

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou

Faculté de Génie Electrique et Informatique

Département Automatique



MEMOIRE

de fin d'études

en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

en Automatique

THEME

Automatisation par un API S7-300 du transporteur de transfert des
cuves intérieures de réfrigérateurs à l'ENIEM.

Proposé par :

M.H. HAMMITAUCHE

De l'entreprise (ENIEM)

Présenté par :

M^{elle}. AIT GHERBI ZOHRA

M^{elle}. AMROUCHE FARROUDJA

Dirigé par :

M^{elle} O.CHILALI

M.A.HAMMOUCHE

Promotion 2007-2008

REMERCIEMENTS

*Nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le
Courage de réaliser ce travail.*

*Nos chères familles, merci pour votre soutien affectif et financier tout au long
de nos études.*

*Nos vifs remerciements vont à M.A. HAMMOUCHE et M^{elle} .K. CHILALI
qui nous ont fait l'honneur de diriger ce travail et leurs précieux conseils furent
d'un apport considérable.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à M.H. HAMMITAUCHE d'avoir
proposer ce thème et de nous soutenir à tout moment.*

*Aussi nous tenons à remercier M.M. CHARIF et M.A. MAIDI pour le temps
précieux qu'ils nous ont consacré.*

*Sans oublier de remercier tout le personnel de l'ENIEM en particulier
M. HAOUCHENE et Mme AMMARI pour leur aide et leur soutien morale
durant notre stage.*

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

*Enfin qu'il soit permis d'adresser nos remerciements a toutes les personnes qui
nous ont aidé de près ou de loin à la réalisation de Ce travail.*

Sommaire

Introduction générale

Présentation de l'organisme d'accueil

1. introduction.....	3
2. historique de l'ENIEM.....	3
3. organisation générale.....	4
4. présentation et organisation de l'unité de froid.....	5
4.1. Les département de l'unité froid.....	5
4.2. Les services de l'unité froid.....	5

Chapitre 1 : description du transporteur de transfert

1.1.Introduction.....	6
1.2. Description du transporteur de transfert	6
1.3. Les caractéristiques des constituants du transporteur de transfert.....	7
1. 4. Les équipements du transporteur de transfert.....	7
1.5. Les dimensions des constituants du transporteur de transfert.....	8
1.6. Les caractéristiques générales de la matière HIS.....	9
1.7. Description des différents composants du système automatisé.....	10
1.7.1. La partie opérative.....	11
1.7.1.1. Les pré -actionneurs.....	11
a) Les électrovannes.....	11
b) Les distributeurs.....	11

c) Les contacteurs.....	12
1.7.1.2. Les actionneurs.....	13
a) Les vérins.....	13
b) Les moteurs.....	13
1.7.1.3. Les capteurs.....	17
a). Le capteur de proximité photoélectrique.....	17
b). L'interrupteur à lame souple.....	18
1.7.2. La partie relation.....	19
1.7.3. Partie commande.....	22
1.8. Le fonctionnement du transporteur de transfert et ses modes opératoires.....	22
1.8.1. La commande automatique.....	22
a). fonctionnement des trois chaînes de formages et les deux presses.....	23
b). fonctionnement par changement de route.....	23
1.8.2. La commande manuelle.....	25
1.9. Conclusion.....	25

Chapitre 2 : modélisation du processus par l'outil GRAFCET

2.1. Introduction.....	26
2.2. Définition.....	26
2.3. Les éléments de base d'un GRAFCET.....	26
2.4. Les niveaux de représentation d'un grafcet.....	27
a). Le niveau 1.....	27
b). Le niveau 2.....	27
2.5. Le fonctionnement détaillé du transporteur de transfert.....	28
2.6. Modélisation du transporteur de transfert des cuves intérieurs du réfrigérateur.....	34
2.6.1. Repérage des organes dans le GRAFCET.....	34

2.6.1.1. les entrées.....	34
a. les capteurs.....	34
b. les boutons poussoirs.....	35
c. les sélecteurs.....	35
2.6.1.2. les sorties.....	35
a. les moteurs.....	35
b. les électrovannes.....	36
c. les voyants.....	36
d. Les autres symboles.....	37
2.6.2. Le modèle grafcet du procédé.....	37
2.7. Conclusion.....	51

Chapitre 3 : l'automate S7-300 et son langage de programmation STEP7

3.1. Introduction.....	52
3.2. Définition d'un automate programmable industriel.....	52
3.3. Architecture d'un automate programmable industriel.....	52
3.4. Choix d'un automate programmable industriel.....	53
3.5. Présentation de l'automate S7-300.....	54
3.5.1. Les constituants de l'automate S7-300.....	54
3.5.2. Les caractéristiques de l'automate programmable S7-300.....	55
3.5.3. Les différentes phases du Fonctionnement de l'automate programmable.....	55
3.6. La programmation avec le logiciel STEP7.....	56
3.6.1. Création du programme utilisateur.....	56
3.6.2 Structure du programme utilisateur.....	57
3.6.3 Structure hiérarchique des blocs de programmation.....	58

3.6.4. Configuration matérielle.....	59
3.6.5. Un exemples de notre programme.....	59
3.6.6. Création de la table de mnémoniques.....	61
3.7. Simulation du programme du transporteur de transfert.....	61
3.7.1. Définition.....	61
3.7.2. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM.....	62
3.7.3. Etapes de simulation d'un projet.....	63
3.7.4. Simulation du programme de notre système (le transporteur de transfert).....	63
3.7.5. Exemple d'un programme simulé de notre système.....	64
3.8. Conclusion.....	65

Chapitre 4 : la supervision

4.1. Introduction.....	66
4.2. Emplacement de la supervision.....	66
4.3. Constitutions d'un système de supervision.....	66
4.3.1. Module de visualisation (affichage).....	66
4.3.2. Module d'archivage.....	66
4.3.3. Module de traitement.....	67
4.3.4. Module de communication.....	67
4.4. Supervision sous WinCC.....	67
4.4.1. Description de WinCC.....	67
4.4.2 Application disponibles sous WinCC.....	68
4.5. Utilisation de WinCC.....	68

4.6. Particularités de WinCC.....	69
4.7. Application développée sous WinCC	69
4.7.1. Procédure de programmation avec application.....	69
4.7.1.1. Lancer le WinCC.....	69
4.7.1.2. Créer le projet.....	70
4.7.1.3. Sélectionner et installer l'API.....	71
4.7.1.4. Définir les variables dans l'éditeur stock de variable.....	71
4.7.1.5. Créer et éditer les vues dans l'éditeur.....	72
4.8. Conclusion.....	77

Introduction générale

Pour assouvir les besoins vitaux des premiers âges, l'homme a utilisé les produits de la nature. Très tôt, il a inventé des outils et des techniques qu'il n'a eu cesse de perfectionner. Pour sauvegarder ses forces dans le travail et les déplacements, il a utilisé l'énergie animale...et l'esclavage, avant de domestiquer les multiples sources naturelles.

Dans le domaine des technologies, le XIXe siècle a été marqué par le développement de la mécanisation. Le XXe siècle, à travers l'émergence du concept d'information, a vu apparaître l'automatisation qui permettent d'obtenir des actions de plus en plus complexes, le plus rapidement et plus facilement possible

Avec le progrès technologique, l'automatisation des installations constitue un des facteurs essentiels contribuant à la croissance de la productivité, et un élément important dans l'amélioration de la sécurité du travail ainsi que la réduction des coûts de production.

De nos jours, grâce au développement de l'informatique, de la microélectronique et à la fabrication de microprocesseurs de plus en plus performants, l'automatisation est assurée par des Automates Programmables Industriels (API) qui intègrent ces nouvelles technologies.

Toutes les études prospectives montrent une croissance très intéressante de l'implantation des Automates Programmables Industriels (API) par rapport aux anciennes méthodes (logique câblée, micro contrôleur, etc.), grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacités de mémoire et sont aptitude à la supervision.

Dés sa création, l'ENIEM (Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager) n'a cessé de chercher à automatiser ses différentes installations pour améliorer la qualité de ses produits et de former une classe travailleuse qualifiée. C'est en 1987 que l'ENIEM a

commencé l'expérience des installations automatisées avec la firme japonaise TOSHIBA, par la mise en œuvre de la chaîne R1 (c'est une chaîne de production du réfrigérateur à l'unité froid) entièrement automatisée. C'est dans la même année qu'elle s'est équipée d'une nouvelle installation automatique, pilotée par SIEMENS.

Dans ce contexte, le sujet qui a été proposé par le département technique de l'unité froid, consiste à automatiser le transporteur de transfert des cuves intérieures des réfrigérateurs qui fonctionne actuellement avec un automate programmable industriel TOSHIBA, en le remplaçant par un automate de type SIEMENS.

A cet effet, le contenu de ce mémoire est organisé de la façon suivante :

Chapitre 1 : la présentation du transporteur de transfert.

Chapitre 2 : la modélisation du transporteur de transfert par l'outil GRAFCET.

Chapitre 3 : l'automate programmable S7-300, son langage de programmation STEP7 et la validation du programme avec le logiciel S7-PLCSIM

Chapitre 4 : la supervision.

Et nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

1. Introduction

L'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM), implantée dans la zone industrielle de Oued-Aissi, constitue le maillon le plus important du tissu industriel de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle a été longtemps l'unique et le plus important fournisseur d'équipements électroménager d'Algérie.

2. Historique de l'ENIEM

ENIEM est le leader de l'électroménager en Algérie. Elle possède des capacités de production et une expérience de plus de 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager notamment :

- ✓ Produits de froid
- ✓ produits de cuisson
- ✓ produits de climatisation
- ✓ produits sanitaires.

Les unités de production de l'entreprise sont implantées dans la zone industrielle Aissat-Idir de Oued-Aissi à 7km du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Son siège social est à Tizi-Ouzou. L'ENIEM est une entreprise public économique, société par action au capital social de 2957500000 DA et un effectif total de 2900 travailleurs.

L'entreprise est passée par plusieurs étapes et plusieurs changements depuis sa création :

- **La période 1977/1980** : C'est la phase de démarrage du complexe d'appareils ménagers (CAM), par la société allemande « DIAG », qui a commencé de produire des petites appareils ménagers tels que : les moulins à café, les sèche cheveux.
- **La période 1980/1983** : C'est la phase de maîtrise de processus de fabrication et de montage par la main d'œuvre algérienne.
- **La période 1983/1985** : La restructuration de SONELEC (Société Nationale de fabrication et de montage de matériel électronique et électrique) et la création de l'ENIEM.

- **La période 1985/1989** : Réalisation des opérations de développement traduite par la mise en place de la nouvelle unité de réfrigérateurs et de congélateurs avec partenaire japonais « MITSUBTOSHIBA ».
- **La période 1989/1991** : Mise en place de la nouvelle chaîne de production de cuisinière avec le partenaire italien « INTER COOP-TECHNOGAZ ».
- **La période 1991/1995** : Cette période est connue par ses plusieurs améliorations comme :
 - ✓ La mise en place de l'unité de fabrication des réfrigérateurs horizontaux avec le partenaire libanais « LEMAITC ».
 - ✓ Janvier 1993, reprise de montage des petits appareils ménagers.
 - ✓ Février 1993, production des radiateurs à gaz butane.
 - ✓ Début de l'année 1995, productions des réfrigérateurs 5201.
- **La période 1996/2005** : Depuis 1996 l'entreprise s'est organisée en unités et filialise l'unité lampe de Mohamadia.

3. Organisation générale

Actuellement l'ENIEM est constitué de :

- ✓ Direction générale.
- ✓ Unité froid.
- ✓ Unité cuisson.
- ✓ Unité climatisation.
- ✓ Unité prestation technique (UPT).
- ✓ Unité produits sanitaire.
- ✓ La filiale FILAMP.

4. Présentation et organisation de l'unité de froid

Cette unité est composée d'une direction, un secrétariat, un assistant sécurité industrielle, trois départements et trois services.

4.1. Les départements de l'unité froid

- ✓ Département technique et maintenance.
- ✓ Département commercial.
- ✓ Département production.

4.2. Les services de l'unité froid

- ✓ Service qualité.
- ✓ Service finance et comptabilité.
- ✓ Service administratif et ressource.

Chapitre 1
Présentation du
transporteur de transfert

1.1. Introduction

Notre projet consiste à automatiser le transporteur de transfert des cuves intérieures des réfrigérateurs.

Dans ce chapitre, nous présentons l'installation étudiée dans le cadre de notre stage à l'ENIEM. Nous décrivons, en particulier, le fonctionnement et le schéma synoptique de cette installation.

1.2. Description du transporteur de transfert

Le transporteur de transfert (fig.1.1) est constitué de sept transporteurs dont cinq à courroies et deux à rouleaux, qui alimentent les deux chaînes de presse en pièces à traiter (cuves intérieures) à partir des trois chaînes de formage sous vide, pour faire subir à celles-ci l'ébarbage et le perçage latéral.

Ce transporteur de transfert est une série de sept transporteurs.

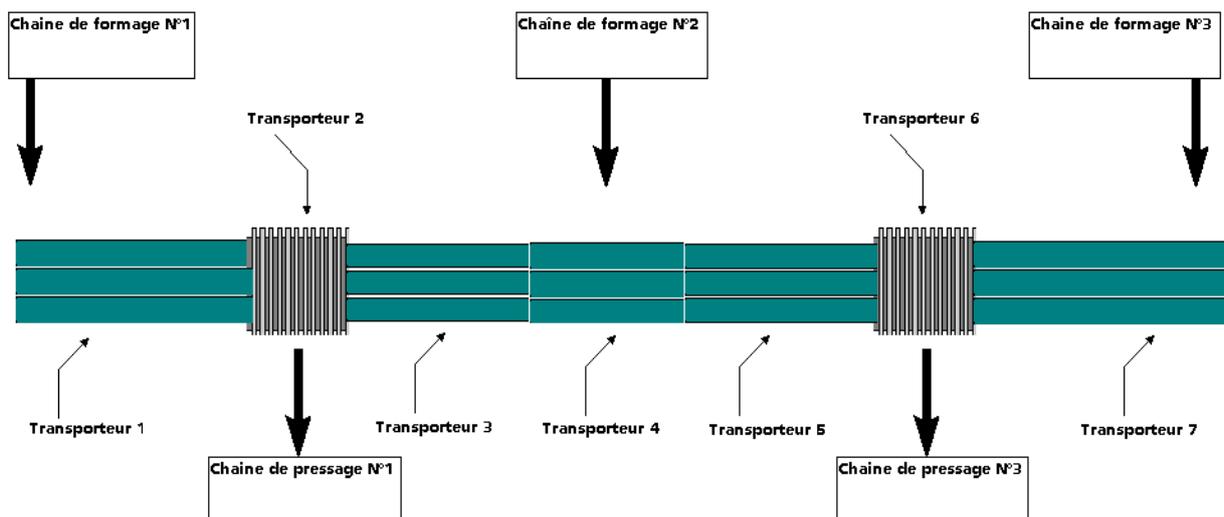


Fig. 1.1. Schéma synoptique du transporteur de transfert.

1.3. Les caractéristiques des constituants du transporteur de transfert

➔ Les transporteurs 1, 3, 4, 5 et 7 se caractérisent par :

- Transporteur à courroie (trois courroies).
- Rouleau porteur : $\text{Ø}57*250$ mm.
- Rouleau de retour : $\text{Ø}57*250$ mm.
- Tendeur de courroie : Type Arm Wight.
- Vitesse de transporteur : 10 m/min. Constante.
- Entraînement : moteur à engrenage pour actionner le transporteur de transfert (P=0.4, KW*4 pôles 1/100).
- Châssis : Construction soudée en profilé.

➔ Les transporteurs 2 et 6 se caractérisent par :

- Transporteur à rouleau d'entraînement.
 - Rouleau d'entraînement à roue simple : $\text{Ø}57*777$ (L) mm.
 - Rouleau d'entraînement à roue simple : $\text{Ø}57*800$ (L) mm.
- Positionnement de la pièce : marche du vérin pneumatique $\text{Ø} 50*200$ course.
- Butée de la pièce : marche du vérin pneumatique $\text{Ø}50*50$ course.
- Vitesse de transporteur : 10m/min : constante.
- Entraînement : moteur à engrenage pour actionner le transporteur de transfert (P= 0.4 KW* 4pôles 1/45).
- Châssis : construction soudée en profilé.

1. 4. Les équipements du transporteur de transfert

➔ Les transporteurs 1 et 7 (fig.1.2) comporte chacun :

- un moteur asynchrone triphasé à cage à un seul sens de rotation.
- deux capteurs de proximité photoélectriques.

➔ Les transporteurs 3, 4 et 5(fig.1.2) contient chacun :

- un moteur asynchrone triphasé à cage à deux sens de rotation.
- un capteur de proximité photoélectrique.

→ Les transporteurs 2 et 6(fig.1.2) contient chacun :

- un moteur asynchrone triphasé à cage à deux sens de rotation.
- un capteur de proximité photoélectrique.
- un vérin double effet pour le positionnement de la pièce.
- un vérin double effet pour la butée de la pièce.
- sur chaque vérin se trouve un capteur à lame souple.

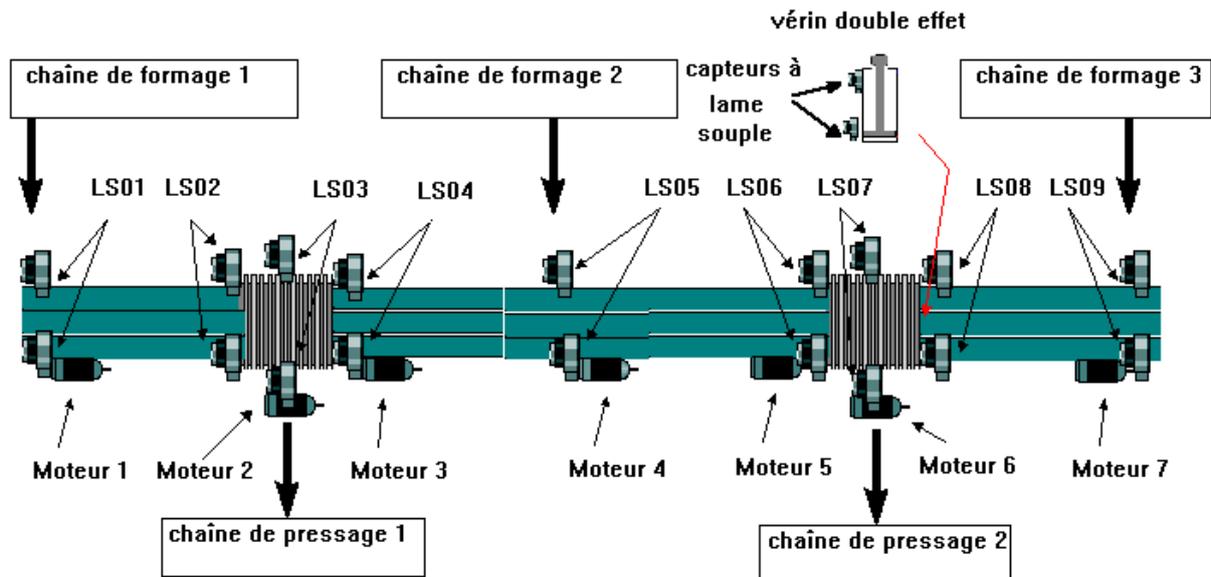


Fig.1.2. Les équipements du transporteur de transfert.

1.5. Les dimensions des constituants du transporteur de transfert

Les dimensions (fig.1.3) des sept transporteurs se résument dans le tableau suivant :

<i>Transporteurs</i>	<i>La longueur</i>	<i>La largeur</i>	<i>La hauteur</i>
Transporteur 1	8.5m	1.665 m	0.8m
Transporteur 3	2.8m	1.665 m	0.8m
Transporteur 4	1.550m	1.665 m	0.8m
Transporteur 5	6.9m	1.665 m	0.8m
Transporteur 7	4m	1.665 m	0.8m
Transporteur 2	1.1m	2.6 m	0.8m
Transporteur 6	1.1m	2.6 m	0.8m
Transporteur de transfert	6.2m	1.665m ou 2.6m	0.8m

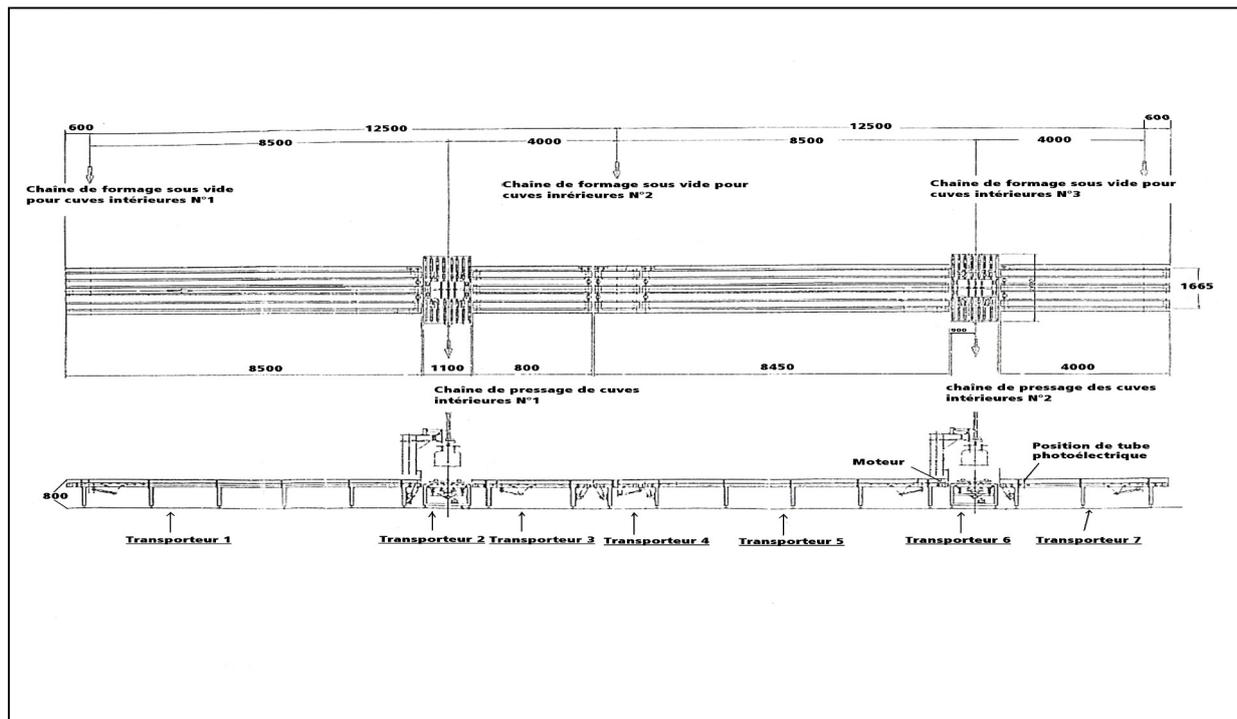


Fig. 1.3. Les dimensions des constituants du transporteur de transfert.

1.6. Les caractéristiques générales de la matière High Impact Strenght (HIS)

La matière HIS est utilisée pour la fabrication des cuves intérieures des réfrigérateurs, ses caractéristiques se résument dans le tableau suivant :

Les avantages	Les inconvénients	Usage
<ul style="list-style-type: none"> - Rigidité. - Stabilité, formes et dimensions. - la transparence et la brillance. - Résistance. - Coût réduit. - Facilité de montage et de formage. - Faible retrait. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilité. - Mauvaise tenue thermique. - Combustibilité. - Coefficient de friction Relativement élevé - Soufflage difficile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Objets d'usage quotidien. - Pièces d'automobile. - Articles des bureaux et du dessin. - Ameublement et diffuseurs d'éclairage.

1.7. Description des différents composants du système automatisé

Tout système automatisé est réalisé en vue d'apporter des solutions à des problèmes de nature techniques, économique, ou humaines. En effet, ils servent à :

- Eliminer les Taches dangereuses et pénibles, en faisant exécuter par la machine les taches humaines complexes ou indésirables.
- Améliorer la productivité en asservissant la machine à des critères de production, de rendement ou de qualité.
- Piloter une production variable, en facilitant à l'homme le passage d'une production à une autre.
- Renforcer la sécurité, en surveillant et contrôlant les installations et machines.

Chaque système automatisé comporte les trois parties suivantes (fig.1.4) :

- * Une partie opérative (PO).
- * Une partie commande (PC).
- * Une partie relation (PR).

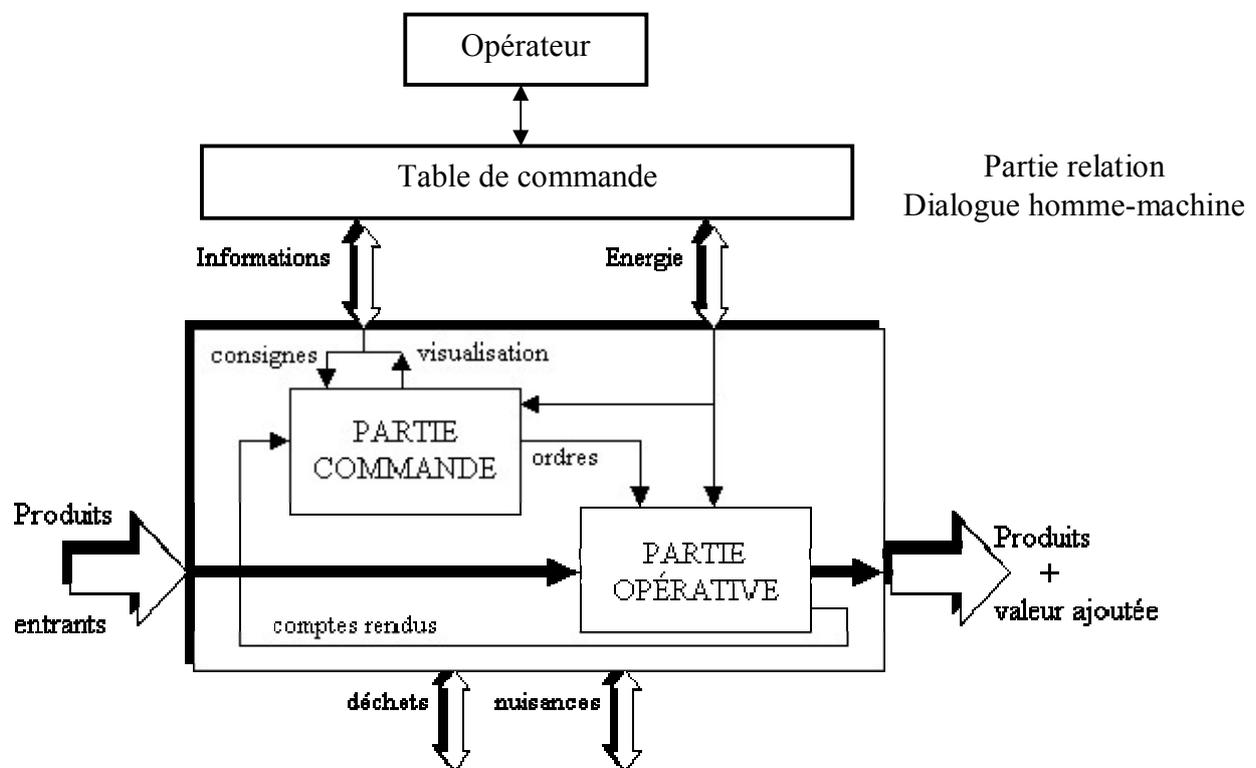


Fig. 1.4. La structure du système automatisé.

1.7.1. La partie opérative

C'est l'ensemble des moyens matériels opérant physiquement sur les matières d'œuvre, ou les utilités (énergie, outils, fluides...), en vue d'assurer leurs transformations. Elle est constituée de :

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

1.7.1.1. Les pré-actionneurs

Un pré- actionneur est un constituant qui distribue et module le flux d'énergie nécessaire aux actionneurs. C'est un composant qui traduit les signaux de commande en signaux de puissance.

a) Les électrovannes

Se sont des pré-actionneurs électropneumatiques tout ou rien, permettant le passage ou non du fluide véhiculé dans un circuit .L'électrovanne est constituée d'un corps de vanne où circule le fluide. Elle est munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique, qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage. En se déplaçant, le noyau peut permettre ou pas le passage du fluide. Le bobinage doit être alimenté de façon continue pour maintenir le noyau attiré.

b) Les distributeurs

C'est un organe dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir du gaz ou du fluide comprimé et les vérins (fig.1.5). Ainsi, il en est inséré entre la source et les organes moteurs. Il est associé à un vérin. Sa taille et son type sont fonctions du vérin. Il est constitué d'un corps contenant plusieurs orifices, et d'un tiroir pouvant prendre plusieurs positions.

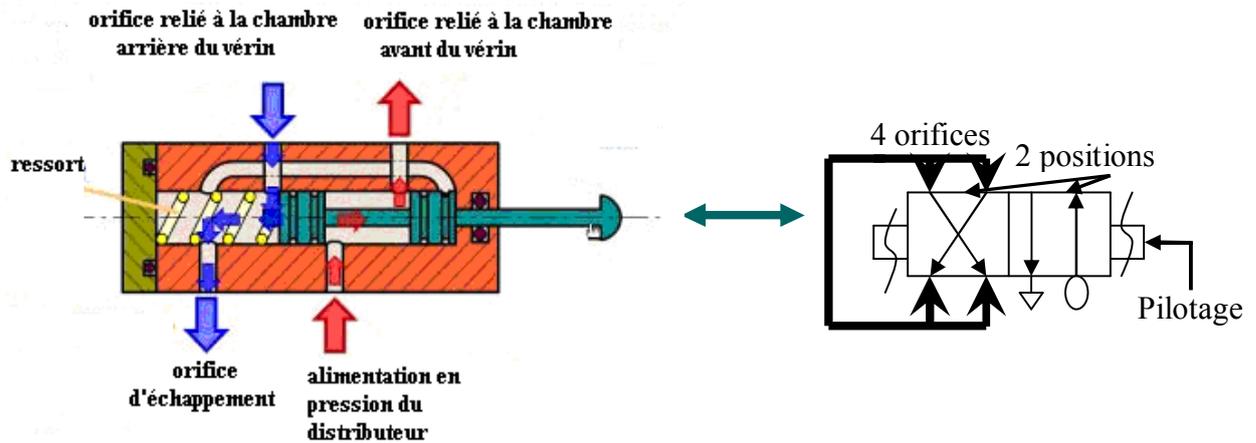


Fig.1.5. Un exemple de distributeur (4/2)

Un distributeur est symbolisé par la notation X/Y , où X le nombre d'orifices et Y le nombre de positions. Pour chaque vérin pneumatique, on associera un distributeur pneumatique. Pour notre système, le distributeur utilisé est 5/2, cinq orifices et deux positions : position repos et position travail.

c) Les contacteurs

Un contacteur (fig.1.6) est un appareil qui sert à ouvrir ou fermer un ou plusieurs circuits électriques. Il est constitué d'une partie fixe qui est une bobine, et d'une armature mobile.

- Lorsque la bobine est alimentée en courant, l'armature est attirée et les contacts sont fermés.
- Lorsque la tension entre A1 et A2 est nulle, les contacteurs reviennent à leurs positions initiales à l'aide d'un ressort de rappel.

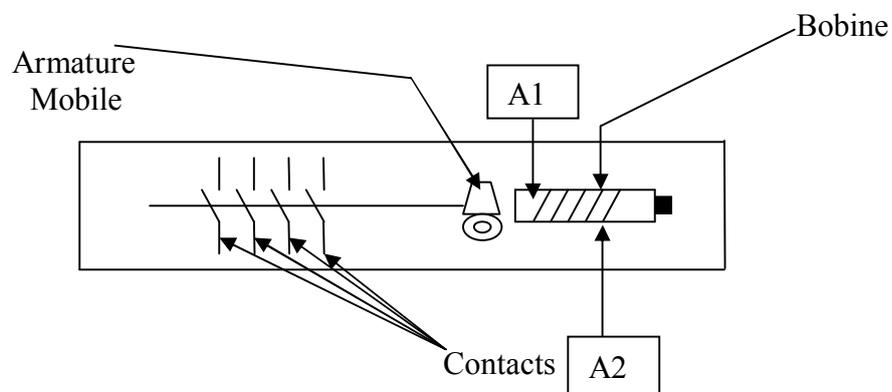


Fig. 1.6. Schéma du contacteur.

1.7.1.2. Les actionneurs

Un actionneur sert à restituer l'énergie qui lui parvient d'une source extérieure en une énergie mécanique.

a) Les vérins

Un vérin est constitué d'un cylindre, dans lequel un piston est susceptible de se déplacer longitudinalement dans un sens ou dans un autre. Il transforme l'énergie, d'un fluide sous pression, en une énergie mécanique. Selon le mode d'action de la tige, on distingue deux types de vérins :

- le vérin simple effet.
- le vérin double effet.

Notre système comporte des vérins pneumatiques double effet (Fig.1.7), Ce dernier développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail. Un tel vérin peut produire un effort dans le sens de la sortie de la tige comme dans le sens inverse. C'est ce qu'il l'a rendu le plus utilisé industriellement.

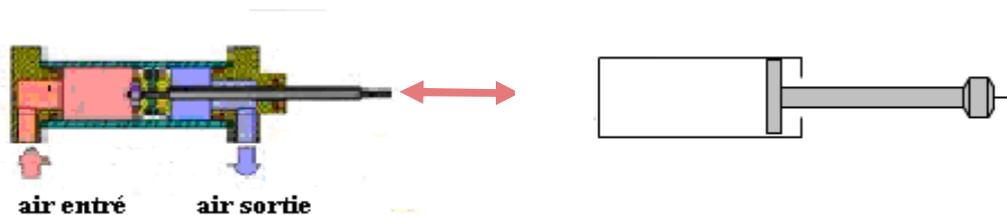


Fig. 1.7. Vérin pneumatique double effet.

b) Les moteurs asynchrones

L'entraînement des machines est assuré par des moteurs asynchrones, alimentés en courant alternatif triphasé. Ce type de moteur s'impose en effet dans la plupart des applications, par son prix de revient avantageux, ses qualités de robustesse et sa simplicité d'entretien. Le moteur asynchrone triphasé, qui est le récepteur de puissance des installations industrielles, est formé de parties distinctes :

Le stator : C'est la partie fixe du moteur. Il est constitué d'une carcasse sur laquelle est fixée une couronne de tôles d'acier, de qualité spéciale, munies d'encoches. Des bobinages, de section appropriée, sont répartis dans ces dernières, et forment un ensemble d'enroulements qui comporte autant de circuit qu'il y a de phases sur le réseau d'alimentation.

Le rotor : C'est la partie mobile du moteur. Il est placé à l'intérieur du stator. Il est constitué d'un empilage de tôles d'acier formant un cylindre claveté sur l'arbre du moteur.

Parmi les types de rotors les plus utilisés on distingue le rotor à cage d'écureuil (rotor en court-circuit (fig.1.8)). Ces rotors sont constitués de tôles ferromagnétiques et de barres conductrices, régulièrement réparties à la périphérie du rotor. Les barres sont reliées entre elles par deux anneaux de court-circuit. Les tôles ferromagnétiques servent à guider les lignes de champ, tandis que les barres accueillent les courants induits. En général, les barres sont légèrement inclinées suivant l'axe du rotor, afin que le nombre de barres présentes, sous une phase statorique, soit constant quelle que soit la position du rotor. Ce procédé permet de diminuer la variation de la réluctance du circuit magnétique au cours de la rotation du rotor, et de diminuer ainsi les oscillations de couple.

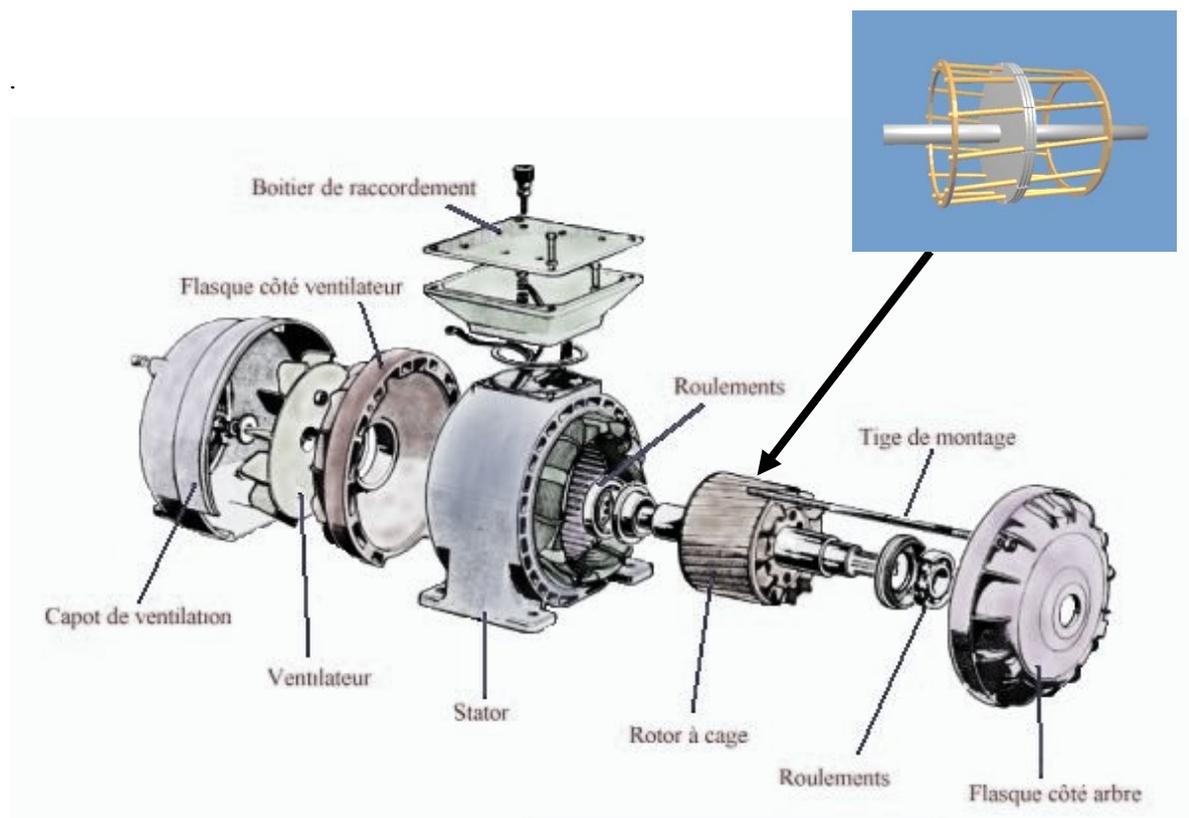


Fig. 1.8. Moteur asynchrone triphasé à cage.

❖ **Le démarrage du moteur asynchrone triphasé à cage :** Dans notre système, le branchement du moteur au réseau de distribution, est réalisé en direct : le stator du moteur est branché directement sur le réseau d'alimentation triphasé.

De ce fait, on aura ce qu'on appelle un démarrage direct : Le moteur démarre sur ses caractéristiques naturelles avec une forte pointe. Ce procédé est idéal dans la mesure où la pointe du courant est acceptable et si le couple initial de démarrage du moteur convient à la mise en route de la machine. La pointe du courant, lors de la mise sous tension, est très élevée de l'ordre de 4 à 8 fois le courant nominal. Le couple pendant le démarrage est toujours supérieur au couple nominal. Il est maximal lorsque le moteur atteint environ 80% de sa vitesse ; à ce moment, la pointe de courant est considérablement amortie.

❖ **Le dispositif de freinage :** Le type de freinage utilisé dans les moteurs de notre installation est le freinage mécanique par électro-frein. Ce système est constitué d'un frein à disque solidaire de l'arbre de la machine asynchrone et dont les mâchoires, initialement serrées hors tension, sont commandées par un électroaimant. Après alimentation de l'électroaimant, les mâchoires se desserrent laissant la rotation libre. La coupure de l'alimentation provoque le freinage. Ce dispositif aussi appelé « frein à manque de courant », est souvent prévu comme dispositif d'arrêt d'urgence.

❖ **Le circuit de commande :** Il comprend tous les appareils nécessaires à la commande et au contrôle du moteur (fig.1.9.b). Il est composé de :

- Une source d'alimentation.
- Un appareil d'isolement. (Contacts auxiliaires du sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Appareils de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).
- Organes de commande (bobine de contacteur).

❖ **Le circuit de puissance :** Il comprend les appareils nécessaires au fonctionnement des récepteurs de puissances et sert à exécuter les ordres reçus du circuit de commande (fig.1.9.a).

Il est composé de :

- Une source d'alimentation généralement triphasée.
- Un appareil d'isolement. (Sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection).

- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur).
- Des récepteurs de puissance (des moteurs).

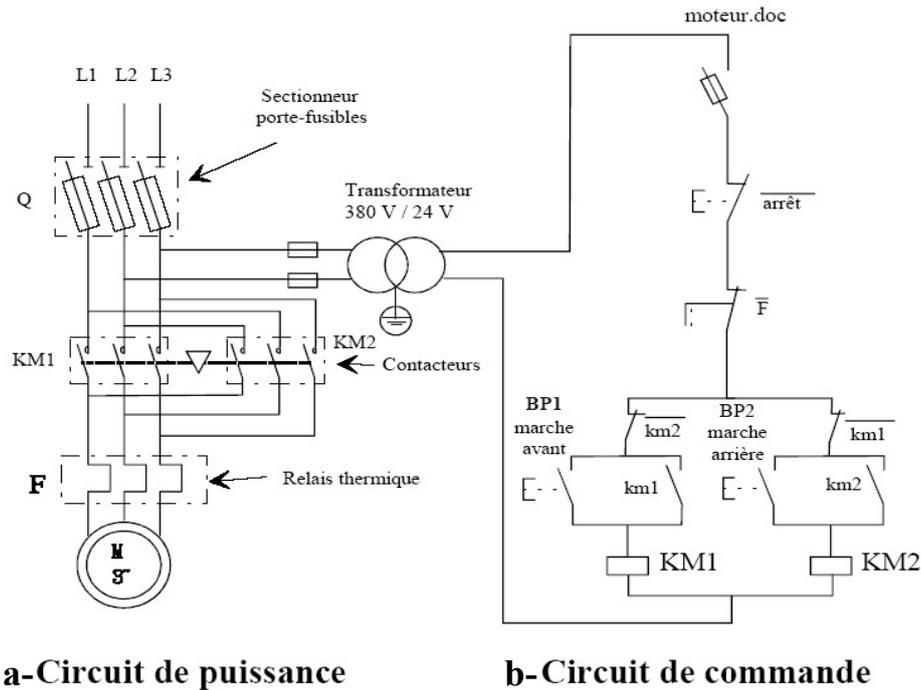


Fig. 1.9. Le circuit de puissance et de commande du moteur asynchrone triphasé.

❖ Les appareils de protections et de commandes

L'appareil d'isolement (sectionneur porte fusible) : Il offre la possibilité, par fermeture du sectionneur, d'alimenter uniquement le circuit de commande et ainsi de pouvoir tester un équipement automatique, sans risque au niveau des organes de puissance. En effet, les organes de puissance n'étant pas alimentés, il est possible de simuler un cycle de fonctionnement d'un système automatique.

Les appareils de protection : Chaque installation doit être protégée contre les courts circuits et les surcharges. Ces deux défauts entraînent toujours une augmentation énorme du courant.

Le fusible : C'est un appareil composé d'un fil conducteur qui, grâce à sa fusion ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par le fil.

Le disjoncteur : C'est un appareil à commande manuelle ou automatique qui sert à protéger contre les Court-circuit et les Surcharges

Le relais de protection thermique : Le relais thermique est Constitué d'un déclencheur et d'un contact auxiliaire à ouverture, il utilise la propriété d'un bilame formé de deux

lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente. Pour ce bilame on utilise un alliage ferro-nickel.

Les appareils de commande manuelle

L'interrupteur : Il possède deux états stables.

Le commutateur : C'est un appareil qui permet de sélectionner un mode de fonctionnement.

Le bouton poussoir : Il possède un seul état stable, une action manuelle fait changer son état.

L'organe de commande

Le contacteur : C'est un récepteur qui se place dans le circuit de commande, Il permet de commander un appareil ou un récepteur de puissance à distance.

1.7.1.3. Les capteurs

Un capteur est un composant traduisant toute grandeur physique en un signal électrique. La multitude des capteurs est d'autant grande que la nature des grandeurs physiques est variée.

a). Le capteur de proximité photoélectrique

Un capteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Il se compose essentiellement d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible. La détection est effective quand l'objet pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie. Elle est réalisée selon deux procédés :

- blocage du faisceau par la cible ;
- renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible.

Le capteur de proximité photoélectrique, présente les avantages suivants :

- pas de contact physique avec l'objet détecté ;
- détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures, mais dépend de l'opacité et de la réflexion de l'objet;
- détection a très grande distance (jusqu'à plusieurs mètres) et dépend du système employé;

- généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

Pour réaliser la détection d'objets dans les différentes applications, trois systèmes de base sont proposés :

- système barrage ;
- système reflex ;
- système proximité.

Notre transporteur de transfert utilise le système barrage (fig.1.10) Ce dernier comprend deux boîtiers (émetteur/récepteur), possède une portée maximale de 30mètres.

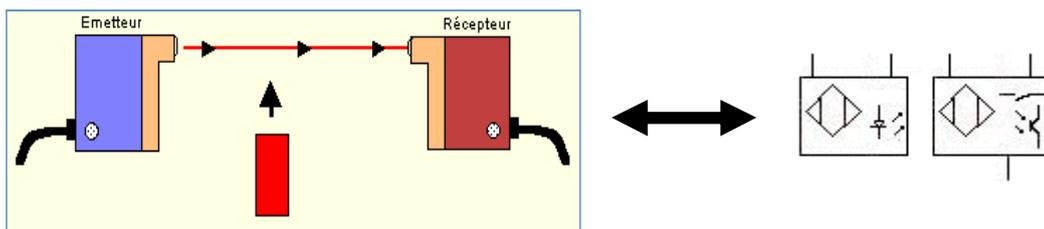


Fig.1.10. Le système barrage et le symbole de capteur.

b). L'interrupteur à lame souple

Un interrupteur à lame souple (fig.1.11) est un capteur de proximité composé d'une lame souple sensible à la présence d'un champ magnétique mobile. Lorsque le champ magnétique se trouve sous la lame, il ferme le contact du circuit provoquant la commutation du capteur. Ce capteur se monte directement sur un vérin et permet de détecter des positions extrêmes. Pour utiliser ce type de capteur, il est nécessaire d'utiliser un vérin comportant un aimant monté sur le piston. Ce type de capteur présente les caractéristiques suivantes :

- pas de contact physique avec l'objet détecté ;
- pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvre ;
- produit entièrement encapsulé dans la résine ;
- encombrement réduit ;
- détection de tout objet magnétique ;
- la portée de détection dépend de l'objet magnétique ;
- utilisée pour la détection de fermeture de porte ou fenêtres ou bien pour la détection de la position d'un vérin sur les systèmes automatisés.

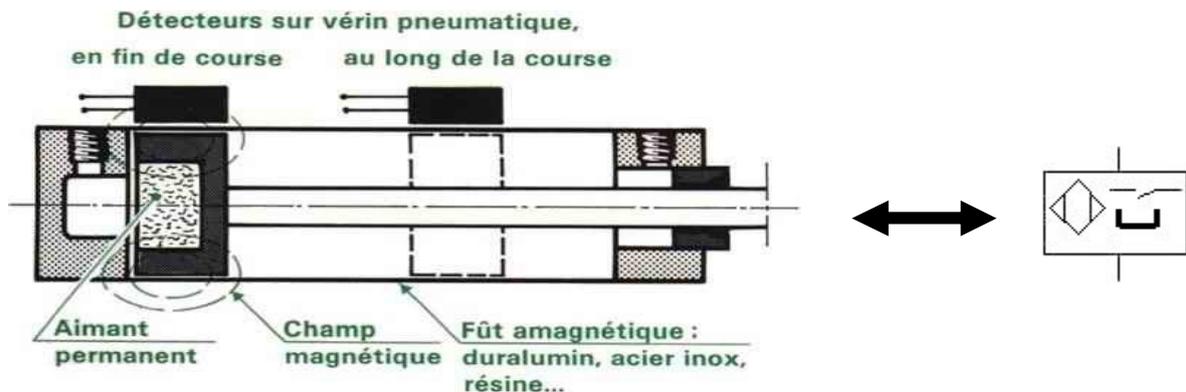


Fig.1.11. Un interrupteur à lampe souple sur un vérin et le symbole de capteur.

1.7.2. La partie relation

Elle assure le dialogue homme- machine qui est le complément indispensable de tout automatisme. Elle permet à l'opérateur d'intervenir au moment du démarrage ou en cours de cycle, de procéder à un arrêt d'urgence et, par l'intermédiaire du système de signalisation, de contrôler en permanence le déroulement des opérations.

Cette fonction de dialogue est assurée par tous les auxiliaires de commande à intervention humaine (boutons, boîtes à boutons, commutateurs), ainsi que par des voyants de signalisation installés sur un tableau nommé tableau de commande.

Le système que nous avons étudié, qui est le transporteur de transfert des cuves intérieures des réfrigérateurs, est équipé, comme tout système automatisé, d'un tableau de commande (Fig.1.12).

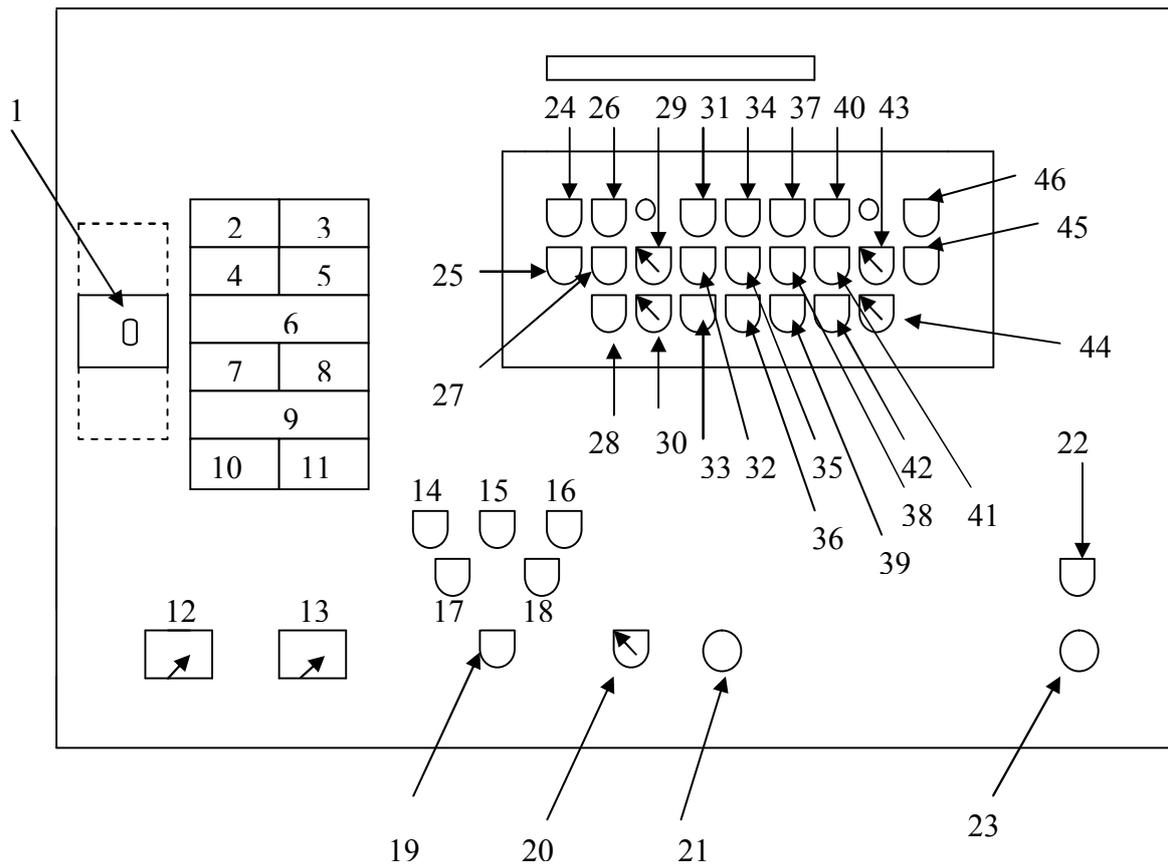


Fig. 1.12. Tableau de commande du transporteur de transfert.

Le tableau de commande comporte :

- 1 : sélectionneur de mise sous tension (disjoncteur principal).
- 2 : voyant d'alimentation principale.
- 3 : voyant d'alimentation de commande.
- 4 : voyant de commande manuelle.
- 5 : voyant de commande automatique du transporteur.
- 6 : voyant du marche automatique du transporteur.
- 7 : voyant de défaut de positionnement N°1.
- 8 : voyant de défaut de positionnement N°2.
- 9 : voyant du changement itinéraire.
- 10 : voyant de déclenchement du relais thermique.
- 11 : voyant d'arrêt d'urgence.
- 12 : sélectionneur « marche/arrêt » du transporteur.
- 13 : sélectionneur de mode de fonctionnement « manuel/automatique » du transporteur.
- 14 : bouton poussoir lumineux du démarrage de la chaîne de formage N°1.

- 15 : bouton poussoir lumineux du démarrage de la chaîne de formage N°2.
- 16 : bouton poussoir lumineux du démarrage de la chaîne de formage N°3.
- 17 : bouton poussoir lumineux du démarrage de la presse N°1.
- 18 : bouton poussoir lumineux du démarrage de la presse N°2.
- 19 : bouton poussoir lumineux du réarmement des chaînes de formages et de pressages.
- 20 : sélectionneur « toute itinéraire/changement itinéraire » du transporteur.
- 21 : bouton poussoir de démarrage automatique.
- 22 : bouton poussoir lumineux de réarmement du transporteur.
- 23 : bouton poussoir d'arrêt d'urgence.
- 24 : bouton poussoir lumineux de la marche du transporteur N°1.
- 25 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°1.
- 26 : bouton poussoir lumineux de la direction normal du transporteur N°2.
- 27 : bouton poussoir lumineux de la direction inverse du transporteur N°2.
- 28 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°2.
- 29 : sélectionneur avance/retour du l'arrêteur N°1 de la presse N°1.
- 30 : sélectionneur avance/retour du l'arrêteur N°2 de la presse N°1.
- 31 : bouton poussoir lumineux de la direction normale du transporteur N°3.
- 32 : bouton poussoir lumineux de la direction inverse du transporteur N°3.
- 33 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°3.
- 34 : bouton poussoir lumineux de la direction normale du transporteur N°4.
- 35 : bouton poussoir lumineux de la direction inverse du transporteur N°4.
- 36 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°4.
- 37 : bouton poussoir lumineux de la direction normale du transporteur N°5.
- 38 : bouton poussoir lumineux de la direction inverse du transporteur N°5.
- 39 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°5.
- 40 : bouton poussoir lumineux de la direction normale du transporteur N°6.
- 41 : bouton poussoir lumineux de la direction inverse du transporteur N°6.
- 42 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°6.
- 43 : sélectionneur avance/retour du l'arrêteur N°1 de la presse N°2.
- 44 : sélectionneur avance/retour du l'arrêteur N°2 de la presse N°2.
- 45 : bouton poussoir lumineux de la marche du transporteur N°7.
- 46 : bouton poussoir lumineux d'arrêt du transporteur N°7.

1.7.3. Partie commande

Notre système, le transporteur du transfert est commandé actuellement par un automate programmable PMC-2S de la firme japonaise TOSHIBA. Cet automate comprend :

- Une CPU ;
- Un module d'alimentation ;
- Un module d'entrée ;
- Un module de sortie ;

Il est caractérisé par :

- Un nombre d'entrées maximum de 160 entrées.
- Un nombre de sorties maximum de 96 sorties.

1.8. Le fonctionnement du transporteur de transfert et ses modes opératoires

Avant la mise en marche du transporteur de transfert, il faut tout d'abord faire une vérification préliminaire qui consiste à vérifier que :

- 1- il n'y a pas d'obstacles autour du transporteur ;
- 2- chaque organe se trouve dans sa position correcte ;
- 3- vérification de la pression d'air des trois appareils pneumatiques ;
- 4- vérification du volume d'huile dans l'huileuse des trois appareils pneumatiques ;
- 5- le commutateur sélecteur, pour commande manuelle placé sur la table de commande du transporteur, est mis à l'arrêt ;
- 6- l'alimentation primaire sur le tableau de commande est mise en marche ;
- 7- la machine est réglée pour la production.

Une fois que la vérification est faite, le cycle de travail se fait en manuel comme en automatique

1.8.1. La commande automatique

La commande automatique possède deux modes de fonctionnements possibles :

a). Fonctionnement des trois chaînes de fromages et les deux chaînes de presses : Son mode opératoire est le suivant :

- 1- Mettre en marche les disjoncteurs différentiels, NFB1 à NFB11, (annexe), dans le tableau de commande.
- 2- Mettre en marche le disjoncteur principal (1) sur le tableau de commande, et vérifier que la lampe de l'alimentation générale (2) s'allume.
- 3- Mettre en marche l'interrupteur d'alimentation (12), et vérifier que la lampe (3), d'alimentation de commande s'allume.
- 4- Mettre le commutateur sélecteur (20), de changement de route, sur le coté « toutes les route » (ce sélecteur nous a permet d'accéder aux neufs choix de route de passage (Fig.1.13).
- 5- Mettre le commutateur de commande (13) sur « automatique », et vérifier que la lampe (5) « automatique » s'allume.
- 6- Appuyer sur les boutons lumineux (14), (15), (16), (17), et (18), qui permettent un fonctionnement correct des chaînes de fromages 1, 2 et 3 et les chaînes de presse 1 et 2.
- 7- Appuyer sur le bouton de démarrage automatique (21), et vérifier que la lampe (6) « marche automatique » s'allume.
- 8- Les pièces venant des 3 chaînes de fromages sous vide, pour cuves intérieurs, sont transférées, automatiquement, sur les 2 chaînes de pressage.

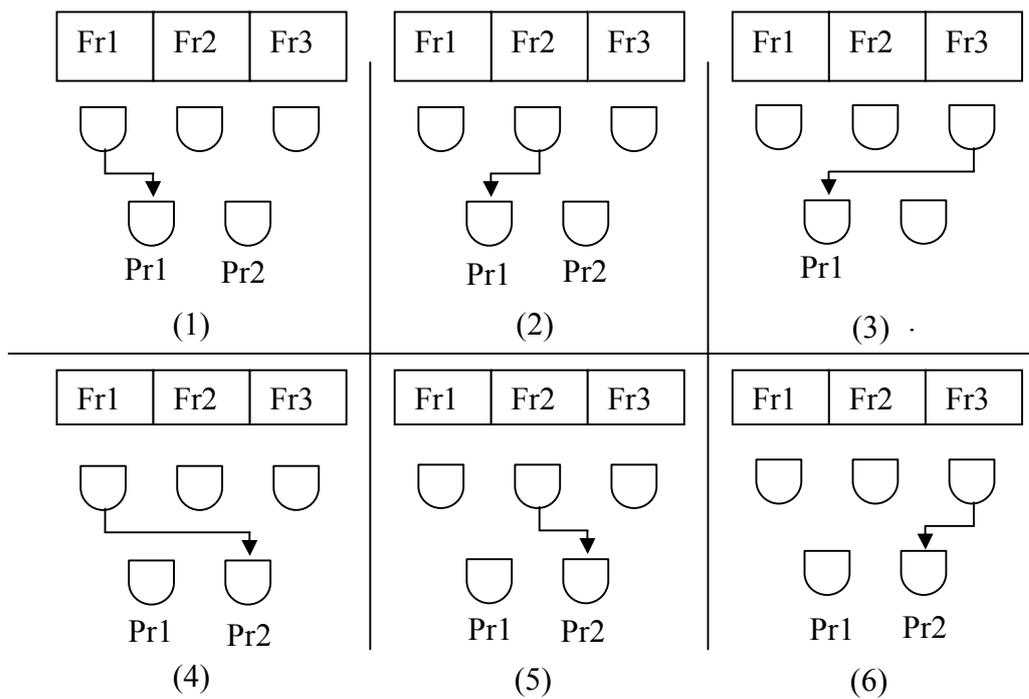
b). Fonctionnement par changement de route : Ce mode sera applicable dans le cas où il est impossible de faire fonctionner, pour une raison ou une autre, les trois chaînes de fromage sous vide pour cuves intérieures ou les deux presses.

Son mode opératoire est le suivant :

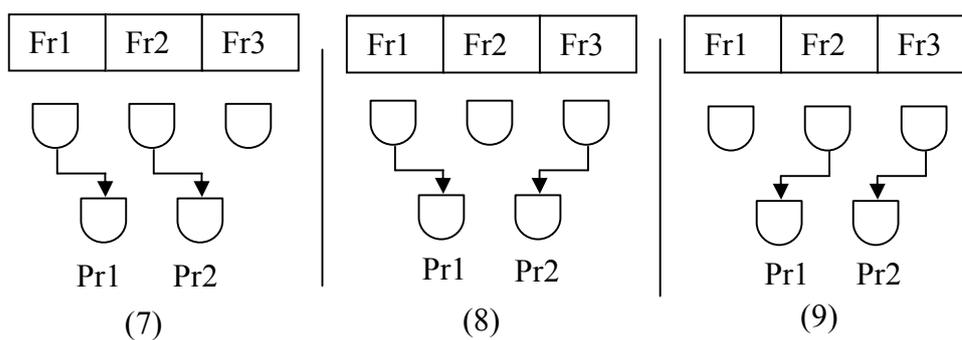
- 1- mettre en marche les disjoncteurs différentiels, NFB1 à NFB11, (annexe) dans le tableau de commande.
- 2- Mettre en marche le disjoncteur principal (1), sur le tableau de commande, et vérifier que la lampe de l'alimentation générale (2) s'allume.
- 3- Mettre en marche l'interrupteur d'alimentation (12), et vérifier que la lampe (3) d'alimentation de commande s'allume.
- 4- Mettre le commutateur sélecteur (20) sur le coté « changement de route ».
- 5- Choisir un des boutons (14), (15), (16), (17) et (18) annonçant la route de passage de la pièce et le mettre en marche. La lampe « changement itinéraire » s'allume. toutefois, les routes de passage sont au nombre de 9 (fig.1.13). Une fois ce nombre est dépassé le

démarrage automatique est bloqué. Dans ce cas, appuyer sur le bouton de remise à zéro (19) et choisir, encore une fois, une route convenable.

- 6- Appuyer sur le bouton de démarrage automatique (21), et vérifier que la lampe « commande automatique » (6) s’allume.
- 7- La pièce est envoyée de la chaîne de formage sous vide, pour cuves intérieures, à la chaîne de presse, en empruntant la route choisie.



a- fonctionnement d'une chaîne de formage Sous vides.



b- fonctionnement des deux chaînes de formage Sous vides.

Fr1 → chaîne de formage N°1. Pr1 → la presse N°1.
 Fr2 → chaîne de formage N°2. Pr2 → la presse N°2.
 Fr3 → chaîne de formage N°3.

Fig.1.13. Schéma de routes de passage.

1.8.2. La commande manuelle

Dans les cas où on règle chaque machine, on remet chaque action dans sa position déterminée. Les pièces posées sur le transporteur sont évacuées en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. La commande manuelle est nécessaire, selon les étapes suivantes :

- 1- Mettre le commutateur de commande (13) sur « commande manuelle », et vérifier que la lampe (4) « commande manuelle » s'allume.
- 2- Effectuer les opérations avec les boutons de commande manuelle, sur la table de commande.

1.9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit le fonctionnement du transporteur de transfert, ainsi que les composants essentiels qui le constituent.

Le prochain chapitre sera consacré à la présentation de l'outil de modélisation « GRAFCET », et le modèle grafcet du transporteur de transfert que nous avons élaboré.

Chapitre 2
Modélisation du processus par
l'outil GRAFCET

2.1. Introduction

Pour pouvoir commander un système de production, nous devons suivre certaines étapes qui servent l'automaticien, pour résoudre un problème d'automatisation.

Tout système automatisé fait appel à une représentation formelle, qu'on appelle un modèle pour structurer un système de production donnée. Le GRAFCET est ce modèle. Ce dernier décrit le fonctionnement du procédé d'une manière simple à comprendre et à concevoir. Dans ce chapitre, nous procédons à la définition, présentation et la modélisation de notre système avec l'outil GRAFCET.

2.2. Définition

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition), est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire, 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 constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Cependant, un de ses points forts est sa facilité de passer du modèle à l'implantation technologique, dans un automate programmable industriel. Le GRAFCET passe alors du langage de spécification au langage d'implémentation, utilisé pour la réalisation de l'automatisme.

2.3. Les éléments de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose de :

- ▶ étapes auxquelles sont associées des actions ;
- ▶ transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- ▶ liaisons orientées, des étapes aux transitions et des transitions aux étapes.

La figure 2.1 illustre les différents éléments d'un grafcet de manière synthétique :

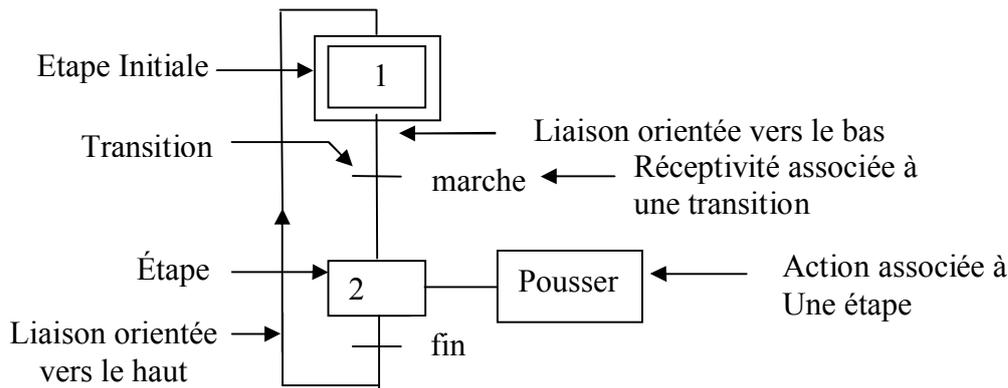


Fig. 2.1: Élément de base constituant un grafcet

2.4. Les niveaux de représentation d'un grafcet

Le Grafcet possède deux niveaux de représentation :

a. Le niveau 1 : C'est des spécifications fonctionnelles, qui servent à :

- la représentation de la séquence du fonctionnement de l'automatisme sans se soucier de la technologie des capteurs et actionneurs ;
- la description latérale des actions et de séquence de l'automatisme.

b. Le niveau 2 : C'est des spécifications technologiques, qui servent à :

- la prise en compte de la technologie des capteurs et des actionneurs de l'automatisme ;
- La description symbolique des actions et de séquence de l'automatisme.

Remarque : Pour la modélisation de notre processus, nous utiliserons le Grafcet niveau 2, car il décrit le fonctionnement réel de l'automatisme. De plus, il tient compte des actionneurs et les capteurs, et que les actions et les réceptivités sont données par les équations logiques.

2.5. Le fonctionnement détaillé du transporteur de transfert

❖ Du formage N°1 vers la presse N°1

- ✗ Détection de présence de la cuve se fait soit par le capteur photocellule LS01 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS02.

Soit se fait par les capteurs LS01 et LS02 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS03 se qui implique :

- Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 ;
- Fin d'insertion de la cuve dans la presse N°1.

Ou détection de présence de la cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS03 se qui implique :

- Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 ;
- Fin d'insertion de cuve dans la presse N°1.

- ✗ démarrage du moteur N°1 donc démarrage du transporteur N°1.

- ✗ détection de présence de la cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de la cuve par le capteur LS03 se qui implique :

- Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 détecté par le capteur à lame souple LS10 ;
- Fin d'insertion de la cuve dans la presse N°1.

- ✗ démarrage du moteur N°2 dans la direction normale donc démarrage du transporteur N°2 dans la direction normale se qui implique :

- La montée du l'arrêt N°2 de la presse N°1.

- ✗ détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS03.

- ✗ enclenchement d'une temporisation de 25ms

- ✗ fin de la temporisation.

- ✗ l'arrêt des moteurs N°1 et N°2 et le début de positionnement de la cuve.

- ✗ fin de positionnement de la cuve.

- ✗ la cuve est évacuée vers la presse N°1.

❖ Du formage N°2 vers la presse N°1

- ✗ détection de présence de la cuve se fait par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS04.
- ✗ démarrage des moteurs N°4 et N°3 dans le sens inverse donc démarrage des transporteur N°4 et N°3 dans le sens inverse, et l'enclenchement d'une temporisation de 15ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt du moteur N°4 donc l'arrêt du transporteur N°4.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS04 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03 se qui implique :
 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de presse N°1
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°1.
- ✗ démarrage du moteur N°2 dans le sens inverse donc démarrage de transporteur N°2 dans le sens inverse se qui implique :
 - La montée du l'arrêt N°1 de la presse N°1.
- ✗ détection de présence de la cuve se fait par le capteur photocellule LS03.
- ✗ l'enclenchement d'une temporisation de 25ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt des moteurs N°2, et N°3 et le début de positionnement de la cuve.
- ✗ fin de positionnement de la cuve.
- ✗ la cuve est évacuée vers la presse N°1.

❖ Du formage N°3 vers la presse N°1

- ✗ détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS09 et il faut qu'il n'ait pas détection de cuve par le capteur LS08.
- Ou bien détection de présence de cuve se fait par les capteurs photocellule LS09 et LS08 et il faut qu'il n'ait pas détection de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui implique :
- Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2 ;
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.
- Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS08 et il faut qu'il n'ait pas détection de cuve par les capteurs photocellule LS05 et LS06 se qui implique :
- Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2

- ✗ démarrage du moteur N°7 donc démarrage de transporteur N°7.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS08 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par les capteurs photocellule LS05 et LS06 se qui implique :
 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de presse N°2.
- ✗ démarrage du moteur N°6 dans le sens inverse donc le démarrage de transporteur N°6 dans le sens inverse.
- ✗ détection de cuve par le capteur photocellule LS07 et pas de détection de cuve par le capteur photocellule LS05.
- ✗ démarrage du moteur N°5 dans le sens inverse donc le démarrage de transporteur N°5 dans le sens inverse et l'arrêt du moteur N°7.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS06 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS05.

Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS08 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par les capteurs photocellule LS06 et LS05 se qui implique :

 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2.

Ou bien détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03.
- ✗ démarrage du moteur N°4 dans le sens inverse donc démarrage de transporteur N°4 dans le sens inverse.
- ✗ Détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03.

Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS04 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03 se qui implique :

 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°1 ;
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°1.
- ✗ démarrage du moteur N°3 dans le sens inverse donc démarrage de transporteur N°3 dans le sens inverse.
- ✗ Détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS04 et il faut qu'il n'ait pas de détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03 se qui implique :
 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°1
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°1.

- ✗ démarrage du moteur N°2 dans le sens inverse donc démarrage de transporteur N°2 dans le sens inverse se qui fait la montée de l'arrêt N°1 de presse N°1.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS03.
- ✗ l'enclenchement d'une temporisation de 25ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt de moteur N°2 et le début de positionnement de la cuve.
- ✗ fin de positionnement de la cuve.
- ✗ la cuve est évacuée vers la presse N°1.

❖ **Du formage N°1 vers la presse N°2**

- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS01 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS02.
Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS03 se qui fait :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 ;
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°1.
- Ou détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par les capteurs photocellule LS05 et LS04 se qui résulte :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1.
- ✗ démarrage du moteur N°1 donc démarrage de transporteur N°1.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par les capteurs photocellule LS05 et LS04 se qui résulte :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 détecté par le capteur à lame souple LS10.
- ✗ démarrage du moteur N°2 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°2 dans la direction normale.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS03 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS05.
- ✗ démarrage du moteur N°3 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°3 dans la direction normale et l'arrêt du moteur N°1.

- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS04 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS05.
Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS02 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par les capteurs photocellule LS05 et LS04 se qui implique :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1 détecté par le capteur à lame souple LS10.
- Ou bien détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS06.
- ✗ démarrage du moteur N°4 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°4 dans la direction normale.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS06.
Ou détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS06 et il faut qu'il n'ait pas détection de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui fait :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°2.
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.
- ✗ démarrage du moteur N°5 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°5 dans la direction normale.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS06 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui fait :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°2.
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.
- ✗ démarrage du moteur N°6 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°6 dans la direction normale se qui implique :
 - La montée de l'arrêt N°2 de la presse N°2.
- ✗ détection de présence cuve se fait par le capteur photocellule LS07.
- ✗ l'enclenchement d'une temporisation de 25ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt du moteur N°6 et le début de positionnement de la cuve.
- ✗ fin de positionnement de la cuve.
- ✗ la cuve est évacuée vers la presse N°2.

❖ **Du formage N°2 vers la presse N°2**

- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS05 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS06.
- ✗ démarrage des moteurs N°4 et N°5 dans la direction normale donc démarrage des transporteurs N°4 et N°5 dans la direction normale, et l'enclenchement d'une temporisation de 15ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt du moteur N°4.
- ✗ détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS06 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui donne :
 - Fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°2 ;
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.
- ✗ démarrage du moteur N°6 dans la direction normale donc démarrage de transporteur N°6 dans la direction normale se qui donne la montée de l'arrêt N°2 de la presse N°2.
- ✗ détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07.
- ✗ l'enclenchement d'une temporisation de 25ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt du moteur N°6 et le début de positionnement de la cuve.
- ✗ fin de positionnement de la cuve.
- ✗ la cuve est évacuée à la presse N°2.

❖ **Du formage N°3 à la presse N°2**

- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS09 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de la cuve par le capteur photocellule LS08.

Ou bien détection de présence de cuve se fait par les capteurs photocellule LS09 et LS08 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui fait :

- Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2 ;
- Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.

Ou détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS08 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui donne :

- Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2 ;
- Fin d'insertion de cuve dans presse N°2.

- ✗ démarrage du moteur N°7 donc démarrage de transporteur N°7.
- ✗ détection de présence de cuve se fait par le capteur photocellule LS08 et il faut qu'il n'ait pas détection de présence de cuve par le capteur photocellule LS07 se qui résulte :
 - Fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2 ;
 - Fin d'insertion de cuve dans la presse N°2.
- ✗ démarrage du moteur N°6 dans le sens inverse donc démarrage de transporteur N°6 dans le sens inverse et la montée de l'arrêt N°1 de la presse N°2.
- ✗ détection de présence cuve par le capteur photocellule LS07.
- ✗ l'enclenchement d'une temporisation de 25ms.
- ✗ fin de la temporisation.
- ✗ l'arrêt des moteurs N°6 et N°7 et le début de positionnement de la cuve.
- ✗ fin de positionnement de la cuve.
- ✗ La cuve est évacuée vers la presse N°2.

2.6. Modélisation du transporteur de transfert de cuves intérieures du réfrigérateur

2.6.1. Repérage des organes dans le GRAFCET

2.6.1.1. les entrées

a. les capteurs

- ✗ LS01 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°1.
- ✗ LS02 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°1.
- ✗ LS03 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°2.
- ✗ LS04 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°3.
- ✗ LS05 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°4.
- ✗ LS06 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°5.
- ✗ LS07 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°6.
- ✗ LS08 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°7.
- ✗ LS09 : capteur photocellule de détection de cuve sur le transporteur N°7.
- ✗ LS10 : capteur à lame souple de fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°1.
- ✗ LS11 : capteur à lame souple de fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2.
- ✗ LS12 : capteur à lame souple de fin de retour de l'arrêt N°1 de la presse N°2.
- ✗ LS13 : capteur à lame souple de fin de retour de l'arrêt N°2 de la presse N°2.

b. les boutons poussoirs

- × ARU : arrêt d'urgence.
- × PB2 : réarmement.
- × PB3 : marche automatique.
- × PB5 : chaîne de formage N°1.
- × PB6 : chaîne de formage N°2.
- × PB7 : chaîne de formage N°3.
- × PB8 : la presse N°1.
- × PB9 : la presse N°2.

c. les sélecteurs

- × CS-1 : sélecteur alimentation/arrêt.
- × CS-2 : commande automatique/arrêt.
- × CS-7d : toute itinéraire.
- × CS-7g : changement itinéraire.

2.6.1.2. Les sorties**a. les moteurs**

- × MC1 : contacteur du transporteur N°1.
- × MC2F : contacteur de la direction normale du transporteur N°2.
- × MC2R : contacteur de la direction inverse du transporteur N°2.
- × MC3F : contacteur de la direction normale du transporteur N°3.
- × MC3R : contacteur de la direction inverse du transporteur N°3.
- × MC4F : contacteur de la direction normale du transporteur N°4.
- × MC4R : contacteur de la direction inverse du transporteur N°4.
- × MC5F : contacteur de la direction normale du transporteur N°5.
- × MC5R : contacteur de la direction inverse du transporteur N°5.
- × MC6F : contacteur de la direction normale du transporteur N°6.
- × MC6R : contacteur de la direction inverse du transporteur N°6.
- × MC7 : contacteur du transporteur N°7.

b. les électrovannes

- × SOL01 : électrovanne pour l'avance de l'arrêt N°1 de la presse N°1.
- × SOL03 : électrovanne pour l'avance de l'arrêt N°2 de la presse N°1.
- × SOL05 : électrovanne pour l'avance de l'arrêt N°1 de la presse N°2.
- × SOL07 : électrovanne pour l'avance de l'arrêt N°2 de la presse N°2.

c. les voyants

- × PL01 : signalisation de l'alimentation principale.
- × PL02 : signalisation de l'alimentation de commande.
- × PL06 : signalisation de la commande automatique.
- × PL08 : signalisation de la marche automatique
- × PL09 : signalisation du changement itinéraire.
- × PL12 : signalisation de la chaîne de formage N°1.
- × PL13 : signalisation de la chaîne de formage N°2.
- × PL14 : signalisation de la chaîne de formage N°3.
- × PL15 : signalisation de la presse N°1.
- × PL16 : signalisation de la presse N°2.
- × PL17 : signalisation de la marche du moteur N°1.
- × PL18 : signalisation de la direction normale du transporteur N°2.
- × PL19 : signalisation de la direction inverse du transporteur N°2
- × PL20 : signalisation de la direction normale du transporteur N°3.
- × PL21 : signalisation de la direction inverse du transporteur N°3.
- × PL22 : signalisation de la direction normale du transporteur N°4.
- × PL23 : signalisation de la direction inverse du transporteur N°4.
- × PL24 : signalisation de la direction normale du transporteur N°5.
- × PL25 : signalisation de la direction inverse du transporteur N°5.
- × PL26 : signalisation de la direction normale du transporteur N°6.
- × PL27 : signalisation de la direction inverse du transporteur N°6.
- × PL28 : signalisation de la marche du moteur N°7.

d. Les autres symboles

- × T1, T2, T3 : des temporisations.
- × CR7 : relais miniature de fin de positionnement de la presse N°1.
- × CR8 : relais miniature de fin de positionnement de la presse N°2.
- × CR15 : fin d'insertion dans la presse N°1.
- × CR35 : fin d'insertion dans la presse N°2.
- × ARl : arrêt local (pour chaque sélection).
- × ARg : arrêt global (pour tout le système).
- × ARAL : arrêt d'alimentation.

2.6.2. Le modèle grafcet du procédé

Le modèle grafcet que nous avons élaboré pour le transporteur du transfert est représenté dans les figures suivantes :

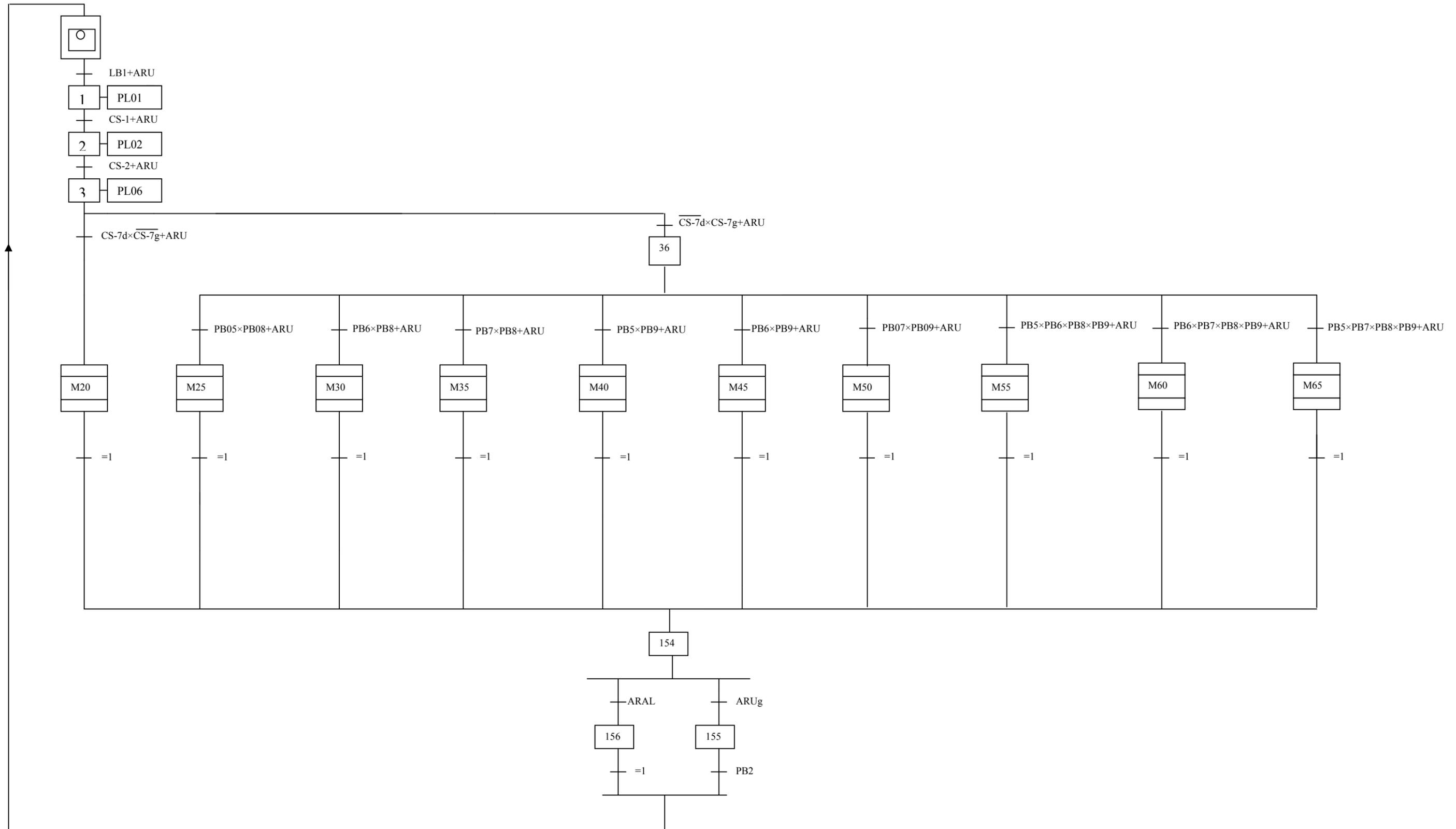


Fig2.2. le modèle grafcet du transporteur du transfert.

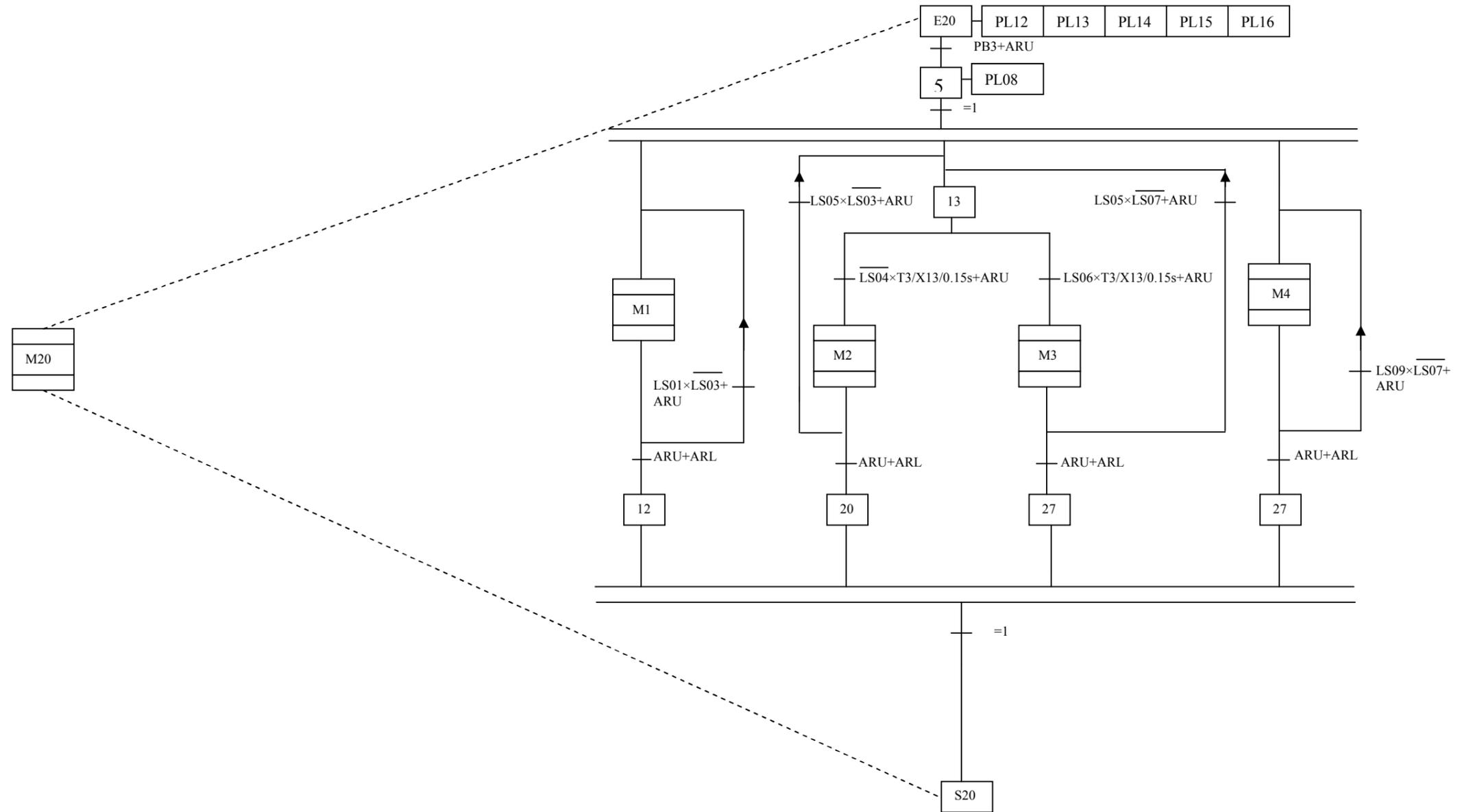


Fig.2.3. grafcet de la macro-étape M20.

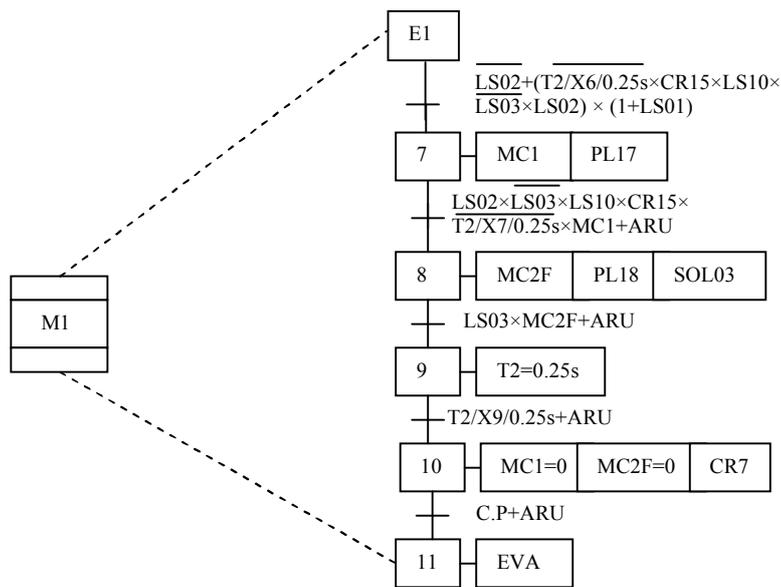


Fig.2.4. grafcet de la macro-étape M1.

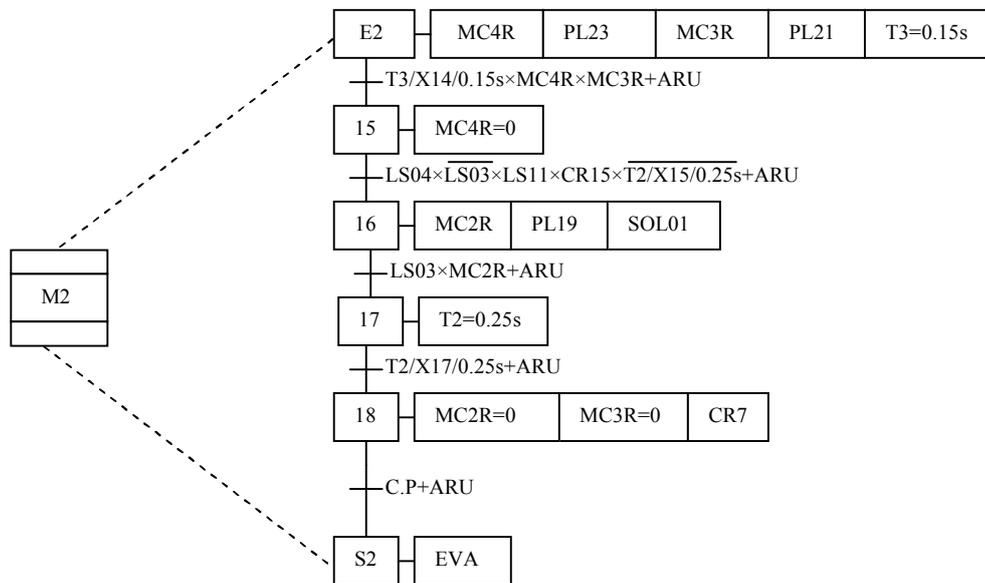


Fig.2.5. grafcet de la macro-étape M2.

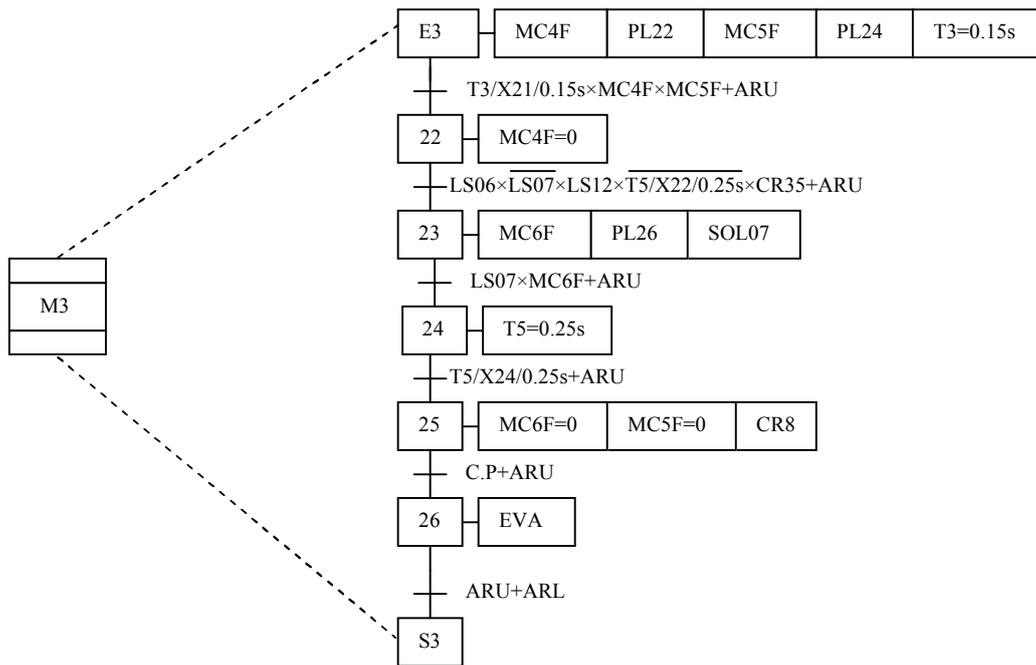


Fig.2.6. grafcet de la macro-étape M3.

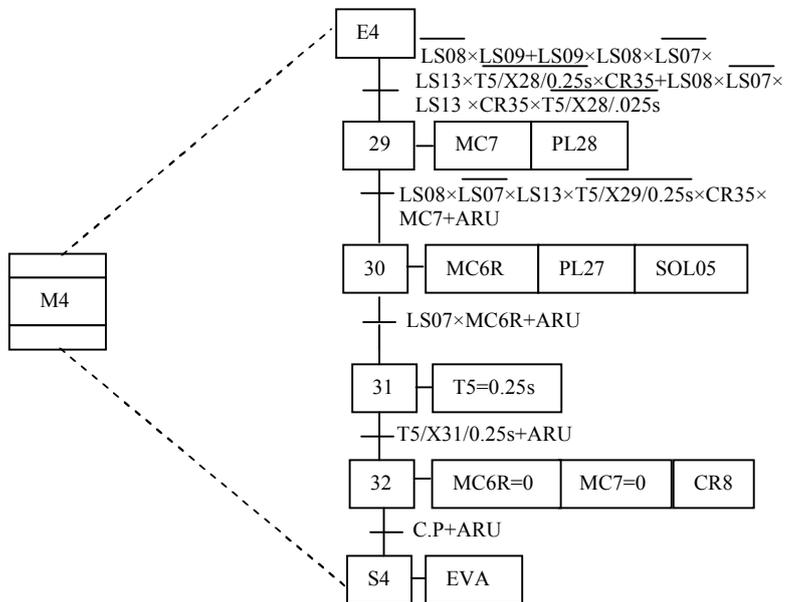


Fig.2.7. grafcet de la macro-étape M4.

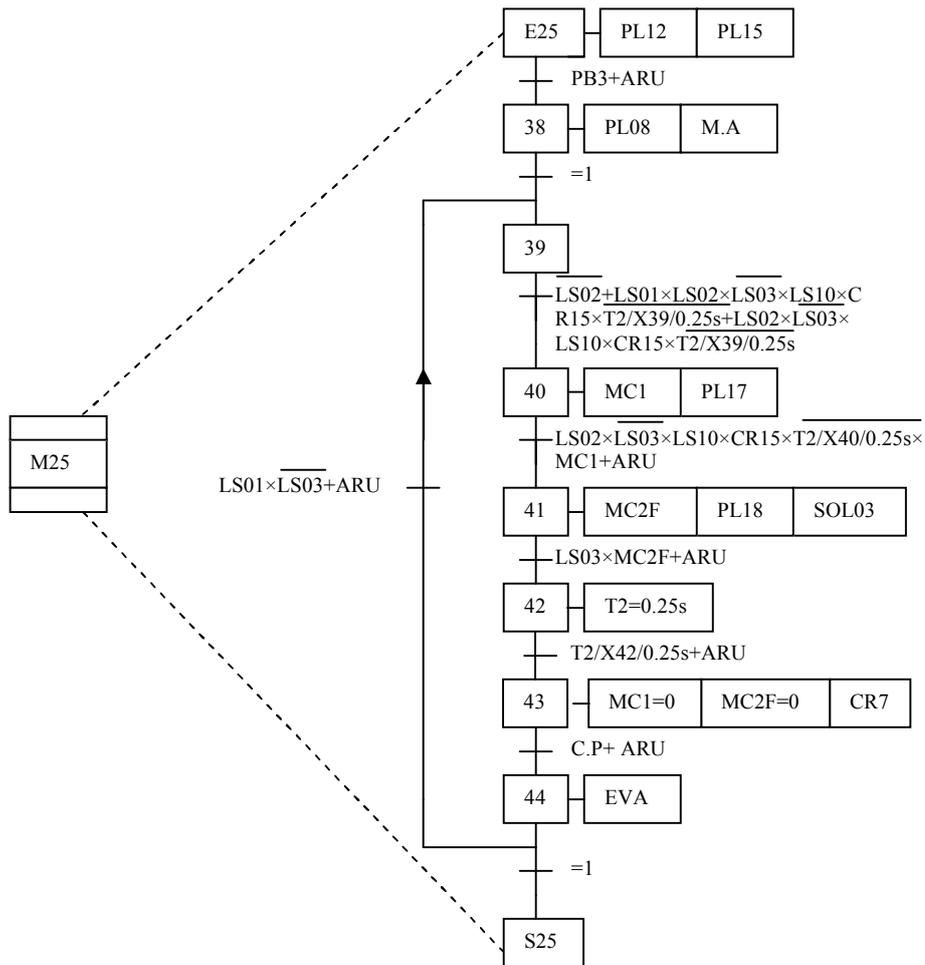


Fig.2.8. grafcet de la macro- étape M25.

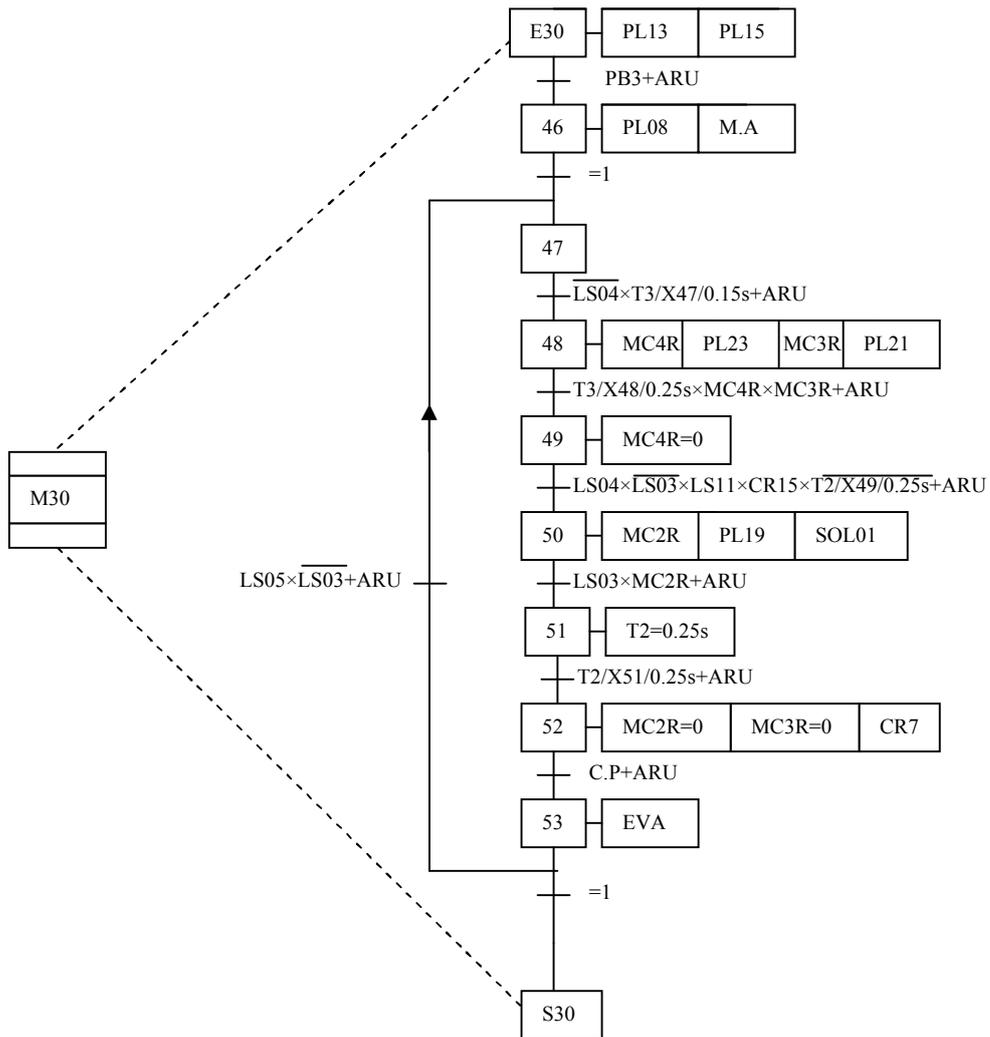


Fig.2.9. grafcet de la macro-étape M30.

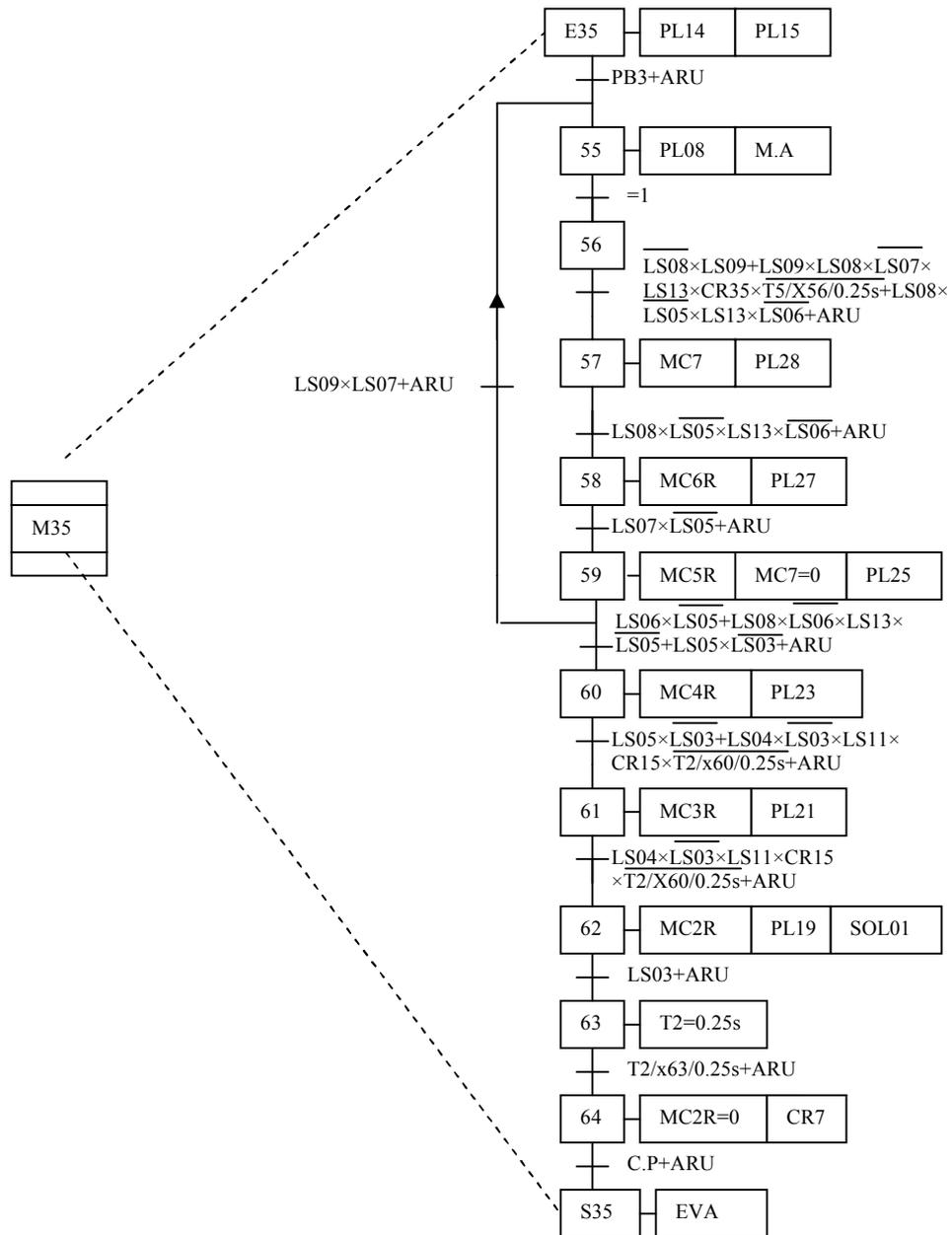


Fig.2.10. grafcet de la macro-étape M35

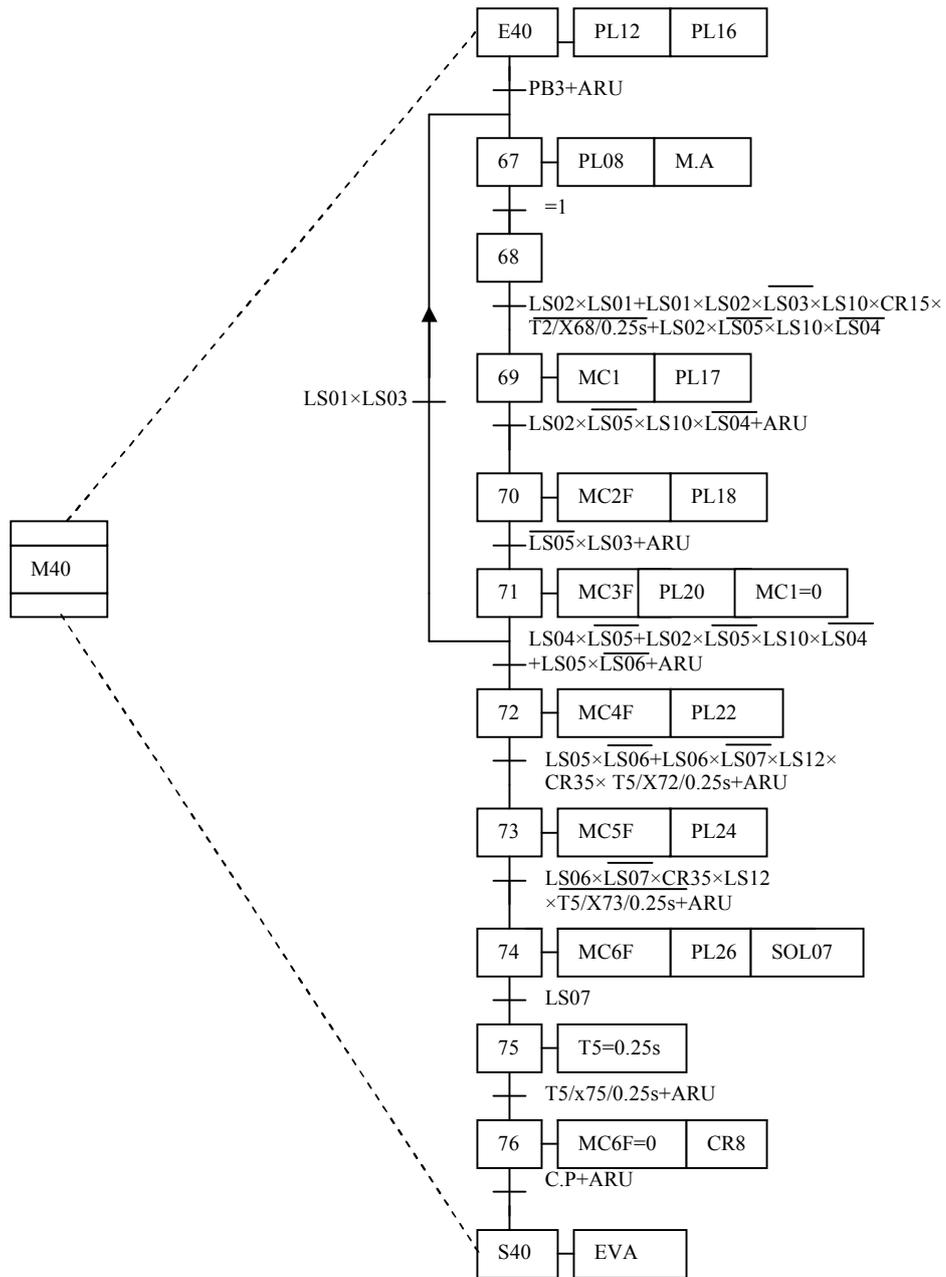


Fig.2.11. grafcet de la macro-étape M40.

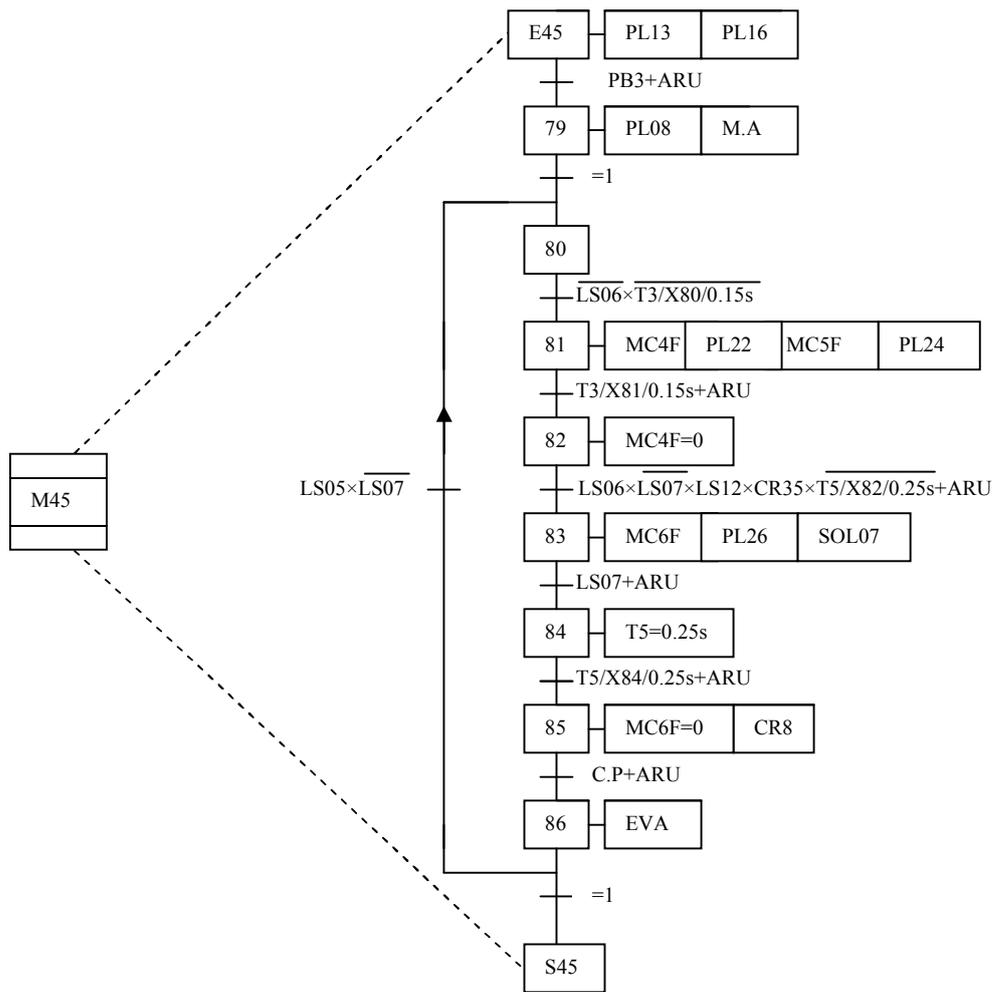


Fig.2.12. grafcet de la macro-étape M45.

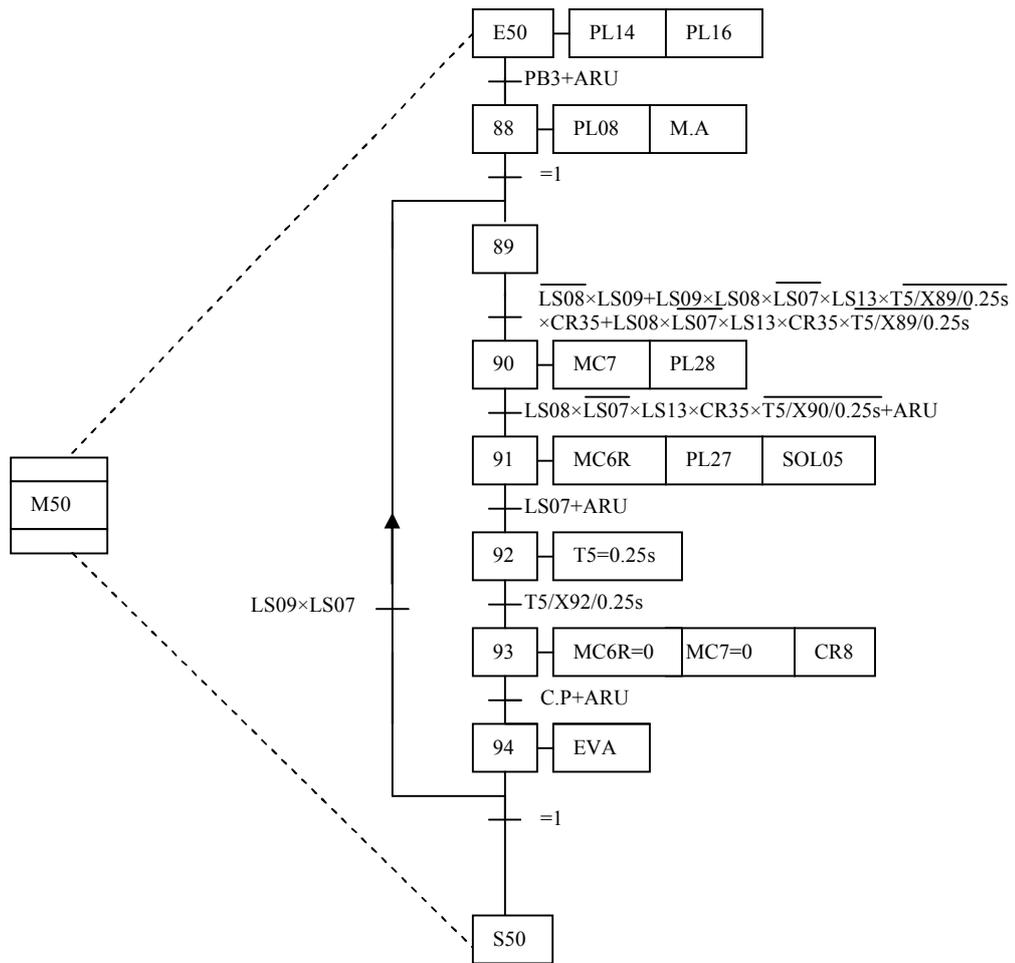


Fig.2.13. grafcet de la macro-étape M50.

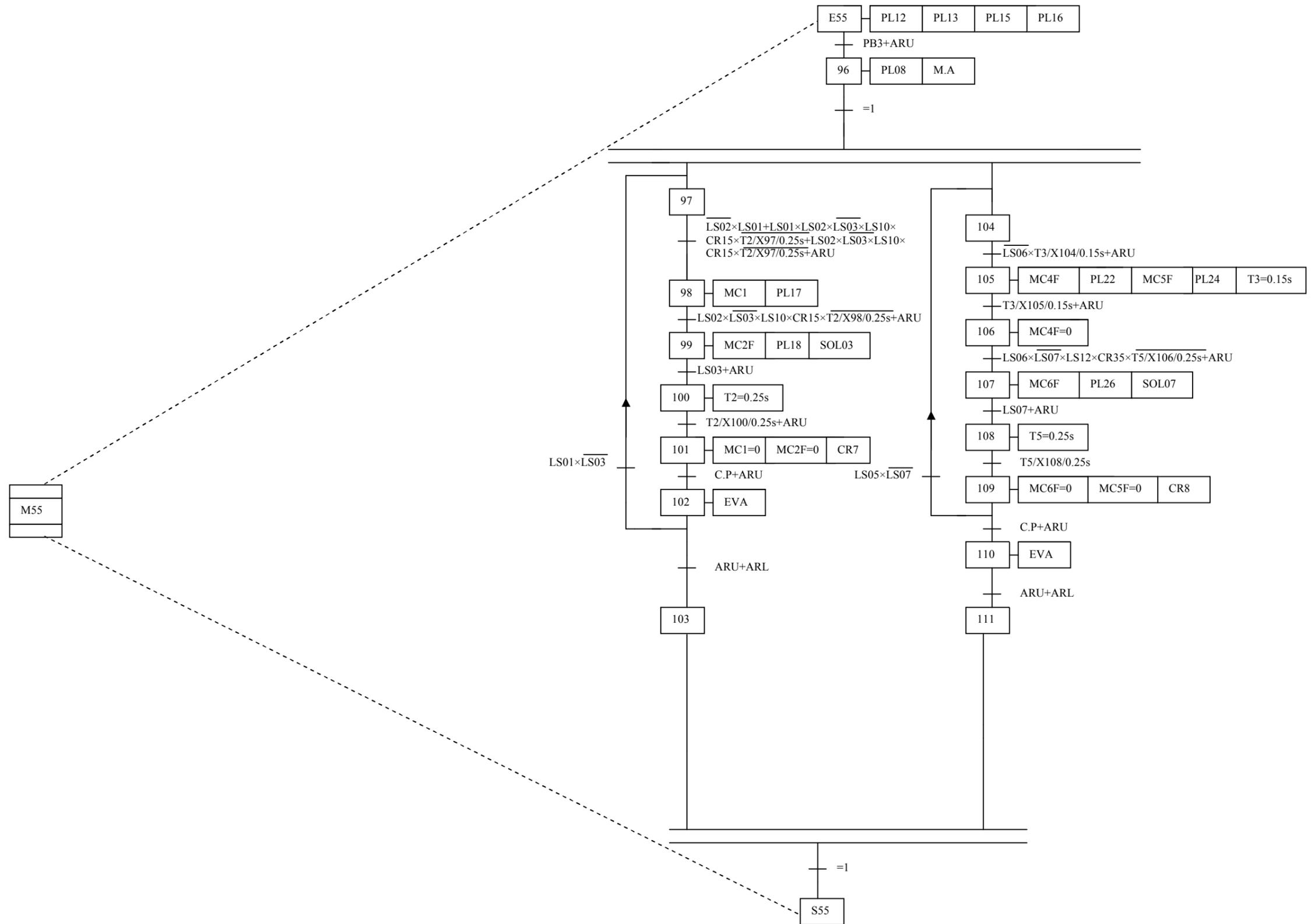


Fig.2.14. grafcet de la macro- étape M55.

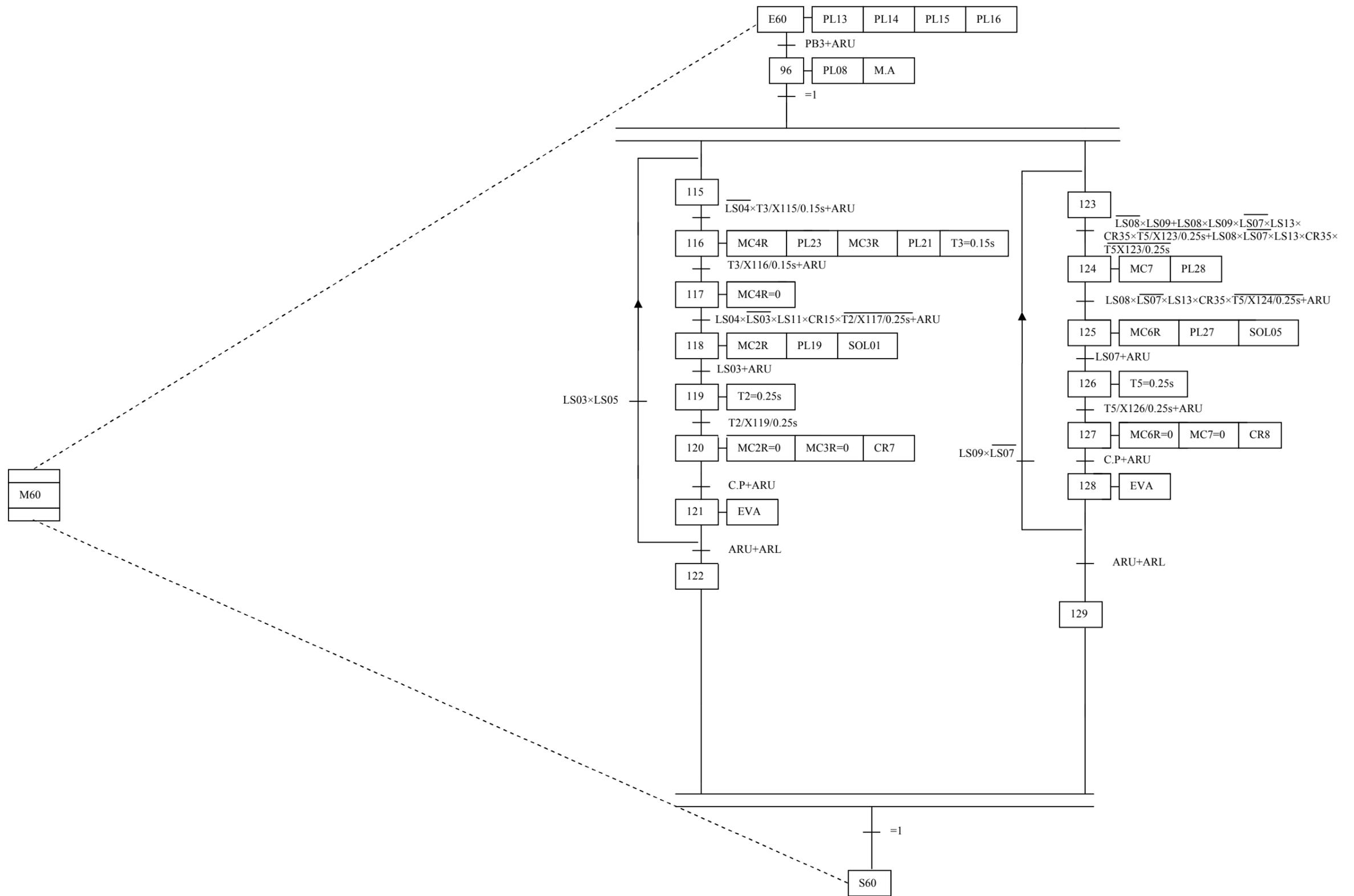


Fig.2.15. grafcet de la macro-étape M60.

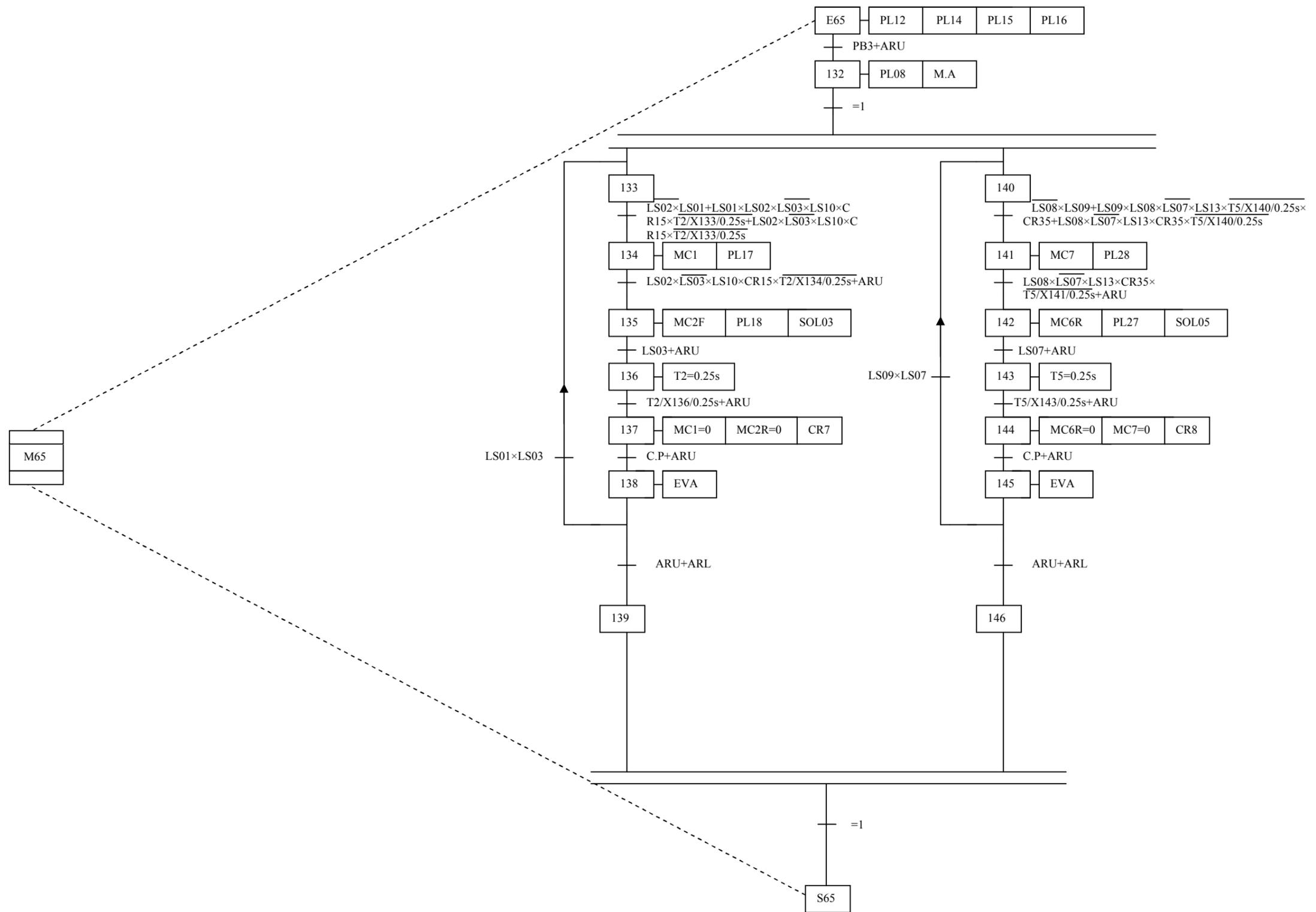


Fig.2.16. grafcet de la macro-étape M65

2.7. Conclusion

Le GRAFCET est un outil puissant pour la description et la modélisation des procédés industriels.

Dans ce chapitre, nous avons modélisé notre procédé à l'aide de « GRAFCET ». Ce dernier nous a servi à identifier les fonctions nécessaires au bon fonctionnement de l'automatisme de conduite de l'unité thermo-formage des cuves de réfrigérateur, ainsi que les variables de l'automate (Entrées/Sorties).

Le modèle fonctionnel que nous avons conçu sera la base à la transcription de ces contraintes en programme implantable sur automate S7-300.

Dans ce qui suit, nous présenterons la solution programmable et sa validation.

Chapitre 3
L'automate S7-300 et son
langage de programmation

3.1. Introduction

Les automates programmables sont apparus aux U.S.A vers 1969. Leur utilisation s'est largement répandue dans l'industrie, où ils représentent l'outil de base de l'automatisation des systèmes de production. Ils occupent une place de choix dans plusieurs secteurs (agriculture, construction, etc.). On trouve sur le marché différents constructeurs (SIEMENS, TOSHIBA, SCHNEIDER, etc.), utilisant des langages de programmation différents.

Dans ce chapitre, nous présentons l'automate programmable industriel S7-300, ainsi que son logiciel de programmation STEP7.

3.2. Définition d'un automate programmable industriel

L'automate programmable industriel (API), est un dispositif électrique de traitement logique d'informations, qui est construit autour d'un processeur numérique. Sa mémoire interne est utilisée pour le stockage des instructions, qui implémentent de fonctions spécifiques (les séquences logiques, les temporisations le comptage et les opérations arithmétique, etc.).

Il génère des ordres vers les prés actionneurs, de la partie opérative, à partir de données d'entrées (capteurs) et d'un automate programmable. Il est généralement relié au pupitre (console).

3.3. Architecture d'un automate programmable industriel

La structure de base d'un automate programmable (Fig.3.1) comprend plusieurs ensembles fonctionnels :

- **L'unité centrale** : bâtie autour d'un microprocesseur (ou plusieurs), qui gère le fonctionnement de l'automate.
- **La mémoire utilisateur** : sert au stockage des programmes et des données.
- **Les modules d'entrées/sorties** : interface entre les signaux électriques issus du processus et les variables informatiques.
- **Les modules d'alimentation** : tous les automates actuels utilisent la tension de 24V.
- **Les coupleurs** : se sont des cartes électroniques assurent la communication entre les entrées/sorties et l'unité centrale.

Ces unités échangent des informations par l'intermédiaire d'un ensemble de conducteurs : **Le bus.**

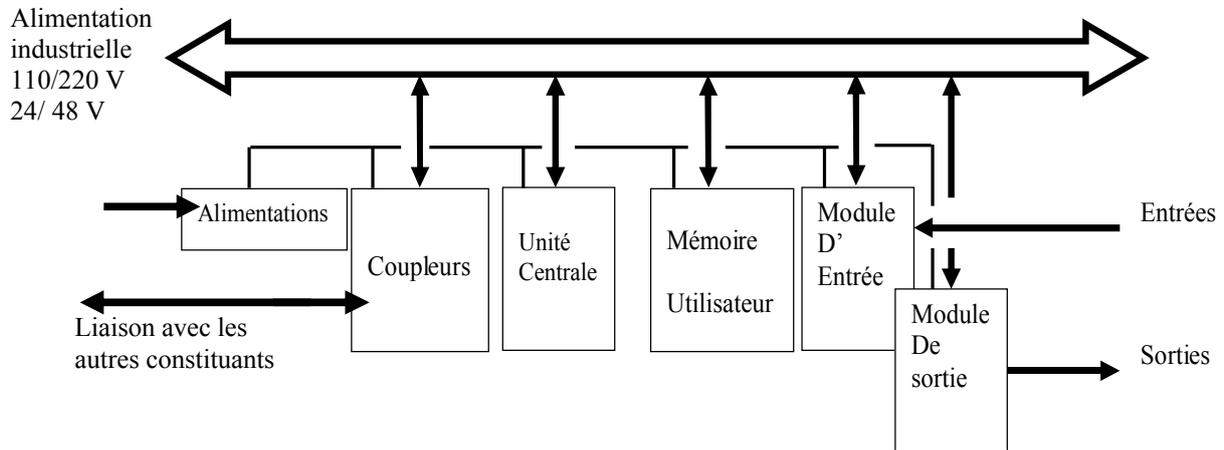


Fig.3.1. Les constituants d'un automate programmable industriel.

3.4. Choix d'un automate programmable industriel

Les critères de choix essentiels, d'un automate programmable industriel sont :

- 1- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens pour la mise en oeuvre et la programmation de la gamme d'automate.
- 2- La qualité du service après-vente.
- 3- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel, etc.).
- 4- Le type d'entrées/sorties nécessaires.
- 5- Le nombre d'entrées/sorties nécessaires.

Il est primordial de connaître le nombre d'entrées, et de sorties du système (le transporteur de transfert) afin d'adapter l'automate. Pour les entrées, tout ce qui est capteurs, interrupteurs, boutons poussoirs, etc. Pour les sorties, tout ce qui est actionneurs, comme les moteurs, les vérins, etc. Ainsi, pour notre procédé, on a :

Nombre d'entrées : 41.

Nombre de sorties : 31.

Le choix d'un automate performant, intégrant plus de modules d'entrées / sorties, impose de choisir l'automate S7-300.

3.5. Présentation de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300 de SIEMENS, fabriqué par la famille SIMATIC, est de type modulaire. Il offre des performances élevées pour les installations et les machines. Il dispose d'une gamme de modules complète pour une adaptation optimale aux tâches les plus diverses. Il se caractérise par la facilité de réalisation d'architecture centralisée et la simplicité d'emploi.

3.5.1. Les constituants de l'automate S7-300

L'automate S7- 300 (Fig.3.2) se compose de plusieurs modules qui sont :

- le module d'alimentation ;
- une CPU ;
- les coupleurs : pour avoir une liaison avec les organes de dialogue ou d'autres constituants programmables (Automates, ordinateurs, etc.) ;
- unité centrale : bâtie autour d'un microprocesseur (ou plusieurs) qui gère le fonctionnement de l'automate ;
- Module de signaux(SM) : pour entrées et sorties TOR (tout ou rien) et analogiques ;
- Module d'extension (IM) : pour configuration multi-rangée de S7 300 ;
- Module de fonction (FM) : pour fonction spéciale ;
- Des processus de communication (CP) : pour les tâches de communications.

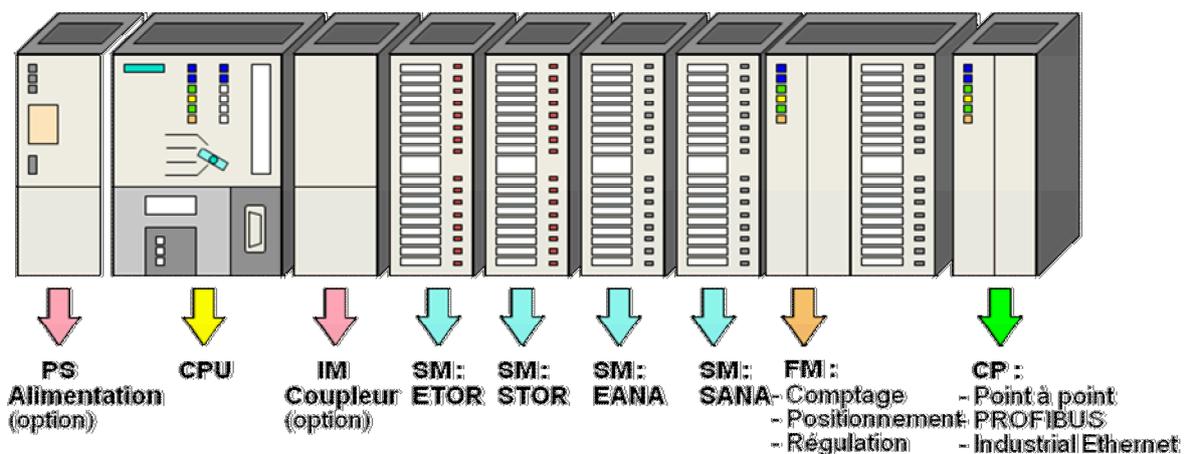


Fig.3.2. Les constituants de l'automate S7-300.

3.5.2. Les caractéristiques de l'automate programmable S7-300

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- mini automate modulaire pour les applications d'entrées/ sorties de moyenne gamme ;
- gamme diversifiée de CPU ;
- gamme complète de modules ;
- possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;
- liberté de montage aux différents emplacements ;
- configuration et paramétrage à l'aide du logiciel STEP7.

Les caractéristiques de l'API S7-300 convient parfaitement aux exigences de notre système, car il peut gérer, sans extension, 256 entrées/sorties et avec extension jusqu'à 1024 entrées /sorties (numérique, logique ou analogique).

Après avoir représenté l'automate programmable S7-300, nous consacrons la partie suivante à l'étude du logiciel de programmation STEP7.

3.5.3. Les différentes phases du Fonctionnement de l'automate programmable

L'automate, lors de son fonctionnement, exécute le programme d'une façon cyclique, qui commence par l'acquisition des entrées, issues des capteurs sur l'état du processus, et finit par l'envoi des sorties aux actionneurs.

Phase 1 : la lecture des entrées

Lorsque l'automate est en mode RUN, le système d'exploitation de l'automate commence d'abord à lire l'état de toutes les entrées physiques. Cette phase n'est pas à programmer par l'utilisateur, elle s'exécute de façon automatique. Ces états sont copiés un à un dans MIE (Mémoire Image des Entrées), qui se situe à l'intérieur de l'unité centrale. À chaque état correspond une image. Ces informations sont transitées par le coupleur des entrées, qui réalise l'adaptation et le filtrage des signaux.

Phase 2 :

▶ **Le test des entrées par le programme utilisateur**

Lors de l'exécution du programme utilisateur, les états des entrées doivent être testés.

► Ecriture de sorties par le programme utilisateur

Certaines instructions de programme utilisateur concernent l'affectation de sorties. Ces instructions consistent à positionner à la sortie l'état 0 ou l'état 1, en fonction des états des étapes.

Phase 3 :

Lorsque toutes les instructions du programme utilisateur ont été exécutées, le programme système copie les états de la mémoire image de sorties sur les sorties physiques.

3.6. La programmation avec le logiciel STEP7

STEP 7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ces systèmes performants.

Pour chacune des étapes de son projet d'automatisation, l'utilisateur bénéficie d'outils confortables lui permettant de :

- configurer et paramétrer le matériel ;
- configurer la communication ;
- programmation ;
- test, mise en service et entretien ;
- documentation, archivage ;
- fonctions de mise en route/diagnostic.

Toutes les fonctions bénéficient d'une aide en ligne détaillée.

STEP 7 est installé sur les consoles de programmation. Il est, également, disponible sous forme de logiciel pour installation sur PC.

Le logiciel STEP7 offre trois modes de programmation et permet la conversion d'un mode à un autre. Ces modes sont :

- Schéma à contacts «CONTACT ».
- Logigramme « LOG ».
- Liste d'instructions « LIST ».

3.6.1. Création du programme utilisateur

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement de signaux de commande, d'une installation ou d'un

processus. Il est affecté à un module programmable, et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs.

Un programme utilisateur, devant être exécuté dans une CPU S7, est essentiellement constitué de blocs. Il contient, en outre, des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou à la mise en réseau du système. En fonction de l'application, on peut donc créer, dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- Blocs d'organisations (OB).
- Fonctionnelles blocs (FB).
- Fonctions (FC).
- Blocs de données (DB).

3.6.2. Structure du programme utilisateur

La structure suivie pour la programmation de notre système (Fig.3.3) est de type structuré. Il consiste à la subdivision du programme en petites parties, correspondant aux fonctions (FC) qui peuvent être utilisées plusieurs fois, en leur faisant appel dans le bloc organisationnel (OB). Ce qui rend notre programme simple, clair et facile à modifier. Par contre la programmation linéaire n'offre pas ces avantages.

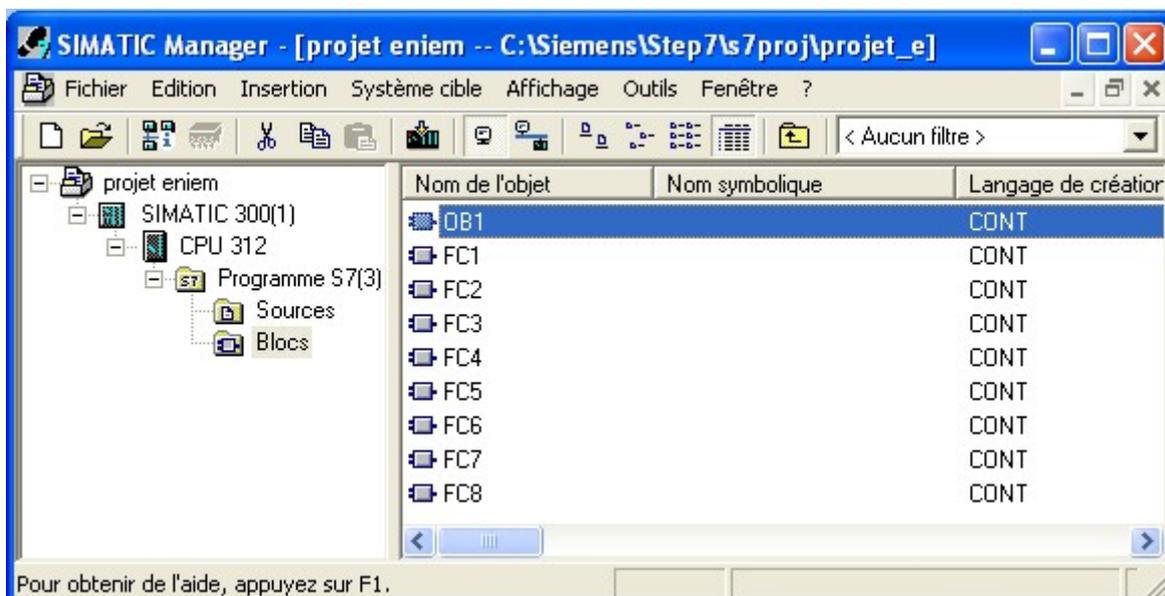


Fig. 3.3. Structure de programme du transporteur de transfert.

3.6.3. Structure hiérarchique des blocs de programmation

Pour faire fonctionner le programme utilisateur, nous devons appeler les blocs qui le composent. C'est ce que nous réalisons à l'aide d'opérations STEP 7 spéciales, les appels de blocs que nous ne pouvons programmer et démarrer que dans des blocs de code.

On appelle hiérarchie d'appel l'ordre et l'imbrication des appels de blocs. Cette structure hiérarchique de notre programme est représentée dans la figure suivante :

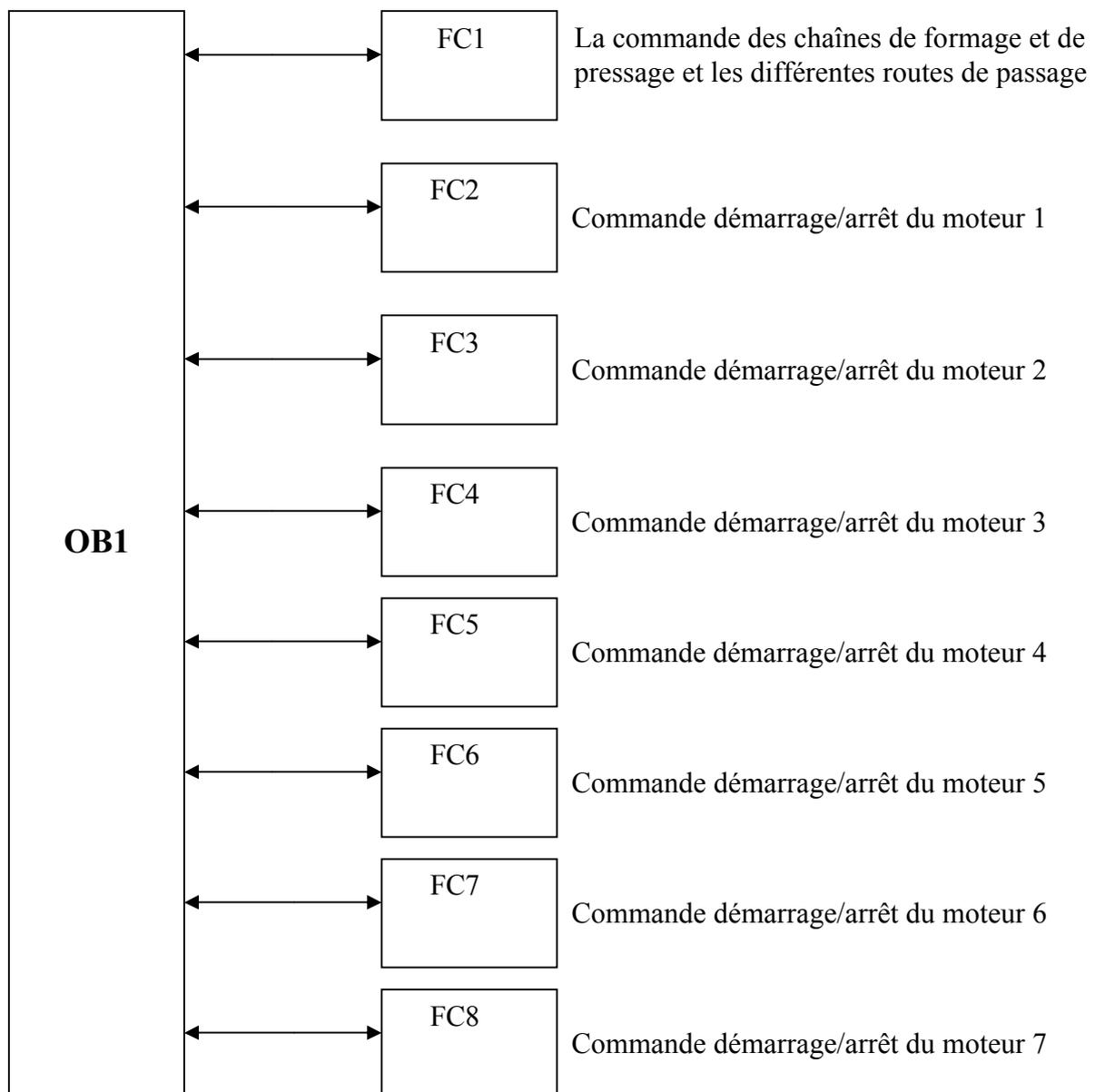


Fig. 3.4. Structure hiérarchique de programme du transporteur de transfert.

3.6.4. Configuration matérielle

On entend par configurations matérielles la disposition de profilés support ou châssis, De modules, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station. Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels". La figure 3.5 illustre la configuration matérielle de notre système étudié.

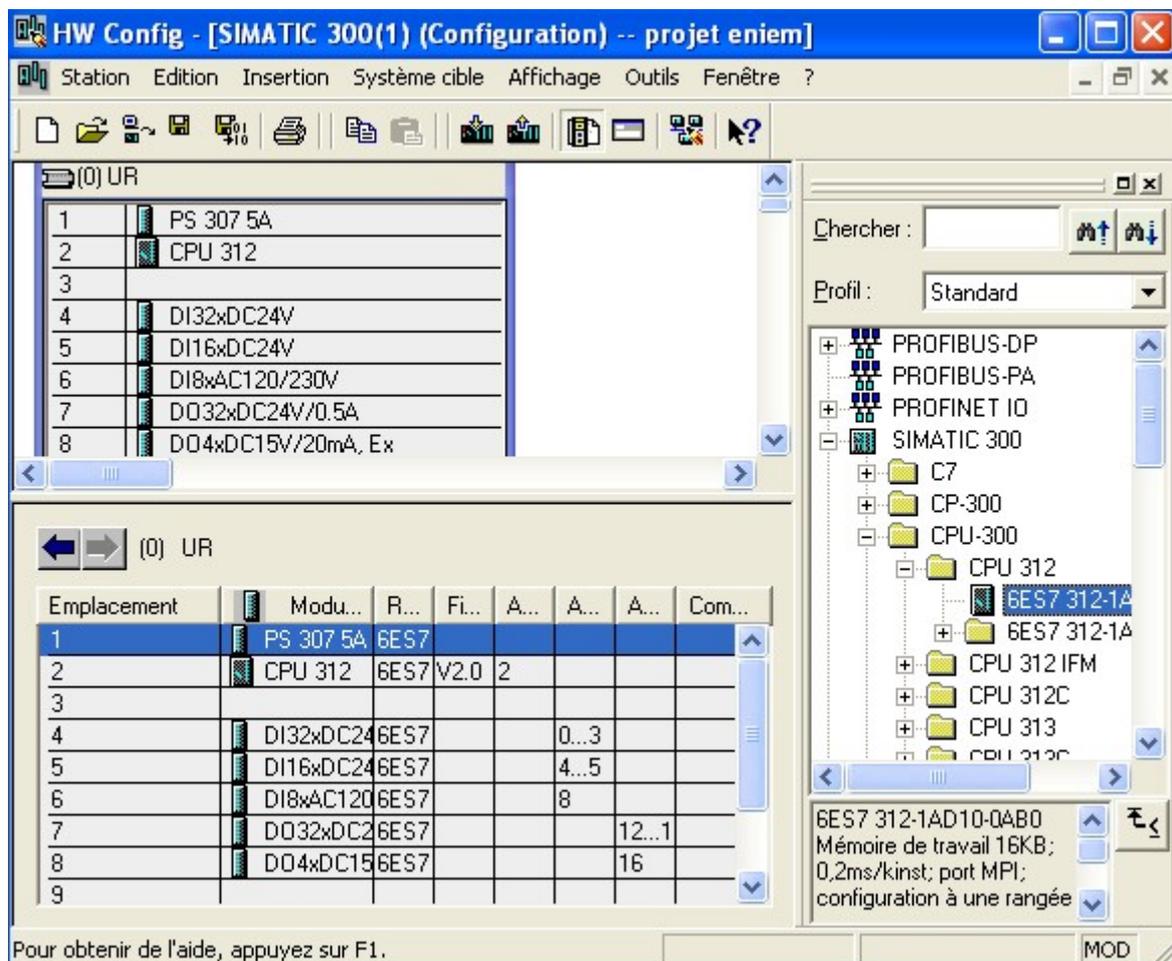


Fig.3.5. Configuration matérielle.

3.6.5. Un exemples de notre programme

La figure ci-dessous est la programmation de la mise en marche du moteur 1.

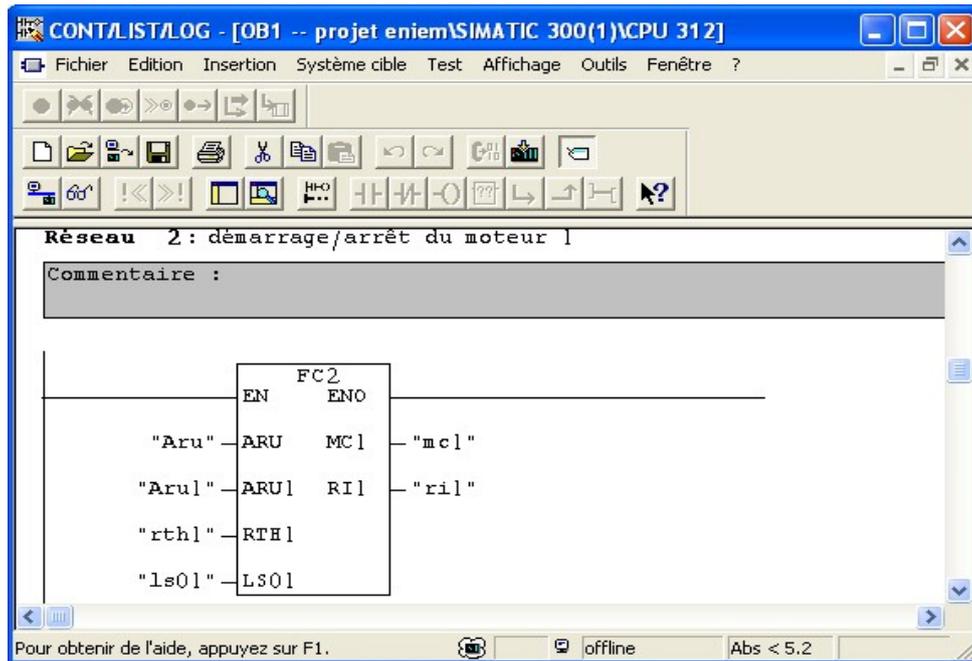


Fig.3.6. Programme de mise en marche du moteur 1(appel dans le OB1).

La figure 3.7 nous montre le programme de la réussite d'insertion de la cuve dans la chaîne de formage N°1.

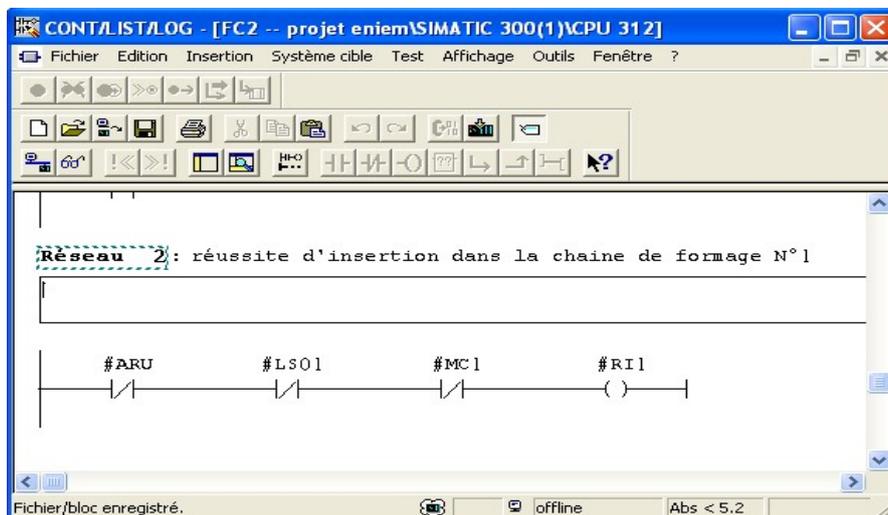
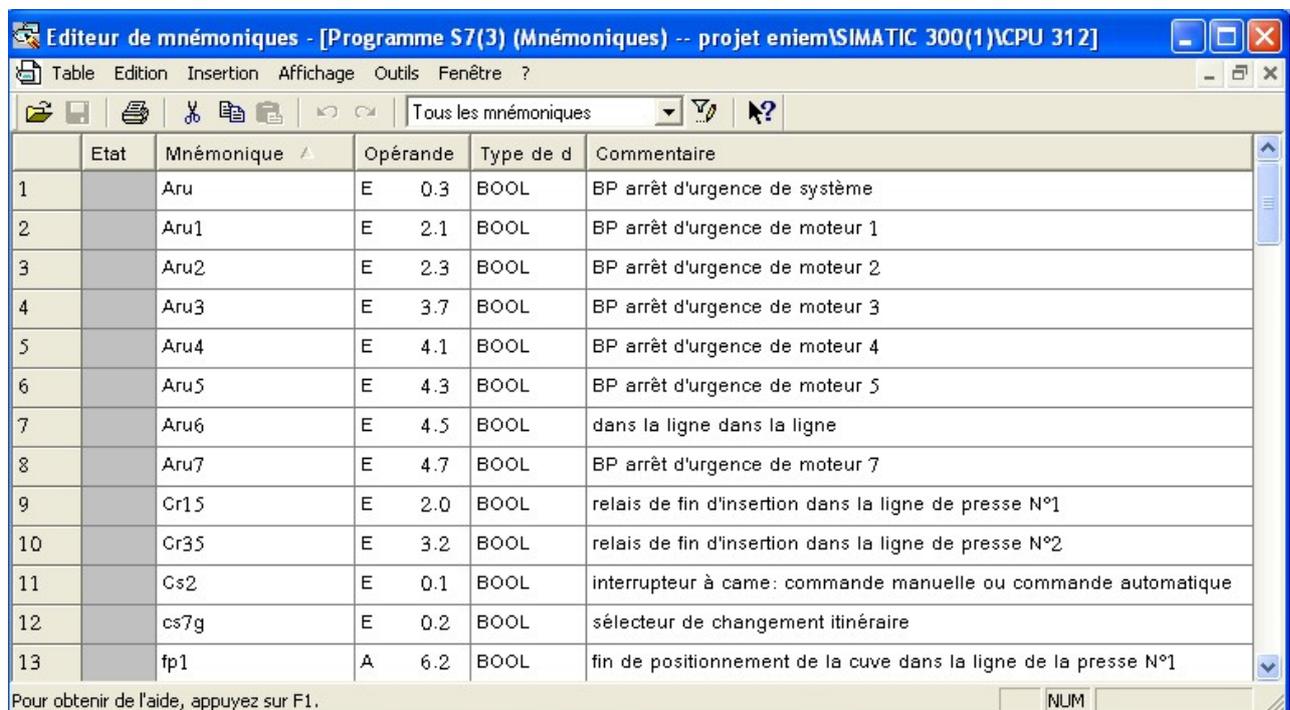


Fig.3.7. Réussite d'insertion dans la chaîne de formage N°1.

3.6.6. Création de la table de mnémoniques

Un mnémonique est un nom symbolique qui affecte toutes les adresses absolues que nous voulons appeler dans le programme ainsi que le type de données en respectant les règles de syntaxes imposées. La programmation symbolique permet d'alléger l'écriture de notre programme c'est-à-dire elle facilite l'utilisation de grand nombre de variables.

L'objet «mnémonique » (table des mnémoniques) est, automatiquement créé, sous un programme S7 (Fig.3.8).



	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Aru	E 0.3	BOOL	BP arrêt d'urgence de système
2		Aru1	E 2.1	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 1
3		Aru2	E 2.3	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 2
4		Aru3	E 3.7	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 3
5		Aru4	E 4.1	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 4
6		Aru5	E 4.3	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 5
7		Aru6	E 4.5	BOOL	dans la ligne dans la ligne
8		Aru7	E 4.7	BOOL	BP arrêt d'urgence de moteur 7
9		Cr15	E 2.0	BOOL	relais de fin d'insertion dans la ligne de presse N°1
10		Cr35	E 3.2	BOOL	relais de fin d'insertion dans la ligne de presse N°2
11		Cs2	E 0.1	BOOL	interrupteur à came: commande manuelle ou commande automatique
12		cs7g	E 0.2	BOOL	sélecteur de changement itinéraire
13		fp1	A 6.2	BOOL	fin de positionnement de la cuve dans la ligne de la presse N°1

Fig.3.8. Une partie de la table des mnémoniques.

3.7. Simulation et validation du programme du transporteur de transfert

3.7.1. Définition

Le logiciel de simulation des modules physiques SIMATIC S7-PLCSIM est une application qui nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de

Programmation .Dans ce chapitre, nous présentons la mise en route de ce logiciel et les étapes à suivre pour réaliser cette simulation.

3.7.2. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM

Pour la mise en route du logiciel S7-PLCSIM, nous suivons les étapes suivantes :

- 1- Ouvrir le gestionnaire de projets SIMATIC  .
- 2- Cliquer sur le bouton  dans la barre d'outils ou sélectionner la commande **outils>simulation de modules**. Cela entraîne l'ouverture de l'application S7-PLCSIM avec une fenêtre CPU (ayant l'adresse MPI par défaut).
- 3- Parcourir la boîte de recherche jusqu'au projet S7_ (voulu).
- 4- Parcourir la boîte de recherche jusqu'au classeur des blocs.
- 5- Cliquer sur le bouton  ou choisir la commande **système cible>charger**, pour charger le classeur des blocs dans l'API de simulation.
- 6- Pour créer des fenêtres supplémentaires, afin de visualiser des informations relatives au programme simulé :
 - *Cliquer sur le bouton  ou choisir la commande insertion >entrée. Alors la fenêtre affiche EB0 (bit d'entrée 0).
 - * Cliquer sur le bouton  ou choisir la commande insertion >sortie. Alors la fenêtre affiche AB0 (bit de sortie 0).Ça sera la même procédure pour la création de fenêtres de mémentos, temporisations et de compteurs.
- 7- Choisir le menu **CPU** et vérifier que la commande **mettre sous tension** est activée.
- 8- Choisir la commande **exécution >mode d'exécution** et vérifier que la commande cycle continu est activée.
- 9- mettre la CPU simulée en marche en cliquant sur l'une des cases **RUN** ou **RUN-P**.
- 10- Cliquer sur  ou choisir la commande **fichier>enregistrer CPU sous...**, pour enregistrer l'état actuel du programme de simulation dans un nouveau fichier.

3.7.3. Etapes de simulation d'un projet

- Lancer le logiciel par un double clic sur .
- Ouvrir ou créer un projet pour le simuler.

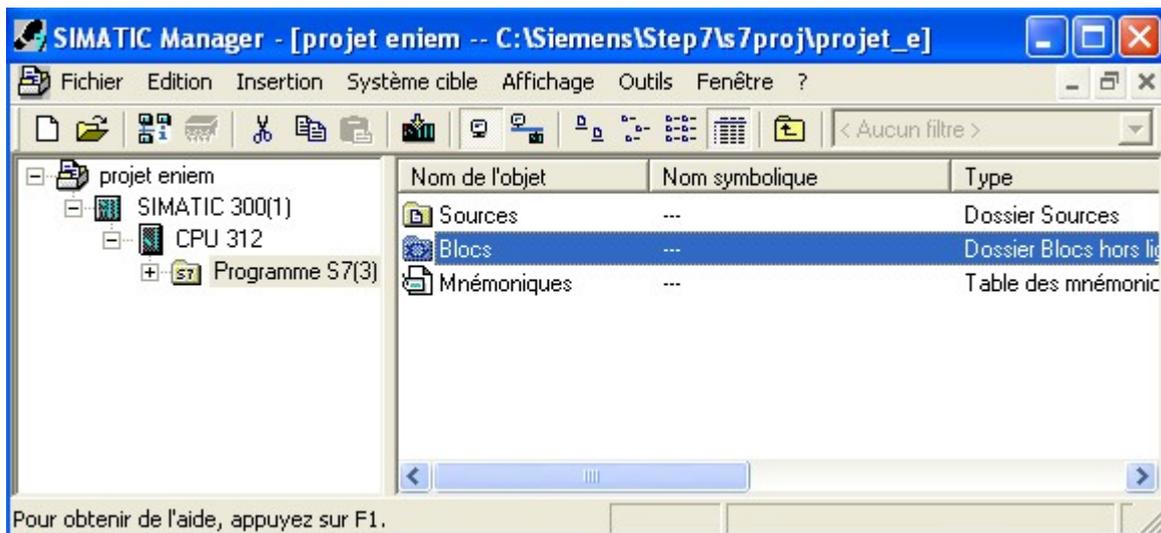


Fig.3.9. Ouverture du projet utilisateur.

- Activer le logiciel de simulation en cliquant sur l'icône .
- Charger le programme dans la CPU en cliquant sur l'icône. .
- Lancer la visualisation en cliquant sur l'icône .
- Mettre la CPU du S7-PLCSIM sous le mode RUN.

3.7.4. Simulation du programme de notre système (le transporteur de transfert)

Etape1 : simulation du programme par blocs, c'est-à-dire charger, chaque FC vers l'OB1 puis faire sa simulation, de repérer les erreurs de compilation et simplifier le programme complexe de départ.

Etape2 : simulation du cycle complet, c'est-à-dire, charger tous les FC (FC1...FC8) puis effectuer la simulation du cycle complet pour s'assurer de l'enchaînement et du bon fonctionnement de l'ensemble du système.

3.7.5. Exemple d'un programme simulé de notre système

La figure 3.10 montre l'activation de l'opération automatique, la figure 3.11 montre la sélection de chaîne de formage N°1 vers la chaîne de pressage N°1 et la figure 3.12 représente le démarrage du moteur 1.

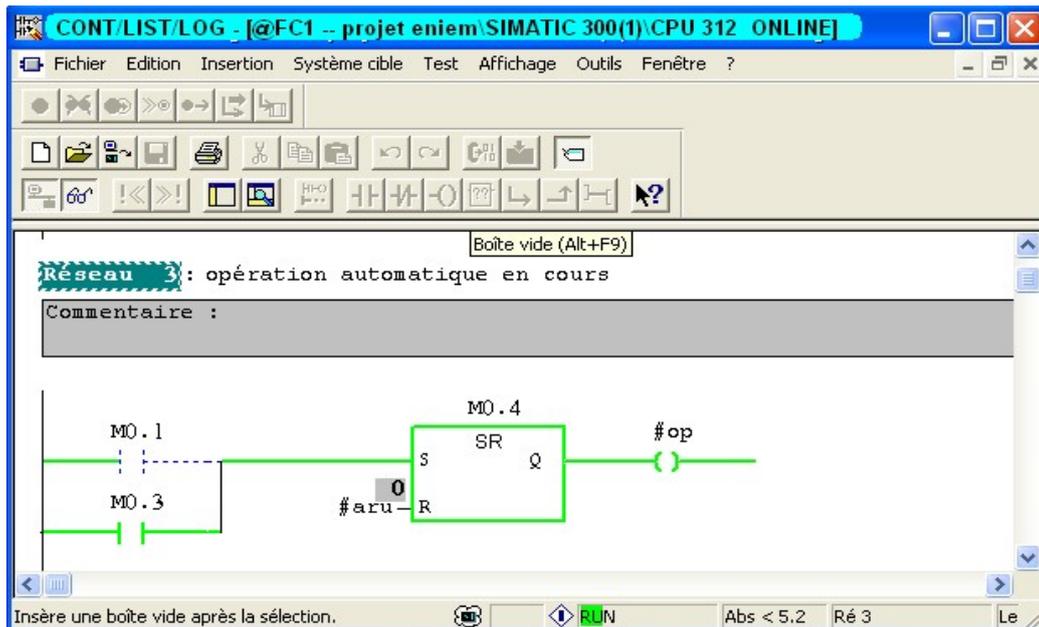


Fig.3.10. Validation de l'opération automatique.

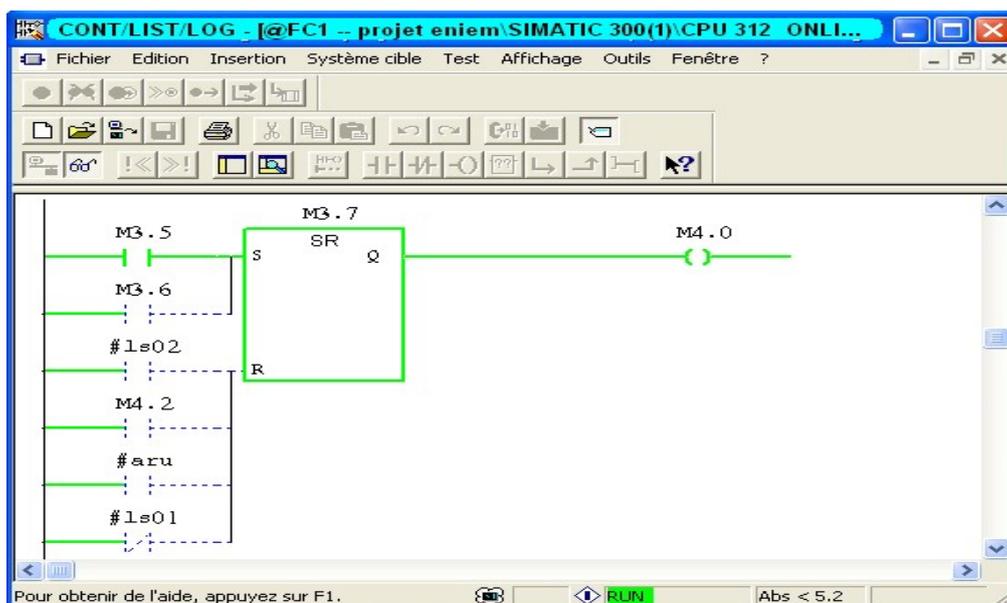


Fig. 3.11. La sélection de chaîne de formage n°1 vers la chaîne de presse n°1.

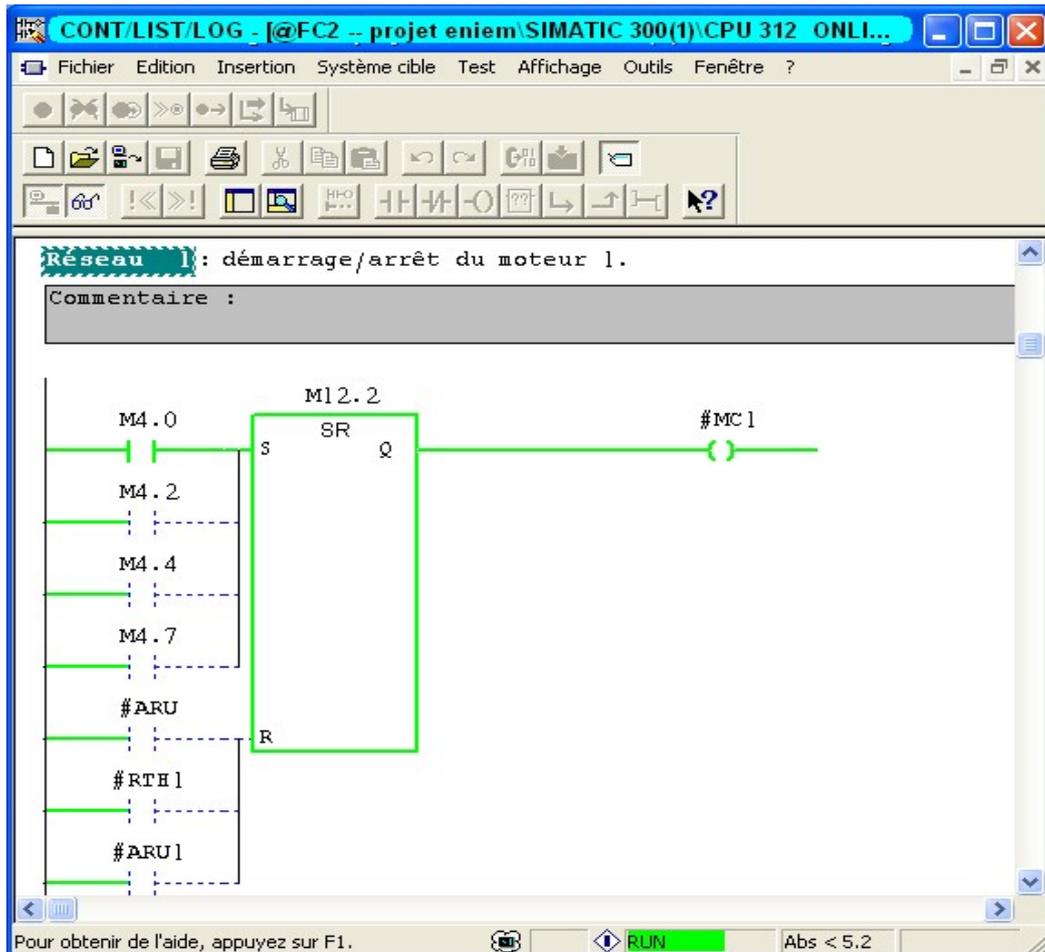


Fig.3.12. Le démarrage du moteur 1.

3.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentés l'automate programmable S7-300, qui a prouvé son efficacité remarquable dans l'automatisme, grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacités de mémoire. Il peut s'adapter à toutes les applications spécifiques telles que la disponibilité élevée, et la sécurité. Sa facilité de programmation avec le STEP7, qui constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate programmable S7- 300, qui va être support pour la programmation de notre système.

Cette procédure de validation nous a permis de tester le programme que nous avons développé, l'utilisation du simulateur des modules physiques S7-PLCSIM nous à aider à apporter les modifications nécessaires à notre solution, par la suite la possibilité d'utilisation de cette solution en production.

Chapitre 4
La supervision

4.1. Introduction

Le contrôle proprement dit du process est assuré par les automates programmables (API). Ces derniers, se communiquent avec le logiciel du supervision. La communication peut se dérouler via divers types de réseaux et de protocoles. L'utilisation de logiciel de supervision avec des composants de la famille de produits SIMATIC permet de réaliser une intégration particulièrement poussée. Une communication s'établit entre ce logiciel et l'opérateur afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé.

4.2. Emplacement de la supervision

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est, donc, essentiel de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate, les informations sur le procédé nécessaire pour une éventuelle prises de décision. Cette présentation passe par les images synthétiques qui représentent un ensemble de vues ; le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

4.3. Constitutions d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques (fig. 4.1).

4.3.1. Module de visualisation (affichage)

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs, des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanées.

4.3.2. Module d'archivage

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

4.3.3. Module de traitement

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

4.3.4. Module de communication

Il assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

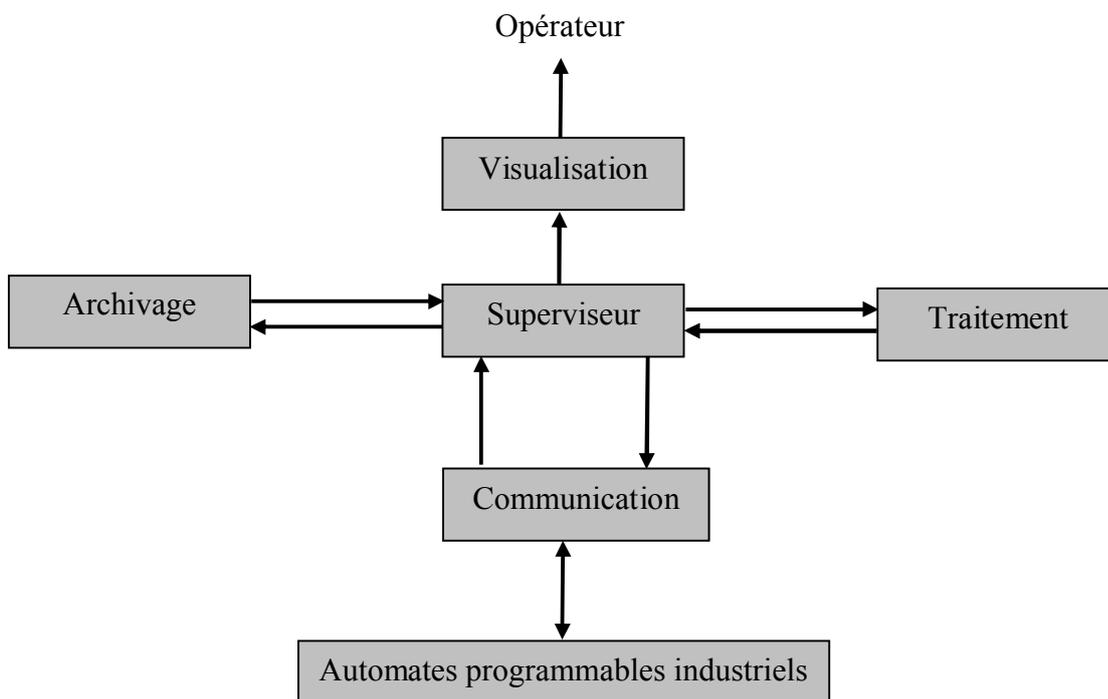


Fig. 4.1. Structure d'un système de supervision.

4.4. Supervision sous WinCC

4.4.1. Description de WinCC

WinCC (Windows Control Center) est un logiciel de supervision développé par la firme SIEMENS, il est caractérisé par sa flexibilité, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé par un composant hors SIEMENS.

Ce logiciel est une Interface Homme Machine (HMI) graphique qui assure la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il offre une

bonne solution de supervision car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

4.4.2 Application disponibles sous WinCC

Pour accomplir la fonction de supervision, le WinCC est doté de plusieurs applications dont les modules suivants :

➤ **Graphic designer**

Il offre la possibilité de créer des vues de procédé, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes, pour cela, il dispose d'une bibliothèque d'objet, et permet de les créer selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au Graphics runtime.

➤ **Tag logging**

On y définit les archives, les valeurs du procédé à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

➤ **Alarm logging**

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs, les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, à leur visualisation, à leur acquittement et à leur archivage.

➤ **Global script runtime**

Il dispose de deux éditeurs, l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic (VBS). À l'aide de ces deux éditeurs on crée des actions et de fonctions qui ne sont pas prévues dans le WinCC.

➤ **Report designer**

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve, aussi, des modules de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction du besoin

➤ **User administrator**

C'est là que s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et on leur affecte la liste des autorisations.

4.5. Utilisation de WinCC

Le logiciel de supervision WinCC très puissant car :

- ✓ Il permet de visualiser le process et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur.

- ✓ Il permet à l'opérateur de surveiller le process qui sera visualisé par un graphisme à l'écran.
- ✓ Il permet à l'opérateur de commander le process.
- ✓ Lorsqu'un état de process devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement. L'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.
- ✓ Il permet d'imprimer et d'archiver sur support électronique les alarmes et valeurs de process. Ceci vous permet de documenter la marche du process et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.

4.6. Particularités de WinCC

WinCC s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation :

- ✓ Il s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en oeuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC.
- ✓ Les données WinCC peuvent être échangées avec des logiciels tels que Microsoft Excel.
- ✓ Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC nous permettons d'intégrer nos propres programmes pour piloter le process ou exploiter des données.
- ✓ nous pouvons adapter WinCC, de façon optimale, aux exigences de notre process. Le système supporte de nombreuses configurations. L'éventail des configurations s'étend du système monoposte aux systèmes répartis à plusieurs serveurs en passant par les systèmes client-serveur.

4.7. Application développée sous WinCC

4.7.1. Procédure de programmation avec application

Nous présenterons la procédure que nous avons suivie pour la réalisation de la supervision de transfert des cuves de réfrigérateurs au niveau de l'unité thermo-formage en utilisant le logiciel WinCC, nous avons suivi les étapes suivantes :

4.7.1.1. Lancer le WinCC

On démarre WinCC en double cliquant sur l'icône :



4.7.1.2. Créer le projet

Au démarrage du WinCC, une fenêtre de choix de projet s'affiche, nous sélectionnons un projet monoposte, puis nous cliquons sur OK. (Fig. 4.2).

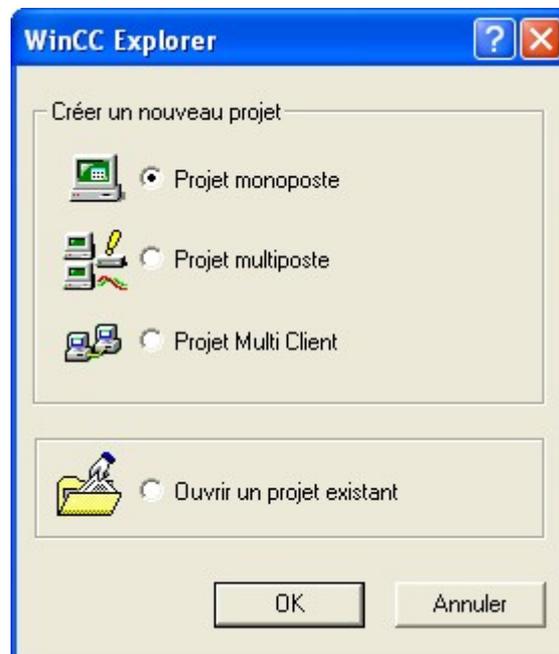


Fig. 4.2. Choix de type de projet.

La fenêtre WinCC explorer s'ouvre (Fig. 4.3).

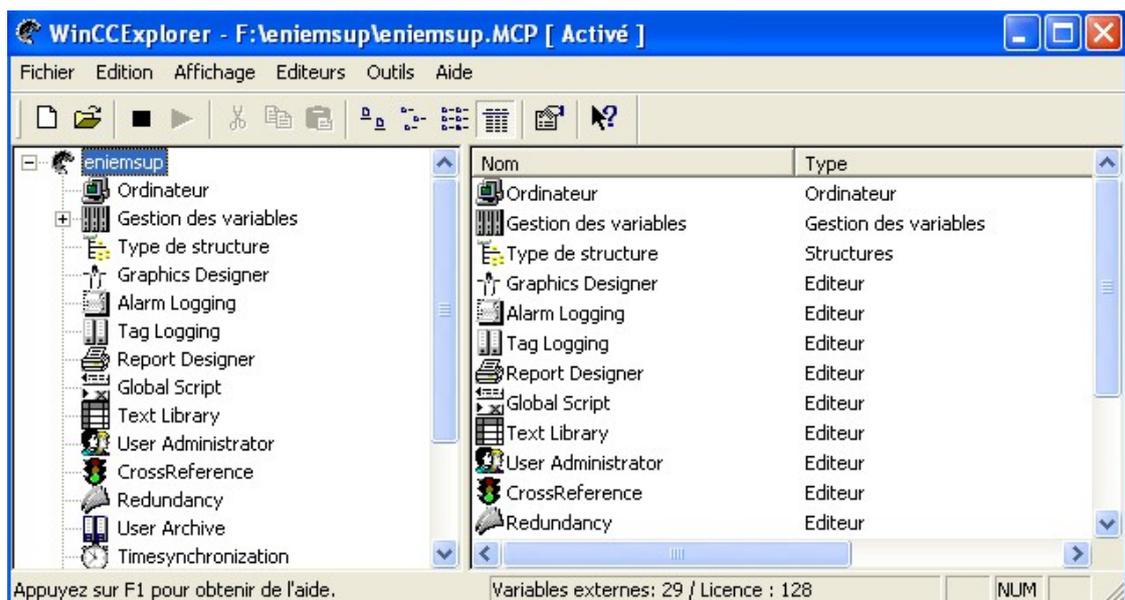


Fig. 4.3. Fenêtre WinCC explorer

4.7.1.3. Sélectionner et installer l'API

Le canal "SIMATIC S7 Protocol Suite" permet la communication d'une station WinCC avec des automates programmables SIMATIC S7, pour ce faire nous avons sélectionné à partir de l'éditeur de variable (Fig. 4.4) :

- ✓ « Gestion des variables » où il va apparaître un ajout de pilote ;
- ✓ Nous cliquons sur cet « ajout de pilote » puis nous sélectionnons « SIMATIC S7 protocol suite » ;
- ✓ puis nous cliquons avec le bouton droit de la souris sur « MPI » ;
- ✓ nous choisissons « PROFIBUS » comme réseau de communication.

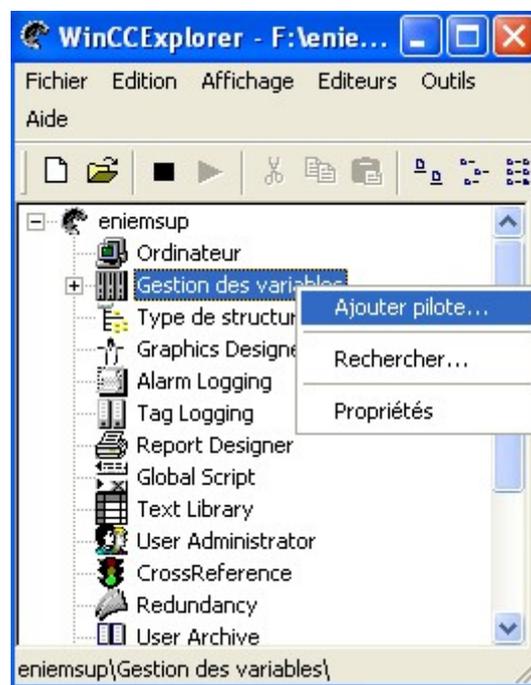


Fig. 4.4. Ajout de pilote SIMATIC S7 protocol suite.

4.7.1.4. Définir les variables dans l'éditeur stock de variable

Dans l'utilitaire de variable, WinCC permet de créer des variables internes et externes.

- ✓ Nous cliquons sur « MPI » puis « ajouter liaison » ;
- ✓ Ajouter un groupe de variables, nous cliquons sur la liaison déjà créée puis « nouveau groupe ».

- ✓ Créer les variables en cliquant sur le groupe de variable déjà créé puis « nouvelle variable ».

Avec la même procédure nous créons les groupes de variables et les variables correspondantes (Fig. 4.5).

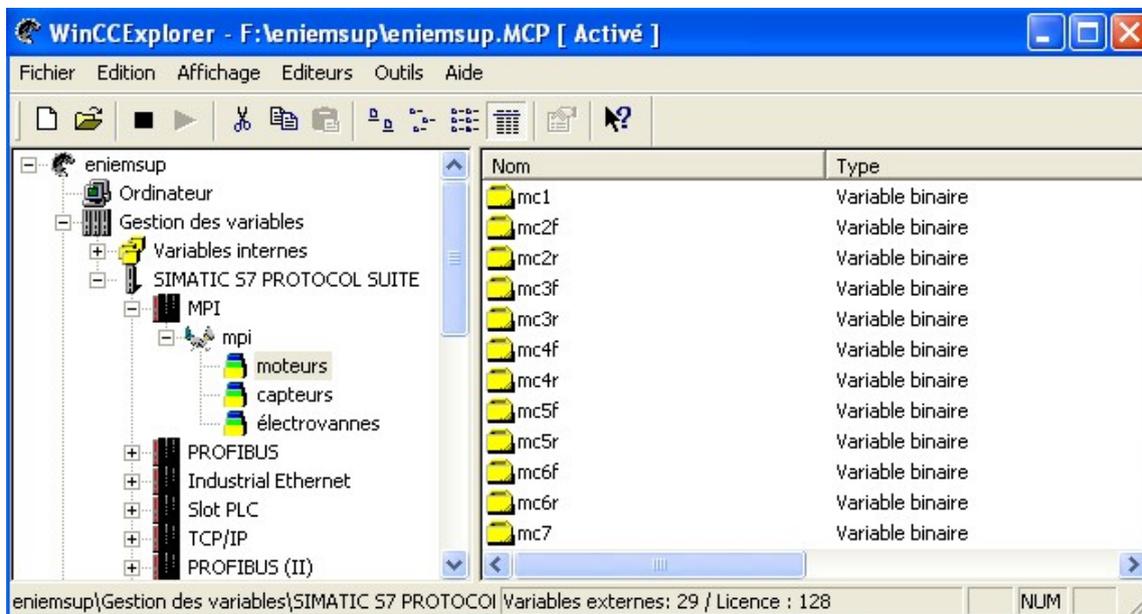


Fig. 4.5. Vue générale des variables.

4.7.1.5. Créer et éditer les vues dans l'éditeur

Après la configuration des variables de notre processus, nous procéderons à la création des vues dans l'éditeur « Graphics Designer » (Fig. 4.6). ce dernier permet d'insérer les différents types d'objets dont on a besoin, à la palette d'objet et à la bibliothèque interne du WinCC.

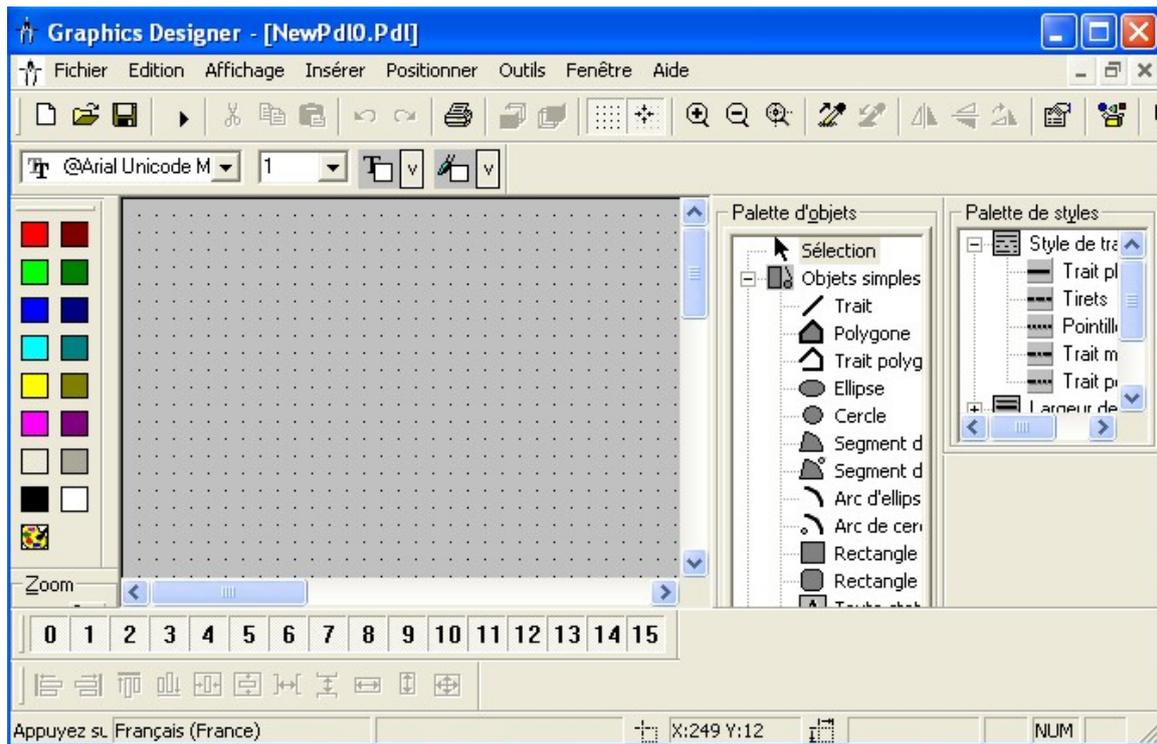


Fig. 4.6. Editeur des vues « Graphics Designer ».

Dans notre station de supervision, nous avons crée tout d'abord la vue d'accueil (Fig. 4.7), qui contient les boutons de navigation à partir desquels nous pouvons sélectionner la vue à visualiser.

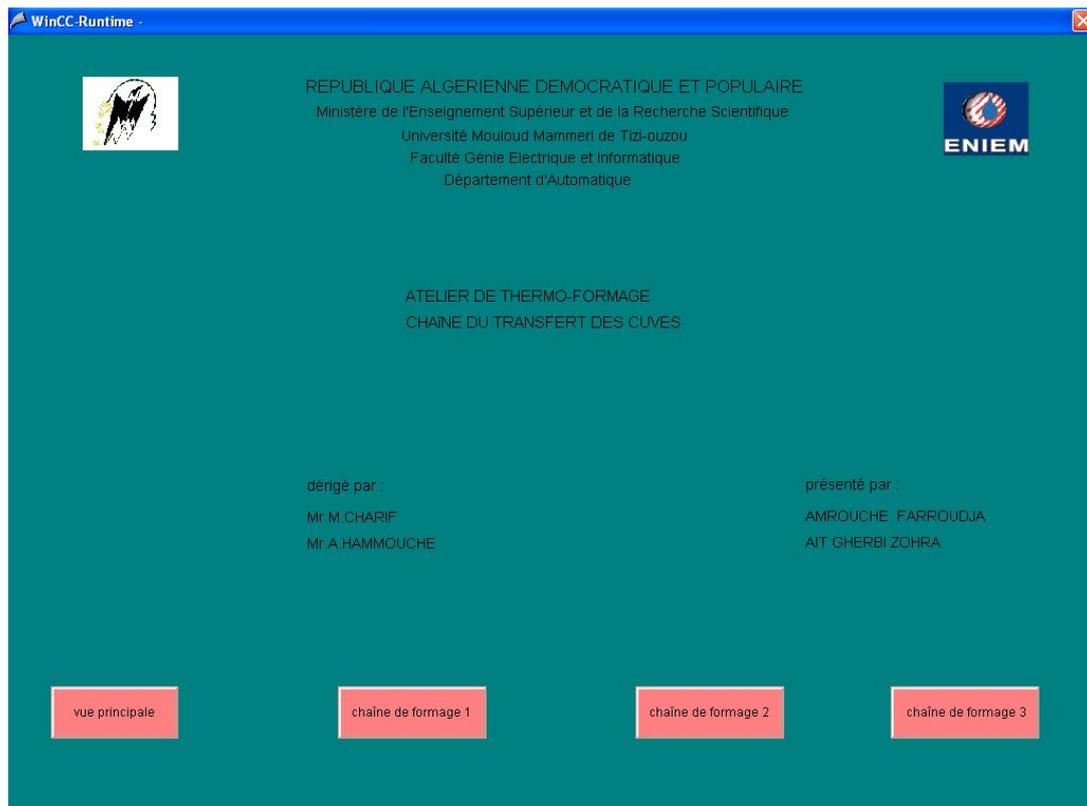


Fig. 4.7. Vue d'accueil.

Après avoir créer la vue d'accueil, nous ferons de même pour les autres vues qui présentent notre système :

- vue principale.
- chaîne de formage 1.
- chaîne de formage 2.
- chaîne de formage3.

Dans chaque vue, nous devons configurer les boutons qui serviront à basculer de la vue d'accueil vers les autres vues, aussi de ces autres vues vers la vue d'accueil (Fig. 4.8, Fig. 4.9, Fig. 4.10, Fig. 4.11).

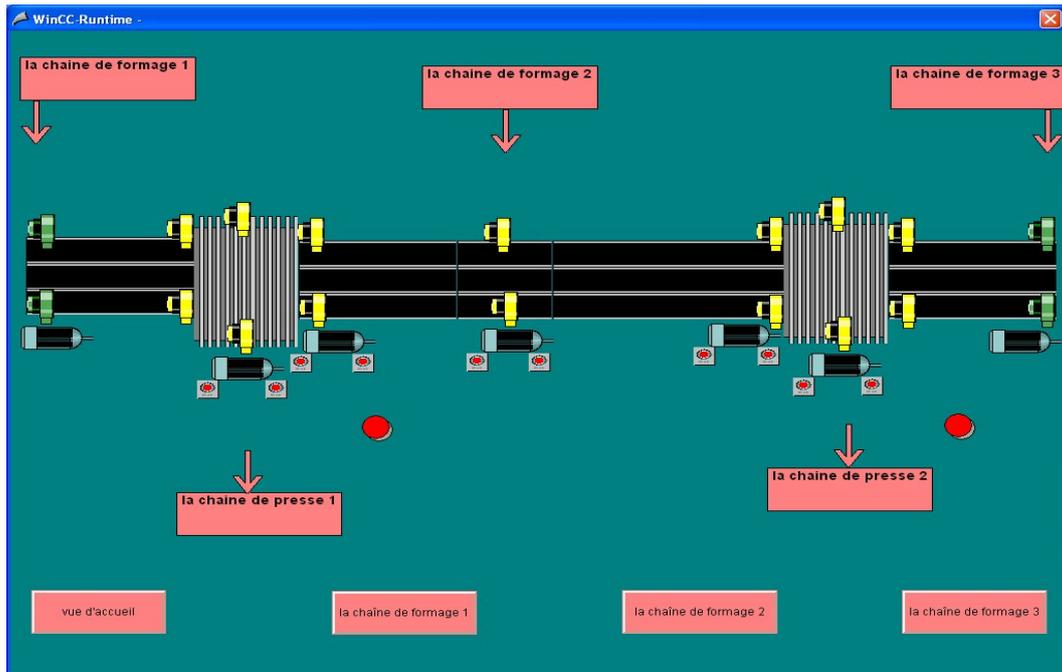


Fig. 4.8. La vue principale.

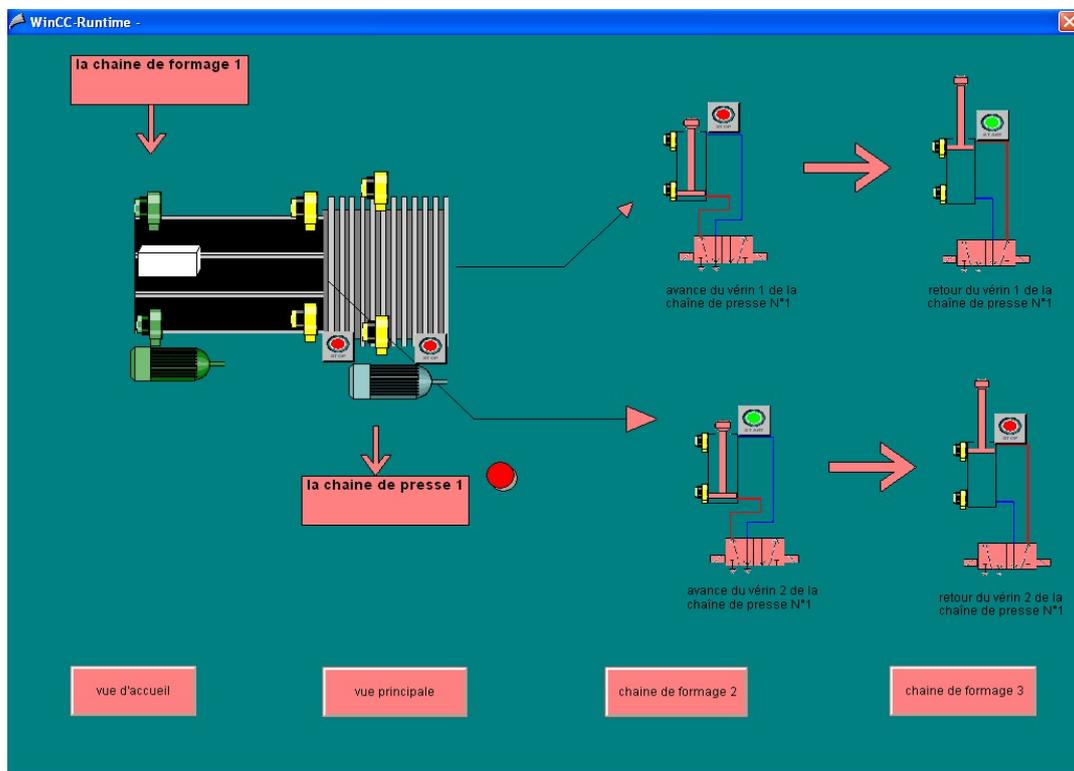


Fig. 4.9. Vue de la chaîne de formage 1.

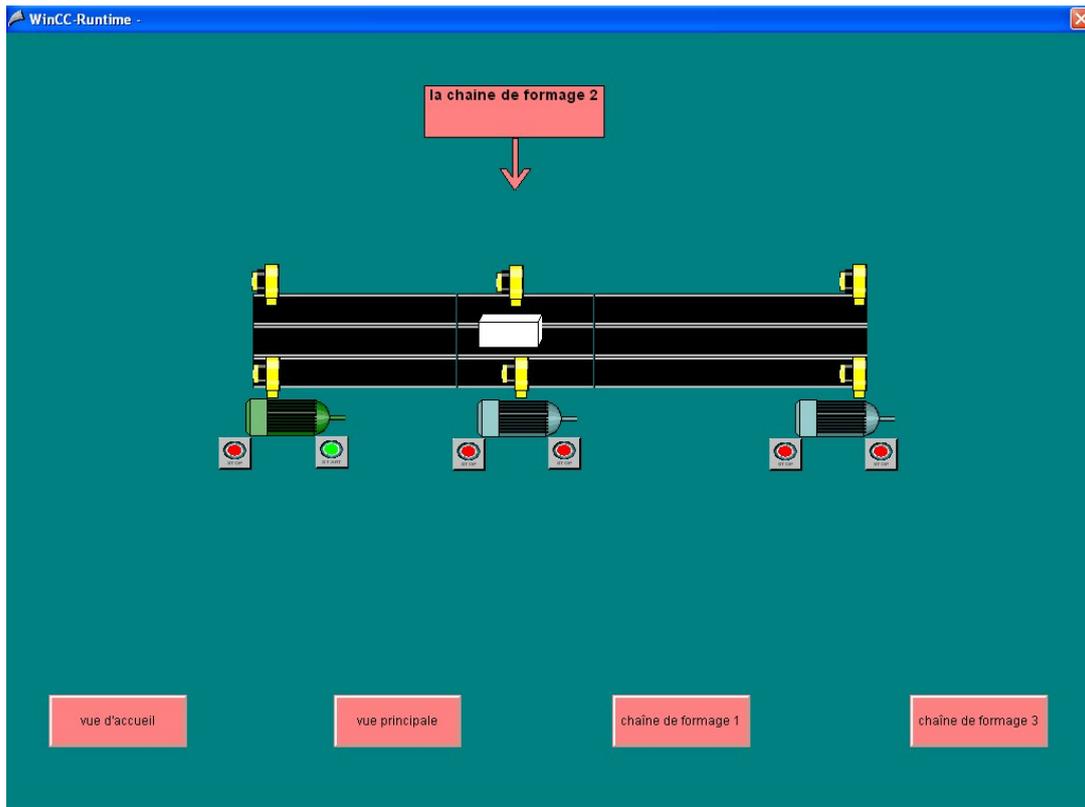


Fig. 4.10. Vue de la chaîne de formage 2.

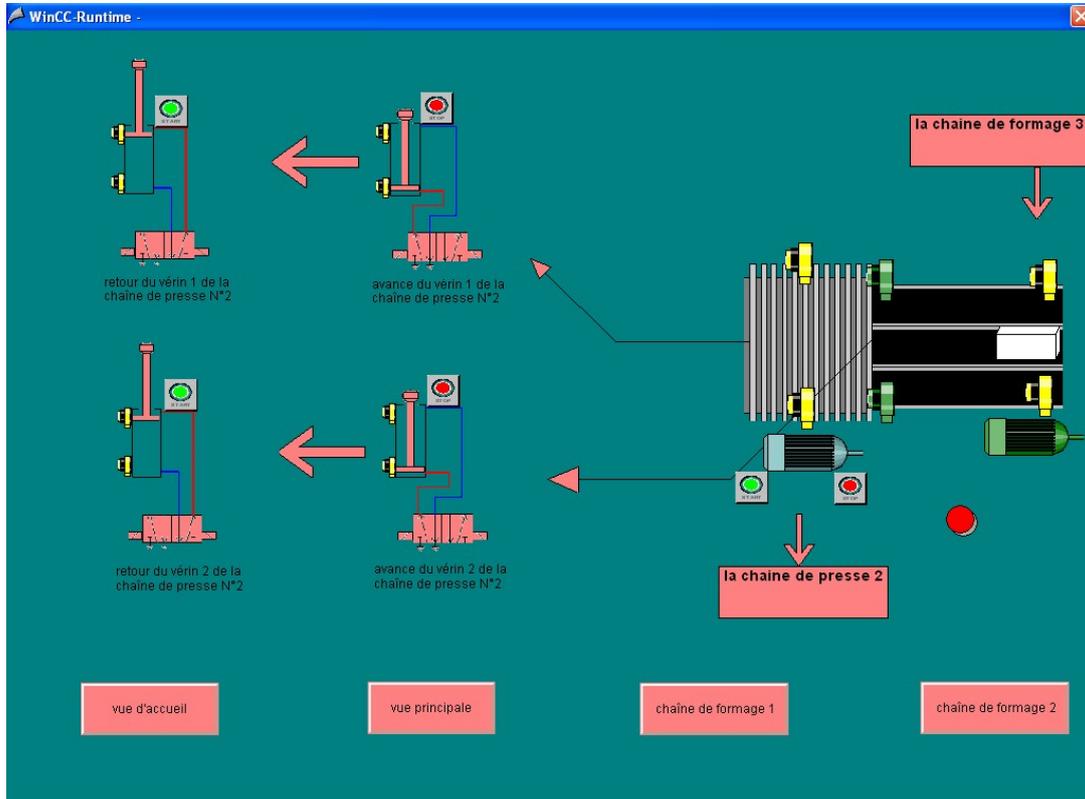


Fig. 4.11. Vue de la chaîne de formage 3.

Une fois les vues réalisées et la configuration des boutons de navigation effectuées, on passera à la dynamisation des objets en leur affectant les variables correspondantes selon les étapes suivantes :

- ✓ paramétrer les propriétés de WinnCC runtime ;
- ✓ activer les vues dans le WinCC runtime ;
- ✓ utiliser le simulateur pour tester les vues du procédé.

4.8. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons décrit la supervision du transporteur de transfert des cuves de réfrigérateur à l'ENIEM. Nous avons montré sa place dans l'industrie, d'une façon précise, Nous avons élaboré sous le logiciel Win CC les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en fonction du temps où notre solution de supervision est composée d'une vue d'accueil et d'une vue principale et de trois vues de process ou chaque vue est équipée de boutons de navigation afin de basculer rapidement entre les vues.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de projet de fin d'études, nous a permis d'apporter une solution appréciable pour le remplacement de l'ancien automate (PMC-2S), par le nouveau automate (S7-300).

L'utilisation de GRAFCET comme outil de modélisation et méthode d'analyse et de synthèse fiable, robuste et simple qui nous a aidé au passage pour la programmation en langage STEP7 et l'élaboration d'une solution programmable à cet chaîne de transfert.

Le problème majeur rencontré pour l'accomplissement de ce projet est bien le manque de documentation industrielle.

Pour assurer le bon fonctionnement du programme nous avons effectué la simulation avec le logiciel de simulation des modules physique **S7-PLCSIM** qui existe au niveau de labo régulation industriel au département automatique, et de suivre en temps réel l'évolution du système grâce au logiciel de supervision WinCC.

Toutefois nous souhaitons que ce modeste travail sera d'une utilité aussi minime qu'elle soit et pourra contribuer d'une manière ou d'une autre à apporter un petit plus aux étudiants qui auront à venir utiliser l'automate S7-300 de SIEMENS et son langage de programmation STEP 7.

Bibliographie

- [1] Documentation technique de l'ENIEM :
Description et origine N° de document : 03-01-000-CD-E06.
Mode opératoire N° de code de document : 03-02-000-CD-F00.
- [2] S.Moréno et E .Peulot, « Le GRAFCET conception- implantation dans les automates programmables industriels ».
- [3] D.Blin, J.Danic, R.Le Garrec, F.Trolez, J.C.Séité ,« Automatique et informatique industrielle ». Edition Casteilla, Année 1999.
- [4] J.M.Bleux, J.L.Fanchon, « Automatismes industriels ».
- [5] Ararby Abdelhamid, Ait ben youcef Chabha, « Automatisation par API d'une machine pour l'obtention des périmètres de grilles de four à l'ENIEM », mémoire de fin d'étude en automatique .Promotion 2007.
- [6] Ayad Massinissa, Agouninessouk chérif, « Conception d'une solution programmable d'une production laitière », mémoire de fin d'étude en Automatique. Promotion 2006.
- [7] Logiciel STEP7 version 5.4.
- [8] SIMATIC Manuel Collection.
- [9] Le logiciel de simulation PLCSIM 5.4.
- [10] Documentation SIMATIC Manager en français.
- [11] Documentation fournis avec le logiciel de supervision WinCC.
- [12] www.eniem.com.dz.