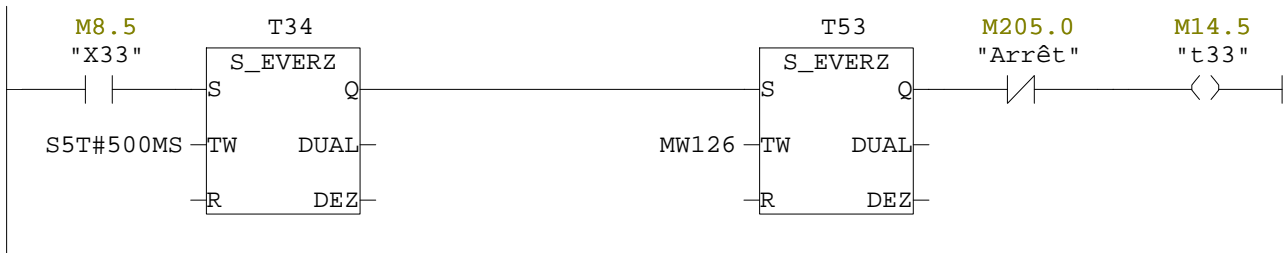
Réseau : 33 t30



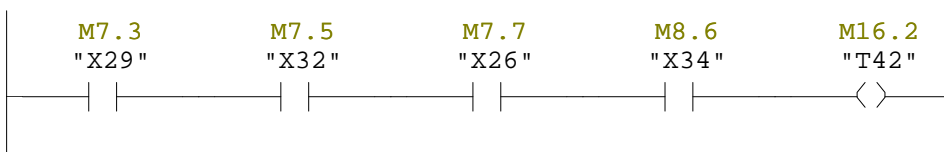
Réseau : 34 t31



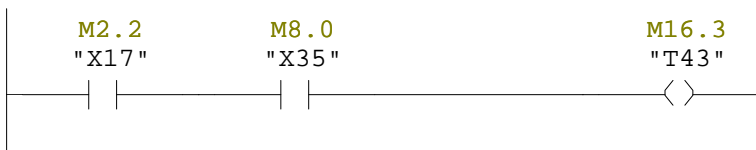
Réseau : 35 t33



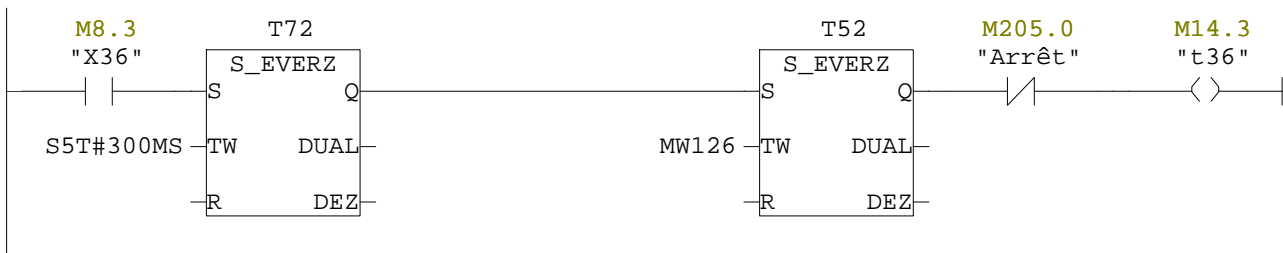
Réseau : 36 T42



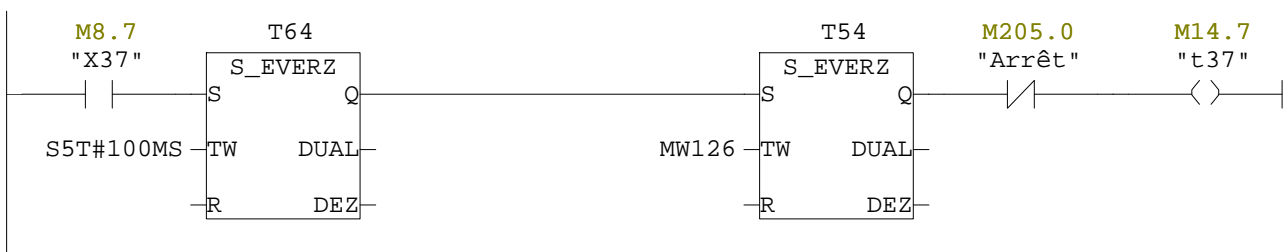
Réseau : 37 T43



Réseau : 38 t36

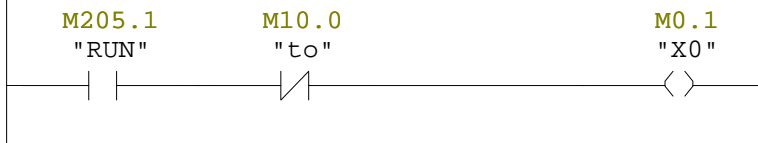


Réseau : 39 t37



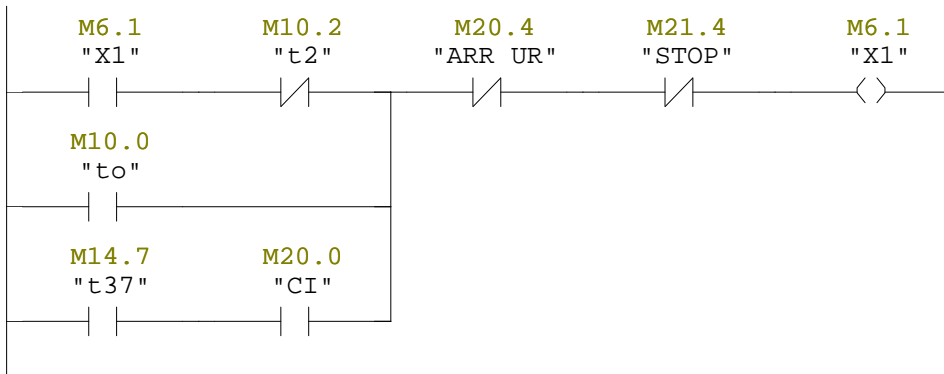
Réseau : 40 X0

Etape initiale



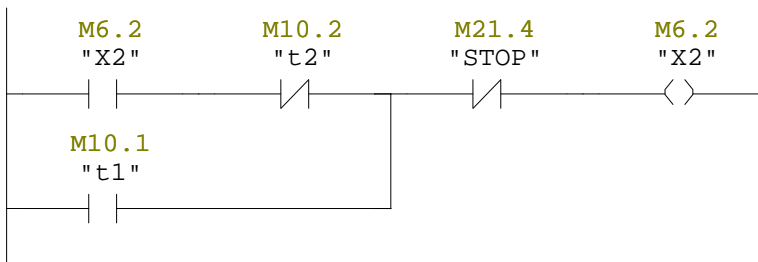
Réseau : 41 X1

Mise en marche du moteur de groupe d'avancement



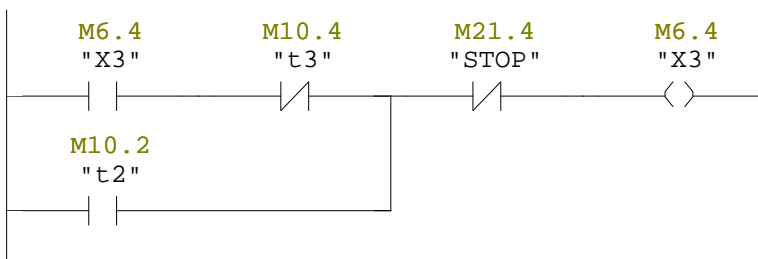
Réseau : 42 X2

Mise en marche de l'encodeur



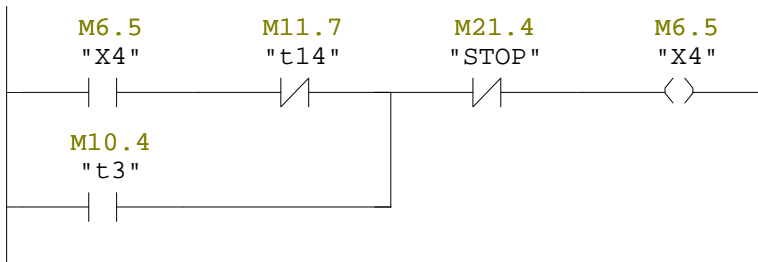
Réseau : 43 X3

Arrêt du moteur de groupe d'avancement



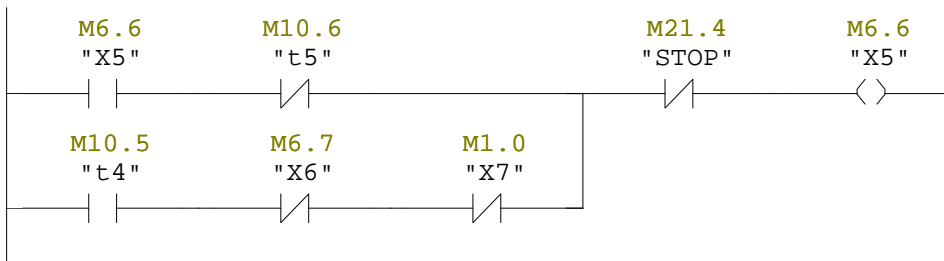
Réseau : 44 X4

Fermeture des pinces et montée de la barrière



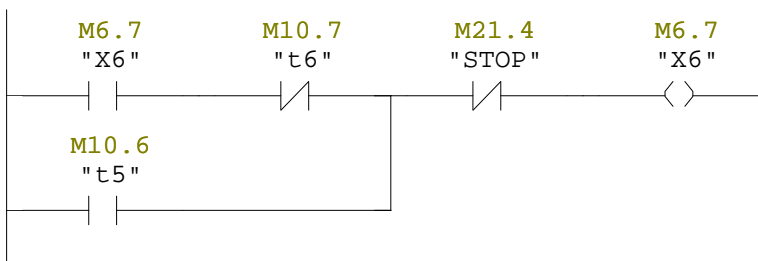
Réseau : 45 X5

Descente du vérin de coupe



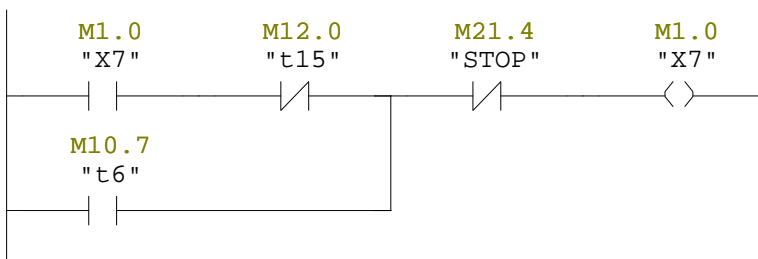
Réseau : 46 X6

Montée du vérin de coupe



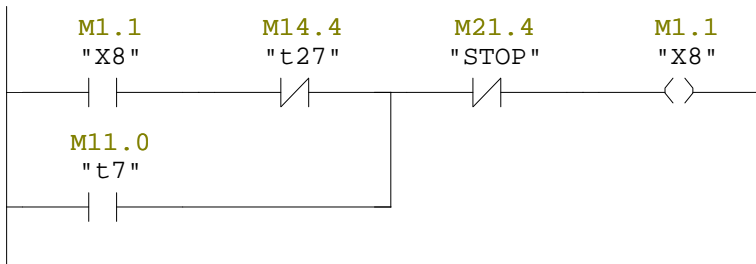
Réseau : 47 X7

Placement du fil dans la zone de cintrage



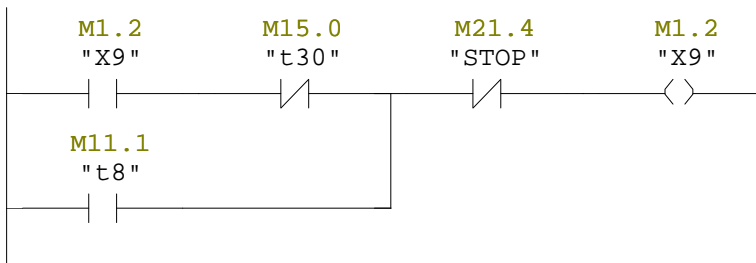
Réseau : 48 X8

Sortie des âmes internes

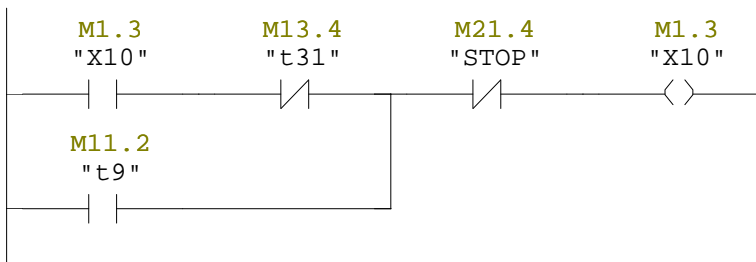


Réseau : 49 X9

Effectuer les blocages internes

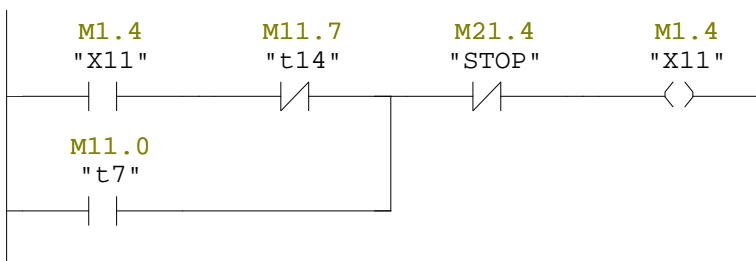


Réseau : 50 X10



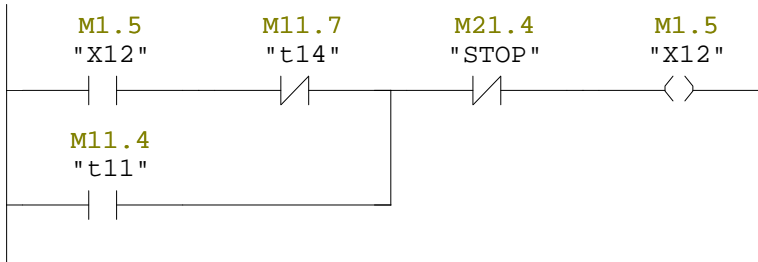
Réseau : 51 X11

Sortie des âmes externes

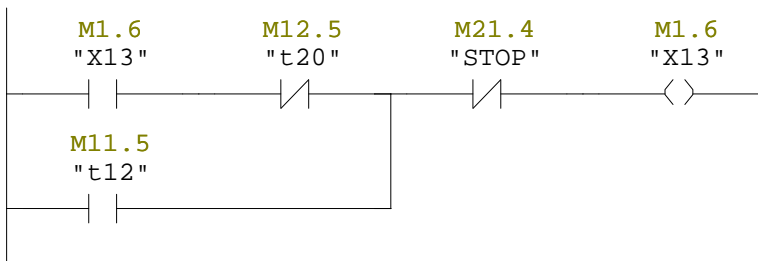


Réseau : 52 X12

Effectuer les blocages externes

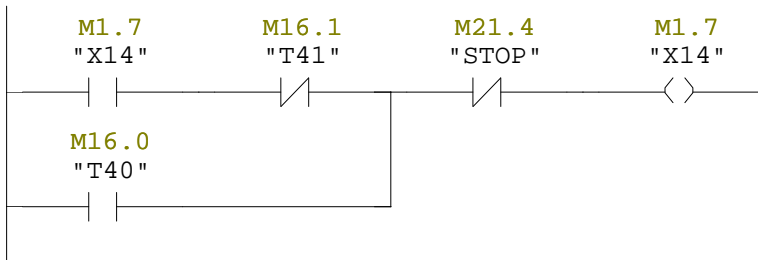


Réseau : 53 X13



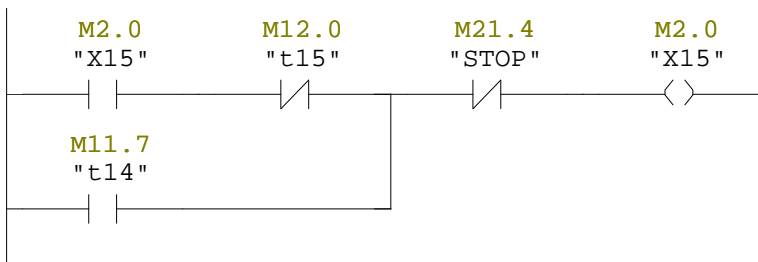
Réseau : 54 X14

Effectuer le cintrage externe



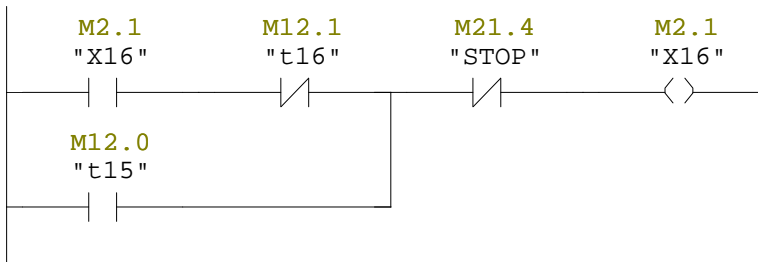
Réseau : 55 X15

Relâchement des pinces et descente de la barrière

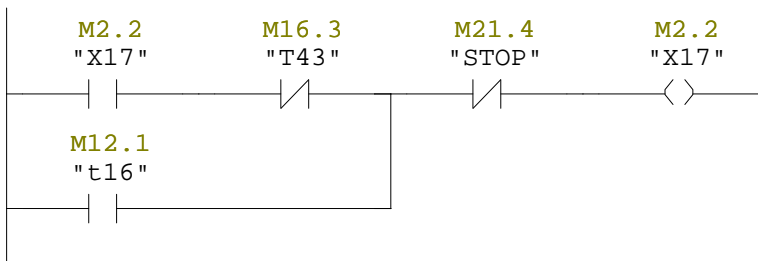


Réseau : 56 X16

Retour des vérins de transport

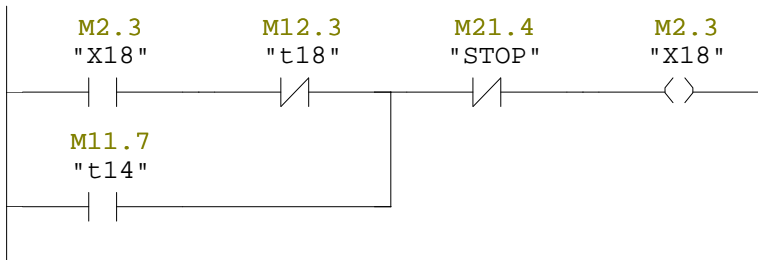


Réseau : 57 X17

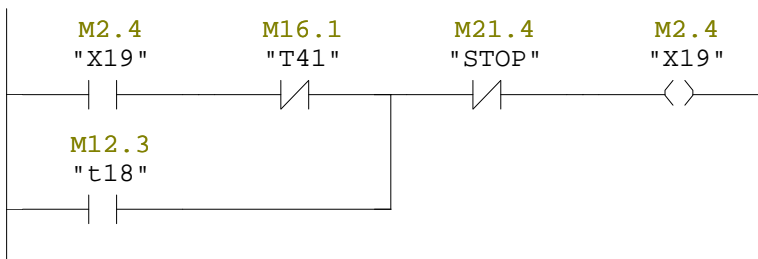


Réseau : 58 X18

Decente du cintrage externe

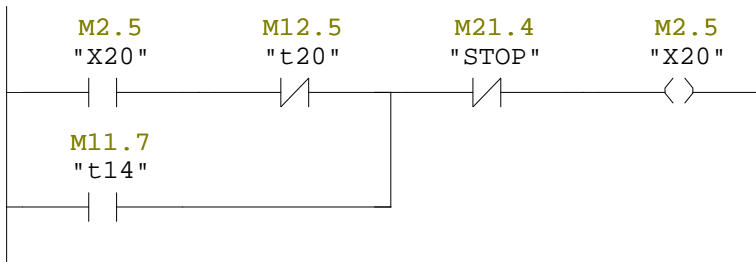


Réseau : 59 X19

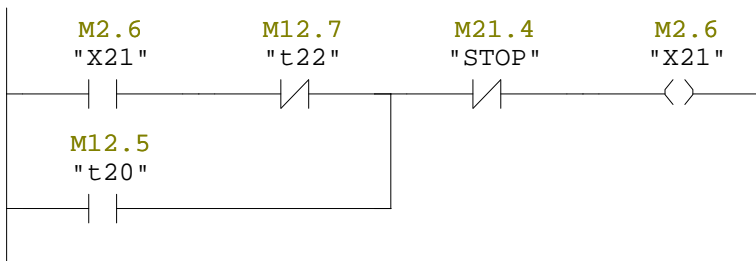


Réseau : 60 X20

Descente des blocages externes

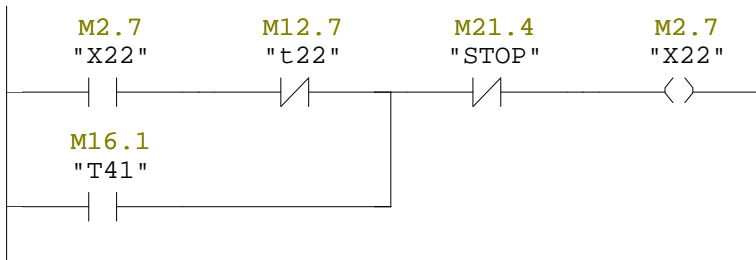


Réseau : 61 X21



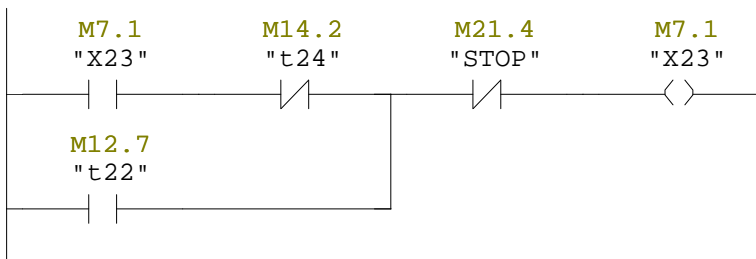
Réseau : 62 X22

Entée des âmes externes



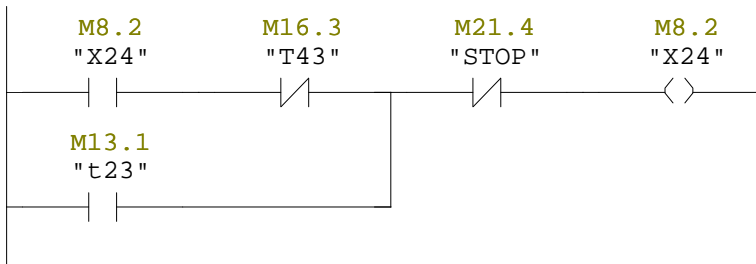
Réseau : 63 X23

Effectuer le cintrage interne



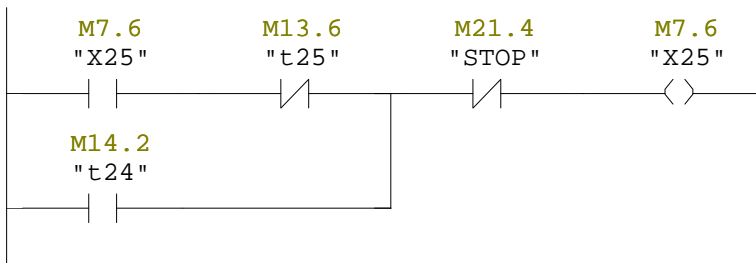
Réseau : 64 X24

Descente de la tête de la soudeuse

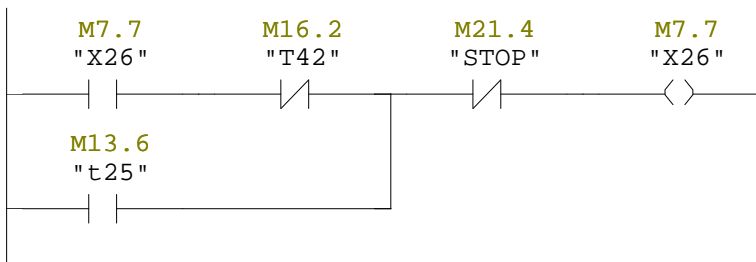


Réseau : 65 X25

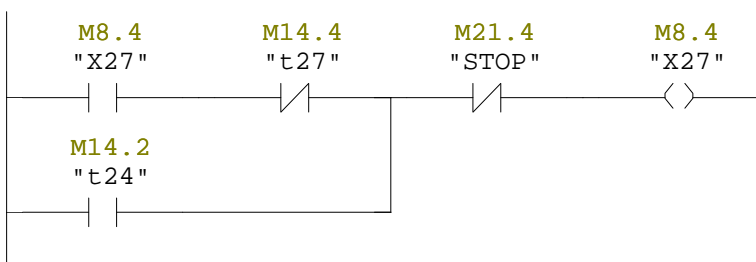
Descente du cintrage interne



Réseau : 66 X26

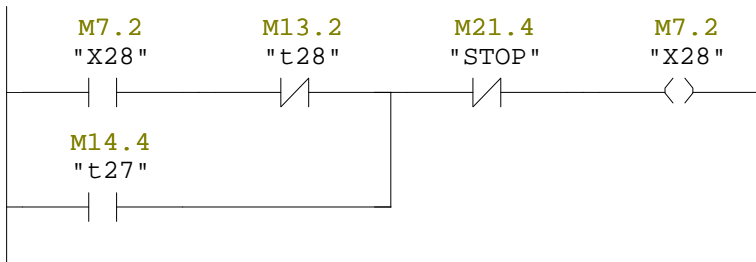


Réseau : 67 X27

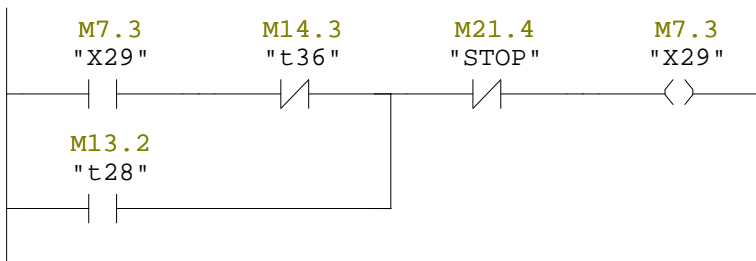


Réseau : 68 X28

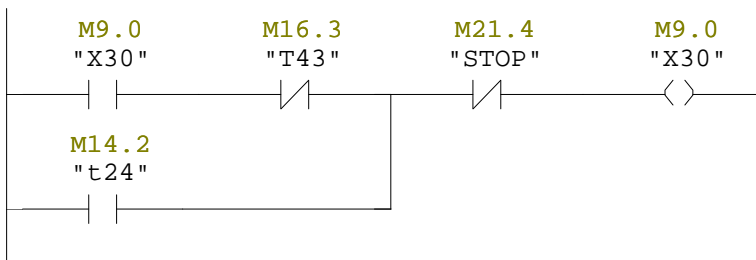
Entrée des âmes internes



Réseau : 69 X29

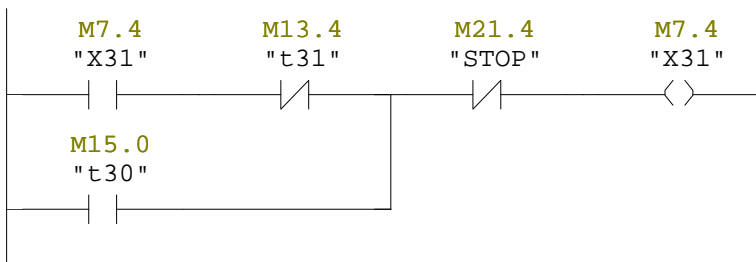


Réseau : 70 X30

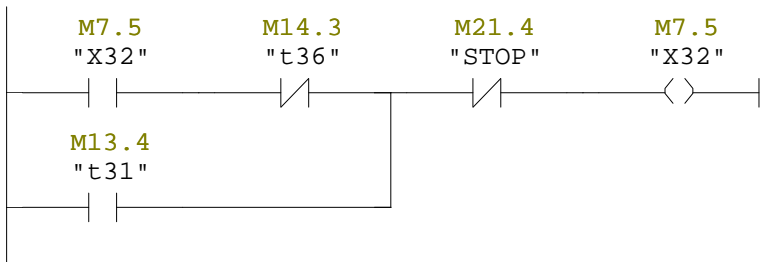


Réseau : 71 X31

Descente des blocages internes

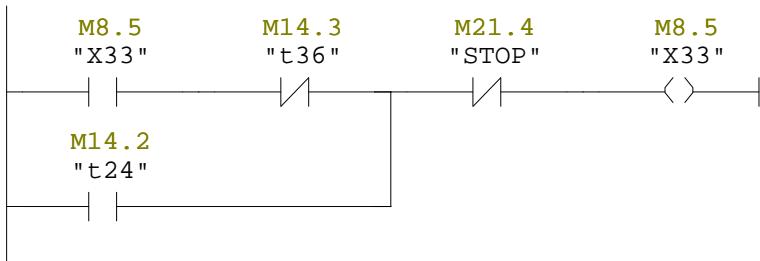


Réseau : 72 X32

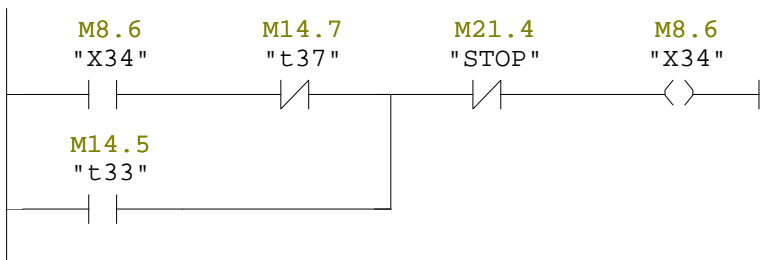


Réseau : 73 X33

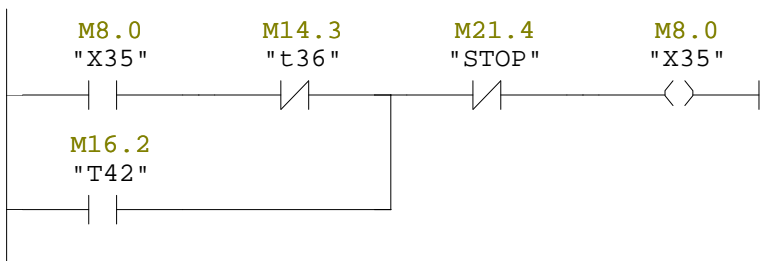
Activer le module de soudage



Réseau : 74 X34

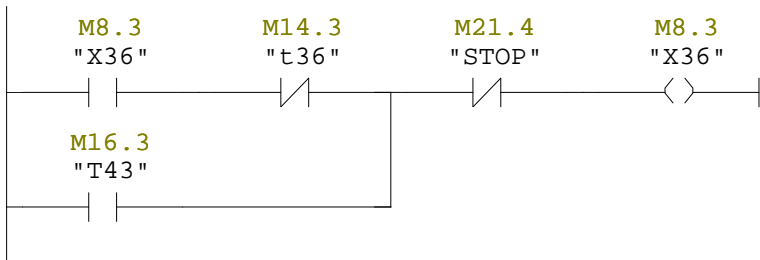


Réseau : 75 X35



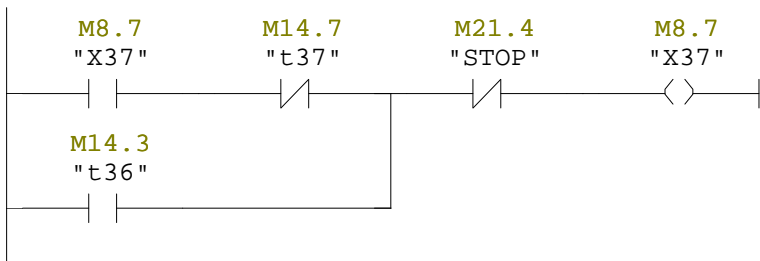
Réseau : 76 X36

Montée de tête de la soudeuse



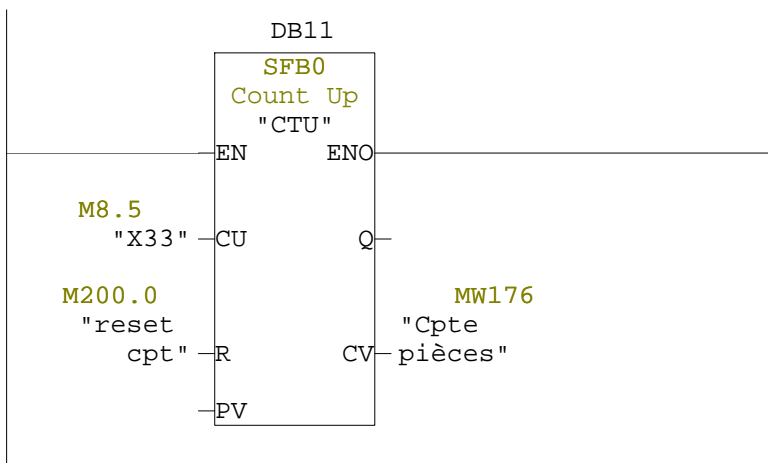
Réseau : 77 X37

Désactiver le module de soudage



Réseau : 78

Comptage de pièces



# *Bibliographie*

- [1] Documentation technique de l'entreprise ENIEM sur la machine E53B.
- [2] **M. BLANCHARD** « comprendre maîtriser et appliquer le GRAFCET », édition.1994
- [3] **SINDDUI CEDRIC** « le grand guide des systèmes de contrôle commande des systèmes automatisés », édition.2014
- [4] **J-M.BLEUXET J-L FRANCHON** «automatismes industriels », édition.1995
- [5] W.BOLTON «les automates programmables industriels». Édition DUNOD 2008.
- [6] **CHIKHDEN. N ET AKLLIM** «automatisation et supervision du systèmes purge/vidange turbine de la centrale thermoélectrique de CAP-DJINET. Département automatique UMMTO. Mémoire de fin d'étude promotion 2014.
- [7] **ABERKANE.A** «développement d'une solution programmable de supervision automatisée et d'aide à la décision du système purge/vidange de la centrale CAP-DJENAT ». UMMTO, mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur en automatique 2008.
- [8]Manuel d'utilisation du logiciel Wincc flexible 2008 pack de documentation de référence 6AV6691-1AB01-3AC0.2013
- [9] **SEBASTIEN PERRENOUD** « le départ-moteur dans l'utilisation quotidienne », documentation Schneider Electric.2006
- [10] **ROIZOT SEBASTIEN** « détermination de la section des conducteurs », documentation sur le site internet : <http://www.courselec.free.fr>
- [11] **la protection des circuits et des personnes**« guide en conformité avec la NFC 15-100 DU 31/05/2003, publie par LEGREND