

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Électrique et d'Informatique
Département d'Automatique

Mémoire de Fin d'Études

En vue de l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'État en Automatique

Thème

**Système automatique de production et
adaptation d'un automate à une machine de
l'Électro-industrie.**

Proposé par : Mr HARBIT.

Présenté par

Dirigé par: Mr. HASNAOUI.

Mr: ATMIMOU Lyes.

Co-promoteur: Mr. A. HARBIT.

Mlle: BELFAKED Hassina.

Soutenu le : / /2011

Promotion 2011

La partie pratique est réalisée à l'entreprise Électro-industries d'AZAZGA.

Remerciements

Arrivés au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre gratitude et notre profond respect pour notre promoteur Mr HASNAOUI pour son aide et suivi durant l'élaboration de ce travail.

Nous remercions Mr HARBIT directeur du service maintenance et tous le personnel d'Électro-Industrie qui nous ont toujours accueillis avec beaucoup de gentillesse et patience.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont soutenu et encouragé pour aller au bout de ce travail, en particulier nos familles.

Nos derniers remerciements vont aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail, d'apporter leurs réflexion et suggestions scientifiques.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

- ✚ A mes parents pour leurs sacrifices pour m'élever et me voir arrivé à ce stade,*
- ✚ A la mémoire de mes grands parents paternels et maternels, que dieu les accueillent dans son vaste paradis,*
- ✚ A ma grande mère maternelle,*
- ✚ A mes frères Rafik et Abderezak et ma sœur unique Rachida,*
- ✚ A mes oncles et tantes,*
- ✚ A mes cousins,*
- ✚ A mes amis (es) et surtout Kamel, Mohand, Wahib, Djamel, Ramdane, Yazid, Rabah, Krimo, Tarik,.... ect,*
- ✚ A tous mes camarades d'études depuis le primaire,*
- ✚ Et surtout à ma binôme, avec qui j'ai partagé ce travail.*

Lyes.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

- ✚ A mes parents pour leurs sacrifices pour m'élever et me voir arrivé à ce stade,*
- ✚ A la mémoire de mes grands parents paternels et maternels, que dieu les accueille dans son vaste paradis,*
- ✚ A mon frère Malik,*
- ✚ A mes sœurs Farida et son mari Mourad, Fazia et son mari Majid, Saliha et son mari Youcef, et tous leurs enfants surtout Amine et Ines, Massi,*
- ✚ A mes oncles et tantes,*
- ✚ A mes cousins,*
- ✚ A mes amis (es) et surtout Chahira,*
- ✚ A tous mes camarades d'études depuis le primaire,*
- ✚ Et surtout à mon binôme, avec qui j'ai partagé ce travail.*

Hassina.

Sommaire

Sommaire

Sommaire

Sommaire.....	01
Introduction générale.....	06

Chapitre I

Généralité sur les systèmes automatisés de production

I. Introduction.....	08
II. Structure d'un système automatisé.....	08
III. Description des différentes parties.....	09
III.1 La partie opérative.....	09
III.1.1 Pré-actionneurs.....	09
III.1.2 Actionneurs.....	09
III.1.3 Capteurs.....	09
III.1.3.1 Exemples de quelques capteurs.....	09
III.1.3.2 Critère de choix d'un capteur.....	10
III.2 La partie commande.....	12
III.3 La partie relation.....	12
IV. Différents types de commande.....	12
IV.1 Le système automatisé combinatoire.....	12
IV.2 Le système automatisé séquentiel.....	13
IV.3 La logique programmée : commande électrique.....	13
IV.4 La logique câblée : commande pneumatique.....	13
IV.5 Les systèmes asservis.....	13
V. Choix technologique et mise en œuvre de la commande.....	14

Sommaire

V.1 Logique câblée.....	14
V.1.2 Logique câblée électrique.....	14
V.1.3 Logique câblée pneumatique.....	17
V.2 Logique programmée.....	19
VI. Logique câblée vers Logique programmée.....	19
VI.1 Logique câblée V.S programmée.....	20
VI.1.1 Logique câblée.....	20
VI.1.2 Logique Programmée.....	20
VII. Conclusion.....	20

Chapitre II

Automates programmables industriels

I. Introduction.....	21
II. Les systèmes automatisés de production.....	21
III. Définition de l'A.P.I.....	22
IV. Place de l' API dans le système automatisé de production (S.A.P).....	22
IV.1 La structure.....	22
IV.2 Description des éléments d'un API.....	23
IV.2.1 Le processeur.....	23
IV.2.2 Interfaces.....	23
IV.2.3 Mémoire.....	23
IV.2.4 L'alimentation.....	23
IV.3 Programmation.....	24
IV.3.1 Langages de programmation.....	24

Sommaire

IV.3.2 Programmation à l'aide du GRAFCET	25
V. Câblage des entrées / sorties d'un automate.....	25
V.1 Alimentation de l'automate.....	25
V.2 Alimentation des entrées de l'automate.....	26
V.3 Alimentation des sorties de l'automate.....	26
VI. Automates et la communication.....	27
VI.1 Les bus de terrain.....	27
VI.1.1 Avantages des bus de terrain.....	29
VI.1.2 Inconvénients des bus de terrain.....	29
VI.2 Les réseaux de terrain.....	29
VII. Critères de choix d'un automate.....	30
VIII. Conclusion.....	31

Chapitre III

Généralité sur le GRAFCET

I. Introduction.....	32
II. Généralité sur le GRAFCET.....	32
II.1 Définition du GRAFCET.....	32
II.2 Aspect structurel du GRAFCET.....	33
II.2.1 L'étape.....	33
II.2.2 L'Étape initiale.....	33
II.2.3 Transition.....	33
II.2.4 Liaison orientée.....	34

Sommaire

II.2.5 Actions associées à l'étape.....	34
II.2.6 Réceptivité associée à la transition.....	34
III. Niveau d'un GRAFCET.....	35
III.1 GRAFCET niveau 1.....	35
III.2 GRAFCET niveau 2	35
IV. Cahier de charge.....	35
V. Conclusion.....	36

Chapitre IV

Adaptation de l'API S7-200 à la machine à introduire

le papier isolant dans un stator du moteur

I. Définition de la machine.....	37
II. Schéma de la machine	37
III. Poste opérateur.....	38
IV. Pupitre de commande.....	38
V. Mode fonctionnement de la machine.....	38
V.1 Condition initiale avant d'enclencher aucun mode de fonctionnement.....	38
V.2 Mode ajustage (manuel).....	39
V.3 Mode pas à pas.....	39
V.4 Mode automatique.....	39
VI. Principe de fonctionnement et schéma synoptique de la machine.....	39
VII. Préparation de la machine.....	40
VIII. Fonctionnement de la machine	40
VIII.1 Formage-Coupe de la gaine d'encoche.....	41

Sommaire

VIII.2 Enchâssement de gaine isolante dans l'encoche du stator	41
VIII.3 Avance de la gaine isolante.....	41
VIII.4 Rotation de disque diviseur.....	42
IX. Tableau récapitulatif.....	43
X. Présentation de l'automate programmable S7-200.....	51
XI. Configuration des paramètres de programme.....	51
XII. Organisation du programme de commande.....	51
XIII. Table mnémonique.....	52
XIV. Programme proposé pour la machine.....	54
XV. Conclusion.....	61
XVI. Développement des vues de contrôle pour la machine.....	61
XVII. Procédure de programmation avec application.....	61
XVIII. Les vues de la machine.....	62
XIII.1 Première vue.....	62
XIII.2 Deuxième vue.....	63
XIX. Gestion des utilisateurs.....	63
XX. Configuration d'une liaison STEP7 MICRO/WIN –Win CC.....	64
XXI. Fonctionnement.....	67
XXII. Conclusion.....	68
Conclusion générale	69

Introduction générale

Introduction générale

L'être humain, par sa nature, a toujours recherché le moyen d'économiser ses efforts. Il n'a jamais cessé de mettre son intelligence et son imagination au service de ce but et ceci afin de créer un partenaire qui "fera" le travail à sa place. L'arrivée récente des systèmes automatisés et appareils électroménagers tel que les robots, les aspirateurs, ... (devenant de plus en plus familiers) permettent d'éliminer bon nombre de travaux pénibles et de réaliser des tâches répétitives et fastidieuses. Signalons également que face au défi économique auquel l'industrie mondiale est confrontée ces derniers temps, la mutation de l'appareil productif s'avère nécessaire : automatiser, par exemple, devient indispensable pour obtenir une compétitivité meilleure des produits fabriqués et assurer des performances optimales.

Le coût de production constitue un facteur prépondérant pour la compétitivité. Il doit être optimisé et maîtrisé. Les procédés automatisés permettent de réduire les temps morts et d'éviter les goulots d'étranglement.

D'autre part, les pertes importantes au niveau de l'utilisation des matières premières peuvent être réduites grâce à l'exploitation, par exemple, d'un algorithme d'optimisation. Enfin, la consommation d'énergie par un système de production industriel automatisé peut être optimisée et le rendement énergétique sera sans doute amélioré.

Pour résoudre un problème d'automatisation industriel ou pour élaborer un système de commande automatisé, l'Automaticien dispose de trois techniques principales qui sont : la logique à relais, la logique électronique câblée et la logique programmée.

Introduction générale

Les deux premières familles nécessitent une adaptation au projet élaboré par modification du câblage. Quant à la troisième, l'adaptation au problème posé se fait par élaboration d'un programme. C'est donc une technique qui s'apparente à celle d'un ordinateur.

Pour automatiser un système industriel on doit d'abord connaître toutes ses ambiguïtés et les exigences de son fonctionnement. Ensuite à l'aide des outils et des méthodes facilitant cette tâche, on entame une suite de procédures d'analyse, d'étude et d'essais. Cette démarche peut se résumer en deux phases, phase d'étude et phase de réalisation et de mise en œuvre.

Notre mémoire est subdivisé en quatre chapitres présentés comme suit :

Le premier chapitre comporte des généralités sur les systèmes automatiques de productions.

Le deuxième chapitre est consacré à la description et étude des automates programmables industriels.

Le troisième chapitre représente la modélisation avec l'outil GRFCETs.

Le quatrième chapitre consiste à l'adaptation de l'API S7-200 à la machine à introduire le papier isolant dans un stator du moteur.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I

*Généralités sur les systèmes automatisés de
production*

I. Introduction

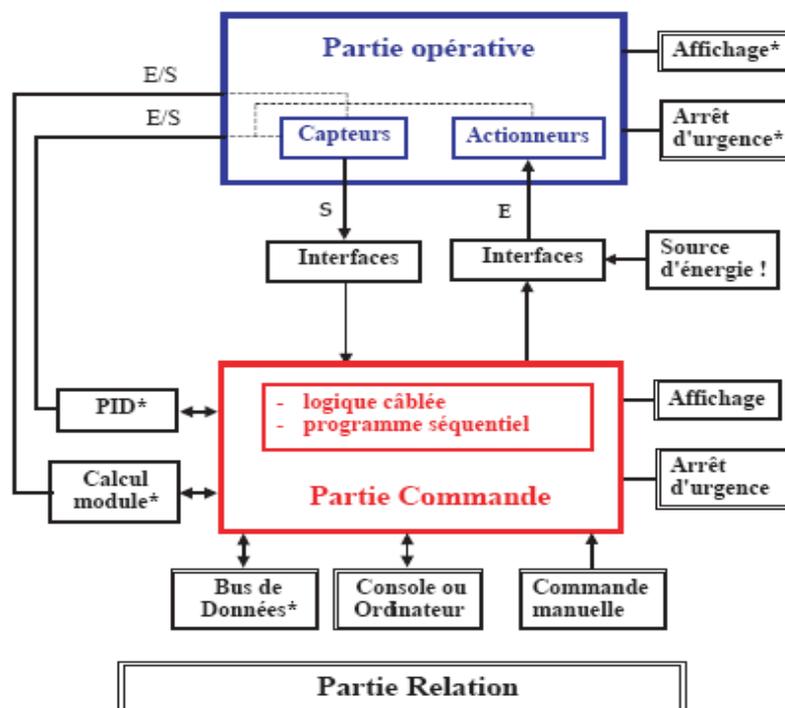
Ce chapitre permet de comprendre la structure d'un Système Automatisé de Production et de définir les différentes parties de ce système. Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes.

Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles :

- la partie opérative (PO) ;
- la partie commande (PC) ou système de contrôle/commande (SCC) ;
- la partie relation (PR) de plus en plus intégrée dans la partie commande.

II. Structure d'un système automatisé

Nous présentons dans la figure suivante la structure d'un procédé automatisé :



* en option

Figure I.1 : Procédé automatisé.

III. Description des différentes parties

III.1 La partie opérative

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

III.1.1 Pré-actionneurs

Distributeurs, contacteurs ; qui reçoivent des ordres de la partie commande.

III.1.2 Actionneurs

Vérins, moteurs, vannes ; qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique.

III.1.3 Capteurs

Les capteurs informent la partie commande de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

III.1.3.1 Exemples de quelques capteurs

1) Les capteurs Tout Ou Rien

Dès qu'une grandeur physique est détectée (ou change d'état), ils délivrent en sortie un signal électrique ou une pression pneumatique. Il existe plusieurs capteurs T.O.R., par exemple :

- Les capteurs à commande manuelle destinés à l'équipement des pupitres et des postes de commande comme des boutons poussoirs, les boutons à 2 ou 3 positions, les arrêts "coup de poing". La commande est fournie par l'opérateur ;
- Les capteurs à commande mécanique ou interrupteurs de position situés sur la partie opérative, ils détectent par contact la présence d'une partie mobile (par ex : la tige d'un vérin).

2) Les capteurs sans contact

Citons par exemple :

- Les capteurs de proximité à jet d'air. Ces capteurs fluidiques permettent la détection sans contact mécanique, par réflexion d'un jet d'air, de la présence ou du passage d'une pièce. Le fonctionnement est assuré par un relais amplificateur. Détection de 0 à 6 mm;
- Les détecteurs de proximité magnétique. Les Interrupteurs `a Lamme Souple (ILS) se ferment au passage d'un aimant. Ils ont comme avantages : l'élimination des problèmes mécaniques, un encombrement réduit (donc on peut monter plusieurs capteurs cote à cote), une endurance élevée (10 manœuvres). Dans cette catégorie, il existe aussi les détecteurs inductifs pour les métaux ferreux, capacitifs pour les métaux non ferreux, infrarouges pour localiser une source de chaleur.
- Les détecteurs de passage photoélectrique (barrage ou réflexion) pour lesquels la source de lumière est une diode électroluminescente infrarouge.

III.1.3.2 Critère de choix d'un capteur

Dans les systèmes automatisés de production le choix des capteurs se fait en deux critères comme suit :

1) Famille technologique

- Ambiance industrielle.
- Poussiéreuse, humide, explosive...
- Nature de la détection
- Nombre de cycle de manœuvre.
- Nombre et nature des contacts requis
- Place disponible....

2) Référence et caractéristiques spécifiques

Choix des capteurs selon les caractéristiques spécifiques est représenté dans l'organigramme suivant :

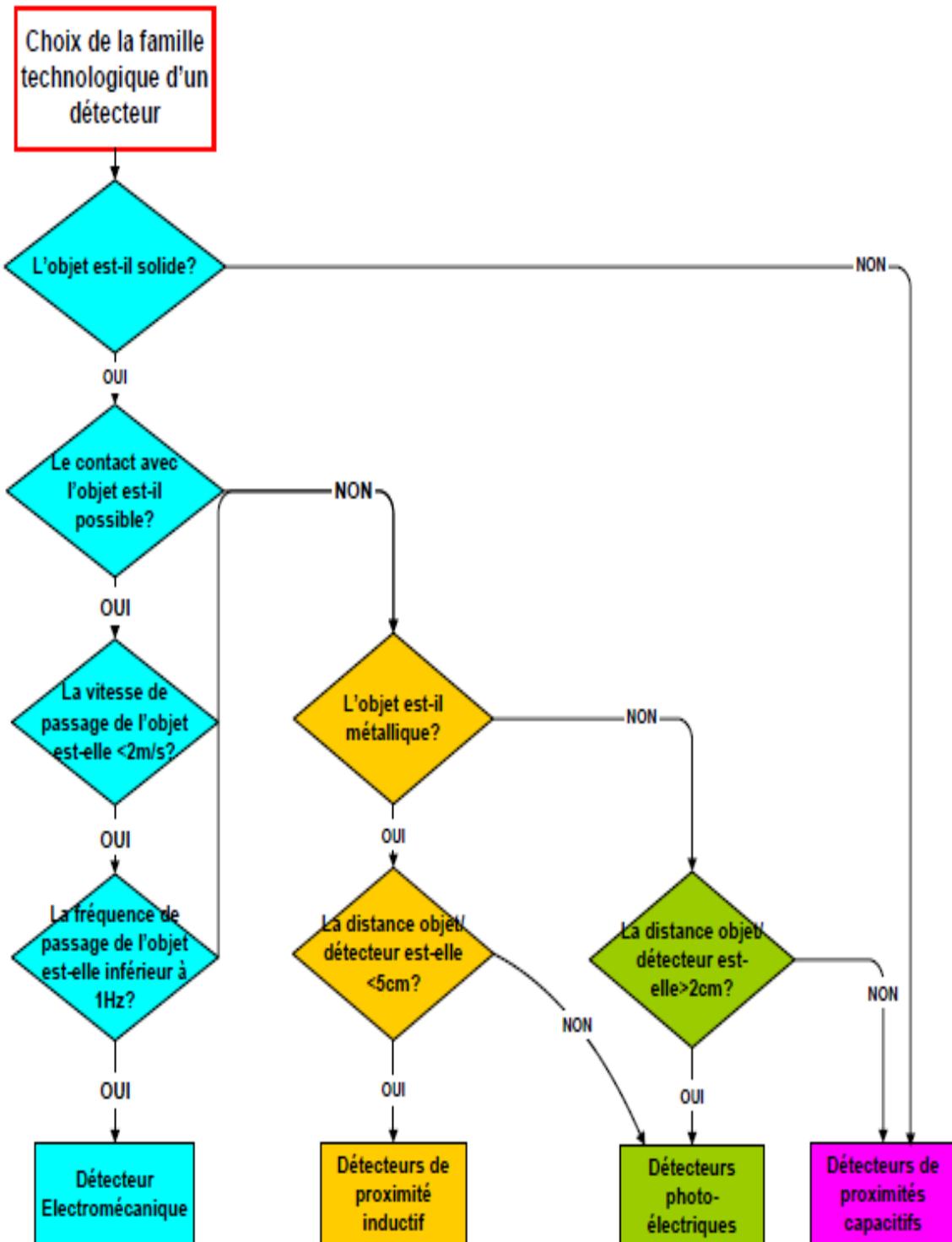


Figure I.2: Organigramme de choix d'un capteur.

III.2 La partie commande

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonne des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie Opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. L'outil de description de la partie commande s'appelle le GRAPhe Fonctionnel de Commande Étape / Transition (GRAFCET).

III.3 La partie relation

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc... . L'outil de description s'appelle le Guide d'Études des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA).

Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance.

IV. Différents types de commande

IV.1 Le système automatisé combinatoire

Ces systèmes n'utilisent aucun mécanisme de mémorisation : à une combinaison des entrées ne correspond qu'une seule combinaison des sorties. La logique associée est la logique combinatoire. Les outils utilisés pour les concevoir sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de Karnaugh.

Les systèmes automatisés utilisant la technique "combinatoire" sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur des mécanismes simples ou le nombre d'actions à effectuer est limité (ex : pilotage de 2 vérins).

Ils présentent en outre l'avantage de n'utiliser que très peu de composants.

IV.2 Le système automatisé séquentiel

Ces systèmes sont les plus répandus dans le domaine industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape. A une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif.

La logique séquentielle peut être avec commande :

- pneumatique, c'est alors de la logique câblée ;
- ou électrique, c'est de la logique programmée.

IV.3 La logique programmée : commande électrique

L'élément principal s'appelle l'Automate Programmable Industriel ou l'API.

La détection est électrique. Le pilotage des actionneurs se fait par l'intermédiaire de relais ou de distributeurs. Il existe sur le marché de nombreuses marques d'automates : Télémécanique, Siemens, Omron, Allen Bradley, Cegetel, etc....

IV.4 La logique câblée : commande pneumatique

L'élément principal s'appelle module séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. La détection est pneumatique, le pilotage des distributeurs se fait par une action de l'air comprimé sur un piston qui fait déplacer le tiroir du distributeur à droite ou à gauche. L'ensemble, appelé tout pneumatique, est homogène et fiable.

IV.5 Les systèmes asservis

Pour ces systèmes, on désire que la sortie suive avec précision les variations de l'entrée, et ceci avec un temps de réponse réduit. C'est par exemple le cas avec une direction assistée d'automobile ou la commande des gouvernes d'un avion.

La figure suivante représente une boucle d'asservissement avec retour d'état :

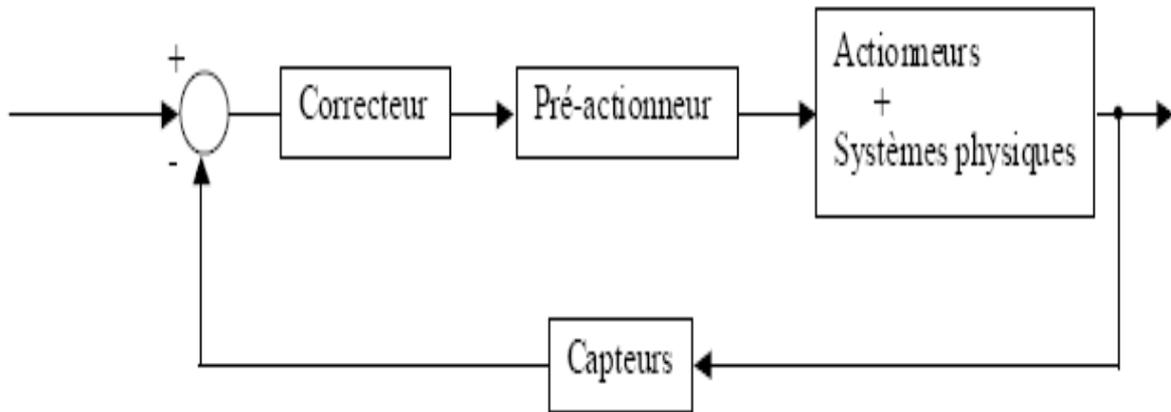


Figure I.3 : Schéma d'une boucle d'asservissement.

V. Choix technologique et mise en œuvre de la commande

Dans les systèmes automatisés de production (S.A.P), une partie ou la totalité de la commande est réalisée avec la logique câblée électrique, pneumatique ou avec la logique programmée après l'apparition des automates programmables industriels.

V.1 Logique câblée

La logique câblée est la réalisation de la loi de contrôle en interconnectant judicieusement des opérateurs matériels (électriques, pneumatiques, hydrauliques) réalisant des fonctions logiques de base (AND, OR, NOT, ...).

V.1.2 Logique câblée électrique

Chaque schéma de commande est élaboré selon une logique déterminée. Cette logique détermine le fonctionnement de la commande. Dans les schémas vous trouvez les différents symboles des composants électriques qui permettent de réaliser une logique câblée avec une commande électrique.

▪ Exemple d'application

Dans l'exemple suivant nous réalisons le schéma de commande en logique câblée de pont roulant qui fonctionne avec un moteur et commandé avec trois boutons (Montée, Arrêt, Descente), plus un bouton d'arrêt d'urgence, comme le montre la figure suivante :

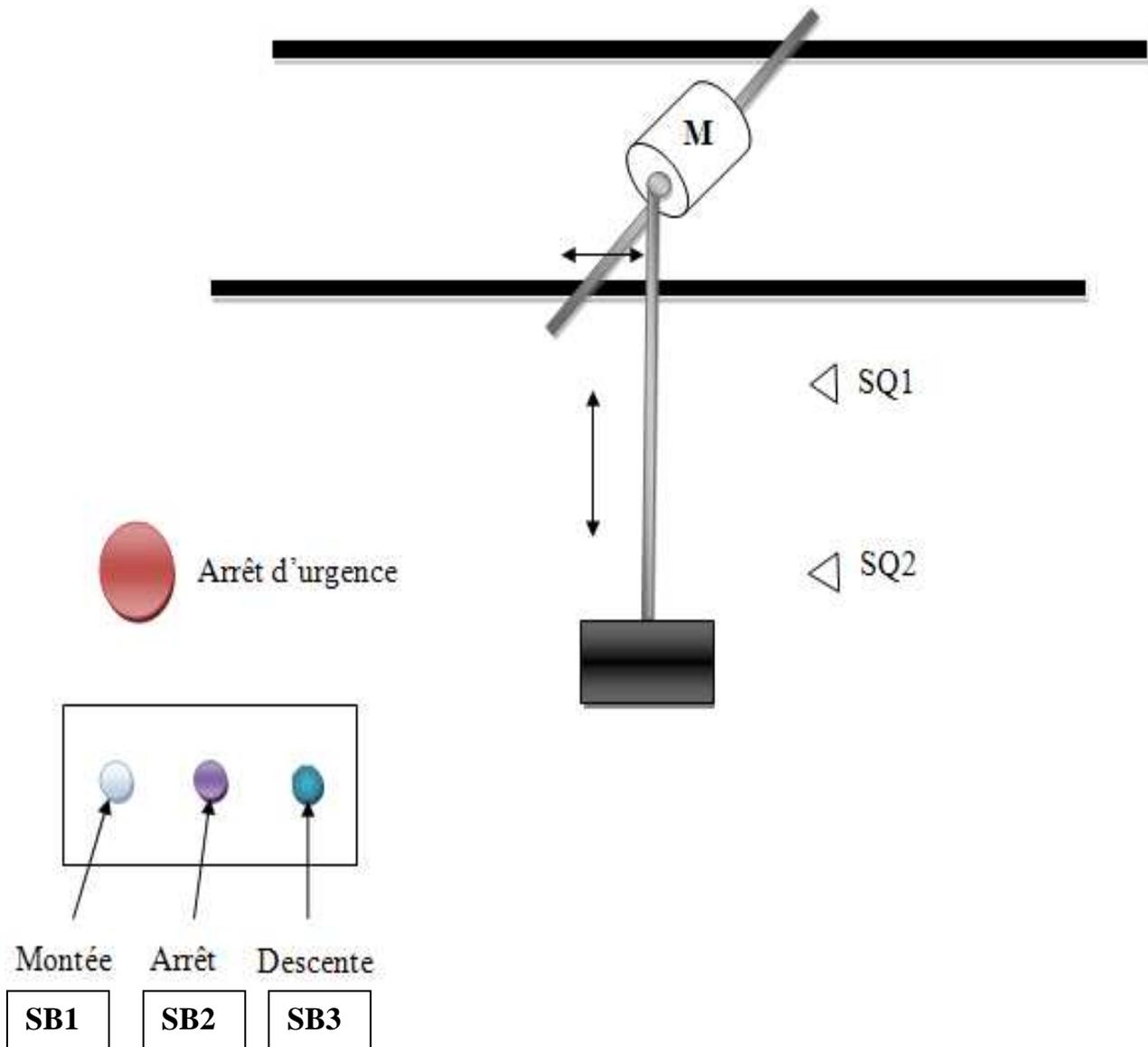


Figure I.4 : Pont roulant.

➤ Le schéma de câblage de pont roulant avec la logique électrique

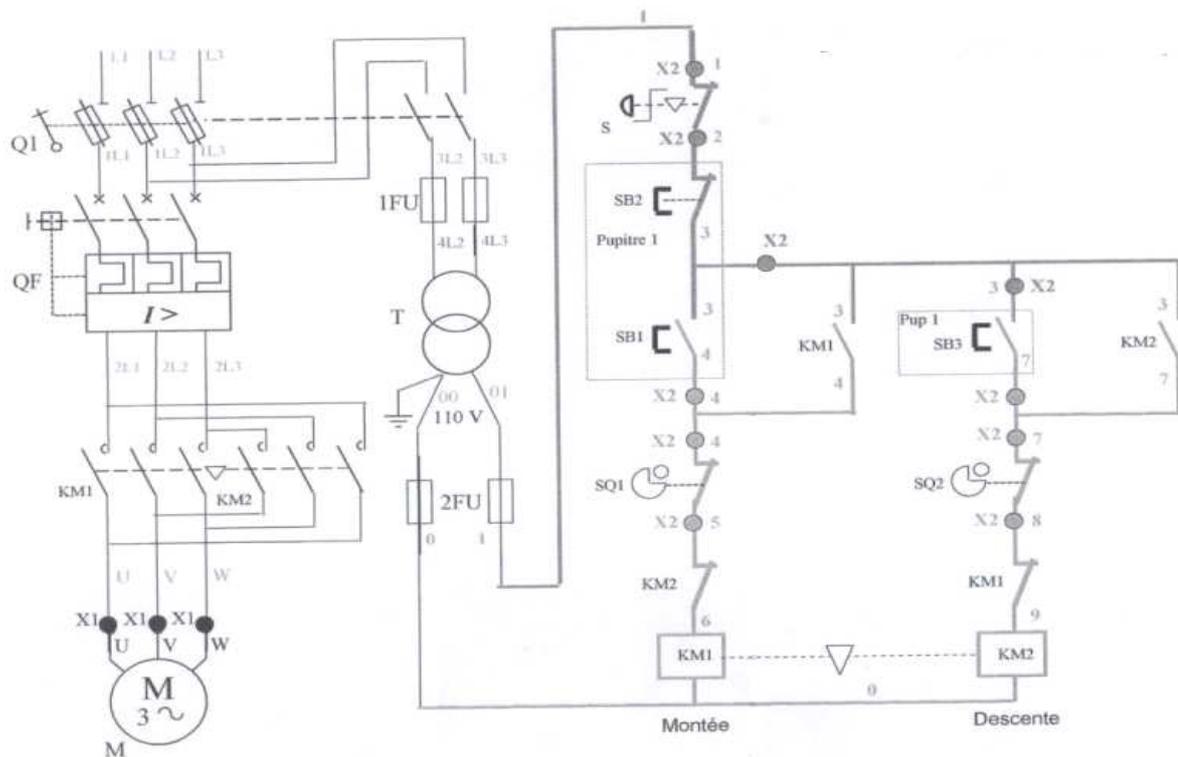


Figure I.5 : schéma de logique câblée électrique de pont roulant.

Cycle normale

- Q1----- mise sous tension.
- SB1-----KM1-----Marché montée.
- SQ1----- $\overline{\text{KM1}}$ -----Arrêt montée.
- SB3----- $\overline{\text{KM2}}$ -----Arrêt descente.
- $\overline{\text{Q1}}$ ----- $\overline{\text{KM2}}$ -----mise hors tension.

Cycle avec arrêt d'urgence

- Q1-----Mise sous tension.
- QF-----déclenchement protection.
- SB2----- $\overline{\text{KM2}}$ -----Marché descente.
- S----- $\overline{\text{KM2}}$ -----Arrêt d'urgence.

V.1.3 Logique câblée pneumatique

La structure d'un circuit pneumatique est pratiquement identique à la structure d'un circuit électrique. On pourra différencier le circuit de télécommande (électrovannes) et le circuit de puissance actionneur (vérin) et pré-actionneur (distributeur). L'énergie utilisée est l'air comprimé avec une pression adaptée pour la télécommande et pour la puissance. On utilisera l'électricité pour le pilotage des électrovannes alimentées avec une tension de sécurité à travers un automate relayé ou programmé.

▪ Exemple d'application

Le schéma de principe d'une presse four est représenté sur la figure suivante :

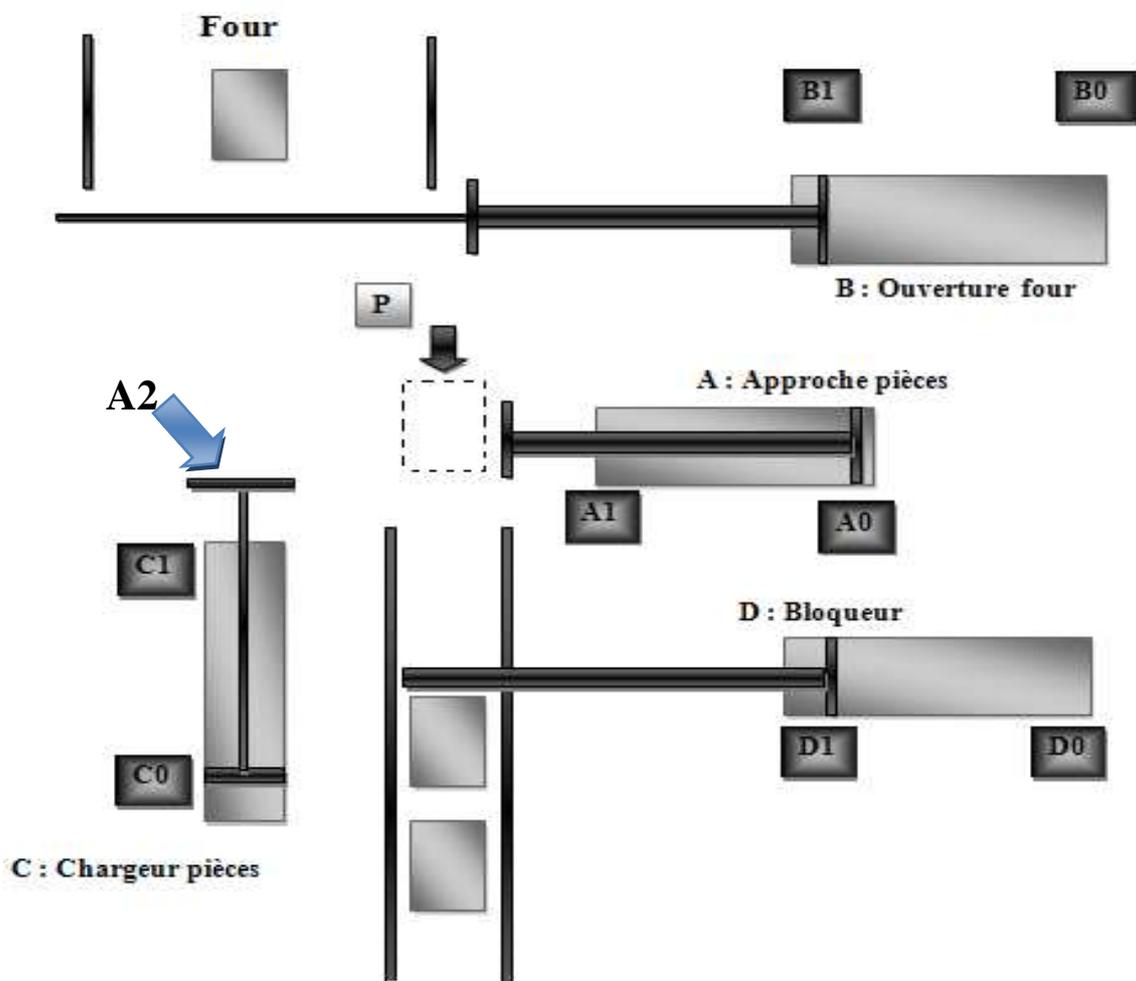


Figure I.6 : Logique câblée pneumatique presse four.

Des pièces arrivent par une goulotte. Elles sont bloquées par le vérin D. Après départ cycle, le vérin D libère une pièce. Elle sera détectée à l'arrivée en position P (présence pièce). Le vérin d'approche A amène la pièce au poste de travail (Position A2). Une fois la pièce marquée et positionnée, la porte du four B s'ouvre. Le vérin chargeur C sort jusqu'à C1 et met la pièce dans le four. Le four se referme après le dégagement complet du vérin C en position C0.

➤ Câblage de presse four en logique câblée pneumatique

Pour réaliser le câblage en logique pneumatique nous utilisons le logiciel FLUIDSIM, ce logiciel est un outil de simulation servant à l'acquisition des connaissances de base des pneumatique.

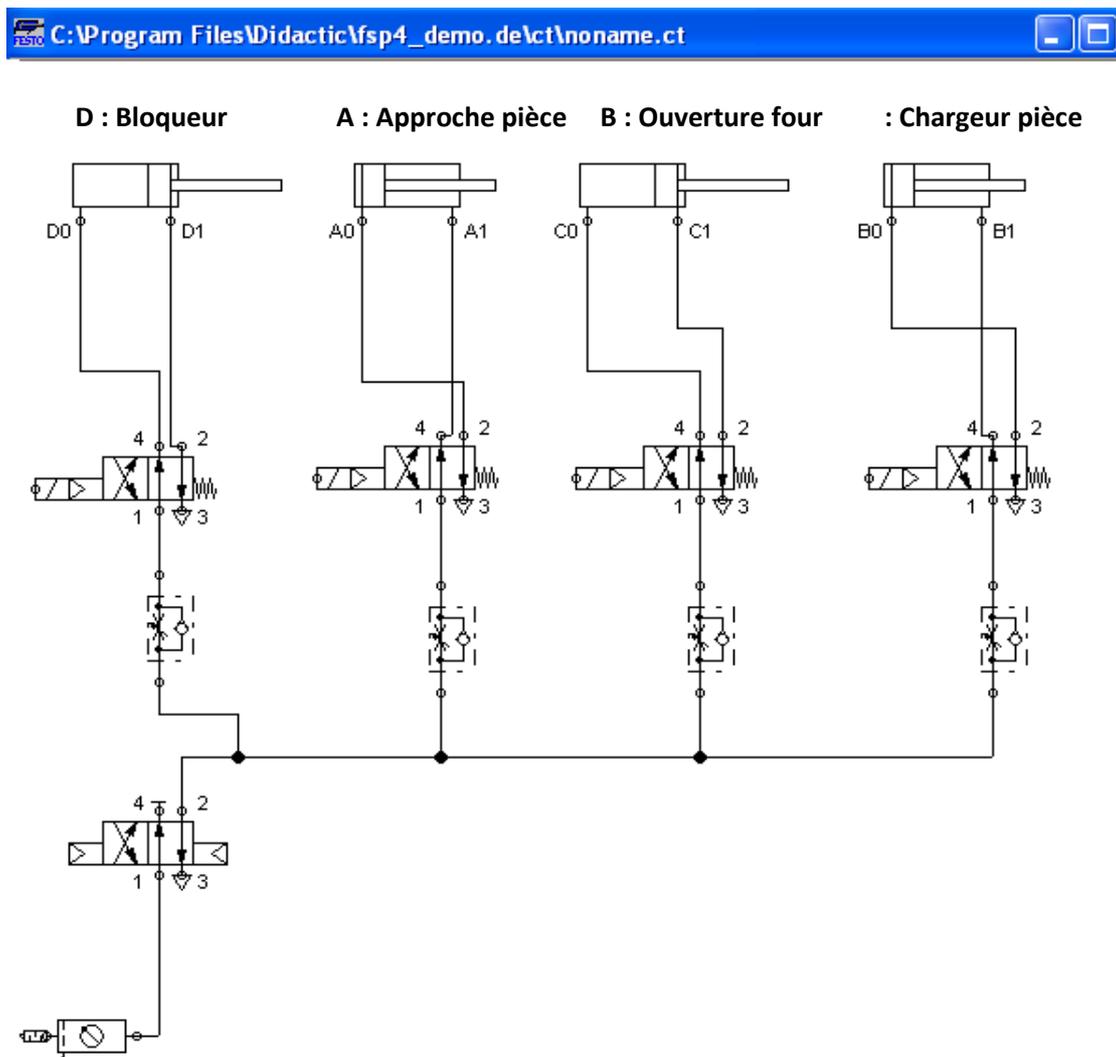


Figure I.7 : Câblage du four en logique pneumatique.

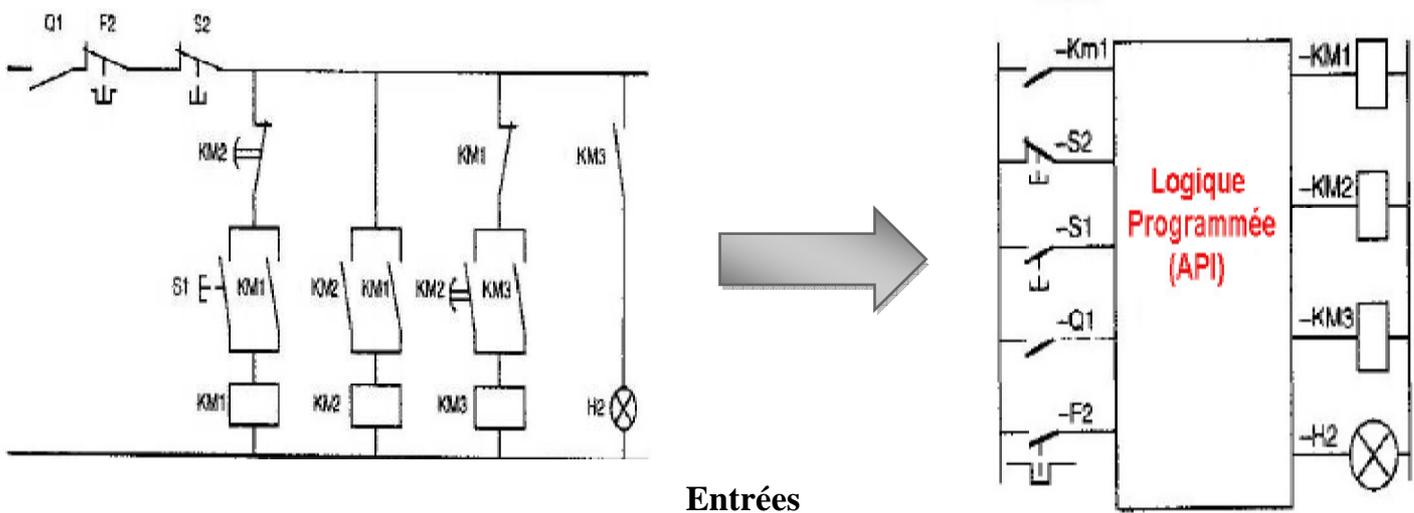
V.2 Logique programmée

La logique programmée n'utilise qu'un seul jeu d'opération de base (unité logique) permettant de réaliser n'importe quelle fonction logique donnée par combinaison.

Exécution séquentielle des opérations logiques élémentaires. Nécessité d'un balayage des opérations à une cadence suffisamment rapide pour donner l'illusion d'une exécution parallèle et du caractère instantané de l'évolution.

La manière de balayer est décrite par une suite d'instructions mémorisées c.-à-d. programme.

VI. Logique câblée vers Logique programmée



Entrées

Km1 : contact de KM1.

S2 : BP arrêt.

S1 : BP marche.

Q1 : sectionneur fermé.

F2 : contact associé au relais thermique.

Sortie

KM1 : contacteur étoile.

KM2 : contacteur ligne.

KM3 : contacteur triangle.

H2 : voyant fin du démarrage.

VI.1 Logique câblée V.S programmée

VI.1.1 Logique câblée

➤ **Inconvénients**

- Volume du contrôleur proportionnel à la complexité du problème.
- Des modifications de la commande impliquent des modifications de Câblage.

➤ **Avantages**

- Vitesse car la logique câblée fonctionnent simultanément avec l'opérateur.

VI.1.2 Logique Programmée

➤ **Avantage**

- Banalisation du matériel : même matériel quelque soit la fonction logique à réaliser.
- Facilité de modification de la loi de contrôle : il suffit de modifier le programme. Simplification de la maintenance.
- Faible liaison entre le volume matériel et la complexité du problème (effet simplement sur les entrées/sortie et taille mémoire).

➤ **Inconvénients**

- Vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème. Ceci peut être une limitation pour des processus électroniques rapide.

VII. Conclusion

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

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Chapitre II

Automates programmables industriels

I. Introduction

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamer plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables pour le contrôle des différents processus industriels est plus qu'indispensable. A l'origine, l'automate programmable a été considéré comme une machine séquentielle, capable de suppléer les automatismes réalisés en logique traditionnelle, en apportant toutefois de profonds bouleversements dans la manière de concevoir et d'organiser le contrôle d'un processus.

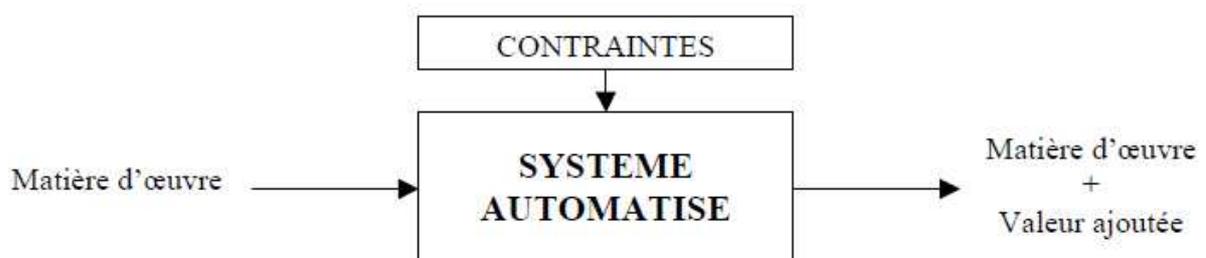
L'intégration de l'automate programmable renforce le degré de fiabilité de l'équipement et offre une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement.

II. Les systèmes automatisés de production

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

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.



III. Définition de l'A.P.I

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

IV. Place de l' API dans le système automatisé de production (S.A.P)

IV.1 La structure

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser.

Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution du travail.

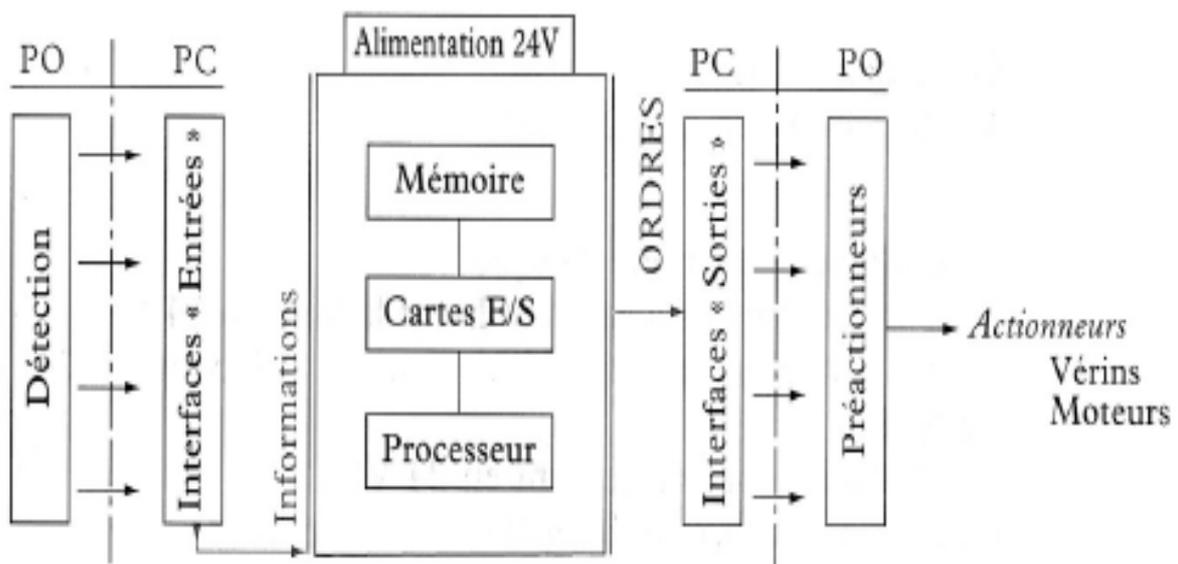


Figure II.1 : Structure interne d'un API.

Les API comportent quatre parties principales :

- Une mémoire ;
- Un processeur ;
- Des interfaces d'Entrées/Sorties ;
- Une alimentation (240 Vac → 24 Vcc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate.

IV.2 Description des éléments d'un API

IV.2.1 Processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

IV.2.2 Interfaces

L'interface d'entrées comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de Sorties comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré-actionneur. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc.

IV.2.3 Mémoire

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

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

IV.2.4 L'alimentation

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

IV.3 Programmation

IV.3.1 Langages de programmation

Il existe 4 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

■ **Liste d'instructions (IL : Instruction List)**

Langage textuel de même nature que l'assembleur (Programmation des microcontrôleurs).

Très peu utilisé par les automaticiens.

```
! %L0 : LD      %I1.0
      ANDN   %M12
      OR (   %TM4.Q
      AND   %M17
      )
      AND   %I1.7
      ST    %Q2.5
! %L5 : LD      %I1.10
      ANDN   %Q2.3
      ANDN   %M27
      IN    %TM0
      LD    %TM0.Q
      AND   %M25
      AND   %M00.CS
      [%M005 := %M008+500]
```

■ **Langage littéral structuré (ST : Structure Text) :**

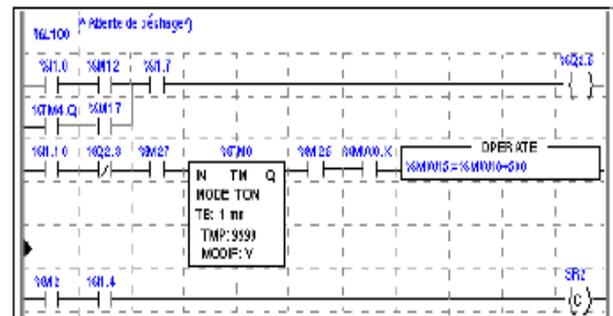
Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if ... then ... else ... (si ... alors ... sinon ...)

Peu utilisé par les automaticiens.

```
IF %M0 THEN
  FOR %M0099 := 0 TO 31 DO
    IF %M00100 [%M0099] > 0 THEN
      %M0010 := %M00100 [%M0099]
      %M0011 := %M0099;
      %M1 := TRUE;
      EXIT; (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
```

■ **Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :**

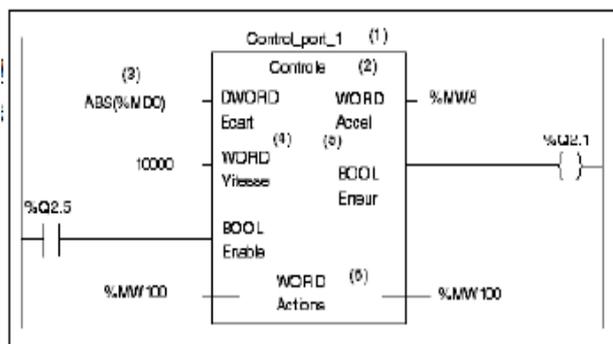
Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.



■ **Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) :**

Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.

Utilisé par les automaticiens.



IV.3.2 Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : Sequential Function Chart)

Le GRAFCET, langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes. On peut également traduire un grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate.

Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN).

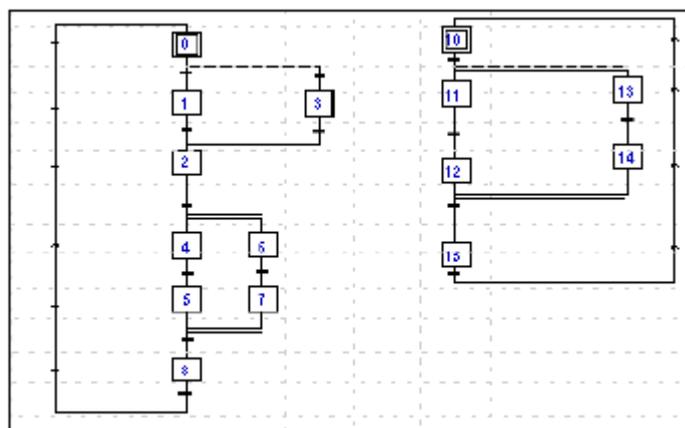


Figure II.2 : exemple de programmation avec le GRAFCET.

V. Câblage des entrées / sorties d'un automate

V.1 Alimentation de l'automate

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V ; 50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V etc. ...).

La protection sera de type magnétothermique (voir les caractéristiques de l'automate et les préconisations du constructeur).

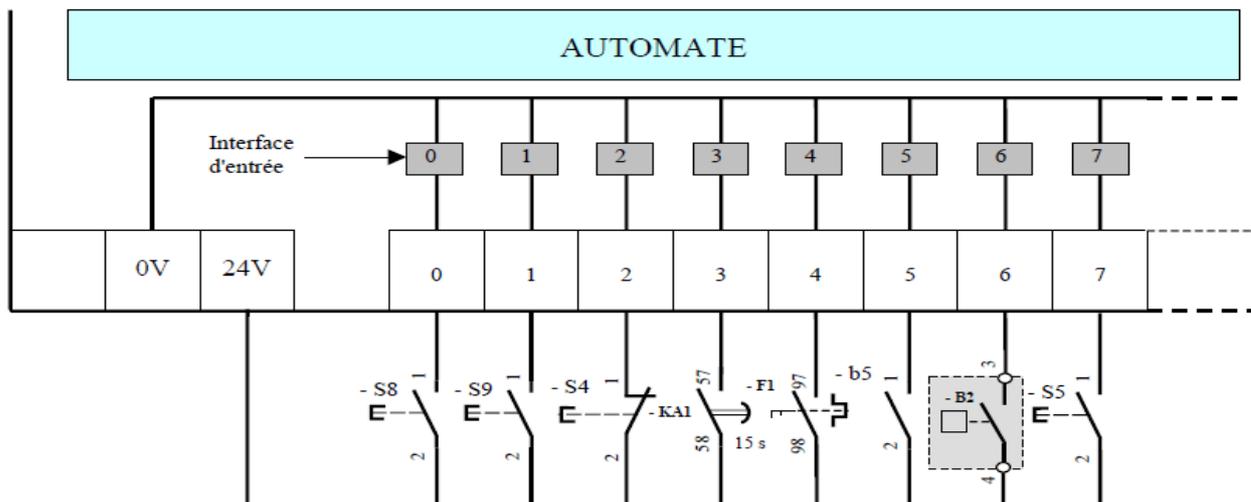
Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique (contacteur KM1).

V.2 Alimentation des entrées de l'automate

L'automate est pourvu généralement d'une alimentation pour les capteurs/détecteurs.

Les entrées sont connectées commun (0V) de cette alimentation.

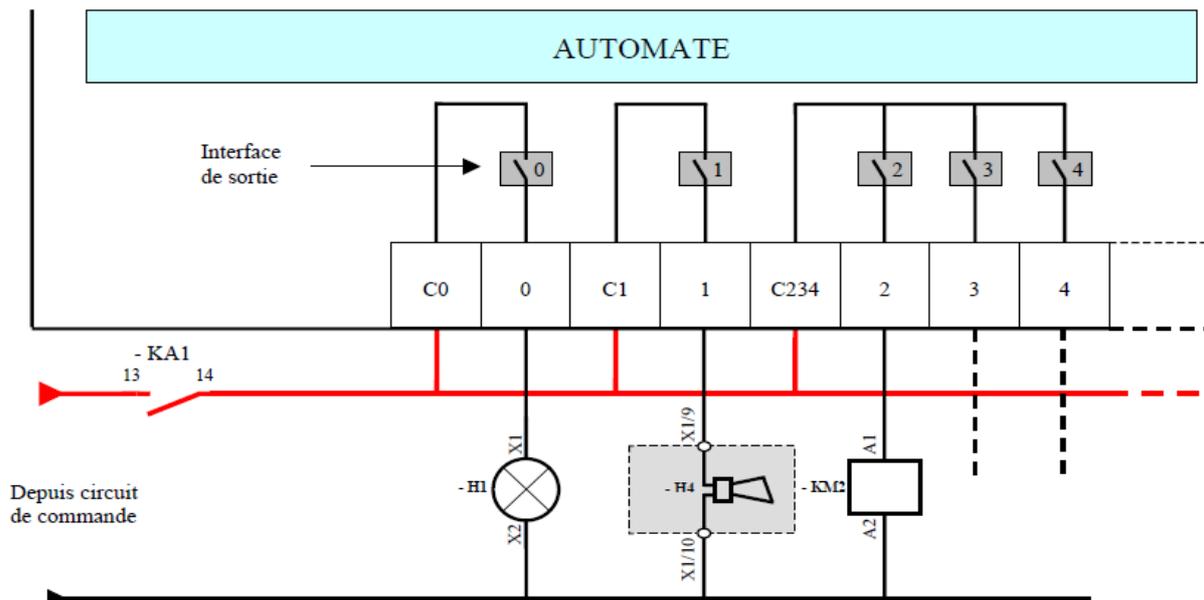
Les informations des capteurs/détecteurs sont traitées par les interfaces d'entrées.



V.3 Alimentation des sorties de l'automate

Les interfaces de sorties permettent d'alimenter les divers pré-actionneurs.

Il est souhaitable d'équiper chaque pré-actionneur à base de relais de circuits RC (non représentés).



VI. Automates et la communication

Avec le développement des systèmes automatisés et de l'électronique (circuits ASICs), la recherche de la baisse des coûts et la nécessité actuelle de pouvoir gérer au mieux la production, c'est à dire :

- de recevoir les données liées à une application le plus rapidement possible,
- de consulter, contrôler ou de modifier les paramètres d'une application à distance ;

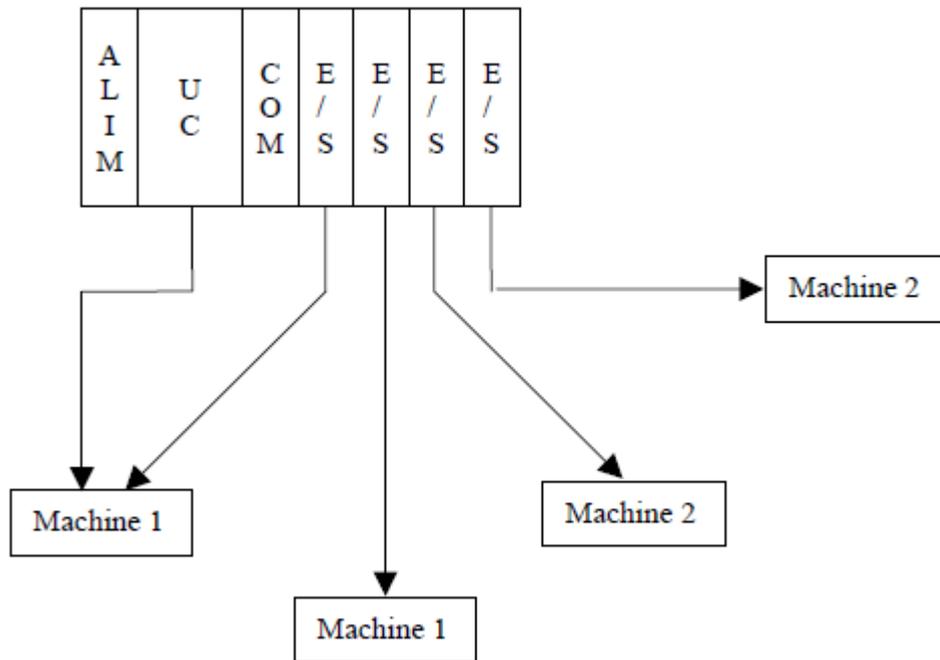
Sont apparues de nouvelles technologies de câblage et de communications entre les divers constituants des automatismes.

VI.1 Les bus de terrain

Pour diminuer les coûts de câblage des entrées / sorties des automates (systèmes étendus), sont apparus les bus de terrains. L'utilisation de blocs d'entrées / sorties déportés a permis tout d'abord de répondre à cette exigence.

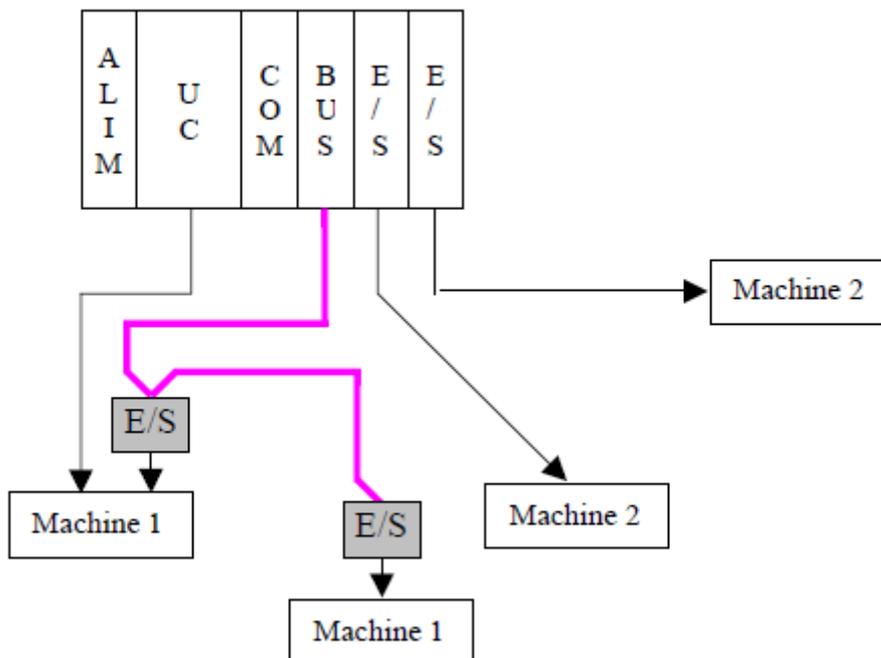
- **Avant**

Les capteurs / pré-actionneurs distants impliquaient de grandes longueurs de câbles.



▪ 1^{er} révolution

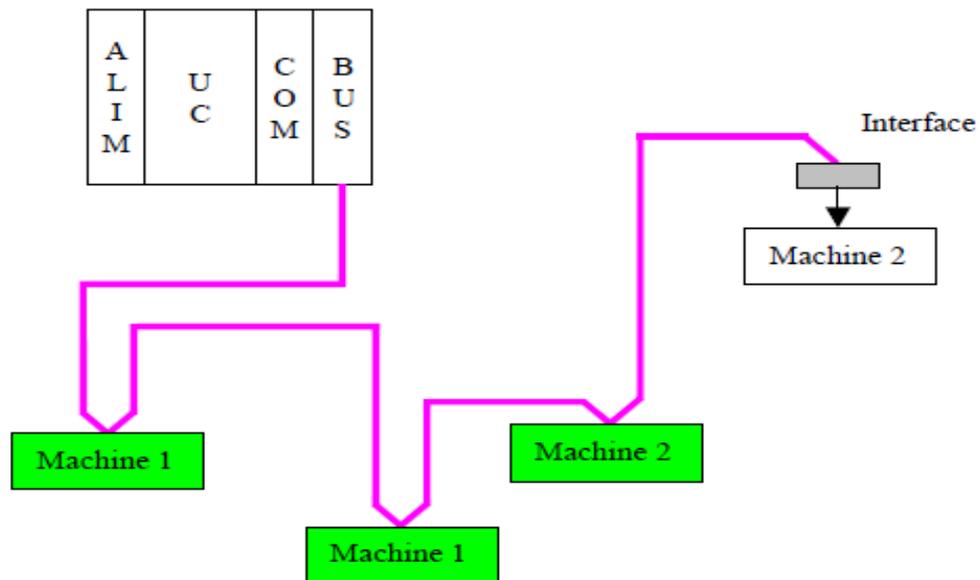
Les interfaces d'entrées/sorties sont déportées au plus près des capteurs.



Avec l'avènement des ASICs, les capteurs, détecteurs ... sont devenus "intelligents" et ont permis de se connecter directement au bus (médium).

▪ Aujourd'hui

Les capteurs et les pré-actionneurs "intelligents"(IHM, variateurs, distributeurs ...) permettent la connexion directe au bus.



Pour assurer le "multiplexage" de toutes les informations en provenance des capteurs / pré-actionneurs ont été développés plusieurs protocoles de communication et des standards sont apparus (normalisés ou standards de fait).

✓ Exemple

Le bus ASi (Actuators Sensors interface) est un bus de capteurs/actionneurs de type Maître / Esclave qui permet de raccorder 31 esclaves (capteurs ou pré-actionneurs) sur un câble spécifique (deux fils) transportant les données et la puissance.

Ce bus est totalement standardisé et permet d'utiliser des technologies de plusieurs constructeurs (interopérabilité). L'automate est pour cela doté d'un coupleur ASi.

VI.1.1 Avantages des bus de terrain

- Réduction des coûts de câblage et possibilité de réutiliser le matériel existant.
- Réduction des coûts de maintenance.
- Possibilités de communication.

VI.1.2 Inconvénients des bus de terrain

- Taille du réseau limitée.
- Adaptabilité aux applications à temps critique.
- Coût global.

VI.2 Les réseaux de terrain

L'émergence de ces nouvelles technologies a conduit à la définition de plusieurs catégories de réseaux locaux industriels (pyramide CIM) :

- les réseaux de terrain,
- les réseaux de cellule,
- les réseaux de supervision et de commande.

La nécessité de communication entre cellules (communication entre automates) a permis de voir apparaître de nombreuses normes de communication (Profibus, Fip ...).

Le déterminisme nécessaire pour certaines applications conduit à l'utilisation de réseaux Maître / Esclave.

Au niveau de l'entreprise, le temps n'est plus critique et la norme Ethernet a pu se développer rapidement, permettant ainsi la visualisation et la commande des process via le réseau Internet.

La tendance actuelle est à l'introduction des réseaux Ethernet au plus près des automatismes (exemple : norme Profinet).

VII. Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET 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.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

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

VIII. Conclusion

Les automates programmables industriels permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique, et de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks.

Chapitre III

GRAFCET

I. Introduction

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier des charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

Avec l'arrivée des nouvelles technologies et l'accroissement de la complexité des systèmes industriels automatisés, une définition précise des spécifications fonctionnelles qui régissent le comportement du système s'impose et ceci indépendamment de la matérialisation technologique retenue : mécanique, pneumatique et électronique câblée ou programmée.

Les automaticiens utilisent plusieurs outils de description, ceux établis par les chercheurs « réseaux de pétri » s'appuient sur des travaux théoriques. D'autres, mis en œuvre par des industriels « GRAFCET ».

II. Généralité sur le GRAFCET

II.1 Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (graphe de commande étape transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il est basé sur les notions d'étape auxquelles sont associées des actions et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel de GRAFCET).

II.2 Aspect structurel du GRAFCET

II.2.1 L'étape

Une étape caractérise un état stable de la machine, l'entrée d'une étape est figurée à la partie supérieure et la sortie à la partie inférieure. Une étape est : Soit active ou désactivée, l'étape active permet de préciser la situation d'un GRAFCET à un instant donné, et l'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande. L'action peut être décrite de façon littérale, ou symbolique dans un rectangle à droite, Si une action doit se poursuivre pendant plusieurs étapes, elle sera associée à chacune de ces étapes.

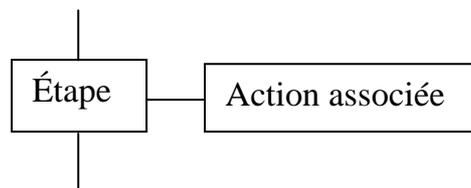


Figure : Une étape de GRAFCET et son action.

II.2.2 L'Étape initiale

C'est la première étape d'un GRAFCET. Elle correspond généralement au repos de la partie commande du système.



Figure III-1: Étape initiale.

II.2.3 Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes, elle est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison entre deux étapes, l'évolution entre deux

étapes s'accomplissent par le franchissement de la transition. Une transition représente une seule possibilité d'évolution.

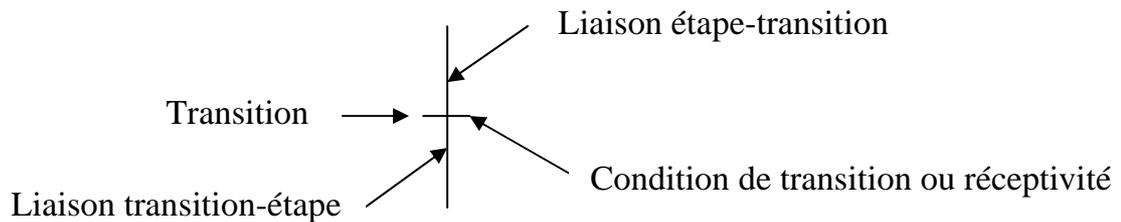


Figure III-2: Transition

II.2.4 Liaison orientées

Une liaison orientée relie toujours une étape à une transition et inversement, des flèches sont utilisées pour préciser le sens de la lecture, si nécessaire. Dans les GRAFCET importants, il est possible d'utiliser ces liaisons Orientées comme renvois.

II.2.5 Actions associées à l'étape

Ce sont les actions exécutables lorsque l'étape est active, elles peuvent être décrites de façon littérale, ou symbolique, L'action est externe si elle correspond aux ordres émis par la partie opérative (contacteur), ou interne si elle concerne des fonctions telles que temporisation ou comptage.

II.2.6 Réceptivité associée à la transition

Chaque transition est associée à une proposition logique d'organe binaire qui peut être vraie ou fausse. La réceptivité est écrite de façon : Littérale ou symbolique

Lorsqu'il n'y a pas de conditions associées à une transition, la réceptivité est dite toujours vraie et notée =1. Parmi toutes informations disponibles à un instant donné, la réceptivité regroupe uniquement celles qui sont nécessaires au franchissement de la transition.

III. Niveau d'un GRAFCET

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

III.1 GRAFCET niveau 1

Appelé aussi le niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions à faire par la partie commande en réaction aux informations prévenant de la partie opérative. La réceptivité est décrite en mot et non pas en abréviation.

III.2 GRAFCET niveau 2

Afin de mettre en œuvre le GRAFCET de niveau 1 décrivant le fonctionnement de l'installation, le concepteur doit le transformer en un GRAFCET plus technique qui tient compte :

- de l'aspect fonctionnel du cahier des charges
- de la technologie de la partie opérative ;
- de la technologie de la partie commande ;
- de la nature des capteurs utilisés ;
- du mode traitement de l'information.

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

IV. Cahier de charge

Le cahier de charge d'un système automatisé est la description de son comportement en fonction de l'évolution de son environnement ; il décrit la relation entre la partie commande et la partie opérative, les conditions de fonctionnement de

l'automatisme. Après la préparation de la machine (réglage de la machine), on sélectionne sur le commutateur le mode de marche soit Automatique ou bien Ajustage et on actionne le bouton poussoir correspond au mode sélectionné.

V. Conclusion

GRAFCET est un outil puissant de modélisation et de transmission d'informations, qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnels à un langage d'implantation optionnel.

Le GRAFCET permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet de créer un lien entre parties opératives.

Ainsi le GRAFCET facilite considérablement le passage de la description à la modélisation.

Chapitre IV

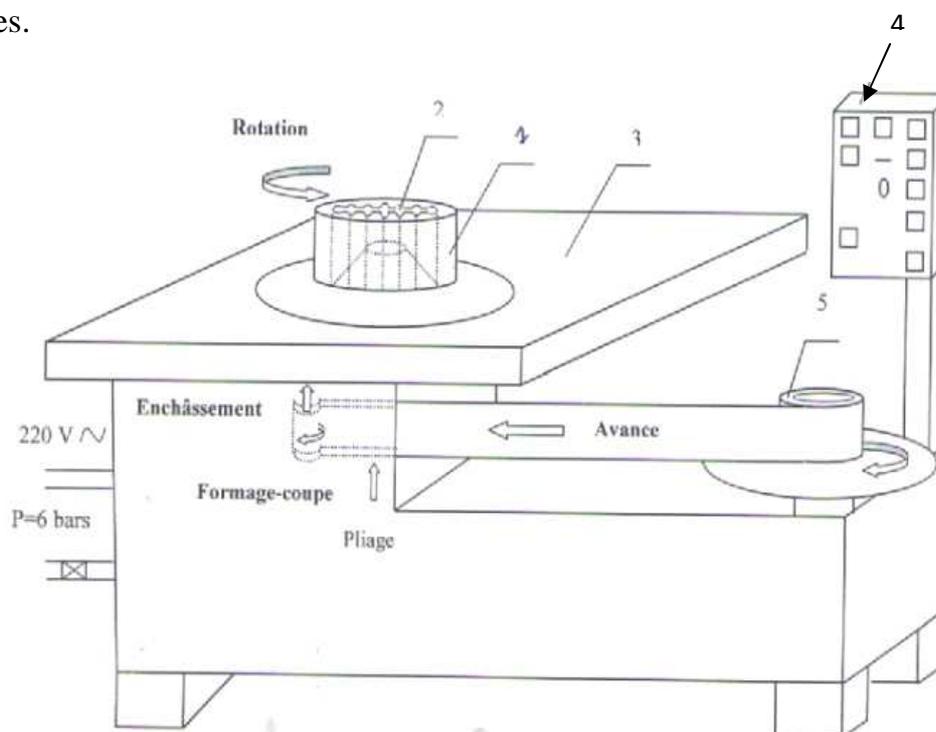
*Adaptation de l'API S7-200 à la machine à introduire le
papier isolant dans un stator du moteur*

I. Définition de la machine

La machine à introduire le papier isolant dans les stators des moteurs occupe une place importante dans la chaîne de production des moteurs à l'entreprise Électro-Industrie. La présente machine est à commande électropneumatique, les différents mouvements sont réalisés par des vérins pneumatiques doubles effet et la commande avec des bascule RS et les portes logiques (AND, NAND,...).

II. Schéma de la machine

Le schéma de la figure 2, représente la forme détaillée de la machine à garnir les encoches.



1- Stator à garnir.

4 - Tableau de commande.

2- Encoche.

5- Bobine de bande isolante et son dérouleur.

3-Table diviseuse.

Figure IV-1 : Schéma de principe de la machine.

III. Poste opérateur

Toutes les machines industrielles possèdent un système de contrôle et de commande permettant à l'homme d'intervenir sur la machine.

Dans la machine à introduire le papier isolant dans le stator du moteur, chaque opération de cette machine doit être actionnée sur le pupitre de commande situé à côté de bloc de la machine. Ce pupitre comporte des indicateurs montrant l'état de fonctionnement et un bouton d'arrêt d'urgence arrêtant immédiatement le fonctionnement de la machine. Pour sélectionner le mode de fonctionnement, pas à pas ou automatique ou le mode ajustage on doit agir sur le bouton de sélection de mode qui se trouve sur le pupitre de commande.

IV. Pupitre de commande

Le pupitre de commande est composé des différents boutons de commande et de contrôle de la machine, de sécurité:

- Bouton poussoir (BP):arrêt d'urgence, mise en marche, arrêt, avance papier, formage-coupe, enchâssement et rotation.
- Voyant lumineux: Indiquant l'état de fonctionnement de la machine.
- Sélecteur de mode de fonctionnement.

V. Mode fonctionnement de la machine

La machine à introduire le papier isolant dans le stator du moteur a trois modes de fonctionnement: mode automatique, mode pas a pas et le mode ajustage.

V.1 Condition initiale avant d'enclencher un mode de fonctionnement:

Pour que la machine fonctionne avec l'un des trois modes il faut d'abord:

- Enclencher l'interrupteur principal sur l'armoire électrique.
- Ouvrir l'alimentation en air comprimé.
- Vérifier que le bouton arrêt d'urgence est déverrouillé.
- Positionner le sélecteur mode sur le mode désiré.

V.2 Mode ajustage (manuel)

Ce mode de fonctionnement sert à vérifier la machine manuellement, on utilise le pupitre de commande qui comporte toutes les boutons nécessaires pour un cycle de fonctionnement complet, et ce mode vérifier que la machine et ses outils sont en bon état, et toutes les étapes de cycle fonctionnel de la machine fonctionnent normalement pour pouvoir utiliser l'un des deux autres modes, automatique ou bien mode pas à pas.

V.3 Mode pas à pas

Mode pas à pas ou semi automatique, dans ce mode, la machine fait un cycle de fonctionnement et s'arrête jusqu'à renouveler la commande.

V.4 Mode automatique

Après avoir sélectionné le mode automatique, on sélectionne le nombre d'encoche sur le compteur de la machine, puis l'opérateur machine appuie sur le bouton auto départ du pupitre de commande, et la machine exécute le cycle de fonctionnement jusqu'à la valeur sélectionnée sur le compteur.

VI. Principe de fonctionnement et schéma synoptique de la machine

La figure ci-dessous représente le schéma synoptique du fonctionnement de la machine, elle comporte quatre opérations : formage-coupe de la gaine d'encoche, enchâssement de cette dernière dans l'encoche du stator, avance de la bande isolante, et rotation du disque diviseur.

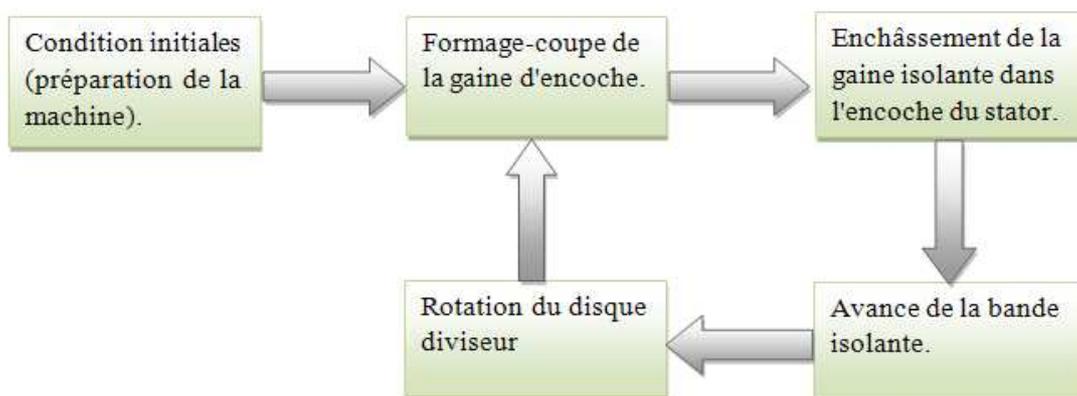


Figure IV.2: Schéma synoptique du fonctionnement de la machine.

VII. Préparation de la machine

La préparation de la machine se fait manuellement en 4 étapes. La première étape l'opérateur doit sélectionner le nombre d'encoches du paquet stators et à 18, 24, 36,48 encoches.

La 2^{ème} étape consiste à régler le diamètre du stator et à l'aide un volant qui se trouve au dessous du plateau d'alignement avec celui de l'outil.

Après avoir réglé le diamètre du stator on passe à la 3^{ème} étape qui est le réglage de l'avance de la gaine d'encoche.

La 4^{ème} étape est le réglage de la longueur d'encoche. La bobine de la bande isolante appropriée au type de stator est mise en place sur le dérouleur.

VIII. Fonctionnement de la machine

Dans la figure ci-dessous en représente la Commande des séquences pour machine à garnir les encoches:

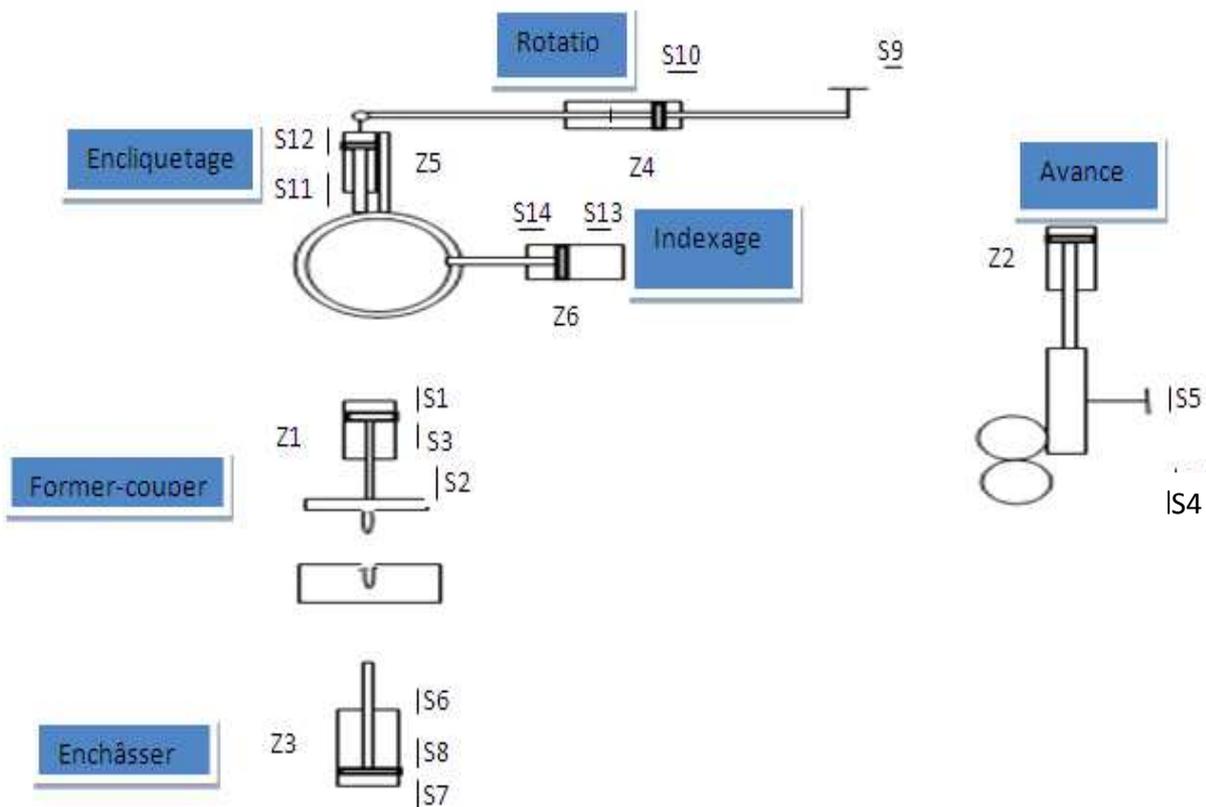


Figure IV.3 : schéma synoptique de fonctionnement de la machine.

VIII.1 Formage-Coupe de la gaine d'encoche

Après avoir réglé la gaine d'encoche par l'opérateur machine, l'opération de formage-coupe peut s'enclencher à l'aide d'un couteau qui est placé sur le vérin Z1, commandé par un électro-distributeur Y1, et sa position sera déterminée par trois capteurs de proximité inductif (des fin de course) ; [S1, S2, S3].

Le couteau peut être changé pendant le réglage de la machine, suivant la largeur d'encoche.

VIII.2 Enchâssement de gaine isolante dans l'encoche du stator

Quand l'opération former-couper est terminée, la suivante c'est l'enchâssement de la gaine isolante dans les encoches de stator, et l'opération d'enchâssement très dangereuse car le risque de détériorer le couteau d'enchâssement est très grand, ce qui oblige l'opérateur machine d'assurer l'alignement des encoches du plateau sur les encoches de l'outil, afin d'éviter toute fracture du couteau.

L'enchâssement est réalisé à l'aide d'un vérin Z3, celui-ci est commandé par un électro-distributeur Y3, et le vérin équipé des capteurs S6, S7 et S8 pour indiquer sa position pendant l'opération d'enchâssement.

VIII.3 Avance de la gaine isolante

L'opérateur machine fait passer la bande de papier isolant entre deux cylindres qui sont placés verticalement l'un à côté de l'autre, un cylindre est libre de tourner dans les deux sens à droite ou à gauche, le 2^{ème} cylindre est celui qui est attaché au vérin Z2.

Le vérin Z2, est placé horizontalement commande la rotation du cylindre attaché à ce dernier, et le frottement entre le premier cylindre et le deuxième cylindre crée une rotation dans les deux sens différents des cylindres ce qui va faire circuler la bande de papier isolant, le vérin Z2 est équipé d'une pièce dentée accrochée à son piston. Comme le montre la figure suivante.

Les deux capteurs de proximité inductif S4 et S5, indiquent la position du vérin. Ce dernier est commandé par un électro-distributeur Y2.

VIII.4 Rotation de disque diviseur

Lorsque l'encoche de la bande isolante enchâssée dans l'encoche du stator, le disque diviseur qui porte le stator doit effectuer une rotation pour recevoir la nouvelle encoche.

Les trois vérins sont Z4 vérin division, Z5 vérin d'encliquetage et Z6 vérin d'indexage.

Ces vérins fonctionnent d'une façon séquentielle. Pour réaliser la rotation du disque, il faut d'abord faire reculer le vérin Z6, ensuite le vérin Z5 avance, et a la fin le vérin Z4 avance ce qui entraîne la rotation du disque, quand l'opération de rotation est achevée le vérin Z6 doit être avancé pour bloquer le disque.

Ces trois vérins sont commandés par des électro-distributeurs Y4, Y5 et Y6, et leurs positions indiquées par des capteurs de proximité inductif (S9, S10), (S11, S12) et (S13, S14).

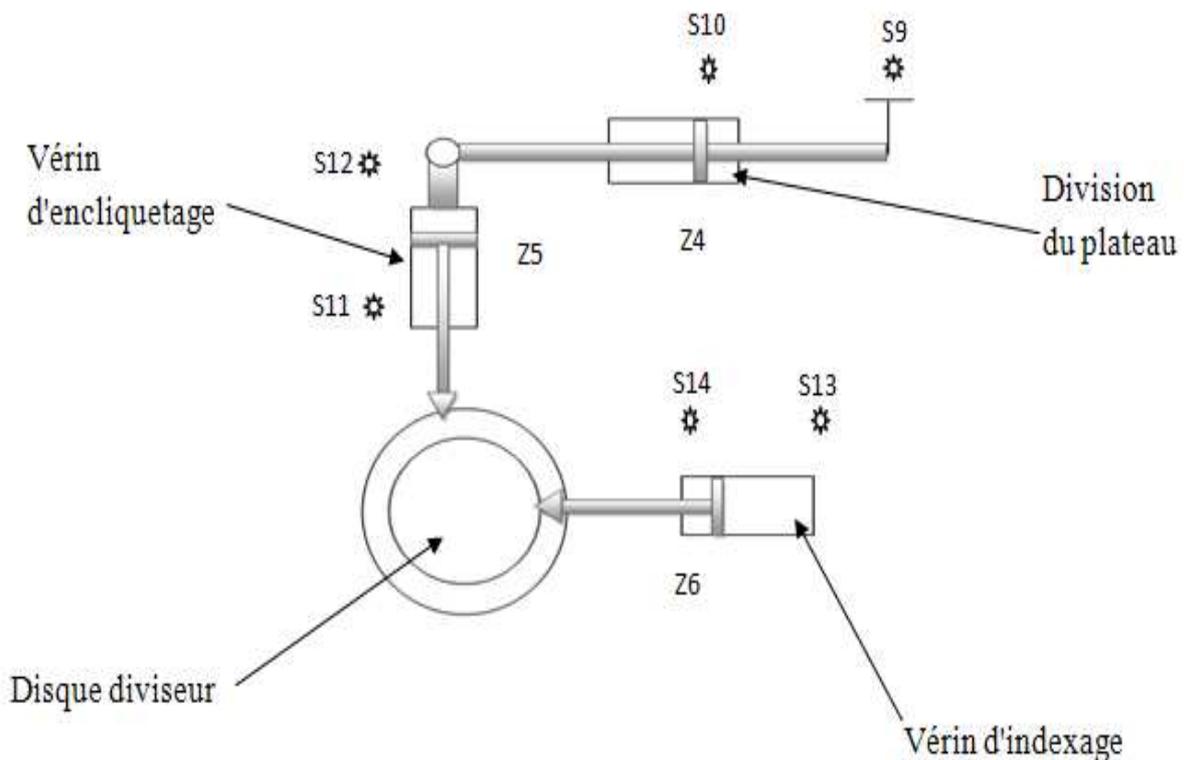


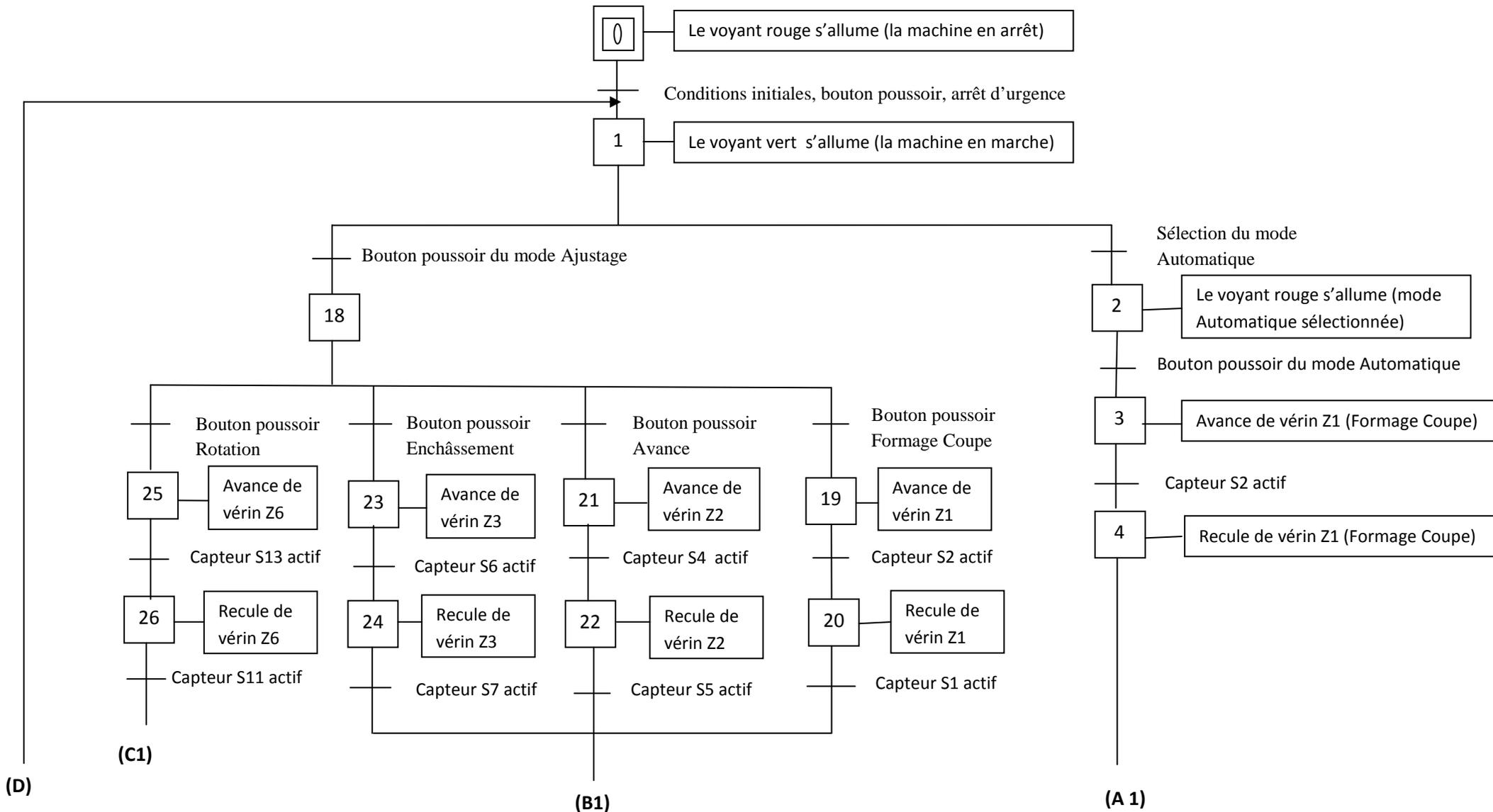
Figure I-9 : Dispositif de rotation du plateau de division.

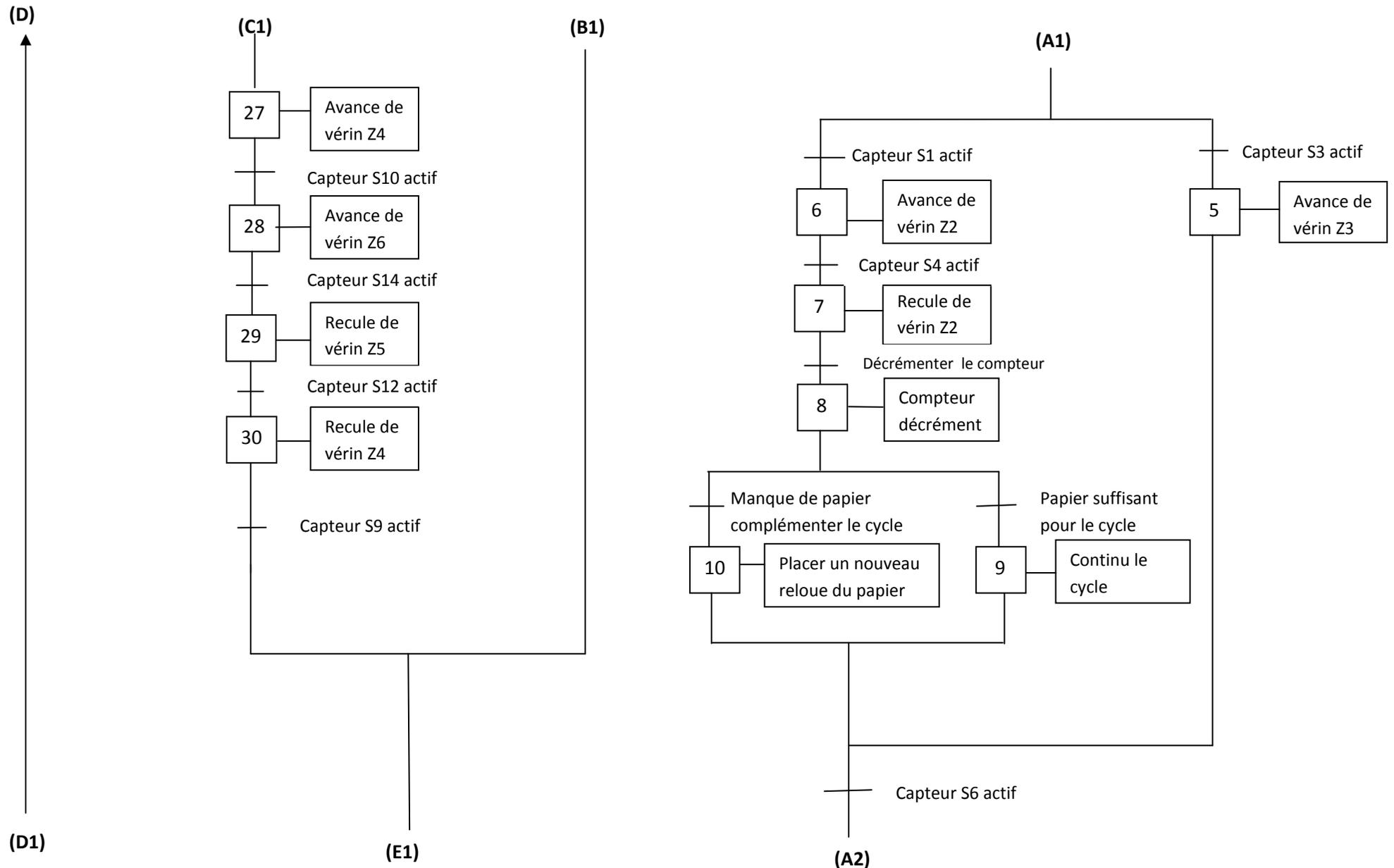
IX. Tableau récapitulatif

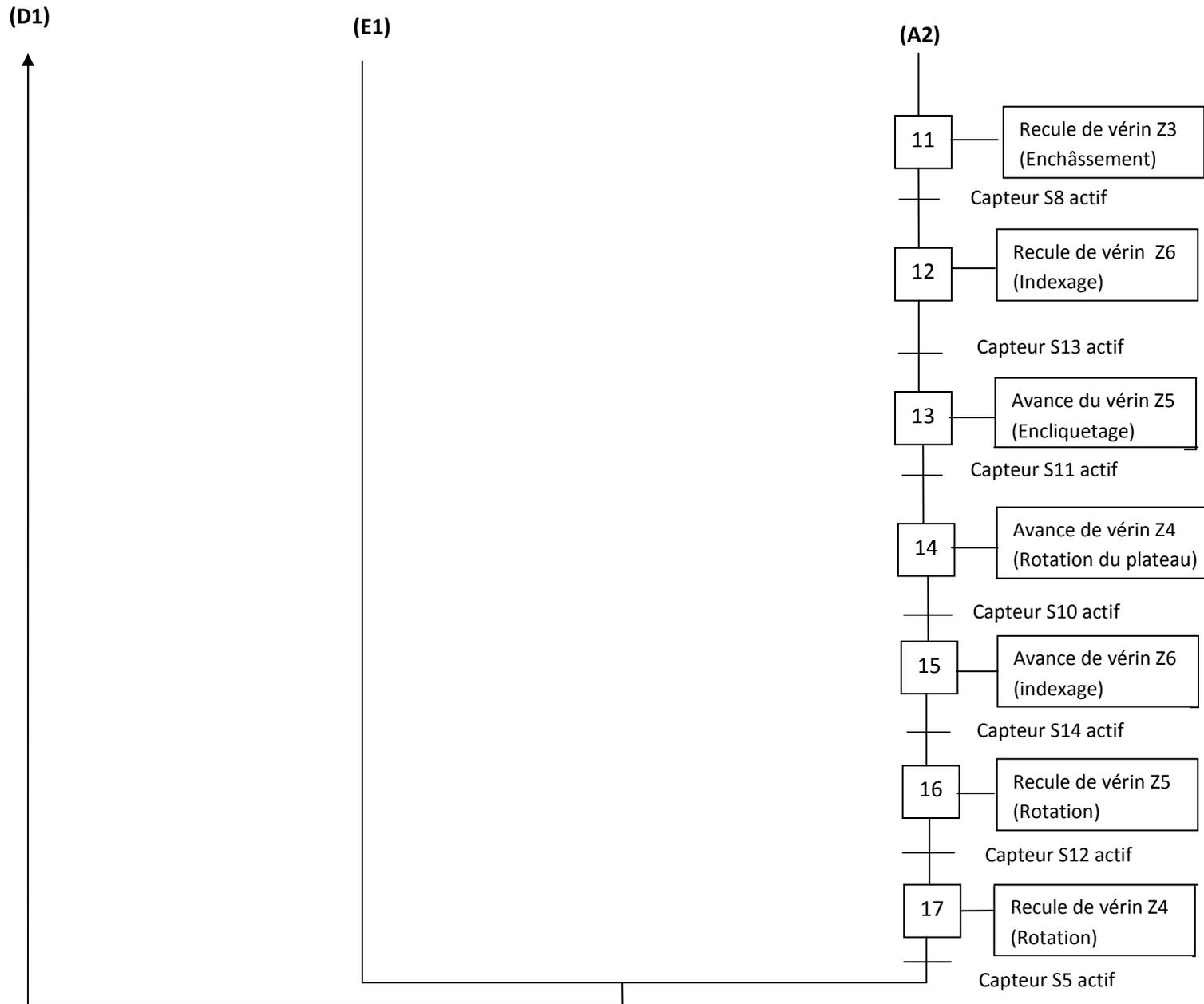
Éléments	Mnémonique	Fonction
Bouton poussoir	EN	Mise en marche de la machine
	A UR	Arrêt d'urgence
	BP AJ	Déclencher le mode Ajustage
	BP AUT	Déclencher le mode Automatique
	BP FC	Déclencher l'opération Formage Coupe
	BP AV	Déclencher l'opération Avance papier
	BP ENC	Déclencher l'opération Enchâssement
	BP R	Déclencher l'opération division en plateau
Commutateur	M Auto	Sélectionnée le mode Automatique
	M AJ	Sélectionnée le mode Ajustage
Électro-distributeur à deux voies	Y1+	Commande l'avance de Z1
	Y1-	Commande le recule de Z1
	Y2+	Commande l'avance de Z2
	Y2-	Commande le recule de Z2
	Y3+	Commande l'avance de Z3
	Y3-	Commande le recule de Z3
	Y4+	Commande l'avance de Z4
	Y4-	Commande le recule de Z4
	Y5+	Commande l'avance de Z5
	Y5-	Commande le recule de Z5
	Y6+	Commande l'avance de Z6
	Y6-	Commande le recule de Z6

Vérin pneumatique double effet	Z1+	Avance de vérin Formage-coupe
	Z1-	Recul de vérin Formage-coupe
	Z2+	Avance de vérin d'avance
	Z2-	Recul de vérin d'avance
	Z3+	Avance de vérin d'enchâssement
	Z3-	Recul de vérin d'enchâssement
	Z4+	Avance de vérin rotation
	Z4-	Recul de vérin rotation
	Z5+	Avance de vérin d'indexage
	Z5-	Recul de vérin d'indexage
	Z6+	Avance de vérin d'encliquetage
	Z6-	Recul de vérin d'encliquetage
Capteur de proximité Inductive	S1	Détecter la position du piston du vérin Z1
	S2	Détecter la position du piston du vérin Z1
	S3	Détecter la position du piston du vérin Z1
	S4	Détecter la position du piston du vérin Z2
	S5	Détecter la position du piston du vérin Z2
	S6	Détecter la position du piston du vérin Z3
	S7	Détecter la position du piston du vérin Z3
	S8	Détecter la position du piston du vérin Z3
	S9	Détecter la position du piston du vérin Z4
	S10	Détecter la position du piston du vérin Z4
	S11	Détecter la position du piston du vérin Z5
	S12	Détecter la position du piston du vérin Z5
	S13	Détecter la position du piston du vérin Z6
	S14	Détecter la position du piston du vérin Z6
SP	Détecter la présence du papier	

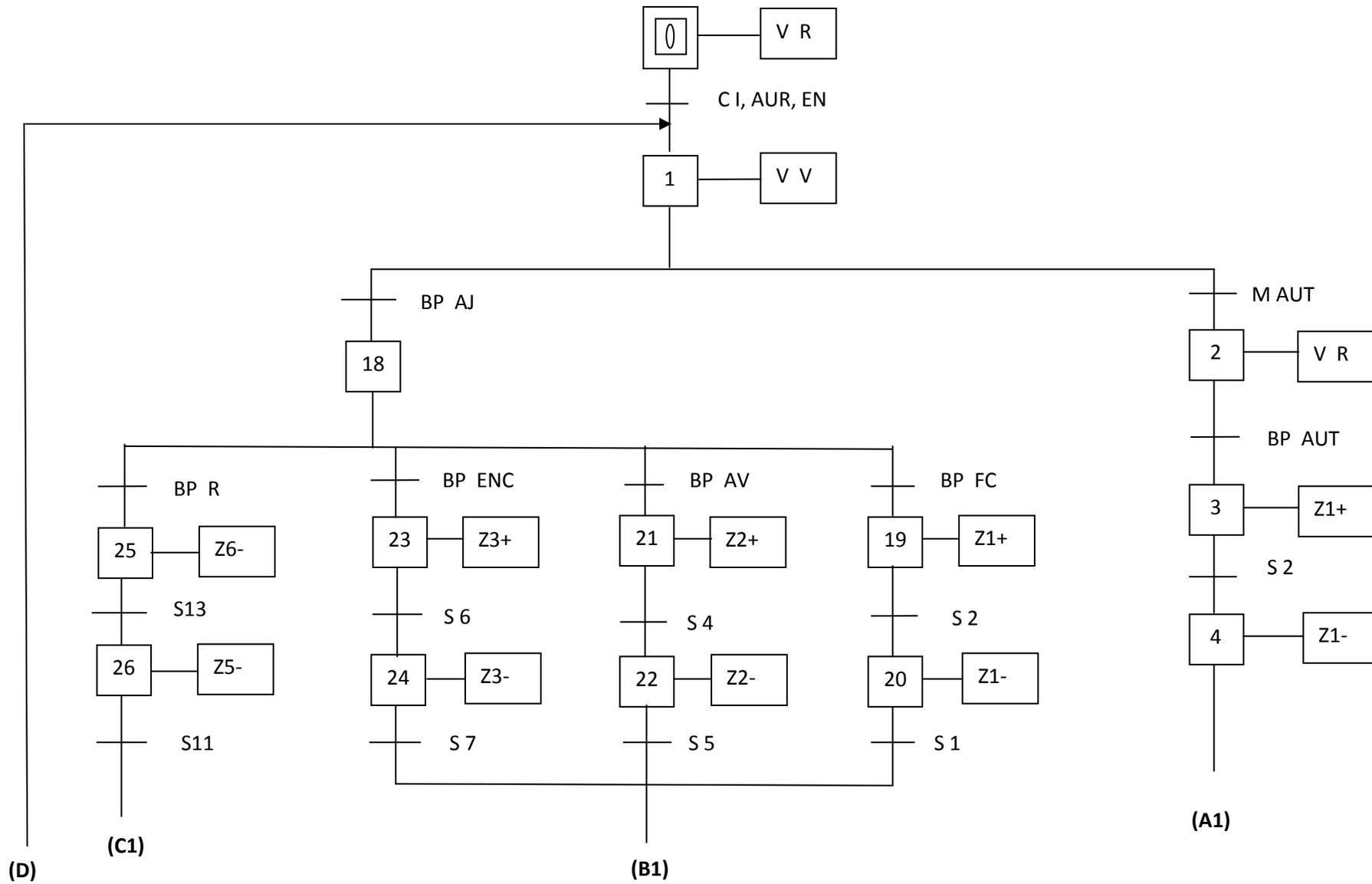
• **GRAFCET NIVEAU I**

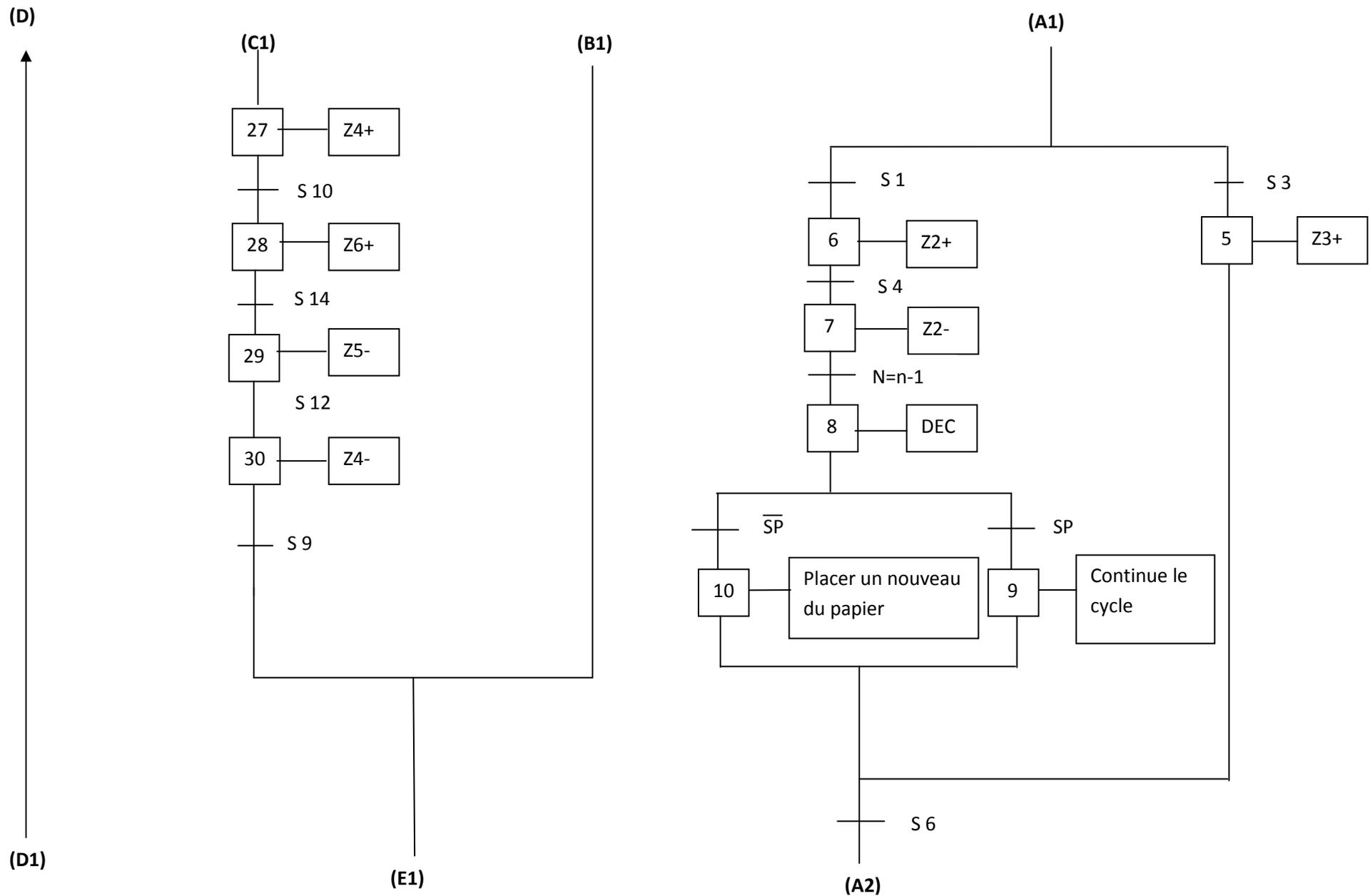


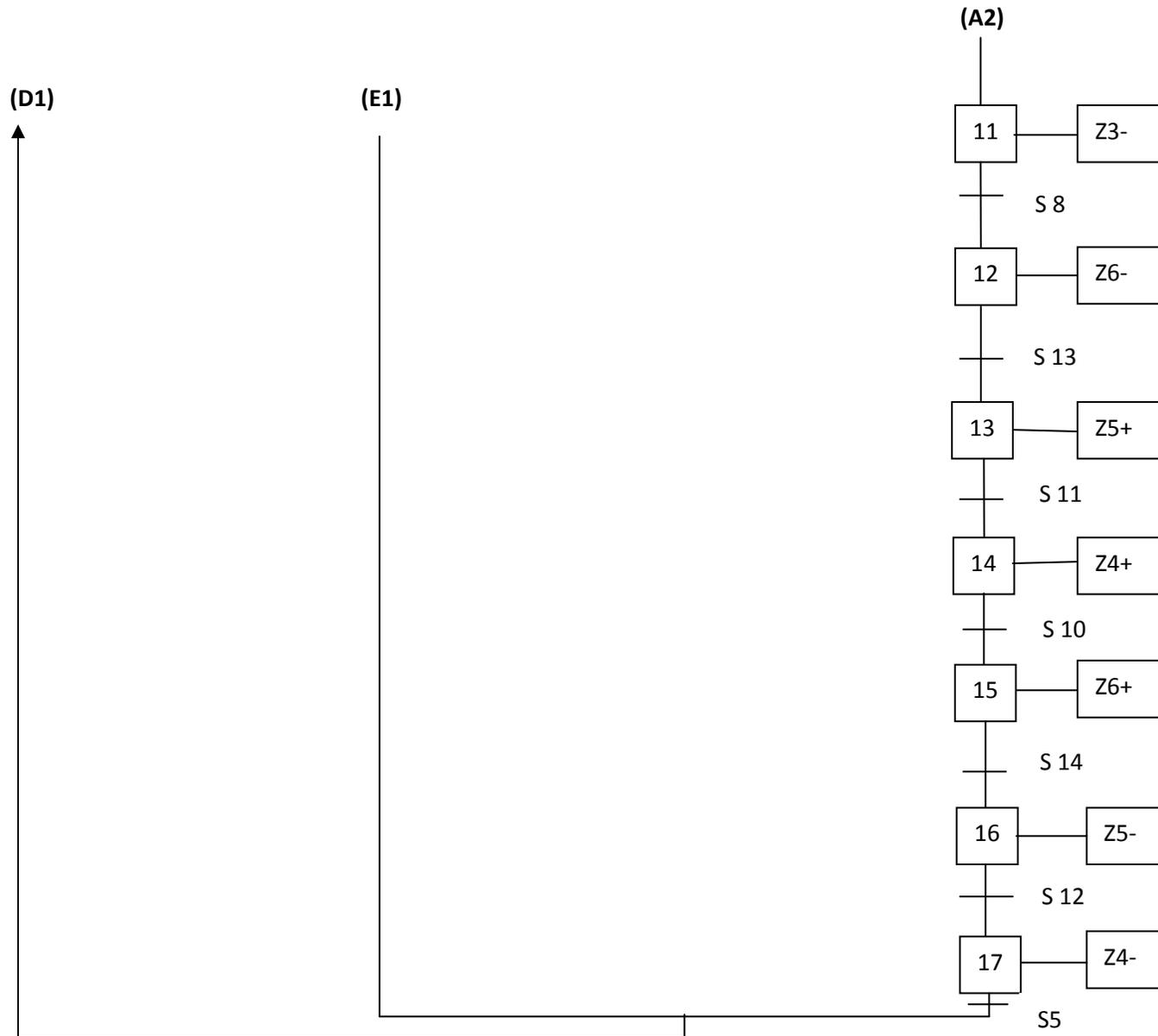




• **GRAFSET NIVEAU II**







X. Présentation de l'automate programmable S7-200

La famille S7-200 est constituée de micro-automates programmables pouvant commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation.

Le S7-200 surveille les entrées et modifie-les sorties conformément au programme utilisateur, qui peut contenir des opérations booléennes, des opérations de comptage, des opérations de temporisation, des opérations arithmétiques complexes et des opérations de communication avec d'autres unités intelligentes. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

XI. Configuration des paramètres de programme

- On sélectionne la commande de configuration puis paramètres.
- CPU : 224XP.
- Nombre d'entrées : 28.
- Nombre des sorties : 08.

XII. Organisation du programme de commande

Un programme de commande pour une CPU S7-200 comporte les types suivants d'unités d'organisation de programme :

- **Programme principal (PPAL)** : vous y placez les opérations qui commandent l'application. Les opérations dans le programme principal sont exécutées séquentiellement, une fois par cycle de la CPU.
- **Sous-programmes (SBR_i)** : un sous-programme est un ensemble facultatif d'opération située dans un bloc distinct et qui sont exécutées uniquement lorsque le programme principal l'appelle.
- **Programmes d'interruption (INT_i)** : un programme d'interruption est un ensemble facultatif d'opérations situées dans un bloc distinct sont exécutées uniquement lorsqu'une interruption se produit.

XIII. Table mnémonique

- **Entrées automate**

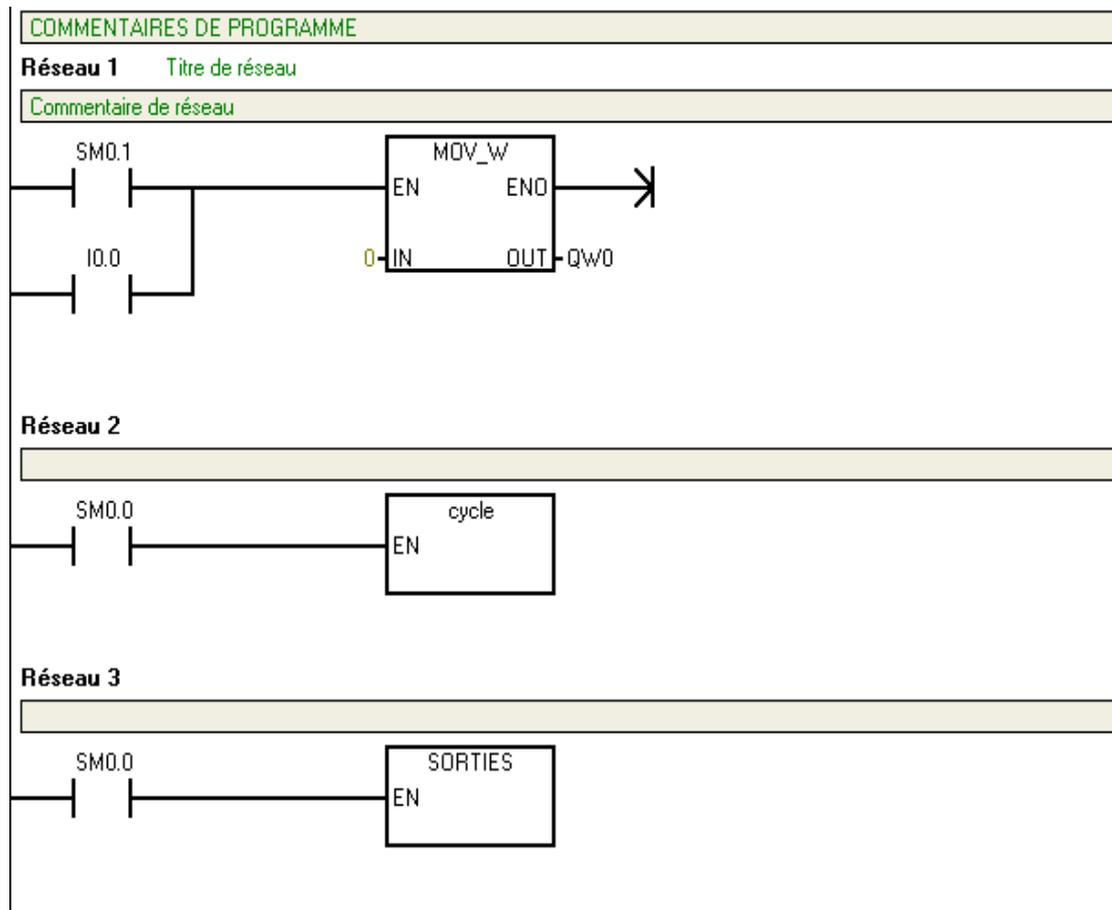
Adresse	Type de données	Commentaire
I0.0	Bool	Bouton poussoir de mis en marche
I0.1	Bool	Bouton poussoir arrêt
I0.2	Bool	Bouton poussoir arrêt urgence
I0.3	Bool	Présence de pression (pressostat)
I0.4	Bool	Formage coupe arrière (S1).
I0.5	Bool	Formage coupe intermédiaire (S3).
I0.6	Bool	Formage coupe avant (S2).
I0.7	Bool	Avance papier avant (S4).
I1.0	Bool	Avance papier arrière (S5).
I1.1	Bool	Enchâssement bas (S7).
I1.2	Bool	Enchâssement Intermédiaire (S8).
I1.3	Bool	Enchâssement Haut (S6).
I1.4	Bool	Indexage arrière (S9).
I1.5	Bool	Indexage avant (S10).
I1.6	Bool	Rotation avant (S11).
I1.7	Bool	Rotation arrière (S12).
I2.0	Bool	Encliquetage arrière (S13).
I2.1	Bool	Encliquetage avant (S14).

- **Entrées panels**

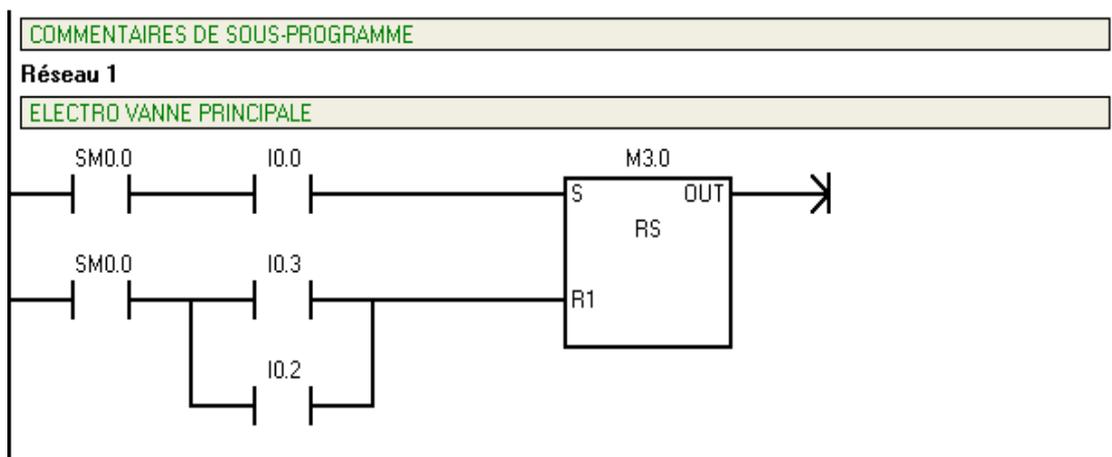
Adresse	Type de données	Commentaire
V0.0	Bool	Bouton poussoir avance.
V0.1	Bool	Bouton poussoir formage/ coupe.
V0.2	Bool	Bouton poussoir enchâssement.
V0.3	Bool	Bouton poussoir division au plateau.
V0.4	Bool	Commutateur mode manuel.
V0.5	Bool	Commutateur mode encoche.
V0.6	Bool	Commutateur mode automatique.
V1.0	Bool	Bouton poussoir START.
V1.1	Bool	Bouton poussoir STOP.
VW0	Word	Compteur.

XIV. Programme proposé pour la machine

- **Un programme principal :** qui se trouve dans le bloc d'organisation OB1 comme il est dans la figure suivante.

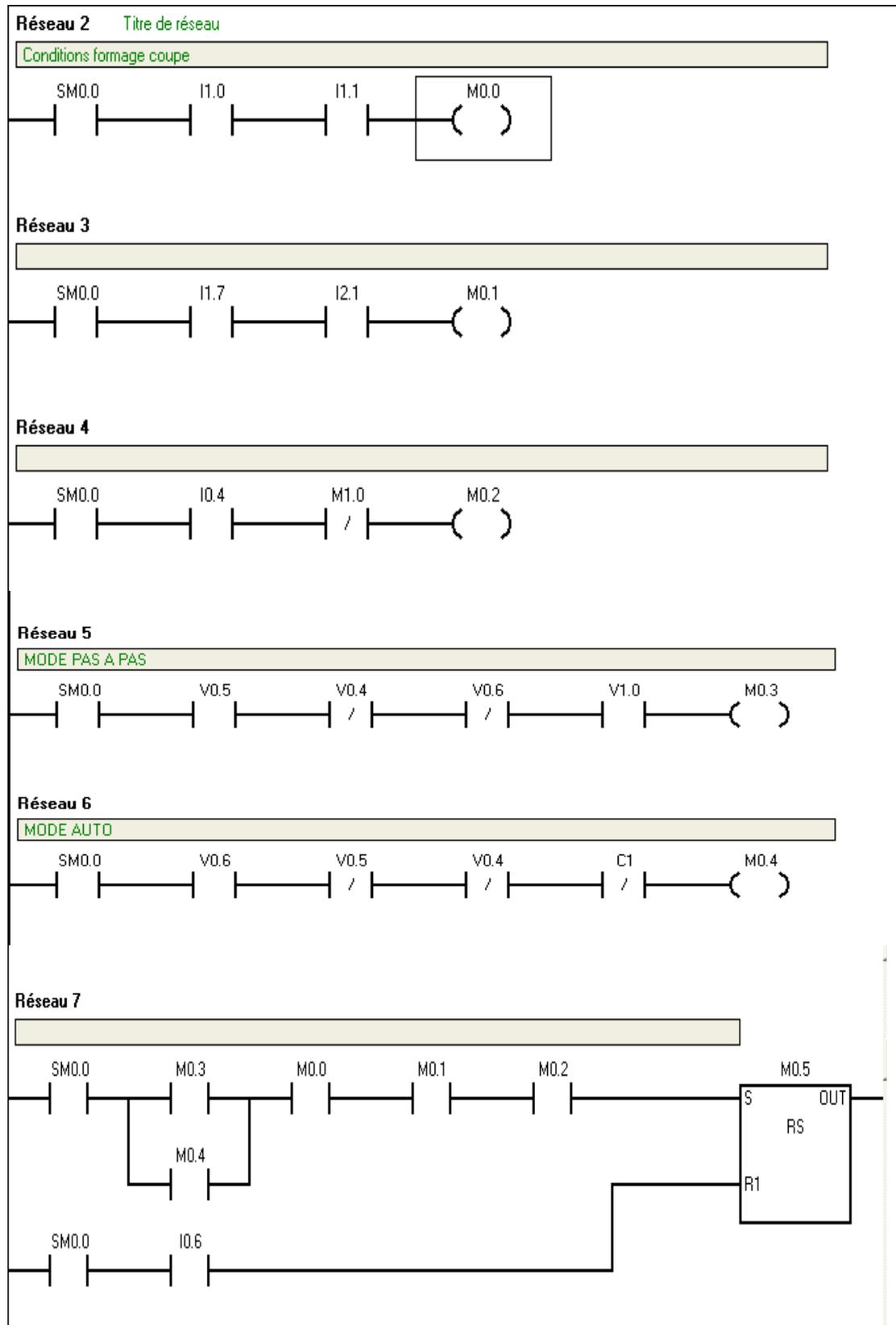


- **Programmes cycle :** c'est un sous programme qui exécute les différentes opérations de la machine et celle du compteur.

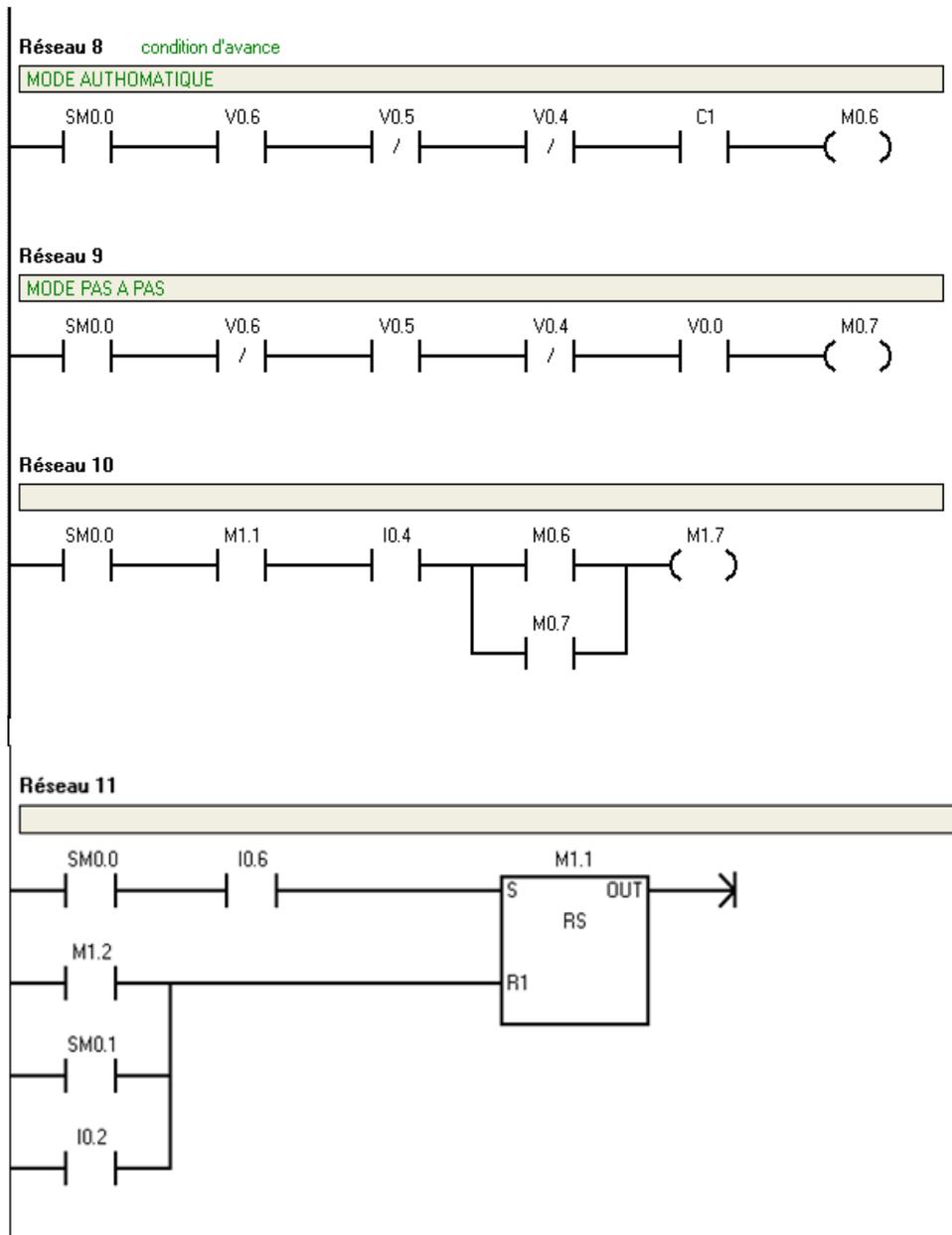


- On donne à chaque schéma de logique câblée de la machine le programme réalisé en logique programmée.

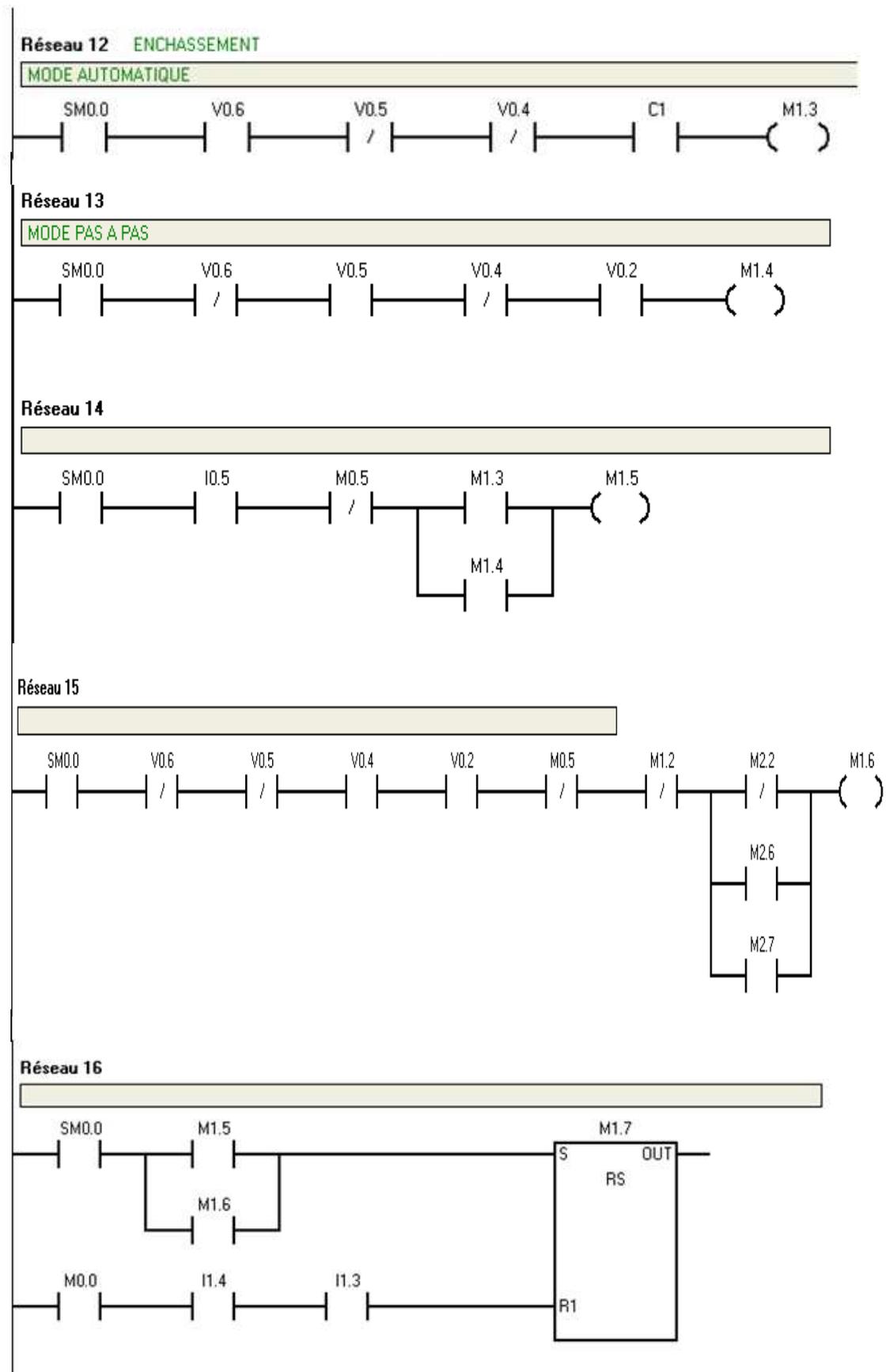
Former-Couper de la gaine isolante



Avance papier isolant

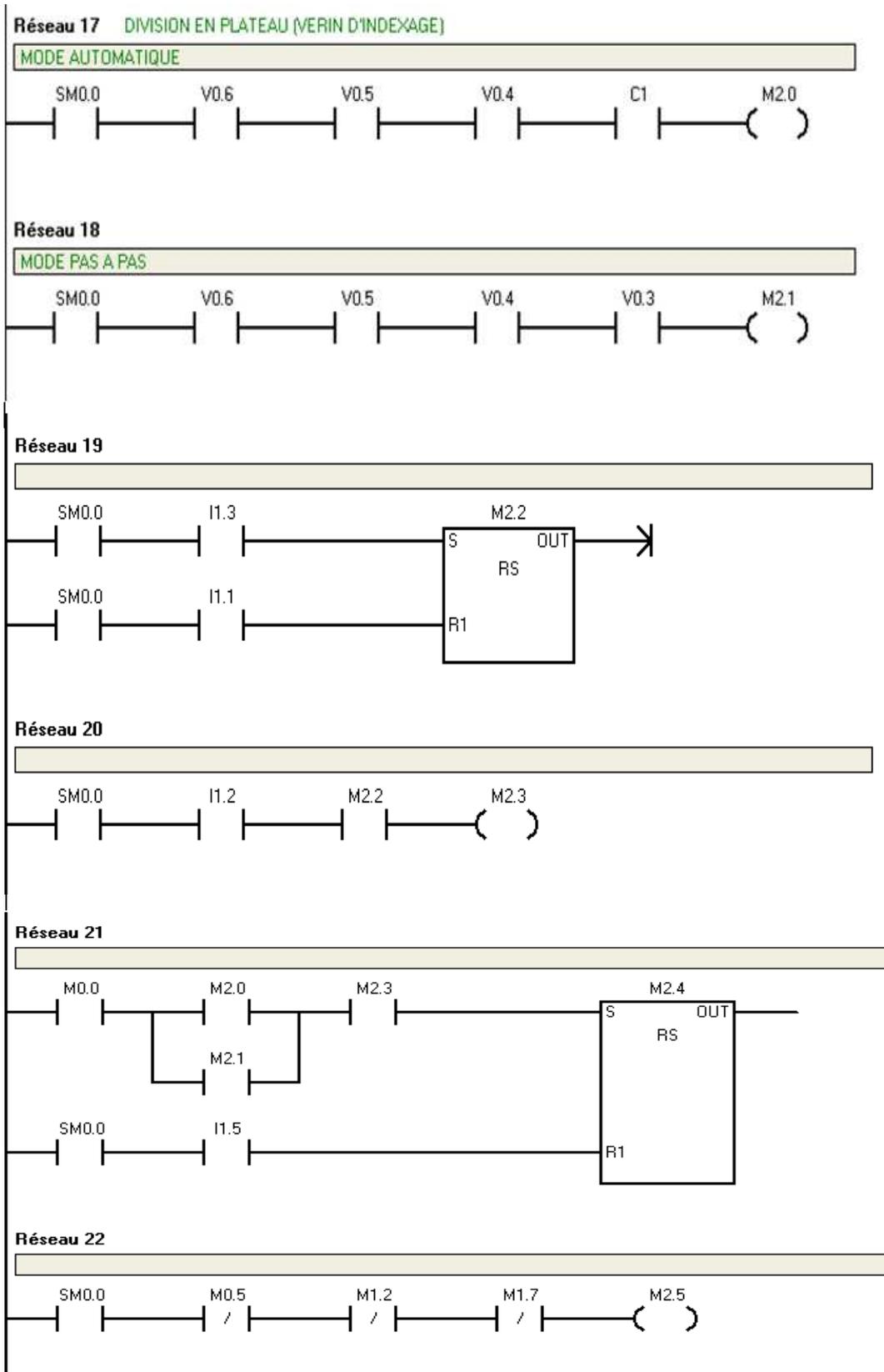


Enchâssement de la gaine isolante dans l'encoche de stator

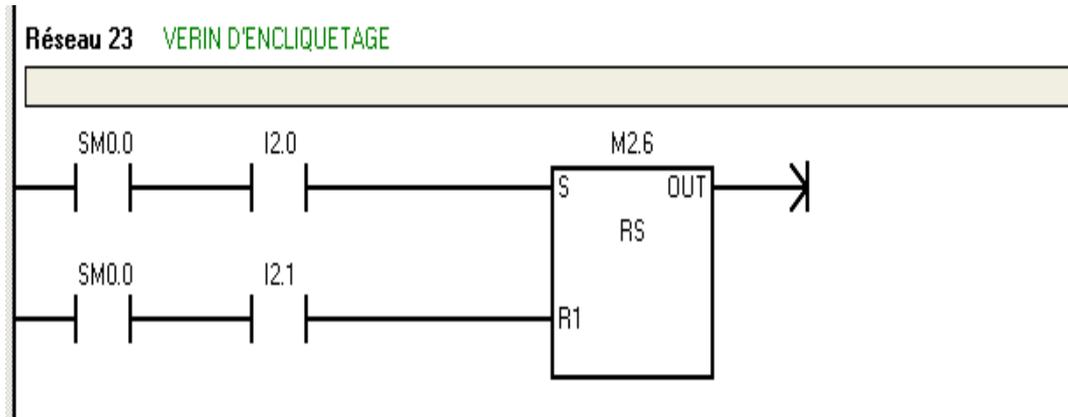


Division au plateau

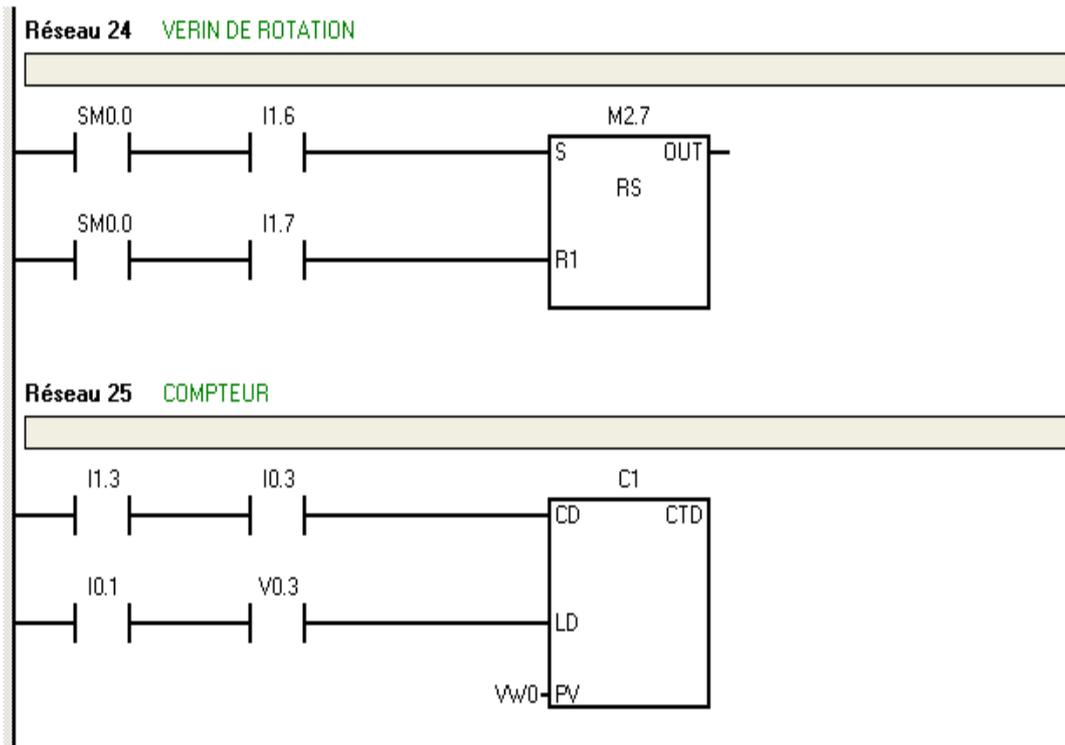
- Vérin d'indexage



- **Vérin d'encliquetage**

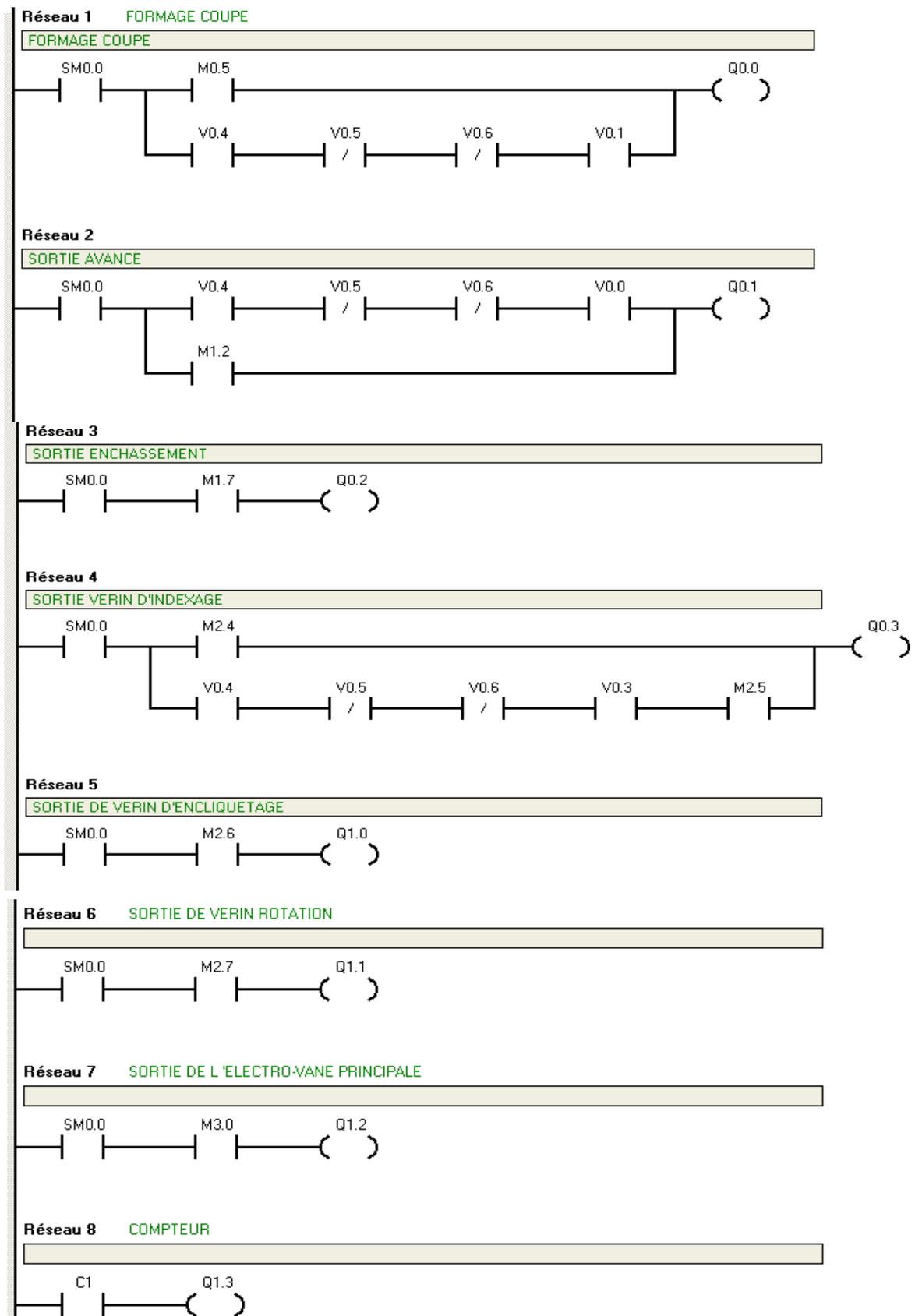


Vérin de rotation de disque diviseur



- **Programmes des sorties**

Sou programme qui prend e de programme des différentes opérations de la machine et celle du compteur.



XV. Conclusion

L'automate programmable industriel S7-200 a été choisi comme solution adéquat et facile à adapter aux conditions de fonctionnement de la machine, et d'élaborer un programme de contrôle pour la machine à introduire le papier isolant dans le stator de moteur.

Dans un souci de développement des vues de contrôle à la machine, nous avons opté pour la programmation structurelle afin d'avoir une meilleure flexibilité entre les deux plates formes.

XVI. Développement des vues de contrôle pour la machine

Le monde industriel est constamment contraint d'améliorer le rendement et accroître la rentabilité toute en assurant une sécurité et une fiabilité très élevée. Les outils de visualisation en temps réel mettent à disposition des informations permettant de prendre plus rapidement des décisions sur le procédé et sur les choix stratégiques à effectuer, de réagir plus rapidement aux situations inattendues et d'interagir de façon plus intuitive avec les procédés et les machines.

Pour faciliter la commande du processus, on a développé une solution qui permet aux opérateurs de piloter la machine à partir d'un écran tactile.

XVII. Procédure de programmation avec application

Les principes étape suivies pour créer notre application sous Win CC sont :

- Créer un projet vide.
- Sélectionner et installer l'API.
- Définir les variables dans l'éditeur stock de variable.
- Créer et éditer les vues (Vue d'accueil, vue des boutons de pupitre de commande).
- Paramétrer les propriétés de Win CC runtime.
- Activer les vues dans le Win CC runtime.
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

XVIII. Les vues de la machine

On présentera les vues que nous avons réalisées avec le Win CC flexible, et pupitre de commande de la machine :

XIII.1 Première vue

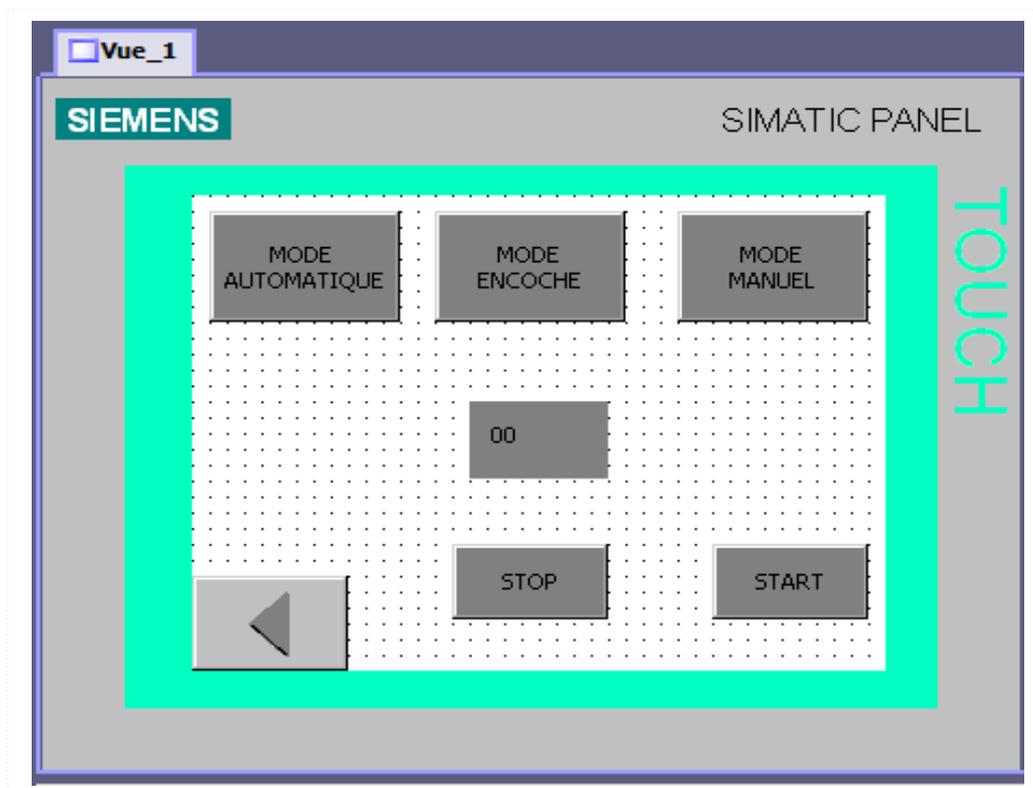


Figure IV-4 : Pupitre de commande de la machine vue1.

- On cliquant sur le compteur on va voir une fenêtre qui nous affiche un clavier d'où on fait entrée la valeur prédéfini des encoches désirées pour l'opération d'isolement, comme le montre la figure suivante :

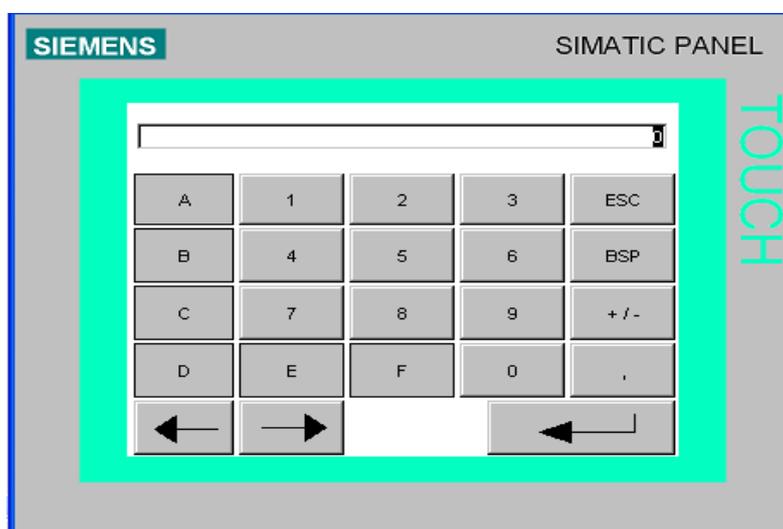


Figure IV-5: Clavier numérique virtuel.

XIII.2 Deuxième vue

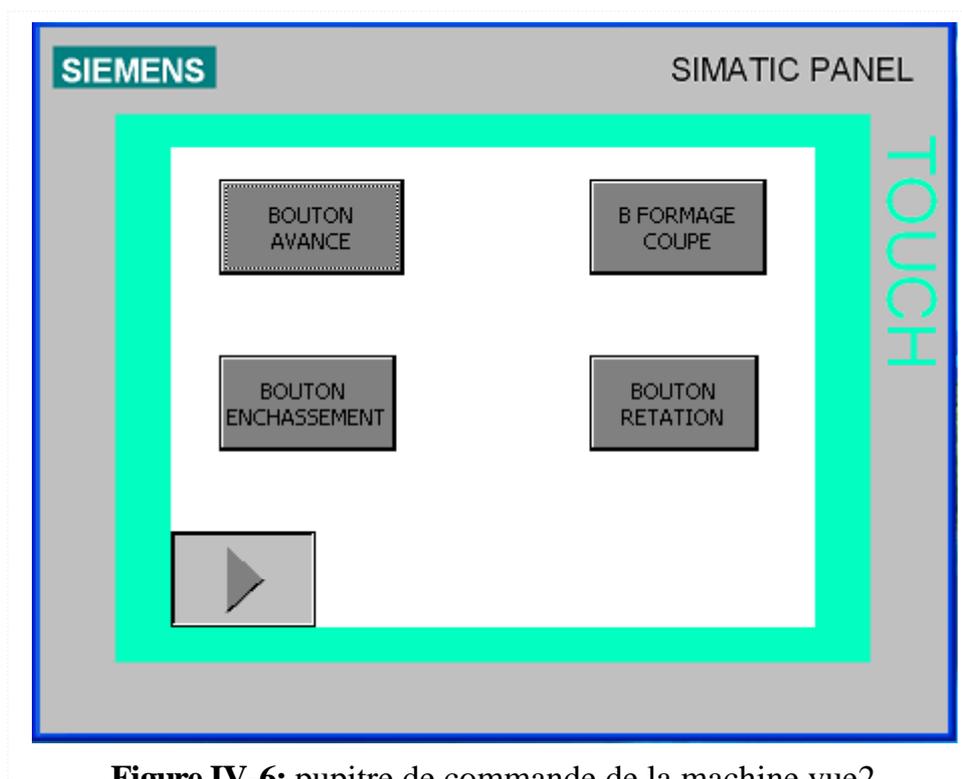


Figure IV-6: pupitre de commande de la machine vue2.

- Dans cette fenêtre on trouve les différents boutons poussoir qui assure le fonctionnement en mode manuel de la machine, et un bouton qui permet de basculer vers la vue précédente.

XIX. Gestion des utilisateurs

La modification de ces paramètres est protégée par un mot de passe. Aussitôt qu'on essaye de modifier les paramètres de configuration, une nouvelle boîte de dialogue s'affiche demandant une identification de l'utilisateur.



Figure IV-7: Boîte de dialogue d'identification utilisateur.

Un clavier virtuel s'affiche au même temps que la fenêtre d'identification, pour permettre la saisie du nom d'utilisateur et de son mot de passe :



Figure IV-8 : Clavier virtuel.

XX. Configuration d'une liaison STEP7 MICRO/WIN –Win CC

Pour qu'il y ait un échange d'informations entre STEP7 MICRO/WIN et Win CC, il faut configurer une liaison qui permettra de communiquer entre eux.

Pour la configuration d'une liaison sous Win CC, il faut cliquer sur LIAISON dans le menu du projet développé et créer une connexion entre ce dernier et STEP7-MICRO/WIN comme montre la figure ci-dessous :

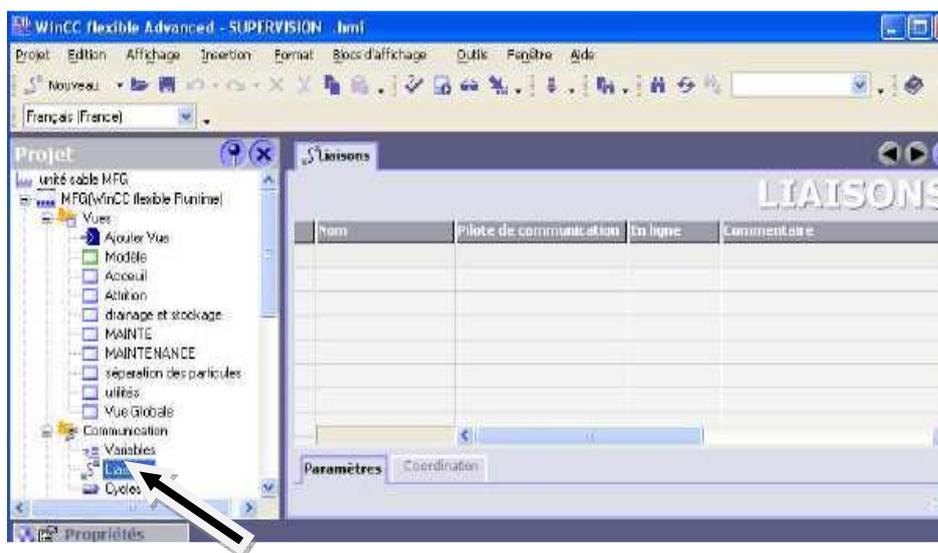


Figure IV-9: Configuration d'une liaison sous Win CC.

Après avoir assigné un nom à la nouvelle liaison créée, on opte pour un protocole de communication grâce au menu déroulant pilote de communication qui offre la possibilité de choisir parmi 18 liaisons selon l'objectif voulu, à savoir : connexion à internet ou connexion avec un automate (dans ce cas il faut choisir selon la gamme de l'automate le protocole de communication). Ceci est montré à la figure ci-dessous :

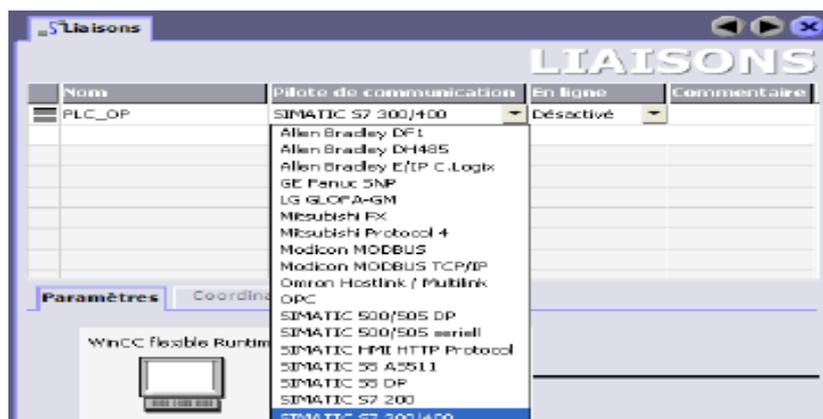


Figure IV-10: détermination d'un pilote de communication.

Dans notre cas, on choisie SIMATIC S7 200 en raison de l'automate dont on dispose. Ce pilote nous offre la possibilité de choisir entre deux interfaces de communication à savoir Ethernet et MPI comme indiqué à la figure ci-dessous :

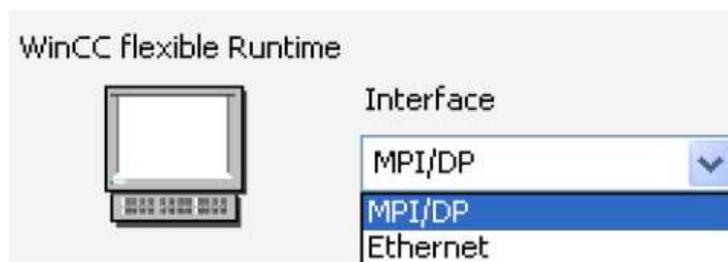


Figure IV-11 : choix de l'interface de communication.

- **Ethernet** : un réseau très utilisé en industrie qui offre la possibilité de communiquer entre différents équipements notamment entre les automates programmables.

- **MPI/DP** : MPI « Interface Multipoints » un sous-réseau permettant de connecter la station de supervision à l'automate programmable par un câble MPI.
- **DP** : une périphérie décentralisée désigne un réseau maître constitué d'un maître de périphérie décentralisé et d'esclaves de périphérie décentralisés reliés par un câble de bus et communiquant entre eux via un protocole.

Après définition du protocole de communication, on définit les adresses soit 1 pour la station de supervision et soit 2 pour celle de programmation, ce qui termine l'opération de configuration de la liaison sous Win CC. Elle est telle que représentée ci-dessous :

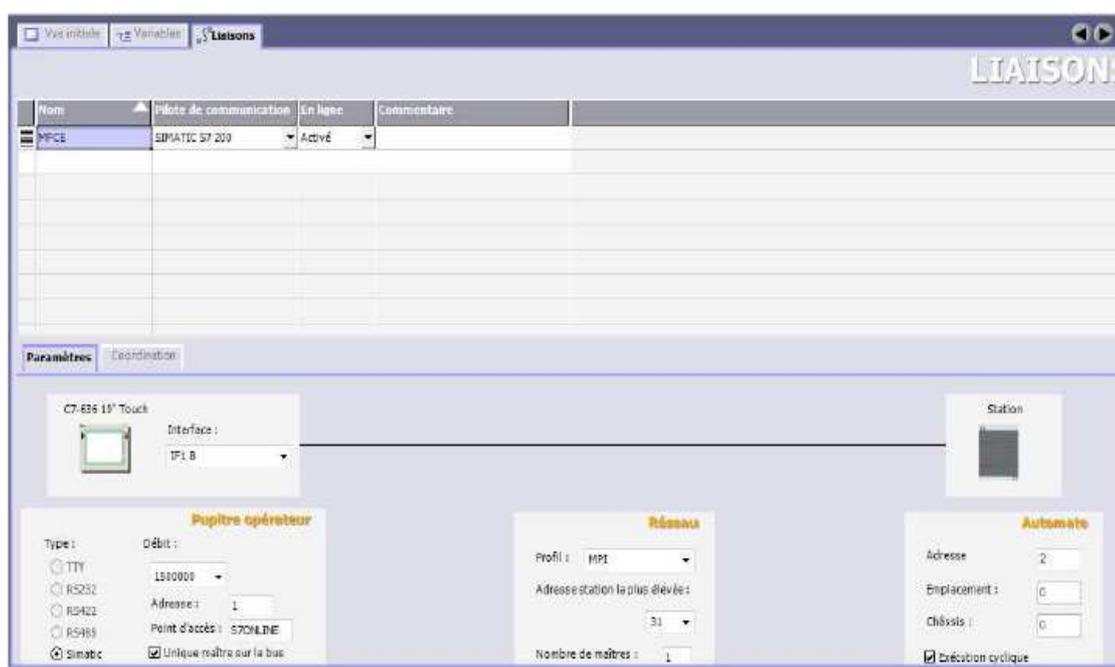
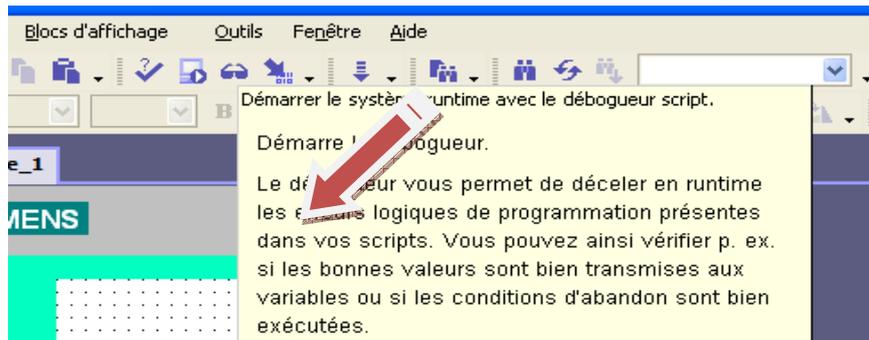


Figure IV-12: la configuration finale de la liaison.

XXI. Fonctionnement

Pour vérifier le fonctionnement du pupitre de commande, on a tester le travail avec runtime simulator dont on vérifie s'il n'y a pas des erreurs qui apparait. Dans notre cas on clique sur une flèche qui se trouve sur le menu de Win CC flexible :



Après avoir appuyé sur la flèche les deux fenêtré suivantes apparaissent :

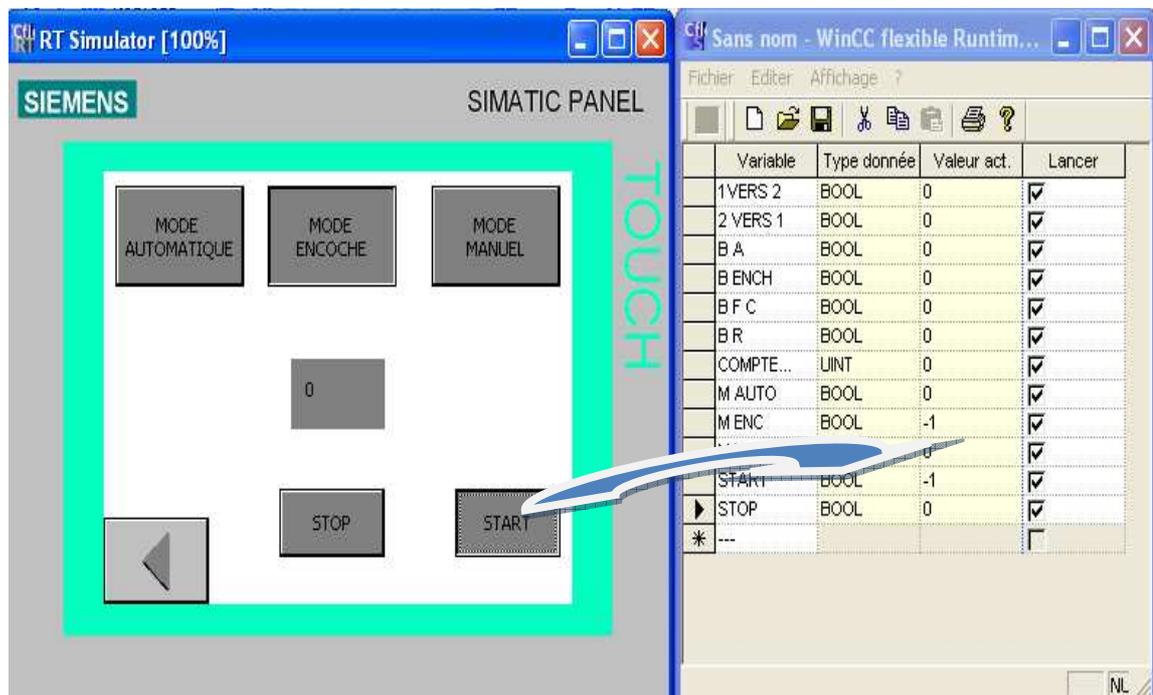


Figure IV-13: simulation avec runtime simulator.

Lorsqu'un bouton est enclenché sur le pupitre de commande en remarque la valeur actionnée devient un 1, comme le montre la flèche sur la figure si dessus.

XXII. Conclusion

Dans ce dernier chapitre on a programmée la machine avec le Step7/Micro-Win à partir de la logique câblée, et on a introduire des vues de contrôle, ou nous avons élaboré sous le logiciel Win CC les vues qui permettent de contrôlé et commandé la machine à introduire le papier isolants dans le stator du moteur.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'étude des systèmes automatisés de production.

Le travail réalisé s'avéré très intéressant et très enrichissant pour notre expériences professionnelles. En effet notre formation s'inscrit précisément dans ce secteur « les Automates programmables Industriels ».

Le but de ce mémoire de fin d'étude n'est pas de faire uniquement une présentation exhaustive de tous les aspects techniques que nous avons pu apprendre ou approfondir, mais aussi de manière synthétique et claire, de faire un tour d'horizon, des aspects techniques et humains aux quels nous avons été confronter.

A travers ce travail, nous avons utilisé l'outil de modélisation **GRAFCET** qui nous a facilités le passage à la transcription de ce modèle en langage **STEP7** et l'élaboration d'une solution programmable pour la machine. Nous avons touchés aussi à l'élaboration d'une solution de contrôle dont le but est d'introduire un écran tactile de commande moderne de la gamme SIEMENS.

En fin, nous souhaitons que ce travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.

Bibliographie

Ouvrage :

- (1).Christian MERLAND, Jaques Perrin, Jean-Paul TRICHARD « Automatique et informatique industriel » Edition DUNOD 1995.
- (2). « Du GRAFCET aux réseaux de pétri » Deuxième édition revue et augmentée. RENE DAVID. HASSANE ALIA 1993.
- (3).J-M BLEUX, J-L FANCHON, « Automatismes Industriels »1998.
- (4).NF C 03-190. Diagramme fonctionnel GRAFCET pour la description des systèmes logiques de commande. Union Technique de l'Electricité, 1995.
- (5).Norme CEI 1131-3. Automates programmables - Partie 3 : Langages de programmation. Commission électrotechnique internationale, 1993.
- (6).Norme CEI 848. Etablissement des diagrammes fonctionnels pour systèmes de commande. Commission électrotechnique internationale, 1988.

Mémoire :

- (1).LAIDI Abedallah, OUANOUCHE Ourida, TALEM Hand « L'adaptation d'un automate programmable S7-300 à une machine à souder », département d'automatique, 2008/2009.
- (2).KESSI Samia, BENAKEZOUH Yamina «Étude de l'automatisation d'une machine à garnir les encoches de stator », département d'automatique, 2003/2004.

Sites Web:

- (1). <http://www.siemens.com>
- (2). <http://www.fao.org>