

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

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

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Génie électrique**

Spécialité : **Automatique et informatique industrielles**

Thème

***Modélisation et automatisation par un API
S7_300 d'un convoyeur de transfert des
armoires frigorifiques***

Présenté par :
ABBAS Boussad

Mémoire soutenu publiquement le 27/09/2017. Devant le jury composé de :

Mm YOUSFI Safia.
MAA UMMTO, Présidente

Mm NAIT ABDESSELAM Aldja
MAA, UMMTO, Promotrice

Mr. FEROUK
ENIEM, Co-Encadreur

Mm KHERRAZ
MCB, UMMTO, Examineur

Mm CHEBBALAH
MAA, UMMTO, Examineur

Promotion 2017

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents.

A mon frère Chafik

A ma petite sœur LIZA

A tous mes amis. Tarik, Marzouk, Moussa

Daoud, Karima, Halim, Juba

A tous ceux qui ont su croire en moi.

A tous ceux qui me sont chers.

Boussad

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et de la chaîne de production.	
I.1. Introduction	3
I.2. Historique de l'ENIEM	3
I.2.1 Position	4
I.3. Organisation général	5
I.4. Présentation et organisation de l'unité de froid	7
I.5. La chaîne de production.	08
I.5.1. description de la chaine de production	09
I.5.1.1.. La partie opérative (PO)	09
I.5.1.2. La partie commande (PC)	09
I.5.2. Constitution de la partie opérative de la chaîne de production	10
I.5.2.1. Structure mécanique.....	10
I.5.2.2. Prés-actionneur	10
I.5.2.2.1. Electrovanne.....	10
I.5.2.2.2. Distributeur.....	11
I.5.2.2.3. Contacteur	11
I.5.2.3. Actionneur.....	12
I.5.2.3.1. Vérin.....	12
I.5.2.3.1.1. L'amortissement pneumatique réglable (AP)	13
I.5.2.3.1.2. Réglage de la vitesse des vérins	14
I.5.2.2.1.3. Vérin double effet.....	14
I.5.2.3.2. Moteur asynchrone à freinage et découplage magnétique	15
I.5.2.3.2.1. Partie commande du moteur.....	15
I.5.2.3.2.2. Partie puissance du moteur.....	15

I.5.2.3.2.3. Electrofrein.....	16
I.5.2.3.2.4. Le couplage et découplage magnétique	17
I.5.2.3.3. Capteurs.....	17
I.5.2.3.3.1. Capteur de position à action mécanique.....	17
I.5.2.3.3.2. Capteur photoélectrique (type barrage).....	18
I.5.2.3.3.3. Capteur de présence avec contact.....	18
I.5.3. Partie commande de la chaîne de production.....	19
I.5.3.1. Fonctionnement de la machine	19
I.5.4. cahier des charges	19
I.6. Conclusion.....	19

Chapitre II : les systèmes automatisé et les outils de modélisation

II.1. Introduction.....	20
II.2. Généralités sur les systèmes automatisés	20
II.2.1. Définition de systèmes automatisés	20
II. 2.2. Automate programmable industriel	20
II. 2.2.1. Structure général des automates programmables industriels	21
II.2.2.2. Architecture des automates Programmables Industriels 3.2.2. Distributeur .	22
II.3. L'outil de modélisation GRAFCET	23
II.3.1. Introduction	23
II.4. Généralité sur le GRAFCET	23
II.4.1. Définition d'un GRAFcet	23
II.4.2. Aspect structurel du GRAFCET	24
II.4.2.1. L'étape et action	24
II.4.2.2. Etape initiale	25
II.4.2.3. Transition, réceptivité et liaison	25

II.4.3.Règles d'évolution du GRAFCET	26
II.5. Règles de construction d'un grafcet	27
II.5.1. Convergence et Divergence en ET	28
II.5.2.convergence et Divergence en Ou	28
II.5.3. Saut d'étapes et reprise de séquence	29
II.5.4. Structuration des grafquets partiels	30
II.6. Niveau d'un grafcet	31
II.7. conclusion	31

Chapitre III : Modification et modélisation de la nouvelle chaîne.

III.1. Introduction	32
III.2. Conception de la nouvelle chaîne de production	32
III.2.1. Les éléments ajoutés	34
III.3. Nouveau Cahier des charges	37
III.4. Modélisation de la chaîne	38
III.4.1.Acheminement des armoires	39
III.4.2. Transfert des armoires	40
III.4.3. Evacuation des armoires.....	42
III.5 Réalisation du GRAFCET de niveau 2.....	45
III.5.1. Description littérale de la technologie du système	45
III.5.1.1. Acheminement des armoires	45
III.5.1.2. Positionnement des armoires	45
III.5.1.3. Descente du bloc porte venteuse	46
III.5.1.4.Aspiration et soulèvement des armoires.....	46
III.5.1.5. Translation et rotation de l'armoire	47

III.5.1.6.Evacuation des armoires	48
III.7. Liste des capteurs, et actionneurs	49
III.7.1.Actionneurs.....	49
III.7.2. Pré actionneurs	49
III.7.3 Capteurs	50
III.8. Grafcet niveau2	51
III.9. Conclusion	55

Chapitre IV : Simulation de programme avec s7-PLCSIM

IV.1. Introduction	56
IV.2. Critère de choix de l'automate programmable industriel.....	56
IV.3. Définition de l'automate S7-300	57
IV.4. Modularité du S7-300.....	58
IV.5. Commutateur de modes.....	59
IV.6. Périphérique de communication.....	59
IV.7. Programmation avec le SIMATIC STEP7	60
IV.8. Structure de notre programme.....	61
IV.9. Exemple d'une partie de notre programme	63
IV.10. Table des mnémoniques	65
IV.11. Validation du programme de conduite	66
IV.12. Exemple de simulation de notre programme.....	67
IV.13. Conclusion	69

Chapitre V : Développement de la plateforme de supervision

V.1. Introduction	71
V.2. Généralités sur la supervision	71
V.2.1. Définition de la supervision	71
V.3. Constitution d'un système de supervision	71

V.3.1. Module de visualisation.....	72
V.3.2. Module d'archivage.....	72
V.3.3. Module de traitement.....	72
V.3.4. Module de communication.....	72
V.4. Apport de la supervision.....	72
V.5. Logiciel de supervision WinCC.....	73
V.6. Positionnement dans l'environnement IHM.....	74
V.7. Différents niveaux de performance.....	74
V.7.1. Avantage de la supervision.....	75
V.7.2. Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE 2008.....	76
V.7.2.1. Avantage de WinCC flexible 2008.....	76
V.7.2.2. WinCC et SIMATIC STEP 7.....	77
V.7.2.3. Création d'un projet sous WinCC flexible 2008.....	77
V.7.3. Communication entre le PC de supervision et l'automate.....	79
V.8. Développement d'un système de supervision sous WinCC Flexible 2008.....	79
V.8.1. Réalisation des vues de contrôle et de supervision de système.....	79
V.9. Conclusion.....	80

Conclusion général

Bibliographie

Introduction général

Devant la compétitive sans cesse croissante et de plus « dure » demandée aux industries, qu'elles soient mécanique de transformation de produits ou de grande consommation les industries doivent garder leurs outils de production performante et fiable.

Dans ce domaine, l'automatisation tient une place très importante aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants que forment les systèmes automatisés de production « *SAP* ».

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, microcontrôleur, etc.), grâce à des hautes performances, sa puissance de communication et des grandes capacités de mémoire et son aptitude à la supervision.

Dès sa création, l'ENIEM (Entreprise National des Industries de l'Electroménager) N'a cessé de chercher à automatiser des 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 automatisés. C'est dans la même année qu'elle s'est équipée d'une nouvelle installation automatique, pilotée par SIEMENS. L'une des unités concernée par l'automatisation est l'unité de froid dont le rôle est la fabrication des réfrigérateurs.

L'objectif visé a apporté une solution et automatiser à nouveau la chaîne de transfert des réfrigérateurs, après avoir apporté certaines modifications de fonctionnement, jugées indispensables, pour minimiser les pannes, les risques, de simplifier le fonctionnement, et d'éviter certains blocages fréquents comme le blocage et l'arrêt du moteur rotatif de la plateforme qui transfère les armoires du tapis 1 au tapis 2. Son système de commande est assuré par des cartes électroniques qui représentent plusieurs inconvénients à savoir la vieillesse d'un tel système de commande, la non disponibilité des cartes de rechange sur le marché, et la complexité d'avoir une précision dans le travail pour une qualité recherchée dans l'industrie moderne.

Dans ce contexte, le sujet qui a été proposé par responsable du département technique de l'unité froid de L'ENIEM, consiste automatiser et porté une solution et des nouvelles modifications a cette chaine,

Cette solution consiste a, implanté une ventouse verticale et un moteur rotatif, et un vérin horizontale, qui transfert les réfrigérateurs du convoyeur d'alimentation vers le convoyeur d'évacuation, et les faire tourner à fin de les positionner correctement, et sans problèmes, pour la machine en aval, et tout commander à l'aide de Logiciel Step7

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

Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise ENIEM, tout en donnant un aperçu sur l'organisation de l'unité de Froid, et la description et l'étude du fonctionnement de la chaîne de production

Dans le deuxième chapitre, on s'intéresse aux généralités sur les systèmes automatisés, les Automates Programmable industriels, et le Grafcet qui est un outil très puissant, qui permet la modélisation des systèmes de production.

Ensuite on présentera dans le troisième chapitre, les différentes modifications apportées sur la chaîne, et la modélisation de l'automatisme, en utilisant l'outil GRAFCET (graphe fonctionnel de commande étapes transitions), respectant le nouveau cahier des charges.

Le quatrième chapitre a pour objectif, la simulation de programme avec S7-PLCSIM et le cinquième chapitre est consacrée au développement de la plateforme de supervision.

En fin nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de
l'organisme d'accueil et
de la chaîne de
production.

I.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'équipement.

I.2. Historique de l'ENIEM

ENIEM est le leader de l'électroménager en Algérie, elle est spécialisée dans la fabrication et le développement d'appareil d'électroménager. Elle assure également la commercialisation et le service après-vente de ses appareils. Elle est la première entreprise algérienne à être certifiées aux normes *ISO 9002 en 1998* et *ISO 9001/ 2000* en 2003 et renouvelée en 2006. [1].

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 sanitaire

Les unités de production de l'entreprise sont implantées dans la zone industrielle Aissat-Idir de Oued -Aissi à 7 Km de chef-lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU. Son siège social est à TIZI- OUZOU. L'ENIEM est une entreprise publique économique, société par action (SPA) au capital social de 2 et un effectif total de 2 900 travailleurs, constituer le 2 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise *SONELEC*.

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, 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 SONALEC (Société Nationale de Fabrication et de Montage de matériels 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 des congélateurs avec partenaire japonais « MITSUBTOSHIBA »
- **La période 1989/1991 :** Mise en place de la nouvelle chaîne de production des cuisinières avec la 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.
- **La période 1996/2005 :** Depuis 1996 l'entreprise s'est organisée en unités et filiale l'unité lampe de Mohamadia.

I.2.1. Position

ENIEM est leader de l'Electroménager 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 :

- Les appareils ménagers domestiques ;
- Les appareils de collectivités ;
- Les lampes d'éclairage ;
- Les produits sanitaires.

La position actuelle de l'ENIEM sur le marché national est estimée à : **(tableau 1)**

Tableau 1 : Parts de marché de l'ENIEM

Appareils	Part de marché
Réfrigérateurs	65%
Cuisinières	25%
Climatiseurs	10%

Il ressort de la structure du chiffre d'affaires que la vente d'appareils électroménagers pour l'année 2009, pour laquelle le chiffre d'affaire était évalué à 5,6 milliards de DA, est répartie entre les différents produits comme suit :

Tableau 2 : Répartition du chiffre d'affaires de l'ENIEM (2009)

Appareils	Part de marché
Réfrigérateurs	48%
Cuisinières	23%
Climatiseurs	12%
Chauffe-bains	7%
Machines à laver	6%

Remarque :

Le reste du chiffre d'affaires (4%) provient de la commercialisation d'autres produits du froid, tels que les appareils de conservation et les armoires vitrées. [1]

I.3. Organisation général

Actuellement l'ENIEM est constitué : (voir la figure I.1)

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

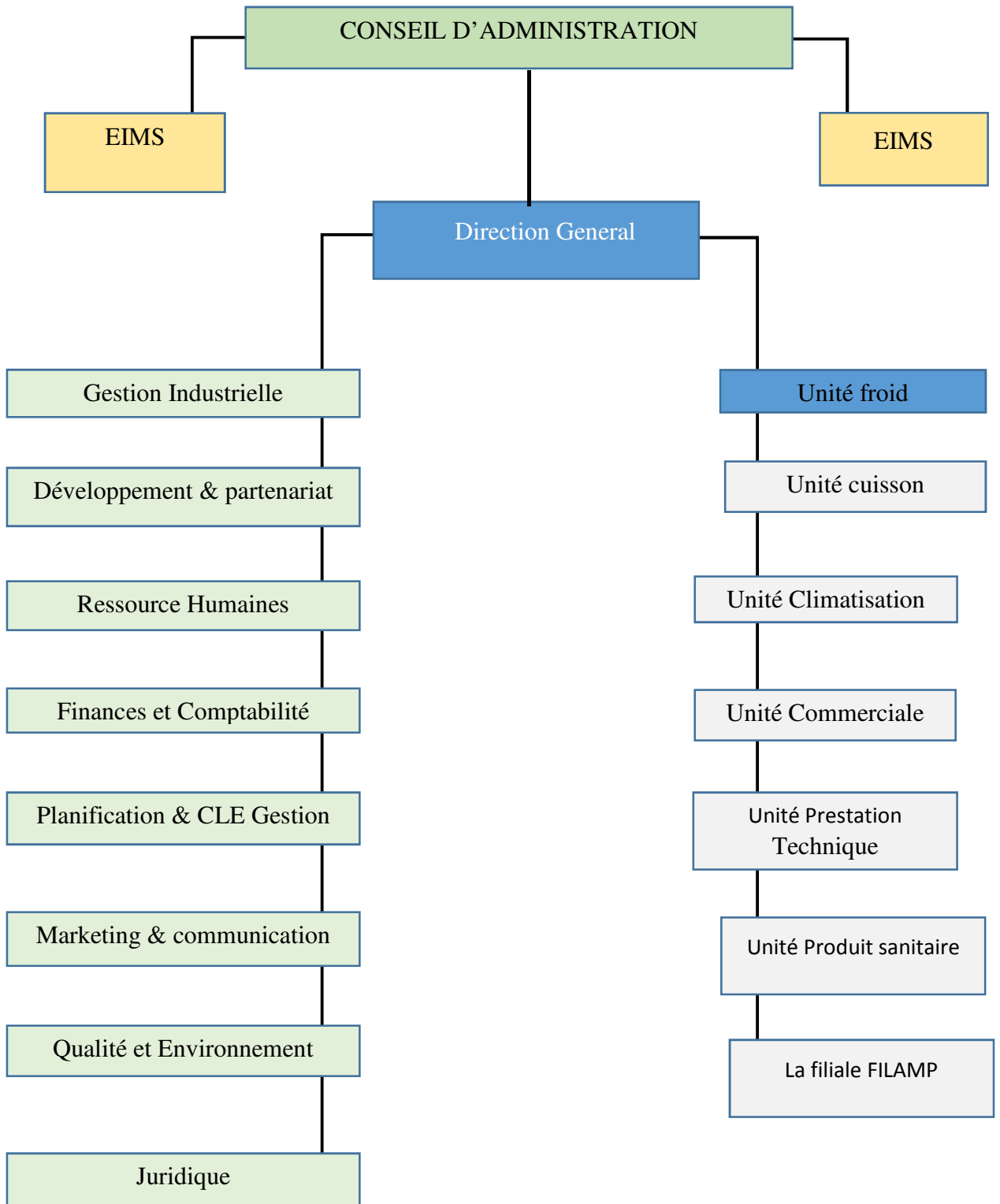


Figure 1.1 : L'organigramme de L'ENIEM

I.4. Présentation et organisation de l'unité de froid

C'est l'une des unités de production du complexe AEM de Tizi Ouzou, elle est composée de trois lignes de production :

- Une ligne de réfrigérateurs petits modèles ;
- Une ligne de réfrigérateurs grands modèles ;
- Une ligne congélateurs bahut et de réfrigérateurs de 520 litres.

Sa mission principale est de fabriquer, assembler et développer les produits de froid domestique.

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

I.4.1. Les départements de l'unité de froid

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

I.4.2. Les services de l'unité de froid

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

I.5. La chaîne de production.

Le système à étudier représente une chaîne de production des réfrigérateurs. Il consiste à transférer les réfrigérateurs du convoyeur d'alimentation vers le convoyeur d'évacuation et les faire tourner à fin de les positionner correctement et sans problèmes pour la machine en aval. Cette chaîne de production occupe une place très importante dans la chaîne du montage des réfrigérateurs. La Figure I.1 donne le schéma synoptique de la chaîne.

Dans ce chapitre, nous décrivons le fonctionnement de la chaîne de production et ces différentes parties.

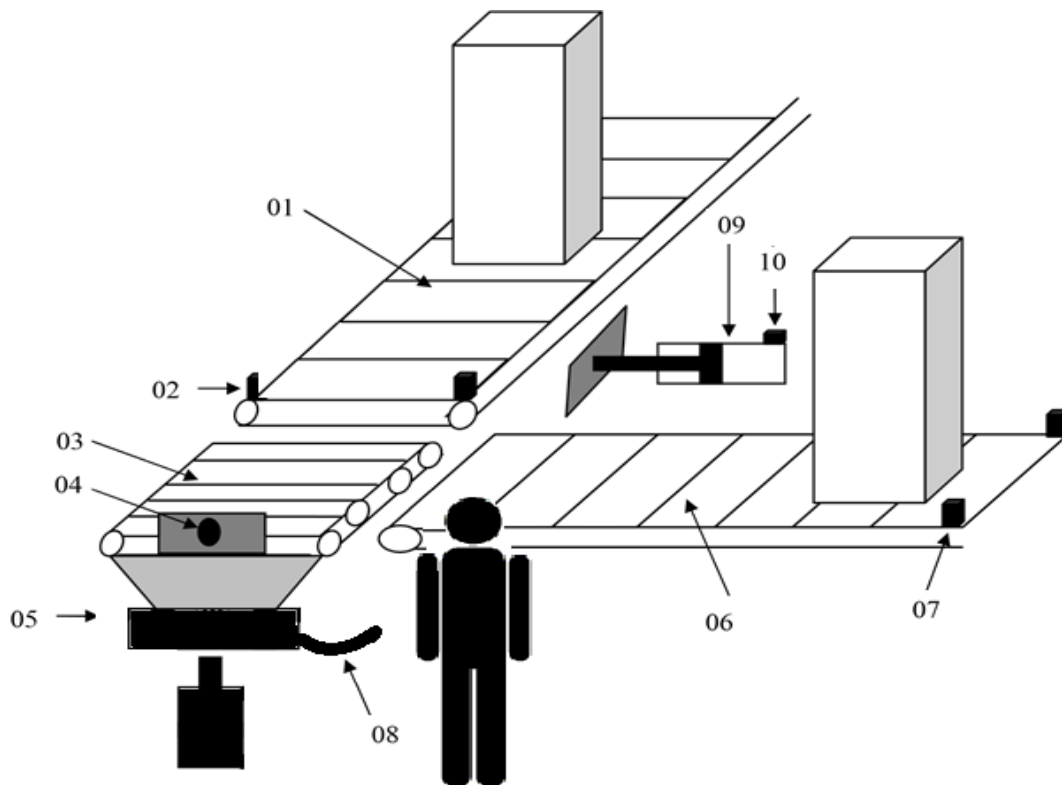


Figure I .2 : Schéma synoptique de la chaîne de production des réfrigérateurs.

Cette chaîne de production est constituée de plusieurs éléments qu'on peut définir comme suit :

- 01 : Convoyeur d'alimentation,
- 02 : Capteur photoélectrique de positionnement (émetteur + récepteur),
- 03 : Table rotatif,
- 04 : Capteur de présence avec contact,
- 05 : support rotatif.

06 : Convoyeur d'évacuation.

07 : Capteur photoélectrique de surcharge (émetteur + récepteur),

08 : bras manuel de rotation

09 : Vérin double effet de positionnement

10 : Capteur fin de course (limite de recule),

I.5.1. description de la chaîne de production

La chaîne est composée de différents modules comme illustré dans la figure I.2

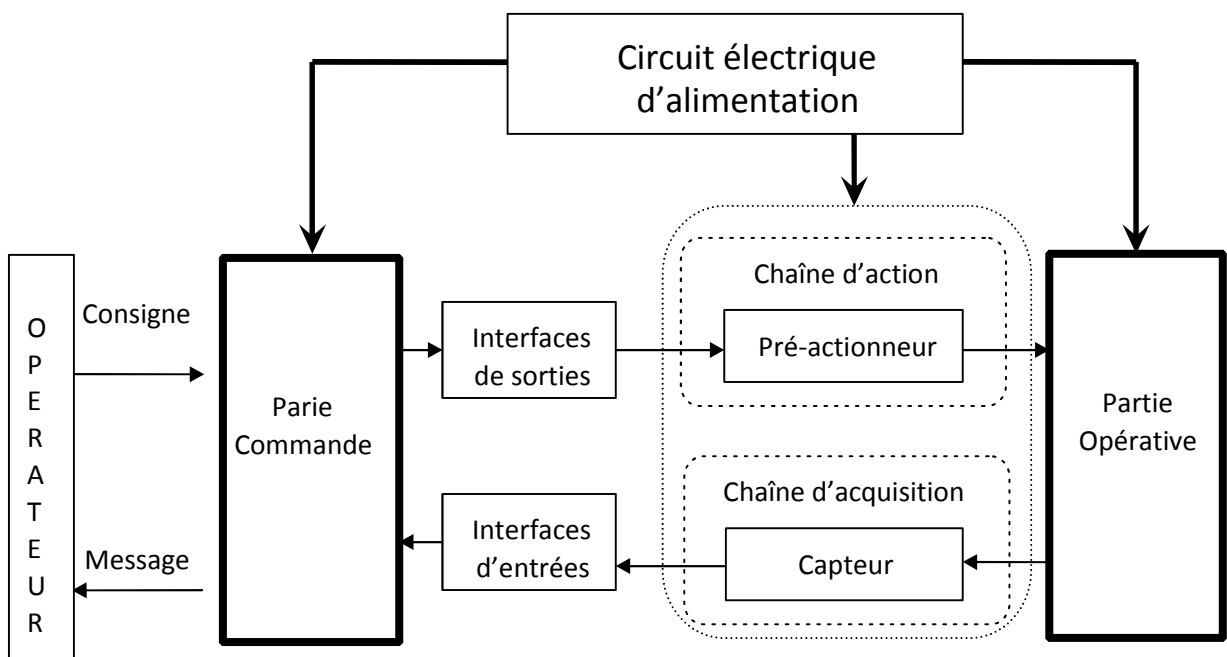


Figure I.3 : Modules composants la chaîne.

I.5.1.1. La partie opérative (PO)

C'est la partie puissance, celle qui opère et agit, elle regroupe l'ensemble des actionneurs, des pré-actionneurs, de la structure mécanique, des capteurs et du circuit pneumatique. Elle consomme de l'énergie.

I.5.1.2. La partie commande (PC)

C'est la partie qui commande la partie opérative, elle est constituée de l'armoire de commande. Elle transmet les ordres aux actionneurs à partir d'une programmation chronologique d'informations délivrés par les capteurs et de consignes données par l'opérateur. Elle reçoit des informations des capteurs sous formes de signaux électriques adaptés.

- **Les interfaces d'entrées/sorties**

Une interface (I), souvent intégrée à la partie commande, qui assure le dialogue entre celle-ci et la partie opérative.

- **Le circuit électrique d'alimentation**

En automatique, on s'intéresse à la partie commande, son élaboration, sa description et sa validation. Dans les milieux industriels, ces parties commande (systèmes séquentiels) se concrétisent le plus souvent par un automate programmable et/ou une armoire de commande.

I.5.2. Constitution de la partie opérative de la chaîne de production

I.5.2.1. Structure mécanique

Les éléments mécaniques constituant la machine sont décrits ci-après :

- **Tapis roulant**

C'est un convoyeur avec chaînes à écailles entraîné par un moteur asynchrone à freinage et découplage magnétique, son mouvement est enchaîné par des capteurs de contacts et photoélectriques.

- **Table rotatif**

C'est la table qui nous permet à pivoté (tournée), les cuves des réfrigérateurs dans ce cas il est manuelle.

Inconvénient : c'est l'opérateur qui effectue l'opération de pivotage de l'armoire manuellement qui l'expose à un risque et une perte de temps ...

I.5.2.2. Prés-actionneur

Un pré-actionneur est un composant de gestion de l'énergie de commande d'actionneur, il traduit un signal de commande en un signal de puissance, et distribue l'énergie utile aux actionneurs sur l'ordre de la partie commande. A toute action est associé un pré-actionneur indispensable pour son fonctionnement.

I.5.2.2.1. Electrovanne

C'est un pré-actionneur électropneumatique tout ou rien (TOR) permettant le passage d'air véhiculé dans le circuit pneumatique.

L'électrovanne est constituée principalement d'un corps de vanne où circule l'air. Elle est munie d'une bobine alimentée électriquement et 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 de l'air. La bobine doit être alimentée de façon continue pour maintenir le noyau attiré.

I.5.2.2.2. Distributeur

C'est un organe dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre la source d'air (pression) et les vérins ; ainsi il est inséré entre la source et les organes moteurs.

Il est caractérisé par :

- Le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5.
- Le nombre des modes de distribution ou position (case) : 2 ou 3.
- Le type de commande ou de pilotage assurant le changement de position : Simple pilotage avec rappel par ressort, ou double pilotage avec rappel au centre par ressort dans le cas des distributeurs à trois positions.
- La technologie de pilotage : Pneumatique ou électropneumatique.
- Dans chaque case ou position, les voies sont figurées par des flèches indiquant le sens de circulation d'air (figure I.4).

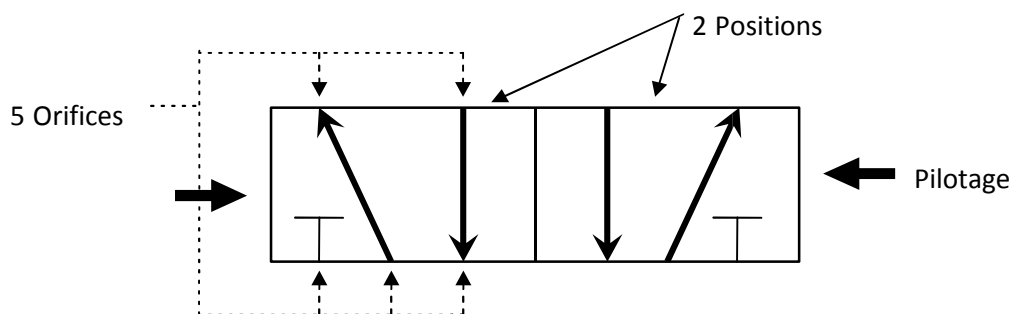


Figure I.4 : distributeur.

La commande du changement de position est obtenue par déplacement du tiroir ou des clapets qui sont les éléments mobiles essentiels des distributeurs.

Dans la chaîne de production étudiée, des distributeurs 5/2 sont utilisés.

I.5.2.2.3. Contacteur

Un contacteur est un relais de haute puissance comportant des contacts à double rupture pour s'assurer de pouvoir couper des tensions et des courants élevés. Les contacteurs sont utilisés pour commander de moyennes ou grandes charges électriques. Dès que l'on envisage de commander un moteur, on devrait utiliser un contacteur.

Il se compose d'une bobine qui est l'organe de commande, des contacts principaux et de contacts auxiliaires. Lorsque la bobine est alimentée en courant, l'armature est attirée et ferme les contacts. Lorsque la tension entre A1 et A2 (figure I.5) est supprimée les contacts reviennent à la position initiale par l'action d'un ressort de rappel.

Le contacteur protège des chutes de tensions et des coupures de courant. En cas de coupure de courant ou de tension, le contacteur s'ouvre et seule une commande volontaire permet de le refermer. Le contacteur protège aussi les récepteurs des surcharges : le contacteur associé à un dispositif de détection (relais thermique) est capable de supporter et d'interrompre des courants de surcharges.

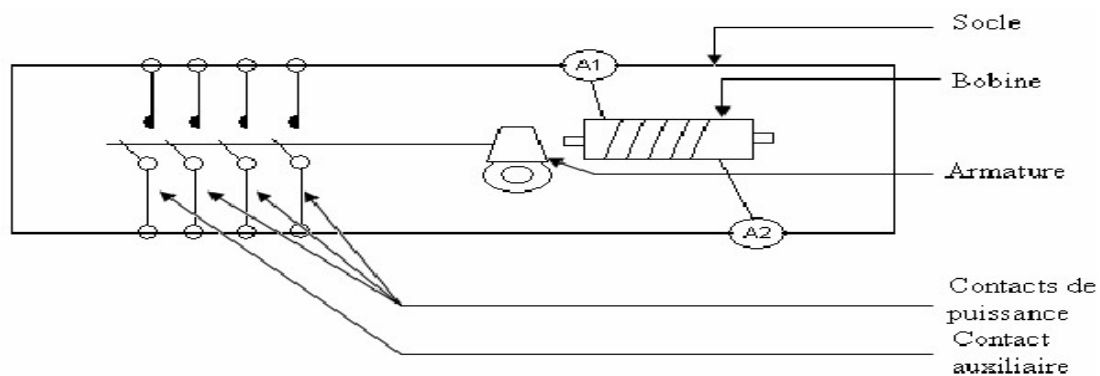


Figure I.5 : Contacteur.

I.5.2.3. Actionneur

Un actionneur est un objet technique qui convertit une énergie d'entrée disponible, sous une certaine forme non utilisable, directement en une énergie de sortie utilisable par les éléments agissant directement sur la matière d'œuvre.

Les actionneurs pneumatiques convertissent l'énergie de puissance pneumatique en énergie mécanique de translation (vérin), de rotation (moteur) ou d'aspiration (ventouse).

Leurs principales caractéristiques sont : la course, la force et la vitesse.

I.5.2.3.1. Vérin

C'est un actionneur linéaire qui transforme une énergie pneumatique ou hydraulique en un travail mécanique. Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre

est utilisé dans toutes les industries manufacturières. Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur telles que : soulever, pousser, tirer, plier, serrer...etc.

Le vérin est constitué d'un piston solidaire, de la tige qui peut se déplacer à l'intérieur du corps (cylindre) (figure I.6). Le cylindre est délimité par le nez et le fond dans lesquels sont aménagés les orifices d'alimentation en air comprimé. Les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé s'appellent les chambres. La tige de piston du vérin à double effet est mise en mouvement par l'alimentation en air comprimée d'un côté ou de l'autre du piston. Sur le piston du vérin se trouve un aimant permanent dont le champ magnétique permet d'actionner des capteurs de proximité (fin de course).

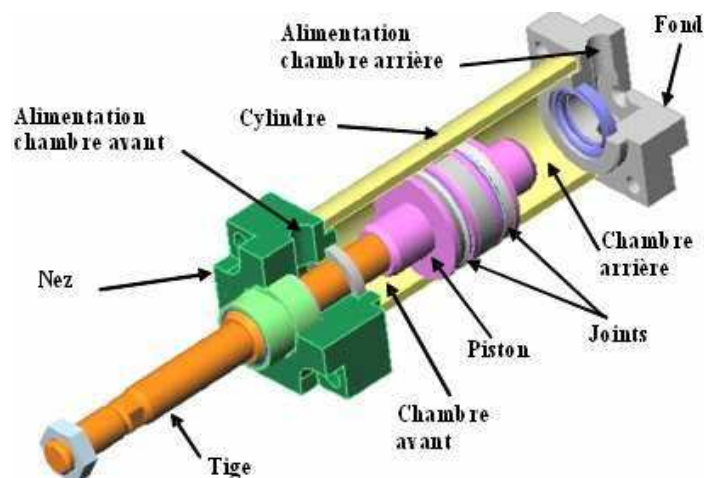


Figure I.6 : Vue en coupe d'un vérin.

I.5.2.3.1.1. L'amortissement pneumatique réglable (AP)

Certains vérins disposent d'amortisseurs afin d'obtenir un ralentissement en fin de mouvement de façon à éviter un choc du piston sur le nez ou le fond du vérin.

Un amortissement aux deux fins de course évite que le piston ne percute le corps du vérin.

L'amortissement en fin de course est réglable au moyen de deux vis (figure I.7).

L'amortissement est réalisé par le travail de la force d'une contre-pression s'appliquant sur le côté du piston situé à l'échappement. Il est intégré au vérin et est réglable.

En fin de mouvement, le piston emprisonne un volume d'air qui doit s'échapper par un trou calibré réglable. La pression augmente donc et provoque ainsi le ralentissement du piston (figure I.7).

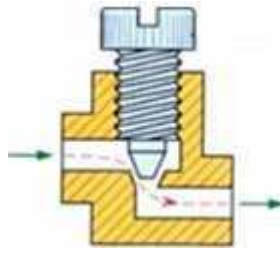


Figure I.7 : Principe de réglage de débit (amortissement).

I.5.2.3.1.2. Réglage de la vitesse des vérins

Le réglage des cadences de fonctionnement nécessite un dispositif de réglage de la vitesse des vérins (figure I.8). Le dispositif le plus utilisé consiste à limiter le débit d'échappement. On utilise des réducteurs de débits unidirectionnels (RDU). Monté directement sur le corps des vérins, ces dispositifs sont simples d'utilisation. La plupart du temps les réducteurs de débits sont montés de manière à limiter le débit de l'échappement et non de l'admission

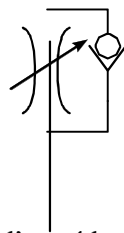


Figure I.8. : Symbole d'un réducteur de débit réglable

I.5.2.2.1.3. Vérin double effet

Le vérin double effet (figure I.9) est un composant bistable (stable dans deux positions). Ce type de vérin peut produire un effort significatif dans les deux sens, le rappel de la tige est obtenu par inversion de l'alimentation des deux chambres. On l'utilise quand on a besoin d'un effort important dans les deux sens de déplacement. L'air comprimé est admissible sur les deux faces du piston.

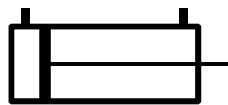


Figure I.9 : Vérin double effet.

I.5.2.3.2. Moteur asynchrone à freinage et découplage magnétique

Il existe un grand nombre de type de moteurs. Le moteur asynchrone équipe la majorité des machines-outils, monte charges, tapis roulants, compresseurs ...

Le moteur est composé de deux parties : partie commande et partie puissance.

I.5.2.3.2.1. Partie commande du moteur

Le moteur est relié au réseau par un certain nombre de dispositifs de sécurité et de commande, on trouve un sectionneur, un contacteur et un relais thermique (figure I.10).

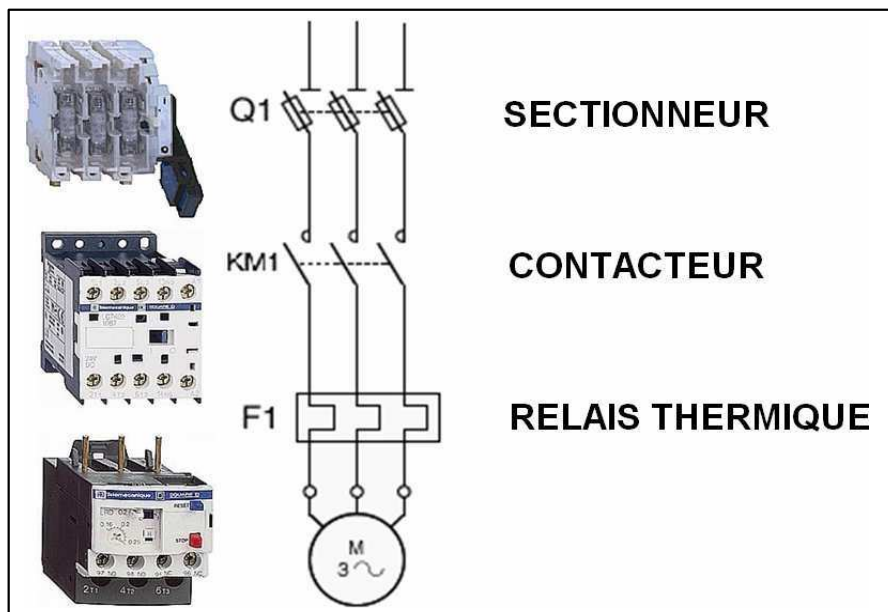


Figure I.10 : Commande du moteur.

✓ Sectionneur

Le sectionneur ou encore porte fusibles permet d'isoler le circuit pour effectuer des opérations de maintenance, de dépannage ou de modification sur les circuits électriques.

✓ Contacteur

Appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il est commandé par l'alimentation de la bobine KM1 (figure I.10).

✓ Relais thermique

Appareil de protection capable de protéger le moteur contre les surcharges, et élévation anormale du courant consommé par les récepteurs.

I.5.2.3.2.2. Partie puissance du moteur

Le moteur asynchrone est alimenté par une source d'alimentation alternative. Il est constitué essentiellement de trois parties : le rotor composé d'un circuit magnétique tournant au sein d'un circuit magnétique fixe avec trois enroulement, appelé stator, et d'une plaque à bornes pour l'alimentation et le couplage dont on dispose de deux branchements au réseau électrique triphasé : le montage en étoile (Y) et le montage en triangle (Δ).

Le moteur asynchrone à freinage et découplage magnétique est constitué de trois parties : le moteur, l'arbre de transmission et le système de freinage, ils sont liés par deux liaisons (accouplement) :

- Un accouplement magnétique entre côté plateau moteur et arbre de transmission,
- Un accouplement électrofrein entre arbre de transmission et côté frein.

I.5.2.3.2.3. Electrofrein

C'est un système constitué de bobines et de plaquettes de freinages. Les bobines électriques créent un champ magnétique tirant les plaquettes, le frein exerce alors un couple de freinage sur l'arbre permettant d'arrêter le convoyeur. (La figure I.11) donne le schéma synoptique d'un moteur équipé d'un électrofrein.

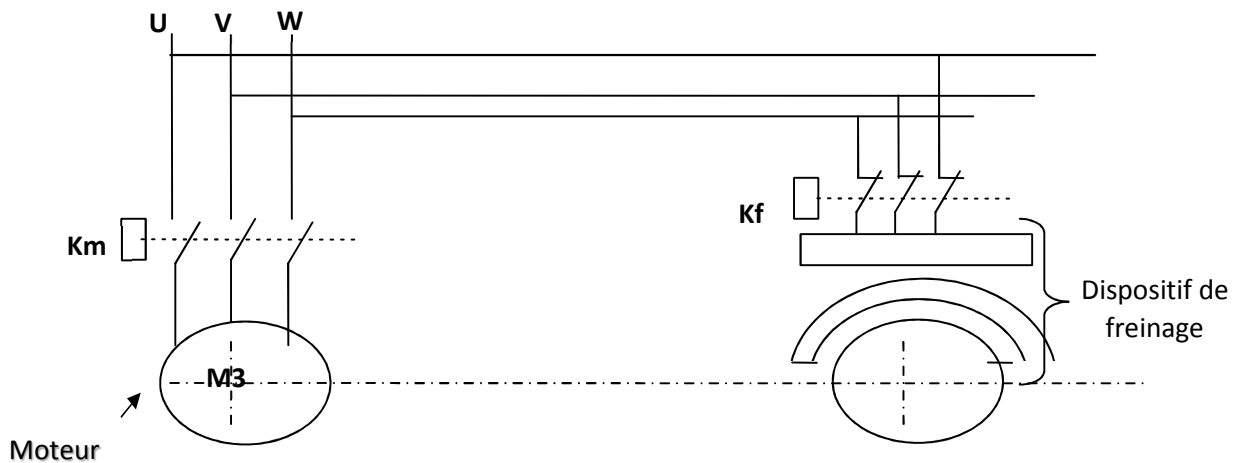


Figure I.11 : Schéma synoptique d'un moteur équipé

I.5.2.3.2.4. Le couplage et découplage magnétique

C'est un organe électromécanique, composé d'une bobine et d'un dispositif de découplage. Ce dispositif relie le moteur à l'arbre tournant. L'arbre est détaché du moteur lorsque l'électrofrein arrête l'arbre tout en gardant le moteur en marche. Il attache l'arbre au moteur lorsque le dispositif de freinage lâche l'arbre pour faire tourner l'arbre et le moteur en même temps.

Remarque : Ce type de moteur est utilisé pour éviter le couple et le courant de démarrage du moteur qui risquent de l'endommager.

I.5.2.3.3. Capteurs

Un capteur est un opérateur technique qui transforme une grandeur physique liée au fonctionnement de l'automatisme, en un signal électrique (exemple : ILS (interrupteur à lames souples), capteur fin de course, ...).

Un capteur prélève une information sur le comportement de la partie opérative et la transforme en une information exploitable par la partie commande. L'information délivrée par un capteur peut être logique (deux états 1 ou 0), numérique (valeur discrète) ou analogique (dans ce cas il faudrait adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique). [2]

Les capteurs peuvent être classés suivant les deux critères suivants :

- La grandeur mesurée : on parle alors de capteurs de position, de température, de vitesse, de force... etc.
- Le caractère de l'information délivrée : on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs Tout ou Rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

I.5.2.3.3.1. Capteur de position à action mécanique

Les interrupteurs de position sont constitués de trois éléments de base suivants (Figure I.12) :

- Un contact électrique (1),
- Un corps (2),
- Une tête de commande avec son dispositif d'attaque (3).



Figure I.12 : Capteur à contact.

La détection de présence est réalisée lorsque l'objet à détecter entre en contact avec la tête de commande au niveau de son dispositif d'attaque. Le mouvement engendré sur la tête d'attaque provoque la fermeture du contact électrique situé dans le corps du capteur. [2]

I.5.2.3.3.2. Capteur photoélectrique (type barrage)

Un détecteur photoélectrique de type barrage est composé essentiellement d'un émetteur de lumière, (diode électroluminescente DEL) associé à un récepteur sensible à la lumière reçue (phototransistor) placés l'un en face de l'autre (figure I.13).

Une diode électroluminescente émet de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant électrique. La présence d'un objet dans le champ du capteur coupe le faisceau lumineux et le récepteur délivre alors un signal.

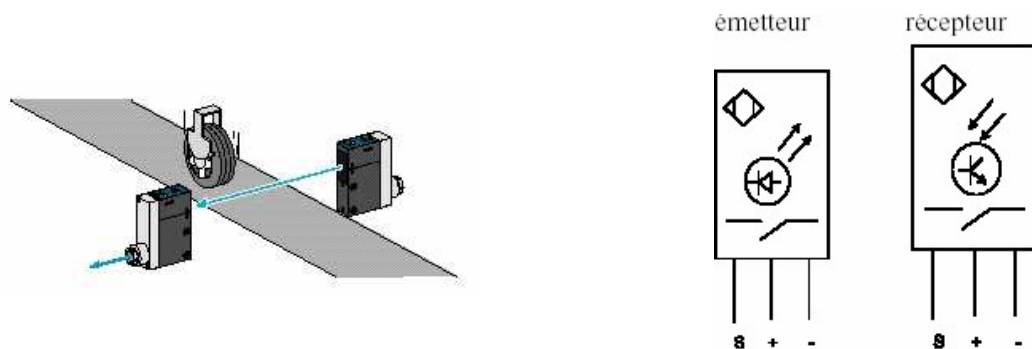


Figure I.13 : Capteur Photoélectrique type barrage.

I.5.2.3.3.3. Capteur de présence avec contact

Un capteur de présence avec contact est un capteur qui délivre un signal lors de son contact avec un objet.

I.5.3. Partie commande de la chaîne de production

I.5.3.1. Fonctionnement de la machine

Etat initial du système :

L'état initial du processus est :

- Le vérin de positionnement est complètement sorti,
- Les deux tapis roulant sont à l'arrêt.

- **Préparatifs**

- Mettre le processus sous tension,
- Appuie sur le bouton démarrage

I.5.4. cahier des charges

En appuyant sur le bouton poussoir « marche automatique » les deux moteurs entraînant les tapis roulant (1) et (6) démarrent et le cycle commence.

Le réfrigérateur arrive et actionne le capteur photoélectrique de positionnement (2) provoquant l'arrêt du premier tapis roulant (1) et la sortie de vérin de positionnement (9), afin de positionner le réfrigérateur.

Une fois que le réfrigérateur est positionné l'opérateur le fait glisser sur la table rotative (3).

Une fois que le réfrigérateur est sur la table l'opérateur fait tourner la table rotative manuellement grâce à un bras fixé ou soudée sur la table.

L'opérateur intervient pour la deuxième fois pour faire glisser le figurateur sur le tapis (6). Qui entraîne le réfrigérateur à l'évacuation.

Tout le système doit être arrêté en cas de surcharge des réfrigérateurs sur le tapis d'évacuation, ceci est signalé par le capteur photoélectrique (7).

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre on a représenté l'organisme d'accueil et toutes ses unités et la chaîne de transfert des réfrigérateurs, ses différents constituants et son fonctionnement. Cette chaîne de transfert présente certains problèmes liés à son fonctionnement actuel en particulier aux ventouses qui peuvent endommager le réfrigérateur.

Dans cette optique, des modifications de la chaîne peuvent être opérées pour éliminer les risques actuellement présents. Une proposition de modification fera l'objet du chapitre suivant..

Chapitre 2

Les systèmes automatisés et les outils de modélisation

II.1. Introduction

De nos jours, les entreprises sont soumis à de rudes épreuves de concurrence telle qu'il est impératif de proposer des produits de qualité en temps réduit, d'assurer la sécurité des installations et celle du personnel, entre autres contraintes auxquelles elles doivent faire face.

L'évolution remarquable en technologie cautionne l'évolution des méthodes de résolution des problèmes séquentiels, en utilisant moins de composants, une rapidité d'exécution en temps réel et un rendement optimal des appareils. Dans ce cadre, l'automate programmable industriel, en abrégé « API » est le constituant souhaité dans toute installation industrielle.

II.2. Généralités sur les systèmes automatisés

II.2.1. Définition de systèmes automatisés

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, organisés dans le but de produire des produits de qualité et ce pour un fiable cout avec minimum d'intervention humaines [4].

L'automatisation d'un procédé consiste un fonctionnement auparavant exécuté par des opérateurs humains ou, une logique câblée, dans un ensemble d'objets techniques appelé « partie commande ». Cette automatisation a pour but de répondre aux exigences quantitatives et qualitatives, pour que l'industrie puisse atteindre les objectifs suivants :

- Accroître la rentabilité et la compétitivité
- Améliorer la flexibilité de la production
- Améliorer les conditions du travail
- Augmenté la sécurité des ouvriers et biens a fabriqué

II.2.2. Automate programmable industriel

L'automate programmable industriel «API » est un dispositif électronique contrôle de processus de production, il génère des ordres vers les pré-actionneurs de la partie opérative à partir des données d'entrées (capteurs, détecteurs, sonde) et d'un programme d'application (partie commande), il est généralement relié à un pupitre (terminal, operateur de supervision de commande). [5]

II.2.2.1. Structure général des automates programmables industriels

L'automate programmable industriel comporte trois parties essentielles :

a. Partie opérative (PO)

La partie opérative est l'ensemble des moyens matériels opérant physiquement sur les matières d'œuvres en vue d'assurer la production, elle est composée des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs.

b. Partie commande (PC)

La partie commande est l'ensemble des moyens de traitement de l'information et communication permettant le pilotage des parties opératives du système automatisé. Elle est construite à partir de la technologie électrique et électronique, et associe les techniques programmées (issues de l'informatique) et câblées.

c. Partie relation (pupitre de dialogue)

Il regroupe les différents commandes (supervision) nécessaires au bon fonctionnement du procédé, et ce qui est appelé interface homme machine ou en abrégé IHM. [6]

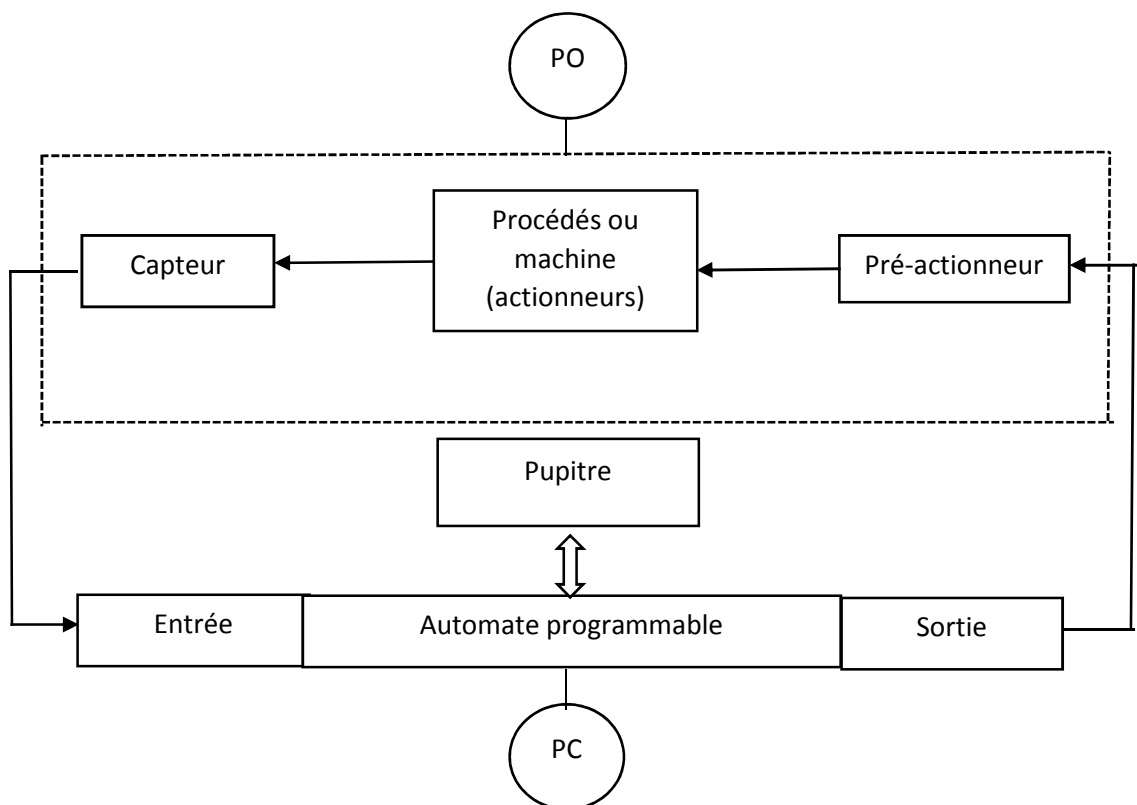


Figure II.1 : Schéma fonctionnel d'une installation automatisée

II.2.2.2. Architecture des automates Programmables Industriels

L'automate programmable industriel a une structure externe et une structure interne

a. Architecture externe d'un API

Il existe deux types d'architectures externe d'API, les compacts (non modulaire) et les modulaire

- **Les API compacts** : dans ce type d'API, la CPU, les modules d'entrées/sorties, alimentation, etc., sont intégrés dans un seul boîtier.
- **Les API modulaires** : ce type d'API se présente sous forme de modules indépendants enfichable sur un support appelé rack ou sur une extension et relier entre eux par un bus. Ces API sont constitués d'une alimentation, d'une CPU et des modules d'entrées/sorties, à ceux-ci peuvent s'ajouter des modules de communication et des modules de fonction qui se chargerons des fonction spéciales telles que la commande d'un moteur pas à pas, comptage rapide, régulation.

b. Architecture interne d'un API

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple, L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Cette structure comporte les parties principales suivantes :

- L'unité centrale
- Les modules d'entrées /sorties
- Le module d'alimentation
- Les modules de communication
- Les coupleurs

Ces parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble de fils autorisant le passage des informations entre les secteurs de l'automate). Ces parties sont représentées dans le schéma symbolique de la figure II.2.

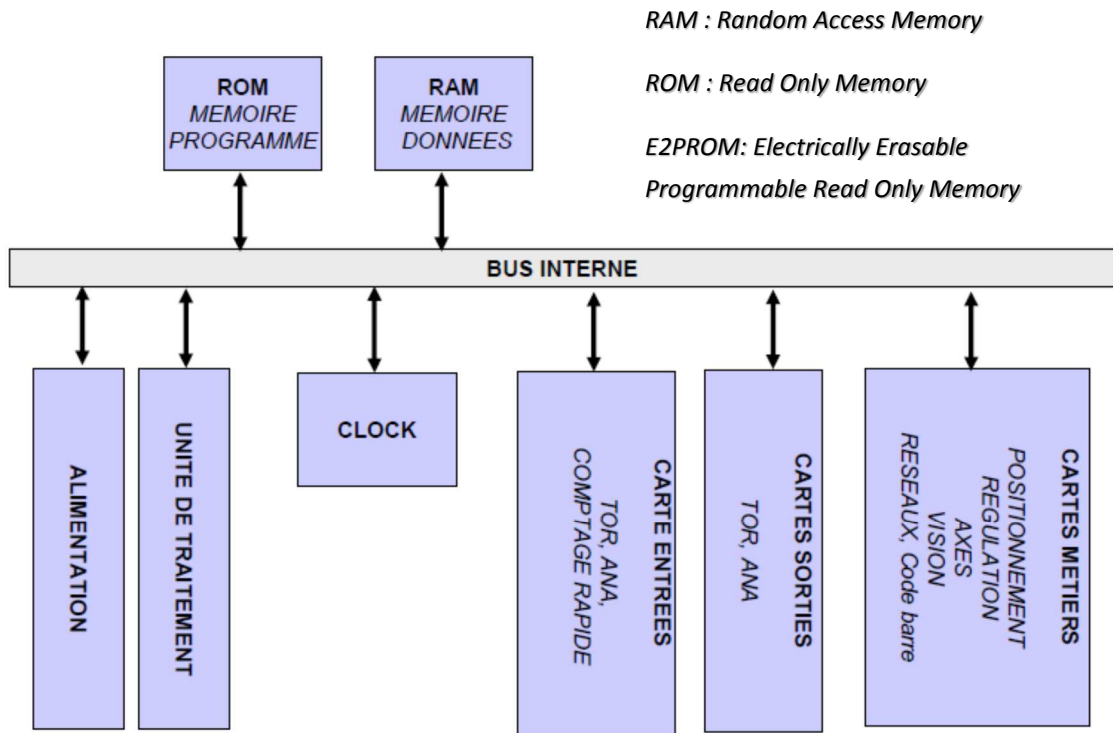


Figure II.2 : Architecture des automates Programmables Industriels

II.3. L'outil de modélisation GRAFCET

II.3.1. Introduction

L'avènement des technologies nouvelles a permis d'envisager des systèmes industriels automatisés de plus en plus complexes. Et qui devraient être traités par les différentes méthodes (chronogramme, matricielle, diagramme de phase...).

A ce stade les automaticiens utilisent plusieurs outils de description pour la modélisation du comportement des SAP qui nécessite une représentation formelle, alors il faut un moyen de communication satisfaisant à la compréhension du constructeur et son client. Parmi ces outils on trouve ceux établis par les chercheurs **réseaux de pétri (RDP)** et d'autres mis en œuvre par des industriels **GRAFCET, ...**

II.4. Généralités sur le GRAFCET

II.4.1. Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (graphe de commande étapes transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel et de modélisation de systèmes séquentiels et plus particulièrement pour les parties commandes d'automatismes. Il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas où il y a une séquence à

respecter mais où l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire. Il utilise une représentation graphique. C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. [6]

Le grafcet comporte deux types de nœuds : les étapes et les transitions. Des arcs orientés reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

II.4.2. Aspect structurel du GRAFCET

II.4.2.1. L'étape et action

Une ETAPE correspond à une phase durant laquelle on effectue une ACTION pendant une certaine DUREE (même faible mais jamais nulle). L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape, mais la notion d'action est assez large, en particulier composition de plusieurs actions, ou à l'opposé l'inaction (étape dite d'attente).

On représente chaque étape par un carré, l'action est représentée dans un rectangle à droite, l'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas (voir figure II.2). On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par un pas de 1, il faut simplement éviter que deux étapes différentes aient le même numéro.

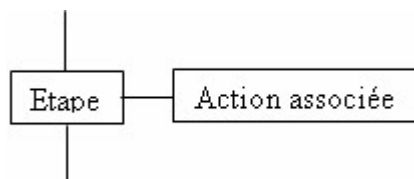


Figure II.2 : représentation de l'étape et action.

Une étape peut être active ou inactive, elle est dite active lorsqu'elle correspond à une phase "en fonctionnement", c'est à dire qu'elle effectue l'action qui lui est associée. On représente quelquefois une étape active à un instant donné en dessinant un point à l'intérieur.

II.4.2.2. Etape initiale

C'est une étape active au début du fonctionnement, c'est-à-dire au moment où le système n'a pas besoin de se souvenir de ce qui s'est passé auparavant (allumage du système, bouton "reset",...). On la représente en doublant les côtés des symboles (voir figure II.3). L'étape initiale est souvent une étape d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne de secteur.

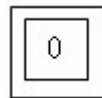


Figure II.3 : Etape initiale.

II.4.2.3. Transition, réceptivité et liaison

Une transition est représentée par un trait horizontal ou vertical placé entre deux étapes consécutives. Chaque transition est reliée à une étape d'entrée située en amont avec une liaison étape- transition, de même est reliée à une étape de sortie située en aval avec une liaison transition étape (voir figure II.4).

Le passage du système d'un événement au suivant, respectivement d'une étape à l'étape suivante, correspond au franchissement de la transition sur laquelle est associé une condition logique et/ou un événement, qui est une réceptivité. Une condition logique est une fonction booléenne de variables externes et de variables internes. Une variable interne est un Xi ou un bit contenant le résultat de la comparaison d'un compteur et d'une valeur. Une variable externe est l'information venant d'un capteur, d'un bouton ou d'un système extérieur.

L'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vraie.

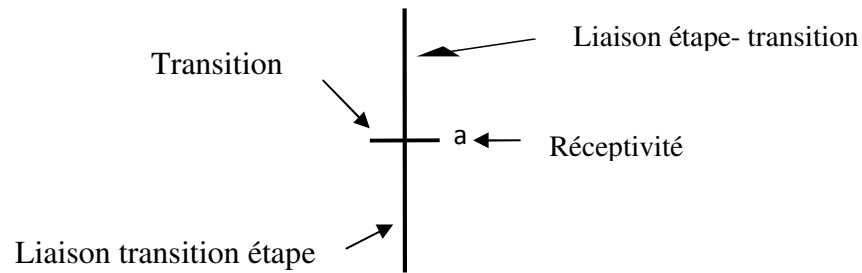


Figure II.4 : Transition, réceptivité et liaison.

Transition temporisée

On note $t/i/\Delta$ ou Δ/X_i la variable booléenne qui vaut 1 si et seulement s'il s'est écoulé un temps au moins égal Δ depuis la dernière fois que l'étape i est passée de l'état inactif à l'état actif.

En d'autres termes, $t/i/\Delta$ vaut 0 pendant un temps Δ quand l'étape i devient active puis passe et reste à 1. Sur la figure II.5 est représenté une transition temporisée et son chronogramme:

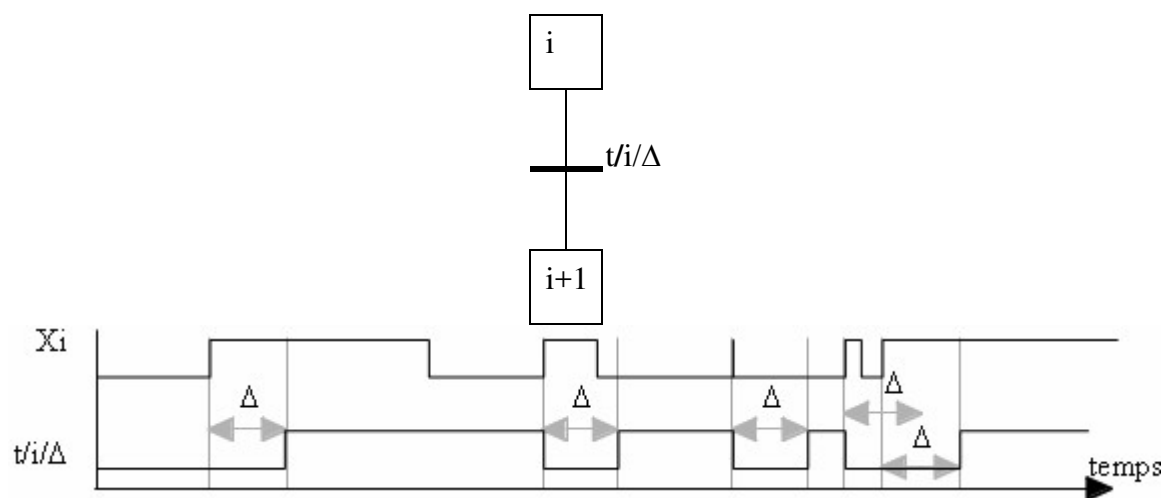


Figure II.5 : représentation d'une transition temporisée et son chronogramme.

II.4.3. Règles d'évolution du GRAFCET

Cinq règles d'évolution définissent formellement le comportement dynamique de la partie commande.

Règle 01 : Situation initiale

La situation initiale d'un grafctet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

Règle 02 : Franchissement d'une transition

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Elle ne peut être FRANCHIE que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité associée est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

Règle 03 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (TOUTES se limitant à 1 s'il n'y a pas de double barre).

Règle 04 : Evolution simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Règle 05 : Activation et désactivation simultanées d'une étape

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

II.5. Règles de construction d'un grafctet

L'alternance étape transition et transition étape doit être toujours respectée quel que soit la séquence parcourue, tout en tenant compte de la structure de base du grafctet.

II.5.1. Convergence et Divergence en ET

Quand on réalise simultanément plusieurs séquence après une transition on parle de la séquence simultanées (divergence en ET). En fin de chacune des séquences simultanées, on a souvent des étapes d'attente qui permettent de continuer sur une séquence commune (convergence en ET voir la figure II.6. [5])

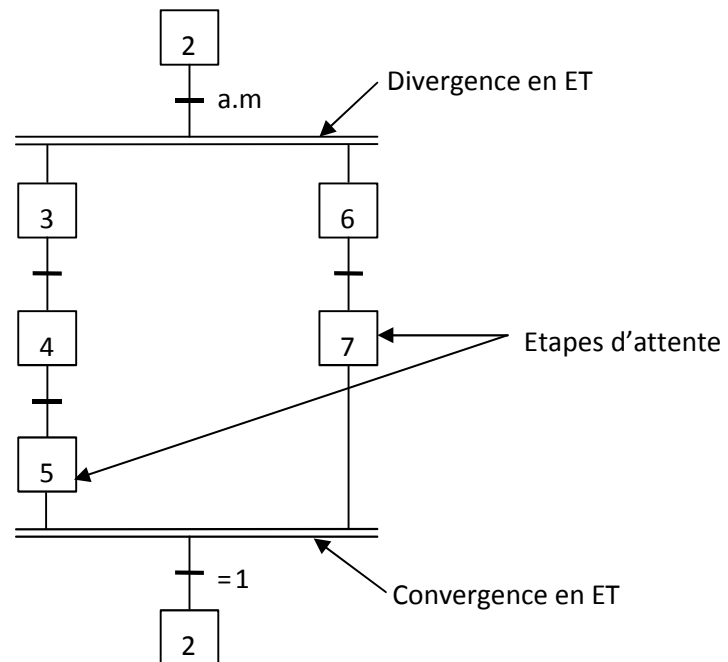


Figure II.6 : Convergence et Divergence en ET.

II.5.2.convergence et Divergence en Ou

Lorsque plusieurs transitions sont reliées à une même étape « dans le sens vers étape », on parle de convergence en OU.

Lorsque une même place est reliée à plusieurs transitions « dans le sens vers transition », on parle de divergence en OU.

La figure II.7 représente une convergence et divergence en OU.

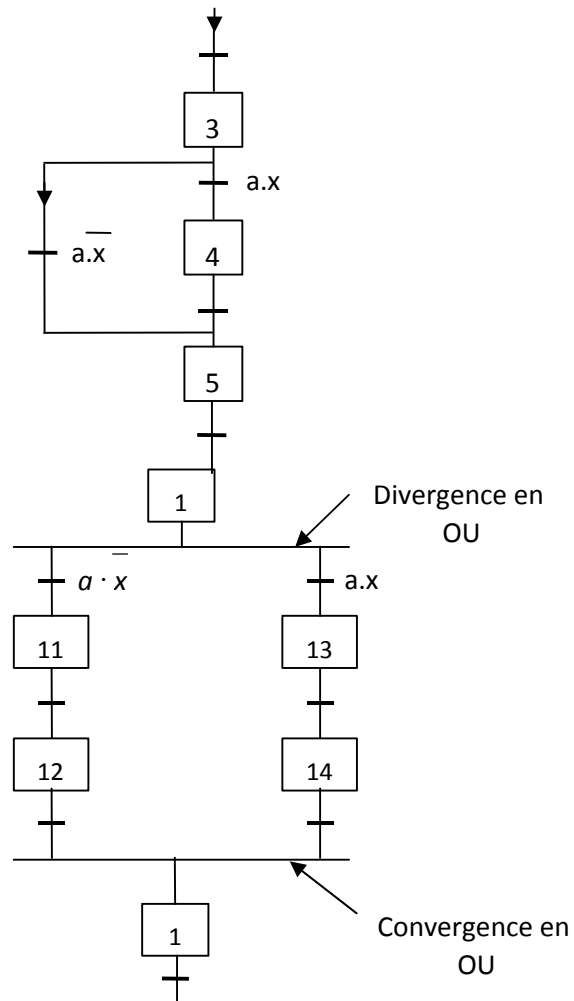


Figure II.7 : Convergence et Divergence en OU.

II.5.3. Saut d'étapes et reprise de séquence

Le saut d'étapes en avant permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles.

Si la transition a, x est réalisé, alors on passe de l'étape 3 à l'étape 4 et si c'est la transition a, \bar{x} qui est réalisée, alors on passe directement de l'étape 3 à l'étape 5, voir la figure II.8

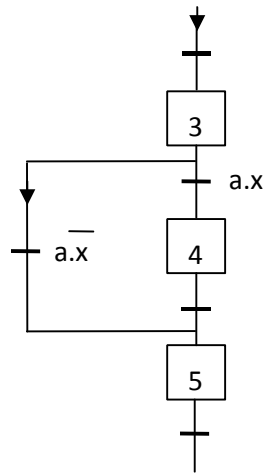


Figure II.8 : Saut d'étapes.

Le saut en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives ou par exemple une condition fixe n'est pas obtenue.

Si la transition a, x est réalisé, alors on passe de l'étape 8 à l'étape 9 et si c'est la transition $a \cdot \bar{x}$ qui est réalisée, alors on passe directement de l'étape 8 à l'étape 7, voir la figure II.9.

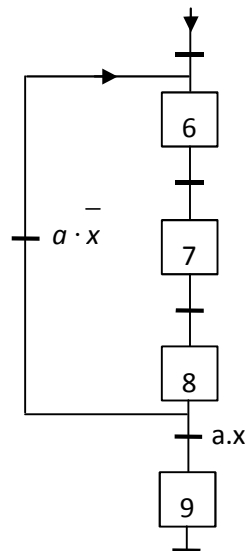


Figure II.9 : reprise de séquence

II.5.4. Structuration des grafjets partiels

L'ensemble des étapes et transition d'une commande peut être divisée en plusieurs grafjets connexes. Ces grafjets peuvent être regroupée en sous ensemble (souvent d'un seul élément) que l'on appelle grafjet partiel. La réunion de ces grafjets partiel décrit la commande du système considéré. Chacun de ces grafjets partiel peut avoir un nom ou un numéro.

On peut structurer les grafjets partiels pour que l'un d'eux puisse jouer un rôle de grafjet superviseur par rapport à d'autres.

II.6. Niveau d'un grafjet

Le GRAFCET peut être utilisé aussi bien pour décrire l'aspect fonctionnel d'un automatisme que pour le définir dans le détail en tenant compte des technologies utilisées. Ces utilisations donnent respectivement des GRAFCET de niveau 1 et de niveau 2.

Niveau 1 (Spécification fonctionnelles)

Appelé aussi le niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée, les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. Nous associons le verbe à l'infinitif pour les actions.

Niveau 2 (Spécification technique et opérationnelles)

Appelé aussi le niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails sur la technologie des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs utilisés.

La présentation des actions et des réceptivités est écrite en abréviation, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

Conclusion

Les systèmes automatisés de production devient indispensable pour obtenir une compétitivité des produits fabriqués de haute qualité. Dans ce chapitre on a vu en générale la structure des systèmes de production et les appareils essentiels liés à ces systèmes pour la communication. Et on a présenté les outils de modélisation.

Chapitre 3

Modification et Modélisation de la nouvelle chaîne

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va décrire la nouvelle conception proposée pour la chaîne de production des réfrigérateurs, et son nouveau fonctionnement. Puis, on présente l'outil de modélisation GRAFCET, qu'on utilisera pour élaborer le programme de l'automatisation de la nouvelle chaîne de production à partir de son grafcet.

III.2. Conception de la nouvelle chaîne de production

Après avoir étudié la chaîne de production au chapitre précédent (chapitre II) et après avoir vu les différents risques auxquels la chaîne de transfert est exposée, on a adopté par mesure de sécurité, une nouvelle conception. En vue de minimiser ces risques on a proposé de remplacer l'ancienne chaîne de transfert par un autre système constitué d'une ventouse et une raille de translation constituée, d'un vérin rotatif, un vérin vertical et un vérin horizontal. La figure II.1 donne son schéma simplifié d'une manière générale.

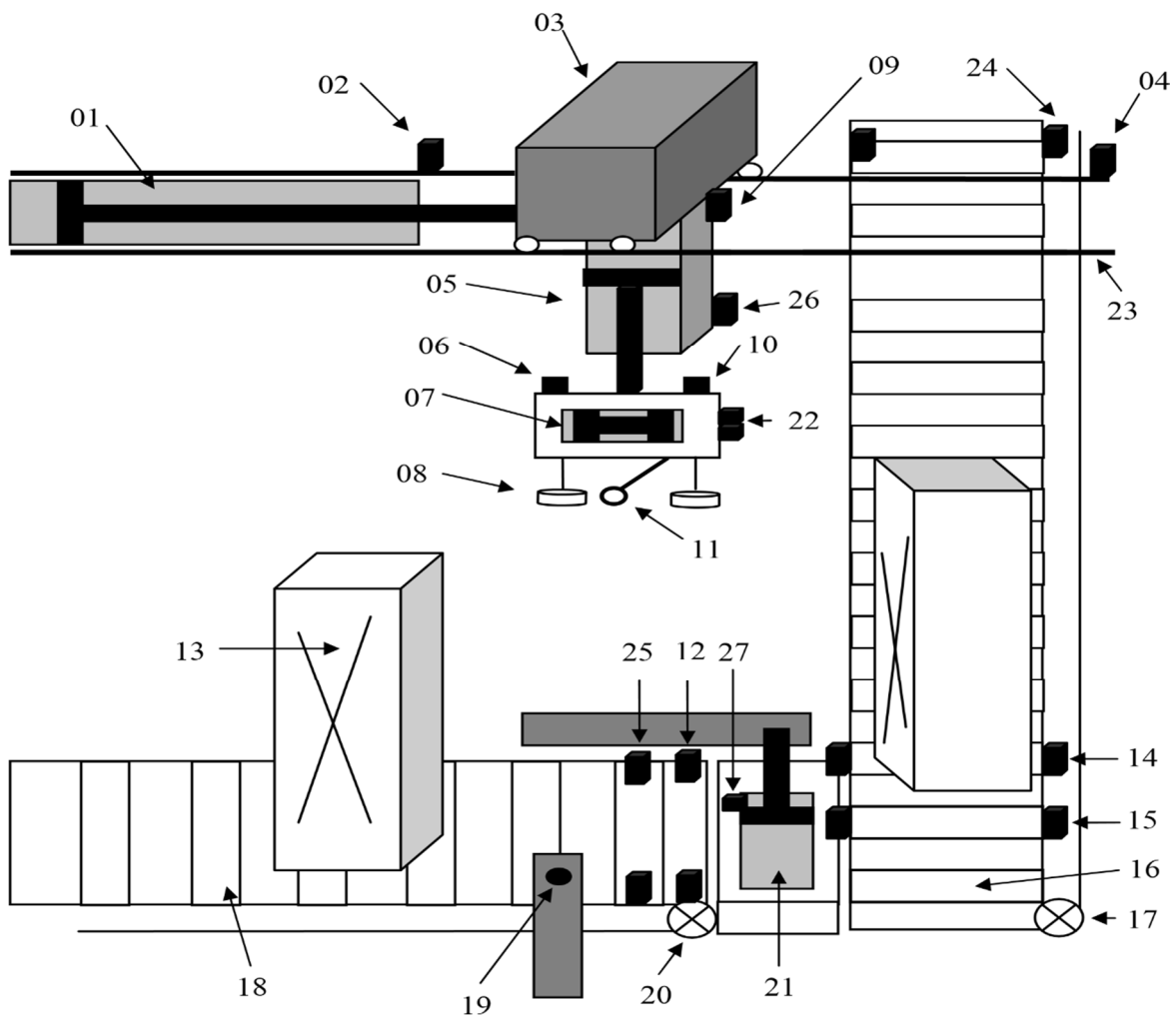


Figure IV.1 : Schéma de la nouvelle conception du processus

Cette chaîne est constituée de différents éléments pneumatiques, électriques et mécaniques qui sont activés à l'aide des capteurs photoélectriques, à contact et des fins de courses qu'on peut récapituler comme suit :

- 01 : Vérin double effet de déplacement horizontal,
- 02 : Capteur à contact (limite de recule),
- 03 : Chariot,
- 04 : Capteur à contact (limite d'avance),
- 05 : Vérin double effet de déplacement vertical,
- 06 : Capteur fin de course (limite de rotation à droite),
- 07 : Vérin rotatif,
- 08 : Ventouse,
- 09 : Capteur fin de course (limite de montée),
- 10 : Capteur fin de course (limite de rotation à gauche),
- 11 : Capteur à contact (limite de descente),
- 12 : Capteur photoélectrique de positionnement (émetteur + récepteur),
- 13 : Réfrigérateur,
- 14 : Capteur photoélectrique d'évacuation (émetteur + récepteur),
- 15 : Capteur photoélectrique d'évacuation (émetteur + récepteur),
- 16 : Tapis roulant d'évacuation (chaînes à écailles),
- 17 : Moteur asynchrone,
- 18 : Tapis roulant d'alimentation (chaînes à écailles),
- 19 : Capteur de présence avec contact,
- 20 : Moteur asynchrone,
- 21 : Vérin simple effet de positionnement,
- 22 : Pressostat d'air,

- 23 : Rails de déplacement du chariot,
- 24 : Capteur photoélectrique de surcharge (émetteur + récepteur),
- 25 : Capteur photoélectrique de positionnement (émetteur + récepteur),
- 26 : Capteur fin de course (limite de descente),
- 27 : Capteur fin de course (limite de sortie).

III.2.1. Les éléments ajoutés

- **Vérin rotatif**

L'énergie de pression est transformée en mouvement de rotation, par exemple un vérin double effet entraînant un système pignon-crémaillère. L'angle de rotation peut varier entre 90° et 360° (figure III.2). Les amortissements sont possibles.



Figure III.2 : Vérin rotatif.

Dans le processus étudié les actionneurs utilisés sont les vérins pneumatiques doubles effet et un vérin rotatif.

- **Vérin simple effet**

Le vérin simple effet (figure III.3) est un composant monostable (stable dans une seule position). Ce type de vérin ne peut produire un effort significatif que dans un seul sens, le rappel de tige est assuré par un ressort. L'air comprimé est admissible sur une seule face du piston.

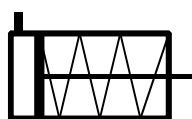


Figure III.3 : Vérin simple effet.

- **Ventouse**

Le schéma synoptique de la ventouse est donné par la figure III.4. Le passage de l'air dans la buse d'éjection venturi (rétrécissement) augmente la vitesse de l'air comprimé arrivant en P1 et diminue sa pression en P2 ($P2$ inférieur à $P1$), en provoquant alors une dépression qui permet d'aspirer l'air de la ventouse en V et de saisir en plaquant contre elle les objets à déplacer en les aspirant. Ce phénomène s'appelle l'effet Venturi. L'air est évacué à travers d'un silencieux d'échappement placé en sortie P2.

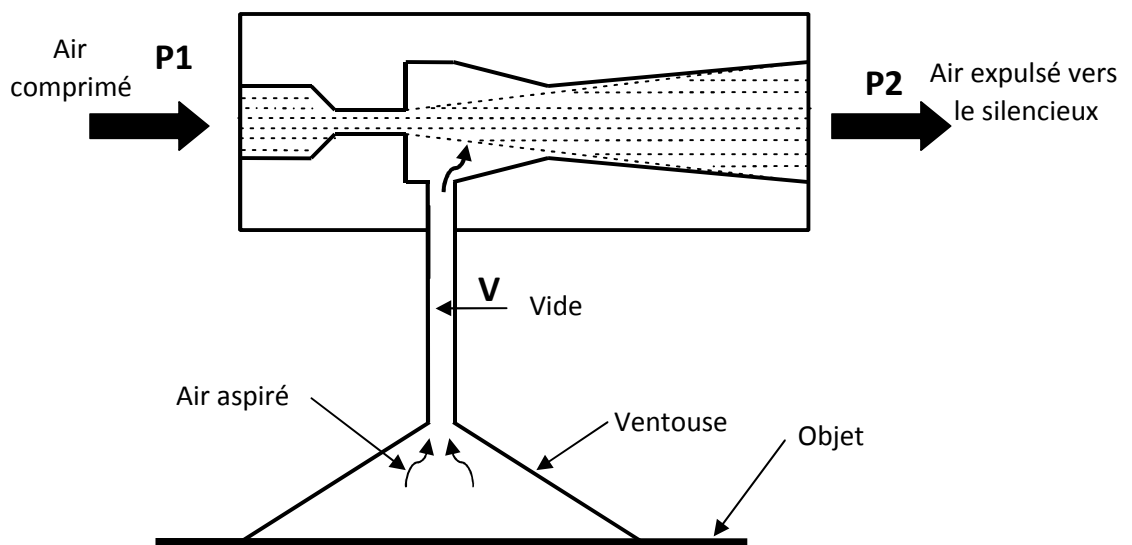


Figure III.4 : Effet venturi simple étage.

- Si le nombre de ventouses mises en œuvre est important, il est préférable de produire la dépression par une pompe à vide mécanique.
- Le venturi est dimensionné par rapport aux nombres de ventouses et leurs tailles.
- On dispose aussi de venturi à doubles étages qui permet, en début de dépression, des débits d'aspiration très élevés et donc de réduire les temps de mise en dépression.

- **Circuit pneumatique**

- **Composants du circuit pneumatique**

La partie pneumatique ou l'installation en air comprimé est constituée de plusieurs organes qui sont :

✓ **Compresseur (source d'énergie pneumatique)**

La plupart des ateliers industriels sont équipés d'un réseau de distribution d'air comprimé par un compresseur animé par un moteur électrique. Il comprime l'air ambiant à une pression de 8 à 10 bars. Sa caractéristique principale est son débit qui doit être au moins égal au débit maximal de l'installation. Il est constitué d'un filtre, du système de compression de l'air, d'un refroidisseur-assècheur et d'un dernier filtre. La pression d'utilisation est souvent de 6 bars environs. : 1 bars = 105 Pascals = 1 daN/cm²

Avantages de l'air comprimé :

Energie propre facile à mettre en œuvre, puissance développée élevée, grande vitesse, sécurité pour les interventions humaines, simplicité et fiabilité des composants.

✓ **Réservoir**

Il permet d'absorber temporairement des débits d'air supérieurs au débit du compresseur et de réguler la consommation.

✓ **Dessiccateur**

Il enlève l'eau contenue dans l'air ambiant.

✓ **Sectionneur**

Le sectionneur est un élément de sécurité. Il permet d'isoler le poste du circuit d'air comprimé pour des travaux de maintenance par exemple. C'est généralement une vanne 2/2 ou 3/2 (figure I.18). Cette vanne est manuelle et obligatoirement cadenassée

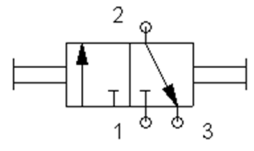


Figure III.5 : Distributeur 3/2.

✓ **Régulateur de pression**

Le régulateur de pression régule la pression de l'air dans les canalisations.

✓ **Accumulateur de pression**

L'accumulateur a une pression pneumatique préliminaire d'un bar. Si au cours du temps la pression préliminaire devait diminuer par diffusion, celle-ci devra être corrigée au moyen de la vanne pneumatique.

✓ **Soupe de retenue ou clapet anti-retour**

Ce sont les appareils à la fois les plus simples et les plus utilisés dans les systèmes oléopneumatique. Un tel dispositif (figure I.19) permet de contrôler le sens de circulation de la pression. Il permet le passage de l'air dans un sens et bloque le flux si celui-ci venait à s'inverser comme la diode dans un circuit électrique.

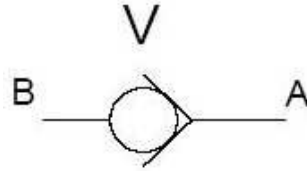


Figure III.6 : Symbole d'un clapet anti-retour.

✓ Pressostat

Le pressostat transforme une pression en un signal électrique tout ou rien. C'est un élément de sécurité (figure III.7). Il a pour fonction de contrôler l'air aspirée dans les ventouses.

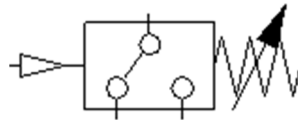


Figure III.7 : Symbole d'un pressostat d'air.

✓ Tuyauteries

La jonction des différents appareils oléopneumatiques peut se faire au moyen de tuyauteries rigides ou flexibles.

III.3. Nouveau Cahier des charges

En appuyant sur le bouton poussoir « marche automatique » les deux moteurs entraînant les tapis roulant (17, 20) démarrent ainsi que le cycle commence.

Le réfrigérateur arrive et actionne le capteur photoélectrique de positionnement (12) en provoquant l'arrêt du premier tapis (18) et la sortie du vérin de positionnement (21), afin de positionner le réfrigérateur d'une manière à ce qu'il soit juste au-dessous des ventouses et prêt à être saisi (plaqué) par ces dernières.

Une fois qu'il est bien positionné et détecté par le capteur de contacte (19), le vérin vertical (05) équipé d'un système de freinage, descend en portant les ventouses jusqu'à

détection du réfrigérateur indiqué par le capteur de contact (11) et enclenche l'aspiration des ventouses en permettant de le saisir.

Une fois le réfrigérateur est bien saisi, le pressostat d'air (22) émet un signal et provoque, la rentrée du vérin vertical.

Une fois le capteur fin de course (09) détecte la rentrée complète du vérin vertical et le tapis d'évacuation (16) est libre, ceci est indiqué par le capteur photoélectrique (15), alors le chariot se déplace horizontalement à l'aide du vérin (01) tout en portant le réfrigérateur juste au-dessus du tapis d'évacuation, qui est détecté par le capteur à contact (04). Ce dernier enclenche la rotation à droite du vérin rotatif d'un angle 90° (détecté par le capteur fin de course 06) et le réfrigérateur serait déposé une fois que le capteur photoélectrique (14) indique que la voie est libre. Le capteur de fin de course (26) indique que le réfrigérateur est déposé sur le tapis roulant tout en enclenchant le relâchement du réfrigérateur par les ventouses, la rentrée du vérin vertical puis la rotation à gauche du vérin rotatif d'un angle 90° (détecté par le capteur fin de course 10). Le retour du chariot à son état initial (position gauche) sera enclenché par le capteur (25).

Tout le système doit être arrêté s'il y a une surcharge des réfrigérateurs sur le tapis d'évacuation, ceci est assuré par le capteur photoélectrique (24).

En cas de présence d'un problème et que certains actionneurs ne sont pas aux positions repos (état initial), l'enchaînement doit être commandé manuellement à l'aide du mode manuel.

Ceci nous amène à poser la problématique suivante

De quelle manière faut-il procéder pour transférer l'armoire de la première chaîne vers la deuxième tout en la faisant tourner avec un angle de 90° ?

La solution proposée consiste à :

Acheminer l'armoire vers le poste de transfert situé à la fin du premier tapis.

Transférer l'armoire vers le poste d'évacuation situé sur le deuxième tapis

Evacuer l'armoire.

III.4. Modélisation de la chaîne

Après l'étude du système à automatiser et avoir identifié les différentes réceptivités ainsi que les différentes actions, le cahier des charges décrit dans les chapitre précédent est modélisé sous forme de grafjets (niveau 1 et 2).

Ceci est représenté par le GRAFCET de Niveau 1 suivant :

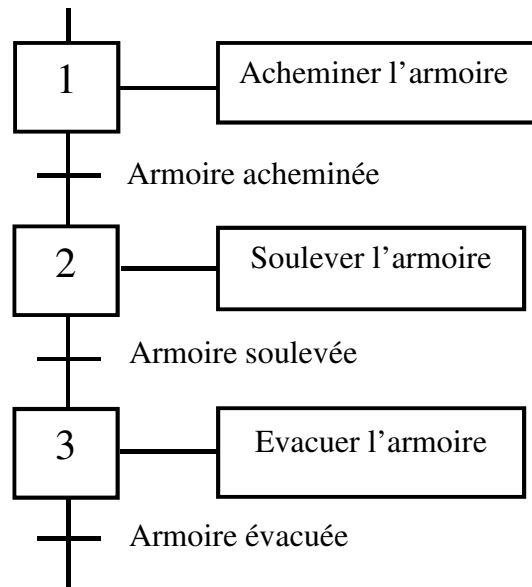


Figure III.8 : GRAFCET niveau 1

III.4.1. Acheminement des armoires

Pour acheminer les armoires transférées par un convoyeur vers le poste de transfert, il faut :

- Placer les armoires sur la chaîne :
- Faire avancer la chaîne :

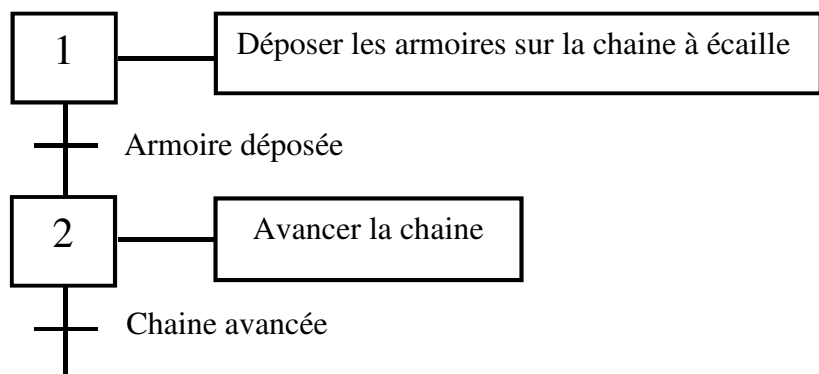


Figure III.9 : GRAFCET niveau 1 pour l'acheminement des armoires

III.4.2. Transfert des armoires

Pour assurer ce transfert, il faut passer par les étapes suivantes :

- Soulever l'armoire :
- Translater l'armoire :
- Pivoter l'armoire avec un angle de 90° :
- Déposer l'armoire sur la deuxième chaîne :

Ce processus est représenté par le grafcet suivant :

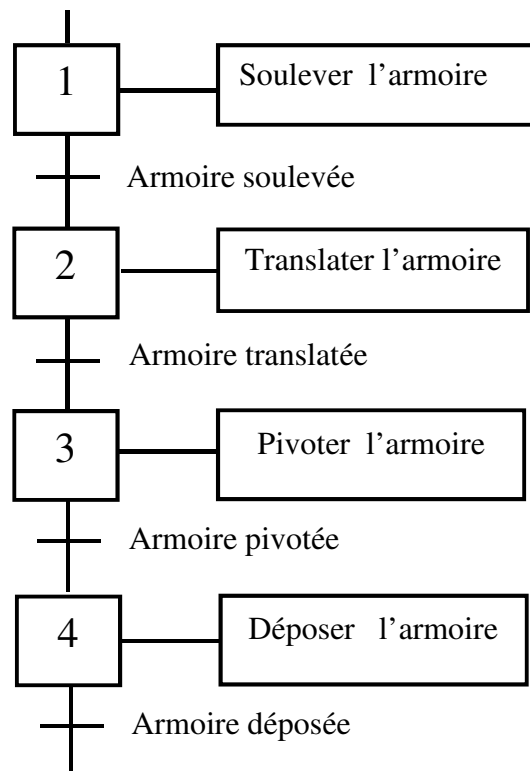


Figure III.10 : GRAFCET niveau 1 pour transfert des armoires

Pour soulever l'armoire il faut passer par les sous étapes suivante :

Arrêter l'avancement de la première chaîne :

Poser l'armoire dans une position régulière :

Voir la figure (III.11)

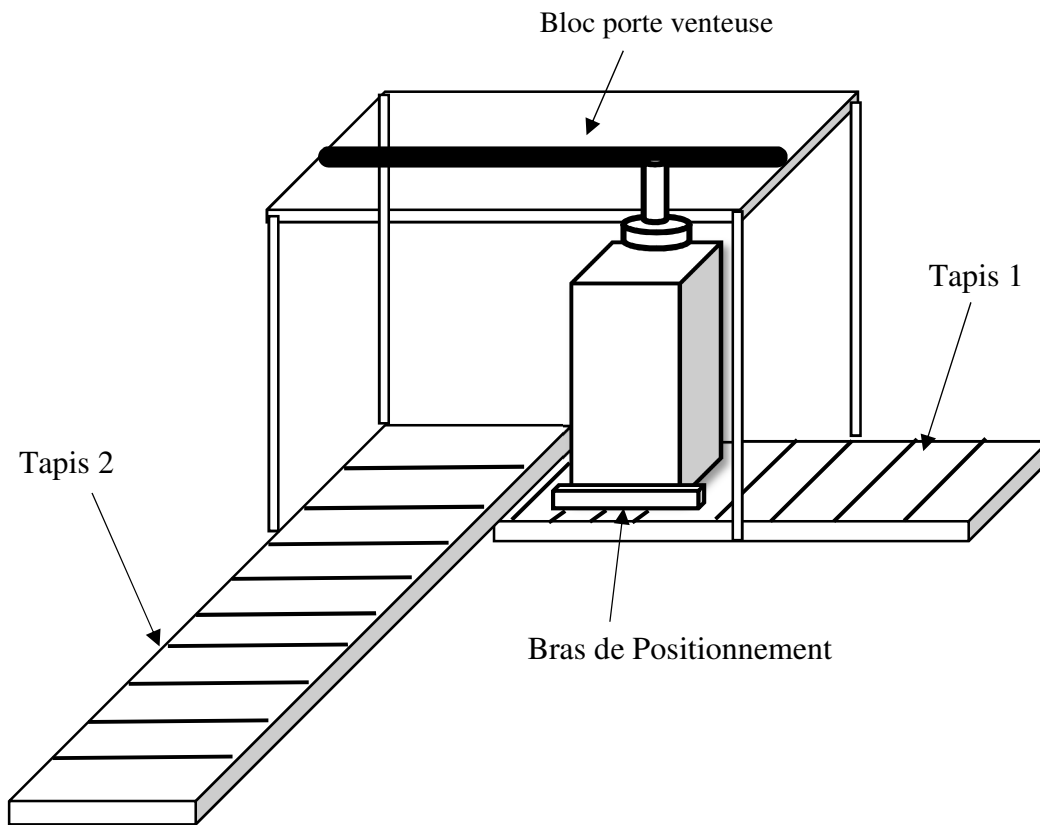


Figure III.11 : Positionnement des armoires

Le GRAFCET de cette étape est représenté par la figure suivante :

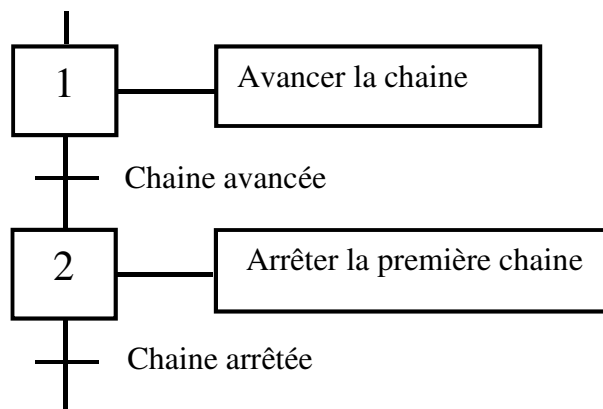


Figure III.12 : GRAFCET de niveau 1 pour positionnement de l'armoire

En ajoutant ces deux étapes au GRAFCET de la figure (III.10), il devient :

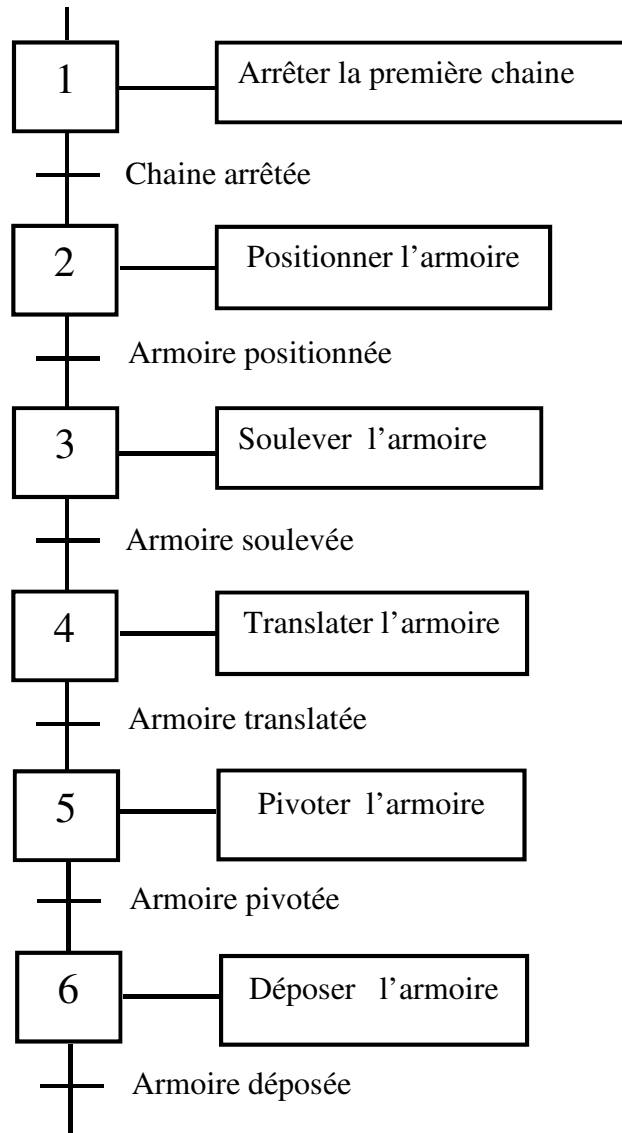


Figure III.13 : GRAFCET de niveau 1 pour transfert des armoires

III.4.3. Evacuation des armoires

Pour évacuer l'armoire figure (III.14), il suffit de faire avancer la deuxième chaîne

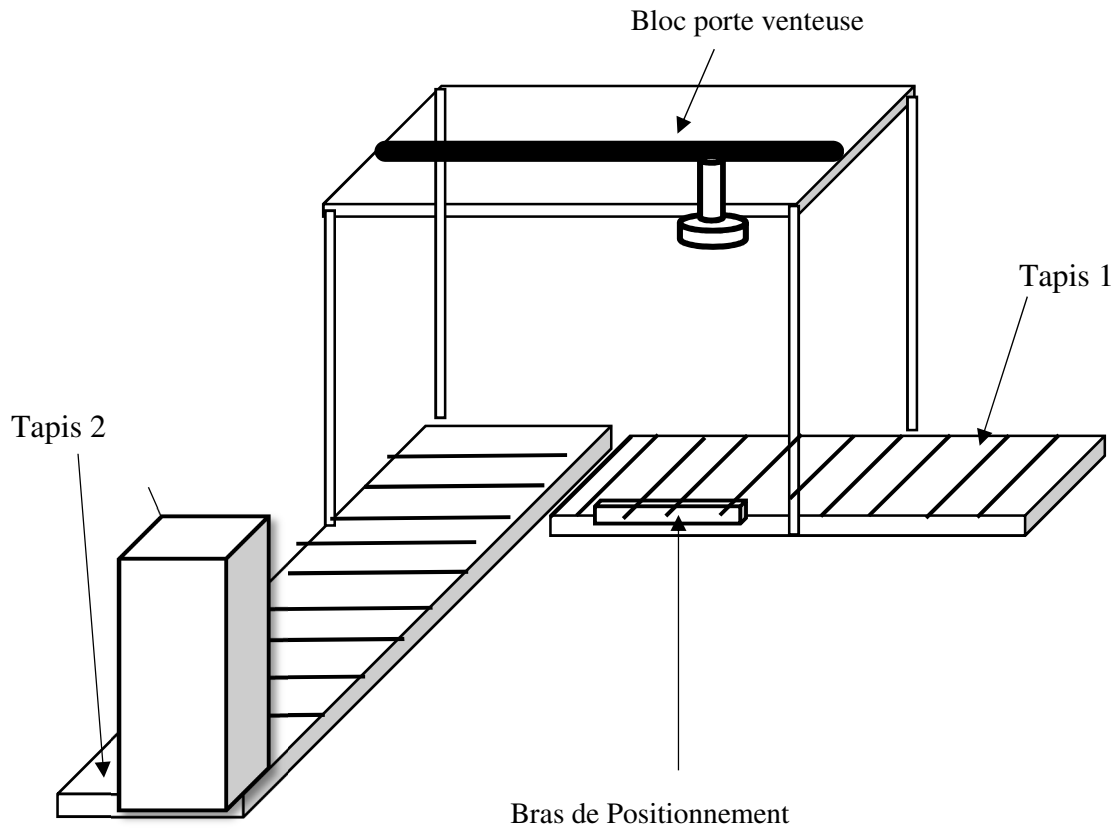


Figure III.15 : évacuation des armoires

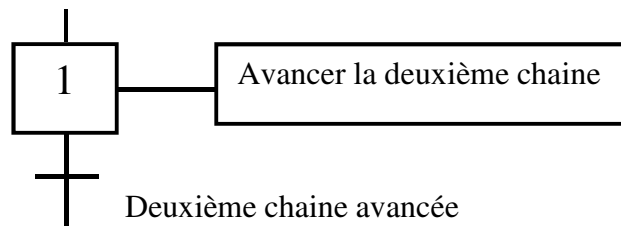


Figure III.16 : étape d'avancement de la deuxième chaîne

Le fonctionnement de notre système est résumé d'une manière globale dans le GRAFCET de niveau 1 donné ci-dessous

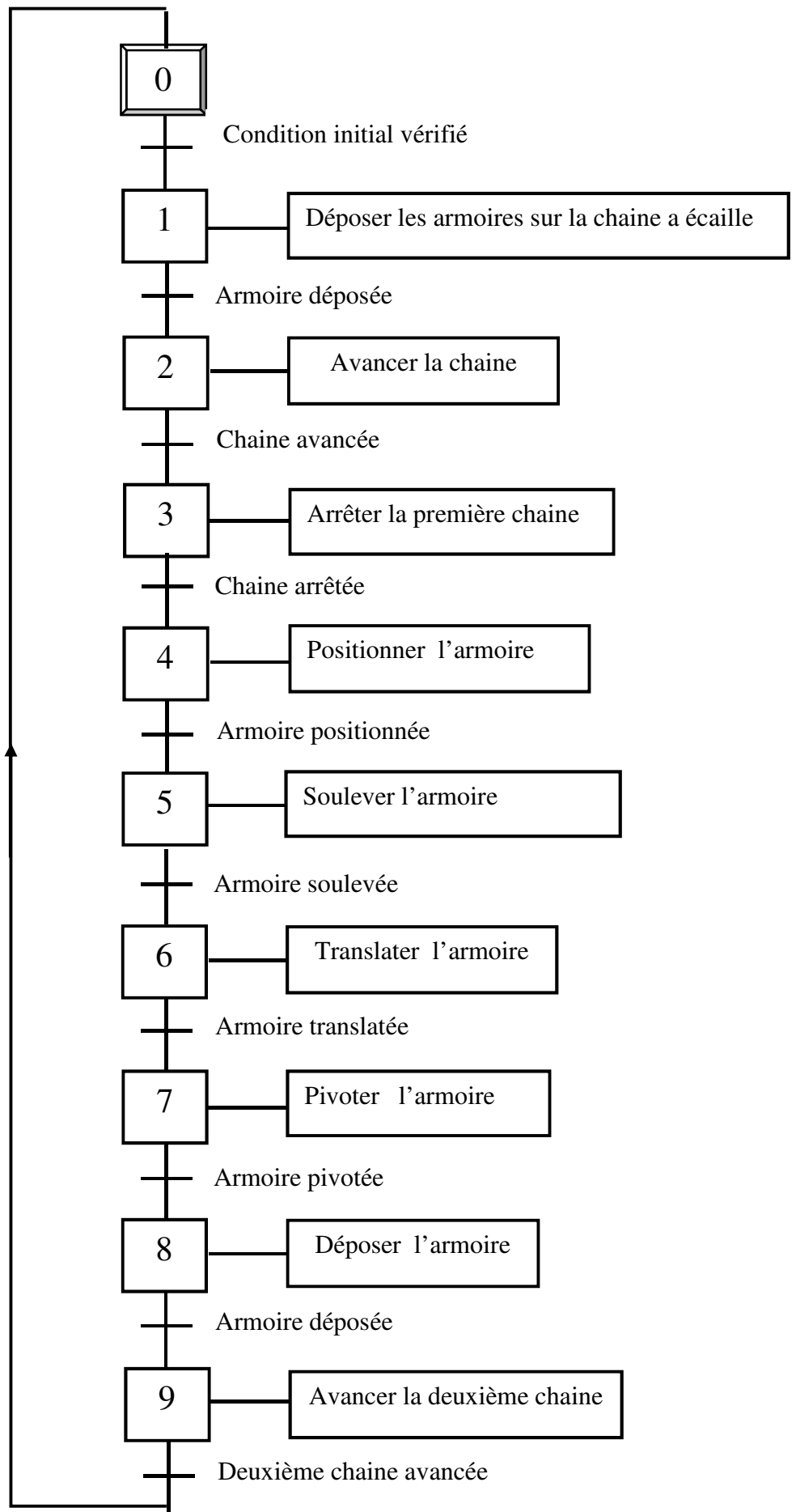


Figure III.17 : GRAFCET de niveau 1 détaillé globale du système

III.5 Réalisation du GRAFCET de niveau 2

III.5.1. Description littérale de la technologie du système

III.5.1.1. Acheminement des armoires

La première phase de notre système débute par l'acheminement des armoires transportées par le convoyeur vers le poste de transfert. Pour remplir cette fonction qui paraît très simple, il a fallu placer une sorte de tapis Roulans appelé chaîne à écaille entraînée par un moteur asynchrone.

III.5.1.2. Positionnement des armoires

Les armoires acheminées arrivent à la fin de la première chaîne dans des positions irrégulières. Pour les repositionner, on a placé un bras de positionnement dont la sortie et l'entrée est commandée par un vérin pneumatique à double effet. En plus de ceci, il faut arrêter la chaîne à écaille à chaque fin de parcours de l'armoire.

Toute cette synchronisation est commandée par deux photocellules et un capteur magnéto inductif placée à la fin de la chaîne de transfert ; figure (III.14).

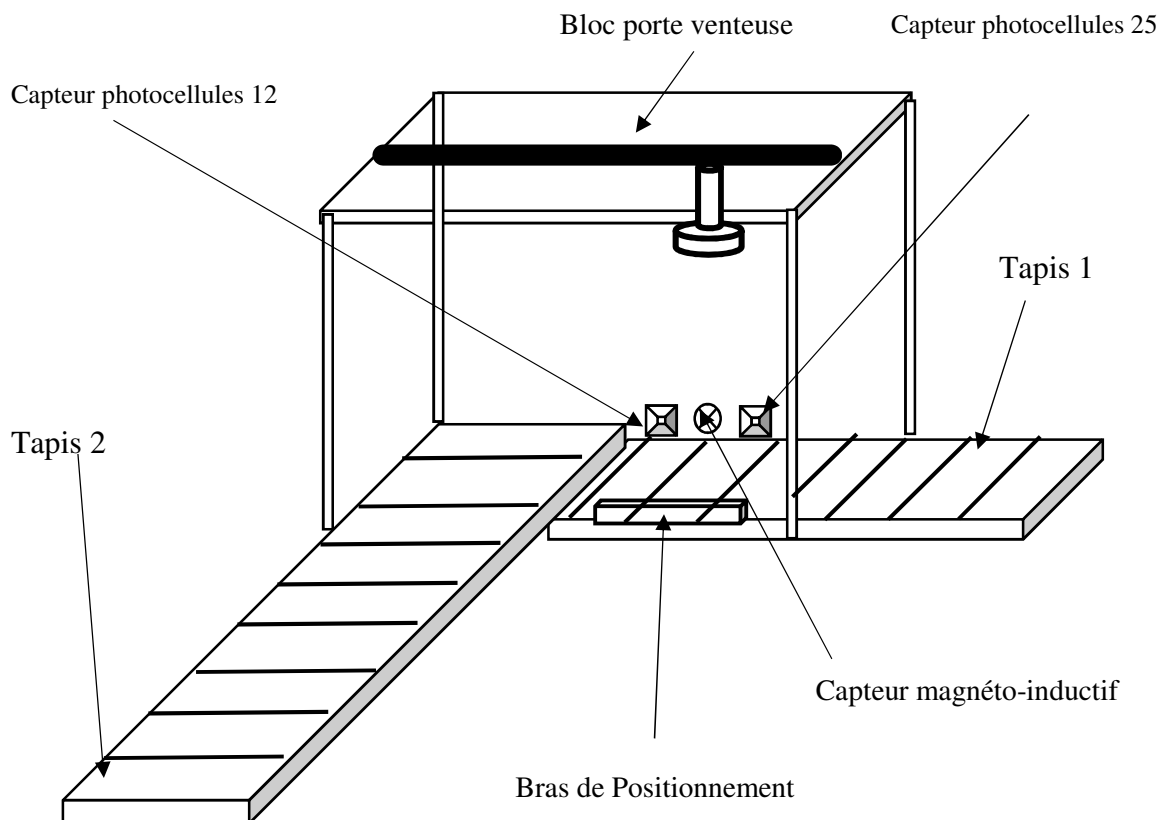


Figure III.18 : Photocellules (1 et 2)

- La photocellule (21) : détecte le passage des armoires qui est indiqué par l'allumage d'une lampe témoin.
- La photocellule (25) : détecte la présence des armoires induisant un arrêt momentané de la chaîne à écaille et la sortie du bras de positionnement.
- Le capteur magnétique : détecte le bon positionnement des armoires

Remarque

Il faut bien souligner que l'arrêt de la chaîne à écaille n'entraîne pas l'arrêt du moteur car cette dernière tourne sans arrêt. Ceci est effectué à l'aide d'un système d'embrayage qui découple la chaîne à écaille du moteur.

III.5.1.3.Descente du bloc porte venteuse

La position régulière de l'armoire actionne la sortie d'un vérin pneumatique qui pousse le bloc porte venteuse vers le bas. Dans le cas contraire le vérin ne sera pas actionné.

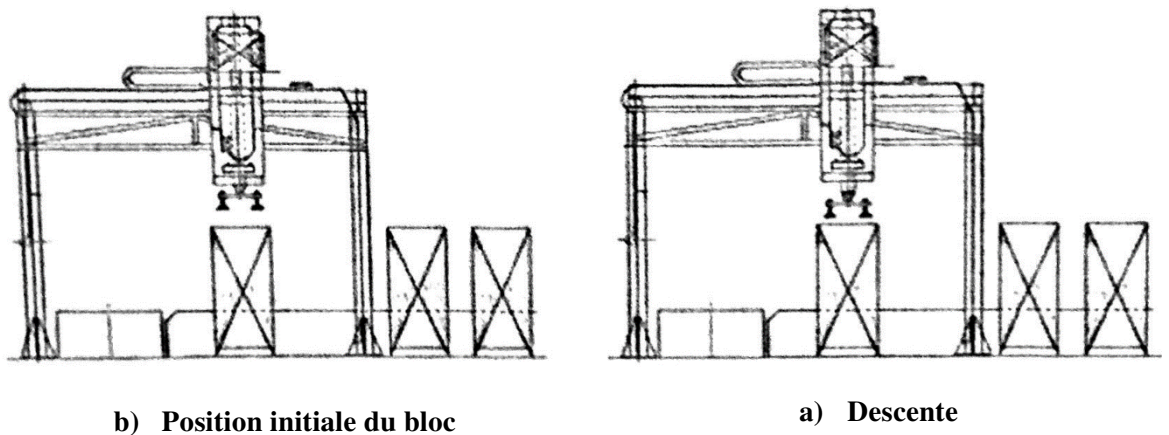


Figure III.19 : descente du bloc porte venteuse

III.5.1.4.Aspiration et soulèvement des armoires

Après la descente du bloc porte venteuse des capteurs de fin course a contacté placée en dessous de ces dernières détectent le contact de l'armoire avec les venteuses, si toutes les conditions sont réunis telle la pression, la présence de l'armoire la bonne adhésion des venteuse avec l'armoire.... Les venteuse aspirent l'armoire, ce qui actionne l'entrée d'un vérin vertical qui tire le bloc porte venteuses vers le haut en soulevant l'armoire Figure (III.20)

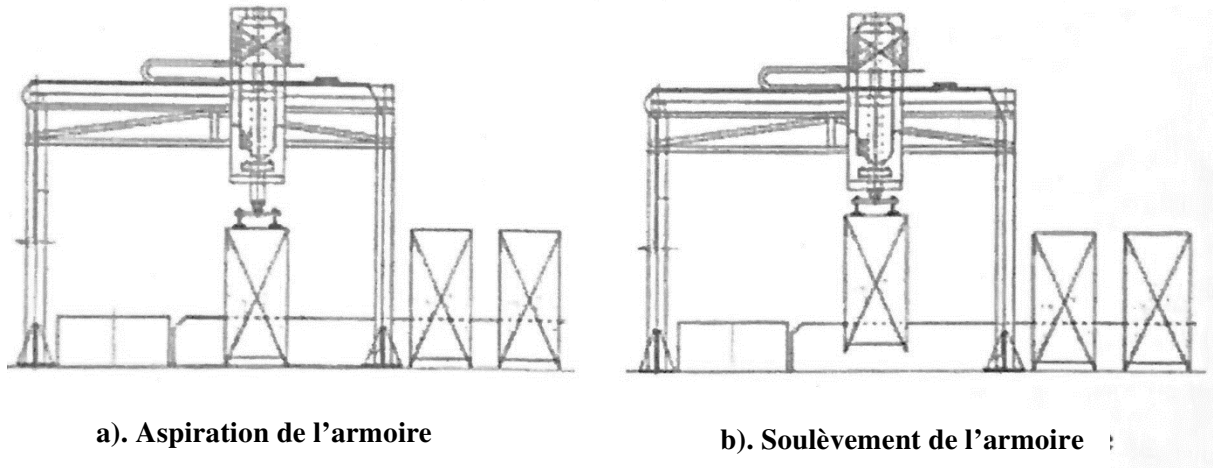


Figure III.20 : Aspiration et soulèvement de l'armoire

III.5.1.5. Translation et rotation de l'armoire

Des capteurs de fin de course détectent la limite de montée de l'armoire, si celle-ci est régulière, l'entrée d'un vérin pneumatique horizontal est actionnée. Ceci génère la translation horizontale du bloc qui déplace l'armoire avec lui. Cette translation ne s'effectue que si une photocellule (3) placée au début de la chaîne d'évacuation figure (III.21) détecte la non présence d'une autre armoire

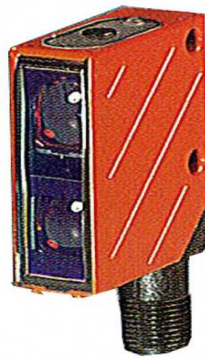


Figure III.21 : photocellules

Dans ce cas un vérin pneumatique rotatif pivote l'armoire dans le sens horaire avec un angle de 90° . Une autre photocellule (4) figure(IV.18) placée juste après la photocellule (3) confirme alors l'évacuation totale d'une armoire déjà transférée, cette information actionne la sortie du vérin verticale, et pousse le bloc porte ventouse vers le bas qui a leur tour lâchent l'armoire, dans e cas contraire ce vérin ne serait pas actionné et l'armoire resterait suspendu.

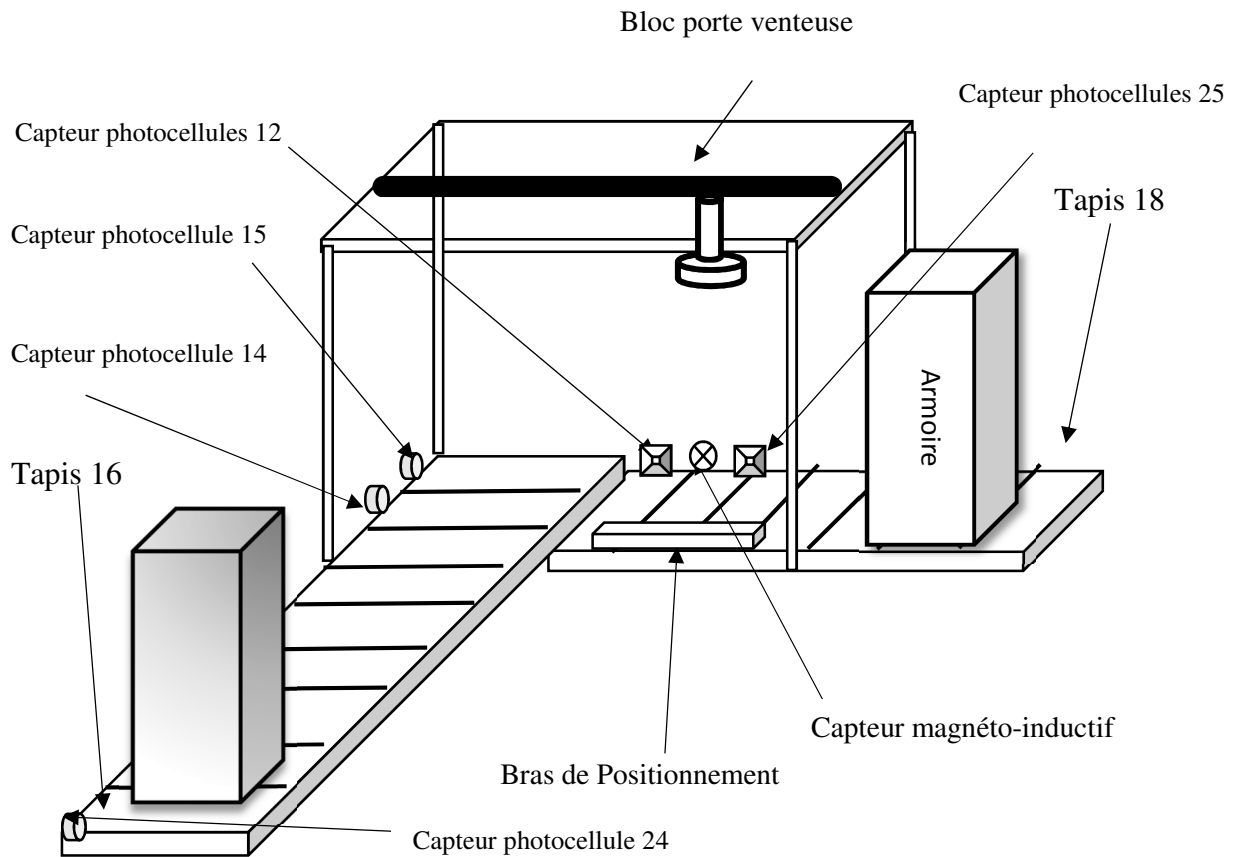


Figure III.22 : photocellules (14 et 15)

III.5.1.6. Evacuation des armoires

Les armoires transférées sont évacuées à l'aide d'une deuxième chaîne à écaillage qui est entraînée par un autre moteur asynchrone.

Remarque

Il arrive parfois qu'à la fin de la chaîne à écaillage, des armoires deviennent leurs parcours et créent ainsi un encombrement ou un petit dysfonctionnement de la chaîne de fabrication. Pour éviter ce problème, une photocellule (24) dont le rôle est d'arrêter la chaîne dès qu'il y a un dépassement est placée à la fin de cette chaîne.

III.7. Liste des capteurs, et actionneurs

III.7.1. Actionneurs

a-Moteurs

MOT1 : moteur triphasé asynchrone 1 commandant l'avance du tapis 1

$$\begin{cases} MOT1AV : \text{moteur en marche.} \\ MOT1ART : \text{moteur à l'arrêt.} \end{cases}$$

MOT2 : moteur triphasé asynchrone 2 commandant l'avance du tapis 2

$$\begin{cases} MOT2AV : \text{moteur en marche.} \\ MOT2ART : \text{moteur à l'arrêt.} \end{cases}$$

a-Vérins

Vp : Vérin a ressort simple effet pour positionner les armoires

$$\begin{cases} V_{P-} : \text{sortie du bras de positionnement} \\ \end{cases}$$

V5 : Vérin double effet pour déplacement vertical du bloc porte ventouses

$$\begin{cases} V_{5_P} : \text{descente du bloc porte ventouses} \\ V_{5_N} : \text{montée du bloc porte ventouse} \end{cases}$$

V1 : Vérin double effet pour déplacement horizontale du chariot

$$\begin{cases} V_{1_+} : \text{Translation horizontale à gauche.} \\ V_{1_-} : \text{translation horizontale à gauche.} \end{cases}$$

Vr : Vérin rotatif pour la rotation du bloc porte ventouses

$$\begin{cases} V_{r_+} : \text{Translation horizontale à gauche.} \\ V_{r_-} : \text{translation horizontale à gauche.} \end{cases}$$

III.7.2. Pré actionneurs

- **Electrovannes**

EV1 : électrovanne pour actionner le vérin Vp

EV2 : électrovanne pour actionner le vérin V5

EV3 : électrovanne pour actionner le vérin V1

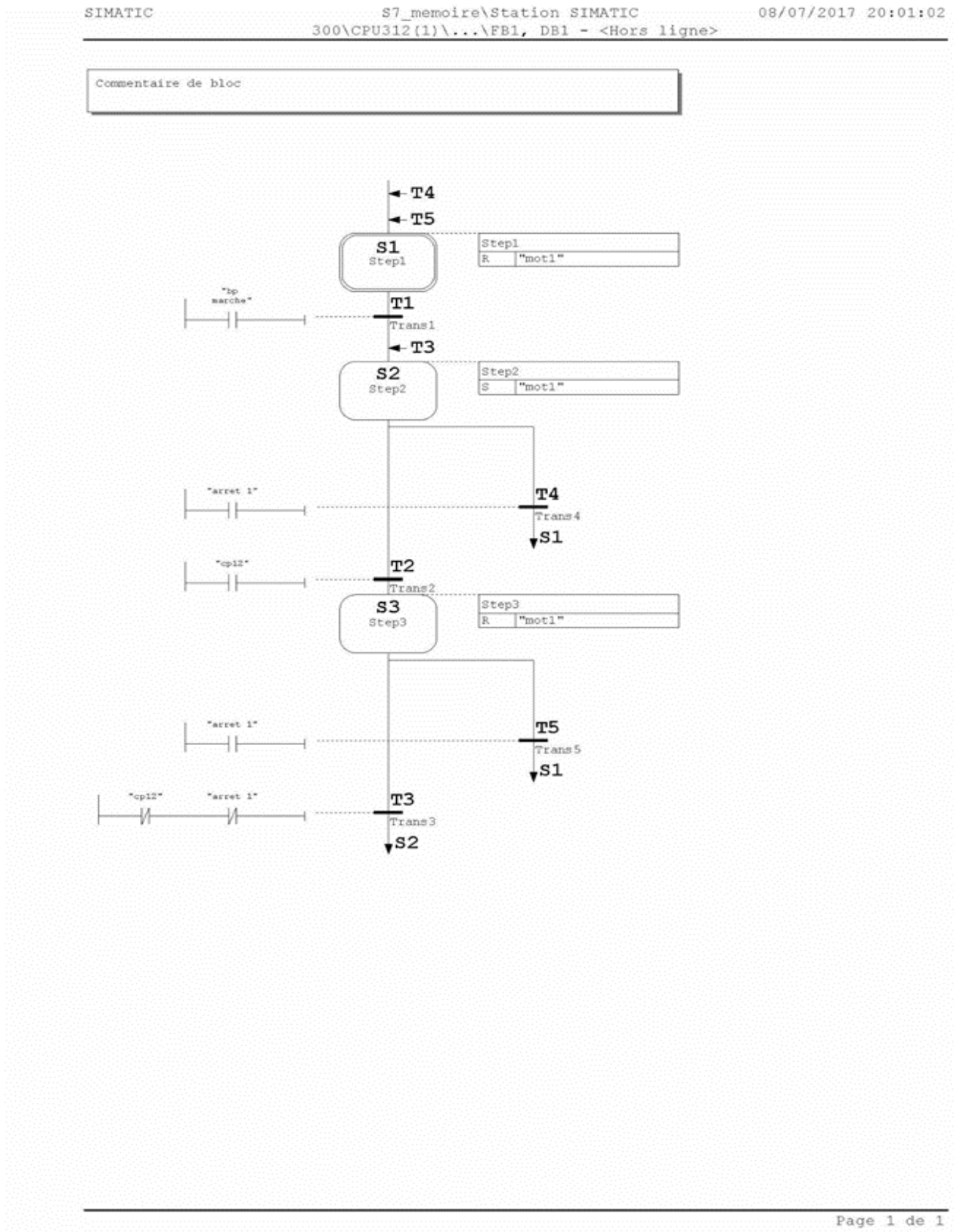
EV4 : électrovanne pour actionner le vérin Vr

III.7.3 Capteurs

- **Cp19** : capteur photocellule pour l'arrêt du MOT et l'actionnement de Vp ;
- **Cp12** : capteur de bon position des armoires (capteur magnéto-inductif)
- **Cp9** : capteur de fin de course de la position haute V5 ;
- **Cp26**: capteur de fin de course de la position basse du V5 ;
- **Cp4** : capteur de fin de course du mouvement de l'avancement de V1 ;
- **Cp2**: capteur de fin de course du mouvement du recule de V1 ;
- **Cp10** : capteur de fin de course gauche de mouvement de rotation de Vr ;
- **Cp6** : capteur de fin de course droite de mouvement de rotation de Vr ;
- **Cp11** : capteur de bonne adhésion armoires /ventouses ;
- **Cp25** : capteur de photocellules pour actionner Mot1 et V1+ ;
- **Cp14/Cp15**: capteur photocellule pour commander le tapis 2
- **Cp24** : capteur photocellule pour la sécurité
- **Cp25** : capteur de photocellules de position
- **Bp** : bouton poussoir du début de cycle ;

III.8. Grafcet niveau2

Grafcet N°01 : Chaîne d'alimentation des réfrigérateurs



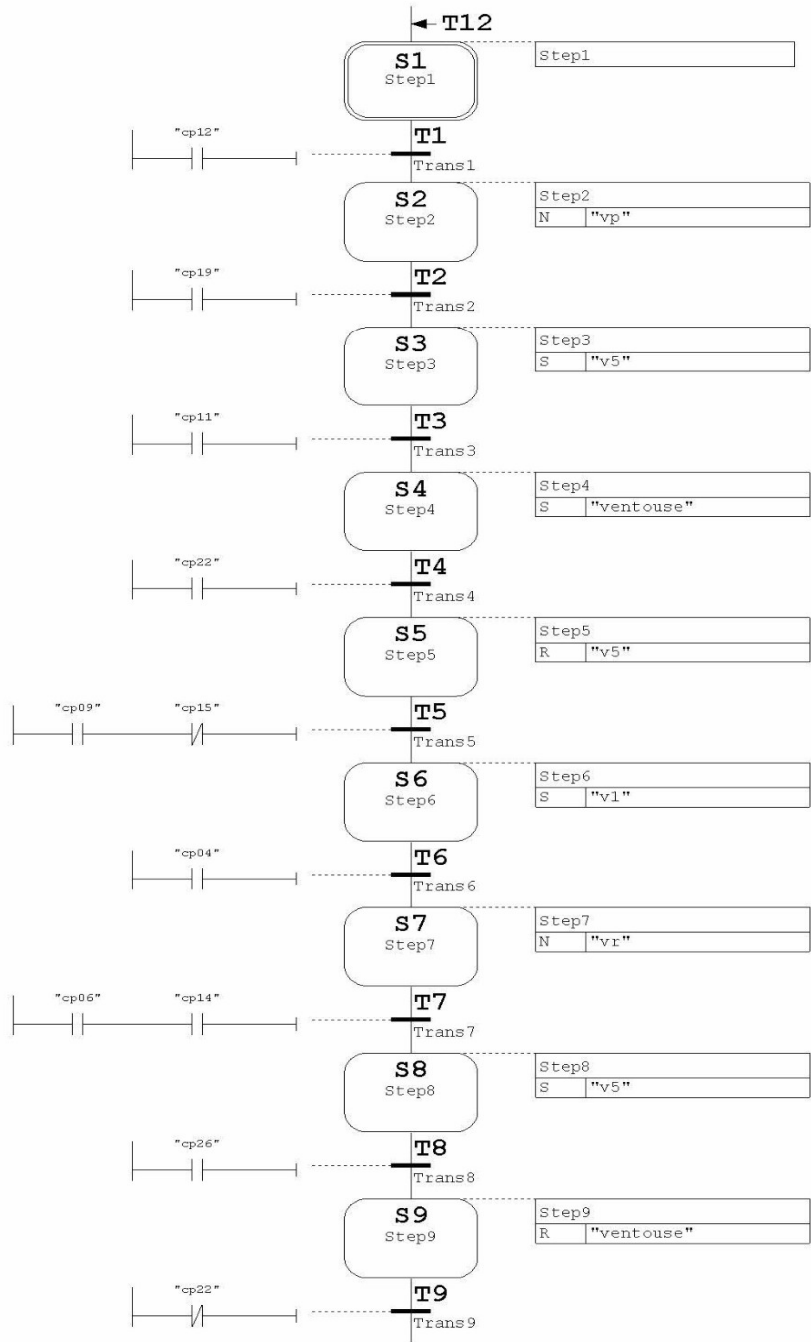
Grafset N°02: Chaîne de transfert des réfrigérateurs

SIMATIC

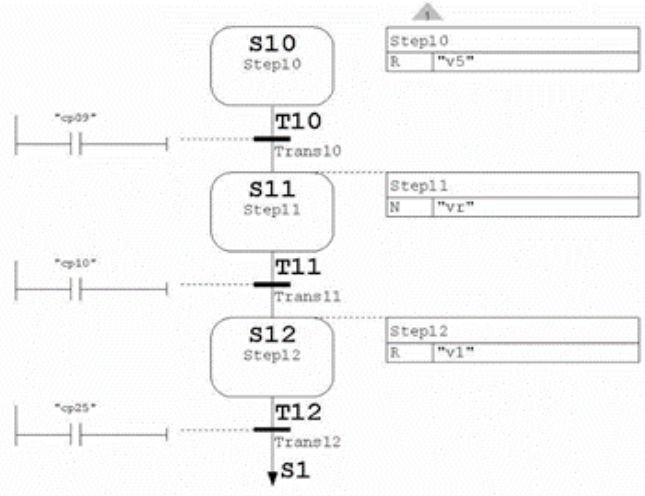
S7_memoire\Station SIMATIC
300\CPU312(1)\...\FB2, DB2 - <Hors ligne>

08/07/2017 20:11:16

Commentaire de bloc



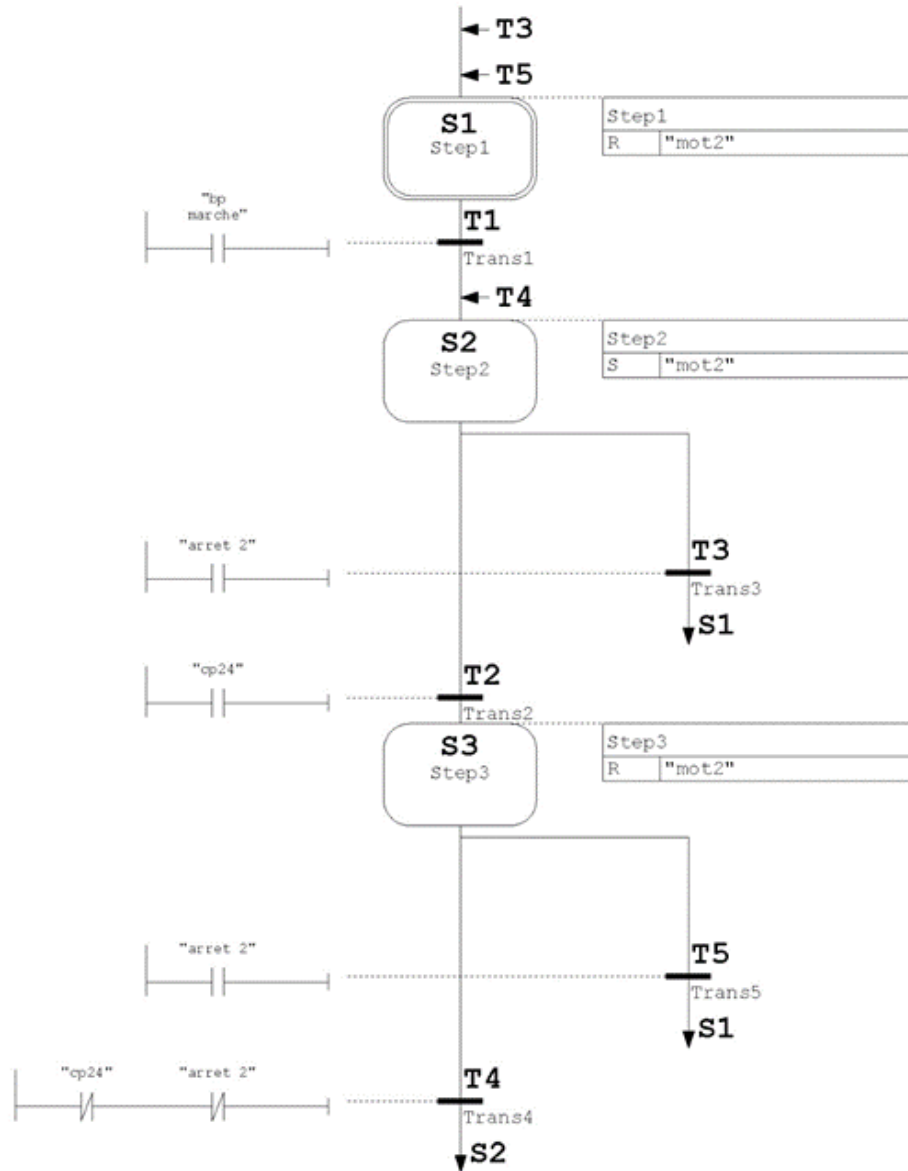
SIMATIC S7_memoire\Station SIMATIC 08/07/2017 20:11:16
300\CPU312(1)\...\FB2, DB2 - <Hors ligne>



Grafset N°03: Chaîne d'évacuation des réfrigérateurs

SIMATIC S7_memoire\Station SIMATIC 08/07/2017 20:04:02
 300\CPU312(1)\...\FB3, DB3 - <Hors ligne>

Commentaire de bloc



III.9. Conclusion

En tenant compte de la complexité et la difficulté du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET. Nous avons élaboré en premier lieu un grafcet de niveau 1 pour mieux expliquer le fonctionnement du système, puis le grafcet niveaux 2 qui met en œuvre et décrit la partie opérative. Ce grafcet niveau 2 est utilisé pour la réalisation des systèmes automatisés.

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel, il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

En somme, le grafcet facilite considérablement le passage de la description à la modélisation. Pour améliorer les performances de la chaîne de transfert, on propose aussi de concevoir une simulation à l'aide du logiciel. WinCC flexible

Chapitre 4

Simulation de programme
avec S7-PLCSIM

IV.1. Introduction

L'introduction de l'informatique dans l'industrie et particulièrement dans le domaine de la conception et de la fabrication a considérablement accéléré le développement de l'automatisation, avec les API (automate programmable industriel). Sont, ensuite, apparues des machines à commande numérique, dont les mouvements sont enregistrés sur une unité de stockage et qui peuvent accomplir plusieurs opérations d'usinage. D'une façon générale un automatisme est un dispositif qui permet à la machine ou à des installations de fonctionner avec une réduction maximale de l'intervention humaine et qui peut :

- Prendre en charge des tâches répétitives ou dangereuses, pénibles à exécuter.
- Contrôler la sécurité du personnel et des installations.
- Accroître la production et la productivité, réaliser des économies de la matière et de l'énergie.
- Accroître la flexibilité des installations pour modifier les produits ou le mode de fabrication

En Algérie, l'automatisation prend une grande ampleur dans le domaine de l'industrie, d'où la présence quasi total du leader mondial, dans le domaine, qui est SIMATIC une filiale du géant mondial SIEMENS. [7]

IV.2. Critère de choix de l'automate programmable industriel

Après avoir étudié notre système dans les chapitres précédent, le choix de l'API revient à considérer certains critères important tels que :

- Le nombre et la nature des entrées/sorties ;
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur ;
- Fonction ou modules spéciaux : certains modules permettent de soulager le processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé ;
- Communication avec d'autre système ;
- La fiabilité et la robustesse ;
- Protection contre les parasites (champs électromagnétiques), baisse et pic de tension.
- Le coût.

Le système de de transfert des réfrigérateurs que nous étudions est un automatisme logique dont les entrées/sorties sont de nature tout ou rien (TOR). Il est constitué de :

- ✓ 20 entrées TOR.
- ✓ 10 sorties TOR.
- ✓ 1 bit interne (mémentos).

Nous avons opté pour l'automate S7 300 de la firme SIEMENS, car il répond parfaitement aux exigences citées ci-dessus.

IV.3. Définition de l'automate S7-300

L'automate programmable est un système de traitement logique de l'information dont le programme de fonctionnement s'effectue à partir d'instructions établies en fonction du processus à réaliser [7].

Le S7-300 est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation de moyenne et haute complexité, sa gamme est caractérisée par :

- Gamme diversifiée de la CPU ;
- Gamme complète de module ;
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 module ; □ Possibilité de mise en réseau avec :
 - Profibus ;
 - L'interface multipoint (MPI) ;
 - L'industrie Ethernet ;
- Raccordement central de la console de programmation (PG) avec accès a tous les modules ;
- Liberté de montage aux différents emplacements.

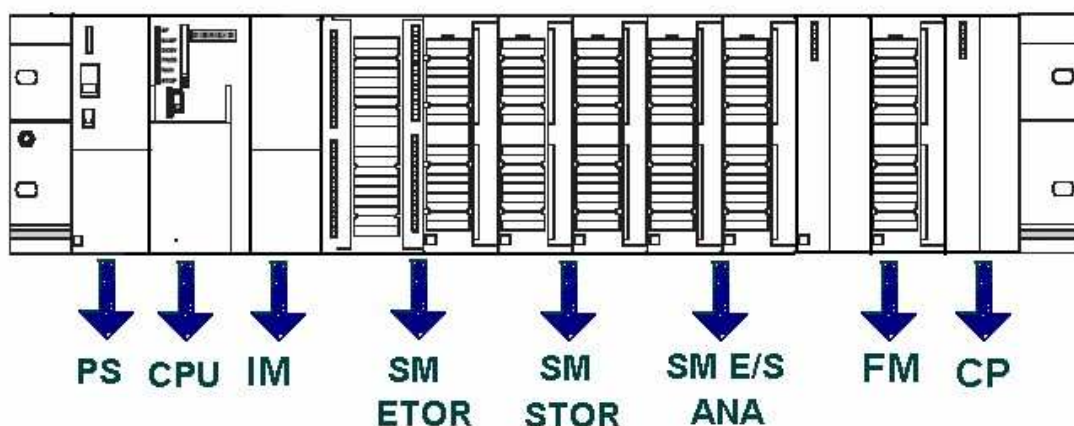


Figure IV.1. : Présentation des modules du S7-300

□ **Fonctionnement :**

L'automate programmable lit en permanence et à grande vitesse les informations du programme dans la mémoire.

Selon la modification des entrées, il réalise les opérations logiques entre information d'entrée et de sortie.

Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10 μ s. ce temps est très inférieur au temps d'évolution d'une séquence.

IV.4. Modularité du S7-300

Le S7-300 est un mini automate modulaire conçu pour les applications d'entrées et de milieu de gamme Figure IV.1.

a) Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation (PS) délivre, sous une tension de 24V, un courant de sortie assigné de 2A, 5A et 10A. Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou une alimentation externe.

Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation. En cas de surcharge de la tension de sortie, un témoin se met à clignoter.

b) Unité centrale (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états de signaux d'entrée, exécute le programme utilisateur et commande les sorties.

Elle contient un système d'exploitation, une unité d'exécution et des interfaces de communication.

Elle permet le pré-réglage du comportement au démarrage et le diagnostic de défauts par les LEDs

IV.5. Commutateur de modes

MERS : effacement général (module rest).

STOP : arrêt, le programme n'est pas exécuté.

RUN : le programme est exécuté, accès en lecture, seul avec une PG/PC.

RUN-P: le programme est exécuté accès en écriture, accès en lecture avec une PG/PC.

IV.6. Périphérique de communication

Il existe plusieurs périphériques de communication, nous utiliserons un PC standard munis du logiciel STEP7 et d'une interface MPI pour communiquer avec l'automate, celui-ci nous permettra :

- D'écrire le programme, de le compiler et de le transférer à l'automate ;
- D'exécuter le programme pas à pas et de le visualiser ;
- De forcer ou de modifier des données telles que les entrées, les sorties, les bits internes etc...

IV.7. Programmation avec le SIMATIC STEP7

a. Progiciel STEP7

Le STEP7 est un progiciel de base pour la configuration et la conception des programmes pour les systèmes d'automatisation SIMATIC, existant en plusieurs version telles que :

STEP7 micro Win pour les applications du SIMATIC S7-200, SIMATIC Manager pour les applications du S7-300.

Il possède trois langages de programmation (CONT/LIS/LOG), assurant la conversion d'un mode à l'autre.

b. Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste à la disposition des châssis (racks), de modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut enficher un nombre défini de module, comme dans les châssis réels.

Pour notre système nous avons choisis une configuration dans laquelle nous avons Figure IV.2. :

- Le module d'alimentation PS 307 5A ;

- La CPU 312 ;
- Un (01) module d'entrées logiques de 32 bits;
Un (01) module de sortie logique de 32bits

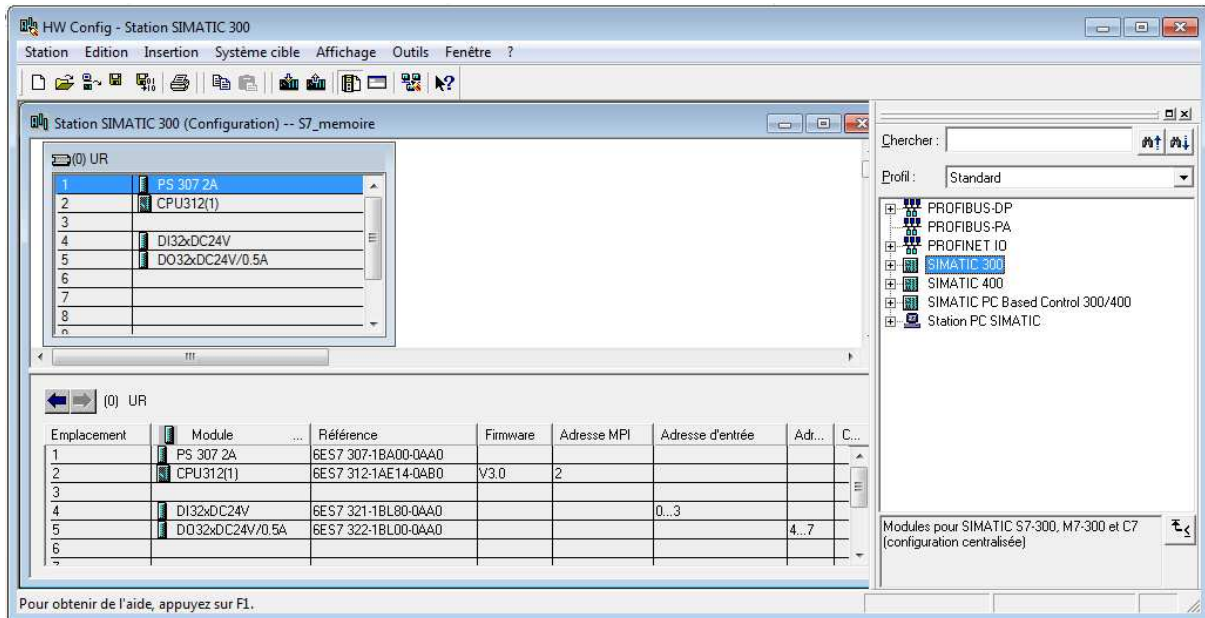


Figure IV.2. : Configuration matérielle

IV.8. Structure de notre programme

a. Type de programme utilisé

La structure suivie pour la programmation de notre système est du type structuré complexe qui consiste en la subdivision du programme en petites parties, correspondant à la fonction (FC) et bloc de fonction (FB) du processus d'automatisation qui peuvent être utilisés fois en leurs faisant appel dans le bloc organisationnel OB, et ceci dans le but de simplifier et d'éclaircir notre programme ce qui n'aurait pas pu être possible avec la programmation linéaire.

b. Blocs utilisés dans notre programme

□ **Bloc d'organisation et de traitement de programme cyclique OB1** Il constitue l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation c'est-à-dire que la CPU exécute uniquement l'instruction qui se trouve sur ce bloc. L'OB1 contient

l'instruction d'appel de bloc pour ramener les autres blocs (FB, FC,..) afin d'être exécuté par l'automate.

□ **Bloc fonctionnel (FB)**

A chaque FB on associe un ou plusieurs bloc de données qui sauvegarde les données statiques (il dispose d'une zone mémoire), il contient un programme qui est exécuté quand il est appelé par l'OB1, le FB facilite la programmation de fonctions complexes souvent utilisées.

□ **Fonction (FC)**

Contrairement au bloc fonctionnel, la fonction ne possède pas de mémoire, les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction.

□ **Bloc de données (DB)**

Les blocs de données sont des zones mémoire qui permet de mémoriser des données locales ou bien globales. Il existe deux types de bloc de données :

DB globaux : servent à enregistrer les données utilisateurs pouvant être utilisées par tous les autres blocs ;

DB d'instances : il est associé à chaque FB, un FB peut avoir plusieurs DB d'instances.

La figure IV.3. Représente la structure du programme du système de transfert des réfrigérateurs

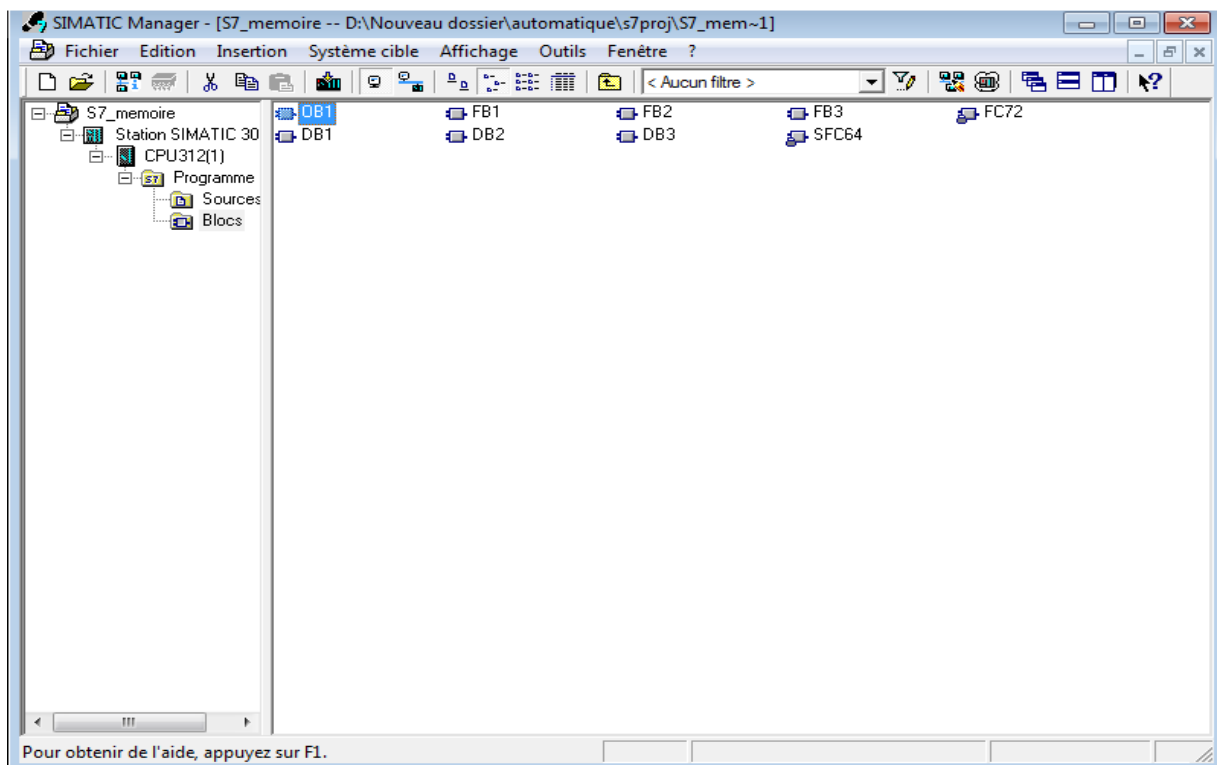


Figure IV.3. : Structure du programme du système de transfert

On peut voir que notre programme est composé trois (3) blocs FB et de trois (3) blocs DB.

Tous ces blocs sont appelés du bloc OB1 pour accomplir une tâche précise.

FB1 : est le bloc de démarrage des deux moteur MOT1 et MOT2, il fait appel à :

FB2 : est le bloc de fonctionnement du chariot « ventouse », il fait appel à :

FB3 : est le bloc de démarrage et l'arrêt de MOT2, il fait appel à :

IV.9. Exemple d'une partie de notre programme

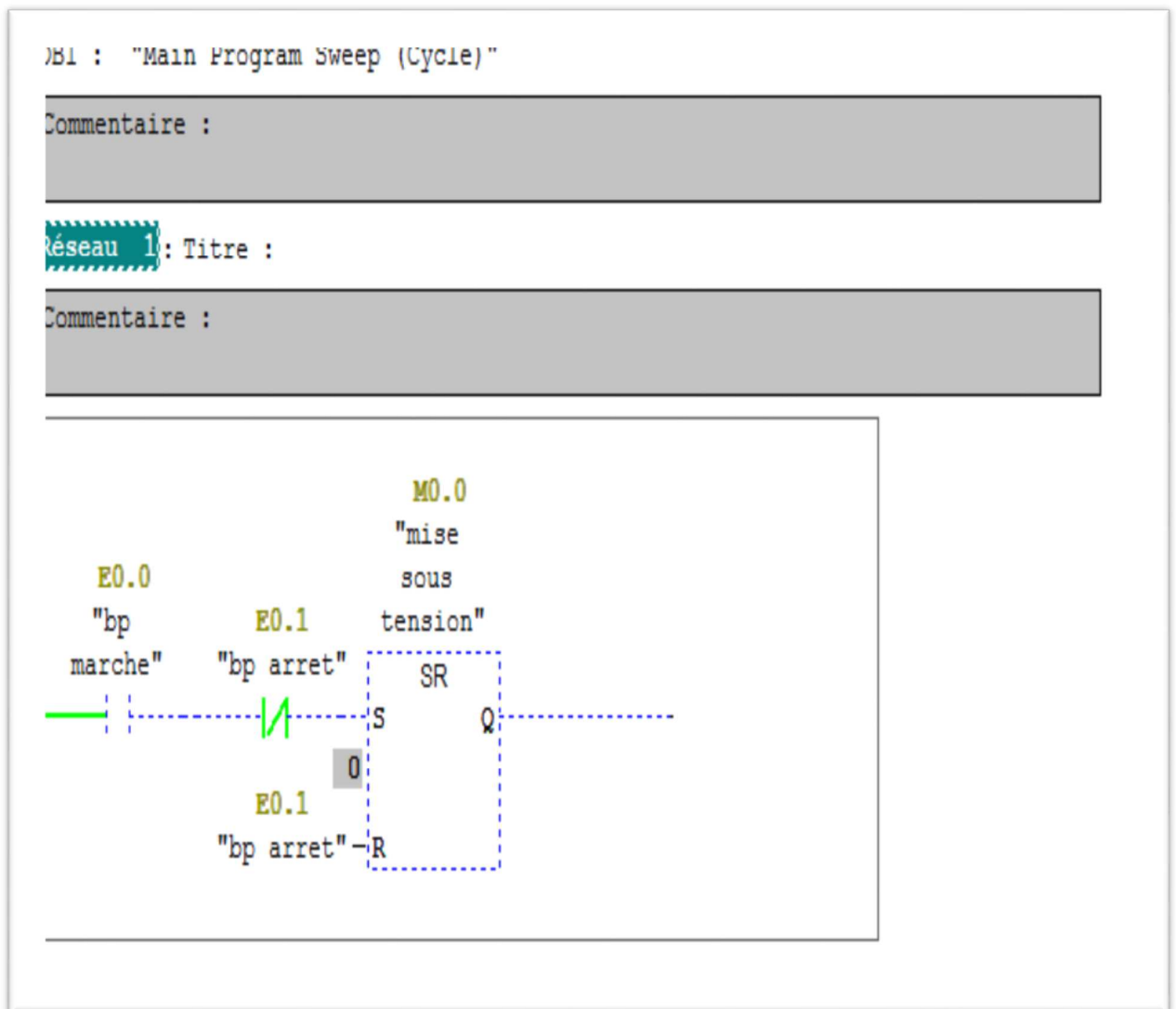


Figure IV.5. : Le bloc FC1 appelé dans OB1

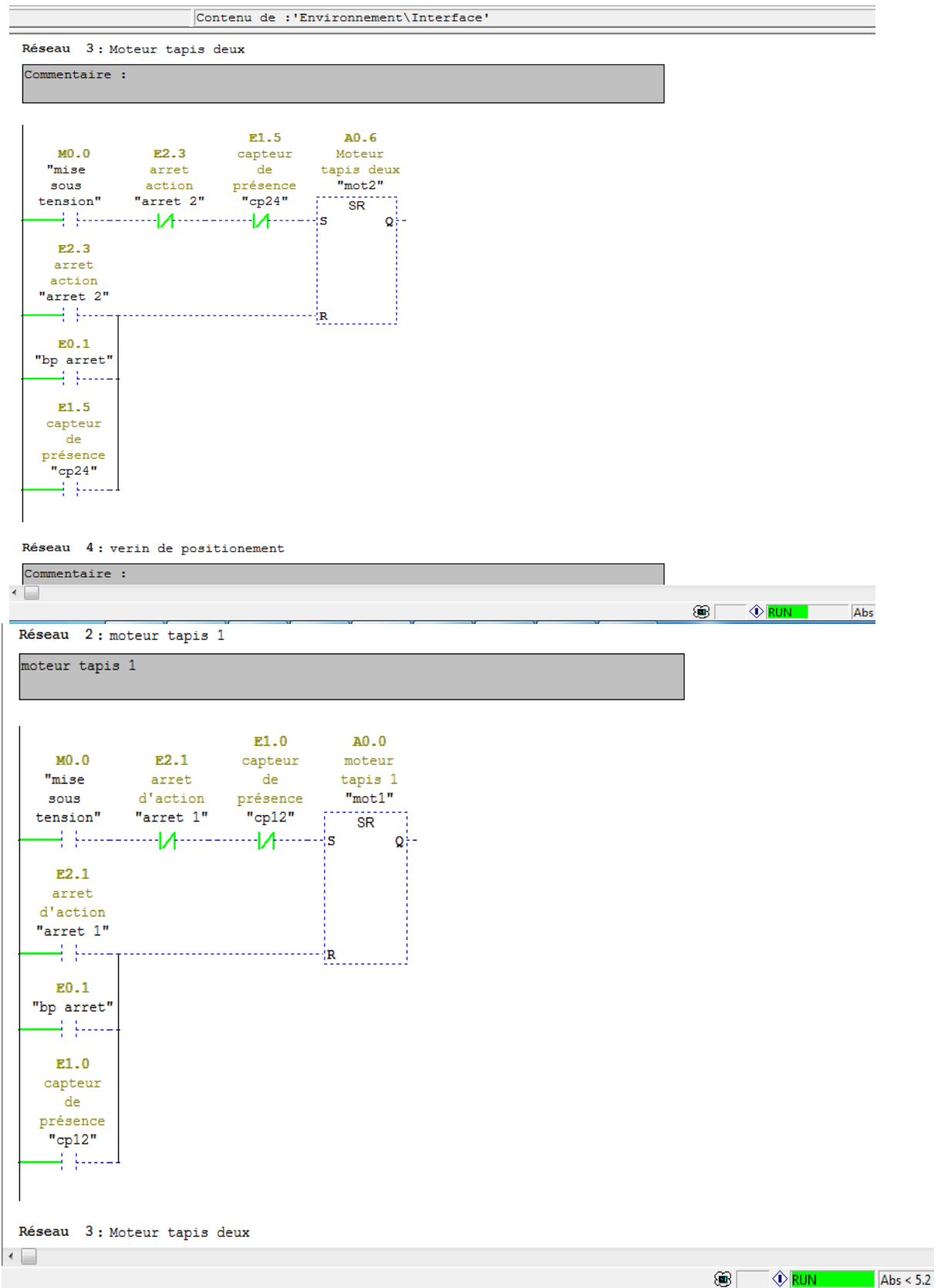


Figure IV.6. : Le bloc FC1

Bloc fonctionnel FC2

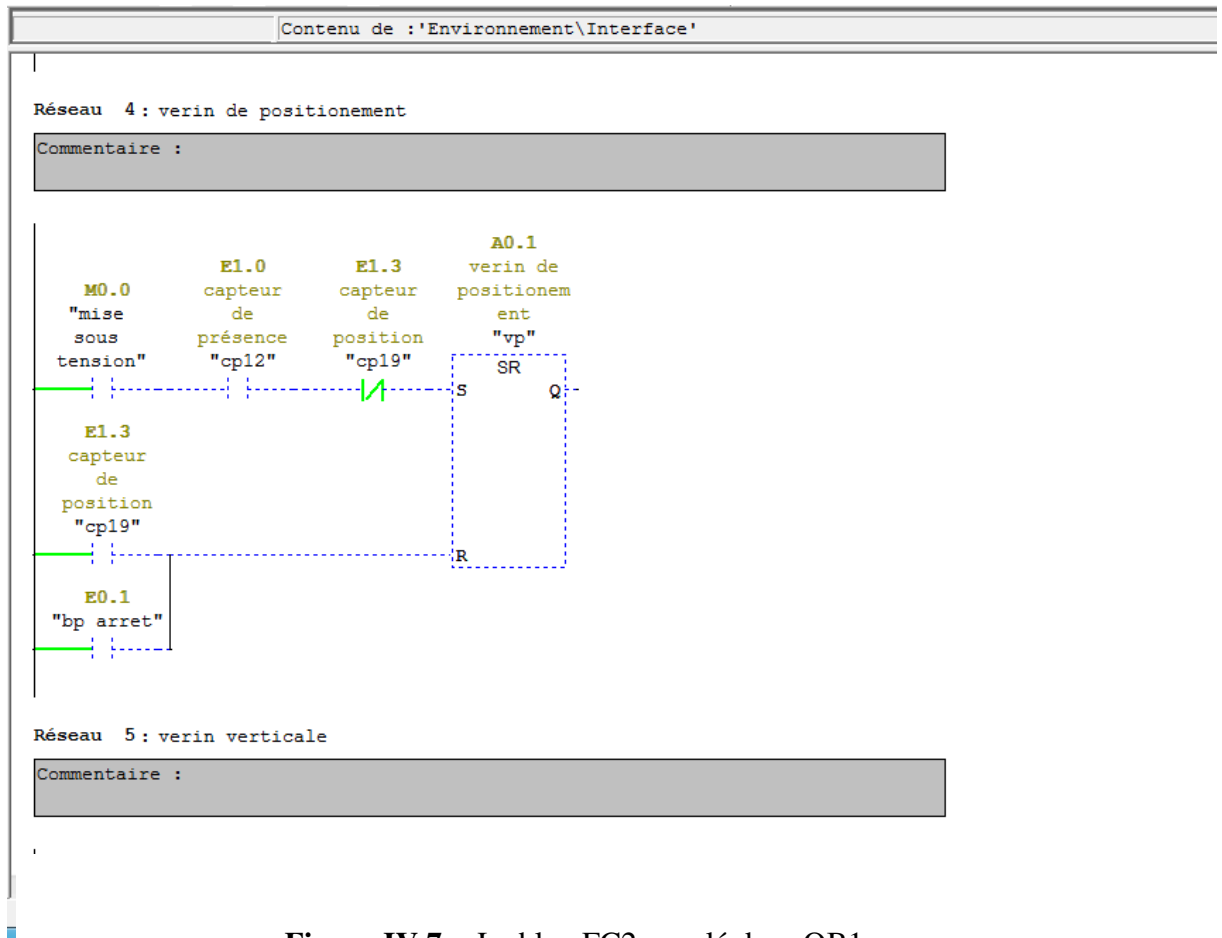


Figure IV.7. : Le bloc FC2 appelé dans OB1

IV.10. Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrés dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation déterminée (par exemple : variable, type de donnée, bloc). La figure IV.8. illustre une partie de la table des mnémoniques.

	Etat	Mnémonique	Opéra /	Type de d	Commentaire
1		mot1	A 0.0	BOOL	moteur tapis 1
2		vp	A 0.1	BOOL	verin de positionnement
3		Ev5+	A 0.2	BOOL	sortie verin verticale
4		vr+	A 0.3	BOOL	verin rotatif sens+
5		ventouse	A 0.4	BOOL	Ventouse
6		Ev1+	A 0.5	BOOL	electrovane de sortie Verin Horizontal
7		mot2	A 0.6	BOOL	Moteur tapis deux
8		Ev1-	A 0.7	BOOL	electrovane d'entré Verin Horizontal
9		vr-	A 1.0	BOOL	verin rotatif sens-
1		EV5-	A 1.1	BOOL	entré verin verticale
1		bp marche	E 0.0	BOOL	
1		bp arret	E 0.1	BOOL	
1		cp02	E 0.2	BOOL	capteur de présence
1		cp04	E 0.3	BOOL	capteur de présence
1		cp06	E 0.4	BOOL	capteur de position
1		cp09	E 0.5	BOOL	capteur de position
1		cp10	E 0.6	BOOL	capteur de position
1		cp11	E 0.7	BOOL	capteur de positon
1		cp12	E 1.0	BOOL	capteur de présence
2		cp14	E 1.1	BOOL	capteur de présence
2		cp15	E 1.2	BOOL	capteur de présence
2		cp19	E 1.3	BOOL	capteur de position
2		cp22	E 1.4	BOOL	pressostat
2		cp24	E 1.5	BOOL	capteur de présence
2		cp25	E 1.6	BOOL	capteur de présence
2		cp26	E 1.7	BOOL	capteur de position
2		cp27	E 2.0	BOOL	capteur de position
2		arret 1	E 2.1	BOOL	arret d'action
2		init	E 2.2	BOOL	
3		arret 2	E 2.3	BOOL	arret action
3		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
3		mise sous tension	M 0.0	BOOL	
3		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
3		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
3					

Figure IV.8. : La table des mnémoniques

IV.11. Validation du programme de conduite

Le logiciel de simulation d'automate S7-PLSIM, intégré dans l'atelier logiciel STEP7 professionnel, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer de matériel cible. Il permet aussi de réduire de manière significative,

les temps de mise en service de nos installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automates. La Figure 3.9. Illustre la fenêtre du S7-PLSIM.

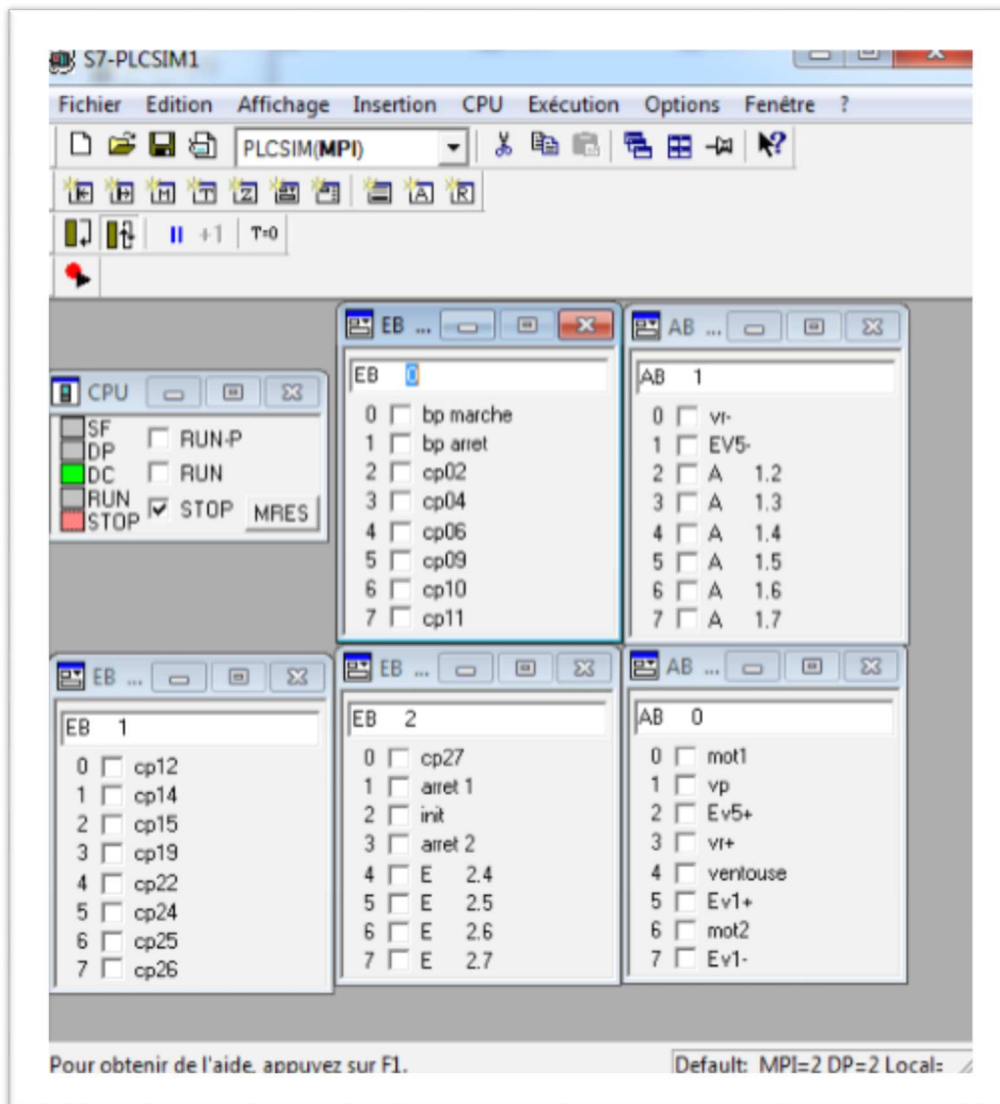


Figure IV.9. : Fenêtre du S7-PLSIM

IV.12. Exemple de simulation de notre programme

Fonction FC72

Ceci est un exemple concret de notre programme dans lequel il est procédé à la simulation de la fonction FC72. La mise en marche du programme de transfert se fait par l'opérateur en appuyant sur le bouton poussoir et que le système soit en marche

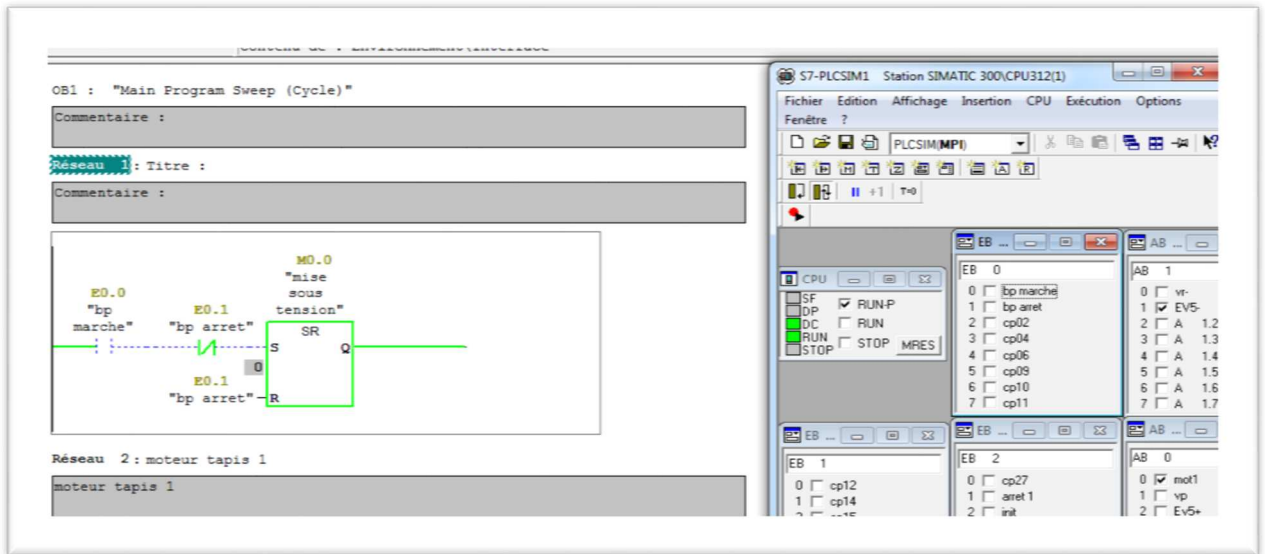


Figure IV.10. : Simulation de la mise on tension

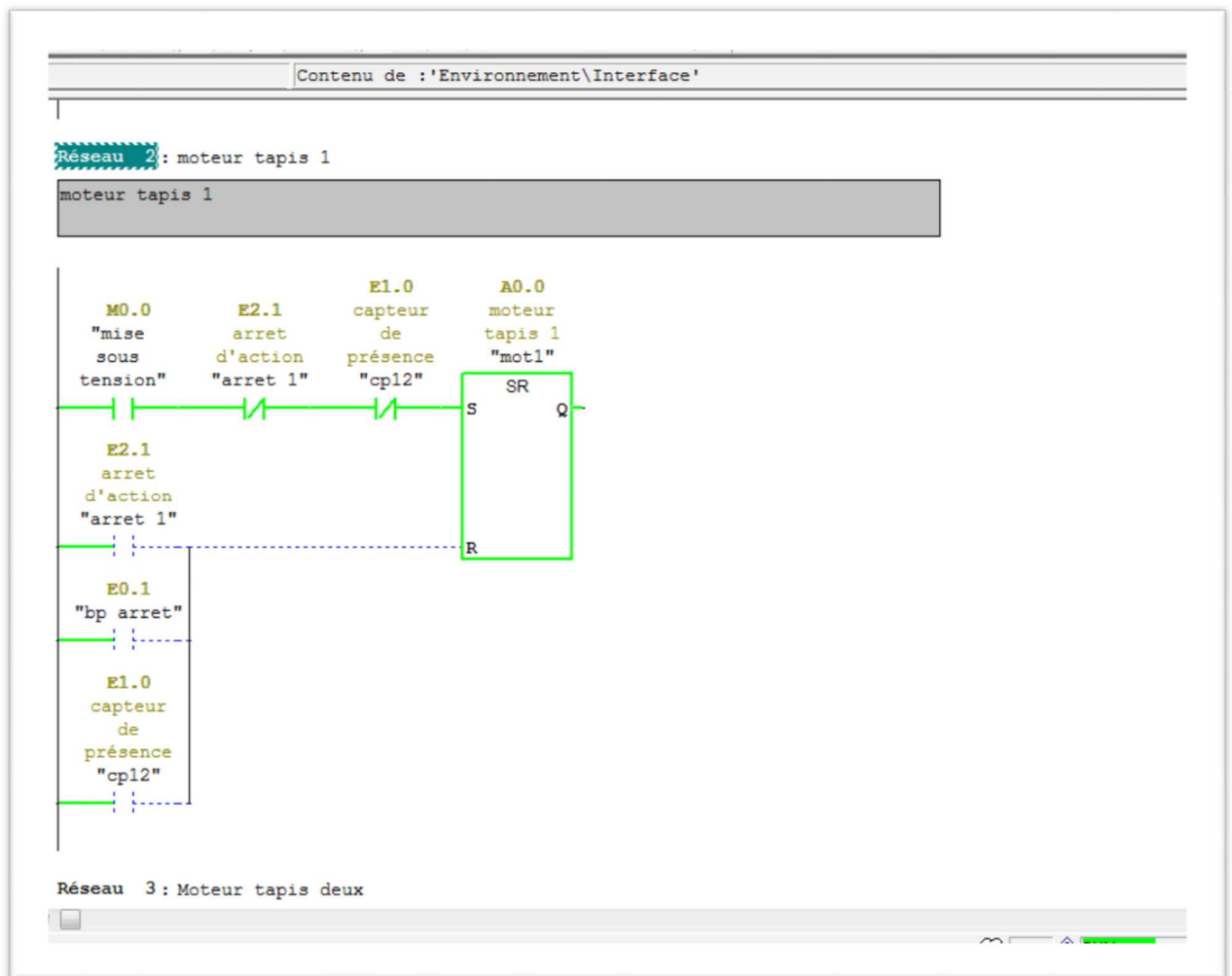


Figure IV.11. : Simulation de démarrage de MOT1

IV.13. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour le pilotage de notre station le S7-300 ainsi que son logiciel de programmation SIMATIC STEP7.

La validation du programme de conduite que nous avons développé a été réalisée grâce au logiciel de simulation de modules S7-PLSIM. Cette procédure nous a permis d'apporter les modifications nécessaires pour la concrétisation de notre programme.

Dans le chapitre suivant, nous allons développer une plateforme de supervision et la proposer aussi complète que possible, permettant une visualisation dynamique des entrées/sorties et qui simplifie la tâche de contrôle pour l'opérateur de conduite.

chapitre 5

Développement de la plate
forme de supervision.

V.1. Introduction

Le logiciel de supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé. Il a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et de les mettre en forme (traitement).

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 prise de décision.

Cette présentation passe par des images de synthèses qui représentent un ensemble de vues ; le processus est représenté par un synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.[8]

Outre le synoptique, on trouve aussi des vues d'alarmes, de statistiques, de régulations....etc.

V.2. Généralités sur la supervision

V.2. 1. Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande. Elle permet grâce à des vues préalables créées et configurées à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

V.3. Constitution d'un système de supervision

La plus part des systèmes de supervisions 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.

V.3.1. Module de visualisation

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

V.3.2. Module d'archivage

Il mémorise des données (alarmes et événements) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenances ou de gestion de production.

V.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.

V.3.4. Module de communication

Assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les API et d'autre périphérique.

V.4. Apport de la supervision

La supervision a un impact considérable sur le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises [08] [09]

Apport pour le personnel

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles ; elle permet aussi de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail. Elle offre à l'opérateur la possibilité de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des tâches de routine (vérification des paramètres, inspection des installations.....)

En situation d'exception (incendie, danger, situation à risque...), les actions à entreprendre sont cernées et bien décrites ; dans ce cas le système de supervision sert d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et l'aide à la décision.

Apport pour l'entreprise

L'effet de la supervision sur l'entreprise est considérable, elle permet entre autre de :

- Respecter les délais en diminuant le nombre de panne, car le suivi de l'entreprise dépend du respect des délais impartis.
- Améliorer et maintenir la qualité de production, qui passe par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement.
- Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

V.5. Logiciel de supervision WinCC

Le WinCC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) ; autrement dit l'interface entre l'homme (l'opérateur) et la machine (le processus). Il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran.

WinCC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur, pour système monopostes et multiposte.

Il fonctionne sous MICROSOFT WINDOW, autorise des solutions basées sur le Web et permet le transit des informations sur internet.

Il offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il mette à la disposition des opérateurs.

Les étapes de déroulement de la supervision sou WinCC sont résumées dans la figure suivante :

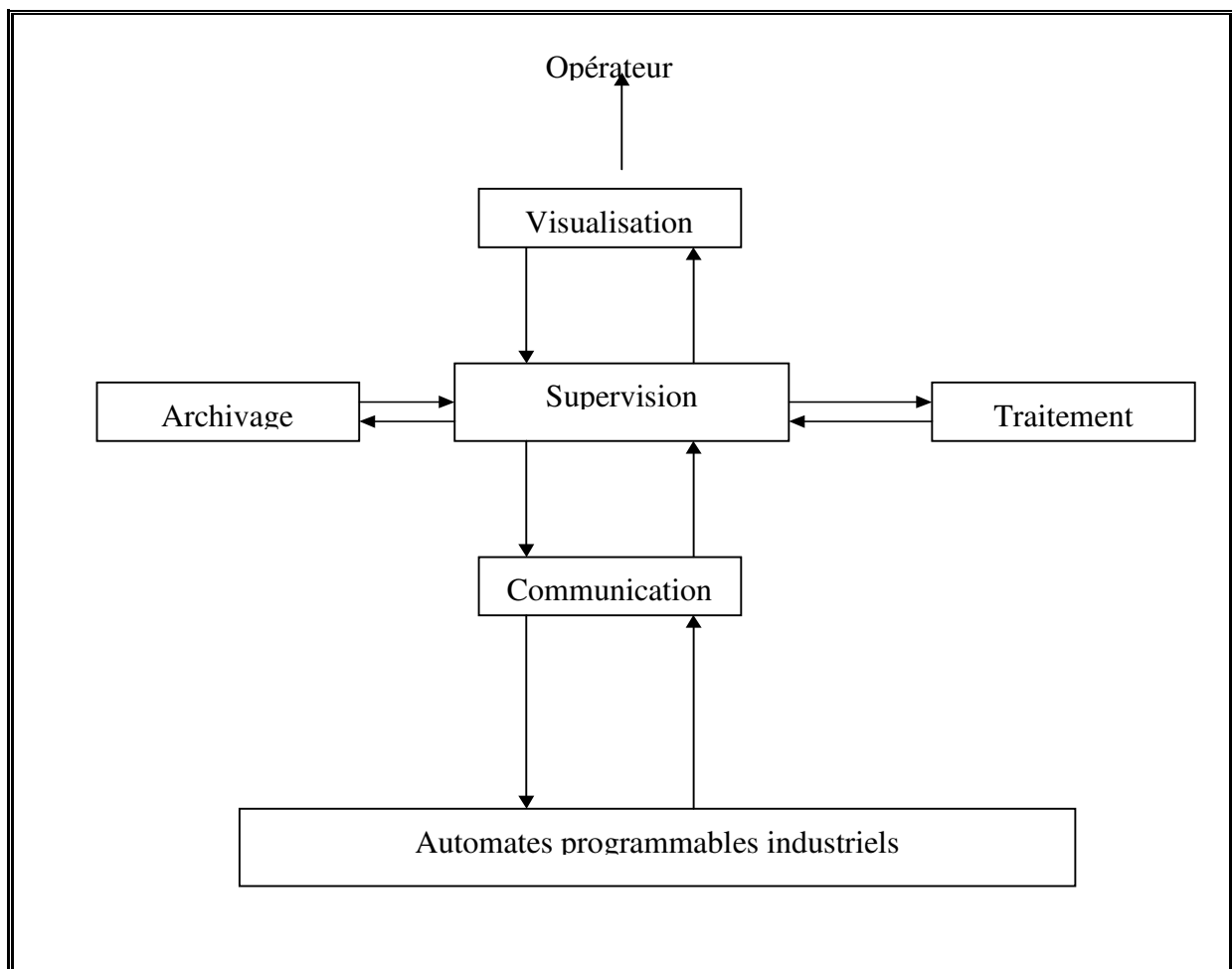


Figure V.1. : Déroulement de la supervision

V.6. Positionnement dans l'environnement IHM

WinCC s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information :

- Faisant partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation), WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en oeuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge ;
- Les données WinCC peuvent être échangées avec d'autres solutions de TIA via des interfaces standardisées.

V.7. Différents niveaux de performance

Les systèmes IHM SIMATIC sont des systèmes de visualisation. Les différents produits se distinguent par leurs fonctionnalités, leurs performances, la plateforme matérielle et les interfaces ouvertes.

Les systèmes IHM SIMATIC simples sont de petits panneaux de commande et d'affichage.

Ils constituent le bas de la gamme de produits IHM. SIMATIC WinCC est un système de visualisation haut de gamme.



Figure V.2. : Différents niveaux de performance

V.7.1. Avantage de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite des procédés industriels, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller les procédés industriels à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

- **Représentation du processus :** Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue. Par exemple l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.
- **Commande du processus :** L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut par exemple démarrer un moteur.
- **Vue des alarmes :** Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, par exemple lorsqu'une valeur limite est franchie.
- **Archivage de valeurs processus et d'alarmes :** Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM. On peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.
- **Documentation de valeurs processus et d'alarmes :** Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal. On peut ainsi consulter les données de production à la fin d'une équipe.
- **Gestion des paramètres de processus et de machine :** Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes. Ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit.

V.7.2. Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE 2008

WinCC (Windows Control Center) flexible 2008 est un système IHM (Interface-HommeMachine) très performant développé par SIEMENS. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision. WinCC flexible permet la saisie,

l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : Affichage numérique, bibliothèque complète de symboles IHM, affichage de texte et courbes, champs d'édition de valeurs du processus,...etc. [9]

V.7.2.1. Avantage de WinCC flexible 2008

- WinCC permet de visualiser le process et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur.
- WinCC permet à l'opérateur de surveiller le processus. Pour ce faire, le process est visualisé par un schéma synoptique à l'écran. Dès qu'un état du process évolue, l'affichage est mis à jour.
- WinCC permet à l'opérateur de commander le process. A partir de l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple entrer une valeur de consigne ou ouvrir une vanne.
- 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.
- Les alarmes et valeurs de process peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC. Ceci permet de documenter la marche du process et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer de différents programmes pour piloter le process ou exploiter des données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre process. Le système supporte de nombreuses configurations.

V.7.2.2. WinCC et SIMATIC STEP 7

Faisant partie du concept TIA de Siemens (Automatisation Totale Intégrée), WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en œuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge. WinCC s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi en temps et on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

V.7.2.3. Création d'un projet sous WinCC flexible 2008

Les principales étapes suivies pour la création de notre application sous WinCC flexible 2008 sont :

a) Création d'un nouveau projet

Au démarrage de WinCC flexible, une fenêtre « WinCC flexible Advanced » s'ouvre avec des choix multiple pour la création de projet. Dans notre cas, on a choisi « créer un projet vide ».

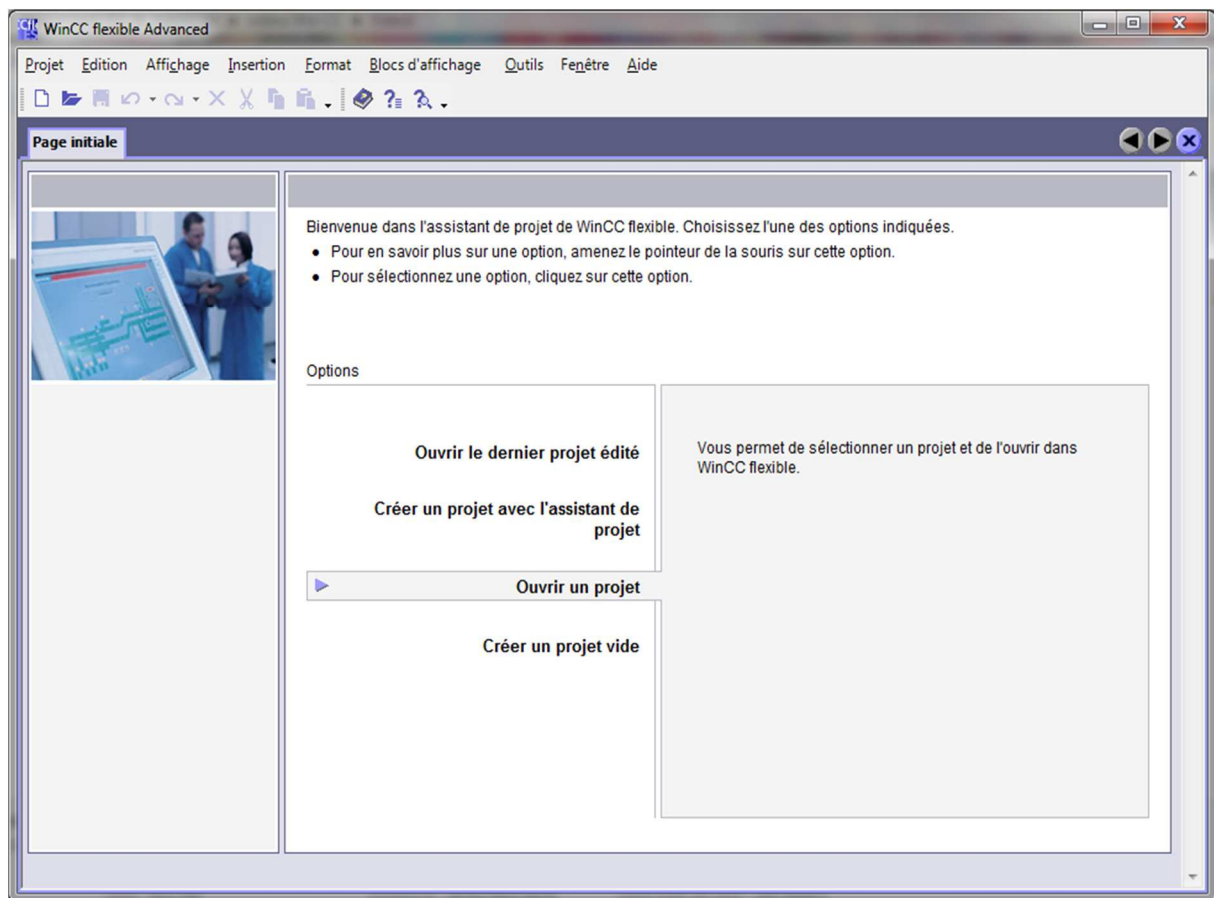


Figure V.3 : Création d'un nouveau projet.

b) Sélection de pupitre

Après la création d'un nouveau projet, une nouvelle fenêtre s'ouvre pour le choix de pupitre à utiliser pour notre application.

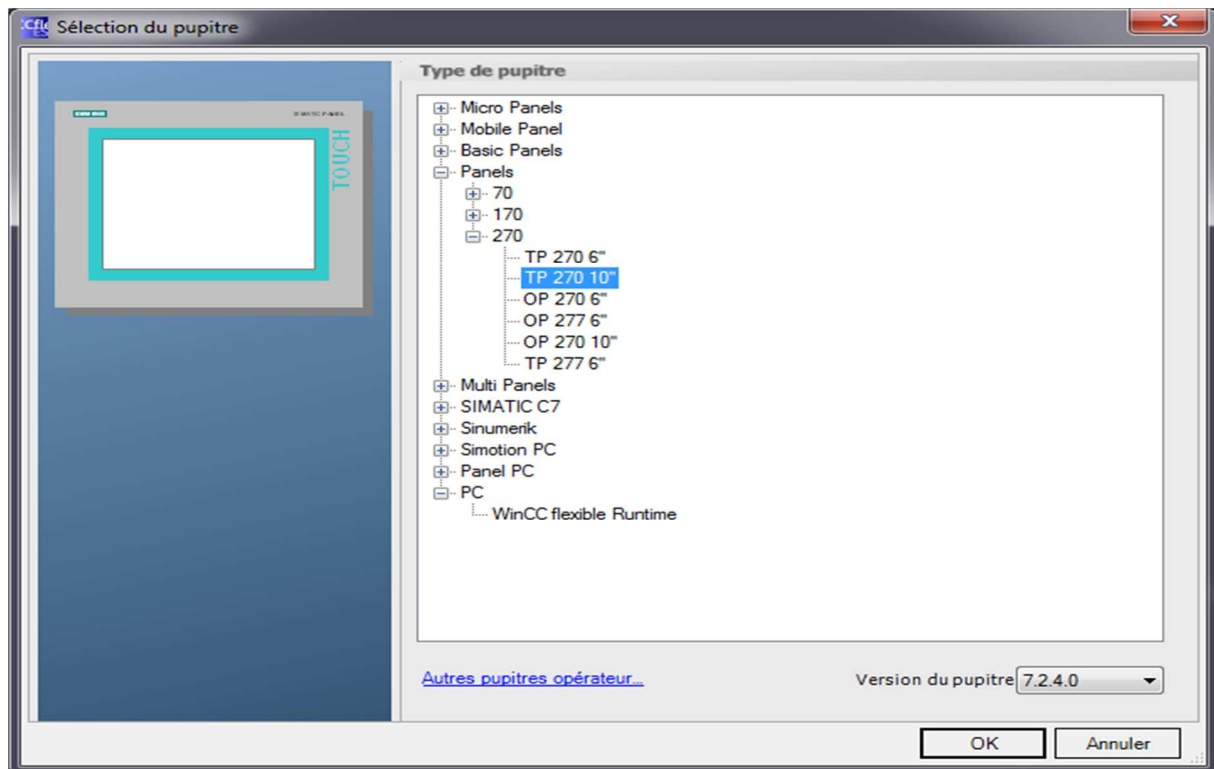


Figure V.4 : Fenêtre de choix de pupitre.

V.7.3. Communication entre le PC de supervision et l'automate

La communication entre le PC de supervision et la machine ou le processus est réalisé par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « variables ». La valeur d'une variable est écrite dans une zone mémoire (adresse) de l'automate où est lue par le PC de supervision. La structure générale est illustrée dans la figure suivante :

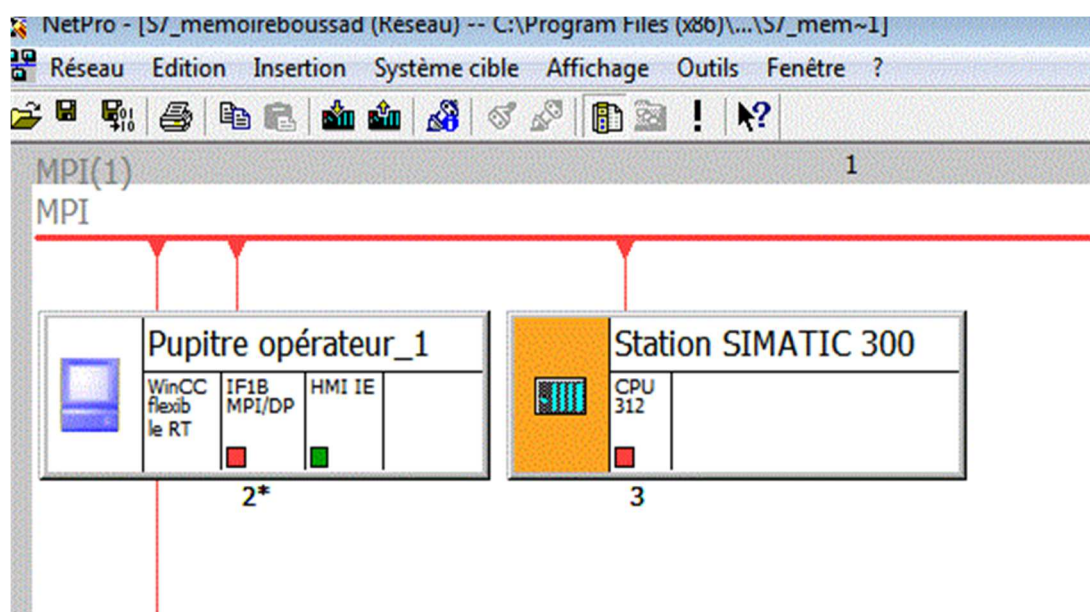


Figure V.5 : Communication du WinCC avec l'automate S7-300.

V.8. Développement d'un système de supervision sous WinCC Flexible 2008

V.8.1. Réalisation des vues de contrôle et de supervision de système

Créer et éditer les vues

L'application Win CC que nous avons élaboré renferme deux vues comportant l'intégralité des éléments fonctionnels décisifs de notre système, ces différentes vues sont implantées de manière hiérarchique suivant l'ordre de fonctionnement.

Nous avons développé deux(2) vue pour notre système :

- Vue d'accueil : Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation qui serviront à basculer vers les autres vues.

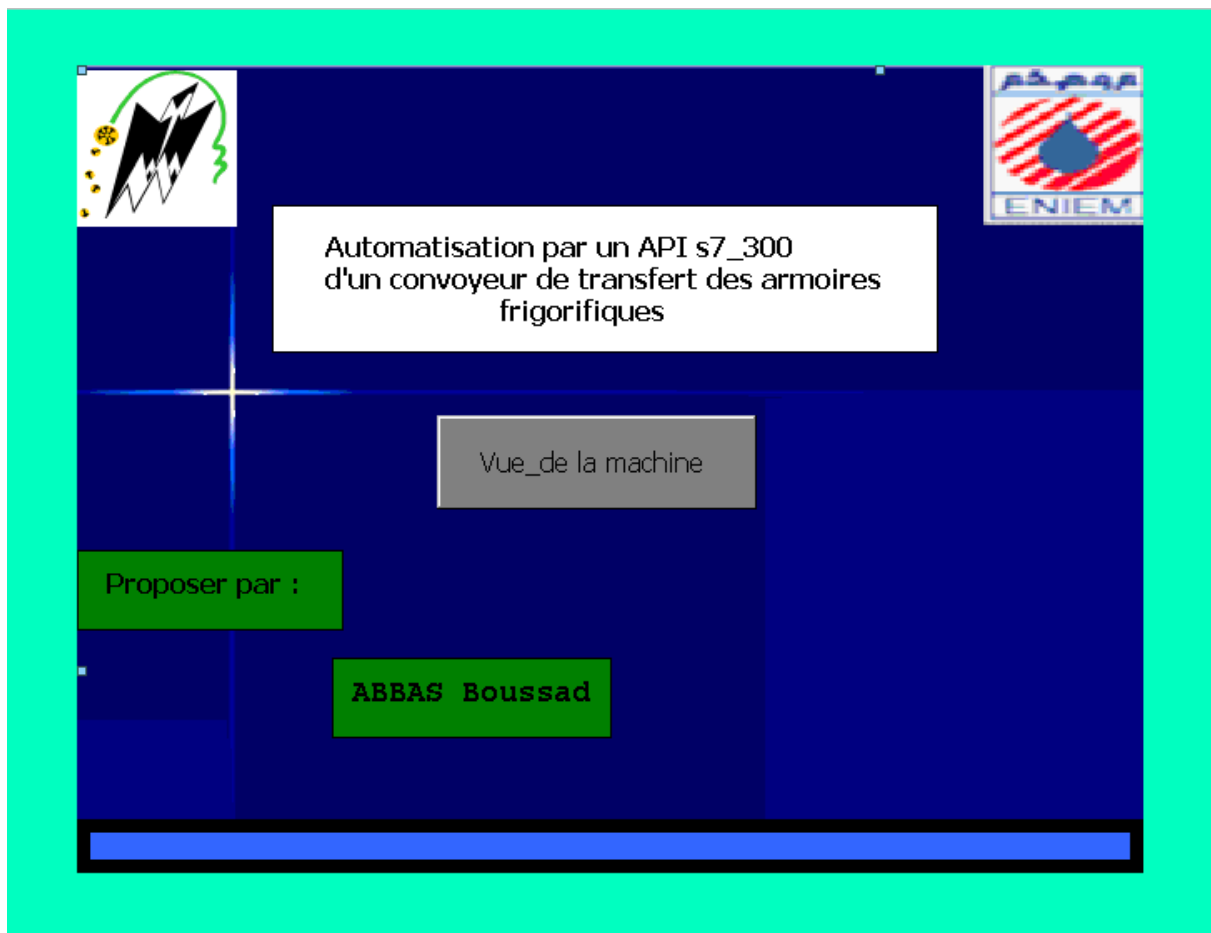


Figure V.6 : vue d'accueil.

➤ **Vue de la zone :**

Dans cette vue on a configuré les éléments et les objets pour visualiser l'ensemble de de système.

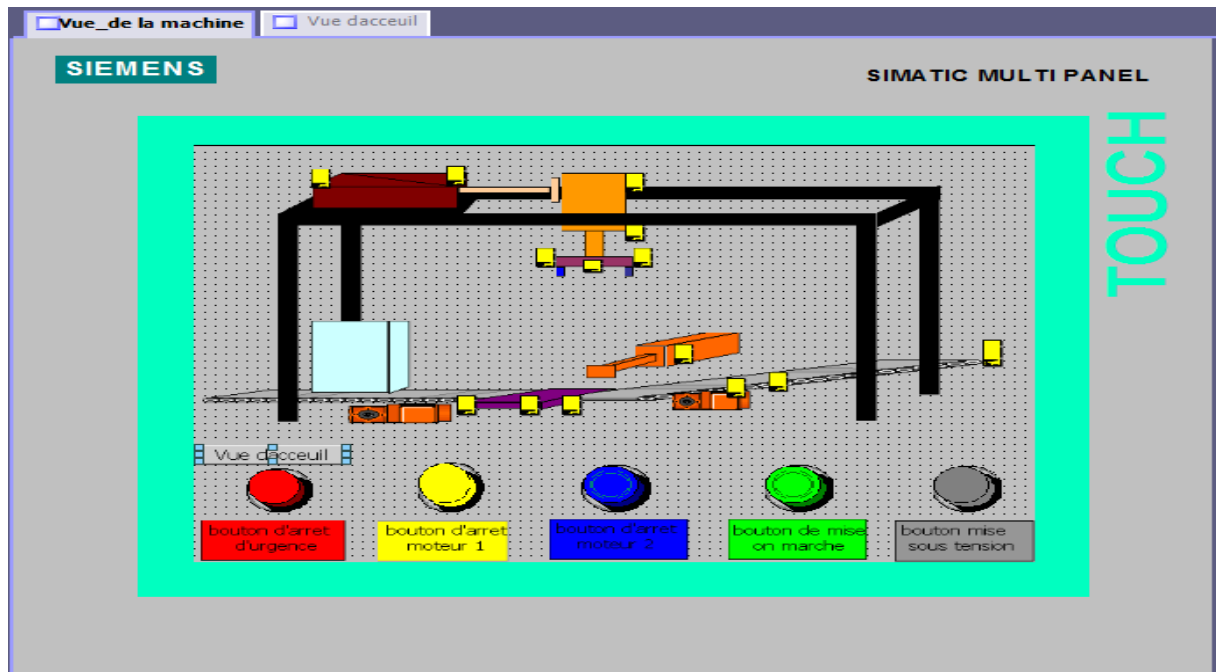


Figure V.7 : Vue de la zone.

V.9.Conclusion

Dans ce chapitre on a réalisé les vues de contrôle et de supervision de notre système qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel. On a constaté que le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en options. Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin. Il combine entre l'architecture moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et il intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tous les effets d'animations qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

Grâce au logiciel de visualisation du processus qu'il possède, il nous a permis de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations d'automatisation de notre système.

Conclusion

Conclusion générale

A l'issue de notre modeste travail avec la coordination de ma promotrice et des techniciens de L' ENIEM on a constaté la grande utilité des automatismes dans les systèmes de production (la productique) à savoir l'introduction des automates programmable industriels dans leurs différentes gammes et différents constructeur tels que Siemens et ça nous aussi nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre ainsi en pratique nos connaissances théoriques et de nous familiarise avec les automates programmables industriels

Dans ce mémoire nous avons réalisé l'automatisation d'une chaîne de transfert des réfrigérateurs, utilisée à l'unité froid de l'ENIEM, après avoir apporté certaines modifications jugées nécessaires pour répondre aux exigences spécifiées dans le cahier des charges.

Ainsi, nous avons entamé notre travail par la présentation de l'automate programmable industriel S7-300 et l'utilisation de son langage de programmation Step7. Par la suite une étude de la chaîne et la présentation de ses différents éléments constitutifs. Puis on a passé à l'implantation des nouvelles modifications nécessaires, comme des vérins de la chaîne et les moteurs, des capteurs de position ont été aussi implémentée pour un déplacement et un bon placement des armoires on toute sécurité.

Pour vérifier la concordance de l'automatisme avec le cahier des charges de la chaîne, on a procédé à l'implémentation du grafcet modélisant le nouveau fonctionnement proposé pour la chaîne en langage Step7. Pour la simulation, on a créé une succession d'événements possibles et on a observé le comportement des sorties de l'automate, c'est-à-dire les actionneurs. Les tests effectués ont été fructueux.

Pour tester et évaluer et surtout visualiser et valider nos résultats obtenus et aussi contrôler le déroulement du processus par l'intermédiaire d'un schéma synoptique en temps réel on a effectué une simulation avec le logiciel S7-PLCSIM, qui nous permet de et nous avons élaboré une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement du processus par l'intermédiaire d'un schéma synoptique en temps réel. Il est donc facile de cibler, en cas de panne, un élément défectueux parmi les capteurs et les actionneurs. Ainsi, l'opérateur peut intervenir et prendre les décisions appropriées pour remédier aux défauts survenus en un temps minime.

Nous souhaitons, comme perspective de notre travail, que celui-ci serve de support à d'autre Master en Automatique pour réaliser les améliorations que nous avons proposées et une implémentation sur le processus réel à l'Entreprise d'électroménager ENIEM de ce système de commande.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

[1] : Site de l'usine ENIEM « www.eniem.dz ».

[2] : cours Capteurs et Actionneurs Masters SIS.1, Michel Bensoam, Université Paul Cézanne Aix Marseille III janvier 2005

[3] : Documentations de la chaîne de fabrication de congélateur, unité FROID (R2) de l'ENIEM.

[4] : Mémoire de fin d'études U.M.M.T.O département automatique «Etude et automatisation par automates programmables S7-300 d'une presse transfert à l'entreprise l'ENIEM », promotion 2009

[5] : Mr. B HAMILI. M. BELGACEM, Mémoire de fin d'étude « l'automatisation d'une chaîne de production par un automate programmable industriel » Ecole Polytechnique. Promo 2004-2005

[6] : Melle MEKHTOUB Karima. Mémoire de fin d'étude. Etude en vue de la modernisation de la partie commande d'une machine outil « SCEMM » de type aléuseuse. Université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Promo 2008-2009

[7] : A.BELKACEM et BOUKHERROUB, « Etude de l'automatisation par API S7-300 de la chaîne de fabrication des armoires frigorifiques de l'ENIEM », département automatique, UMMTO, promotion 2007.

[8] : Sites internet consultés : www.ad.siemens.com

[9] : Documentation technique SIMATIC Win CC flexible 2008.