

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou*



*Faculté de Génie Electrique et Informatique
Département d'Electronique*

Mémoire de fin d'études de Master Académique

*Domaine Sciences et Technologie
Filière Electronique
Spécialité Instrumentation*

Présenté par :

AHMED ZAID Said

ABDEMEZIEM Lynda

Thème

***Optimisation d'une presse transfert à l'entreprise ENIEM
avec l'automate programmable S7-300***

Mémoire soutenu publiquement le 23 septembre 2024 devant le jury composé de :

Mr Mourad LAZRI, Professeur, UMMTO, Président

Mr Fethi OUALLOUCHE, Maître de Conférences A, UMMTO, Encadrant

Mr Djamal ALOUACHE, Maître de Conférences A, UMMTO, Examineur

Remerciement

Nous tenons d'abord à remercier Dieu, le tout puissant, qui nous à donner le courage et la volonté pour bien mener ce travail.

Nos remerciements s'adressent à Mr F. OUALLOUCHE notre promoteur et nos encadreurs à l'entreprise ENIEM, Mr L. BESSGHIR et Mr A. AIT MOUHOUUB pour leurs disponibilités, leur orientation et leur soutien tout au long de notre travail.

Enfin, on tenait également à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicace

C'est avec une profonde gratitude que je dédie ce travail à mes chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

Je dédie aussi ce travail à toute ma famille et mes amis avec qui j'ai travaillé tout au long de la réalisation de ce projet de fin d'étude et surtout mes meilleurs amis qui me sont très chères.

Said AHMED ZAID

Dédicace

A mes chers parents pour leur contribution à chaque travail et que j'ai pu accomplir tout au long de ma vie.

Ainsi qu'à mes frères et sœurs qui m'ont toujours soutenu quelle que soit les difficultés. Sans oublier tous mes amis et proches qui sont présents dans mes pensées.

Lynda ABDEMEZIEM

Table de matière

Introduction :	2
Chapitre 1 : Généralités sur l'automatisme	
1-Préambule :	5
2- Définition de l'automatisme :	5
3- Objectif d'automatisation :	5
4- Structure d'un système automatisé :	5
4-1- La partie opérative (PO) :	6
4-2- La partie commande (PC) :	6
5- Les Automates Programmables Industriels (API) :	6
5-1- Rôle d'un automate programmable dans les systèmes automatisés Industriels :	7
5-2- Architecture d'un API:	7
5-2-1- Aspect externe:	7
5-2-2- Aspect interne :	7
5-3- Câblage d'un automate :	8
5-3-1- Alimentation de l'automate :	8
5-3-2- Alimentation des entrées de l'automate :	9
5-3-3- Alimentation des sorties de l'automate :	9
6- Choix de l'API :	10
7- Présentation de l'automate S7-300 :	10
8-Caractéristiques de l'automate S7-300 :	10
9-Les modules de l'automate S7-300 :	11
9-1- Modules d'alimentation (PS) :	12
9-2- Description de la CPU :	14
9-3- Coupleur (IM) :	16
9-4- Les modules de signaux :	16
9-4-1-Les modules de fonction (FM) :	16
9-4-2-Le module de simulation :	17
9-4-3- Les modules de communication (CP) :	17
10-Châssis d'extension (UR) :	17

11- Fonctionnement de l'automate programmable :	18
11-1-Réception des informations sur les états du système :	18
11-2-Système d'exploitation :	18
11-3-Exécution du programme utilisateur :	19
11-4-Commande de processus :	19
12-Nature des informations traitées par l'automate :	19
13- Programmation de l'API S7-300 :	19
13-1- Bloc d'organisation (OB) :	20
13-2- Bloc fonctionnel (FB) :	21
13-3- Fonction (FC) :	21
13-4- Bloc de données (DB) :	21
13-5- Editeur mnémoniques :	22
14-Les capteurs :	22
14-1-Principales caractéristiques des capteurs :	22
14-2-Capteur mécanique ou interrupteur de position :	23
14-3-Capteur photoélectrique :	23
1. Système barrage :	23
2. Système reflex :	24
3. Système proximité :	24
14-4-Capteur de proximité inductif :.....	24
14-5-Le choix des capteurs :	25
15-Les actionneurs :	25
15-1-Les vérins :	25
15-1-1-Vérin simple effet :	26
15-1-2-Vérin double effet :	26
15-1-3-Vérin rotatif :	27
15-1-3-Vérin rotatif :	27
15-1-4-Le calcul des efforts de poussée et de rentrée du vérin :	28
15-2-Le moteur électrique :	28

15-2-1-Les moteurs asynchrones triphasés :	28
A-Démarrage direct du moteur asynchrone à un seul sens de rotation :	29
A-1- circuit de puissance :	29
A-2- circuit de commande :	30
B- démarrage direct des moteurs asynchrone à deux sens de rotation :	30
B-1-circuit de puissance :	31
B-2- circuit de commande :	32
15-2-2-Moteur à courant continue :	34
15-2-3-Moteur hydraulique :	34
16-Les pré-actionneurs :	35
16-1-Les distributeurs :	35
16-2-Les contacteurs :	35
17-Le circuit hydraulique, pneumatique de la machine :	36
17-1-Tuyauteries :	36
17-2- le clapet anti-retour :	36
17-3-régulateurs de flux variable unidirectionnel :	36
18-Discussion :	37
 Chapitre 2 : Etude de la presse transfert :	
1-Préambule :	39
2-Description de la machine :	39
2-1-Bloc 1 groupe dérouleur :	40
2-1-1-Chargeur (chariot mobile) :	40
2-1-2-Mandrin (mâchoire) :	40
2-1-3-Rouleau presseur :	41
2-1-4-Groupe frein:	41
2-1-5-Centrale hydraulique :	41
2-2-Bloc 2 groupe redresseur :	42

2-2-1-L`introduceur :	42
2-2-2-Le redresseur :	43
2-3-Bloc 3 la fosse :	43
2-4-Bloc 4 groupe aménage :	44
2-5-Bloc 5 groupe cisaille :	44
2-6-Table d`aménagement :	44
2-7-Bloc 6 la presse :	45
2-7-1-La partie supérieure :	45
2-7-1-1 Le moteur principal :	45
2-7-1-2-Le volant d`inertie :	45
2-7-1-3-Le groupe excentrique :	45
2-7-1-4-Le groupe frein embrayage :	46
2-7-1-5-Le coulisseau :	46
2-7-1-6-Les barres portes pincette :	47
2-7-1-7-Écran de protection :	47
2-7-1-8-Réservoir de compensation :	47
2-7-2-Le transfert :	47
2-7-3-La partie inférieure :	47
2-7-4-La table d`évacuation de pièces :	48
2-7-5-Tapis d`évacuation de déchets :	48
2-8-Les pièces réalisées par la presse transfert :	48
3-Les différents vérins de la presse Transfert :	49
1. Bloc dérouleur :	49
2. Bloc redresseur :	49
3. Bloc fosse :	49
4. Bloc aménage :	49
5. Bloc presse :	49
4-La chaîne de production et dotée de plusieurs type de distributeurs qui sont :	50

5-Cahier de charge fonctionnel de la machine :	51
5-1-Le travaille demander :	51
5-2-Le fonctionnement de la machine :	51
5-2-1- Le chargement de la tôle à la presse transfert :	51
5-2-2-Changment de table :	52
5-2-3-Les conditions initiales pour passer à la phase automatique :	53
5-2-4-Le cycle automatique de la machine :	53
6-Discussion :	54
Chapitre 3 : Modélisation de la machine par le GRAFCET	
1-Préambule :	56
2- Définition et symbolisation d'un grafcet :	56
3-GRAFCET niveau 1 de la machine :	57
4-GRAFCET niveau 2 de la machine :	74
5-Discussion.....	91
Chapitre 4 : Création et validation du programme	
1-Préambule :	93
2-Présentation du S7 PLCSIM :	93
3- Création d'un projet dans S7-300 :	93
4-Mise en route du logiciel S7 PLCSIM :	94
5-Simulation du programme de la presse Transfer :	95
5-1-Premier exemple :	95
5-2-Deuxième exemple :	96
5-3-Troisième exemple .:	97
6-Discussion:	98
Conclusion :	99

Bibliographie :

Liste des figures :

Chapitre 1 : Généralités sur l'automatisme

Figure.1.1 : Structure d'un système automatisé	6
Figure.1.2 : Architecture interne d'un automate.....	7
Figure.1.3 : Alimentation de l'automate.....	8
Figure.1.4 : Alimentation des entrées.....	9
Figure.1.5 : Alimentation des sorties.....	9
Figure.1.6 : Constituant d'un automate.....	12
Figure.1.7 : Alimentation d'un API.....	13
Figure.1.8 : Eléments principaux de la tension d'alimentation et de la CPU.....	14
Figure.1.9 : Le schéma de principe d'un capteur de position.....	23
Figure.1.10 : Système barrage	24
Figure.1.11 : Système reflex	24
Figure.1.12 : Système proximité	24
Figure.1.13 : Vue en coupe d'un vérin pneumatique.....	25
Figure.1.14 : Vérin simple effet classique à ressort de rappel.....	26
Figure.1.15: Vérin double effet classique.....	26
Figure.1.16 : Vérin rotatif classique.....	27
Figure.1.17 : Surface d'application de la force.....	28
Figure.1.18 : Circuit de puissance d'un moteur asynchrone à un seul sens de rotation.....	29
Figure.1.19 : Circuit commande d'un moteur asynchrone à un seul sens de rotation.....	30
Figure.1.20 : Circuit de puissance des moteurs asynchrone à deux sens de rotation.....	31
Figure.1.21 : Circuit de commande des moteurs asynchrone à deux sens de rotation.....	32
Figure.1.22 : Le sectionneur.....	32
Figure.1.23 : Symboles en circuit de puissance et en circuit de commande.....	33
Figure.1.24: Le relais thermique	33
Figure.1.25 : Schéma d'un moteur a courant continue.....	34
Figure.1.26: Vue en coupe d'un moteur hydraulique.....	35

Figure.1.27 : Un contacteur.....	36
Figure.1.28 : Clapet anti-retour.....	36
Figure.1.29 : Régulateur de flux variable unidirectionnel.....	37

Chapitre 2 : Etude de la presse transfert

Figure.2.1 : Schéma synoptique de la machine.....	39
Figure.2.2 : Chariot mobile.....	40
Figure.2.3 : Les mandrins mâchoires	41
Figure.2.4 : Rouleau presseur.....	41
Figure.2.5 : La centrale hydraulique.....	42
Figure.2.6 : Le redresseur.....	43
Figure.2.7 : Moteur principale et volant d'inertie.....	45
Figure.2.8 : Système bielle excentrique.....	46

Chapitre 3 : Modélisation de la machine par le GRAFCET

Figure.3.1 : Symbolisation d'un grafcet.....	56
--	----

Chapitre 4 : Création et validation du programme

Figure.4.1. Fenêtre de création d'un projet.....	94
Figure.4.2: CPU 314 sélectionnée.....	94
Figure.4.3 : Sélection des blocs et le langage de programmation (CONT).....	95
Figure.4.4 : Nomination du programme	95
Figure.4.5 : Configuration Matériels.....	96
Figure.4.6 : Vue des composants d'un projet S7	96
Figure.4.7 : Les fenêtres de visualisation et de forçage dans la zone mémoires des adresses des entrées et des sorties.....	98
Figure.4.8 : Mise sous tension de la CPU.....	99
Figure.4.9 : Choix du cycle continu.....	99
Figure.4.10 : Mettre sous tension la CPU	99
Figure.4.11 : Résultat de la mise sous tension de la machine	100

Figure.4.12 : Résultat pour actionner le moteur à une vitesse faible	101
Figure.4.13 : Résultat de l'arrêt du fonctionnement du moteur à une vitesse faible.	102
Figure.4.14 : Résultat de la mise en marche du moteur aménage	102
Figure.4.15 : Résultat d'arrêt du moteur aménage	103

Liste des tableaux :

Chapitre 1 : Généralités sur l'automatisme

Tableau. 1. 1 : Modules d'alimentation.....	13
---	----

Chapitre 2 : Etude de la presse transfert

Tableau. 2.1 : Liste des pièces réalisées par la presse transfert	48
Tableau .2.2 : Les vérins du bloc dérouleur.....	49
Tableau .2.3 : Les vérins du bloc redresseur.....	49
Tableau .2.4 : Les vérins du bloc fosse.....	49
Tableau .2.5 : Les vérins du bloc aménage.....	49
Tableau .2.6 : Les vérins du bloc presse.....	49
Tableau .2.7 : Les distributeurs utilisés pour chaque actionneur.....	50

Liste des abréviations

VDE : Vérin double effet

Fp : Force de pousser

Ft : Force de traction

D : Diamètre de cylindre du vérin

d : Diamètre de la tige du vérin

p : Pression

π : Constante d'Archimède

η : Le coefficient de performance (fixer à 0,9 soit 10% de force théorique est «perdue» à cause de la friction)

Bp : Bouton poussoir

V : Vérin

C_fc : Capteur de fin de course mécanique

C_PE : Capteur photoélectrique

C_EM : Capteur électromagnétique

Mot : Moteur

Fr : Frein

Emb : Embrayage

Led : Témoin lumineux

Sel : Sélecteur

Introduction

Dans le contexte actuel d'industrialisation rapide et de concurrence mondiale féroce, les entreprises opérant dans des secteurs stratégiques tels que la mécanique, l'électronique et l'informatique sont confrontées à un défi majeur : moderniser leurs équipements de production pour rester compétitives. Pour répondre aux exigences croissantes en matière de productivité, de qualité et de durabilité, il est désormais indispensable d'adopter des outils de production performants, fiables et flexibles. L'ère de la simple mécanisation est révolue, laissant place à des systèmes automatisés intelligents qui transforment la manière dont les processus industriels sont gérés.

Les avancées technologiques ont conduit à une véritable révolution industrielle, marquée par trois grandes transitions : le passage de la gestion manuelle à l'automatisation, de l'électromécanique à l'électronique, et l'émergence de la numérisation. Ces mutations ont non seulement permis de rendre les systèmes de production plus agiles et précis, mais aussi de les optimiser en termes de taille, de performance et de fiabilité. Désormais, les Automates Programmables Industriels (API) se sont imposés comme des outils incontournables, au cœur de l'automatisation moderne, grâce à leur capacité à exécuter des tâches complexes avec rapidité et précision.

Parmi ces solutions d'automatisation, le SIMATIC, développé par Siemens, figure en bonne place. Cet outil polyvalent et modulaire est reconnu pour sa capacité à résoudre des problèmes complexes dans de multiples secteurs industriels. Il offre une approche intégrée, garantissant une homogénéité et une complémentarité entre les systèmes de contrôle et de commande. Le logiciel STEP 7, qui accompagne l'automate S7-300, facilite non seulement la programmation et la simulation des systèmes automatisés, mais propose également une interface intuitive et conviviale, permettant de réduire le temps de mise en œuvre tout en optimisant les performances des processus automatisés.

Dans cette dynamique de modernisation, notre projet de fin d'études s'inscrit dans une démarche innovante visant à automatiser une presse transfert au sein de l'Entreprise Nationale des Industries Électroménagères (ENIEM), une entreprise algérienne de premier plan dans le secteur de l'électroménager. Créée en 1974 sous la tutelle de l'entreprise SONELEC, puis restructurée en société publique en 1983, ENIEM joue un rôle clé dans l'industrie algérienne. En tant que centre névralgique de l'automatisation envisagée, la presse transfert de l'unité cuisson revêt une importance stratégique dans la chaîne de production. L'intégration de

l'automate S7-300 vise à accroître l'efficacité, la fiabilité et la qualité de cette unité de production.

Le présent mémoire s'intéresse donc à l'ensemble du processus d'automatisation de cette presse transfert. Il vise à démontrer comment l'automate S7-300 peut transformer ce processus, en optimisant les cycles de production, en minimisant les erreurs humaines et en maximisant la performance opérationnelle.

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre dresse un panorama général des systèmes automatisés, en décrivant leurs principaux composants ainsi que les concepts sous-jacents à l'automatisation.

Le deuxième chapitre, comporte une description approfondie de la presse transfert, avec un accent sur son architecture, son fonctionnement et les enjeux liés à son automatisation.

Le troisième chapitre est consacré à la modélisation de la presse à l'aide de l'outil GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Étape-Transition), qui permet de représenter et d'analyser le comportement du système automatisé.

Le quatrième chapitre et dernier chapitre traite la programmation et la simulation du système automatisé à l'aide du logiciel STEP 7, avec une validation des résultats obtenus.

Nous clôturons notre travail par une conclusion.

Chapitre 1

1-Préambule :

Dans ce chapitre, nous présenterons les éléments de base de l'automatisme. Nous nous étalerons à expliquer les deux parties de l'automatisme, à savoir la partie commande et la partie opérative. En plus de l'automate programmable industriel (API), les capteurs et les actionneurs sont essentiels dans la construction de systèmes automatisés. Les capteurs collectent des données sur l'environnement, tandis que les actionneurs effectuent des actions en réponse à ces données.

2- Définition de l'automatisme :

La mise en œuvre de l'automatisation dans la production implique la transition des fonctions de contrôle et de surveillance effectuée par des travailleurs humains vers un ensemble d'appareils techniques connus sous le nom de partie commande. Cette composante intègre les connaissances et l'expertise des opérateurs pour orchestrer les actions nécessaires sur la matière première en vue de la fabrication du produit final.

3- Objectif d'automatisation :

L'automatisation implique de substituer en partie, voire entièrement, l'opérateur humain et son expertise par un ensemble autonome connu sous le nom de partie commande.

Améliorer l'efficacité du système, c'est-à-dire accroître la production de produits pendant une période spécifique. Cette augmentation de la productivité se traduit par un bénéfice en termes de : [1]

- Une compétitivité accrue
- Une flexibilité de production
- Une qualité du produit améliorée.
- Adaptation à des milieux qui sont néfastes pour l'être humain.
- Adaptation à des activités physiques ou intellectuelles difficiles pour les êtres humains (Manipulation de charges lourdes, tâches répétitives parallélisées...)

4- Structure d'un système automatisé : Le système automatisé est constitué de deux parties principales : la partie opérationnelle et la partie de commande. Ces deux éléments communiquent les informations entre eux en utilisant des capteurs et des pré-actionneurs. [2]

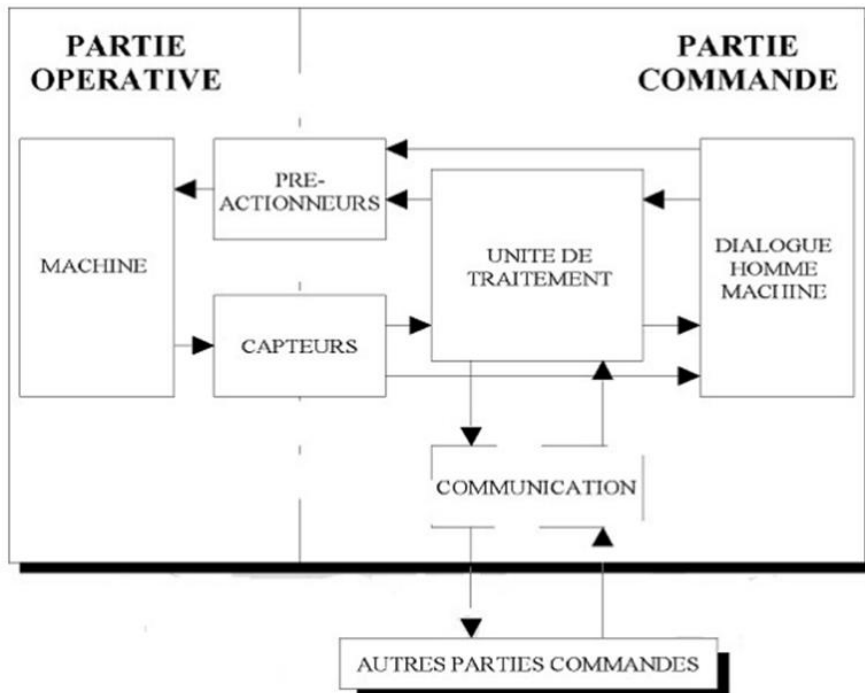


Figure.1.1 : Structure d'un système automatisé

4-1- La partie opérative (PO) :

Elle englobe le processus qui agit sur la matière, la chaîne d'énergie qui alimente les actionneurs et la chaîne d'information qui communique les informations sur l'état du système aux ordres. [2]

4-2- La partie commande (PC) :

Elle gère les données de diverses formes provenant du procédé et de sources externes, crée et envoie les ordres en fonction des instructions reçues afin de garantir le bon fonctionnement du système en fonction des exigences de l'exploitation. [2]

5- Les Automates Programmables Industriels (API) :

Représentent une composante fondamentale dans le domaine de l'automatisation industrielle. Ils sont définis comme des systèmes de traitement d'informations, dont le programme opérationnel est élaboré en fonction des processus qu'ils supervisent.

5-1- Rôle d'un automate programmable dans les systèmes automatisés Industriels :

Les automates programmables industriels (API) sont l'instrument essentiel pour automatiser les systèmes de production. Un API permet de piloter un système de production conformément à un programme placé en mémoire. Sa flexibilité explique son large domaine d'utilisation, il est généralement placé au milieu industriel, ou il représente le cœur de la partie commande d'un système automatisé. Il est en relation avec les autres parties du système grâce à son interface entrée-sortie.

5-2- Architecture d'un API:

5-2-1- Aspect externe:

Il existe deux types d'automates : compact et modulaire.

Le modèle compact inclut les logiciels de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider...). Il est en mesure de faire certaines tâches supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et de recevoir des extensions en nombre restreint. Dans la plupart des cas, ces automates, qui ont un fonctionnement simple, sont utilisés pour contrôler de petits automatismes.

Dans le cas de la configuration modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrée/sortie sont installés dans des unités distinctes (modules) et sont fixés sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus et connecteurs).

Ces automates font partie des automatismes complexes qui requièrent de la puissance, de la capacité de traitement et de la souplesse. [2]

5-2-2- Aspect interne :

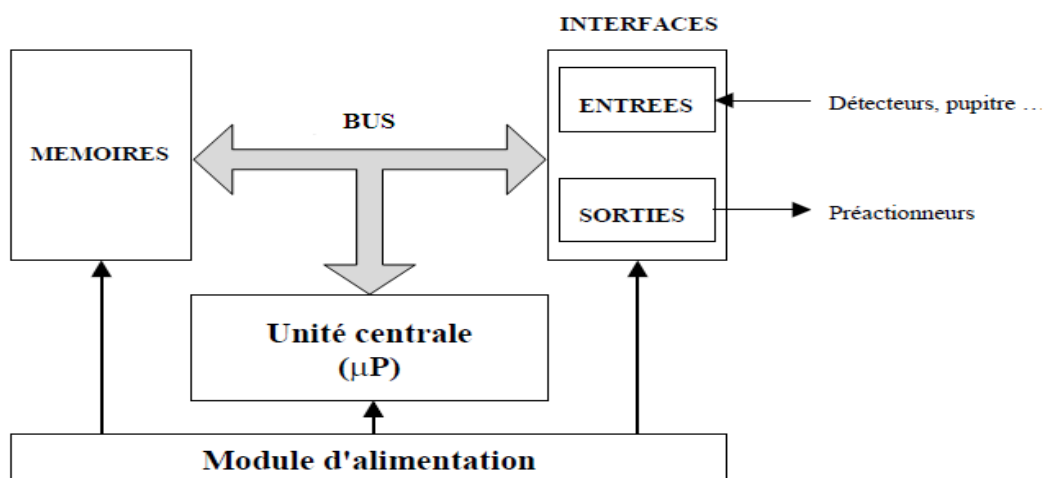


Figure.1.2 : Architecture interne d'un automate.

La figure représente les principaux constituants d'un automate : [2]

- Module d'alimentation.
- Unité Centrale.
- Le bus interne.
- Mémoires.
- Les entrées.
- Les sorties.

5-3- Câblage d'un automate :

5-3-1- Alimentation de l'automate :

L'alimentation de l'automate est prise entre une ligne de réseau L1 et un neutre pour avoir 220V, une protection électrique PE serre comme prise de terre. Pour une protection contre les courts circuit, une protection thermique protège l'automate des sur intensités. Un transformateur 230/24V assure l'alimentation des sorties (la signalisation, alarme et les bobines des relais...).

KM1 effectue un maintien de la masse (0V). KA1 contrôle la mise sous tension (24V) des sorties de l'automate selon les ordres du chien de garde. [2]

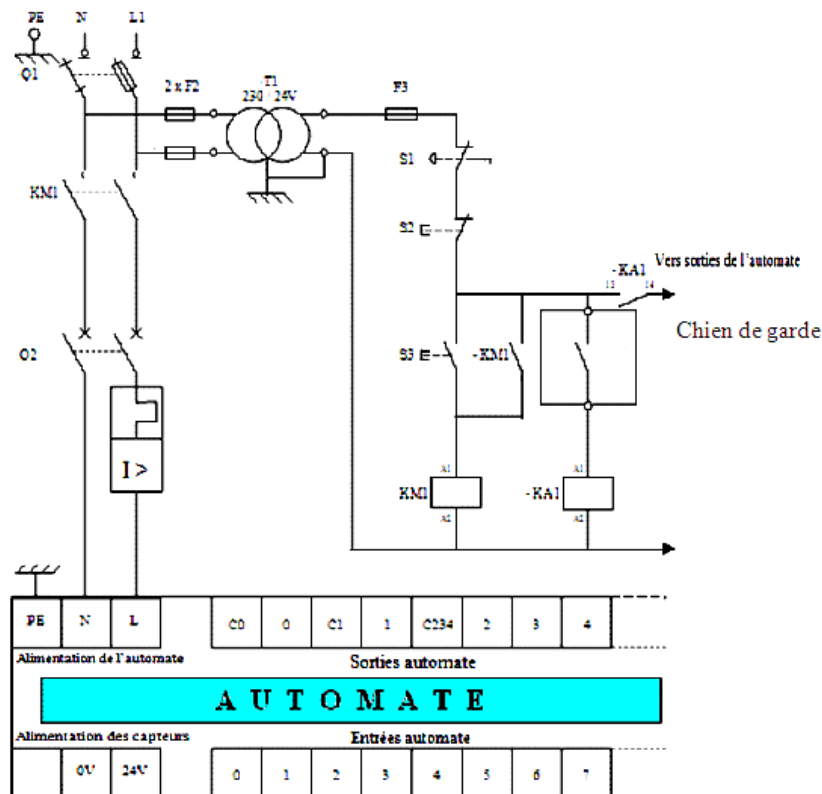


Figure.1.3 : Alimentation de l'automate.

5-3-2- Alimentation des entrées de l'automate :

Une alimentation est fournie à l'automate pour alimenter les capteurs. Les prises sont reliées à un courant de 0 V (commun). Les informations des capteurs sont traitées par les interfaces d'entrées. La tension 24V est reliée directement aux différents capteurs et l'information passe à travers le circuit d'entrée. [2]

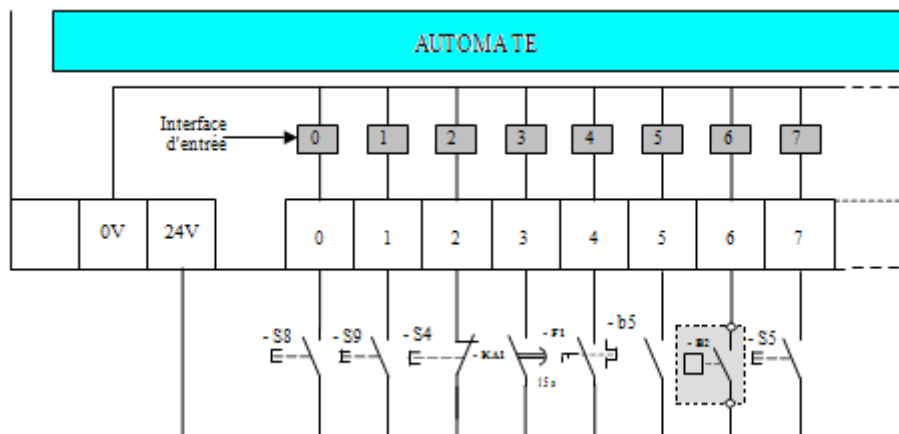


Figure.1.4 : Alimentation des entrées

5-3-3- Alimentation des sorties de l'automate :

Les interfaces de sorties sont utilisées pour alimenter divers pré-actionneurs tels que les témoins lumineux, les alarmes, les relais, etc. Dans ce système, le 0V est connecté aux pré-actionneurs tandis que le 24V est relié au commun des sorties (C0, C1, C2, C3...). Les sorties sont activées par des circuits de sortie. [2]

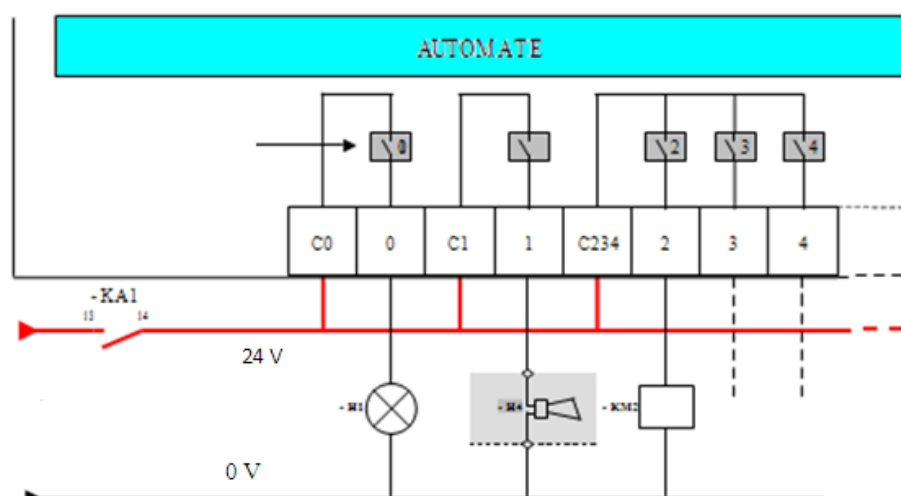


Figure.1.5 : Alimentation des sorties.

6- Choix de l'API :

Après avoir défini les spécifications dans le cahier des charges, le choix de l'automate le plus approprié repose sur divers critères, notamment : [1]

- La quantité et la nature des entrées/sorties requises.
- Les types de traitements à effectuer, comme la temporisation ou le comptage.
- Les options de programmation et les langages disponibles.
- Les capacités de communication avec d'autres systèmes.
- Les mécanismes de sauvegarde du programme.
- La fiabilité, la robustesse et la résistance aux interférences.
- Les services de documentation, le support après-vente, la garantie et la formation proposée.

7- Présentation de l'automate S7-300 :

Siemens a développé l'automate S7-300, un mini automate modulaire conçu spécifiquement pour les applications d'entrée et de milieu de gamme. Sa modularité lui confère une grande souplesse, permettant aux utilisateurs de le personnaliser selon leurs besoins à partir d'une vaste sélection de modules disponibles. Tous les éléments logiques nécessaires à l'automatisation sont intégrés dans ces automates de la gamme SIMATIC S7, en faisant ainsi une solution prête à l'emploi pour une variété d'applications industrielles.

Ils se caractérisent surtout par le nombre de :

- Entrées et sorties.
- Compteurs.
- Temporisation.
- Mémoire.
- La vitesse de travail.

8- Caractéristiques de l'automate S7-300 :

Les caractéristiques de l'automate S7-300 sont les suivantes : [1]

- Gamme diversifiée de la CPU.

- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré.
- Une connexion avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET est possible.
- Connecteur central de la PG offrant un accès à l'ensemble des modules.
- La possibilité d'accéder à divers lieux.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Il est possible de connecter plusieurs automates programmables S7-300 à l'aide d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée.

9-les modules de l'automate S7-300 :

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation modulaire qui offre une gamme de modules pour répondre à différents besoins. Voici les principaux composants de cet automate : [3]

- *Module d'alimentation (PS)* : Disponible en différentes capacités, telles que 2A, 5A ou 10A, fournissant l'alimentation électrique nécessaire à l'ensemble du système.
- *Unité centrale (CPU 314)* : Cette unité centrale est équipée d'une mémoire de 128 Ko et à une vitesse d'exécution de 0,3 ms pour chaque 1 Ko d'instructions. Elle est responsable de la lecture des entrées, de l'exécution des programmes et du contrôle des sorties.
- *Module de signaux (SM)* : Ce module permet la gestion des entrées et sorties, qu'elles soient tout ou rien (TOR) ou analogiques.
- *Module d'extension (IM)* : Utilisé pour étendre la configuration du système S7-300, permettant ainsi d'ajouter davantage de modules et de fonctionnalités.
- *Module de fonction (FM)* : Ce module est utilisé pour des fonctions spéciales telles que l'activation d'un moteur asynchrone ou d'autres dispositifs particuliers.
- *Processeur de communication (CP)* : Ce module permet la connexion au réseau, permettant à l'automate de communiquer avec d'autres systèmes ou dispositifs externes.

Les profilés supports ou les châssis (rack) constituent des éléments mécaniques de base de la SIMATIC S7 – 300, ils remplissent les fonctions suivantes :

- La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension.
- L'acheminement du bus de fond de panier aux différents modules.

Dans le S7 – 300 les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités.

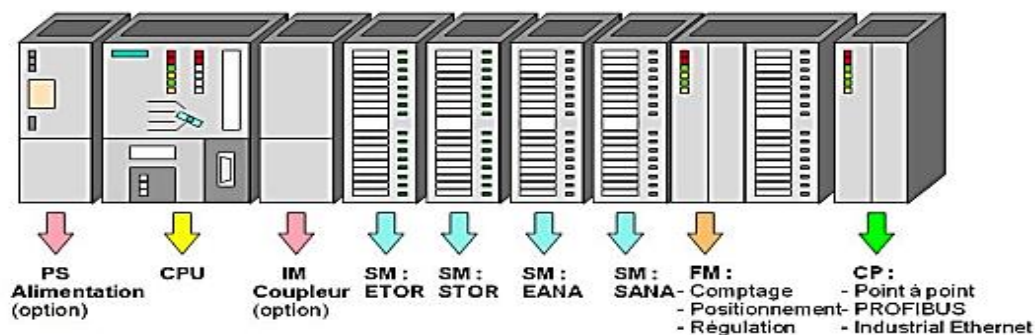


Figure.1.6 : Constituant d'un automate.

Comme le montre la figure 1.6 Voici les modules quand trouve dans l'automate :

1. Alimentation
2. CPU
3. Module supplémentaire
4. Entrée TOR (entrée numérique)
5. Sorties TOR (sortie numérique)
6. Entrée analogique
7. Sorties analogiques
8. Module de comptage
9. Module de communication

9-1- Modules d'alimentation (PS) :

Tout réseau 24 volts industriels peut être utilisé pour alimenter la CPU du S7-300.

Le module d'alimentation suivante, de la gamme S7, sont prévus pour être utilisés :

Désignation	CS	Tension à l'entrée	Tension à la sortie
PS307	2A	AC120v/230v	DC24v
PS307	5A	AC120V/230V	DC24v
PS307	10A	AC120/230V	DC24v

Tableau.1.1 : Modules d'alimentation

Caractéristiques techniques :

- Tension nominale d'entrée : 120/230Vca.
- Fréquence : 50/60Hz.
- Courant nominale d'entrée pour 230V : 0,5A.
- Courant nominal d'entrée pour 120V : 0,8A.
- Tension de sortie : 24Vcc

Le S7-300 sur lequel nous travaillons nécessite une tension d'alimentation de 24Vcc. Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur 120/230Vca en tension de 24Vcc.

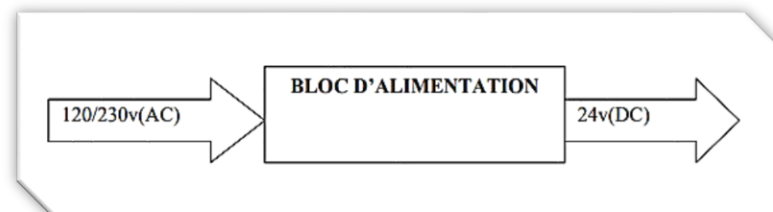


Figure.1.7 : Alimentation d'un API

Les modules d'alimentation PS 307 conviennent à l'alimentation des circuits internes des automates S7-300 de même qu'à l'alimentation des circuits de capteurs et d'actionneurs. La face avant du module comporte :

- LED pour la tension de sortie.
- Un interpréteur marche /arrêt pour 24Vcc.
- Un sélecteur de tension secteur.

9-2- Description de la CPU :

La CPU, véritable cerveau de l'automate, assure la lecture des signaux d'entrée, l'exécution des programmes utilisateur et la commande des sorties. Elle gère également le démarrage et diagnostique les défauts à l'aide des LEDs.

Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux. [4]

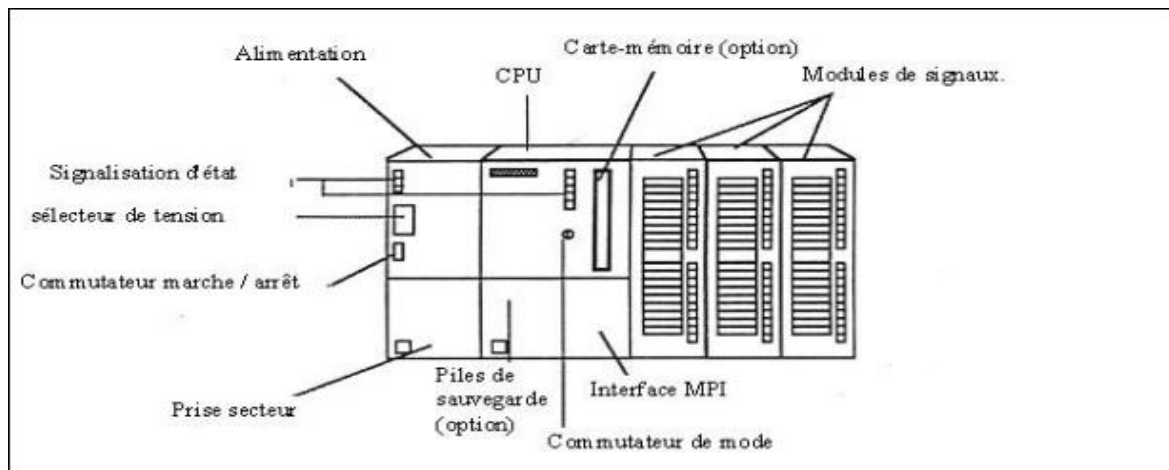


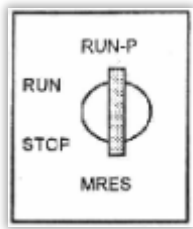
Figure.1.8 : Eléments principaux de la tension d'alimentation et de la CPU.

- Interface MPI :

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la ligne de programmation (par exemple : PC Adapter). Cette interface se trouve sous le volet de protection à l'avant de la CPU.

- Commutateur de mode de fonctionnement :

Chaque CPU est équipée d'un commutateur de mode permettant de changer le mode de fonctionnement. Il s'agit généralement d'un commutateur à clé amovible qui permet de basculer entre les modes MARCHÉ (RUN) et ARRÊT (STOP). Les modes de fonctionnement disponibles sont les suivants :



RUN-P : Exécution du programme ; toutes les fonctions PG sont autorisées.

RUN : Exécution du programme ; seules les fonctions PG lecture sont autorisées.

STOP : Le programme n'est pas exécuté ; toutes les fonctions PG sont autorisées.

MRES : Position dans laquelle un effacement général peut être effectué.

- Signalisation des états :

Certains états de l'automate sont signalés par des LEDs sur la face avant de la CPU :

- SF : Indique des défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
- BATF : Signale un défaut de pile, indiquant une pile à plat ou absente.
- DC5V : Indique la tension d'alimentation 5V, allumée en présence de tension et clignotante en cas de surcharge de courant.
- FCRE : Signale le forçage, indiquant qu'au moins une entrée ou sortie est forcée de manière permanente.
- RUN : Clignote lors du fonctionnement de la CPU, allumée en continu en mode RUN.
- STOP : Allumée en continu en mode STOP, clignote rapidement lorsqu'un effacement général est en cours.

-La carte mémoire :

Une carte mémoire peut être montée sur la CPU pour conserver le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de pile.

-La pile :

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

-Borne pour l'alimentation et la terre fonctionnelle :

Ce bloc est commun à la plupart des CPU des S7-300 et comprend différentes bornes d'alimentation ainsi que :

- Cavalier amovible pour un montage sans liaison à la terre.
- La terre.

- Caractéristiques techniques de la CPU 314 :

- Mémoire de travail : RAM 64Ko.
- Mémoire de chargement intégrée : ROM 128 Ko.
- Langage de programmation : STEP7.
- Organisation du programme : linéaire, structurée.
- temps d'exécution pour : opération sur bit : 0,3 à 0,6 micro s.
- opération sur mot : 1 micro s.
- opération de comptage /temporisation : 12micro s.
- Chien de garde (temps de cycle) : 150 ms (par défaut) et réglable de 1 à 6000 ms.
- Interface MPI.
- Vitesse de transmission : 187,5Kbit/s.

9-3- Coupleur (IM) :

Les coupleurs, éléments cruciaux des systèmes d'automatisation industrielle, assurent une liaison essentielle entre l'unité centrale et les périphériques externes comme les modules d'E/S. Ils facilitent cette communication via un bus interne codé en liaison parallèle. De plus, les coupleurs sont responsables de l'interconnexion d'un ou de plusieurs châssis au châssis principal dans le cadre de l'API S7-300. En particulier, les coupleurs IM 306/IM 361 ou IM365 offrent la possibilité de mettre en place des configurations à plusieurs châssis.[6]

9-4- Les modules de signaux :

Parmi les types disponibles, on retrouve STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/SANA, ainsi que E/STOR, qui joue un rôle essentiel dans l'ajustement des niveaux de signaux entre le processus en cours et le système S7-300.

9-4-1-Les modules de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calcul. On peut citer les modules suivants qui sont les plus couramment utilisés : [6]

- Module de comptage.
- Module de positionnement.

- Module de régulation.
- Commande numérique.
- Came électronique.

9-4-2-Le module de simulation :

Le module de simulation permet :

- La simulation des entrées grâce à des interrupteurs.
- L'affichage des sorties TOR (Tout-Ou-Rien).

9-4-3- Les modules de communication (CP) :

Facilitent l'établissement de liaisons entre l'utilisateur et la machine à l'aide d'interfaces de communication telles que :

- Les connexion point à point.
- Le réseau Profibus.
- L'Ethernet industriel.

10-Châssis d'extension (UR) :

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base de Simatic S7-300. Ils remplacent les fonctions suivantes : [6]

- Assemblage mécanique des modules.
- Distribution de la tension d'alimentation des modules.
- Acheminement du bus de fond de panier aux différents modules

Les divers châssis, tels que UR1, UR2, etc., sont disponibles pour configurer les appareils de base et les extensions. Chaque châssis est composé des éléments suivants :

- Profilé de support : Un cadre ou un support structurel qui maintient les composants de l'automate en place.
- Bus de fond de panier avec connecteur : Un bus situé à l'arrière du châssis, équipé de connecteurs pour la communication et l'alimentation entre les modules de l'automate.

- Connexion pour le conducteur de protection : Une connexion dédiée permettant de raccorder le conducteur de protection pour assurer la mise à la terre et la sécurité électrique de l'installation.

11- Fonctionnement de l'automate programmable :

Durant son fonctionnement, l'automate suit un schéma cyclique dans l'exécution de son programme. Ce schéma débute par la collecte des données d'entrée issues des capteurs pour surveiller l'état du processus, puis se conclut par l'envoi des commandes de sortie aux actionneurs.

11-1-Réception des informations sur les états du système :

Le S7-300 reçoit des informations sur l'état de processus via les capteurs reliés aux entrées, et il met à jour la mémoire image des entrées au début de chaque cycle de programme, en transférant le nouvel état des signaux d'entrée des modules vers la mémoire image des entrées ce qui permet à la CPU de connaître l'état du processus.

11-2-Système d'exploitation :

Le système d'exploitation contenu dans la CPU gère toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Voici quelques-unes de ses responsabilités : [3]

- Gestion du démarrage et du redémarrage de l'automate.
- Actualisation de la mémoire image des entrées et émission de la mémoire image des sorties.
- Appel des programmes utilisateur.
- Enregistrement et gestion des alarmes, ainsi que l'appel des blocs d'organisation (OB) d'alarme.
- Détection et traitement des erreurs.
- Gestion des zones mémoire pour le stockage de données et de variables.
- Communication avec les consoles de programmation et d'autres partenaires de communication pour la configuration, la surveillance et le dépannage de l'automate.

11-3-Exécution du programme utilisateur :

Une fois que les données d'entrée ont été acquises, le système d'exploitation est exécuté, puis la CPU commence à exécuter un programme utilisateur qui contient la liste des instructions à suivre pour faire fonctionner le processus. Il est composé essentiellement de blocs de Données de code et de blocs d'organisation.

11-4-Commande de processus :

Pour contrôler le processus, nous devons manipuler les actionneurs. Ces dispositifs reçoivent leurs instructions via le module de sortie sur S7-300. L'état de sortie est donc déterminé après que le programme utilisateur a été exécuté par l'unité centrale (CPU). Ensuite, la mémoire image des sorties est mise à jour pour transmettre au processus son nouvel état.

12-Nature des informations traitées par l'automate :

Les données traitées par l'automate peuvent être de trois types principaux : [7]

- **Tout ou Rien (T.O.R)** : Ces données ne peuvent prendre que deux états distincts, généralement représentés comme vrai/faux ou 0/1. Elles proviennent souvent de détecteurs, interrupteurs ou dispositifs similaires.

- **Analogiques** : Ces données sont continues et peuvent prendre des valeurs dans une plage définie. Elles sont généralement fournies par des capteurs mesurant des grandeurs telles que la pression ou la température.

- **Numériques** : Ces données sont représentées sous forme de mots codés en binaire ou en hexadécimal. Elles peuvent provenir d'ordinateurs, de modules intelligents ou d'autres équipements similaires.

13- Programmation de l'API S7-300 :

L'API S7-300 peut être programmée à l'aide de langages spécialisés fournis par son fabricant, tels que STEP 7 pour Siemens ou PL7 pour Schneider. Ces langages sont accessibles via différentes interfaces, comme un logiciel sur PC ou un pupitre. Par exemple, pour programmer l'API S7-300, on peut utiliser le logiciel STEP 7 ou la plate-forme Siemens TIA Portal sur Windows, qui offrent des fonctionnalités complètes pour automatiser une installation, telles que :[8]

- Configuration et paramétrage du matériel

- Paramétrage de la communication
- Programmation
- Test, mise en service et maintenance
- Documentation et archivage
- Fonctions de diagnostic et d'exploitation

Un standard a établi cinq langages correspondant aux familles de langages les plus utilisées pour la programmation des API :

- Le langage de programmation STEP 7
- Langage CONT (LD : Ladder Diagram)
- Langage LOG
- Langage LIST (IL : Instruction Liste)
- Le GRAFCET (S7-GRAPH)

Les blocs du programme utilisateur sont essentiels pour structurer efficacement le processus à automatiser. Ils permettent de subdiviser le programme utilisateur en différentes tâches autonomes, offrant ainsi plusieurs avantages avec le logiciel STEP 7 :

- Écriture de programmes clairs et modulaires
- Standardisation de certaines parties du programme
- Simplification de l'organisation globale du programme
- Facilité de modification du programme
- Simplification des tests, car le programme peut être exécuté section par section
- Facilitation de la mise en service

13-1- Bloc d'organisation (OB) :

Un bloc d'organisation (OB) est appelé cycliquement par le système d'exploitation et agit comme une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation de l'automate. Dans cet OB, le dispositif de commande est informé par des commandes d'appel de blocs des blocs de programme qu'il doit traiter, et il gère les opérations suivantes :

- Initialisation au démarrage de l'automate.
- Exécution cyclique du programme.

- Gestion des alarmes du processus par le programme.
- Gestion des erreurs.

13-2- Bloc fonctionnel (FB) :

Les blocs de fonction contiennent des sous-programmes qui sont toujours exécutés quand un bloc de fonction est appelé par un autre bloc de code.

Les blocs de fonction sont des blocs de code qui stockent leurs valeurs dans des instances DB, ceci afin que ces valeurs soient disponibles même après que le bloc a été traité. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélérateur...).

13-3- Fonction (FC) :

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

Les fonctions, éléments essentiels du programme utilisateur, ne possèdent pas de mémoire propre. Les variables temporaires qu'elles utilisent sont stockées dans la pile des données locales, et ces données sont effacées une fois que la fonction est terminée. Toutefois, les fonctions peuvent accéder à des blocs de données globaux pour sauvegarder des informations.

Chaque fonction contient un programme spécifique qui s'exécute lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elles sont utilisées pour :

- Retourner une valeur au bloc appelant, comme dans le cas des fonctions mathématiques.
- Exécuter des opérations technologiques spécifiques.

13-4- Bloc de données (DB) :

Les blocs de données servent à stocker les informations requises pour le traitement du programme. Il y a deux catégories de blocs de données :

- Blocs d'instances.
- Blocs de données globaux.

13-5- Editeur mnémoniques :

L'éditeur de mnémoniques nous offre la possibilité de gérer toutes les variables globales. Voici les fonctionnalités disponibles :

- Définition de désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), les mémentos et les blocs.
- Fonctions de tri pour organiser les variables.
- Importation/exportation avec d'autres programmes Windows pour faciliter le partage et la compatibilité.

La table mnémotique résultante est accessible à toutes les applications. Ainsi, toute modification apportée à l'un des paramètres d'une mnémotique est automatiquement reconnue par toutes les applications.

14-Les capteurs :

Un capteur est un appareil conçu pour convertir les variations d'une grandeur physique en un signal exploitable. En d'autre terme, les capteurs prélèvent une information sur la partie opérative et la transforme en une information utilisable par la partie commande, généralement sous forme électrique.

L'information délivrée par un capteur peut être logique (deux états 1 ou 0), numérique (valeur discrète) ou analogique. [9]

14-1-Principales caractéristiques des capteurs :

- l'étendue de la mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que le capteur peut détecter.
- La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.
- La précision : c'est l'aptitude d'un capteur à répéter une information sur une mesurande (position, vitesse,...etc.). Quand les mêmes conditions sont réunies.

14-2-Capteur mécanique ou interrupteur de position :

Un interrupteur de fin de course est un dispositif mécanique qui nécessite le contact physique d'un objet avec l'actionneur de l'interrupteur pour faire changer l'état du contact (ouvert/fermé), Lorsque l'objet ou la cible entre en contact avec l'opérateur de l'interrupteur, il finit par déplacer l'actionneur jusqu'à la limite où les contacts changent d'état (figure : I.6). [10]

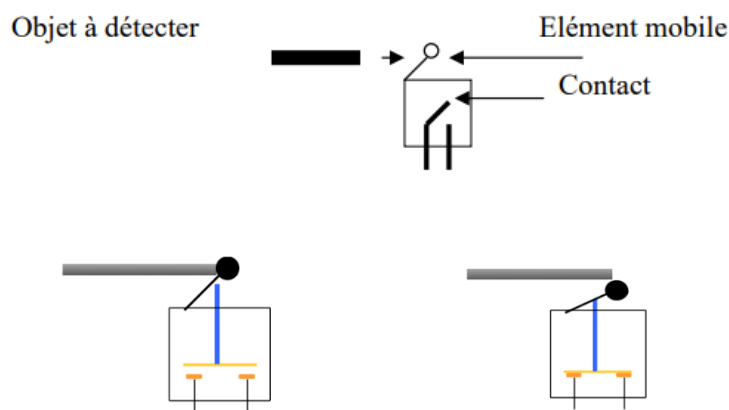


Figure.1.9 : Le schéma de principe d'un capteur de position

14-3-Capteur photoélectrique :

Un capteur photoélectrique est un dispositif qui permet de repérer une cible, qu'il s'agisse d'un objet ou d'une personne, en utilisant un faisceau lumineux. Les détecteurs photoélectriques sont principalement constitués d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible

Lorsque l'objet entre dans le faisceau lumineux, il modifie la quantité de lumière reçue par le récepteur, déclenchant ainsi un changement d'état de la sortie pour indiquer la détection.

Trois systèmes de base sont proposés pour la détection des différents objets selon l'application désirée : [11]

1-Système barrage :

Caractéristiques du système barrage : 2 boîtiers, Portée : 30m, Ne détecte pas les objets transparents.

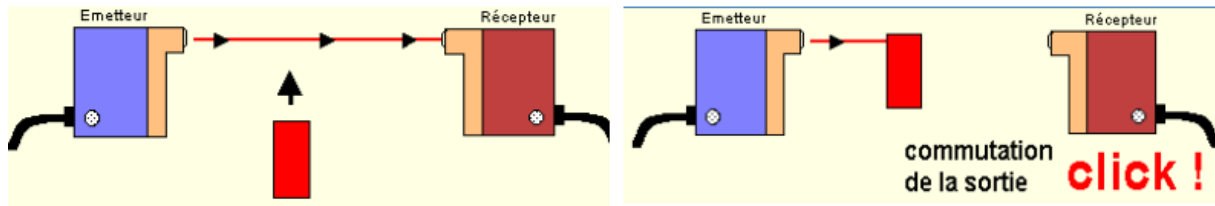


Figure.1.10 : Système barrage

2- Système reflex :

Caractéristiques du système reflex : 1 boîtier, Portée : 15m, Ne détecte pas les objets transparents et réfléchissants.

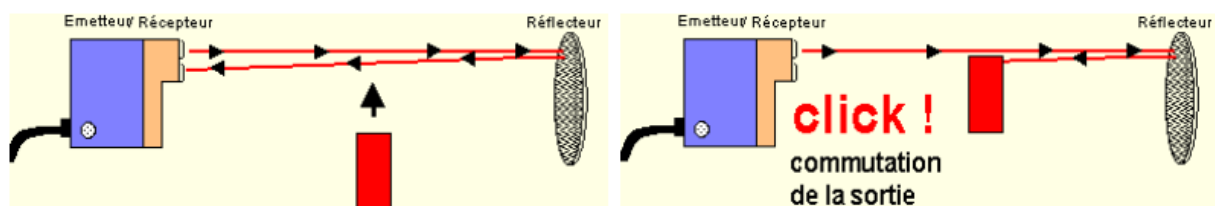


Figure.1.11 : Système reflex

3- Système proximité :

Caractéristiques du système de proximité : 1 boîtier, Portée : dépend de la couleur de l'objet (clair mieux détecté), Pas les objets transparents.

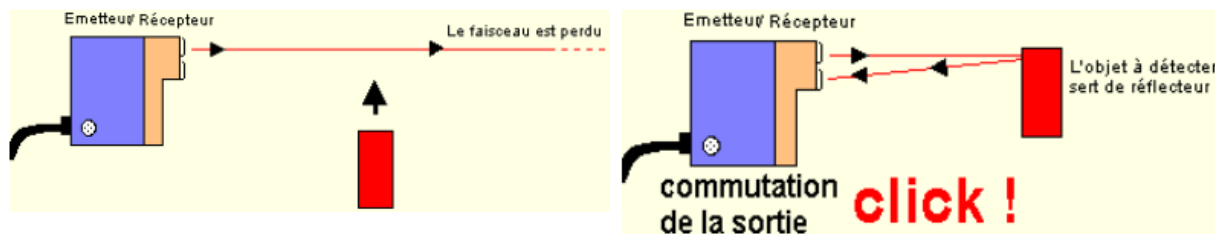


Figure.1.12 : Système proximité

14-4- Capteur de proximité inductif :

Un capteur de proximité inductif est un dispositif utilisé pour détecter la présence d'objets métalliques sans contact direct. Il fonctionne grâce à un champ électromagnétique généré par une bobine interne. Lorsqu'un objet métallique s'approche du capteur, il modifie ce champ électromagnétique, ce qui entraîne une variation de l'impédance de la bobine. Cette variation est ensuite détectée par le capteur, qui envoie un signal pour indiquer la présence de l'objet.

14-5-Le choix des capteurs :

Le choix des capteurs est conditionné par plusieurs facteurs : [11]

- la nature de l'objet à détecter (solide, liquide, gazeux, métallique ou non)
- la possibilité de contact avec l'objet
- la distance et la masse de l'objet
- l'espace d'intégration de détecteur dans la machine
- les facteurs environnementaux (température, l'humidité, poussière)
- la source d'alimentation alternative ou continue
- le type de signal de sortie statique ou électromagnétique

15-Les actionneurs

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

15-1-Les vérins :

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression ou l'énergie électrique en énergie mécanique (mouvement avec effort) Ils peuvent soulever, pousser, tirer, tourner, percuter, abloquer.... On les distingue par le fluide de travail (vérins hydrauliques, vérins pneumatiques), par leur action (simple action ou simple effet, double action ou double effet, rotatif).En milieu industriel les énergies les plus souvent utilisées sont l'énergie pneumatique et l'énergie hydraulique.[12]

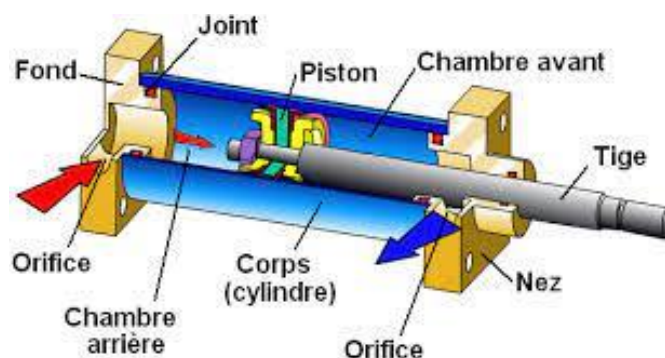


Figure.1.13 : Vue en coupe d'un vérin pneumatique

15-1-1-Vérin simple effet :

L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression généralement dans la chambre arrière. Lorsque l'on cesse d'alimenter en pression cette chambre, le retour s'effectue sous l'action d'un ressort situé dans la chambre opposée.

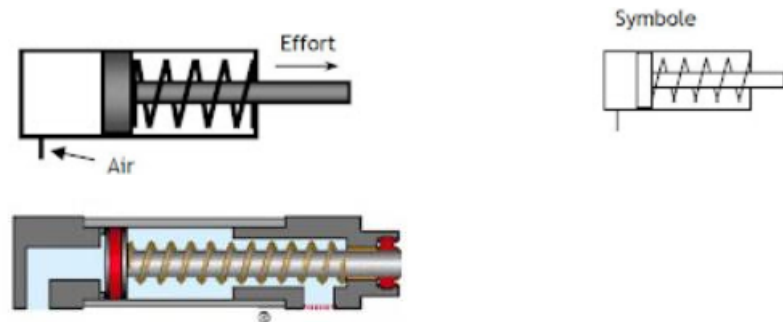


Figure.1.14 : Vérin simple effet classique à ressort de rappel

15-1-2-Vérin double effet :

L'ensemble tige + piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression. Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière le piston se déplace vers l'avant, celui-ci pousse l'air de la chambre avant. Lors de l'alimentation en pression de la chambre avant le piston se déplace vers l'arrière, celui-ci pousse l'air de la chambre arrière.

L'air de la chambre doit pouvoir être évacué par l'échappement afin de ne pas s'opposer au déplacement du piston. Dans un vérin double effet les chambres se trouvent donc alternativement mises à la pression et à l'échappement.

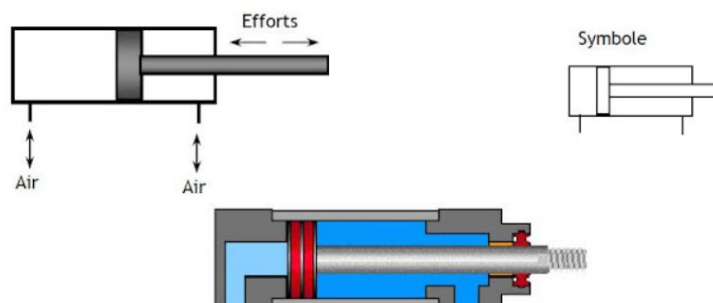


Figure.1.15: Vérin double effet classique

15-1-3-Vérin rotatif :

Ce type de vérin permet de transformer un mouvement de translation en un mouvement de rotation par un système de crémaillère et de roue dentée. L'angle de rotation peut varier entre 90 et 360°. [12]

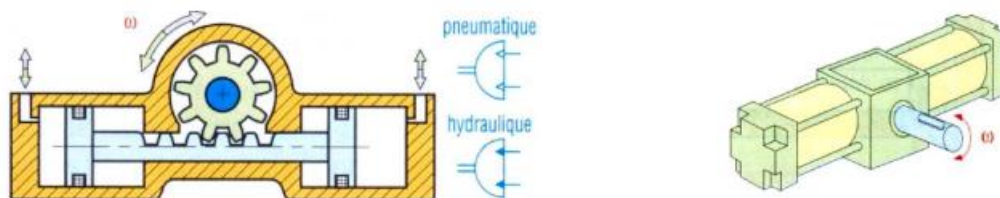


Figure.1.16 : Vérin rotatif classique

15-1-4-Le calcul des efforts de poussée et de rentrée du vérin :

Pour le calcul des efforts de poussée et de rentrée du vérin, on choisit d'utiliser un vérin avec un piston de diamètre (D) mm et une tige de diamètre (d) mm sous une pression (p) en bar.[13]

1er cas - Calcul d'effort d'un vérin poussant une charge :

$$L'effort exerce : F_p = \frac{\pi * D^2 * P * \eta}{4} \text{ newtons}$$

2ème cas - Calcul d'effort d'un vérin double effet tirant une charge :

Dans ce cas, la pression ne s'exerce plus sur la totalité du diamètre du piston mais sur une surface égale à la section du piston moins la section de la tige.

$$L'effort exerce : F_t = \frac{\pi * (D^2 - d^2) * P * \eta}{4} \text{ newtons}$$

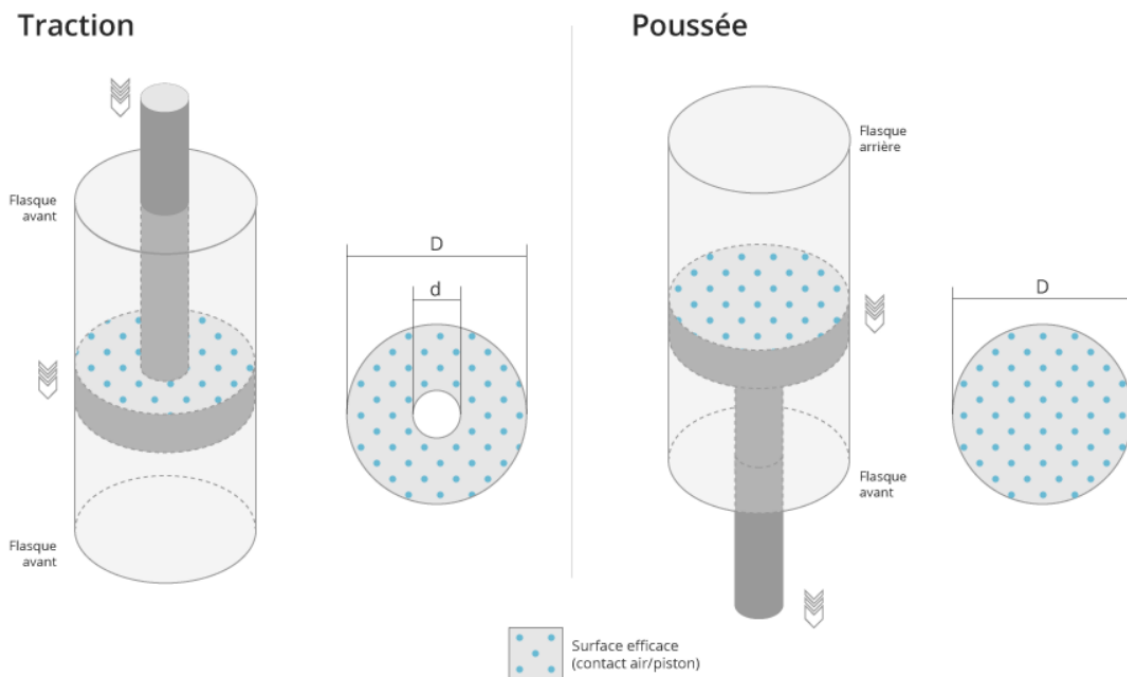


Figure.1.17 : Surface d'application de la force

15-2-Le moteur électrique :

Un moteur électrique est un dispositif qui convertit l'énergie électrique en énergie cinétique, produisant ainsi un mouvement rotatif.

15-2-1-Les moteurs asynchrones triphasés :

Les moteurs asynchrones triphasés sont les plus utilisés dans l'industrie à cause de leurs simplicités de construction, leur robustesse ainsi que leur coût d'entretien qui est relativement faible par rapport aux autres types de moteurs.

Il est constitué d'une partie fixe le stator, logé dans une carcasse en acier trois enroulements ou bobinage sont raccordés à une plaque à borne permettant le branchement sur le réseau d'alimentation en tension triphasé selon le réseau d'alimentation, ces enroulements peuvent être couplés en étoile (Y) ou en triangle (Δ). Et d'une partie mobile, le rotor qui permet de mettre en rotation la charge mécanique.

A- Démarrage direct du moteur asynchrone à un seul sens de rotation :

Une fois que le sectionneur Q est fermé, l'appui sur le bouton-poussoir (S1) excite la bobine du contacteur Km. Cette excitation permet à la bobine du contacteur Km de s'autoalimenter grâce au contact auxiliaire de Km. [14]

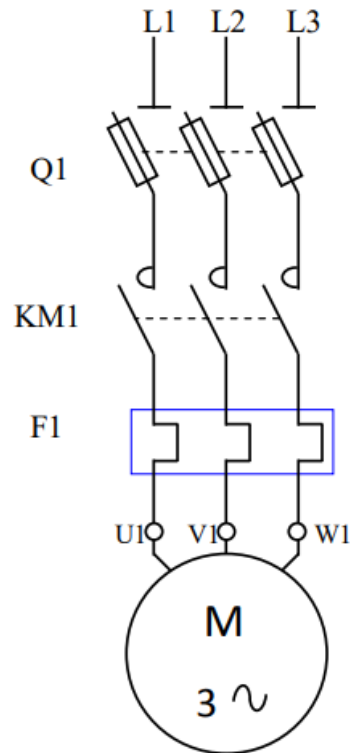
A-1- circuit de puissance :

Figure.1.18 : Circuit de puissance d'un moteur asynchrone à un seul sens de rotation

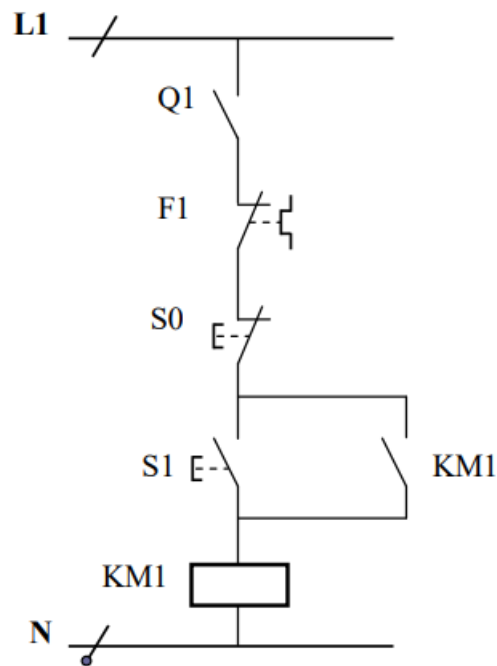
A-2- circuit de commande :

Figure.1.19 : Circuit commande d'un moteur asynchrone à un seul sens de rotation

B- démarrage direct des moteurs asynchrone à deux sens de rotation :

En appuyant sur S1, la bobine du contacteur KM1 est excitée, ce qui lui permet de s'autoalimenter. Après l'arrêt du premier sens de rotation, en appuyant sur S2, la bobine de KM2 est excitée, déclenchant ainsi le deuxième sens de rotation. Un mécanisme de verrouillage entre les deux sens de rotation garantit la sécurité.[14]

B-1-circuit de puissance :

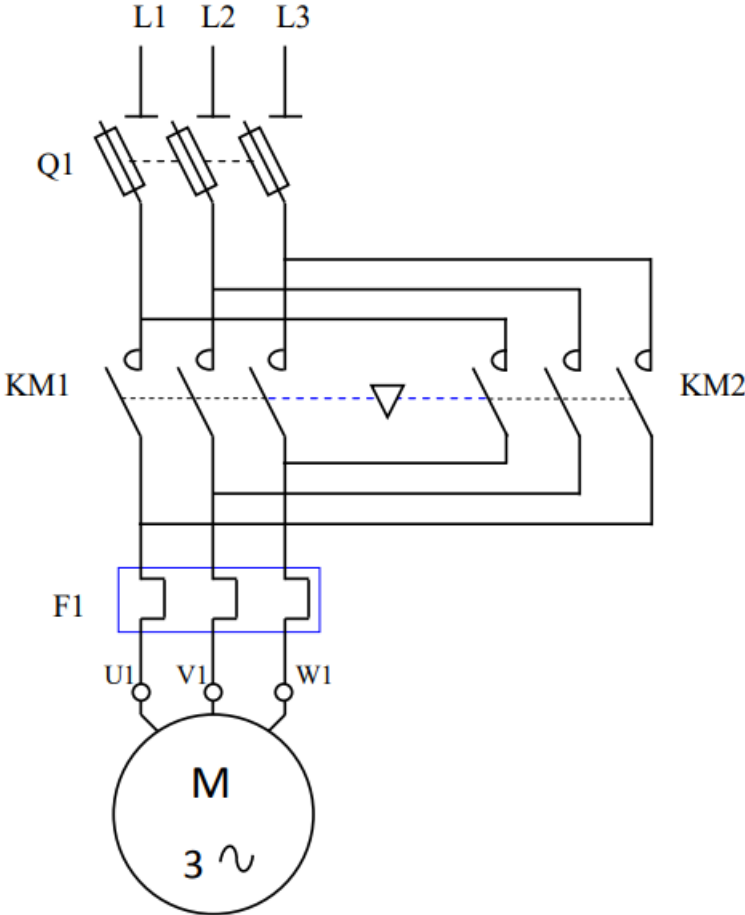


Figure.1.20 : Circuit de puissance des moteurs asynchrone à deux sens de rotation

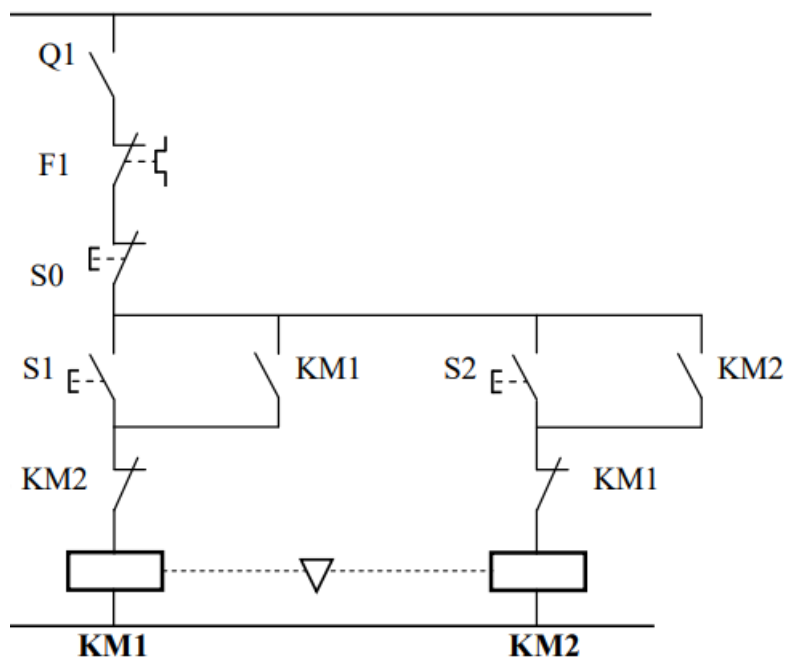
B-2- circuit de commande :

Figure.1.21 : Circuit de commande des moteurs asynchrone à deux sens de rotation

Le sectionneur :

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation. L'objectif est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique. [14]

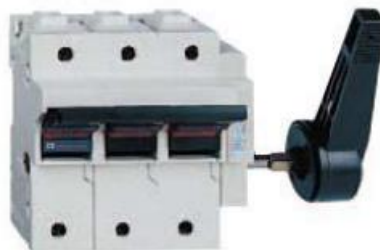


Figure.1.22 : Le sectionneur

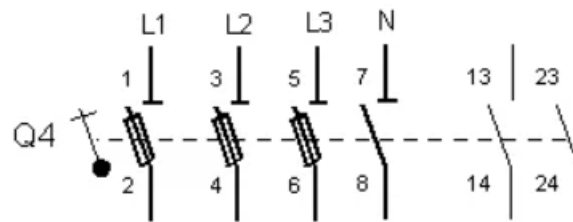


Figure.1.23 : Symboles en circuit de puissance et en circuit de commande

Le contacteur :

Permet d'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable

Le relais thermique :

Les relais thermiques protègent les moteurs électriques contre les surintensités. L'augmentation excessive de l'intensité se traduit par un échauffement des enroulements du moteur pouvant entraîner sa destruction. [14]

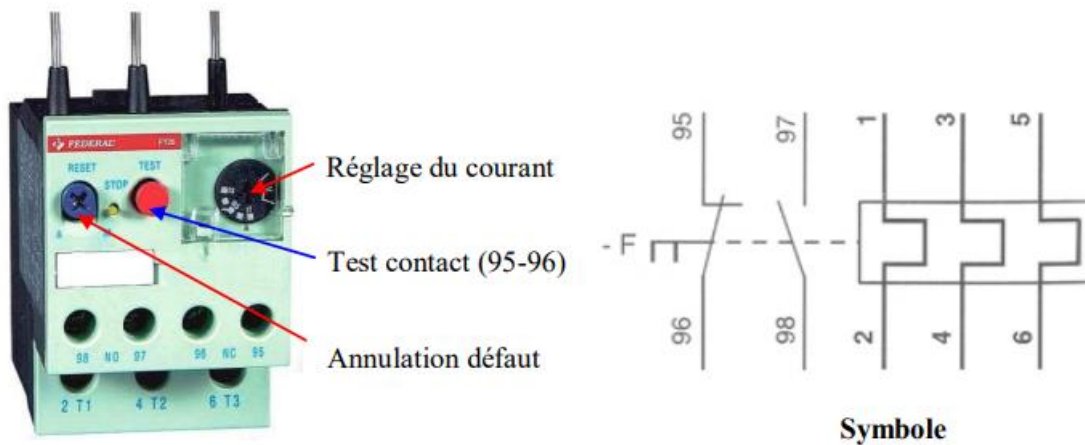


Figure.1.24: Le relais thermique

15-2-2-Moteur à courant continue :

La machine à courant continu est constituée :

D'un stator qui génère un flux magnétique constant, que ce soit grâce à des enroulements statoriques (bobinage) ou à des aimants permanents. On le nomme également « inducteur ».

D'un rotor bobiné relié à un collecteur rotatif pour assurer une connexion électrique avec le rotor. Au moins une fois par tour, le collecteur inverse la polarité de chaque enroulement rotorique afin de faire circuler un flux magnétique qui interagit avec le flux statorique. On appelle également les enroulements rotoriques « induits ».[15]

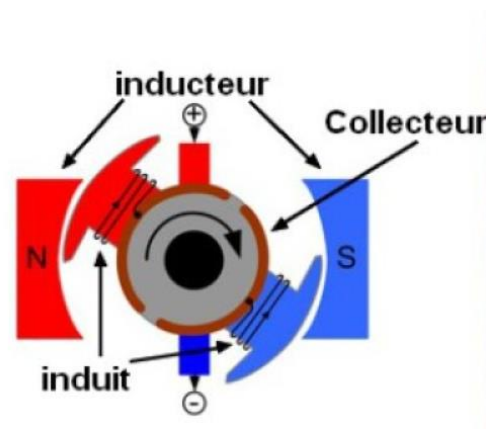


Figure.1.25 : Schéma d'un moteur a courant continue

15-2-3-Moteur hydraulique :

Un moteur hydraulique est un récepteur qui transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique. Ils peuvent être installés sur différents équipements, machines, outils pour fournir un entraînement rotatif.

Le flux hydraulique provenant de la pompe est dirigé à l'intérieur du moteur et entraîne des engrenages, des pistons, des palettes ou des vis selon la gamme des moteurs utilisés. Le débit entraîne la rotation des pièces internes du moteur et génère une rotation. [16]

Remarque :

Pour inverser le sens de rotation il suffit d'inverser l'alimentation avec le retour au réservoir.

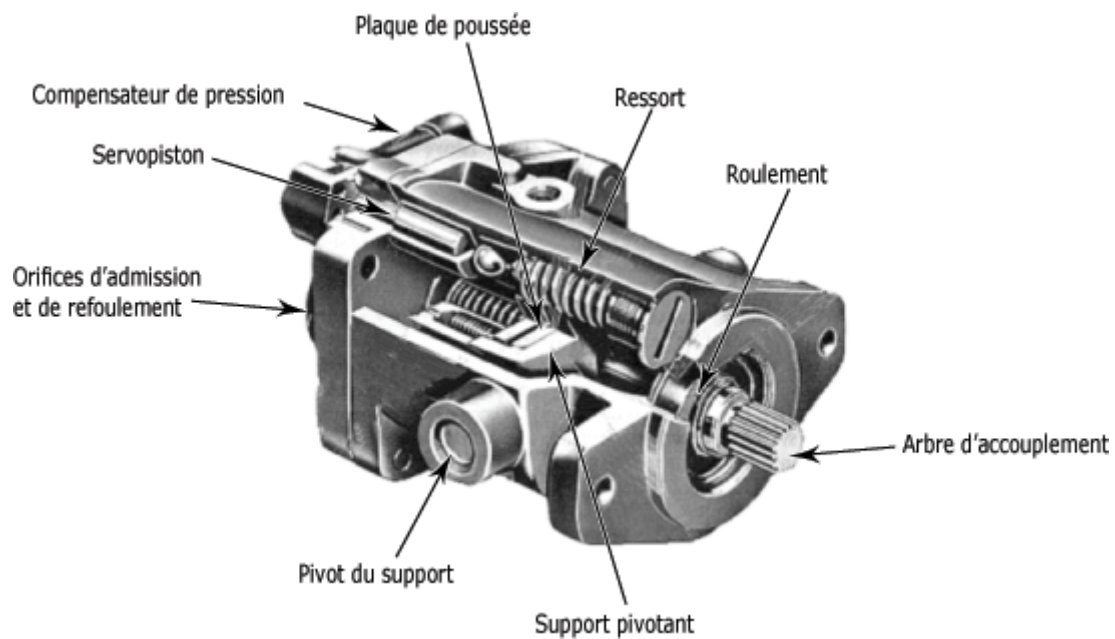


Figure.1.26: Vue en coupe d'un moteur hydraulique.

16-Les pré-actionneurs :

Un pré-actionneur est un composant chargé de distribuer l'énergie disponible aux actionneurs selon les instructions de la partie commande. Le choix du pré-actionneur est déterminé par le type d'énergie à distribuer. Il existe deux catégories principales de pré-actionneur :

16-1-Les distributeurs :

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer l'air sous pression ou un fluide aux différents orifices des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques.

Il est constitué d'une partie fixe (le corps) et d'une partie mobile (le tiroir) qui peut se déplacer à l'intérieur de la partie fixe selon un ordre direct (manuelle) ou indirecte (provenant de la PC). Le tiroir est doté de conduites permettant le passage de l'air ou le fluide entre les différents orifices de la partie fixe. [17]

16-2-Les contacteurs :

Un contacteur est un relais électromagnétique particulier, pouvant commuter de fortes puissances grâce à un dispositif de coupure d'arc électrique. Sa commande peut être continue ou alternative. Il se compose d'une bobine qui est l'organe de commande, des contacts principaux et des contacts auxiliaires. [18]



Figure.1.27: Un contacteur

17-Le circuit hydraulique, pneumatique de la machine :

17-1-Tuyauteries

Elles permettent la jonction et la conduction d'huile ou de pression de différents appareils de circuit.

17-2- Le clapet anti-retour :

Le clapet anti-retour est un dispositif conçu pour permettre le passage du fluide dans une seule direction, de A vers B, tout en empêchant son retour dans le sens opposé. Cela garantit le contrôle unidirectionnel du flux de fluide.



Figure.1.28: Clapet anti-retour

17-3-Régulateurs de flux variable unidirectionnel :

Ce composant est destiné à régler le débit d'air, il est unidirectionnel, il doit assurer le freinage du débit dans un sens (gauche droit) et le plein passage dans l'autre sens (droit

gauche). Le clapet anti retour obstrue le passage dans l'autre sens (gauche droite) et l'obliger de passe par l'étrangleur.

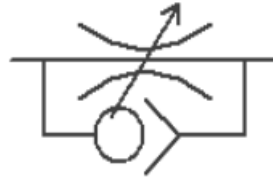


Figure.1.29 : Régulateur de flux variable unidirectionnel

18-Discussion :

A partir de l'étude ci-dessus, nous pouvons affirmer que les API, les capteurs, les actionneurs et les distributeurs sont des éléments fondamentaux dans la construction de systèmes automatisés. Les API facilitent la communication et l'intégration entre les divers composants, tandis que les capteurs fournissent les données nécessaires pour prendre des décisions informées, et les actionneurs permettent de mettre en œuvre ces décisions dans le monde réel.

Chapitre 2

1-Préambule

La presse transfert de type (630 2MR-TR3) est une machine entièrement automatique utilisée pour l'emboutissage des tôles destiné aux cuisinières. Cette machine, équipée d'un séquenceur S5 de Siemens, a été commandée par l'ENIEM et fabriquée par l'entreprise MONZONI en Italie dans le but de moderniser les équipements de la production.

Depuis sa mise en service en 1991, elle occupe une place centrale dans l'unité cuisson, permettant d'améliorer la quantité des produits finaux. Elle utilise des bandes de tôle de faible épaisseur 2mm, d'un mètre de largeur maximum, enroulées sous forme de bobines. Les pièces usinées sont prêtes à être montées dès leur sortie de la presse.

2-Description de la machine :

Les parties essentielles de la presse transfert sont représentées sur le schéma bloc de la figure.

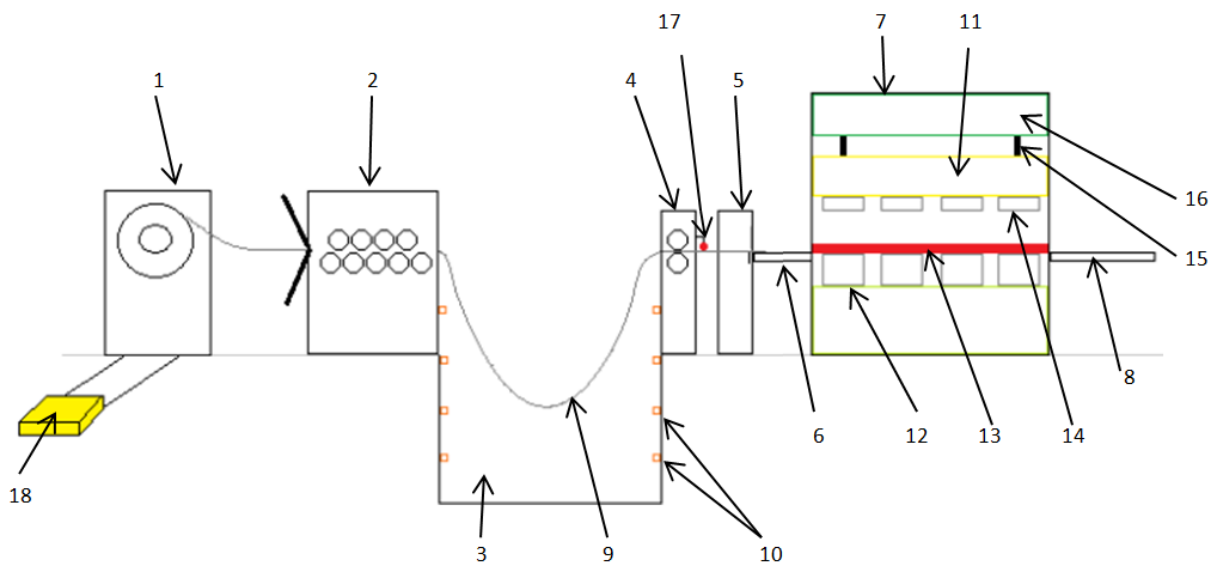


Figure.2.1 : Schéma synoptique de la machine

- 1- Le dérouleur.
- 2- Le redresseur.
- 3- La fosse.
- 4- Le système d'aménage.
- 5- La cisaille.
- 6- La table d'aménage.
- 7- La presse.
- 8- Le tapis d'évacuation.

- 9- La bobine.
- 10- Les capteurs photocellules de la fosse.
- 11- Le coulisseau.
- 12- La partie inférieure des outils (les 4 tables portes outils).
- 13- Les deux barres portes pinces.
- 14- La partie supérieure des outils.
- 15- Le système bielle et l'excentrique.
- 16- L'ensemble moteur principal, volant d'inertie et réducteur.
- 17- L'encodeur.
- 18- chariot

2-1-Bloc 1 groupe dérouleur :

Ce dispositif est utilisé pour dérouler la tôle tout au long du processus de travail.

2-1-1-Chargeur (chariot mobile) :

Il est fabriqué en acier et comporte une benne sur laquelle l'opérateur dépose le rouleau de tôle (bobine), la benne est soutenue par un vérin hydraulique qui lui permet de se déplacer verticalement. Un moteur hydraulique permet au chariot de se déplacer longitudinalement sur des rails.

Un capteur de fin de course mécanique est installé au début des rails.



Figure.2.2 : Chariot mobile

2-1-2-Mandrin (mâchoire) :

Ce mécanisme est constitué de trois dents qui se déploient à l'aide d'un vérin hydraulique pour maintenir fermement la bobine en place. Le dérouleur contient deux mandrins mâchoires. Sur le deuxième est chargée une bobine en stand-by.



Figure.2.3 : Les mandrins mâchoires

2-1-3-Rouleau presseur :

Équipé d'une roue alimentée par un moteur asynchrone triphasé. Ce dispositif assure la rotation de la bobine, permettant ainsi l'introduction de la tôle dans le redresseur au début de processus. Une fois cette étape terminée, le rouleau presseur retourne à sa position initiale à l'aide d'un VDE installé sur son bras.



Figure.2.4 : Rouleau presseur

2-1-4-Groupe frein:

Il est de type pneumatique mono disque, refroidi, à bas moment d'inertie. Il sert à réduire la vitesse de roulement de la bobine pendant la phase de chargement.

2-1-5-Centrale hydraulique :

Ce système hydraulique est équipé d'un moteur électrique qui fait fonctionner une pompe. Un réservoir d'huile, un régulateur de pression pour maintenir la pression de système, un

manomètre qui mesure sa valeur. Deux filtres sont intégrés pour assurer la propreté de l'huile, un refroidisseur pour évacuer la chaleur générée par le fonctionnement du système.

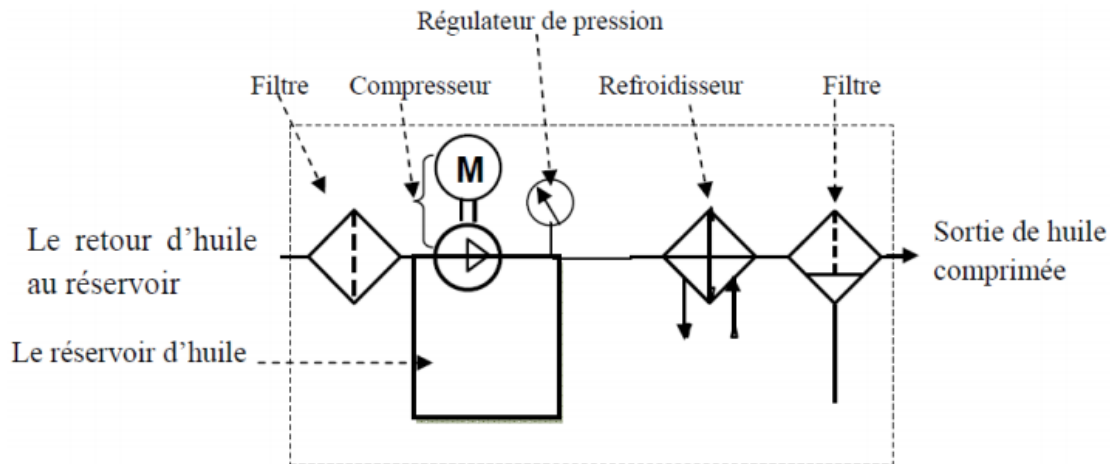


Figure.2.5 : La centrale hydraulique

Le dérouleur est composé de sept distributeurs qui alimentent les vérins et les moteurs

Hydrauliques suivants :

- Le moteur hydraulique qui assure la translation de la Ve.
- Les deux vérins assurant le mouvement vertical de la Ve.
- Le moteur hydraulique qui assure la rotation des mandrins.
- Le VDE du blocage de la rotation des mandrins.
- Les vérins de chaque expansion (mâchoire).
- Le vérin du rouleau presseur.

Quatre capteurs de fin de course mécanique sont installés, deux pour la détection de la position des expansions et les deux autres pour détecter la position du vérin de blocage.

2-2-Bloc 2 groupe redresseur :

Ce dispositif est utilisé pour corriger les petites déformations de la tôle, comprenant un introducteur et un redresseur.

2-2-1-L'introducteur :

Il est constitué d'une glissière, la glissière possède deux plaques :

- **Plaque inférieure :**

Elle est entraînée par un VDE hydraulique, elle se positionne de manière à recevoir la tôle. Elle se termine par une lame, qui translate sous l'effet d'un VDE pour dessaisir la tôle.

- **Plaque supérieure :**

Elle contient deux roues, elle se positionne sur la plaque inférieure pour faciliter l'introduction de la tôle dans le redresseur.

2-2-2-Le redresseur

Il est constitué de deux rouleaux d'entraînement motorisés, et sept rouleaux de redressage contre-roulé à leur tour. Un moteur à courant continu et un variateur de vitesse sont utilisés pour contrôler les rouleaux tendeur et redresseur.

Il est possible d'examiner la partie supérieure du redresseur afin de vérifier l'état des rouleaux.



Figure.2.6 : Le redresseur

2-3- Bloc 3 la fosse

La machine a été développée pour assurer un fonctionnement automatique fiable et pratique à une vitesse de production élevée. Ainsi, une fosse est installée entre le redresseur et le groupe aménage, contenant de la tôle sous forme d'un arc.

Deux plans basculant aux extrémités, qui seront placés horizontalement à chaque début d'armement de la chaîne grâce à deux VDE

Lorsque la tôle atteint la table d'aménage les deux plans basculant reprennent leur position initiale, ce qui entraîne une flexion de la tôle vers le bas, créant ainsi un arc. Grâce à cette méthode, il est possible d'éviter la déformation et le cisaillement de la tôle.

2-4-Bloc 4 groupe aménage :

Ce dispositif est placé en amont de la cisaille et il est constitué de deux rouleaux superposés entraînés par un moteur à courant continu. Il est aussi muni d'un système de mesure de pas composé d'un encodeur, d'une roue d'appui et d'un capteur mécanique de fin de course pour indiquer la position de la roue. Le freinage des rouleaux est réalisé par un système pneumatique.

2-5-Bloc 5 groupe cisaille :

Il est composé de deux vérins hydrauliques alimentés par un même distributeur, de trois amortisseurs pour prévenir le retour brusque de la lame, et de deux capteurs de fins de course magnétiques pour indiquer la position haute et la position basse de la lame.

Le groupe est équipé d'un circuit hydraulique comprenant une pompe entraînée par un moteur électrique triphasé qui comprime l'huile dans le réservoir. Un ballon d'azote est placé pour compenser le manque de pression dans le réservoir afin de garantir la pression requise.

Les caractéristiques du groupe cisaille sont :

- Largeur bande maxi 1.000 mm
- Epaisseur bande maxi 2 mm
- Effort de cisaille maxi 7400 kg environ.
- Pression d'exercice max 120 bar.
- Coup à la minute : n.20.

2-6-Table d'aménage

Ses six courroies sont disposées longitudinalement et sont actionnées par un moteur triphasé à un seul sens. Elle se trouve à l'extrémité de la cisaille afin de transporter les pièces coupées entièrement. Un capteur photoélectriques est installé à l'extrémité de la table d'aménage pour repérer la présence de la pièce.

2-7-Bloc 6 la presse :

C'est la partie la plus essentielle de la machine, composée d'une partie supérieure et d'une partie inférieure.

2-7-1-La partie supérieure :

2-7-1-1 Le moteur principal :

Il s'agit d'un moteur à courant continu capable de maintenir un couple constant à puissance variable. Il est utilisé pour entraîner un volant d'inertie à l'aide d'une courroie. Les réglages de vitesse peuvent être effectués à l'aide d'un potentiomètre. La vitesse lente pour la mise en point des outils, ou une vitesse de production plus élevée.

2-7-1-2-Le volant d'inertie : Il est conçu de manière à pouvoir développer la puissance nominale de la presse 15 coups par minute avec un degré de ralentissement de 0.15.

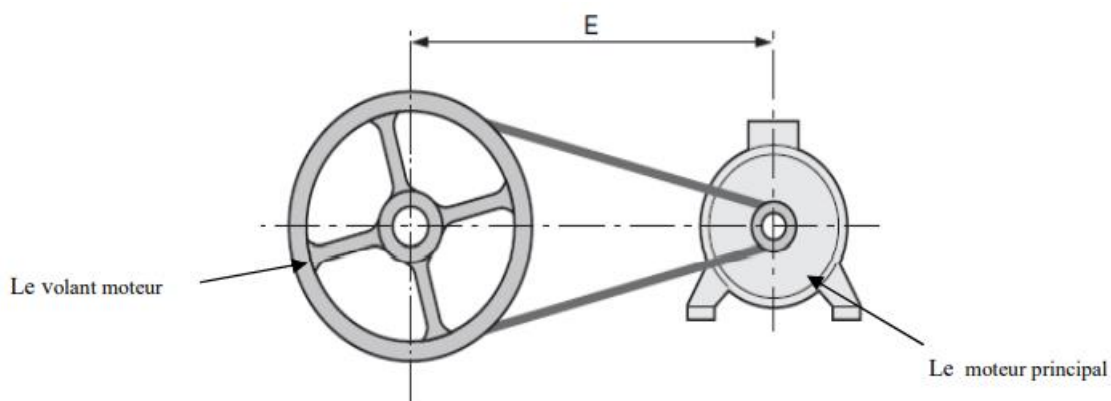


Figure.2.7 : Moteur principale et volant d'inertie.

2-7-1-3-Le groupe excentrique :

Dans ce système, un excentrique est intégré directement à l'engrenage lent et il est soutenu par un pivot fixe au centre. Une bielle équipée de coussinet en bronze est montée sur l'excentrique et tourne autour de lui.

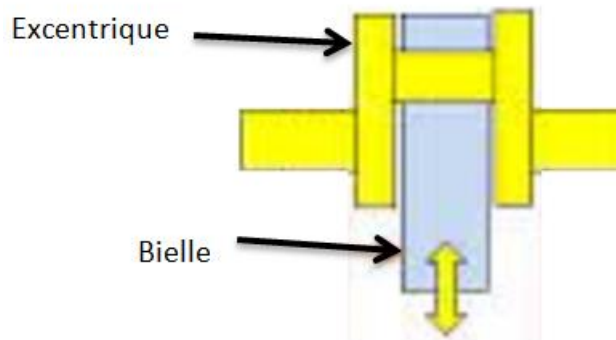


Figure.2.8 : Système bielle excentrique

2-7-1-4-Le groupe frein embrayage :

Il s'agit d'un disque refroidi, a bas moment d'inertie, il transmet le mouvement à d'autres parties de la presse.

2-7-1-5-Le coulisseau :

C'est un bloc qui se déplace verticalement le long des guide de la presse. Le réglage du coulisseau est réalisé à l'aide d'un mécanisme à vis sans fin. Ce mécanisme comporte une roue hélicoïdale qui est actionnée par un moteur triphasé auto-freinant. La valeur de réglage est affichée sur un cadran pour une visualisation facile. Il comporte quatre emplacements pour la fixation de la partie supérieure des outils qui permettent de donner les formes voulues aux tôles. Chaque emplacement est doté d'un moteur asynchrone triphasé a deux sens de rotation, qui permet de régler individuellement chaque outils.

La fixation des outils est effectuée par des vérins hydrauliques rotatifs avec partie terminale à T.

Des cylindre hydraulique sont utilisé pour équilibré le poids du coulisseau et la partie supérieure des outils. Cette fonction est cruciale pour garantir un mouvement doux et régulier.

La pression d'équilibrage est réglable en fonction de la vitesse par des régulateurs à décharges automatiques connectés à un grand réservoir de compensation qui maintient la pression pratiquement constante le long de la course.

2-7-1-6-Les barres portes pincette :

C'est des barres fabriquées en aluminium placées en parallèle et fixées à l'aide de deux vérins chacune. Elle sert à déplacer les pincettes porte pièce d'un outil a un autre.

2-7-1-7-Écran de protection :

C'est une barrière physique utilisée pour protéger les travailleurs contre les dangers. Composé d'un châssis recouvert d'un matériau transparent et résistant aux chocs. Il se déplace verticalement grâce à des vérins pneumatique contrôlés par un bouton approprié.

Le bon fonctionnement de la presse est conditionné par la position de l'écran, qui doit être ferme. Cette condition est vérifiée par un capteur de fin de course.

2-7-1-8-Réservoir de compensation :

La presse est équipée de quatre réservoirs d'air comprimé, situés des deux côtés de la machine. Ces réservoirs sont utilisés pour compenser le manque de pression.

2-7-2-Le transfert :

Le transfert fonctionne de manière entièrement mécanique, avec un mouvement sur les trois axes. Ce mouvement est extrait directement de l'arbre principale de la presse. Chaque axe est contrôlé individuellement par une came mariée associée à des rouleaux toujours en prise. Le principe est de transporter des pièces cisailées de la table d'aménagement vers les différents outils de la presse, à l'aide des barres porte pincettes.

Les pincettes sont équipées d'un capteur électromagnétique qui détecte la présence de la pièce, déclenchant ainsi un petit vérin pneumatique pour saisir la pièce pendant son déplacement.

Le déplacement avant-arrière des barres est réalisé grâce à un système mécanique bielle excentrique alimenté par le volant d'inertie. En translation avant, les barres doivent être fermées pour maintenir la pièce en position, et en position haute pour son déplacement. En revanche, pour la translation arrière, c'est l'inverse, les barres doivent être ouvertes et en position basse.

2-7-3-La partie inferieure :

La partie inferieure est équipée d'une table en acier, avec des rainures pour le fixage des outils et des trous pour les goupilles d'éjection. Des logements sont prévue dans la table pour les plaques d'arrêt des goupilles d'éjection. Maintenu en place avec 6 vérins hydrauliques rotatifs fixes au bâti de la presse. Les glissières d'évacuation des déchets sont inclinées de 45° pour faciliter l'introduction des déchets dans le dispositif d'évacuation.

2-7-4-La table d'évacuation de pièces :

Elle est munie d'un moteur triphasé qui entraîne la rotation d'un tapis roulant afin de débarrasser les pièces usinées. Il est commandé par un compteur qui repère le nombre de cycles complets des barres. Après avoir atteint ce nombre, le capteur photoélectrique placé à l'extrémité du tapis détecte que les pièces ont été évacuées par l'opérateur.

2-7-5-Tapis d'évacuation de déchets :

Il comprend deux tapis, un à l'avant et un à l'arrière de la presse. Ils sont situés en dessous du niveau du sol et connectés à des glissières en tôle fixées sur l'outil par l'outilleur. Les tapis s'étendent sur toute la longueur de la presse, avec une section finale remontant jusqu'à un mètre au-dessus du sol pour permettre la collecte des pièces dans des caissons.

2-8-Les pièces réalisées par la presse transfert :

N°	Désignation des pièces	Dimension brute des pièces en mm
01	Façade Carcasse	0.7 x 747 x 621
02	Coté Carcasse	0.7 x 595 x 550
03	Fond Carcasse	0.7 x 610 x 570
04	Postérieur Carcasse	0.7 x 778 x 650
05	Ciel Carcasse	0.7 x 555 x 530
06	Fond Four Gaz	0.7 x 555 x 500
07	Paroi Latéral	0.7 x 770 x 550
08	Protection Postérieur 64	0.5 x 680 x 600
09	Protection Postérieur 82	0.5 x 690 x 600
10	Contre Porte 64	0.8 x 650 x 540
11	Contre Porte 82	0.8 x 575 x 540
12	Socle du Four	0.9 x 490 x 620
13	Lèche Frite	0.6 x 490 x 460
14	Porte loge bouteille	0.7 x 540 x 460

Tableau.2.1 : Les pièces réalisées par la presse transfert

3-Les différents vérins de la presse Transfert :

6. Bloc dérouleur :

Nature du vérin	La fonction assurée
Double effet hydraulique	-Le vérin assurant le mouvement vertical de la benne -les vérins des mandrins (mâchoires) -Le vérin du rouleau presseur

Tableau.2.2 : Les vérins du bloc dérouleur

7. Bloc redresseur :

Nature du vérin	La fonction assurée
Double effet hydraulique	- Le vérin de déplacement de la plaque supérieur - Le vérin de déplacement de la plaque inférieur - Les deux vérins de déplacement de la partie supérieur de redresseur
Double effet pneumatique	- La lame de la plaque inférieure

Tableau.2.3 : Les vérins du bloc redresseur

8. Bloc fosse :

Nature du vérin	La fonction assurée
Double effet hydraulique	- le 1 ^{er} vérin du 1 ^{er} pont de la fosse - le 2 ^{eme} vérin du 2 ^{eme} pont de la fosse

Tableau.2.4 : Les vérins du bloc fosse

9. Bloc aménage :

Nature du vérin	La fonction assurée
Double effet hydraulique	- Les 2 vérins de la cisaille
Double effet pneumatique	-le vérin qui porte le codeur

Tableau.2.5 : Les vérins du bloc aménage

10. Bloc presse :

Nature du vérin	La fonction assurée
Double effet pneumatique	- les deux vérins du 1 ^{er} écran de protection - les deux vérins du 2 ^{eme} écran de protection - les petits vérins des pincettes
Rotatif	- 16 vérins hydrauliques de fixation de la partie supérieure des outils (4 vérins pour chaque outil) - 6 vérins hydrauliques de fixation de la table inférieure

	- 4 vérins bridage des barres (2 vérins chaque une)
--	---

Tableau.2.6 : Les vérins du bloc presse

4-La chaine de production et dotée de plusieurs type de distributeurs qui sont :

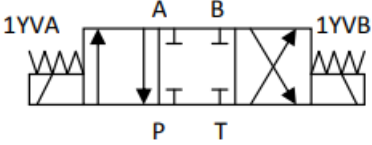
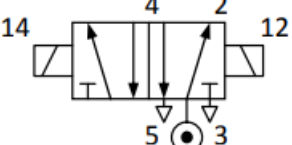
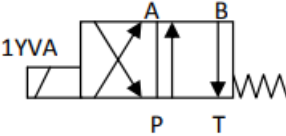

Le distributeur	L'actionneur commander
- distributeur 4/3 	L'actionneur commander - le moteur hydraulique qui assure a translation chariot - Le vérin assurant le mouvement vertical de chariot. - Le moteur hydraulique qui assure la rotation des mandrins. - les vérins des mandrins (mâchoire) - vérin rouleau presseur -vérin de la partie supérieur des rouleaux du redresseur - vérin plaque inferieure et supérieur - vérin plans basculant de la fosse
- distributeur 5/2 	- Le vérin du blocage de la rotation des mandrins. - Le vérin qui porte le codeur - Vérin de la lame de la plaque inférieure
- distributeur 4/2 	- les deux vérins de la cisaille
- distributeur 4/2 	- Les 2 vérins du 1er écran de protection - Les 2 vérins du 2ème écran de protection

Tableau.2.7 : Les distributeurs utilisés pour chaque actionneur

Un distributeur est caractérisé :

- Par son nombre d'orifices, c'est à dire le nombre de liaisons qu'il peut avoir avec son environnement (arrivée, sortie(s) et échappement de la pression).
- Par son nombre de positions que peut occuper le tiroir.

Exemple : distributeur 3/2 : ce distributeur comprend 3 orifices et deux positions.

5-Cahier de charge fonctionnel de la machine :

5-1-Le travaille demander :

Le travail qui nous a été demandé au niveau de l'unité cuisson de l'entreprise ENIEM est d'étudier la presse transfert qui est équipée d'un séquenceur en vue de l'automatisation par l'automate programmable S7 de la firme SIEMENS.

Les causes qui ont motivées ce travail sont :

- Pannes assez fréquentes que subit le séquenceur
- Amélioration des sécurités et de la cadence de production.
- Flexibilité du programme de fonctionnement.
- Politique suivie par l'entreprise qui est la modernisation de ses équipements de production.

5-2-Le fonctionnement de la machine :

Avant de passer en mode automatique de la machine presse transfert, il est nécessaire d'effectuer une phase de préparation, incluant l'alimentation de la machine avec toutes les énergies nécessaire électricité, air compimer, huile adéquate, pour éviter les défauts de fonctionnement. Une fois cette étape et terminée, il est essentiel de vérifier les positions initial de chaque partie de la machine.

5-2-1- Le chargement de la tôle à la presse transfert :

Pour charger la presse à chaque épuisement de tôle, les étapes suivantes devons être réalisées :

- Poser la bobine centrée sur la benne du chargeur, et porter le chargeur près du dérouleur.
- Lever la benne pour mettre la bobine sur le mandrin du dérouleur.
- Elargir les mandrins jusqu'à ce que le centrage soit obtenu.
- Faire descendre la benne, puis éloigner le chargeur du dérouleur.
- Tourner le dérouleur après avoir enlevé le goujon d'arrêt, puis le bloquer après avoir effectué une rotation de 180°.
- Faire descendre le rouleau presseur pour caler la bobine.

- positionner la plaque inférieure de la glissière (tangente à la bobine), et faire sortir la lame.
- faire monter la tête du redresseur et tourner le rouleau presseur, qui permettra à la tôle d'avancer, puis faire descendre la plaque supérieure.
- Serrer la tête du redresseur sur la bande, en abaissant le rouleau trainant.
- Ouvrir les deux plans d'introduction jusqu'à la position "tout ouvert"
- Faire monter le rouleau presseur.
- Régler les guides tôle à l'entrée et à la sortie de la machine à redresser.
- Élever les plans basculants entre le redresseur et l'aménage.
- Faire avancer la bande sur les plans en actionnant les rouleaux entrainants du redresseur jusqu'aux rouleaux de l'aménage.
- Ouvrir les rouleaux de l'aménage.
- Elever la roue du l'encodeur.
- Continuer à faire avancer la bande au-delà de l'aménage, et après la cisaille.
- De même qu'au redresseur, régler les guides-tôle de l'aménage.
- amener vers le bas le rouleau de l'aménage.
- Faire descendre la roue du codeur.
- Faire descendre les plans basculants de la fosse.
- Couper le début de la bande, et enlever la partie coupée.

5-2-2-Changement de table :

- Sélecteur presse mode manuel
- les écrans de protection doivent être en position haut
- sélecteur presse mode réglage
- sélecteur changement table position entrée
- faire entrer la table
- verrouiller table inferieur
- descendre le coulisseau au point mort bas
- verrouiller la partie supérieure des outils
- placer et verrouiller les barres

- réglage de la cours coulisseau et outils
- monté le coulisseau au point mort haut
- sélecteur changement table position sortie
- mise à zéro des cours coulisseau et outils
- descendre le coulisseau au point mort bas
- déverrouiller et enlever les barres
- déverrouiller la partie supérieure des outils
- déverrouiller la table inferieure
- monté le coulisseau au point mort haut
- faire sortir la table

5-2-3-Les conditions initiales pour passer à la phase automatique :

- Le capteur fin de course du chargeur est actionné (le chargeur est en arrière).
- Les plans basculant ont repris leur position basse (capteurs de fin de course des plans).
- L'encodeur est en position basse (capteur de fin de course mécanique).
- La cisaille est en position « haut» (capteur de fin de course magnétique).
- La première pièce est détectée par le capteur de fin de course photoélectrique de la table d'aménage.
- les écrans de protection en position basse (capteur de fin de course mécanique)

5-2-4-Le cycle automatique de la machine :

Après avoir assuré le chargement de la tôle à la machine, ainsi que la tenue des conditions initiales, on tourne le sélecteur de modes pour choisir le fonctionnement de la machine en mode automatique qui est synchronisé comme suit :

- La vitesse du moteur, faisant tourner les rouleaux du redresseur, est conditionnée par les quatre capteurs photoélectriques de la fosse :
 - le premier capteur (au seuil), indique que le moteur du redresseur doit tourner à une grande vitesse.
 - Le deuxième capteur correspond à une vitesse moyenne.
 - Le troisième capteur, à une vitesse faible.

- Le quatrième marque l'arrêt total du moteur.
- Le moteur du bloc aménage est actionné une fois que la cisaille a regagné sa position haute, et s'arrête une fois la longueur de la tôle correspond au pas réglé au niveau de l'encodeur.
- La cisaille coupe la tôle dès que la longueur de la tôle est égale au pas réglé à l'encodeur, au même temps, le capteur photocellule de la table d'aménage indique que la pièce précédente coupée par la cisaille est dégagée.
- Le déplacement de la pièce de la table d'aménage vers les différentes table porte-outils de la presse s'effectue à l'aide des barres porte pincettes et leurs mouvement selon les trois axes est synchronisé avec le mouvement de coulisseau :
- L'ouverture et la fermeture des barres se fait à l'aide de cames soutenu par des vérins double effet, leurs fin course positive et négative sont munies de deux capteur magnétiques.
 - Le mouvement de translation des barres se fait à l'aide d'un dispositif transportant le mouvement de coulisseau composé des cames et d'un système frein/embrayage pneumatique.

6-Discusion

Dans ce chapitre nous avons détaillé les différents blocs de la machine presse transfert. Puis dans un souci de sa modélisation, nous avons expliqué en détail son mode de fonctionnement.

Chapitre 3

1-Préambule :

De nos jours, les systèmes industriels automatiques sont de plus en plus complexes. À ce stade, les automaticiens font appel à divers outils de modélisation, dont le GRAFCET, que nous allons aborder dans ce chapitre.

2- Définition et symbolisation d'un grafcet

Un GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition), et un outil de représentation graphique d'un cahier des charge.

C'est une série d'étapes suivie de transitions, chaque étape est liée à un comportement ou une action spécifique à accomplir, et chaque transition est conditionnée par des informations sous forme de condition logique, appelées réceptivités. [19]

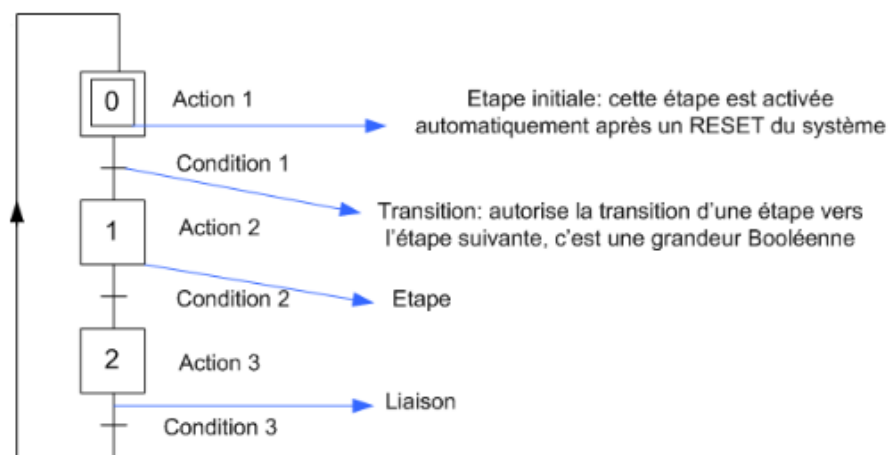
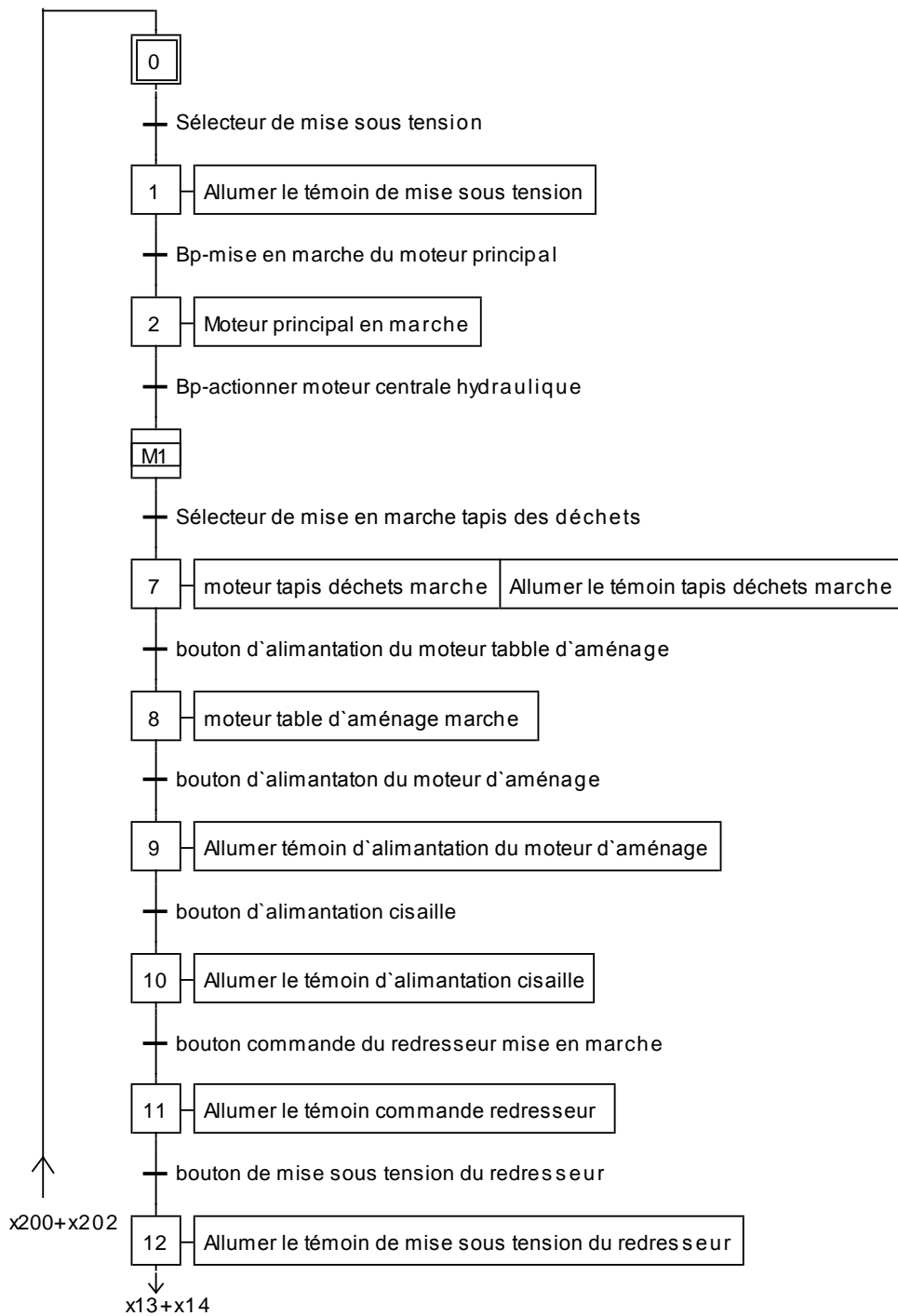
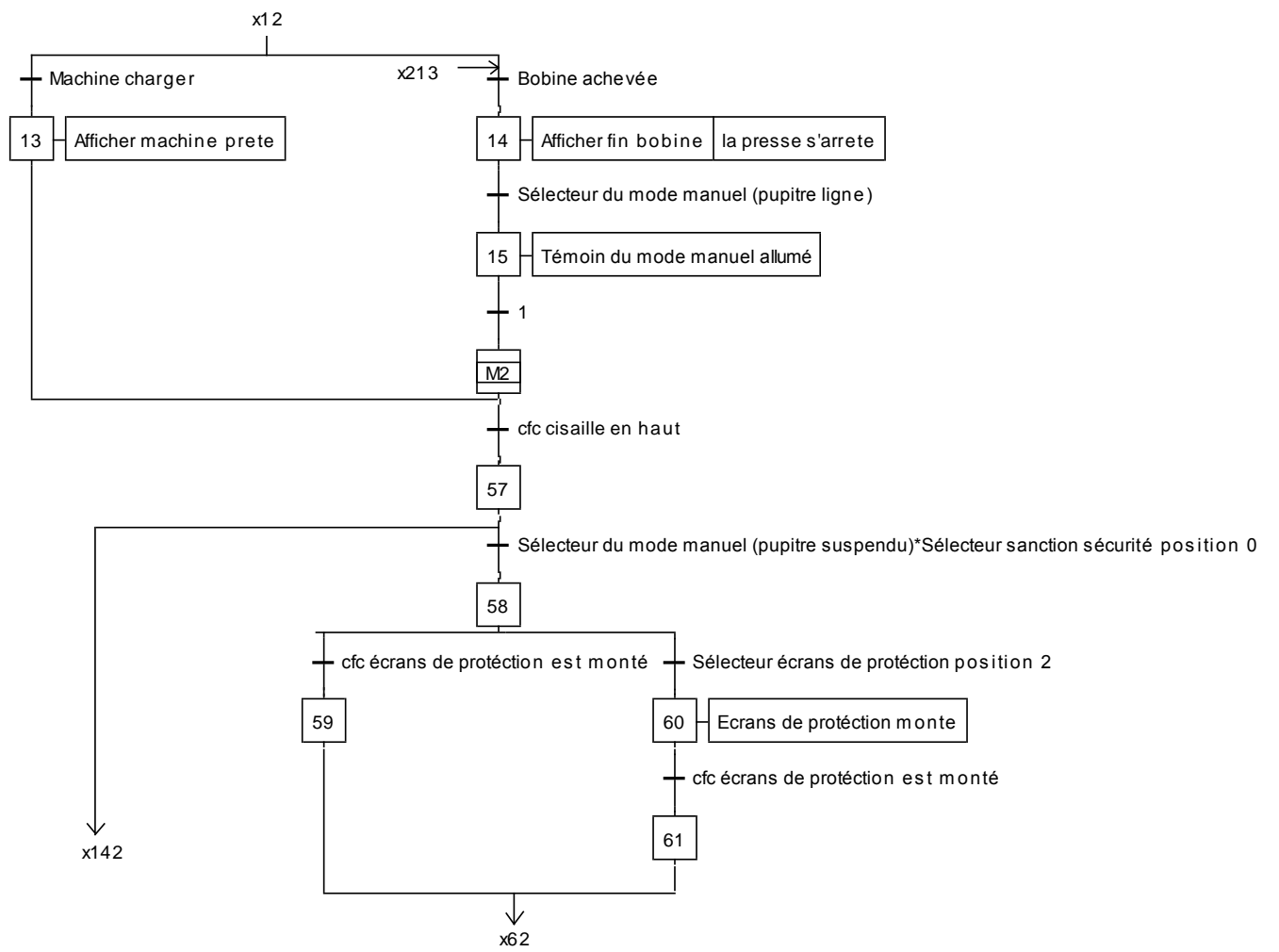


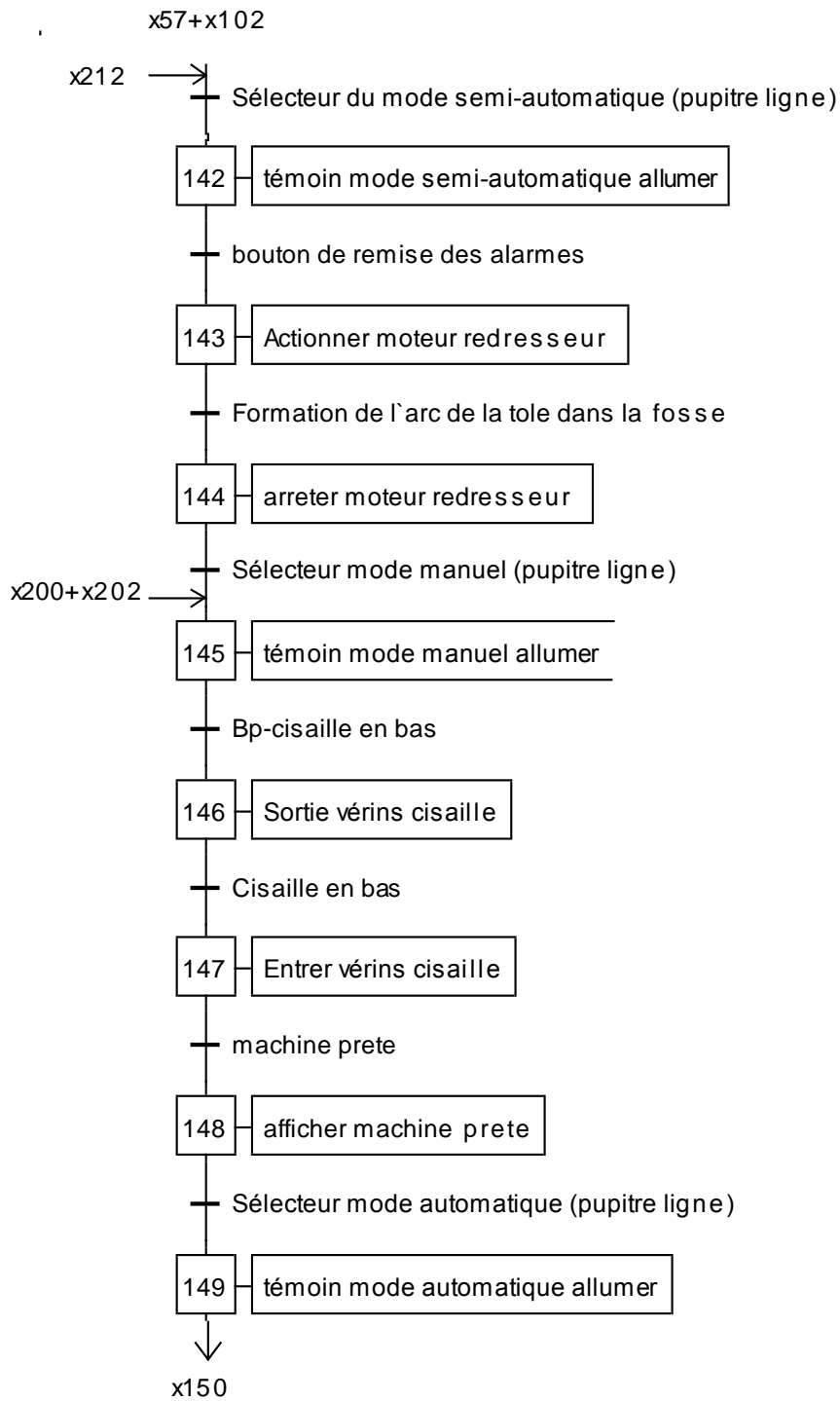
Figure.3.1 : Symbolisation d'un grafcet

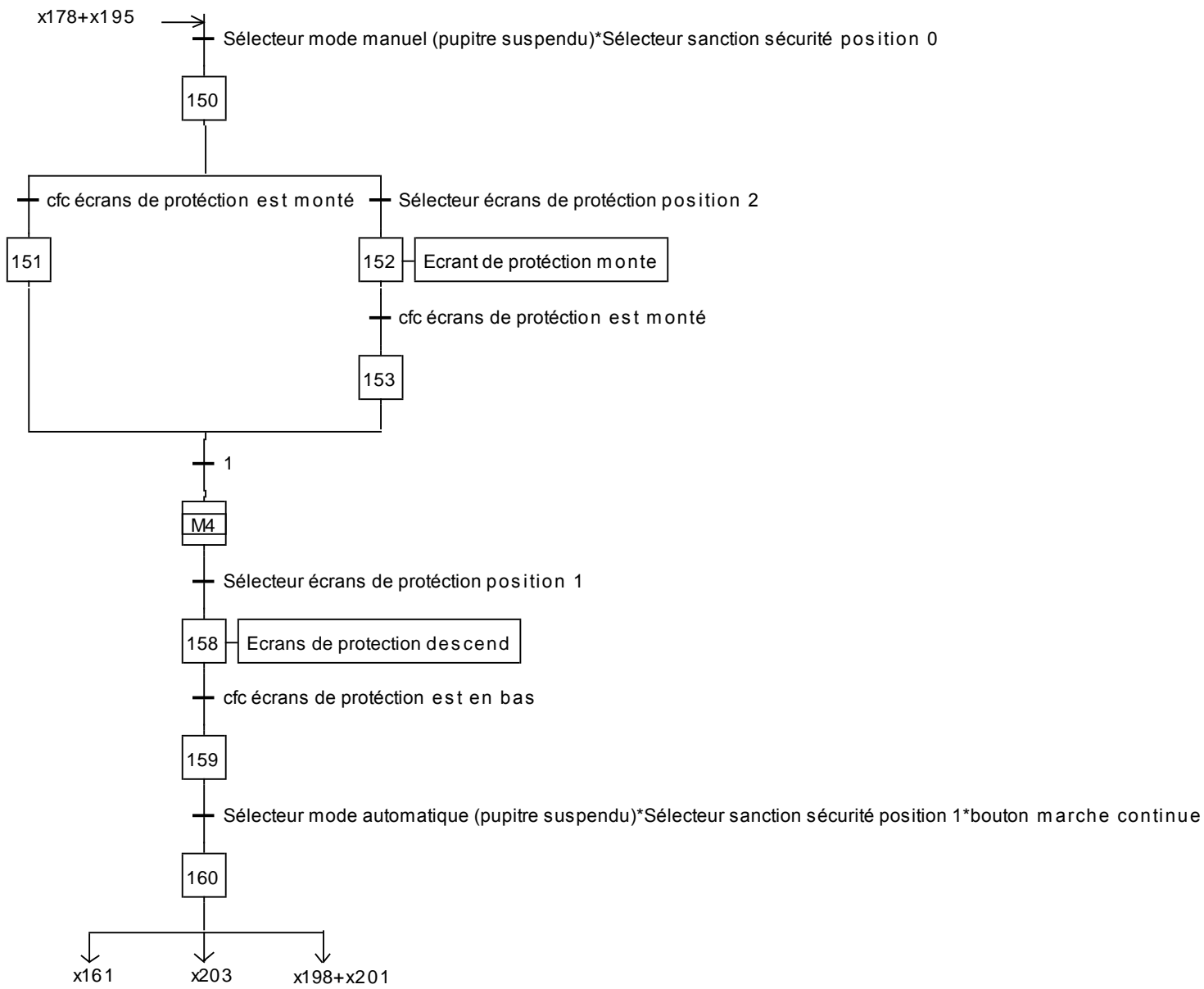
3-GRAFCET niveau 1 de la machine :

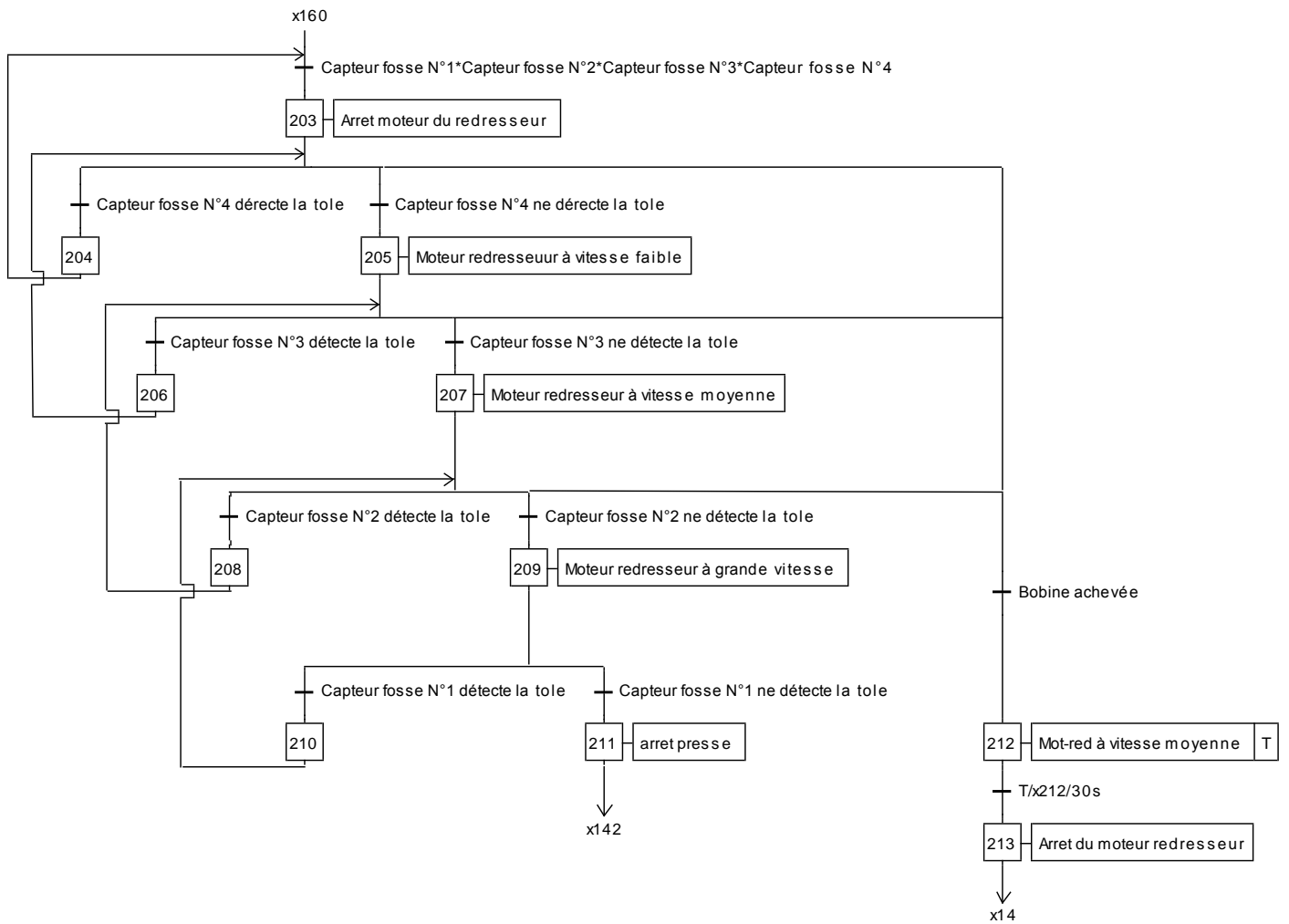


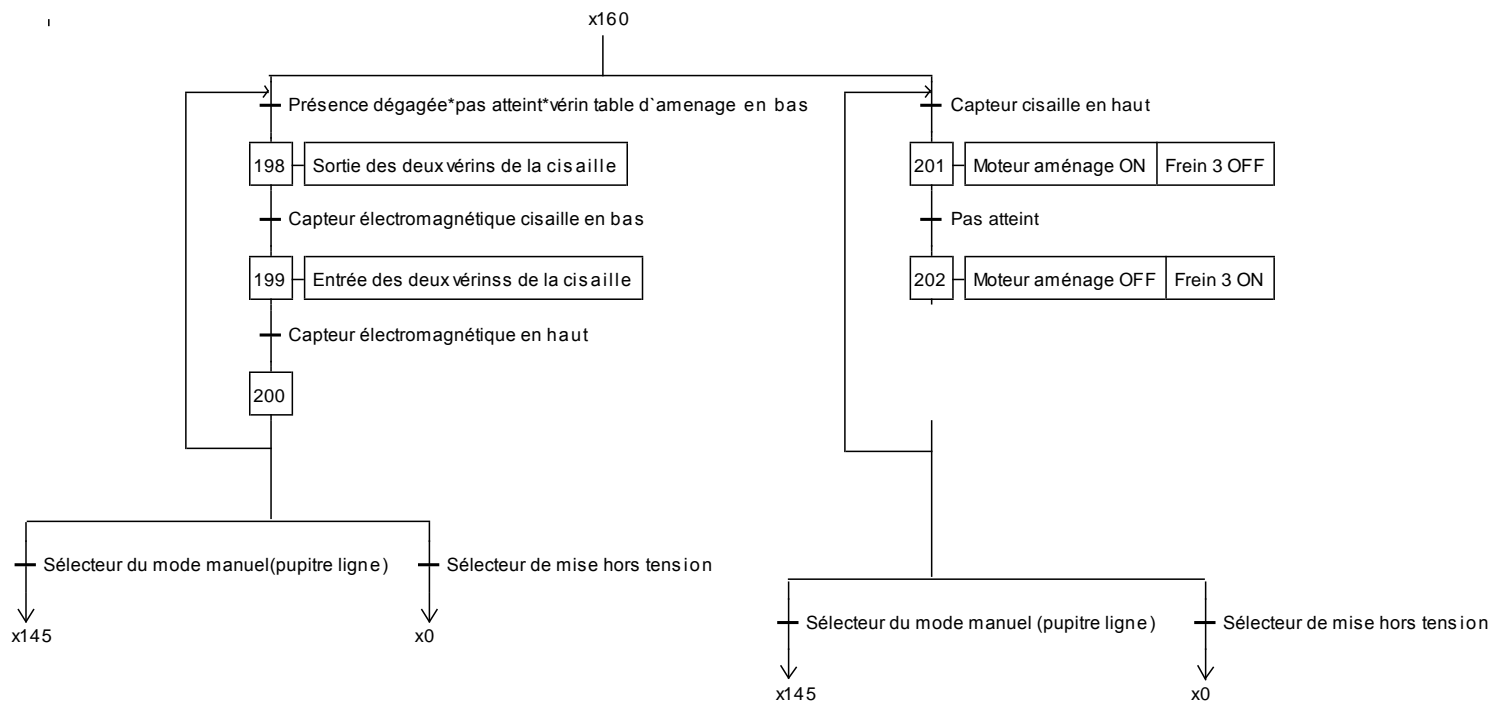


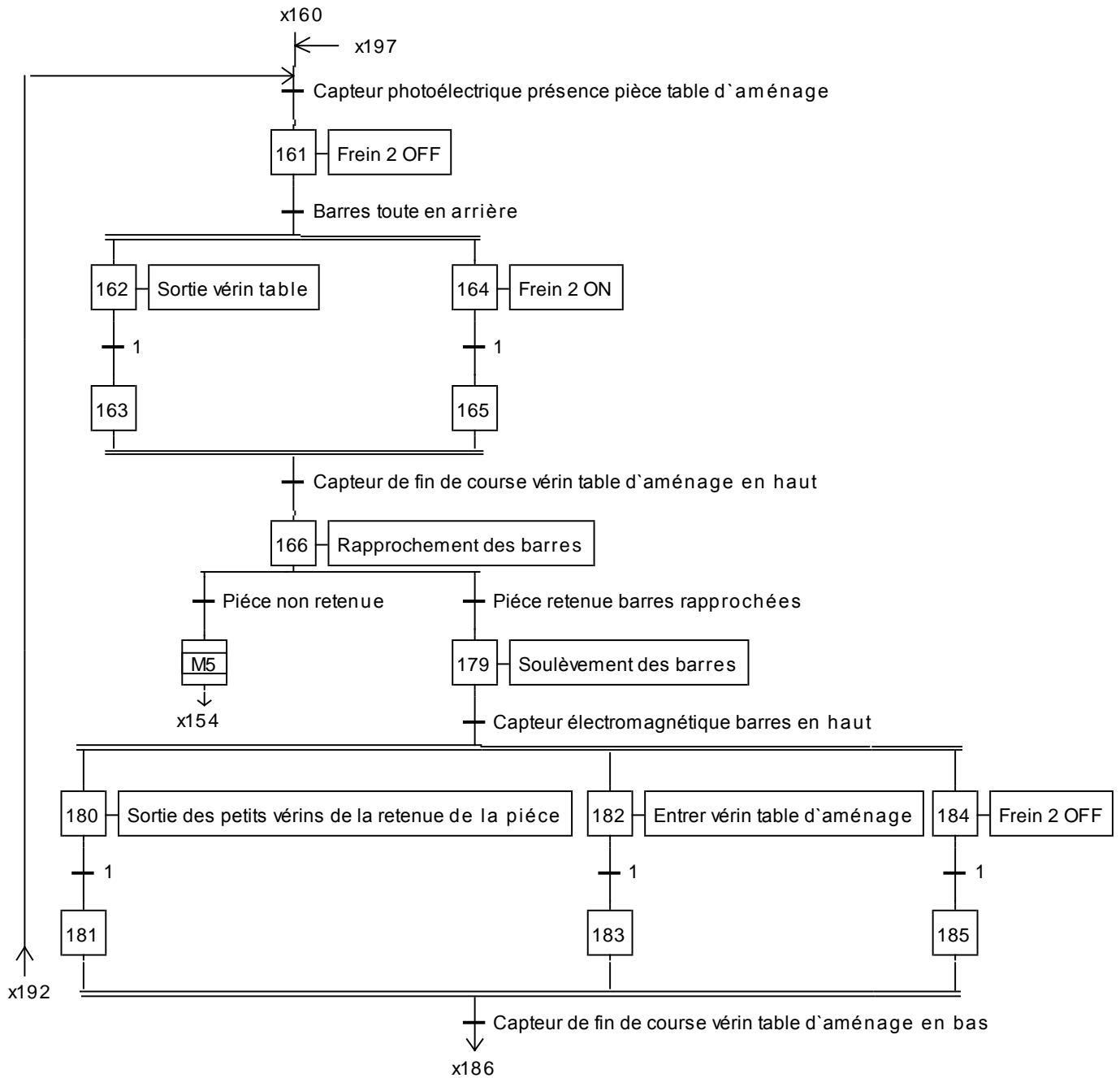


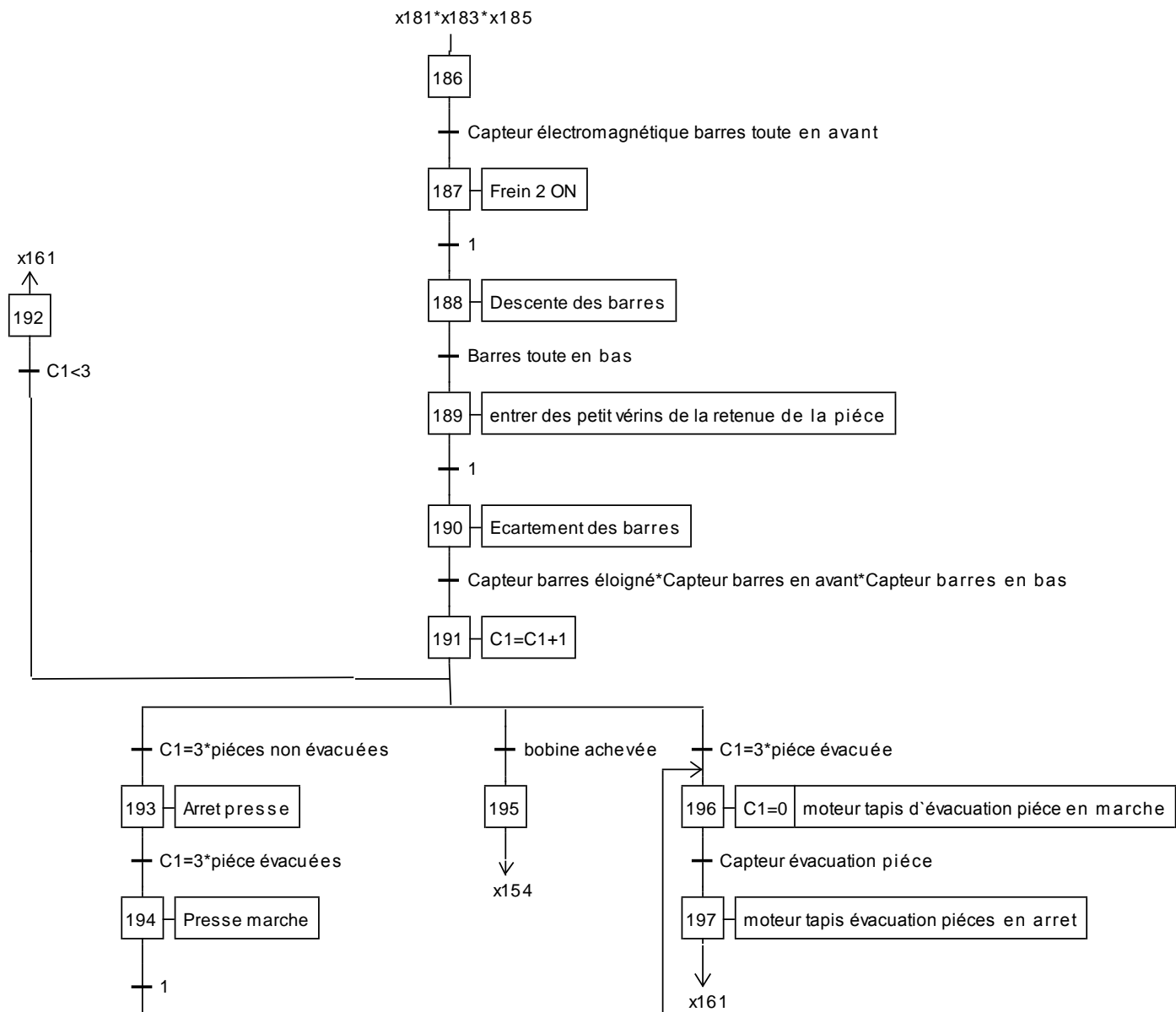




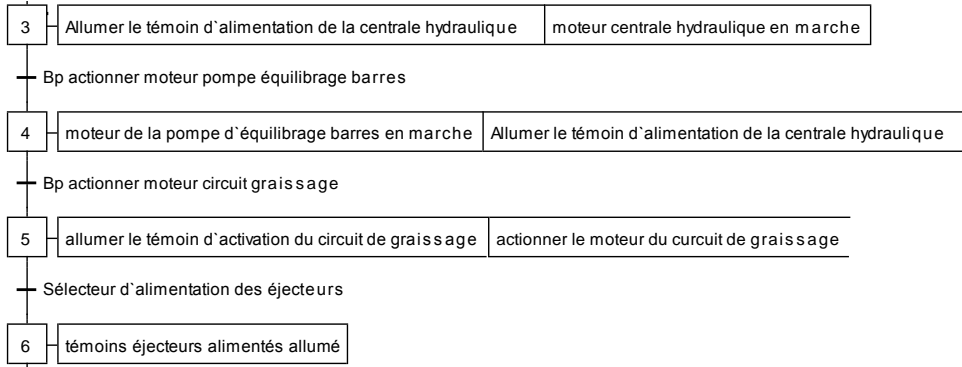




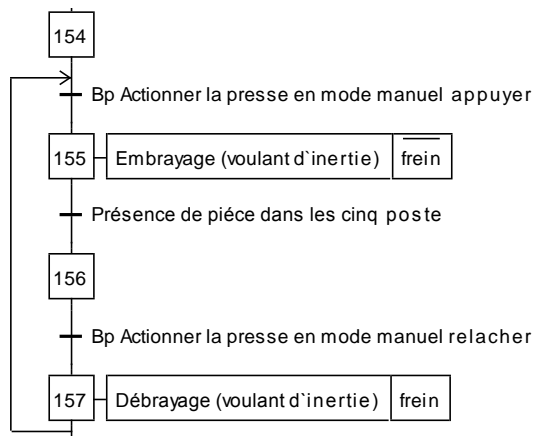




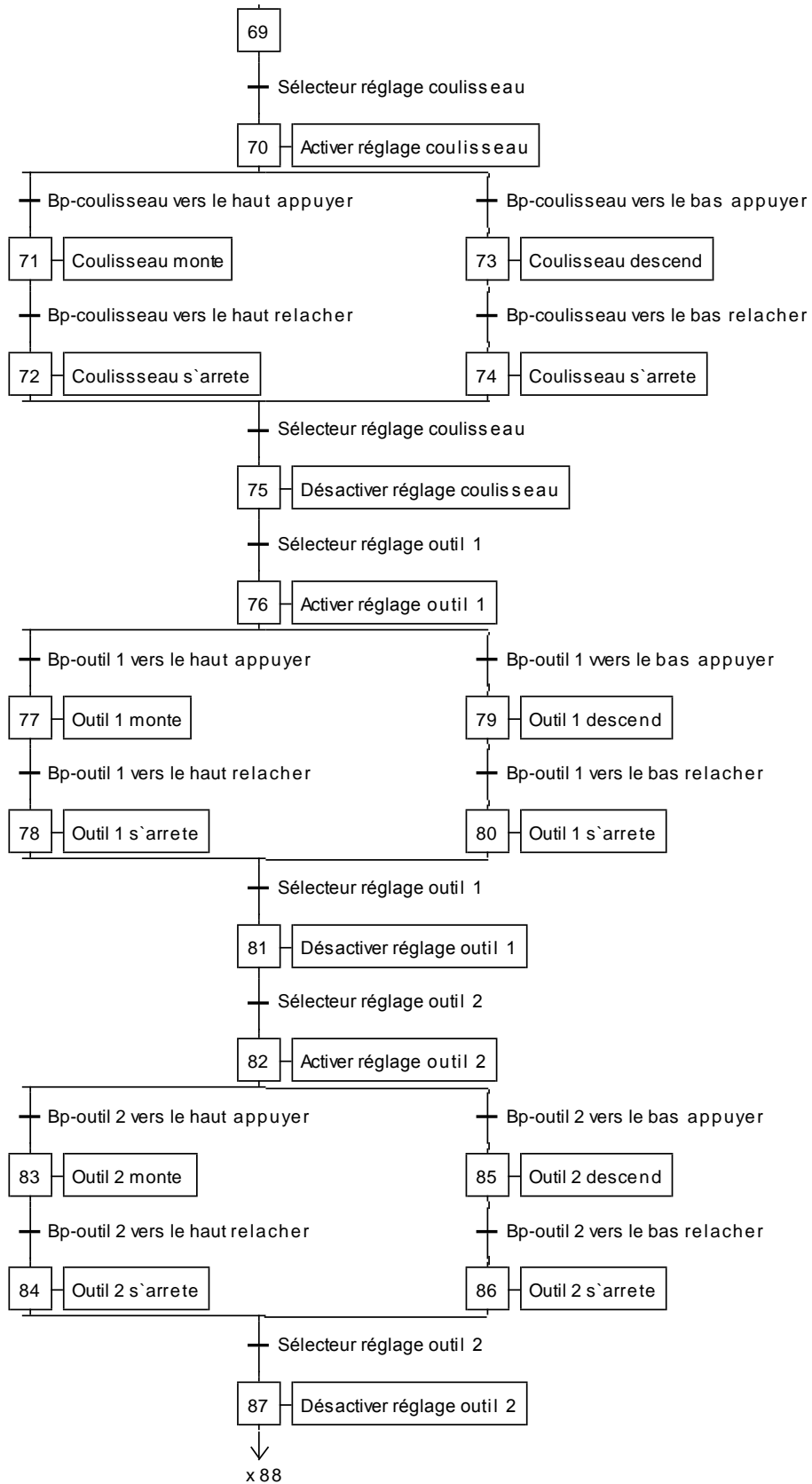
- Macro étape 1 :

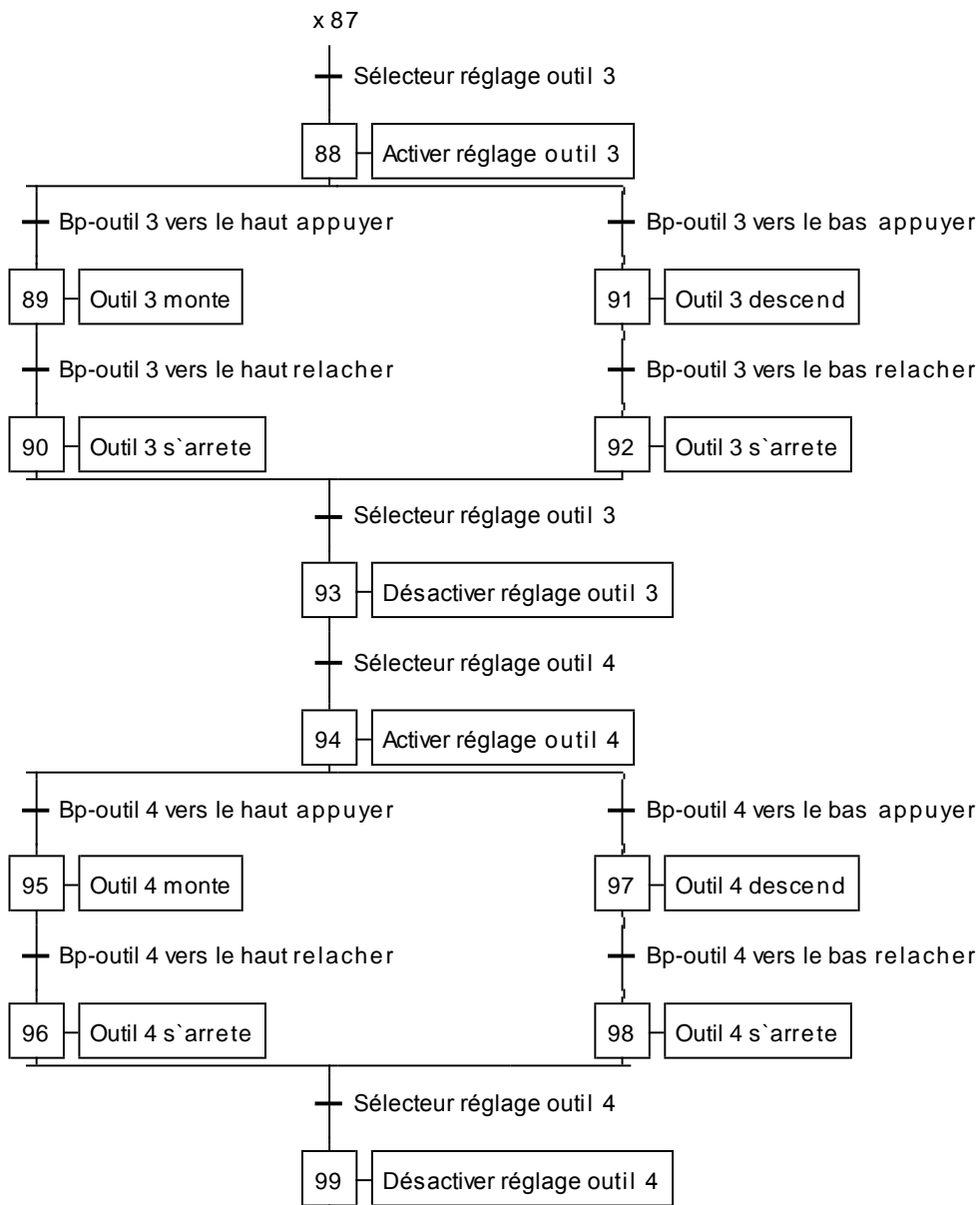


- Macro étape 4 :

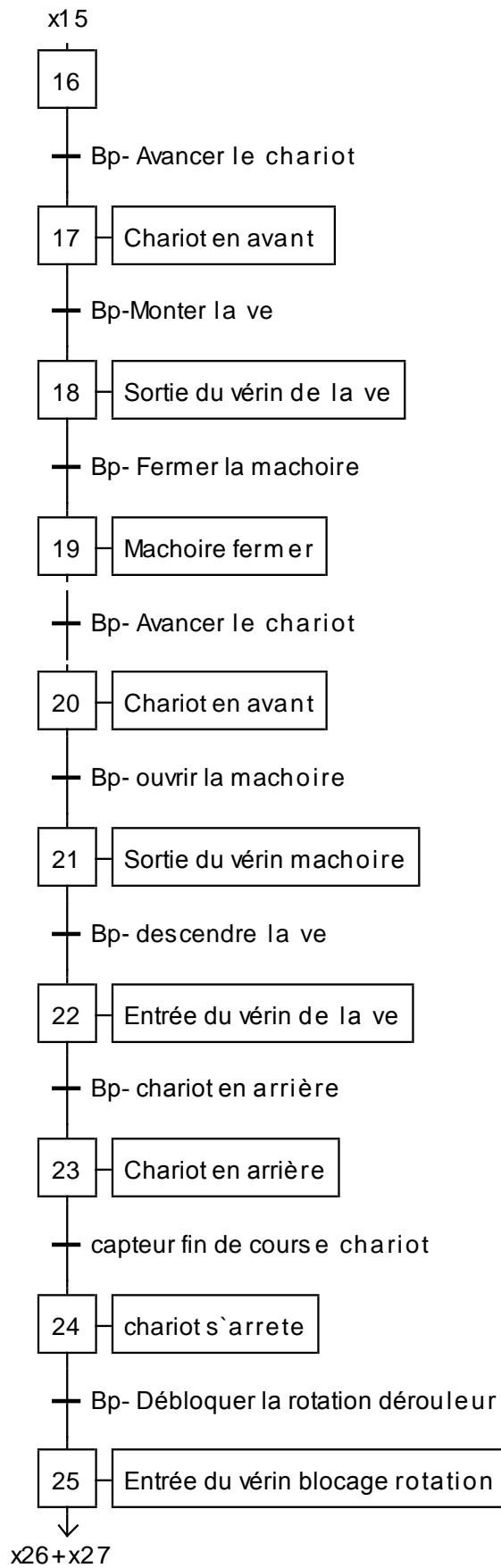


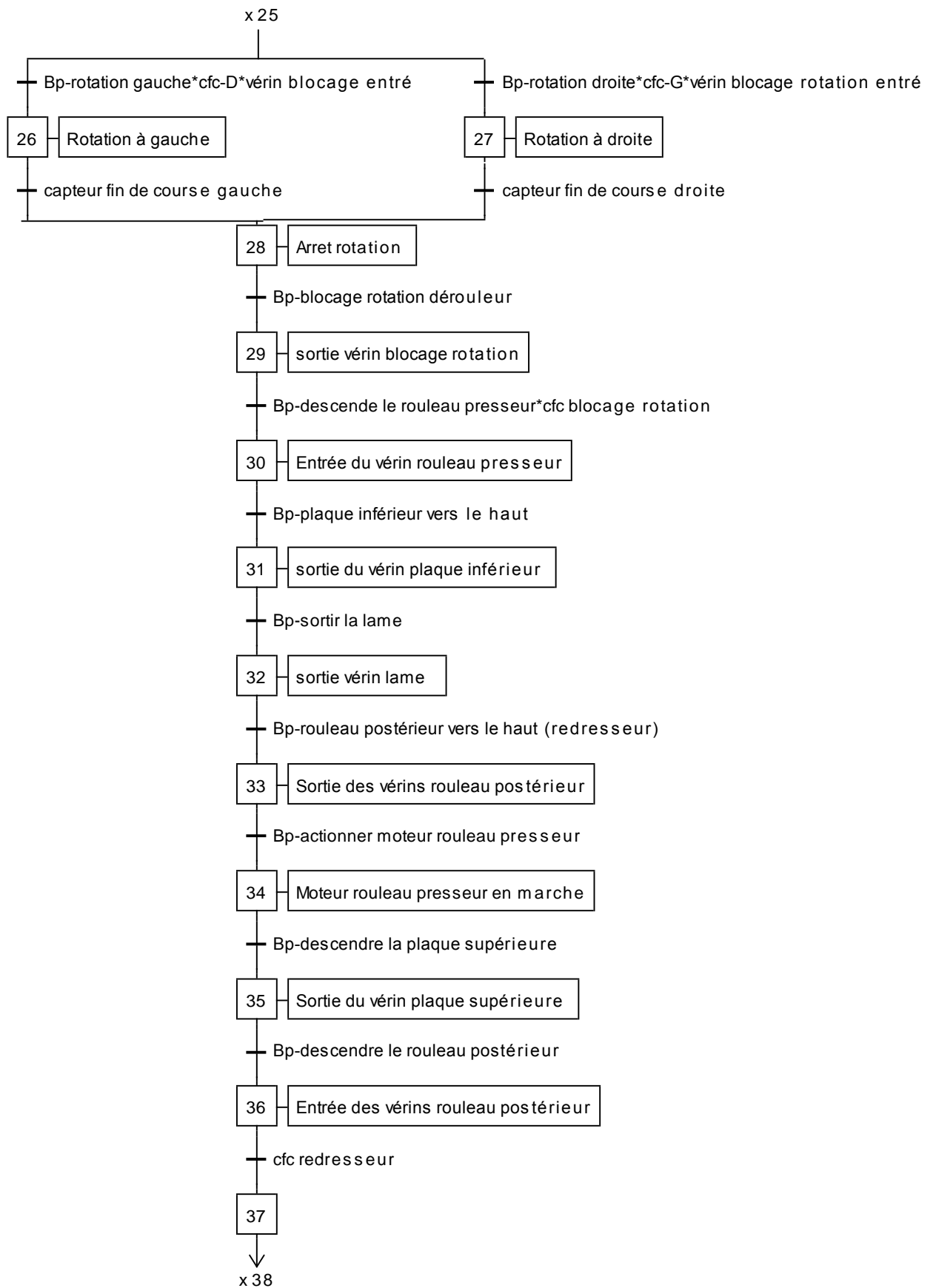
- Macro étape 3 :

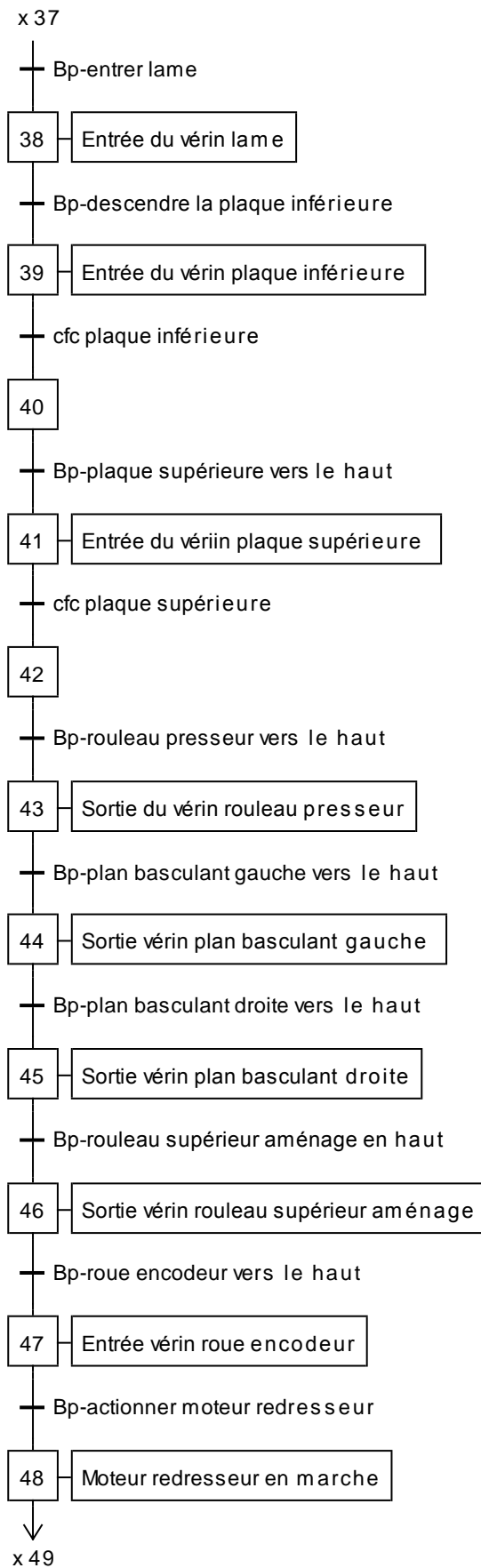


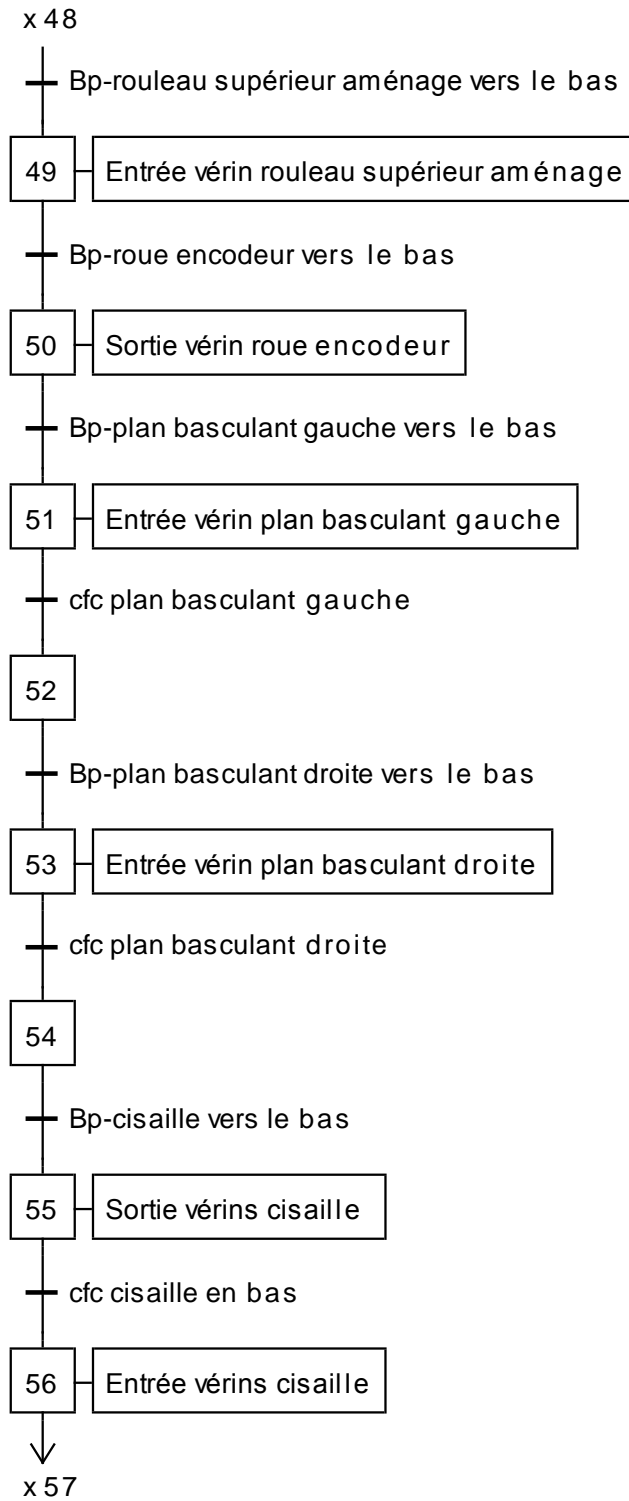


- Macro étape 2 :

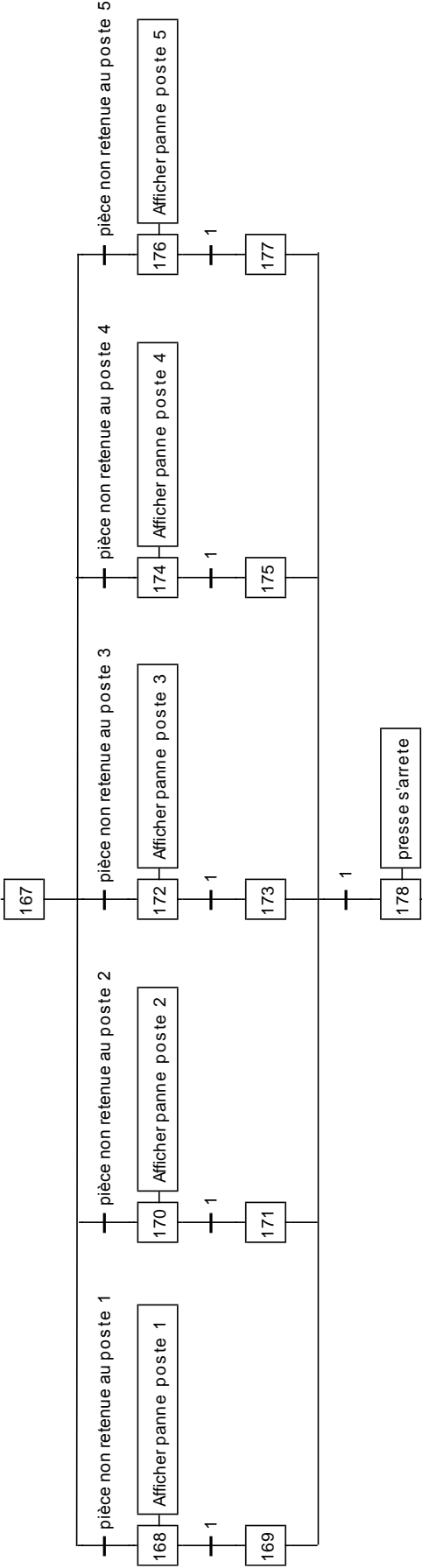




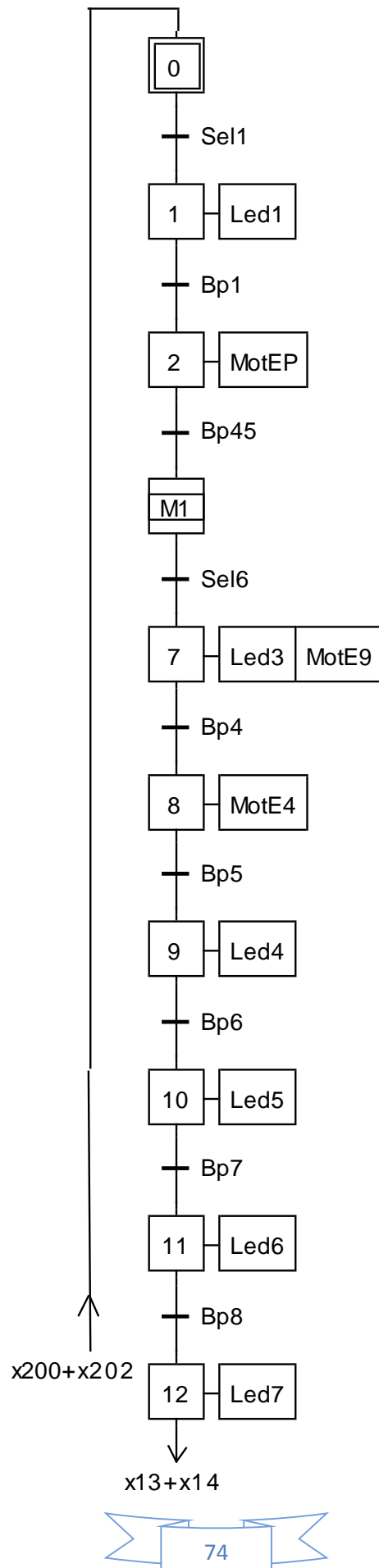


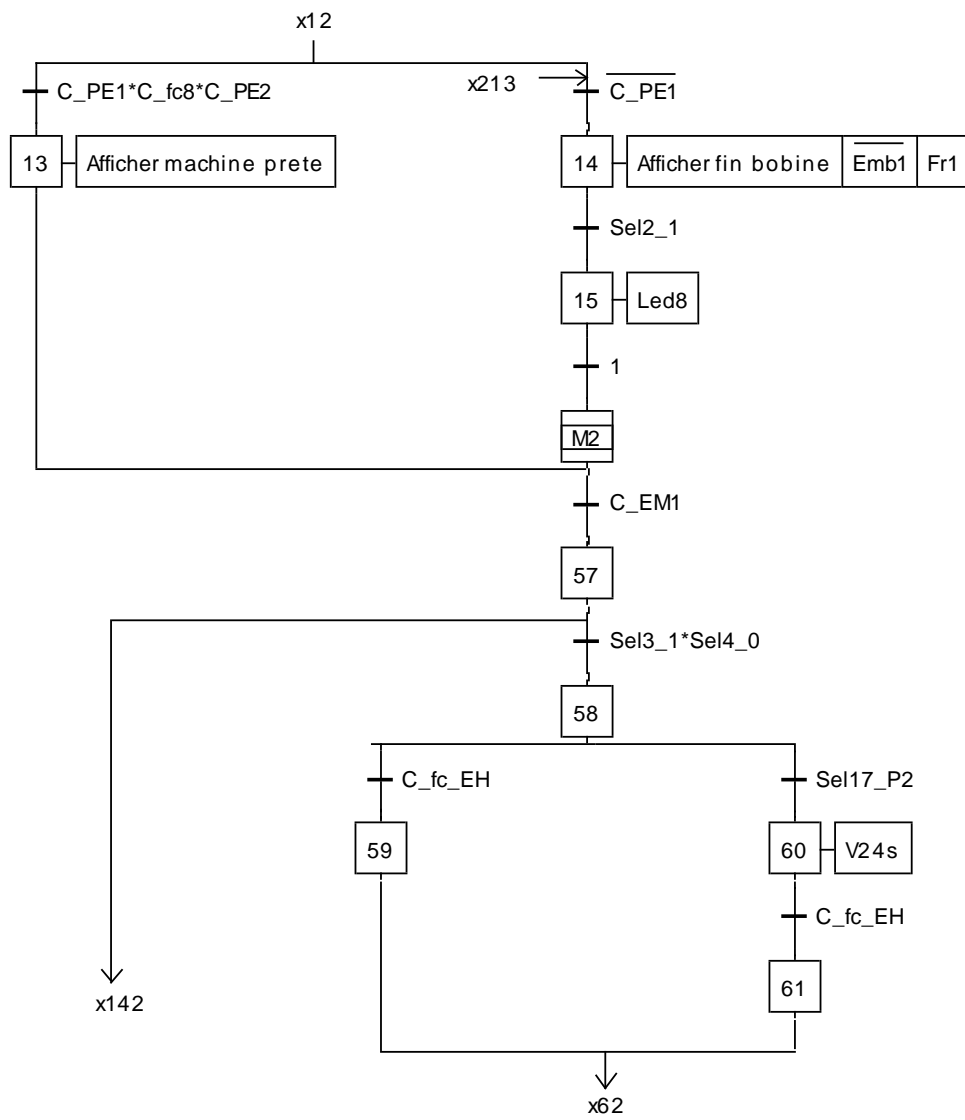


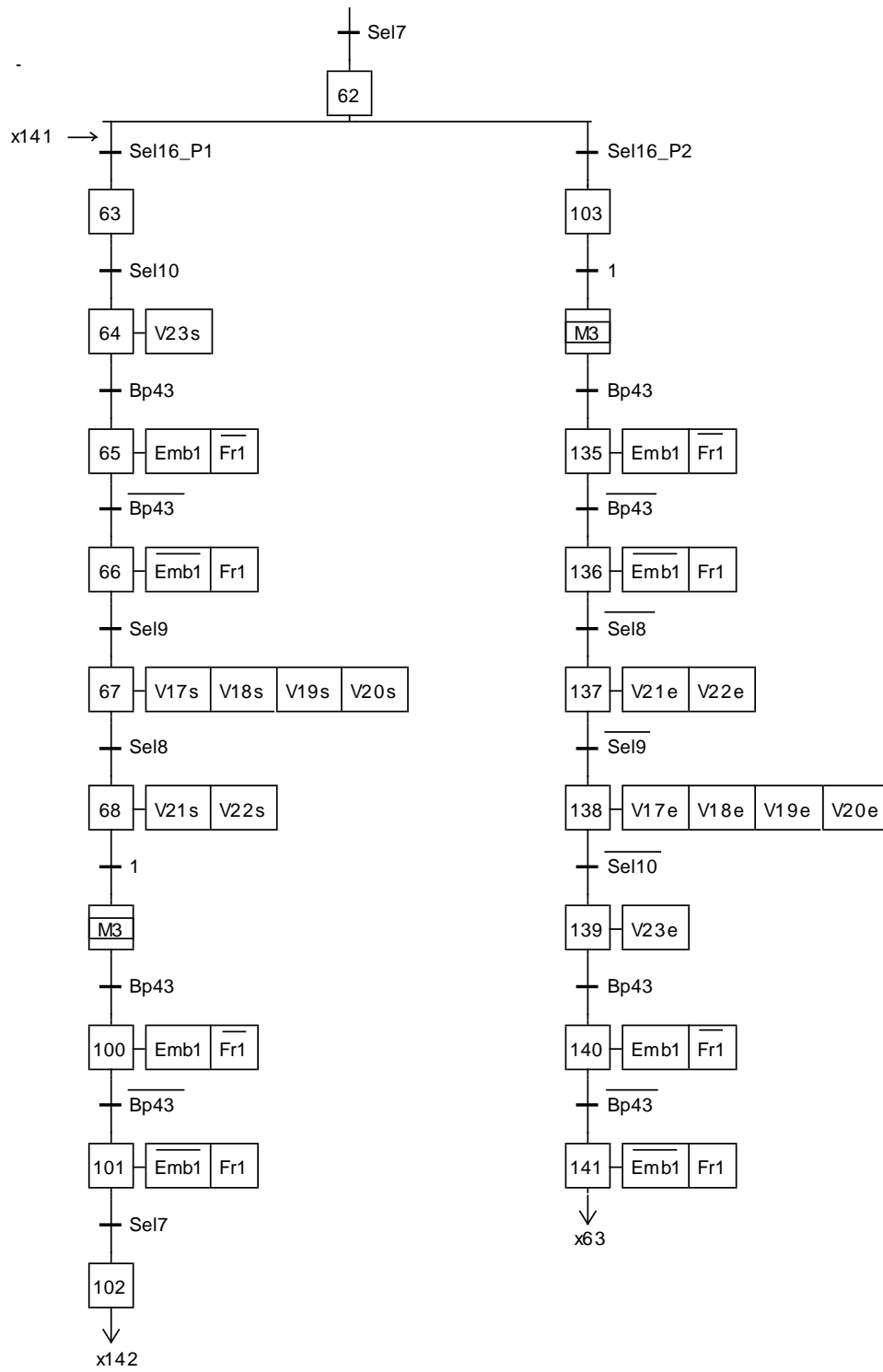
- Macro étape 5 :

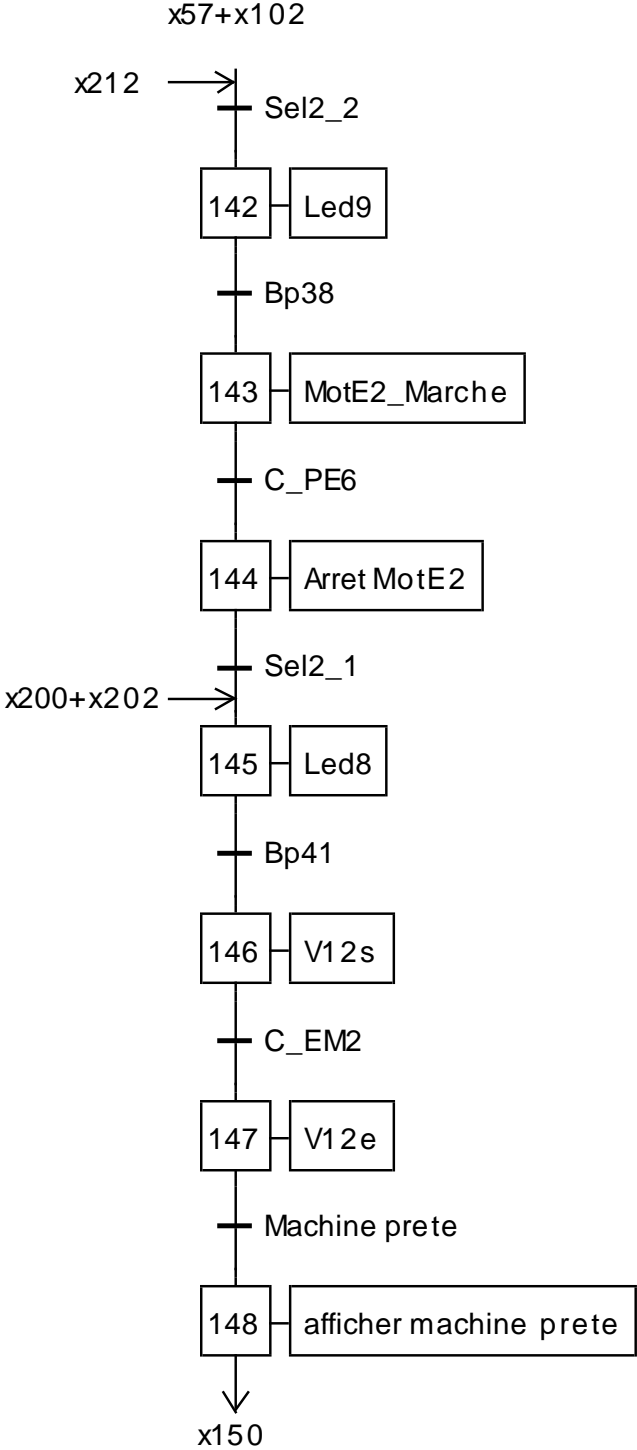


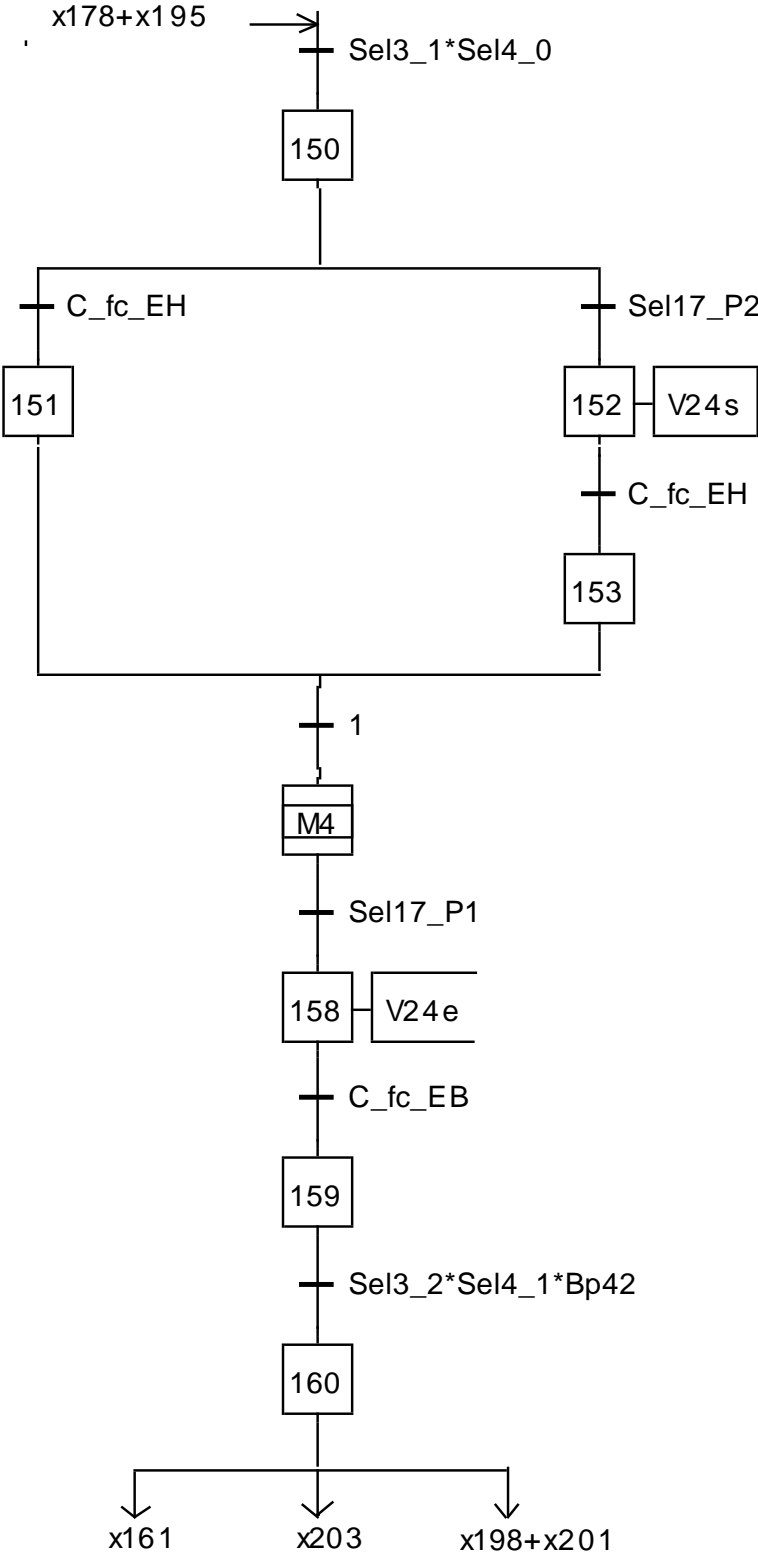
4-GRAFCET niveau 2 de la machine :

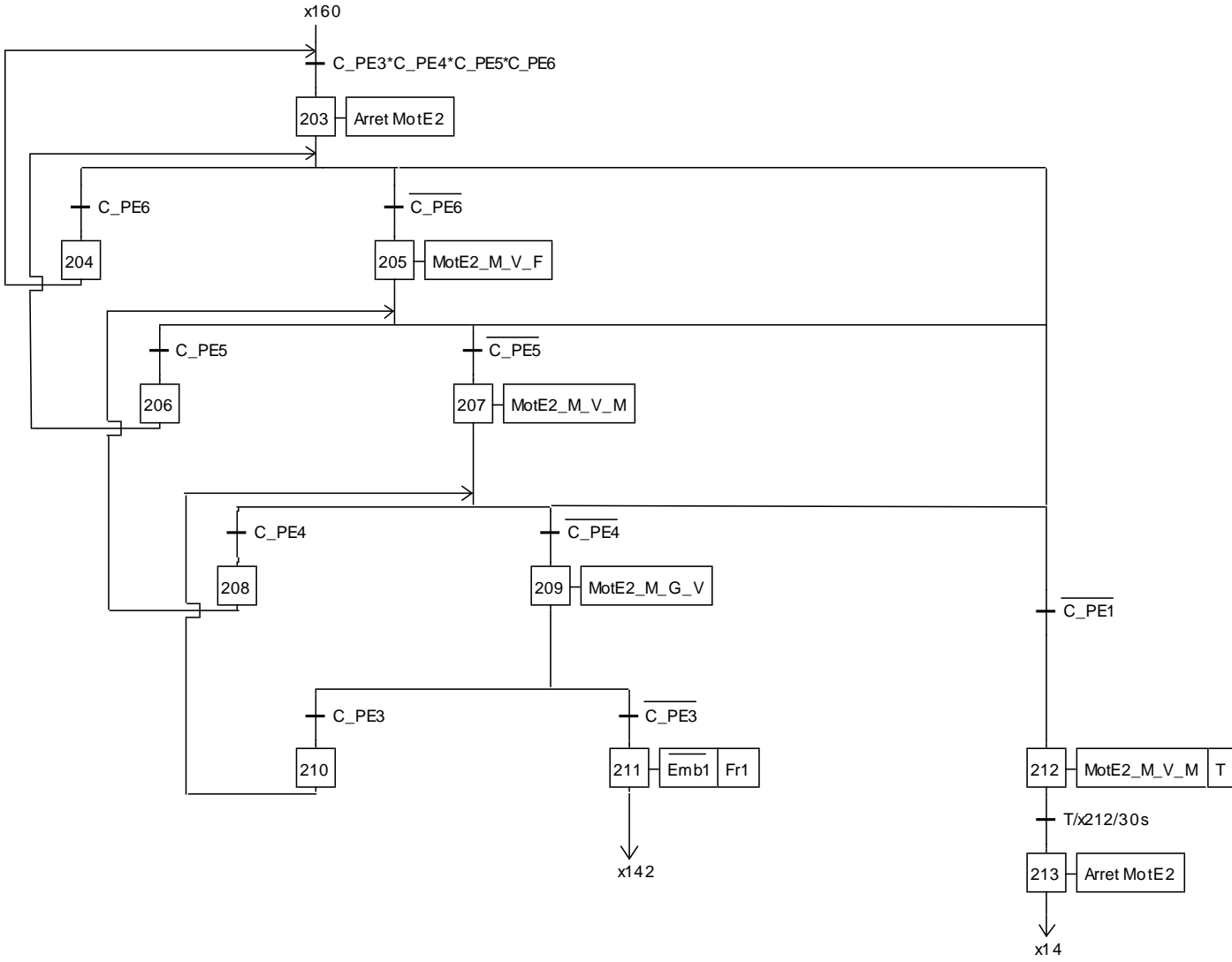


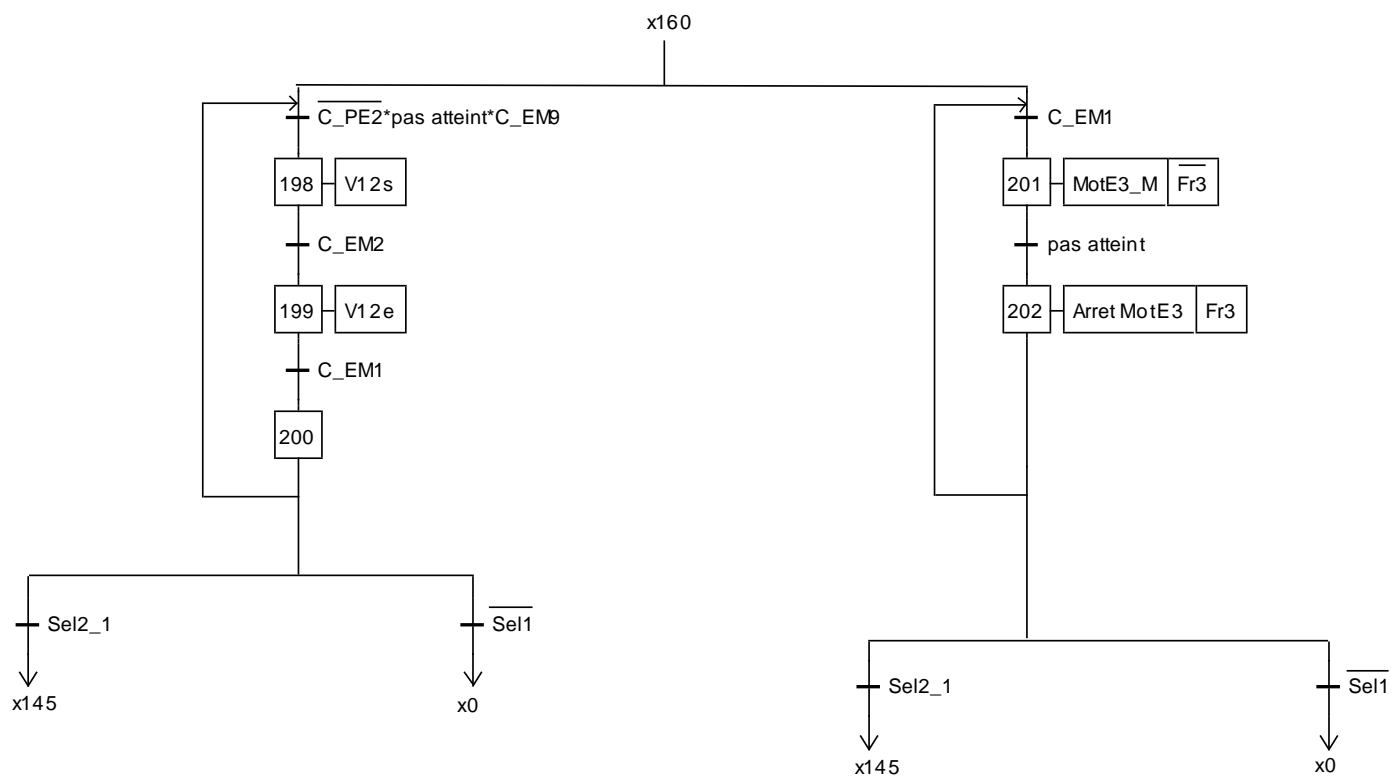


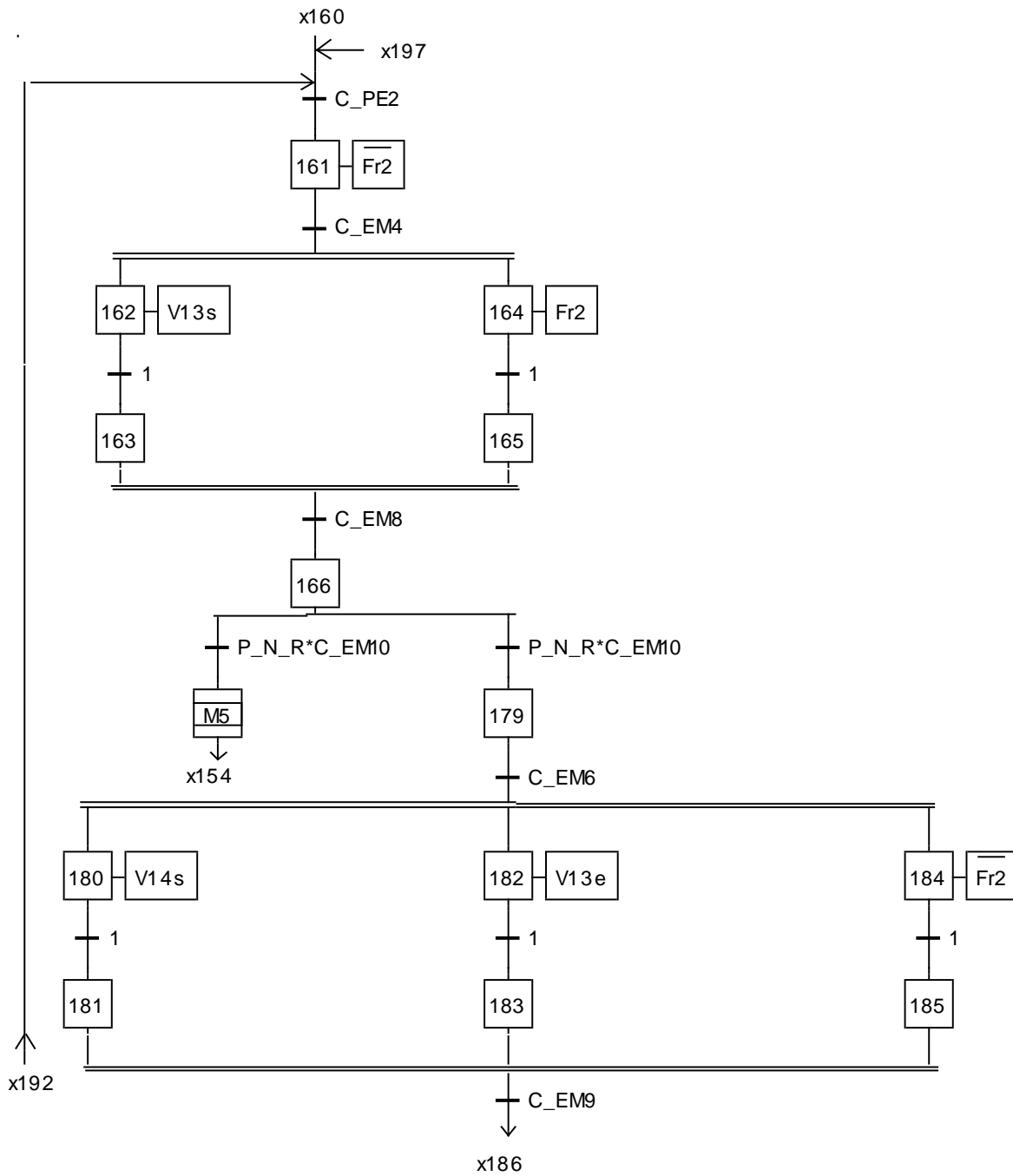


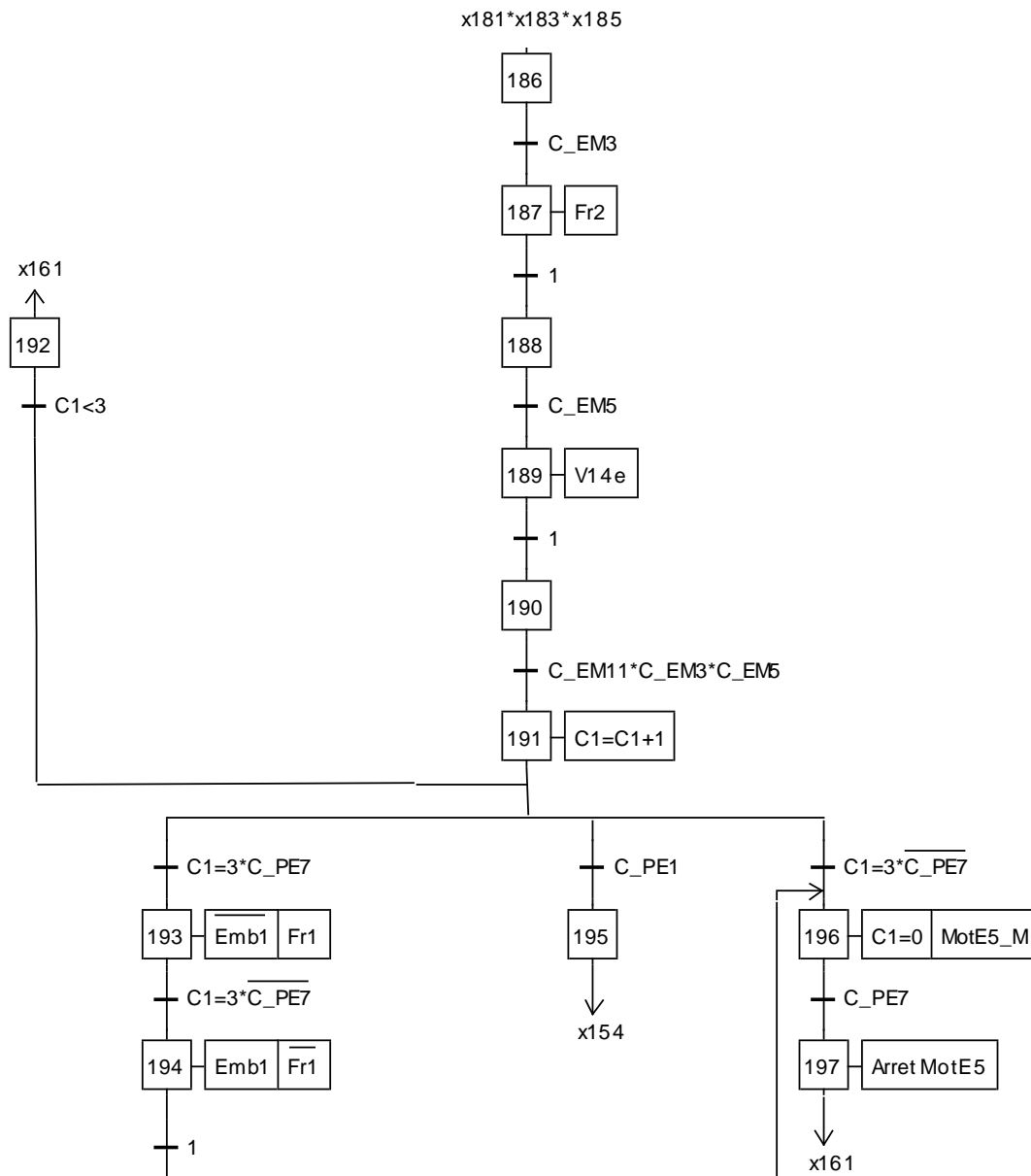




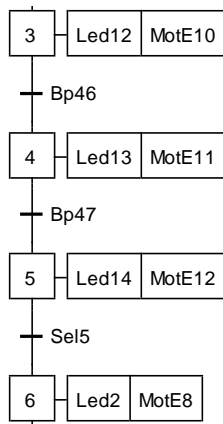




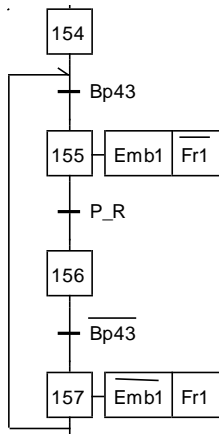




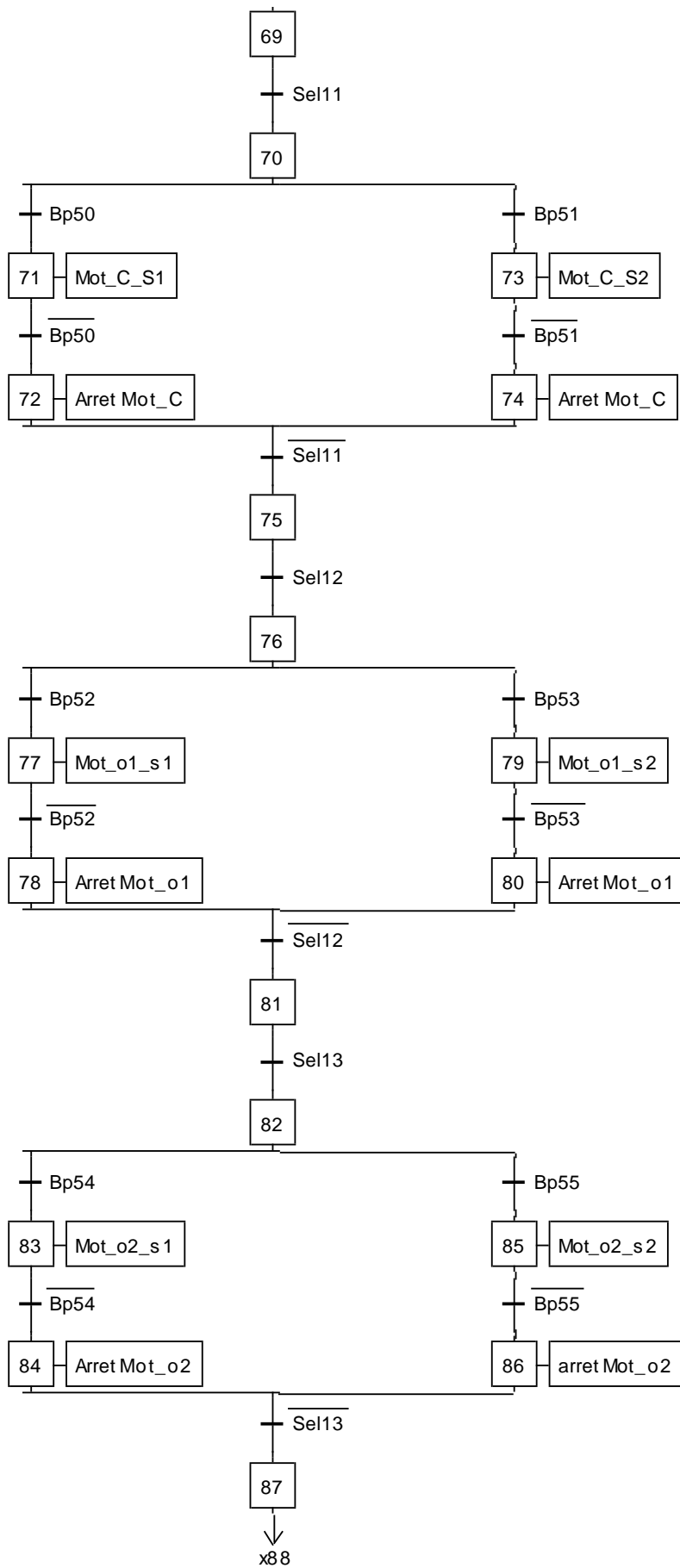
Macro étape 1 :

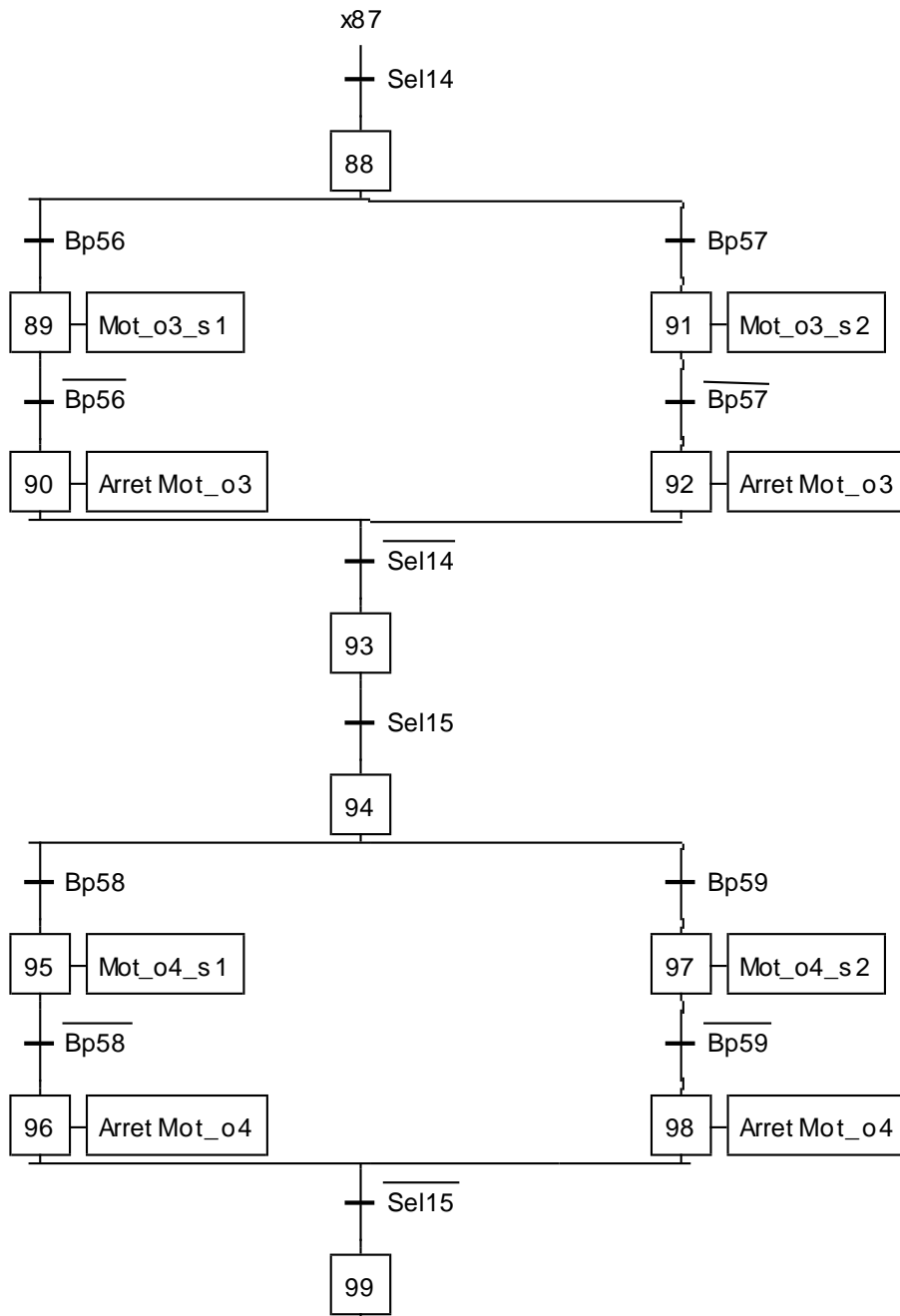


- Macro étape 4 :

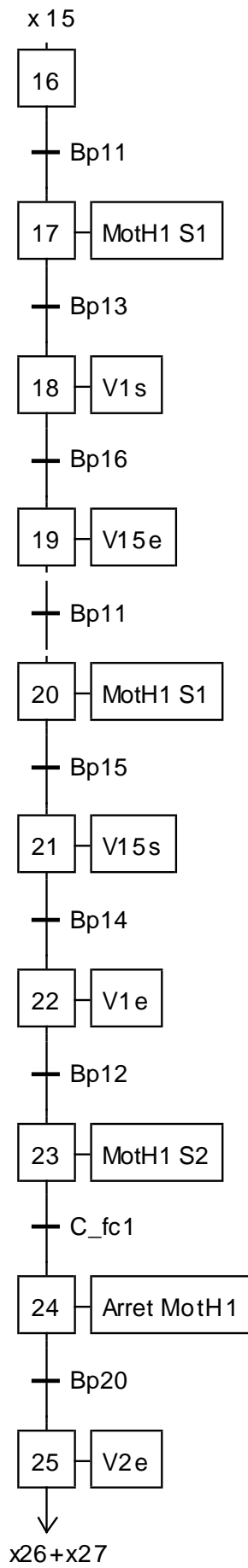


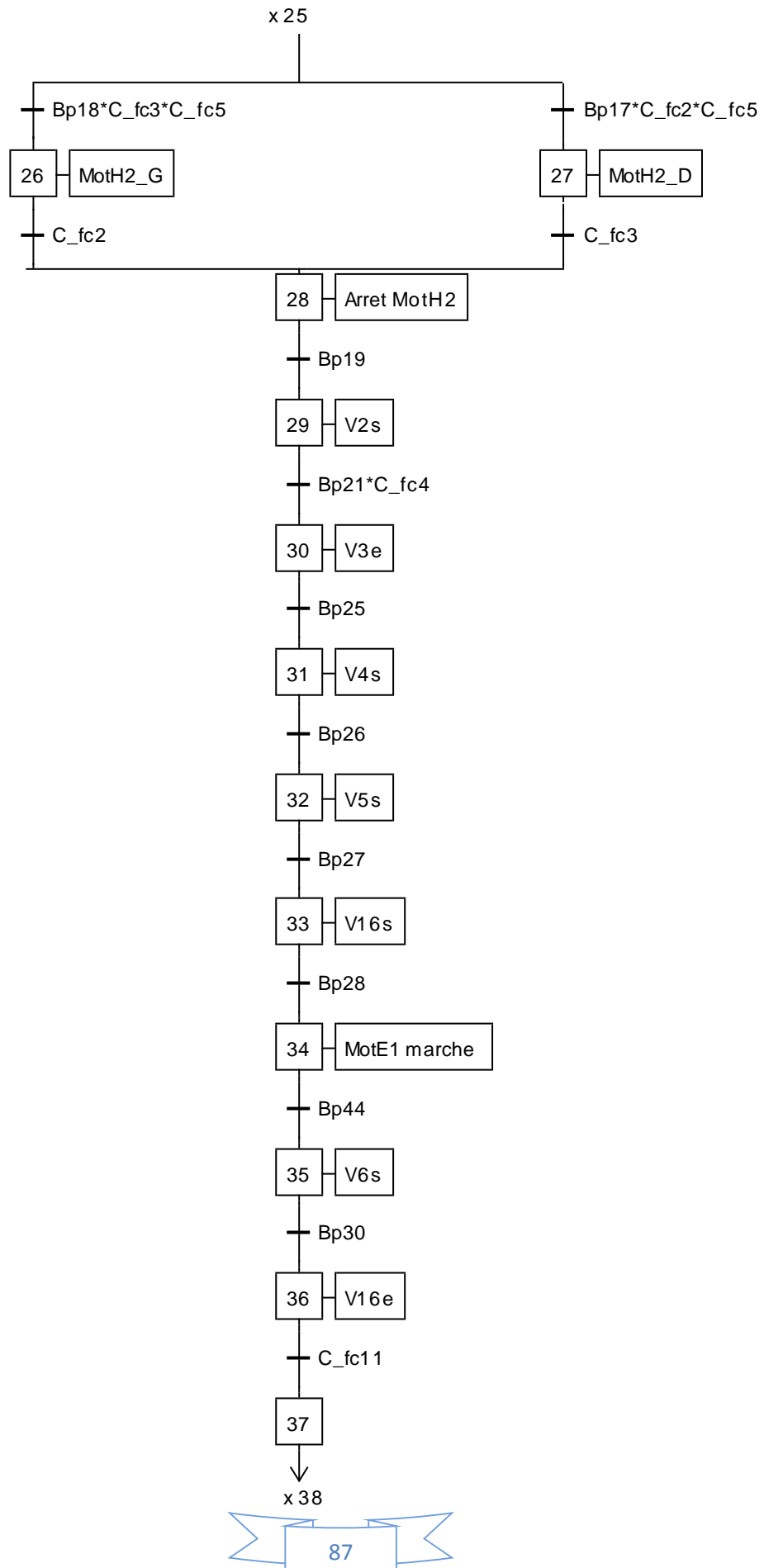
- Macro étape 3 :

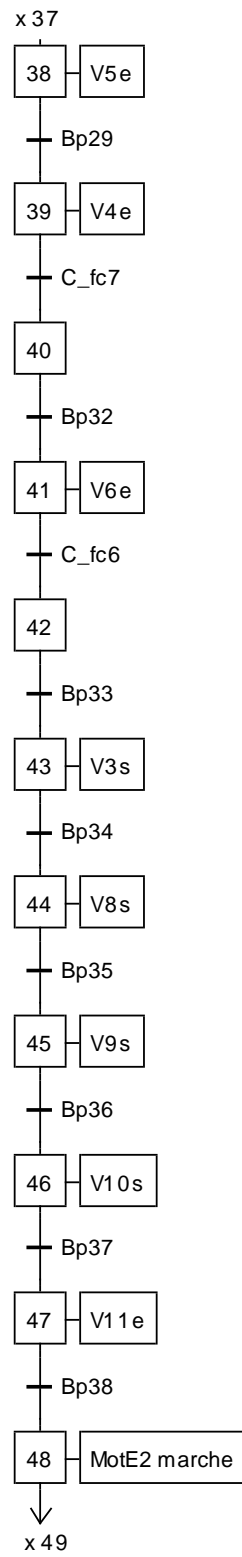


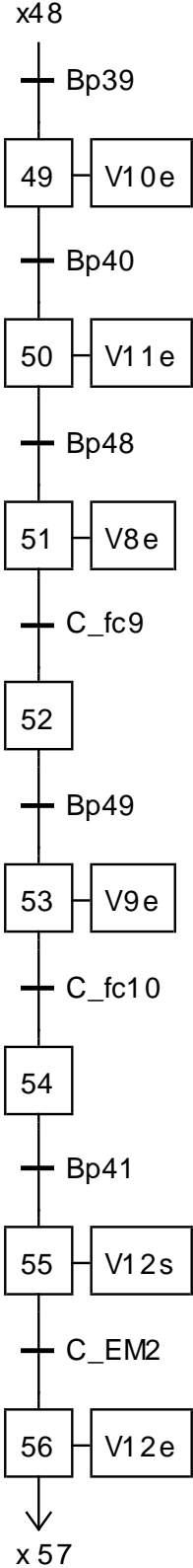


- Macro étape 2 :

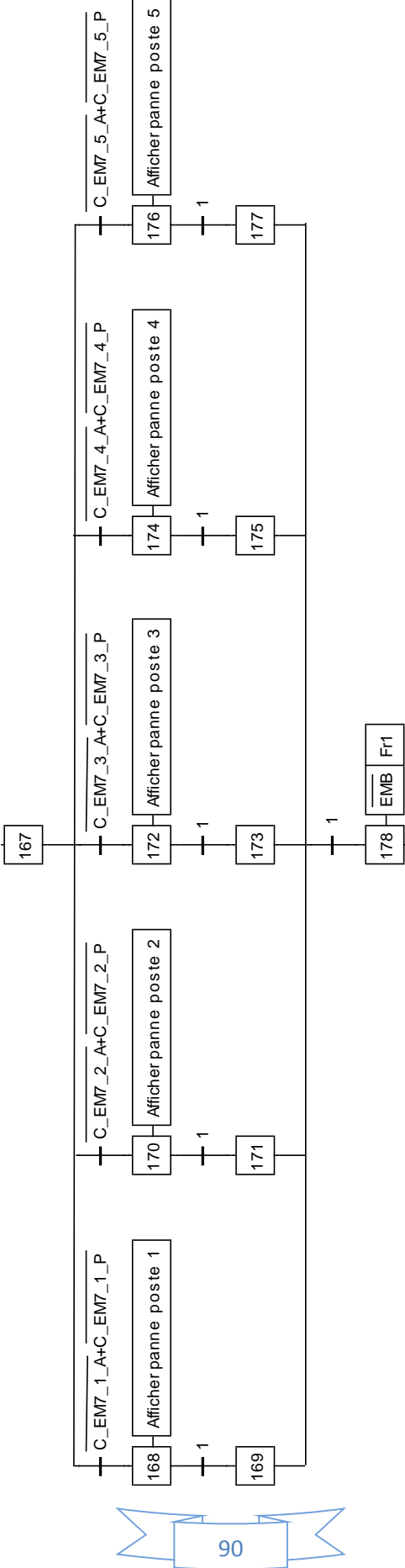








- Macro étape 5 :



5-Discussion

Dans le deuxième chapitre, nous avons utilisé le GRAFCET niveau 1 pour la modélisation du processus de commande et pour clarifier le fonctionnement de système.

Le GRAFCET s'est révélé être un outil efficace pour transformer un cahier des charges fonctionnel en une représentation graphique, tout en établissant un lien entre les parties commande et opérative du système.

Ce modèle a grandement simplifié la transition de la description à la modélisation.

Chapitre 4

1-Préambule :

Après avoir modélisé la presse transfert avec le GRAFCET, l'étape suivante consiste à créer et valider le programme de contrôle. Cette phase s'appuie sur deux outils essentiels : STEP 7 et S7-PLCSIM de Siemens.

STEP 7 permet de programmer l'automate S7-300 en créant les blocs logiques qui piloteront la presse transfert. Ce logiciel offre un environnement intuitif pour concevoir et configurer le programme qui sera implanté sur l'automate.

Avant d'implémenter le programme dans un environnement réel, il est crucial de le tester. S7-PLCSIM permet de simuler le fonctionnement de l'automate, reproduisant virtuellement le comportement de la presse. Cette simulation permet de valider le programme et de corriger d'éventuelles erreurs avant la mise en œuvre, garantissant ainsi une exécution fiable sur le terrain.

Dans ce chapitre, nous détaillerons la création du programme dans STEP 7 et son test dans S7-PLCSIM, afin de garantir un contrôle optimal de la presse transfert.

2-Présentation du S7 PLCSIM :

S7 plcsim est un logiciel de simulation de système de contrôle industriel développée par siemens. Il permet de simuler des programmes de contrôle et des processus automatisés pour les automates programmables industriels de la série S7 de siemens. Cela permet aux ingénieurs de tester et de déboguer leur programme avant de les déployer sur le terrain, ce qui peut aider à réduire les coûts et les risques associés à la mise en service de nouveaux systèmes.

3- Création d'un projet dans S7-300 :

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

1-Commencer par la configuration matérielle

2- Commencer par écrire le programme.

Dans notre cas les procédures suivies pour la création du projet sous le logiciel STEP7, sont comme suit :

- Pour ouvrir SIMATIC Manager, il suffit de double-cliquer sur son icône.



- La fenêtre suivante permet la création d'un projet.



Figure.4.1. Fenêtre de création d'un projet

-On clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU.

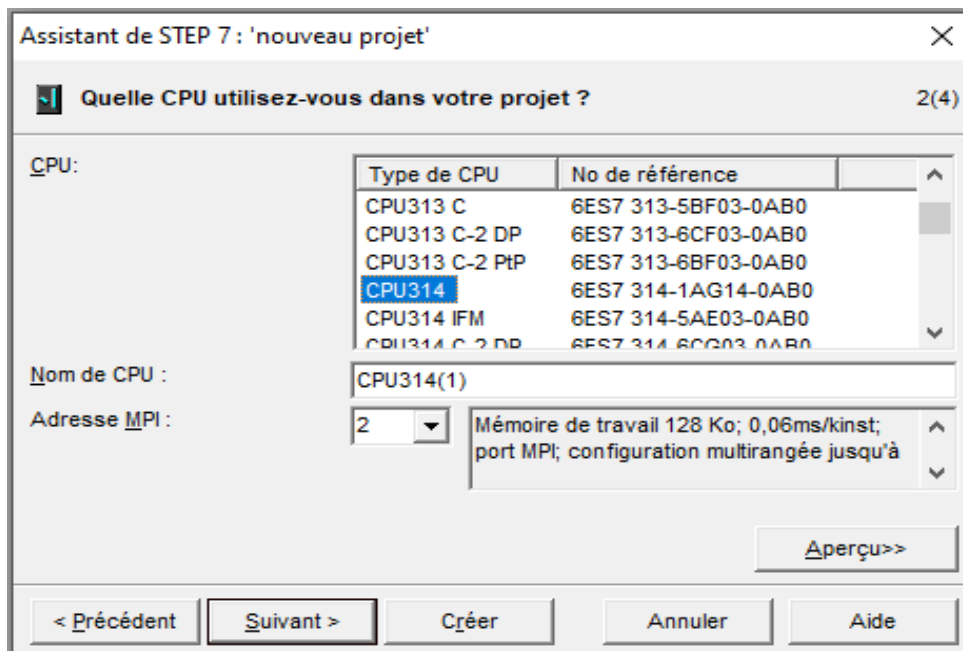


Figure.4.2: CPU 314 sélectionnée.

-Une fois que la CPU est validée, une fenêtre apparaît pour sélectionner les blocs et le langage de programmation à insérer.

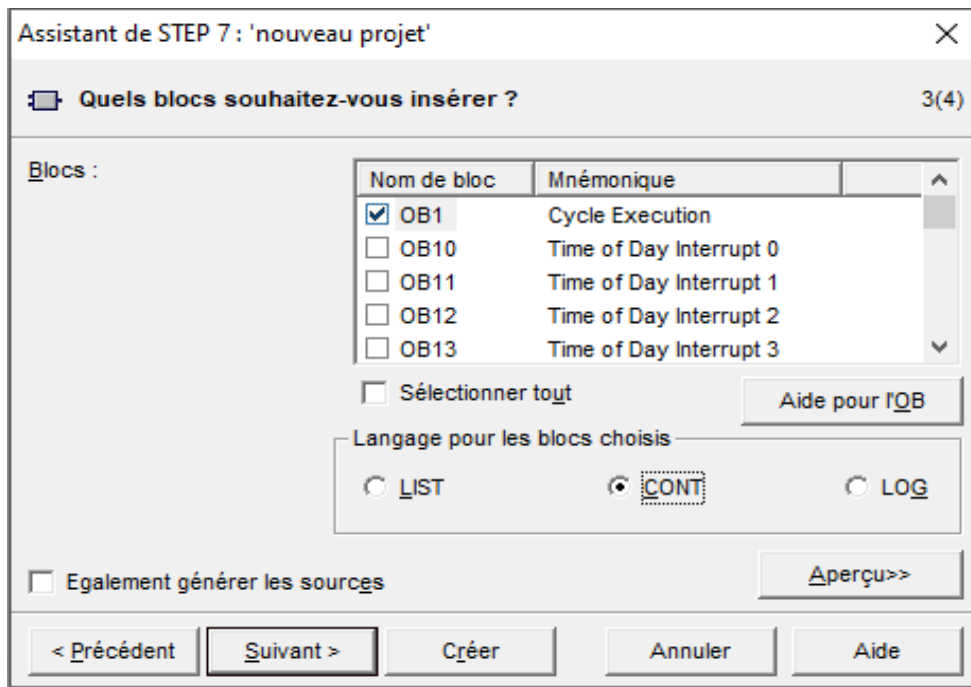


Figure.4.3 : Sélection des blocs et le langage de programmation (CONT)

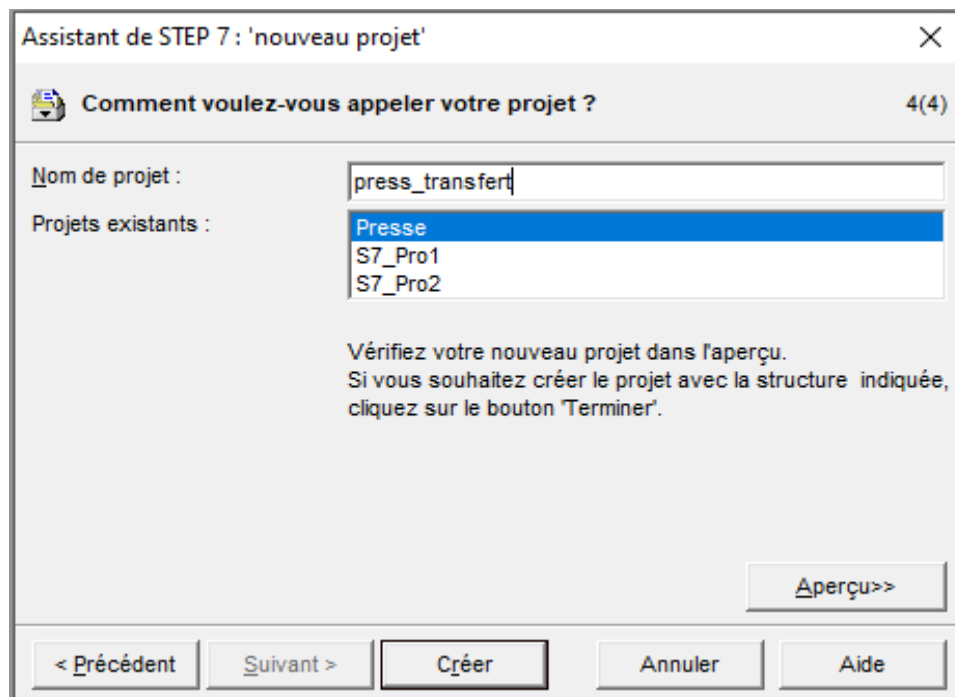


Figure.4.4 : Nomination du programme

- Une fois le projet crée, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le

Montre-la figure ci-dessous :

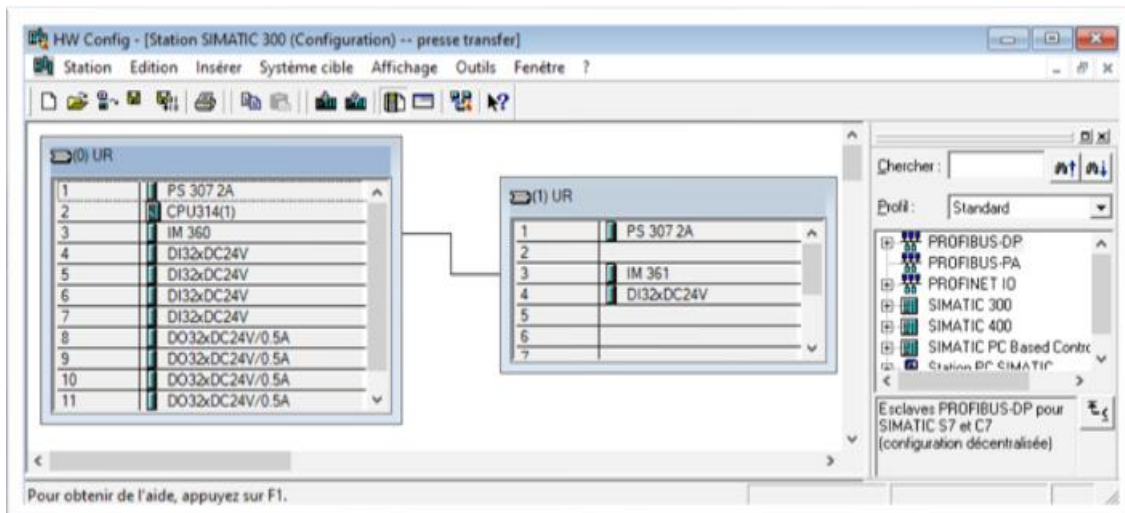


Figure.4.5 : Configuration Matériels

4-mise en route du logiciel S7 PLCSIM :

La procédure à suivre :

- ouvrir simatic manager.
- Ouvrir le projet exemple presse Transfert.

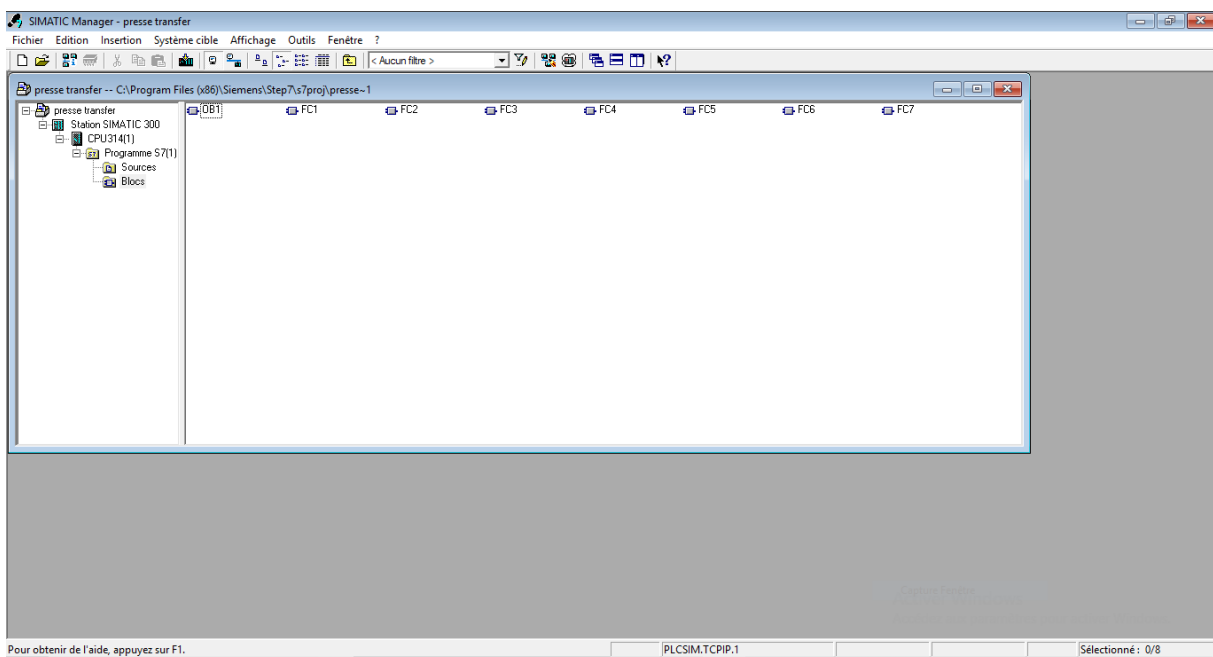






Figure.4.6 : Vue des composants d'un projet S7

- cliquer sur l'icône  pour démarrer S7 PLCSIM.
- charger le projet en cliquant sur l'icône  ou choisir la commande de menu **système cible > charger**.
- crée des fenêtres secondaires supplémentaires dans S7 PLCSIM.
- * clique sur l'icône  ou choisir la commande de menu **insertion > entrée**. La fenêtre secondaire permet de visualiser ou forcer des variables dans la zone mémoire de entrée zone E. cette fenêtre affiche EB0 (octet d'entrée 0) par défaut, mais on peut modifier l'adresse (EB1, EB2,...). Paramétrez le format de données (bits).
- * clique sur l'icône  ou choisir la commande de menu **insertion > sortie** pour insérer une autre fenêtre secondaire qui permet de visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des sorties zone A. cette fenêtre affiche AB0 (octet de sortie 0) par défaut. Mais on peut modifier d'adresse (AB1, AB2,...).

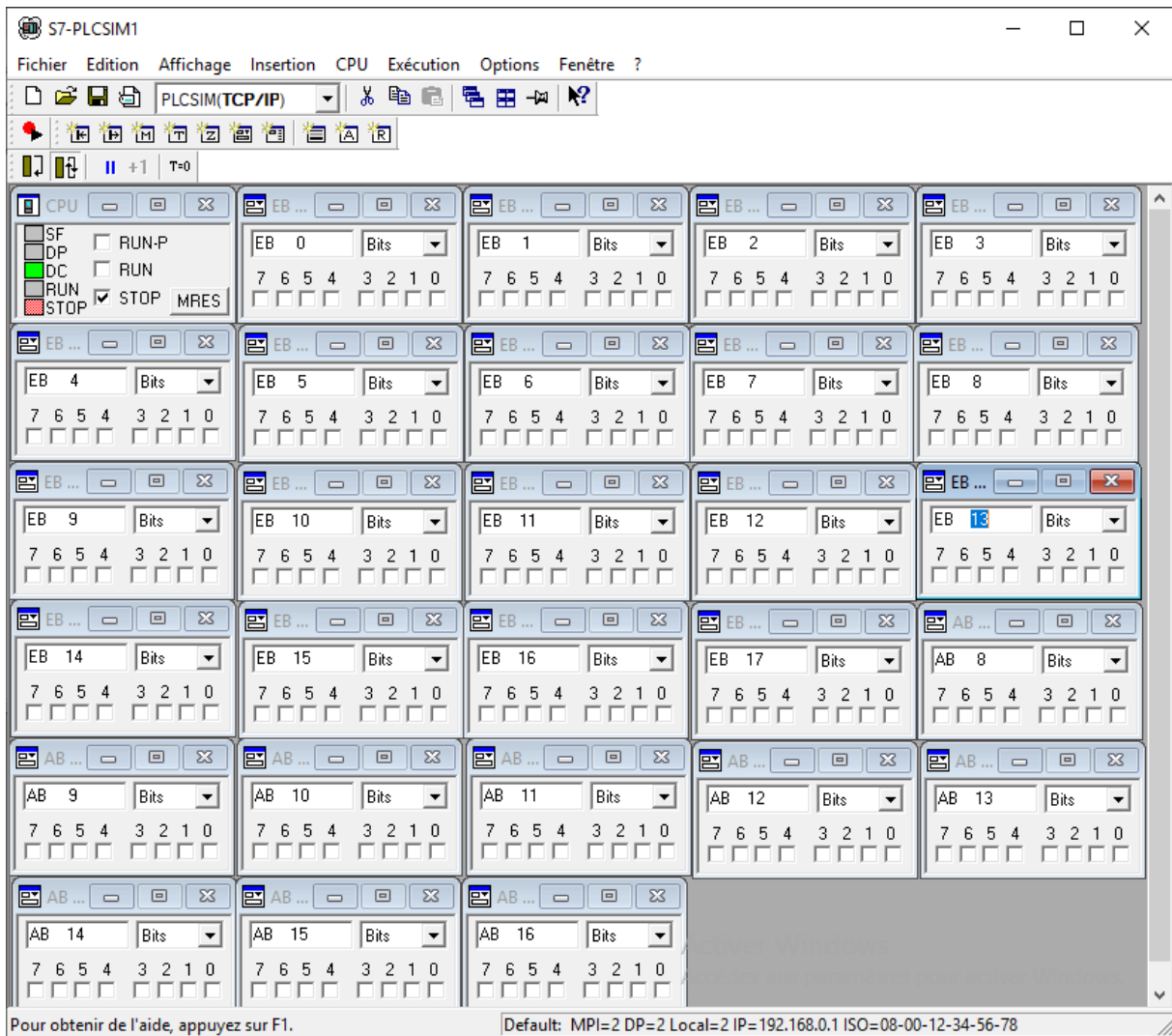


Figure.4.7 : Les fenêtres de visualisation et de forçage dans la zone mémoires des adresses des entrées et des sorties.

- choisir la commande CPU > mettre sous tension.

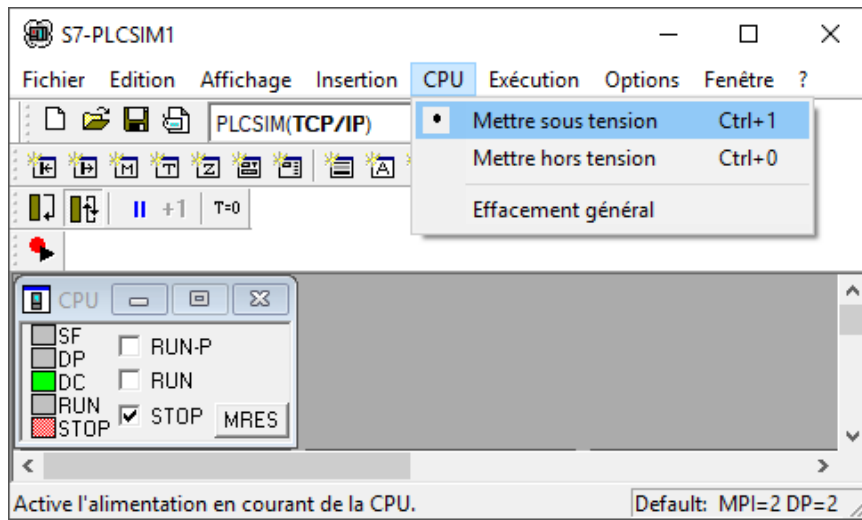


Figure.4.8 : Mise sous tension de la CPU

- choisir la commande exécution > mode d'exécution > cycle continu.

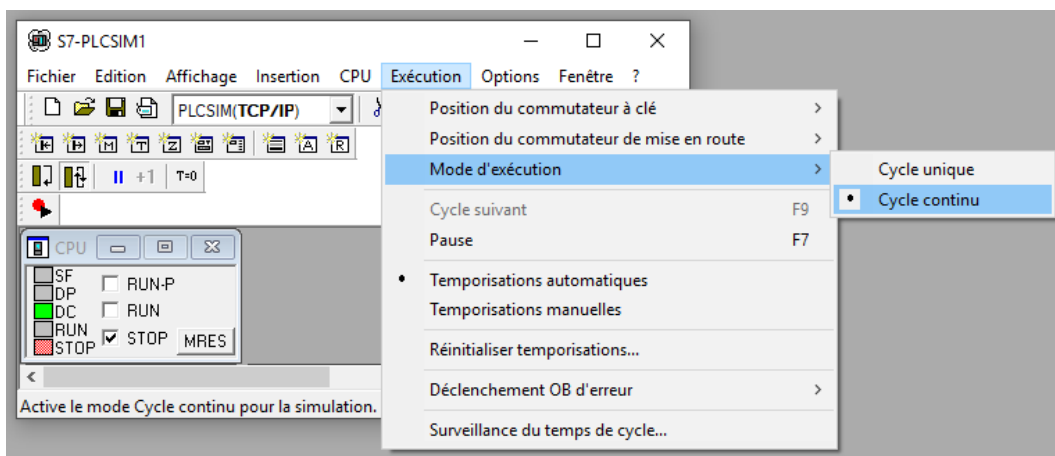


Figure.4.9 : Choix du cycle continu.

- choisir la commande exécution > position du commutateur à clé > RUN ou RUN-P. La CPU est mise à l'état de fonctionnement RUN.

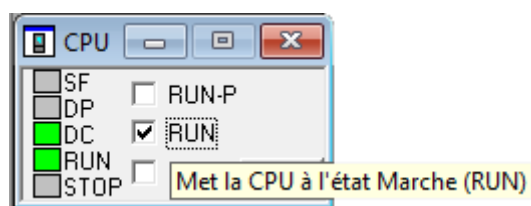



Figure.4.10 : Mettre sous tension la CPU

- Pour sauvegarder la version actuelle de la simulation du programme, cliquez  sur ou choisissez la commande Fichier > Enregistrer CPU.

Une fois toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, nous activons les entrées voulues pour lire l'état des sorties

5-Simulation du programme de la presse Transfert :

La simulation du programme de la presse transfert dans les blocs fonctions FC s'effectue comme suit :

- Charger les blocs fonctions dans la PG.
- Activer la fonction de visualisation.
- Forcer les entrées nécessaires pour chaque réseau.

5-1-Premier exemple :

▣ Réseau 1 : la mise sous tension de la machine

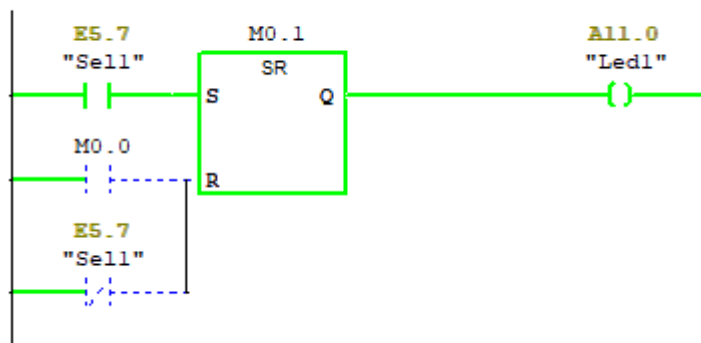


Figure.4.11 : Résultat de la mise sous tension de la machine

Lorsqu'on met le sélecteur en position d'activation, le contact NO se ferme et le contact NF s'ouvre. L'entrée (Set) de la bascule SR reçoit un signal haut (1), la sortie Q de la bascule SR passe à 1 activant ainsi la Led1.

Et si on met le sélecteur en position de désactivation, les contacts retrouvent leur position initiale et l'entrée (Reset) de la bascule SR reçoit un signal haut (1), la sortie Q de la bascule SR passe à 0 désactivant ainsi la Led1.

5-2-Deuxième exemple :

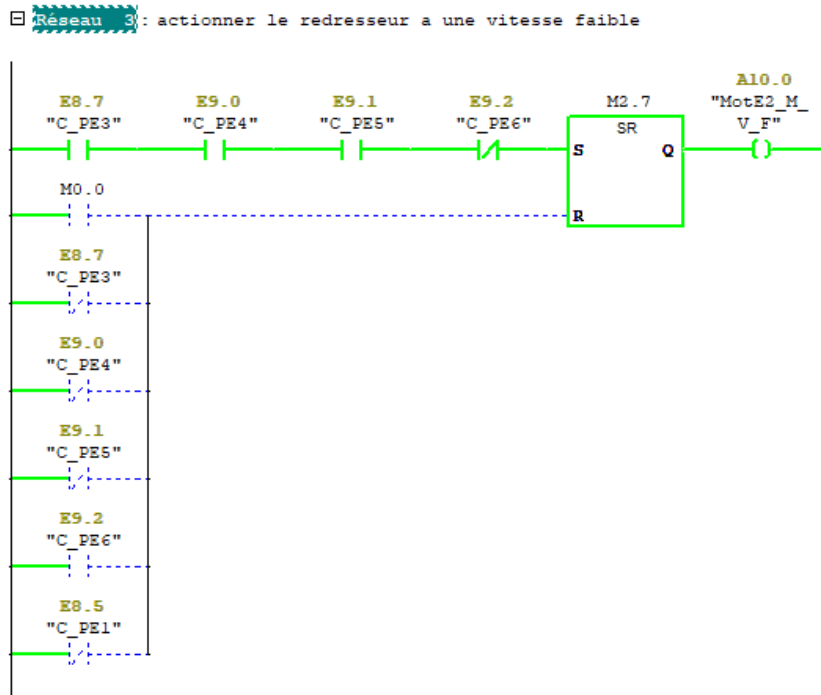


Figure.4.12 : Résultat pour actionner le moteur à une vitesse faible

Lorsque les capteurs C_PE3, C_PE4, C_PE5 détecte la tôle, les contacts NO des capteurs se ferme, et le contact NF du C_PE6 ne change pas d'état parce que, dans ce cas, le capteur ne doit pas détecter la présence de la tôle. L'entrée (Set) de la bascule SR reçoit un signal haut (1), la sortie Q de la bascule SR passe à 1, ainsi le moteur s'actionne à une vitesse faible. Au même temps, les contacts NF des capteurs C_PE3, C_PE4, C_PE5 s'ouvre ainsi l'entrée (Reset) de la bascule SR ne reçoit aucun signal.

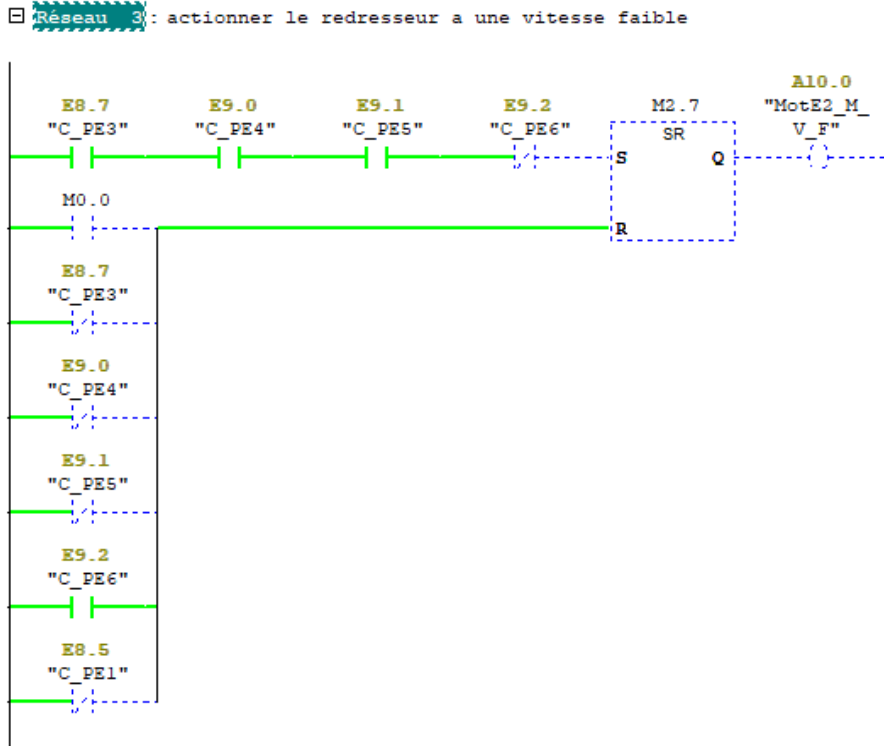


Figure.4.13 : Résultat de l'arrêt du fonctionnement du moteur à une vitesse faible

Mais si l'un des contacts des capteurs se ferme l'entrée (Reset) de la bascule SR reçoit un signal haut (1) et l'entrée (Set) de la bascule SR ne reçoit aucun signal. La sortie Q de la bascule SR passe à 0 désactivant ainsi l'actionnement du moteur à la vitesse faible.

5-3-Troisième exemple :

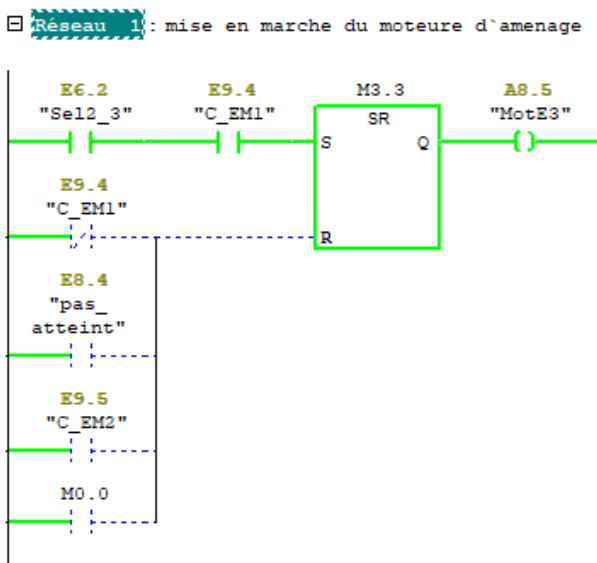


Figure.4.14 : Résultat de la mise en marche du moteur aménage

On met le sélecteur sur la position d'activation du mode automatique le contacte NO se ferme, le capteur C_EM1 détecte que la lame est en position haut, le contact NO se ferme et l'autre contact NF du capteur C_EM1 s'ouvre. L'entrée (Set) de la bascule SR reçoit un signal haut 1, la sortie de la bascule SR passe à 1 pour actionner le moteur d'aménage.

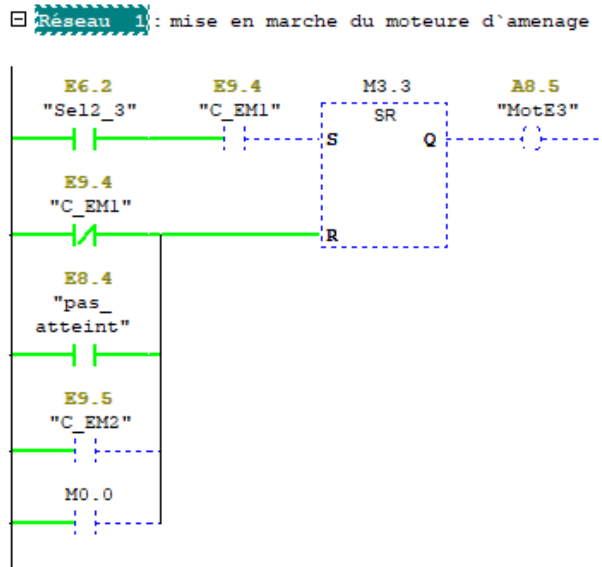


Figure.4.15 : Résultat d'arrêt du moteur aménage

Mais si le capteur C_EM1 ne détecte plus la lame les contacts retrouvent leur position initiale. Si le pas est atteint, le contact NO se ferme, ou lorsque le capteur C_EM2 détecte la position basse de la lame le contact NO se ferme. L'entrée (Reset) de la bascule SR reçoit un signal haut (1) et la sortie Q de la bascule SR passe à 0, arrêtant ainsi le moteur d'aménage.

6-Discussion :

Dans ce chapitre, nous avons cité les différentes étapes pour la création d'un projet avec STEP 7. Ensuite on a présenté le logiciel S7PLCSIM et les différentes étapes à suivre pour sa mise en route. Ce logiciel nous a permis de vérifier le programme que nous avons créé pour la machine et de l'ajuster pour le rendre fonctionnelle.

Terminons par quelques exemples du programme, et à partir de là on peut déployer notre solution sur la machine.

Conclusion

L'objectif principal de ce mémoire était de moderniser l'automatisation de la presse transfert en remplaçant l'ancien automate programmable S5, devenu obsolète, par un S7-300 de Siemens. Ce projet s'inscrit dans une démarche plus large de mise à niveau des équipements industriels, afin d'améliorer leur efficacité, leur fiabilité et leur compatibilité avec les technologies modernes.

Dans un premier temps, une étude approfondie du fonctionnement de la presse transfert et de ses composants a été réalisée. Cette phase était essentielle pour bien comprendre les interactions entre les différents éléments du système et identifier les points critiques à prendre en compte lors de la conception du nouveau programme de commande.

Ensuite, la modélisation du fonctionnement de la presse a été effectuée à l'aide du GRAFCET (Grphe Fonctionnel de Commande Étape-Transition), un outil permettant de représenter graphiquement les séquences logiques du processus industriel. Cette modélisation a facilité la conceptualisation des étapes du cycle de production et leur traduction en programme informatique.

La troisième phase consistait en l'élaboration du programme de contrôle à l'aide du logiciel SIMATIC STEP 7. Ce programme a été simulé avec l'outil S7-PLCSIM, qui permet de tester virtuellement les séquences d'exécution sans avoir besoin d'un automate physique. Grâce à cette simulation, nous avons pu visualiser le déroulement du programme, détecter et corriger d'éventuelles erreurs, et optimiser son fonctionnement avant la mise en œuvre réelle sur le terrain.

La simulation a ainsi permis de valider la faisabilité de notre solution et de garantir que le programme répondait aux exigences du processus automatisé. Cependant, l'étape suivante, cruciale pour garantir la réussite de ce projet, serait la mise en œuvre de cette solution sur le terrain. Cette phase pratique permettrait de tester le programme en conditions réelles et d'effectuer les ajustements nécessaires pour s'assurer de son intégration harmonieuse avec les autres équipements de production.

En guise de perspectives, nous recommandons de mettre en pratique cette solution sur le terrain afin de vérifier la performance du système dans un environnement de production réel. Cela permettrait non seulement de valider le fonctionnement du programme, mais aussi de procéder aux ajustements finaux en fonction des contraintes spécifiques du processus industriel.

Enfin, au-delà des aspects techniques, ce projet nous a permis de prendre conscience de l'importance des relations humaines au sein d'une équipe, à tous les niveaux de responsabilité. Travailler sur le terrain nous a montré que la réalité des opérations industrielles est souvent plus complexe que ce que nous avons pu étudier en théorie. Nous avons également pu développer des compétences non seulement techniques, mais aussi en matière de gestion de projet et de travail en équipe.

Notre stage au sein de l'ENIEM nous a offert une opportunité unique d'approfondir nos connaissances théoriques, en les confrontant aux exigences pratiques du monde industriel. Nous avons appris à manipuler une variété de documents techniques, à appliquer une méthodologie rigoureuse, et à développer des solutions concrètes tout en intégrant les techniques acquises durant cette période. Ce projet a ainsi été un vecteur de développement personnel et professionnel, nous fournissant les bases solides pour entamer notre carrière dans le domaine de l'automatisation industriel.

Bibliographie

[1] DJEDDIS KHALED et TEKOUR AZIOUEZ, Conception d'un système automatisé pour lavage et distribution des bacs, Mémoire de Master en Automatique et informatique industrielle, 2021, Université SAAD DAHLAB de BLIDA.

[2]https://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf

[3] Ibrahim KASDI et Karima YESSAD et Samia FARAH, Mise en place d'un automate programmable et d'un pupitre de commande pour la chaîne de moulage PM3 de UFR-SNVI, Mémoire de Fin d'Etudes Master PROFESSIONNEL, 2014, Université de Mouloud Mammeri de Tizi ousou.

[4]<https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/classic/basics-programming/a03-startup-fr.pdf>

[5]https://cache.industry.siemens.com/dl/files/906/12996906/att_70326/v1/s7300_cpu_31xc_and_cpu_31x_manual_fr-FR_fr-FR.pdf

[6] Boudersa Chouaib et Chelha Mohamed, Automatisation, Mémoire de Master en Automatique et systèmes, 2021, Université SAAD DAHLAB de BLIDA.

[7]https://elearning.univ-msila.dz/moodle/pluginfile.php/741583/mod_resource/content/1/Syst%C3%A8mes%20Automatis%C3%A9s%20pour%20les%20Automates%20Programmables.pdf

[8] OKBA Hamza et MILOUDI Abderrahmane et HAMEL Ziyad, Étude et simulation par Automate Siemens S7-300 d'un procédé potabilisateur, Mémoire de Master Professionnelle en Electronique, 2021, Université Kasdi Merbah Ourgla.

[9] <https://www.superprof.fr/ressources/maths/maths-tous-niveaux/tpe-2010-physique.html#:~:text=Chaque%20cat%C3%A9gorie%20peut%20%C3%AAtre%20subdivis%C3%A9e,captateurs%20m%C3%A9caniques%2C%20%C3%A9lectriques%2C%20pneumatique/17.03.2024>

[10] [https://www.eaton.com/ca/fr-ca/products/controls-drives-automation-sensors/sensors---limit-switches/understanding-sensors-and-limit-switches--.html#:~:text=Un%20interrupteur%20de%20fin%20de,contact%20\(ouvert%2Fferm%C3%A9\)/17.03.2024](https://www.eaton.com/ca/fr-ca/products/controls-drives-automation-sensors/sensors---limit-switches/understanding-sensors-and-limit-switches--.html#:~:text=Un%20interrupteur%20de%20fin%20de,contact%20(ouvert%2Fferm%C3%A9)/17.03.2024)

[11] <https://projet.eu.org/pedago/sin/1ere/2-capteurs.pdf/17.03.2024>

[12]<https://www.mytopschool.net/mysti2d/activites/polynesie2/ETT/C044/21/Pneumatique/files/Documents/pdf/verins.pdf/17.03.2024>

[13] <https://www.air-techniques.fr/rob/blog/guide-du-pneumaticien/verin-pneumatique-choisir-dimension-et-force/19.08.2024>

[14] Adel SAID et Yassine JEMAI, Support de cours, INSTALLATIONS INDUSTRIELLES, 2013/2014

[15] https://dautrylimoges.scenari-community.org/TSTI2D/Seq2-Pratique%20sportive_web/co/Moteur_a_Courant_Continu_Principe.html/31.08.2024

[16] <https://www.hydrokit.com/moteurs-hydrauliques-xrp2264.html#:~:text=Un%20moteur%20hydraulique%20est%20un,pour%20fournir%20un%20entra%C3%AEnement%20rotatif>/19.08.2024

[17] <https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch22-les-preactionneurs-pneumatiques.pdf>/18.03.2024

[18] <https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/>18.03.2024

[19] <https://sitelec.org/cours/abati/grafcet1.htm>/02.09.2024