

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE



Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master professionnel en
Electrotechnique industrielle
L.M.D*

THEME

**Etude et automatisation d'une ligne d'emboutissage
de tôle à l'aide d'un API S7-300**

Présenté par :

Mr AMROUCHE MOHAMED

Mr HADJ ALI MARZOUK

Proposé par :

Mr B. BOUGUEDOUR

Dirigé par :

Mr S. FELLAG

Promotion 2012/2013



REMERCIEMENTS

On exprime notre profonde gratitude à Monsieur S.FELLAG, de nous avoir encadré et d'avoir dirigé ce travail avec dévouement. On le remercie sincèrement pour ses conseils, sa patience et sa disponibilité tout au long de notre projet.

Nos reconnaissances vont également à notre Co-promoteur Monsieur B.BOUGUEDOUR, qui nous a proposé ce sujet.

Nous remercions vivement les membres de jury qui nous feront honneur de juger notre travail.

Nous remercions aussi tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce mémoire.





Dédicaces

Je dédie ce travail

✚ *A celui qui m'a quitté à l'éternel, chère père.*

✚ *MA maman pour son affection et l'amour profonds qu'elle me témoigne chaque jour.*

✚ *A mes très chers frères, mes très chers sœurs, et à toute ma famille*

✚ *A tous mes ami(es), et tout ceux qui sont chers.*

Hadj ALI MARZOUK

Je dédie ce travail

✚ *A toute ma famille*

✚ *A tous ceux et celles qui connaissent*

AMROUCHE MOHAMED



SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés de production	
I. Introduction.....	2
II. Définition d'un système automatisé de production.....	2
III. Objectif de l'automatisation d'un système de production.....	2
IV. Structure d'un système automatisé.....	3
IV.1. Partie opérative	3
IV.2. Partie commande	3
IV.3. Poste de contrôle	4
V. Fonction globale d'un système	5
V.1 Matière d'oeuvre.....	5
V.2. Valeur ajoutée.....	5
V.3. Contexte et valeur ajoutée.....	6
VI. Domaines d'application de SAP.....	6
VII. Avantages de SAP	6
VIII. Inconvénients de SAP	6
IX. Conclusion	7
Chapitre II : Description de la ligne d'emboutissage de tôle	
I. Introduction	8
II. Description de la presse transfert (630 2MR-TR3)	8
III. Les organes essentiels constituant la ligne.....	9
III.1. Le dérouleur.....	9
a) Elévateur hydraulique (le chargeur)	9
b) les Mandrins	9
c) le Rouleau presseur	9
III.2. Le groupe redresseur	9
a) Le redresseur	9
b) L'introducteur	10
III.3. La fosse	11
III.4. la ligne d'aménage	11
a) Aménage(Laminoir).....	11
b) La cisaille	12
c)La table d'aménage.....	12
III.5. La presse	12
IV. Améliorations et modifications portées	14
IV.1 Au niveau du tapis d'évacuation des pièces.....	14

IV.1.1. Auto-bras ou le chargeur automatique.....	15
IV.2. Au niveau de la fosse.....	16
V. Etude technologique de la chaîne.....	16
V.1. Les pré-actionneurs.....	16
V.1.1. Les distributeurs	16
V.1.2. Le contacteur	17
V.1.3. Electrovanne.....	17
V.1.4. Les relais	17
V.2. Les actionneurs	18
V.2.1. Les vérins	18
V.2.1.a. vérin simple effet	18
V.2.1.b. Vérin double effet	19
V.2.1.c. vérins rotatifs	19
V.2.2. Les moteurs	20
V.2.2.1. Les moteurs électriques	20
V.2.2.1.a. Le moteur asynchrone triphasé	21
V.2.2.1.b. Le moteur à courant continu	22
V.2.2.2. Le moteur hydraulique.....	22
V.2.3. Ventouse.....	22
V.3. Les capteurs	23
V.3.1. Capteur de position	23
V.3.2. Capteur de proximité photoélectrique	24
V.3.3. Capteur inductif	25
V.3.4. Le choix d'un capteur	25
VI. Partie hydraulique.....	26
VII. Cahier de charge fonctionnel de la machine.....	26
VII.1 principe de fonctionnement de la ligne.....	27
VII.1.1 Le chargement de la tôle à la presse	27
VII.1.2 Les conditions initiales pour passer à la phase automatique	27
VII.1.3. Le cycle automatique de la machine	27
VIII. Conclusion	28
Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET	
I. Introduction.....	29
II. Historique	29
III. Définition du GRAFCET.....	29
IV. Structure graphique du GRAFCET	29
IV.1. Les étapes.....	30

IV.2. Les Transitions.....	31
IV.3. Les actions	31
IV.4. Les réceptivité.....	32
IV.5. Les liaisons orientées.....	32
V. Règles d'évolution du GRAFCET	32
VI. les règles de construction d'un GRAFCET.....	33
VI.1. Convergence en ET	33
VI.2. Divergence en ET.....	33
VI.3. Convergence en OU.....	33
VI.4. Divergence en OU.....	34
VI.5. Saut d'étape.....	34
VI.6. Reprise de la séquence	34
VII. Niveau d'un GRAFCET	34
VIII. GRAFCET de fonctionnement du système.....	35
VIII.1. GRAFCET niveau 1	35
VIII.2. GRAFCET niveau 2	38
IX. Conclusion.....	40

Chapitre IV : Description et choix de l'automate.

I. Introduction.....	41
II. Généralités sur les automates.....	41
II.1. Définition.....	41
II.2. Aspect extérieur d'un API	42
II.3. Principe de fonctionnement d'un automate	43
II.4. Caractéristiques techniques d'un API	43

II.5. Les différents éléments d'un API	43
II.6. Description des éléments d'un API	44
II.6.1. Le processeur	44
II.6.2. Les modules (interfaces d'entrées/sorties)	44
II.6.2.a. Les interfaces d'entrées	44
II.6.2.b. Les interfaces de sortie	45
II.6.3. La mémoire	46
II.6.4. L'alimentation.....	46
II.7. Branchement des entrées	46
II.8. Branchement des sorties	46
II.9. Terminaux de programmation et de réglage	46
II.10. Langage de programmation des APIs.....	47
III. La gamme SIMATIC de SIEMENS.....	47

III.1. Le SIMATIQUE S7.....	48
IV. choix d'un automate programmable	49
V. Les avantages d'utilisation des API	49
VI. Les inconvénients.....	50
VII. Présentation de l'automate S7-300	50
VII.1. Caractéristiques de l'automate S7-300	50
VII.2. Structure Matérielle d'un S7-300	51
VII.2.1. Rail profilé.....	51
VII.2.2. Alimentation (PS)	51
VII.2.3. Unité centrale (CPU)	51
VII.2.4. Carte de couplage (IM)	52
VII.2.5. Module de signaux (SM) (TOR /analogique)	52
VII.2.6. Câblage	52
VII.2.7. Module de fonction FM	52
VII.2.8. Processeurs de communication CP	52
III. Conclusion	52

Chapitre V : Programmation et simulation

I. Description de STEP7	53
II. Principe de conception d'une structure de programme.....	53
II.1. Programme dans la CPU.....	53
II.2. Blocs dans le programme utilisateur.....	53
III. Blocs d'organisation et structure du programme.....	54
III.1. Bloc d'organisation (OB)	54
III.2. Bloc fonctionnel (FB)	54
III.3. Fonction (FC)	54
III.4. Bloc de données (DB)	54
IV. Création du projet dans SIMATIC Manager	54
V. Configuration matérielles	57
VI. Définition de la table des mnémoniques	58
VII. Programmation	59
VIII. Simulation	60
IX. programmation de tout le système.....	62
X. Conclusion	86
Conclusion générale	88



Introduction générale

L'automatisme est un domaine pluridisciplinaire qui associe les notions de la mécanique, de l'électronique et de l'informatique. Elle permet d'exécuter des tâches industrielles avec une intervention humaine très réduite. Elle redevient ces dernières années le centre de préoccupation d'un bon nombre d'entreprises à cause de son évolution vers l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexes.

L'entreprise Nationale des Industriels de l'Electroménager (ENIEM) est issue de la Restructuration en 1983 de l'ex-société de SONELEC, et forme l'une des plus importantes unités industrielles nationales. L'ENIEM a une gamme de produits très large. Elle produit tous types de réfrigérateurs, de cuisinières, de climatiseurs, d'appareils de cuisson etc....

La compétitivité des entreprises exige une automatisation de plus en plus flexible et évolutive des équipements de production. Ce qui explique la rude concurrence entre les firmes internationales (Schneider, Siemens, Bosch et Toshiba etc....).

L'ENIEM oriente son objectif sur l'amélioration de la qualité et de la quantité des produits fabriqués et de leur coût. Mais actuellement l'ENIEM se voit confronter au manque des cartes d'entrées/sortie des séquenceurs S5 qu'elle utilise. Ces cartes tombent souvent en pannes et ne sont plus disponibles sur le marché. Ce qui oblige l'ENIEM à réfléchir d'or et déjà à remplacer ces séquenceurs.

Dans ce contexte le sujet qui nous a été proposé par le service maintenance de l'unité cuisson, consiste à faire l'étude et automatisation de la ligne d'emboutissage de tôle par l'API S7-300, et de concevoir un chargeur automatique (auto bras) pour l'empilement des pièces finies dans des caisses.

Pour cela nous avons partagé le travail comme suit :

- ❖ Généralités sur les systèmes automatisés de production.
- ❖ Description de la ligne d'emboutissage de tôle.
- ❖ Modélisation du système à l'aide du GRAFCET.
- ❖ Description et choix de l'automate.
- ❖ Programmation et simulation.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I :

**Généralités sur les systèmes automatisés
de production**

I. Introduction

Automatiser une tâche consiste à enchaîner les diverses opérations nécessaires à sa réalisation en limitant au maximum l'intervention d'un opérateur humain. Les systèmes automatisés envahissent notre environnement aussi bien dans le domaine domestique que dans le domaine industriel, dans ce domaine l'automatisation tient une place très importante.

Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes Automatisés de Production (SAP).

II. Définition d'un système automatisé de production

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes et qui exécute toujours le même travail pour lequel il a été programmé.

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

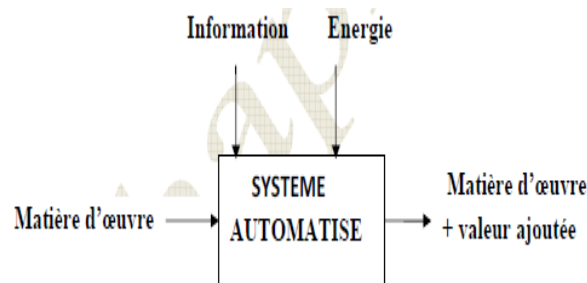


Figure I.1 : Système automatisé

III. Objectif de l'automatisation d'un système de production

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

- Accroître la productivité du système, c'est-à-dire augmenter la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :
 - D'une meilleure rentabilité.
 - D'une meilleure compétitivité.
 - Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.

➤ S'adapter à des contextes particuliers :

- Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire...).
-
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
- Augmenter la sécurité.

IV. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer en trois parties :

IV.1. Partie opérative

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

➤ Actionneur

L'actionneur est un organe qui convertit l'énergie qui lui est fournie par le pré-actionneur en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées. Les actionneurs sont classés selon le type d'énergie qu'ils reçoivent : énergie électrique, pneumatique et hydraulique.

➤ Effecteur

L'effecteur est situé à la suite de l'actionneur pour finaliser le travail, il produit l'effet attendu. Par exemple : la pince du robot.

IV.2. Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs. Ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur ... Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle alors, de logique câblée)), cette partie sert à commander les préactionneurs et renvoyer des informations au pupitre de

signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

✓ Pré-actionneurs

Interface entre la partie commande (PC) et la partie opérative (PO). Sa fonction est de transmettre les ordres de la PC à la PO.

Généralement, ils sont utilisés pour commander des puissances en fonction d'un signal de commande de faible puissance.

✓ Capteur

Les capteurs fournissent à la partie commande des comptes-rendus sur l'état du système (la partie opérative). Ils peuvent détecter ou évaluer des positions, des pressions, des températures ...

IV.3. Poste de contrôle

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface Homme – Machine (IHM).

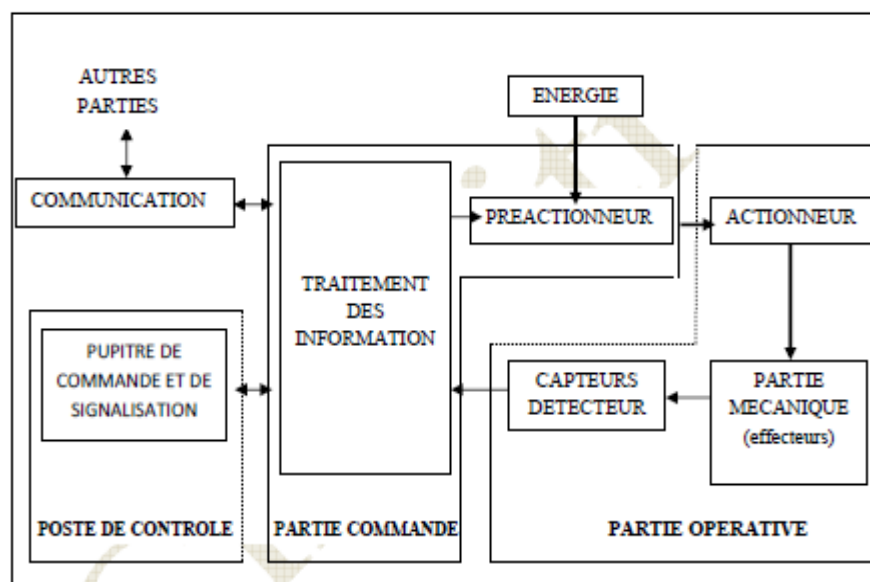


Figure I.2 : Décomposition fonctionnel de SAP

V. Fonction globale d'un système

La fonction globale de tout système automatisé est de conférer une valeur ajoutée à un ensemble de matières d'œuvres dans un environnement ou un contexte donné.

V.1 Matière d'œuvre

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

- ✓ **Un produit** : c'est-à-dire de la matière, à l'état solide, liquide ou gazeux, et sous une
 - ✓ forme plus ou moins transformée.
 - ✓ **De l'énergie** : sous forme électrique, thermique, hydraulique.
 - ✓ **De l'information** : sous forme écrite, physique, audiovisuelle. Qu'il faut produire, transmettre, communiquer, décoder...
 - ✓ **Des êtres humains** : Pris individuellement ou collectivement. Qu'il faut former, soigner, transporter

V.2. Valeur ajoutée

La valeur ajoutée à ces matières d'œuvre est l'objectif global pour laquelle elle a été définie, conçue, réalisée, puis éventuellement modifiée le système. Cette valeur ajoutée peut résulter par exemple :

- **Une modification physique** des matières d'œuvres.
 - ✓ Traitement mécanique : usinage, formage...
 - ✓ Traitement chimique ou biologique
 - ✓ Conversion d'énergie
 - ✓ Traitement superficiel : peinture...
- **Un arrangement particulier**, sans modification des matières d'œuvres.
 - ✓ Montage, emballage, assemblage...
 - ✓ Couture.
- **Une mise en position particulière**, ou d'un **transfert**, de ces matières d'œuvres.
 - ✓ Transport, stockage...
 - ✓ Commerce
 - ✓ Communication
- **Un prélèvement d'information** sur ces matières d'œuvres
 - ✓ Contrôler, mesurer, exploitation des examens...

V.3. Contexte et valeur ajoutée

La nature, la quantité et la qualité de la valeur ajoutée peuvent varier pour tenir compte de l'évolution des besoins de la société dans laquelle s'insère le système. Ceci peut conduire à modifier le système, voire l'abandonner pour construire un nouveau.

VI. Domaines d'application de SAP

L'automatisation en générale est devenue très vaste et utilisée dans plusieurs domaines tels que :

- Commande des machines et d'installations.
- Robotique.
- Domaine machines outil (perçage).
- Mise en forme de produits finis (fabrication mécanique poinçonnage)
- Domaine du conditionnement et de la préhension.
- Domaine de l'industrie automobile.
- Le contrôle de produits.
- L'automatisation de service.

VII. Avantages de SAP :

Ils sont nombreux, on cite principalement :

- La capacité de produire rapidement dans tous les domaines, industriels en gardant un produit de qualité
- La suppression de certaines tâches fatigantes, répétitives ou nocives pour l'homme.
- Les SAP s'adaptent facilement à tous les milieux de production.
- La souplesse d'utilisation qu'ils présentent peut répondre aux problèmes simples comme aux problèmes extrêmement complexes.
- La création des métiers nouveaux.

VIII. Inconvénients de SAP :

Ils existent et sont à prendre en considération comme :

- Le coût assez élevé du matériel, principalement dans les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être parfaitement structurée et réalisée par un personnel spécialisé (automaticiens, électrotechniciens...)
- Il faut cependant, noter que les systèmes automatisés peuvent être la cause de suppression d'emplois.

IX. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit de façon générale les systèmes automatisés de production (SAP), leurs constitutions, fonctionnements et domaine d'emplois, et leurs objectifs.

Chapitre II :

**Description de la ligne d'emboutissage
de tôle**

I. Introduction

L'emboutissage est un procédé de mise en forme très utilisé dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surfaces non développables à partir de feuilles de tôles minces, montées sur la presse. La tôle appelée « flan », est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie.[11]

II. Description de la presse transfert (630 2MR-TR3)

Elle est de marque MAZOUNI PRESSE, de type mécanique. Elle développe une force de 6300 KN pour un poids approximatif de 235 tonnes. Elle est fabriquée sur commande de l'ENIEM en 1991 dans le but de moderniser les équipements de production. Elle occupe une place très importante dans l'unité cuisson, car avec la mise en service de cette grande machine, l'emboutissage de la tôle des cuisinières a bénéficié de plusieurs améliorations, en qualité et en quantité de produit finale. Elle utilise comme matière première des bandes de tôle à très faible taux de carbone de largeur d'un mètre et de 2mm d'épaisseur max, enroulée sous forme de bobines.[9]

La figure II.1 montre les différents blocs constituant la ligne d'emboutissage.

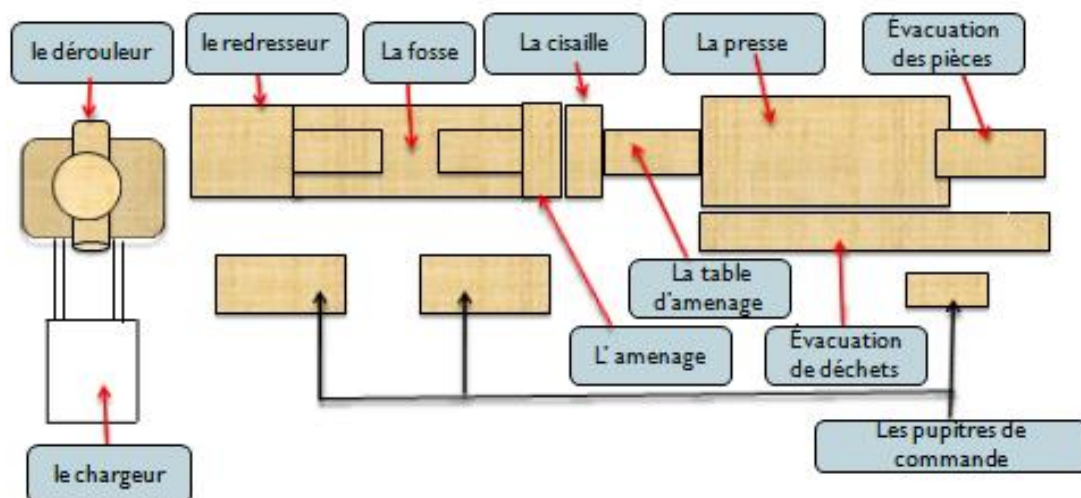


Figure II.1: les différents blocs constituant la ligne.

III. Les organes essentiels constituant la ligne

Les parties essentielles de la ligne d'emboutissage de tôle sont représentées sur le schéma synoptique de la figure II.2.

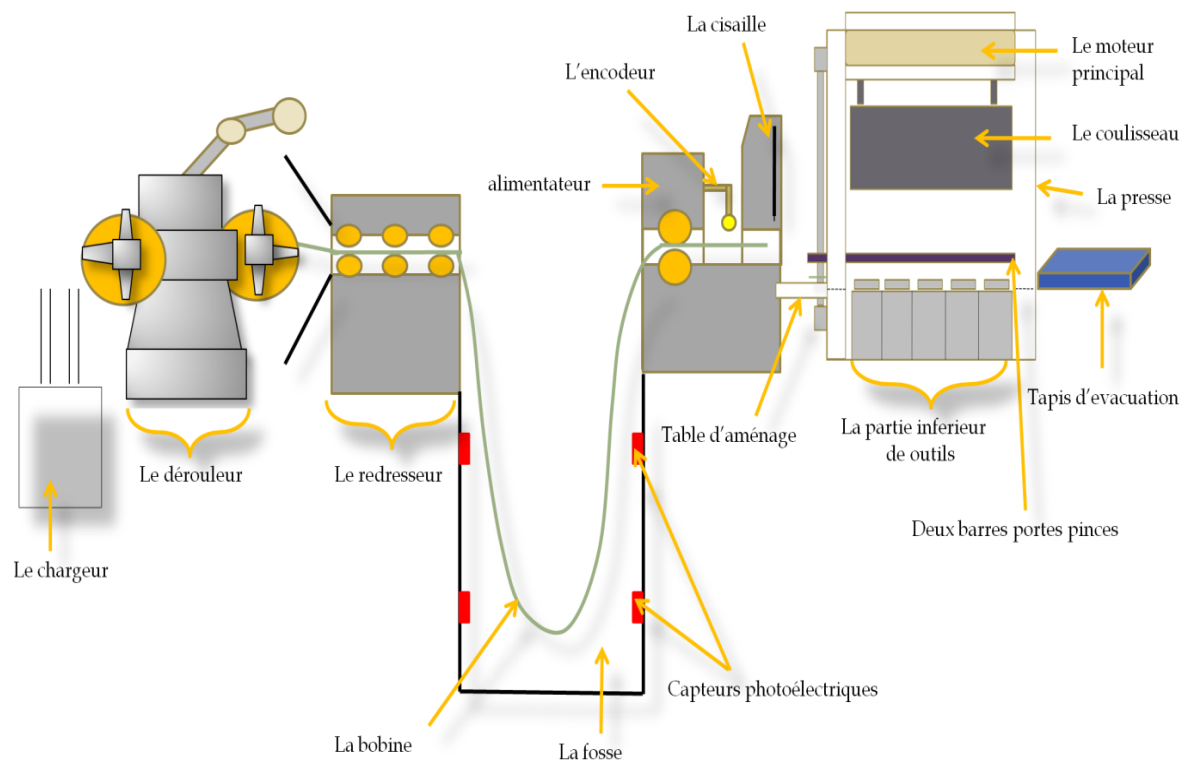


Figure II. 2 : Schéma synoptique de ligne.

III.1. Le dérouleur

Le dérouleur est constitué essentiellement d'un chargeur, d'un bâti sur lequel est montée la partie tournante qui porte les deux mandrins mâchoires. Il sert à dérouler la tôle pendant le cycle de travail, La rotation de la partie tournante est assurée par un moteur hydraulique.

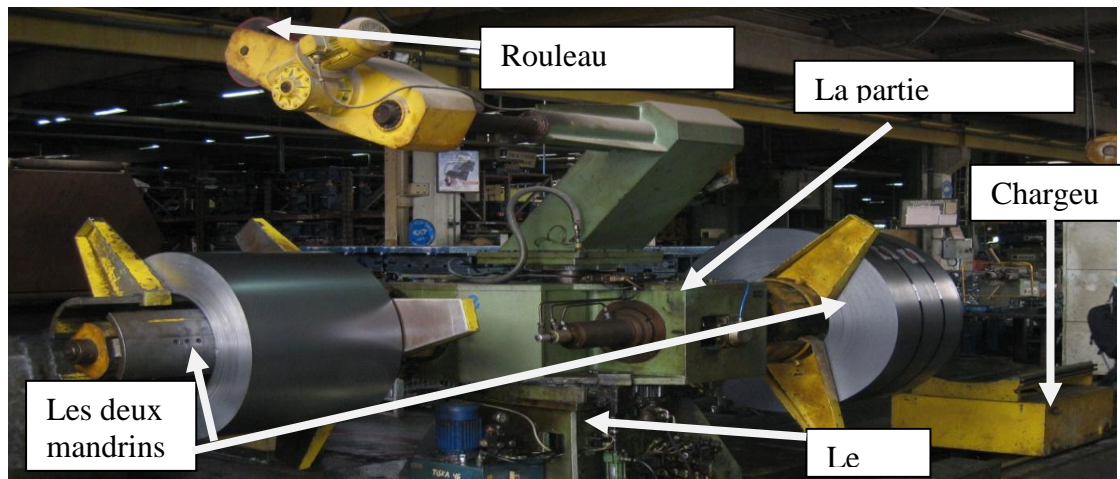


Figure II.3 : le dérouleur.

a) Elévateur hydraulique (le chargeur)

Il soulève un poids de 10000 kg, comporte une benne sur laquelle l'opérateur dépose le rouleau de tôle. Elle est soutenue par un vérin hydraulique qui lui permet de se déplacer

verticalement. Il glisse sur des rails standards à l'aide d'un moteur hydraulique. Un capteur de fin de course mécanique est installé au début des rails, il indique que le chariot est près à être chargé par les griffes.

b) les Mandrins

Le dérouleur contient deux mandrins mâchoires. Sur le deuxième est chargée une bobine en stand-by. Ils sont formés de trois dents qui s'étirent à l'aide d'un vérin hydraulique pour entretenir rigidement la bobine.

c) le Rouleau presseur

Il est muni d'une roue entraînée par un moteur asynchrone triphasé assurant la rotation de la bobine, il donne ainsi la possibilité de faire entrer la tôle dans le redresseur à la phase de préparation du cycle. Il regagne sa position initiale à l'aide d'un vérin double effet installé sur son bras.

Le dérouleur est composé de six distributeurs qui alimentent les vérins et les moteurs hydrauliques suivants :

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

III.2. Le groupe redresseur

Il sert à trainer la tôle du dérouleur et il redresse les parties déformées de la tôle (voir figure II.4). Il est constitué d'un redresseur et un introducteur :

a) Le redresseur

Il est composé de deux rouleaux entraînés par un moteur asynchrone triphasé, et sept rouleaux de redressage contre-roulé à leur tour. La commande des rouleaux tendeurs et redresseurs est obtenu par un groupe moteur à courant continu et un variateur de vitesse.

b) L'introducteur

Il possède une glissière constituée de deux plaques (inférieure et supérieure) :

- La plaque inférieure : Elle est entraînée par un VDE, elle se positionne pour faciliter la réception de la tôle. Elle se termine par une lame qui translate, par effet d'un VDE, pour dessaisir la tôle.
- La plaque supérieure : Elle contient deux roues, elle se positionne sur la plaque inférieure pour faciliter l'introduction de la tôle dans le redresseur.

La glissière est munie de deux capteurs de fin de course mécanique détectant la position

des plaques.



Figure. II.4 : Le bloc redresseur.

III.3. La fosse

La fosse se trouve entre le redresseur et le groupe aménage, elle contient de la tôle sous forme d'un arc (fig. II.2). Cette technique permet d'assurer une disponibilité continue de la tôle pour alimenter la cisaille, et d'éviter la déformation et le cisaillement de la tôle.

Il ya deux plans basculants aux extrémités de la fosse, qui seront positionnées horizontalement à chaque début d'armement de la chaîne à l'aide de deux vérins double effet. Quand la tôle arrive à la table d'aménage les deux plans basculants reprennent leur position initiale, la tôle va se tendre vers le bas formant un arc. Ce dernier est obtenu à l'aide de deux capteurs photoélectriques.

III.4. la ligne d'aménagement

Il est constitué essentiellement de trois organes :

a) Aménagement (Laminoir)

Son rôle est d'alimenter la cisaille hydraulique en tôles. Cette fonction est assurée par deux rouleaux contre roulé, entraînés par un moteur à courant continu, sa vitesse est réglable de 5 à 40 mètre linéaire par minutes. Il comporte un dispositif de calcul de pas. Ce dispositif est constitué d'un encodeur, d'une roue d'appuis, et d'un capteur de fin de course mécanique pour indiquer la position de la roue.

Les caractéristiques de la cisaille sont :

- Pas variable de 0 à 1000 mm
- Encodeur de 2500imp/tour
- Puissance de moteur 2.5KW

b) La cisaille

Sa fonction est le cisaillement des dimensions de tôle prévu à la mesure programmée. Cette

fonction est assurée par deux lames, celle de la partie inférieure est fixe et l'autre est mobile. Il contient deux vérins hydrauliques, qui sont alimentés par un même distributeur, trois(03) amortisseurs pour éviter un 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.

Les caractéristiques de la cisaille sont :

- Coups à la minute 20
- Effort d'exercice maximale 120 bar.

b) La table d'aménagement

Elle est constituée de six courroies placées longitudinalement, entraînées par un moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation, elle est située à la sortie de la cisaille pour transporter les pièces brutes coupées. Un capteur de fin de course mécanique et deux capteurs photoélectriques sont installés à son extrémité pour détecter la présence de la pièce.

III.5. La presse

Il est constitué de plusieurs organes fixes et mobiles dont certains sont au sous sol :

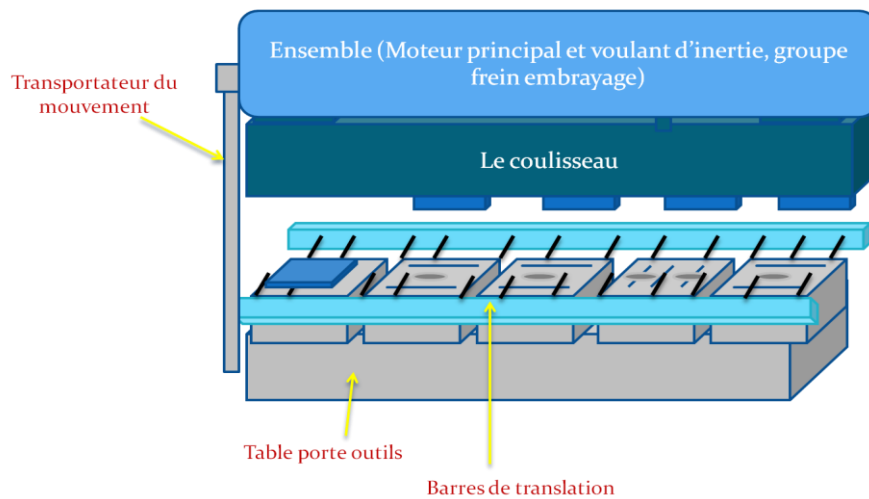


Figure. II. 5 : schéma synoptique de la presse transfert

➤ Moteur principal

C'est un moteur à courant continu à puissance variable à couple constant alimenté par une petite génératrice, entraîne à l'aide d'une courroie un volant d'inertie. Il possède un système de contrôle qui permet de sélectionner la vitesse lente pour la mise en point des outils (2 coups par minute) ou bien la vitesse de production. Son démarrage est toujours à la vitesse minimale ensuite il atteint automatiquement la vitesse établie sur le potentiomètre.

➤ le coulisseau

C'est un bloc de 18 tonnes fabriqué à base de l'acier laminé, soudé et normalisé pour éliminer les tensions internes, sur lequel se fixent les parties supérieures des outils qui permettent de donner les formes voulues aux tôles. Chaque partie est dotée d'un moteur

asynchrone triphasé à deux sens de rotation qui permet de régler individuellement les outils.

La fixation des outils est effectuée par des vérins hydrauliques rotatifs. La pression d'équilibrage est réglable en fonction de la vitesse par des régulateurs à décharge automatique connecté à un grand réservoir de compensation qui maintient la pression pratiquement constante le long de la course.

➤ La table porte outils :

Elle est en acier soudé et normalisé avec traitement comme pour la structure de la presse, sur elle qu'on fixe la partie inférieure des outils. Il y a des rainures pour le fixage des outils. Une inclinaison de 45° est prévue aux glissières d'évacuation de déchets pour faciliter l'introduction des déchets dans le dispositif d'évacuation.

➤ groupe frein/embrayage :

Il assure la transmission du mouvement de rotation du moteur principal vers le système mécanique (coulisseau et barres de transfert) et le freinage de ce dernier, ainsi il permet au moteur principal de tourner sans arrêt.

➤ volant d'inertie :

Il est conçu de manière à pouvoir développer la puissance nominale de la presse 15 coup par minute.

➤ **le transfert :**

Le transfert est complètement mécanique avec mouvement sur les trois axes, le mouvement est prélevé directement de l'arbre principal de la presse. Chaque axe est commandé séparément par une came mariée avec des rouleaux toujours en prise. En particulier le mouvement d'ouverture et de fermeture de la boîte est prélevé séparément sur le côté droit et gauche de la presse pour éviter des arbres de connexion très longs.

Le déplacement des pièces de la table d'aménage vers les différentes tables sortantes de la presse est assuré par les barres portes pincettes. Les pincettes sont munies d'un capteur électromagnétique indiquant la tenue de la pièce, fournissant ainsi un signal pour enclencher la sortie d'un petit vérin pneumatique servant à empoigner la pièce pendant son déplacement.

➤ **Tapis d'évacuation de déchets :**

Il est composé de deux tapis, un frontal et l'autre à l'arrière de la presse. Ils sont positionnés au dessous de niveau du sol et raccorder avec des glissières en tôle mises sur outil par soins de l'outilleur. Les tapis sont de longueur de la presse avec partie terminale qui remonte jusque au niveau de un mètre du niveau du sol pour les récolter dans des caissons.

➤ **Le sous sol :**

Un sous sol, ou le constructeur a installé une centrale hydraulique pour alimenter les différents actionneurs utilisant cette énergie.

➤ **la table d'évacuation de pièces :**

Elle est munie d'un moteur asynchrone triphasé entraînant la rotation d'un tapis roulant, pour évacuer les pièces usinées, l'enclenchement du tapis est conditionné à un signal fourni par un capteur photoélectrique installé à la fin du tapis, qui indique l'évacuation de la pièce par l'opérateur.

IV. Améliorations et modifications portées

Pour un fonctionnement automatique fiable et pratique à grande vitesse de production, certaines modifications sur la chaîne de production sont nécessaires.

Les causes qui ont motivées ce travail sont :

- Politique suivie par l'entreprise qui est la modernisation de ses équipements de production.
- Amélioration de la cadence de production.
- les grandes pertes de temps.

IV.1 Au niveau du tapis d'évacuation des pièces

Etant donné l'encombrement, l'espace occupé entre le tapis d'évacuation et les caisses de chargement des pièces ainsi les grandes pertes de temps, il nous a été recommandé de concevoir un système composé d'un auto-bras muni d'une ventouse, pour que l'opérateur n'aura plus à intervenir (Empilement des pièces finis).

La figure suivante représente le cheminement suivi par la pièce après réadaptation.

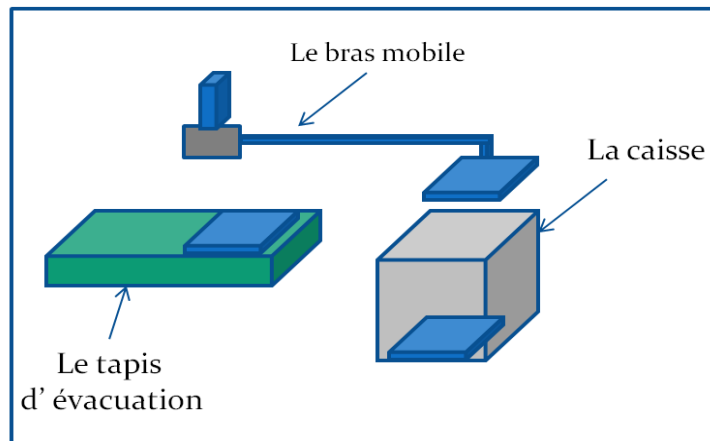


Figure II.6 : schémas de nouveau système.

IV.1.1. Auto-bras ou le chargeur automatique

L'auto bras est une machine indépendante utilisée dans tous types de presse. Grâce à une cinématique entièrement mécanique, on obtient un cycle en un temps très bref et une vitesse de translation, avec accélération et décélération douces et progressives.

Le bras mobile est constitué de plusieurs éléments dont :

➤ La ventouse

Les ventouses servent pour le déplacement horizontal de la tôle, elles sont destinées à être utilisées avec un venturi (générateur de vide).

Dans cette partie nous allons utiliser plusieurs pré-actionneurs, actionneurs et capteurs :

- 1. Les distributeurs :** Le choix d'un distributeur dépend du nombre d'orifices, de la position de repos, du type de pilotage ainsi sa taille. Dans notre cas, nous avons proposé d'utiliser un distributeur 2/2 pour la ventouse, un autre distributeur 5/2 pour le vérin double effet de l'auto-bras. [9]
- 2. Les électrovannes :** Dans ce système nous avons proposé d'utiliser trois électrovannes. Une, pour la mise en service de la ventouse, une autre pour la coupure d'air et une troisième pour le soufflage.
- 3. Les vérins :** L'utilisation des vérins est indispensable pour le fonctionnement de l'auto-bras. et pour cela de nombreux critères doivent être pris en considération pour déterminer les vérins à utiliser dont :

-Les caractéristiques dimensionnelles à savoir le diamètre et la course du vérin.

-la vitesse de la tige,

-la force de poussée et traction.

- 4. Les capteurs :** le choix d'un capteur est effectué par rapport à ses différentes caractéristiques. dans notre cas nous allons utiliser deux fins de course mécanique au niveau de l'auto-bras (avant et arrière) et un capteur électromagnétique pour la détection de la pièce.

IV.2. Au niveau de la fosse

Un troisième capteur sera placé aux extrémités de la fosse (figure II.7).

Si le capteur ne détecte pas la tôle, il donne l'ordre d'arrêter la presse car à chaque fois l'opérateur doit surveiller la fosse et appuyer sur un bouton poussoir pour arrêter la presse (bobine achevée ou forme non désirée).

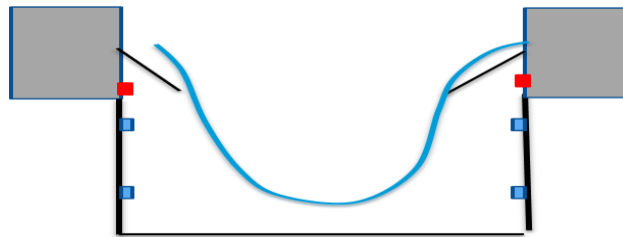


Figure II.7 : la fosse

V. Etude technologique de la chaîne

V.1. Les pré-actionneurs

Un pré-actionneur est un organe qui assure la distribution de l'énergie disponible aux actionneurs sur ordre de la partie commande. Son choix dépend de l'énergie distribuée. On

distingue deux types de pré-actionneurs :

V.1.1. Les distributeurs

C'est un organe qui a pour rôle d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir de fluide et les vérins. Il est inséré entre la source et l'organe moteur.

Le distributeur comporte un coulisseau, ou tiroir qui se déplace dans le corps du distributeur. Il permet de fermer ou d'ouvrir les orifices à travers lesquelles circule le fluide sous pression.

❖ Représentation schématique d'un distributeur :

La représentation d'un distributeur s'effectue à l'aide de cases. Il ya autant de cases que de position possibles. A l'intérieur des cases, on représente les voies des passages de l'air ou l'huile pour chacune des positions.

Pour caractériser un distributeur, il faut définir le nombre de voies ou d'orifices ainsi que le nombre de positions (exemple distributeur 5/2 : ce distributeur comprend 5 orifices et deux positions) (voir figure. II.8).

La presse transfert est munie de distributeurs de type : 4/3, 4/2, 5/2.

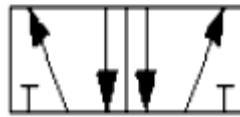


Figure II.8 : Distributeur 5/2.

V.1.2. Le contacteur

Un contacteur est un relais de haute puissance modulaire comportant des contacts à double rupture qui servent à couper des tensions et des courants élevés. Il est utilisé pour commuter de moyennes ou grosses charges électriques. Il se compose d'une bobine qui est l'organe de commande, de contacts principaux et de contacts auxiliaires (voir la figure. II.9).

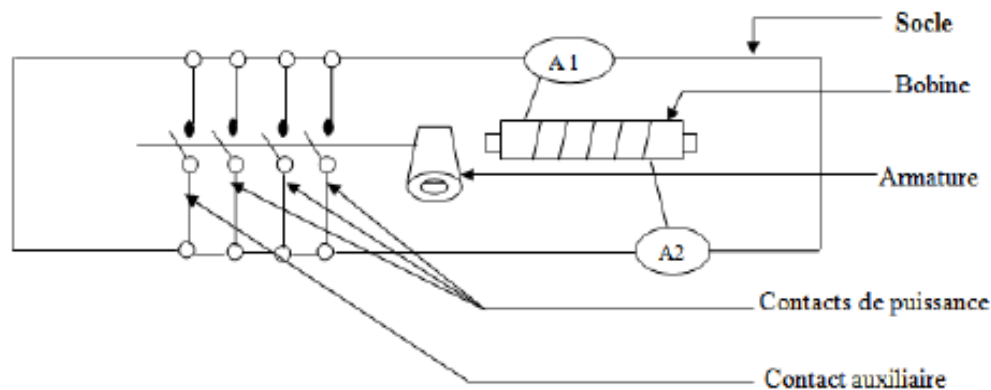


Figure II. 9 : schéma d'un contacteur.

V.1.3. Electrovanne

Une électrovanne est un pré-actionneur électro-hydraulique permettant le passage d'huile véhiculée dans le circuit hydraulique. Elle est constituée d'une vanne, où circule un fluide, et elle est dotée d'une bobine alimentée électriquement et engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage. [11]

V.1.4. Les relais

Le relais thermique est un appareil de protection capable de protéger un moteur contre les surcharges. Une surcharge est une élévation anormale du courant, il peut avoir plusieurs contacts de communication qui sont activés simultanément.

V.2. Les actionneurs :

Ce sont des composants qui transforment une énergie prélevée sur une source extérieure en une action physique sur la matière d'œuvre.

V.2.1. Les vérins :

Un vérin est un actionneur linéaire qui transforme une énergie pneumatique ou hydraulique en un travail mécanique. Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur telles que: soulever, pousser...etc.

Le vérin est constitué d'un piston muni d'une tige qui se déplace librement à l'intérieur d'un tube. Pour faire sortir la tige on applique une pression sur la face avant du piston, et sur la face arrière pour faire entrer la tige (voir figure II.10).

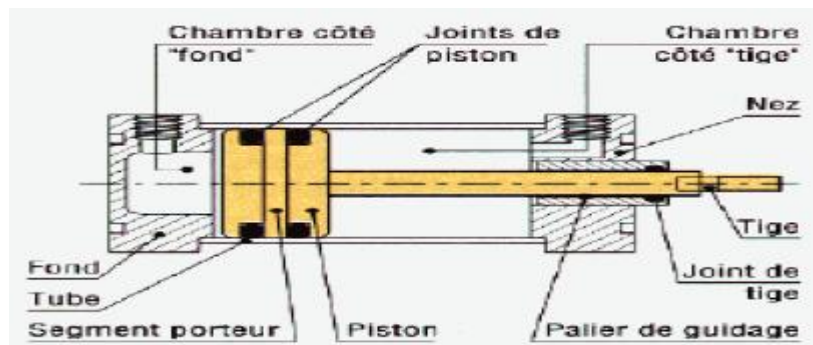


Figure II.10: Vue en coupe d'un vérin.

Selon la manière d'admission de l'air comprimé (ou l'huile), on distingue deux types de vérins: le vérin simple effet et le vérin à double effet

V.2.1.a. vérin simple effet

L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé ressort, charge,... Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement (fig. II.11)

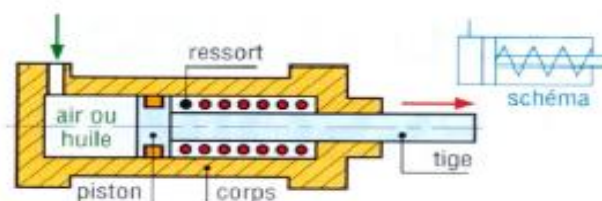


Figure II.11: Vérin simple effet classique.

Les vérins simple effet sont économiques, et leur consommation en fluide est réduite, mais ils sont à course égale, ils sont plus lents que les vérins double effet, la vitesse de la tige est difficile à régler en pneumatique et les courses proposées sont limitées (jusqu'à 100 mm). Ils trouvent leur utilisation dans des travaux simples (serrage, éjection, levage...).

V.2.1.b. Vérin double effet

L'ensemble tige piston se déplace dans les deux sens sous l'action de fluide sous pression. L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige). Car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.

Il comporte deux orifices d'alimentation, développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail.

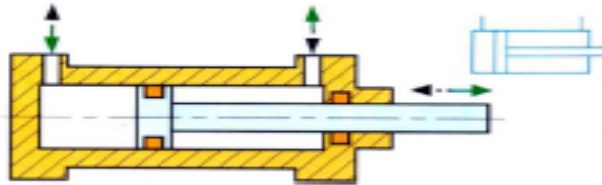


Figure II.12 : vérin double effet

Les vérins double effet sont d'une grande souplesse d'utilisation, grâce au réglage de la vitesse par contrôle du débit à l'échappement, et à la présence des amortissements de fin de course, mais ils sont plus coûteux.

V.2.1.c. vérins rotatifs

L'énergie du fluide est transformée en mouvement de rotation : par exemple, vérin double effet entraînant un système pignon-crémaillère.. L'angle de rotation peut varier entre 90 et 360° . Les amortissements sont possibles (Fig. II.13).

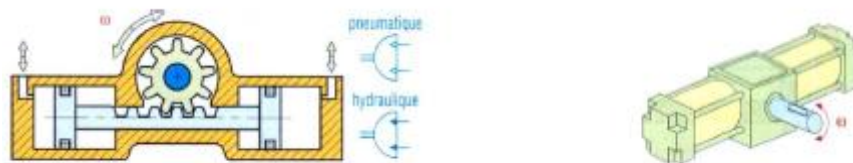


Figure II.13 : Vérins rotatifs classiques.

La machine étudiée possède 16 vérins rotatifs, qui sont utilisés pour la fixation de la partie supérieur des outils et 4 autres pour la fixation la table sortante.

V.2.2.Les moteurs

V.2.2.1.Les moteurs électriques

Un moteur électrique est une machine servant à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique rotationnelle. Il est basé sur le principe de l'action d'un champ tournant sur un enroulement en court-circuit.

V.2.2.1.a. Le moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone triphasé est le moteur le plus utilisée dans toutes les applications industrielles ou domestiques de l'électricité, du fait de sa facilité d'installation, de son bon

rendement et de son excellente fiabilité, permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le moteur asynchrone triphasé, fréquemment appelé moteur à induction, comporte :

- ❖ **Stator** : c'est la partie fixe du moteur, elle se compose de trois bobines (enroulement) répartie sur une armature cylindrique et parcourue par des courants triphasés qui engendrent un champ tournant.

Ces enroulements peuvent être couplés en (Y) ou en triangle (Δ) selon le réseau d'alimentation

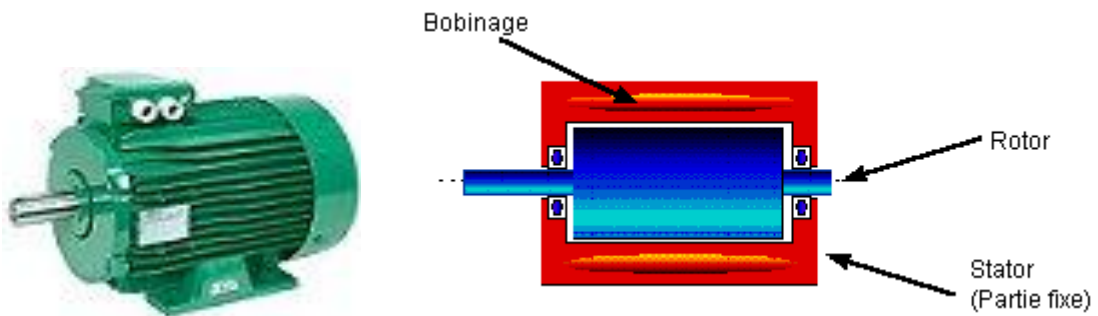


Figure II.14 : moteur asynchrone et constitution.

Son circuit de puissance est alimenté en triphasé, par contre son circuit de commande est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur de sécurité.

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

Dans ce cas les enroulements du stator sont couplés directement sur le réseau, le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale.

Fonctionnement :

Après avoir fermé le sectionneur Q, l'action sur BP marche excite la bobine du contacteur Km qui s'autoalimente par le contact auxiliaire de Km (Figure. II.15).

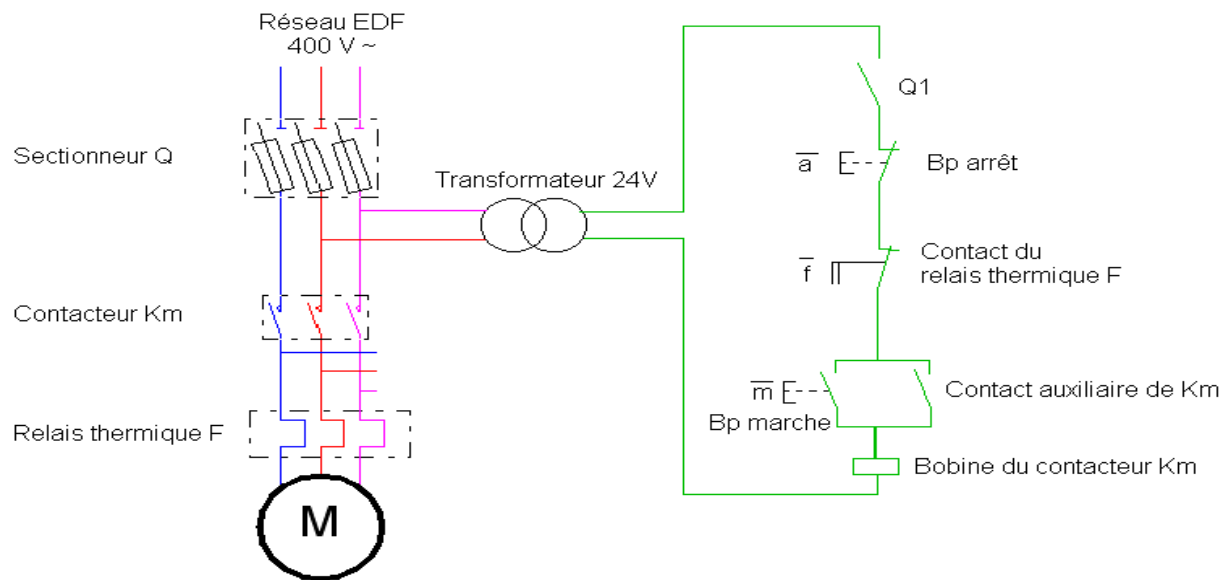


Figure II.15: démarrage direct d'un moteur triphasé.

➤ **Démarrage à deux sens de rotation :**

L'action sur B1 excite la bobine du contacteur KM1 qui s'autoalimente, Après l'arrêt du premier sens l'action sur B2 excite la bobine de KM2 donc le deuxième sens de rotation, un verrouillage entre les deux sens de rotation assure la sécurité (voir figure. II.16).

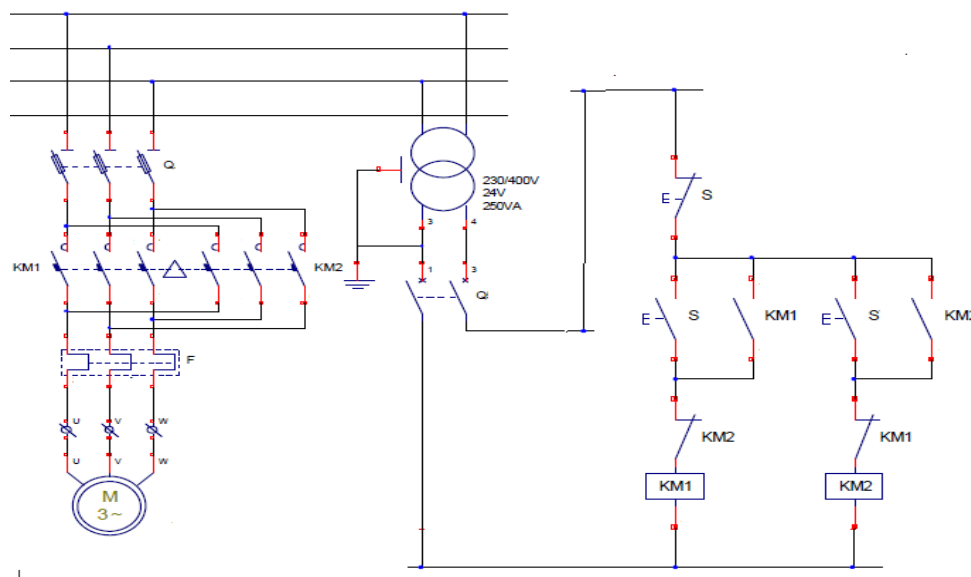


Figure II.16: démarrage d'un moteur triphasé à deux sens de rotations.

V.2.2.1.b. Le moteur à courant continu

Il comprend une partie tournante (le rotor) qui est constitué d'un noyau métallique avec un bobinage en cuivre, et une partie fixe (le stator) qui comporte des aimants permanents qui engendrent un champ magnétique dont le flux traverse le rotor. L'espace étroit entre le rotor et le stator est nommé entrefer (Fig. II.17).

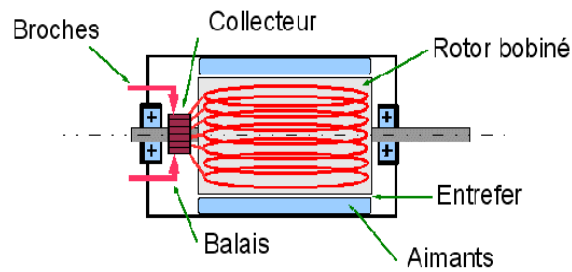


Figure II.17 : le moteur à courant continu.

V.2.2.2. Le moteur hydraulique

Dans ce type d'actionneur, l'énergie hydraulique fournie par un fluide sous pression est transformée en une énergie mécanique (fig. II.18). Il en résulte un mouvement de rotation sur l'arbre de sortie. Le moteur hydraulique présente trois caractéristiques :

- le couple moteur.
- la vitesse de rotation.
- la cylindrée.

Remarque : Ces moteurs entraînent les systèmes mécaniques. Si le couple résistant devient trop important, la pression monte. Quand elle atteint la valeur du réglage du limiteur de pression, le débit retourne au réservoir. [11]

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

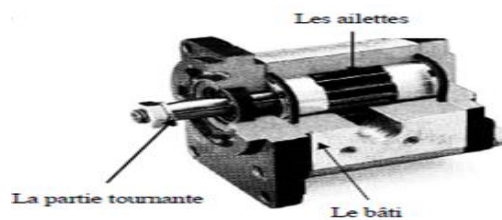


Figure II.18 : moteur hydraulique.

V.2.3. Ventouse

Une ventouse est constituée par une sorte de parabole présentant une jupe souple en caoutchouc. Une dépression créée à l'intérieur de cette parabole permet la préhension de la pièce lorsque celle-ci présente une surface lisse. La dépression dans une ventouse est créée par effet venturi obtenu par un débit d'air comprimé dans un générateur de vide.

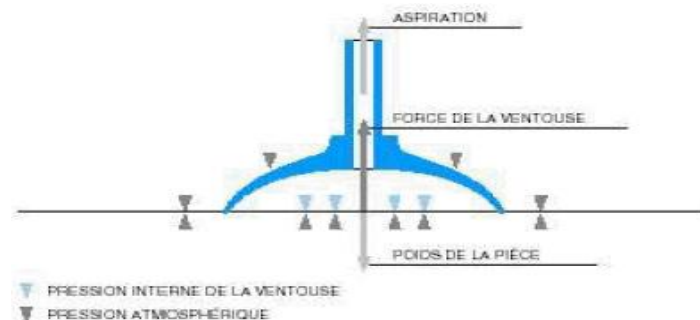


Figure II.19 : la ventouse.

V.3. Les capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique).

Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

L'information délivrée par un capteur pourra être logique, numérique ou analogique.

❖ Caractéristiques principales 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.

V.3.1. Capteur de position

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique (fig. II.19. De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multi direction associée à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier ou à tige).

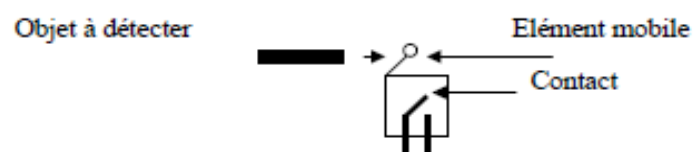


Figure II.19: Schéma de principe d'un capteur de position.

V.3.2. Capteur de proximité photoélectrique

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité. Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est amplifié peut être exploité par la partie commande. Les récepteurs ont comme élément de base des dispositifs sensibles au rayonnement infrarouge.[1] La détection est réalisée selon deux procédés :

- Blocage du faisceau par la cible.
- Renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible.

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

- ✓ Le système barrage : comporte deux boîtiers, il a une portée de 30m, il ne détecte pas les objets transparents (voir figure II.20).

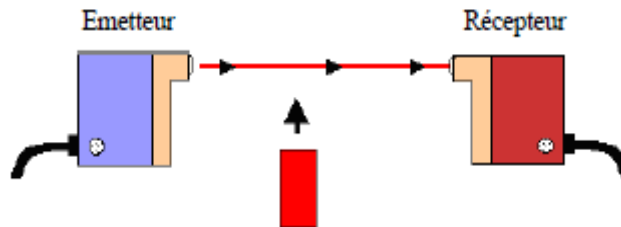


Figure II.20: Système barrage.

- ✓ Le système réflexe : il ne comporte qu'un seul boîtier, il a une portée de 15m, il ne détecte pas les objets transparents et réfléchissants, (voir figure. II.21).

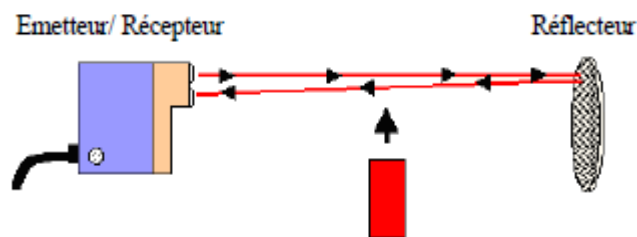


Figure II.21: Système réflexe.

- ✓ Le système proximité :

Il comporte un seul boîtier, sa portée dépend de la couleur de l'objet (une couleur claire est mieux détectée), il ne détecte pas les objets transparents (voir figure II.22).

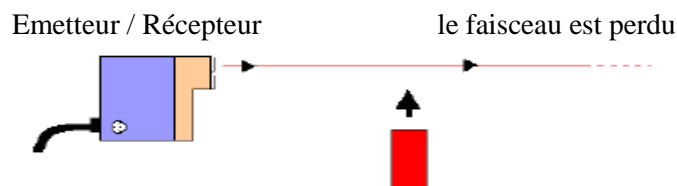


Figure II.22 : Système proximité.

V.3.3. Capteur inductif :

Les capteurs inductifs montrés par la figure (II.23) produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par un oscillateur. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce dernier. Cette variation de ce champ est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie. [4]

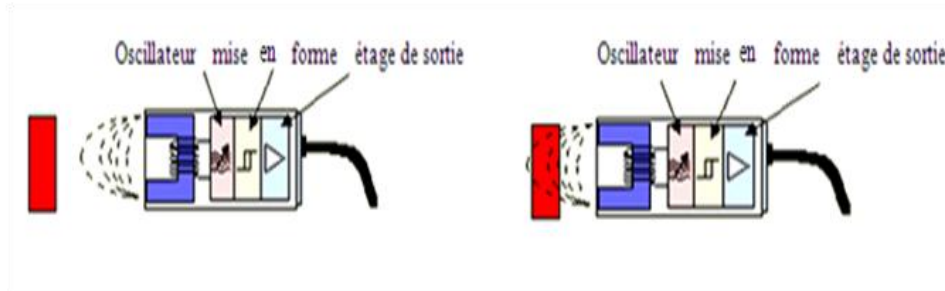


Figure II.23 : Capteur inductif

V.3.4 Le choix d'un capteur

Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- _ Le type d'évènement à détecter.
- _ La nature de l'évènement.
- _ La grandeur de l'évènement.
- _ L'environnement de l'évènement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- _ Ses performances.
- _ Son encombrement.
- _ Sa fiabilité
- _ La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique)
- _ Son prix.

VI. Partie hydraulique

Toute installation hydraulique se compose essentiellement d'un réservoir d'huile alimentant une pompe entraînée par un moteur, celle-ci fournit à une pression fixée par le limiteur de pression, l'huile filtrée pour servir les préactionneurs qui commanderont les actionneurs. [11]

Le principe de fonctionnement et le concept mécanique d'une installation hydraulique sont quasi identiques à ceux d'une installation pneumatique.

On trouve les mêmes vérins à la différence, les vérins hydrauliques sont plus robustes et la pression est plus importante que dans le cas de l'air comprimé.

Pour les distributeurs, les principes sont les mêmes, ils doivent par contre permettre de récupérer l'huile refoulée à la sortie des actionneurs.

VII. Cahier de charge fonctionnel de la machine

VII.1 principe de fonctionnement de la ligne

Avant la mise en marche en mode automatique, on doit procéder à la phase de préparation, qui consiste à mettre sous alimentation les différents organes électriques,

pneumatiques et hydrauliques de la machine. Une fois la préparation accomplie. On procède au chargement de la tôle qui se fait en mode manuel (coup par coup).

VII.1.1 Le chargement de la tôle à la presse transfert

Le chargement de la tôle se fait suivant ces étapes :

- Poser la bobine centrée au dessus de la benne, et porter le chargeur près du dérouleur.
- Lever le plan de la benne pour mettre le bobine sur le mandrin du dérouleur.
- Elargir les mandrins jusqu'à ce que le centrage soit obtenu.
- Faire descendre le berceau, puis éloigner le du dérouleur.
- Tourner le dérouleur après avoir enlever 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.
- Enlever la tête du redresseur et tourner le rouleau presseur, qui permettra à la tôle d'avancer, puis faire descendre la plaque supérieur.
- 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.
- Serre le rouleau de l'aménage.
- Faire descendre la roue du codeur.
- Faire descendre les plans basculants de la fosse.

VII.1.2 Les conditions initiales pour passer à la phase automatique

- Le capteur fin de course du chargeur est actionné (le chargeur est en arrière).
- Le capteur photocellule du redresseur détecte la présence de la tôle.
- 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.

*

- L'équilibrage des barres est indiqué par quatre capteurs électromagnétiques

VII.1.3. 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 3 capteurs photoélectriques de la fosse :

- le premier capteur correspond à une grande vitesse.
- Le deuxième capteur correspond à une moyenne vitesse.
- Le dernier 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 :

- ✓ 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.
- ✓ L'ouverture et la fermeture des barres se fait à l'aide de cames soutenu par des vérins double effet, leurs fin course sont munies de deux capteur magnétiques.

- une fois la pièce est relâchée, l'auto-bras revient à sa position initiale.

VIII. Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons décrit l'installation d'emboutissage de tôle et ses composants essentiels qui la constituent. Ainsi que son principe de fonctionnement afin de faciliter la modélisation qui sera présentée dans le chapitre suivant.

L'amélioration que nous avons proposé consiste à remplacer l'opérateur entre la tapis d'évacuation et les caisses d'empilement des pièces finies par un auto-bras et cela à pour avantages :

- D'éliminer un poste de travail ce qui est bénéfique pour l'entreprise.
- D'augmenter la quantité de production en un temps réduit.

Chapitre III:

Modélisation du système à l'aide

du GRAFCET

I. Introduction

En industrie, les installations automatiques constituent un des facteurs essentiels contribuant à l'amélioration de la productivité. L'évolution de la technologie a permis d'envisager des systèmes très compliqués. Donc l'automatisation impose la méthode d'analyse et de synthèse afin de dénouer les problèmes imposés par les cahiers de charges. Pour cela, les automaticiens utilisent un outil de description graphique facile à lire, appelé GRAFCET.

II. Historique

Le GRAFCET est né au 1977 des travaux de L'AFCECT (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), en tant que synthèse théorique des différents outils existants à cette époque (organigramme). Il est mis sous sa forme graphique actuelle par L'ADEPA (Agence nationale pour le Développement de la Production Automatisée) en 1979 et normalisé sur le plan français en 1981 (norme NF C 03 -190), il est aujourd'hui normalisé sur le plan international (norme CEI 848). [11]

III. Définition du GRAFCET

L'acronyme GRAFCET signifie : Graphe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions. Le GRAFCET est un diagramme fonctionnel qui décrit graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de diagramme entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine automatisée. [4]

IV. Structure graphique du GRAFCET

La structure graphique de GRAFCET est un graphe cyclique composé alternativement d'étapes et de transitions, reliées entre elle par des liaisons orientées et des actions qui peuvent être associées aux différentes étapes. [6]

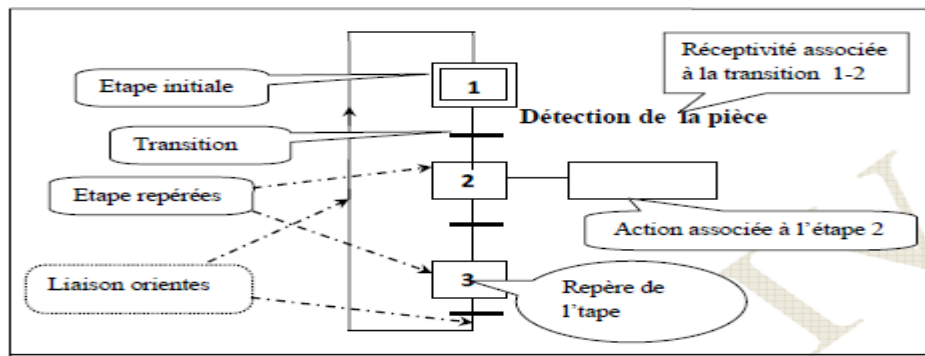


Figure III.1 : Symbolisation du GRAFCET

IV.1. Les étapes

Une étape caractérise une situation dans laquelle le comportement d'une partie ou la totalité de l'automatisme est invariant.

A un instant donné et en fonction de l'évolution du système, une étape est soit active ou inactive: une étape est dit active lorsqu'elle correspond à une phase en fonctionnement.

La situation de l'automatisme est définie par l'ensemble de toutes les étapes actives.

Une étape est représentée par un carré et repéré à l'aire d'un nombre. [6]

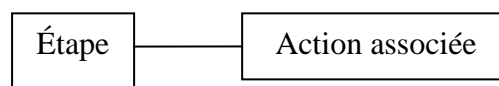


Figure III.2 : Etape du GRAFCET

On peut repérer une étape active à un instant donnée par un point placé dans le carré de l'étape concernée.

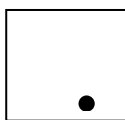


Figure III.3 : Etape active.



Figure III.4 : Etape inactive

Lors du déroulement ou fonctionnent, les étapes sont actives les unes après les autres. L'étape active au début du fonctionnement est l'étape initiale. Elle est représentée par un double carré.

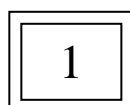


Figure III.5 : Etape initiale.

IV.2. Les Transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution entre plusieurs étapes, cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition.

Le franchissement d'une transition provoque un changement d'activité des étapes (le passage de l'automatisme d'une situation à une autre). [6]

Une transition peut être :

- Valide, lorsque toutes les étapes, immédiatement précédentes reliées à cette transition, sont actives ; précédentes reliée à cette transition, sont actives ;
- Non valide dans le cas contraire,
- Franchie, lorsqu'elle est validée et qu'une condition logique associée (réceptivité) est vraie.

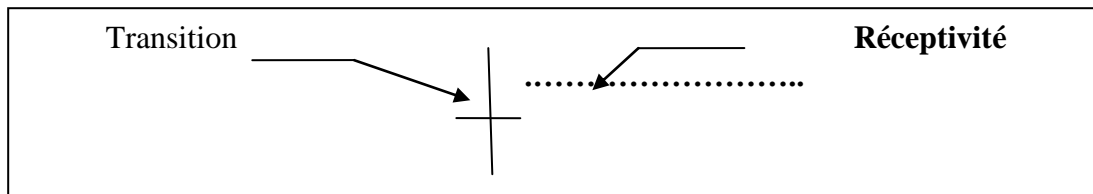


Figure III.6 : transition simple

IV.3. Les actions

Les actions sont les sorties du GRAFCET, chaque étape est associée en général à une ou plusieurs actions élémentaires ou complexes. Ces actions relisent ce que doit se faire chaque fois que l'on active l'étape à laquelle sont associées. Les actions sont décrites de façon littérale ou symbolique.

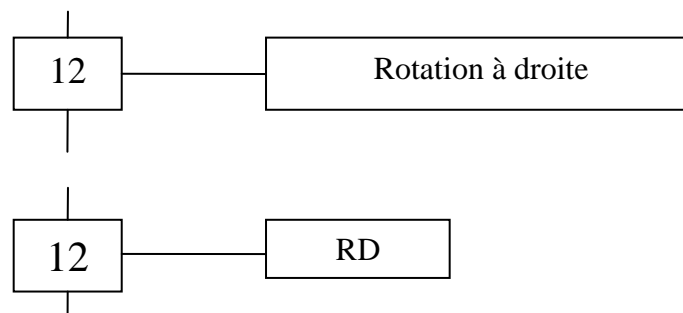


Figure III.7 : Action associée à des étapes.

IV.4. Les réceptivité

Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est la condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition. La réceptivité ne peut avoir que deux états : soit elle est vraie, soit elle est fautive.

IV.5. Les liaisons orientées

Une liaison est une ligne orientée (ne peut être parcourue que dans un seul sens) permettant de relier une étape à une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, Vertical. L'alternance étapes-transition et transition-étape doit être réalisée quelle que soit la séquence parcourue.

V. Règles d'évolution du GRAFCET [6]

La modification de l'état de l'automatisme est appelé évolution, et régie par cinq règles :

➤ Règle 1 : Etapes initiale

L'étape initiale du GRAFCET décrit le comportement initial de l'automatisme à l'égard du processus qu'il contrôle et commande. Elle correspond aux étapes actives au début de fonctionnement.

➤ Règle 2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit franchissable il faut qu'elle soit validée et que la réceptivité associée soit vraie.

➤ Règle 3 : Evolution des étapes actives

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

➤ Règle 4 : Evolution simultanée

Plusieurs transitions simultanément franchissables, sont simultanément franchies.

➤ Règle 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape

Si au cours de l'évolution d'un Grafcet, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active pour éviter des commandes transitoires non désirées.

VI. les règles de construction d'un GRAFCET[6]

VI.1. Convergence en ET

Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelée «convergence ET ».la figure III.8 montre que le GRAFCET converge vers une même étape qui est l'étape 3a partir des étapes 1 et 2.

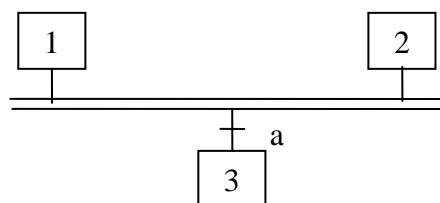


Figure III.8 : Convergence en ET

VI.2. Divergence en ET

Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelée « divergence en ET ». La figure III.9 montre que lorsque la transition est franchie les étapes 2 et 3 sont activées simultanément.

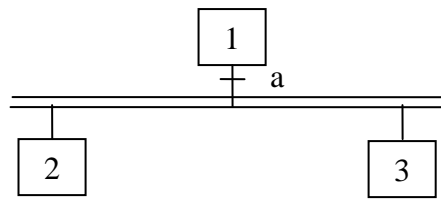


Figure III.9 : Divergence en ET

VI.3. Convergence en OU

Si plusieurs transitions sont reliées à une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait horizontale et on parle de « convergence en OU ». La figure III.10 montre que le GRAFCET converge vers une même étape 3 lorsque les deux transitions sont franchies ;

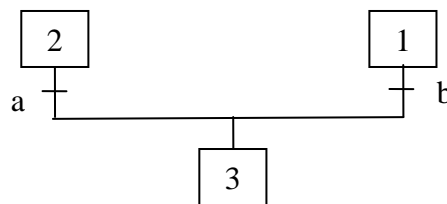


Figure III.10 : Convergence en OU

VI.4. Divergence en OU

Si plusieurs transitions sont issues d'une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait horizontale et on parle de « divergence en OU ». La figure III.11 montre que le GRAFCET à partir de l'étape 1 permet une alternance entre l'étape 2 et 3 :

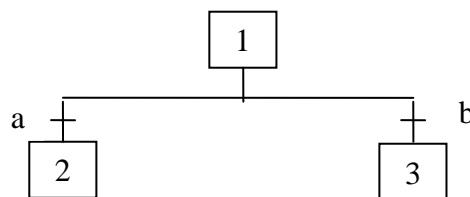


Figure III.11 : Divergences en OU

VI.5. Saut d'étape

Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (voir figure III.12.b).

VI.6. Reprise de la séquence

Le saut en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives ou par exemple une condition fixe n'est pas obtenue (voir figure III.12.a).

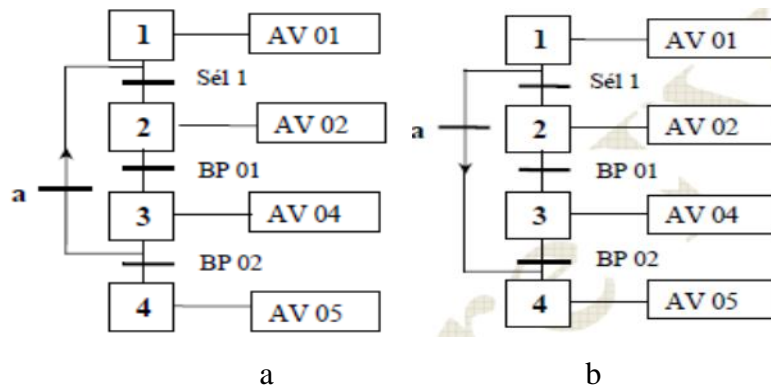


Figure III.12 : Reprise de séquence et saut d'étapes.

VII. Niveau d'un GRAFCET

➤ Grafcet niveau 1 :

C'est le niveau de la PC, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la PC en réaction aux informations provenant de la PO indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. [6]

➤ Grafcet niveau 2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivité est écrite en abréviation et non en mots.[6]

VIII. GRAFCET de fonctionnement du système

VIII.1. GRAFCET niveau 1

Les conditions principales pour la mise en marche de notre système sont :

- Disjoncteur principale sur « ON »,
- Alimentation de la commande,
- Mise sous tension les différentes organes constituant le système (redresseur, tapis d'évacuation, aménage, auto- bras,... etc.).

❖ Remarque

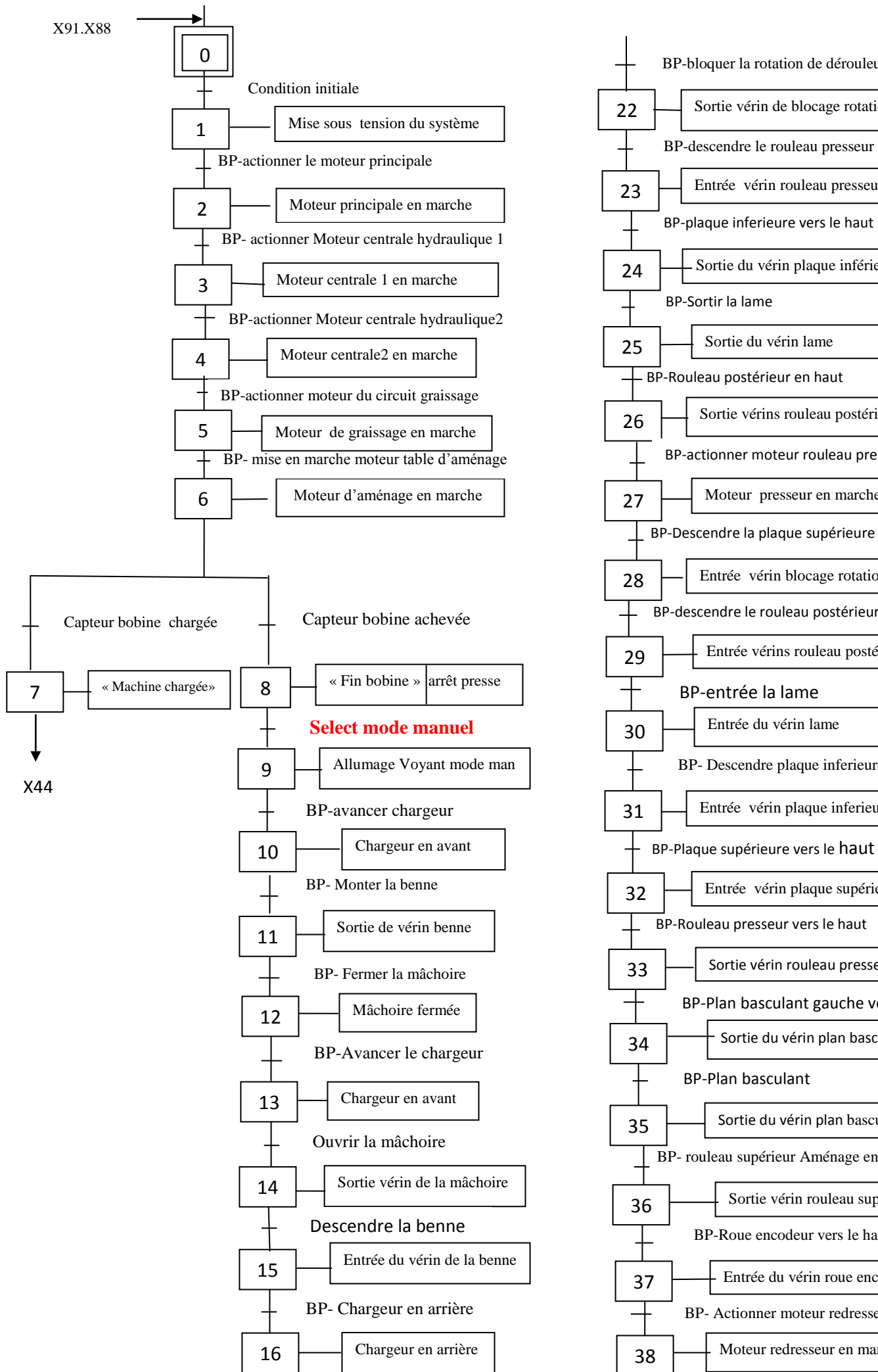
- Le chargement de la bobine se fait en mode manuel (de l'étape 09 jusqu' a l'étape 43)
- la formation de l'arc de tôle se fait en mode semi automatique (etape44)
- le fonctionnement automatique de :

La presse (de l'étape 52 jusqu' à l'étape 84).

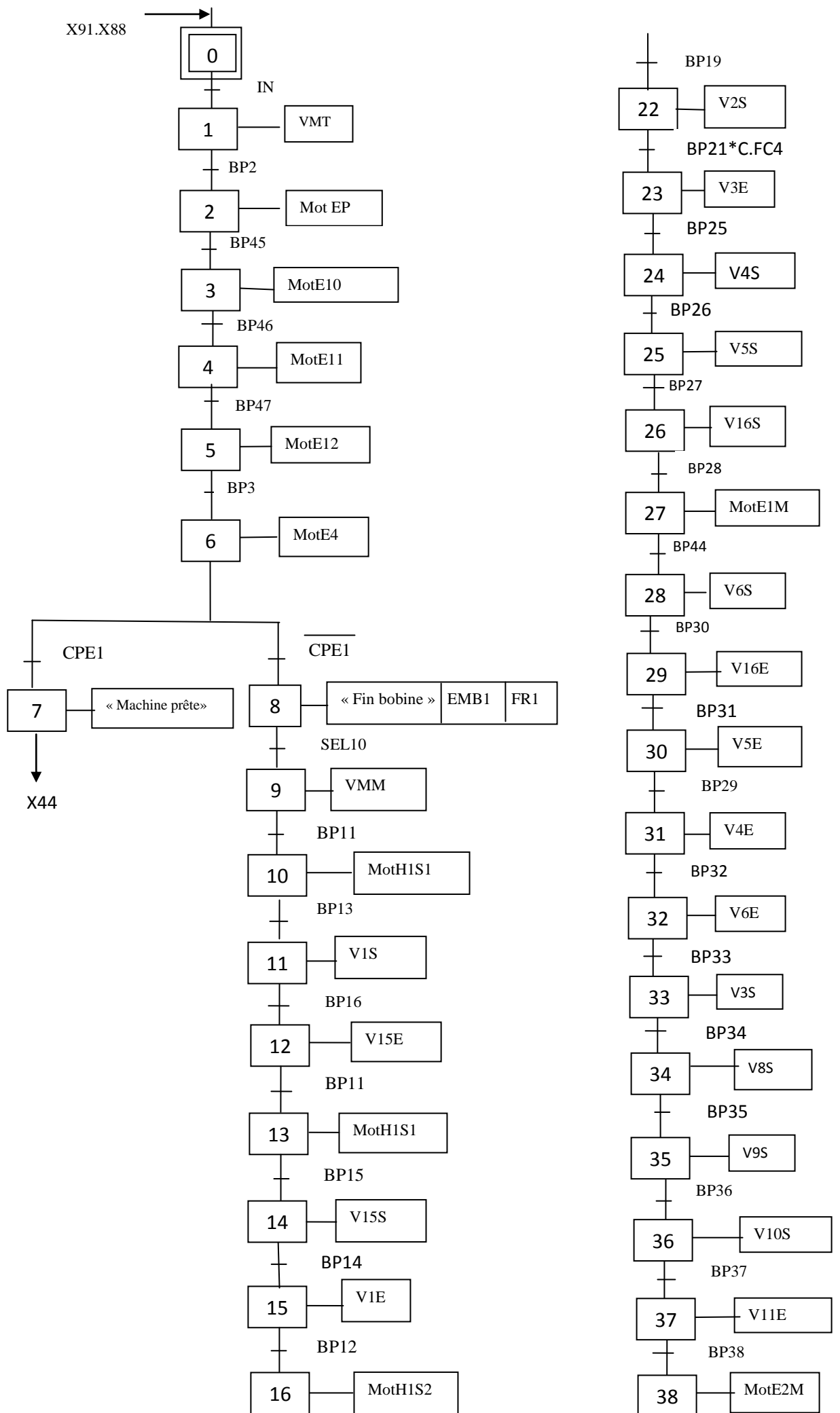
Redresseur et la fosse (de l'étape 91 jusqu' à l'étape 98).

Aménage et la cisaille (de l'étape 85 jusqu' à l'étape 90).

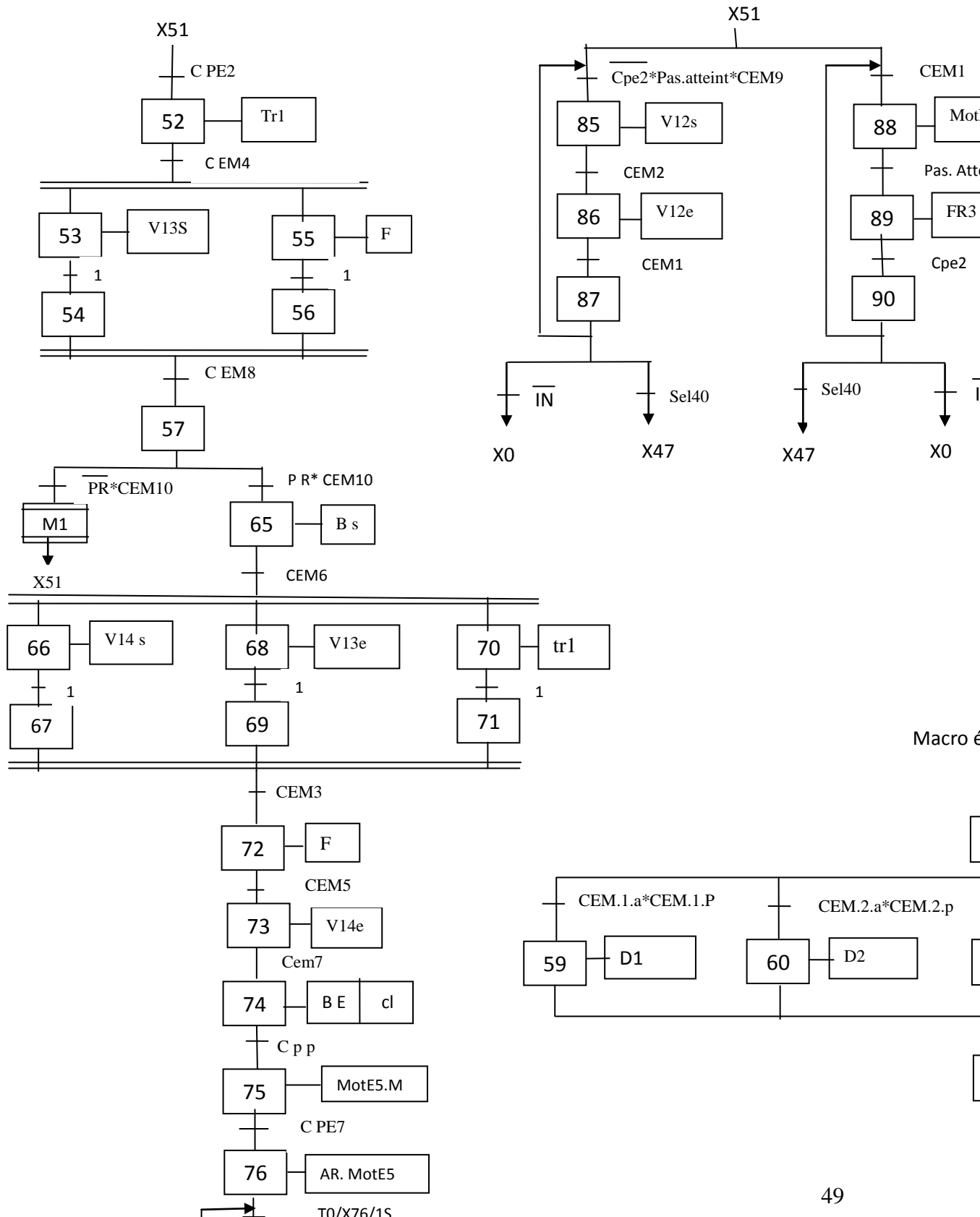
GRAFCET Niveau 1



VIII.2 GRAFCET niveau 2



Modélisation du système a l'aide de GRAFCET



IX. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons modélisé le système à l'aide du GRAFCET en définissons les différentes entrées et sorties du système. Cette modélisation nous facilitera le choix d'un automate programmable.

I. Introduction

Après la modélisation du système à l'aide du GRAFCET, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300, et avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter l'automate (son rôle, son principe de fonctionnement). Sans oublier l'objectif principal qui est le choix d'un automate programmable industriel compatible avec le cahier des charges

Historique

Les automates programmables sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine, qui réclame plus d'adaptabilité à leurs systèmes de commande. Et le premier automate fut créé grâce à MODICON en 1968.

Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables pour le contrôle des différents processus industriels est plus qu'indispensable. A l'origine, l'automate programmable était considéré comme une machine séquentielle ; capable de suppléer des automatismes réalisés en logique traditionnelle, en apportant toutefois de profonds bouleversements dans la manière de concevoir et d'organiser le contrôle d'un processus. L'intégration de l'automate programmables renforce le degré de fiabilité de l'équipement et offrent une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement. [11]

II. Généralités sur les automates

II.1. Définition

L'Automate Programmable Industriel API (en anglais Programmable Logic Controller PLC) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques reçus par ces entrées relatives à l'état du système, le résultat obtenu étant délivré par ses sorties suivant le programme inscrit dans sa mémoire.[5]

II.2. Aspect extérieur d'un API

Les automates existants peuvent être de type compact ou modulaire. [5]

➤ Type compact:

Dans ce type, on distingue les modules de programmation (Logo de Siemens, Zelio de Schneider, Mellenium de Crouzet). Ce sont des micros automates. Ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, ce type d'API

peuvent réaliser certaines fonctions supplémentaires (Comptage rapide, E / S analogique.....) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure IV.1 : Automate programmable de type compact

➤ **Type modulaire :**

Dans ce type, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'Entrées/Sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur une ou plusieurs châssis (racks).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes les plus complexes à grande flexibilité et capacité de traitement.



Figure IV.2 : Automate programmable de type modulaire

II.3 Principe de fonctionnement d'un automate

Le traitement se fait en quatre phases :

Phase 1 : Gestion du système d'où l'autocontrôle de l'automate.

Phase 2 : Acquisition des entrées où il aura lieu la prise en compte des informations du module d'entrée et écriture de leur valeur dans la RAM.

Phase 3 : Traitement des données d'où la lecture du programme par l'unité de traitement, lecture des variables, traitement et écriture des variables dans la RAM de données.

Phase 4 : Émission des ordres d'où la lecture des variables de sortie dans la RAM de données et transfert vers le module de sortie. [5]

II.4. Caractéristiques techniques d'un API

Les caractéristiques principales d'un API sont :

- Compact ou modulaire,
- Tension d'alimentation,
- Taille mémoire,
- Temps de scrutation,
- Sauvegarde (EPROM , EEPROM , Pile.....),
- Nombre d'entrées/sorties,
- Modules complémentaires (analogiques; communication),
- Langage de programmation.

II.5 Les différents éléments d'un API

Les APIs comportent quatre parties principales:

- Une mémoire.
- Un processeur.
- Des interfaces d'entrées/sorties.
- Une alimentation (240Vac ,24 Vdc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre elle). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate.

II.6. Description des éléments d'un API

II.6.1. Le processeur :

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme. Il est connecté aux autre éléments (mémoire et interfaces E/S) par les liaisons parallèles 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire. [5]

II.6.2. Les modules (interfaces d'entrées/sorties)

Ces modules assurent le rôle d'interface entre le C.P.U et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de module sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- **Modules TOR** : l'information traitée ne peut prendre que deux état (vrai/faux,

0 ou 1...). ce type d'information est délivré par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir, ...etc.

- **Modules analogiques** : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage de temps bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température, ...etc.).
- **Modules spécialisés** : l'information traitée est continue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un pc ou un module intelligent.

II.6.2.a. Les interfaces d'entrées

Les interfaces d'entrées comportent des adresses d'entrées, elles reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs), et traitent le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

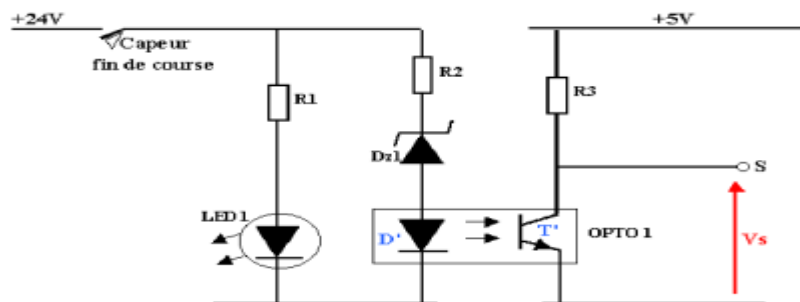


Figure IV.3 : L'interface d'entrée d'un API

➤ Fonctionnement de l'interface d'entrée

Lors de la fermeture de capteur :

- LED1 signale que l'entrée automate est actionnée.
- La LED s'éclaire.
- La photo transistor T' devient passante.
- La tension $V_s = 0V$.

II.6.2.b. Les interfaces de sortie

Les interfaces de sortie comportent des adresses de sortie, elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du système.

Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate.

Les cartes d'E/S ont une modularité de 8,16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent une tension continue 0-24 Vcc.

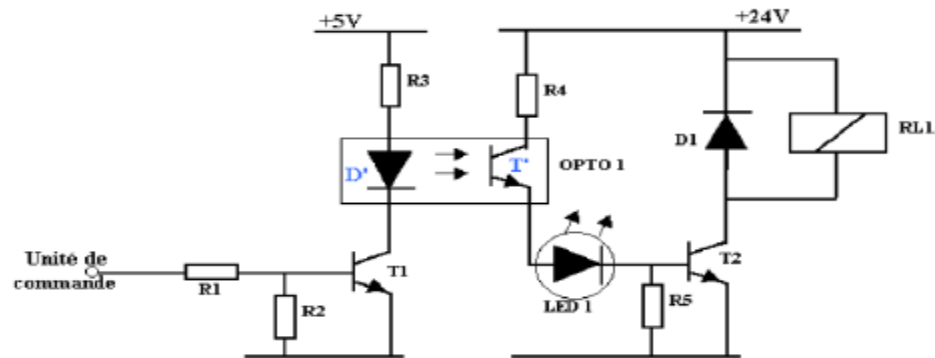


Figure IV.4 : L'interface de sortie d'un API.

➤ Fonctionnement de l'interface de sortie :

Lors de la commande d'une sortie automate :

- L'unité de commande envoie 1 logique (5V).
- T1 devient passant, donc D s'éclaire.
- Le phototransistor T' devient passant.
- Le D1 s'éclaire et nous informe de la commande de la sortie 00,1.
- T2 devient passant.
- La bobine RL1 devienne sous tension et commande la fermeture de contacte de la sortie 00,1.

II.6.3. La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoire qui remplissent des fonctions différentes :

- La conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM.
- La conservation du programme pendant l'exécution de celui ci fait appel à une EPROM.

❖ Technologie des mémoires

- ✓ RAM: (Random Accès Memory) mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer (Contient le programme).
- ✓ ROM: (Read only Memory) mémoire morte accessible uniquement en lecture.
- ✓ EPROM: mémoires mortes reprogrammables à effacement ultraviolets.

- ✓ EEPROM: mémoires mortes reprogrammables à effacement électrique.

II.6.4. L'alimentation

Tout les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240 Vac et délivrent une tension de 24 Vcc.

II.7. Branchement des entrées

Le principe de branchement des entrées consiste à envoyer un signal électrique vers l'entrée choisie sur l'automate dès que l'information se présente.

II.8. Branchement des sorties

Le principe de branchement des sorties consiste à envoyer un signal électrique vers les pré-actionneurs connectés à la sortie choisie de l'automate dès que l'ordre est émis.

II.9. Terminaux de programmation et de réglage

L'API doit permettre un dialogue avec:

- Le personnel d'étude et de réalisation pour réaliser le premier mise en œuvre.
- Le personnel de mise au point et de maintenance afin de réaliser des opérations sur le système.

- ❖ Ce dialogue peut être réalisé par:
 - **Une console:** elle sera utilisée sur un site, elle comporte un clavier, un écran de visualisation et un Langage de programmation.
 - **Un micro-ordinateur** avec un logiciel d'assistance à la programmation, il sera utilisé hors site, il comprend plusieurs modules, pour permettre l'édition, l'archivage et la mise au point des applications.

II.10. Langage de programmation des APIs [3]

Une interface logicielle répondant à la norme CEI1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmations utilisables qui sont :

- ✓ **GRAFCET ou SFC :** ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous procédés séquentiels.
- ✓ **Schéma par bloc ou FBD :** il permet de représenter graphiquement des fonctions par rectangle
- ✓ **Schéma à relais ou LD (ladder diagram) :** il utilise les symboles tels que les relais, les contacts et blocs fonctionnel, il s'organise en réseaux, c'est le langage le plus utiliser.

- ✓ **Texte structuré ou ST** : c'est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tous type d'algorithmes plus au moins complexe. Il utilise des fonctions comme if.....then....else....
- ✓ **Liste d'instruction ou IL** : c'est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur, très peu utiliser par les automaticiens.

III. La gamme SIMATIC de SIEMENS

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation Industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. [11]

III.1.Le SIMATIQUE S7

Le SIMATIQUE S7 comprend trois types:

❖ **Automate programmable S7- 200**

Le S7-200 est un Micro automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'à sept modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.



Figure IV.5 : Automate programmable S7- 200

❖ **Automate programmable industriel S7-300**

Le S7-300 est un mini automate modulaire pour les applications d'entrées, avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et industriel Ethernet.



Figure IV.6 : Automate programmable S7- 300.

❖ **Automate programmable S7-400 :**

Le S7-400 est un automate de haute performance pour les moyennes et les grandes applications, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou industriel Ethernet.



Figure IV.7 : Automate programmable S7- 400.

IV. choix d'un automate programmable

Le choix de l'automate programmable est en premier lieu :

- le choix d'une société et les contacts commerciaux et expérience vécue sont déjà le point de départ.
- Les compétences, expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

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

Après avoir élaboré le nombre d'entrées et de sorties, notre choix s'est fixé sur un automate programmable industriel de gestion de procédés de la série S7-300 du fabricant Siemens.

V. Les avantages d'utilisation des API

L'utilisation des API a plusieurs avantages:

- ✓ La capacité de production accélérée.
- ✓ L'aptitude à convenir à tous les milieux de production.

- ✓ La souplesse d'utilisation.
- ✓ La création de postes d'automaticiens.

VI. Les inconvénients

Malheureusement les API ont aussi des inconvénients dont on cite:

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

VII. Présentation de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est constitué d'une alimentation, d'une CPU, de modules d'entrée et de modules de sortie. A ceux-ci peut s'ajouter des modules de communication et des modules spécifiques destinés à des fonctions particulières telle que la commande à périphériques décentralisés par exemple.

VII.1. Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- ✓ Gamme diversifiée de la CPU.
- ✓ Gamme complète du module.
- ✓ Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- ✓ Bus de fond de panier intégré en module.
- ✓ Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- ✓ Liberté de montage au différent emplacement.
- ✓ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

VII.2. Structure Matérielle d'un S7-300

Le S7-300 peut comporter les modules PS (alimentation), CPU (Unité centrale), SM (module de signaux d'entrées/sorties), modules de fonction FM pour les fonctions spéciales (ex: commande de moteurs pas à pas), processeur de communication CP pour liaison réseau, chaque module est repéré par son emplacement. [3]

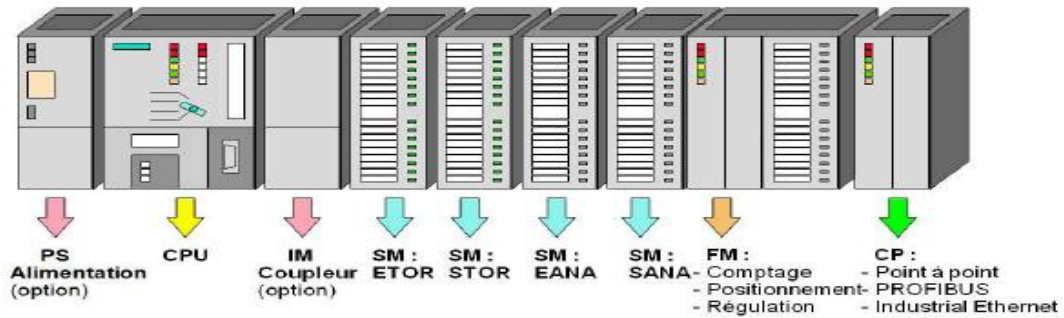


Figure IV.8 : Les modules de S7-300

VII.2.1. Rail profilé

L'alimentation électrique, la CPU, la carte de couplage IM et 8 modules de signaux en maximum sont montés sur le rail profilé.

VII.2.2. Alimentation (PS)

Le module d'alimentation délivre, sous une tension 24 V, un courant de sortie assigné de 2A,

5A, 10A. La tension de sortie à séparation galvanique, est protégée contre les courts-circuits et la marche à vide. Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation. En cas de surcharge de la tension de sortie, le témoin se met clignoter.

VII.2.3. Unité centrale (CPU)

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

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

La CPU regroupe les éléments suivants en face avant :

- Signalisation d'état et de défaut.
- Commutateur à clé amovible à 4 positions.
- Raccordement pour tension 24 VDC.
- Interface multipoint MPI pour console de programmation ou couplage par un autre système d'automatisation
- Compartiment pour pile de sauvegarde.
- Logement pour carte mémoire.

VII.2.4. Carte de couplage (IM)

Les coupleurs permettent de disposer d'une configuration à plusieurs châssis.

VII.2.5. Module de signaux (SM) (TOR /analogique)

Il comporte plusieurs type tels que : STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/SANA, et E/STOR. Ces modules sont sélectionnés en fonction de la plage de tension d'entrée ou de la tension de sortie. Ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

VII.2.6. Câblage

Un câble est indispensable pour raccorder directement une console de programmation. Pour connecter plusieurs systèmes d'automatisation il faut en outre un câble PROFIBUS et des connecteurs.

VII.2.7. Module de fonction FM

Les modules de fonctions offrent les fonctions suivantes : Comptage, régulation, positionnement.

VII.2.8. Processeurs de communication CP

Ils permettent d'établir des liaisons hommes-machines, machines-machines.

III. Conclusion

Après avoir choisi l'automate qui convient au système étudié, nous allons passer à l'étape suivante qui est la programmation et la simulation du programme.

I. Description de STEP7

Le STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. Il offre un ensemble de fonctions et opérations logiciel nécessaire à configurer et paramétrer le matériel, ainsi qu'à programmer et tester le programme utilisateur. [8]

II. Principe de conception d'une structure de programme

II.1. Programme dans la CPU

Au cours de l'exécution du programme dans le CPU, deux programmes déferents s'exécutent : le système d'exploitation et le programme utilisateur

a. Le système d'exploitation

Le système d'exploitation contenu dans la CPU organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique, ces tâches sont :

- le déroulement du démarrage et du redémarrage;
- l'appel du programme utilisateur;
- la détection et le traitement d'erreur;
- la gestion des zones de mémoire.

b. Le programme utilisateur

Le programme utilisateur doit être créer et charger dans CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique, il doit :

- déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage de la CPU;
- traiter les donner du processus;
- traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

II.2. Blocs dans le programme utilisateur

Le logiciel de programmation STEP7 nous permet de structurer le programme utilisateur en le subdivisant en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- écrire de programme important;
- Simplifier l'organisation du programme;
- Faciliter la mise en service;
- Modifier facilement le programme;

III. Blocs d'organisation et structure du programme

III.1. Bloc d'organisation (OB)

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

III.2. Bloc fonctionnel (FB)

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il dispose d'une zone de mémoire. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélérateur,... etc.).

III.3. Fonction (FC)

Les fonctions ne possèdent pas de mémoires. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

III.4. Bloc de données (DB)

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données, on a deux types de bloc.les DB globaux dans lequel tous les FB, FC, OB peuvent lire les données enregistrées ou écrire les données et les DB d'instance qui sont affectés à un FB donné.

IV. Création du projet dans SIMATIC Manager :

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, deux approches sont possibles (figure V.1). [8]

Dans notre cas on a choisi la première alternative.

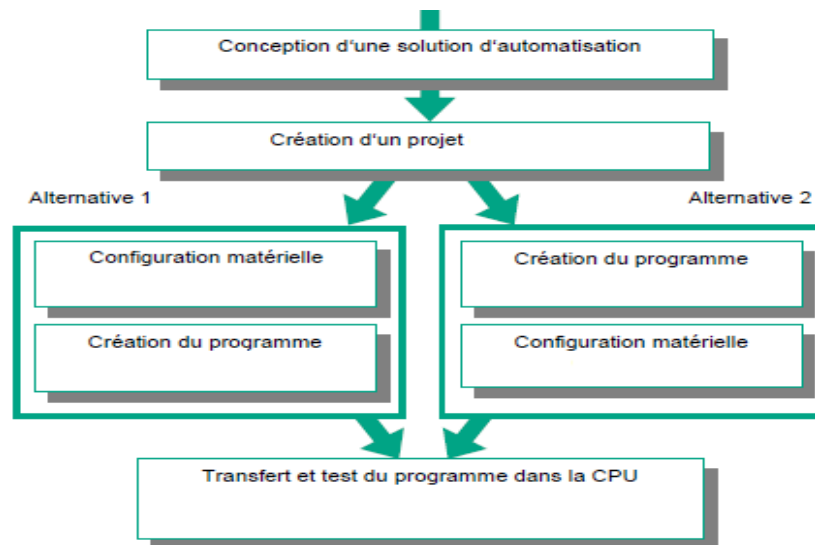



Figure V.1 : Création d'un projet.

Un projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte donc deux grandes *parties : la description du matériel et la description du fonctionnement (le programme).

Les procédures qui vont nous permettre la création de projet sont comme suit :

- 1- Un double cliquer sur l'icône SIMATIC

Manager  ; on aura la fenêtre principale suivante :

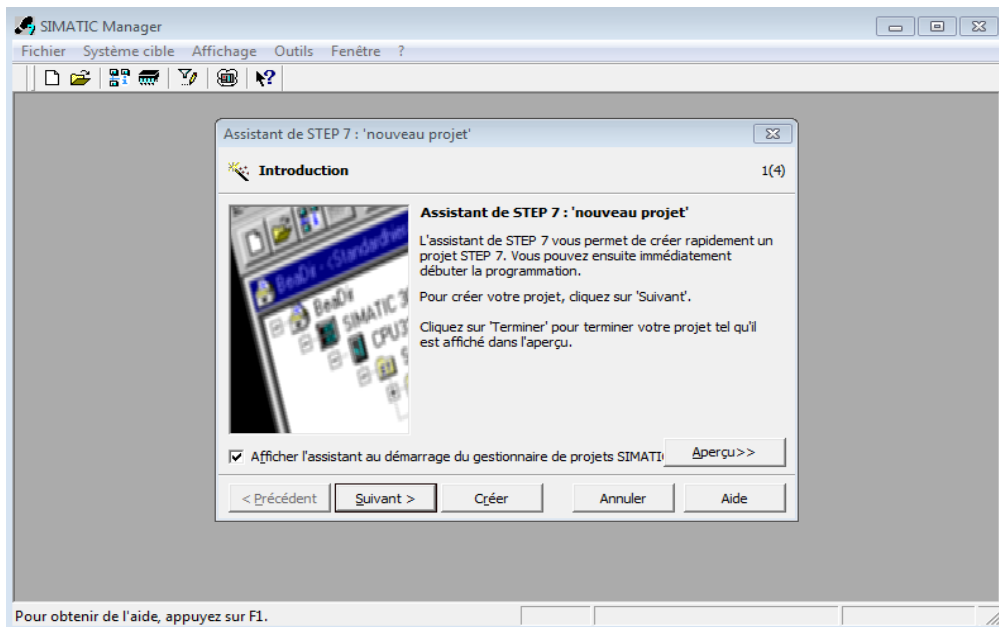


Figure V.2 : création d'un nouveau projet

- 2- En cliquant sur la commande **suivant** la figure ci-dessous s'affiche, elle nous permet de choisir la CPU.
- 3-

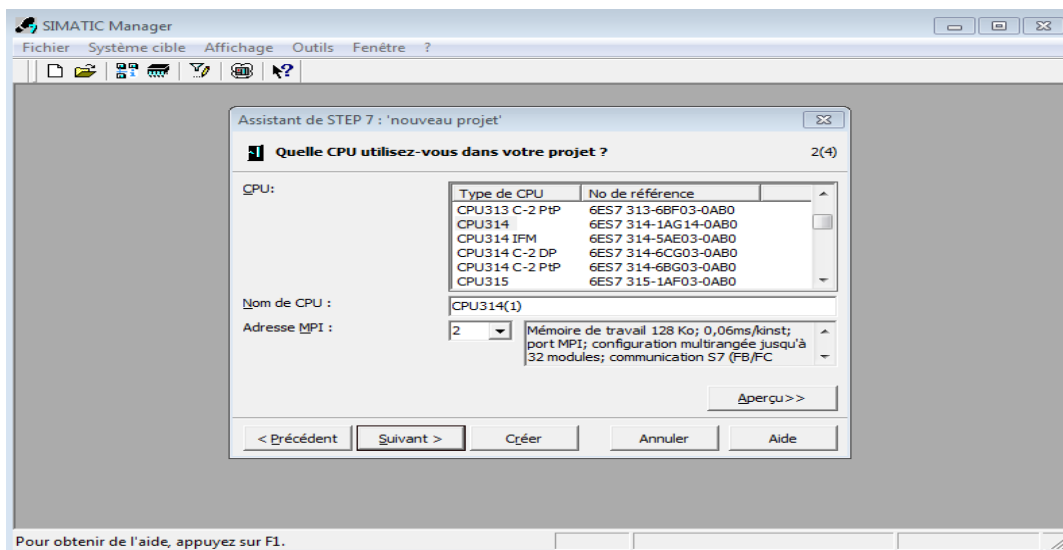


Figure V.2 : choix de la CPU.

Pour notre projet nous avons choisi la CPU 314.

4- après validation de la CPU, la fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs à insérer et choisir le langage de programmation (LIST, CONT, LOG).

Pour notre projet nous avons choisi l'OB1 (cycle d'exécution) et le langage contact.

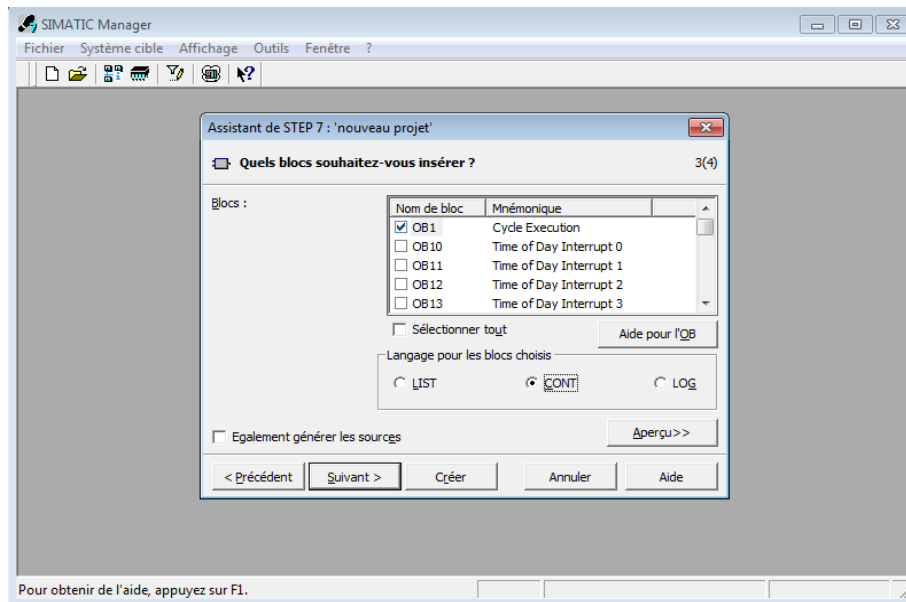


Figure V.3 : choix de langage de programmation.

- 5- Une fois le langage de programmation est choisis, il faut donner un nom au projet qu'on veut créer.

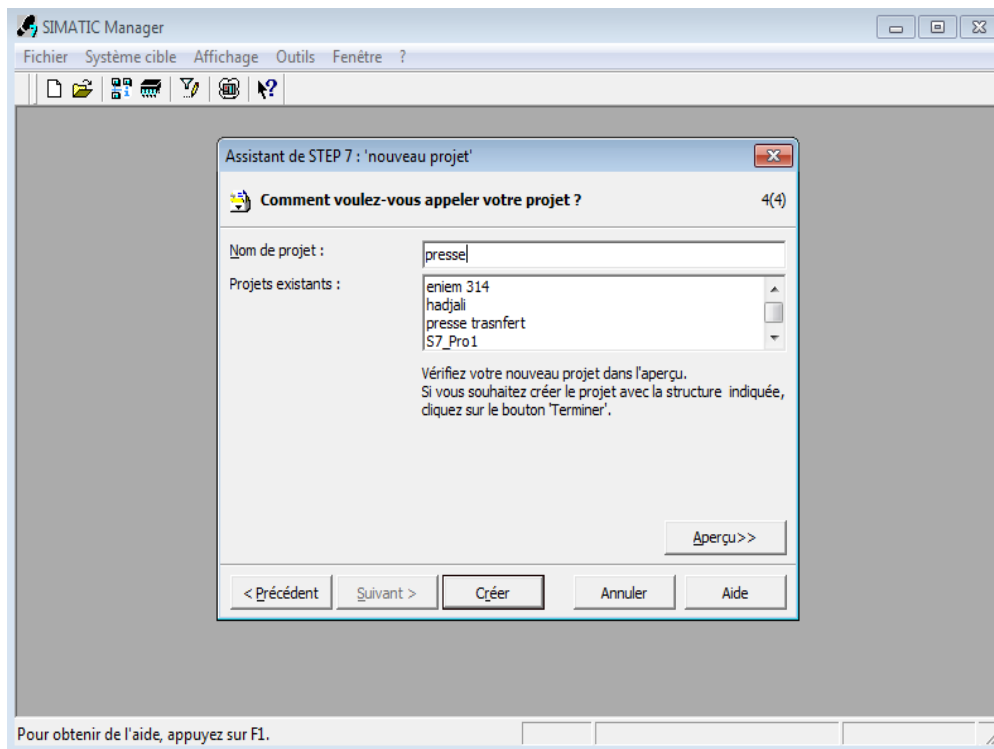


Figure V.4 : nom du projet

6- En cliquant sur la commande **créer**, on aura la figure suivante.

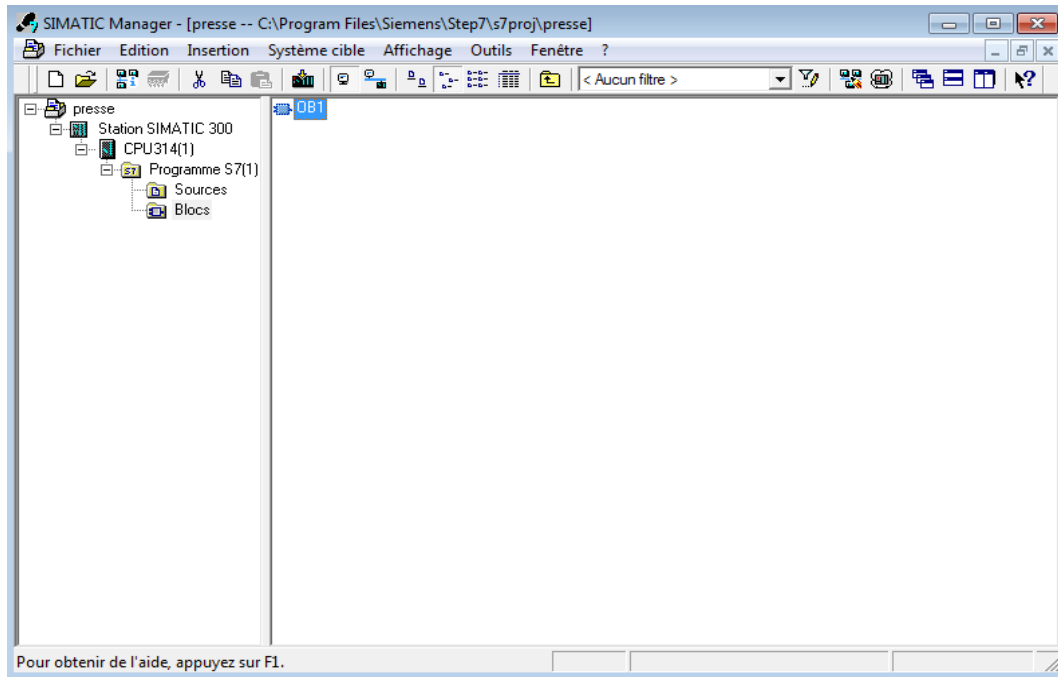


Figure V.5 : ouverture du projet « prsse »

V. Configuration matérielles

Dans la configuration matérielle, on doit choisir le type d'entrée et de sorties selon la CPU choisie auparavant. [8]

Un clique sur station SIMATIC 300 puis sur matériels, et on choisit le type d'entrée et sorties qu'on veut utiliser.

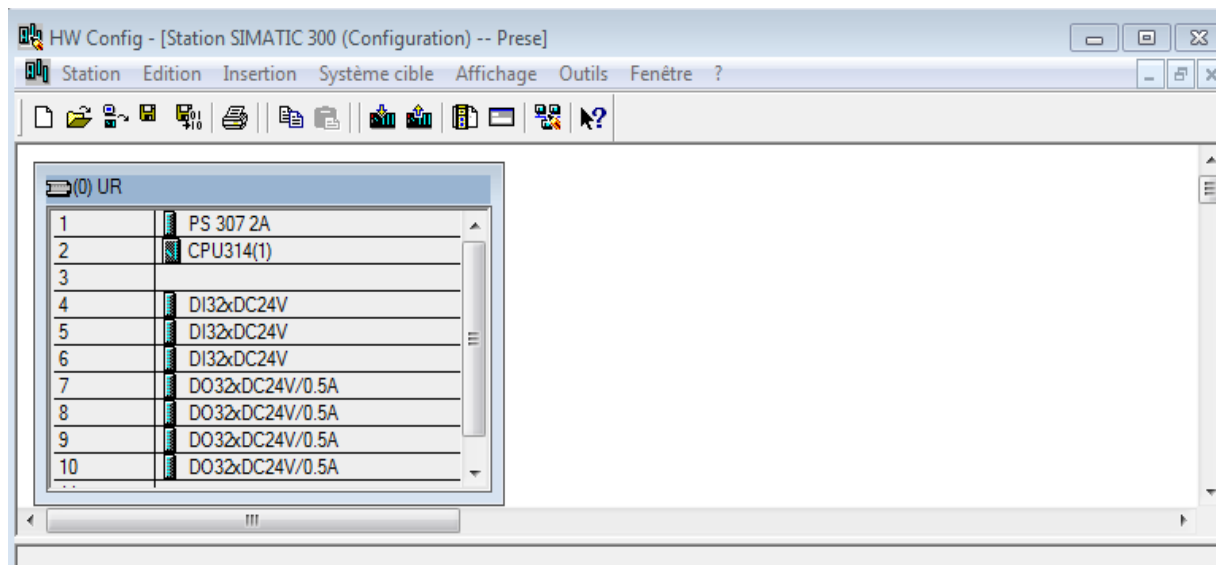


Figure V.6 : configuration matérielles.

VI. Définition de la table des mnémoniques :

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de notre programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée tout en respectant notre cahier de charges. La table des mnémoniques rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. [8]

	Etat	Mnémonique	Opéra /	Type de d	Commentaire
49		MotE2.M.G.V	A 10.0	BOOL	Moteur redresseur marche à une grande vitesse
50		Emb1	A 10.1	BOOL	Embrayage voulant d'inertie
51		Fr1	A 10.2	BOOL	Frein du voulant d'inertie
52		tr1	A 10.3	BOOL	translation des barres
53		Fr3	A 10.4	BOOL	Frein du Mot aménage
54		Fr4	A 10.5	BOOL	Frein du Moteur dérouleur
55		VMM	A 10.6	BOOL	voyant mode manuel
56		VMT	A 10.7	BOOL	voyant mise sous tension du sytème
57		VMML	A 11.0	BOOL	voyant mode man.l
58		VMA	A 11.1	BOOL	Voyant mode auto
59		VMSA	A 11.2	BOOL	voyant mode semi auto
60		M n	A 11.3	BOOI	machine prete

Figure V.7 : Tableau des mnémoniques

Une fois toutes les entrées /sorties sont déclarées, il faut enregistrer, puis passer à la programmation.

VII. Programmation

Pour la programmation, on clique sur la commande **blocs** puis sur **OB1** et on aura ceci :

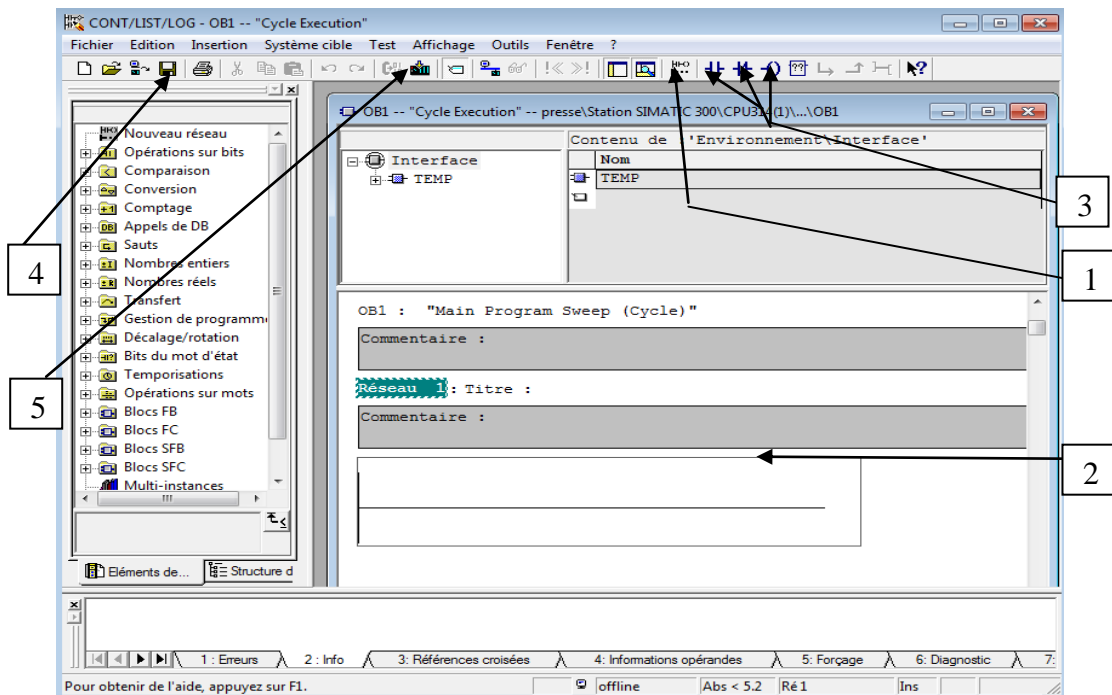


Figure V.8 : le bloc OB1

-1 : Insertion d'un nouveau réseau. -4 : Enregistrement du programme.

- 2 : Nouveau réseau inséré.
- 5 : chargement du programme.
- 3 : Contact a fermeture, contact a ouverture et bobine.

❖ Exemple de notre système

La figure suivant représente le réseau de chargeur en avant.

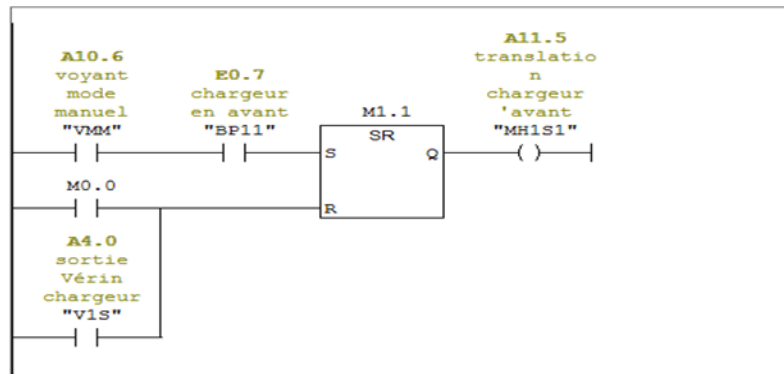


Figure V.9 : le chargeur en avant.

VIII. Simulation

Une fois toutes les étapes de notre système décrites à l'aide des réseaux cités ci-dessus, nous allons passer à la simulation à l'aide de S7-PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP7. Son objectif est de tester les programmes STEP7 avant d'établir la liaison avec le système à commander car son application peut occasionner des dommages matériels ou des blessures corporelles en cas d'erreurs de programmation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7.[8]

- 1- En cliquant sur la commande **activer/désactiver la simulation**



qui se trouve

sur l'onglet principal.

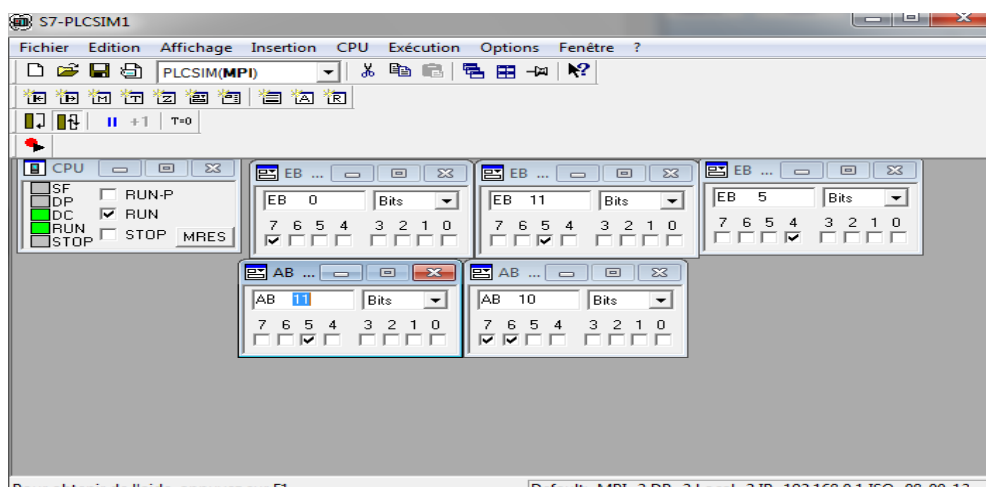


Figure V.10 : fenêtre S7-PLCSIM.

2- Pour visualiser le fonctionnement de notre système, on choisit la commande **visualisation de programme** qui se trouve dans l'anglet et on aura ceci :

Réseau 9 : chargeur en avant

Commentaire :

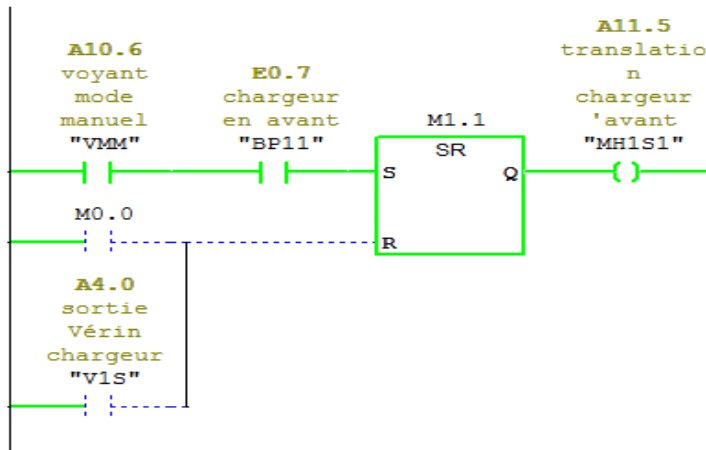
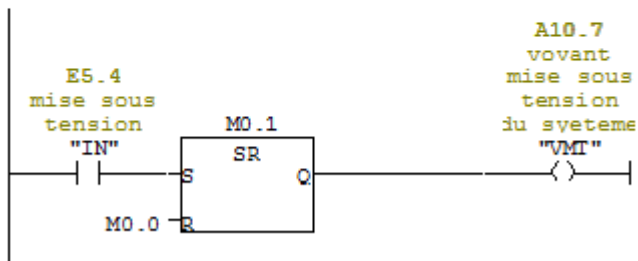


Figure V.11 : Simulation du réseau chargeur en avant.

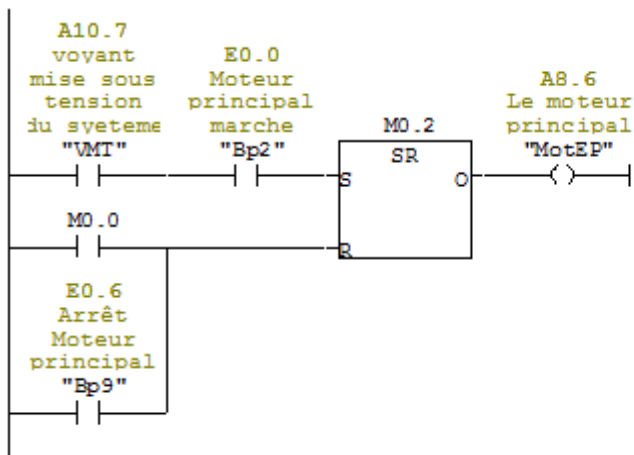
IX. Programmation de tout le système :

Bloc : CB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

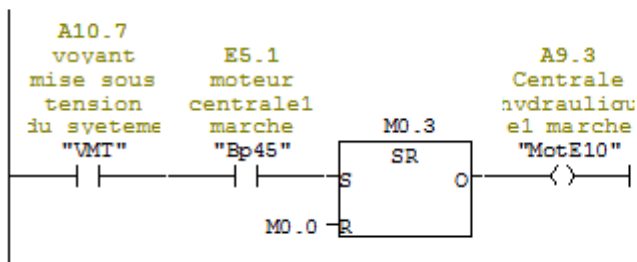
Réseau : 1 mis sous tension de systeme



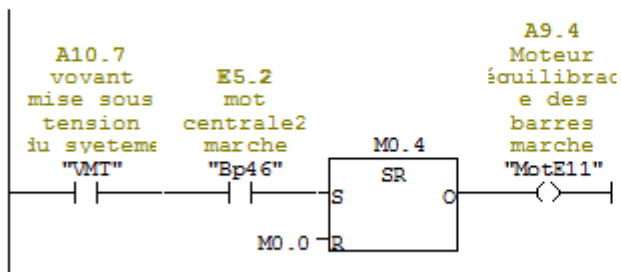
Réseau : 2 actinner le moteur principale



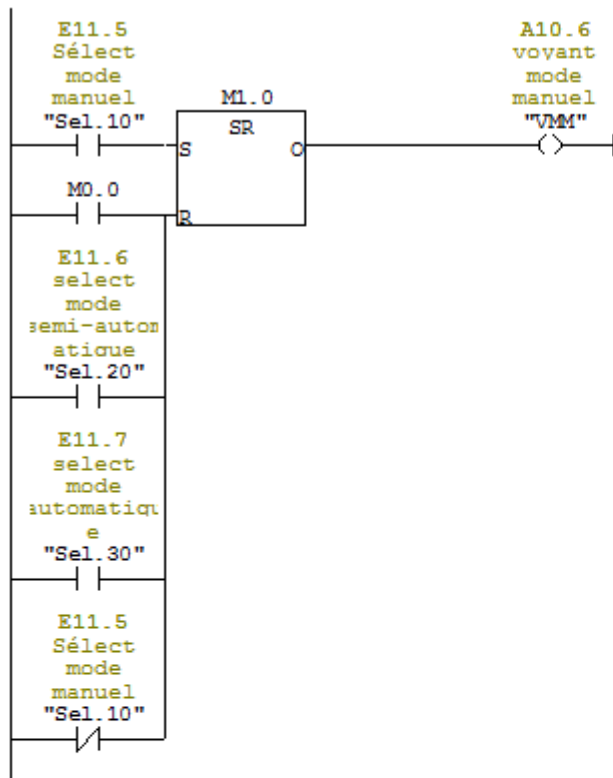
Réseau : 3 actioné moteur centrale hydroliquel



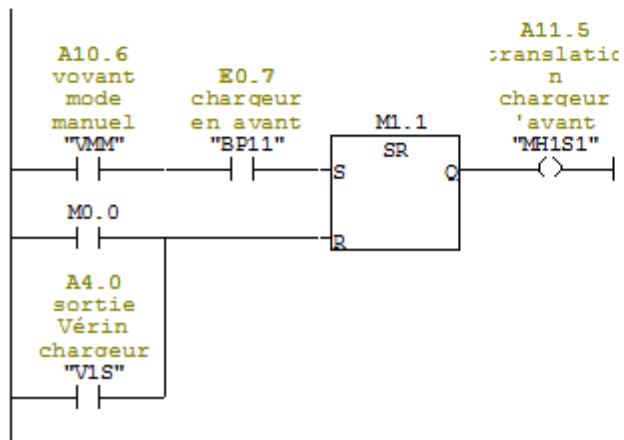
Réseau : 4 Actionner le moteur d'equilibrage des barres



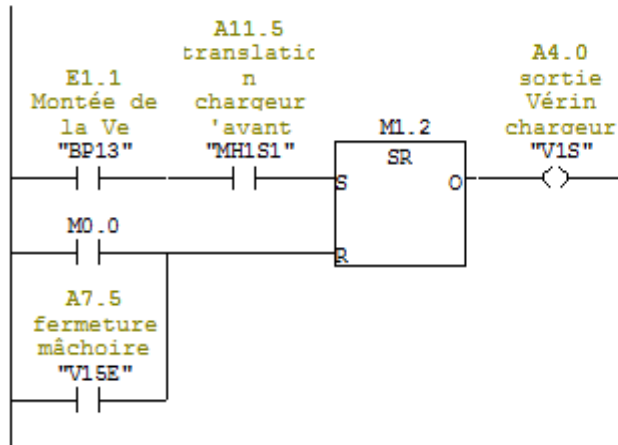
Réseau : 8 select mode manuel



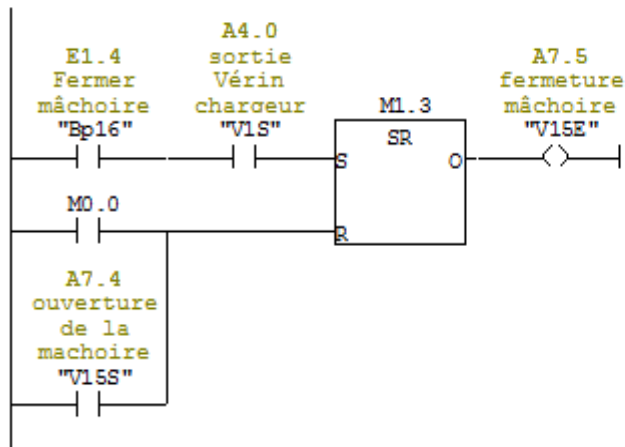
Réseau : 9 chargeur en avant



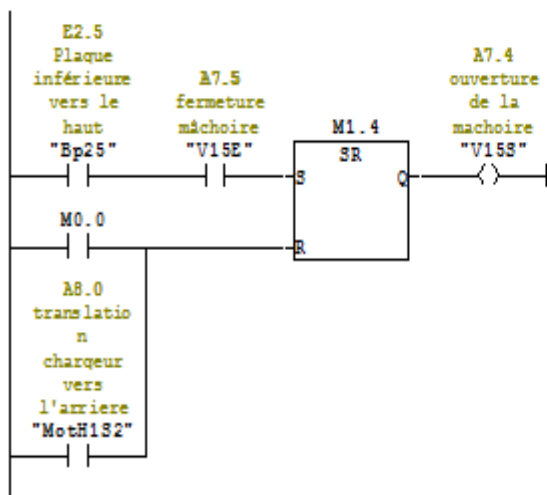
Réseau : 10 Monté de la benne



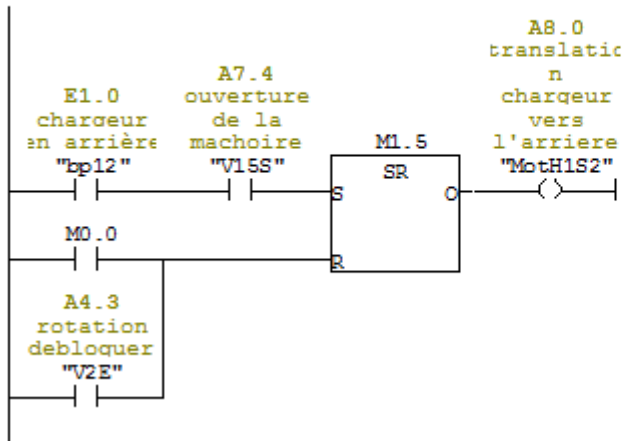
Réseau : 11 fermeture de la mâchoire



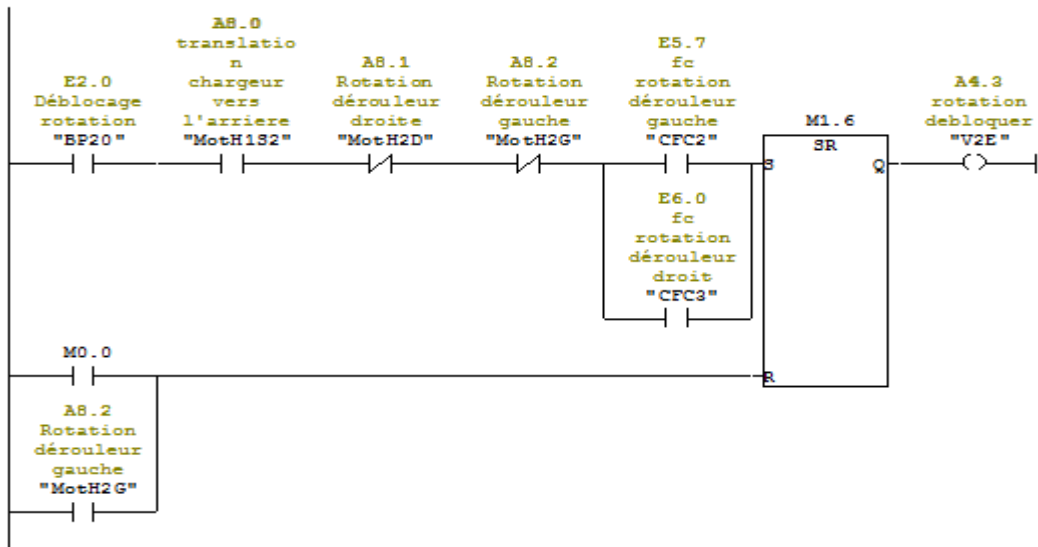
Réseau : 12 OUVERTURE DE LA MACHOIRE



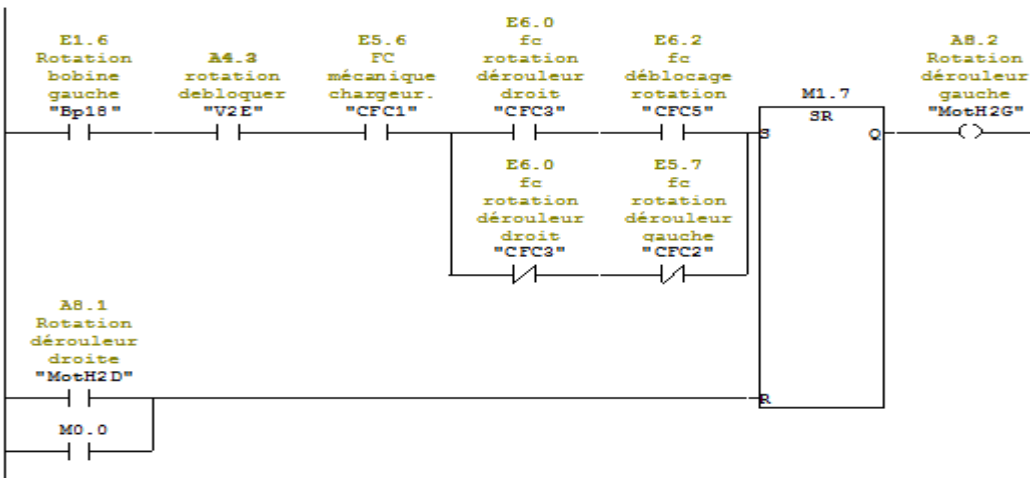
Réseau : 13 CHARGEUR EN ARRIERE



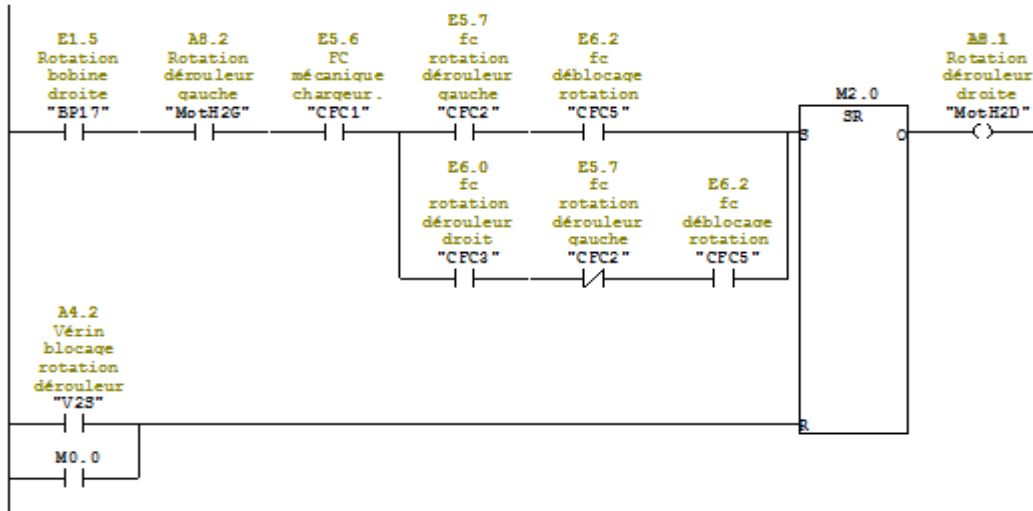
Réseau : 14 DEBLOCAGE DE LA ROTATION DU DEROULEUR



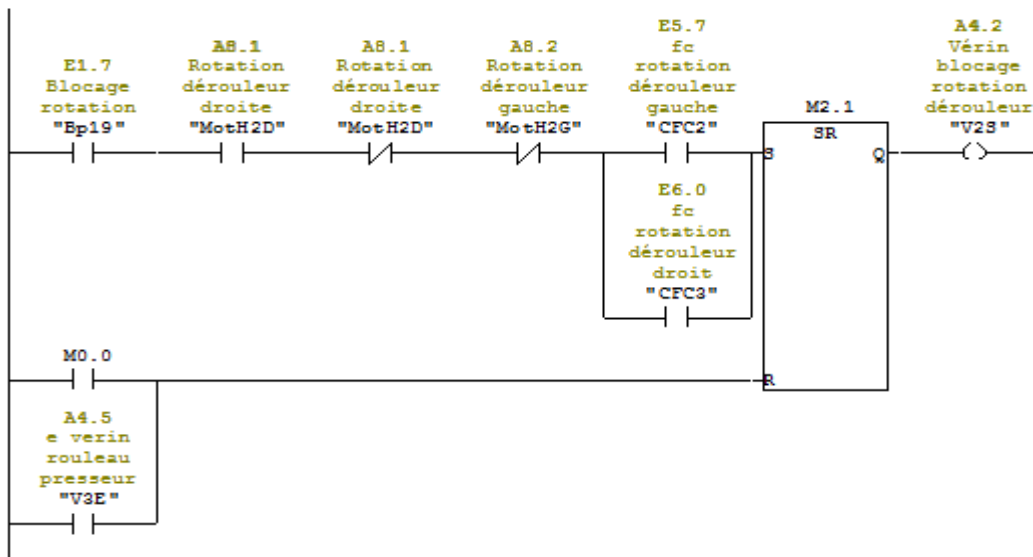
Réseau : 15



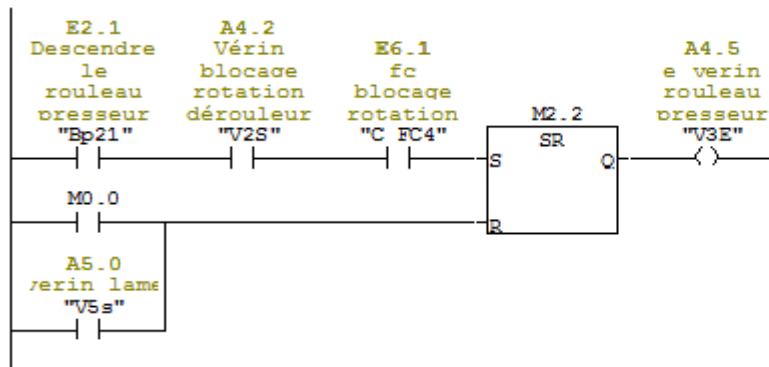
Réseau : 16 Rotation dérouleur a droite



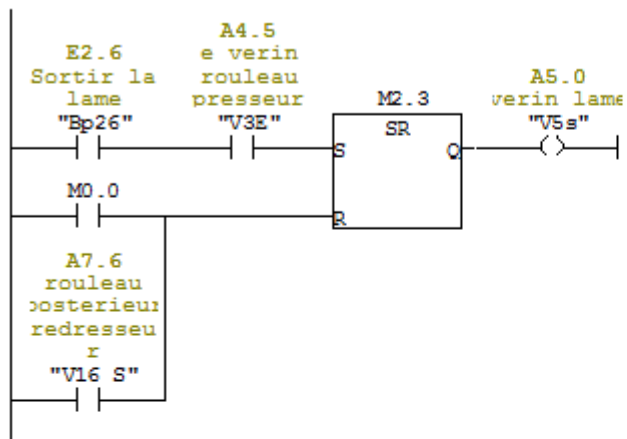
Réseau : 17 blocage de la rotation du dérouleur



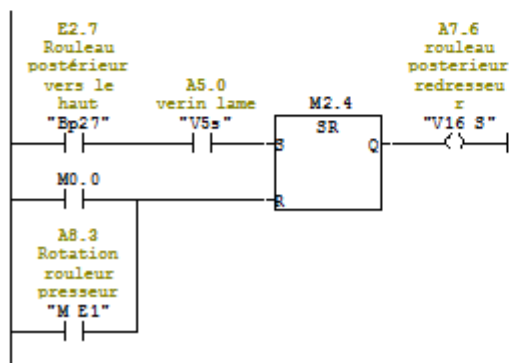
Réseau : 18 rouleau presseur vers le bas



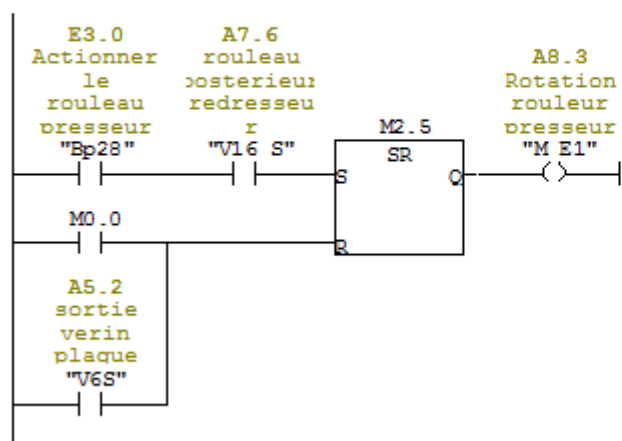
Réseau : 19 Sortir la lame



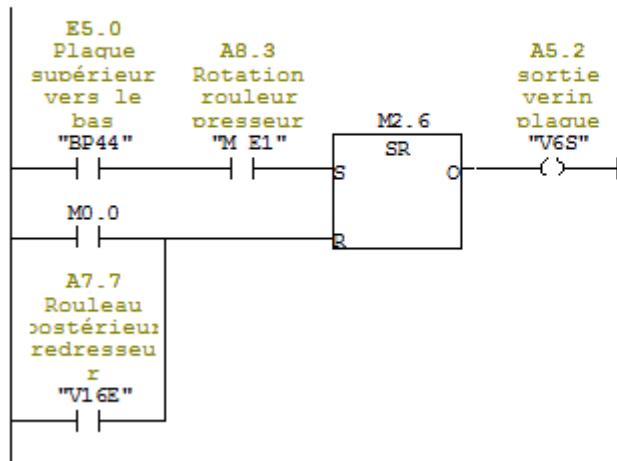
Réseau : 20 Rouleau presseur du redresseur vers le haut



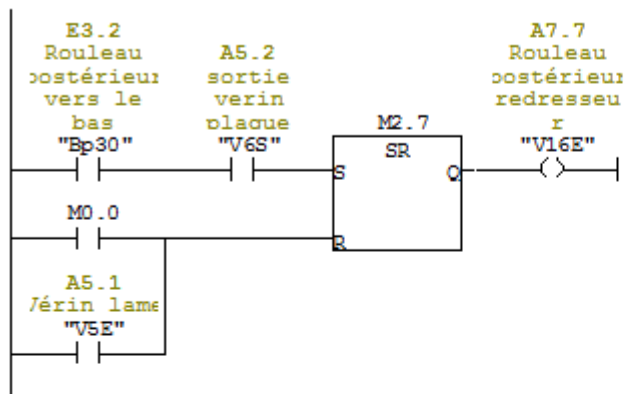
Réseau : 21 MOTEUR rouleau presseur en marche



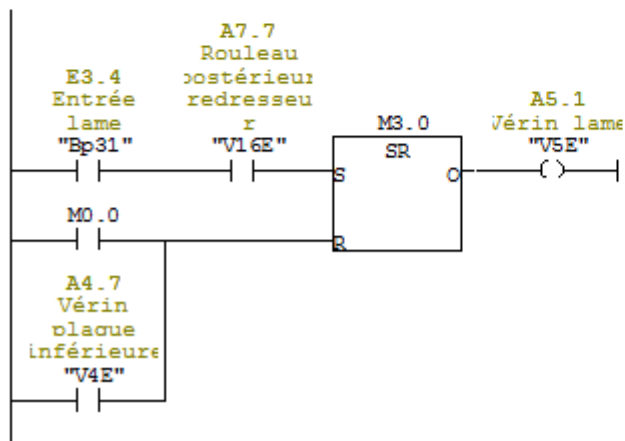
Réseau : 22 plaque supérieur vers le bas



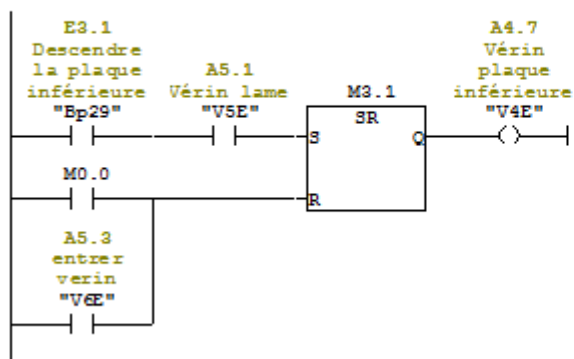
Réseau : 23 Rouleau posterior du redresseur vers le bas



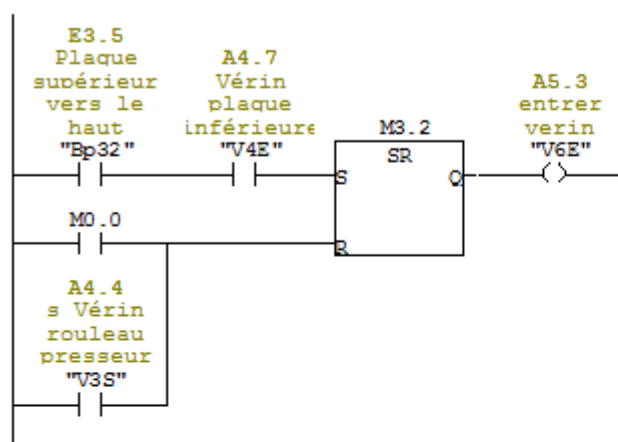
Réseau : 24 Entre de la lame



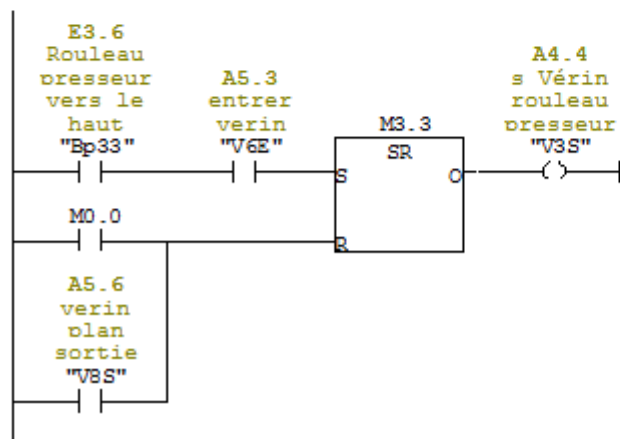
Réseau : 25 Plaque inférieure vers le haut



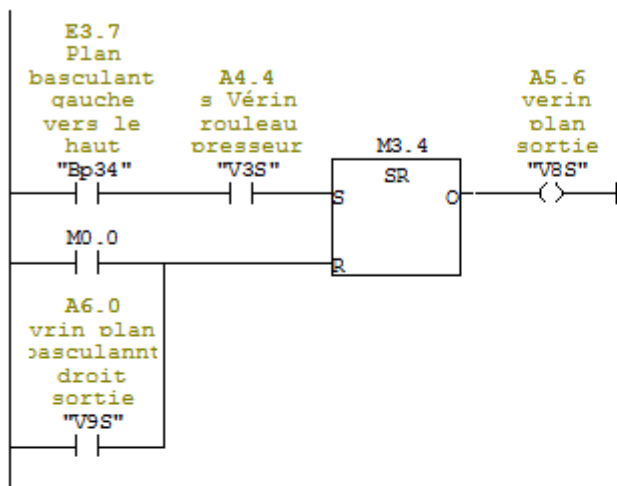
Réseau : 26 PLAque supérieur vers le haut



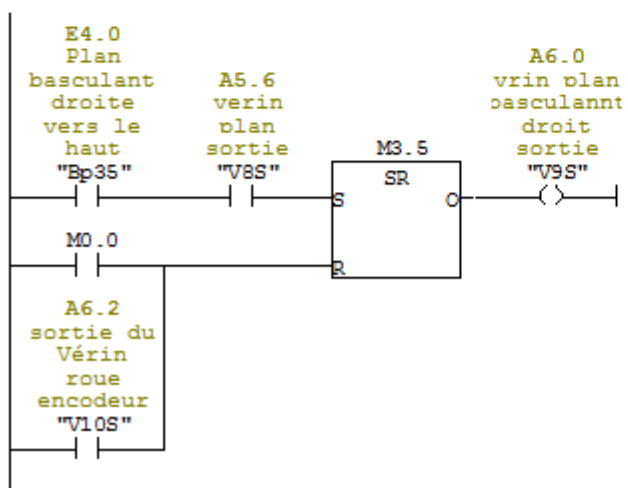
Réseau : 27 Rouleau presseur vers le haut



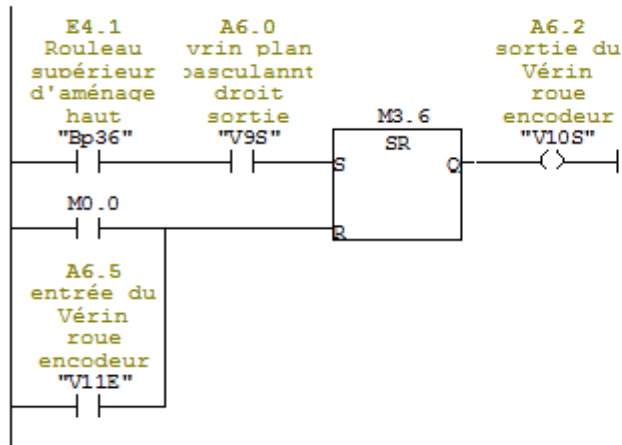
Réseau : 28 les plan basculant vers le haut



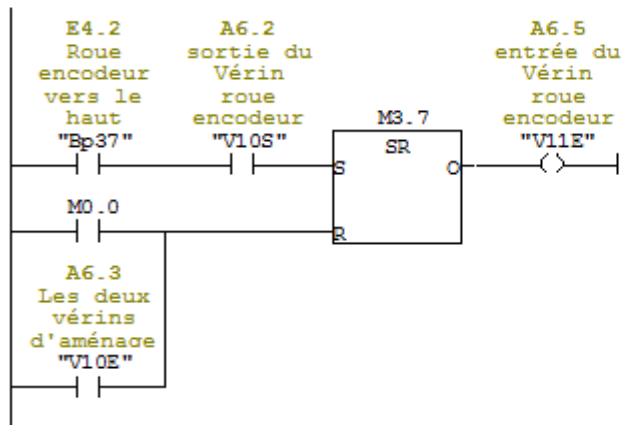
Réseau : 29 Plan droit vers le haut



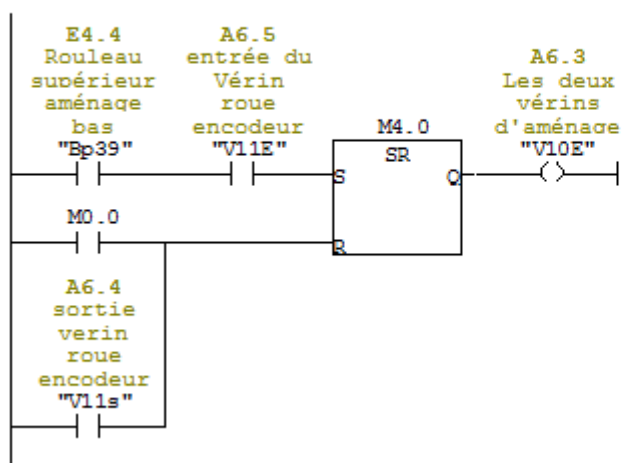
Réseau : 30 Rouleau superieur d'amenage vers le haut



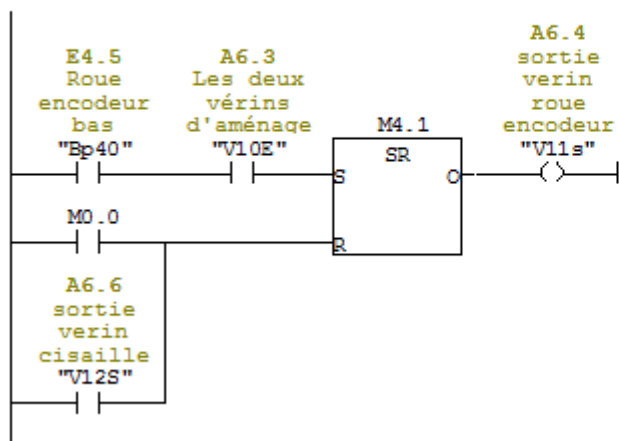
Réseau : 31 Roue encodeur vers le haut



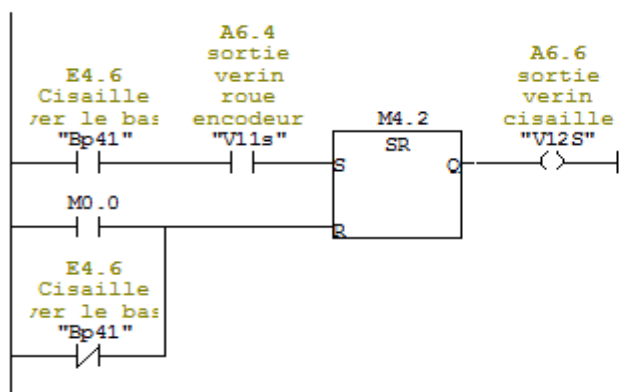
Réseau : 32 rouleau superieur d'amenage vers le bas



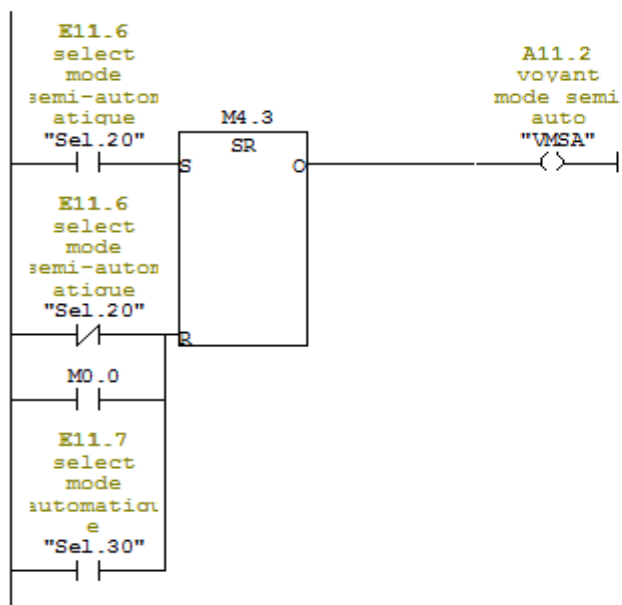
Réseau : 33 ROUE ENCODEUR VERS LE BAS



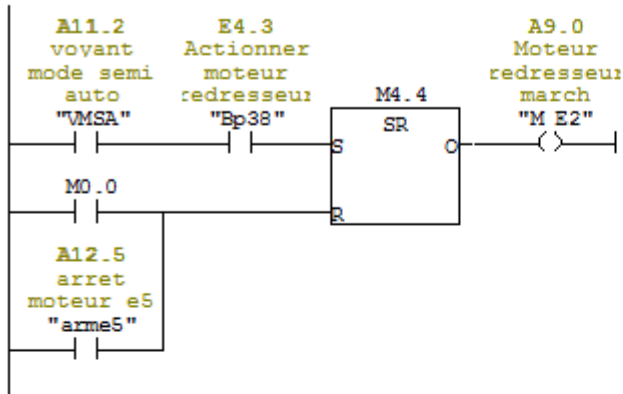
Réseau : 34 entrer les 2 verin de la cisaille



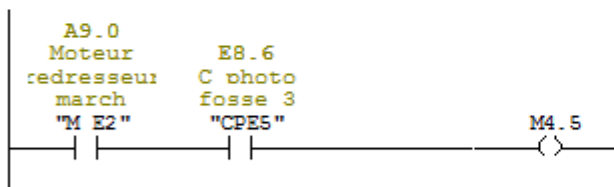
Réseau : 35 la selection de mode semi automatique



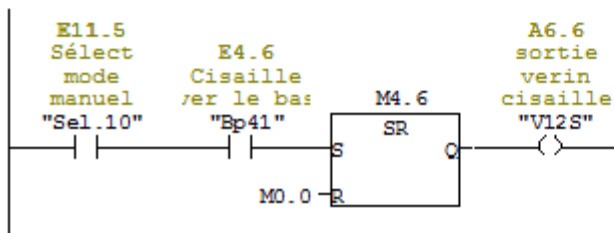
Réseau : 36 moteur redresseur



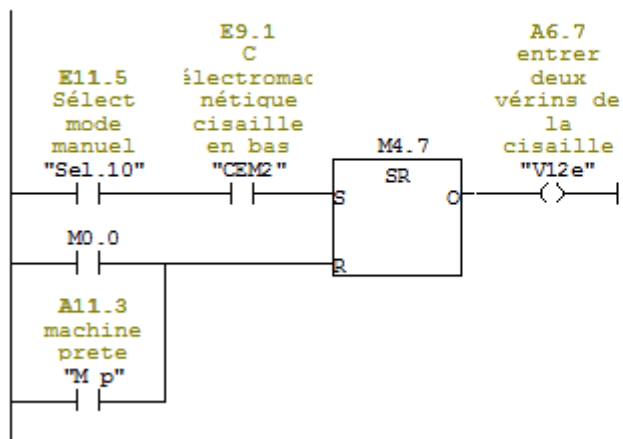
Réseau : 37 formation de l'arc de tole aret motr esresseur



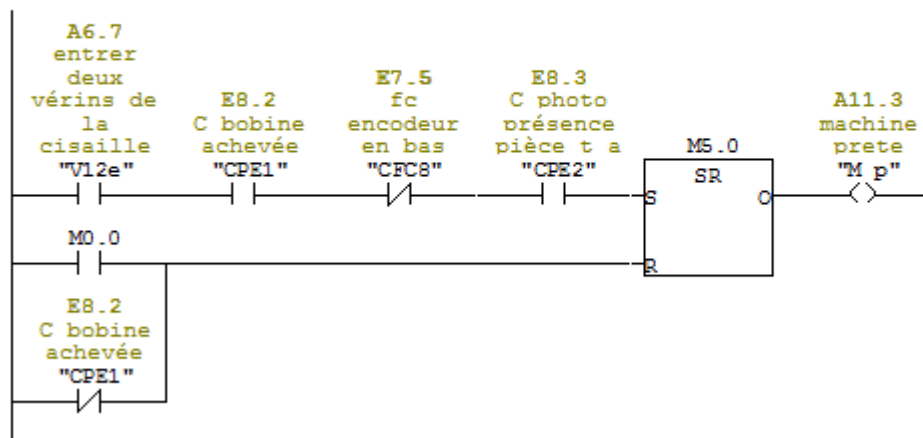
Réseau : 38 sortie verin cisaille apres formation de tole



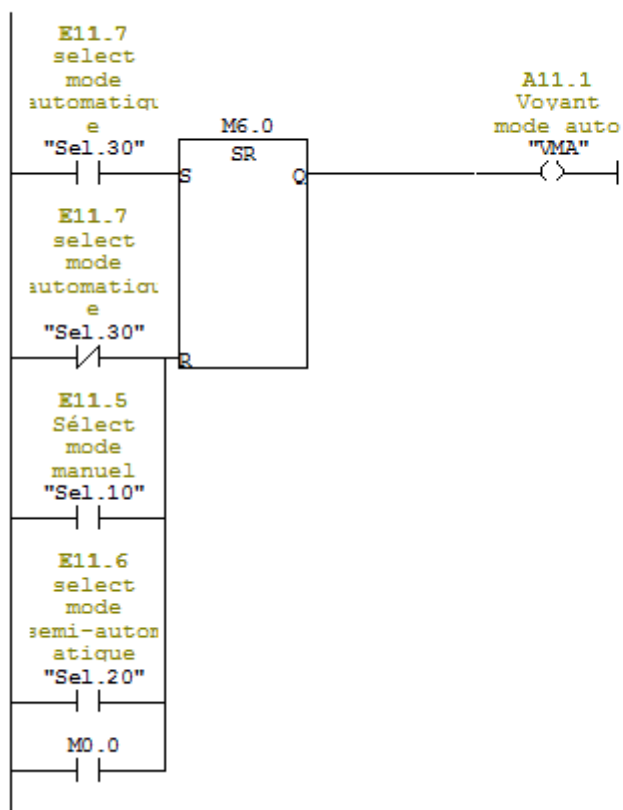
Réseau : 39 entrer cisaille apres formation de l 'arc



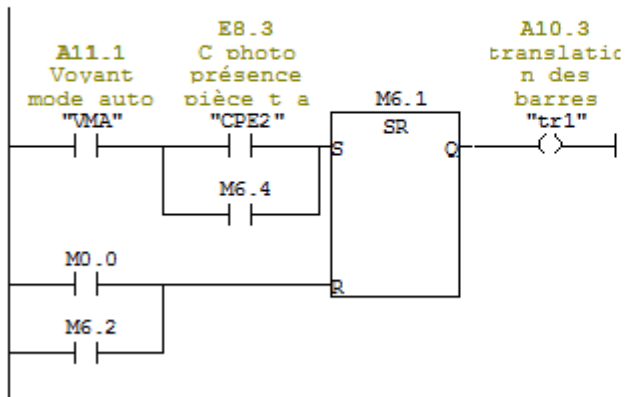
Réseau : 40 Afficher "machine prete" au demarage M A



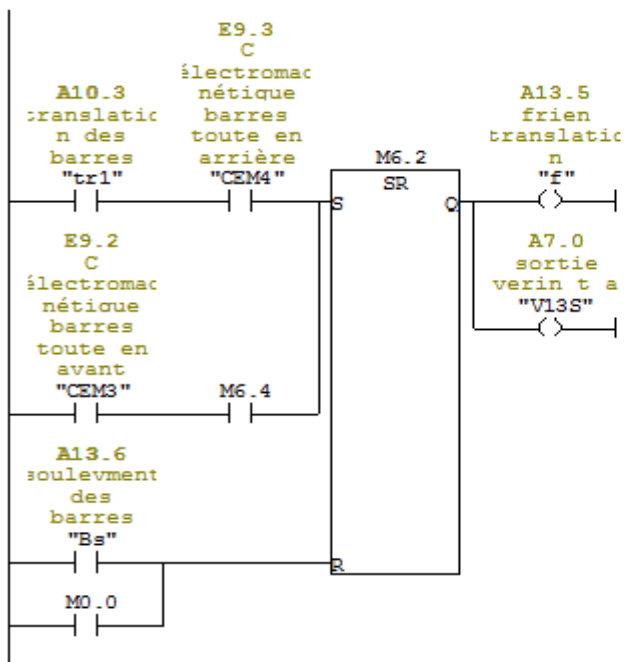
Réseau : 41 sélection de mode automatique



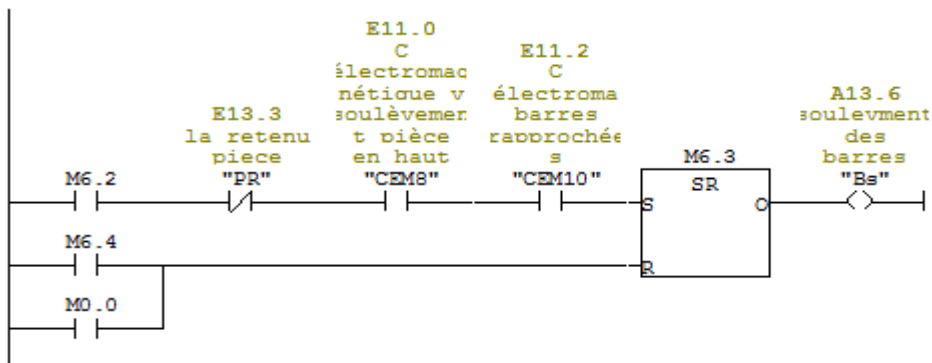
Réseau : 42 translation des barres



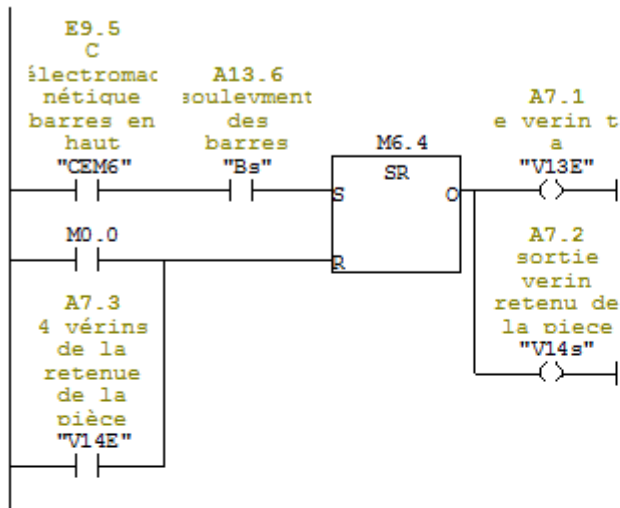
Réseau : 43 soulevment de la piece



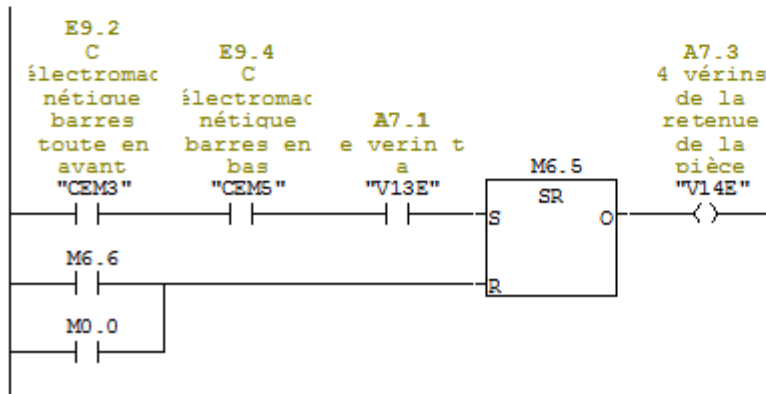
Réseau : 44 fermeture et soulevment des barres



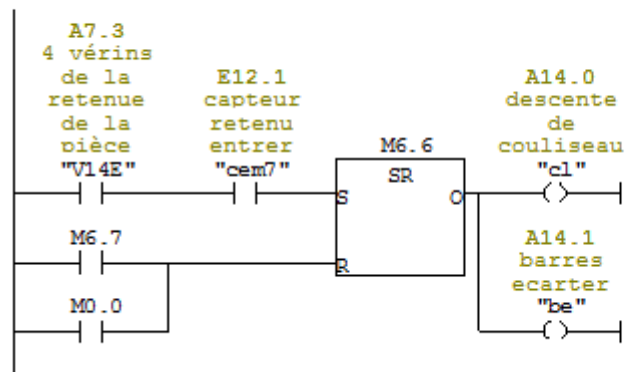
Réseau : 45 le déplacement des barres en avant transfert vers le tapis



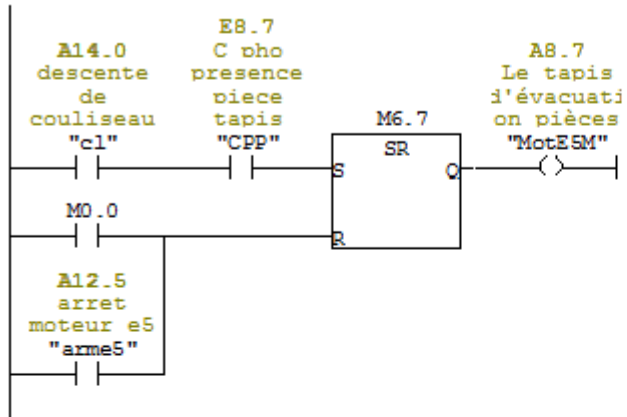
Réseau : 46 entrée des verin pneumatique 4



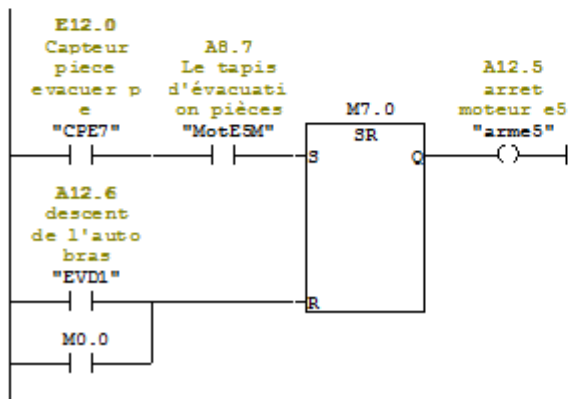
Réseau : 47



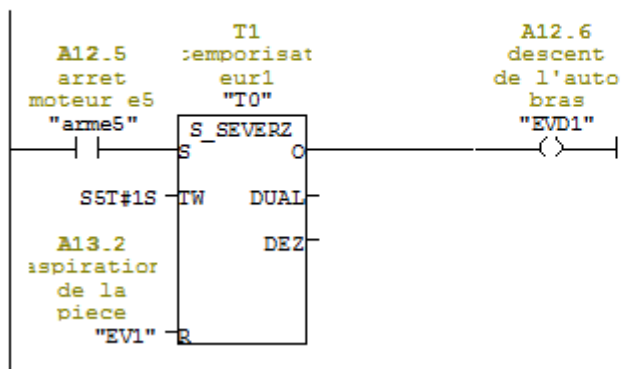
Réseau : 48 demarage tapis d évacuation



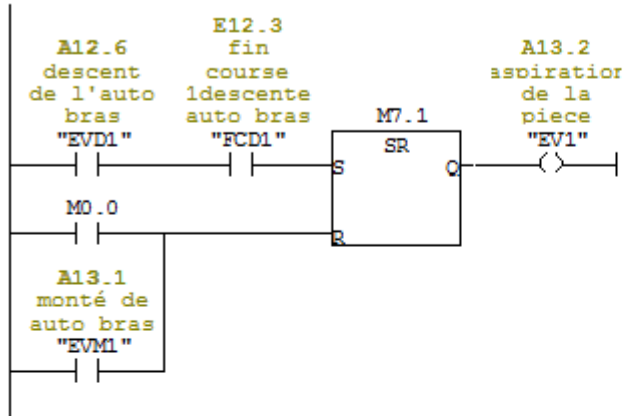
Réseau : 49 arret moteur tapis



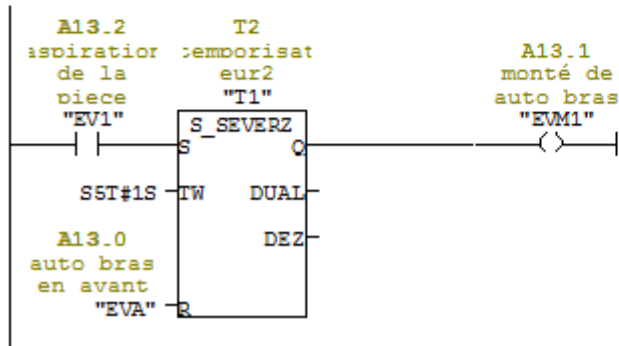
Réseau : 50 descente de l'auto bras



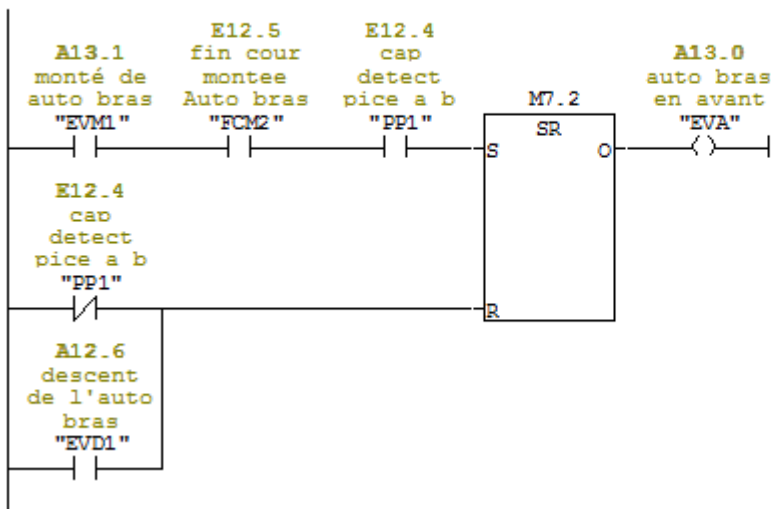
Réseau : 51 aspiration de la piece



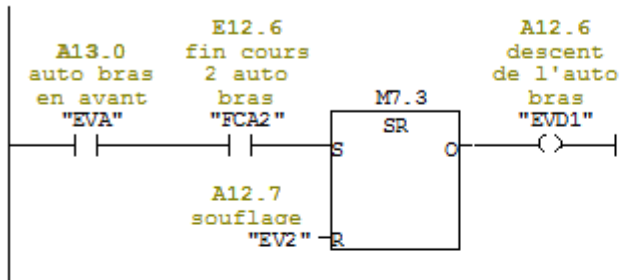
Réseau : 52 monté de l'auto bras



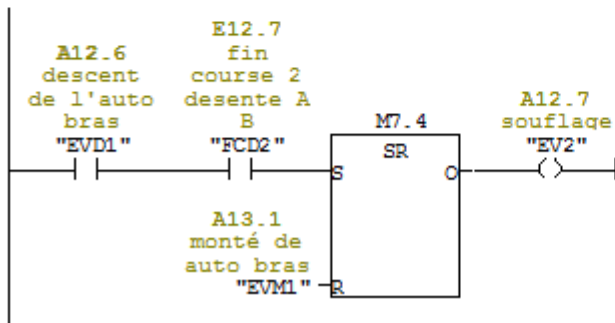
Réseau : 53 auto bras en avant



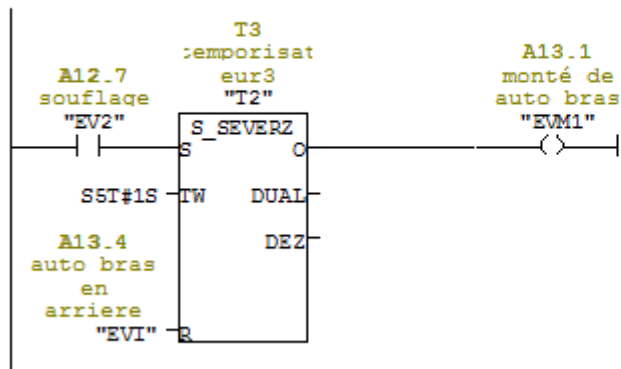
Réseau : 54 descente2 de l'auto bras



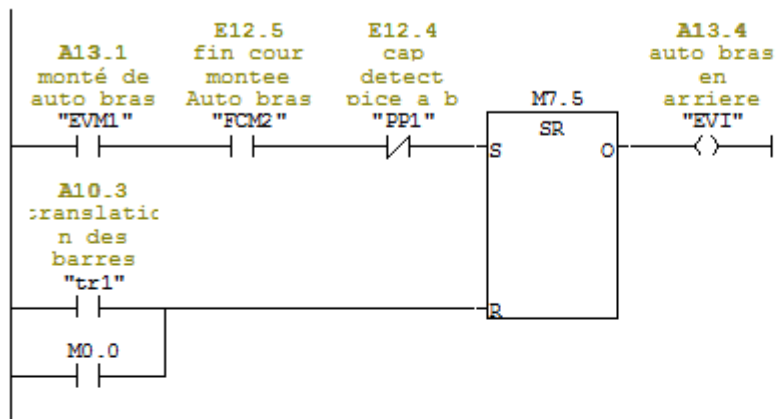
Réseau : 55 soufflage de la piece



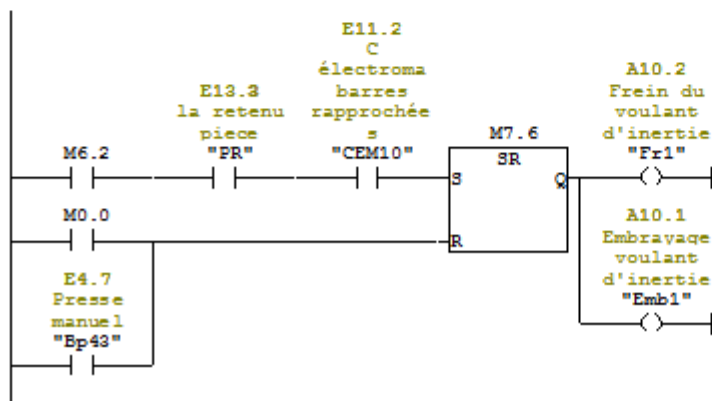
Réseau : 56 monté2 de l'auto bras



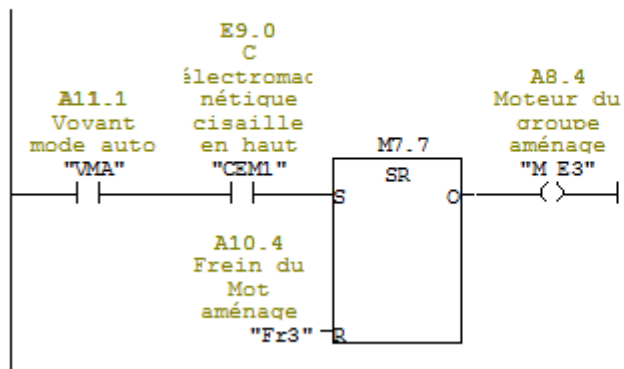
Réseau : 57 retour DE A B A SA POSITION INITIAL



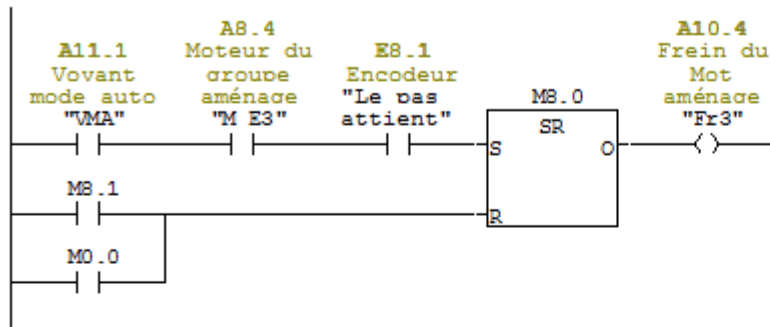
Réseau : 58 la piece non retenue arret presse



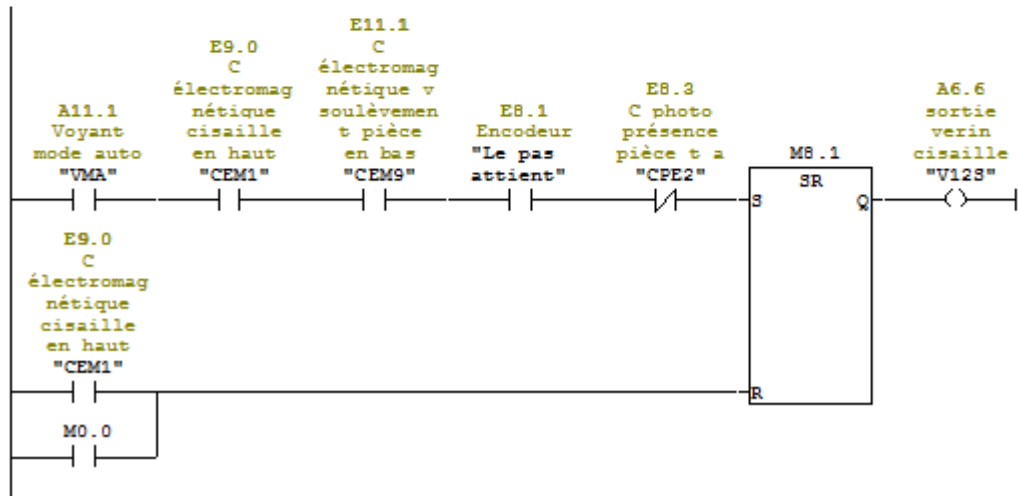
Réseau : 59 aménage moteur march automatique



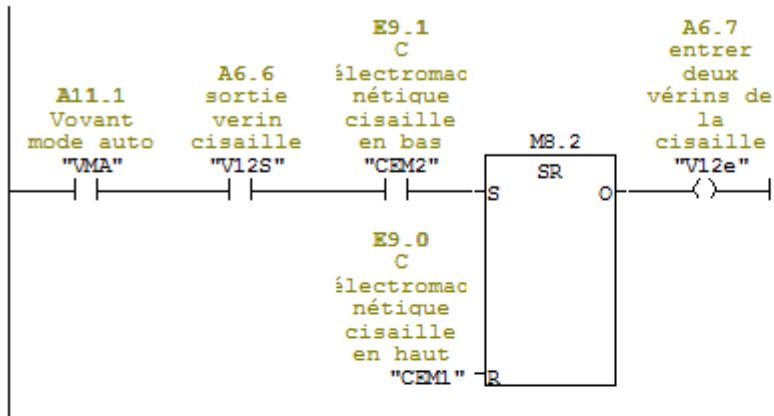
Réseau : 60 frien du moteur aménage



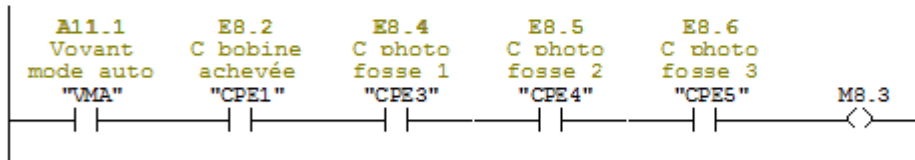
Réseau : 61 la cisaille vers le bas



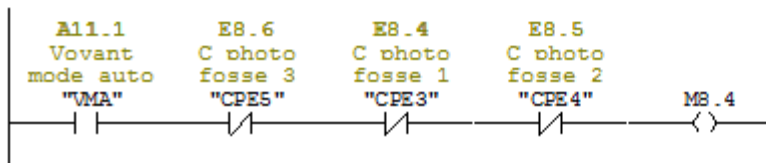
Réseau : 62 entrer des verin de la cisaille



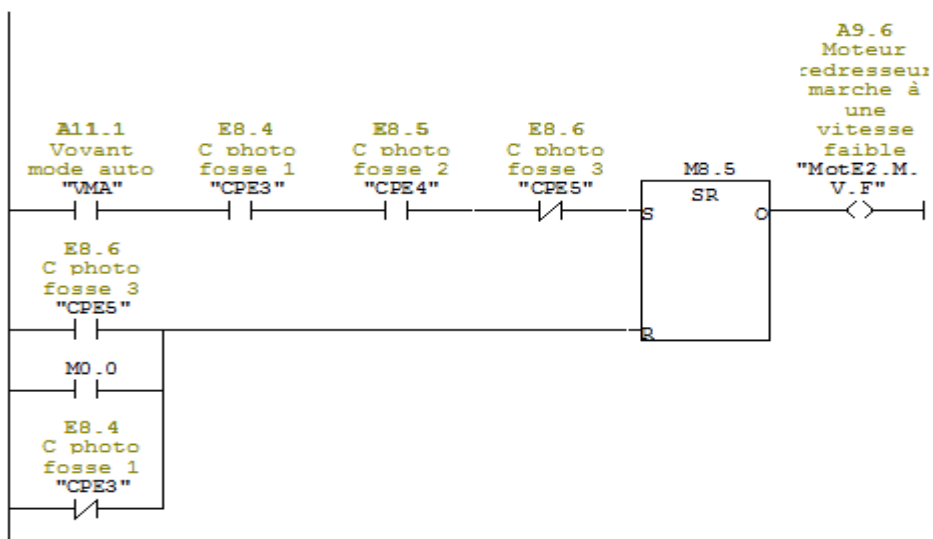
Réseau : 63 actionner moteur redresseur



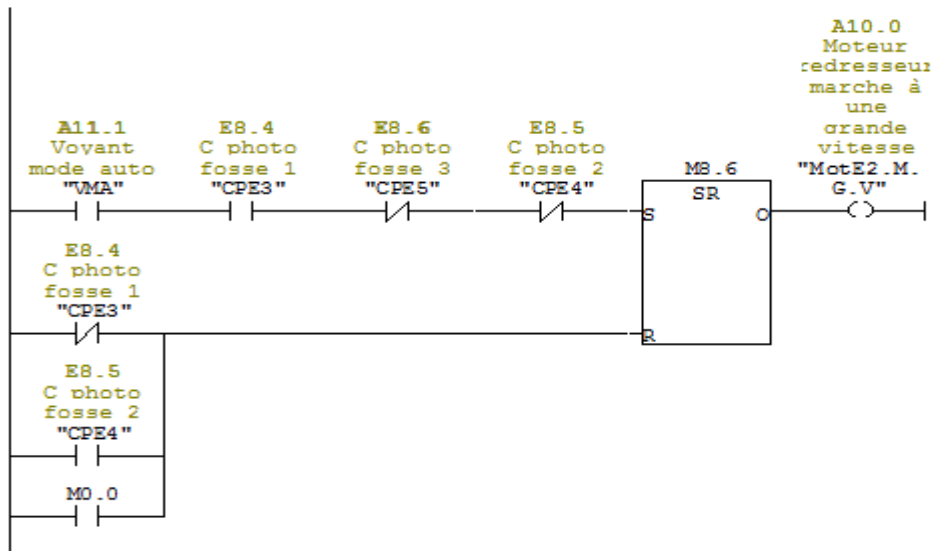
Réseau : 64 condition d'arrêt du redresseur



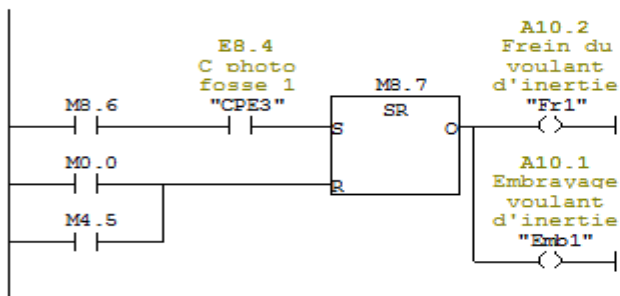
Réseau : 65 actionner le redresseur a un faible vitesse



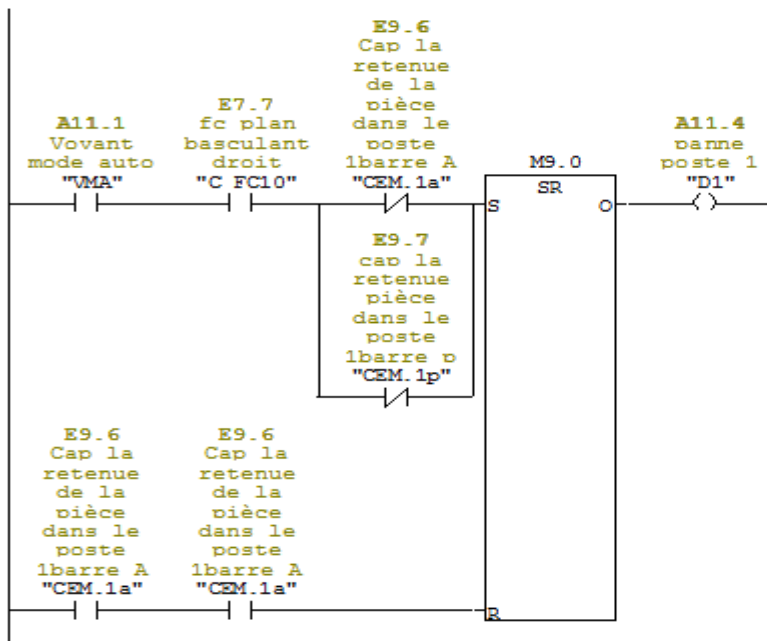
Réseau : 66 actionner le redresseur a grande vitesse



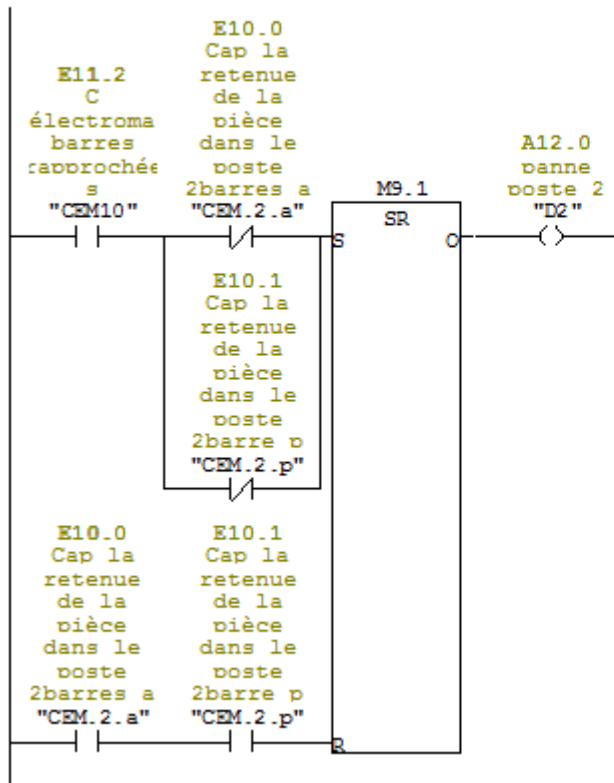
Réseau : 67 arret de la presse red



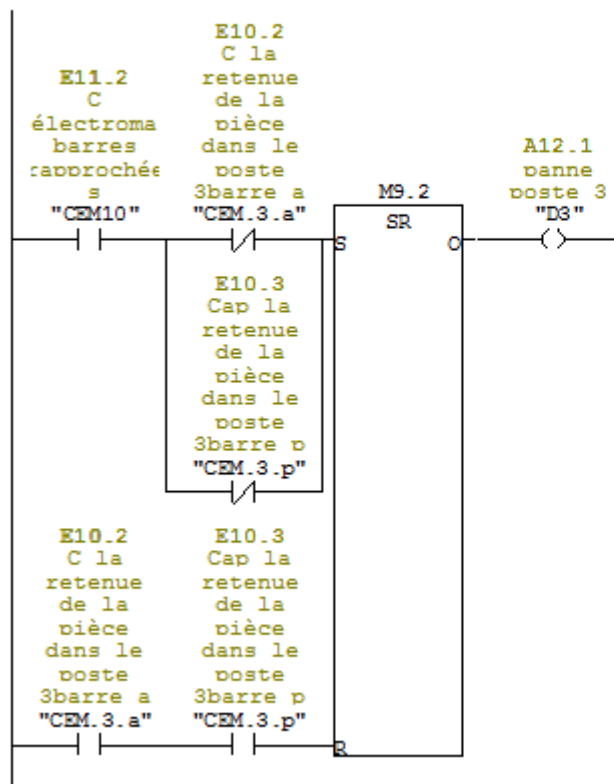
Réseau : 68 Affichage panne poste 1



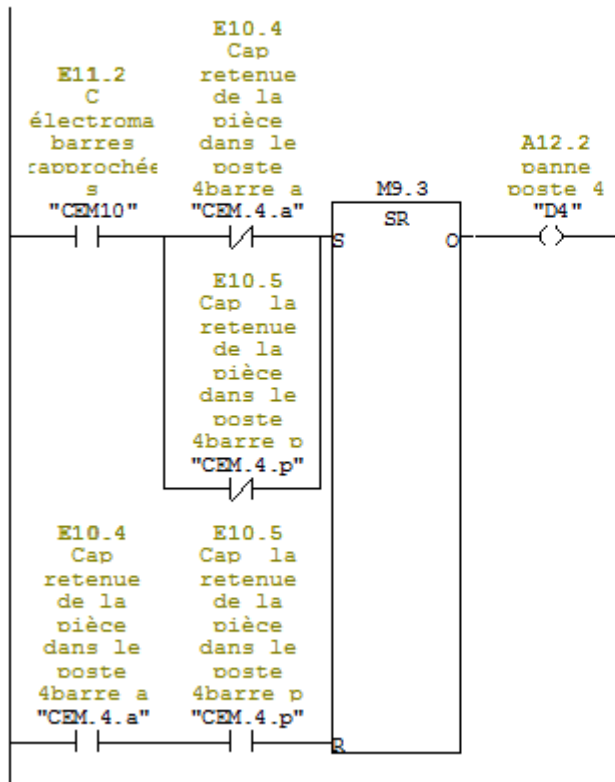
Réseau : 69 Affichage panne poste 2



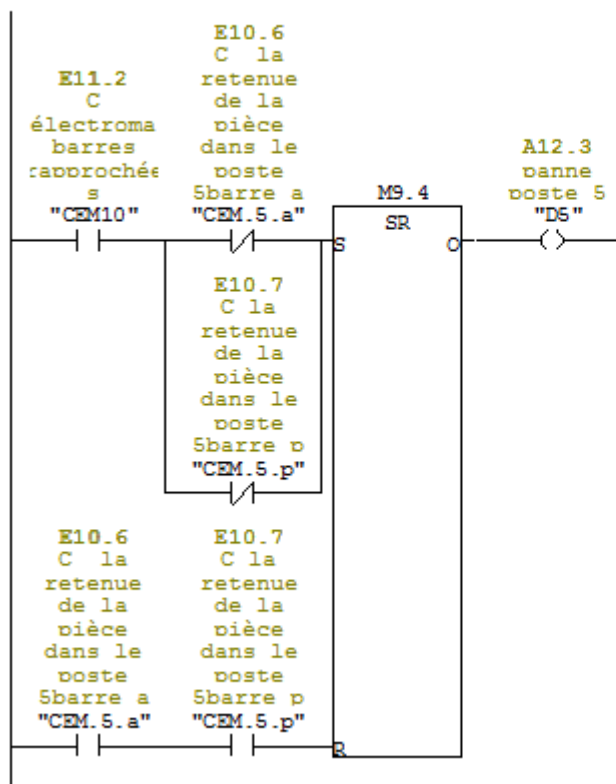
Réseau : 70 Affichage panne poste 3

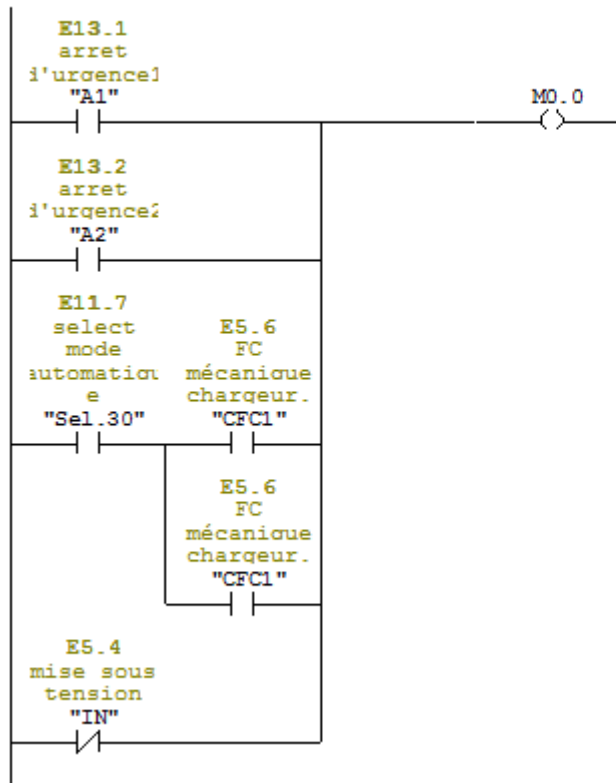


Réseau : 71 Affichage panne poste 4



Réseau : 72 Affichage panne poste 5





X. Conclusion

Le programme utilisateur que nous avons développé pour la machine a été validé grâce à l'utilisation de S7-PLCSIM. Ce logiciel dispose d'une interface permettant de surveiller et de modifier le programme développé afin de le rendre opérationnel pour une éventuelle implantation réelle sur un automate programmable industriel.



Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage à l'NIEM qui nous a permis d'avoir un contact avec le monde de l'industrie et de prendre connaissance d'une façon très réaliste des contraintes de travail et des rapports humains auxquels les ingénieurs sont confrontés dans leur travail quotidien.

Le but de notre projet est de concevoir une solution programmable plus performante pour la chaîne d'emboutissage de tôle et remplacer l'automate S5 existant par un API S7-300.

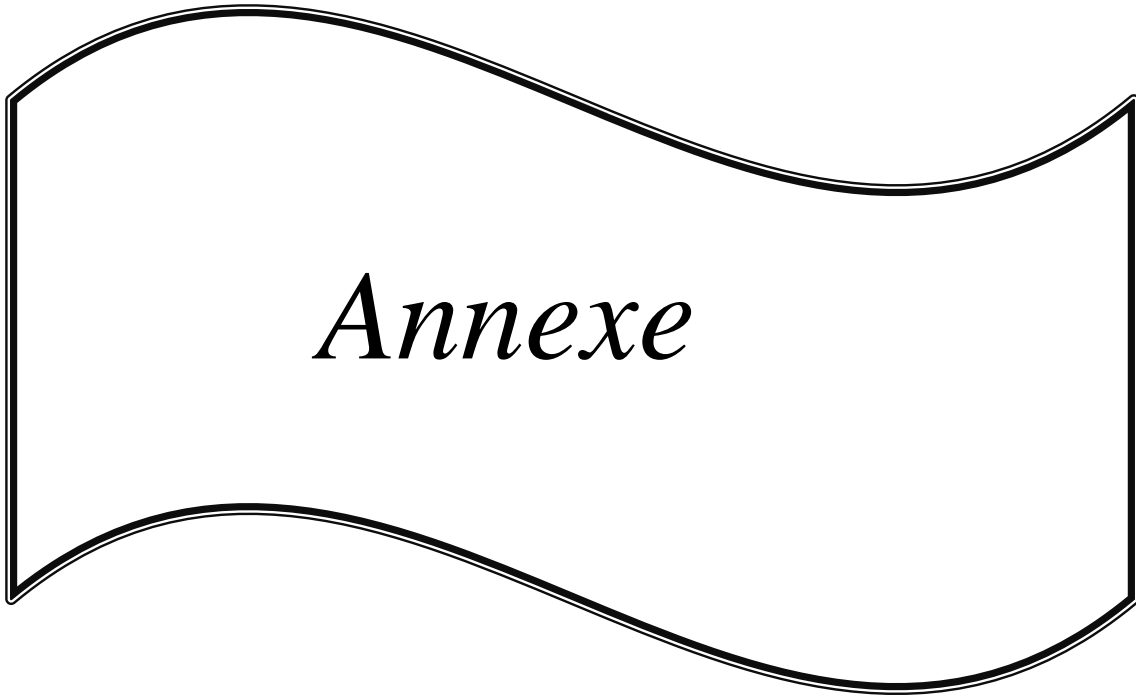
Notre contribution s'est portée en premier lieu d'étudier l'installation tout en décrivant les différentes parties de cette dernière. Ensuite, nous avons proposé quelque amélioration pour un bon fonctionnement de la machine.

Après l'étude de notre système, nous avons modélisé le système par l'outil GRAFCET et proposé une solution de commande automatisée par l'API S7-300 à l'aide de son langage de programmation STEP7.

Toutefois nous souhaitons que ce travail apporte un plus aux promotions qui auront à venir utiliser l'automate S7-300 de SIEMENS et son langage de programmation.

Références bibliographiques

- [01] **BELLKACEMI Ahmed** et **BOUKHEROUB SAMIR**, « Etude et automatisation par automate programmable s7-300 de la chaîne de fabrication des armoires frigorifiques de l'ENIEM », mémoire d'ingénieur d'état en automatique, promotion 2006/2007.
- [02] **L. BELKAI** et **K. AFTIS**, « Etude et conception d'un système automatisé d'alimentation en tôle de la presse de transfert à partir de la cisaille », mémoire d'ingénieur d'état en électrotechnique, promotion 2001/2002.
- [03] **BELAID Lyla**, « Etude et automatisation d'une ligne de production de parois cuisinières », mémoire de master professionnel en électronique industriel, promotion 20011/2012.
- [04] **MABED DJAMEL** et **MEZDAD MEZIANE**, « rénovation et automatisation du réseau de défense contre incendie au niveau du centre Enfuteur Oued-Aissi », mémoire d'ingénieur d'état en automatique promotion 2007-2008.
- [05] **L-BERGOUGNOUX**, API Automates Programmables Industriels, 2005.
- [06] **D.DUBOIS**, GRAFCET : Convention-Règles.
- [07] **S- Moreno, E- Peulot** « La pneumatique dans les systèmes automatisés de production » Edition Educavivres, 2001
- [08] **Manuel d'utilisation et documentation** sur le logiciel STEP7.
- [09] **Documentation ENIEM.**
- [10] **Documentation SIEMENS.**
- [11] **Sites internet.**



u
t
e
u
r

:

C
o
m
m
e
n
t
a
i
r
e

:
Date de création : 11/09/2013 11:19:16
Dernière modification : 17/09/2013 21:11:21
Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques
Nombre de mnémoniques : 178/178
Dernier tri : Opérande ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	V1S	A 4.0	BOOL	sortie Vérin chargeur
	V1E	A 4.1	BOOL	entrer verin chargeur
	V2S	A 4.2	BOOL	Vérin blocage rotation dérouleur
	V2E	A 4.3	BOOL	rotation debloquer
	V3S	A 4.4	BOOL	s Vérin rouleau presseur
	V3E	A 4.5	BOOL	e verin rouleau presseur
	V4S	A 4.6	BOOL	s vrin plaque inferieur
	V4E	A 4.7	BOOL	Vérin plaque inférieure
	V5s	A 5.0	BOOL	verin lame
	V5E	A 5.1	BOOL	Vérin lame
	V6S	A 5.2	BOOL	sortie verin plaque
	V6E	A 5.3	BOOL	entrer verin
	V7S	A 5.4	BOOL	sortie du verin
	V7E	A 5.5	BOOL	vérin plaque supérieure
	V8S	A 5.6	BOOL	verin plan sortie
	V8E	A 5.7	BOOL	Vérin plan basculant gauche
	V9S	A 6.0	BOOL	vrin plan basculannt droit sortie
	V9E	A 6.1	BOOL	Vérin plan basculant droit entrer
	V10S	A 6.2	BOOL	sortie du Vérin roue encodeur
	V10E	A 6.3	BOOL	Les deux vérins d'aménage
	V11s	A 6.4	BOOL	sortie verin roue encodeur
	V11E	A 6.5	BOOL	entrée du Vérin roue encodeur
	V12S	A 6.6	BOOL	sortie verin cisaille
	V12e	A 6.7	BOOL	entrer deux vérins de la cisaille
	V13S	A 7.0	BOOL	sortie verin t a
	V13E	A 7.1	BOOL	e verin t a
	V14s	A 7.2	BOOL	sortie verin retenu de la piece
	V14E	A 7.3	BOOL	4 vérins de la retenue de la pièce
	V15S	A 7.4	BOOL	ouverture de la machoire
	V15E	A 7.5	BOOL	fermeture mâchoire
	V16 S	A 7.6	BOOL	rouleau posterieur redresseur

V16E	A	7.7	BOOL	Rouleau postérieur redresseur
MotH1S2	A	8.0	BOOL	translation chargeur vers l'arriere
MotH2D	A	8.1	BOOL	Rotation dérouleur droite
MotH2G	A	8.2	BOOL	Rotation dérouleur gauche
M E1	A	8.3	BOOL	Rotation rouleur presseur
M E3	A	8.4	BOOL	Moteur du groupe aménage
M E4	A	8.5	BOOL	Moteur table d'aménage
MotEP	A	8.6	BOOL	Le moteur principal
MotE5M	A	8.7	BOOL	Le tapis d'évacuation pièces
M E2	A	9.0	BOOL	Moteur redresseur march
M E7	A	9.1	BOOL	Stations hydrauliques.
M E9	A	9.2	BOOL	Moteur tapis déchets
MotE10	A	9.3	BOOL	Centrale hydraulique1 marche
MotE11	A	9.4	BOOL	Moteur équilibrage des barres marche
M E12	A	9.5	BOOL	moteur de graissage marche

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	MotE2.M.V.F	A 9.6	BOOL	Moteur redresseur marche à une vitesse faible
	fin bobine	A 9.7	BOOL	fin bobine
	MotE2.M.G.V	A 10.0	BOOL	Moteur redresseur marche à une grande vitesse
	Emb1	A 10.1	BOOL	Embrayage voulant d'inertie
	Fr1	A 10.2	BOOL	Frein du voulant d'inertie
	tr1	A 10.3	BOOL	translation des barres
	Fr3	A 10.4	BOOL	Frein du Mot aménage
	Fr4	A 10.5	BOOL	Frein du Moteur dérouleur
	VMM	A 10.6	BOOL	voyant mode manuel
	VMT	A 10.7	BOOL	voyant mise sous tension du syteme
	VMML	A 11.0	BOOL	voyant mode man.l
	VMA	A 11.1	BOOL	Voyant mode auto
	VMSA	A 11.2	BOOL	voyant mode semi auto
	M p	A 11.3	BOOL	machine prete
	D1	A 11.4	BOOL	panne poste 1
	MH1S1	A 11.5	BOOL	translation chargeur 'avant
	A Mot H1	A 11.6	BOOL	arret mot H1
	A Mot H2	A 11.7	BOOL	arret de moteur h2
	D2	A 12.0	BOOL	panne poste 2
	D3	A 12.1	BOOL	panne poste 3
	D4	A 12.2	BOOL	panne poste 4
	D5	A 12.3	BOOL	panne poste 5
	A_ME3	A 12.4	BOOL	arret moteur g a
	arme5	A 12.5	BOOL	arret moteur e5
	EVD1	A 12.6	BOOL	descent de l'auto bras
	EV2	A 12.7	BOOL	soufflage
	EVA	A 13.0	BOOL	auto bras en avant
	EVM1	A 13.1	BOOL	monté de auto bras
	EV1	A 13.2	BOOL	aspiration de la piece
	EVI	A 13.4	BOOL	auto bras en arriere
	f	A 13.5	BOOL	frien translation
	Bs	A 13.6	BOOL	soulevment des barres
	fr	A 13.7	BOOL	frien des barre au tapis
	Bp2	E 0.0	BOOL	Moteur principal marche
	Bp5	E 0.1	BOOL	Moteur aménage marche
	Bp3	E 0.2	BOOL	Mise en marche table d'aménage
	Bp6	E 0.3	BOOL	Mise en marche cisaille
	Bp7	E 0.4	BOOL	Commande redresseur mise marche
	Bp8	E 0.5	BOOL	Redresseur mise en marche
	Bp9	E 0.6	BOOL	Arrêt Moteur principal
	BP11	E 0.7	BOOL	chargeur en avant
	bp12	E 1.0	BOOL	chargeur en arriere
	BP13	E 1.1	BOOL	Montée de la Ve
	Bp14	E 1.2	BOOL	Descente de la Ve
	BP15	E 1.3	BOOL	Ouvrir mâchoire
	Bp16	E 1.4	BOOL	Fermer mâchoire
	BP17	E 1.5	BOOL	Rotation bobine droite
	Bp18	E 1.6	BOOL	Rotation bobine gauche
	Bp19	E 1.7	BOOL	Blocage rotation
	BP20	E 2.0	BOOL	Déblocage rotation
	Bp21	E 2.1	BOOL	Descendre le rouleau presseur
	Bp22	E 2.2	BOOL	Montée du rouleau presseur
	Bp23	E 2.3	BOOL	Bande en avant
	Bp24	E 2.4	BOOL	Bonde en arriere
	Bp25	E 2.5	BOOL	Plaque inférieure vers le haut

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	Bp26	E 2.6	BOOL	Sortir la lame
	Bp27	E 2.7	BOOL	Rouleau postérieur vers le haut
	Bp28	E 3.0	BOOL	Actionner le rouleau presseur
	Bp29	E 3.1	BOOL	Descendre la plaque inférieure
	Bp30	E 3.2	BOOL	Rouleau postérieur vers le bas
	Bp31	E 3.4	BOOL	Entrée lame
	Bp32	E 3.5	BOOL	Plaque supérieur vers le haut
	Bp33	E 3.6	BOOL	Rouleau presseur vers le haut
	Bp34	E 3.7	BOOL	Plan basculant gauche vers le haut
	Bp35	E 4.0	BOOL	Plan basculant droite vers le haut
	Bp36	E 4.1	BOOL	Rouleau supérieur d'aménage haut
	Bp37	E 4.2	BOOL	Roue encodeur vers le haut
	Bp38	E 4.3	BOOL	Actionner moteur redresseur
	Bp39	E 4.4	BOOL	Rouleau supérieur aménage bas
	Bp40	E 4.5	BOOL	Roue encodeur bas
	Bp41	E 4.6	BOOL	Cisaille ver le bas
	Bp43	E 4.7	BOOL	Presse manuel
	BP44	E 5.0	BOOL	Plaque supérieur vers le bas
	Bp45	E 5.1	BOOL	moteur centrale1 marche
	Bp46	E 5.2	BOOL	mot centrale2 marche
	Bp47	E 5.3	BOOL	actioné moteur circuit de graissage
	IN	E 5.4	BOOL	mise sous tension
	CFC1	E 5.6	BOOL	FC mécanique chargeur.
	CFC2	E 5.7	BOOL	fc rotation dérouleur gauche
	CFC3	E 6.0	BOOL	fc rotation dérouleur droit
	C FC4	E 6.1	BOOL	fc blocage rotation
	CFC5	E 6.2	BOOL	fc déblocage rotation
	C FC6	E 6.3	BOOL	fc plaque supérieure
	C FC7	E 6.4	BOOL	fc plaque inférieure
	CFC8	E 7.5	BOOL	fc encodeur en bas
	C FC9	E 7.6	BOOL	fc plan basculant gauche
	C FC10	E 7.7	BOOL	fc plan basculant droit
	C FC11	E 8.0	BOOL	fc redresseur
	Le pas attient	E 8.1	BOOL	Encodeur
	CPE1	E 8.2	BOOL	C bobine achevée
	CPE2	E 8.3	BOOL	C photo présence pièce t a
	CPE3	E 8.4	BOOL	C photo fosse 1
	CPE4	E 8.5	BOOL	C photo fosse 2
	CPE5	E 8.6	BOOL	C photo fosse 3
	CPP	E 8.7	BOOL	C pho presence piece tapis
	CEM1	E 9.0	BOOL	C électromagnétique cisaille en haut
	CEM2	E 9.1	BOOL	C électromagnétique cisaille en bas
	CEM3	E 9.2	BOOL	C électromagnétique barres toute en
	CEM4	E 9.3	BOOL	C électromagnétique barres toute en
	CEM5	E 9.4	BOOL	C électromagnétique barres en bas
	CEM6	E 9.5	BOOL	C électromagnétique barres en haut
	CEM.1a	E 9.6	BOOL	Cap la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.1p	E 9.7	BOOL	cap la retenue pièce dans le poste 1barre
	CEM.2.a	E 10.0	BOOL	Cap la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.2.p	E 10.1	BOOL	Cap la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.3.a	E 10.2	BOOL	C la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.3.p	E 10.3	BOOL	Cap la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.4.a	E 10.4	BOOL	Cap retenue de la pièce dans le poste
	CEM.4.p	E 10.5	BOOL	Cap la retenue de la pièce dans le poste
	CEM.5.a	E 10.6	BOOL	C la retenue de la pièce dans le poste

Les systèmes automatisés de production]

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	CEM.5.p	E 10.7	BOOL	C la retenue de la pièce dans le poste 5barre p
	CEM8	E 11.0	BOOL	C électromagnétique v soulèvement pièce en haut
	CEM9	E 11.1	BOOL	C électromagnétique v soulèvement pièce en bas
	CEM10	E 11.2	BOOL	C électroma barres rapprochées
	CEM11	E 11.3	BOOL	C électromagnétique barres éloignées
	Sel.10	E 11.5	BOOL	Sélect mode manuel
	Sel.20	E 11.6	BOOL	select mode semi-automatique
	Sel.30	E 11.7	BOOL	select mode automatique
	CPE7	E 12.0	BOOL	Capteur piece evacuer p e
	FCD1	E 12.3	BOOL	fin course 1descente auto bras
	PP1	E 12.4	BOOL	cap detect pice a b
	FCM2	E 12.5	BOOL	fin cour montee Auto bras
	FCA2	E 12.6	BOOL	fin cours 2 auto bras
	FCD2	E 12.7	BOOL	fin course 2 desente A B
	EVM2	E 13.0	BOOL	autos bras en arriere
	A1	E 13.1	BOOL	arret d'urgence1
	A2	E 13.2	BOOL	arret d'urgence2
	PR	E 13.3	BOOL	la retenu piece
	CYCL_EXC	OB 1	OB 1	Cycle Execution
	T0	T 1	TIMER	temporisateur1
	T1	T 2	TIMER	temporisateur2
	T2	T 3	TIMER	temporisateur3