

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études
Présenté en vue de l'obtention
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Option : Contrôle

Thème:

***ÉTUDE TECHNOLOGIQUE ET ADAPTATION
D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE POUR UNE
AFFUTEUSE « KLINGLENBERG »***

Proposé par:
Mr TEBANI SMAIL

Présenté par :
M^{elle} NEDIL SABIHA
M^{elle} SADI ZOHRA

Dirigé par :
M^{me} SADOUNE NAIMA

Année universitaire 2008/2009
Soutenu le : 30/06/2009

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, nous tenons à exprimer nos reconnaissances, nos gratitude et notre vifs remerciements à notre promotrice « M^{me} SADOUNE » qui à acceptée de nous encadrer et de nous orienter tout au long de ce mémoire.

Nous remercions aussi notre co-promoteur « Mr TIBANI SMAIL » sans oublier « Mr MADANI » pour nous avoir apporté leurs connaissances et un soutien permanant dans notre stage.

Nous tenons également à remercier tous les travailleurs de l'SNVI, qui nous ont informés avec beaucoup de gentillesse et de patience.

Nous exprimons aussi nos remerciements aux membres de jury qui nous feront honneur de jurer notre travail.

Enfin, de remercier vivement tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

ZOHRA et SABIHA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers grand parents que dieu les protèges,

Mes très chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus,

Mes très chères sœurs Saloua et son mari Khider, Naima, son mari Mourad et leur princesse Melissa, Rachida, son mari Hacene et leurs enfants Ouali, Lydia et mon adorable Sarah,

Mes très chers frères Momoh, Abed-Arhmane et sa femme Sadjia et Farid, sa femme Lynda et leur petit ange Lotfi,

Mon cousin Madjid et sa femme Ouardia,

Ma tante Chafia et son fils Mounir,

Mes amies, Hafida, Samira, Sarah, Lynda, Siham, Nadjia, Karima,

Mes amis Ali, Sofiane, mouh, blaïd, et tous mes amis (es) d'électronique

Mon amie et binôme Zohra et sa famille,

Sabiha

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus,

Mes très chers frères Karim, Aziz et Rabah,

Mes très chers sœurs Farida, Nouara, Ourida, Ghanima, Zina et son mari et le petit RAYAN,

Ma grand-mère paternelle,

Mes oncles et leurs familles,

Mes tantes et leurs familles,

Mon amie et binôme SABHA et sa famille,

Tous mes amis (es) d'électronique & de la faculté gén- électrique,

Mes amis (es),

Je dédie aussi ce travail à la mémoire de mon cher oncle « MOHAMED », à la mémoire de mes grands pères et à la mémoire de ma grand-mère maternel.

Zohra

SOMMAIRE

PRESENTATION DE L'UNITE

INTRODUCTION GENERALE.....1

Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LES AUTOMATISMES

INTRODUCTION.....2

I. STRUCTURE D'UN AUTOMATISME2

I.1/ Partie opérative.....2

I.2/ Partie commande.....2

I.3/ Le pupitre.....2

II. LES PRINCIPAUX ELEMENTS D'UN AUTOMATISME.....3

II.1/ Les capteurs.....3

a. Définition.....3

b. Les capteurs de proximité inductifs.....3

c. Les capteurs de fin de course.....4

II.2/ Les prés actionneurs.....5

Les contacteurs

Les sectionneurs

a. Les distributeurs.....7

II.3/ Les actionneurs.....8

II.3.1) Les vérins.....8

a. Les vérins simples effet.....9

b. Les vérins doubles effet.....9

<i>II.3.2) Les moteurs.....</i>	<i>10</i>
<i>a. Moteur asynchrone triphasé.....</i>	<i>10</i>
<i>b. Moteur hydraulique.....</i>	<i>11</i>
<i> Modèle fonctionnel du moteur hydraulique</i>	<i>11</i>
<i>Remarque.....</i>	<i>11</i>
<i>CONCLUSION.....</i>	<i>12</i>

Chapitre II : ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LA MACHINE

<i>INTRODUCTION.....</i>	<i>13</i>
<i>I.LES DIVERSES PARTIES DE L’AFFÛTEUSE.....</i>	<i>13</i>
<i>1.1. Partie mécanique.....</i>	<i>13</i>
• <i>Le diviseur.....</i>	<i>13</i>
• <i>La butée.....</i>	<i>13</i>
• <i>Broche porte meule.....</i>	<i>13</i>
• <i>Broche porte pièce.....</i>	<i>13</i>
• <i>Capot plexiglas.....</i>	<i>13</i>
• <i>Volants.....</i>	<i>13</i>
<i>1.2. Partie hydraulique.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.a) Réservoir d’huile.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.b) Indicateur de niveau.....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.c) pompe.....</i>	<i>17</i>
• <i>Fonctionnement de la pompe hydraulique.....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.d) Filtre.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2.e) Valve régulatrice de débit.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2.f) Manomètre.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2.g) Soupape de retenue ou clapet anti retour.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2.h) Régulateur de pression.....</i>	<i>19</i>

1.2.i) Distributeurs.....	19
1.2.j) Tableau récapitulatif des différents rôles et nature des vérins de l'affûteuse.....	20
1.3. Partie électrique.....	20
1.3.a) Électrovannes.....	20
• Tableau récapitulatif des différents rôles des électrovannes de l'affûteuse.....	21
1.3.b) Les moteurs.....	21
• Tableau récapitulatif des caractéristiques des divers moteurs asynchrones triphasés de l'affûteuse.....	22
1.3.c) Tableau récapitulatif des contacteurs utilisés.....	23
1.3.d) Tableau récapitulatif des différents capteurs utilisés.....	24
1.3.e) Le tableau de commande (pupitre).....	24
II.DESCRPTION DU FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE.....	27
• L'alimentation.....	27
• Fixation et serrage de la pièce.....	27
• Réglage de la butée.....	27
• Réglage des compteurs.....	27
• Choix de diviseur.....	28
• Avance du chariot porte meule.....	28
• Réglage de la meule sur la profondeur de goujure.....	28
• Affûtage avec approche manuelle.....	29
• Étincelage de finition.....	29
• Départ cycle automatique.....	30
CONCLUSION.....	32

Chapitre III : MODELISATION DU FONCTIONNEMENT PAR L'OUTIL GRAFCET

<i>INTRODUCTION</i>	33
<i>I.DEFINITION</i>	33
<i>II.NIVEAUX D'UN GRAFCET</i>	34
<i>II.1) Niveau1</i>	34
<i>II. 2) Niveau2</i>	34
<i>III.ASPECT STRUCTUREL DU GRAFCET</i>	35
<i>III. a.1) Les étapes</i>	35
<i>III .a.2) L'étape initiale</i>	35
<i>III. b) Les transitions</i>	35
<i>III. c) Les liaisons</i>	36
<i>III. d) Les actions</i>	37
• <i>Action continue et action conditionnelle</i>	37
• <i>Action temporisée</i>	37
• <i>Action maintenue et action mémorisée</i>	37
<i>III. e) Réceptivités</i>	38
<i>IV. LES REGLES D'EVOLUTION DU GRAFCET</i>	38
➤ <i>Règle 1 : Relative à la situation initiale de la partie commande</i> ...38	
➤ <i>Règle 2 : Relative au franchissement d'une transition</i>39	
➤ <i>Règle 3 : Relative à l'évolution de la partie commande</i>39	
<i>Remarque</i>	39
➤ <i>Règle 4 : Relative aux évolutions simultanées</i>39	
➤ <i>Règle 5 : Relative à l'activation et la désactivation simultanée d'une même étape</i>	40

V. LES REGLES DE CONSTRUCTION D'UN GRAFCET	40
• La macro étape.....	41
• La séquence répétée.....	42
GRAFCET NIVEAU I	43
GRAFCET NIVEAU II	44
COCLUSION.....	42

Chapitre IV: ETUDE DE L'AUTOMATE S7-300

Introduction.....	45
I. CONSIDERATION GENERALES.....	45
II. GENERALITES SUR LES AUTOMATES PROGRAMMABLES	
INDUSTRIELS (API)	46
II. 1) Définition.....	46
II. 2) Architecture d'un API.....	46
II. 2. 1) Le micro processeur.....	47
II. 2. 2) La zone mémoire.....	47
• Durant la phase d'exploitation.....	48
• Durant la phase d'étude et de mise au point du programmable	
.....	48
II. 2. 3) Les entrée / sorties.....	48
II. 3) Principe de fonctionnement.....	49
II. 4) Fonctions réalisées.....	49
III) CHOIX DE L'AUTOMATE PROGRAMMABLE.....	50
IV) ETUDE DE L'AUTOMATE S7-300.....	50
IV. 1) Les modules de S7-300.....	51
IV. 1. 1/ Module d'alimentation (PS)	52
IV. 1. 2/ Module unité centrale.....	53
❖ Signalisation d'état (1)	54

❖ Commutateur de mode (2)	55
• Caractéristiques technique de la CPU 314.....	55
IV.1 .3/ Modules de couplages (IM)	55
IV. 1.4/ Modules de signaux (SM)	56
IV. 1. 4. 1/ Modules d'entrées/ sorties TOR.....	56
IV. 1. 4. 2/ Modules d'entées/ sorties analogiques.....	56
IV. 1. 5/ Modules de fonction.....	57
IV. 1. 6/ Châssis d'extension (Racks)	57
IV. 2. Raccordement avec console de programmation.....	57
CONCLUSION.....	58

Chapitre V : LANGAGE DE PROGRAMMATION STEP7 ET LA SIMULATION AVEC S7-PLCSIM

INTRODUCTION.....	59
I. CREATION D'UNE SOLUTION D'AUTOMATISATION DANS STEP7.....	59
Remarque.....	60
I.1 / Création du projet.....	60
Étape 1.....	61
Étape 2	62
II. CONFIGURATION DU MATERIEL (HARDWARE CONFIGURATION)	63
II.1 /Configuration.....	63
II.2 / Paramétrage.....	64
II.3/Adressage.....	64

II.4/ Affectation des mnémoniques (adressage symbolique).....	65
III.PROGRAMMATION DE FONCTIONNEMENT (SOFTWARE CONFIG)...	
.....	65
.	
III.1/ Les langages de programmation	66
III.1.a) Langage LIST.....	66
III.1.b) Langage logigramme (LOG).....	66
III.1.c) Langage contacte (CONT).....	67
A. La fonction "OU"	67
B. La fonction "ET"	67
III.2/ Activation et désactivation d'une variable de sortie (set / reset).....	68
III.3/ Opération de temporisation.....	68
III.3.a) Description de l'opération « S_EVERZ ».....	68
III.4/ STRUCTURATION DU PROGRAMME UTILISATEUR.....	69
III.5/ Les blocs de STEP7 de la CPU 314.....	70
III.5.1) Bloc d'organisation (OB).....	70
a. Bloc d'organisation "OB1" (programme cyclique).....	70
b. Bloc d'organisation "OB100" (Mise en route).....	70
c. Bloc d'alarme "OB40" (Alarme processus).....	70
III.5.2) BLOCS FONCTIONNELS.....	71
a. Bloc fonctionnel (FB).....	71
b. Bloc fonctionnel système (SFB).....	71
III.5.3) Les blocs de données globaux (DB).....	71
III.5.4) Les fonctions (FC).....	72
III.5.5) La fonction système (SFC).....	72
IV. TEST ET SIMULATION DU PROGRAMME.....	72
IV.1/ SIMULATION AVEC LE LOGICIEL S7-PLCSIM.....	73
IV.1.a) États de fonctionnement de la CPU.....	73

• États de marche (RUN-P).....	73
• États d'arrêt(STOP).....	74
IV.1.b) Effacement général de la CPU.....	74
IV.2/ Mise en route du logiciel S7-PLCSIM.....	74
IV.3/ Visualisation d'état du programme.....	75
Conclusion.....	77
COCLUSION GENERALE.....	78
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

PRESENTATION DE LA SOCIETE

Pour répondre aux besoins d'intégration de la métropole française, BERLIET entreprend en juin 1957 à la construction d'une usine de poids lourds dans la zone industrielle de ROUIBA sise à 30 km à l'est d'ALGER.

Par suite de la série de nationalisations des entreprises, en 1967, BERLIET ALGERIE a devenue SONACOME (Société Nationale de Constructions Mécaniques). En fin, le schéma de reconstruction de la SONACOME retenu a donné naissance à 11 entreprises nouvelles, dont la SNVI (Société Nationale de Véhicules Industriels) en 12 Décembre 1981 sous le décret n° 81/48.

La superficie de cet ensemble industriel s'étend sur 260 Hectares dont 30 sont couverts.

Les missions de la SNVI sont de fabriquer, distribuer, maintenir et exporter des véhicules industriels. Actuellement la SNVI ROUIBA se compose de 3 unités qui sont : la DVI ; la Carrosserie, la Fonderie ainsi que la Carrosserie de Tiaret (Annexe).

La DVI (Division Véhicules Industriels) est l'une des plus importantes unités de la société, elle se compose de :

- Direction des Fabrications.
- Bâtiment Mécanique.
- Bâtiment Forgeage.
- Tôlerie –Emboutissage.
- Bâtiment de Montage Autobus.
- Bâtiment de Montage Camions.
- Département de Gestion Industrielle.

On a effectué notre stage au niveau du Secteur Affûtage qui fait partie du Bâtiment Mécanique.

Aujourd'hui, la survie de notre économie dépend de ses capacités compétitives et concurrentielles, vu le contexte actuel relative à la mondialisation et à l'économie du marché.

Les entreprises doivent impérativement rénover leurs systèmes de production, afin d'éviter leurs disparitions.

Cette amélioration se traduit par une meilleure productivité sur le plan de la qualité et sur le plan des coûts de leurs produits.

Pour répondre à de telles exigences, l'automate est la solution la plus adaptée, apparue il y a seulement quelque dizaine d'années. La commande par automate impose actuellement sa technologie dans le mode de l'usinage.

L'apparition des API (Automate Programmable Industriel) a permis le développement des systèmes de productions en réduisant l'encombrement de systèmes de commande, le temps de diagnostic des pannes et leur élimination tout en augmentant la sécurité de l'environnement du travail et la flexibilité du système de production.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, les responsables de la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) nous ont chargé de faire une étude en vue de la modernisation de la commande d'une affûteuse "KLINGELNBERG" en passant de la technologie câblée à base de relais à contacts à une technologie programmée en faisant appel à un automate programmable industriel (API), afin de faire face aux pannes fréquentes causées par la commande câblée qui interrompent le fonctionnement de la machine.

Pour ce faire, nous avons élaboré le plan de travail suivant :

- Le premier chapitre illustre les généralités sur les automatismes.
- Dans le deuxième chapitre nous présentons l'étude technologique de la machine.
- Le troisième chapitre est réservé à la modélisation de la machine en faisant appel à l'outil de modélisation GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande Étapes-Transitions).
- Le quatrième chapitre est consacré à l'étude de l'automate S7-300.
- Dans le cinquième chapitre nous donnons une présentation du logiciel de programmation step7 et de même pour le simulateur PLCsim.

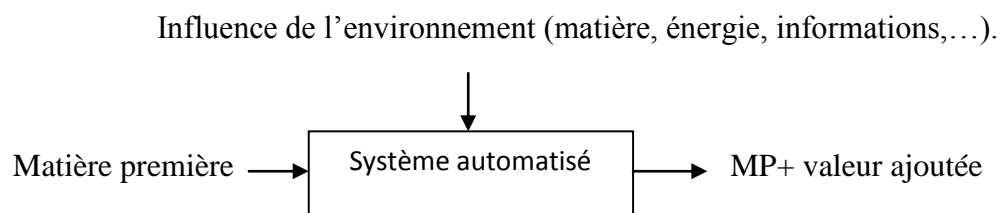
Et enfin, nous terminons par une conclusion générale.

Introduction :

On dit qu'un système automatisé, si les décisions et les actions qui permettent la transition d'un état initial à un état final, sont faites par l'intervention humaine et que le fonctionnement soit répété. Ces actions forment un ou plusieurs cycles au même temps.

On définit la fonction d'un automate comme étant la relation qui transforme la matière de son état initial à l'état final, dont la valeur ajoutée est le changement donné à la matière première entre l'entrée et la sortie de l'automatisme.

Le but d'un automate industriel est de donner une valeur ajoutée à partir de la matière première, sa relation avec le milieu est définie par les flux (matière, énergie, information,...).



I. Structure d'un automate :

I.1/ Partie opérative : Cette partie influe sur la matière première, dite aussi partie de puissance ou les actions qui sont sous forme des travaux successifs liés, viennent de s'exécuter après légalisation de la partie commande.

I.2/ Partie commande : C'est la partie qui donne les ordres à celle de puissance et reçoit des informations pour coordonner les actions.

I.3/ Le pupitre : Il permet à l'opérateur de fonctionner l'automatisme, en donnant les ordres à la parties commande (avec des boutons poussoirs...) et en retour, il reçoit des signaux (lumineux,...) de la commande.

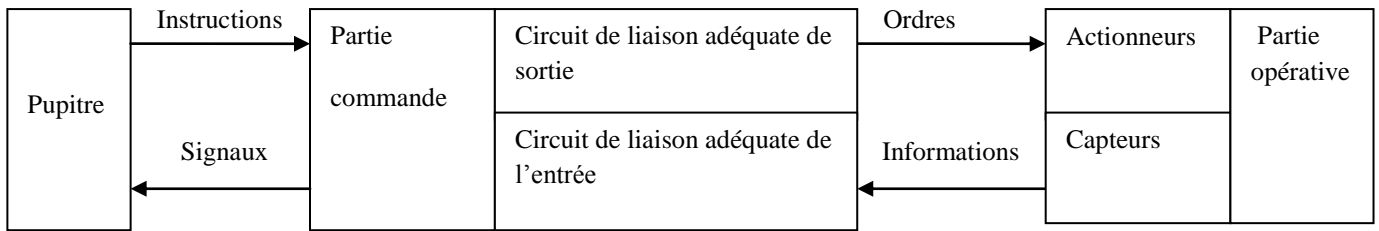


Figure (I.1) : Schéma de la structure d'un automate.

II. Les principaux éléments d'un automate :

II.1/ Les capteurs :

- a. Définition :** Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Ils ont pour rôle de prélever une information sur le comportement de la partie opérative et la transformer en une information exploitable par la partie commande.

On peut classer les capteurs selon trois critères:

1. En fonction de la grandeur mesurée; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.
2. En fonction du caractère de l'information délivrée; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.
3. En fonction de conception et principe de fonctionnement (capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques).

Dans l'étude de l'installation de l'affûteuse, les capteurs mis en œuvre sont en grandes parties des fins de course et des capteurs de proximité inductifs ; les informations délivrées par ceux-ci sont de nature TOR.

b. Les capteurs de proximité inductifs :

Ils permettent de signaler la présence d'un objet métallique. Ils sont composés essentiellement d'un oscillateur dont les bobinages constitue la face sensible, à l'avant de celle-ci est créé un champ magnétique.

Lorsqu'un écran métallique est placé dans ce champ, les courants induits constituent une charge additionnelle. Après mise en forme, un circuit de commutation délivre un signal de sortie équivalent à une fermeture ou à une ouverture de contacts suivant le modèle.

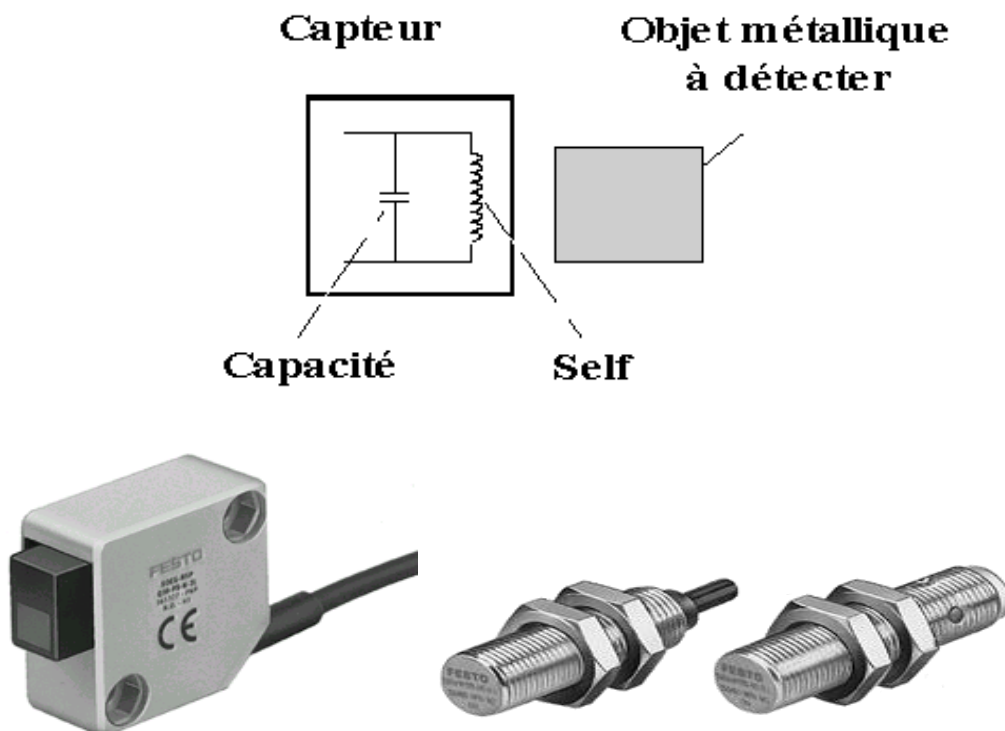


Figure (I.2) : Schémas d'un détecteur de proximité

c. Les capteurs de fin de course :

Ce sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information délivrée peut être électrique ou hydraulique

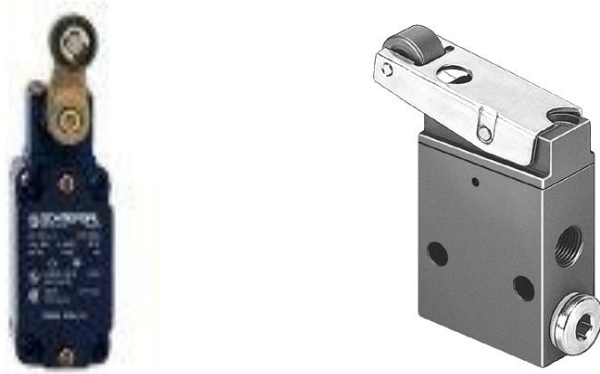


Figure (I.3) : Capteurs de fin de course

II.2/ Les prés actionneurs : Ce sont les éléments intermédiaires ; d'une part entre la commande et les actionneurs, de l'autre part entre la source d'alimentation et les actionneurs. Leur rôle est de gérer l'énergie.

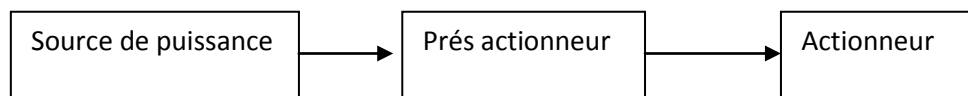


Figure (I.4) : Étage de puissance

a. Les contacteurs :

Un contacteur se compose d'une bobine et de contacts mobiles. Lorsque la bobine est alimentée en courant (ordre de la partie commande), l'armature est attirée et déplace les contacts en fermeture. Lorsque la tension aux bornes A1 et A2 est supprimée, les contacts retombent sous l'action du ressort.



Figure (I.5): Contacteur

On cite aussi les appareils de protection et de sécurités électriques suivants :

❖ **Les relais de protection thermique :**

Un relais thermique est donc un appareil de protection, il coupe le circuit de commande par l'intermédiaire de leurs contacts auxiliaires. En effet, les bilames (les deux lames du relais) détectent l'augmentation de chaleur et donnent l'information aux contacts auxiliaires de s'ouvrir. Ces contacts étant convenablement placés dans le circuit de commande, vont couper l'alimentation de la bobine du contacteur qui ouvre ses pôles de puissances et interrompre le passage de l'énergie électrique au travers du récepteur (les moteurs ...).

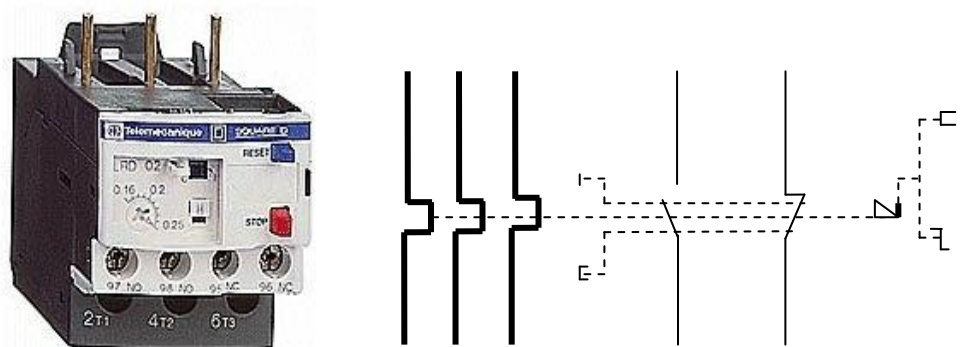


Figure (I.6) : les relais

❖ Les sectionneurs :

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion, capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant est nul ou pratiquement nul, afin d'isoler la partie de l'installation en aval de sectionneur.

Les contacts principaux permettent d'assurer le sectionnement de l'installation, c'est une fonction de sécurité obligatoire. Les contacts auxiliaires permettent de couper le circuit de commande des contacteurs avant l'ouverture des pôles de sectionneurs, ce qui évite la coupure en charge. De même à la mise sous tension, le circuit de commande n'est fermé qu'après la fermeture des pôles de sectionneur.



Figure (I.7) : le sectionneur.

a. Les distributeurs :

Un distributeur est un organe dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir du fluide comprimé et les vérins. Il existe des distributeurs hydrauliques commandés électriquement (par électrovannes), ou par pilotage hydraulique, ils sont utilisés pour la commande des vérins. Figure (I.8).

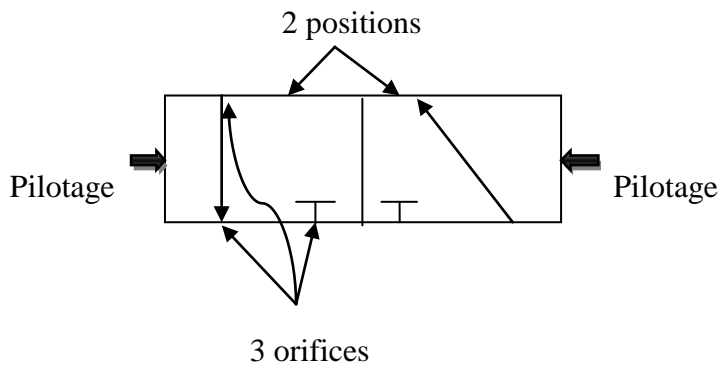


Figure (I.8) : Distributeur 3/2.

II.3/ Les actionneurs :

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

II.3.1) Les vérins :

Ce sont des actionneurs dont lesquels la pression de l'huile comprimée est transformée en travail mécanique. Pour leurs fonctionnements, on leur associe des prés-actionneurs dits « distributeurs » comme le montre la figure (I.9).

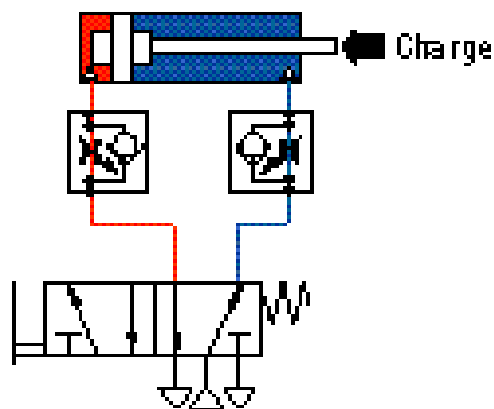


Figure (I.9) : Exemple de raccordement d'un distributeur et d'un vérin

Le vérin est constitué d'un piston muni d'une tige qui se déplace librement à l'intérieur d'un tube.

Selon la manière d'admission de l'huile comprimée dans le vérin, on distingue deux types de vérins :

a. Les vérins simples effet:

Pour ces vérins, l'huile comprimée n'effectue qu'une pression sur un côté de piston.

Le piston retourne à sa position initiale au moyen d'un ressort interne ou d'une force externe.

Voir la figure (I.10).

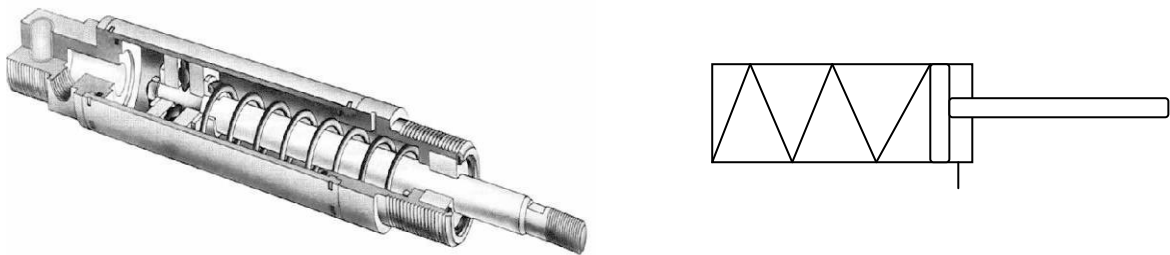


Figure (I.10) : vérin à simple effet

b. Les vérins doubles effet :

Les vérins doubles effet sont appelés de cette façon, car le piston se déplace dans les deux sens dans un mouvement alternatif grâce à la pression de l'huile comprimée. Voir la figure (I.11).

Lors de la course sortante que rentrante, le vérin développe une force proportionnelle à la pression de l'huile et à la surface de l'huile comprimée.

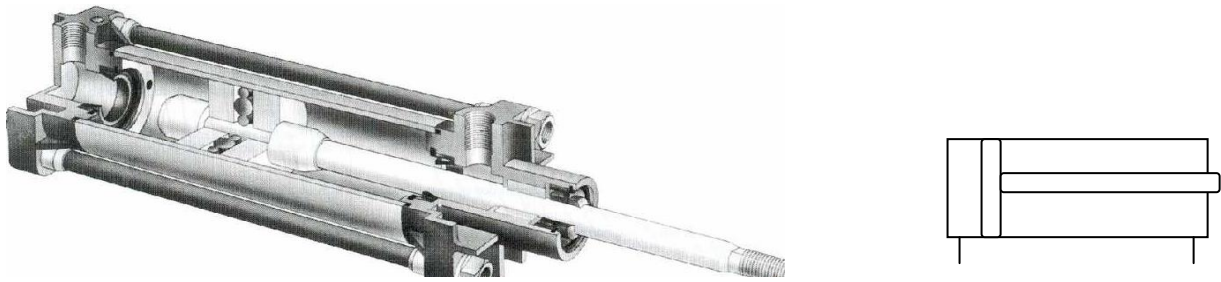


Figure (I.11) : Vérin à double effet.

II.3.2) Les moteurs :

Nous nous intéressons à deux types de moteurs :

a. Moteur asynchrone triphasé :

Le moteur triphasé asynchrone (courant alternatif) comme tous les autres moteurs, se compose d'un élément fixe qui est le stator (inducteur) et un élément tournant qui est le rotor (induit).



Figure (I.12) : Moteur triphasé.

Stator : le stator est constitué d'un système triphasé équilibré de trois enroulements (bobines) et un circuit magnétique dans lequel se circule le flux généré, il s'appelle inducteur

car c'est lui qui crée le champ magnétique au tour du rotor lors du passage de courant dans ces enroulements.

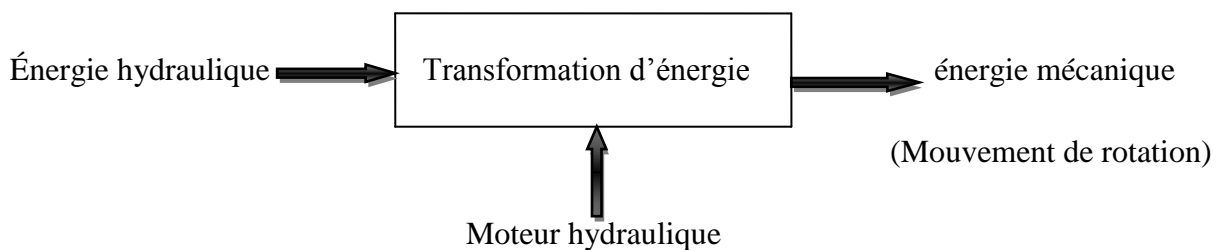
Rotor : le rotor est l'élément convertisseur de la force électromotrice induite en couple de rotation mécanique.

b. Moteur hydraulique :

C'est un actionneur dont l'énergie hydraulique fournie par un fluide sous pression est transformé en énergie mécanique. Il en résulte un mouvement de rotation sur l'arbre de sortie.

Les moteurs hydrauliques présentent deux caractéristiques : Le couple moteur et la vitesse de rotation.

Modèle fonctionnel du moteur hydraulique :



Figure(I.13) : Fonctionnement de moteur hydraulique.

Ces moteurs entraînent des charges mécaniques. Si le couple résistant devient important, la pression monte, quand elle atteint la valeur de réglage du limiteur de pression, le débit retourne au réservoir.

Remarque : Chaque système doit répondre au cahier des charges qui donne des informations sur le mode d'emploi et le milieu de fonctionnement, ces cahiers contiennent :

- Les spécifications fonctionnelles : Définir les différentes fonctions à réaliser par le système et les différentes informations ainsi que, la commande et les conditions de sécurité.
- Les spécifications technologiques : Définir la technologie utilisée (décrivent en terme de moyens), donc la solution technologique, le fonctionnement de la partie commande, et la technologie utilisée pour la partie opérative.
- Les spécifications opérationnelles : Le suivi du système durant sa disponibilité (maintenance, possibilité de changement des appareils).

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit les principaux éléments composant l'architecture générale des automatismes. Ceux-ci ; vont fortement nous aider à la compréhension du comportement de l'affûteuse qui constitue notre étude.

Introduction :

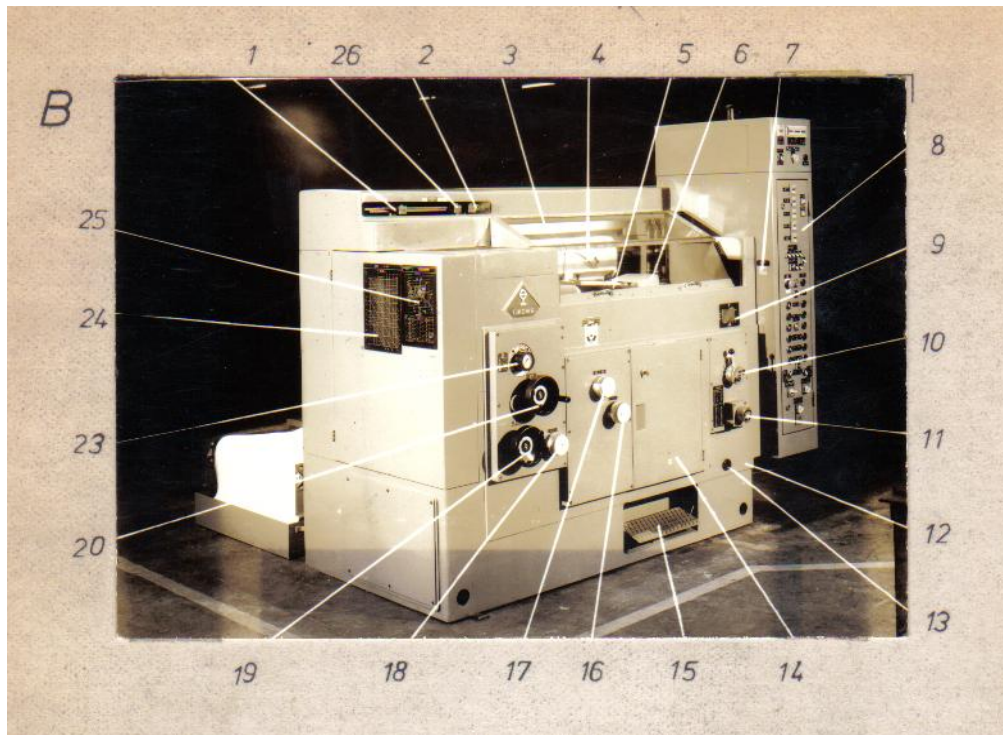
La machine à étudier est une affûteuse qui sert à affûter les fraises mères, selon un programme qui dépend de la fraise à affûter, le terme affûtage désigne tous les moyens mis en œuvre pour obtenir une pièce ayant des côtes et tolérances fixées à l'avance, à partir d'un élément brut.

I. Les diverses parties de l'affûteuse :**I. 1. Partie mécanique :**

La partie mécanique contient essentiellement les différents organes suivants :

- Le diviseur : le choix du diviseur se fait selon les dimensions et le nombre de dents de la fraise à affûter, par exemple si on a le nombre de dents est 12 on choisi le diviseur ayant le numéro 12.
- La butée : la butée sert à régler la distance de déplacement gauche à droite du chariot porte meule.
- Broche porte meule : il faut veiller au positionnement correcte des meules assiettes puisque la broche porte meule a une inclinaison de 15° .
- Broche porte pièce : on fixe la pièce à affûter sur le mandrin et nous avançons la contre poupée par le pied contre poupée hydraulique, cela fait pénétrer la pointe dans le centrage du mandrin du serrage, on forme ainsi la broche porte pièce.
- Capot plexiglas : ce capot est pour la protection lors de l'usinage de la pièce.
- Volants : sont appelés pour les déplacements du chariot porte meule

La figure (II. 1) illustre la vue de face de la machine.



Figure(II.1): vue de face de la machine

- B 1: came pour réglage de la course droite du chariot
- B 2: came pour réglage de la course gauche du chariot
- B 3: néon pour l'éclairage
- B 4: chariot porte meule
- B 5: mandrin
- B 6: contre pointe
- B 7: compteur d'entraxe
- B 8: pupitre de commande
- B 9: diagramme des vitesses
- B 10: distributeur rotatif
- B 11: bouton pour réglage de la vitesse

B 13: voyant du niveau d'huile hydraulique

B 14: porte de réservoir

B 15: pédale pour serrage de la pointe contre poupée hydraulique à contre palier

B 18: distributeur rotatif sur spirales longues

B 19: volant pour fermer le système de compensation du jeu

B 20: volant pour approche d'affûtage

B 23: manomètre

B 24: plaque de manœuvre pour l'approche d'affûtage

B 25 : plaque de manœuvre

B 26: came assure l'inversion de marche du chariot porte meule

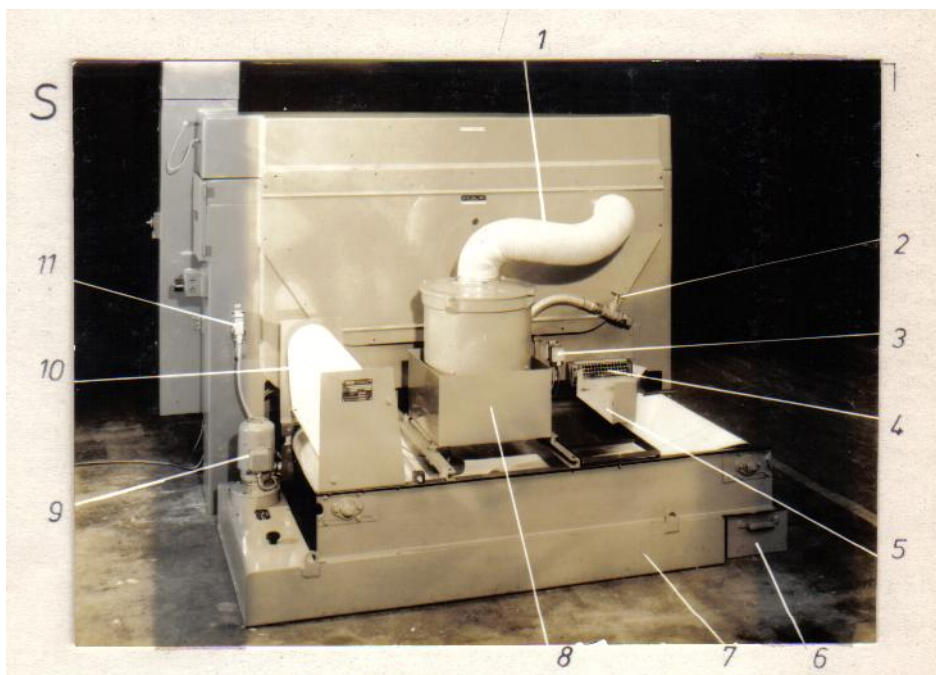


Figure (II .2): vue d'arrière de la machine

S 1: flexible d'aspiration

S 2: robinet

S 4: la sortie d'huile (gouttière)

S 5: chemin d'écoulement d'huile

S 6: bac de déchet

S 7: bac de liquide d'arrosage

S 8: socle

S 9: moteur de filtrage

S 10: tapis de filtre

S 11: prise de courant

I. 2. Partie hydraulique :

Elle est assurée par une station hydraulique dont les composants sont :

I. 2. a) Réservoir d'huile :

Sa capacité est de 200 litres de type T55, il sert principalement :

- Au stockage de la quantité d'huile nécessaire au fonctionnement correcte du système.
- A protéger l'huile contre les éléments extérieurs nuisibles.
- Comme support aux autres composants du groupe hydraulique tels que les moteurs qui entraîne la pompe, le filtre...

I.2.b) Indicateur de niveau :

Il est équipé d'une bille rouge, signalant le niveau d'huile dans le réservoir.

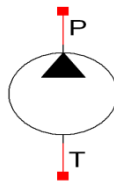
–Quantité suffisante si le niveau est au dessus de cette bille.

–Remplissage de réservoir si le niveau est au dessous de cette bille.

I.2.c) Pompe :

La machine est équipée de trois pompes, l'une est accouplée avec le moteur de la meule et les deux autres avec le moteur hydraulique.

Symbole :



- **Fonctionnement de la pompe hydraulique :**

La pompe est un organe qui convertisse l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

La pompe hydraulique puise généralement le fluide dans un réservoir approprié, par le côté aspiration et elle débite ce fluide par son côté refoulement.

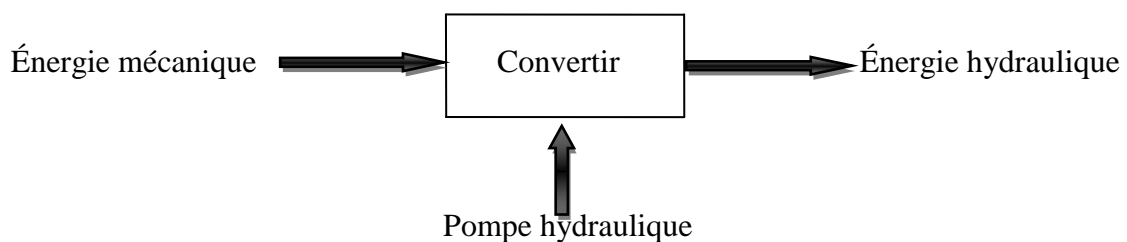


Figure (II.3) : Fonctionnement de la pompe hydraulique

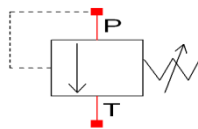
I.2.d) Filtre :

Il sert à filtrer l'huile.

I.2.e) Valve régulatrice de débit :

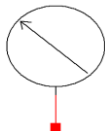
Elle sert à régler le débit de l'huile à circuler.

Symbole :

**I.2.f) Manomètre :**

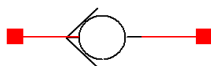
Indicateur de pression de l'huile de service dans les différents organes hydrauliques. Dès que le moteur est mis en marche le manomètre donne une indication précise.

Symbole :

**I.2.g) Soupape de retenue ou clapet anti- retour :**

Un tel dispositif permet de contrôler le sens de circulation de fluide hydraulique. Il permet le passage de l'huile comprimé dans un sens et bloque le flux si celui-ci venait à s'inverser.

Symbole :

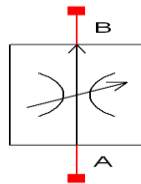


I.2.h) Régulateur de pression :

Il a pour fonction de limiter la pression dans un circuit et de faire retourner au bac le débit excédentaire. Il est monté en dérivation sur la conduite pression.

En cas de blocage du débit, la pression va monter dans le circuit jusqu'à éclatement d'une conduite ou d'un appareil, dans ce cas le limiteur de pression intervient pour retourner au bac la totalité du débit lorsque la pression atteint la valeur à mesurer.

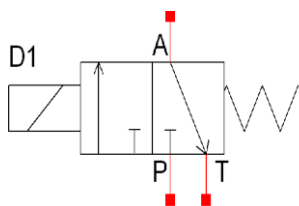
Symbole :



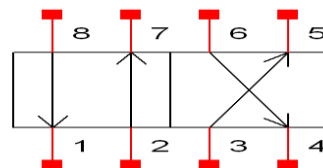
I.2.i) Distributeurs :

Les différents types de distributeurs utilisés :

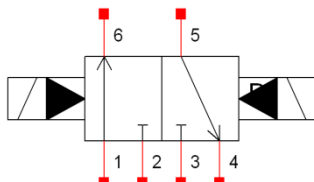
L'affûteuse est équipée des distributeurs à actions différent (mécanique, électrique, hydraulique) leurs symbole est :



Distributeur 3/2 à action mécanique



Distributeur 4/2



Distributeur 3/2 à action hydraulique

I.2.j) Tableau récapitulatif des différents rôles et nature des vérins de l'affûteuse :

Rôles	Nature
Approche diamantage	vérin double effet
Approche radiale de la poupée porte-meule	vérin double effet
Dressage	vérin double effet
Poupée porte-pièce	vérin double effet
Cylindre du chariot	vérin double effet
Compensation du jeu	vérin double effet
Piston de division	vérin double effet
Piston de sécurité	vérin double effet

I. 3. Partie électrique :

La partie électrique est Constituée d'une armoire, de tableau de commande et d'organe sur la machine interconnectés par l'intermédiaire de câbles et de plaques à bord.

I. 3. a) Électrovannes :

Ceux sont des prés actionneurs hydraulique tout ou rien, permettant le passage ou non de fluide véhiculé dans un circuit.

L'électrovanne est constituée d'un corps de vanne où circule le fluide, et elle est munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage. En se déplaçant, le noyau peut permettre ou pas le passage du fluide.

- **Tableau récapitulatif des différents rôles des électrovannes de l'affûteuse**

nomenclatures	rôles
S3	Électrovanne pour ‘avance’ tête porte-meule
S4	Électrovanne pour dégagement
S5	Électrovanne pour inversion de marche du chariot
S6	Électrovanne approche de dressage
S7	Électrovanne pour la division
S8	Électrovanne pour dressage
S9	Électrovanne pour division lente
S10	Électrovanne pour contre-poupée hydraulique
1S1	Électrovanne pour approche
1S2	Électrovanne pour interruption en fin de course
1S3	Électrovanne pour dressage lent
1S4	Électrovanne pour arrêt table

Le champ de pression dépend directement de la force d'attraction de la bobine. Le bobinage doit être alimenté de façon continue pour maintenir le noyau attiré.

I. 3. b) Les moteurs :

La machine étudiée est équipée de neuf moteurs électriques asynchrones triphasés. Le tableau suivant illustre leurs différentes caractéristiques :

- **Tableau récapitulatif des caractéristiques des divers moteurs asynchrones triphasés de l'affûteuse**

nomenclatures	moteurs	vitesse nominale	puissance
m1	arrosage	3000 tr/mn	1,3kw
m2	pompe hydraulique	1500 tr/mn	2,2kw
m 3	meule	1500 tr/mn	4kw
m4	pivotement	–	–
m5	aspirateur de poussières	3000 tr/mn	0,75kw
m6	installation d'épuration	3000tr/mn	0,6kw
m7	approche radiale	0 à 16 m/mn	0,5kw
m8	transformateur pour lampe d'éclairage	–	90VA
m9	pas à pas	–	–

I. 3. c) Tableau récapitulatif des contacteurs utilisés :

nomenclatures	rôles
C1	Contacteur pour moteur hydraulique
C2	Contacteur pour moteur de pivotement de droite
C3	Contacteur pour moteur de pivotement de gauche
C6	Contacteur pour moteur de la meule
C7	Contacteur pour filtre à bande
C6a	Contacteur pour pompe d'arrosage
E1	Contacteur disjoncteur du moteur hydraulique
E2	Contacteur disjoncteur du moteur de la pompe de meule
E3	Contacteur disjoncteur du moteur de pivotement
E4	Contacteur disjoncteur du moteur pour l'aspirateur à poussière
E5	Contacteur disjoncteur du moteur filtre à bande
E6	Contacteur disjoncteur du moteur d'arrosage
E8	Contacteur disjoncteur pour bloc-alimentation pour commande
E9	Sécurité
E10	Contacteur disjoncteur du moteur
E12	Petit commutateur automatique pour éclairage

I. 3. d) Tableau récapitulatif des différents capteurs utilisés

nomenclatures	rôles
B 15	Capteur à induction pour inversion de course du chariot
B16	Capteur à induction pour inversion de course du chariot
B25	Capteur à induction
B22	Capteur à induction pour réglage de distance

I. 3. c) Le tableau de commande (pupitre) :

Il permet à l'opérateur d'envoyer des consignes vers la partie opérative, et d'autre part d'accueillir des comptes rendus concernant l'état de la machine, visualisés à l'aide de voyants lumineux.

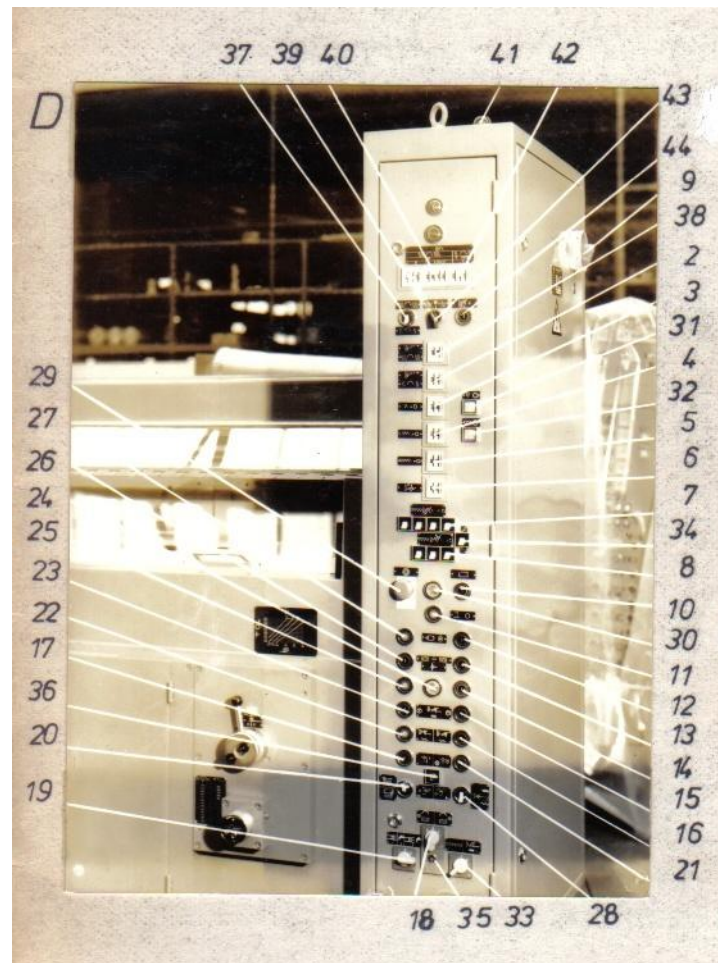


Figure (II.4): pupitre de commande

2 : compteur pour le nombre de goujures avec ENS

3 : compteur pour le nombre d'approches d'ébauche

4 : compteur pour le nombre de passes finition

5 : compteur pour le nombre de passes rectification de précision

6 : compteur pour approche de dressage

7 : commutateur basculant pour l'approche d'affûtage de finition

8 : commutateur basculant pour le dressage de finition

- 10 : bouton poussoir pour automatique
- 11 : bouton poussoir pour effacer le signal de fin de course
- 12 : bouton poussoir pour « marche » hydraulique
- 14 : bouton poussoir « marche » pour moteur de la meule, arrosage et aspirateur de poussières
- 15 : bouton poussoir « retour » pour approche radiale
- 16 : bouton poussoir pour introduction tête porte meule
- 17 : bouton poussoir pour approche dressage
- 18 : commutateur sélecteur pour division à gauche à droite
- 19 : commutateur sélecteur pour rectification sans ou avec arrosage
- 20 : commutateur sélecteur pour un sens deux sens
- 21 : bouton poussoir pour dressage
- 22 : bouton poussoir pour dégagement tête porte meule
- 23 : bouton poussoir « marche avant » pour approche radiale
- 24 : Lampe témoin pour moteur de la meule
- 25 : bouton poussoir « arrêt » pour moteur de la meule, arrosage et aspirateur de poussières
- 26 : Interrupteur basculant pour dressage lent
- 27 : bouton poussoir pour « arrêt » hydraulique
- 28 : interrupteur basculant pour dressage lent
- 29 : bouton d'arrêt d'urgence
- 30 : lampe témoin pour automatique
- 31 : lampe témoin pour la fin ébauche
- 32 : lampe témoin pour la fin finition

34 : commutateur basculant pour répétition approche et dressage de finition

37 : interrupteur basculant pour mode de rectification

38 : commutateur décimal pour nombre de goujures avec ENS

39 : compteur pour la valeur de l'approche d'affûtage

40 : compteur pour le nombre d'approche d'ébauche dans une goujure

41 : mise en marche

42 : compteur pour l'approche d'affûtage de finition

43 : commutateur basculant

44 : bouton poussoir pour approche

II. Description du fonctionnement de la machine:

Le fonctionnement général de la machine répartie selon les fonctions suivantes :

1-L'alimentation: L'alimentation de la machine s'effectue sous une tension de 24volts, puis l'opérateur enclenche le moteur hydraulique en appuyant sur le bouton poussoir b2 qui actionne les deux pompes hydraulique.

2-Fixation et serrage de la pièce : La fixation de la pièce s'effectue sur le mandrin d'affûtage, a l'aide d'un appui sur une où pédale l'opérateur actionne l'électrovanne(S10) contre poupée hydraulique afin d'actionner le vérin poupée porte pièce.

3-Réglage de la butée : Elle diffère d'une pièce à une autre selon leur dimension, son réglage revient au positionnement des cames B1et B2 (fin de course) pour la course d'affûtage et la came B26 qui assure l'inversion du chariot d'affûtage.

4-Réglage des compteurs : l'opérateur actionne la roue crantée, à côté de l'affichage numérique, jusqu'à apparition du chiffre désiré.

Compteur D2 pour le nombre de goujures,
Compteur D3 pour le nombre d'approche d'ébauche,
Compteur D4 pour le nombre de cycles d'étincelage d'ébauche,
Compteur D5 pour le nombre de rotations de finition,
Compteur D6 pour approche dressage,
Compteur D38 pour le nombre de goujures(ENS),
Compteur D39 pour la valeur de l'approche d'affûtage,
Compteur D40 pour le nombre d'approches ébauche dans une goujure,
Compteur D42 pour l'approche d'affûtage de finition.

5-Choix de diviseur : Ce choix dépend de nombre de goujures (dents) constituant la pièce à affûter.

Ex : choix de diviseur numéro (12) pour la pièce ayant le nombre de goujures qui est égale à (12).

6-Avance du chariot porte meule : L'opérateur appui sur le bouton poussoir (b9), actionnant l'électrovanne (S3) qui amène le vérin d'approche radiale de poupée porte meule à se déplacer vers l'avant. Il existe deux avances :

- Avance rapide jusqu'à l'approche du chariot vers la pièce (fin de course).
- Avance lent jusqu'à avoir le contact meule/pièce (pivotement de droite).

7-Réglage de la meule sur la profondeur de goujure : L'opérateur ferme d'abord le système de compensation du jeu, par rotation du volant B19 vers la droite et ensuite, par rotation à gauche d'un quart de tour pour l'ouvrir un peu. Tirant le volant B20 et le tournant, faire tourner la fraise (pièce) jusqu'à ce qu'une de ces goujures se présente devant la meule. Une rotation vers la droite du volant occasionne une rotation vers la gauche de la fraise.

Il ne peut y avoir rotation de la fraise que lorsque le volant B20 est tiré, sinon le moteur pas à pas d'approche automatique l'empêchera.

Enfonçant le poussoir D23, puis plonger avec précaution la meule arrêtée dans la goujure. Pour cela, l'opérateur veillera, par une rotation appropriée du volant B20, à ce que la face conique de la meule vienne juste au-dessus de la face de coupe de la fraise à affûter, sans d'abord toucher celle-ci. La partie supérieure plane de la meule ne doit pas toucher le dos de

la lame suivante. Lorsque le bord de la meule est à une profondeur maximale de la goujure, il lâche le poussoir D23 donc l'approche à la profondeur d'affûtage est terminée. Il contrôle le réglage, avec la meule encore immobile, par quelques courses lentes du chariot jusqu'à avoir des étincelles.

-Affûtage avec approche manuelle : L'opérateur tourne le distributeur rotatif B10 vers la droite jusqu'à obtention de la vitesse désirée du chariot d'affûtage. Il est généralement possible d'affûter à la vitesse la plus élevée (16m/mn). Il ne faudra pas réduire la vitesse du chariot que pour les pas hélicoïdaux courts.

Il met en marche le moteur de la meule avec le poussoir D14, puis il effectue le réglage de la vitesse de rotation de la meule avec le distributeur rotatif.

Pour l'affûtage avec arrosage, il ferme le capot de plexiglas et ensuite met en route l'arrivée de liquide d'arrosage avec le commutateur D19.

En tirant le volant B20 pour obtenir l'approche d'affûtage par rotation à droite de ce volant. Il peut également utiliser le commutateur D43 pour obtenir l'approche d'affûtage.

Il est également possible d'obtenir une approche d'affûtage, préalablement réglée avec le compteur D42, en actionnant le poussoir D44 ; la valeur d'approche est constante.

-Dressage (diamantage) pendant l'affûtage avec approche manuelle : L'appareil de dressage, à montage décalé de 90° par rapport à la position de la meule, permet d'effectuer le dressage même pendant l'opération d'affûtage.

Sous l'action du poussoir D21, le diamant effectue son mouvement de va-et-vient. Il obtient l'approche de la meule, quand il appuie sur le poussoir D17.

Suivant la position du contacteur à bascule D28, le diamant se déplace à des vitesses de dressage différentes.

Pour l'ébauche, il faut régler sur la course rapide et pour la finition, il faut régler sur la vitesse lente.

La quantité de matière retirée à la meule au dressage est constante et se monte à 0,015mm, avec le bouton en position "1". Cette quantité peut être portée à 0,03mm avec le bouton en position "2".

-Étincelage de finition :

Lorsque l'opérateur a obtenu la profondeur de passe désirée dans la fraise au moyen de l'approche, faite avec le volant B20. Il faut que le chariot porte meule exécute encore un certain nombre de courses sans approche d'affûtage, pour neutraliser la flexion de la meule et assurer la précision et la qualité d'état de surface des faces de coupe. Il est possible de bien observer le progrès de l'étincelage, au moyen de manomètre B23.

Pour cela, il placera le commutateur sélecteur en position "1" puis l'enfoncera. Après cessation de la dernière approche d'affûtage, le manomètre indiquera immédiatement une pression plus au moins élevée (50 à 60 bar).

Après libération du commutateur sélecteur, le manomètre se retrouvera de nouveau sans pression. S'il réenclenche le manomètre, par enfoncement des commutateurs sélecteurs, après un certain nombre de course d'étincelage du chariot, la pression indiquée aura chuté. Si elle est tombée jusqu'à 25 à 30 bar, c'est que l'affûtage de la fraise est terminé. Il faut normalement, pour l'étincelage, 5 à 10 rotations complètes de la pièce.

Immédiatement après inversion du chariot, dans la position de fin de course de droite, pour la course vers la gauche, il tournera maintenant le distributeur rotatif B10 vers la gauche jusqu'à la butée, ce qui arrête le chariot. Il actionne le poussoir D22 « dégageant », qui fait que la poupée porte meule est reculée jusqu'à la butée. Le moteur de meule est arrêté (poussoir D25), arrêt d'arrosage avec le commutateur D19 et La fraise peut être déposée.

-Départ cycle automatique : Après avoir approcher la fraise par approche manuelle contre la meule qui tourne, le chariot porte meule étant également en marche, de façon à ce que la meule face bien des étincelles, l'opérateur enclenche l'automatique en enfonçant le poussoir D10. La lampe D30 s'allume en même temps.

Il ferme le capot de plexiglas et mettre en marche l'arrivée de liquide d'arrosage avec le commutateur D19.

A partir de ce moment jusqu'à finition de l'affûtage, la machine fonctionne automatiquement. Après chaque double course du chariot porte meule, il se produit une approche d'affûtage correspondant à la valeur réglée avec le compteur D39.

Lorsque l'approche d'affûtage globale dans une goujure de coupe a eu lieu après écoulement de cycle du compteur D40, la course d'affûtage augmente automatiquement, de sorte que,

pendant l'opération de division consécutive dans la goujure de coupe suivante, la meule est sortie de celle-ci.

Lorsque le compteur D38 pour le nombre de goujures est arrivé à la valeur réglée, il ne se produit plus d'approche d'ébauche. La lampe D31 indique la fin des approches.

Le compteur D4 commence à fonctionner, quand le compteur D38 s'est arrêté. Lorsqu'on atteint le nombre de rotation théorique, la lampe D32 s'allume.

Le compteur D5 correspond au nombre de rotation de finition commence à compter lorsque la valeur numérique de compteur d'étincelage d'ébauche est atteinte. Le chariot porte meule s'arrête, lorsque le compteur des rotations d'ébauche a atteint le nombre de réglage présélectionné.

L'arrivée de liquide d'arrosage s'arrête, ainsi que la meule. Une lampe D41 sur l'armoire électrique s'allume pour indiquer que l'affûtage de la fraise est terminé. La lampe témoin D30 s'éteint.

Les approches de finition n'ont lieu que lorsqu'un ou plusieurs commutateurs basculants (D7) sont enclenchés. La valeur d'approche d'affûtage est fonction de la valeur de compteur D42.

Pour l'affûtage de finition, en tous les cas, la meule sera dressée à la vitesse de finition, avant la première rotation de la fraise.

Le compteur D6 pour les approches de dressage recommence à compter, chaque fois que le cycle du nombre réglé est terminé et il y a, chaque fois, une passe d'approche de dressage et une double course du diamant de dressage.

L'affûtage d'ébauche est effectué avec vitesse de dressage élevée, pour que la structure de la meule reste aussi ouverte que possible. La vitesse est modifiée automatiquement pendant l'affûtage de finition. D'autres courses supplémentaires de dressage ont eu lieu, quand un ou plusieurs interrupteurs basculants (D8) sont réglés.

Comme les compteurs ont conservé leur position, il est possible de répéter le même cycle de travail automatique, après montage d'une nouvelle fraise identique et début d'affûtage, après par enfoncement du poussoir « automatique » D10.

Il faut tout d'abord éteindre la lampe D41, en enfonçant le poussoir D11, sinon le distributeur rotatif B10 ne peut pas être actionné.

Le cycle automatique peut être arrêté à tout moment, en actionnant le poussoir d'arrêt d'urgence D29.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié l'ensemble des éléments constituant la structure de la machine, ceci nous a facilité la compréhension de son fonctionnement afin de la modéliser par un GRAFCET.

Introduction :

La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier des charges (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur qui propose des solutions. Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème. D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) a créé le GRAFCET.

I. Définition :

Le GRAFCET (GRaphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions) est l'outil de représentation graphique d'un cahier de charges. Il a été proposé par l'ADEPA en 1977 et a donné naissance à une norme internationale en Décembre 1988.

Un GRAFCET est établi pour chaque machine lors de sa conception, puis utilisé tout au long de sa vie : réalisation, mise au point, maintenance, modification et réglage.

Le langage GRAFCET doit donc être connu de toutes les personnes concernées par les automatismes, depuis leur conception jusqu'à leur exploitation.

Lorsque le mot GRAFCET(en lettres capitales) est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation.

Lorsque le mot grafcet est écrit en minuscule, il fait référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

II. Niveaux d'un GRAFCET :

II.1/ 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 provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée, les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, nous associons le verbe à l'infinitif pour les actions.

II.2/ Niveau 2 :

Appelé aussi le niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détail de la technologie des actionneurs, des prés-actionneurs et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités est décrite en abréviation, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

III. Aspect structurel du GRAFCET :

La structure graphique d'un GRAFCET se compose de :

III. a.1) Les étapes :

Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée (même faible mais jamais nulle).

Une étape est représenté par un carré est identifiée par un entier positif. Elle peut être active ou inactive (un point à l'intérieur d'une étape signifie qu'elle est active). Figure (III.1).



Figure (III. 1) : étapes active et inactive

III .a.2/ L'étape initiale :

Représente une étape qui est activée au moment de la mise en énergie de la partie commande. Elle est représentée par un double carré. Figure (III.2).

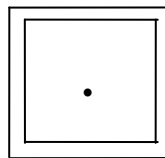


Figure (III.2) : étape initiale

III.b) Les transitions :

Les transitions permettent de modéliser les conditions de changement d'états du système. Le passage d'évènement du système à un événement suivant, respectivement d'une étape à l'étape suivante, correspond au franchissement de la transition.

Une transition est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison entre deux étapes. Figure(III.3).

Une transition est validée lorsque toutes les étapes à partir desquelles la transition peut s'effectuer sont actives.

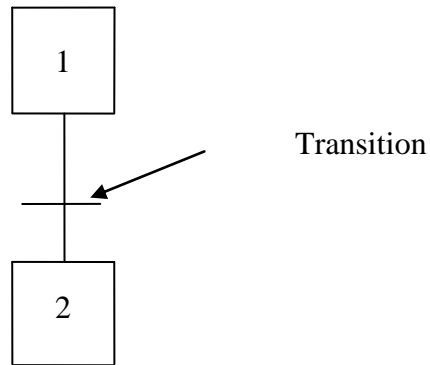
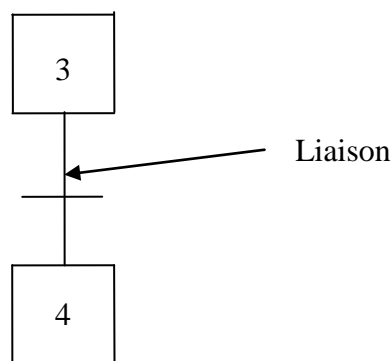


Figure (III.3) : Les transitions.

III.c) Les liaisons :

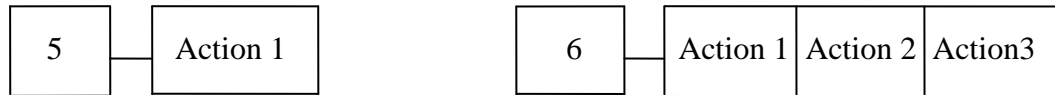
Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles indiquent les voies suivant les quelles se font les évolutions. Elles sont représentées par des lignes verticales et horizontales. Figure(III.4).



Figure(III.4) : Les liaisons.

III. d) Les actions :

L'action sert à décrire les actions à effectuer lorsque l'étape à laquelle elle est associée est active. Une action est représentée par un rectangle qui est relié horizontalement à l'étape (carré) correspondante et cette dernière peut comporter plusieurs actions. Figure(III.5).



Étape avec une seule action

Étape avec plusieurs actions

Figure(III.5) : Les actions.

Ces actions peuvent être continues, conditionnelles, temporisées, maintenues ou mémorisées.

- **Action continue et action conditionnelle :**

Une action **continue** est maintenue tant que l'étape est active.

Une action **conditionnelle** est maintenue lorsque l'étape est active et que la condition associée est vraie.

- **Action temporisée :**

Action conditionnée à une mesure de temps.

- **Action maintenue et action mémorisée :**

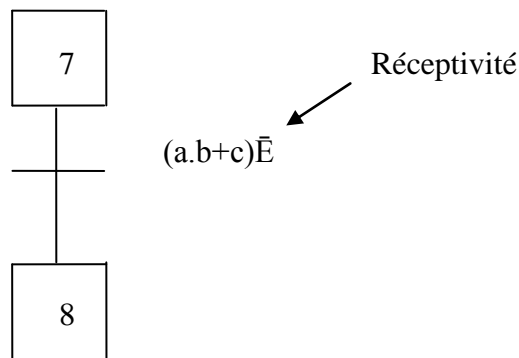
Une action maintenue A est une action exécutée tant que l'une au moins des étapes à laquelle elle est associée reste active.

Une action mémorisée est une action qui est mise en mémoire jusqu'à ce qu'on l'annule.

III. e) Réceptivités :

Ce sont les conditions logiques qui doivent être remplies pour franchir la transition. La réceptivité est inscrite à la droite de la barre représentant la transition. Figure(III.6). Elle peut être :

- État des capteurs,
- Action de boutons poussoir par l'opérateur,
- Action d'un temporisateur, d'un compteur,
- État actif ou inactif d'autres étapes.



Figure(III.6) : Les réceptivités.

IV. Les règles d'évolution du GRAFCET :

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, qui précisent les causes et les effets du franchissement des transitions :

➤ Règle 1 : Relative à la situation initiale de la partie commande :

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

➤ **Règle 2 : Relative au franchissement d'une transition :**

Une transition est franchissable et obligatoirement franchie si les deux conditions suivantes sont remplies :

- La transition est validée (toutes les étapes d'entrée de cette transition sont actives),
- La réceptivité associée à cette transition est vraie.

➤ **Règle 3 : Relative à l'évolution de la partie commande :**

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

❖ **Remarque :**

La durée de franchissement d'une transition est considérée comme infiniment petite mais non nulle.

➤ **Règle 4 : Relative aux évolutions simultanées :**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

➤ **Règle 5 : Relative à l'activation et à la désactivation simultanée d'une même étape :**

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

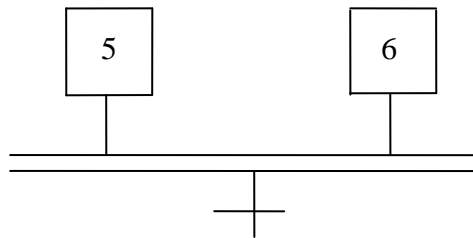
V. Les règles de construction d'un GRAFCET :

On relie les étapes et les transitions, qui doivent strictement alterner, grâce à des arcs orientés (figure III.7). Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical. Les arcs orientés sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d'une flèche vers le haut l'osque la liaison est orientée vers le haut.



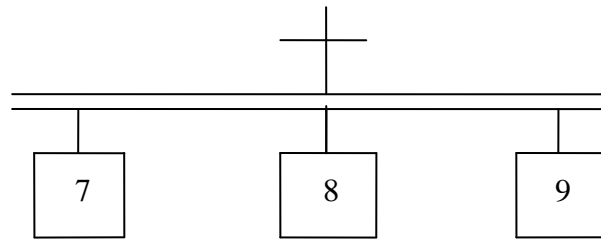
Figure(III.7) : Les arcs orientés.

Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée convergence « en ET » (ou synchronisation) (figure III.8).



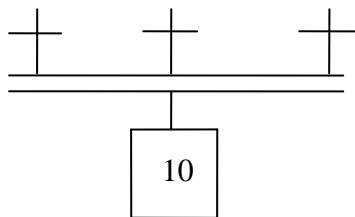
Figure(III.8) : Convergence en ET.

Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs allant vers ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelé divergence « en ET » (figure III.9).

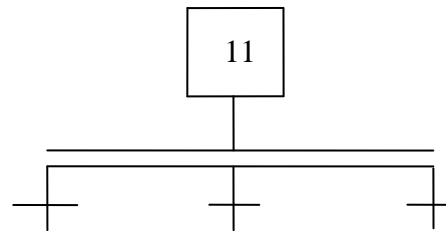


Figure(III.9) : Divergence en ET.

Lorsque plusieurs transitions sont reliées à une même étape dans le sens « vers étapes » (respectivement dans le sens « d'étape », on regroupe les arcs par un simple trait horizontal et l'on parle de convergence (respectivement divergence) « en OU » (figure III.10).



Convergence en OU.



Divergence en OU.

Figure(III.10) : convergence et divergence en OU.

On parle d'étape aval (respectivement d'étape amont) à une transition lorsque cette étape est avant (respectivement après) la transition au sens de la liaison orientée. De même on parlera de transition amont et de transition aval à une étape.

- **La macro étape :**

Le but de cette particularité de Grafcet est d'éviter la surcharge du Grafcet principale par des détails de fonctionnement à l'intérieur d'une étape. Les détails de réalisation sont décrits et définis par Autre diagramme appelé « expansion » de la macro étape. Figure(III.11).

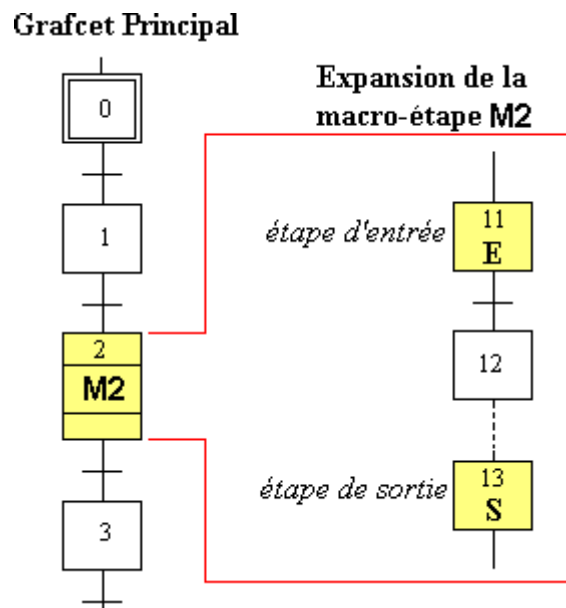


Figure (III.11) : La macro étape

- **La séquence répétée :**

Dans un système automatisé, certaines séquences peuvent revenir de façon répétitive dans le cycle. Pour éviter de répéter ces mêmes actions, il est possible d'utiliser un sous-programme. Celui-ci est écrit sous la forme d'un Grafcet indépendant, connecté au Grafcet principale.

Conclusion :

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 optionnel.

Introduction :

L'industrie s'est considérablement développée grâce à MODICON qui a créé le premier automate programmable en 1968. Et depuis, un grand nombre de constructeurs est apparu sur le marché (TOSHIBA, SIMATIC, SCHNEIDER... etc.).

L'automate programmable industriel API est le plus répandu des automatismes ces dernières années. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les divers domaines. Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombre d'activités économiques actuelles.

I. Considérations générales :

La solution proposée est de remplacer la commande actuelle par un automate pouvant assurer les tâches suivantes :

- Faciliter le dépannage de la machine du fait de la modularité de l'automate.
- Faciliter la mise au point de la machine, en permettant la commande séparée de chaque action dans les bonnes conditions de sécurité.
- Permettre de réaliser les adaptations et les évolutions nécessaires en modifiant le programme de l'automate.

Toutes ces facilités sont obtenues grâce à la connexion à l'automate d'une console de programmation et de diagnostic, permettant de visualiser les situations du programme sur l'écran, nous renseignant ainsi sur l'état exact de la machine.

II. Généralités sur les automates programmables industriels(API) :

II.1/ Définition :

L'automate programmable industriel(API) est un système électronique dont la fonction est le traitement de l'information, il comporte une mémoire programmable par un utilisateur à l'aide d'un langage adapté.

II.2/ Architecture d'un API :

Un API est composé de trois grandes parties :

- Le processeur.
- La zone mémoire.
- Les interfaces E/S.

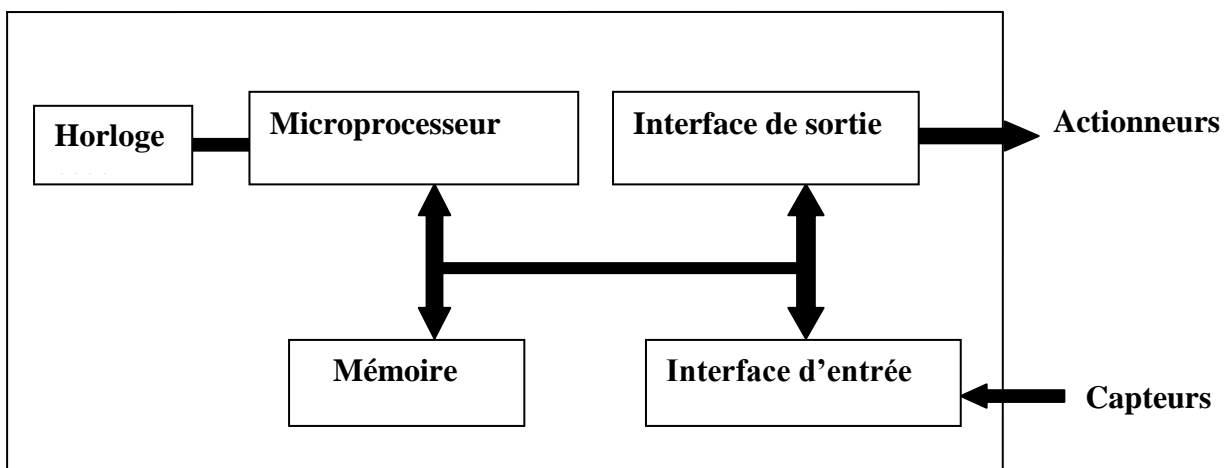


Figure (IV.1): Architecture d'un API

II.2.1/ Le microprocesseur :

Le microprocesseur est ‘l’intelligence’ de l’unité centrale ; il gère l’ensemble des relations entre la mémoire et les interfaces :

- Lecture des informations d’entrées.
- Exécution des instructions du programme contenue dans la mémoire.
- Commande des sorties.

Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E /S) par des liaisons parallèles appelées BUS qui véhiculent les informations sous forme binaire.

II.2.2/ La zone mémoire :

La mémoire est l’élément qui stocke le programme de l’application et les données nécessaires au fonctionnement (durées de temporisations, présélection de secteurs,...).

Elle est découpée en zones l’on trouve :

- La zone mémoire programme automate.
- La zone mémoire des données (état des entrées et des sorties, valeurs des compteurs,... etc.).
- Une zone pour les variables internes.

Les mémoires utilisées dans l’API peuvent être :

- **Durant la phase d'exploitation :**

Des mémoires vives RAM (Random Access Memory) qui imposent un dispositif de sauvegarde par batterie rechargeable pour éviter la volatilité de leurs contenus en cas de coupure de l'alimentation en énergie.

Des mémoires mortes ROM à lecture seulement ou PROM, programmable à lecture seule.

Des mémoires reprogrammables EPROM (Erasable PROM) effaçable par rayonnement ultra violet, et EEPROM (Electric Erasable PROM) effaçable électriquement.

- **Durant la phase d'étude et de mise au point du programme :**

Des mémoires vives RAM supportant facilement les modifications ou des mémoires EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory) qui sont non volatiles et effaçables par voie électrique.

II.2.3/ Les entrées/sorties :

Ce sont les interfaces entre les signaux électriques issus du processus et les variables informatiques.

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur.

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovalves,...) et aux éléments de signalisations (voyants) du pupitre.

II.3/ Principe de fonctionnement :

L'automate programmable Acquiert l'état de l'ensemble des entrées au même instant, et rafraichit ou renouvelle l'état de toutes les sorties au même moment.

Cette façon de procéder est représentative de cycle de fonctionnement de l'automate qui comporte trois phases figure (IV.2) :

Phase 1 : acquisition des entrées,

Phase 2 : scrutation du programme,

Phase 3 : mise à jour des sorties.

Le temps de cycle (ou de scrutation) est le temps qui s'écoule entre deux prises en compte d'une entrée physique (électrique).

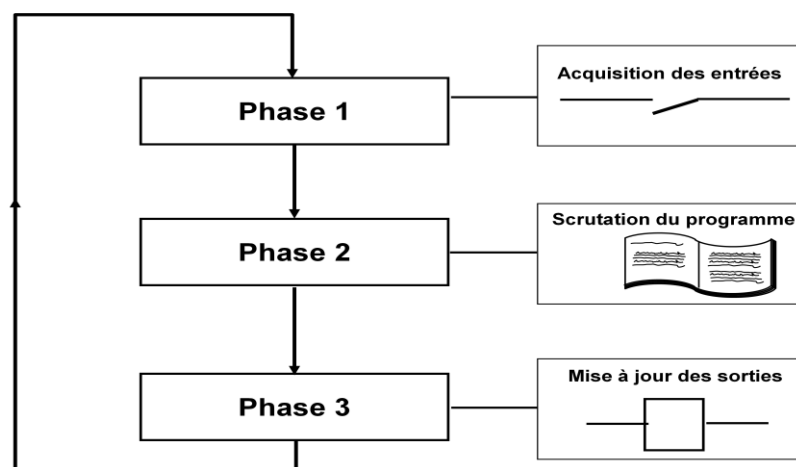


Figure (IV.2): Cycle de fonctionnement d'un API

II.4/ Fonctions réalisées :

Les automates compacts permettent de commander des sorties en TOR (toute ou rien) et gèrent parfois des informations de comptage et de traitement analogique.

Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks. Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

III. Choix de l'automate programmable :

Le choix de l'automate se fait après avoir établi le cahier des charges du système à automatiser, cela en considérant un certain nombre de critères importants : le matériel, le logiciel et les services annexes.

Vu les différentes tâches qu'elle effectue, la machine est d'une grande complexité, on compte 26 sorties (moteurs, bobines...) et 173 entrées (boutons poussoirs, capteurs,...) à ce fait nous avons utilisé un automate programmable industriel S7-300 de SIEMENS qui nous offre une possibilité d'extension jusqu'à 32 modules d'entrées/sorties.

Du côté logiciel, la disponibilité du logiciel STEP 7 nous permet de programmer le modèle graphique de la machine et de simuler en présence du logiciel PLCsim.

IV. Étude de l'automate S7-300 :

L'automate programmable S7-300 de la famille SIMATIC est un système modulaire, destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme. Figure (IV.3).



Figure (IV.3): L'automate S7-300

Il est caractérisé par :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Possibilité de mise en réseau avec :
 - Profibus.
 - L'interface multipoint (MPI).
 - Industriel Ethernet.
- Raccordement central de la console de programmation (PG) avec accès à tous les modules.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil « Configuration Matérielle ».

IV.1. Modules de S7-300 :

L'automate programmable S7-300 est d'une forme modulaire et permet un vaste choix de gamme de module suivant : Voir la figure (IV.4):

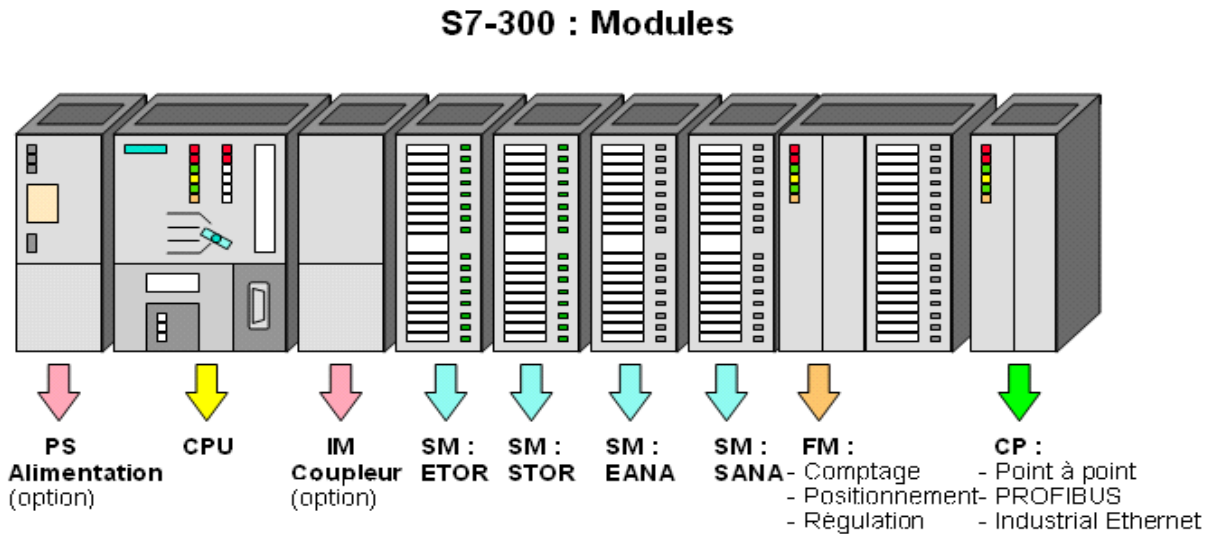


Figure (IV.4): Présentation des modules de l'automate S7-300.

IV.1.1/ Module d'alimentation (PS) :

Le module d'alimentation (PS) délivre, sous une tension de 24 volts, un courant de sortie assigné de 2A, 5A et 10A. La tension de sortie à séparation galvanique, est protégée contre les courts-circuits et la marche à vide.

Le bon fonctionnement du module d'alimentation est indiqué par une LED, en cas de surcharge de la tension de sortie, un témoin se met à clignoter. figure (IV.5).

Les tensions qui dépassent 24 volts comme pour les capteurs, actionneurs et voyants lumineux sont fournies par des blocs d'alimentations ou transformateurs supplémentaires.

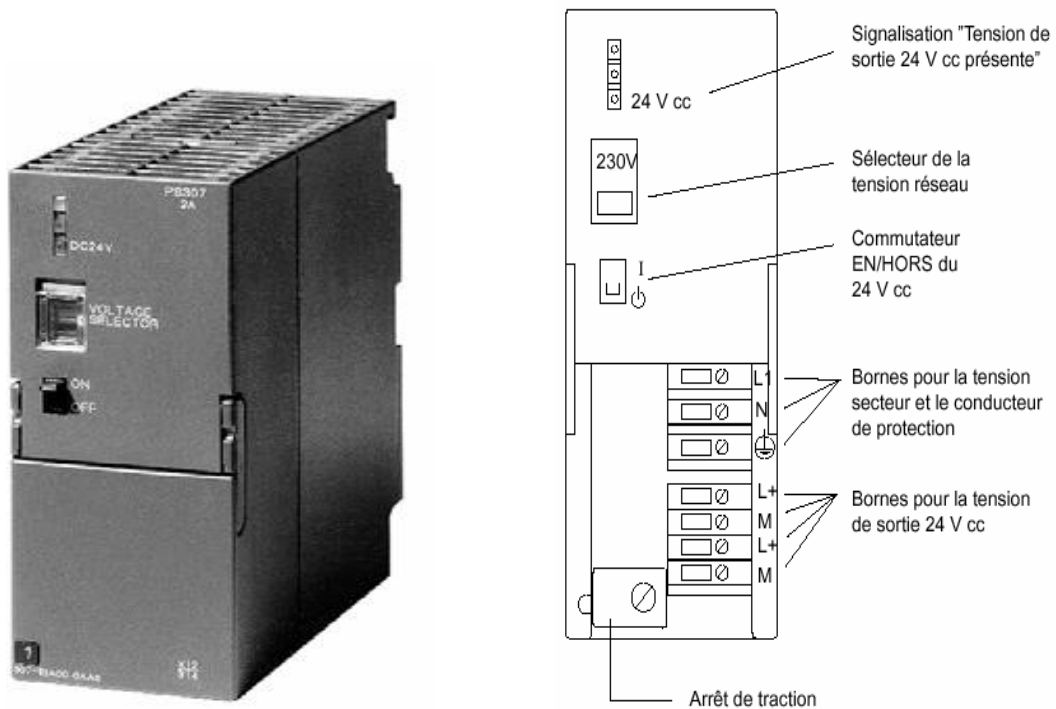


Figure (IV.5) : Module d'alimentation de S7-300

IV.1.2/ Module unité centrale :

La CPU est comptée comme étant le cerveau de l'automate ; étant donné qu'elle porte l'élément cerveau qui est le microprocesseur. La CPU exécute le programme utilisateur et alimente les bus internes de l'automate en 5 volts. Elle communique avec d'autres CPU et avec la console de programmation(PG) par l'interface multipoint MPI. Elle est logée dans un boîtier compact et comporte les éléments tels que le montre la figure (IV.6).

Le S7-300 comporte toute une gamme des CPUs, distinguées par leur niveau de performance (capacité, mémoire, vitesse de traitement d'information, fonction intégrées, nombre d'entrées /sorties, type de module à gérer...).

Le choix de la CPU se fait selon le nombre et le type d'entrées /sorties et en tenant compte aussi du critère économique.

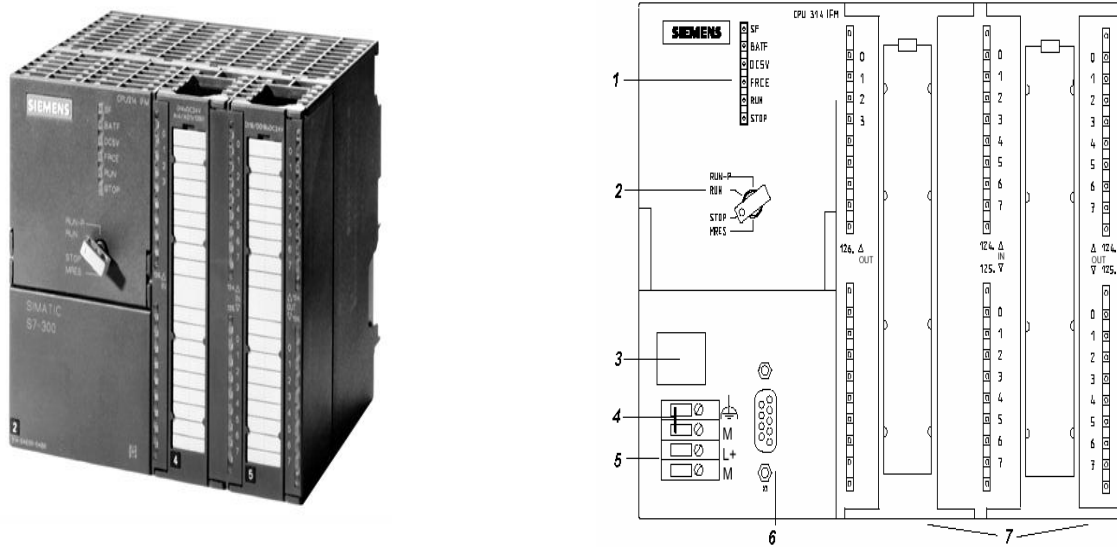


Figure (IV.6) : l'unité centrale (CPU 314) de S7-300

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Signalisation d'état de défaut. | 5. Bornes pour l'alimentation. |
| 2. Commutateur de mode. | 6. Interface multipoint (MPI). |
| 3. Logement pour pile de sauvegarde. | 7. Entrées/Sorties intégrées. |
| 4. Cavalier. | |

❖ **Signalisation d'état (1):**

- SF : est un voyant rouge de défaut. Ce voyant s'allume si on constate un des défauts suivants :
 - Défaillance de la pile ;
 - Défaillance de la carte mémoire ;
 - Défaillance des périphériques.
- BATR : Est un voyant rouge de défaut de la pile, (pile à plat ou absente).
- DC5V : Est un voyant vert signalant le bon fonctionnement de la tension (5 volts).
- FRCE : Est un voyant de forçage en entrée ou en sortie.
- RUN : Est un voyant vert qui s'allume lorsque la CPU est en mode d'exécution. Lors de passage de STOP à RUN, le voyant clignote pendant 3 secondes.
- STOP : Est un voyant jaune qui allume lorsque la CPU est en mode stop, clignote lors de l'effacement général.

❖ Commutateur de mode (2): (commutateur à clé)

Permet de déterminer si l'automate doit exécuter le programme ou non.

- En mode RUN-P : Le module unité centrale exécute le programme utilisateur.
Dans cette position la clé ne peut pas être enlevée.
- En mode RUN : Dans cette position la clé peut être retirée pour éviter qu'une personne non autorisée modifie le mode de fonctionnement.
- En mode STOP : Le programme utilisateur du module unité centrale ne peut pas accéder à la périphérie et il ne peut donc pas commander le processus.
- En mode MRES : Position instable du commutateur pour la réinitialisation du module unité.

✚ Caractéristiques techniques de la CPU 314:

- Mémoire de travail : Mémoire de travail 48Ko; 0,1ms/instruction.
- Mémoire de chargement intégrée : RAM 48ko intégrée.
- Langage de programmation : STEP 7.
- Organisation du programme : linéaire, structurée.
- Temps d'exécution pour :
 - Opérations sur bit : 0.3 à 0.6 μ s.
 - Opération sur mot : 1 μ s.
 - Opération de comptage / temporisation : 2 μ s.
- Interface MPI et PROFIBUS-DP.
- Temps de cycle : 15ms Vitesse de transmission : 187.5kbit/s.
- Sauvegarde avec pile toutes les données.

IV.1.3/ Modules de couplages (IM) :

Les différents coupleurs (IM) sont disponibles pour relier un châssis de base à des châssis d'extensions ainsi que pour le couplage de châssis d'extension entre eux.

IV.1.4/ Modules de signaux (SM) :

Les modules de signaux établissent la liaison et entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. Ils assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques. Il existe plusieurs types de modules de signaux.

IV.1.4.1) Modules d'entrées/sorties TOR :

Il existe des modules de 4, 8, 16 et 32 entrées ou sorties.

Les modules d'entrées ou se connectent les capteurs, emmènent les informations issus par ces derniers sur la partie opérative, et la transportent à la CPU via les interfaces d'entrées.

A chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique (les tensions d'entées sont de : 24, 48, 110 ou 220 volts en courant continu ou alternatif) pour élaborer une information binaire. Chaque voie est filtrée (parasites, rebondissement des contacts) et isolée électriquement de l'extérieur pour des raisons de fiabilité et de sécurité (isolement galvanique).

Les modules de sorties se connectent avec les prés-actionneurs, ils alimentent ces derniers (directement ou avec adaptation) par l'ordre de la CPU via les interfaces de sorties.

Les tensions de sorties usuelles sont de 5 volts en continu ou de 24, 48, 110, 220 volts en continu ou en alternatif. Les courants varient de quelques milliampères à quelques ampères.

IV.1.4.2) Modules d'entrées/sorties analogiques :

Les modules d'entrées analogiques transforment les signaux mesurés analogiques (courant, pression, tension...) en valeurs numériques.

Les modules de sorties analogiques transforment les valeurs numériques en grandeurs analogiques.

L'opération de conversion est assurée par des convertisseurs analogiques/ numériques (CAN) et des convertisseurs numériques / analogiques (CNA).

IV.1.5/ Modules de fonction :

Ils sont programmables et ils assurent les fonctions spéciales suivantes :

- Le comptage ;
- Le positionnement ;
- La régulation.

IV.1.6/ Châssis d'extension(Racks) :

Les châssis sont constitués d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur, généralement sont installés à l'intérieur des armoires électriques. Permettant le montage et le raccordement électrique de divers modules tel que :

-Les modules d'entrée/sorties.

-L'alimentation.

Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées/sorties à gérer.

IV.2/ Raccordement avec console de programmation :

Les consoles de programmation « SIMATIC » sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et les données du processus ainsi que la suppression du

programme. Avec l'atelier logiciel « SIMATIC », l'utilisateur dispose d'une gamme d'outils complète de chaque tâche d'automatisation.

Le raccordement entre la console et l'automate est réalisé par l'interface multi points (MPI) comme le montre la figure (IV.6).

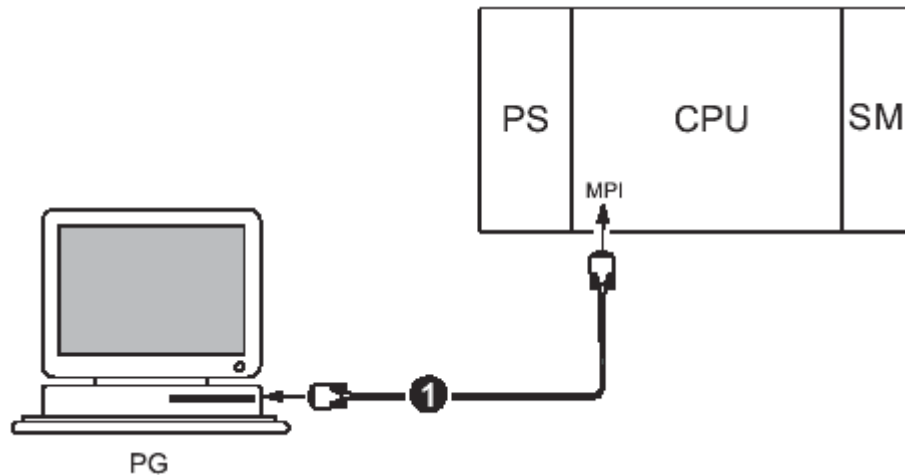


Figure (IV.6) : Raccordement entre la console et l'automate par câble MPI

Conclusion :

L'API est un équipement spécialement conçu pour l'industrie et destiné à piloter des chaînes de : montages, productions, traitements, manutention, robots industriels, etc....

Ce chapitre nous a permis de présenter les différents modules constituant l'automate S7-300. Cette constitution modulaire, la facilité de réalisation d'architecture décentralisée et la facilité d'emploi, fait du S7-300 la solution économique et conviviale pour les tâches les plus diverses dans les petites et moyennes applications.

Après le choix de l'automate ainsi que sa CPU, nous procédons à l'élaboration et la simulation du programme, qui fera l'objet du prochain chapitre.

Introduction :

STEP 7 est le progiciel de base qui permet la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

STEP 7 s'exécute sous les systèmes d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows 95. 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, SIMATIC M7 -300/400 et SIMATIC C7.

Lors de la création d'une solution d'automatisation, STEP 7 offre:

- la création et la gestion des projets;
- la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- la gestion des mnémoniques ;
- la création des programmes ;
- le chargement du programme dans les systèmes cibles ;
- le test de l'installation d'automatisation ;
- le diagnostic lors de la perturbation dans l'installation.

I. CREATION D'UNE SOLUTION D'AUTOMATISATION DANS STEP 7:

Pour concevoir un projet avec STEP 7, il existe deux approches, qui sont résumées par la figure ci-après.

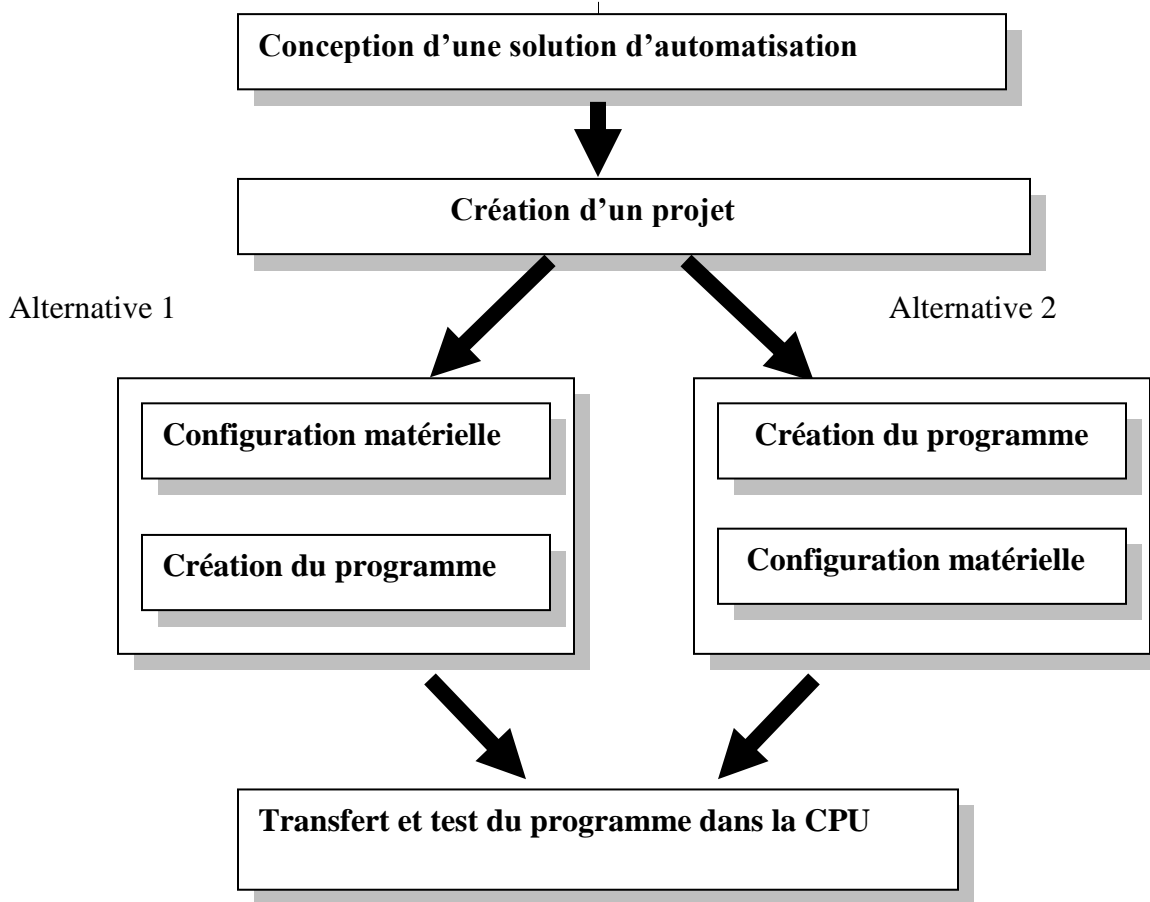


Figure (V.1): Démarche de programmation avec STEP7.

Remarque : Nous notons que pour un système contenant beaucoup de variables, la seconde alternative n'est pas très pratique, nous optons donc pour la première approche.

I.1 / Création du projet :

Avant de procéder à la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés. Le plus simple pour créer un nouveau projet c'est d'utiliser l'assistant de création de nouveau projet, cet assistant permet de créer un projet avec une interface simple, figure (V.2).

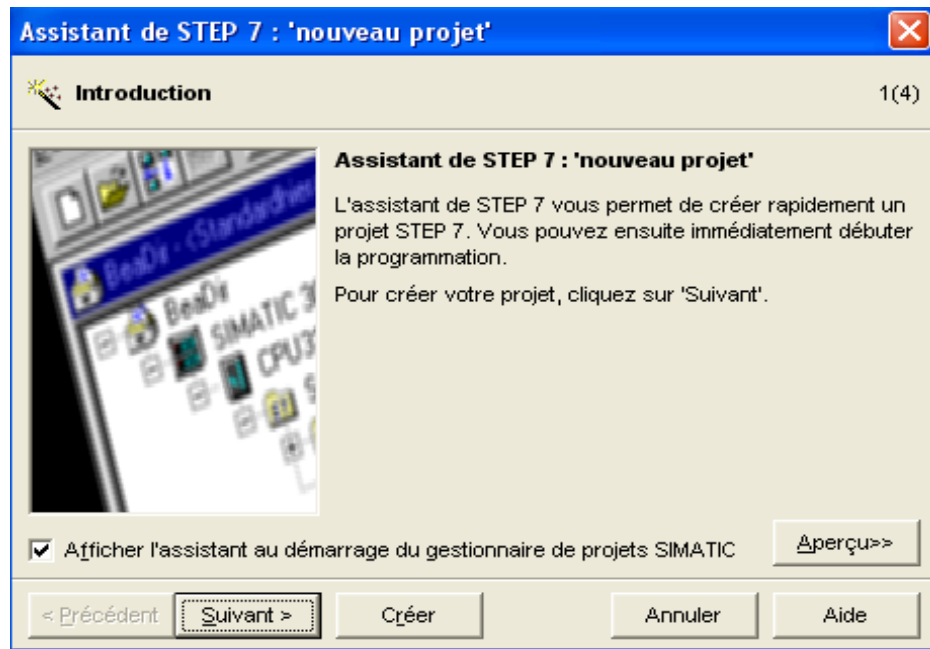


Figure (V.2) : Fenêtre assistant de STEP 7.

Les étapes à suivre sont les suivantes:

➤ Cliquer sur « **Suivant** »:

Étape 1

- Choisir la CPU utilisée pour le projet.
- Choisir l'adresse MPI pour la CPU (CPU avec réseau PROFIBUS- DP), l'adresse MPI est réglée par défaut à la valeur 2.

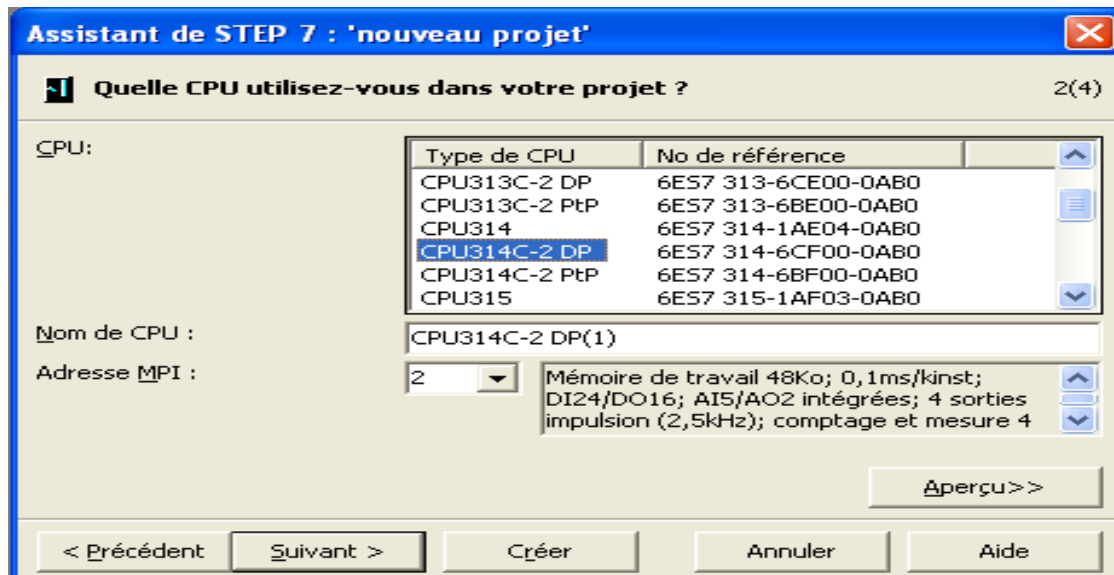


Figure (V.3) : Choix de la CPU et l'adresse MPI.

Étape 2

- Choisir le bloc d'organisation OB
- Choisir un langage de programmation (nous avons choisi le CONT).

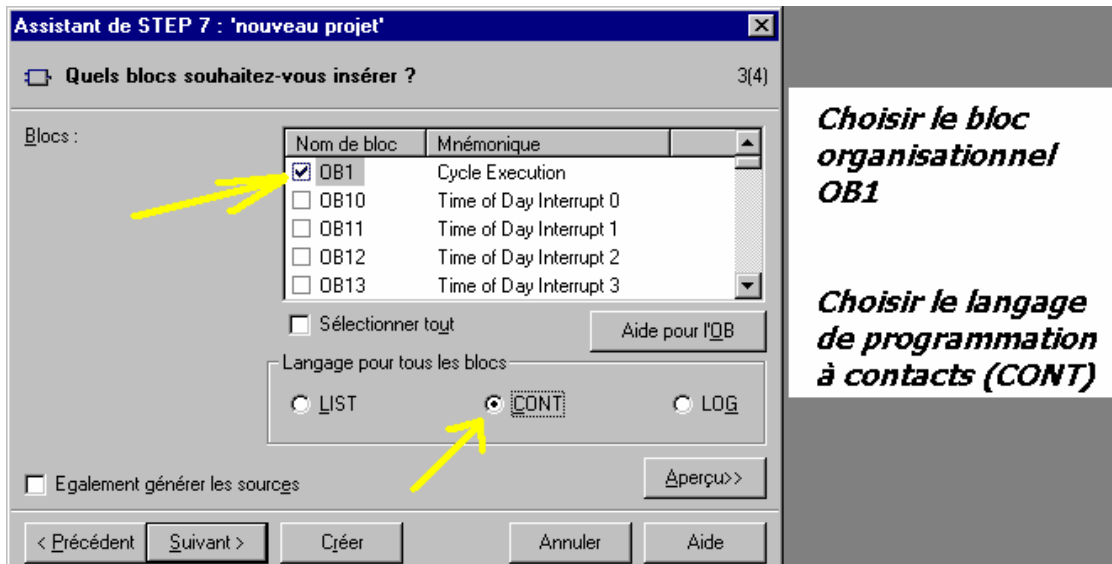


Figure (V.4) : Choix de bloc et langage de programmation.

Après avoir créé le projet, nous passons à la configuration et le paramétrage du matériel.

II. CONFIGURATION DU MATERIEL (Hardware Configuration) :

II.1 /Configuration :

La configuration matérielle consiste à recevoir virtuellement l'appareillage réel (PS, CPU, ...etc.). Le profilé support des modules et de cartouche interface, est représenté par une table de configuration ([o] UR : Universel Rack) dans une fenêtre de station, dont laquelle on peut enficher un nombre définis de modules, qu'on amène à partir de la fenêtre "Catalogue du Matériel". Coller des modules dans la table ; se fait comme dans les profilés support (châssis) réels ; c'est-à-dire le PS dans la 1ère ligne, la CPU dans la 2^{ème}, le IM dans la 3^{ème}, puis les SMs (ou FM, CP,..) viennent s'enficher à partir de la 4^{ème} ligne. Figure (V.5).

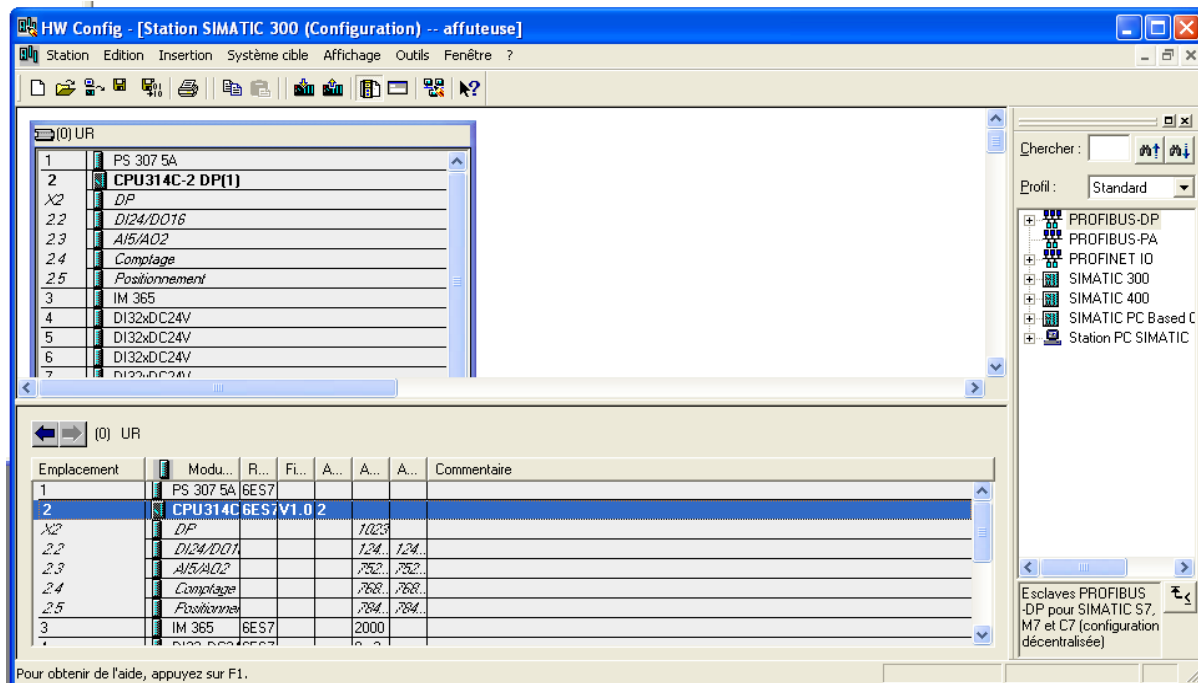


Figure (V.6) : Configuration matériel.

II.2 / Paramétrage :

C'est le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée (et aussi pour un réseau). La CPU est un module paramétrable, la surveillance du temps de cycle (chien de garde) est un paramètre que pouvons définir. Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondants.

II.3/ Adressage :

Chaque entrée et chaque sortie possède par défaut une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle, c'est-à-dire ; STEP7 affecte à chaque numéro d'emplacement ; une adresse de début de module (numéro d'octet) fixée à l'avance de manière directe "adressage absolu". L'adressage libre (affectation des adresses par choix) dans le S7-300, n'est permis qu'avec les CPUs 315, 315-2DP, 316-2DP et 318-2.

L'adresse complète d'une entrée se compose de la lettre "E" suivie par le numéro d'octet du module et de bit. Et celle de sortie ; elle comporte la même règle ; seulement avec la lettre "A". Voir la figure (V.7).

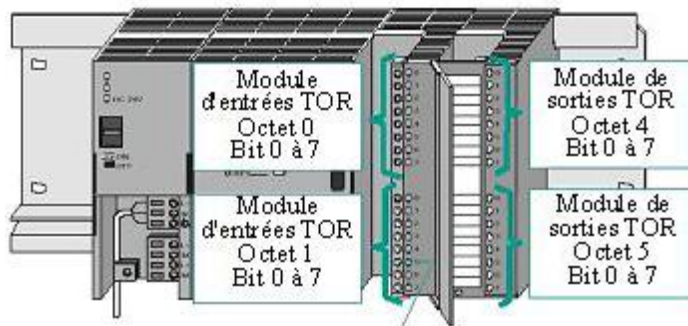


Figure (V.7) : Adressage absolue

Pour adresser par exemple la cinquième entrée à partir en haut, il faut entrer l'adresse suivante :

E 0. 4

E désigne le type de l'adresse : Entrée, '**0**' l'adresse de l'octet et '**4**' l'adresse du bit.

II.4/ Affectation des mnémoniques (adressage symbolique) :

Nous affectons dans la table des mnémoniques des noms symboliques aux adresses absolues que nous voulons appeler dans le programme, ainsi que le type de données, par exemple : l'entrée E0.1 ; a le mnémonique "a2" de type booléen.

Ces noms valent toutes les sections du programme. C'est pour cela nous les appelons des variables globales. L'adressage symbolique permet d'alléger l'écriture du programme qui y gagne en clarté. Voir la figure (V.8).

Etat	Mnémonique	Opérand	Type de	Commentaire
127	e4	E 7.1	BOOL	contacteur-disjoncteur du moteur pour l'aspirateur de possière
128	e5	E 7.2	BOOL	contacteur-disjoncteur du moteur d'arrosage
129	e6	E 7.3	BOOL	contacteur-disjoncteur du moteur pour m1
130	e8	E 7.4	BOOL	contacteur-disjoncteur pour u1
131	e9	E 7.5	BOOL	sécurité
132	e10	E 7.6	BOOL	contacteur-disjoncteur du moteur
133	e12	E 7.7	BOOL	petit commutateur automatique pour éclairage
134	u1	E 8.0	BOOL	bloc-alimentation pour commande
135	u9	E 8.1	BOOL	commutateur-préselecteur décimal
136	b24	E 8.2	BOOL	bouton - possoir pour approche
137	b25	E 8.3	BOOL	capteur à induction
138	a50	E 8.4	BOOL	commutateur décimal pour nombre de goujures avec ENS
139	a5	E 8.5	BOOL	commutateur décimal pour nombre de goujures unités
140	a6	E 8.6	BOOL	commutateur décimal pour nombre de goujures unités

Figure (V.8) : Affectation des mnémoniques.

III.PROGRAMMATION DE FONCTIONNEMENT (Software Config) :

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

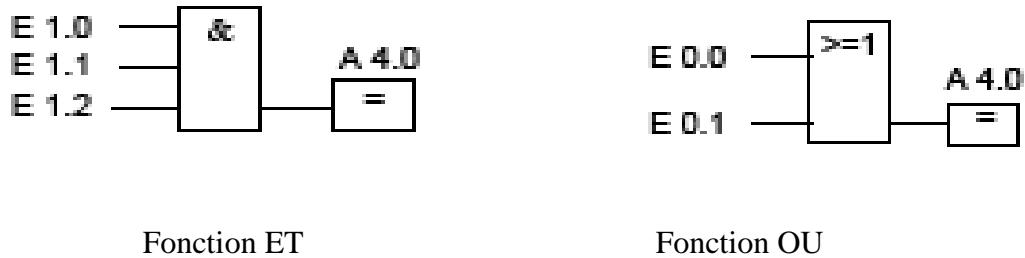
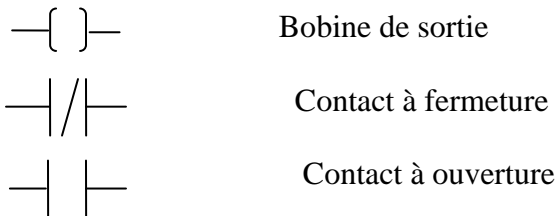


Figure (V.10) : Représentation des fonctions ET, OU par LOG.

III.1.c) Langage contacte (CONT) :

Le langage CONT (langage à contact) ou LADDER ; est un langage dont la logique est inspirée des réseaux électriques, c'est la raison pour laquelle nous avons choisi ce langage pour la programmation.

Le CONT est un langage graphique, dont la syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts (à fermeture et à ouverture), les éléments complexes et les bobines.



A. La fonction "OU" : C'est une combinaison de contacts en parallèle



Fonction "OU"

B. La fonction "ET" : C'est une combinaison de contacts en série

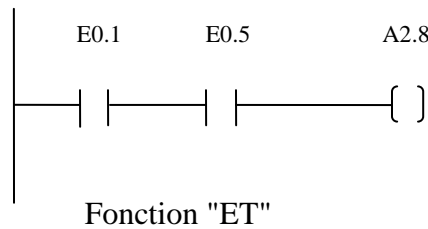


Figure (V.11) : Représentation des fonctions ET, OU par CONT.

III.2/ Activation et désactivation d'une variable de sortie (set / reset):

Elles sont utilisées pour maintenir des étapes ou des actions en état d'activation (set) ou désactivation (reset). L'action mémoire "set" est représentée par une bobine portant la lettre "S", alors que celle de désactivation par la lettre "R".

III.3/ Opération de temporisation :

Les temporisations sont utiles pour générer des délais d'attente. Les temporisateurs qui peuvent être utilisés avec l'API S7-300 sont de cinq types :

- Temporisation impulsionnelle.
- Temporisation impulsionnelle prolongée.
- Temporisation de retard à la montée.
- Temporisation de retard à la retombée.
- Remise à zéro d'une temporisation.

Dans notre programme nous avons utilisés des temporisations de retard à la montée. Figure (V.12).

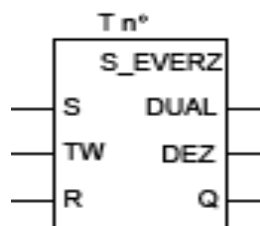


Figure (V.12) : Symbole du temporisateur retardé à la montée.

III.3.a) Description de l'opération « S_EVERZ » :

Cette opération démarre la temporisation précisée en cas de front montant à l'entrée de démarrage S. Un changement d'état du signal est toujours nécessaire pour activer une temporisation. La valeur de temps indiquée à l'entrée TW s'écoule tant que l'état du signal à l'entrée S est à '1'. L'état de signal à la sortie Q égale à '1' lorsque la temporisation s'est exécutée sans erreur et que l'état de signal à l'entrée S est toujours '1'. La temporisation s'arrête si l'état de signal à la sortie S passe de '1' à '0' alors que la temporisation s'exécute.

En cas de passage de '0' à '1' à l'entrée de remise à '0' (R) pendant que la temporisation s'exécute, cette dernière est remise à '0'. La valeur de temps en cours de la base de temps est alors également mise à zéro. L'état du signal à la sortie Q égale alors à '0'. La temporisation est également remise à zéro si l'état de signal égale '1' à l'entrée R.

La valeur de temps en cours peut être lue en format binaire à la sortie DUAL et en format décimal codé binaire à la sortie DEZ. La valeur de temps en cours correspond à la valeur initiale en TW moins la valeur de temps écoulée depuis le démarrage de la temporisation.

III.4/ Structuration du programme utilisateur :

Le logiciel STEP7 permet de structurer le programme, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes.

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1 (programme linéaire) ; cela n'est recommandé que pour les programmes de petites tailles. Pour les automatismes complexes, la subdivision en parties plus petites est recommandée, celles-ci correspondantes aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées bloc (programmation structurée).

Nous avons procédé par la programmation linéaire étant donné que l'ampleur du présent programme ne nécessite pas la programmation structurée.

III.5/ Les blocs de STEP7 de la CPU 314:

Le dossier Blocs (STEP7) contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes qu'on doit charger dans la CPU, et les blocs de données (DB d'instance et DB globaux) qui contiennent les paramètres du programme.

III.5.1) Bloc d'organisation (OB) :

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement du programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

a. Bloc d'organisation "OB1" (programme cyclique) :

Il est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal. En effet, c'est le programme appelé cycliquement par le système d'exploitation. Les autres blocs, existant dans le projet (STEP7) seront exécutés à leur appel par OB1.

b. Bloc d'organisation "OB100" (Mise en route) :

Il contient le programme à exécuter lors d'une mise en route. Il est utilisé pour l'initialisation du programme.

c. Bloc d'alarme "OB40" (Alarme processus) :

Nous appelons alarme, les événements qui déclenchent l'appel d'un OB donné. Quand un module déclenche une alarme de processus, le système d'exploitation identifie de quel module il s'agit, et déclenche l'OB40, qui permet par son exécution ; l'acquittement de cette voie particulière. Si une autre alarme de processus sur le même module est détectée entre l'identification et l'acquittement de l'alarme en cours, elle n'est pas prise en considération.

Les alarmes de processus peuvent être déclenchées par les fonctions intégrées si elles sont exploitées (les entrées intégrées spéciales ; E124.6 à 125.1).

III.5.2) Blocs fonctionnels :

a. Bloc fonctionnel (FB) :

Un "FB" est un bloc de code avec des données statiques. Il permet de transmettre des paramètres dans le programme utilisateur, il convient donc parfaitement à la programmation des fonctions complexes souvent utilisées, comme par exemple ; la régulation ou la sélection du mode de fonctionnement. On peut accéder à tout moment aux paramètres d'un "FB" (Exp : sorties), le fait qu'il possède une mémoire.

b. Bloc fonctionnel système (SFB) :

C'est un bloc intégré dans la CPU S7. Les SFB font parties des systèmes d'exploitation. Ils sont des blocs de mémoire, ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées (le cas de notre CPU 314C-2DP), comme ils peuvent être utilisés pour la communication via des liaisons configurées.

III.5. 3) Les blocs de données globaux (DB) :

Il existe tout d'abord les blocs de données d'instances, qui sont associés au bloc FB ; où ils constituent leurs mémoires, ils contiennent les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques. On peut donc utiliser plusieurs DB d'instance pour un même FB ; par exemple, un FB pour la commande de plusieurs moteurs, les données de chaque moteur sont sauvegardées dans différents DB.

A l'opposé des DB d'instances qui ne sont associés qu'aux blocs fonctionnels, les DB globaux servent à l'enregistrement de données utilisateurs pouvant être utilisées par tous les autres blocs de code.

III.5.4) Les fonctions (FC) :

Elles contiennent des routines pour les fonctions fréquemment utilisées, comme le renvoi d'une valeur au bloc appelant. Elles n'ont que des variables temporaires (sans mémoire), elles peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

III.5.5) La fonction système (SFC) :

C'est une fonction intégrée dans les CPU S7, préprogrammée et testé. Elle est appelée à partir du programme. Parmi les fonctionnalités qu'elle dispose : le contrôle du programme, la gestion des alarmes horaires et temporisées, la mise à jour de la mémoire image du processeur, l'adressage de modules et la création des messages relatifs aux blocs.

IV. Test et simulation du programme :

Après l'élaboration du programme de l'automate, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation, et vérification du bon fonctionnement de notre automatisme.

La simulation est faite avec le logiciel S7-PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7, son utilisation impose que la version de base de STEP 7 est déjà installée.

Le domaine d'application du logiciel S7-PLCSIM est le test des programmes STEP 7 pour les automates S7-300 et S7-400 que l'on ne peut pas tester immédiatement sur le matériel. Ceci pour différentes raisons :

- Petits blocs de programme qui ne peuvent pas encore être testés dans une séquence unique sur la machine.
- L'application est critique, car elle peut occasionner des dommages matériels en cas d'erreurs de programmation. La simulation permet de supprimer ces erreurs dès la phase de test.
- Enfin, dans le cas où on ne disposerait pas d'un automate.

IV.1/ Simulation avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM :

Le logiciel de simulation nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un système d'automatisation simulé dans un ordinateur ou sur une console de programmation (par exemple une du type "Power PG"). La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire que l'on soit connecté à un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux). La CPU S7 simulée permet de tester les programmes destinés aussi bien aux CPU S7-300 qu'aux CPU S7-400 et de remédier à d'éventuelles erreurs.

Cette application dispose d'une interface simple permettant de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans la CPU simulée, nous avons en outre la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP 7, comme par exemple le test de bloc, afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties.

IV.1.a) État de fonctionnement de la CPU :

La CPU 314C-2DP du S7 300 présente trois états de fonctionnement qui sont :

- **État de marche (RUN-P) :**

La CPU exécute le programme tout en nous permettant de le modifier, de même que ses paramètres.

Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP 7, la CPU doit être à l'état « RUN-P » pour pouvoir utiliser les fenêtres créées dans l'application de simulation de modules S7-PLCSIM et pour modifier une donnée quelconque utilisée par le programme.

- **État de marche (RUN) :**

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Par défaut, lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), on ne peut charger aucun programme, ni utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque (comme les valeurs d'entrée).

- **États d'arrêt (STOP) :**

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt (STOP) des CPU réelles, les sorties ne prennent pas de valeurs (de "sécurité") prédéfinies, mais conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU est passée à l'état d'arrêt (STOP). Vous pouvez charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt (STOP) à celui de marche (RUN) démarre l'exécution du programme à partir de la première opération.

IV.1.b) Effacement général de la CPU :


Avant de charger le programme dans l'automate programmable de simulation, il est recommandé d'effectuer un effacement général de la CPU afin de s'assurer qu'elle ne contient plus d'anciens blocs. L'effacement général doit s'effectuer dans le mode de marche « STOP ».

La commande effacement général se retrouve dans le menu **Système cible** —> **État de fonctionnement** —> **Effacement général**.

IV.2/ Mise en route du logiciel S7-PLCSIM :

Le mode de simulation est disponible à partir du gestionnaire de projets SIMATIC, à condition qu'aucune liaison à des API réels ne soit établie.




La procédure à suivre est la suivante :

➤ Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Outils** —> **Simulation de modules**. Cela lance l'application « S7-PLCSIM » et ouvre une fenêtre « CPU ».

➤ Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, cliquer sur  ou choisir la commande **Système cible** —> **Charger** pour charger les Blocs dans l'API de simulation.

Après avoir exécuté le logiciel « S7-PLCSIM » et chargé les blocs dans le simulateur, on crée des fenêtres d'affectation d'entrées et celles de visualisation de sortie de la manière suivante :

- Choisir le menu « **CPU** » dans S7-PLCSIM et vérifier qu'un point noir (•) apparaît à côté de « **Mettre sous tension** ».
- Choisir la commande **Exécution** —> **Mode d'exécution** et vérifier qu'un point noir (•) apparaît à côté de **Cycle continu**.

- Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher « RUN » ou « RUN-P ».
- Cliquer sur  ou sélectionner la commande « **Insertion** → **Entrée** » pour afficher une fenêtre de module d'entrée «**EB0**» (d'octet 0). Sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet « **EB6** » par exemple.
- Cliquer sur  ou sélectionner la commande « **Insertion** → **Sortie** » pour afficher une seconde fenêtre de module de sortie «**AB0**» (octet de sortie 0). Sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet « **AB1** » par exemple.
- Cliquer sur  où sélectionner la commande **Insertion** → **Temporisation** pour afficher une fenêtre de temporisations « **T0** ».

Une fois que toutes les fenêtres d'entrées et de sortie sont prêtes, nous activons quelques entrées pour lire l'état des sorties. Comme le montre la figure (V.13).

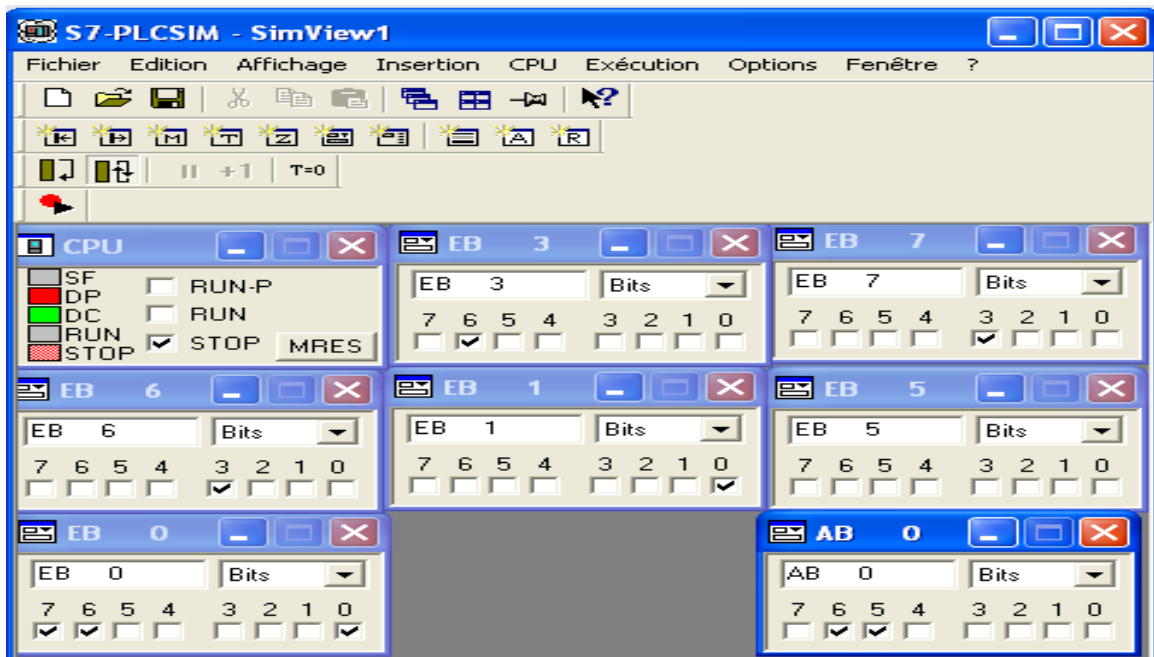



Figure (V.13) : Insertion des simulateurs.

IV.3/ Visualisation d'état du programme :

Après avoir chargé le programme (les blocs) dans la CPU du simulateur et mis cette dernière en mode « RUN-P », le logiciel STEP 7 nous permet de visualiser, avec la fonction **Test** → **Visualiser** ou en cliquant sur l'icône , les états des variables et les bits d'entrées et ceux de sorties comme le montre la figure V.14. Les bits à '1' sont actifs et ceux à '0' sont inactifs.

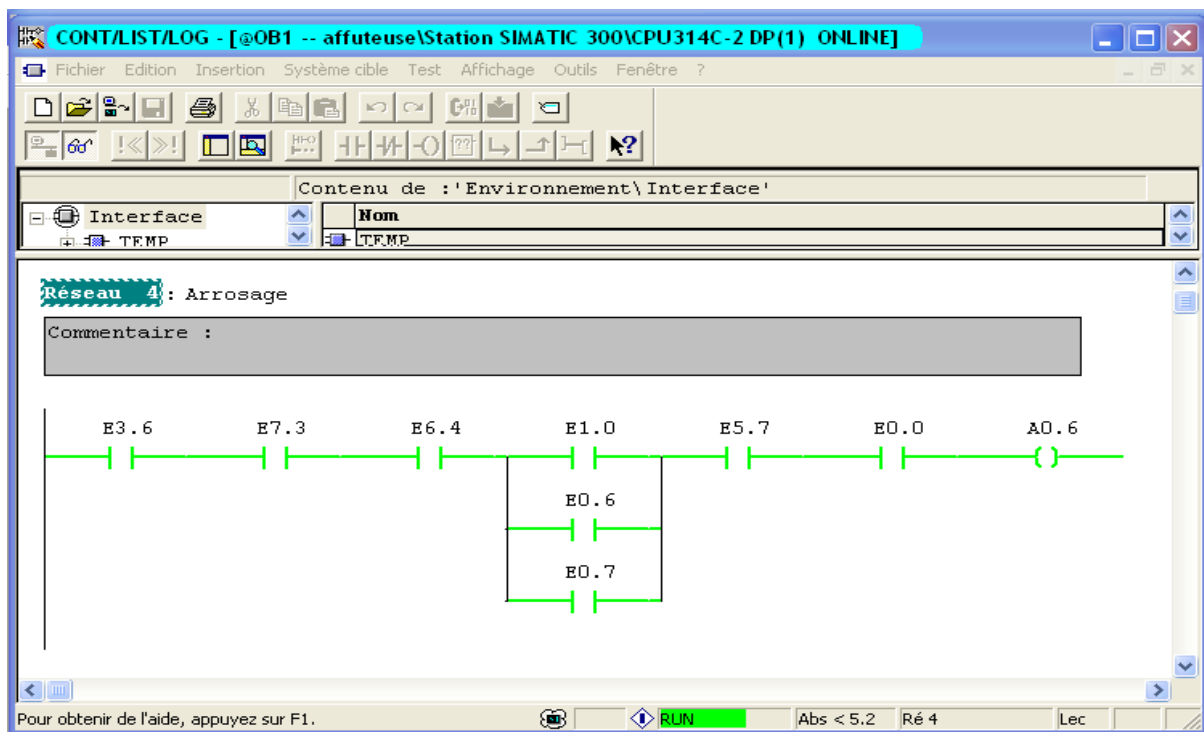


Figure (V.14) : Test avec la fonction « visualisation ».

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous sommes arrivées à configurer l'API S7-300 avec le matériel adéquat (PS, CPU et SMs) vis-à-vis des conditions existantes sur notre affûteuse, ainsi ; nous avons converti le GRAFCET de modélisation en programme exploitable par la CPU avec le langage de contact (LADDER), et ceci traduit la puissance du logiciel STEP7 utilisé pour cet effet.

Le simulateur PLCSIM, offre un avantage primordial en donnant la possibilité de rattraper les erreurs commis pendant la programmation avant son chargement dans la CPU, ce qui affirme le niveau de sûreté élevé des APIs SIMATIC.

Ce modeste travail nous a permis d'approfondir dans la théorie des automates programmables industriels, ce qui a enrichi nos connaissances dans ce domaine. Ainsi le stage que nous avons fait au niveau de la DVI (SNVI), nous a donné l'occasion d'appliquer les notions théoriques acquises pendant notre cycle d'étude.

Le stage nous a permis non seulement d'avoir des connaissances dans le domaine technique, mais aussi de s'adapter avec le milieu professionnel.

Dans cette étude nous avons utilisés plusieurs logiciels comme X-Relais pour la réalisation des différents schémas, STEP7 pour la configuration et la programmation de l'automate S7-300 et PLCSIM pour la simulation du programme, l'utilisation de ces ensembles de logiciels nous a offert l'amélioration de nos connaissances dans le domaine de l'informatique industrielle. Dans ce travail, nous avons répondu au cahier de charges proposé par la DVI.

En fin, ce travail ce n'est qu'une contribution humaine, donc elle admet la modification, l'enrichissement et l'amélioration, réalisation fonctionnelle et éventuellement d'une commande numérique est beaucoup mieux par rapport à un API nous laissons ça aux promotions ultérieures.