

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE

Présenté par
Abdelaziz MOUNSI
Sofiane HADJEBAR

Thème

MISE À NIVEAU DE LA CINTREUSE de tubes (R23)

Mémoire soutenu publiquement le 11 juillet 2017 devant le jury composé de :

Mr Ahmed NAHI
Maître assistant-A, UMMTO, Président

Mr L'Hacene ARAB
Maître assistant-A, UMMTO, Rapporteur

Mr Ramdane AMMOUR
Ingénieur, Co-promoteur, EASM

Mr Said AISSOU
Maître assistant-B, UMMTO, Examineur

Mr Takfarinas CHELLI
Maître assistant-A, UMMTO, Examineur

Promotion : 2016/2017

Remerciement

***NOUS TENONS À ADRESSER NOS REMERCIEMENTS
À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT CONTRIBUÉ À
NOTRE FORMATION, À TOUS CEUX QUI NOUS ONT
CONSEILLÉ, GUIDÉ SUR LE CHEMIN DU SAVOIR EN
PARTICULIER : MR. ARAB, MR. AMMOUR
RESPECTIVEMENT EN QUALITÉ DE PROMOTEUR
ET D'ENCADREUR, MR.FEKKIK ET MR.
CHETOUANE POUR LES BONS CONSEILS QU'ILS
NOUS ONT DONNÉ ET LE TEMPS QUI' ILS NOUS ONT
ACCORDÉ.***

***NOS REMERCIEMENTS S'ADRESSENT AUSSI AU
PERSONNEL DE L'UNITÉ CUISSON À L'ENIEM QUI
NOUS ONT AIDÉ À RÉALISER CE TRAVAIL.***

***NOUS REMERCIONS LES MEMBRES DU JURY QUI
NOUS FERONS L'HONNEUR D'EXAMINER NOTRE
TRAVAIL.***

DÉDICACE

NOUS DÉDIONS NOTRE TRAVAIL :

- À NOS CHERS PARENTS.
- À NOS FRÈRES ET SŒURS.
 - À NOS PROCHEs.
 - À NOS AMIS

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : constitution et principe de fonctionnement de la cintreuse

I-1 Introduction	1
I-2 Constitution de la cintreuse	1
I-3 Fonctionnement de la cintreuse	16
I-4 Conclusion	17

Chapitre II : description du fonctionnement de la cintreuse par le GRAFCET

II-1 Introduction	18
II-2 Généralités sur le GRAFCET	18
II-3 Description du fonctionnement de la cintreuse	25
II-4 Conclusion	35

Chapitre III : Conception de la nouvelle armoire électrique

III-1 Introduction	36
III-2 Collecte d'informations sur la cintreuse à tube	36
III-3 Le choix de l'armoire	36
III-4 Choix des composants de l'armoire électrique	36
III-5 Conclusion	48

Chapitre IV : Pilotage par API S7 300 et supervision par WinCC

IV-1 Introduction	49
IV-2 Généralités sur les automates programmable industriels	49
IV-3 Présentation du logiciel de supervision WinCC	56

Sommaire

IV-4 Conclusion

59

Conclusion générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Dans le but d'augmenter la productivité et d'être compétitifs sur le marché, les industriels ont de plus en plus recours à l'automatisation de leur processus industriels. C'est dans ce sens que l'entreprise nationale des industries d'électroménager (ENIEM) a commencé à acquérir des installations automatisées dès les années soixante-dix. [1]

Aujourd'hui, beaucoup de ces installations sont devenues vétustes et pour certaines obsolètes, ce qui a contraint l'ENIEM à engager plusieurs entreprises pour changer les armoires de plusieurs machines, parmi elles l'entreprise EASM (Electricité, Automatismes, Service et Maintenance).

L'une de ces machines qui a été attribuée à cette entreprise est la cintruse de tubes à gaz pour les cuisinières (R23) qui se trouve à l'unité cuisson qui a été acquise en 1984. Cette dernière présente de nombreux problèmes car elle fonctionne avec une carte de commande numérique à microcontrôleur (CNC) qui n'est plus fabriquée, si elle devient obsolète, la machine ne fonctionnera plus. Ce qui implique le remplacement de cette carte par un API s7 300 et aussi le changement de toute l'armoire.

Notre travail dans ce mémoire sera réparti comme suit :

-) Le premier chapitre sera dédié à la constitution de la cintruse ainsi que de son principe de fonctionnement.
-) Au second chapitre, nous allons décrire le fonctionnement de la cintruse avec l'outil GRKAF CET.
-) Le troisième chapitre sera consacré à l'étude de la réalisation de l'armoire électrique.
-) Le quatrième chapitre se focalisera sur le pilotage et la supervision de la cintruse.

CHAPITRE

I

I-1 Introduction :

Avant de commencer notre travail nous devons d'abord connaître la cintreuse, savoir de quoi elle est constituée et comment elle fonctionne. Cette machine est constituée d'une partie hydraulique, d'une partie mécanique et d'une partie électrique. Elle fonctionne sous le principe de déformation mécanique d'un tube avec une géométrie particulière en suivant un rayon et un angle à l'aide d'un équipement de cintrage.

I-2 Constitution de la cintreuse :

Cette machine est constituée de trois parties suivantes :

I-2-1 Partie électrique :

Le circuit électrique de la cintreuse se compose essentiellement des éléments suivants :

1- Armoire électrique :

Elle est constituée des éléments suivants :



Fig1 : Armoire électrique

1-1) Circuit de commande numérique (CNC) Bosch CC100

C'est la partie de l'armoire qui nous intéresse le plus car c'est elle qui doit être remplacée par un automate S7 300. C'est une carte électronique à base de microcontrôleurs ou est implanté le programme de la machine. [2]

- Cartes d'interfaces :

Les cartes d'interfaces permettent le raccordement entre la partie commande (le circuit de commande numérique(CNC) et la partie opérative. Dans l'armoire électrique on trouve les 4 cartes d'interfaces suivantes :

- **SCO1 et SCO2** : c'est des cartes d'interface qui permettent le raccordement entre le circuit de commande numérique (CNC) et les électrovannes.



Fig2 : Structure d'une carte d'interface SCO

- **SCI1 et SCI2** : c'est des cartes d'interfaces qui permettent le raccordement entre les capteurs et le circuit de commande numérique (CNC). [2]



Fig3 : Structure d'une carte d'interface SCI

1-2) Disjoncteurs magnétothermiques :

Un disjoncteur est un dispositif électromagnétique ou électromécanique, de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable aussi d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. La figure qui suit représente un disjoncteur magnétothermique :

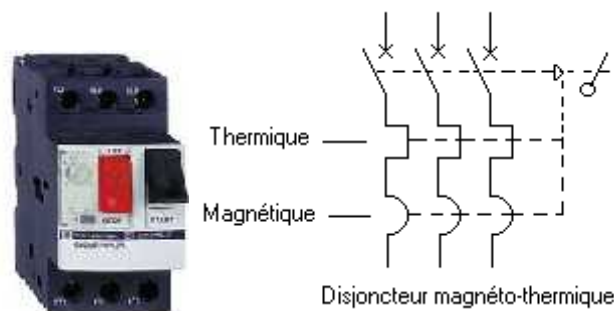


Fig4 : disjoncteur magnétothermique

On trouve dans l'armoire six disjoncteurs magnétothermiques qui sont : [2]

IA1 : Disjoncteur général, permet d'interrompre l'alimentation de tout circuit électrique

IA2 : Disjoncteur magnétothermique, permet d'interrompre l'alimentation de moteur des pompes

IA3 : Disjoncteur magnétothermique, permet d'interrompre l'alimentation du transformateur bipolaire

IA4 : Disjoncteur magnétothermique, permet d'interrompre l'alimentation de 110v.

IA5 : Disjoncteur magnétothermique, permet interrompre l'alimentation du circuit auxiliaire

IA6 : Disjoncteur magnétothermique, permet d'interrompre l'alimentation du moteur du système de refroidissement.

1-3) Les relais :

Un relais est un pré actionneur constitué au moins :

- ✓ D'un électroaimant (bobine + circuit ferromagnétique)
- ✓ D'un porteur mobile supportant un contact mobile
- ✓ Ainsi qu'un contact fixe
- ✓ D'un ressort de rappel du contact mobile

Dans l'armoire électrique on trouve :

K2 : Relais avec temporisateur a la fermeture, il permet de commander le transformateur (TR1)

K3 : Relais qui permet d'alimenter le circuit de commande numérique.

K4 : Relais de l'arrêt d'urgence.

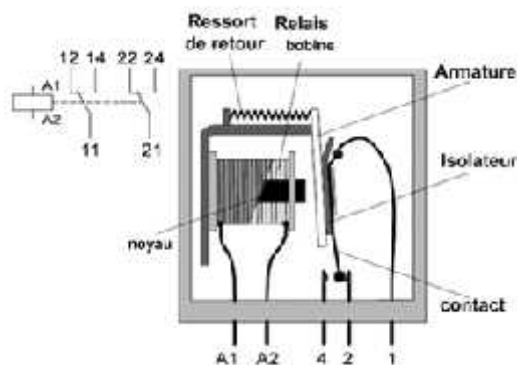


Fig5 : schéma symbolique d'un relais

1-4) Les contacteurs :

Un contacteur est un appareil de commande destiné à établir ou interrompre le passage du courant. Ainsi, il est utilisé afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance.

Symbole graphique d'un contacteur :

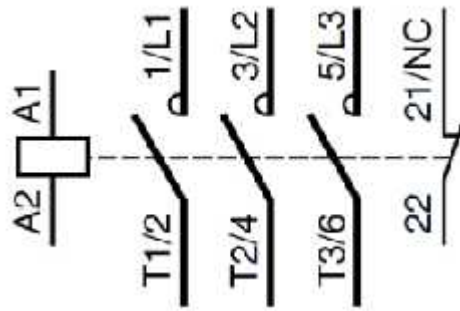


Fig6 : schéma symbolique d'un contacteur

Dans l'armoire électrique on trouve les contacteurs suivants :

K0 : contacteur qui commande l'alimentation du transformateur triphasé(TR1)

K1 : contacteur qui commande le moteur (M1) de la pompe hydraulique.

K5 : contacteur qui commande le moteur (M2) du system de refroidissement (ventilateur de refroidissement). [2]

1-5) Les transformateurs :

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative.

En un système de tension et de courant de valeurs mais de même fréquence et de même forme.

Symbole graphique d'un transformateur :

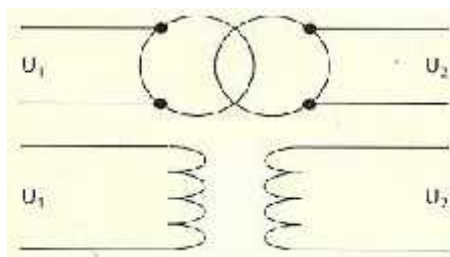


Fig7 : schémas symboliques d'un transformateur

Dans l'armoire électrique on trouve deux transformateurs principaux :

TR1 : ce transformateur possède une sortie triphasée (115v) et une sortie monophasée (220v).

Ces sorties servent à alimenter le module de commande, la sortie monophasée alimente aussi le ventilateur V1.

TR2 : transformateur monophasé (110V alternatif), alimente les cartes d'interfaces.
[2]

1-6) Les capteurs :

Placé dans la partie opérative d'un système automatisé, un capteur est un dispositif qui permet de transformer une grandeur physique (position, température, pression ...) en une grandeur électrique (tension ou courant) et à la rendre exploitable par la partie commande.

Les détecteurs de position :

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction de détecteurs de position, on parle aussi de détecteurs de présence.

Ils sont réalisés à bas de microcontacts placés dans un corps de protection et muni d'un système de commande ou tête de commande.

Dans notre cintreuse on trouve neuf détecteurs mécaniques :

S02 : il indique la position initiale du groupe de coup

S03 : il indique la position d'enclenchement du moteur hydraulique.

S04 : il indique la position de blocage de tube.

S05 : c'est le capteur de fine de course du vérin du groupe de coupe.

S06 : capteur de rotation de Z (+) donne la limite de rotation de l'axe z dans le sens positif.

S07 : Capteur de rotation de Z (-) donne la limite de rotation de l'axe z dans le sens négatif.

S10 : Capteur de sécurité pour l'opérateur en cas d'ouverture de capot de la machine.

S11 : Capteur de sécurité de la barrière externe.

SLA1 : Capteur de sécurité en cas d'ouverture de la porte avant de l'armoire électrique.

SLA2 : Capteur de sécurité en cas d'ouverture de la porte avant de l'armoire électrique. [2]

Détecteurs de proximités inductifs :

Ce type de capteur est utilisé pour la détection d'objets métallique, il permet de faire une détection sans contact de l'objet à détecter.

Lorsqu'un écran métallique est placé dans le champ magnétique de détecteur, des courants induits vont constituer une charge additionnelle qui provoque l'arrêt des oscillations

Après mise en forme, un signal de sortie correspondant à un contact à fermeture NO, à ouverture NC ou complémentaire NO+NC est délivré

Dans notre machine, on trouve des détecteurs inductifs de types PNP qui est :

S01 : Capteur de début de course qui indique la position initiale sur l'axe de cintrage(Y)

S08 : Capteur qui indique la position initiale sur l'axe Z.

S09 : Capteur qui indique la présence du tuyau.

S12 : Capteur de fin de course du vérin de la scie, il commande le retour du vérin de groupe de coupe et le vérin de la scie. [2]

Les codeurs rotatifs :

Les codeurs rotatifs sont un type de capteur qui permettent de délivrer une information d'angle, en mesurant la rotation effectuée autour d'un axe. L'information de vitesse peut alors être déduite de variation de la position par rapport au temps.

La cintreuse possède trois encodeurs le premier pour la mesure de la longueur de translation, la deuxième pour l'angle de rotation, le troisième pour l'angle de cintrage, respectivement **CX**, **CZ**, et **CY**.

1-7) Lampes de signalisation :

Elles sont utilisées pour signaler l'état de fonctionnement d'appareils électrique.

H1 : signale la mise sous tension de circuit 110v

H2 : signale la mise sous tension de circuit 24v

H3 : signale la mise en marche de la pompe hydraulique.

LA1/2 : trois lampes clignotantes déclenchées par le capteur SLA1/2. [2]

1-8) Variateur de vitesse du moteur à courant continu :

Cet appareil permet de varier la vitesse des moteurs à courant continu pour obtenir une grande précision qui est exigée dans nombreux procédés industriels.

2) Moteurs électriques :

Dans la cintreuse nous trouvons deux moteurs à courants continue et deux moteurs asynchrones triphasés.

2-1) Moteur asynchrone triphasé :

Nous avons deux moteurs asynchrones dans la cintreuse :

- Un moteur pour la pompe hydraulique.
- Un moteur refroidisseur.

Symbole graphique d'un moteur asynchrone triphasé :

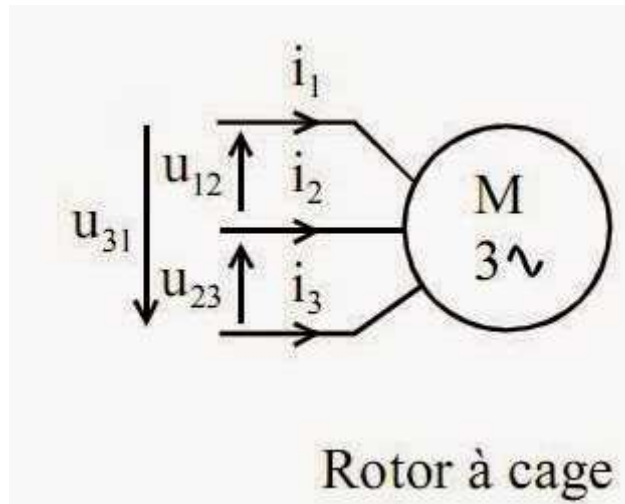


Fig8 : moteur à courant alternatif

2-2) Moteur à courant continue :

Dans la cintreuse nous avons deux moteurs :

MX : moteur de translation.

MZ : moteur de rotation.

Symbole graphique d'un moteur à courant continue :

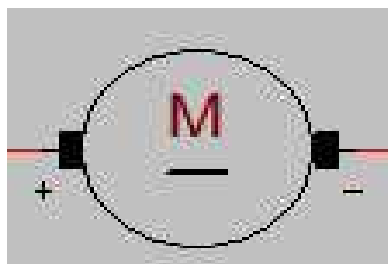


Fig9 : moteur à courant continu

I-2-2 Partie mécanique :

Cette partie est composée de :

a) Rouleau à tube :

Il est en forme de cylindre autour duquel est déroulé le tube, il est fixé horizontalement au sol et il tourne sur son axe. La figure suivante représente le rouleau à tube. [2]



Fig10 : rouleau à tube

b) Galets et volants de réglage :

) **Les galets :**

Ce sont des poulies qui tournent sur leur axe, ils sont réglables par des volants. On trouve cinq galets de redressement dans la machine et quatre galets d'entraînement couplés au mouvement du moteur à courant continu assurant la translation du tube sur l'axe x. [2]

) **Les volants de réglage :**

On trouve dans la machine quatre volants de réglage des galets de redressement, ils permettent d'ajuster la distance entre les galets supérieurs et inférieurs selon le rayon externe du tube. On trouve aussi quatre volants de réglage de la force d'entraînement du tube suivant l'axe x. [2]

La figure qui suit représente les galets et les volants de réglage :



Fig11 : galets et volants de réglage

c) Chariot d'épaulement :

C'est une pièce mobile posée sur une glissière sur la quelle sont montés le patin et le tasseau d'épaulement [2].

Il est représenté par la figure suivante :



Fig12 : chariot d'épaulement

d) Le patin de blocage :

C'est une pièce mobile métallique adaptée au chariot pour déterminer la position initiale du tasseau d'épaulement [2] (voir fig13).



Fig13 : patin de blocage

e) Groupe de coupe :

Il est composé d'une glissière de coupe qui est une rainure dans laquelle glisse le groupe de coupe, elle sert à guider le mouvement pendant le fonctionnement. Il possède aussi une lame de coupe dentée destinée à couper le tube, elle est actionnée par un moteur hydraulique. Il dispose également d'un étai de blocage formé de deux mâchoires qui fixent le tuyau pendant la coupe [2] (voir Fig 14).



Fig14 : groupe de coupe

f) Les tasseaux :

On trouve deux tasseaux dans la machine, un tasseau qui permet de bloquer le tube pendant le cintrage pour éviter qu'il se déforme. On trouve aussi un tasseau d'épaulement qui épaulement le tube durant le cintrage. [2]

g) Moteur réducteur :

Le réducteur est associé au moteur à courant continu afin de réduire sa vitesse qui est très élevée [2].

Cette figure représente un moteur réducteur :



Fig15 : moteur réducteur

h) La crémaillère :

C'est une barre métallique dentée, qui a pour rôle de transformer le mouvement de translation du vérin en un mouvement de rotation. [2]

I-2-3 Partie hydraulique :

Cette partie se compose de différents éléments qui sont : (voir annexe I)

a) Le réservoir hydraulique :

C'est un bac qui permet renfermer une réserve d'huile, sa capacité est de 90 litres. [2]

b) Les conduits :

Ce sont des tuyaux souples qui transmettent l'huile vers différents composants de la machine.

c) Les éléments de protection :

) Filtre hydraulique :

C'est un système qui contribue à la séparation des éléments dans l'huile, son rôle est de protéger les éléments de la machine.

Il y a plusieurs filtres dans la machine :

- ✓ Filtre sur l'aspiration de la pompe principale.
- ✓ Filtre sur l'aspiration de la pompe secondaire.

- ✓ Filtre sur refoulement d'huile de la pompe principale vers le circuit principal.
- ✓ Filtre sur le retour d'huile vers le réservoir.

) Radiateur d'huile :

C'est le système de refroidissement du système hydraulique,

) Vannes unidirectionnelles :

Elles assurent le passage de l'huile dans un unique sens.

Dans la machine nous repérons plusieurs vannes unidirectionnelles :

- ✓ Vanne unidirectionnelle pour protéger le radiateur.
- ✓ Vanne unidirectionnelle du retour de l'huile de la chambre positive du vérin de groupe de coupe.
- ✓ Deux vannes unidirectionnelles commandées pour le blocage du vérin du groupe de coupe.
- ✓ Vanne unidirectionnelle d'alimentation de la chambre négative du vérin de la tronçonneuse.
- ✓ Vanne unidirectionnelle du retour de l'huile de la chambre positive du vérin de la tronçonneuse vers le réservoir.

d) Les pompes hydrauliques :

Une pompe hydraulique est un générateur de débit, elle transforme l'énergie mécanique en une hydraulique.

On distingue deux pompes dans le circuit :

- ✓ Une pompe du circuit principal qui a un débit de six litres par secondes et une pression de vingt bars.
- ✓ Une pompe du circuit secondaire qui a un débit de vingt litres par seconde et une pression de soixante-dix bars.

e) Les distributeurs :

o Distributeurs à pilotage monostables :

La commande du distributeur doit être activée pendant tout le temps de la commande.

Quand on relâche le bouton de la commande, le distributeur reprend sa position initiale de repos à l'aide d'un ressort.

o Distributeurs à pilotage bistable :

Il possède deux positions stables, il garde sa position en absence de signal de pilotage.

f) Les éléments de régulation :

○ **Régulateur d'échappement :**

Les régulateurs d'échappement ont une fonction de réglage de la vitesse des vérins. Ils s'implantent sur les entrées d'échappement des distributeurs.

Ils sont composés d'une bouche de passage de l'huile qui peut être bouchée par une vis de réglage pour réguler l'échappement.

○ **Régulateur de pression :**

C'est un appareil qui réduit la pression de l'huile qui le traverse.

Il permet d'obtenir à sa sortie une valeur réglée et constante en évacuant la surpression vers le réservoir.

○ **Limiteur de pression :**

C'est un système de régulation qui permet de limiter la pression interne du circuit hydraulique, en dérivant l'excès de pression vers le circuit basse pression.

○ **Soupape de séquence :**

Elle permet de réduire la pression du circuit principal et de la maintenir constante dans une partie du circuit.

g) Les actionneurs :

) **Vérin à simple effet :**

Un vérin est un actionneur qui réalise un mouvement linéaire, il reçoit le fluide que dans un seul orifice. Le retour à la position d'origine s'effectue par un ressort.

) **Vérin à double effet :**

Un vérin à double effet a deux directions de travail, il possède deux orifices d'alimentation de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans un autre.

) **Moteur hydraulique :**

Un moteur hydraulique est un moteur qui transforme une pression ou un débit qui sont une puissance hydraulique en puissance mécanique.

I-3 Fonctionnement de la cintreuse :

Son principe de fonctionnement se base sur quatre mouvements, le premier est le mouvement de translation, le deuxième est le mouvement de cintrage, le troisième est le mouvement de rotation et le quatrième est le mouvement du groupe de coupe.

- Le mouvement de translation s'effectue suivant l'axe x, le tube est entraîné suivant cet axe par les galets d'entraînement jusqu'à la longueur désirée qui est mesurée par le codeur incrémental (CX). Les galets d'entraînement sont couplés à un moteur réducteur à l'aide d'une chaîne qui permet de transmettre le mouvement du moteur aux galets.
- Le mouvement de cintrage s'effectue selon l'axe y, le système de crémaillère permet de transformer le mouvement de translation du vérin en une rotation. Un codeur (CY) mesure l'angle désiré et l'information d'arrêter le cintrage quand cet angle est atteint.
- Le mouvement de rotation se fait selon l'axe z, un moteur réducteur à courant continu provoque la rotation autour de l'axe x d'un angle désirée. Un codeur (CZ) mesure l'angle voulu et donne l'information d'arrêter la rotation lorsque cet angle est atteint.
- Le mouvement du groupe de coupe est divisé en deux mouvements, la translation du vérin du groupe de coupe et la rotation de la lame de coupe. A la fin du cintrage, un vérin est actionné pour faire avancer le groupe de coupe vers la glissière, lorsque le groupe de coupe arrive à la position de blocage de tube, un capteur actionne l'étau de blocage pour maintenir le tube pendant la coupe, à l'arrivée du groupe de coupe à la position d'enclenchement un autre capteur de fin de course transmet l'information de démarrer le moteur hydraulique qui entraîne à son tour la lame grâce à la courroie de transmission. Quand le tube est coupé le capteur fin de course actionne le retour du vérin du groupe de coupe et le vérin de la scie à leur position initiale qui sera détectée par un capteur début de course.

I-4 Conclusion :

La connaissance des composants et du principe de fonctionnement de la cintreuse constitue une étape importante car elle va grandement nous permettre de maîtriser la machine et nous faciliter la réalisation du GRAFCET et de l'automate.

Dans ce qui suit nous allons décrire le fonctionnement de la cintreuse avec le GRAFCET.

CHAPITRE

II

II-1 Introduction :

L'utilisation du langage courant est mal adapté pour décrire les systèmes séquentiels, car il risque d'y avoir un problème d'incompréhension à cause de certains mots qui sont peu précis, mal définis ou possèdent plusieurs sens.

Le GRAFCET a pour but de représenter de façon symbolique et graphique le fonctionnement d'un automatisme, cela permet de mieux le comprendre.

Dans ce chapitre, nous allons définir le GRAFCET et nous allons modéliser notre machine par cet outil.

II-2 Généralités sur le GRAFCET :

II-2-1 Définition du GRAFCET :

Le GRAFCET (**GRA**phe **Fonctionnel** de **Com**mande par **Et**apes et **Tr**ansition) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. Il permet aussi de spécifier le cahier de charge d'un automatisme séquentiel. Il se compose de :

- **D'étapes** : C'est une séquence de déroulement du processus pendant laquelle les tâches ou les actions associées sont exécutées. L'étape i se représente par un carré et se repère par un nombre et possède une variable d'état qui est appelée variable d'étape X_i . Elle est active ou inactive et l'étape active est indiquée par un point à l'intérieur du carré (Fig16). [3]

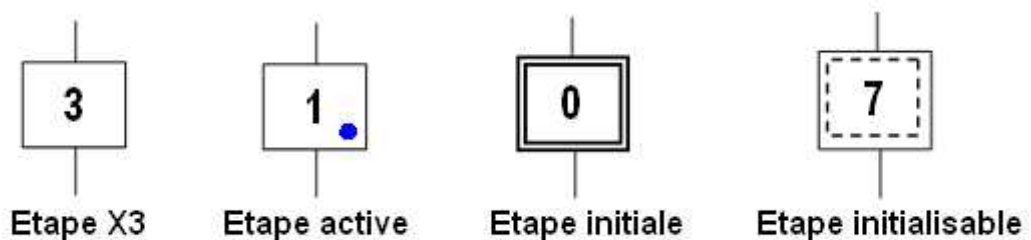


Fig16 : différentes étapes du GRAFCET

- **D'actions** : Une ou plusieurs actions peuvent être associées à une étape, elles expliquent ce qui doit être fait à chaque fois que l'étape à laquelle elle sont associées sont actives. [3]

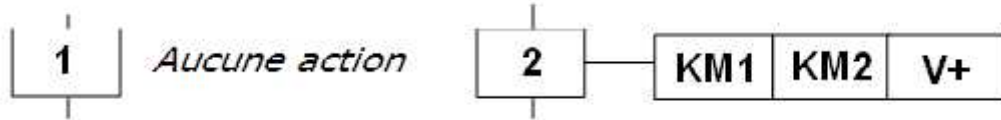


Fig17 : actions associées aux étapes

- **De transitions :** Une transition indique la possibilité de transition d'une étape à l'autre, elle se représente par un trait horizontal et elle peut être valide ou non. A chaque transition est associée à une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire du franchissement d'étapes. [3]

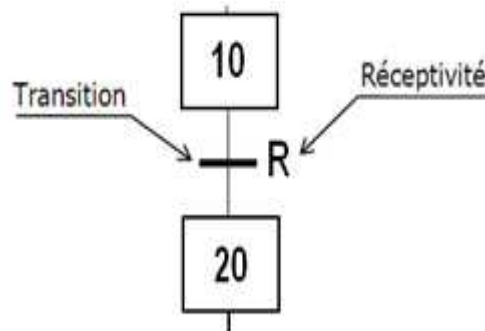


Fig18 : Représentation d'une transition

- **Liaisons orientées :** Ce sont des traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles ont un sens conventionnel de haut en bas, dans le cas contraire des flèches sont nécessaires (figure 19). [3]

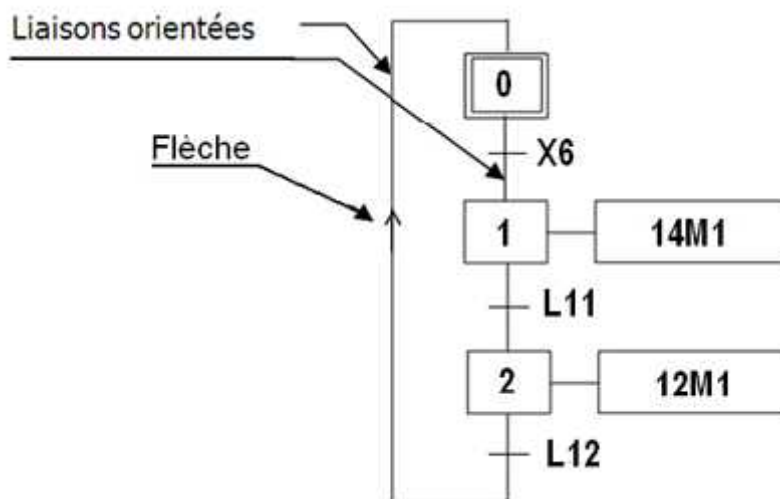


Fig19 : Liaison orientées

II-2-2 Règles d'évolution du GRAFCET :

1) Condition initiale :

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives. [4]

2) Franchissement d'une transition :

Pour qu'une transition soit validée il faut que toutes les étapes précédentes reliées à cette transition soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, et seulement si la réceptivité associée est vrai. [4]

3) Evolution des étapes actives :

Le franchissement d'une transition entraine obligatoirement l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes. [4]

4) Evolution simultanées :

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies. Cette règle permet notamment de décomposer un GRAFCET en plusieurs diagrammes indépendants. [4]

5) Activation et désactivation simultanées :

Si au cours du fonctionnement de l'automatisme une même étape doit être simultanément activée et désactivée, elle reste active.

II-2-3 Structures de base d'un GRAFCET :

1) Séquence :

Une séquence est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre (Fig20). [5]

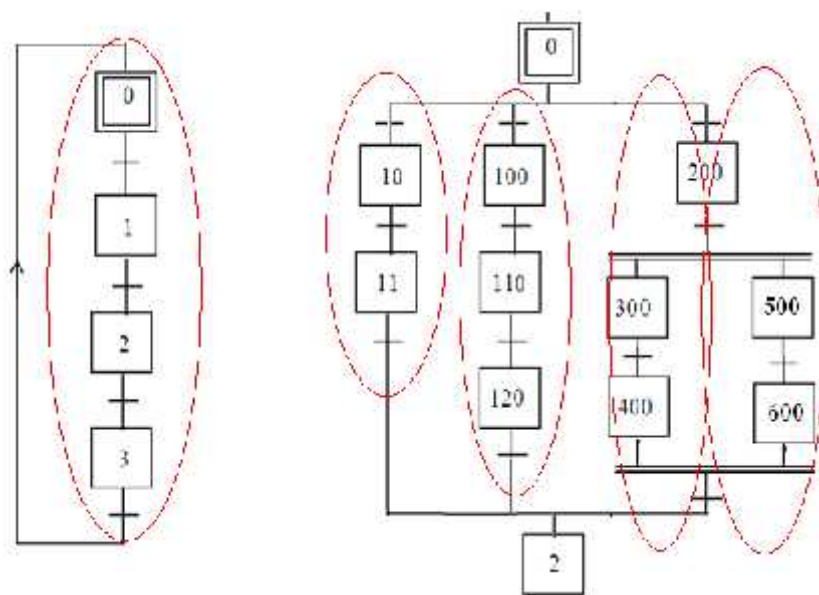


Fig20 : GRAFCET séquence unique et GRAFCET à plusieurs séquences

2) Saut d'étape et reprise de séquence :

Le saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser. La reprise de séquence permet de reprendre une ou plusieurs fois une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue. [5]

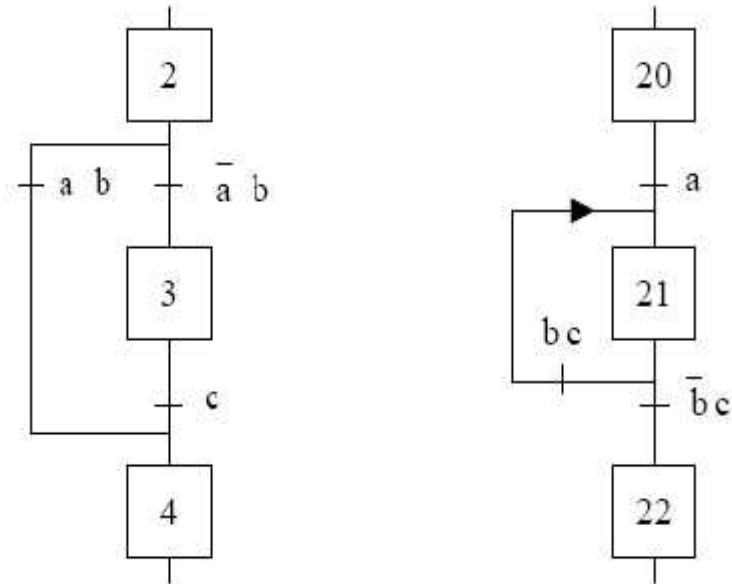


Fig21 : Saut d'étape et reprise de séquence

3) Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences :

On dit qu'il y'a aiguillage ou divergence en OU quand le GRAFCET se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel. On rencontre aussi la convergence en OU quand deux ou plusieurs séquences convergent vers une seule séquence. [5]

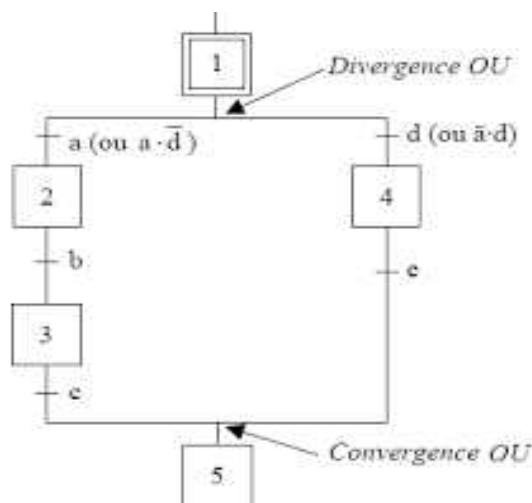


Fig22 : divergence et convergence en OU

4) Parallélisme entre deux ou plusieurs étapes (divergence-convergence en ET) :

On dit qu'on se trouve en présence d'un parallélisme structurel si plusieurs fonctions indépendantes se déroulent en parallèle. Le début d'une divergence en ET et la fin d'une convergence en ET sont représentées par deux traits parallèles.

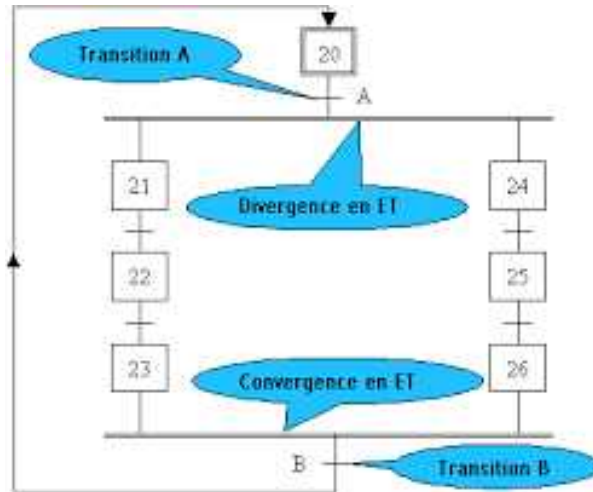


Fig23 : divergence et convergence en ET

5) Macro-étape :

Une macro étape est une représentation unique d'un ensemble d'étapes et de transitions qui se nomment « expansion d'étapes », elle se substitue à une étape du GRAFCET.

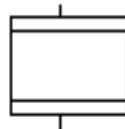


Fig22 : Symbole d'une macro-étape

II-2-4 Les différents types d'actions associées aux étapes :

1) Action continue :

Elle s'exécute pendant tout l'intervalle de temps dans lequel s'exécute l'étape. [3]



Fig24 : Action continue

2) Actions conditionnelles :

L'étape peut être soumise à une condition logique, et dès que la condition devient fausse l'action est immédiatement interrompue. [3]

On dénombre trois types de condition :

- **Type C (condition) :** C'est une action conditionnelle simple. [3]

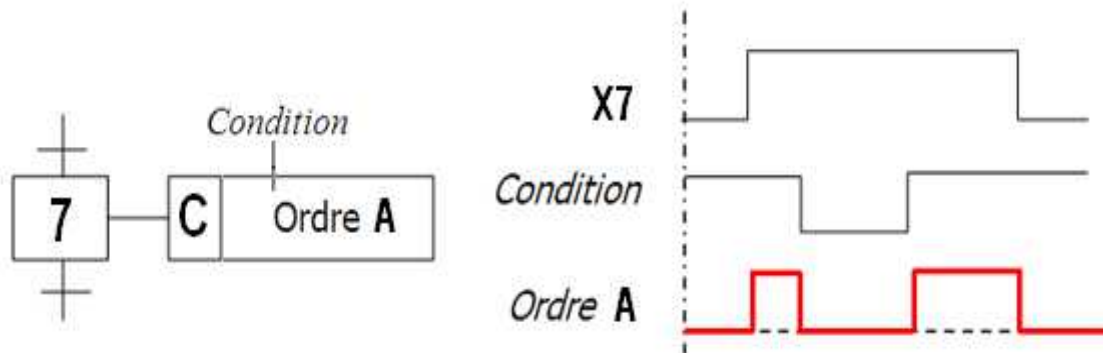


Fig25 : Action conditionnelle simple

- **Type D (Délai) :** Delay en Anglais, c'une action conditionnelle qui est actionnée après l'écoulement de la durée spécifiée. [3]

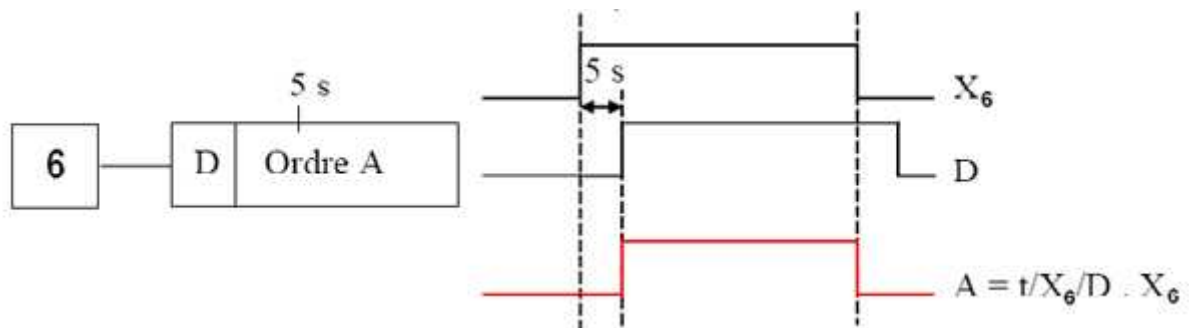


Fig26 : Action Delay

- **Type L (limitée) :** limited en Anglais, c'est une action conditionnelle limitée dans le temps qui est interrompue après l'écoulement du temps spécifié. [3]

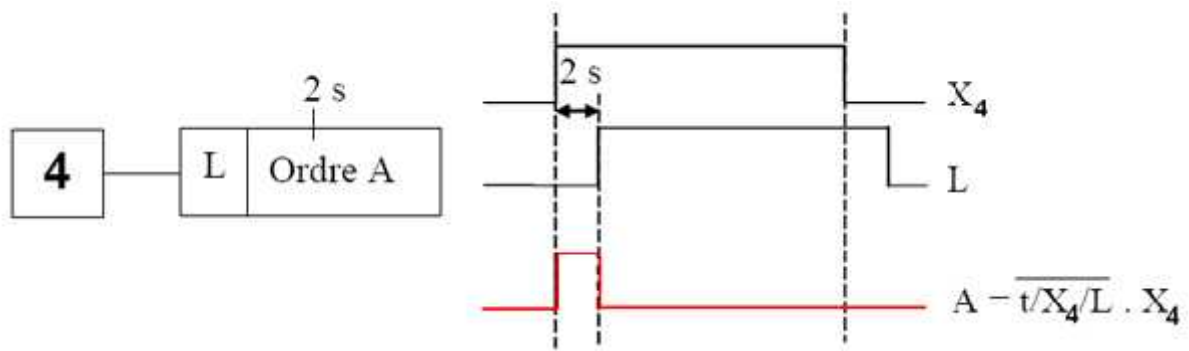


Fig27 : Action type Limited

3) Actions mémorisées :

L'action sera mise en route sur une action set (mise à 1) et arrêtée sur une action reset (mise à 0). [3]

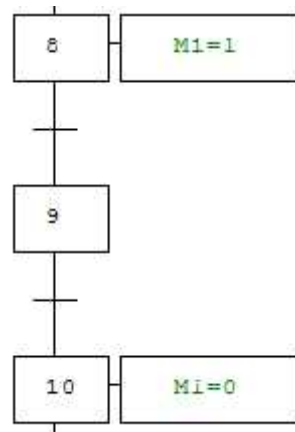


Fig28 : Actions mémorisées

II-2-5 Niveaux de GRAFCET : [4]

Nous distinguons deux niveaux de GRAFCET :

1) GRAFCET niveau 1 :

Un GRAFCET niveau 1 ou GRAFCET fonctionnel est un GRAFCET littéral, il explique en vocabulaire la compréhension globale d'un système. [4]

2) GRAFCET niveau 2 :

Un GRAFCET niveau 2 indique comment les actions sont réalisées en pratique, à ce niveau seulement les renseignements des capteurs et des actionneurs qui doivent intervenir, ainsi que leurs caractéristiques et les contraintes sont mentionnés . [4]

II-2-6 Mise en équation du GRAFCET : [5]

Pour qu'une étape devienne active il faut que l'étape immédiatement précédente soit active, que la réceptivité immédiatement précédente soit vraie, que l'étape immédiatement suivante soit non active, et qu'après activation l'étape mémorise son état. [5]

Exemple de mise en équation :

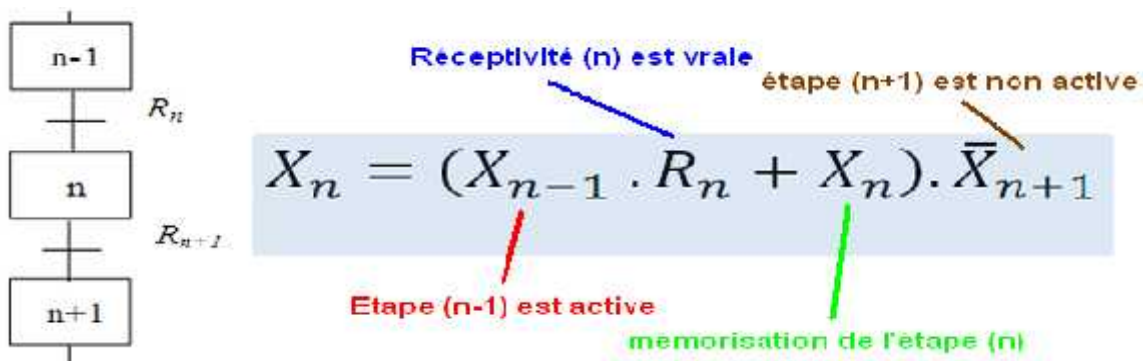


Fig29 : mise en équation d'un GRAFCET

II-3 Description du fonctionnement de la cintreuse :

A présent, nous réaliserons une description du processus de fonctionnement de notre machine avec le GRAFCET niveau1 et le GRAFCET niveau2.

Mais avant de réaliser le GRAFCET, nous avons dessiné le schéma synoptique de la cintreuse pour faciliter la compréhension de ce dernier.

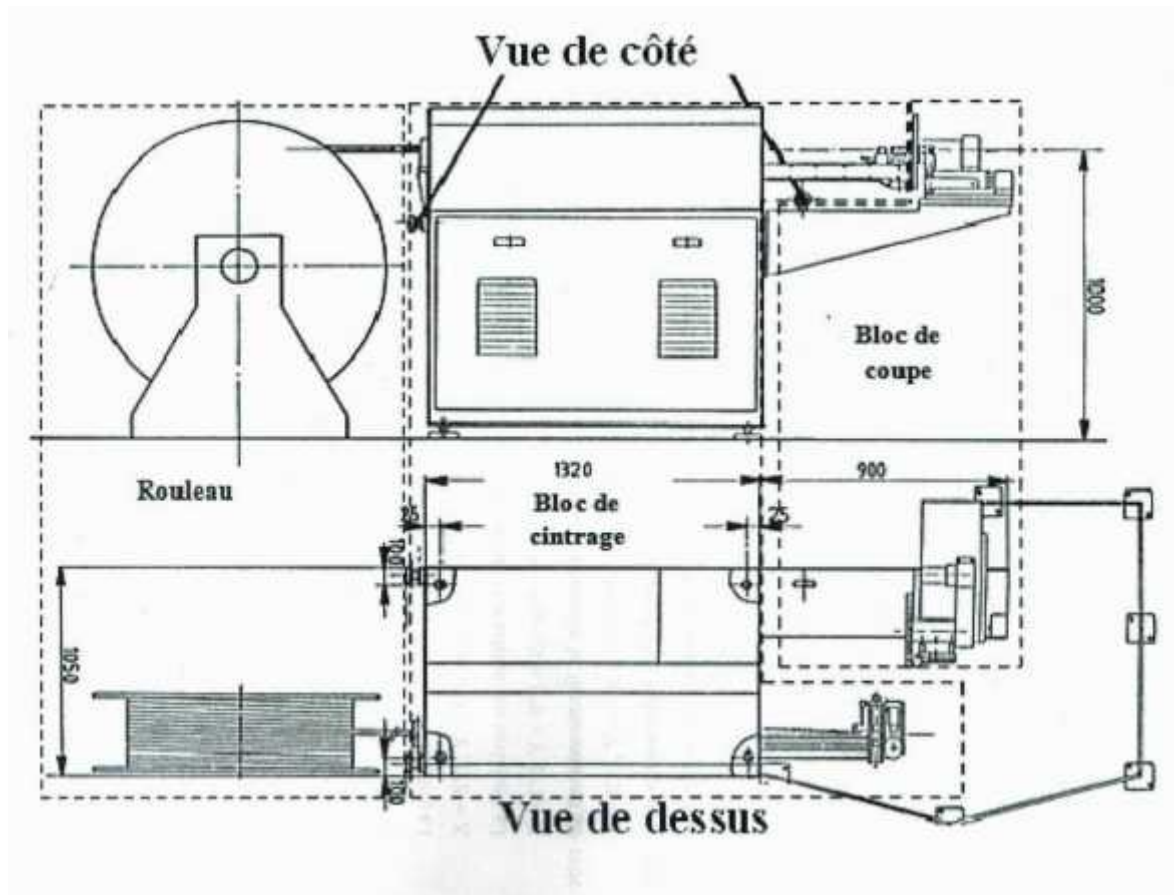


Fig30 : schéma synoptique de la cintreuse

II-3-1 GRAFCET niveau1 :

Les GRAFCETS suivants illustrent les différentes étapes du fonctionnement de la cintreuse :

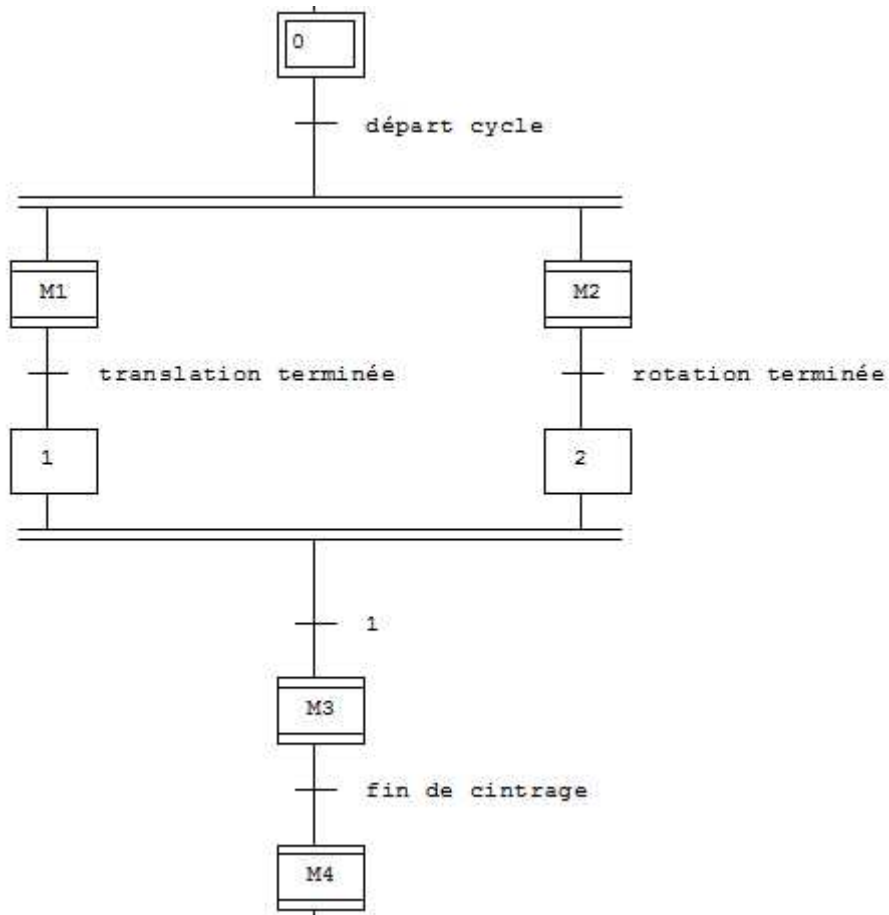


Fig31 : GRAFCET niveau 1

➤ GRAFCET de translation :

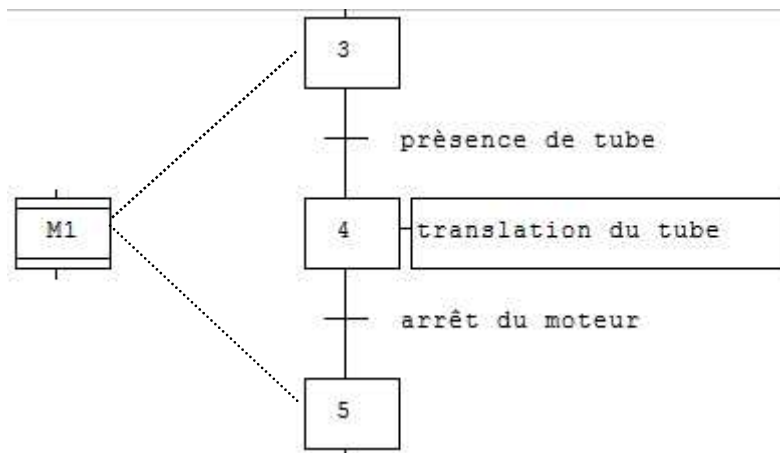


Fig32 : GRAFCET de translation

➤ **GRAFCET de rotation :**

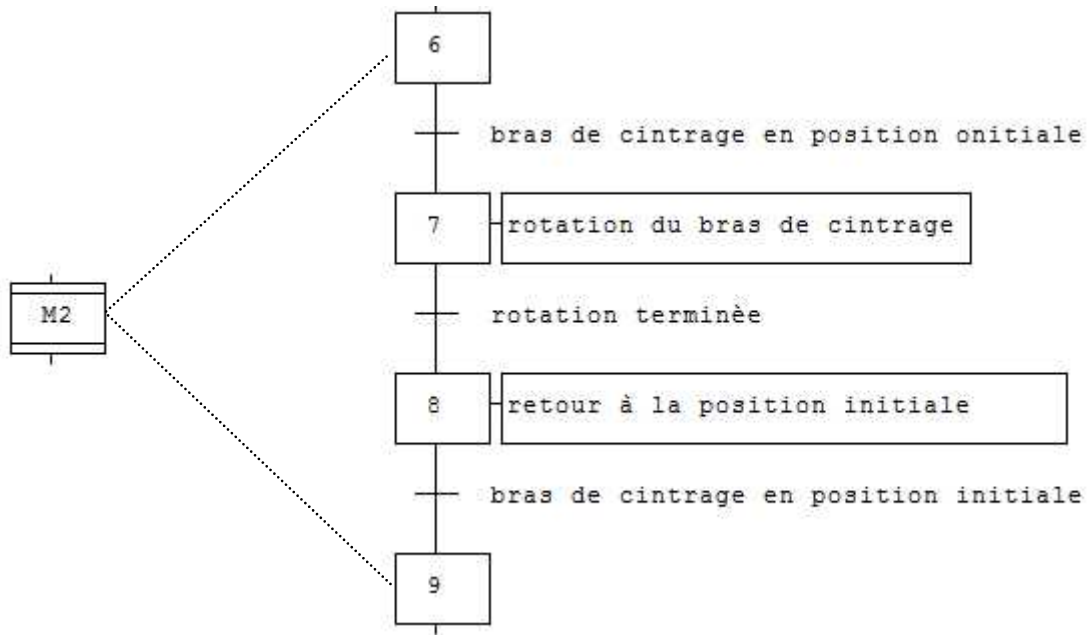


Fig33 : GRAFCET de rotation

➤ GRAFCET de cintrage :

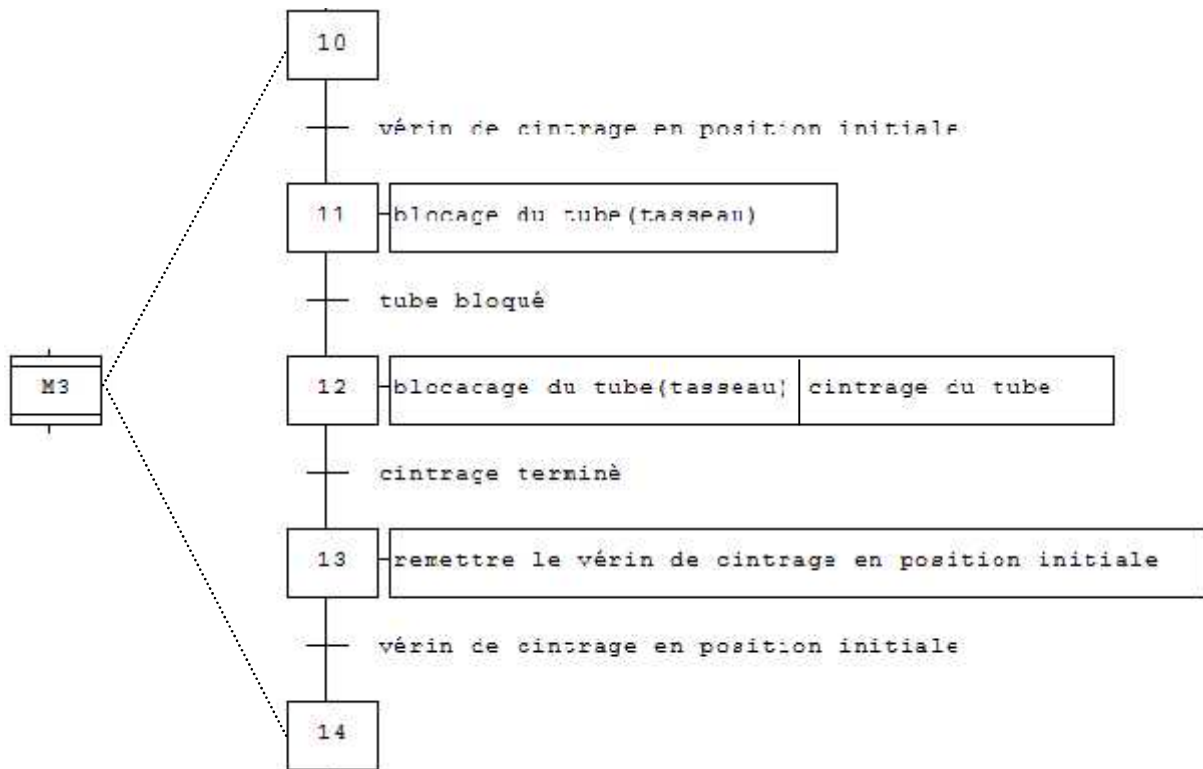


Fig34: GRAFCET de cintrage

➤ **GRAFCET de groupe de coupe :**

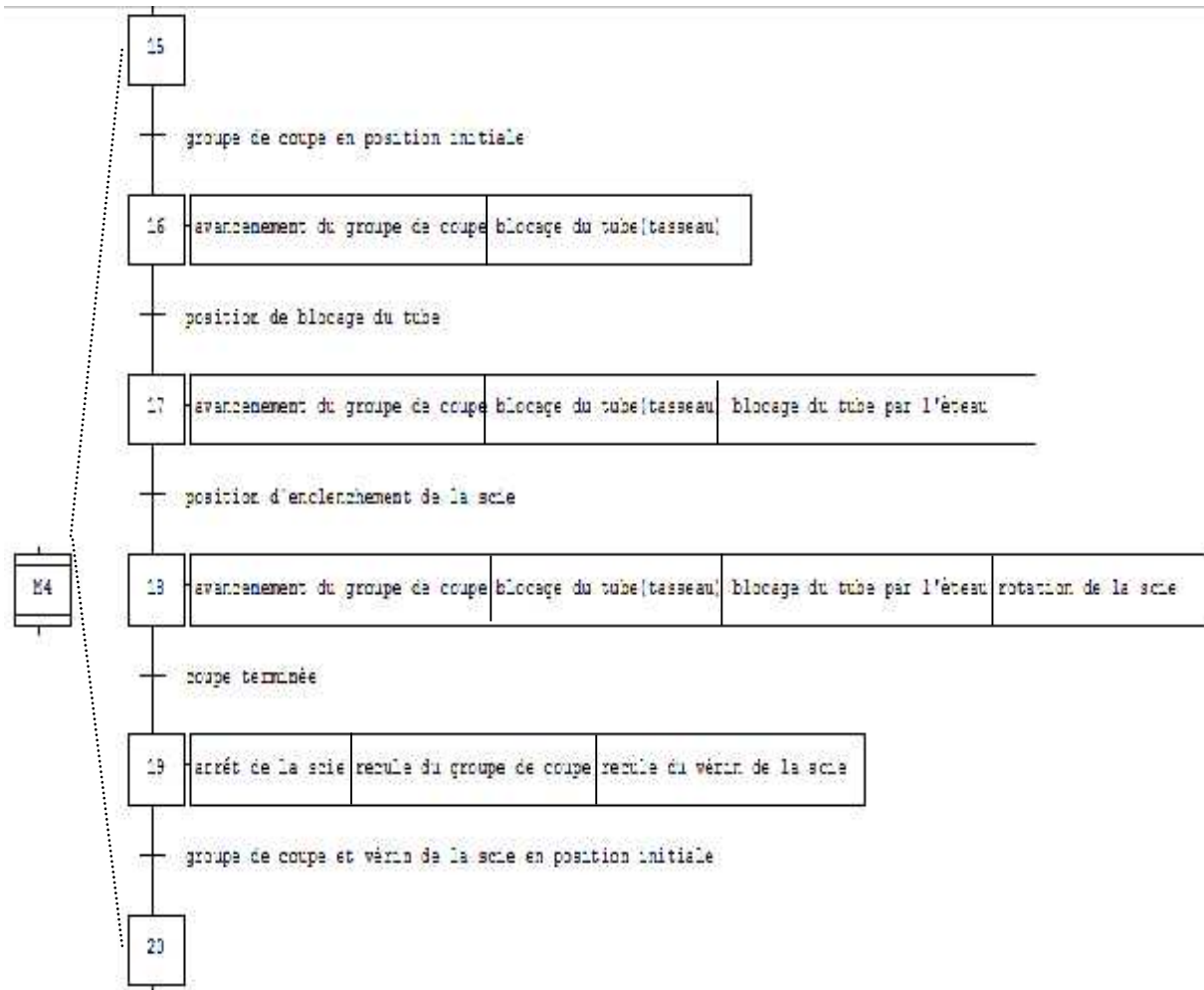


Fig35 : GRAFCET de groupe de coupe

II-3-2 GRAFCET niveau 2 :

Les abréviations utilisées dans ce GRAFCET sont représentées ci-dessous :

MH : démarrer le moteur hydraulique.

MX : Moteur de l'axe X (de translation).

MZ (+) : Moteur de l'axe z (de rotation) dans le sens positif.

MZ (-) : Moteur de l'axe z (de rotation) dans le sens négatif.

S1 : Capteur de position initiale de cintrage.

S2 : Capteur de position initiale du groupe de coupe.

S3 : Capteur démarrage de la scie.

S4 : Capteur qui actionne le blocage du groupe de coupe.

S5 : Capteur de fin de course du groupe de coupe.

S8 : Capteur qui indique le sens de rotation.

S9 : Capteur de présence de tube.

S12 : Capteur fin de course pour le vérin de la scie.

S13 : Capteur début de course du vérin de la scie.

V1(+) : Sortie du tasseau de blocage.

V1(-) : rentrée du tasseau de blocage.

V2(+) : Sortie du vérin du chariot d'épaulement.

V2(-) : rentrée du chariot d'épaulement.

V3(+) : Sortie du vérin de cintrage.

V3(-) : Recule du vérin de cintrage.

V4 (+) : Sortie du vérin du groupe de coupe.

V4(-) : Recule du vérin du groupe de coupe.

V5(+) : Sortie du vérin de l'étau de blocage.

V5(-) : recule du vérin de l'étau de blocage

V6(+) : Sortie du vérin de la scie.

V6(-) : Recule du vérin de la scie.

Acd : Angle de cintrage désiré.

Ard : Angle de rotation désiré.

Xd : translation désirée.

ft : fin de translation.

fr : fin de rotation

fc : fin de cintrage.

Les GRAFCETS suivants représentent Le GRAFCET niveau 2 de la machine :

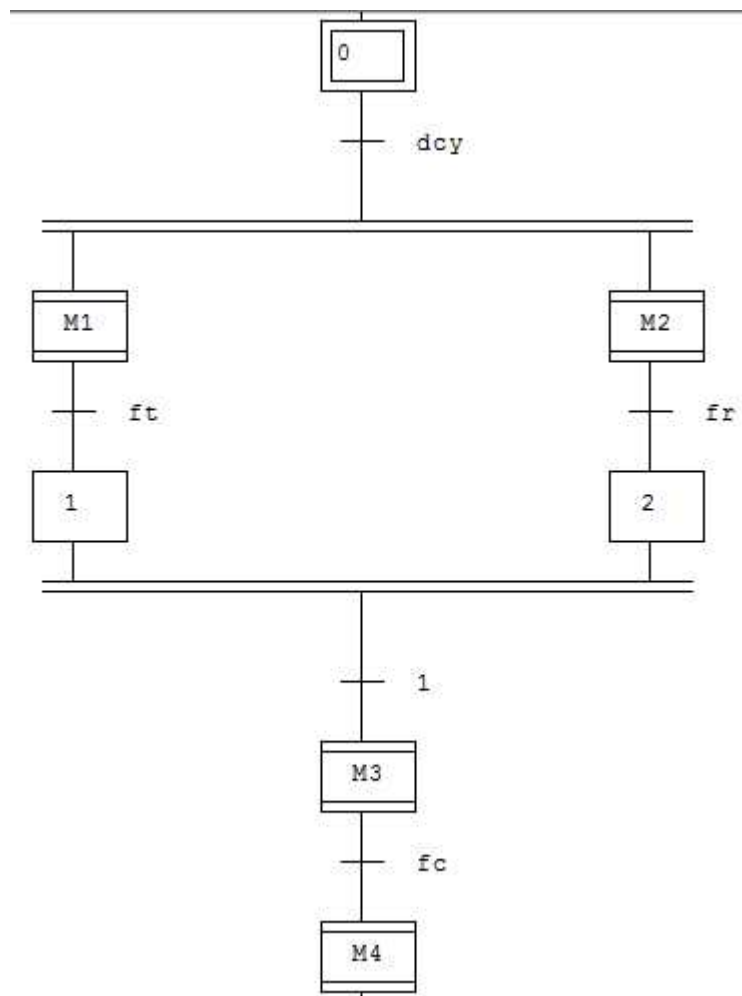


Fig36 : GRAFCET niveau2

➤ **GRAFCET de translation :**

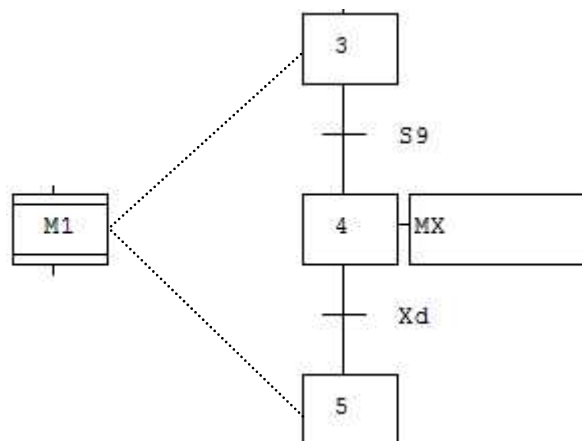


Fig37 : GRAFCET de translation

➤ GRAFCET de rotation :

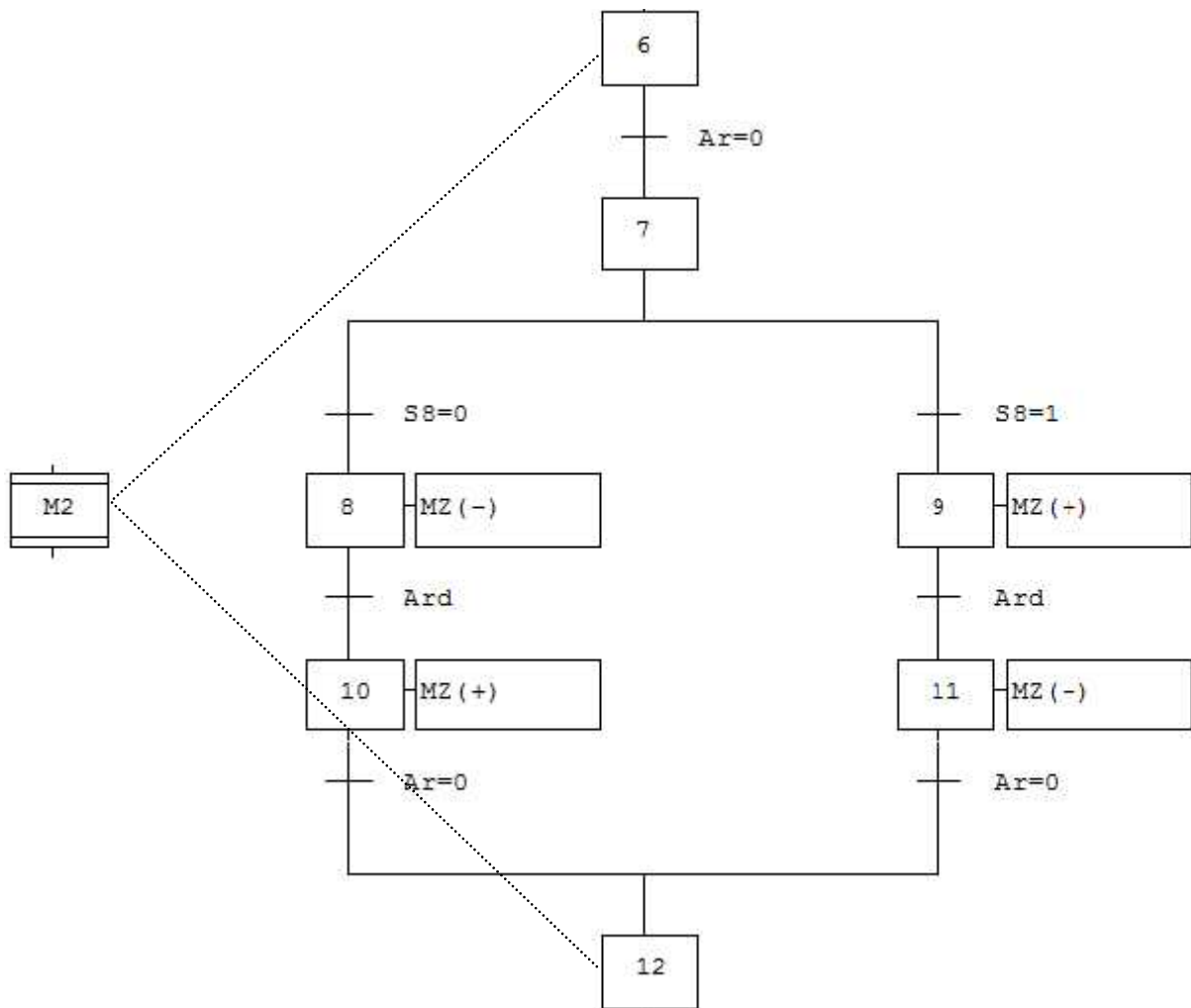


Fig38 : GRAFCET de rotation

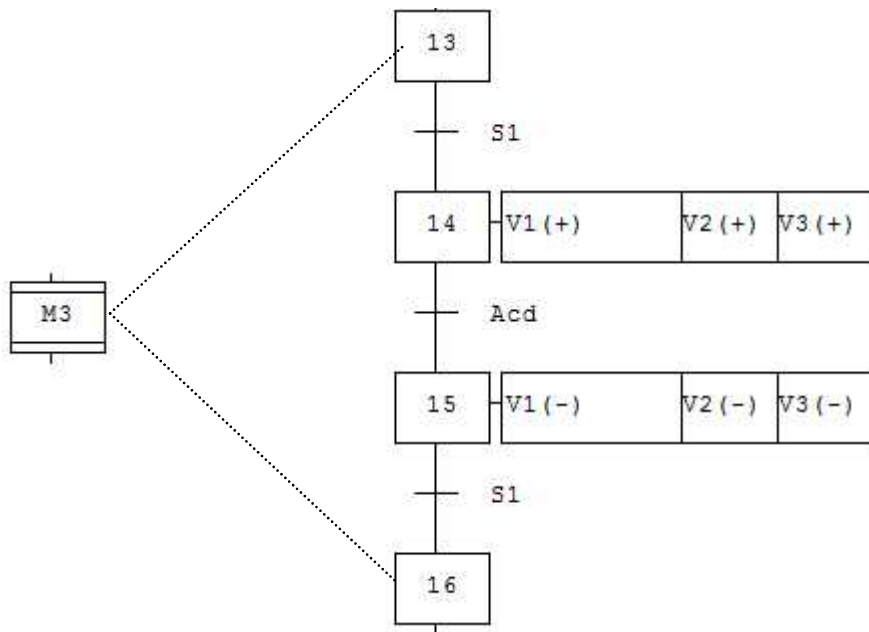


Fig39 : GRAFCET de cintrage

➤ GRAFCET de groupe de coupe :

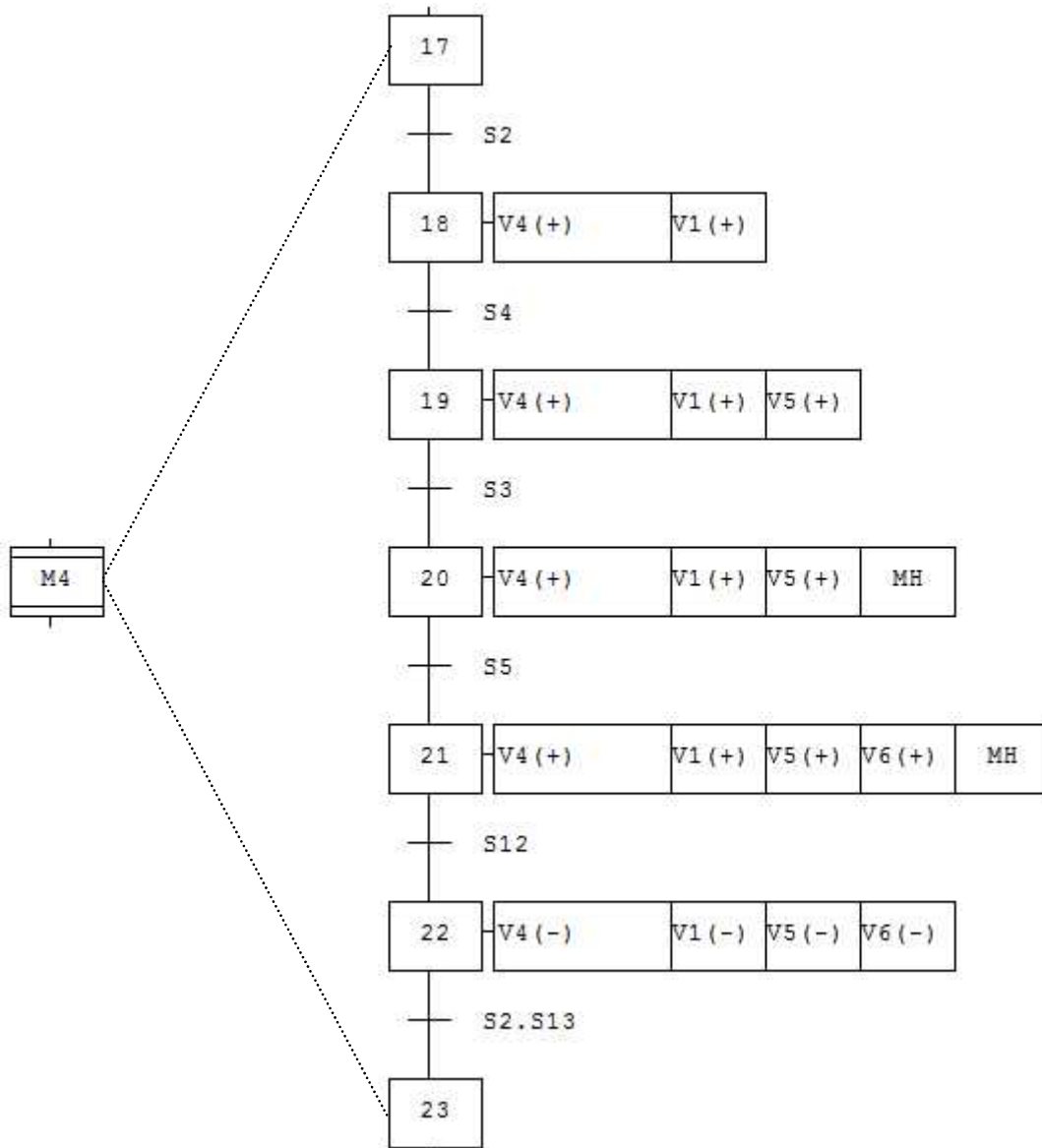


Fig40 : GRAFCET de groupe de coupe

II-3 Conclusion :

En dépit de la complexité de la machine, nous avons essayé d'expliquer le fonctionnement de la cintreuse avec cet outil ce qui va nous simplifier l'automatisation de la cintreuse.

CHAPITRE

III

III-1 Introduction :

Ce chapitre sera consacré à l'étude de la réalisation de l'armoire électrique, celle-ci sera montée au niveau de l'ENIEM, cela nous permettra de relier tous les composants de la machine, nous allons créer un lien entre les capteurs, les actionneurs, pré-actionneurs et de l'automate programmable de la cintreuse.

III-2 Collecte d'informations sur la cintreuse à tube :

La collecte des données commence par le relevé des plaques signalétiques des moteurs, la connaissance de nature des signaux des capteurs et du nombre d'entrées et de sortie.

Les plaques signalétiques des différents moteurs de la cintreuse :

Tableau III-1 : informations collectées sur la cintreuse

Moteurs	P(Kw)	I(A)	Tension(V)	Vitesse(tr/min)		cos
Moteur à courant continu de translation	2,2	17	132	3000	0,7	/
Moteur à courant continu de rotation	0,55	4,7	118	2000	0,6	/
Moteur de la pompe hydraulique	3	6,41	220/380	1410	0,57	0,81
Moteur refroidisseur	0,25	0,81	220/380	2700	0,57	0,75

III-3 Le choix de l'armoire :

Le choix de la taille de l'armoire commence par l'analyse complète du schéma électrique pour déterminer le nombre exact d'appareils électriques à installer et leur encombrement afin de procéder à une bonne disposition de ceux-ci. 30% au

moins du volume vide est préconisé. L'armoire est choisie selon la hauteur(H), la longueur(L) , et la profondeur(P).

Les armoires standards les plus utilisées ont les dimensions suivantes :

-) 500*400*250 mm³
-) 700*500*250 mm³
-) 800*700*300 mm³
-) 900*300*700 mm³
-) 1200*800*300 mm³
-) 1600*800*300 mm³
-) 2000*1200*600 mm³ [6]

Après estimation de la taille qui sera occupée par les différents organes et évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire on a choisi un coffret de :

$$(H*L*P) = (2000*800*300) \text{ mm}^3$$

III-4 Choix des composants de l'armoire électrique :

1) Choix d'un disjoncteur

) **Selon les caractéristiques du réseau :**

Il faut que la tension nominale du disjoncteur soit égale à celle de la tension du réseau entre phase.

Le calibre du disjoncteur doit être supérieur au courant qui circule dans le réseau à protéger et inférieur au courant admissible circulant dans ce même réseau.

Il faut que le pouvoir de coupure du disjoncteur soit égal au courant de court-circuit qui pourrait se produire à l'emplacement où il est placé. [7]

) **Selon le type de protection recherchée :**

Le choix du disjoncteur dépend de régime du neutre. Pour un régime TT un disjoncteur différentiel sera associé.

Pour un régime TN et IT la protection est assurée par un appareil contre les courts circuits.

Pour la protection contre le court-circuit le choix du déclenchement magnétique est établi en fonction du câble utilisé. [7]

J) **Selon la sélectivité**

La sélectivité est une méthode de répartition des appareils de protection dans le réseau afin d'assurer une bonne coordination des disjoncteurs quand un défaut se produit c'est le disjoncteur le plus proche que doit l'éliminer. Le disjoncteur doit se déclencher pour une valeur minimale du courant de court-circuit. [7]

$$I_{mag} < \hat{I}_{cmin}$$

Le pouvoir de coupure (pdc) d'un disjoncteur doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit. [7]

$$P_{dc} \text{ disjoncteur} \geq I_{cmax}$$

Le tableau ci-dessus nous permettra de déterminer la classe des disjoncteurs à utiliser :

Tableau III-2 : Classes des disjoncteurs [6]

zone de réglage du relais	fusibles à associer au relais choisi			pour association avec contacteur LC1	référence
	aM	gG	BS88		
A	A	A	A		
classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers					
0,10...0,16	0,25	2		D09...D38	LRD 01 (2)
0,16...0,25	0,5	2		D09...D38	LRD 02 (2)
0,25...0,40	1	2		D09...D38	LRD 03 (2)
0,40...0,63	1	2		D09...D38	LRD 04 (2)
0,63...1	2	4		D09...D38	LRD 05 (2)
1...1,7	2	4	6	D09...D38	LRD 06 (2)
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD 07 (2)
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD 08 (2)
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD 10 (2)
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD 12 (2)
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD 14 (2)
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD 16 (2)
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD 21 (2)
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD 22 (2)
23...32	40	63	63	D25...D38	LRD 32 (2)
30...38	50	80	80	D32 et D38	LRD 35 (2)
17...25	25	50	50	D40...D95	LRD 3322
23...32	40	63	63	D40...D95	LRD 3353
30...40	40	100	80	D40...D95	LRD 3355
37...50	63	100	100	D40...D95	LRD 3357
48...65	63	100	100	D50...D95	LRD 3359

-) D : pour les contacteurs.
-) LRD : pour les relais thermiques.

2) Dimensionnement des sections des conducteurs

Pour calculer avec exactitude la section des conducteurs nous devons connaître plusieurs paramètres et plusieurs facteurs de correction. [8]

La méthode de calcul de la section des conducteurs

) La lettre de sélection :

Elle est choisie en fonction du type de câble et de pose.

Le tableau suivant énumère quelque cas qui sont les plus rencontrés dans le domaine : [8]

Tableau III-3 : lettre de sélection

Type d'élément conducteur	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multiconducteur	- sous conduit, profilé ou goulotte, apparent ou encastré sous vide de construction, faux plafond - sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	B
	- en apparent contre mur ou plafond - sur chemin de câble ou tablettes non perforées	C
Câbles multiconducteurs	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé - fixé en apparent, espacés de la paroi - câbles suspendus	E
Câbles monoconducteur	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé - fixé en apparent, espacés de la paroi - câbles suspendus	F

-) Dans notre cas c'est la lettre **B** car les conducteurs sont sous une goulotte.
-) **Le facteur de correction K1** : il est déterminé en fonction du mode de pose et la lettre de sélection à l'aide de tableau suivant : [8]

Tableau III-4 : Facteur de correction K1

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	- conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	- câbles multiconducteurs	0,90
	- vide de construction et caniveaux	0,95
C	- sous plafond	0,95
B, C, E, F	- autres cas	1

Dans notre cas **K1=1**

) **Le facteur de correction K2 :**

C'est le facteur qui prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés cote à cote. Le tableau suivant nous a aidé à choisir le K2 : [8]

Tableau III-5 : Facteur de correction K2

Lettre de sélection	Disposition des câbles joints	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
B, C	encastré ou noyé dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45
C	simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78

Dans notre cas il y a 3 circuits donc **K2=0.7**, car nous avons trois câbles multiconducteurs.

) **Le facteur de correction K3 :** il est lié la température ambiante et la nature de l'isolant.

Dans notre cas la température est de 40 degré donc **K3=0.87**

Tableau III-6 : Facteur de correction K3

température ambiante en °C	Nature de l'isolant		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène reticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55		0,61	0,76
60		0,50	0,71

) Le facteur de correction K :

On obtint k par la formule suivante : [8]

$$K=K1*K2*K3 \quad \underline{1}$$

$$AN : K=1*0.7*0.87=0.6$$

$$K=0.6$$

) Le courant admissible Iz' :

C'est le courant maximal qui peut circuler dans les conducteurs sans le dégrader.
[8]

$$Iz'=Iz/k \quad \underline{2}$$

) Calcul du courant d'emploi du circuit IB :

C'est le courant qui circule dans les conducteurs. [8]

$$IB=Pu *a*Kc*(Ks*Ku*Ke) \quad \underline{3}$$

Avec :

Pu : puissance utile en Kw.

a : Facteur de puissance et de rendement.

$a=1/ \sqrt{3} \cos \varphi$ _4_

Kc : le facteur de conversion des puissances en intensité de courant absorbé par un récepteur de puissance 1KW en triphasé et de $\cos \varphi = 1$. [8]

$P= \sqrt{3}.U.I_b.\cos \varphi$ _5_ $\Rightarrow I_b= \frac{P}{U\sqrt{3}}$ _6_ $\Rightarrow I_b= K_i I_n$ _7_

Ks : c'est le facteur d'utilisation des appareils, ante le nombre de consommateurs de courant comme montre le tableau suivant :

Tableau III-7 : Facteur simultanété.

Application	Nombre de consommateurs de courant	Coefficient Ks
Éclairage chauffage		1
Distribution atelier	2 à 3	0,8
Distribution atelier	4 à 5	0,7
Distribution atelier	6 à 9	0,6
Distribution atelier	40 et plus	0,5

Dans notre cas : **Ks=0,7**, car nous avons 4 à 5 consommateurs de courants.

Ku : Le facteur d'utilisation des appareils. Dans une installation industrielle les récepteurs ne sont jamais utilisés à pleine puissance. Le facteur d'utilisation varie de 0.3 à 1.

Ke : Facteur tenant compte des prévisions d'extension dans l'installation industrielle **Ke= 1.2**.

In : courant assigné nominal du dispositif de protection (disjoncteur ou fusible)
In IB.

- Il faut que le dispositif de protection ne se déclenche pas pour les courants d'intensité nominal, mais détecte les courants d'ordre supérieurs. Donc il doit y avoir un courant assigné (calibre ou réglage) tel que : **IB Ir IZ.**

IZ : le courant admissible dans la centralisation en fonction de dispositif de protection choisit.

$$IZ = I_r \times K \quad \underline{8}$$

Avec : $I_r = P / \sqrt{3} U \cos \quad \underline{9}$

Pour le disjoncteur $K=1 \quad IZ = I_r$

Pour le fusible $K=1.31 \quad \text{si } I_r < 10A$

$$K=1.21 \quad \text{si } I_r > 10A$$

$$K=1.10 \quad \text{si } I_r > 25A$$

Comme on a IZ' en peut déterminer la section de câble à l'aide de ce tableau :

Tableau III-8 : Détermination de la section de câble.

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
Lettre de sélection	D	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
	C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2		
	E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
	F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
Section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	65	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	181	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	784
400					656	754	825		940	
500					749	868	946		1083	
630					855	1005	1088		1254	

Exemple de calcul : Calcule la section des conducteurs du moteur pompe hydraulique.

De la relation $\underline{3}$:

$$a = 1 / \cos = 1 / 0,57 = 1,75 \approx 2,16 \implies \mathbf{a=2,16}$$

$$K_c = I_b = P / \sqrt{3} * U = 3000 / \sqrt{3} * 380 = 4,55 \implies \mathbf{K_c=4,55A}$$

$$\mathbf{K_u=0,75, K_s=0,7, K_e=1,2}$$

$$I_B = 3 * 0,57 * 2,16 * 4,55 (0,75 * 0,7 * 1,2) = 10,58A \implies \mathbf{I_B=10,58A}$$

Du tableau III-2 : $\mathbf{I_r=13A}$

Nous avons $I_z=I_r=13A \implies I_z'= I_z/K=13/0,6=21,66A$

D'après le tableau III-8 : $S=4mm^2$

Après avoir effectué les calculs, nous avons trouvé des résultats qui sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau III-9 : Résumé d résultats trouvés.

	Moteur pope hydrauliqu e	Moteur refroidisseu r	Moteur à courant continu axe X	Moteur à courant continu axe Z	Prise et néon	Alimentatio n Ali et ces modules
Pn(Kw)	3	0,25	2,2	0,55	3,5	/
A	2,16	1,77	1,42	1,66	/	/
Iabs(A)	6,41	0,81	17	4,7	16	/
IB(A)	10,58	0,06	22,95	1,83	15,8	/
Ir(A)	13	1	24	6	16	/
Type de protectio n	Disjoncteur	Disjoncteur	Disjoncteu r	Disjoncteu r	Disjoncteu r	Fusibles
Iz(A)	13	1	23	6	16	/
K1	1	1	1	1	1	/
K2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	/
K3	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	/
K	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	/
Iz'(A)	21,66	1,66	36	10	32,79	/
S (mm ²)	4	1,5	10	1,5	4	0,75

$I_{ztotal}=1,5+10+24+6=44A \implies I_{ztotal}=44A$

$I_{z' total}=44/0,6= 73,33A \implies S=25mm^2$

3) Vérification des chutes de tension dans les canalisations :

Les calculs des chutes de tension sont primordiaux car elles ne doivent pas dépasser les 5%, dans le cas contraire un changement de câble s'impose.

Les chutes de tension sont calculées par la formule suivante : [9]

$$U = \sqrt{3} * I_r * (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad \text{10}$$

Avec : $R = \rho * L / S \quad \text{11}$

Et : $X = 0,08 \text{ } \Omega / \text{Km}$

Nous avons choisi une distance de câble de 3m entre l'armoire et les moteurs.

Après avoir effectué tous les calculs, nous avons trouvé que toutes les chutes de tensions dans les câbles étaient nettement inférieures à 5%. [9]

4) Choix du régulateur de vitesse des moteurs à courant continu :

Pour le variateur de vitesse à courant continu nous allons utiliser un variateur de la marque MQC, ils sont très performants et robustes.

Le tableau suivant nous présente les modèles fabriqués par MQC :

Tableau III-10 : Modèles de variateurs MQC

TYPE	U _A (V)	I _{IMAX} (A)	I _{NRMS} (A)	U _{CCN} (V DC)	U _N (V AC)	U _{TRM1} ¹⁾ (V AC)	U _{TRM2} ²⁾ (V AC)
MQC 0506	48	12	6	55	24 -48 V DC	16 V DC	65 V DC
MQC 0510	48	20	10	55	24 -48 V DC	16 V DC	65 V DC
MQC 0606	60	12	6	65	46	20	51
MQC 0608	60	16	8	65	46	30	51
MQC 0610	60	20	10	65	46	30	51
MQC 1206	120	12	6	125	90	30	98
MQC 1208	120	16	8	125	90	30	98
MQC 1210	120	20	10	125	90	30	98
MQC 1510	150	20	10	155	113	30	125
MQC 1515	150	30	15	155	113	30	125

Dans le tableau nous avons choisi le variateur MQC1510 qui correspond à nos besoins. [10]

6) Utilisation des répartiteurs :

Les répartiteurs sont utilisés pour faciliter le câblage, et pour ne pas encombrer l'armoire électrique. Deux répartiteurs seront utilisés, un pour les trois phases et le neutre alternatifs et un autre pour 0V et 24V continus.



Fig41 : les borniers

7) Les borniers :

Les borniers sont utilisés pour relier les câbles des entrées de la machine à l'armoire.



Fig42 : les borniers

8) Le relais de phase :

Il est utilisé pour le contrôle des phases, il indique s'il y'a une différence de tension entre les phases.



Fig43: relais de phase

9) Le relais à fiches :

Il est destiné à protéger les organes de commande, contre un risque de surintensité et sert aussi d'amplificateur de courant.

10) Redresseur :

Il sert à redresser le courant qui sort du transformateur $380V_{ac}/24V_{cc}$ afin de s'assurer que le courant est bien lissé.



Fig44: redresseur

11) Choix de l'alimentation stabilisée : [5]

L'alimentation stabilisée 24V DC est destinée à l'alimentation des organes de commandes et des capteurs. Son choix repose sur les critères suivants :

-) La tension d'entrée triphasée ou monophasée.
-) La puissance délivrée à la sortie.
-) Le courant et la tension continue à la sortie.

Pour choisir l'alimentation équilibrée nous allons nous baser sur la somme des courants que consomment les différents éléments alimentés par la tension de 24V DC. On évalue le courant total consommé à 12A.

Nous avons :

$$I_{source} = I_{total} * K_e \quad \underline{\underline{14}}$$

K_e : est le facteur d'extension qui vaut **1,2** (20% d'extension prévisible).

Donc : $I_{\text{source}}=14,4\text{A}$, de là on prendra une alimentation qui délivre un courant de 15A.

III-5 Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'étude de dimensionnement de l'armoire électrique, nous avons dimensionné les sections des différentes canalisations pour que le courant circule sans créer des échauffements et des chutes de tension.

Dans ce chapitre aussi nous avons calculé les courants de courts-circuits afin de déterminer le pouvoir de coupure des disjoncteurs.

CHAPITRE

IV

IV-1 Introduction :

Les automates programmables sont apparus à la fin des années soixante à la demande de l'industrie automobile américaine (General motors) qui ont demandé plus de flexibilité dans leur système de commande.

Au début des années 80, les automates programmables ont été intégrés à l'industrie pour plus de productivité. Ils renforcent le degré de fiabilité et ils offrent une très grande adaptabilité face au changement de l'environnement industriel.

IV-2 Généralités sur les automates programmables industriels :

IV-2-1 Définition d'un automate programmable :

Un automate programmable industriel (API) ou programmable logic controller (PLC) en anglais est un appareil électronique programmable qui ressemble à un ordinateur, il contribue à commander des procédés industriels et il est spécialement conçu pour les automatiser.

L'automate programmable peut traiter des commandes logiques, peut effectuer des calculs arithmétiques et peut aussi effectuer des liaisons avec d'autres appareils. [11]

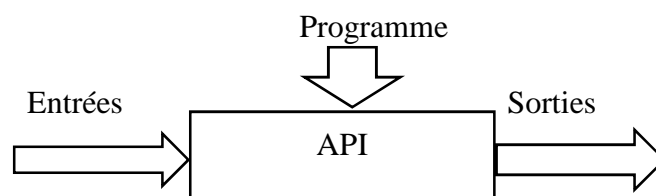


Fig46 : Automate programmable industriel

IV-2-2 Structure d'un automate programmable :

1. Le microprocesseur

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire. [11]

2. La zone mémoire :

La zone mémoire permet de :

-) Recevoir les informations issues des capteurs d'entrées.
-) Recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des compteurs, des temporisations, ...).
-) Recevoir et conserver le programme du processus. [11]

3. Les interfaces Entrés/sorties :

3.a) Interfaces d'entrées :

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (boutons poussoirs). Les interfaces d'entrée sont destinées à :

-) Recevoir l'information en provenance des capteurs,
-) Traiter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative. [11]

3.b) Interfaces de sorties

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes ...) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre. Les interfaces de sortie sont destinées à :

-) Commander les pré-actionneurs et éléments de signalisations du système.
-) Adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.

On retrouve aussi des modules spéciaux utilisés suivant les besoins de l'application, comme :

-) Des modules de communication Profibus, InterBus, Ethernet pour dialoguer avec d'autres automates, des entrées/sorties, des supervisions ou autres interfaces homme-machine (IHM). [11]

-) Des modules d'interface pour la commande de mouvement, dits modules Motion, tels que les démarreurs progressifs, variateurs de vitesse.
-) Des modules de dialogue (homme-machine) tel que le pupitre (tactile ou avec clavier) dialoguant avec l'automate par réseau industriel propriétaire ou non et affichant des messages ou une représentation du procédé. [11]

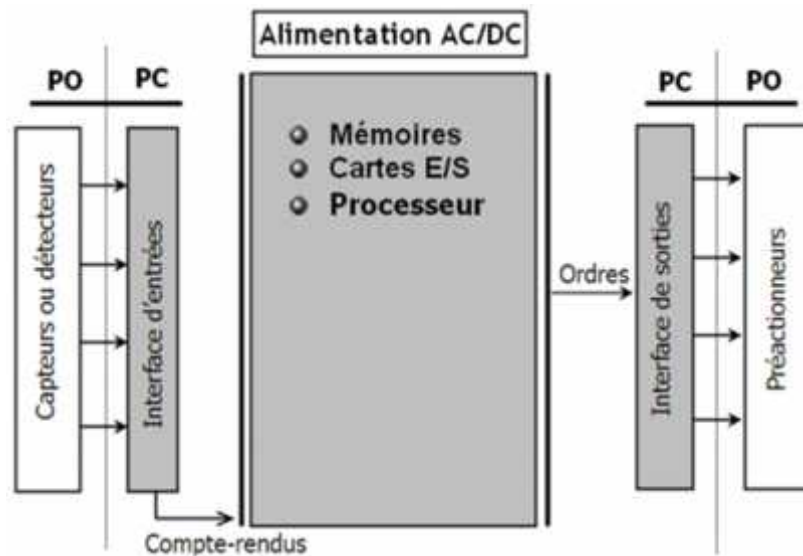


Fig47 : structure d'un automate

IV-2-3 Avantages et inconvénients d'un API :

o **Avantages :**

1. Les éléments avec lesquels ils sont constitués sont robuste, ils peuvent fonctionner dans des environnements hostiles tels : poussière, perturbations électromagnétiques, vibration des supports, variation de la température, ...
2. Ils disposent de circuits électroniques optimisés pour connecter les différentes interfaces d'entrée et de de sortie. La réception et la transmission des signaux sont très rapides, le temps d'exécution est maximal.
3. Le câblage est simplifié.
4. Il est très facile de modifier le programme par rapport à la logique câblée.
5. Très grande possibilité d'exploitation. [12]

o **Inconvénients :**

1. Il exige un personnel qualifié pour utiliser cette technologie.
2. La réalisation coute très chère même pour un fonctionnement simple. [12]

IV-2-4 Définition de l'API S7 300 :

Le SIMATIC S7-300 est un système de commande modulaire pour des applications très complexes. Il dispose d'une gamme de modules complète pour une adaptation optimale aux tâches les plus diverses et se caractérise par la facilité de réalisation d'architectures décentralisées et la simplicité d'emploi. [12]

Les modules susceptibles de faire partie d'un système d'automatisation modulaire S7-300 sont les suivants :

-) **Un module d'alimentation (PS)** : Il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
-) **Un module unité centrale (CPU)** : plusieurs CPU sont disponibles pour couvrir diverses gammes de performances.
-) Des modules interfaces pour signaux (SM) pour les entrées et les sorties numériques et analogiques.
-) **Des modules de communication (CP)** pour l'évolution en réseau et pour la liaison point à point.
-) **Des modules de fonction (FM)** pour le comptage rapide et le positionnement. [12]

IV-2-5 Logiciel de programmation :

Le programme est établi au moyen d'un logiciel de programmation, il permet de relier les entrées et les sorties par des opérations logiques et de mesurer des temps ou de réaliser des opérations arithmétiques.

Le Step 7 est un logiciel de programmation, il est l'accès de base des automates Siemens, il permet de programmer individuellement un automate en différents langages.

Il prend, également, en compte le réseau des automates, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau pour le programme et aussi aux automates de s'envoyer des messages entre eux. [12]

IV-2-6 Choix de la CPU :

La CPU va être choisie suivant :

- **Le nombre d'entrées et sorties :** nous avons 48 entrées et 40 sorties.
- **La nature de traitement :**

Le comptage :

Le comptage est assuré par des systèmes qui font le comptage des impulsions soit en incrémentation ou décrémentation.

Nous allons utiliser trois compteurs car nous avons trois codeurs incrémentaux pour réaliser le comptage des consignes des trois axes.

Il est important de calculer la fréquence maximale d'utilisation pour être sûr que la compatibilité des caractéristiques électriques avec les entrées de l'automate.

Calcul de la fréquence de sortie des impulsions des trois codeurs Cx, Cy et Cz :

$$F=N*R$$

Avec :

N : Fréquence de rotation de l'axe d'entraînement tr/s.

R : Résolution du codeur en point/tr.

➤ **Codeur Cx :**

Les données que nous avons sont :

La vitesse maximale de l'axe x est de $V=1000\text{mm/s}$

Le rayon des galets associés au codeur est de $R=35\text{mm}$

Donc la vitesse angulaire est :

$$V=R*\omega \longrightarrow \omega = V/R = 1000/35 = 34\text{rd/s}$$

A partir de là on déduit la fréquence de rotation de l'axe x :

$$N_x = 34/2\pi = 6\text{tr/s}$$

$$R_x = 500 \text{ points/tr}$$

$$\text{Alors : } F_x = 500 * 6 = 3\text{KH}$$

$$\mathbf{F_x = 3KHz}$$

➤ **Codeur Cy :**

La vitesse maximale de centrage est de : $350^\circ/\text{s}$.

Donc la fréquence de rotation de l'axe y est obtenue comme suit :

$1\text{tr}/\text{s} = 360^\circ$, pour $:350^\circ$ nous avons :

$N_y = 350 * 1/360 = 0,94 \text{ tr/s}$

Comme : $R_y = 900 \text{ points/tr}$.

Alors : $F_y = 900 * 0,97 = 0,873 \text{ KHz}$.

➤ **Codeur Cz :**

La vitesse de rotation de l'axe z est de : $300^\circ/\text{s}$

Donc la fréquence de l'axe z s'obtient comme suit :

$N_z = 300/360 = 0,83 \text{ tr/s}$

Comme $R_z = 500 \text{ points/tr}$

Alors : $F_z = 0,83 * 500 = 0,415 \text{ KHz}$

La CPU que nous allons choisir pour réaliser le programme est la CPU 313C-2 DP version 3.3 parce qu'elle est très rapide, elle a une mémoire de travail de 128KO et elle peut traiter 1 kilo instruction (kinst) en 0.07ms. Elle possède seize entrées DI et seize sorties DO et 3 sorties d'impulsion de 2.5KHZ qui sont intégrés en elle et peut lui ajouter jusqu'à trente modules.

La CPU a trois voies pour les codeurs incrémentaux de 24V avec une fréquence de 30kHz, ces voies sont dédiées au comptage et la mesure de ces codeurs.

IV-2-7 Exemple d'une partie du programme :

Nous allons donner comme exemple le programme du groupe de coupe dans les figures suivantes :

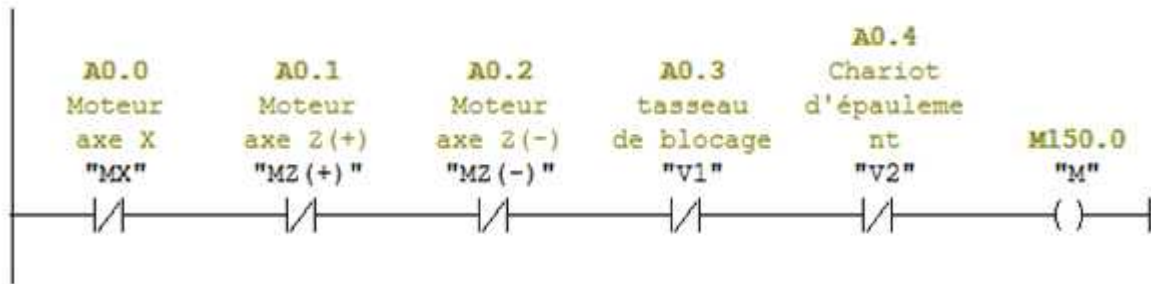


Fig48 : réseau 1 du groupe de coupe

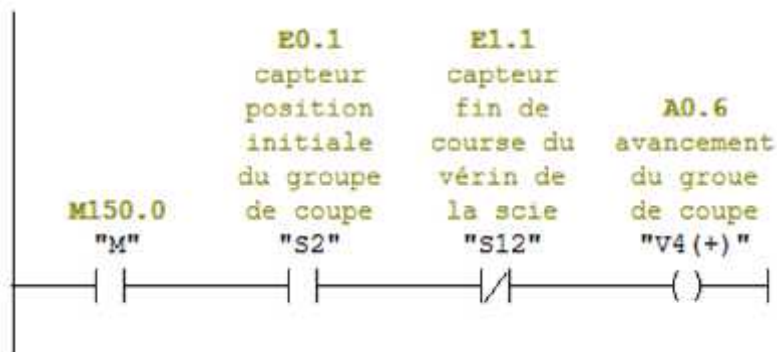


Fig49 : réseau 2 du groupe de coupe

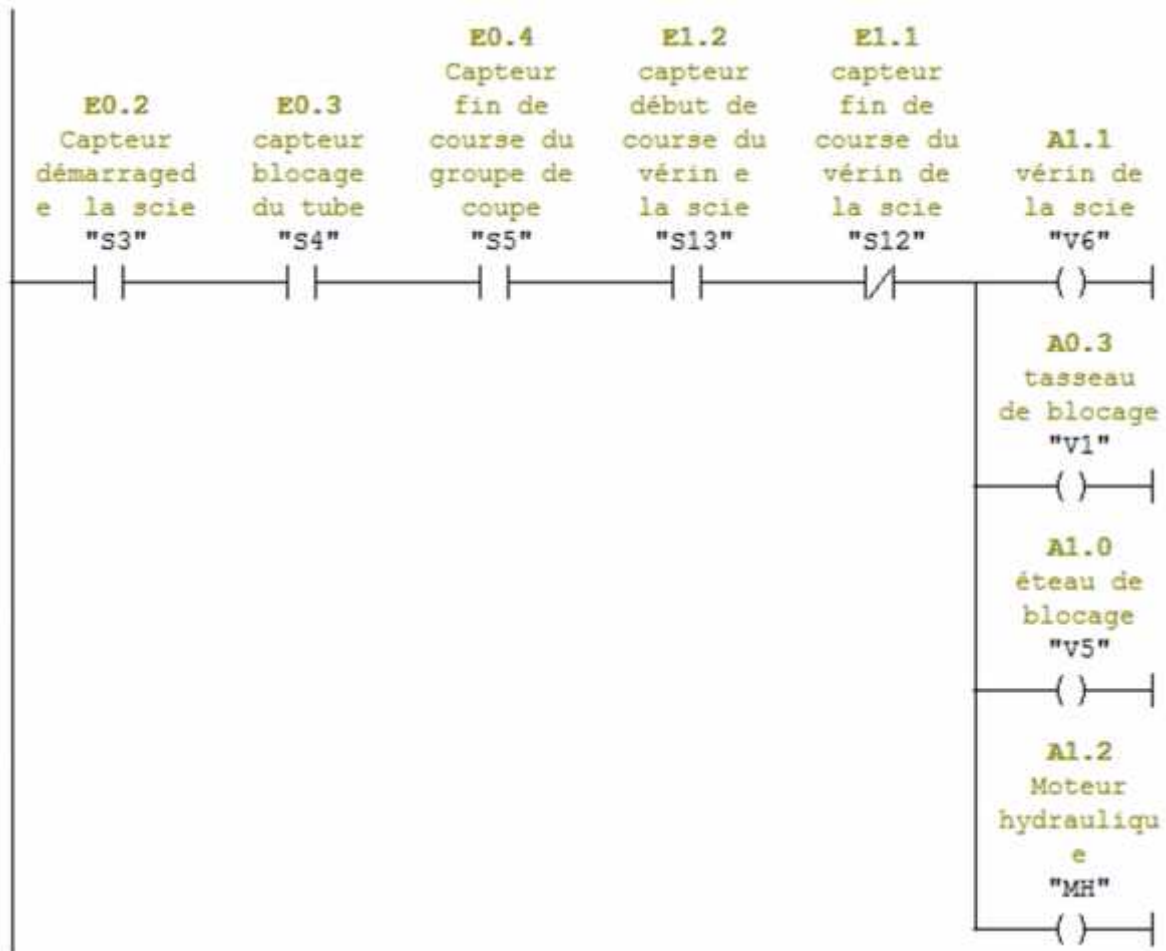


Fig49 : réseau3 du groupe de coupe



Fig50 : réseau4 du groupe de coupe

IV-3 Présentation du logiciel de supervision WinCC :

Le WinCC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) développé par siemens. C'est un outil

flexible qui s'intègre parfaitement à S7 300 et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision

Wincc permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et contient des objets graphiques tels que : l'affichage numérique, une bibliothèque de symboles IHM, un affichage de textes et courbes...etc. [13]

IV-3-1 Structure de WinCC :

Le système de base de Wincc se compose de :

- **D'un logiciel de configuration (CS)** qui permet de créer un projet.
- **D'un logiciel runtime (RT)** qui permet de mettre le projet en œuvre.

1) Logiciel de configuration :

Le système de base WinCC se compose des sous-systèmes suivants :

- **Système graphique (Graphics Designer) :**
L'éditeur pour la réalisation et la représentation de tous les éléments de vue statiques et actifs (textes, graphiques ou boutons).
- **Système de signalisation (Alarm Logging) :**
L'éditeur permettant de configurer les alarmes qui informent l'opérateur des états de fonctionnement ou des pannes du processus.
- **Système d'archivage (Tag Logging) :**

L'éditeur permettant de spécifier les données à archiver.

- **Système de journalisation (Report Designer) :**

L'éditeur permettant de réaliser la mise en page des journaux.

▪ **Communication :**

Elle se configure directement sous WinCC Explorer, toutes les données de configuration sont enregistrées dans la base de données.

▪ **Gestionnaire des utilisateurs (User Administrator) :**

L'éditeur de gestion des utilisateurs et des droits d'utilisateur. Il permet de gérer les droits d'accès.

2) **Logiciel runtime :**

Le logiciel runtime permet à l'opérateur d'assurer la conduite du processus.

- Lecture des données enregistrées dans la base de données.
- Affichage des vues à l'écran.
- Communication avec l'automate programmable.
- Archivage des données actuelles de runtime comme l'archivage des valeurs de processus et des événements de signalisation.
- Conduite du processus comme la spécification de consignes ou la mise en marche/arrêt. [13]

IV-3-2 Exemple d'une des vues de l'écran de supervision :

La figure suivante représente une vue de notre écran de supervision :

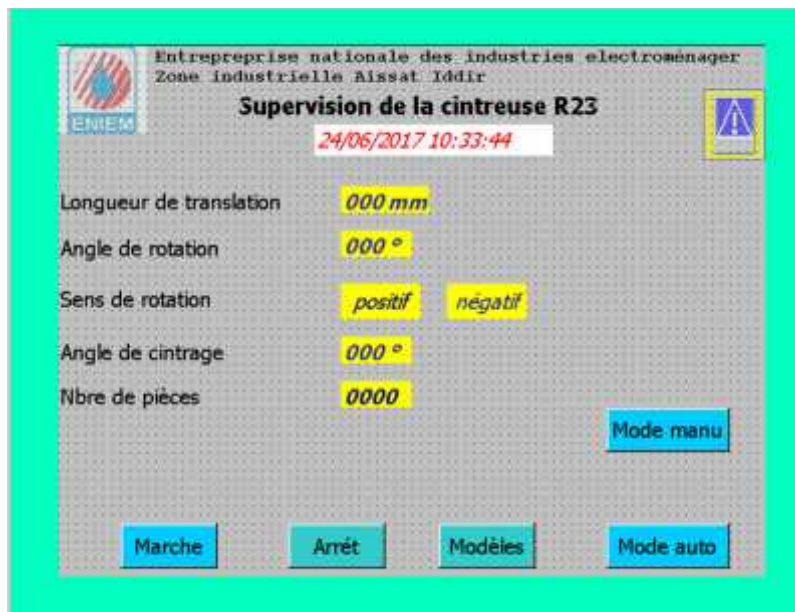


Fig50 : Vue de l'écran de supervision

IV-4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié l'automate programmable industriel S7-300 qui a été exigé par l'ENIEM et aussi la supervision avec WinCC, nous avons aussi choisi la CPU appropriée à la réalisation du programme.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué dans notre mémoire était sur l'étude de la cintrreuse R23, qui va être automatisée par un API S7 300, elle fonctionnait auparavant avec un système à base de microcontrôleur ce qui implique la réalisation d'une autre armoire.

Après avoir décrit la cintrreuse avec précision et modélisée son fonctionnement avec le GRAFCET, nous avons proposé un programme pour l'automatiser avec Step7 S300.

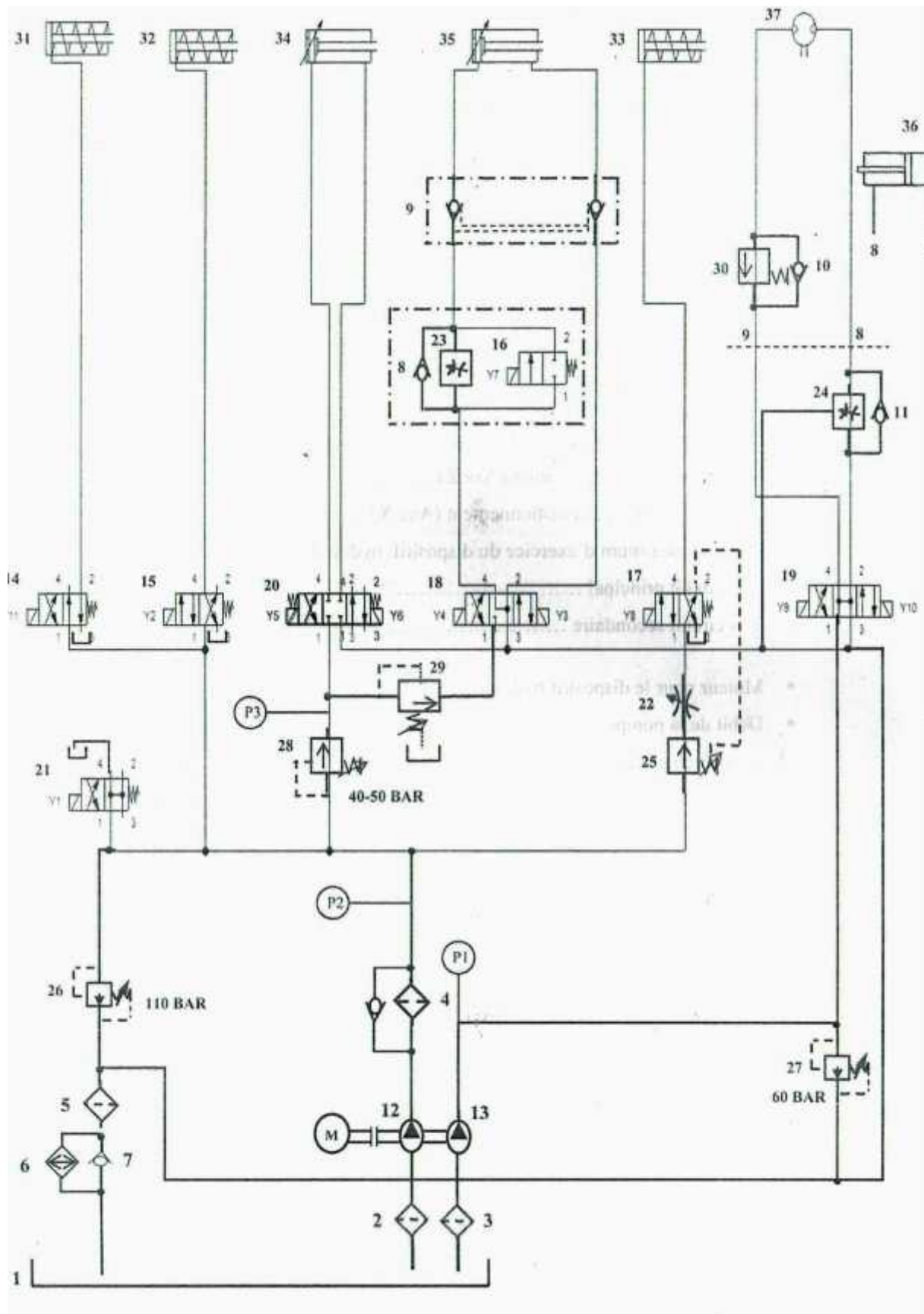
Ce travail ainsi fait nous a procuré d'énormes avantages sur l'aspect professionnel. En effet, il nous a permis d'assimiler les processus industriels modernes surtout au cours de notre stage à l'entreprise EASM.

En perspective, le travail fait peut être poursuivi en participant à la réalisation de l'armoire électrique de la R23, et ça nous permettra d'entamer une carrière dans le domaine de l'industrie en ayant une large idée sur les rouages des systèmes industriels automatisés.

On souhaite que les efforts fournis ne soient pas vains et que ce travail soit profitable aux prochaines promotions.

BIBLIOGRAPH

HIE



1) Partie hydraulique

- 2) Filtre sur l'aspiration de la pompe principale.
- 3) Filtre sur l'aspiration de la pompe secondaire.
- 4) Filtre sur le refoulement d'huile de pompe principal vers le circuit principal.
- 5) Filtre sur le retour de l'huile vers le réservoir.
- 6) Radiateur.
- 7) Vanne unidirectionnelle pour protéger le radiateur.
- 8) Vanne unidirectionnelle du routeur d'huile de la chambre positive de vérine de groupe de coupe.
- 9) Deux vannes unidirectionnelles du retour d'huile de chambre positive de la vérine du groupe de coupe.
- 10) Deux vannes unidirectionnelles commandées pour le blocage du vérin de groupe de coupe.
- 11) Vanne unidirectionnelle d'alimentation de la chambre négative du vérin de la tronçonneuse, vers le réservoir.
- 12) Pompe de circuit principal.
- 13) Pompe du circuit auxiliaire.
- 14) Distributeur 4/2 détermination la commande de d'épaulement.
- 15) Distributeur 4/2 détermination la commande de tasseau de blocage du tuyau.
- 16) Distributeur 2/2 détermination la vitesse rapide du Varin de la glissière de coup.
- 17) Distributeur 4/2 détermination la commande de l'étau de blocage.
- 18) Distributeur 4/3 détermination l'allé et le retour de la glissière de coupe.
- 19) Distributeur 4/3 qui commande le moteur hydraulique de lame de coupe et le vérin de la scie.
- 20) Distributeur 4/3 qui commande le vérin de cintrage.
- 21) Les régulateurs d'échappement.
- 22) Étrangleur variable pour réguler le débit sur le vérin de l'étau.

- 23) Régulateur de débit pour limiter la vitesse du vérin de la glissière en sortie.
- 24) Régulateur de débit pour commander la vitesse de rotation du moteur hydraulique.
- 25) Régulateur de pression, permet de régler la force de réglage de l'étau.
- 26) Limiteur de pression à $P1 = 110$ Bars du circuit principal.
- 27) Limiteur de pression à $P2 = 60$ Bars du circuit auxiliaire.
- 28,29) Soupapes de séquence.
- 30) Soupape de séquence créant une contre pression sur le moteur.
- 31) Vérin qui commande le chariot d'épaulement.
- 32) Vérin qui commande le tasseau de blocage du tuyau.
- 33) Vérin qui commande l'étai de blocage.
- 34) Vérin de cintrage.
- 35) Vérin de déplacement du groupe de coupe.
- 36) : Vérin de déplacement de la scie.
- 37) Moteur hydraulique.

ANNEXES

Bibliographie

- [1] K.FILLALI , H.NECHEF et N.TOUZOUTI “Développement d’une solution programmable d’automatisation de ROBOFIL400 avec un automate programmable industriel“, université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2009.
- [2] Manuel et schéma de la cintreuse, entreprise nationale de l’industrie d’électroménager, Oued Aussi Tizi-Ouzou.
- [3] Cristian Merland, Jacques Perrin, Jean-Paul Trichard “Automatique et informatique industrielle”, Édition Dunod.
- [4] S.Moreno, E.Peulot “ Le GRAFCET, conception, installation dans l’automate programmable”, Casteilla 2002 .
- [5] “Cours Grafcet notions de base”, <http://www.technologuepro.com>
- [6] Arkoub Rachid, Zegaoui Rachid, “Automatisation et supervision d’un système de refroidissement Par glycol”, université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, Septembre 2015.
- [7] “Compléments techniques distribution électrique BT et HTA”, Schneider Electric.
- [8] Roizot sébastien, “détermination de la section du conducteur”, <http://www.courselec.free.fr>
- [9] “Section des conducteurs et protection des installation”, LLG TS Electrotechnique.
- [10] Catalogue du variateur de vitesse MQC.
- [11] William Bolton, “ Automates programmables industriels”, traduction Hervé Soulard, 2^{ème} édition, Dunod,2015.
- [12] Documentation technique de siemens.
- [13] “SIMATIC HMI WinCC flexible 2008 Mise en route – Débutants, Mise en route”, Siemens ,Juin 2008.