

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

UNIVERSITE MOULOUD 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**

Présenté par

BELKADA Nourdine

BENOUALI Sofiane

Thème

Amélioration et développement d'une solution de commande et supervision de la station d'ensachage de MIS à base d'un API S7-300

Mémoire soutenu publiquement le 20 / 06 / 2017 devant le jury composé de :

Mme KHERRAZ Khedoudja

Grade, Lieu d'exercice, Président

Mme BOUKENDOUR Ouiza

Grade, Lieu d'exercice, Encadreur

M AIT DRIS Abas

Grade, Lieu d'exercice, Co-Encadreur

Mme NAIT ABDESSELAM Aljia

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

Mme YOUSFI Safia

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

Remerciements

Nos gratitude s'adressent à notre co-promoteur M. AITDRIS Abas, qui nous a beaucoup aidé à réaliser ce projet. Nos remerciements vont, aussi, à tout le personnel de l'usine MIS de D.B.K en particulier à M^r le co-gérant ZEGGANE Ferhat et M^r MESBAH Azzedine pour leurs aides et encouragements.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont aidé à réaliser ce travail, notamment notre promotrice M^{me} BOUKENDOUR Ouiza pour le temps qu'elle nous a consacré, son aide et ses orientations.

Nos remerciements vont également, aux membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Nos profonds respects et chaleureux remerciements à nos très chères familles.

DÉDICACE

*JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL EN TÉMOIGNAGE DE
GRATITUDE À :*

*À MES CHERS PARENTS, POUR LEUR AMOUR, LEURS
SACRIFICES ET LEUR SOUTIEN MORAL, DURANT TOUTE MA
VIE.*

À MES CHERS FRÈRES ET SŒUR.

*À MON BINÔME (AMI) BENOUALI SOFIANE, AINSI QU'À
TOUTE SA FAMILLE.*

À MES CHERS AMIS KOUSSAILLA, RADIA ET AUTRES.

*PARTICULIÈREMENT À MON CHÈR AMI HAMITOCHE MOURAD
QUI A PARTICIPÉ À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.*

DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL EN TÉMOIGNAGE DE GRATITUDE À :

À MES TRÈS CHERS PARENTS, POUR LEUR AMOUR, LEURS SACRIFICES ET LEUR SOUTIEN MORAL, DURANT TOUTE MA VIE.

À MON CHER FRÈRE: AGHILES ET MES SOEURS YASMINE ET MAYA ET À TOUTE LA FAMILLE BENOUALI.

À LA FAMILLE BELKADA ET LA FAMILLE MOUSSOUNI ET À TOUS MES COLLEGUES DE TRAVAIL À LA SUPERETTE « LA FAMILIALE ».

À MES CHERS AMIS YUCEF ,SALIM ET HAMID ET SANS OUBLIER TOUTE LA PROMOTION AUTOMATIQUE PROFESSIONNEL 2016/2017.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de la station d'ensachage	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Présentation de la station.....	3
I.3 Les composants de la station	3
❖ Machines mécanique.....	4
❖ Élément électronique.....	9
❖ Actionneurs	10
❖ Pré-actionneurs.....	11
❖ Capteurs.....	12
I.4 Les défauts de la station.....	14
I.5 Les améliorations proposées.....	15
I.6 Les composants a rajouté pour les améliorations.....	15
I.7 Conclusion	21
Chapitre II : Généralité sur le GRAFCET	
II.1 Introduction	22
II.2 Définition générale des automates.....	22
II.2.1 Protection de l'automate	22
II.2.2 Domaines d'utilisation des API	23
II.2.3 Critères de choix d'un API	23
II.2.4 Nature des informations traitées par l'automate.....	24
II.2.5 Architecture des automates.....	24
II.2.5.1 Structure extérieure.....	24
II.2.5.2 Structure interne.....	26
II.2.6 Cycle d'exécution d'un programme d'un API	29
II.2.7 La mise en œuvre d'une solution programmable	29
II.2.8 les avantages et les inconvénients des API	30
II.3 L'outil de modélisation GRAFCET	30
❖ Définition et historique	30
❖ Structure du GRAFCET	31
❖ Règle d'évolution	33
II.4.S7 PLCSIM	35
II.5.Conclusion	37
Chapitre III : Présentation de l'API S7 300 et du logiciel STEP 7	

Sommaire

III .1 Introduction	38
III .2 Du processus au projet	38
III .3 Présentation générale du système	39
III.4 Les modules du système	39
III.4.1 Le module d'alimentation (PS 307)	40
III.4.2 L'unité centrale(CPU)	40
III.4.3 Les modules des signaux(SM)	42
III.4.4 Les modules de fonction (FM).....	42
III.4.5 Les modules de communication (CP 340, 341.....)	43
III.4.6 Les coupleurs	43
III.4.7 Le connecteur frontal	43
III.4.8 Les châssis	43
III.4.9 La console de programmation PG ou PC SIMATIC	44
III.5 Programmation de l'automate SIMATIC S7-300.....	44
III.5.1 Schémas à contacts(CONT)	44
III.5.2 Liste d'instruction (List)	45
III.5.3 Logigramme (log)	45
III.6 La création d'un projet S7	46
III.6.1 Utilisation de l'assistant de création de projets	46
III.6.2 Création d'un nouveau projet	47
III.6.2 Configuration matériel.....	49
III.7 Définition des mnémoniques	50
III.8 Adressage des modules S7-300	51
III.9 les mémentos	52
III.10 les blocs de programme.....	52
III.11 Conclusion	53

Chapitre IV : Modélisation de la station

IV.1 Introduction.....	54
IV.2 Les cahiers des charges.....	54
IV.2.1 Cahier des charges de la ligne d'alimentation	54
IV.2.2 Cahier des charges pour la partie carrousel	54
IV.2.3 Cahier des charges pour l'achemineur des sacs	55
IV.2.5 Cahier des charges pour la ligne d'évacuation et fermeture des sacs	56
IV.3 Modélisation de la station par l'outil GRAFCET.....	57

Sommaire

IV.3.1 les blocs fonctionnels (FB).....	58
IV.3.2 le bloc d'organisation (OB).....	65
IV.4 Conclusion.....	71

Chapitre V : Contrôle et supervision

V.1 Introduction.....	72
V.2 Définition de la supervision	72
V.3 Présentation du logiciel de supervision Win CC.....	72
V.4 Constitutions d'un système de supervision.....	73
V.5 Procédure de programmation avec Win CC.....	73
V.6 Win CC ET SIMATIC STEP 7.....	74
V.7 Communication entre le PC de supervision et l'automate.....	74
V.8 Développement d'un système de supervision sous Win CC.....	75
V.9 Présentation du contrôle et de la supervision de la station étudiée	75
V.10 Conclusion.....	79

Conclusion générale	80
----------------------------------	-----------

Annexes

Bibliographie

Introduction

Générale

La demande en blé ne cesse de s'accroître avec l'augmentation de la population dépassant de très loin les capacités productives. Le blé est aujourd'hui le produit agricole le plus échangé au monde. Il joue un rôle clé pour l'alimentation de la population, il est essentiel pour leur vie. Avec une moyenne de 200 kg par an et par habitant, l'Afrique du Nord, consomme les plus grandes quantités de pain au monde. A titre indicatif, c'est deux fois la moyenne européenne et trois fois la moyenne globale. Et il s'avère paradoxalement que cette région est loin d'être la première en termes de production [1]. Le blé constitue un produit majeur non seulement pour nourrir la planète, mais aussi de stabilité sociale et politique.

L'Algérie est loin d'atteindre l'autosuffisance alimentaire, ce qui l'oblige d'importer chaque année des milliers de tonnes de blé qu'elle transforme à travers des unités de transformation situées dans plusieurs régions du pays. Actuellement, les entreprises nationales investissent dans les toutes dernières techniques de production pour optimiser le coût de production et d'assurer une qualité supérieure de ses produits. Cela ne peut être réalisé que si elles respectent les exigences de l'industrie moderne que l'on peut qualifier de l'industrie de qualité et de quantité qui ne cesse elle aussi d'exiger un matériel de contrôle de plus en plus performant.

En effet, l'évolution rapide des nouvelles technologies a permis de contourner la plupart des difficultés rencontrées dans le monde industriel, et a fourni plusieurs possibilités pour satisfaire les exigences et les critères demandés.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons effectué un stage pratique au sein du complexe industriel MIS (Moulin Industriel de Sebaou). C'est une semoulerie industrielle constituée en société à responsabilité limitée (SARL). Elle est située dans la zone d'activités Feraoun (Mouldiouene près de Draa Ben Khedda). Elle est créée en juillet 2002, et est spécialisée dans la production de semoule (200 tonnes/jour), farine (100 tonnes/jour) et dérivés (couscous (500 kg/h), pâtes alimentaires (500 kg/h)). Elle est constituée de deux chaînes de production et une station de stockage de semoule[2].

MIS axe sa stratégie sur l'amélioration de la qualité de ses produits et services, afin de pouvoir concurrencer les grandes entreprises, assurer ses activités de production et surtout, répondre à l'augmentation de la demande.

Le contexte dans lequel s'inscrit notre travail consiste à étudier le fonctionnement détaillé de la station d'ensachage de farine et à développer une solution de commande et de supervision à base d'un automate API S7-300

Pour atteindre notre objectif, le travail s'articule autour de cinq chapitres. Le premier chapitre présente la station d'ensachage de farine existante et la description du modèle proposé.

Des généralités sur les API et GRAFCET feront l'objet du deuxième chapitre.

Dans le troisième chapitre nous procédons à la présentation de l'API S7 300 et du logiciel Step7.

Le chapitre quatre traitera l'aspect automatisation et le développement de la solution programmable du modèle proposé.

Enfin, nous présenterons le logiciel de supervision Wincc, l'architecture, la configuration et la programmation. Nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I

I.1 Introduction

Pour avoir un produit fini que ce soit de la farine ou de la semoule, le blé doit passer par plusieurs opérations. Après les opérations de triage, nettoyage, mouillage, et broyage de blé, la station d'ensachage a un rôle très important dans la chaîne de production et la commercialisation de la farine, objet de notre travail.

Dans ce chapitre nous décrirons les différentes parties de la station d'ensachage et les étapes de transfert des deux modèles de farine (supérieure et panifiable), et cela se fera depuis les deux silos de stockage vers la ligne de conditionnement. En première étape, nous analyserons le fonctionnement de la station afin de ressortir ses anomalies, et ses défauts. Ensuite nous proposerons des solutions et des améliorations pour assurer le bon fonctionnement d'une part et le bon rendement d'autre part, tout en respectant les exigences et la structure générale de la station.

I.2 Présentation de la station

La station d'ensachage est composée de trois parties qui sont énumérées comme suit :

➤ **Partie transfert de la farine depuis les silos :**

Cette partie permet d'alimenter les quatre boisseaux avec de la farine, à l'aide de trois vis sans fin commandées par trois moteurs, afin d'assurer une alimentation régulière pour la partie pesage et remplissage par sacs [3].

➤ **Partie pesage et remplissage par sacs :**

Le pesage se déroule en trois phases [3] :

- Démarrage de la pesée.
- Phase de finition.
- Phase terminale de la pesée.

➤ **Partie évacuation et couseuse :**

Une fois que le sac plein est arrivé sur la ligne d'évacuation (tapis roulant), ce dernier est automatiquement acheminé vers la couseuse, où un capteur est posé juste avant. Ce capteur a pour fonction de mettre la couseuse en marche. Une fois le sac cousu, il passe à travers deux capteurs. Le premier sert à indiquer que le sac est cousu afin d'activer un vérin pour couper le fil et mettre la couseuse en pause. Le second sert à indiquer la présence ou non d'un élément métallique dans le sac de farine.

I.3 Les composants de la station

Notre station est composée essentiellement de capteurs, d'actionneurs et de pré-actionneurs.

❖ **machine mécanique**

- Carrousel

Les cycles d'ensachage à cadence élevée sont obtenus en utilisant des ensacheuses rotatives [3].



Figure I.1 : Carrousel

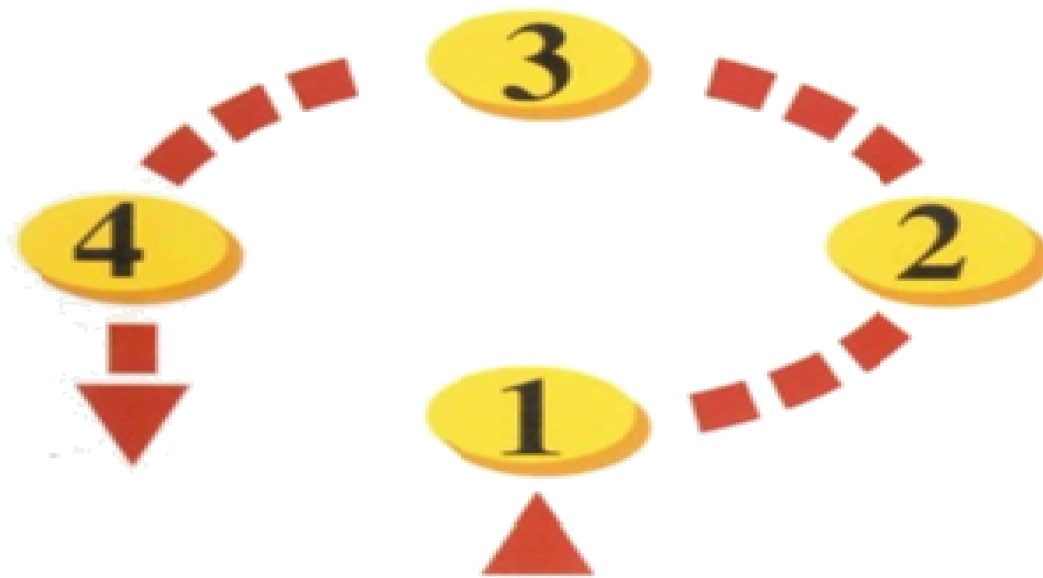


Figure I.2 : Le cycle du carrousel

▪ **Le cycle du carrousel**

Le carrousel passe par quatre postes qui sont [3]:

1. Poste de présentation des sacs vides.
2. poste de remplissage par sacs.
3. poste de vibration.
4. Poste d'évacuation des sacs pleins vers la ligne de fermeture.

Le système étudié pour l'ensachage à grande vitesse de produits farineux se compose essentiellement d'une plate-forme pivotante sur laquelle se trouvent quatre bouches serre-sacs. Cela permet d'organiser en séquence les opérations pendant que l'opérateur charge un sac vide sur la bouche serre-sacs successive, le sac est rempli puis frappé pour que le produit à l'intérieur soit bien tassé.

L'exécution simultanée sur plusieurs stations de fonctions différentes, permet d'atteindre des vitesses qui dépassent 1000 sacs/heure.

La rotation est obtenue grâce à un moteur triphasé asynchrone qui garantit un mouvement souple, des vibrations limitées, une haute précision de positionnement du sac et une très grande fiabilité.

• Vis sans fin :

Une vis sans fin est une tige filetée composée d'une ou plusieurs hélices associées à un pignon d'entraînement sur un axe, elle tourne sans avancer ni reculer.

Dans notre cas les vis sans fin sont utilisées afin d'acheminer le produit.

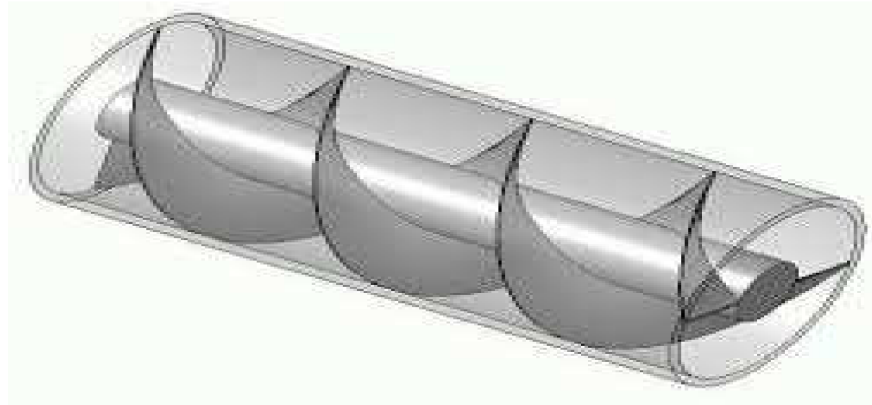


Figure I.3 : Vis sans fin

- Vibreur (dispositif de secouement) :

Pour entasser le produit que nous utilisons dans notre cas (farine), nous avons utilisé un vibreur afin de secouer le produit dans le sac pour qu'il soit facilement cousu. La fonction de secouement se fait latéralement à puissance mécanique [3].



Figure I.4 : Vibreur

- Couseuse :

Dans notre cas la couseuse ferme les sacs déjà remplis préalablement, elle s'active et se désactive à l'aide de deux capteurs placés avant et après la couseuse. Cette partie est composée comme suit [3] :

Aligne-sacs.

Tête de couture.

Coupe fil à ciseaux.

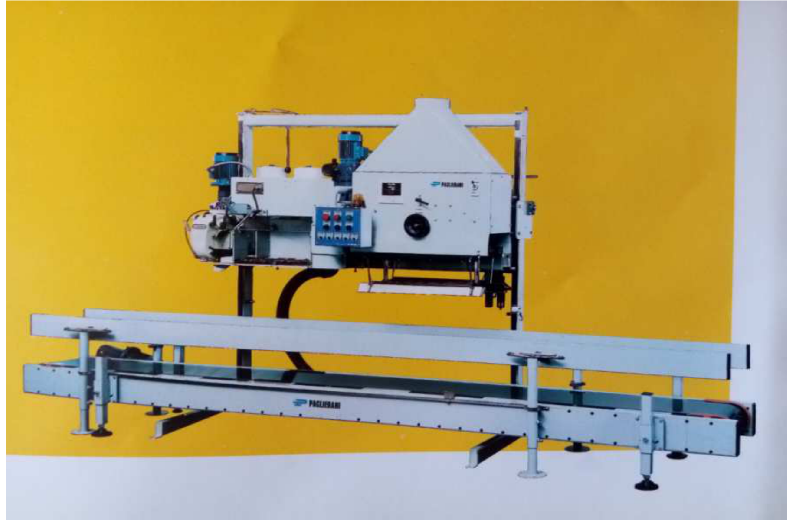


Figure I.5 : Couseuse

- Disque rotatif :

Le disque rotatif supportant les bouches d'ensachage est positionné sur un palier de grand diamètre [3].

Grâce à cette application, toute la partie rotative est fermement fixée à la structure portante.



Figure I.6 : Disque rotatif

- Bouche serre sacs :

Il est employé pour remplir les sacs à bouche ouverte et est constitué de différents matériaux, comme : papier, raphia, etc. Sa fonction est de retenir le sac vide ou plein sur la bouche en attendant d'atteindre la zone d'évacuation [3].

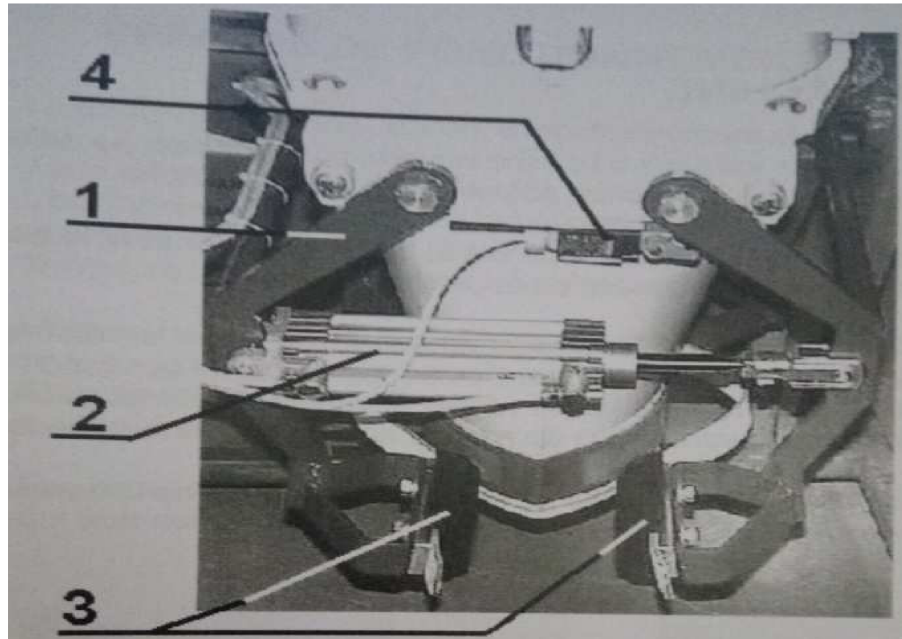


Figure I.7 : Bouche serre sacs 1. Bras 2. Pistons 3. Tampons 4. Fin de course

Tapis roulant :

Sa fonction principale est de transporter les sacs pleins du carrousel jusqu'à la fin de la partie évacuation en passant par la couseuse et le détecteur de métaux.



Figure I.8 : Tapis roulant

Elément électronique

- **Peseuse :**

Le pesage se déroule en trois phases :

1. Démarrage de la pesée.
2. Phase de finition.
3. Phase terminale de la pesée.

Au cours de la première phase ou phase de démarrage de la pesée, les deux rideaux de flux important et de flux faible sont complètement ouverts.

Au cours de la deuxième phase ou phase de finition, la barrière de flux important se fermera à l'aide de son propre piston pneumatique, le produit passera donc uniquement à travers le rideau de flux faible, ce qui permet d'effectuer une finition plus précise de la pesée.

Au cours de la troisième et dernière phase, après l'obtention du poids préfixé, nous aurons la fermeture de la barrière de flux faible.

Enfin, lorsque le poids préfixé est obtenu et les deux barrières (flux important et flux faible) sont totalement fermées, le capteur placé au poste de remplissage indique la présence du sac. Ensuite la barrière d'évacuation de la pesée s'ouvre, le sac se remplit et la barrière se referme une fois que la balance indique le poids zéro kilogramme [3].



Figure I.9 : Peseuse électronique

❖ Actionneurs**- Moteurs :**

Le moteur asynchrone est une machine électrique à courant alternatif. Il est constitué essentiellement de trois parties, le rotor (1) composé d'un circuit magnétique tournant au sein d'un circuit magnétique fixé avec trois enroulements, appelé stator (2) et d'une plaque à bornes (3). Pour l'alimentation et le couplage, on dispose de deux branchements au réseau électrique triphasé : le montage en étoile (Y) et le montage en triangle (Δ) [2].

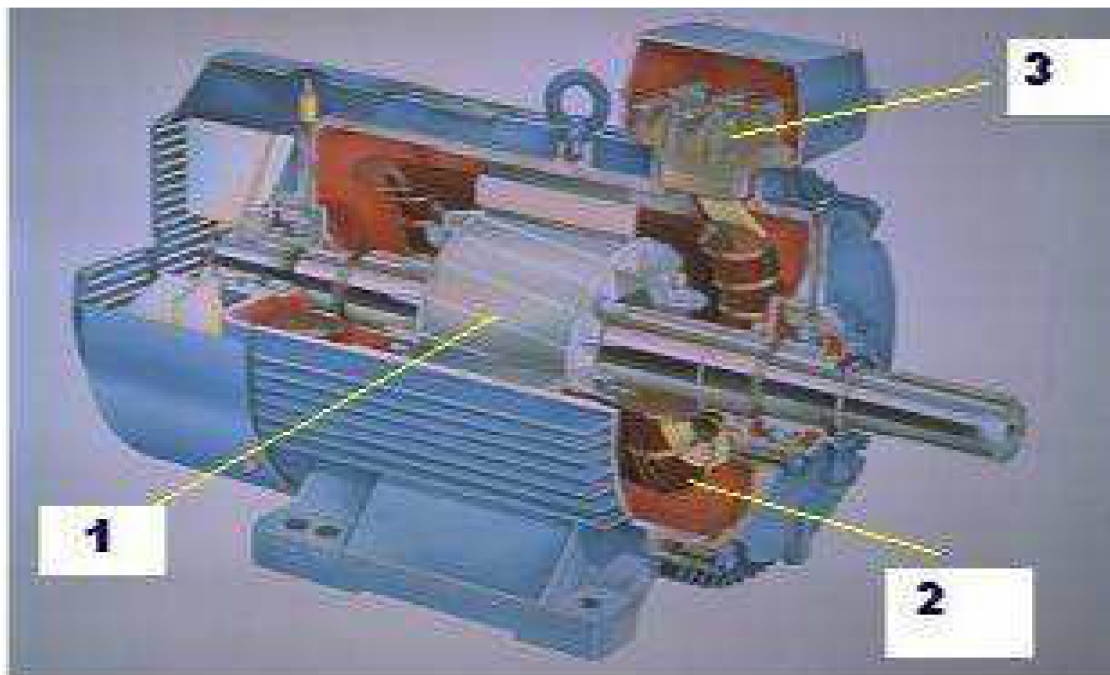


Figure I.10 : Moteur asynchrone

- Vérins :

Un vérin est généralement, un tube cylindrique dans lequel se loge un piston qui sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Le piston est solidaire à une tige qui peut se déplacer à l'intérieur du corps du cylindre. Ce dernier est délimité par un nez et un fond dans lesquels sont aménagés les orifices d'alimentation et d'évacuation du fluide. Dans notre station nous avons utilisé un seul type de vérin qui est le vérin double effet.

- Vérin double effet :

Pour rappel, un vérin double effet transforme l'énergie pneumatique en énergie mécanique de mouvement rectiligne. Il développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail. Il a deux directions de travail et comporte deux orifices d'alimentation.

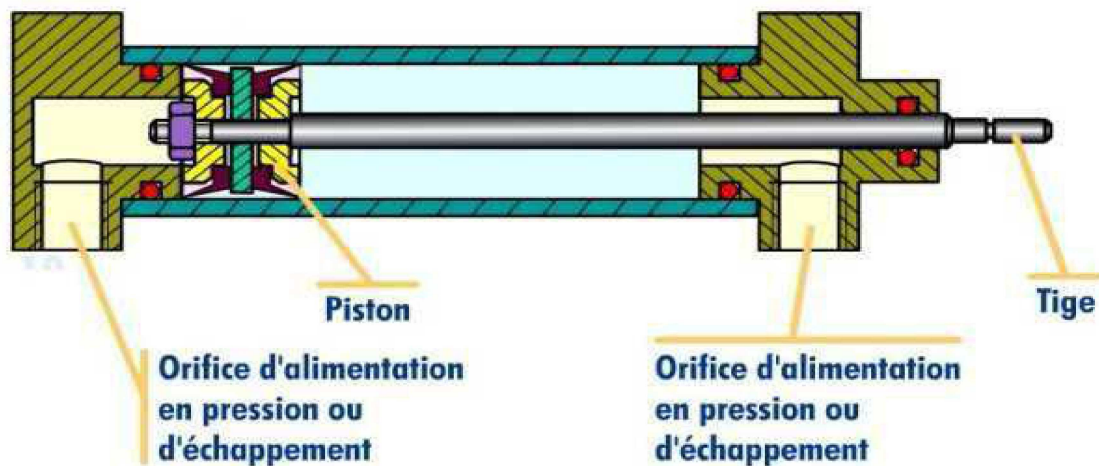


Figure I.11 : Vérin double effet

- ❖ **Pré-actionneurs**

Dans les systèmes automatisés, le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression. Bien que certains capteurs fonctionnent sur les mêmes principes, on réserve plus particulièrement ce terme au pré-actionneur.

Pour notre station nous n'utilisons qu'un seul type de distributeur pneumatique.

- Distributeur 4/2 :

Le vérin est à double effet et comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur comportant deux orifices de sortie. Nous avons opté pour un distributeur 4/2 à quatre orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement) et deux positions.

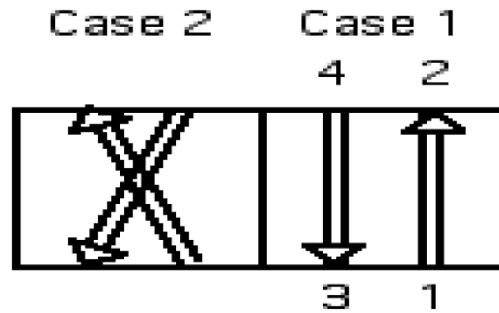


Figure I.12 : Distributeur 4/2

❖ Capteurs

Ce sont des composants d'automatisme qui ont pour but de récolter une information sur la partie opérative et de la retransmettre à la partie commande qui pourra ainsi la traiter. En général, les capteurs convertissent une grandeur physique en une grandeur électrique [4].

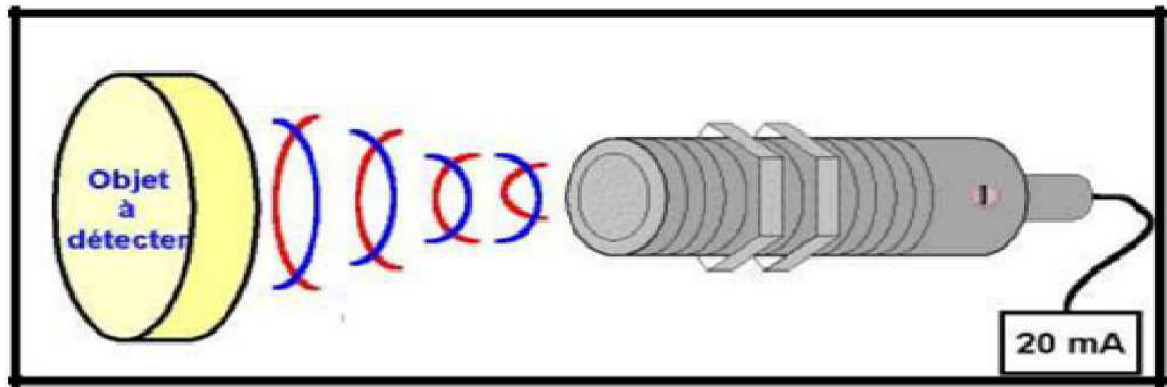
a) Capteurs capacitifs

La détection se fait sans contact. Un circuit électronique à effet capacitif transforme une perturbation électrique due à la présence de l'objet, en une commande d'ouverture ou de fermeture statique (par transistor) du circuit d'information.

La face sensible crée un champ électrique local. Lorsque l'objet pénètre dans le champ électrique, l'oscillateur se met en route et la sortie est activée.

On dénombre plusieurs avantages de ce type de capteur :

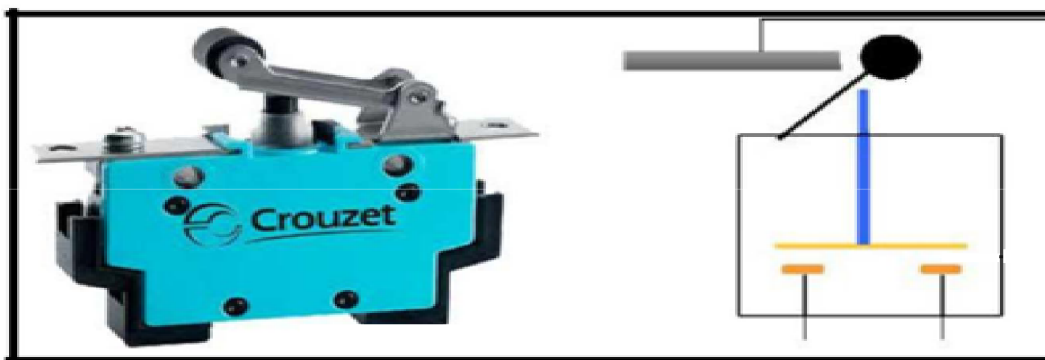
- Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure).
- Possibilité de détecter la présence de tout type d'objets.
- Cadences de fonctionnement élevées et parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques.
- Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée.
- Produits entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs.
- Produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles manœuvrés.

**Figure I.13 : Capteur capacitif****b) Capteurs mécaniques**

L'objet à détecter touche physiquement l'élément mobile du capteur. Le contact ouvre ou ferme le circuit d'information. Un contact est dit "sec" s'il est libre de potentiel: le potentiel est donné par la partie opérative.

On dénombre plusieurs avantages de ce type de capteur :

- Sécurité de fonctionnement élevée: fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture.
- Bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm).
- Séparation galvanique des circuits.
- Bonne aptitude à commuter les courants faibles, combinée à une grande endurance électrique.
- Tension d'emploi élevée.
- Mise en œuvre simple.
- Grande résistance aux ambiances industrielles.

**Figure I.14 : Capteur mécanique**

c) Capteur photoélectrique

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible (objet ou personne) au moyen d'un faisceau lumineux. Ses deux constituants de base sont un émetteur et un récepteur de lumière. La détection est effective quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux et modifie, suffisamment, la quantité de lumière reçue par le récepteur.

Ce type de capteur présente plusieurs avantages :

- Détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures.
- Détection à très grande distance.
- Sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2A.
- Généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

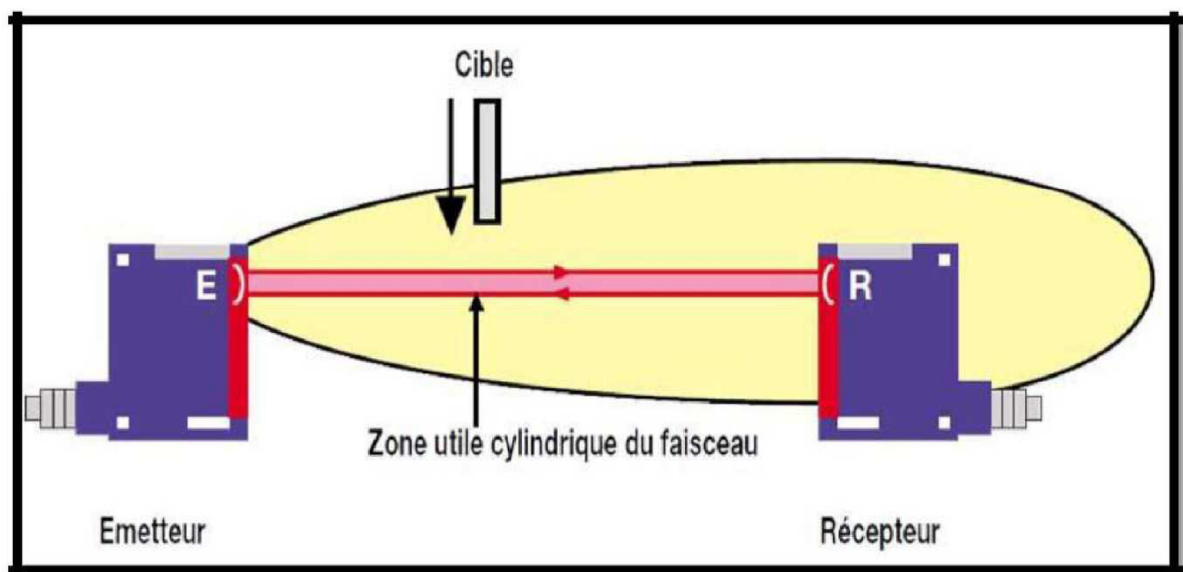


Figure I.15 : Capteur photoélectrique

I.4 Les défauts de la station

Après avoir pris connaissance du fonctionnement de la station, nous avons pu constater quelques défauts qui sont énumérés ci-dessous :

- Les différentes parties de la station sont toutes indépendantes, pas de liaison entre elles.
- Les déviateurs sont commandés manuellement à l'aide d'une chaîne métallique.
- Les carrousels ne peuvent fonctionner tous en même temps (un par un).

- Le sac est présenté manuellement vers la bouche de remplissage.
- Le remplissage des sacs se fait manuellement.
- Le sac est guidé et accompagné par un opérateur vers la couseuse.
- L'absence du contrôleur d'objets métalliques dans les sacs pleins.

I.5 Les améliorations proposées

Premièrement, pour éliminer les défauts constatées, il faut que toutes les parties de la station communiquent entre elles et cela n'est possible qu'avec l'automatisation de toute la station à l'aide d'un automate programmable, tout en ajoutant les capteurs nécessaires.

- Afin de pouvoir commander les dérivateurs automatiquement, nous avons proposé de les remplacer par des électrovannes placées à chaque conduite d'alimentation.
- Une fois que les dérivateurs sont remplacés par des électrovannes, nous pourrions sélectionner le ou les carrousels que nous voudrions faire fonctionner et cela grâce aux modes de marche proposé :
 - Mode 1 : carrousel 1 (panifiable 25 kg).
 - Mode 2 : les trois carrousels (supérieure).
 - Mode 3 : carrousel 1 (panifiable), carrousel 2 et 3 (supérieure).
 - Mode 4 : carrousel 1 (panifiable 50 kg).
- Nous avons proposé d'automatiser la présentation de sacs vides vers la bouche de remplissage et cela grâce à l'accouplement avec le présentateur automatique de sacs vides (achemineur du sac) composé essentiellement de trois vérins (un vérin rotatif, un vérin double tiges et un vérin double effet) et des ventouses aspiratrices.
- En ajoutant des capteurs de fin de courses, le remplissage de sac se fait automatiquement.
- Pour ne pas guider et accompagner les sacs pleins vers la partie fermeture, nous avons proposé d'ajouter à la ligne d'évacuation un guide-sacs et des capteurs.
- Nous avons aussi proposé d'intégrer un détecteur de métaux ainsi qu'un vérin pour évacuer le sac contenant un objet métallique.

I.6 Les composants ajoutés pour les améliorations

- Vérins simple effet :

L'air comprimé pénètre dans le cylindre par l'orifice d'entrée, la tige du piston amorce son mouvement de sortie et le vérin fournit un travail. Lorsque l'arrivée d'air est interrompue par un distributeur, le ressort de rappel ramène le piston à sa position initiale.

L'orifice sert à libérer le passage de l'air pour éviter la formation d'un coussin d'air, il peut être muni d'un filtre.

D'autre part, la course d'un vérin à simple effet est relativement courte. A cause de la présence du ressort de rappel, la force exercée par le piston diminue au fur et à mesure que la course augmente. La course d'un vérin à simple effet est donc fonction de la longueur du ressort.

Comme le vérin à simple effet peut fournir un travail linéaire dans un seul sens, son utilisation se restreint le plus souvent à des mouvements simples comme le serrage, l'éjection ou le positionnement d'une pièce.

Certains vérins à simple effet occupent la position sortie au repos (figure ci-dessous). Le ressort pousse de l'autre côté du piston pour maintenir la tige sortie. C'est l'air comprimé qui fait rentrer la tige du vérin. On emploie surtout ce genre de vérin comme dispositif de sécurité, sur une rame de métro par exemple, en cas de panne d'énergie. Le freinage du convoi est ainsi assuré en l'absence d'air comprimé.

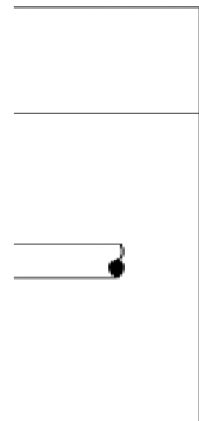


Figure I.16 : Vérin simple effet

○ Vérin rotatif :

Le vérin comporte un piston-crémaillère d'entraînement du pignon fixé sur l'arbre de sortie. Avec un seul vérin on obtient deux positions angulaires de 90° ou 180° suivant les modèles.

Des vis de réglage permettent d'ajuster les angles de rotation de plus ou moins de 5° en limitant la course du piston.

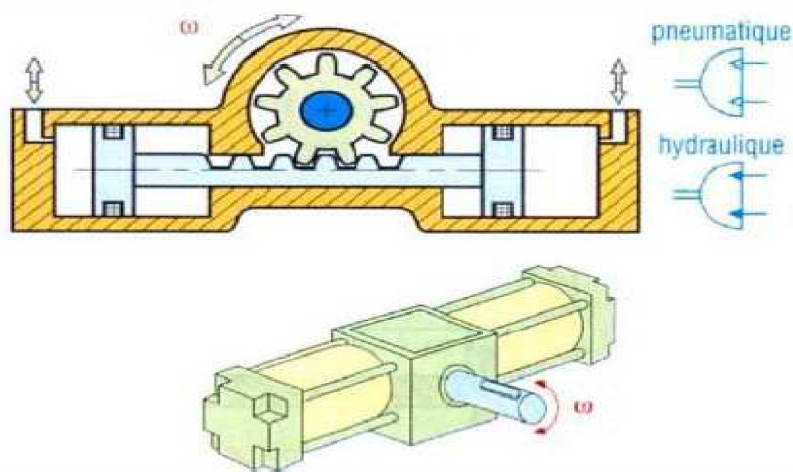


Figure I.17 : Vérin rotatif

○ Les ventouses pneumatiques

Les ventouses constituent un moyen de préhension simple et économique, auquel les automaticiens font de plus en plus appel pour les opérations de déplacement et de transfert d'objets. Cette orientation est stimulée par les constructeurs spécialisés dans la technique du vide. Leurs catalogues offrant un large éventail de produits [2]:

- Ventouses de matières et de formes diverses.
- Générateurs de vide et accessoires

Dans notre station nous avons utilisé deux ventouses aspiratrices placées sur une tige horizontale guidées à l'aide d'un vérin au sein de l'achemineur.

▪ Principe de fonctionnement d'une ventouse

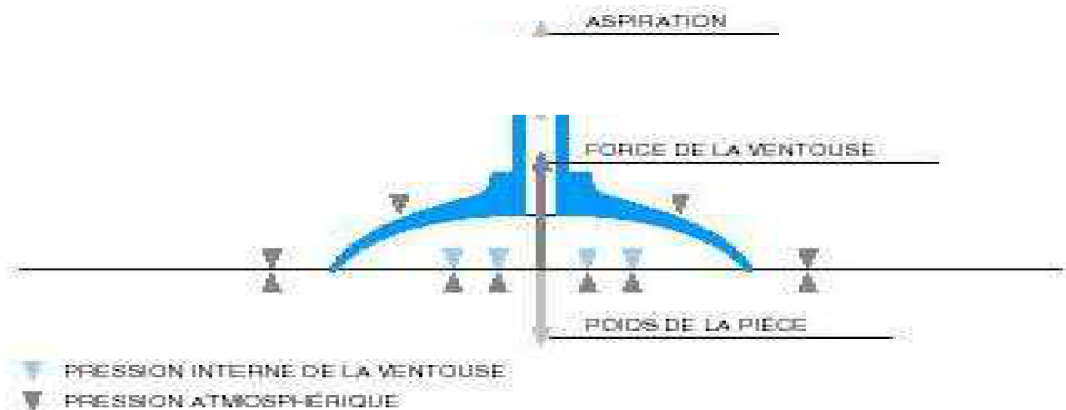


Figure I.18 : Ventouse aspiratrice

La ventouse étant plaquée sur l'objet à soulever, pour que la préhension soit possible, il faut que:

- La pression intérieure soit inférieure à la pression extérieure qui est égale généralement à la pression atmosphérique du lieu.

- La force résultante soit nettement supérieure au poids de l'objet.

La pression interne est obtenue en reliant la ventouse à un générateur de vide.

▪ Définition du vide

La technique de préhension par le vide se généralise de plus en plus dans le domaine de la manutention de pièces. Basée sur le phénomène d'aspiration, elle met en œuvre deux techniques: création d'une dépression par pompe à vide ou utilisation d'éjecteur pneumatique appelé fréquemment venturi (effet venturi).

Pour des raisons de facilité de mise en œuvre, la technique basée sur le principe de l'effet venturi est la plus couramment utilisée. Elle se compose d'un éjecteur pneumatique associé à une ou plusieurs ventouses.

▪ Principe d'un générateur de vide à effet venturi

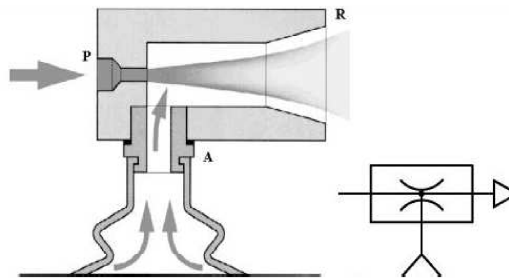


Figure I.19 : Générateur de vide

Un étranglement prévu à l'intérieur de l'éjecteur provoque une accélération du flux d'air (P) vers l'orifice R qui entraîne l'air ambiant de l'orifice A, et provoque ainsi une dépression.

Basé sur le principe de l'effet venturi ces appareils permettent d'obtenir à partir d'une source d'air comprimé à 7 bars, un vide correspondant à 87% de la pression atmosphérique.

Avec le développement de l'automatisation de reprise et d'assemblage, saisir une pièce devient un problème courant. La préhension par le vide est souvent utilisée.

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

- **Principe d'un générateur de vide à effet Venturi équipé d'une capacité de soufflage**

Pour améliorer la vitesse de décollage des ventouses, l'éjection comporte une capacité d'air qui se remplit pendant la création du vide.

Le sélecteur de circuit obture la sortie vers la chambre de dépression et libère ainsi l'entrée de la capacité.

Lorsqu'on cesse d'alimenter l'éjection, le clapet est entraîné par l'air de la capacité qui tend à se vider vers l'entrée de la buse. Il ya auto-obturation et la capacité se décharge dans la ventouse assurant plus rapidement son décollage. On dit que la ventouse est soufflée.

- **Détecteur de métaux**

Un détecteur de métaux est un appareil permettant de localiser des objets métalliques en exploitant le phénomène physique de l'induction magnétique. Dans notre station nous avons placé un détecteur de métaux après le poste de couture afin de détecter les sacs pleins contenant un ou plusieurs objets métalliques et éjecter le sac à l'aide d'un vérin simple effet.

Un détecteur de métaux fonctionne en exploitant un phénomène physique bien connu : l'induction électromagnétique. Seuls les objets conducteurs, et en particulier les métaux, sont le siège de courants induits (les courants de Foucault), la bobine émettrice est alimentée par un courant électrique alternatif sinusoïdal.

- **Achemineur des sacs**

L'extraction du sac dans la pile est assurée par le présentateur du sac. Après avoir effectué un mouvement rotatif, les tiges se positionnent sur la bouche d'ensachage [3].



Figure I.20 : Présentateur du sac

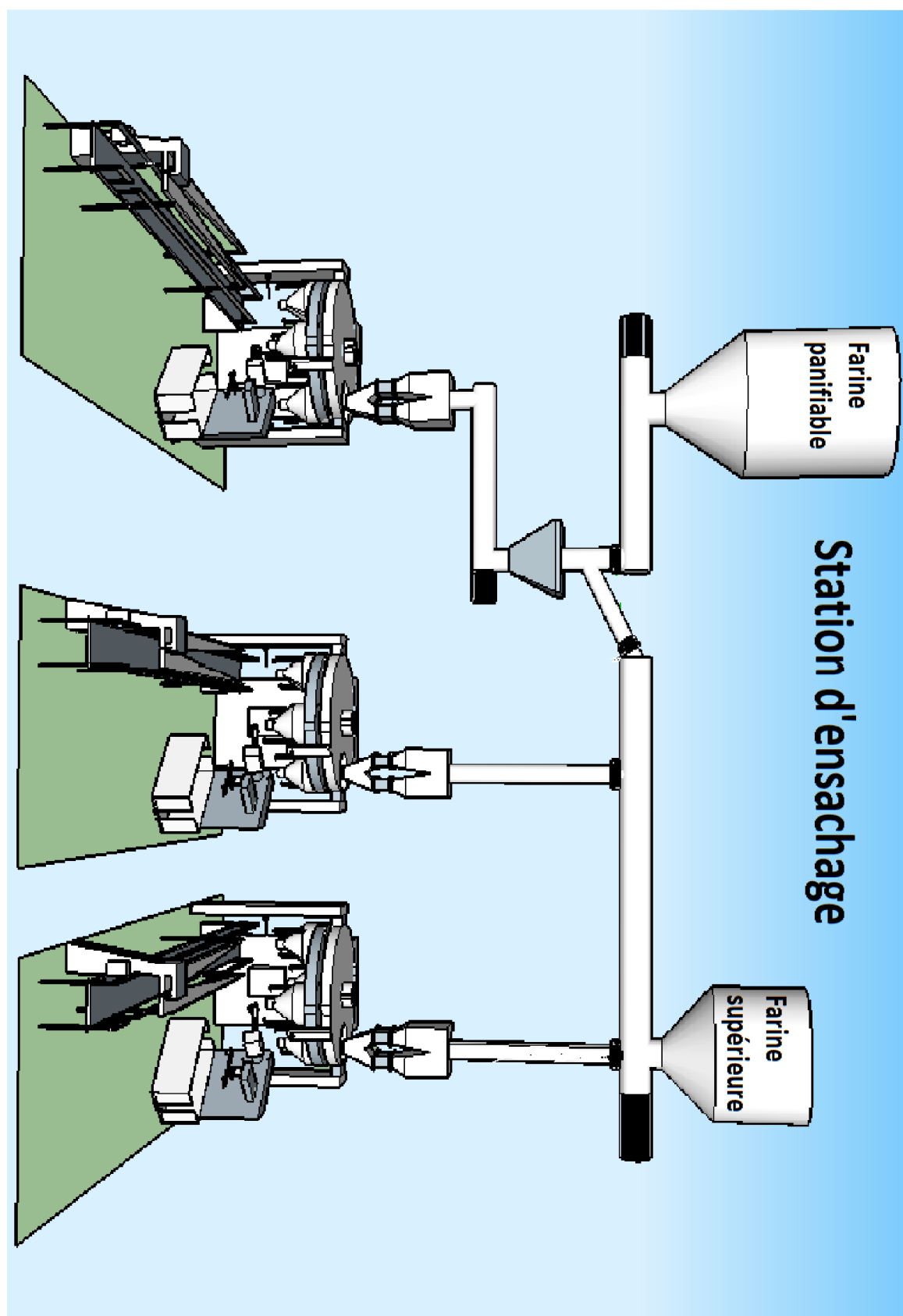


Figure I.21 : la station d'ensachage après l'amélioration

I.7 Conclusion

La description des différents éléments de la station ainsi que son mode de marche, nous a permis de déceler certains défauts et nous proposons d'apporter des améliorations pour le bon fonctionnement de la station. Afin de mettre en exécution nos propositions, la modélisation de la station est indispensable.

Chapitre I I

II.1 Introduction

Les premiers A.P.I ont été introduits en 1969 aux Etats-Unis pour satisfaire les besoins de l'industrie automobile. Le but recherché était de remplacer les armoires à relais utilisées pour l'automatisation des chaînes de fabrication par des équipements moins coûteux et surtout plus faciles à modifier. Depuis leur apparition, les automates programmables se sont répandus très rapidement dans l'industrie au point de représenter aujourd'hui plus de la moitié des équipements informatiques qui sont utilisés pour ce type d'application.

Dans ce présent chapitre, nous allons donner une définition d'un automate programmable industriel (A.P.I) d'une manière générale, sa structure (externe et interne), ses différentes fonctions ainsi que ses critères de choix [5].

II.2 Définition générale des automates

Un automate programmable industriel (A.P.I) est le constituant programmable de base de commandes des systèmes automatiques industriels, C'est un système de commande en pleine évolution. La demande sur le marché est de plus en plus grande. De nouvelles fabrications s'annoncent régulièrement. Leurs possibilités évoluent au même rythme que les technologies utilisées. Les applications envisagées sont de plus en plus variées et des utilisateurs de tous les milieux s'y intéressent.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et les tertiaires.

Il peut être directement connecté aux capteurs et pré actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles. Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, micro coupeurs de la tension d'alimentation, parasites, etc...).

Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

Pour étudier cet équipement connecté à des systèmes réels en milieu industriel, il nous faut prendre en considération l'aspect matériel, l'aspect logiciel et la sûreté de fonctionnement.

II.2.1 Protection de l'automate

La protection des circuits d'entrées d'un automate contre les parasites électriques est souvent résolue par découplage optoélectronique. Le passage des signaux par un stade de faisceau lumineux assure en effet une séparation entre les circuits internes et externes [5].

D'une autre façon, pour les sorties on doit assurer le même type de protection, mais aussi une amplification de puissance.

II.2.2 Domaines d'utilisation des API

Les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels. Ces machines fonctionnent dans les principaux secteurs suivants et dans le domaine de l'enseignement où elles ont une valeur pédagogique certaine.

- Métallurgie et sidérurgie.
- Mécanique et automobile.
- Industries chimiques.
- Industries pétrolières.
- Industries agricoles et alimentaires.
- Transports et manutention.

Applications diverses : l'industrie textile, les verreries et cristalleries, certains problèmes de surveillance (bâtiments, usines) et de sécurité (industrie nucléaire) [5].

II.2.3 Critères de choix d'un API

Un automate utilisant des langages de programmation de type STEP7 est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

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

- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens de mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- La qualité du service après-vente.
- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel).
- Le type des entrées/sorties nécessaires.
- Le nombre d'entrées/sorties nécessaires.
- Le type de programmation souhaitée et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.

II.2.4 Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

- **Tout ou rien (T.O.R.) :**

L'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...), C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir, fin de courses,... etc.

- **Analogique :**

L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur de pression, de température, de débit, ...etc.

- **Numérique :**

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

II.2.5 Architecture des automates

II.2.5.1 Structure extérieure

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **Type compact :**



Figure II.1 : Automate programmable compact allen-bradley.

Ces automates sont destinés à de petites applications (des automates de petite gamme (type Nano)). Le nombre d'entrées/sorties dont ils disposent, ne dépasse généralement pas les 48. Ils se présentent dans des boîtiers compacts où tous les modules (CPU, alimentation, modules d'E/S, interface de communication) sont intégrés dans un même boîtier. Il ne dispose d'aucune possibilité d'extension [5].

- *Type modulaire :*

a) Les automates de moyenne gamme (type micro) :

Dans cette gamme, le nombre d'entrées/sorties peut atteindre 400. Ces automates ont une structure modulaire extensible.

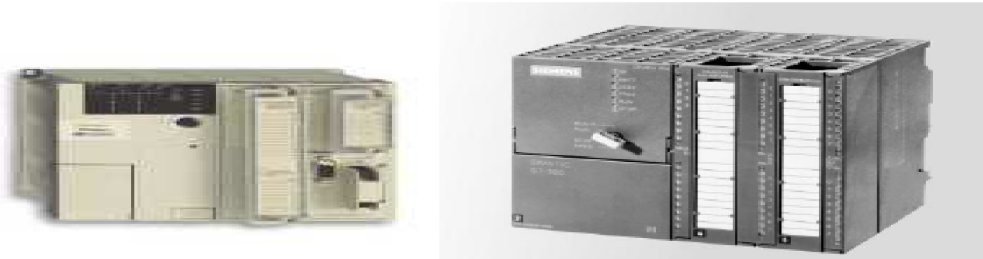


Figure II.2 : Automate programmable modulaire (moyenne gamme).

b) Les automates haut de gamme :

Ce sont des automates superpuissants dont les performances permettent de gérer jusqu'à 2048 entrées/sorties et plus. Ils disposent d'une structure modulaire extensible.

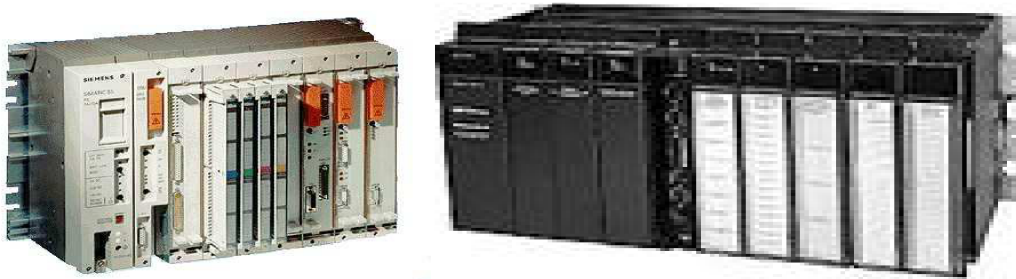


Figure II.3 : Automate programmable modulaire (haut de gamme).

II.2.5.2 Structure interne

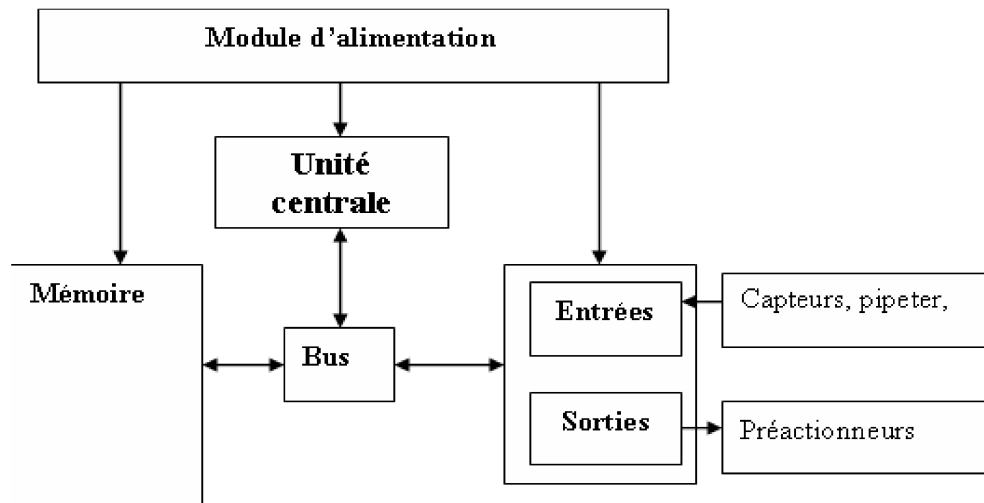


Figure II.4 : Structure interne d'un API.

Le Châssis ou Rack :

Les modules d'un automate, à structure modulaire, sont montés sur châssis spécifique (Rack).

Le châssis permet d'assurer :

- L'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension d'alimentation aux différents modules.
- L'acheminement des bus (Donnée, adresse commande) vers les modules.

Tout châssis se compose d'éléments suivants :

- Profilé support.
- Bus de fond de panier (pour la communication du CPU avec les modules.
 - Connexion pour le conducteur de protection (prise de terre). Chaque position est localisée par une adresse qui permet au processeur de solliciter l'interface souhaitée.

- Le connecteur frontal

Certains types d'automates utilisent des contacteurs frontaux qui permettent de faciliter le raccordement des capteurs et des actionneurs aux modules.

Le remplacement d'un module est donc rendu facile car il suffit de débrancher le connecteur frontal sans avoir à toucher au branchement des capteurs ou actionneurs.

➤ Module d'alimentation

Il assure la distribution d'énergie aux différents modules.

➤ Unité centrale (CPU)

L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions du programme.

Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Exemple: Si deux actions doivent être simultanées, l'API les traite successivement

L'U.C c'est le "cerveau" qui gère l'automate, elle est constituée d'un microprocesseur, de mémoire, ainsi que de divers composants. Son rôle consiste à recevoir, mémoriser et traiter les informations reçues aux entrées et détermine l'état des sorties en fonction du programme établi [5].

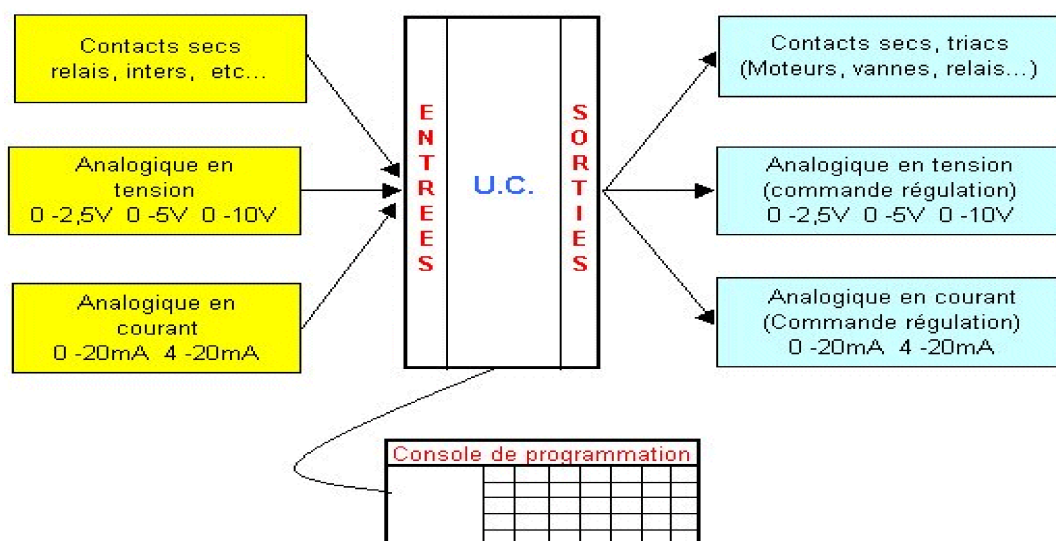


Figure II.5 : Unité centrale.

➤ **Le bus interne**

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

➤ **Mémoires**

Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires.

➤ **Modules d'entrées / sorties**

- ***Modules d'entrées***

Ils permettent de recevoir les informations du S.A.P (systèmes automatisés de production) ou du pupitre et mettre en forme (filtrage,) ce signal tout en l'isolant électriquement (opto-couplage).

Il existe deux types de modules d'entrées :

➤ **Module d'entrée « Tout Ou Rien »**

Il permet à l'unité centrale de l'automate d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs du système automatisé.

- Contacts secs : Contacts, relais, fin de course, pressostats, thermostats...

➤ **Module d'entrée analogique**

Il reçoit un signal analogique qui représente l'état que peut ou doit prendre un capteur entre deux limites. Ce module est muni d'un convertisseur analogique - numérique.

-Analogiques en courant : 0 -20mA, 4 -20mA (mesures)

-Analogiques en tension : 0 -2,5V, 0 -5V, 0 -10V (mesures)

- ***Modules de sorties***

Ils permettent de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du S.A.P (systèmes automatisés de production).

Il existe deux types modules de sorties :

➤ **Module de sortie « Tout Ou Rien »**

Il permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs à travers les pré-actionneurs ou d'envoyer des messages à l'opérateur.

- Contacts secs : Contacts ou triacs...

➤ **Module de sortie analogique**

Il s'émet un signal analogique qui représente l'état que peut ou doit prendre un actionneur entre deux limites. Ce module est muni d'un convertisseur numérique - analogique.

- Analogiques en courant : 0 -20mA, 4 -20mA (régulation)

- Analogiques en tension : 0 -2,5V, 0 -5V, 0 -10V (régulation)

II.2.6 Cycle d'exécution d'un programme d'un API

Lorsque l'A.P.I est en fonctionnement, c'est-à-dire, lorsqu'il exécute son programme de contrôle sur le système extérieur, une série d'opérations est effectuée de façon séquentielle et répétitive.

➤ **Acquisition d'entrées :**

Au début de chaque cycle, l'automate programmable examine l'état de tous les signaux d'entrées et puis procède à leur écriture dans la mémoire image des entrées.

➤ **Traitement des données :**

Au début de l'exécution du programme, l'unité centrale lit successivement les instructions dans la mémoire interne. Ensuite, elle procède au traitement des instructions et évaluation des grandeurs de sorties. Une fois que ces valeurs sont calculées, elles sont stockées en mémoire image des sorties.

➤ **Affectation des sorties :**

Après l'exécution du programme, l'automate procède à la lecture des sorties dans la mémoire image de ces dernières, et puis les transferts vers les modules de sorties.

II.2.7 La mise en œuvre d'une solution programmable

A partir d'un problème d'automatisme donné, dans lequel sont bien définis :

- Les commandes.
- Les capteurs.
- Le processus à réaliser.

La mise en œuvre d'une solution programmable à base d'un api peut se résumer par :

- 1- Etablir le GRAFCET.
- 2- Ecrire le programme.
- 3- Transférer le programme dans l'unité centrale de L'API.
- 4- Tester à vide (simulation).
- 5- Enfin, raccorder L'API à la machine.

II.2.8 les avantages et les inconvénients des API

a- Les avantages :

- Simplification du câblage.
- Modifications du programme faciles à effectuer par rapport à une logique câblée.
- Enormes possibilités d'exploitation.
- Fiabilité professionnelle.

b- Les inconvénients :

- En cas de "plantage" (très rare heureusement), c'est une belle pagaille...
- Son prix, qui comme nous l'avons vu plus haut ne le met pas à la portée de toutes les bourses. Mais ces équipements évoluant rapidement fait que l'on peut en récupérer quelquefois pour pas trop cher.

II.3 L'outil de modélisation GRAFCET

a) Définition et historique :

L'AFCET (association française pour la cybernétique économique et technique) et **l'ADEPA** agence nationale pour le développement de la production automatisée ont mis au point et développé une représentation graphique qui traduit, l'évolution du cycle d'un automatisme séquentiel, le **GRAFCET**.

Le **GRAFCET** est un outil de description graphique décrivant le dialogue entre la partie commande et la partie opérative, mais il ne se résume pas de la technologie de commande qui sera utilisée. Il permet de décrire le comportement attendu de l'automatisme en imposant une démarche rigoureuse évitant ainsi les incohérences dans le fonctionnement.

b) Structure du GRAFCET :

Le **GRAFCET** décrit le cycle d'un système automatisé par une succession d'étapes et de transitions.

Chaque étape est lui associée une ou plusieurs actions, et chaque transition en lui affectant une ou plusieurs réceptivités, ces dernières sont des conditions qui doivent être satisfaites pour que les transitions puissent être franchies.

$$X_n = (X_{n-1} R_1 + X_n) X_{n+1}$$

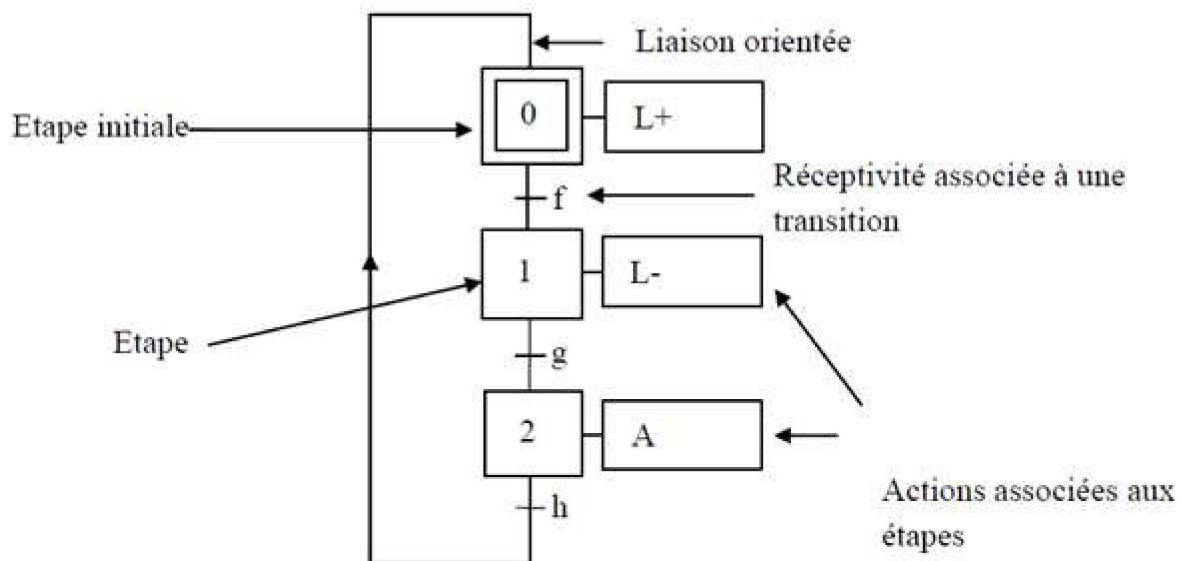


Figure II.6 : Symbolisation sur le GRAFCET.

➤ Séquences

▪ Combinaison et sélection de séquence

Les machines à cycles multiples sont des cas typiques de sélection de séquences conduisant à effectuer une séquence parmi plusieurs comme le montre le diagramme fonctionnel figure II.7.

Les deux transitions auxquelles sont associées les réceptivités (a) et ($\bar{a}$) forment un aiguillage entre les deux séquences, le regroupement à la fin de chaque séquence s'effectue sur l'étape commune 14.

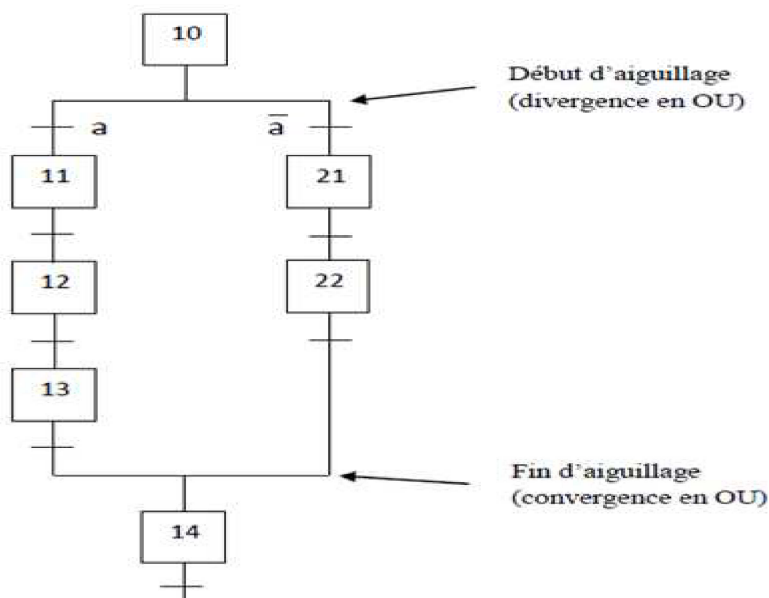


Figure II.7: Sélection de séquence.

Séquences simultanées

Le diagramme de la Figure II.8 montre que le franchissement de la transition à laquelle est associée la réceptivité « e », active simultanément les étapes 11 et 21.

Le début des séquences simultanées est symbolisé par le premier double trait. La fin des séquences simultanées s'effectue lorsque la réceptivité « f » est vraie, qui par la suite active la prochaine étape (c'est à dire l'étape 13). Le deuxième double trait symbolise la resynchronisation de toutes les séquences du diagramme.

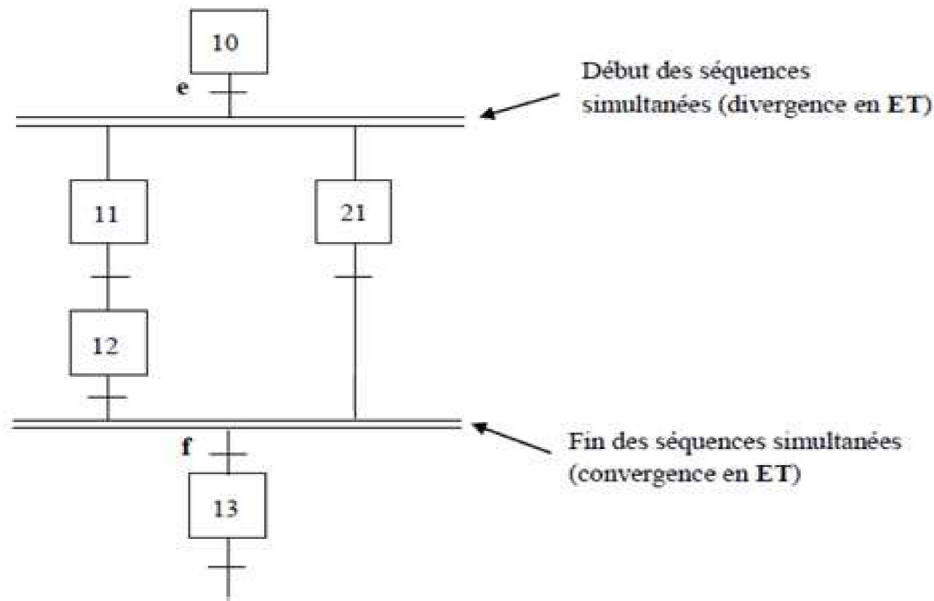


Figure II.8: Séquences simultanées.

▪ Actions simultanées

Dès que l'étape **3** est activée, elle commande simultanément les deux actions **a+** et **b-**, cette étape reste **active** tant que la réceptivité « a1.b0 » n'est pas satisfaite. Dès que la réceptivité est **vraie**, la transition est **franchie**, le franchissement de la transition entraîne l'activation de l'étape **4** et la désactivation de l'étape **3**

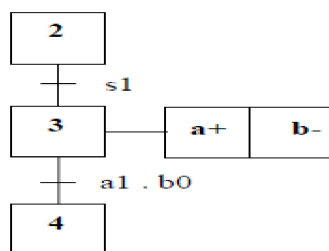


Figure II.9 : Actions simultanées.

▪ Action temporisée

Dès que l'étape **3** est **activée**, elle déclenche une temporisation d'une durée de **10s**.

L'étape **3** reste active tant que la durée de la temporisation n'est pas **écoulée**.

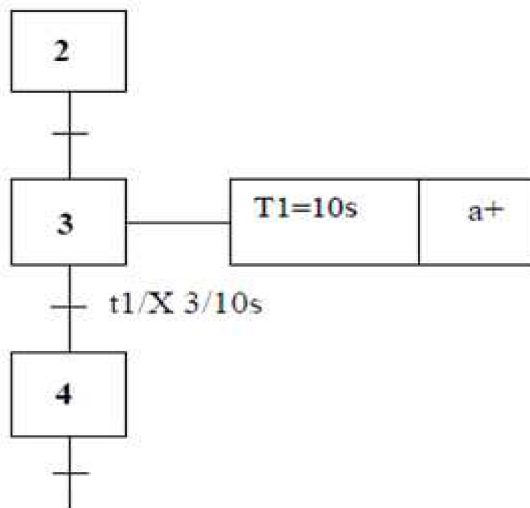


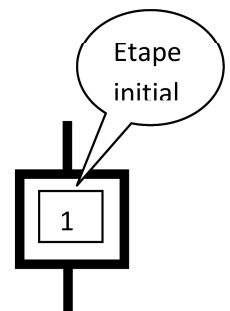
Figure II.10 : Actions temporisées.

c) Règle d'évolution

Le caractère actif ou inactif de chacune des étapes devant évoluer, les trois concepts précédents ne peuvent suffire à définir un GRAFCET. Il est nécessaire en plus de fixer un ensemble de règles d'évolution.

Règle :

L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le GRAFCET en doublant les cotés des symboles correspondants.



Règle 2 :

Une transition est soit validée, soit non validée, elle est validée lorsque **TOUTES** les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que :

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

La **TRANSITION** est alors est obligatoirement franchie.

Règle 3 :

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

Exemple : Cas de transition entre plusieurs étapes.

Lorsque plusieurs étapes sont reliées à une même transition on convient pour des raisons pratiques, de représenter le regroupement de liaisons par deux traits parallèles.

Règle 4 :

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Règle 5 :

Si au cours du fonctionnement une même étape doit être désactivée et activée simultanément elle reste activée.

- La durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si théoriquement (règle 3 et 4), elle peut être rendue aussi petite que l'en veut, il en est de même de la durée d'activation d'une étape. en outre, la règle 5 se rencontre très rarement dans la pratique. Ces règles ont été ainsi formulées pour des raisons de cohérence théorique interne au GRAFCET.

II.4.S7 PLCSIM

Le logiciel **STEP7** dispose de l'outil **PLCSIM** qui permet de simuler le programme utilisateur, et de ce fait on peut corriger des erreurs qui peuvent exister sans risque de causer des dommages sur la machine.

Le PLCSIM nous permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs

Il dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les paramètres (comme par exemple d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation. Nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du STEP7 [5].

Pour utiliser l'outil **PLCSIM**, on procède comme suit :

On sélectionne l'icône suivante  pour indiquer au système d'exploitation qu'on va procéder à une simulation.

Une fenêtre apparaît et nous demande de sélectionner le nœud du **CPU**.

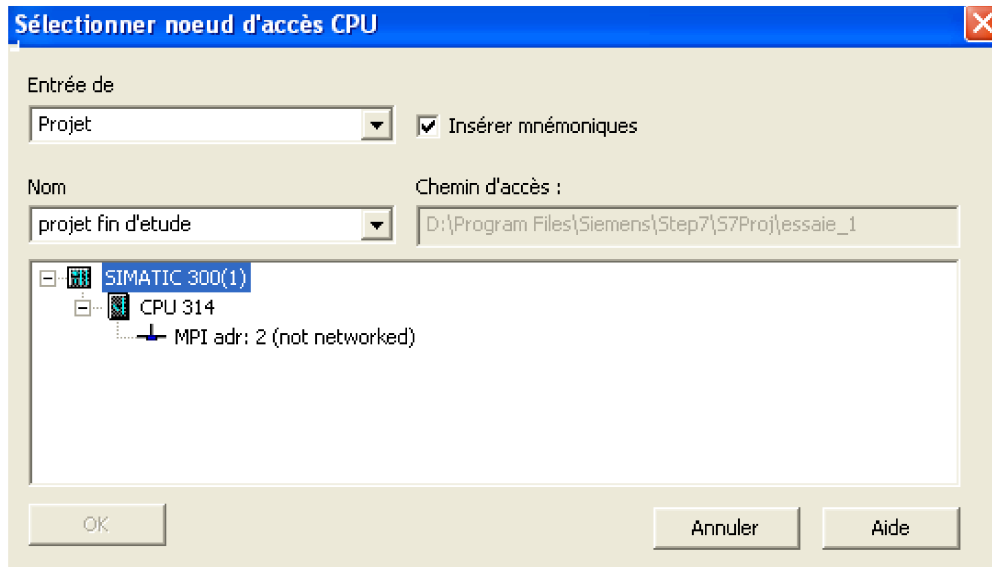


Figure II.11: Fenêtre pour sélectionner le nœud.

Après avoir sélectionné le nœud, la fenêtre suivante apparaît. Cette dernière contient tout ce dont nous avons besoin pour simuler (**CPU, entrées, sorties,...etc.**).



Figure II.12 : Fenêtre d'affichage entrée

Avant de simuler on doit d'abord charger le programme en appuyant sur cette icône 

Puis on coche la case **RUN-P**, on sélectionne le programme qu'on veut visualiser et on clique sur l'icône, et on  coche la case **RUN**, alors nous aurons la fenêtre suivante :

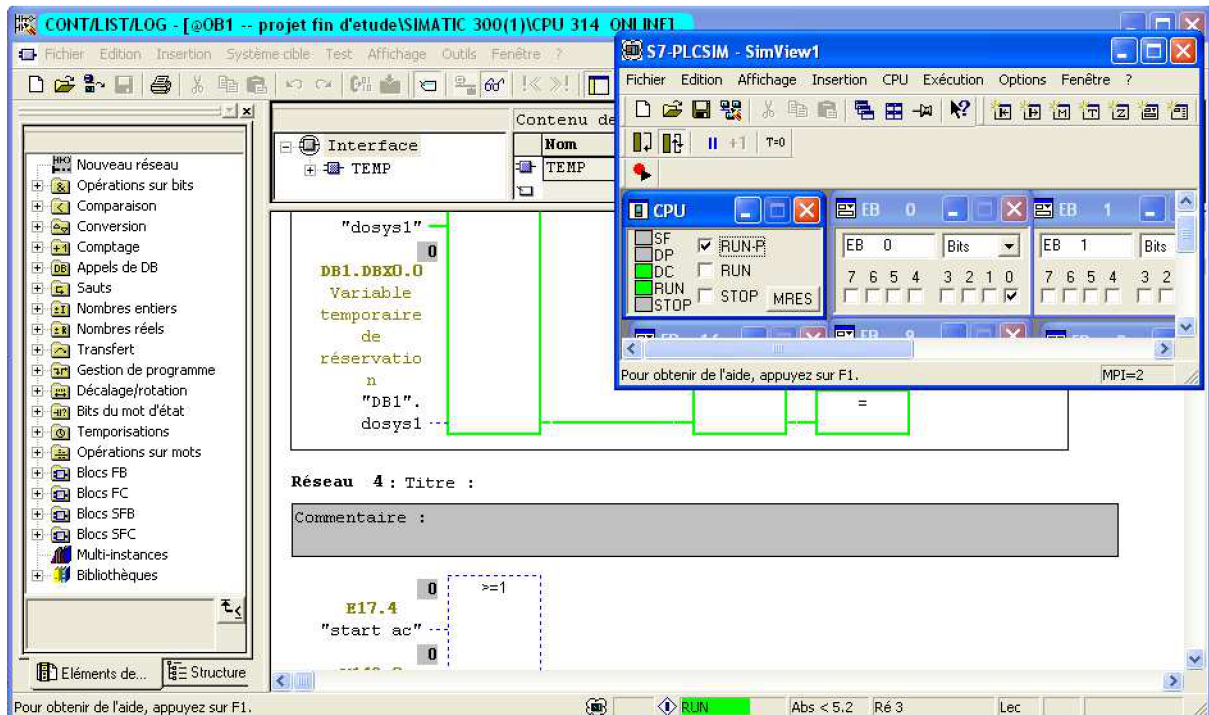


Figure II.13 : Fenêtre de visualisation en mode **run.**

II.5 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter le logiciel S7-PLCSIM pour la simulation et la visualisation du comportement des sorties de notre programme. Ainsi nous avons constaté que le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnelles à un langage d'implantation et l'utilisation d'un automate programmable dans l'industrie est la meilleure solution proposée.

Chapitre I I I

III.1 Introduction

Les automates programmables SIEMENS sont des appareils fabriqués en série. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteurs nécessaires à l'automatisation sont prévus par le fabricant et ils sont intégrés à l'automate. Aujourd'hui c'est le constituant le plus répandu, on le retrouve non seulement dans les secteurs de l'industrie mais aussi dans les services (gestion des parkings,...) et dans l'agriculture.

III.2 Du processus au projet

- **Processus** : Un processus à automatiser se subdivise en plusieurs tâches et sous-ensembles cohérents.

Pour automatiser un processus, il faut donc commencer par le décomposer en diverses tâches d'automatisation.

- **Matériel et logiciel** : Chacune de ces tâches requiert un paramétrage matériel et logiciel spécifique :

- **Matériel** :

- Nombre et types d'entrées/sorties.
- Nombre et types de modules.
- Nombre de châssis.
- Performances et types de CPU.
- Système de contrôle-commande.
- Systèmes de mise en réseau.

- **Logiciel** :

- Structure du programme
- Sauvegarde des données pour le processus d'automatisation
- Données de configuration
- Données de communication
- Documentation du programme et du projet.

- **Projet** :

Dans SIMATIC S7, les paramètres matériels et logiciel d'un processus d'automatisation sont gérés au sein d'un projet.

Ce projet englobe le matériel nécessaire (+ configuration), la mise en réseau (+configuration), l'ensemble des programmes et des données requis pour mettre en œuvre une solution d'automatisation.

Pour notre cas, nous avons porté notre choix sur l'automate programmable industriel « SIMATIC S7-300 » [5].

Ce choix est justifié par la capacité de SIMATIC S7-300 de gérer un grand nombre d'entrées/sorties et d'exécuter des instructions à grande vitesse.

III.3 Présentation générale du système

Comme les autres automates, le **S7-300** est configurable selon les besoins de l'utilisateur.

Nous représentons dans la (**figure. III.1**), la constitution générale de l'automate relié à sa console de programmation.

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, du **CPU** et d'un module d'entrée ou de sortie.

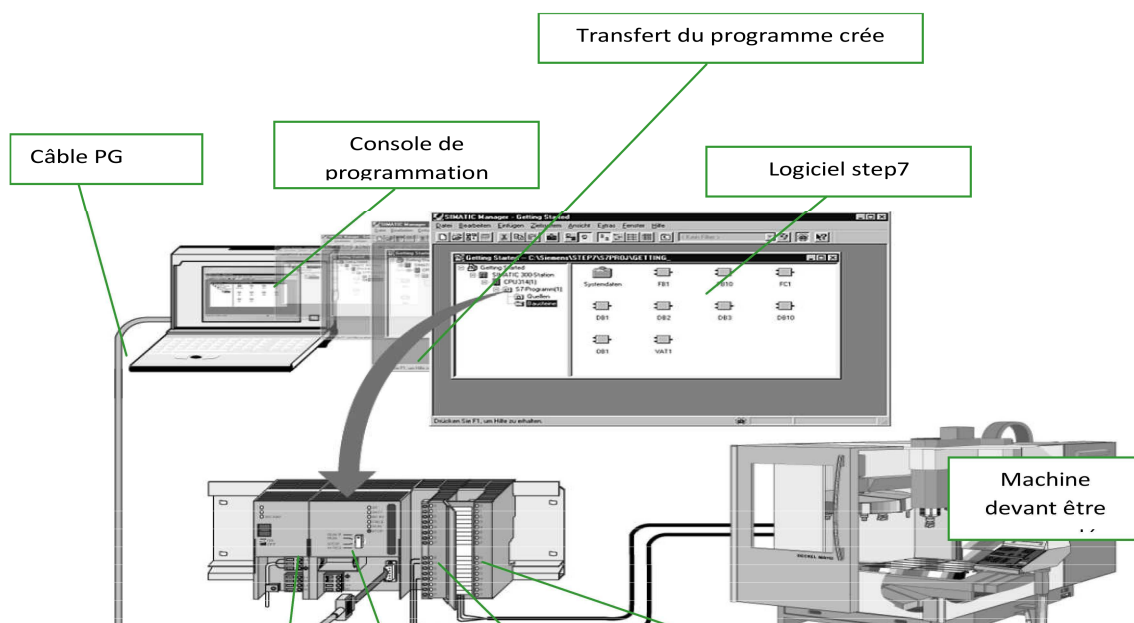


Figure III.1 : Structure générale de l'automate S7-300 connecté à un procédé à commander.

III.4 Les modules du système

Le **S7-300** est un mini automate modulaire. Il dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés à volonté pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée. Dans la suite nous présentons les principaux éléments.



Figure III.2 : Constituants d'un automate S7-300.

III.4.1 Le module d'alimentation (PS 307)

Ce module assure l'alimentation de l'automate en convertissant la tension secteur 120 / 230 V en tension appropriée, 24 V par exemple.

Les modules d'alimentation **PS 307** conviennent à l'alimentation des circuits internes de l'automate **S7-300** de même qu'à l'alimentation des circuits capteurs et d'actionneurs.

La face avant du module comporte :

- Un témoin pour la tension de sortie : Une LED signale la présence de la tension 24 V.
- Un interrupteur marche / arrêt pour 24V.
- Un sélecteur de tension secteur.

III.4.2 L'unité centrale (CPU)

La CPU (central processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle lit les états des entrées, ensuite elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin elle commande les sorties (actions). Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

La gamme S7-300 offre une grande variété de CPU telles que la CPU312, 314, 314IFM, 315, 315-2DP, ... etc. et chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres.

Par conséquent le choix de la CPU pour un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie.

La CPU est logée dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants :

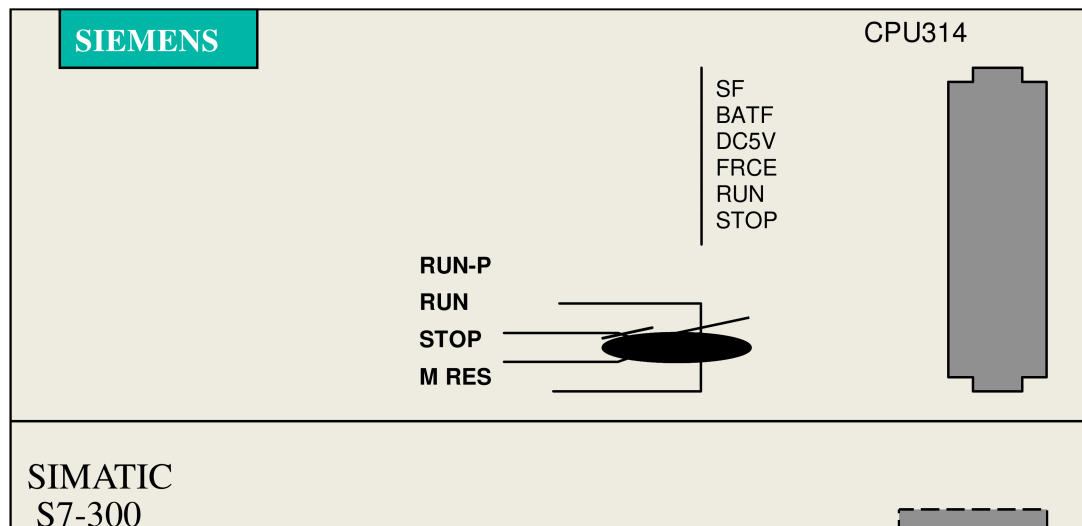


Figure III.3 : Représentation d'un CPU.

Contrôle visuel des LED de la CPU d'un S7-300

❖ LED d'état :

- **SF** : Signalisation groupée de défauts erreur dans le programme ou défaut sur un module diagnostiquant.
- **BAFT** : Défaillance de la pile ; pile déchargée ou absente.
- **DC 5V** : Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V.
- **FRCE** : Allumage en cas de commande de forçage permanent active.
- **RUN** : Clignotement à la mise en route de la CPU et allumage continu en mode RUN.
- **STOP** : Allumage continu en mode STOP, Clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis et clignotement rapide lorsqu'un effacement général en cours.

❖ Commutateur à clé :

Réglage manuel du mode de fonctionnement de la CPU

- **MRES** : Effacement général (Module Reset).
- **STOP** : **ARRET**, le programme n'est pas exécuté.
- **RUN-P** : **MARCHE**, la CPU traite le programme.
- **RUN** : Le programme est traité, mais il n'est accessible qu'en lecture seule (corrections impossibles).

- Emplacement pour la carte mémoire :

La carte mémoire peut être montée à cet emplacement. Cette carte mémoire conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de pile.

❖ Pile :

Un emplacement est prévu sous le cache pour l'insertion d'une pile au lithium.

❖ Connexion MPI :

L'interface MPI se présente sous la forme d'une connexion 9 points, protégée par un cache. Elle permet de réaliser des liaisons multipoints entre plusieurs appareils S7.

III.4.3 Les modules des signaux(SM)

Le châssis du **S7-300** peut prendre huit (8) modules de signaux de communication (analogique ou TOR) :

a) Les modules d'entrée / sortie TOR

Les modules entrée / sortie TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate **S7-300** des capteurs et des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc.....).

Les modules d'entrée ramènent le niveau des signaux TOR externes, issus des capteurs, au niveau du signal interne du **S7-300**. Les modules de sortie transportent le niveau du signal interne du **S7-300** au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré actionneurs.

b) Les modules d'entrée / sortie analogiques

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques. Les modules d'entrée analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques, issus du processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le **S7-300**. Les modules de sortie analogiques (**SM 332**) convertissent les signaux numériques internes (du **S7-300**) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré actionneurs analogiques.

III.4.4 Les modules de fonction (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la **CPU** en assurant des tâches lourdes en calcul.

Exemples d'implication :

- comptage.
- Régulation.
- Positionnement.

III.4.5 Les modules de communication (CP 340, 341....)

Ils sont destinés aux tâches de communication par transmission série.

Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

III.4.6 Les coupleurs

Si l'utilisation du **S7-300** a besoin de plus de huit (8) modules de signaux de communication pour réaliser l'application d'automatisation. Il est possible de faire une extension de la configuration du **S7-300** en utilisant un châssis de base et trois châssis d'extension au maximum. Chaque châssis peut recevoir huit modules.

Il existe deux types de coupleurs :

- **IM 365** : il réalise le couplage entre le châssis de base et un châssis d'extension. La distance entre deux est un mètre au maximum.
- **IM 360 / 361** : il réalise le couplage entre le châssis de base et un maximum de trois châssis d'extension. La distance entre les deux est de (4) centimètres à dix mètres.

III.4.7 Le connecteur frontal

Le connecteur frontal facilite le raccordement des capteurs et des actionneurs aux modules d'interface pour signaux. Il est enfiché sur les modules et caché derrière la porte frontale.

Pour remplacer un module, il suffit de débrancher le connecteur frontal sans autre intervention sur le câblage.

III.4.8 Les châssis

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du **S7-300**.

- Assemblage mécanique des modules.
- Distribution de la tension d'alimentation des modules.
- Acheminement du bus fond de panier aux différents modules. Les différents châssis (UR1, UR2...) sont disponibles pour la configuration d'appareil de base et d'appareil d'extension.

Tous les châssis se composent des éléments suivants :

- Profil et support.
- Bus de fond de panier avec connecteur.
- Connexion pour le conducteur de protection.
- Le profilé support.

Le profilé support est un rail métallique avec goujons filetés pour la fixation des modules et des encoches latérales pour la fixation du châssis.

III.4.9 La console de programmation PG ou PC SIMATIC

Les consoles de programmation **SIMATIC** sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et des données du processus ainsi que la supervision du programme. Avec l'atelier logiciel **SIMATIC**, l'utilisateur dispose d'une gamme d'outils complète pour chaque tâche d'automatisation. Actuellement les consoles de programmation tendent à être remplacées par des **PC** avec des environnements standards (Windows notamment).

La constitution modulaire, compacte, sans ventilateur, la facilité de réalisation d'architecture décentralisée et la simplicité d'emploi font du **S7-300** la solution économique et conviviale pour les tâches les plus diverses dans les petites et moyennes applications.

III.5 Programmation de l'automate SIMATIC S7-300

La configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC se fait par le logiciel de base **STEP 7**, qui fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base **STEP 7** existe en plusieurs versions :

- **STEP 7-Micro/DOS** et **STEP 7-Micro/Win** pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.
- **STEP 7** pour des applications sur **SIMATIC S7-300/400 3...**etc.

La programmation en **Step7** présente trois modes :

- Le schéma logique (**LOG**).
- Le schéma à contact (**CONT**).
- Liste d'instruction (**LIST**).

III.5.1 Schémas à contacts (CONT)

La présentation, en mode **CONT** s'inspire des schémas de circuits à contact. Ils sont rassemblés dans des réseaux, un ou plusieurs réseaux ou segments formant un bloc de code.

Exemple :

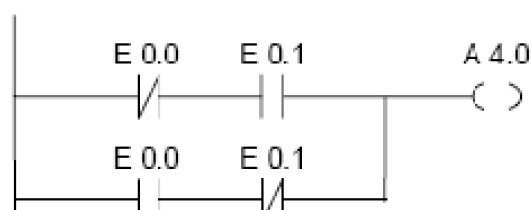


Figure III.4 : Schéma a contacts.

III.5.2 Liste d'instruction (List)

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Les différentes instructions correspondent aux étapes par lesquelles la **CPU** traite le programme.

La composition de l'instruction est la suivante :

Tel que :

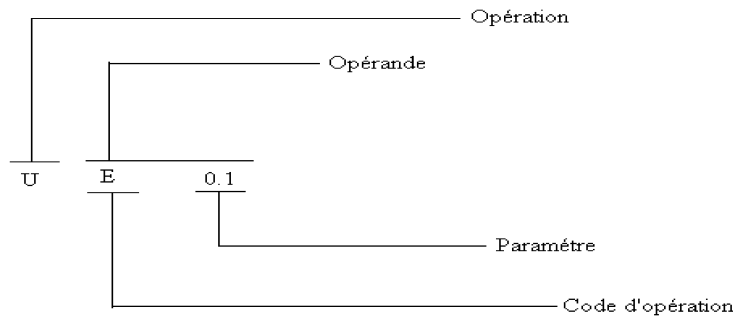


Figure III.5 : Schéma List.

III.5.3 Logigramme (log)

C'est un langage de programmation graphique qui utilise des symboles de l'algèbre de Boole pour représenter les instructions.

Exemple :

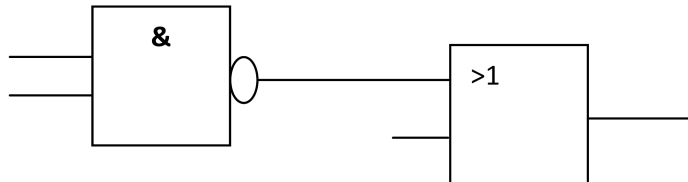


Figure III.6 : Schéma logigramme.

Chaque mode de représentation du programme a ses avantages mais aussi ses limites. Si les règles de programmation ont été respectées lors de la programmation, la compilation est possible dans les trois modes de représentation. Les programmes d'automatisation programmés en **CONT** ou **LOG** sont en principe toujours traduisibles en **LIST**.

Dans la mémoire du programme de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST (plus exactement en langage machine).

Nous optons donc pour la première approche.

III.6 La création d'un projet S7

Pour créer un projet avec STEP 7, on peut lancer l'assistant de création de projet de STEP7, ou créer directement un projet que l'on configurera soi-même.

III .6.1 Utilisation de l'assistant de création de projets

Par défaut l'assistant de création de projets apparaît à chaque démarrage du SIMATIC Manager, si ce n'est pas le cas, son lancement se fait en passant par le menu **Fichier>Assistante Nouveau projet**. Cet assistant permet de le créer avec une interface simple.

Les étapes à suivre sont les suivantes :

Etape 1 : Cliquer sur le bouton « **suivant** »

Etape 2 : Il faut choisir la CPU à utiliser pour le projet, la liste contient normalement toutes les CPU supportées par la version de **STEP7** utilisée.

- Dans le champ « Nom de CPU », il faut donner un nom à la CPU. Cela peut s'avérer utile dans le cas où l'on utilise plusieurs CPU dans un même projet.
- Il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU. Si on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2.
- Cliquer sur suivant.

Remarque :

Lors de la sélection de la CPU une brève description est disponible dans la petite fenêtre à coté du choix de l'adresse MPI.

Etape 3 :

Cet écran permet d'insérer des blocs. Ces blocs seront décrits plus loin.

- Pour commencer on se contentera de l'OB1 seulement qui est le bloc principal.
 - On doit aussi choisir un langage de programmation parmi les trois proposés (LISTE, CONT ou LOG).
 - Cliquer sur suivant.

Etape 4 :

Nommer le projet et cliquer sur créer.

Le projet est maintenant créé, on peut voir l'arborescence à gauche de la fenêtre qui s'est ouverte.

III.6.2 Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet

Cette méthode est un peu plus compliquée, mais permet de mieux gérer le projet. Dans la fenêtre SIMATIC Manager [6],

1- Lancer SIMATIC Manager par un double click sur son icône (icône de STEP7) : l'icône d'ouverture



Figure III.6 : Icône SIMATIC Manager.

2- Ouverture du programme SIMATIC Manager :

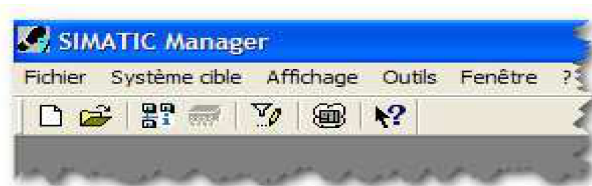


Figure III.7 : SIMATIC Manager.

3-cliquer sur

Fichier>Nouveau (ou encore CTRL+N),



Figure III.8 : Création d'un nouveau projet.

4- Une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre. Il faut donc donner un nom au projet puis valider par OK ; La fenêtre du projet s'ouvre.

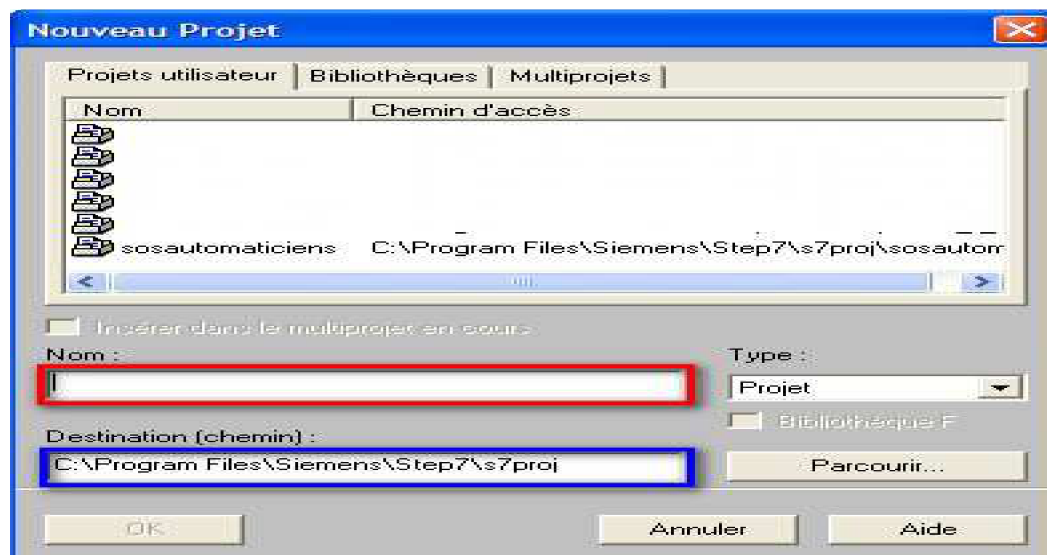


Figure III.9 : Nomination de projet.

Le projet est vide, il faut lui insérer une station SIMATIC, cela est possible en cliquant sur le projet avec le bouton droit puis insérer un nouvel objet >station SIMATIC 300.

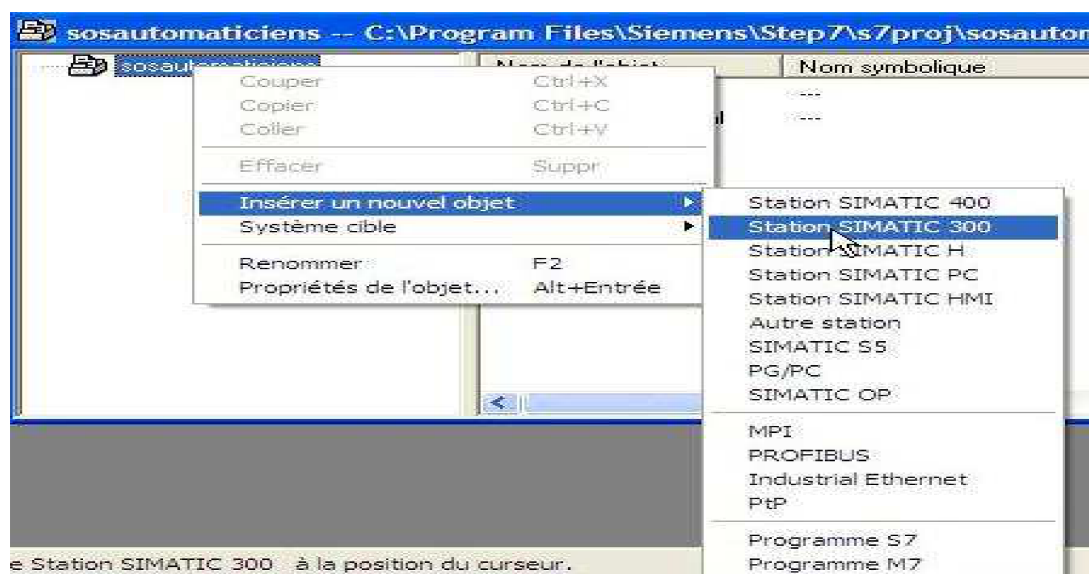


Figure III.10 : Sélection de la station SIMATIC.

La station SIMATIC n'est toujours pas configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle.

III.6.2 Configuration matériel

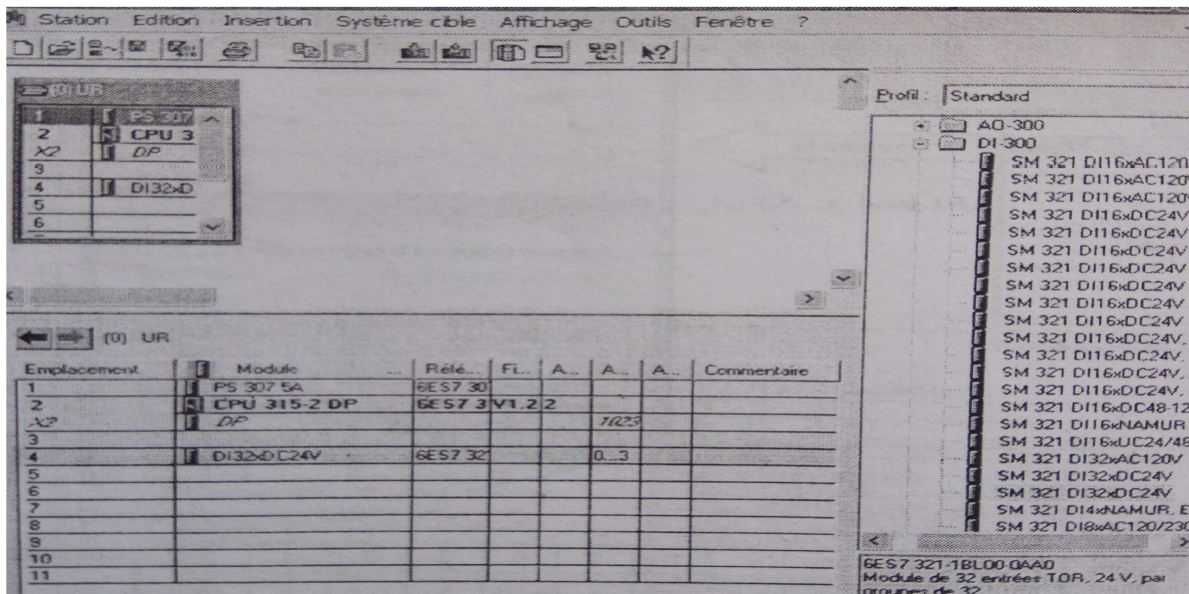


Figure III.11 : Création d'une configuration prévue.

- **Créer la configuration prévue** : Cela signifie déterminer l'agencement des modules dans le support (châssis).

Cette configuration effectuée par l'utilisateur est appelée configuration prévue ou personnalisée.

- **Châssis** : Dans le catalogue du matériel, on ouvre par exemple une station SIMATIC 300. Le catalogue du châssis RACK-300 comprend un rail profilé. Celui-ci peut être inséré par un double click (ou par glisser- déplacer) dans la fenêtre configuration matériel.
- **Alimentation** : Si un module d'alimentation est nécessaire, on insère le module "PS-300" (PS ; Power Supply) correspondant dans la liste à l'emplacement n° 1 à partir du Catalogue par un module clic ou par glisser-déplacer.
- **CPU** : La CPU est par exemple sélectionnée et insérée a l'emplacement n°2 à partir du catalogue "CPU-300".
- **Emplacement N°3** : L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur (dans une configuration multi châssis).

Si cet emplacement doit être réservé dans la configuration effective pour le montage ultérieur d'une carte IM, il faut y enficher un module de réservation DM 370.

- **Modules de signaux** : A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de commutation (CP) ou

modules fonctionnels (FM). Les emplacements possibles pour un module sélectionné sont automatiquement repérés en vert. L'entrée dans la liste à l'emplacement sélectionné préalablement se fait en double-cliquant sur le module à insérer et l'entrée à un emplacement quelconque (repère en vert) de la liste s'effectue par glisser-déplacer.

La configuration matérielle nous permet non seulement de sélectionner les adresses mais également de modifier les paramètres et les propriétés des modules.

III.7 Définition des mnémoniques

Il faut définir les variables qui vont être utilisées lors des étapes de programmation. L'utilisation de noms communs est plus aisée que la manipulation de chiffres (ex : utiliser « moteur » au lieu du bit de sortie A0.0).

Pour accéder à la table des mnémoniques : cliquer sur le dossier programme dans la fenêtre du projet, puis sur l'icône mnémonique.

L'utilisation de cette table consiste à :

- Donner un nom à la mnémonique dans la première colonne.
- Donner la variable associée à cette mnémonique dans la seconde colonne.
- Le type de la donnée est automatiquement généré par STEP 7.
- Ecrire éventuellement un commentaire dans la colonne prévu à cet effet.

Après avoir défini toutes les mnémoniques, il suffit d'enregistrer pour que les changements soient pris en compte dans le reste du projet.

Si on a besoin d'insérer de nouveaux objets dans le projet (ex : d'autres blocs de programme) il suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris sur le dossier où l'on veut ajouter l'objet puis insérer nouvel objet, et dans le menu sélectionner l'objet voulu [7].

III.8 Adressage des modules S7-300

On a deux types d'adressages :

III.8.1 L'adressage des modules lié à l'emplacement

Dans le cas de cet adressage (adressage par défaut), une adresse de début de module est affectée à chaque numéro d'emplacement sur le profilé support (châssis).

III.8.2 L'adressage absolu des modules de signaux

Ce type d'adressage est nécessaire pour adresser les voies des modules de signaux dans le programme utilisateur. Chaque sortie possède une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle.

a) L'adressage des modules TOR :

- L'adresse d'une entrée ou d'une sortie est constituée d'une adresse d'octet et d'une adresse de bit.
- L'adresse d'octet dépend de l'adresse de début de module.
- L'adresse de bit est indiquée sur le module.

La **figure III .12** montre un exemple d'adressage absolu ou direct.

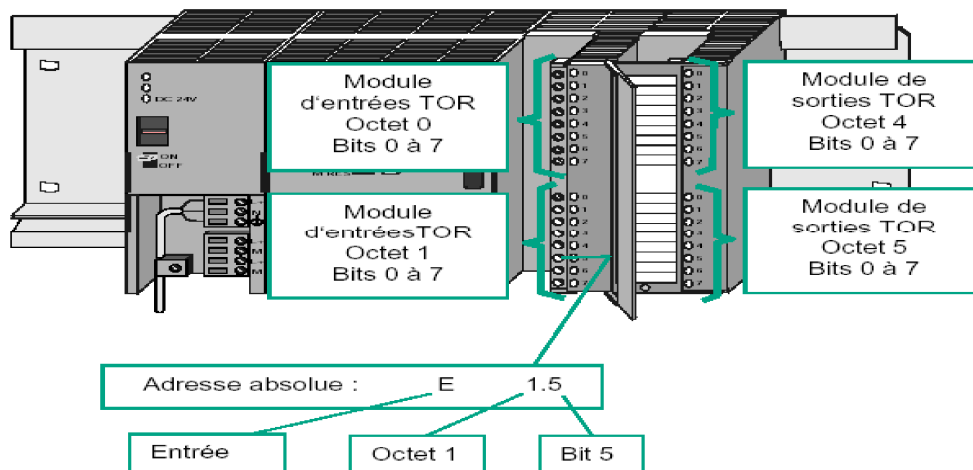


Figure III.12 : Exemple d'adressage absolu d'un module TOR.

b) L'adressage des modules analogiques

L'adresse d'une voie d'entrée ou de sortie analogique est toujours une adresse de mot.

L'adresse de la voie dépend de l'adresse de début de module. Si le premier module analogique occupe l'emplacement 4, son adresse de début par défaut est 288. L'adresse de début de chaque module analogique suivant est incrémentée de 16 par emplacement. Les voies d'entrée et de sortie analogique d'un module d'entrées / sorties analogiques ont la même adresse de début.

III.9 les mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des bistables servent à mémoriser les états logiques « 0 » ou « 1 ».

Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos (S7-300 dispose de 2048 bits de mémentos). On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegardé des mémentos sera perdu [7].

III.10 les blocs de programme

- **Blocs :** Le système d'automatisation utilise différents types de blocs dans lesquels peuvent être mémorisés le programme utilisateur et les données correspondantes selon les exigences du processus, le programme peut être structuré en différents blocs.
- **Bloc d'organisation OB :** les blocs d'organisations (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. L'ensemble du programme peut être concaténé dans un seul bloc OB1 (programme linéaire) appelé de manière cyclique par le système d'exploitation ou être structuré dans plusieurs blocs (programme structuré).
- **Fonction FC, SFC :** Une fonction (FC) assure une fonctionnalité spécifique du programme. Les fonctions peuvent être paramétrables, dans ce cas, des paramètres sont transmis à la fonction lorsqu'elle est appelée. Les fonctions conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes et complexes, par exemple pour effectuer des calculs. Les fonctions système (SFC) sont des fonctions paramétrables intégrées au système d'exploitation de la CPU, dont le numéro et la fonctionnalité sont définis de manière fixe. Pour de plus amples informations, se reporter à l'aide en ligne.
- **Bloc fonctionnel FB, SFB :** Du point de vue du programme, les blocs fonctionnels s'apparentent aux fonctions mais ils disposent en plus de zones mémoire spécifiques, sous forme de blocs de données d'instance. Les blocs fonctionnels conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes encore plus complexes, par exemple pour assurer des tâches de régulation. Les blocs système (SFB) sont des blocs fonctionnels paramétrables intégrés au système d'exploitation de la CPU, dont le numéro et la fonctionnalité sont définis de manière fixe. Pour de plus amples informations, se reporter à l'aide en ligne.

- **Bloc de données DB :** les blocs de données DB sont des zones de données du programme utilisateur à l'intérieur desquels les données utilisateur sont gérées de manière structurée.
- **Opérations admissibles :** Tous les blocs (FB, FC et OB) admettent l'ensemble du jeu d'opérations.

III.11 Conclusion

La souplesse d'exploitation de l'automate programmable S7 300 est évidente. La logique programmée peut être modifiée (aucune intervention ou modification sur le câblage).

La console permet la programmation, les modifications de programme, le dialogue avec la machine. Les programmes peuvent être imprimés, mis sur la bande magnétique et de ce fait introduire ou retirer l'automate à volonté et dans les plus brefs délais.

Chapitre IV

IV.1 Introduction

La conception d'un système automatisé passe impérativement, par la modélisation du procédé. Cela se fait par différents outils précis et relativement simples à mettre en œuvre.

Parmi ces outils, on trouve ceux établis par les chercheurs, par exemple réseaux de pétri et d'autres mis en œuvre par des industriels comme GRAFCET.

Dans ce chapitre, nous allons présenter le cahier des charges proposé pour la station étudiée (station d'ensachage) avec les améliorations qu'on a apporté, et cela on utilisant l'outil GRAFCET.

IV.2 Les cahiers des charges

IV.2.1 Cahier des charges de la ligne d'alimentation :

- La mise en marche de cette partie est assurée par le bouton de démarrage (DCY)
- Le **mode 1** et le **mode 4** permettent d'ouvrir la vanne 1, la fermeture des vannes 2, 3, 4 et la mise en marche des moteurs (mot-vis1 et mot-vis3)
- Le **mode 2** permet d'ouvrir les vannes 2, 3, 4, la fermeture de la vanne 1 et la mise en marche des moteurs (mot-vis2 et mot-vis3)
- Le **mode 3** permet d'ouvrir les vannes 1, 3, 4, la fermeture de la vanne 2 et la mise en marche des trois moteurs (mot-vis1, mot-vis2 et mot-vis3)
- La mise en arrêt de mot-vis1 est assurée par le capteur de niveau (CB1-NIVH) ou le bouton d'arrêt
- La mise en arrêt de mot-vis2 est assuré lorsque les boisseaux 1, 3, 4 est pleins, ou le bouton d'arrêt
- La mise en arrêt de mot-vis3 est assurée par le capteur de niveau (CB2-NIVH)

IV.2.2 Cahier des charges pour la partie carrousel :

Le bouton poussoir (BP-CAR n), met la carrousel sous tension et le compteur se réinitialise.

La présence de sacs vides dans le bac indiqué par (CPSacBac n), enclenche le cycle qui est de :

- Un sac vide est acheminé vers une des bouches du carrousel, à l'aide de l'achemineur n.
- La pose de sac sur la bouche du carrousel, enclenche le serre sacs à l'aide d'un des fins de courses (CB n1, CB n2, CB n3, CB n4) placés sur chaque bouche.

- Le capteur (CFixPosition n1) est placé sur la partie fixe du carrousel n, afin d'indiquer la fermeture des serre sacs au poste n 1, et ouvre les serre sacs au poste 4.
- La rotation du carrousel est assurée à l'aide d'un moteur asynchrone (Mot_CAR n) commandé par :
 - Le capteur CFixPosition n1.
 - La fermeture des deux balances (CVBal n.1.2, CVBal n.2.2).
 - L'ouverture complète des serres sacs présents au poste 4.
 - Achemineur positionné à Position V3.
- Le carrousel s'arrête lorsqu'un des fins de courses fixes présent au poste 2 et au poste 4 indique la présence de sac.
- Une fois que le carrousel arrêté, une temporisation (T1) s'enclenche ainsi que le moteur vibreur présent au poste 3.
- Arrivé à terme, la temporisation (T1) qui est réglée à 3 secondes, le moteur du vibreur s'arrête.
- Ainsi le cycle recommence.
- L'arrêt total du carrousel est assuré par le bouton d'arrêt

L'absence de sac vide dans le bac, enclenche un compteur et le même cycle se refait quatre fois, afin d'assurer l'évacuation des sacs présents déjà sur les postes 2,3 et 4 vers la ligne appropriée, le carrousel se met à l'état initial.

IV.2.3 Cahier des charges pour l'achemineur des sacs :

Cet achemineur de sacs a pour fonction de prendre un sac vide et de le mettre en position pour le remplir. Pour réaliser cette tâche, l'achemineur se compose de quatre positions verticales guidées par un vérin rotatif porteur de deux tiges courbées, et de trois positions horizontales guidées à l'aide d'un vérin double tiges, ainsi de deux ventouses aspiratrices placées horizontalement sur une tige guidée à l'aide d'un vérin simple effet ayant deux positions verticales.

Les positions sont nommées comme suit :

- Les positions verticales du vérin rotatif 1:
 - **Position V1** : position initiale, tiges **Position H2**.
 - **Position V2** : position d'ouverture des tiges à **Position H3**.
 - **Position V3** : position pose sacs et fermeture des tiges à la **Position H2**.

- **Position V4 :** ouverture des tiges à la **Position H1** et retour à la position initiale.
- Positions verticales du vérin simple effet :
 - **Position Relâchement**
 - **Position Aspiration**
- Les positions horizontales du vérin double tiges :
 - **Position H1 :** Distance maximale des deux tiges.
 - **Position H2 :** Distance minimale des deux tiges.
 - **Position H3 :** Distance taille sac.
- Les sacs sont posés horizontalement dans un bac à sac.
- Le vérin simple effet initialement en position relâchement, se met en position aspiration.
- Les deux ventouses aspiratrices, aspirent un sac.
- Le vérin simple effet se met en position relâchement.

Une fois que le vérin simple effet se met en position relâchement, le sac vide aspiré s'ouvre légèrement par effet gravitationnel. Cette ouverture permet aux tiges courbées de s'introduire dans le sac.

- Les deux tiges courbées se trouvant à la position V1 initialement, se déplacent à l'aide du vérin rotatif jusqu'à la position V3.

Les deux tiges initialement en position V1, la distance entre les deux tiges est maximale (position H1). En se déplaçant de la Position V1 à Position V3, passant par la Position V2 qui activera la réduction de distance entre les deux tiges à la Position H2, afin de s'introduire dans le sac.

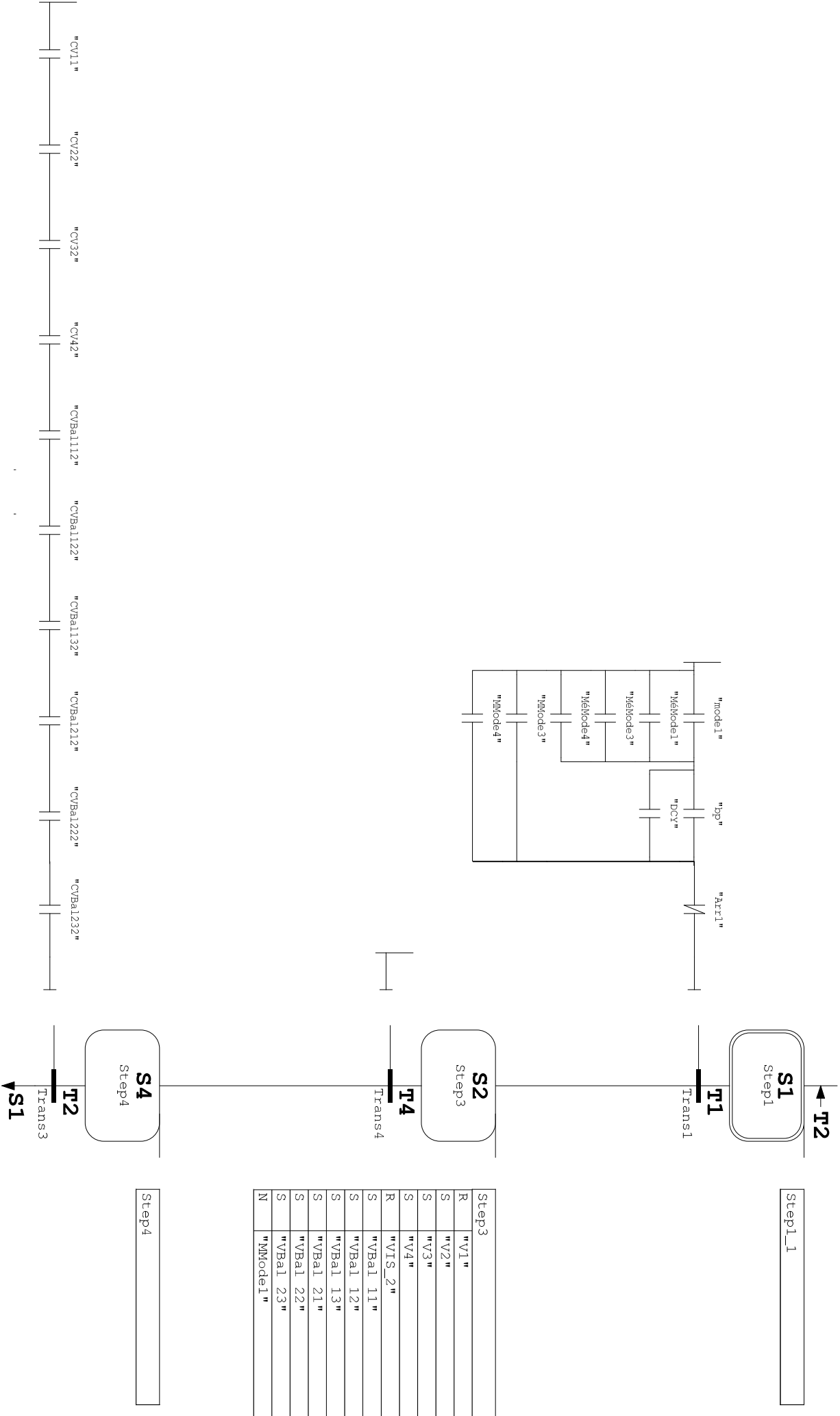
- En Position V3, les deux tiges s'ouvrent à la Position H3.
- Les ventouses aspiratrices se relâchent.
- Le sac est ainsi acheminé à la Position V4.
- Le serre sac s'active, les deux tiges se mettent en Position H2, puis en Position V1.

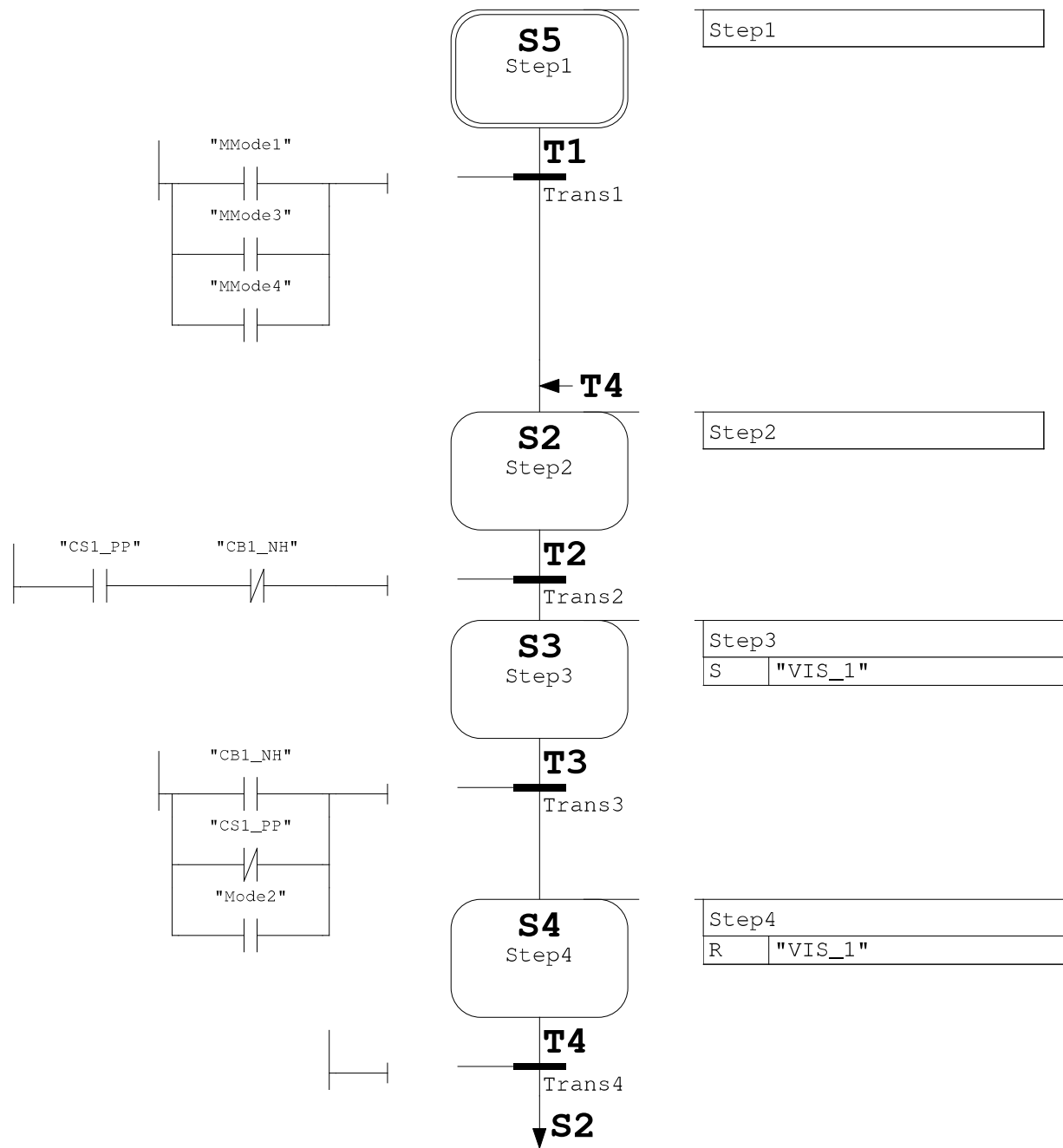
IV.2.5 Cahier des charges pour la ligne d'évacuation et fermeture des sacs :

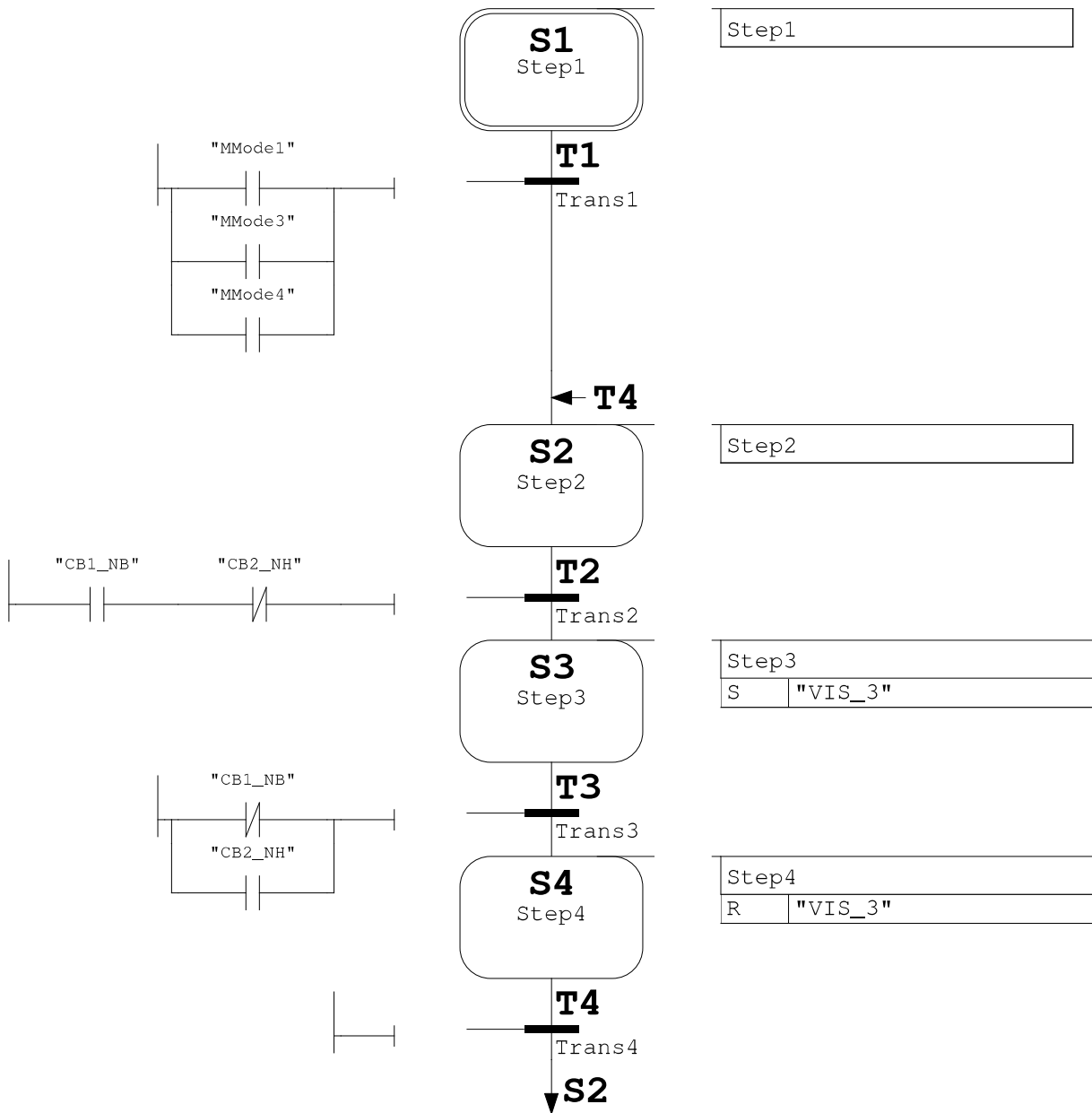
Cette partie se compose d'un tapis roulant guidé par un moteur, une couseuse à coupe fil automatique commandée par des capteurs de présence, et un détecteur de métaux qui commande un vérin simple effet.

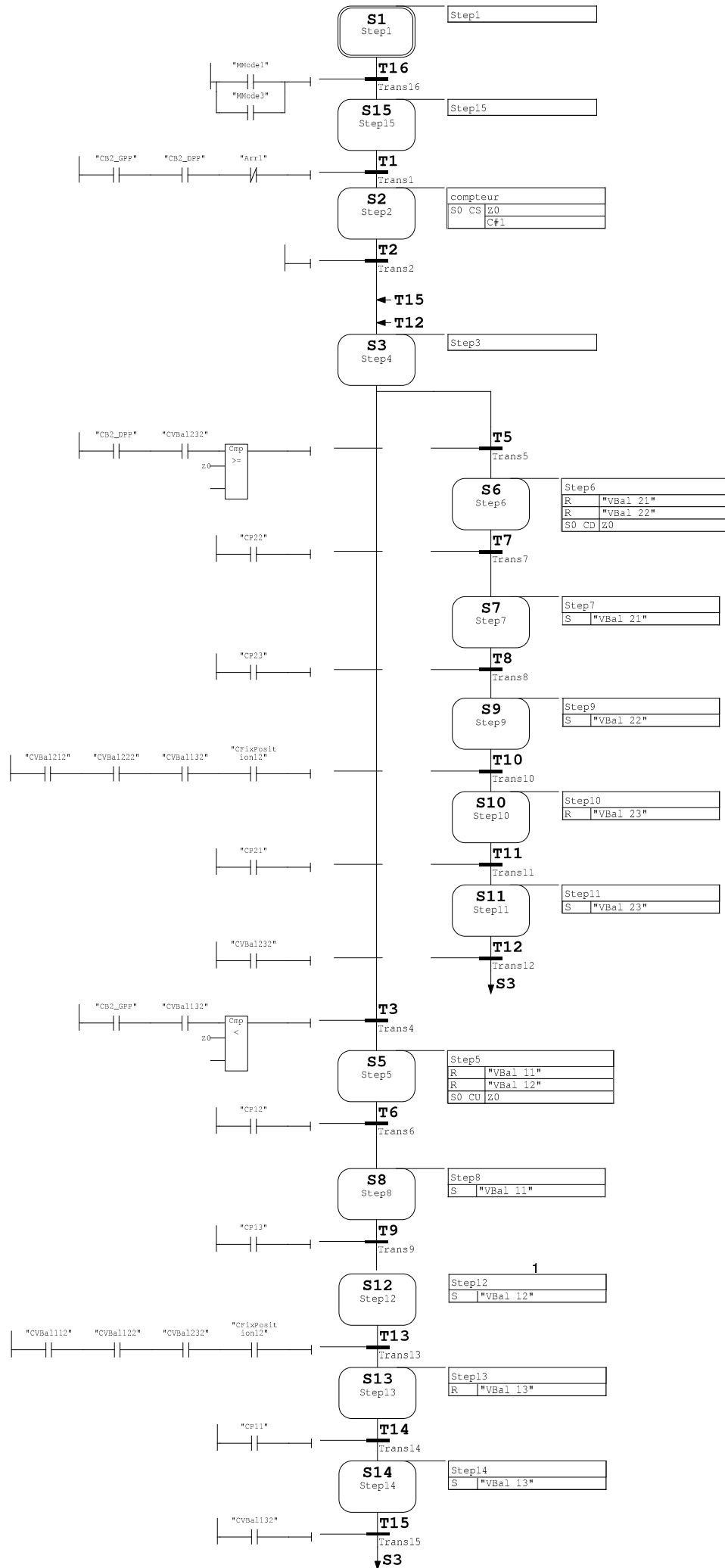
- La mise en marche de tapis roulant est assurée par le bouton de démarrage (BP-CAR)
- La mise en marche et la mise en arrêt de la couseuse, est assuré par les deux capteurs de présence mis à l'extrémité de cette dernière
- La sortie de coupe fil à ciseaux est assurée par le capteur placé juste après la couseuse.

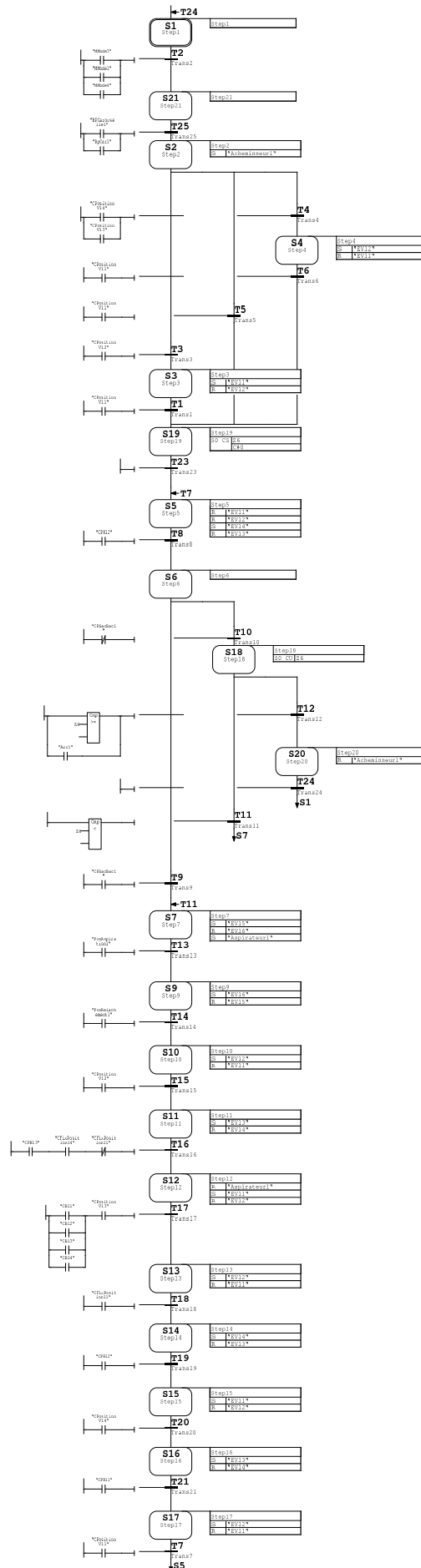
IV.3 Modélisation du carrousel 1 de la station par l'outil GRAFCET



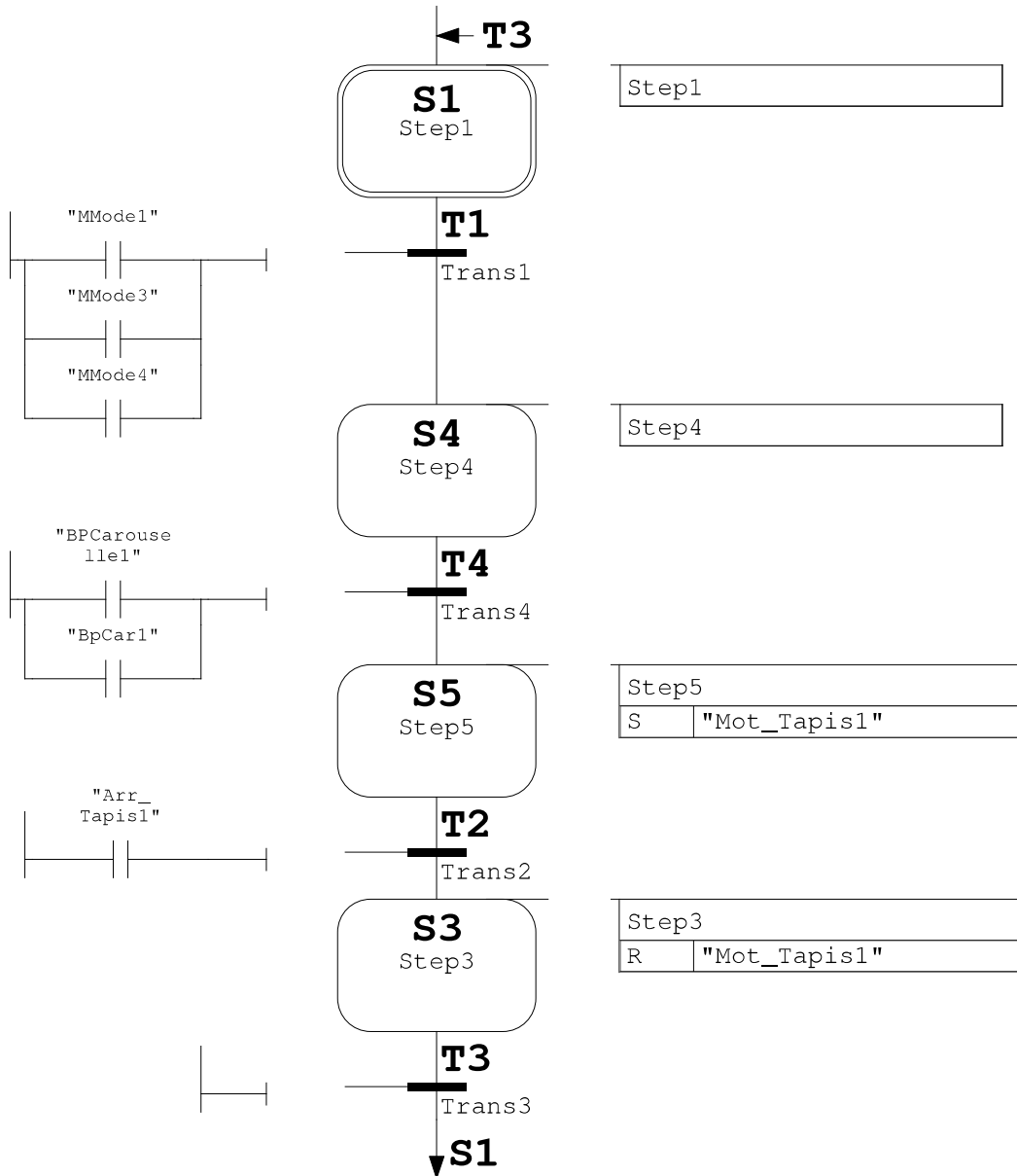




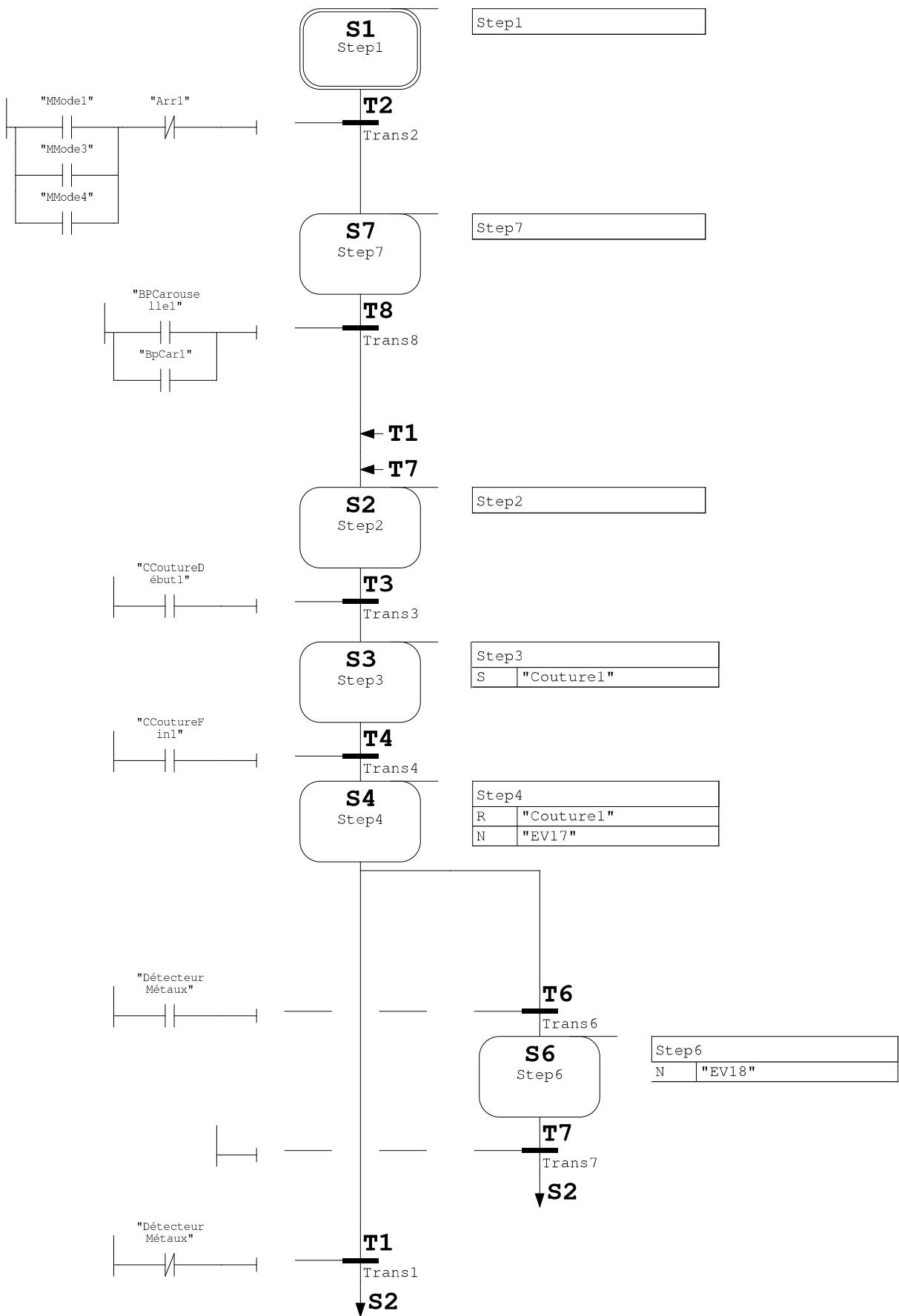




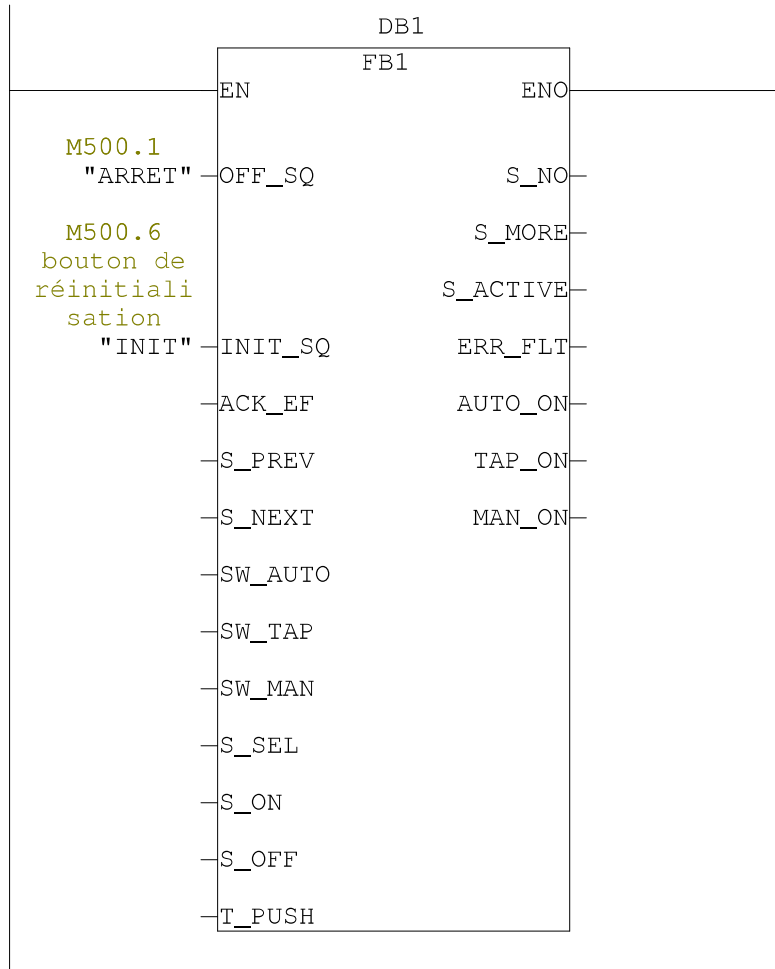
Tapis :



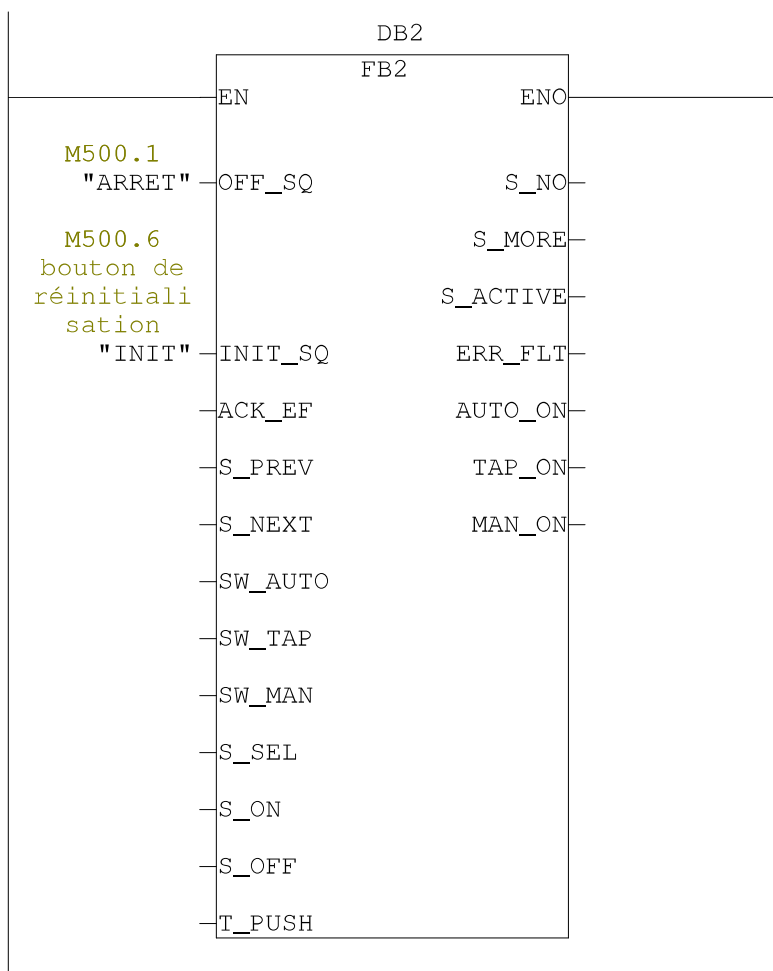
Couseuse :

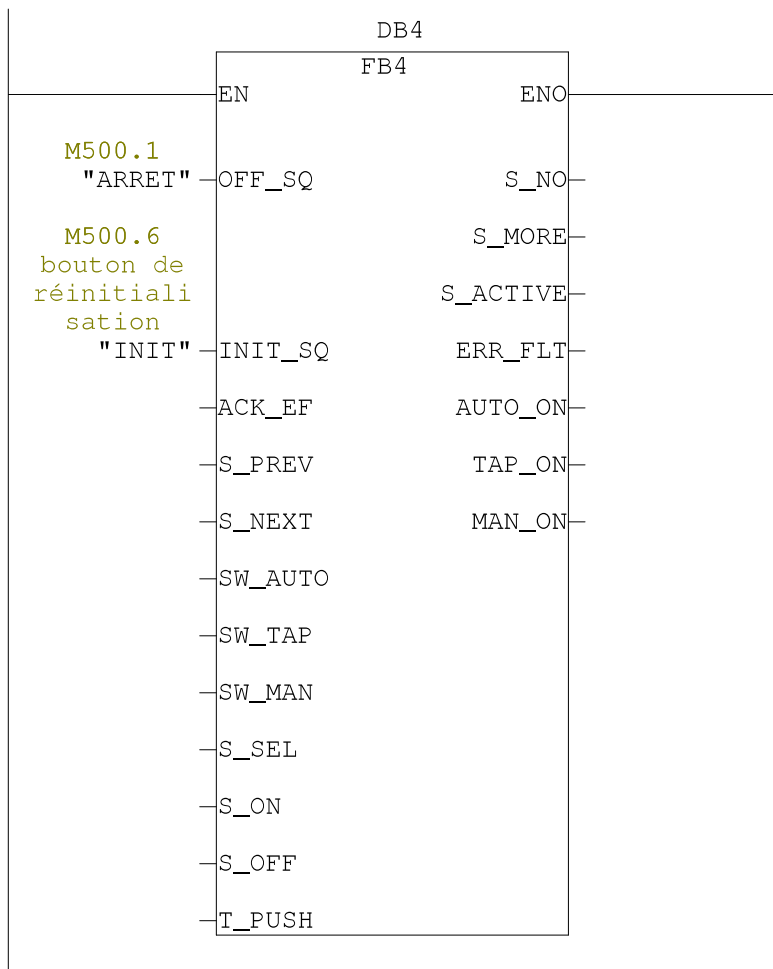
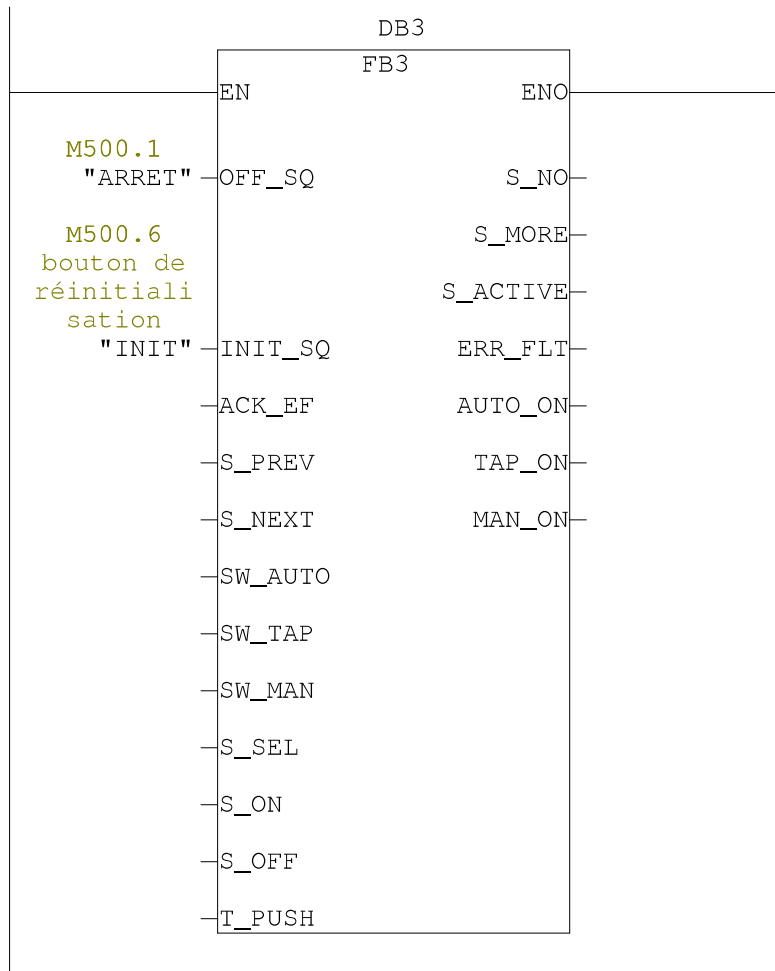


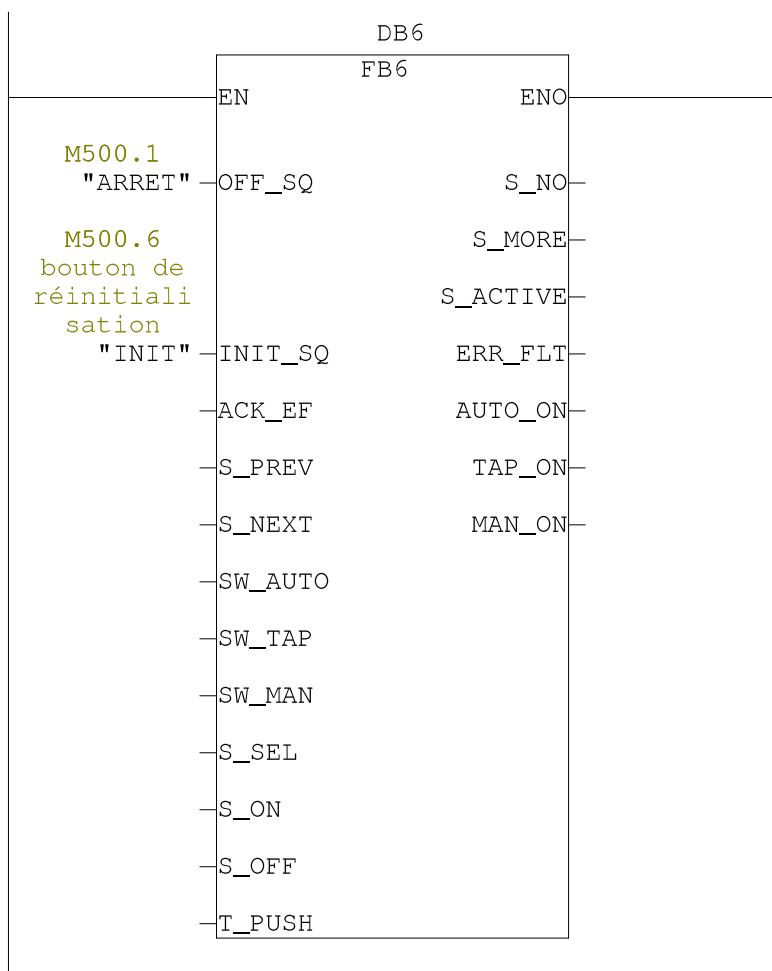
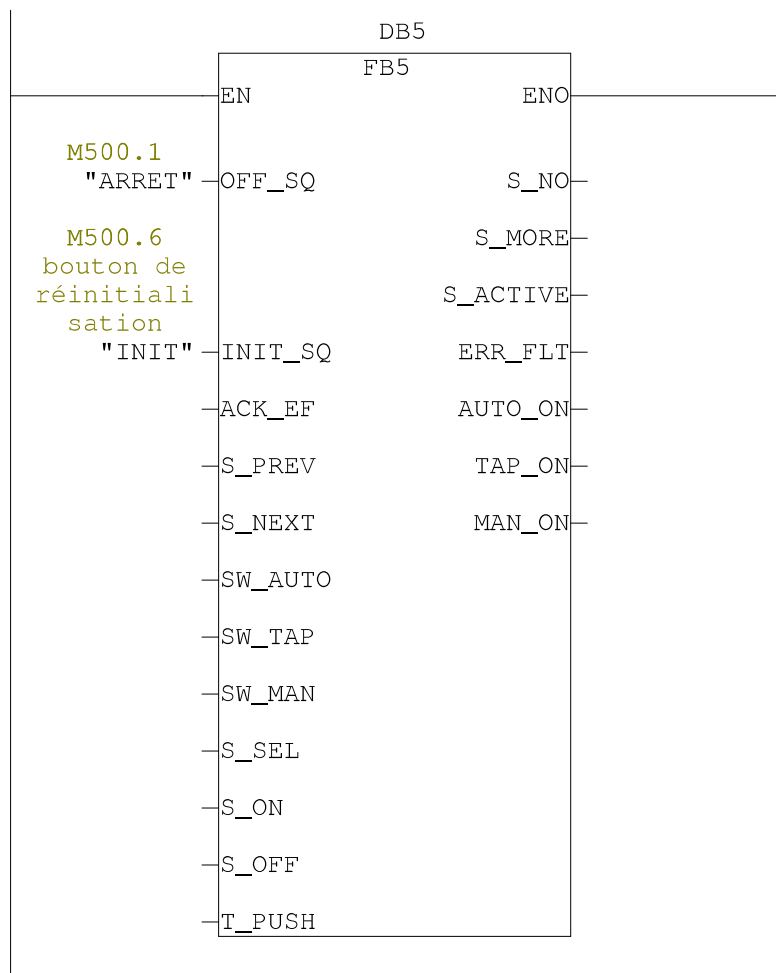
Réseau : 1

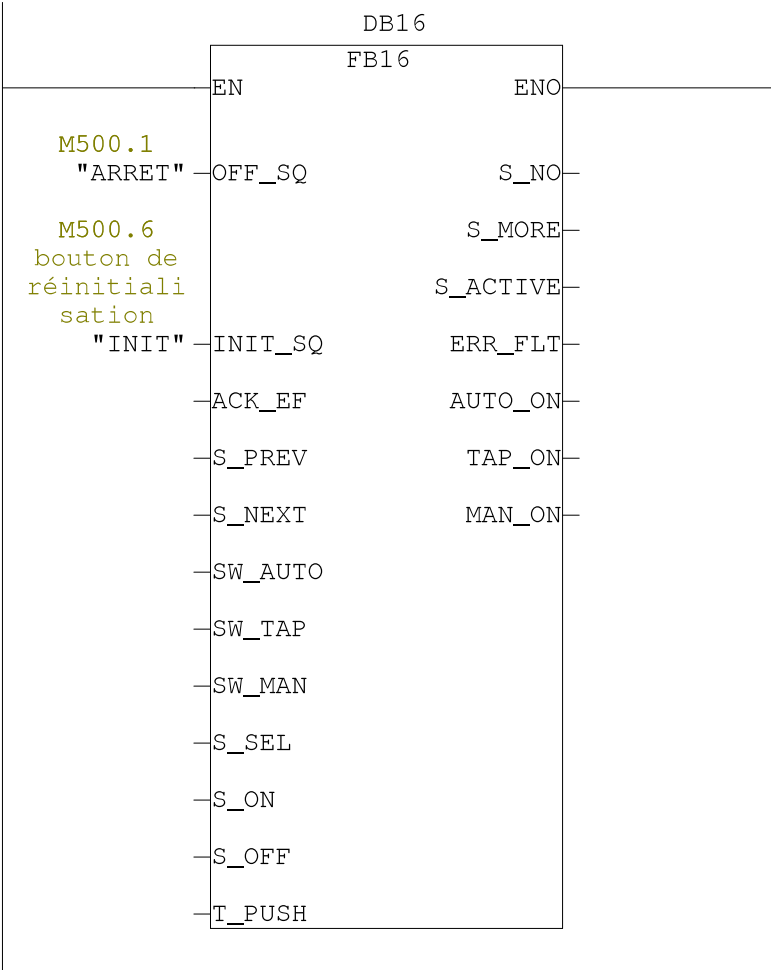


Réseau : 2

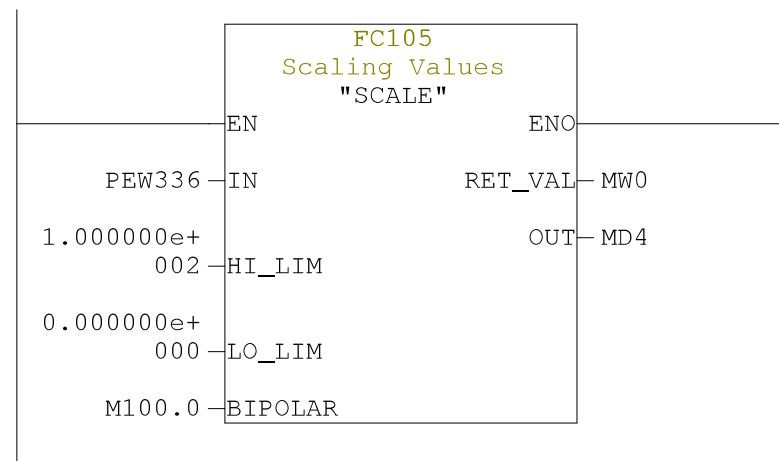






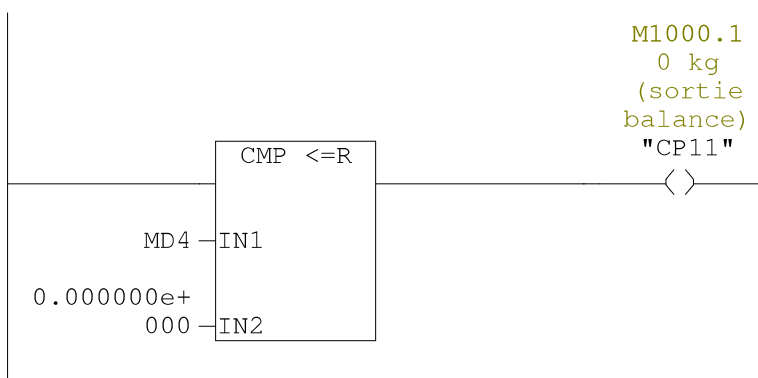


Réseau : 24



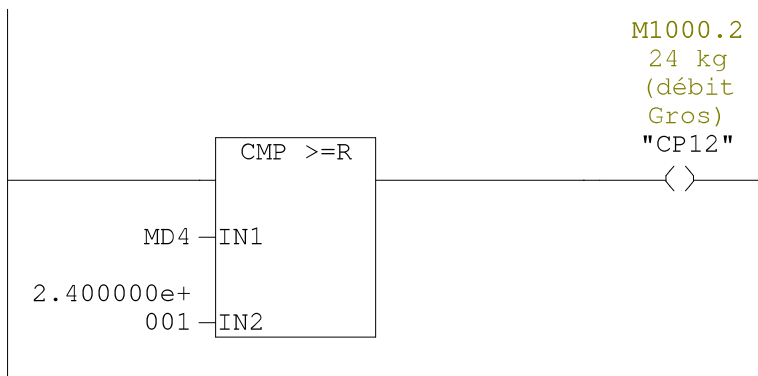
Réseau : 25

Balance 1. 0 Kg



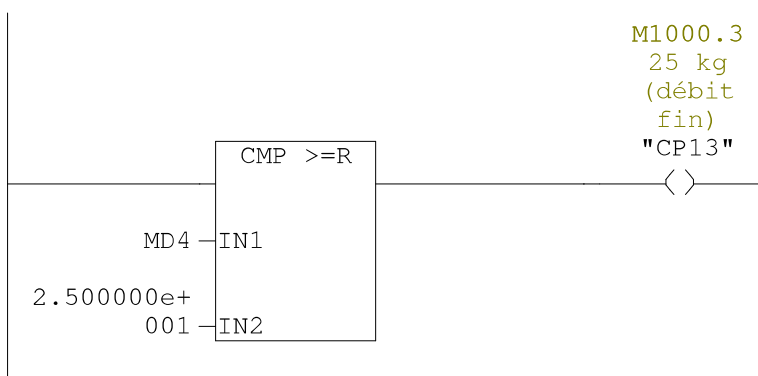
Réseau : 26

Balance 1. 24 Kg

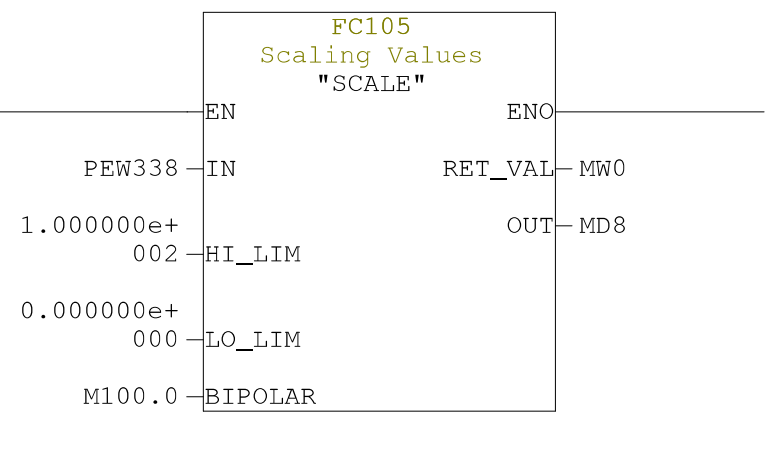


Réseau : 27

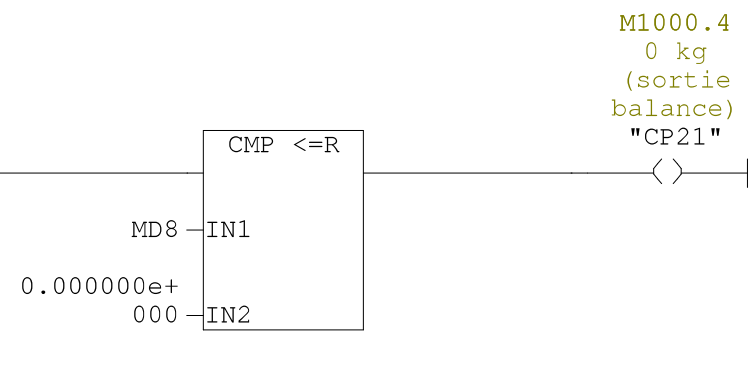
Balance 1. 25 Kg



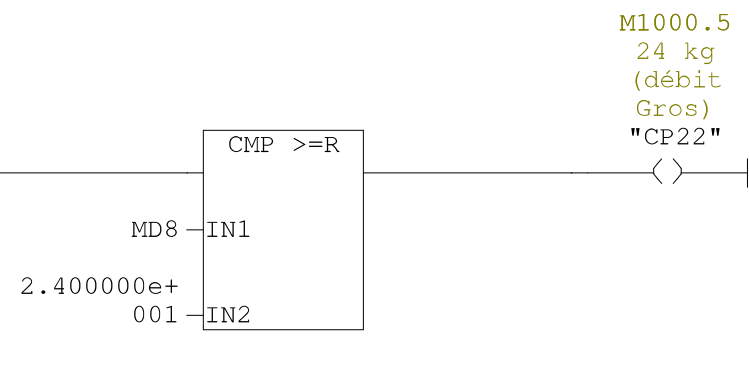
Réseau : 28



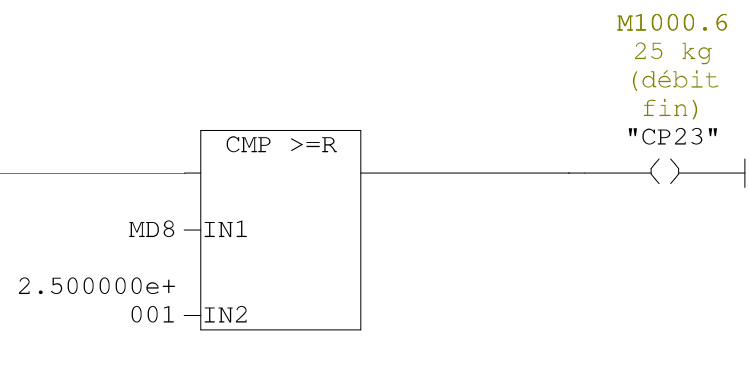
Réseau : 29 0 kg (sortie balance)



Réseau : 30 24 kg (débit Gros)



Réseau : 31 25 kg (débit fin)



Conclusion

Le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet, facilement, le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnelle. Il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé. Il permet, aussi, de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET nous a facilité considérablement, le passage de la description à la modélisation et nous permettra d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé à l'aide du STEP7.

Chapitre V

V.1 Introduction

Ces dernières années, les architectures d'automatismes ont très fortement évolué. Ce phénomène s'est amplifié avec l'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. En effet, l'automatisation seule est maintenant insuffisante, la supervision des procédés complexes est devenue indispensable.

Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés au contrôle de processus et à la collecte d'informations en temps réel, ceci depuis des sites distants, via un réseau (supervision délocalisée), ou bien au pied de la machine en connexion directe (supervision localisée), en vue de maîtriser un équipement.

Le calculateur traite ces données, et donne une représentation graphique réactualisée périodiquement.

V.2 Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine, elle présente plusieurs avantages 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 créées, et configurées au préalable à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires au processus, permet aussi de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes[2]:

- Assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
 - Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...etc.)
- Répondre à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

V.3 Présentation du logiciel de supervision Win CC

Win CC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface-Homme-Machine) 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.

Win CC 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: l'affichage numérique, une bibliothèque complète de symboles IHM, un affichage de texte et courbes, un champ d'édition de valeurs du process, etc... [8].

V.4 Constitutions d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se compose 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[8].

V.4.1 Module de visualisation :

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

V.4.2 Module d'archivage :

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

V.4.3 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.4.4 Module de communication :

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

V.5 Procédure de programmation avec Win CC

Il se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants :

V.5.1 Graphic designer :

Il offre la possibilité de créer des vues de procédés, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. A cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objets et permet de créer des objets selon le besoin.

Il assure la fonction de visualisation grâce au **graphicruntime**.

V.5.2 Tag logging :

On y définit les archives, les valeurs du processus à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage. En outre on y configure la mémoire tampon sur le disque.

V.5.3 Alarmlogging :

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

V.5.4 Global script runtime :

Il dispose de deux éditeurs : l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic, à l'aide desquels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le Win CC.

V.5.5 Report designer :

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

V.5.6 User administrator :

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

V.6 Win CC ET SIMATIC STEP 7

Faisant partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation), WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en œuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC[8].

Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge.

Le 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.

V.7 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 ou est lue par le PC de supervision.

La structure générale est illustrée dans la figure suivante :

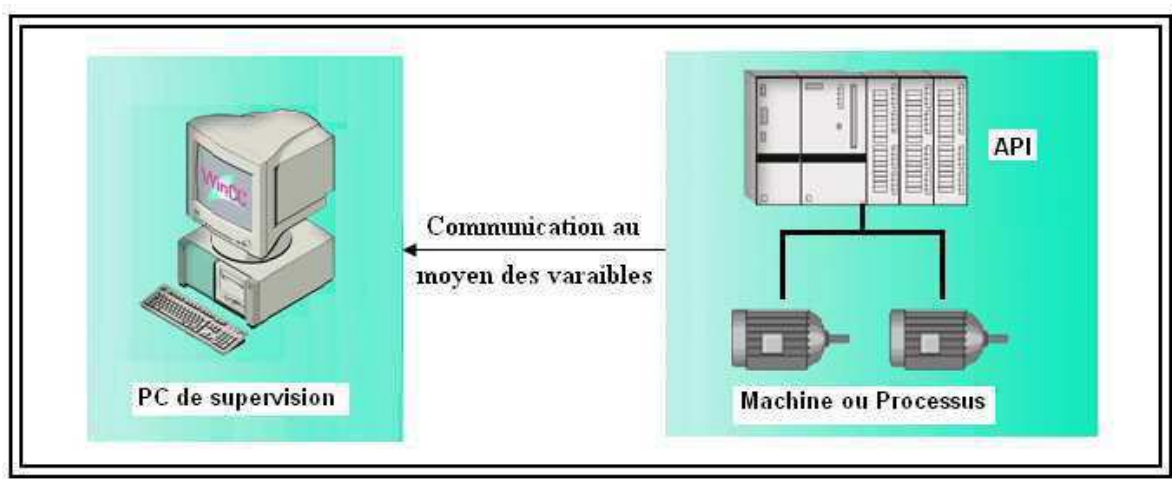


Figure V.1 : Communication entre le PC de supervision et l'API.

V.8 Développement d'un système de supervision sous Win CC

Les différentes étapes à suivre, pour créer un projet sont les suivantes :[8] :

- Créer un projet.
- Sélectionner et installer L'API.
- Définir les variables dans l'éditeur de variables.
- Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue de tous les ouvrages) dans l'éditeur graphic designer.
- Paramétrer les propriétés de Win CC runtime.
- Activer les vues dans le Win CC runtime.
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

V.9 Présentation du contrôle et de la supervision de la station étudiée (station d'ensilage de farine)

La station est décomposée en parties, chaque partie est supervisée par une vue :

- Vue d'accueil
- Vue de ligne transporteur de farine
- Vue des balances
- Vue de la partie dynamique 1
- Vue de la partie dynamique 2
- Vue de la partie dynamique 3

V.9.1 Vue d'accueil.

Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation vers les vues de supervision du process.

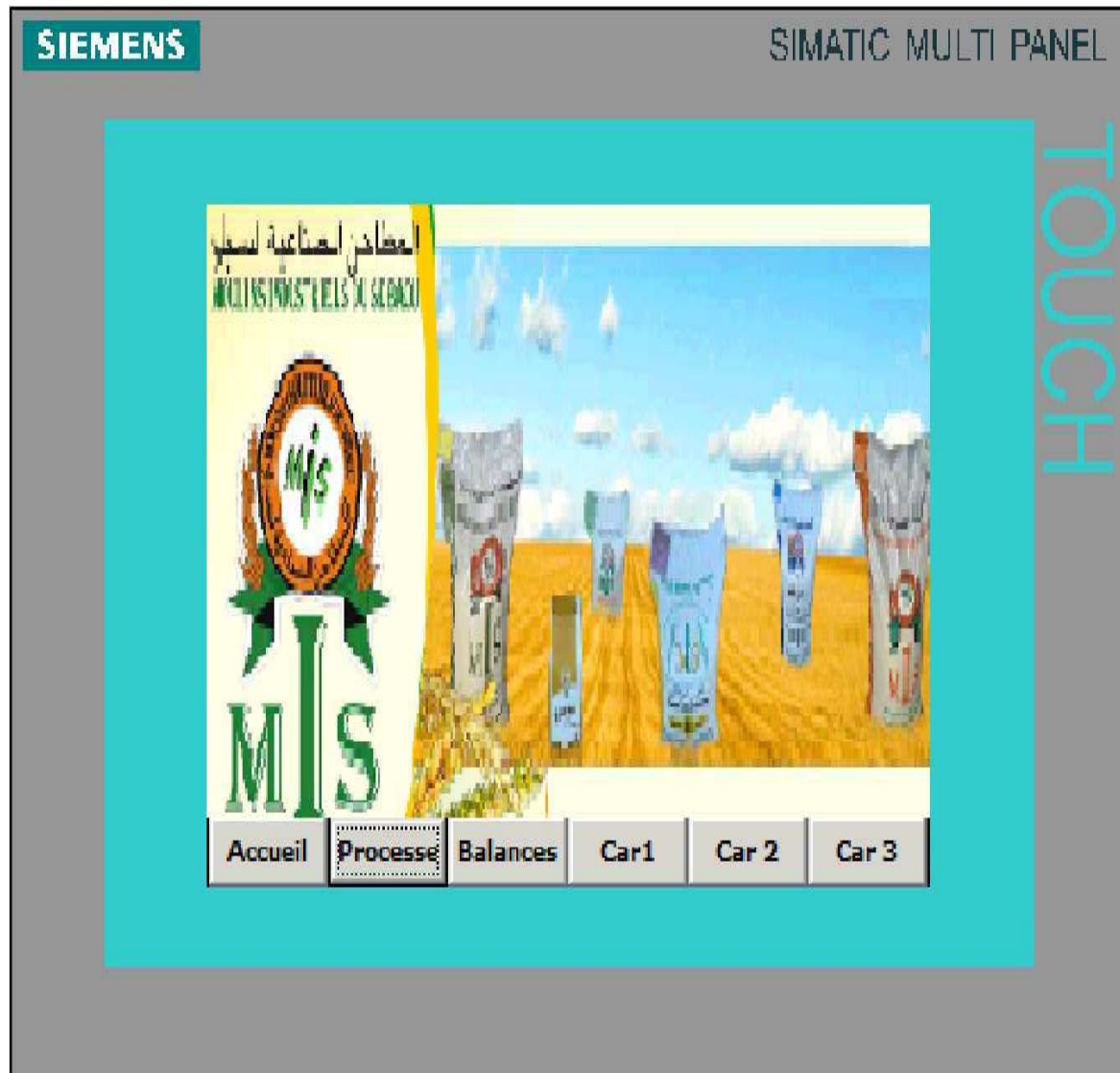


Figure V.9.1 : Vue d'accueil .

V.9.2 Vue de la ligne transporteur de farine.

Cette vue permet la supervision de la partie pré-balance, ou bien la partie qui alimente les peseuses par la farine.

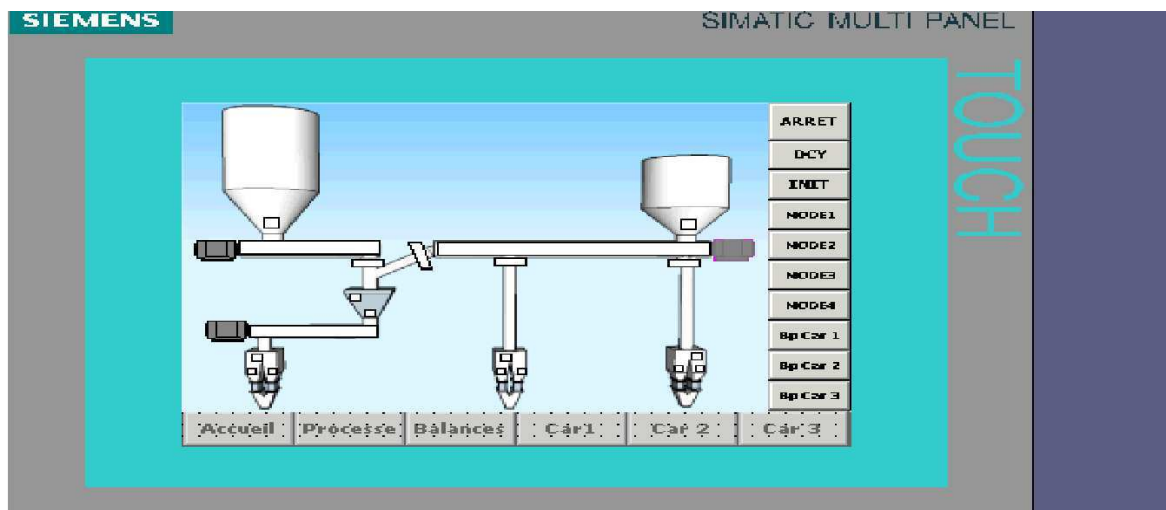


Figure V.9.2 : Vue de ligne de la ligne transporteur

V.9.3 Vue des peseuses

Cette partie permet la supervision de la partie pesage, et le fonctionnement des trois rideaux contrôlant l'entrée et la sortie des peseuses.

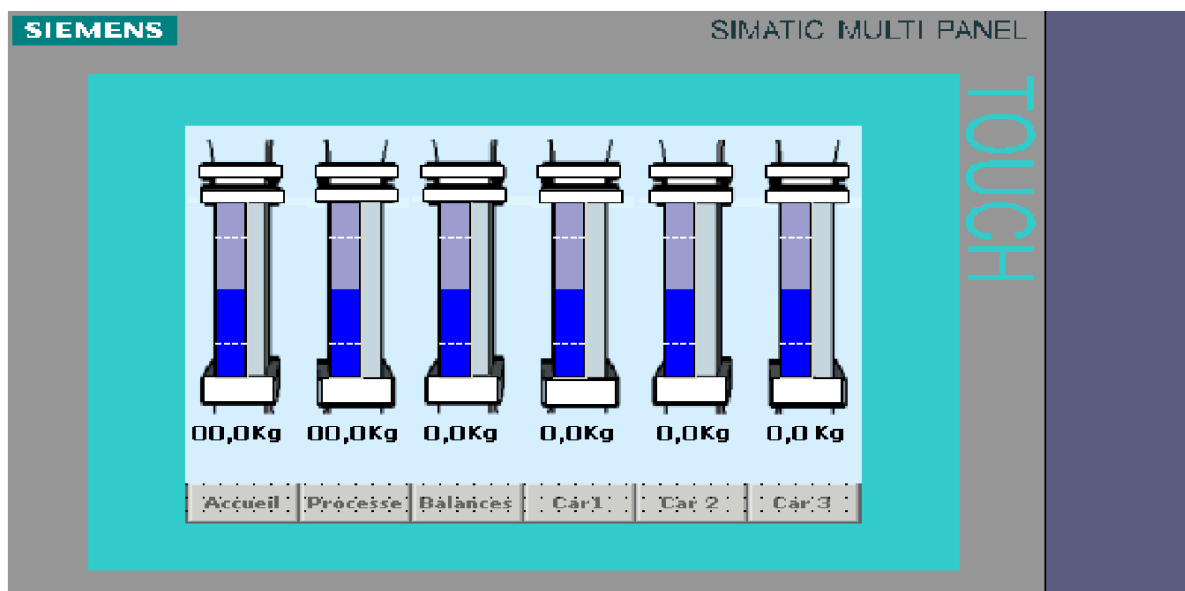


Figure V.9.3 : Vue des peseuses.

V.9.4 Vue des parties dynamiques

Ces trois vues, permettent de superviser les parties dynamiques de la station qui sont :

- Le carrousel.
- Le présentateur du sac.
- La ligne d'évacuation (tapis roulant, couseuse, et le pousse sac).

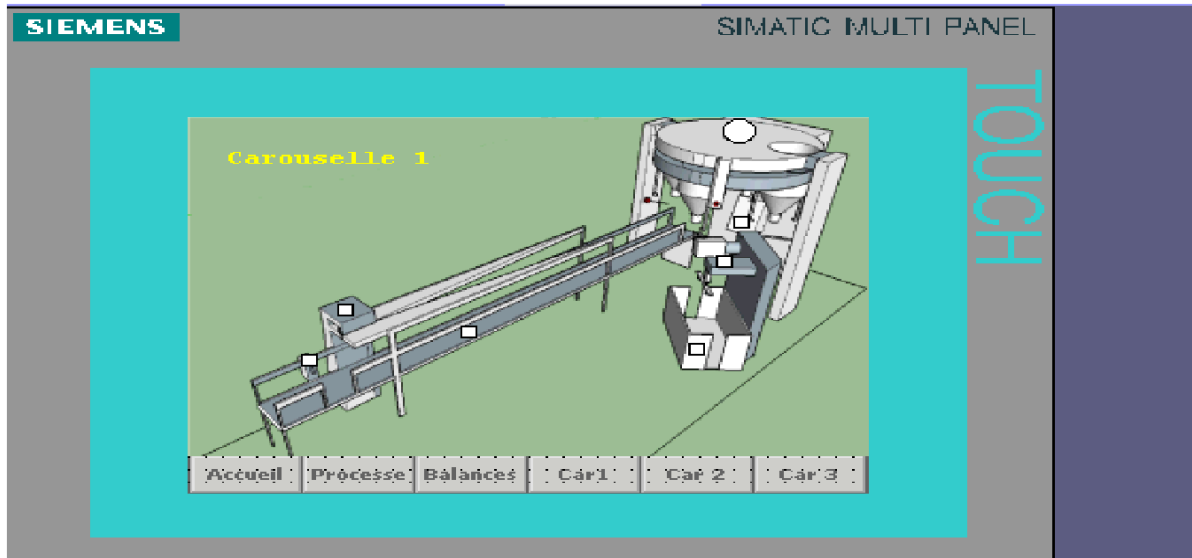


Figure V.9.4.1 : Vue de la partie dynamique

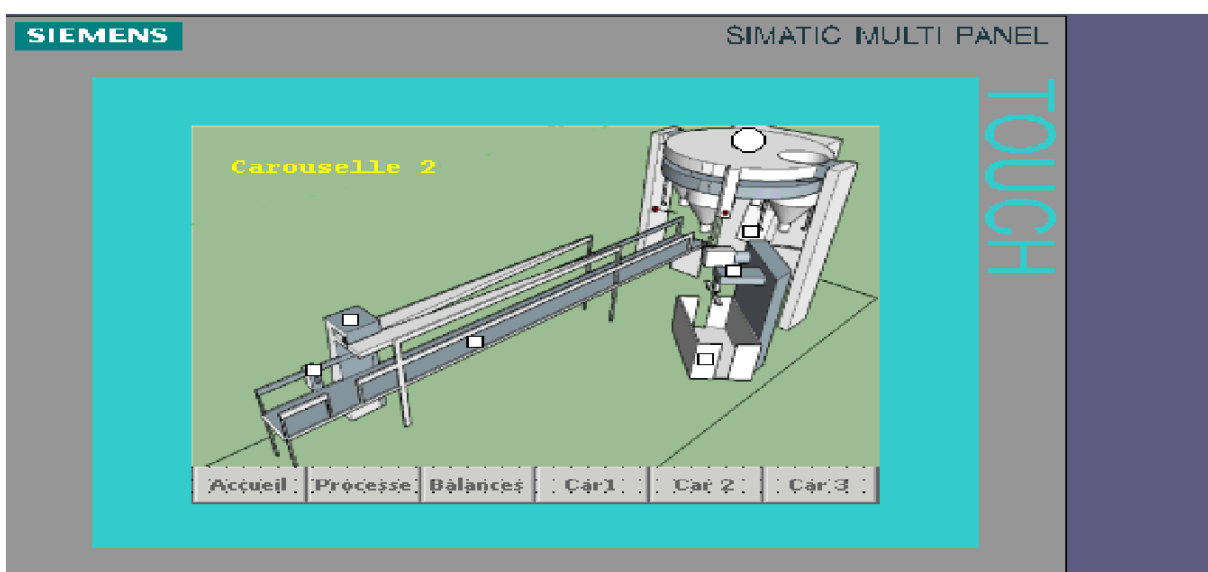


Figure V.9.4.2 : Vue de la partie dynamique 2.

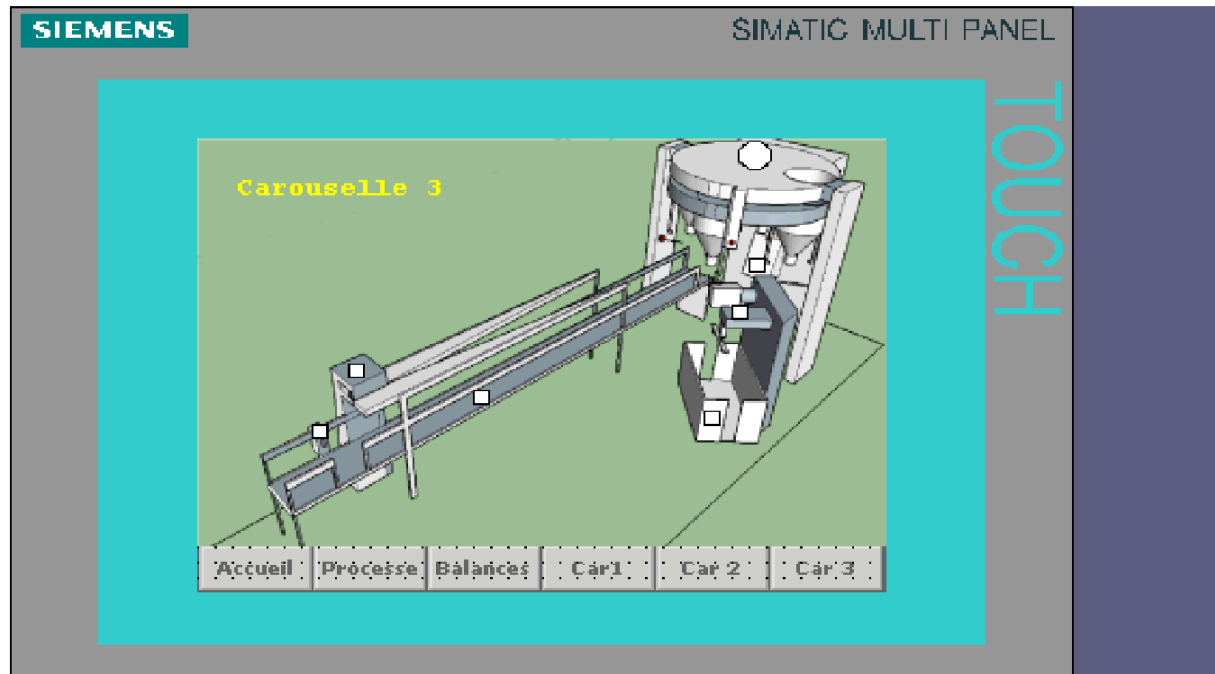


Figure V.9.4.3 : Vue de la partie dynamique 3.

V.10 Conclusion

Dans ce chapitre, on a réalisé les vues de contrôle et de supervision de la station ensachage de farine qui permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel.

On a constaté que le logiciel de supervision Win CC 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 intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage.

Conclusion

Générale

Notre travail consiste en l'automatisation de la station d'ensachage de farine du complexe industriel MIS (Moulin Industriel de Sebaou). Nous avons effectué dans le cadre ce projet de fin d'études, un stage pratique au sein de l'entreprise MIS, ce qui nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel et de mettre ainsi en pratique nos connaissances théoriques et pratiques.

La commande des processus par un API est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie en raison de la précision et l'exactitude des traitements numériques qu'ils effectuent pour générer la commande adéquate à tout moment et dans toutes les conditions.

Nous avons utilisé comme outil de modélisation, le GRAFCET qui est un outil très efficace qui facilite le passage du modèle à l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel. Il nous a permis ainsi d'effectuer le passage du langage de spécification au langage d'implémentation utilisé pour la réalisation de l'automatisme.

Le langage de programmation que nous avons utilisé, Le STEP7, permettra de communiquer simplement avec la machine et garnir les encoches, en utilisant ses sources d'une manière efficace.

Le WIN CC logiciel de supervision, avec la base de données processus intégrée, Win CC constitue la plaque tournante de l'information pour une intégration verticale de l'entreprise et apporte plus de transparence dans la production.

Notre conviction est d'avoir répondu dans la mesure de nos possibilités aux exigences imposées pour l'automatisation de la station.

Les améliorations techniques et matérielles que nous avons proposé à l'installation assurent un plus haut niveau d'automatisation de la station.

Elles libéreront la station de l'intervention humaine, ce qui permet l'estimation de la production avec un très faible taux de gaspillage de matières.

Nous souhaitons, comme perspective de notre travail, que celui-ci serve de support à d'autres élèves Ingénieurs en Automatique pour réaliser les améliorations que nous avons proposé et une implémentation sur le processus réel à l'entreprise MIS de ce système de commande.

Annexes

Propriétés de la table des mnémoniques

Nom : Mnémoniques

Auteur :

Commentaire :

Date de création : 05/06/2017 14:36:04

Dernière modification : 09/06/2017 20:29:34

Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques

Nombre de mnémoniques : 271/271

Dernier tri : Opérande ordre décroissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
	WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer
	ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
	ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	CP63	M 1002.2	BOOL	1 kg (débit fin)
	CP62	M 1002.1	BOOL	0.8 kg (débit Gros)
	CP61	M 1002.0	BOOL	0 kg (sortie balance)
	CP53	M 1001.7	BOOL	1 kg (débit fin)
	CP52	M 1001.6	BOOL	0.8 kg (débit Gros)
	CP51	M 1001.5	BOOL	0 kg (sortie balance)
	CP43	M 1001.4	BOOL	5 kg (débit fin)
	CP42	M 1001.3	BOOL	4 kg (débit Gros)
	CP41	M 1001.2	BOOL	0 kg (sortie balance)
	CP33	M 1001.1	BOOL	5 kg (débit fin)
	CP32	M 1001.0	BOOL	4 kg (débit Gros)
	CP31	M 1000.7	BOOL	0 kg (sortie balance)
	CP23	M 1000.6	BOOL	25 kg (débit fin)
	CP22	M 1000.5	BOOL	24 kg (débit Gros)
	CP21	M 1000.4	BOOL	0 kg (sortie balance)
	CP13	M 1000.3	BOOL	25 kg (débit fin)
	CP12	M 1000.2	BOOL	24 kg (débit Gros)
	CP11	M 1000.1	BOOL	0 kg (sortie balance)
	BpCar3	M 501.1	BOOL	
	BpCar2	M 501.0	BOOL	
	BpCar1	M 500.7	BOOL	
	INIT	M 500.6	BOOL	bouton de réinitialisation
	MéMode4	M 500.5	BOOL	supervision mode 4
	MéMode3	M 500.4	BOOL	supervision mode 3
	MéMode2	M 500.3	BOOL	supervision mode 2
	MéMode1	M 500.2	BOOL	supervision mode 1
	ARRET	M 500.1	BOOL	
	DCY	M 500.0	BOOL	
	arr21	M 50.6	BOOL	
	mar	M 50.5	BOOL	
	MMode4	M 0.6	BOOL	appel mode 4
	M3	M 0.5	BOOL	
	M2	M 0.4	BOOL	
	MMode3	M 0.3	BOOL	appel mode 2
	MMode2	M 0.2	BOOL	appel mode 2
	M1	M 0.1	BOOL	
	MMode1	M 0.0	BOOL	appel mode 1
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	Mode4	E 17.5	BOOL	
	DétecteurMétaux3	E 17.4	BOOL	
	CCoutureFin3	E 17.3	BOOL	
	DétecteurMétaux2	E 17.2	BOOL	
	CCoutureDébut3	E 17.1	BOOL	
	Arr_Tapis3	E 17.0	BOOL	
	Arr_Tapis2	E 16.7	BOOL	
	DétecteurMétaux	E 16.6	BOOL	
	CCoutureFin1	E 16.5	BOOL	
	CCoutureDébut1	E 16.4	BOOL	
	Arr_Tapis1	E 16.3	BOOL	
	CVBouche4321	E 16.2	BOOL	
	CVBouche4311	E 16.1	BOOL	
	CVBouche3321	E 16.0	BOOL	
	CVBouche3311	E 15.7	BOOL	
	CVBouche2321	E 15.6	BOOL	
	CVBouche2311	E 15.5	BOOL	
	CVBouche1321	E 15.4	BOOL	
	CVBouche1311	E 15.3	BOOL	
	CPH31	E 15.2	BOOL	
	CB34	E 15.1	BOOL	
	CB33	E 15.0	BOOL	
	CB32	E 14.7	BOOL	
	CB31	E 14.6	BOOL	
	CFixPosition31	E 14.5	BOOL	
	CFixPosition34	E 14.4	BOOL	
	CPH33	E 14.3	BOOL	
	PosRelachement3	E 14.2	BOOL	
	PosAspiration3	E 14.1	BOOL	
	CPSacBac3	E 14.0	BOOL	
	CPH32	E 13.7	BOOL	
	CPositionV32	E 13.6	BOOL	
	CPositionV31	E 13.5	BOOL	
	CPositionV33	E 13.4	BOOL	
	CPositionV34	E 13.3	BOOL	
	CPH11	E 13.2	BOOL	
	CPH13	E 13.1	BOOL	
	CPH12	E 13.0	BOOL	
	CPH21	E 12.7	BOOL	
	CB24	E 12.6	BOOL	
	CPH23	E 12.5	BOOL	
	PosRelachement2	E 12.4	BOOL	
	PosAspiration2	E 12.3	BOOL	
	CPH22	E 12.2	BOOL	
	CPositionV22	E 12.1	BOOL	
	CPositionV21	E 12.0	BOOL	
	CPositionV24	E 11.7	BOOL	
	CFixPosition24	E 11.6	BOOL	
	CVBouche4221	E 11.5	BOOL	
	CVBouche4211	E 11.4	BOOL	
	CB21	E 11.3	BOOL	
	CVBouche3221	E 11.2	BOOL	
	CVBouche3211	E 11.1	BOOL	
	CVBouche2221	E 11.0	BOOL	
	CVBouche2211	E 10.7	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	CB23	E 10.6	BOOL	
	CVBouche1221	E 10.5	BOOL	
	CVBouche1211	E 10.4	BOOL	
	CPositionV23	E 10.3	BOOL	
	CFixPosition21	E 10.2	BOOL	
	CB22	E 10.1	BOOL	
	CPSacBac2	E 10.0	BOOL	
	CFixPosition32	E 9.7	BOOL	
	CB4_DPP	E 9.6	BOOL	
	CB4_GPP	E 9.5	BOOL	
	CS2_PP	E 9.4	BOOL	
	CB4_NH	E 9.3	BOOL	
	CB3_NH	E 9.2	BOOL	
	BPCarouselle3	E 9.1	BOOL	
	BPCarouselle2	E 9.0	BOOL	
	CFixPosition22	E 8.7	BOOL	
	CB3_DPP	E 8.6	BOOL	
	CB3_GPP	E 8.5	BOOL	
	Mode2	E 8.4	BOOL	
	CVBal632	E 8.3	BOOL	
	CVBal622	E 8.2	BOOL	
	CVBal612	E 8.1	BOOL	
	CVBal532	E 8.0	BOOL	
	CVBal522	E 7.7	BOOL	
	CVBal512	E 7.6	BOOL	
	CVBal432	E 7.5	BOOL	
	CVBal422	E 7.4	BOOL	
	CVBal412	E 7.3	BOOL	
	CVBal332	E 7.2	BOOL	
	CVBal322	E 7.1	BOOL	
	CVBal312	E 7.0	BOOL	
	CV12	E 6.7	BOOL	
	CPH1	E 6.6	BOOL	
	CPH3	E 6.5	BOOL	
	PosRelachement1	E 6.4	BOOL	
	PosAspiration1	E 6.3	BOOL	
	CPH2	E 6.2	BOOL	
	CPositionV12	E 6.1	BOOL	
	CPositionV11	E 6.0	BOOL	
	CPositionV14	E 5.7	BOOL	
	BPCarouselle1	E 5.6	BOOL	
	mode3	E 5.5	BOOL	
	CFixPosition14	E 5.4	BOOL	
	CVBouche4121	E 5.3	BOOL	
	CVBouche4111	E 5.2	BOOL	
	CB11	E 5.1	BOOL	
	CVBouche3121	E 5.0	BOOL	
	CVBouche3111	E 4.7	BOOL	
	CB14	E 4.6	BOOL	
	CVBouche2121	E 4.5	BOOL	
	CVBouche2111	E 4.4	BOOL	
	CB13	E 4.3	BOOL	
	CVBouche1121	E 4.2	BOOL	
	CVBouche1111	E 4.1	BOOL	
	CPositionV13	E 4.0	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	CFixPosition11	E 3.7	BOOL	
	CB12	E 3.6	BOOL	
	CPSacBac1	E 3.5	BOOL	
	BPCarouselle	E 3.4	BOOL	
	bal	E 3.3	BOOL	
	CFixPosition12	E 2.6	BOOL	
	CVBal123	E 2.3	BOOL	
	Arr1	E 2.2	BOOL	
	CB2_DPP	E 2.1	BOOL	
	CB2_GPP	E 2.0	BOOL	
	CB2_NH	E 1.7	BOOL	
	CB1_NB	E 1.6	BOOL	
	CB1_NH	E 1.5	BOOL	
	CS1_PP	E 1.4	BOOL	
	CVBal232	E 1.3	BOOL	
	CVBal222	E 1.2	BOOL	
	CVBal212	E 1.1	BOOL	
	CVBal132	E 1.0	BOOL	
	CVBal122	E 0.7	BOOL	
	CVBal112	E 0.6	BOOL	
	CV42	E 0.5	BOOL	
	CV32	E 0.4	BOOL	
	CV22	E 0.3	BOOL	
	CV11	E 0.2	BOOL	
	bp	E 0.1	BOOL	
	mode1	E 0.0	BOOL	
	VBouche322	A 90.7	BOOL	
	VBouche321	A 90.6	BOOL	
	VBouche122	A 90.5	BOOL	
	VBouche121	A 90.4	BOOL	
	VBouche222	A 90.3	BOOL	
	VBouche221	A 90.2	BOOL	
	VBal63	A 90.1	BOOL	
	VBal62	A 90.0	BOOL	
	VBal61	A 80.7	BOOL	
	VBal53	A 80.6	BOOL	
	VBal52	A 80.5	BOOL	
	VBal51	A 80.4	BOOL	
	VBal43	A 80.3	BOOL	
	VBal42	A 80.2	BOOL	
	VBal41	A 80.1	BOOL	
	VBal33	A 80.0	BOOL	
	VBal32	A 70.7	BOOL	
	VBal31	A 70.6	BOOL	
	EV16	A 70.5	BOOL	
	EV15	A 70.4	BOOL	
	EV14	A 70.3	BOOL	
	EV13	A 70.2	BOOL	
	EV12	A 70.1	BOOL	
	EV11	A 70.0	BOOL	
	Aspirateur1	A 60.7	BOOL	
	Mot_Vibreur1	A 60.6	BOOL	
	Mot_Caroselle1	A 60.5	BOOL	
	VBouche412	A 60.4	BOOL	
	VBouche411	A 60.3	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	VBouche312	A 60.2	BOOL	
	VBouche311	A 60.1	BOOL	
	VBouche212	A 60.0	BOOL	
	VBouche211	A 50.7	BOOL	
	VBouche112	A 50.6	BOOL	
	VBouche111	A 50.5	BOOL	
	VBal 23	A 50.4	BOOL	
	VBal 22	A 50.3	BOOL	
	VBal 21	A 50.2	BOOL	
	VBal 13	A 50.1	BOOL	
	VBal 12	A 50.0	BOOL	
	Acheminneur3	A 46.2	BOOL	
	Acheminneur2	A 46.1	BOOL	
	Acheminneur1	A 46.0	BOOL	
	EV38	A 45.7	BOOL	
	EV37	A 45.6	BOOL	
	Couture3	A 45.5	BOOL	
	EV28	A 45.4	BOOL	
	EV27	A 45.3	BOOL	
	Couture2	A 45.2	BOOL	
	Mot_Tapis3	A 45.1	BOOL	
	Mot_Tapis2	A 45.0	BOOL	
	EV18	A 44.7	BOOL	
	EV17	A 44.6	BOOL	
	Couture1	A 44.5	BOOL	
	Mot_Tapis1	A 44.4	BOOL	
	Mot_Vibreux3	A 44.3	BOOL	
	Mot_Caroselle3	A 44.2	BOOL	
	VBouche432	A 44.1	BOOL	
	VBouche431	A 44.0	BOOL	
	VBouche332	A 43.7	BOOL	
	VBouche331	A 43.6	BOOL	
	VBouche132	A 43.5	BOOL	
	VBouche131	A 43.4	BOOL	
	VBouche232	A 43.3	BOOL	
	VBouche231	A 43.2	BOOL	
	Aspirateur3	A 43.1	BOOL	
	EV36	A 43.0	BOOL	
	EV35	A 42.7	BOOL	
	EV33	A 42.6	BOOL	
	EV34	A 42.5	BOOL	
	EV31	A 42.4	BOOL	
	EV32	A 42.3	BOOL	
	Aspirateur2	A 42.2	BOOL	
	EV26	A 42.1	BOOL	
	EV25	A 42.0	BOOL	
	EV24	A 41.7	BOOL	
	EV23	A 41.6	BOOL	
	EV22	A 41.5	BOOL	
	EV21	A 41.4	BOOL	
	Mot_Vibreux2	A 41.3	BOOL	
	Mot_Caroselle2	A 41.2	BOOL	
	VBouche422	A 41.1	BOOL	
	VBouche421	A 41.0	BOOL	
	VBal 11	A 40.7	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	VIS_3	A 40.6	BOOL	
	VIS_2	A 40.5	BOOL	
	VIS_1	A 40.4	BOOL	
	V4	A 40.3	BOOL	
	V3	A 40.2	BOOL	
	V2	A 40.1	BOOL	
	V1	A 40.0	BOOL	

Bibliographie

- [1]: <http://www.agro.basf.fr/>
 - [2]: Documentation technique de l'entreprise MIS.
 - [3]: Documentation technique PAGLIERANI
 - [4]: [www.gce.capteur tout ou rien.com](http://www.gce.capteur.tout.ou.rien.com)
 - [5]: Documentation technique SIMENS 2006 sur API S300
 - [6]: Mémoire de SAHNOUN Mohamed et KEBAILI Ali, " Développement d'une solution de commande et supervision de la station de stockage de la semoule de MIS à base d'un API S7-300" *mémoire fin d'étude master professionnel*, université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, département automatique, 2016
 - [7]: Documentation fournir avec logiciel STEP7.
 - [8]: Documentation technique SIEMENS, Win CC-control.
-