

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE**

OPTION: COMMANDE ELECTRIQUE

THEME

**COMMANDE D'UNE MACHINE INDUSTRIELLE FRAISEUSE
PAR API**

Proposé et dirigé par :

MR: Salah BELKHIRI

Présenté par :

-BENYETTOU Fatima Zahra

-HATHAT Fatima

-CHADI Nadia

Année Universitaire: 2010/2011

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
مِنْ مَكَّةَ الْمُكَرَّمَةِ
فِي رَجَبِ الْمُكَرَّمِ
سَنَةِ ١٤٣٥ هـ

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la volonté et le courage pour réaliser notre mémoire.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur MR. Salah BELKHIRI de l'université de M'sila de nous avoir encadré durant notre projet de fin d'étude et nous conseillé tout au long de notre travail.

Nous remercions tout le personnel du SONALGAZE de M'sila (MEI), qui nous ont aidé, conseillé, éclairé notre travail tout au long de notre projet et qui nous ont considéré comme membre de leur famille.

Nous remercions également les membres du jury, qui ont eu l'amabilité d'examiner notre projet et d'évaluer son contenu.

Nous remercions aussi le chef de département de génie électrique MR.B.BENJA_MA ainsi que tous les enseignants pour les connaissances qu'ils nous ont transmises.

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à
Ma Mère qui ne m'a donné tout ce que j'ai et sans elle
je ne serai jamais ce que je suis
Mon grand père et ma grande mère
Mes chères sœurs et frères
Kalima, Widad, Mohamed, Kamza, Sofyane, Wayl,
Rabeh, Amina,
Toute ma famille les familles :
Benyettou et Benziane
Notre encodreur Mr Belkhiri Saleh
Mes amis(es) et mes chers:
Tamer Salem
Karima, Nadia, Kanan, Fatima,
Toute l'équipe de SONAMGAZ surtout
Chaker Zouhir, Maarouf Derradji
Tous mes collègues
Tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin

Fatima Zahra

Table des matières

Introduction générale	2
Chapitre I : Automatismes généraux.....	3
I.1. Introduction	4
I.2. Structure générale d'un automate	4
I.3. Structure d'un système automatisé	5
I.3.1. Acquisition des données	6
I.3.2. Traitement des données	7
I.3.3. Commande de puissance (pré actionneur)	7
I.3.4. Dialogue homme machine	8
I.3.5. Protection du système	8
I.3.6. Les actionneurs	9
I.3.7. Alimentation en énergie	10
I.4. Connaissance du matériel	10
I.4.1. La commande de puissance	11
I.4.1. a. Le contacteur	11
I.4.2. L'acquisition des données	12
I.4.2. a. Capteurs	12
I.4.2. b. Différents types de capteurs	14
I.5. Conclusion	15
Chapitre II : Les Automates Programmables Industriels.....	16
II.1. Introduction	17
II.2. Historique	17
II.3. Définition et caractéristique	18
II.3.1. Automate	18
II.3.2. Automate programmable industriel (API)	18
II.3.3. Avantages	19
II.3.4. Inconvénients	20
II.4. L'architecture d'un automate	20
II.4.1. L'alimentation	21
II.4.2. L'unité centrale UC	22

II.4.2. a. Notion de BUS	22
II.4.2. b. Le processeur	22
II.4.2. c. La mémoire	23
II.4.2. d. Le programme	24
II.4.2. d. Principe de fonctionnement de l'UC	25
II.4.2. e. Les interruptions	26
II.4.3. Les modules d'Entrées /Sorties d'un API	27
II.4.3. a. Les signaux d'Entrées/Sorties	27
II.4.3. b. Les modules d'Entrées/Sorties	27
II.4.4. Les modules spécialisés	28
II.5. Périphériques d'un automate	30
II.5.1. Le simulateur	30
II.5.2. L'unité de dialogue en ligne (UDEL)	30
II.5.3. Les console	31
II.6. Environnement d'un automate	31
II.6.1. Environnement physique et mécanique	31
II.6.2. Environnement chimique	31
II.6.3. Environnement électrique	32
II.7. Sécurité de fonctionnement	32
II.7.1. Sécurité de l'UC	32
II.7.2. Sécurité au niveau des échanges entre modules de CPU	33
II.7.3. Sécurité des Entrées/Sorties	33
II.7.4. Technique de tolérance aux erreurs (Pannes)	33
II.8. Critères de choix d'un automate	34
II.9. Conclusion	35
Chapitre III : Fraiseuse Universelle	36
III.1. Introduction	37
III.2. Présentation de l' MEI	37
III.2.1. Historique De La SONELGAZ	37
III.2.2. Profil de MEI	38
III.3. Atelier De Fabrication Mécanique	38
III.3.1. Définition	39
III.4. Caractéristique principales	44

III.5. Types de fraiseuse	45
III.5.1. Ancienne classification	45
III.5.2. Nouvelle classification	46
III.6. Différent types de commande des fraiseuses	47
III.7. Description du matérielle	49
III.7.1. Appareillages de connexions	50
III.7.2. Appareilles de protection	51
III.7.2.a. Protection contre les courts circuits	52
III.7.2.b. Protection contre les surcharges	53
III.7.2.c. Appareilles de protection contre les défauts d'isolement SLT	54
III.7.3. Appareilles de commande	54
III.8. Capteurs de proximité capacitifs	63
III.9. Conclusion	64
Chapitre IV : Application	65
IV.1. Introduction	66
IV.2. Application	66
IV.2.a. Schéma de puissance	66
IV.2.b. Schéma de commande	67
IV.2.c. Nomenclature	68
IV.2.d. Schéma global par SCHEMAPLIC	69
IV.2.e. Schéma global par LOGO	70
IV.2.f. Schéma global par GRAFCET	71
IV.3. Liste des Entrées/Sorties	72
IV.4. Principe de fonctionnement	72
IV.4.1. Circuit de puissance	72
IV.4.2. Circuit de commande	73
IV.4.2.1. Présentation du courant	73
IV.4.2.1.a. Supervision par SCHEMAPLIC	73
III.4.2.1.b. Supervision Par LOGO	74
IV.4.2.2. Déblocage frein broche	75
IV.4.2.2.a. Supervision par SCHEMAPLIC	75
IV.4.2.2.b. Simulation par LOGO	76
IV.4.2.3. Rotation de broche	77

IV.4.2.3.a. Supervision par SHEMAPLIC	77
IV.4.2.3.b. Simulation par LOGO	78
IV.4.2.4. Marche table à (droite arrière)	79
IV.4.2.4.a. Supervision par SHEMAPLIC	79
IV.4.2.4.b. Simulation par LOGO	80
IV.4.2.5. Marche table à (gauche avant)	81
IV.4.2.5.a. Simulation par SHEMAPLIC	81
IV.4.2.5.b. Simulation par LOGO	82
IV.4.2.6. Marche pompe	83
IV.4.2.6.a. Supervision par SHEMAPLIC	83
IV.4.2.6.b. Simulation par LOGO	84
IV.5. Schéma modifié	85
IV.5.a. Schéma de commande	85
IV.5.b. Schéma global par SHEMAPLIC	86
IV.5.c. Schéma globale par LOGO	87
IV.5.d. Schéma global par GRAFCET	88
IV.6. Liste des Entrées/Sorties	89
IV.7. Principe de fonctionnement	89
IV.7.1. Circuit de commande	89
IV.7.1.1. Présentation du courant	89
IV.7.1.2. Déblocage frein broche et rotation broche	90
IV.7.1.2.a. Supervision par SHEMAPLIC	90
IV.7.1.2.b. Simulation par LOGO	91
IV.7.1.2.c. Simulation par GRAFCET	92
IV.7.1.2.d. Liste des Entrées/Sorties	92
IV.7.1.3. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe	93
IV.7.1.3.a. Simulation par SHEMAPLIC	93
IV.7.1.3.b. Simulation par LOGO	94
IV.7.1.3.c. Simulation par GRAFCET	95
IV.7.1.4. Marche table à (droite arrière)	96
IV.7.1.5. Marche table à (gauche avant)	96
IV.8. Conclusion	96
Conclusion Générale	97

Annexe	108
1. Description du AUTOMOGEN	109
1.1. Démarrer AUTOMGEN V8.009	109
1.2. Les méthodes de création d'un GRAFCET	110
1.3. Renseigner les actions	111
1.4. Lancer la simulation sur ordinateur	111
2. Description de SCHEMAPLIC	112
Crée un nouveau fichier	113
Table des symboles	113
2.3. Crée un schéma de puissance et de commande.....	114
2.4. L'enregistrement d'un schéma	114
2.5. La simulation	115
3. Description du LOGO	115
L'ouverture d'une nouvelle page	116
3.2. Ouverture d'un catalogue avec les éléments	117
3.3. Insertion des entrées et des sorties	117
3.4. Connexion des éléments	118
3.5. Simulation avec LOGO! Soft Comfort	119
3.6. L'enregistrement du schéma	120
Bibliographies	121

Liste des figures

Chapitre I : automatisme générale.....	1
Figure I. 1. Structure générale d'un automatisme.....	5
Figure I. 2. Structure d'un système automatisé.....	6
Figure I.4. Présentation d'un capteur.....	12
Chapitre II : les automates programmables industriels.....	17
Figure II.1. Automate compact (Allen -Bradley).....	18
Figure II.2. Automate modulaire (Modico)... ..	18
Figure II.3. Structure interne d'un API et de son organisation autour du BUS.....	21
Figure II.4. Automate modulaire (Siemens).....	29
Chapitre III : fraiseuse universelle	36
Figure III. 1. SONALGAZ (MEI).....	37
Figure III.2. Fraise à plaquettes.....	40
Figure III.3. Fraise boule.....	40
Figure III.4. Fraise à rainure deux dents.....	41
Figure III.5. Fraise pour rainurer en T.....	41
Figure III.6. Fraise à chanfreiner.....	42
Figure III.7. Fraiseuse.....	43
Figure III.8. Etau d'une fraiseuse.....	44
Figure III.9. Fraiseuse à commande numérique.....	48
Figure III.10. Fraiseuse à banc fixe.....	49
Figure III.11. a. Sectionneur avec contact auxiliaire.....	50
Figure III.11. b. Symbole de sectionneur.....	50
Figure III.12.a. Interrupteur –sectionneur Sans contact auxiliaire.....	51
Figure III .12.b. Symbole d'un interrupteur – sectionneur avec contact.....	51
Figure III .13 .a. Relais thermique.....	53

Figure III .13.b. Symbole de relais thermique.....	53
Figure III .14. a. Bouton d'arrêt d'urgence.....	55
Figure III.14.b. Déverrouillage en tirant.....	55
Figure III.14. c. Déverrouillage en tournante.....	55
Figure III. 14. d. Déverrouillage à clé.....	56
Figure III. 14. e. Coup d'impulsion	57
Figure III. .14.f. Coup de poing	57
Figure III. 14. g. Code de couleur pour les boutons poussoirs.....	58
Figure III. 15. a. Contacteur.....	59
Figure III. 15. b. Schéma de câblage d'un contacteur.....	59
Figure III.15.c. Bloc de contacts Auxiliaire.....	60
Figure III.15.d. Contacts auxiliaire temporisés.....	60
Figure III. 15. e. Contacteur inverseur.....	62
Figure III. 15. f. Commande de KM1.....	62
Figure III. 15. g. Commande de KM2.....	62
Chapitre IV : Application	65
Figure IV.1. Schéma de puissance.....	66
Figure IV.2. Schéma de commande.....	67
Figure IV.3. Schéma global par SCHEMAPLIC.....	69
Figure IV.4. Schéma global par LOGO.....	70
Figure IV.5. Schéma global par GRAFCET.....	71
Figure IV. 6. Présentation du courant.....	73
Figure IV .7. Présentation du courant.....	74
Figure IV.8. Déblocage frein broche.....	75
Figure IV.9. Déblocage frein broche.....	76
Figure IV.10. Rotation de broche.....	77
Figure IV.11. Rotation de broche.....	78

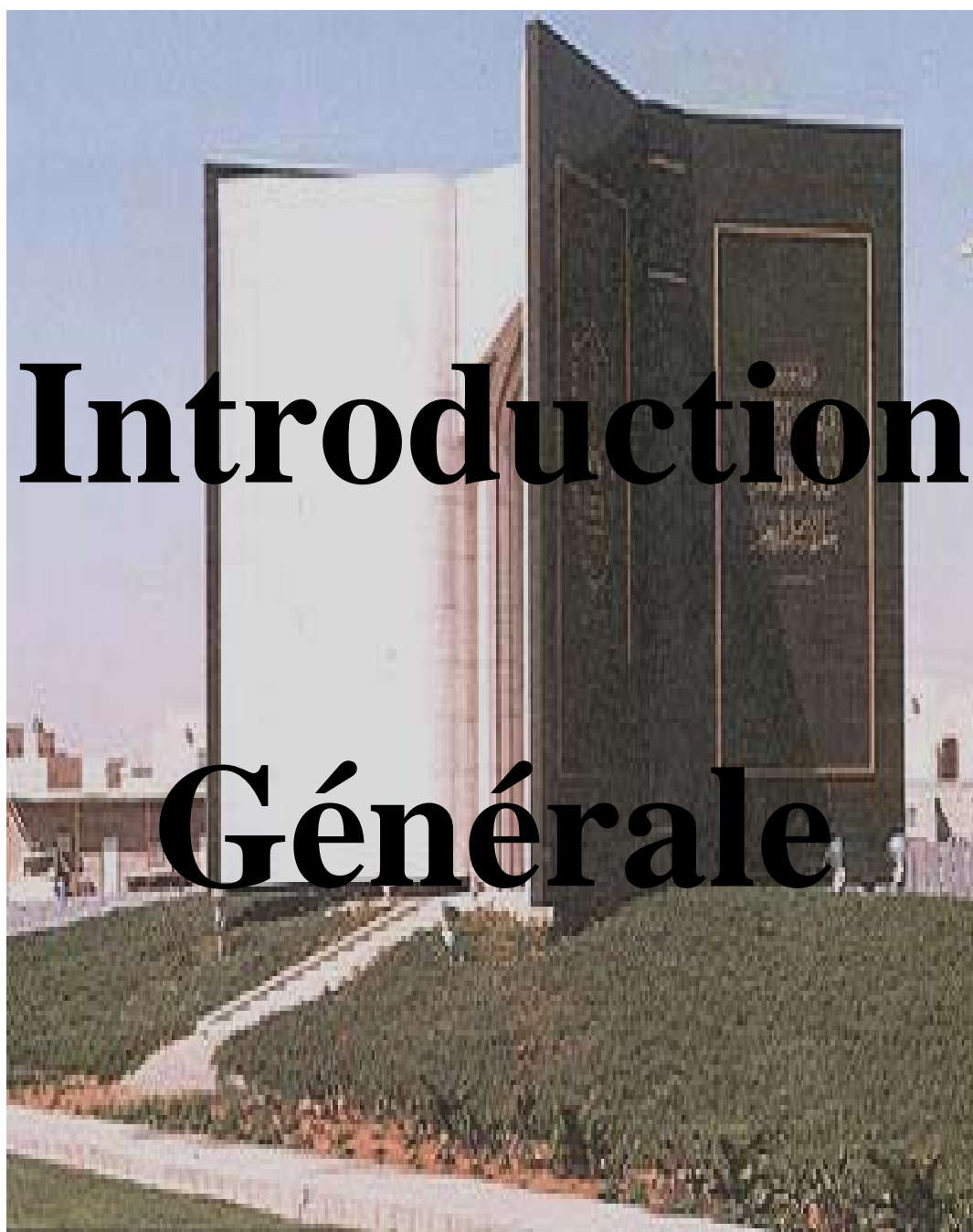
Figure IV.12. Marche table à (droite arrière).....	79
Figure IV.13. Marche table à (droite arrière).....	80
Figure IV.14. Marche table à (gauche avant).....	81
Figure IV.15. Marche table à (gauche avant).....	82
Figure IV.16. Marche pompe.....	83
Figure IV.17. Marche pompe.....	84
Figure IV.18. Schéma de commande.....	85
Figure IV.19. Schéma global par SCHEMAPLIC.....	86
Figure IV.20. Schéma global par LOGO.....	87
Figure IV.21. Schéma global par GRAFCET.....	88
Figure IV.22. Déblocage frein broche et rotation broche.....	90
Figure IV.23. Déblocage frein broche et rotation broche.....	91
Figure IV.24. Déblocage frein broche et rotation broche	92
Figure IV.25. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe	93
Figure IV.26. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe.....	94
Figure IV.27. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe.....	95

Liste des tableaux

Tableau IV.1. Liste des Entrées/Sorties

Tableau IV. Liste des Entrées/Sorties

Tableau IV. Liste des Entrées/Sorties



Introduction

Générale

Introduction générale

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. Avec la progression continue de la technologie, les critères demandés ne s'arrêtent pas uniquement à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité du produit ou la diminution des coûts de production, mais concernent aussi l'amélioration des conditions de travail, l'accroissement de la sécurité et la suppression des tâches pénibles et répétitives. La productivité et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en oeuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

Un automate programmable est un système électronique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, il comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme.

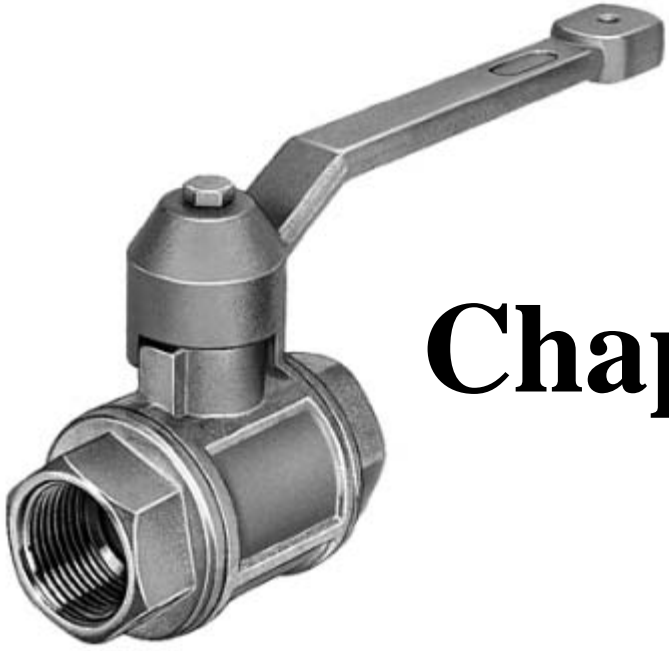
La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

Les automates programmables industriels API sont aujourd'hui les constituants les plus répandus pour réaliser des automatismes. On les trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car ils répondent à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Ainsi, après avoir consacré le premier chapitre pour la connaissance du matériel environnant les automates programmables, nous avons étudié, dans le second chapitre l'automate programmable industriel (A.P.I) de manière à ce qu'aucune équivoque quand à son application ne puisse apparaître, surtout vis-à-vis des micro-ordinateurs personnels, puis nous avons exposé dans le troisième chapitre une étude sur la fraiseuse universelle, une description du matériel de l'installation électrique de cette dernière est également donnée.

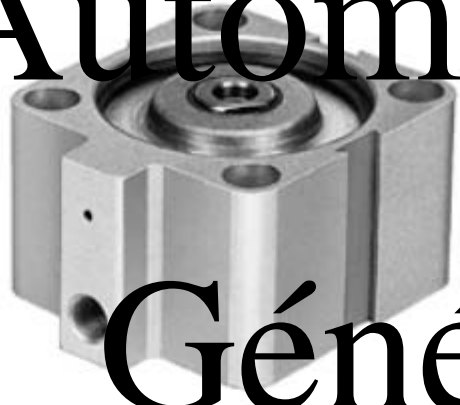
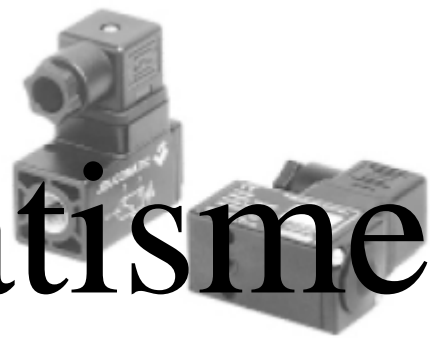
Le quatrième chapitre est réservé à l'application de l'API pour commander la fraiseuse dans ce chapitre, nous avons élaboré une étude de simulation à l'aide des logiciels SCHEMAPLIC et LOGO.

Le travail comprend aussi une conclusion générale relatant des résultats obtenus et les perspectives.



Chapitre I

Automatisme



Générale



I.1. Introduction

Chaque fois qu'une machine ou un système fonctionne seul, nous disons qu'il y a automatisme s'il réalise des actions normalement assurées par l'homme, donc les automatismes sont réalisés en vue d'apporter des solutions à des problèmes de nature technique économique ou humaine:

- ✓ Eliminer les tâches dangereuses et pénibles, en faisant exécuter par la machine les tâches humaines complexes ou indésirables.
- ✓ Améliorer la productivité en asservissant la machine à des critères de production, de rendement ou de qualité.
- ✓ Piloter une production variable, en facilitant à l'homme le passage d'une production à une autre.
- ✓ Renforcer la sécurité, en surveillant et contrôlant les installations et les machines.

Ce premier chapitre est consacré à l'étude de technologie des automatismes, la première partie étant réservée pour comprendre la structure d'un système automatisé et sont fonctions de base, puis on donne les informations essentielles de la plupart des composants constituant un système automatisé.

I.2. Structure générale d'un automatisme [1]

Chaque processus industriel de fabrication ou de transformation se compose d'un ensemble de machines destinées à réaliser la fabrication ou la transformation considérée. Chaque machine ou partie opérative comprend un ensemble de moteurs, Vérins, Vannes et autres dispositifs qui lui permet de fonctionner. Ces moteurs, Vérins, Vannes et autres dispositifs s'appellent actionneurs. Ils sont Pilotés par un automate ou partie commande. Cette partie commande élabore les ordres transmis aux actionneurs à partir des informations fournies par la machine au moyen d'interrupteurs de position, thermostats, monostats et autres dispositifs appelés capteurs.

La partie commande reçoit également des informations transmises par un opérateur en fonctionnement normal, ou un dépanneur en cas de réglage ou de mauvais fonctionnement de la partie commande ou de la partie opérative. Entre la partie commande et l'homme se trouve la partie dialogue qui permet à ce dernier de transmettre des informations au moyen de dispositifs adaptés (boutons poussoirs, commutateurs, etc....).

De même, la partie commande retourne vers l'homme des informations sous des formes compréhensibles par lui (voyants, afficheurs, cadrans, etc...). Ainsi, entre l'homme et la partie opérative s'instaure un dialogue homme-machine

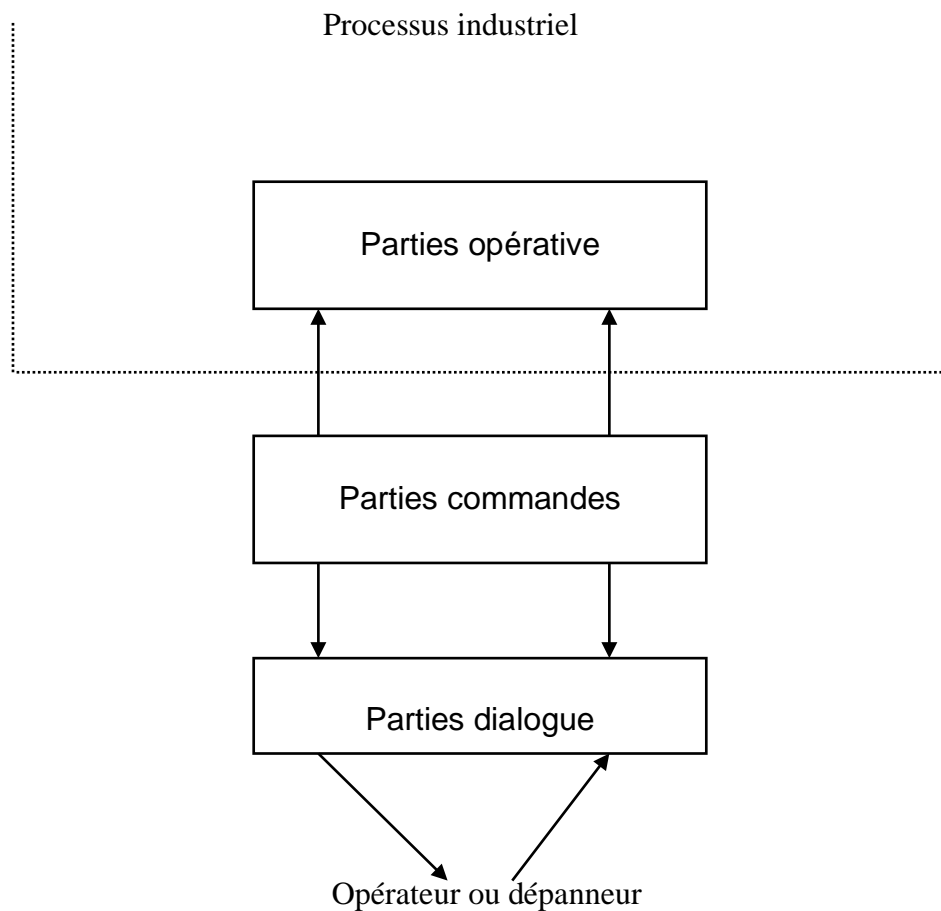


Fig.I.1. Structure générale d'un automatisme

I.3. Structure d'un système automatisé [2]

On distingue, dans tout système automatisé, la machine ou l'installation (partie de puissance) et la partie commande constituée par l'appareillage d'automatisme. Cette dernière partie est, assurée par des constituants répondant schématiquement à cinq fonctions de base :

- ✓ L'acquisition des données.
- ✓ Traitement des données.
- ✓ Commande de puissance (près actionneur).
- ✓ Le dialogue homme machine.

- ✓ La protection du système.

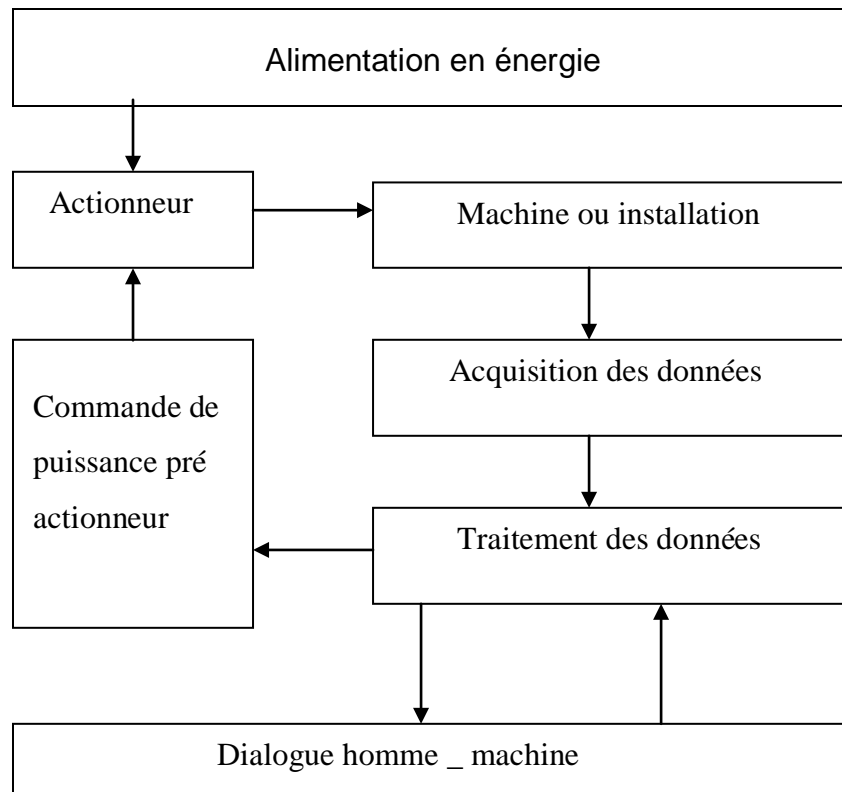


Fig.I.2. Structure d'un système automatisé

I.3.1. Acquisition des données [2,3]

L'automatisation d'une machine ou d'une installation nécessite la prise en compte permanente des informations de commande, de position, de température, de vitesse.....

Ces informations sont transmises à la partie commande de la machine à l'aide des capteurs ou des détecteurs qui informent l'unité de traitement de l'état du système (variables d'entrées). Le choix de ces appareils est fonction de la condition d'utilisation :

- ✓ Interrupteurs de position actionnés directement par la mécanique.
- ✓ Interrupteurs à flotteur pour contrôler un niveau.
- ✓ Sélecteurs de position pour suivre de déplacement d'un mobile.
- ✓ Manostats pour déceler la présence ou réguler une pression.

- ✓ Détecteurs de proximité inductifs ou capacitifs statiques lorsque la détection doit s'effectuer sans toucher au mobile à contrôler, ou lorsque les cadences sont trop élevées, ou dans des ambiances particulières.
- ✓ Cellules photo électriques pour détecter à des distances plus importantes.
- ✓ Détecteurs de vitesse pour contrôler des vitesses de déplacement ou de rotation.

I.3.2. Traitement des données [2]

L'ensemble des informations saisies par les capteurs est transmis à l'unité de traitement qui élabore les ordres d'actions, selon une procédure bien définie. En fonction de la nature de l'automatisme, le cycle de fonctionnement peut être soit combinatoire, soit séquentiel.

➤ Cycle combinatoire

Le cycle de fonctionnement est réalisé uniquement par la combinaison de valeur primaire. La commande des sorties est directement liée aux informations présentes à un instant donné. Les actions antérieures ne sont pas mémorisées.

➤ Cycle séquentiel

Le cycle de fonctionnement est défini en tenant compte des variables et secondaires. La commande des sorties est liée non seulement aux informations présentes, mais également aux actions passées. Ce cycle comporte obligatoirement des mémoires.

Suivant l'importance et la complexité de l'automatisme, le traitement des données est effectué par l'intermédiaire de relais d'automatisme, de contacteurs auxiliaires, de cellules logiques et de séquenceurs, de micro-systèmes ou à l'aide d'un automate programmable.

I.3.3. Commande de puissance (pré actionneur) [2]

Ils servent à mettre en service ou hors service un actionneur, une machine ou une installation. Ils permettent d'assurer, en toute sécurité, la bonne marche d'un équipement.

Les signaux disponibles à la sortie de l'unité de traitement (variable de sortie) sont appliqués aux circuits de commande d'organes amplificateurs (bobine de relais, de contacteurs, distributeurs. etc.....), dont le circuit puissance alimente les actionneurs (moteurs, vérins, etc.....). Ces amplificateurs sont choisis en fonction de technologie retenue, de la puissance des actionneurs et de leurs conditions de fonctionnement.

Les principaux amplificateurs (ou actionneurs) sont :

➤ **Appareil de sectionnement**

Il permet l'isolation ou la mise sous énergie d'un système, ils sont toujours à commande manuelle et intervient sur un circuit à vide (c a d aucun actionneur alimenté par ce circuit ne fonctionne), exp : sectionneur.

➤ **Appareil de commutation**

Il permet de mettre un actionneur sous ou hors énergie, ils peuvent être à commande manuelle ou à commande automatique et interviennent sur un circuit à vide ou en charge (c a d lorsqu'un ou plusieurs actionneurs, alimentés par ce circuit, fonctionnent), exp : contacteur, démarreurs, variateurs de vitesse, etc....

I.3.4. Dialogue homme machine [2]

Le dialogue homme-machine est le complément indispensable de tout l'automatisme, il permet à l'opérateur d'intervenir au moment de démarrage ou en cours de cycle, de procéder à un arrêt d'urgence et par l'intermédiaire du système de signalisation, de contrôler en permanence le déroulement des opérations.

Cette fonction de dialogue est assurée par tous les auxiliaires de commande à intervention humaine (boutons, boîtes à boutons, commutateurs) ainsi que par des voyants de signalisation et pour les installations plus complexes, par des pupitres de Commande, des tableaux synoptiques, des boutons touches et claviers, des micro terminaux, etc....

I.3.5. Protection du système [2]

Les appareils de protection assurent le bon fonctionnement d'une installation ou d'une machine et la sécurité des personnes contre tout dysfonctionnement d'origine:

- ✓ **Electrique:** surintensité (surcharge et court-circuit), surtension.
- ✓ **Pneumatique:** surpression.
- ✓ **Hydraulique:** surpression.

Les différents types de protection et les produits correspondants utilisés dans les équipements automatiques à contacteur sont les suivants:

- **Protection contre les surcharges importantes** : relais électromagnétiques.
- **Protection contre les courts-circuits** : fusibles.
- **Protection contre la marche en monophasé** : relais thermiques différentiels, sectionneurs équipés d'un dispositif adéquat et munis de fusibles à percuteur.
- **Protection à manque de tension** : contacteur avec auto alimentation, relais de mesure.
- **Protection à maximum d'intensité** : relais de mesure.
- **Protection à minimum d'intensité** : relais de mesure.
- **Protection contre des démarrages trop longs ou trop fréquents** : contrôle de la durée d'une opération, relais temporisateurs thermiques.

I.3.6. Les actionneurs [5]

Ce sont des organes destinés à remplacer l'énergie humaine par une énergie électrique, pneumatique ou hydraulique, ils permettent d'obtenir l'énergie nécessaire au bon fonctionnement de la machine à partir de l'énergie disponible dans l'équipement.

Les principales caractéristiques des actionneurs sont :

- **Moteur (électrique, pneumatique ou hydraulique) :**
 - ✓ Couple.
 - ✓ fréquence de rotation.
- **Vérin (pneumatique ou hydraulique) :**
 - ✓ longueur de déplacement (course).
 - ✓ vitesse de déplacement de la tige.
 - ✓ effort possible dans les deux sens ou un seul sens.
- **Résistance :**
 - ✓ Puissance.
 - ✓ température de fonctionnement.

I.3.7. Alimentation en énergie [3,4]

Différentes sources d'alimentation en énergie peuvent être utilisées dans les machines automatisées ou non automatisées, en fonction :

- ✓ De la puissance nécessaire.

- ✓ Du coût de revient.
- ✓ Du lieu d'exploitation.
- ✓ De l'importance de l'automatisation.

Ces différentes énergies, qui peuvent être produites par des générateurs sur place ou extérieurement à l'installation, sont principalement :

➤ **Pneumatique**

Produite par un compresseur entraîné par un moteur, c'est pour alimenter les machines fonctionnant avec un automatisme simple.

➤ **Hydraulique**

Produite par une pompe entraînée par un moteur, c'est lorsque la puissance mise en jeu par les actionneurs est importante.

➤ **Electrique**

On peut trouver, dans une même machine automatisée, une source d'énergie (électricité), deux sources d'énergie associées (électricité et hydraulique, ou électricité et pneumatique), ou les trois sources d'énergie.

I.4. Connaissance du matériel [2,3]

Pour comprendre un système, ses fonctions et ses dysfonctionnements, il est important de bien connaître chacun de ses composants, son mode de fonctionnement, ses caractéristiques, son domaine d'emploi, ses dangers,.....

Dans ce qui suit on donne les informations essentielles de la plupart des composants constituant un système automatisé de production. On renseigne sur ses principales caractéristiques et fonctions pour faciliter les opérations de maintenance.

On distingue, dans tout système automatisé, la machine ou l'installation, et la partie commande constituée par l'appareillage d'automatisme. Cette partie commande est assurée par des constituants répondant schématiquement à cinq fonctions de base:

- ✓ L'acquisition des données.
- ✓ Le traitement des données.

- ✓ La commande de puissance.
- ✓ Le dialogue homme machine.
- ✓ Et la protection des récepteurs et des équipements.

I.4.1. La commande de puissance [2]

L'énergie électrique, mise à la disposition des industriels ou des particuliers par l'intermédiaire d'un réseau de distribution, ne peut être connectée en permanence sur l'ensemble des récepteurs. Il est donc nécessaire d'employer des systèmes de commande de puissance permettant le transfert ou l'interruption de l'énergie électrique en provenance du réseau, vers le ou les récepteurs.

Ce sont les interrupteurs, disjoncteurs, variateurs électroniques et surtout les contacteurs qui assurent cette fonction appelée « commande de puissance ».

I.4.1. a. Le contacteur [4]

➤ Définition [2]

Le contacteur est un appareil mécanique de jonction commandé par un électro-aimant, il fonctionne par (tout ou rien). Lorsque la bobine de l'électro-aimant (KM1) est alimentée, le contacteur se ferme, établissant, par l'intermédiaire des pôles (1-2, 3-4, 5-6, 13-14, ou 11-12), le circuit entre le réseau d'alimentation et récepteur.

La partie mobile des pôles se déplace :

- ✓ Soit par rotation, en pivotant sur un axe.
- ✓ Soit par translation, en glissant parallèlement aux parties fixes.
- ✓ Soit par un mouvement conjugué des deux.

Dès que la bobine est privée tension, le circuit magnétique se démagnétise et le contacteur s'ouvre sous l'effet :

- ✓ Des ressorts de pression des pôles.
- ✓ Du ressort de rappel de l'armature mobile.
- ✓ Pour certains appareils, de la gravité (l'équipage mobile tendant naturellement à reprendre sa position d'origine).

➤ Dispositifs auxiliaires [2,4]

Les contacteurs peuvent recevoir des blocs de contacts auxiliaires instantanés, des blocs de contacts temporisés, des blocs d'accrochage mécanique, etc... Ils peuvent aussi être accompagnés par des contacteurs auxiliaires.

Ces dispositifs auxiliaires assurent l'auto-alimentation, les asservissements, les verrouillages des contacteurs ainsi que la signalisation dans les équipements d'automatisme.

I.4.2. L'acquisition des données [2,3]

Les systèmes automatisés ont besoin d'informations sur certaines grandeurs physiques des processus qu'ils pilotent. Un système automatisé de remplissage de flacons, par exemple, utilise un capteur pour détecter la présence du flacon et traduire cette information de manière interprétable par l'automate programmable industriel (API) qui commandera la phase de remplissage.

A ce jour presque toutes ces grandeurs sont détectables ou mesurables. Les progrès technologiques permettent d'offrir un large choix de capteurs.

I.4.2. a. Capteurs [6]

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique (température, vitesse, force...) en une grandeur électrique exploitable (résistance, tension, courant...).

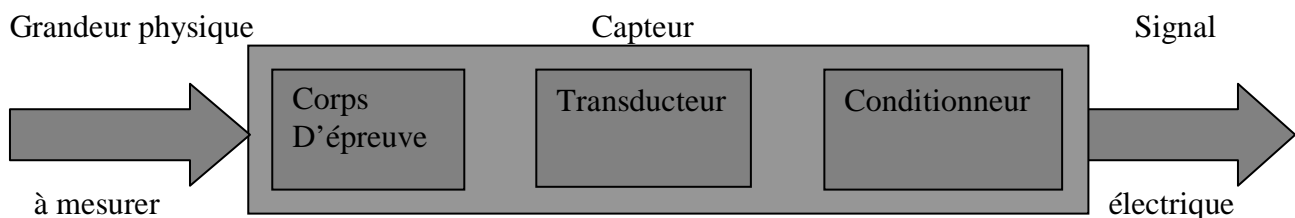


Fig.I.4. Présentation d'un capteur

Ainsi, le plateau d'une balance électronique appliqué le poids de l'objet sur un corps d'épreuve qui est soumis à des contraintes mesurées à l'aide de jauges extension métriques (transducteur) montée en pont Wheatstone. La tension délivrée par ce pont est ensuite amplifiée. Mise à l'échelle (conditionnement), puis affichée.

Le corps d'épreuve est un élément mécanique qui réagit à la grandeur à mesurer.

Le transducteur traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique.

Le conditionneur amplifie, met forme et signal (généralement faible) issu du transducteur, pour sa transmission à distance.

Le signal électrique délivré par le capteur peut être de différentes natures : analogique, numérique ou Tout Ou Rien.

➤ **Signal de mesure analogique [6]**

Une loi continue, parfois linéaire, qui caractérise l'évolution des phénomènes physiques mesurés ; il est souvent conditionné selon les standards suivants :

- ✓ Tension : 0-10 V ou plus usuellement 0-5 V.
- ✓ Courant : 4-20 mA. La «boucle de courant 4-20 mA» est un moyen de transmission permettant de transporter sur une grande distance le signal analogique délivré par un capteur, sans perte ni modification.

➤ **Signal de mesure numérique [6]**

Il se présente sous la forme d'impulsions électriques générées simultanément sur plusieurs fils (mode série).

Cette transmission est compatible avec les systèmes informatiques de traitement et la plupart des automates programmables industriels, par exemple : un codeur absolu de position angulaire fournit un mot de 8 bits qui est l'image de la position de l'axe.

➤ **Signal Tout Ou Rien [6]**

Il ne compte que deux valeurs distinctes correspondant au niveau logique 0 et 1.

Un détecteur de niveau de liquide change d'état logique lorsque se produit le franchissement d'un niveau prédéfini, appelé seuil.

I.4.2.b. Différents types de capteurs [6]

➤ **Capteurs de température :**

- ✓ Thermomètres à résistance métallique (RTD).
- ✓ Thermistances.
- ✓ Thermocouple.

➤ **Capteurs de position et de déplacement :**

- ✓ Capteur potentiométriques.

- ✓ Capteur de déplacements linéaires à transformateur différentiel.
- ✓ Détecteur de position inductive.
- ✓ Détecteur de position capacitive.
- **Capteur optique :**
 - ✓ Photorésistance.
 - ✓ Photodiode.
 - ✓ Phototransistor.
- **Capteur magnétique**
- **Capteur de courant**

I.5. Conclusion

Les outils câblés caractérisés par une mise en oeuvre nécessitant uniquement, mais nécessairement, l'établissement de liaisons matérielles (câblage) selon un schéma fourni par la théorie ou l'expérience. Ces outils largement utilisés dans l'industrie où l'on apprécie leurs qualités éprouvées, mais ils souffrent cependant d'un certain nombre de limitations parmi lesquelles nous retiendrons :

- ✓ Leur encombrement (poids et volume).
- ✓ Leur manque de souplesse vis-à-vis de la mise au point des commandes et de l'évolution de Celles-ci (améliorations, nouvelles fonctions,...).
- ✓ La difficulté de maîtriser des problèmes complexes.
- ✓ La complexité de recherche des pannes et donc du dépannage.

Alors que les solutions programmées offrent une alternative technologique à l'automaticien, et lui ouvrent des possibilités nouvelles liées à la puissance de traitement des données. Parmi ces solutions programmées est le 'API' (Automate Programmable Industriel) qui s'est substitué aux armoires à relais de sa souplesse (mise en oeuvre, évolution), mais aussi parce que dans les automatismes de commande complexe, les coûts de câblage et de mise au point devenaient trop élevés, l'étude de ces dispositifs sera l'objectif du chapitre suivant.

Chapitre II

Les

Automates

Programmables

Industriels



II.1. Introduction

L'industrie moderne que, l'on peut qualifier d'industrie de qualité et de quantité, ne cesse d'exiger un matériel de contrôle de plus en plus performant afin de réaliser les deux objectifs, simultanément. Et c'est pour cette raison qu'on voulait remplacer les dispositifs de commande classiques avec tous les inconvénients qui en découlent (logique câblée très compliquée, encombrement, difficulté d'entretien ...) par un autre beaucoup plus performant et avantageux.

Ce serait certainement l'Automate Programmable Industriel qui devient de nos jours le coeur de toute unité industrielle moderne. Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombre d'activités grâce à :

- ✓ Ses caractéristiques propres, matérielle et logicielles : L'API est un produit, facile à programmer et à connecter.
- ✓ Sa capacité à s'intégrer dans un ensemble plus large, et donc à répondre aux besoins d'un système automatisé de production.
- ✓ Son adaptation aux conditions industrielles.

II.2. Historique [7,8]

Le premier est apparu en 1969 aux Etats Unis sur une demande de Ford pour remplacer les grosses armoires à relais des chaînes de la construction automobile. La réponse vint d'ALLEN BRADLEY. La NASA fait en suite un appel d'offres sur le même thème auquel MODICON répondit. Sa date de création coïncide avec le début de l'ère du microprocesseur et avec la généralisation de la logique câblée modulaire. Le premier automate français fût le PB6 de MERLIN GERIN en 1971.

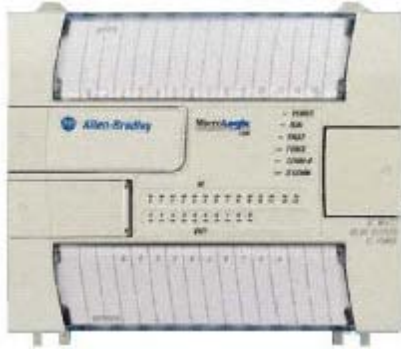


Fig.II.1. Automate compact
(Allen -Bradley)



Fig.II.2. Automate modulaire
(Modico)

II.3. Définition et caractéristique [8]

II.3.1. Automate [8]

Selon le dictionnaire : l'automate est une machine qui imite le mouvement d'un être animé .Au sens figuré : homme sans volonté qu'on fait agir comme on veut. L'interprétation serait plutôt entre les deux : machine que l'on fait agir comme veut et qui imite les décisions systématiques d'un homme.

II.3.2. Automate programmable industriel (API) [8]

L'automate programmable industriel est une commande conçue autour d'un microprocesseur. Sa conception et son langage de programmation sont spécialement adaptés aux contrôles de processus industriel. L'abréviation PLC de l'Anglais Programmables logical Contrôler. Sa définition est donnée par la norme NFC 63-850 :

« Appareil électrique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique (non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instruction composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- ✓ Logique séquentielle et combinatoire.
- ✓ Temporisation, comptage, décomptage, comparaison.
- ✓ Calcul arithmétique.

- ✓ Réglage, asservissement, régulation, etc. pour commander, mesuré et contrôler au moyen de modules d'entrées et de sorties (logique, numérique, ou analogique) différentes sorties de machines ou de processus, en environnement industriel ».

Les automates programmables industriels sont des équipements électriques à câblage interne indépendant du processus à commander. L'automate programmable industriel est adapté à la machine ou à l'installation à commander au moyen d'un programme qui définit le mode de déroulement des opérations souhaité et d'un câblage direct entre les éléments d'entrée et de sortie de l'automate.

Les éléments d'entrée sont par exemple des auxiliaires de commande, des contacts de fin de course, des détecteurs de proximité mais aussi des tensions analogiques ou des détecteurs de courant (signaux en retour de la machine, signaux de commande issus du pupitre). Les contacteurs, électrovannes, dispositifs de couplage, lampes, etc. sont des éléments de sortie (signaux de commande émis vers la machine, signaux de visualisation vers le pupitre).

Le nombre d'instructions traitées varie d'un automate à l'autre. Le programme est introduit à partir d'une console de programmation. Le jeu d'instruction d'un automate est orienté vers les problèmes de logique et vers les systèmes à évolution séquentielle.

Les API se caractérisent par rapport aux ordinateurs par leur fiabilité et leur facilité de maintenance. Les modules peuvent être changés très facilement et le redémarrage des API est très rapide.

Au cours de la dernière décennie, la baisse du prix des A.P.I et des micro-ordinateurs a modifié sensiblement le domaine d'emploi des A.P.I. Au déterminent de la logique câblée et des microprocesseurs. Les produits de type cartes à microprocesseurs n'ont pas eu les développements espérés.

La situation actuelle se présente de la manière :

- ✓ Le plus gros API : 10 processeurs, 10000 entrées/sorties est le MDICON 584.
- ✓ Le plus petit API : 1 processeur, 1 bit, 16 entrées/sorties est le TEC 16.

II.3.3. Avantages [10]

- Simplicité du matériel et du noyau d'exécution :
 - ✓ Possibilité de gérer des tâches parallèles.
 - ✓ Sans système d'exploitation multitâche.
 - ✓ Réalisable sur des microprocesseurs peu puissants.

- Simplicité de la programmation
 - ✓ Pour des applications très simples, il existe des langages ne nécessitant quasiment aucune connaissance en programmation par exemple : le langage «CONTACT ».

II.3.4. Inconvénients [10]

- Modèle de programmation cyclique
 - ✓ Mal adapté aux applications séquentielles complexes.

II.4. L'architecteur d'un automate [6, 8,9]

Un automate programmable se présente sous la forme d'un ensemble de cartes ou circuits imprimés sur lesquels sont montés des composants électriques intégrés. La structure d'un automate ressemble étrangement à celle d'un micro-ordinateur. Comme chaque fabricant a sa propre conception, on peut difficilement donner une structure précise qui est valable pour tous les types d'automates. Les éléments principaux que l'on rencontre toujours sont :

- ✓ Les blocs d'alimentation.
- ✓ Une unité centrale.
- ✓ Les modules d'entrées/sorties (ou d'interfaces d'entrées /sorties).
- ✓ Les modules spécialisés.
- ✓ Une console de programmation.

En règle générale, les automates sont conçus pour être modulaires. Notamment, le nombre d'entrées et de sorties peut être augmenté (dans la limite de la capacité de l'API) tous les éléments (unité centrale, alimentation, cartes d'entrées, cartes de sorties, etc.) s'encastrent dans un rack. Les racks sont constitués d'une structure métallique. Ceux-ci sont installés en générale à l'intérieur des armoires électriques. Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées/sorties à gérer.

Les cartes sont logées dans des paniers ou bacs qui les protègent mécaniquement, les connexions entre cartes sont réalisées par un circuit imprimé appelé bus, à l'arrière des bacs.

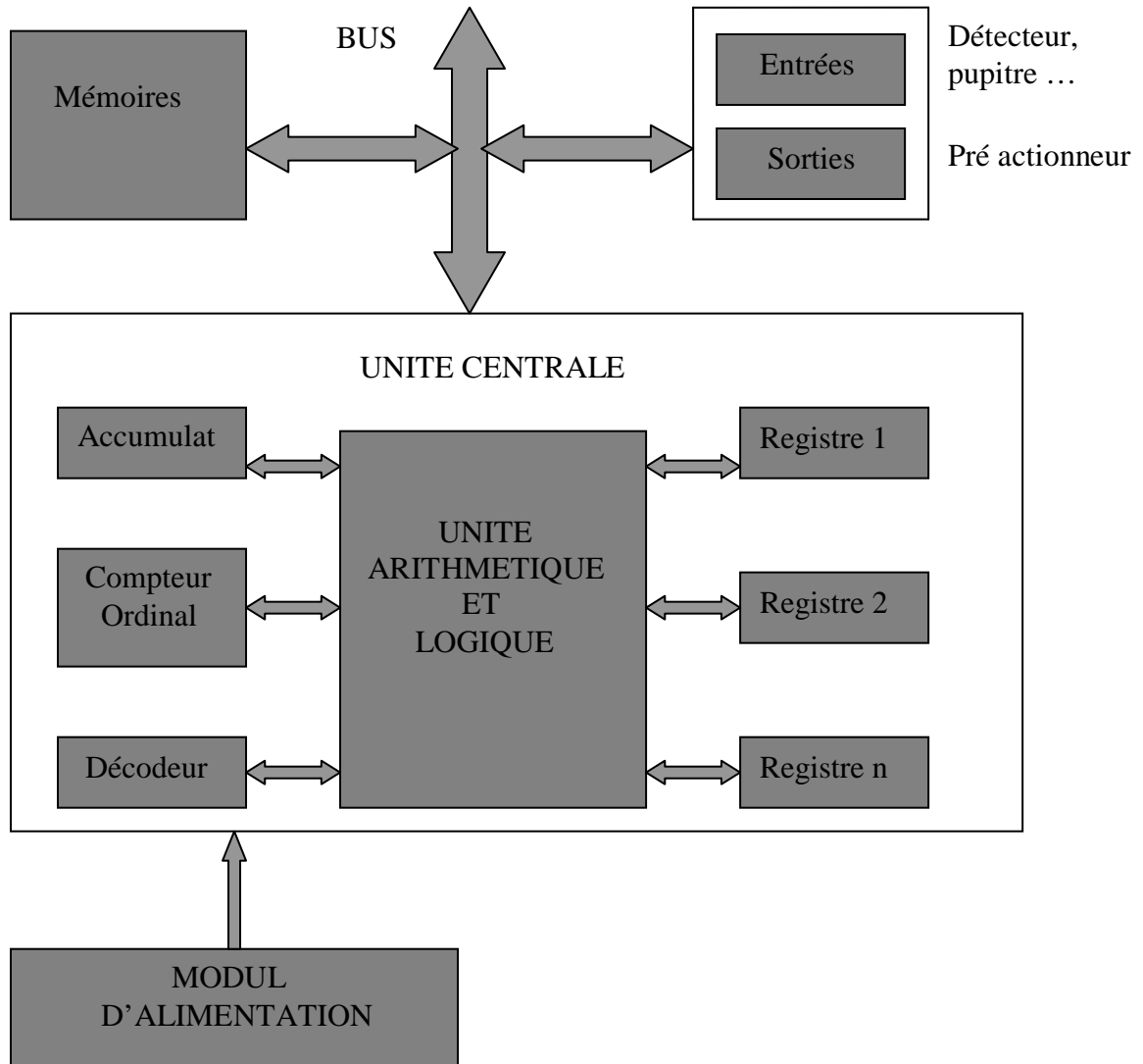


Fig.II.3. Structure interne d'un API et de son organisation autour du BUS

II.4.1. L'alimentation [7]

Elle fournit une tension stable pour le fonctionnement du processeur, des modules d'entrées/sorties et de la mémoire. Les blocs d'alimentation permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement. À partir d'une alimentation en 220V alternatif fournie par le réseau, ces blocs délivrent des sources de tension continues exigées par les composants électriques dont l'automate a besoin 24V, 12V ou 5V.

En règle générale, un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate.

II.4.2. L'unité centrale UC [7]

Elle représente le coeur de la machine et comprend le ou les processeurs (unité de traitement logique ou numérique) et la mémoire.

II.4.2. a. Notion de BUS [7]

L'unité centrale (UC) est le siège de flux permanent d'informations empruntant un chemin commun. Le BUS, qui relie entre elles toutes les unités fonctionnelles : mémoires, processeur, coupleurs d'E/S. Matériellement le BUS se présente comme un circuit imprimé situé en fond de panier. Sur le BUS, à chaque instant, se trouvent 2 types d'informations :

- ✓ Les informations traitées.
- ✓ Les informations de service : adresse, synchronisation, control de BUS.

L'ordre de grandeur du débit sur ce BUS est de 10 MOctets/s. Pour accroître les performances, certains systèmes disposent d'un BUS secondaire d'E/S pour les échanges avec l'extérieur (typiquement 5 Mbit/s).

II.4.2. b. Le processeur [6,7]

C'est le moteur de l'automate programmable qui lit et interprète en permanence et à grande vitesse les états logiques des signaux en provenance des capteurs périphériques (entrées), en fonction du programme stocké dans la mémoire et le moment venu, il élabore et transmet les ordres de sortie vers les actionneurs.

Les circuits à relais ont un temps de réponse lié au collage et décollage des contacts.

Les éléments électroniques présentent un temps de basculement. L'automate programmable a un temps de réponse fonction du temps de cycle. Le temps de lecture du programme est évidemment fonction du nombre des informations, mais dans la plupart des cas, il est de l'ordre de quelques millisecondes (<10ms). De ce fait, toute modification de l'état d'une entrée engendre presque instantanément un signal de sortie.

Appelé unité de traitement (UT) ou unité arithmétique et logique (UAL). Il assure le contrôle de l'ensemble de la machine et effectue les traitements demandés par les instructions du programme. Il réalise les fonctions logiques ET, OU, etc., les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul, etc. Le processeur comporte un certain nombre de registres qui sont des mémoires associées à des circuits logiques. Le processeur comprend :

- ✓ Un compteur ordinal (pointeur).
- ✓ Des registres.
- ✓ Un accumulateur.
- ✓ Un décodeur.

Il est connecté aux autres éléments, tels que la mémoire et les interfaces entrées/sorties, par un certain nombre de liaisons parallèles appelées BUS où cheminent les informations sous forme de bits (0,1).

Le processeur est géré par le programme système appelé aussi FIRMWARE. Le module CPU supporte des éléments internes tels des indicateurs, des temporisateurs, des compteurs et des registres de données. Les différents éléments sont accessibles au programme systèmes par l'intermédiaire d'un BUS interne. Un compteur de programme pointe les instructions successives à effectuer au fur et à mesure du déroulement du programme.

Le CPU a différents modes de fonctionnement : RUN, STOP, PROGRAMMATION, etc. Pour la programmation et autres manipulations, une console de programmation doit être branchée au CPU.

II.4.2. c. La mémoire [6,7]

Un bit : abréviation anglaise signifiant chiffre qui désigne une variable logique caractérisée par 0 ou 1.

Un mot : association de bits qui peuvent être utilisés indépendamment ou exprimer un nombre écrit en binaire. Le mot mémoire des automates comporte généralement 8, 12, 16, 32 bits.

Une mémoire est caractérisée par la longueur d'un mot exprimé en nombre de bits et par le nombre de milliers de mots qu'elle peut contenir. La capacité de la mémoire des automates programmables est variable, de 0.25 kmots à 16 kmots (k = 1 kilo mots = 1024 mots).

Ce sont les composants électriques assurant la mémorisation du programme, des données et des actionneurs. Elles contiennent en premier lieu le programme utilisateur. Ce programme introduit par l'utilisateur, décrit toutes les fonctions que l'automate est en mesure de réaliser.

Selon les applications, la mémoire peut aussi contenir des textes et des données.

➤ Les mémoires VIVES (RAM)

Contraction de Random Access Memory pour mémoire à accès aléatoire. Ces mémoires sont volatiles, c à d qu'elles perdent les informations qu'elles contiennent en cas de coupure l'alimentation. Certaines de ces mémoires, pour éviter ces problèmes sont équipées de batteries qui sauvegardent les informations dans la limite de leur autonomie. Ces mémoires acceptent la lecture, l'écriture, les modifications, l'effacement de façon illimité.

➤ Les mémoires MORTES

Le contenu de ces mémoires est figé. Ce sont des mémoires à lecture. Les informations sont conservées en permanence sans source auxiliaire.

Les mémoires ROM : Contraction de Read Only Memory pour mémoire à lecture. Ce sont des mémoires programmées par le fabricant et ineffaçable.

Les mémoires PROM : Programmable Read Only Memory pour mémoires programmables à lecture. Ce sont des mémoires vendues vierges. Elles se programment à partir d'un programmeur de PROM.

Les mémoires REEPROM ou EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory pour mémoire reprogrammable à lecture. Ces mémoires sont utilisables plusieurs fois (écriture/effacement). L'effacement s'obtient en soumettant la fenêtre située au dessus du circuit intégré à un rayon ultra-violet, le temps d'effacement est compris entre 10 et 30 minutes. Ces mémoires ne peuvent être reprogrammées qu'après effacement total.

Les mémoires EEPROM : contraction d'Electrical Erasable Programmable Read Only Memory pour mémoire programmable effaçable électriquement. Ce sont des mémoires à lecture et leur contenu être effacé électriquement pour être reprogrammé.

Les mémoires EAROM: contraction d'Electrical Alterable Read Only Memory. Ces mémoires sont non volatiles et peuvent être effacées électriquement, mot à mot.

II.4.2. d. Le programme [7]

Le programme est une suite d'instructions placées dans la mémoire. Les instructions sont repérées, comme pour les données par leurs adresses. Une instruction se compose de :

- ✓ Un code d'opération (CP) : y est précisé que doit faire la machine.
- ✓ Une adresse opérande (AO) : y est précisé quoi porte l'instruction.

Une instruction peut concerner deux opérandes. Dans ce cas, l'adresse de l'un d'eux est implicite : le plus souvent, il s'agit de l'accumulateur.

Dans la machine, l'élément d'information est le bit. N bits permettent de coder 2^N combinaisons. Pour représenter une instruction en machine, il faut associer plusieurs bits : le mot. Ainsi, dans le cas d'une machine d'un mot de 16 bits, nous pourrions avoir 4 bits pour le CO (donc 16 instructions) et 12 bits pour l'AO (donc 4096 positions mémoires soit 4 kmots).

Le jeu d'instructions représente les fonctions de base à disposition pour réaliser la commande. De nombreuses fonctions n'existant pas dans le jeu d'instructions peuvent être réalisées au moyen de fonctions plus rudimentaires.

Les fonctions minimales qu'offre un automate programmable aujourd'hui sont les combinaisons logiques, les temporisations et les comptages. De nombreuses autres fonctions peuvent être réalisées en utilisant ces combinaisons logiques.

La majorité des automates actuels sont basés sur la notion de déroulement cyclique des instructions placées en mémoire.

Un cycle de traitement consiste tout d'abord en une prise en compte des entrées qui seront alors figées pour tout le cycle, puis l'automate exécute instruction par instruction jusqu'à la fin de la mémoire. Les commandes à appliquer sont alors définies et peuvent donc être placées sur les sorties. Le cycle se produit ainsi indéfiniment. Il est donc à noter qu'à chaque cycle tout le programme est exécuté. Par ailleurs lorsqu'il existe des instructions de saut (ou branchement), celles-ci ne permettent que d'incrémenter le compteur ordinal. Cette notion aura un impact important sur les méthodes d'implantation des systèmes séquentiels.

La succession « prise en compte des Entrées (E) – Traitements (T) – affectation des Sorties (S) » correspond à un cycle synchrone vis-à-vis des Entrées/Sorties. C'est la forme la plus classique qui présente le moins de risques d'aléas de fonctionnement.

II.4.2. d. Principe de fonctionnement de l'UC [7]

Compte tenu du principe de déroulement cyclique, la mémoire est pilotée par un compteur ordinal qui peut être un simple compteur. Pour les automates réalisant des sautes complexes, celui-ci s'intègre au processeur et devient un registre. Un registre est une petite mémoire dans laquelle un mot binaire est conservé provisoirement en attendant son exploitation dans le système.

La mémoire ne contient que des instructions qui se scindent en deux blocs : Une partie code opératoire, est dirigée vers le processeur ; Une autre partie, adresse est orientée vers le

bloc Entrée/Sortie et indique la référence de l'opérande pour l'instruction en cours. Il est à noter que cette partie indique aussi la valeur du saut dans les automates évolués. Elle transite dans ce cas par le processeur.

Le bloc d'Entrée/Sortie sert d'organe de liaison avec la périphérie. Il mémorise les valeurs présentes sur les lignes d'entrée à l'instant de la prise en compte des entrées, il place les valeurs calculées sur les lignes de sortie.

Le processeur est l'unité de traitement logique qui exécute les calculs booléens en fonction des instructions du programme. Le CPU comporte également un ensemble de variables internes utilisable pour les mémorisations intermédiaires, des registres de temps et de comptage, registres d'index...

Notons que tout ce qui dit ici concerne le traitement sur bit. Dans le cas du traitement sur mot, les systèmes sont généralement composés de deux processeurs et de deux blocs d'Entrée/Sortie, sélectionnés en fonction du type de l'instruction.

II.4.2. e. Les interruptions [7]

Les interrupteurs sont des événements extérieurs qui provoquent l'arrêt du programme et le passage à un autre programme, ce dernier exécuté ; on reviendra au programme initial. Le processus est identique au sous-programme à la différence que le saut est provoqué non pas par une instruction mais par la variation d'état d'une entrée spéciale. On distingue plusieurs types d'interrupteurs :

- ✓ L'interrupteur secteur (défaillance du secteur) : il faut immédiatement stopper le programme en cours et préserver un certain nombre de paramètres. C'est un circuit de surveillance interne à l'API qui déclenche cette interruption.
- ✓ Les interruptions externes : elles proviennent, soit de besoins d'échanges de l'automate avec ses périphériques (imprimante, écran de visualisation, compteur rapide, etc.), ces périphériques appelant l'automate pour lui parler, soit d'une information issue d'un capteur qui doit faire l'objet d'un calcul immédiat.
- ✓ Niveau de priorité des interruptions : on peut imaginer qu'une interruption est en cours de traitement lorsqu'une autre survient. Il faut donc introduire une priorité dans le traitement des interruptions. Ces priorités sont fixées soit par construction (l'interruption secteur est la plus prioritaire), soit par programme (c'est à l'utilisateur de définir les niveaux de priorité).

II.4.3. Les modules d'Entrées /Sorties d'un API [7]

II.4.3. a. Les signaux d'Entrées/Sorties [7]

De provenance et de nature diverse, tensions alternatives ou continues, polarité différente, de type logique c à d. « tout ou rien », numérique ou analogiques, ces signaux d'entrée doivent être transformés avant d'être introduits dans l'unité de traitement de l'automate. En outre, ils doivent être protégés contre les surtensions et les parasites dont certains de niveau élevé, pourraient être considérés comme un signal et traités comme tel.

➤ Signaux tout ou rien

Parmi ceux-ci, il y a notamment des signaux fugitifs tels que ceux délivrés par les générateurs d'impulsion (codeur rotatif délivrant 100 impulsions par tour) et les signaux digitaux. Pour l'automate, Un signal digital ne peut avoir que 2 états : Haut/Bas, High/Low, H/L.

➤ Signaux analogiques

Ils représentent toutes les valeurs que peut prendre une grandeur physique à évolution continue, entre deux limites. Par exemple, une température, un niveau dans un réservoir, une vitesse de rotation, etc. Le module d'entrée analogique convertit ce signal en une valeur binaire qui peut être traitée par l'automate.

II.4.3. b. Les modules d'Entrées/Sorties [7]

Ce sont eux qui permettent les échanges d'informations vers l'environnement extérieur de l'automate. Ils adaptent les signaux entrants et sortants en tension et courant, filtrent les perturbations et protègent la partie interne de l'automate des influences extérieures. Les signaux ainsi adaptés et filtrés sont accessibles au programme système par l'intermédiaire d'un bus externe au CPU.

➤ Les modules d'Entrées/Sorties tout ou rien (TOR)

- ✓ Les modules d'Entrées TOR : elles permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, pressostats, thermostats, fins de course, capteurs de proximité inductifs ou capacitifs, capteurs photoélectriques, fibres optiques, roues codeuses, etc. elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques.

✓ Les modules de Sorties TOR : elles permettent de raccorder à l'automate les différents pré actionneurs tels que : vannes, contacteurs, voyants, électrovannes, relais de puissance, afficheurs, etc.

➤ **Les modules d'Entrées/Sorties analogiques**

✓ Les modules d'Entrées analogiques : les modules d'entrées analogiques convertissent des signaux analogiques en valeurs binaires qui peuvent être traitées par le CPU, tandis que les modules de sorties analogiques fournissent des signaux analogiques en fonction de valeurs qui lui sont transmises par le CPU.

L'automate ne peut pas différencier tous les états de ces signaux mais un nombre défini par la résolution du convertisseur digital analogique utiliser.

Il existe trois types de modules d'entrées analogiques :

- ✓ Haut niveau qui accepte en tension 0/10V et en intensité 0/20 mA ou 4/20 mA.
- ✓ Pour thermocouple avec un signal d'entrée 0/20 mV, 0/50 mV, 0/100 mV.
- ✓ Pour sonde Pt 100 avec un signal d'entrée 0/100 mV, 0/400 mV.

➤ **Les modules de sorties analogiques**

Il existe deux grands types de cartes de sorties :

- ✓ Haut niveau avec une résolution de 8 bits en tension 0/10V ou en intensité 0/20 mA ou 4/20 mA.
- ✓ Haut niveau avec une résolution de 12 bits en tension 0/10V, 0/5V, ±5V, ±10V ou en intensité 0/20 mA ou 4/20 mA.

➤ **Les modules d'Entrées/Sorties numériques**

Les Entrées/Sorties numériques sont utilisées chaque fois que l'on a à se servir de roues codeuse ou d'afficheurs.

II.4.4. Les modules spécialisés [7]

Pour des fonctions qui peuvent difficilement être réalisés par le processeur pour des raisons de complexité ou de rapidité, il existe une grande variété de modules spécialisés. Par exemple :

- ✓ Module de comptage : Pour le comptage d'impulsions très rapide, il est nécessaire de disposer d'un microprocesseur qui effectue le comptage en priorité.

- ✓ Module de commande pour moteur pas à pas : Ces modules sont faits pour générer des impulsions délivrées à un décodeur qui génère les signaux nécessaire à un moteur pas à pas. Suivant la puissance du moteur.
- ✓ Module de commande d'axes pour moteur DC : Le positionnement d'axes fait intervenir des boucles de régulation qui doivent être traitées très rapidement. Il est donc nécessaire de disposer d'un microprocesseur sur ce genre de module.
- ✓ Module de visualisation : Il permet de visualiser un processus avec plus ou moins de possibilités graphiques et de couleurs.
- ✓ Module de communication : Le module de communication permet de gérer un écran ou une imprimante, ainsi que l'échange de données entre automates ou avec un ordinateur. Certains automates sont capables de piloter l'édition de messages, d'états ou de bilans de consommation sur des imprimantes. Les connexions électriques avec l'imprimante ou la visualisation sont réalisées sous forme d'une liaison série ou parallèles.

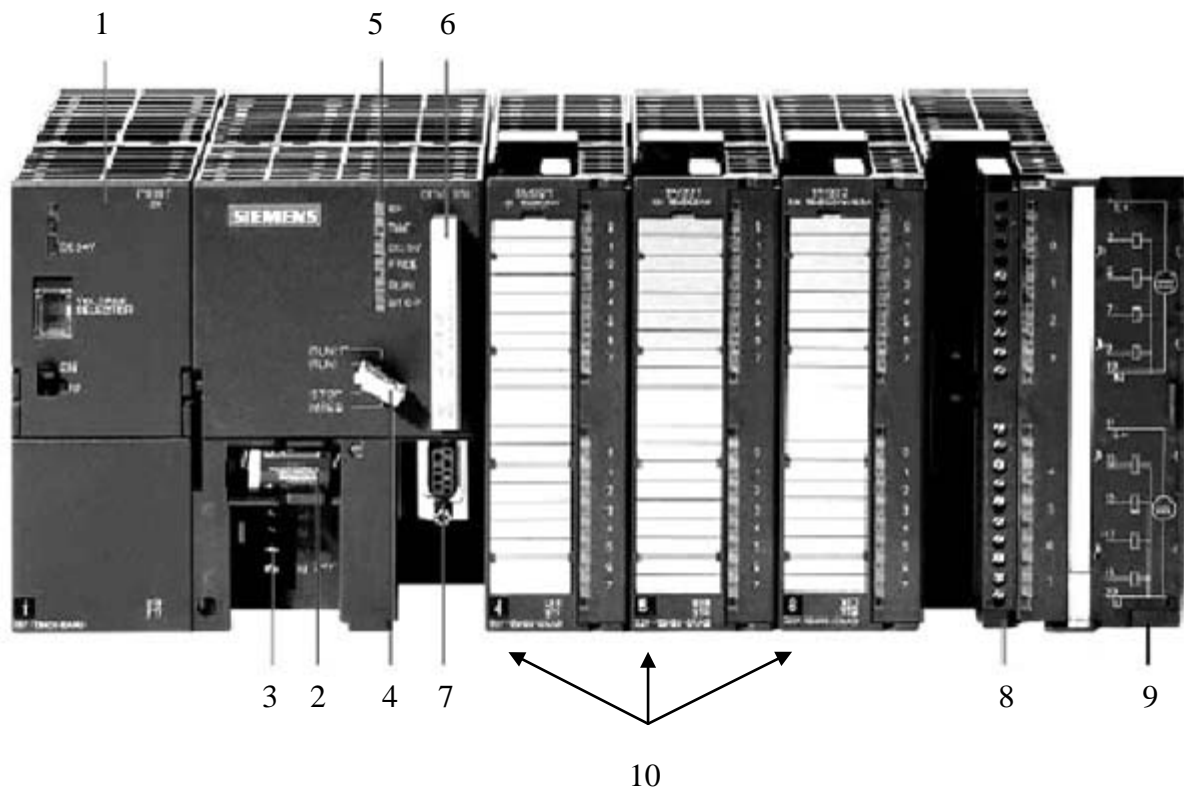


Fig.II.4. Automate modulaire (Siemens)

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Module d'alimentation | 6. Carte mémoire |
| 2. Pile de sauvegarde | 7. Interface multipoint (MPI) |
| 3. Connexion au 24V cc | 8. Connecteur frontal |
| 4. Commutateur de mode (à clé) | 9. Volet en face avant |
| 5. LED de signalisation d'état et de défauts | 10. Cartes d'Entrées/Sorties |

II.5. Périphériques d'un automate [7]

II.5.1. Le simulateur

Lors de la mise au point d'une application, pour effectuer la maintenance. Il est précieux de pouvoir simuler le comportement des Entrées/Sorties. Il s'agit de vérifier par simulation le bon fonctionnement de l'automatisme conçu en bureau d'étude. Si l'on dispose d'une console évoluée avec possibilité d'accéder aux dispositifs de forçage des E/S, cette phase essentielle de la mise au point sera menée à bien.

Autrement, on doit avoir recours à un boîtier de simulation 'SIMULATEUR' qui visualise les entrées binaires à l'aide de boutons poussoirs et visualise les sorties au moyen de lampes.

Cependant, cette fonction est de plus intégrée dans d'autres outils. L'offre de telles unités a eu pour but de permettre certaines interventions sur l'API, sans pour autant être obligé de connecter une console (sécurité).

II.5.2. L'unité de dialogue en ligne (UDEL) [7]

Elle permet à l'utilisateur de s'affranchir d'une console pour faire un certain nombre de tests, modifier des temporisateurs, des présélections de compteur. Elles sont destinées aux personnels spécialistes du procédé et non de l'automate programmable, et leur permet d'agir sur certains paramètres :

- ✓ Modification des constants, compteurs, temporisations, PID.
- ✓ Forçage des Entrées/Sorties.
- ✓ Exécution de parties de programme.
- ✓ Chargement de programmes en mémoire à partir de cassettes.
- ✓ Exécution d'autotests.

Les UDEL se présentent sous forme de boîtiers enfichables ou séparés de l'UC comprenant des touches de fonctions, des touches numériques, une visualisation numérique un dispositif de sécurité, l'ensemble est piloté par microprocesseur.

II.5.3. Les consoles [7]

La plupart des automates permettent le développement et le test du programme utilisateur ainsi que des opérations sur éléments internes et les Entrées/Sorties. Pour ceci, on branche une console de programmation à l'automate. La console est un outil physiquement indépendant de l'automate, elle est constituée d'un clavier et d'un dispositif de visualisation. Sur les touches du clavier sont portés les symboles nécessaires à l'écriture du programme : lettres, chiffres, signes spécifiques... L'afficheur visualise les lignes de programme qui viennent d'être frappées ou celles qui ont été enregistrées et conservées en mémoire.

II.6. Environnement d'un automate [7]

II.6.1. Environnement physique et mécanique [7]

Ils sont caractérisés par quatre paramètres principaux :

- ✓ Les vibrations.
- ✓ Les chocs.
- ✓ L'humidité.
- ✓ La température.

Lorsque les températures sont élevées (par exemple près des fours, des réacteurs ...), il faut prévoir des systèmes de ventilation forcée.

Une humidité relative de plus de 85% provoque des condensations et accélère la corrosion. À l'inverse, une humidité relative inférieure à 30% provoque des potentiels électrostatiques pouvant perturber le système.

Les vibrations et les chocs provoquent sur l'appareil des dégâts non négligeables en agissant, soit sur des contacts, ou sur des soudures, provoquant une rupture du circuit.

II.6.2. Environnement chimique [7]

L'environnement chimique a un effet de destruction et plus particulièrement :

- ✓ Les gaz corrosifs (Cl₂, H₂S, SO₂).

- ✓ Les vapeurs d'hydrocarbures.
- ✓ Les poussières métalliques (fonderies, aciéries,...).
- ✓ Les poussières minérales.

Tous ces facteurs entraînent une corrosion qui endommage les contacts et provoque des courts-circuits. Les moyens de protection les plus utilisés par les constructeurs sont :

- ✓ de recouvrir d'un enduit les circuits imprimés.
- ✓ d'installer des filtres pour éliminer les poussières ou gaz.

Certains constructeurs proposent des appareils totalement étanches dans les cas d'environnement très pollués.

II.6.3. Environnement électrique [7]

Les éléments perturbateurs sont :

- ✓ Les forces électromotrices, thermoélectriques (effet Peltier, quelques mV).
- ✓ Les parasites d'origine électriques.
- ✓ Les interférences électromagnétiques (transformateurs, postes de soudure,...).
- ✓ Certains émetteurs-récepteurs à des fréquences correspondant à l'AP peuvent détériorer le processeur de celui-ci.

II.7. Sécurité de fonctionnement [7]

II.7.1. Sécurité de l'UC [7]

Elle porte sur la bonne exécution des instructions et sur le déroulement convenable du cycle. Un chien de garde (Watch dog), déclencher au début de la phase d'exécution n'est pas délivré par le CPU au bout de temps convenable.

La surveillance du cycle, elle aussi est effectuée par un chien de garde ; un cycle anormalement long peut être synonyme de défectuosité du CPU. Certains automates font un test systématique en début de cycle. Un défaut peu grave est signal au programme. En cas de débordement, c'est au programmeur de prévoir de tester ce cas et de d'y remédier. Un incident provoque un arrêt total, une mise à zéro éventuelle des sorties. L'incident est signalé à l'utilisateur par un voyant, un contact est généralement fourni.

II.7.2. Sécurité au niveau des échanges entre modules de CPU [7]

La procédure consiste à accompagner une information d'un bit supplémentaire, le bit de parité, dont la valeur est déterminée par le nombre de bits égaux à '1' dans l'information. En parité paire, le nombre total de bits égaux à '1' de l'information et du bit de parité doit être pair. Supposons un transfert de la mémoire vers un registre du CPU. La donnée est rangée en mémoire avec un bit de parité. L'ensemble est transmis à l'UC qui calcule à nouveau le bit de parité et le compare à celui accompagnant l'information. S'ils sont égaux, on suppose qu'il n'y a pas d'erreurs.

II.7.3. Sécurité des Entrées/Sorties [7]

Par expérience, 80 à 90% des pannes d'une logique programmée se situent au niveau des Entrées/Sorties. On s'appuie donc sur la plus grande fiabilité du CPU par rapport aux Entrées/Sorties pour le charger de reconnaître les incidents. Une première idée est de comparer une variable et son compliment. Ceux-ci sont acheminés séparément vers le CPU qui les compare (SMC). De même, certains constructeurs font ceux lectures, les comparent et ne valident que si les valeurs sont identiques. Dans le cas contraire, on recommence cinq comparaisons, si aucune n'est positive, l'entrée ou la sortie est considérée comme étant hors service (Modicon). Le même principe est appliqué aux sorties.

II.7.4. Technique de tolérance aux erreurs (Pannes) [7]

Il est possible de maintenir l'intégrité d'un système en dépit des défauts qui se manifestent inévitablement, grâce à la mise en oeuvre de différentes techniques de tolérance aux pannes (Fault tolerance).

Ces techniques permettent de masquer l'effet dû aux défauts (Fault masking) au niveau des sorties du système ou de rétablir automatiquement le fonctionnement normal par commutation sur des unités de réserve lors de la détection d'un défaut. On obtient ce résultat en introduisant dans le système une certaine redondance, qui peut prendre des formes très diverses. La redondance peut être temporelle, matérielle, logicielle, ou porter sur l'information traitée.

II.8. Critères de choix d'un automate [12]

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

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

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

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

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

II.9. Conclusion

L'automate est un bon produit, facile à programmer, à connecter, adapté aux conditions industrielles. L'expansion considérable de ses possibilités, et celle corrélative de son marché, le prouve. Il ne faut pas vouloir en faire une solution miracle. Dans tous les cas :

- ✓ Une bonne analyse du problème à résoudre.
- ✓ Le respect des règles d'installation.
- ✓ Un léger surdimensionnement pour préserver des marges de modification, sont les conditions d'une implantation réussie, dont la durée de vie dépassera largement celles habituelles dans le monde informatique, dont l'API est pour partie issu.

Dans le chapitre suivant, nous entamerons une étape très importante dans notre travail qui concerne la description de la fraiseuse universelle au sein de l'entreprise industrielle MEI ou se fera notre stage.

A large, green industrial universal milling machine is the central focus of the image. It features a prominent, ribbed metal table for workpieces. The machine is equipped with various control panels, including a digital readout (DRO) system on the left side. The background shows a typical industrial workshop environment with other machinery and structural elements.

Chapitre III

Fraiseuse Universelle

III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons exposer des généralités sur l' MEI (Maintenance des Equipement Industrielle).

Qui est une société par action au capital social de 250 000 000 DA issue de la filialisation des activités périphérique de SONELGAZ.

Dans notre étude on a envisagé la commande de cette machine industrielle (fraiseuse) par l'automate programmable industriel (API).

III.2. Présentation de l' MEI

III.2.1. Historique De La SONELGAZ

Les ateliers centralisés de SONELGAZ à été crée le 1984 le 29 Décembre 1997, MEI s'est constituée dans le cadre de la mise en œuvre de la restructuration interne de L'EPIC SONELGAZ, elle se compose d'un ensemble du territoire national ,et d'équipes volantes intervenant sur la totalité du pays .Forte d'une capital expérience de plus de 20années de son personnel.

Son spectre de compétences lui permet de vous offrir une large gamme de prestations de maintenance personnalisées, sur site et dans ses ateliers.

Elle est équipée aussi de postes de détente de gaz de transformateurs électriques l'infrastructure bâtie est équipée de toutes les utilités en eau, gaz, électricité et téléphone.

Outre les ateliers de M'sila, MEI dispose aussi de deux ateliers régionaux situés l'un à BECHAR et l'autre à TOUGGOURT. Ces deux ateliers sont destinés aux réparations et aux révisions générales des groupes électrogènes de petites et moyennes puissances. Dotées d'outillages et de moyens de locomotion, les équipes volantes rattachées à ces deux sites, assurent des prestations de qualité, tant dans leurs ateliers que sur les sites de leurs clients.



Fig. III.1. SONALGAZ (MEI)

III.2.2. Profil de MEI

➤ Equipements Matériels :

- ✓ Installation plasma.
- ✓ Machine de réglage par centrifugation.
- ✓ Tour parallèle de 15m d'entre pointe.
- ✓ Tour vertical.
- ✓ Fraiseuse universelle.
- ✓ Aléseuse fraiseuse.
- ✓ Equipement pour la réparation des moteurs BT.
- ✓ Banc d'essai (moteur et cabine).
- ✓ Banc d'essai pompes injection.
- ✓ Machine à déglacer les chemises (honeuse).
- ✓ Four sous vide horizontal.
- ✓ Banc d'essai pour régulateur hydraulique.
- ✓ Equipement pour contrôle par magnétoscopie fixes et transportables.
- ✓ Lots d'instruments de métrologie (étalonnés).
- ✓ Lots d'appareil de contrôle par ultrason.

➤ Les Ateliers De M'sila Organisés Comme Suit :

- ✓ Atelier mécanique (petite et grande mécanique).
- ✓ Atelier de chaudronnerie et de soudage.
- ✓ Atelier de traitement de surface.
- ✓ Atelier diesel.
- ✓ Atelier de fabrication mécanique.
- ✓ Atelier de réparation des machines électriques tournantes.
- ✓ Atelier de métallisation.

III.3. Atelier De Fabrication Mécanique

L'atelier de fabrication assure les différents types de travaux mécaniques:

- ✓ Tournage (tour 15m .tour 6m .tour 3m .tour 2m .tour vertical).

- ✓ Alésage (aléreuse fraiseuse), fraisage (fraiseuse universelle aléreuse fraiseuse).
- ✓ Equilibrage (équilibreur scheik).
- ✓ Rectification (rectifieuse vilebrequin RG 600 et RG 450).
- ✓ Honage (honteuse) : pour déglacer les chemise ajustages, perçage et généralement la réparation des pièces mécanique telle que coussinet des déférents diamètres vilebrequin, arbre, rotor.

La nécessité d'automatiser les opération humaines a fait place à l'introduction multitude de matériels pour réduire l'effort mécanique produit par l'homme .Les machines-outils sont le genre de machine aujourd'hui qui ont pour genre de fonction de façonner des outils.Ce sont des engins qui sont largement suscités dans les entreprises de grande production de pièces à base métal ou de bois.

Dans la catégorie des machines-outils, les fraiseuses font tout de suite la liste .Elles sont fréquemment employées dans l'usinage .pour la petite leçon du jour, l'usinage se définit tout simplement comme étant la transformation en outil de précision, des matières à l'état brut .En fin de compte, la réalisation du produit final n'est assurée en grande partie que par les machines-outils.

III.3.1. Définition

Une fraiseuse est une machine-outil utilisée pour usiner tous types de pièces mécaniques, à l'unité ou en série, par enlèvement de matière à partir de blocs ou quelquefois d'ébauches estampées ou moulées, avec un outil coupant appelé fraise. En dehors de cet outil qui lui a donné son nom, une fraiseuse peut aussi se voir équipée de foret, de taraud ou d'alésoir.

La fraise pourvue de dents est mise en rotation et taille la matière suite à sa rotation et au mouvement relatif généré par le déplacement de la fraise ou de la pièce comparé à ladite fraise. La forme de la fraise est variable. Elle peut être.

Cylindrique, torique, conique, hémisphérique ou parfois de forme toujours plus complexe. La fraise et la pièce sont montées sur des glissières et peuvent se déplacer assez suivant des coordonnées X Y ou Z (on parle alors de fraiseuse trois axes). Par convention, l'axe Z est l'axe de rotation de la broche, les axes X et Y sont contenus dans un plan perpendiculaire à Z. Les axes de rotation A B et C ont respectivement axés sur X, Y ou Z. Il

existe des fraiseuses à quatre axes ou cinq axes. Les caractéristiques physiques de la fraise, sa fréquence de rotation, son avance, dépendent de la matière à usiner, de la profondeur de travail et de la coupe. On utilise essentiellement le carbure de tungstène recouvert de revêtements résistant à l'abrasion du copeau.

➤ Qu'est ce que le fraisage ?

Le fraisage est une technique d'usinage qui consiste à enlever, à l'aide d'un outil coupant appelé fraise, de la matière sur une pièce initiale pour obtenir une pièce finale. La fraise est munie de dents et est de forme variable.



Fig.III.2. Fraise à plaquettes



Fig.III.3. Fraise boule

La matière est enlevée par la combinaison de la rotation de la fraise et du mouvement d'avance de la pièce à usiner.

➤ Principe de fonctionnement

Les fraiseuses comportent des fraises, qui sont des outils destinés à la fabrication et au façonnage des pièces. Les fraises sont disponibles sous différents modèles et remplissent des rôles uniques. Elles présentent aussi de différents types de denture. C'est l'outil principal qui sert à couper. La forme des fraises n'est pas toujours la même puisqu'elles accomplissent de diverses fonctions. Les modèles de fraises existent sous une variété de modèles, les exemples qui suivent ne font qu'une partie de la longue catégorie, alors subséquentement, on distingue les fraises à rainurer, les fraises à surfacer, les fraises à chanfreiner.

➤ **La fraise à rainurer 2 dents**

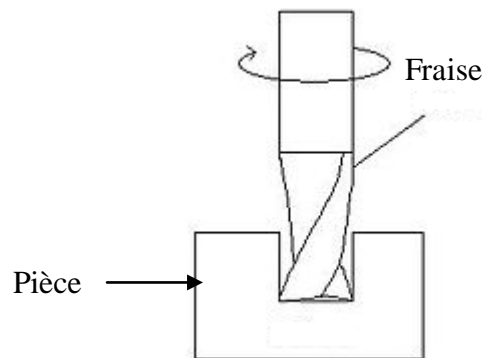


Fig.III.4. Fraise à rainure deux dents

La fraise à rainurer 2 dents est une fraise qui sert à usiner des rainures droites ou circulaires, là où la fraise 3 tailles ne peut effectuer cette opération d'usinage.

Ce type de fraise existe aussi avec coupe centrale : une des deux dents a une arête de coupe plus grande, sa longueur est égale au rayon. Cela permet de plonger dans la matière sans faire de perçage au préalable.

La fraise à rainure 2 dents se présente avec un attachement à queue cylindrique pour les petits diamètres et à queue conique pour les gros diamètres.

➤ **La fraise pour rainures en T**

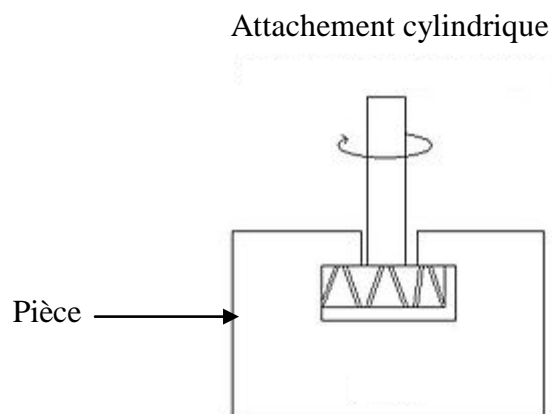


Fig.III.5. Fraise pour rainurer en T

Cette fraise qui ressemble à une fraise 3 tailles, sert à usiner les deux parties qui sont en retrait dans une rainure en T.

Les rainures en T sont très employées sur les machines-outils (tables) et également sur de nombreux outillages pour la fixation de matériels.

Cette fraise se trouve soit en attachement conique, soit en attachement cylindrique.

Elle est très souvent à denture alternée, mais on la trouve également en denture droite.

Leurs dimensions sont en rapport avec les dimensions des rainures, qui elles sont normalisées.

Pour l'usinage, il faut tout d'abord faire une rainure droite (col de la rainure) avec une fraise 3 tailles, puis usiner les deux parties en retrait de la rainure en T. suivant le guide.

➤ La fraise à chanfreiner

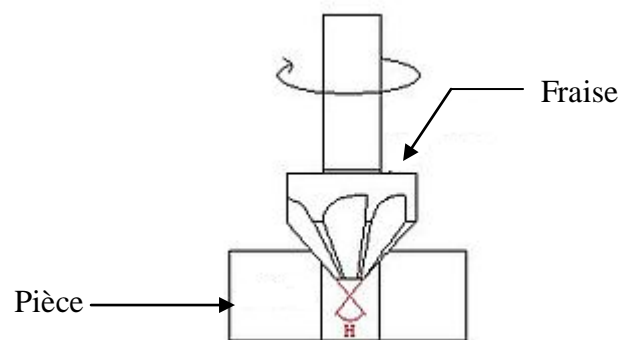


Fig.III.6. Fraise à chanfreiner

La fraise à chanfreiner est une fraise qui est disponible avec deux valeurs de l'angle de pointe H : 60° et 90°.

Elle sert comme son nom l'indique à faire des chanfreins sur des bords de trous ou sur des arêtes rectilignes ou courbes.

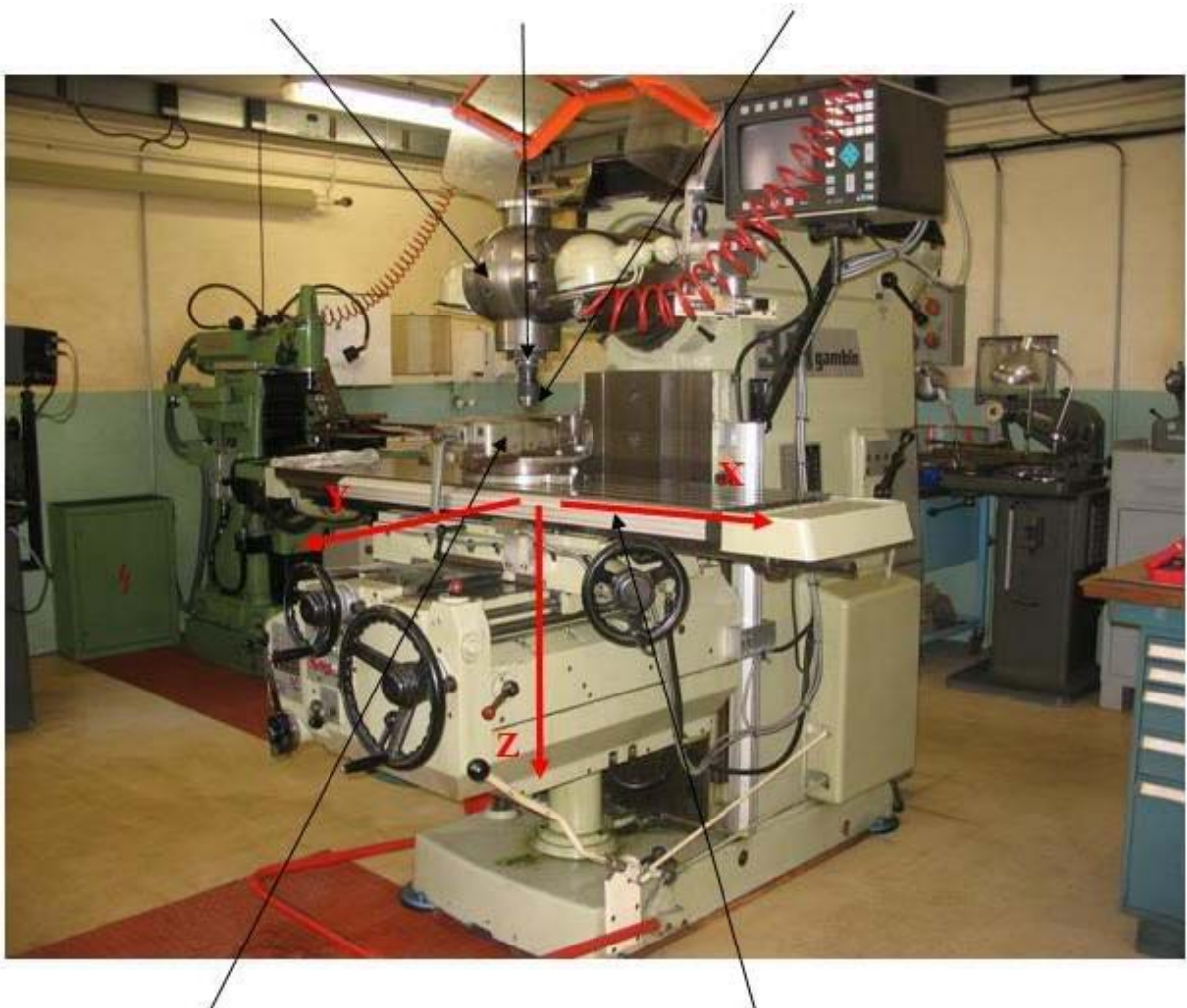
Cette fraise se trouve avec attachement à queue cylindrique pour l'usinage de chanfreins sur les arêtes de pièces et la fraise à queue conique est préférée pour chanfreiner les trous.

Ce n'est pas une fraise à gros débit de copeaux, elle <<casse les angles>>.

Tête de broche

broche

étau



Fraise

table

Fig.III.7. Fraiseuse

La pièce à usiner est serrée dans l'étau est positionnée par l'intermédiaire de rainures en T puis serré sur la table. La table peut se déplacer suivant les axes X, Y et Z soit manuellement (à l'aide des volants) soit automatiquement (avec des moteurs électriques). Un cône de broche est fixé sur la fraise, l'ensemble est mis en position sur la broche et serré par une visse. La broche est entraînée en rotation par un moteur électrique indépendant.

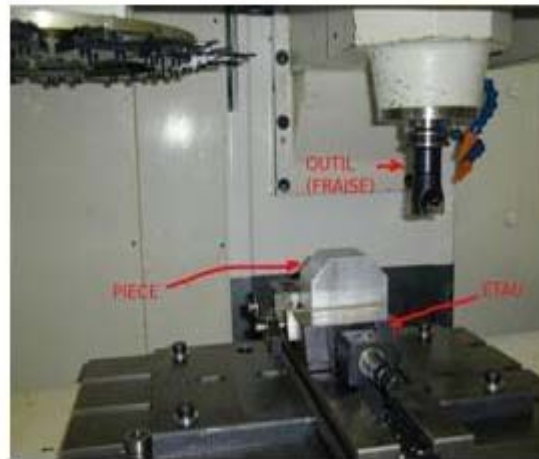


Fig.III.8. Etau d'une fraiseuse

III.4. Caractéristique principales

✓ Courses X, Y, Z (mm)

Elles correspondent à l'amplitude des mouvements de la table suivant les directions X (longitudinale), Y (transversale) et Z (verticale).

✓ Surface de la table (mm)

Elle correspond aux dimensions de la table (longueur x largeur).

✓ Vitesse de broche (tr/min)

C'est le nombre de rotations par minute que peut effectuer la broche.

✓ Puissance de broche (kW)

Elle détermine la capacité de la fraiseuse à usiner des matériaux plus ou moins durs.

✓ Cône de broche

Il existe différents cônes de broche (ISO 40, ISO 50, HSK 40, SK 40...). Le choix des cônes dépend de la vitesse de rotation utilisée, de la précision souhaitée, des efforts de coupe.

✓ Vitesses d'avance X, Y, Z (mm/min)

Elles correspondent aux vitesses de déplacement de la table suivant les axes X, Y et Z lors de l'usinage de la pièce.

✓ Vitesses d'avance rapide X, Y, Z (mm/min)

Elles correspondent aux vitesses de déplacement maximales de la table suivant les axes X, Y et Z lorsque l'outil n'est pas en contact avec la pièce.

III.5. Types de fraiseuse

III.5.1. Ancienne classification

➤ **Fraiseuse horizontale**

L'axe de la broche est parallèle à la table. Cette solution permet aux copeaux de tomber et par conséquent de ne pas rester sur la pièce. De cette manière, on n'usine pas les copeaux, et la qualité de la pièce est meilleure. Mais ce type de montage était en particulier conçu pour installer des fraises 3 tailles ou fraises disques dans l'objectif de réaliser des rainurages de profilés plats.

➤ **Fraiseuse verticale**

L'axe de la broche est perpendiculaire à la table.

➤ **Fraiseuse universelle**

L'axe de la broche est réglable.

- ✓ Tête bi rotative, avec 2 coulisses circulaires (perpendiculaires l'une comparé à l'autre).
- ✓ Tête oblique, avec 2 coulisses circulaires (incliné à 45°)
- ✓ Tête articulée.

III.5.2. Nouvelle classification

Aujourd'hui les machines à Manivelles ont presque disparu, la commande numérique sert à faire bouger simultanément des axes qui étaient jadis presque toujours fixes. Cela a entraîné une révision des classifications plus dépendantes des contraintes rencontrées au niveau des opérations d'usinage.

➤ Fraiseuse 3 axes

- ✓ Broche Verticale. L'axe Z est vertical.
- ✓ Broche Horizontale. L'axe Z est horizontal.

Dans les 2 cas, la fraise est perpendiculaire à la table, c'est la table qui se trouve située de façon différente.

Dans les cas de la broche Horizontale il y a une meilleure évacuation des copeaux, et du liquide de lubrification qui sinon peut s'accumuler dans les parties creuses (Couramment nommées baignoires).

➤ Fraiseuse 4 axes

C'est fréquemment une fraiseuse 3 axes Broche Horizontale pourvue d'un plateau tournant. C'est une configuration particulièrement pratique en production industrielle mécanique (Automobile Aviation ...).

➤ Fraiseuse 5 axes

On peut trouver sous cette catégorie plusieurs topologies de construction.

Une fraiseuse 5 axes comporte toujours 3 axes linéaires (X, Y, Z) et 2 axes rotatifs à choisir parmi (A, B, C).

Les machines vont se différencier par la position des axes rotatifs Les 3 types sont :

- ✓ 2 axes sur tête (C'est la tête qui comporte les axes B et C. Les axes X, Y et Z étant sur la table ou sur la tête. Ce détail de configuration n'étant pas déterminant. Configuration particulièrement répandue, elle permet d'usiner environ l'ensemble des types de pièces, mais peut souffrir de problème de puissance ou de rigidité. Le boum de L'UGV (Usinage à Grande Vitesse) a énormément contribué au développement de cette topologie.

- ✓ 2 axes sur table.
- ✓ 1 axe sur tête.

III.6. Différent types de commande des fraiseuses

➤ Fraiseuse manuelle

Les différents mouvements de la machine sont commandés par l'opérateur. Il effectue les différents réglages.

➤ Fraiseuse par apprentissage

Elle permet de mémoriser les mouvements exécutés par l'opérateur et de les reproduire ensuite automatiquement.

➤ **Fraiseuse à commande numérique**

Elle dispose d'un organe de contrôle informatique (automate programmable ou base PC) où sont enregistrés les différents ordres nécessaires à la fabrication d'une pièce. Lorsque le programme est lancé, la machine effectue automatiquement toutes les opérations.



Fig.III.9. Fraiseuse à commande numérique

➤ Fraiseuse à banc fixe

Lorsque les pièces à usiner sont de très grandes dimensions et par conséquent la table de la fraiseuse également, des fraiseuses à banc fixe sont utilisées.



Fig.III.10. Fraiseuse à banc fixe

III.7. Description du matérielle

Notre installation comporte trois moteurs, deux électrofreins, un appareil de séparation, les appareils de commandes et les appareils de protections contre les courts-circuits et les surcharges.

En commençant par :

III.7 .1. Appareillages de connexions

➤ Sectionneur

Toute intervention sur un équipement électrique doit se faire hors tension en l'isolant totalement de son réseau d'alimentation .le sectionneur permet de réaliser cette fonction il est constitué:

- ✓ D'un bloque de 3 ou 4 pôles (contacte de puissance) permettent la coupure de chaque phase et éventuellement du neutre.
- ✓ D'un ou deux contacts auxiliaires de précoupe .ce sont des dispositifs ajoutés.
- ✓ D'un dispositif de commande manuelle.

▪ Rôle du contact auxiliaire de pré coupure

Le sectionneur étant actionné manuellement c'est un appareil « lent » qui ne doit jamais être manoeuvré alors que le circuit est en charge. le courent doit d'abord interrompu par le contacteur du moteur.

Le contact auxiliaire de pré coupure s'ouvre un court instant avant les contacts de puissance .on la place dans le circuit de commande en série avec la bobine de contacteur.

Ainsi, si le sectionneur manoeuvré accidentellement l'alimentation de la bobine du contacteur sera interrompu avant l'ouverture des pôles de puissance du sectionneur.

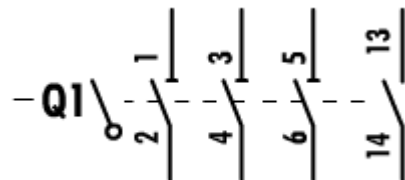


Fig.III.11.a. Sectionneur avec contact auxiliaire

Fig.III.11.b. Symbole de sectionneur

➤ L'interrupteur- sectionneur

Le mécanisme lié au dispositif de commande manuelle assure la fermeture et l'ouverture brusque des contacts indépendamment de la rapidité de manœuvre de l'utilisateur

Il peut donc être utilisé en charge.

Pour une puissance $<10\text{KW}$ ces interrupteurs -sectionneurs n'ont pas besoin de contacts auxiliaires de pré coupure.

Pour une puissance $>10\text{KW}$ ces interrupteurs –sectionneurs peuvent disposer de contacts auxiliaire de pré coupure.

On peut adjoindre un bloc de contacts auxiliaire NO-NF afin d'informer le PC de l'état ouvert ou fermé du sectionneur et synchrones avec lui (ouverture franche).



Fig.III.12.a.

Interrupteur –sectionneur
Sans contact auxiliaire



Fig.III.12.b.

Symbole d'un interrupteur – sectionneur
avec contact auxiliaire

III.7.2. Appareilles de protection

C'est la protection des biens, contre les surcharges, les courts circuits, la protection des personnes contre les risques électriques (dispositif différentiel). L'appareil de protection doit être calculé et ajusté au circuit qu'il protège. Les protections doivent être installées à l'origine de chaque circuit.

III.7.2. a. Protection contre les courts circuits

➤ Fusible

Un fusible a pour fonction la protection d'un circuit d'alimentation vis-à-vis de court _ circuit ou de surintensités générées par une défaillance de la charge alimentée. Cette protection permet dans le cas général:

- ✓ De garantir l'intégrité et la possibilité de remise en service du circuit d'alimentation, une fois le défaut éliminé.
- ✓ Le fusible protège la charge alimentée. Bien au contraire, son déclenchement a pour origine, dans le cas général, une défaillance de celle-ci.

Il existe cependant des situations où une certaine protection de la charge peut être obtenue, dans le cas où la charge alimentée se décompose elle-même en plusieurs éléments en série. La fusion du fusible provoquée par une défaillance d'un de ces éléments peut prévenir une propagation du défaut vers les autres composants de la charge. Sur un amplificateur audio, par exemple, un court-circuit du haut-parleur pourra ne pas entraîner la destruction des transistors de puissance - si le fusible est suffisamment rapide.

Un fusible n'est pas adapté à la protection des personnes et des animaux contre les électrisations ou électrocutions:

- ✓ Les niveaux d'intensité dangereux pour l'homme (quelques dizaines de mA environ) sont trop faibles pour déclencher la grande majorité des fusibles.
- ✓ Le fusible, une fois déclenché, n'ouvre qu'un pôle du circuit alimenté, l'autre restant sous tension.

▪ Type du fusible

Tous les fusibles fonctionnent par interruption du courant, encore faut-il que le fusible soit correctement choisi tant au niveau du calibre que de la courbe de réponse.

Il existe principalement 3 types de fusibles:

- ✓ Le fusible à usage général offre une protection contre les surcharges et les courts-circuits. C'est le plus courant sur les installations domestiques, Il se divise en 3 tailles (D1, D2, D3).

- ✓ Le fusible accompagnement moteur est utilisé pour la protection contre les courts-circuits uniquement, et souvent associé à un autre élément protégeant contre les surcharges. Il est utilisé dans l'industrie, principalement pour l'utilisation avec des charges à fort courant d'appel (moteurs, primaires de transformateurs entre autres).
- ✓ Le fusible ultra-rapide est employé pour la protection des semi-conducteurs (de manière que le fusible protège le semi-conducteur et non l'inverse).

III.7.2. b. Protection contre les surcharges

La surcharge est un défaut du a un effort trop important sur l'axe d'un moteur (blocage, frottement) provoque un échauffement qui risque d'endommager les bobinages (durée de vie réduit de moitié par un dépassement permanent de 10% de la température maximale tolérée).

La surcharge se traduit par une élévation du courant absorbé par chaque phase (cause de la surchauffe du moteur).

➤ Les relais thermique

Les relais thermique, permettent de protéger un récepteur contre les surcharges faibles et prolongées.

Il permet de protéger efficacement contre les incidents d'origines mécaniques, chute de tension, déséquilibre des phases, manque d'une phase. Le relais thermique est utilisable en courant continu et alternatif, les relais thermiques sont généralement tripolaires.



Fig.III.13.a.
Relais thermique

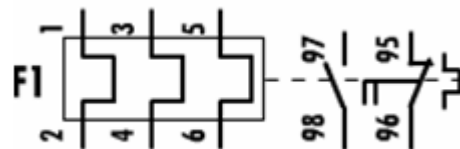


Fig.III.13.b.
Symbole de relais thermique

- **Classe du relais thermique et durée de déclenchement :**

La norme définit la durée du déclenchement à 7.2 fois le courant de réglage du relais.
On définit la classe du relais en fonction de cette durée de déclenchement:

- ✓ Class 10: durée comprise entre 4 et 10 seconds.
- ✓ Classe10A: durée comprise entre 2 et 10 seconds.
- ✓ Class 20: durée comprise entre 6 et 20 seconds.

III.7.2.c. Appareilles de protection contre les défauts d'isolement SLT

L'énergie électrique, bien qu'utile, est dangereuse pour l'homme.

Si un courant traverse le corps humain, il y a risque de lésions voir de mort.

Il est donc nécessaire de protéger les personnes contre de tels dangers.

➤ La prise de terre

La prise de terre est un élément important d'une installation électrique, elle assure la liaison avec la masse du sol naturel par les conducteurs de protection (vert jaune) vers les carcasses des appareils métalliques fonctionnant à l'électricité.

Elle permet d'écouler les courants de fuites (Masse).

La mise à la masse d'un appareil électrique est le contact d'un Conducteur ou un élément constituant l'installation d'un appareil électrique en contact avec un élément relié à la prise de terre.

Il est très important d'avoir une prise de terre de qualité et de relier les appareils électriques à la terre.

III.7.3. Appareilles de commande

➤ Boutons

- ✓ **Bouton d'arrêt d'urgences**

Le bouton poussoir d'arrêt d'urgence est un bouton poussoir « coup de poing » (la large zone d'appui permet de l'enclencher en donnant un coup de poing).

Il est couleur rouge (couleur des boutons d'arrêt).

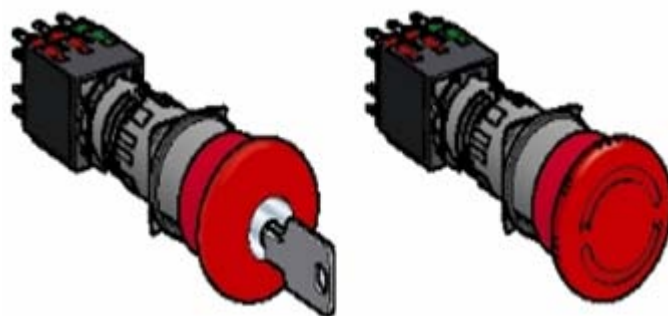


Fig.III.14.a. Bouton d'arrêt d'urgence



Fig.III.14.b. Déverrouillage en tirant



Fig.III.14.c. Déverrouillage en tournante



Fig.III.14.d. Déverrouillage à clé

Déclancher un arrêt d'urgence n'est pas anodin : il fait suite à un incident, accident ou danger.

Il est rare que le système puisse être remise en service sans intervention d'un spécialiste (agent de maintenance, service de sécurité).

Selon les consigne de sécurité et les risques encourus, le choix du bouton poussoir d'arrêt d'urgence se portera sur:

- ✓ Un bouton déverrouillable en tirant.
- ✓ Un bouton déverrouillable en tournante.
- ✓ Un bouton déverrouillable par clé.

Afin d'agir sur l'alimentation en énergie, le contacte électrique est normalement fermé .on peut adjoindre un second contacte normalement ouvert.

✓ **Les boutons poussoirs**

Sont les éléments de dialogue de base sur les pupitres traditionnels.

Leur couleur permet de distinguer leur : mise en marche, mise à l'arrêt, mise en ou hors énergie, consigne, acquittement...

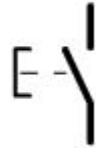


Fig.III.14.e. Coup d'impulsion

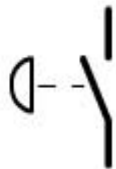


Fig.III.14.f. Coup de poing

▪ Code de couleurs pour les boutons poussoirs

Sur un pupitre. Les boutons poussoirs doivent respecter un code de couleur normalisé.



Noir

Pas de signification particulière
consigne d'exploitation standard.

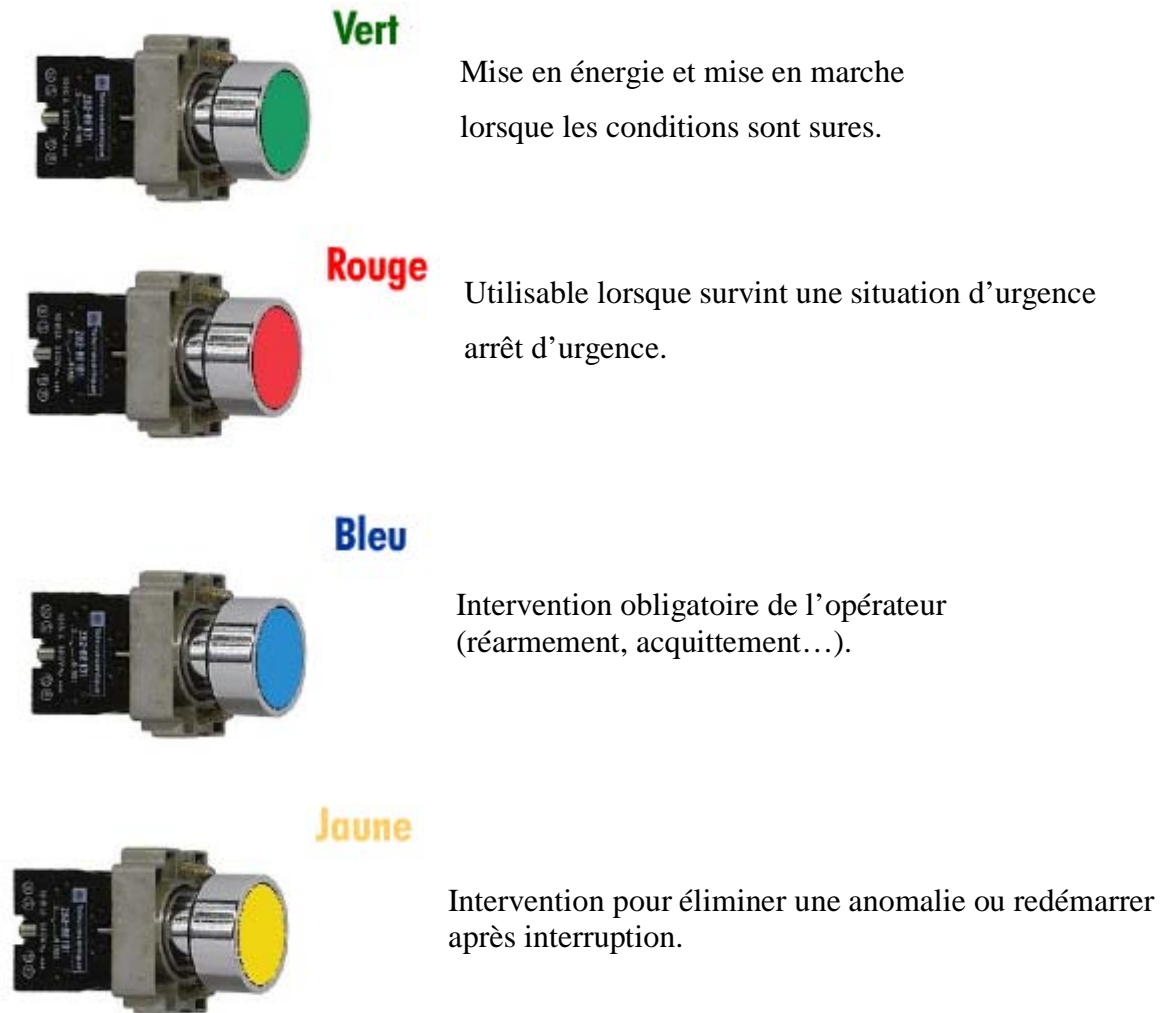


Fig.III.14.g. Code de couleur pour les boutons poussoirs

➤ Contacteur

Le contacteur est un pré actionneur destiné à ouvrir ou fermer un circuit électrique par l'intermédiaire d'un circuit de commande.

Il alimente le moteur le moteur électrique en énergie de puissance en fonction d'une consigne opérative issue de la partie commande.

Sur le schéma ci-dessous, la consigne opérative est matérialisée par l'interrupteur du circuit de commande.

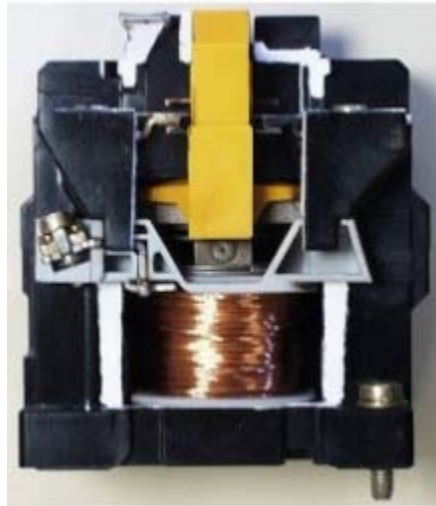


Fig.III.15.a. Contacteur

Le contacteur standard possède 3 contact de puissance (il est prévu pour alimenter les moteurs triphasés).

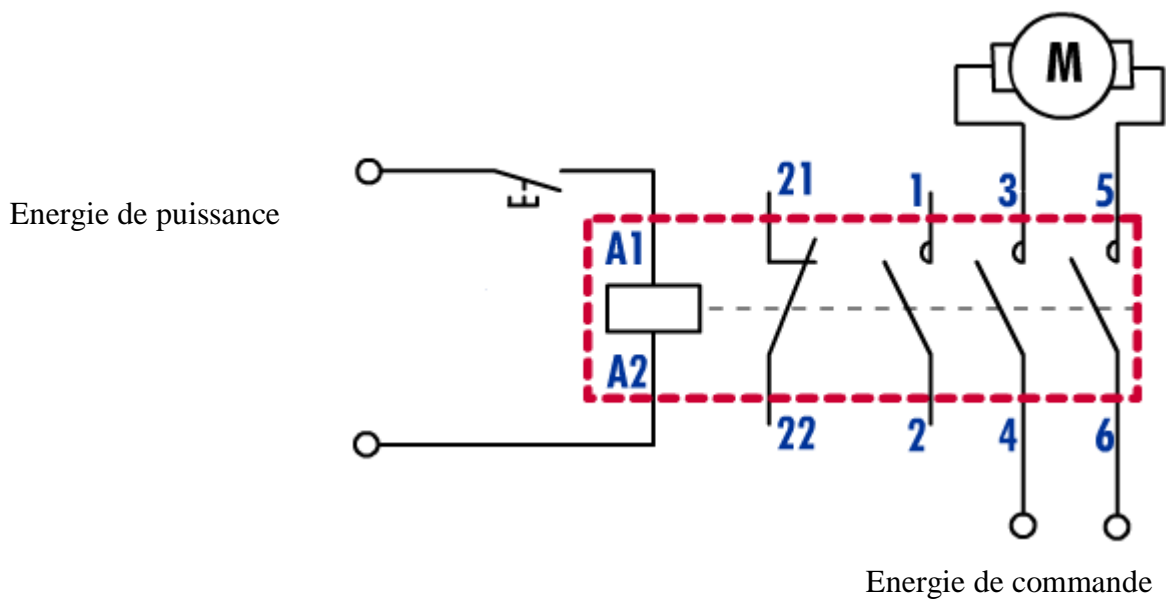


Fig.III.15.b. Schéma de câblage d'un contacteur

Un contacte auxiliaire (souvent Normalement fermer, repérer 21-22) peut être utilisé dans le circuit de commande.

✓ Contacteur auxiliaire

Selon les besoins des circuits de commande, le nombre de contacte auxiliaires nécessaire par contacteur peut varier.

Par ailleurs, il peut être nécessaire de disposer de relais complémentaires dans le circuit de commande afin de réaliser des fonctions de mémorisation.

On dispose pour cela de contacteur auxiliaire, comparable aux contacteurs moteur mais qui ne peuvent pas être utilisés dans un circuit de puissance.

On dispose également de blocs de contacts auxiliaires (temporiser ou non) que l'on fixe sur le contacteur afin d'augmenter le nombre de ses contacts.

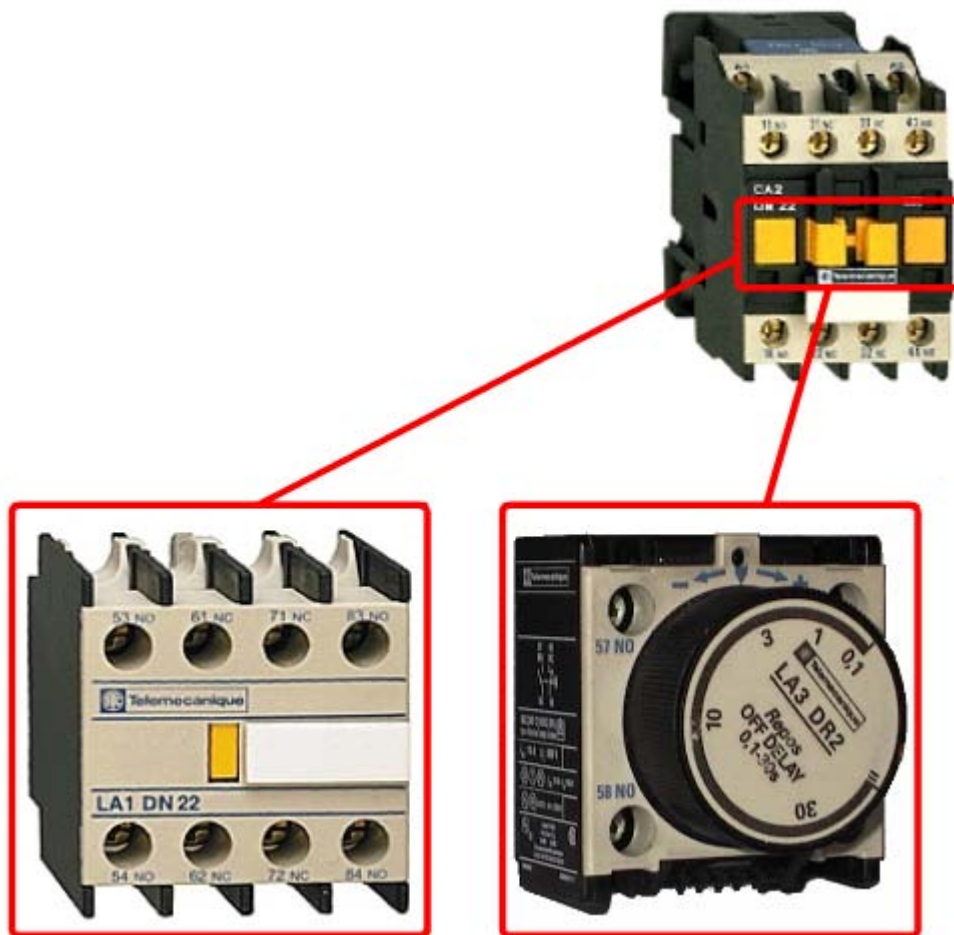


Fig.III.15.c. Bloc de contacts auxiliaire

Fig.III.15.d. Contacts auxiliaire temporisés

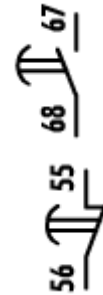
➤ Contacts auxiliaire temporisés

Il existe quatre types de contacts auxiliaires temporisés selon que ce soit l'ouverture ou la fermeture qui est temporisés et que le contact soit NO ou NC.

✓ Contacts temporisés à l'activation :

- La fermeture du contact 67/68 est retardée son ouverture est instantanée.

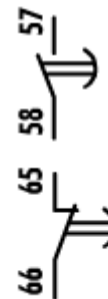
- L'ouverture du contact 55/56 est retardée, sa fermeture est instantanée.



✓ Contacts temporisés à la désactivation :

- La fermeture du contact 57/58 est instantanée, son ouverture est retardée.

- L'ouverture du contact 65/66 est instantanée, sa fermeture est retardée.



➤ Contacteur inverseur

Les contacteurs inverseurs sont une association de deux contacteurs mécaniquement liés.

Ils sont employés dans les circuits de commande des moteurs dans les deux sens de rotation.

La liaison mécanique entre les deux contacteurs, représentée sur le schéma par un triangle, permet d'empêcher qu'ils commutent simultanément (le premier contacteur qui commute interdit la commutation du second).

Ils peuvent être équipés d'un ou deux contacts auxiliaires utilisés dans le circuit de commande (auto maintien pour le contact 13/14 et verrouillage de la double commande pour le contact 21/22).



Fig.III.15.e. Contacteur inverseur

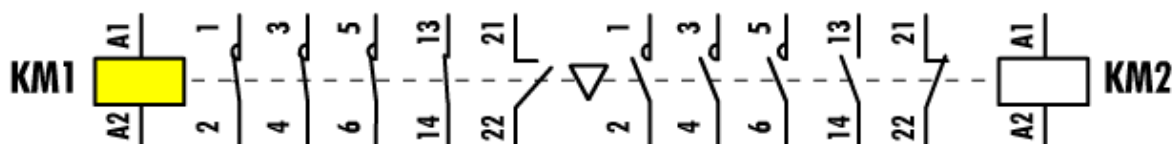


Fig.III.15.f. Commande de KM1

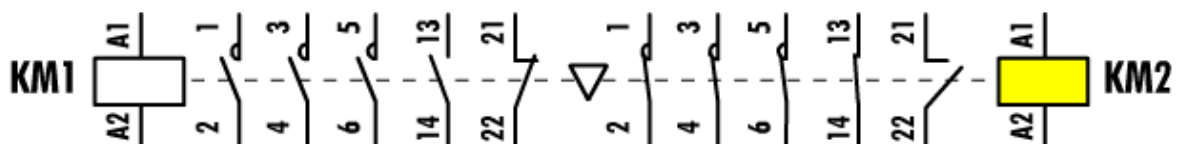


Fig.III.15.g. Commande de KM2

III.8. Capteurs de proximité capacitifs

Les détecteurs de proximité capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de tous types d'objets, car sensibles aux métaux et aux non-métaux.

L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position. La tête de mesure de ces capteurs est formée d'un conducteur cylindrique et d'une enveloppe métallique coaxiale réalisant un condensateur de capacité fixe C_1 . Lorsqu'une cible.

S'approche de l'extrémité des conducteurs précédents, elle constitue avec ces conducteurs deux autres condensateurs.

Ainsi, si le circuit est alimenté par un signal alternatif à une fréquence donnée, lorsqu'on approche une cible, la capacitance du circuit change et le signal s'atténue. C'est cette atténuation que l'on mesure.

▪ Avantages

- ✓ Pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints.
- ✓ Pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres.
- ✓ Détecteur statique, pas de pièces en mouvement.
- ✓ Produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche).
- ✓ Très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante).

▪ Utilisation

- ✓ Contrôle de remplissage dans des flacons ou des cuves.
- ✓ Détection de la présence de matériaux pulvérulents dans des trémies.
- ✓ Les domaines d'utilisation les plus significatifs se rencontrent dans l'agroalimentaire, la chimie, la transformation des matières plastiques, le bois, les matériaux de construction.

III.9. Conclusion

MEI se définit comme un professionnel industriel capable de répondre à l'ensemble de nos besoins en matière de maintenance industrielle.

Dans ce chapitre, on choisit de s'intéresser à l'étude de différents types de fraiseuse avec leurs caractéristiques principales nous avons exposé également la structure de l'armoire électrique utilisée dans cette application.

L'objectif du chapitre suivant est de mettre en évidence et d'exposer une simulation à l'aide d'un logiciel de productions des programmes à plusieurs langages.

GR O U P E



Tél : 01.39.87.69.11

SCHEMAPLIC 2.5

Simulation
pour Windows

Conception & simulation de schémas

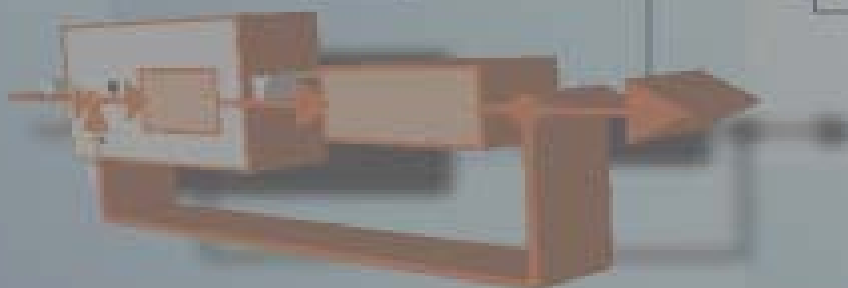
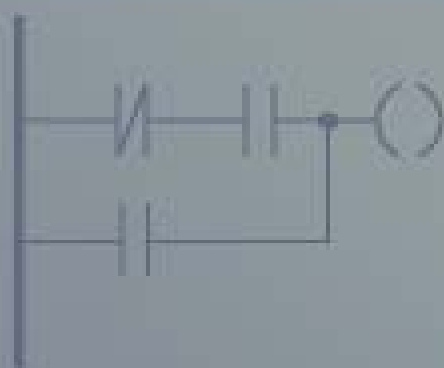
☛ **Chapitre IV**

☛ **Energétique**

SIEMENS

Application

© Siemens 2008



IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, notre objectif est de créer un programme d'une simulation à l'aide des logiciels.

- ✓ SCHEMAPLIC pour les circuits de puissance et de commande.
- ✓ LOGO c'est un langage contacte.

A pour but de commander la machine industrielle fraiseuse par API.

IV.2. Application

IV.2.a. Schéma de puissance

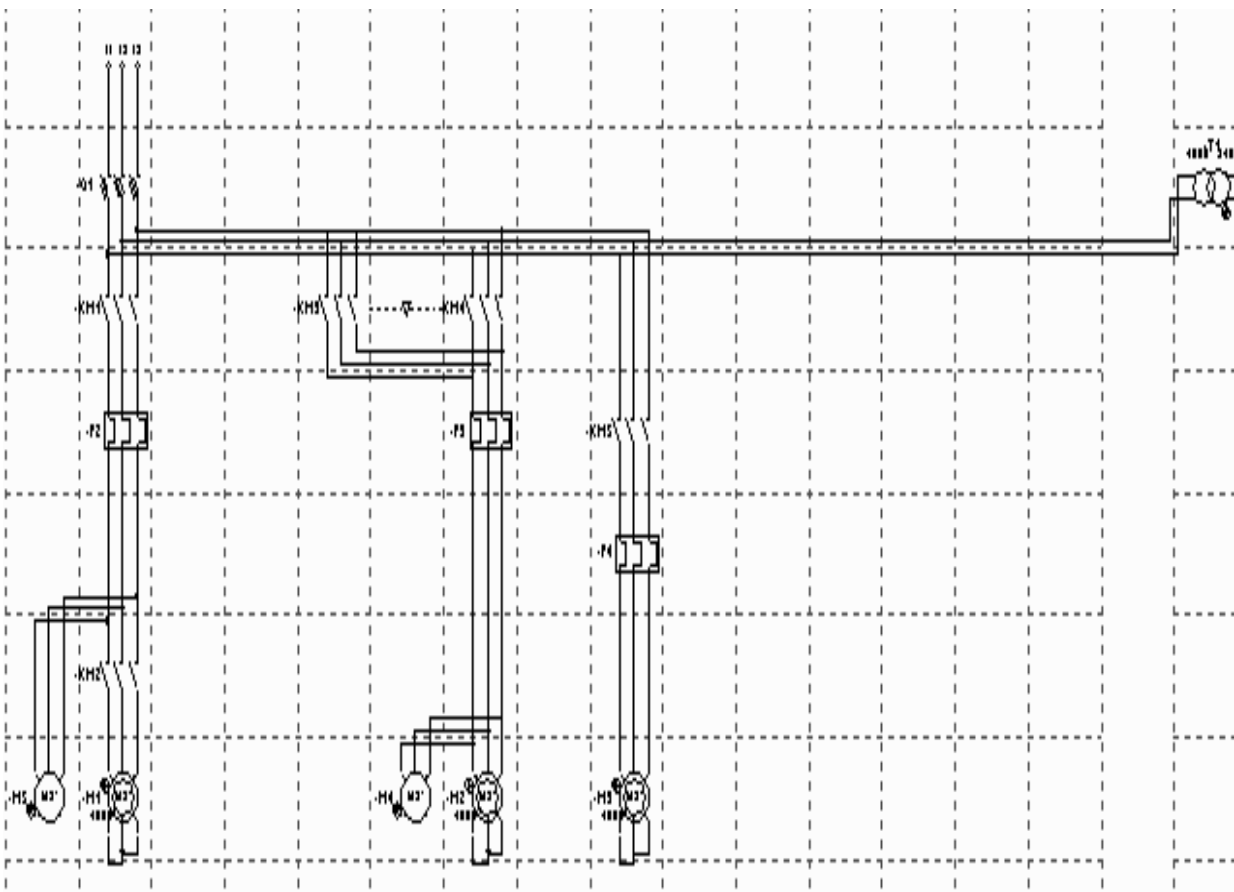


Fig.IV.1. Schéma de puissance

IV.2.b. Schéma de commande

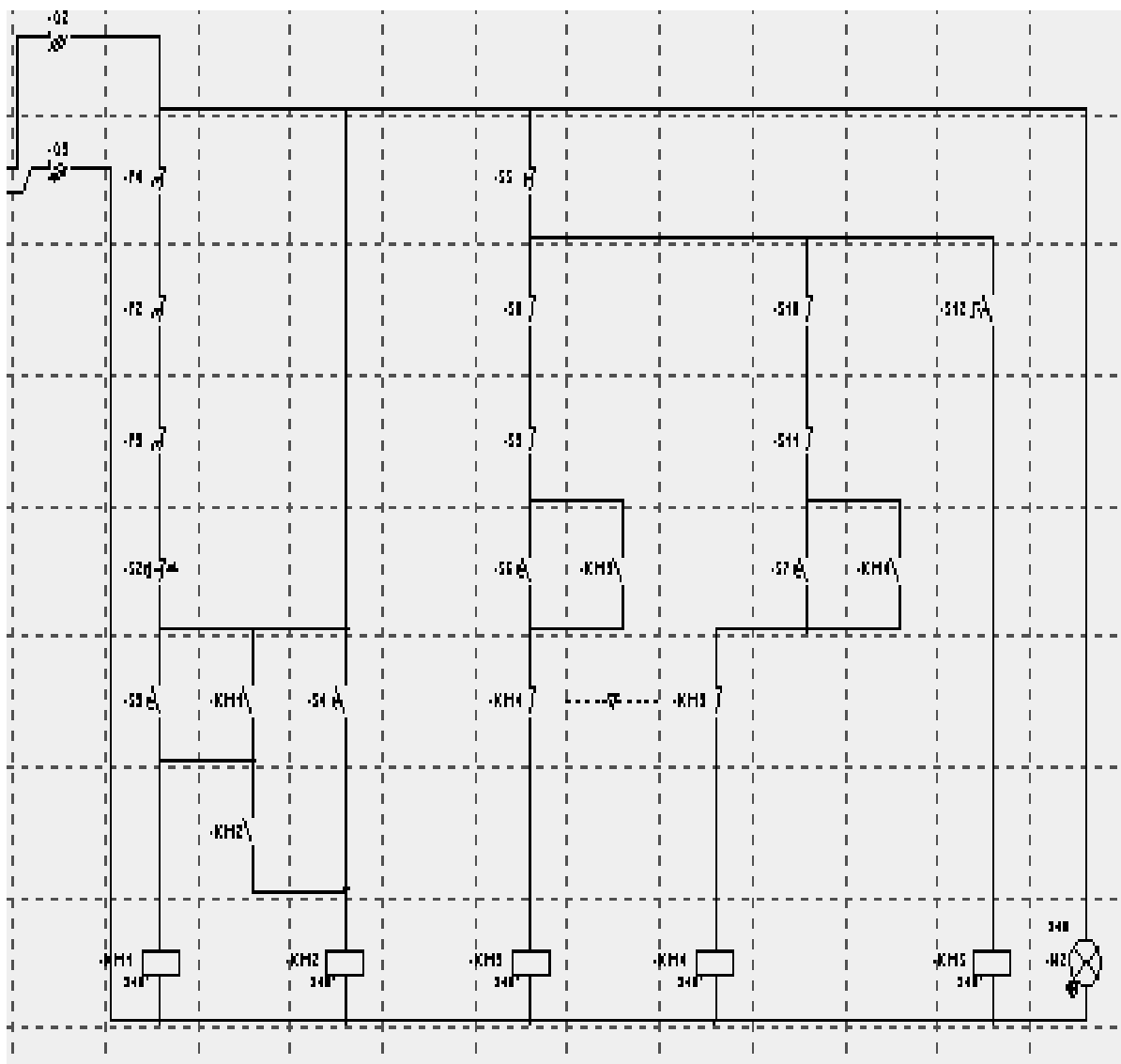


Fig.IV.2. Schéma de commande

IV.2.c. Nomenclature

- ✓ Q1: Sectionneur à porte fusible.
- ✓ KM1: Contacteur frein de broche.
- ✓ KM2: Contacteur broche.
- ✓ KM3: Contacteur table marche (droite arrière).
- ✓ KM4: Contacteur table marche (gauche avant).
- ✓ KM5: Contacteur marche pompe.
- ✓ S1: Arrêt générale.
- ✓ S2: Déblocage frein broche.
- ✓ S3: Rotation broche.
- ✓ S4: Arrêt table.
- ✓ S5: Marche table à (droite arrière).
- ✓ S6: Marche table à (gauche avant).
- ✓ S7: Fin de course arrière.
- ✓ S8: Fin de course avant.
- ✓ S9: Fin de course droite.
- ✓ S10: Fin de course gauche.
- ✓ S11: Commutateur marche pompe.
- ✓ F1: Fusible de protection commande.
- ✓ F2: Relais de protection moteur broche.
- ✓ F3: Relais de protection moteur table.
- ✓ F4: Relais de protection moteur pompe.

IV.2.d. Schéma global par SCHEMAPLIC

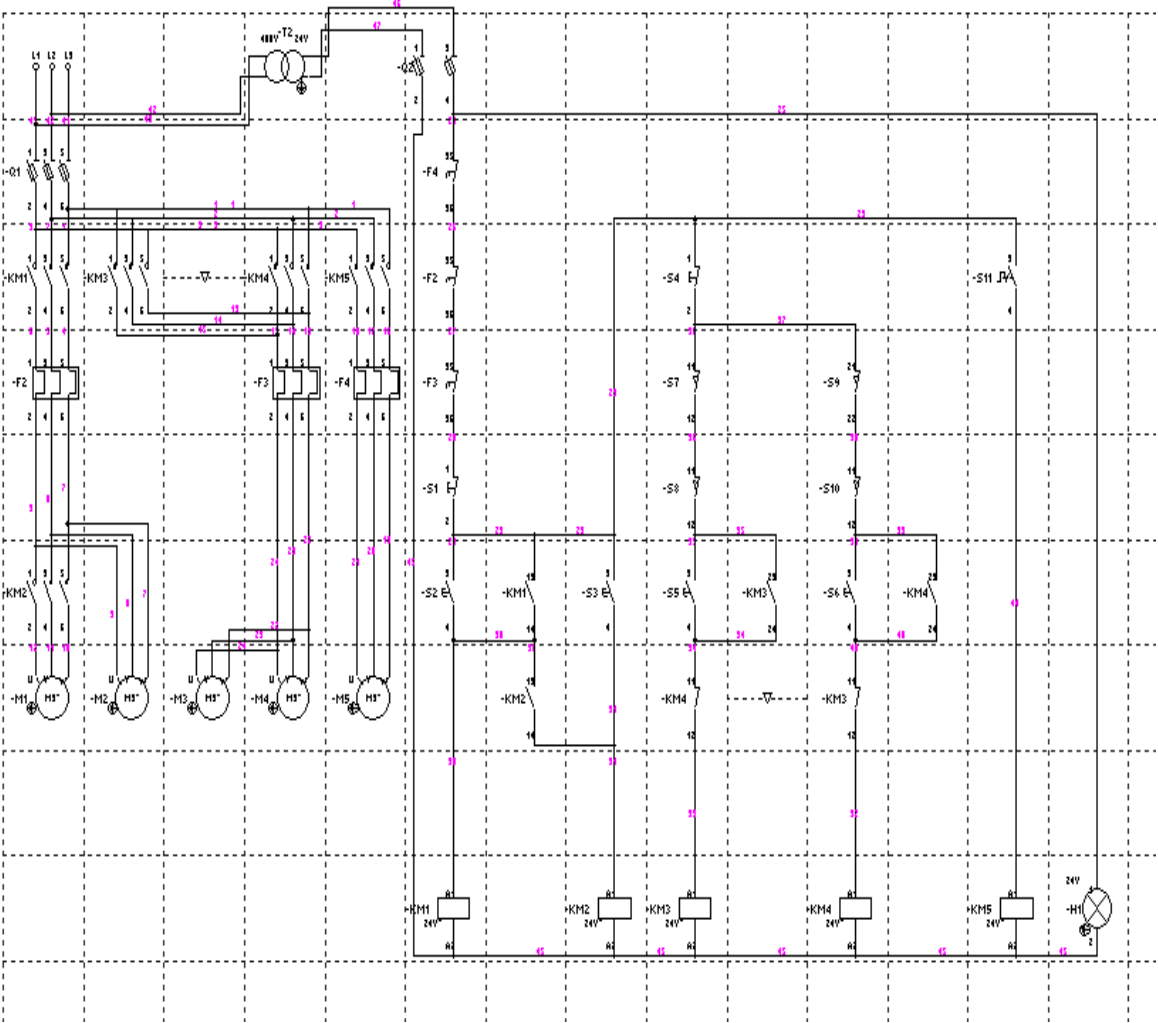


Fig.IV.3. Schéma global par SCHEMAPLIC

IV.2.e. Schéma global par LOGO

Le schéma électrique de commande doit être transformé en schéma à relais.

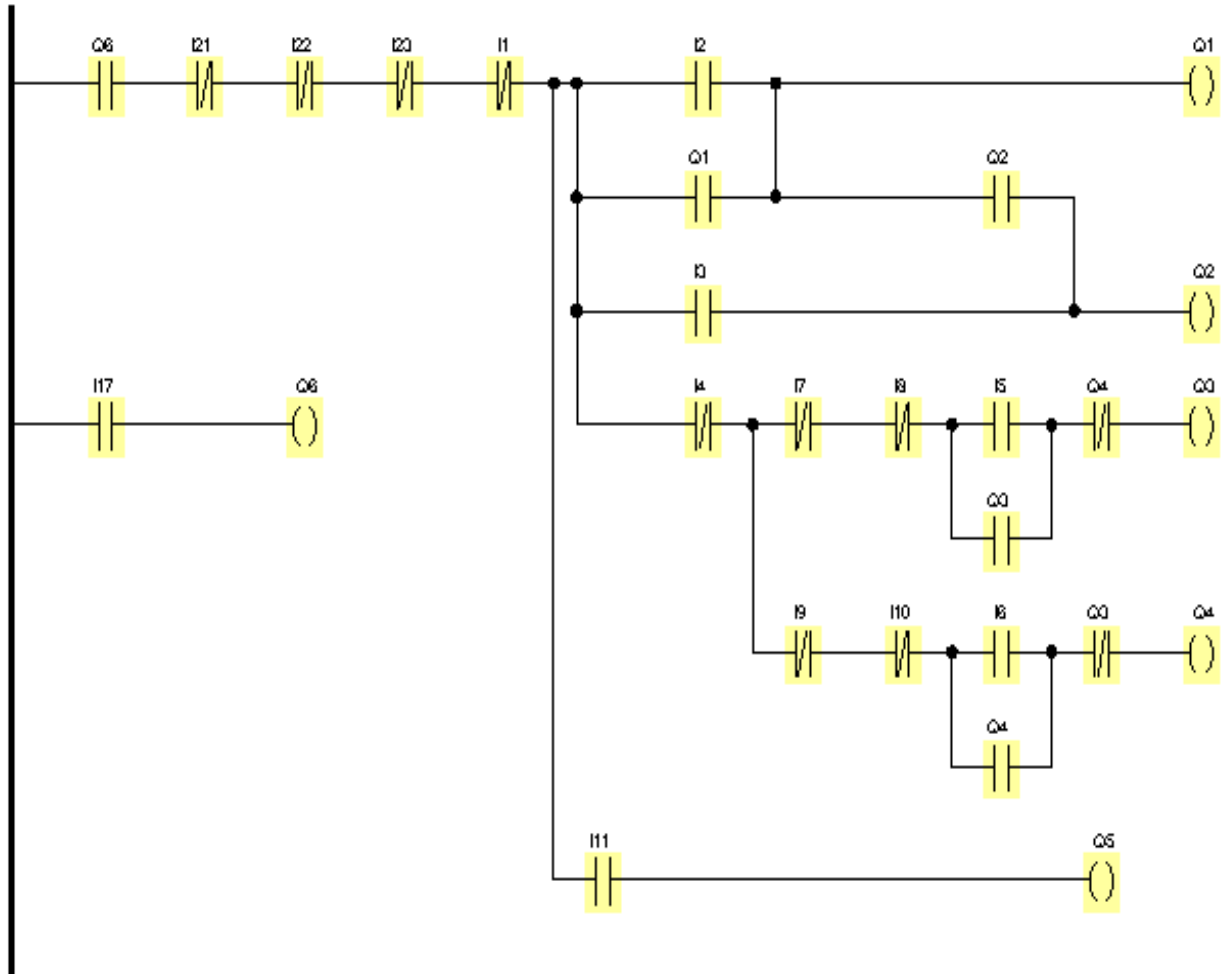
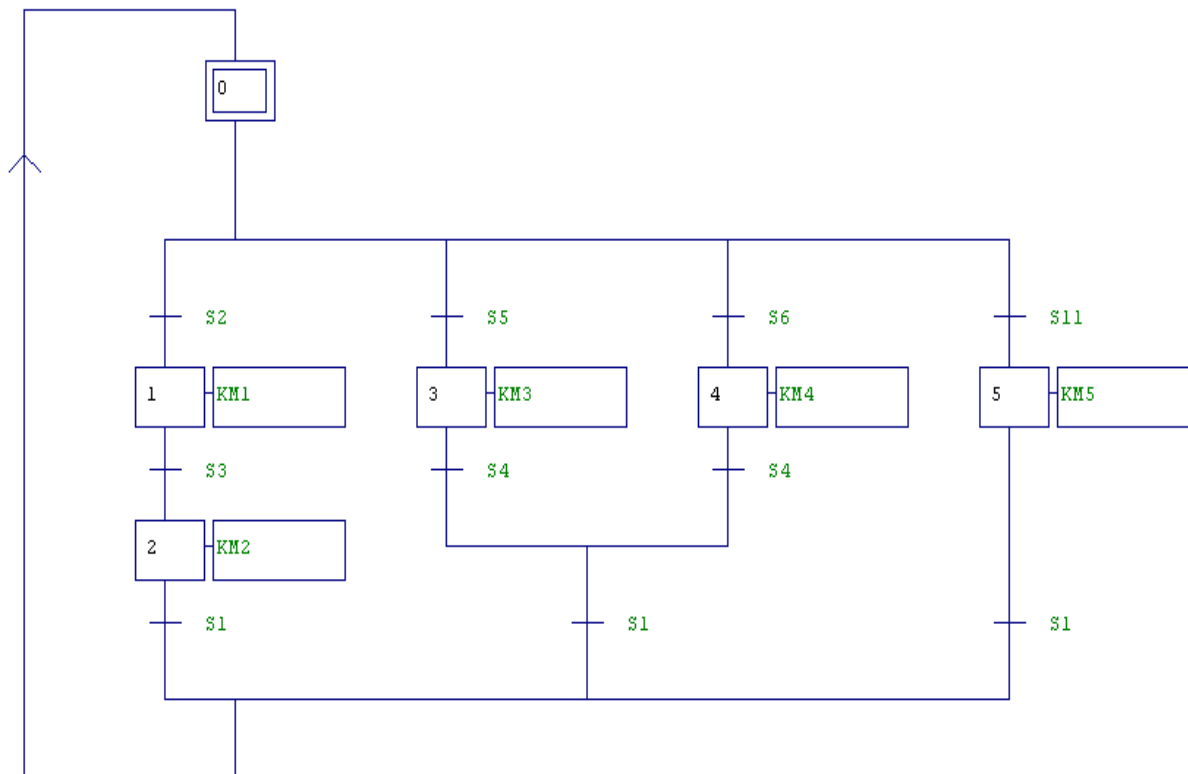


Fig.IV.4. Schéma global par LOGO

IV.2.f. Schéma global par GRAFCET**Fig.IV.5. Schéma global par GRAFCET**

IV.3. Liste des Entrées/Sorties

Symboles	Variables	Commentaires
Q1F1	I17	Sectionneur
F4	I21	Relais de protection moteur pompe
F2	I22	Relais de protection moteur broche
F3	I23	Relais de protection moteur table
S1	I1	Arrêt général
S2	I2	Déblocage frein broche
S3	I3	Rotation broche
S4	I4	Arrêt table
S5	I5	Marche table à (droite arrière)
S6	I6	Marche table à (gauche avant)
S7	I7	Fin de course arrière
S8	I8	Fin de course avant
S9	I9	Fin de course droite
S10	I10	Fin de course gauche
S11	I11	Commutateur marche pompe
KM1	Q1	Contacteur frein de broche
KM2	Q2	Contacteur broche
KM3	Q3	Contacteur table marche (droit arrière)
KM4	Q4	Contacteur table marche (gauche avant)
KM5	Q5	Contacteur marche pompe
H1	Q6	Présence de l'alimentation

Tab.IV.1. Liste des Entrées/Sorties

IV. 4. Principe de fonctionnement

IV.4.1. Circuit de puissance

- Fermeture manuelle de Q1F1 (sectionneur).
- Fermeture de KM1 (frein de broche).
- Fermeture de KM2 (moteur broche).
- Fermeture de KM3 ou KM4 (selon le choix de marche la table).
- Fermeture de KM5 (moteur pompe).

IV.4.2. Circuit de commande

IV.4.2.1. Présentation du courant

- Fermeture manuelle de Q1F1 (sectionneur).

IV.4.2.1. a. Supervision par SCHEMAPLIC

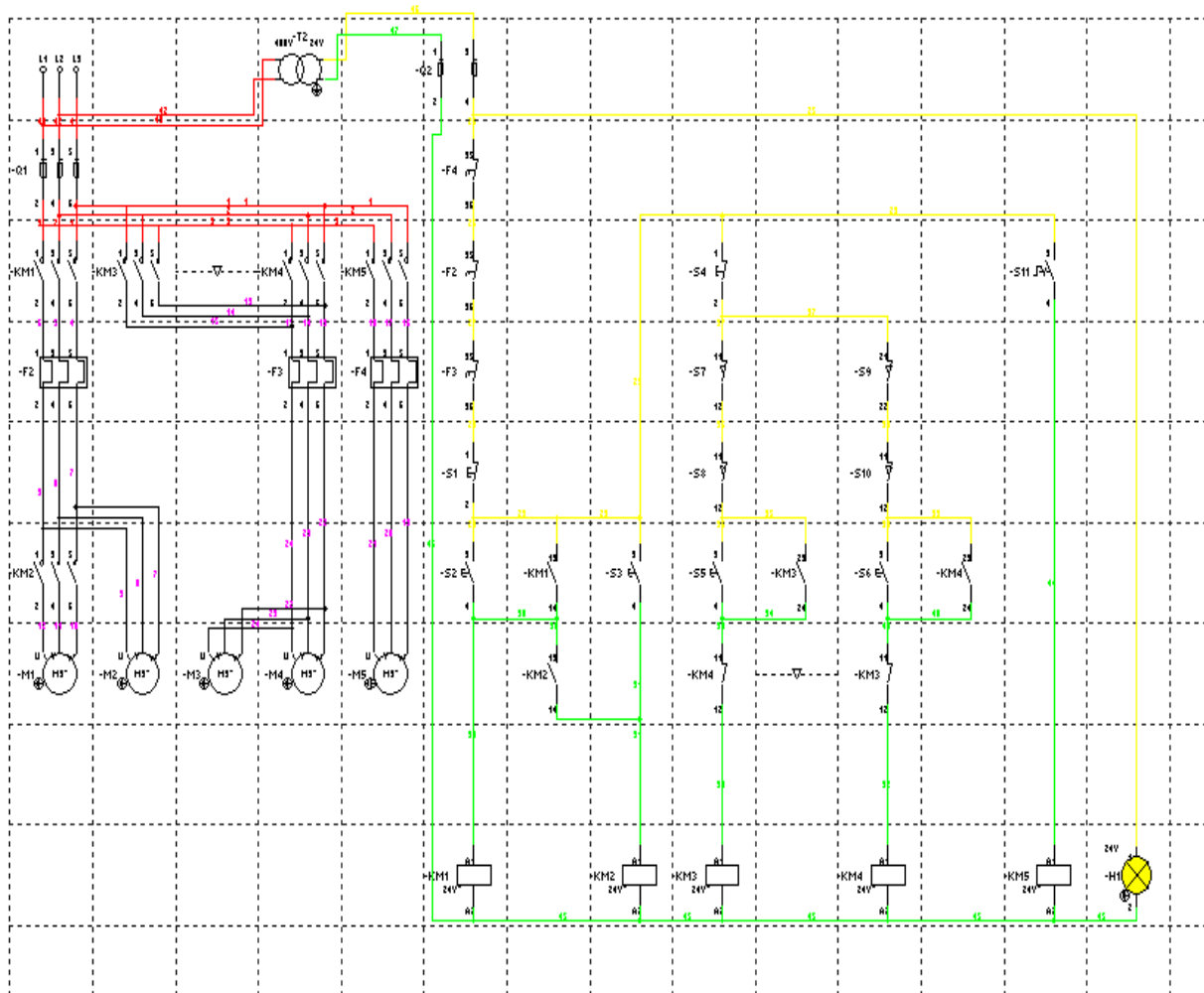


Fig.IV.6. Présentation du courant

IV.4.2.1. b. Supervision Par LOGO

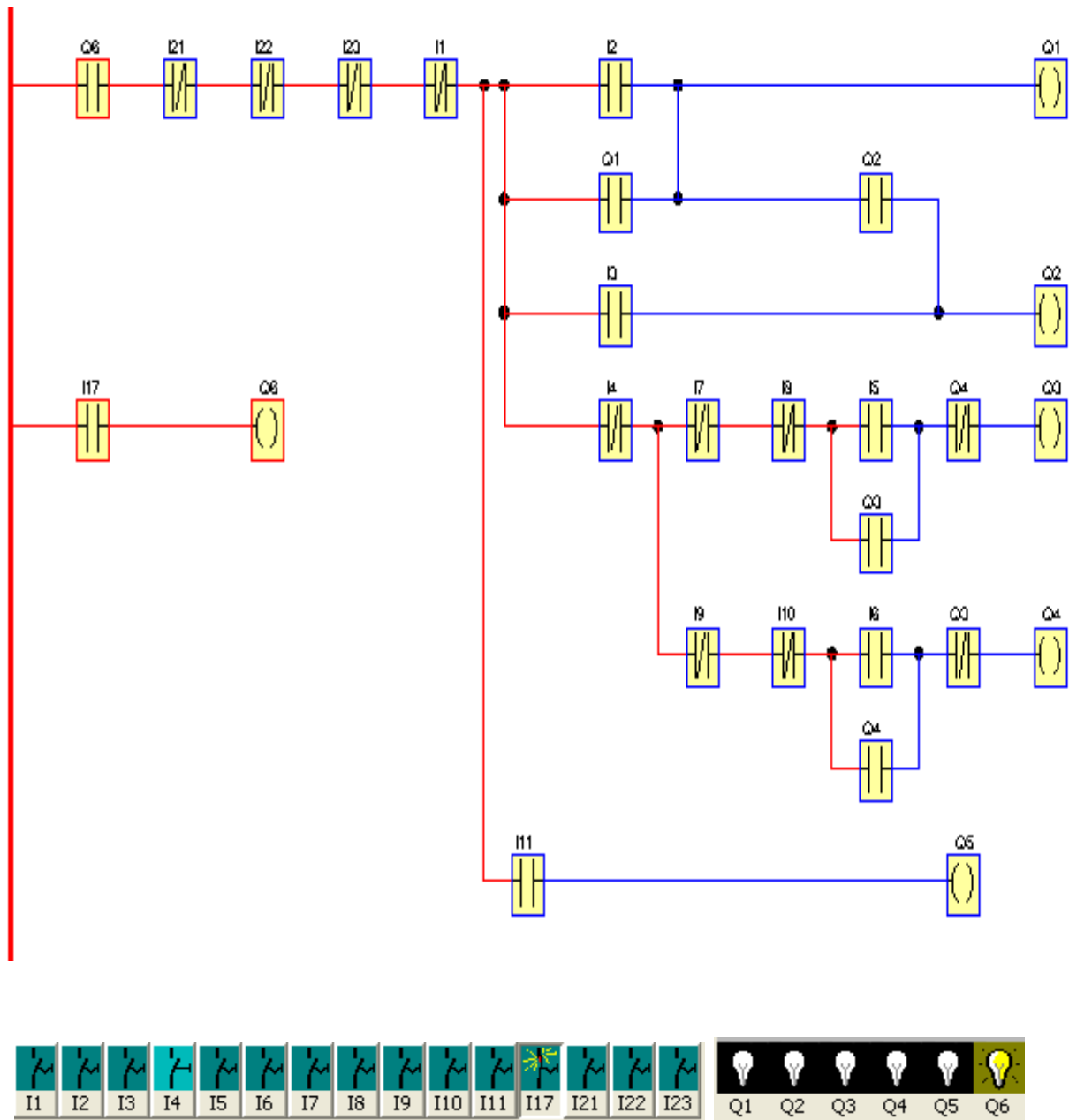


Fig.IV.7. Présentation du courant

IV.4.2.2. Débloccage frein broche

- Impulsion sur S2.
- Excitation de KM1.
- Auto alimentation de KM1 (13.14).

IV.4.2.2. a. Supervision par SCHEMAPLIC

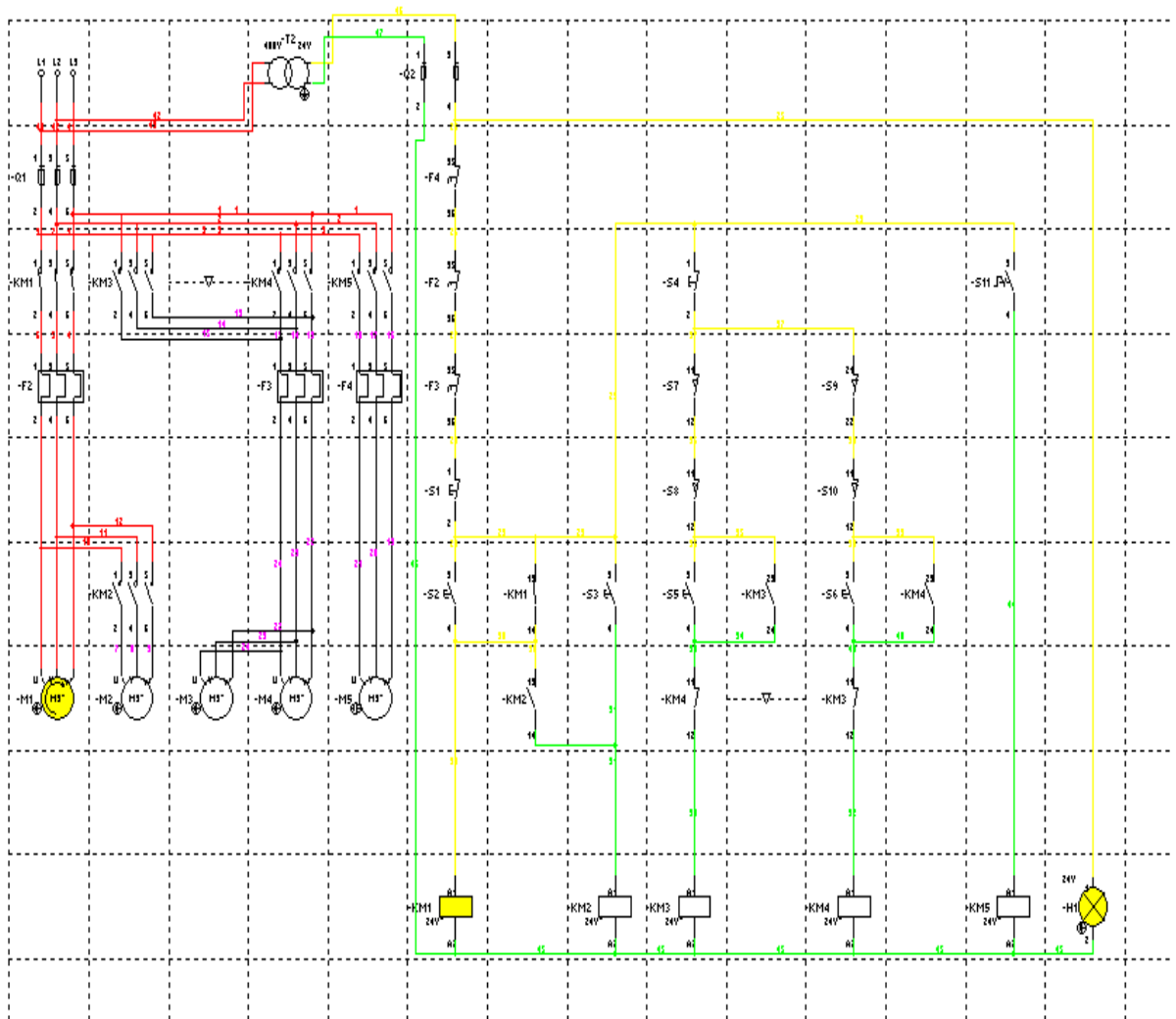


Fig.IV.8. Débloccage frein broche

IV.4.2.2. b. Simulation par LOGO

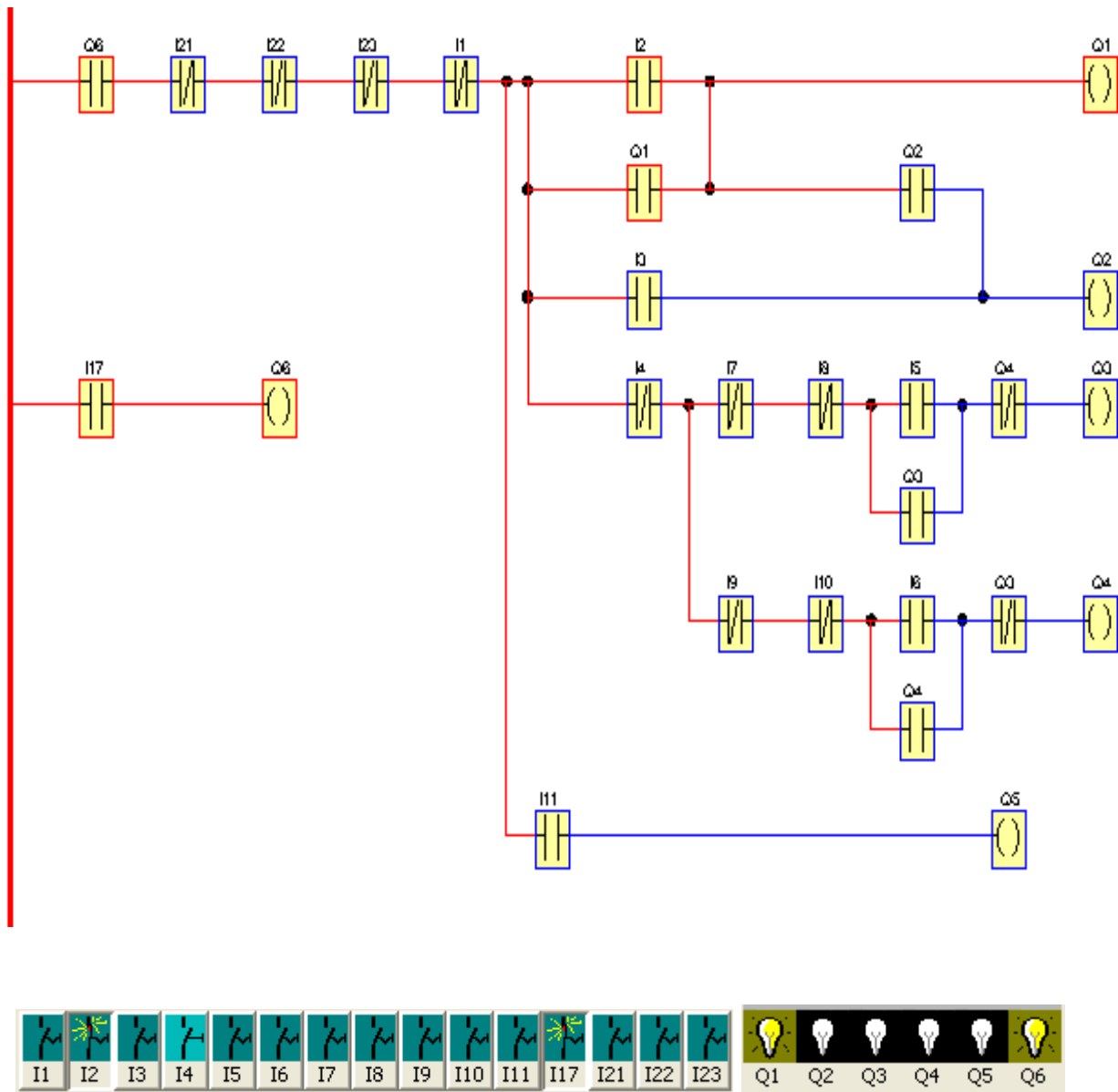


Fig.IV.9. Déblocage frein broche

IV.4.2.3. Rotation de broche

- Impulsion sur S3.
- Excitation de KM2.
- Auto alimentation de KM2 (13.14).

IV.4.2.3. a. Supervision par SHEMAPLIC

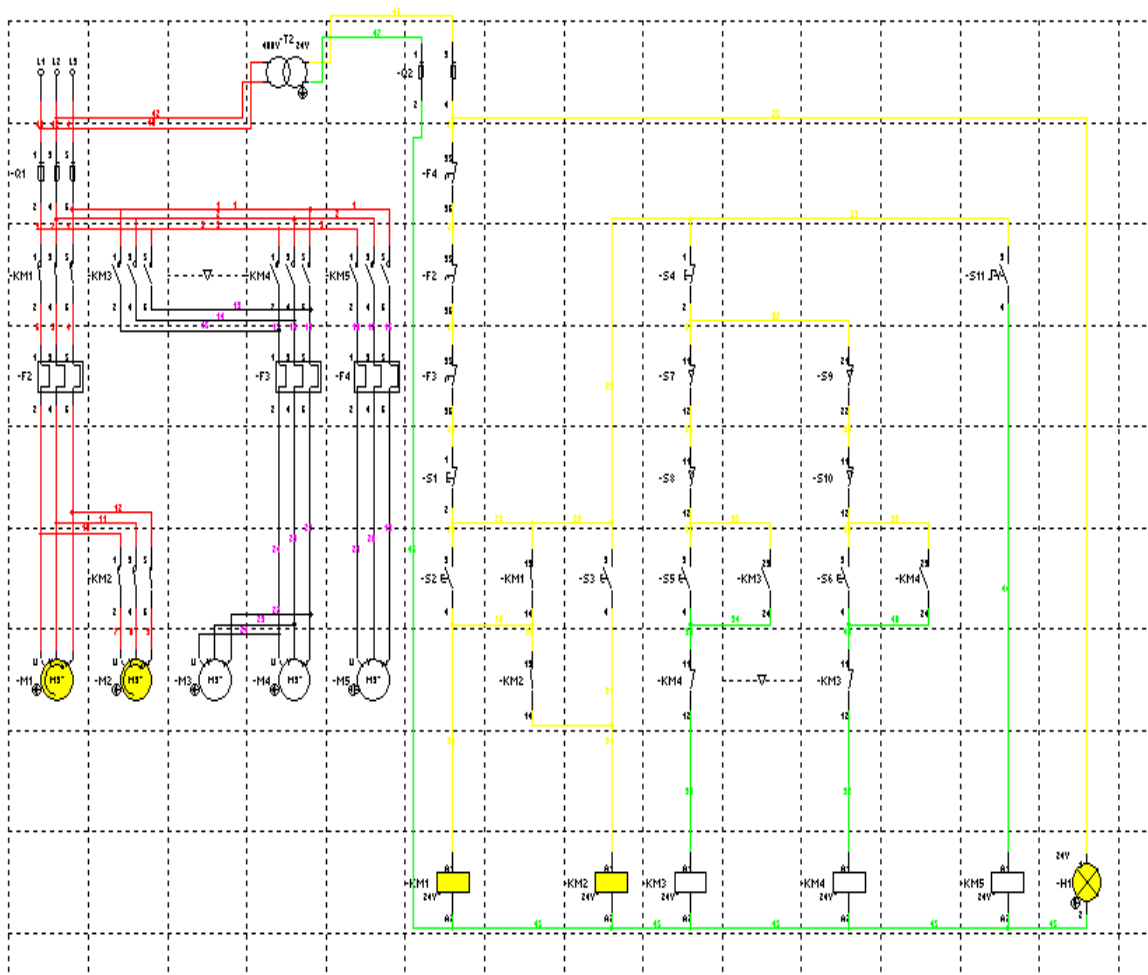


Fig. IV.10. Rotation de broche

IV.4.2.3. b. Simulation par LOGO

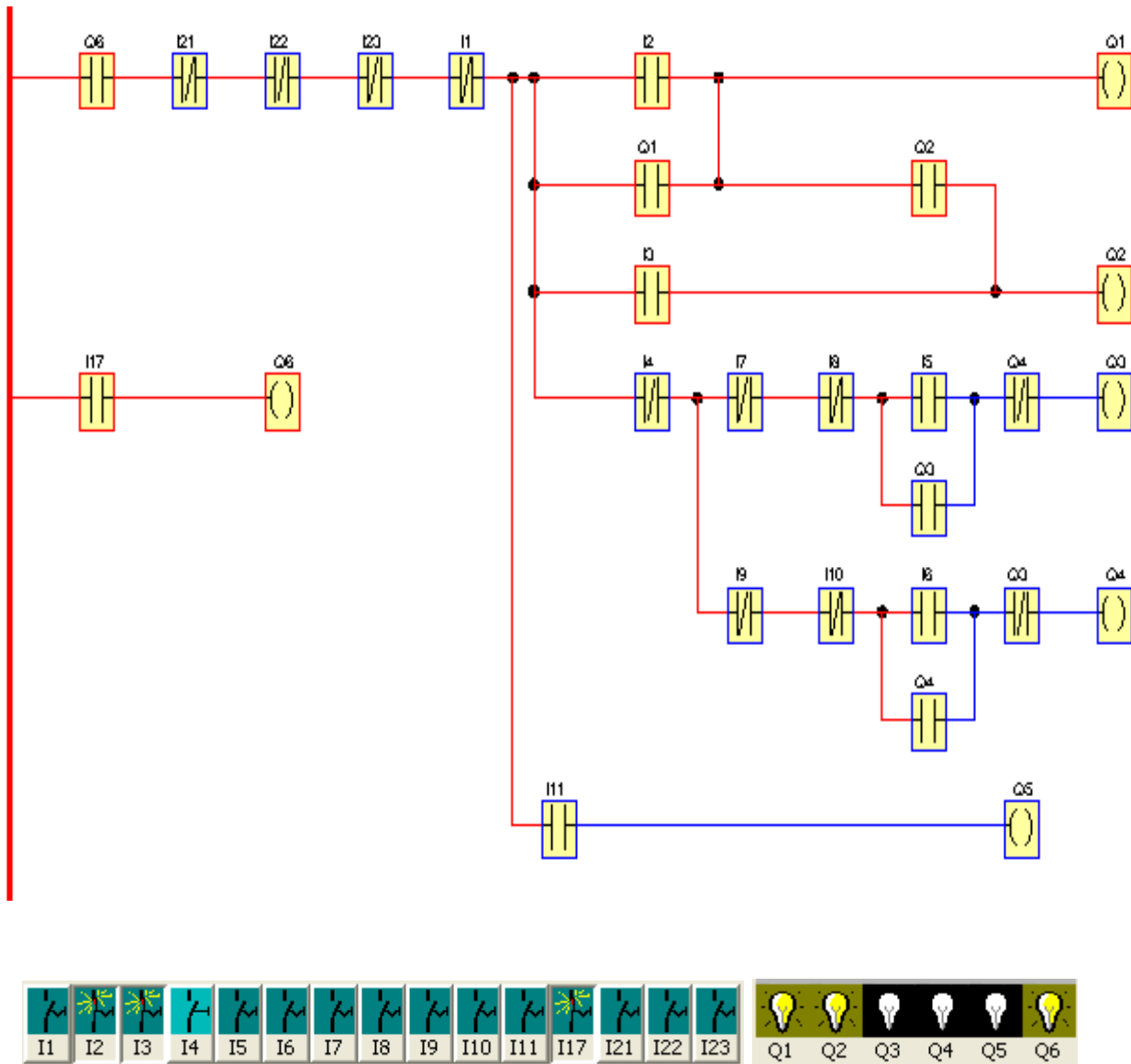


Fig.IV.11. Rotation de broche

IV.4.2.4. Marche table à (droite arrière)

- Impulsion sur S5.
- Excitation de KM3.
- Auto alimentation de KM3 (13.14).
- Verrouillage de KM4 par KM3 (21.22).

IV.4.2.4. a. Supervision par SCHEMAPLIC

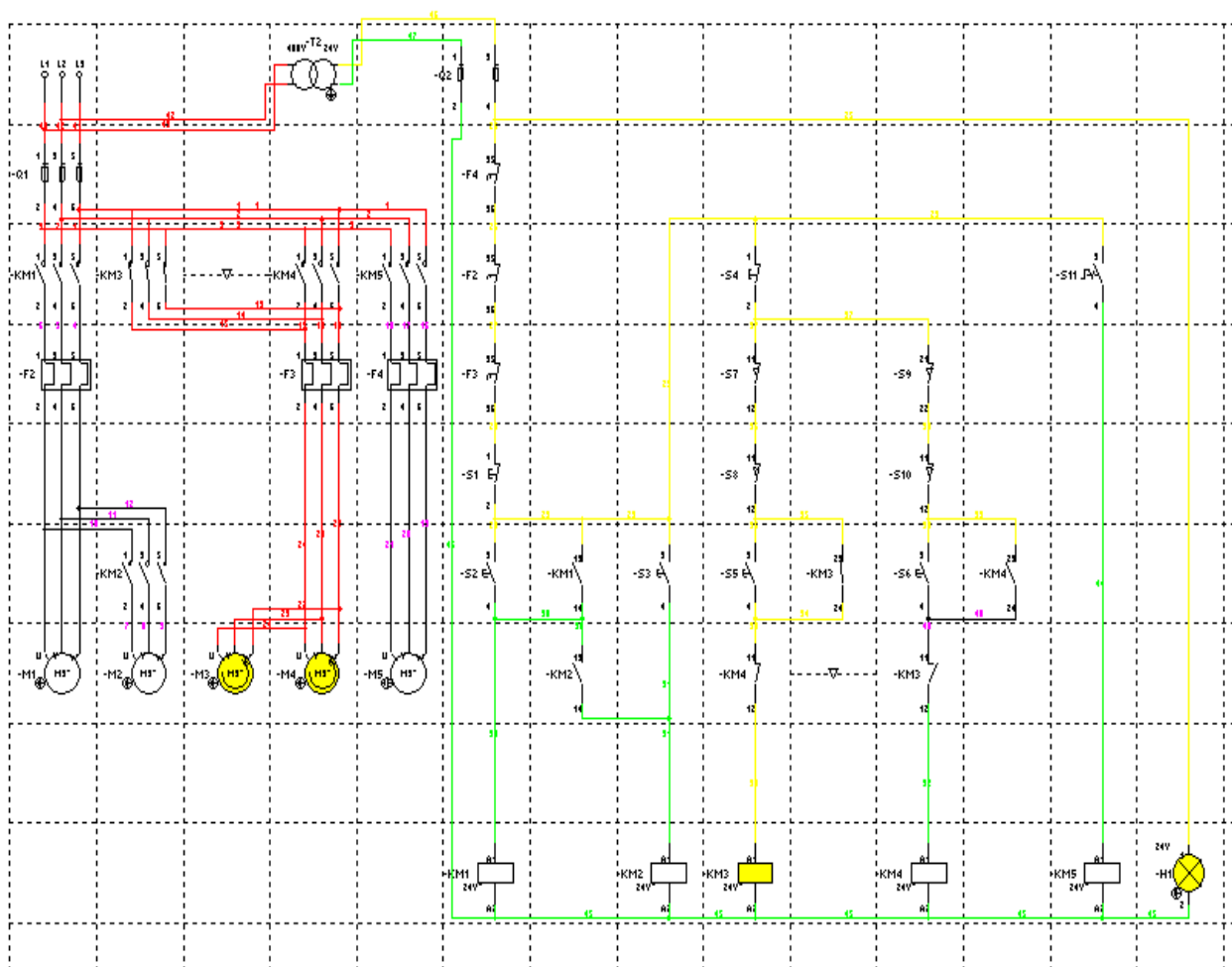


Fig. IV.12. Marche table à (droite arrière)

IV.4.2.4. b. Simulation par LOGO

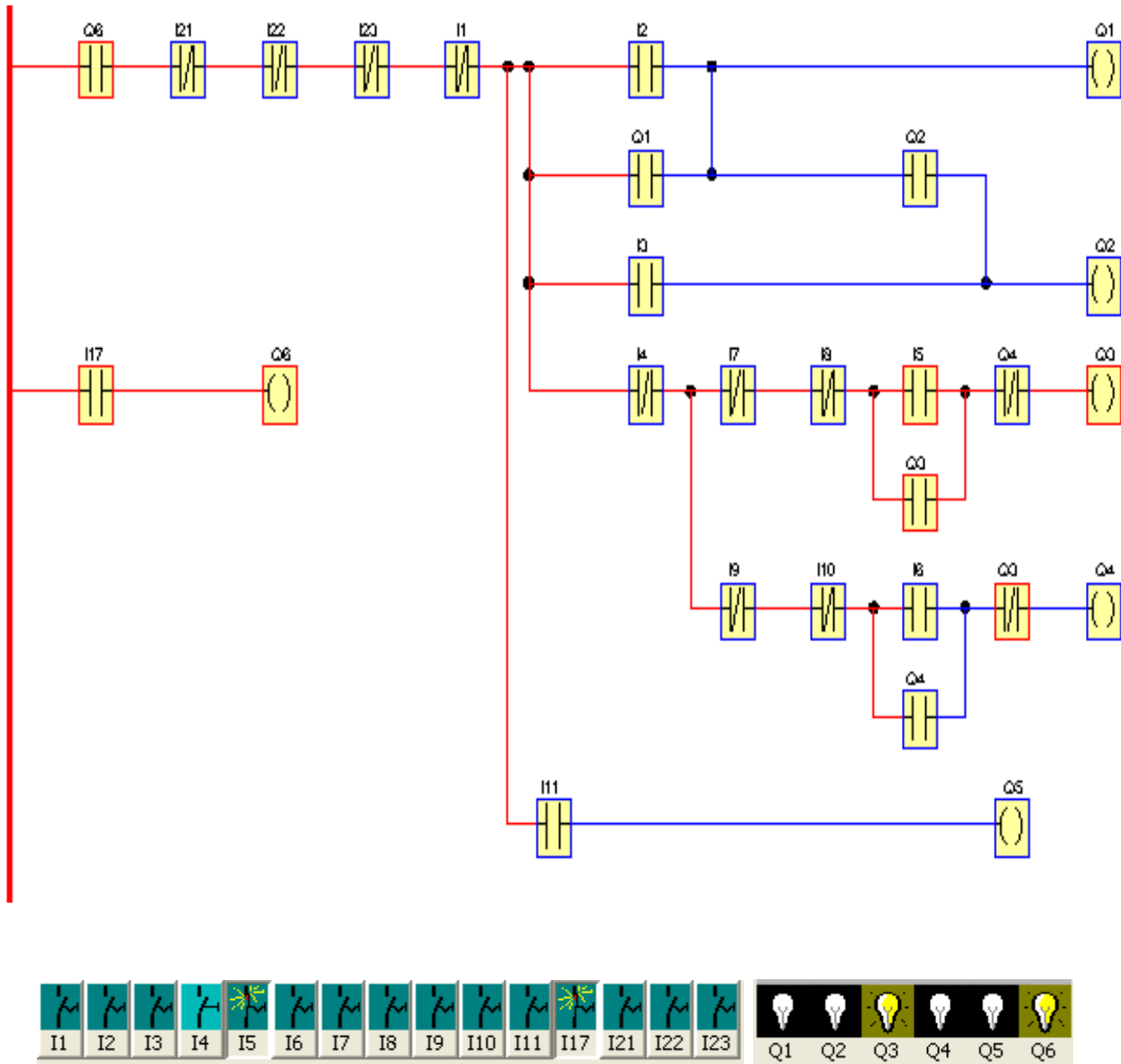


Fig. IV.13. Marche table à (droite arrière)

IV.4.2.5. Marche table à (gauche avant)

- Impulsion sur S6.
- Excitation de KM4.
- Auto alimentation de KM4 (13.14).
- Verrouillage de KM3 par KM4 (21.22).

IV.4.2.5. a. Simulation par SCHEMAPLIC

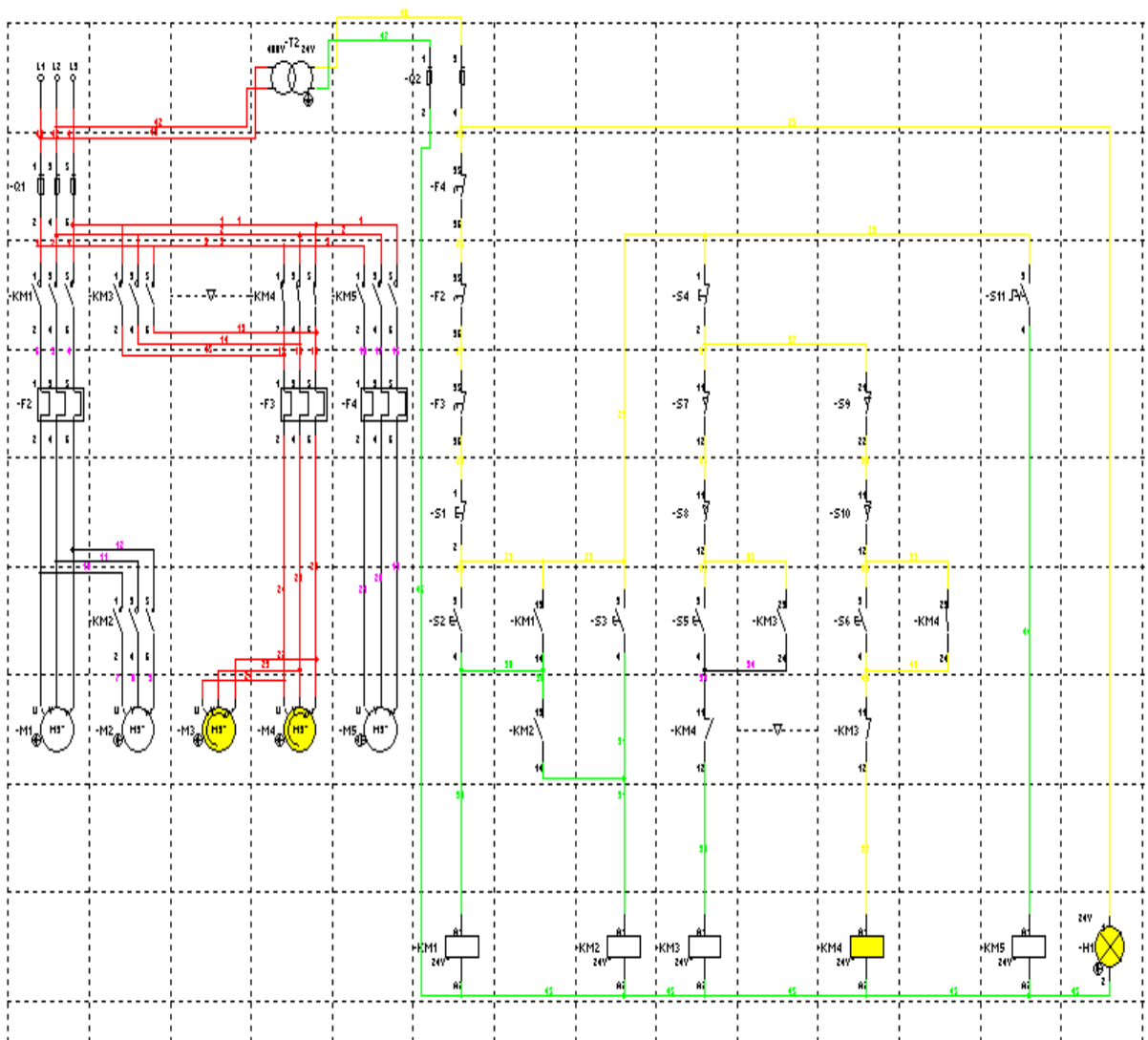


Fig. IV.14. Marche table à (gauche avant)

IV.4.2.5. b. Simulation par LOGO

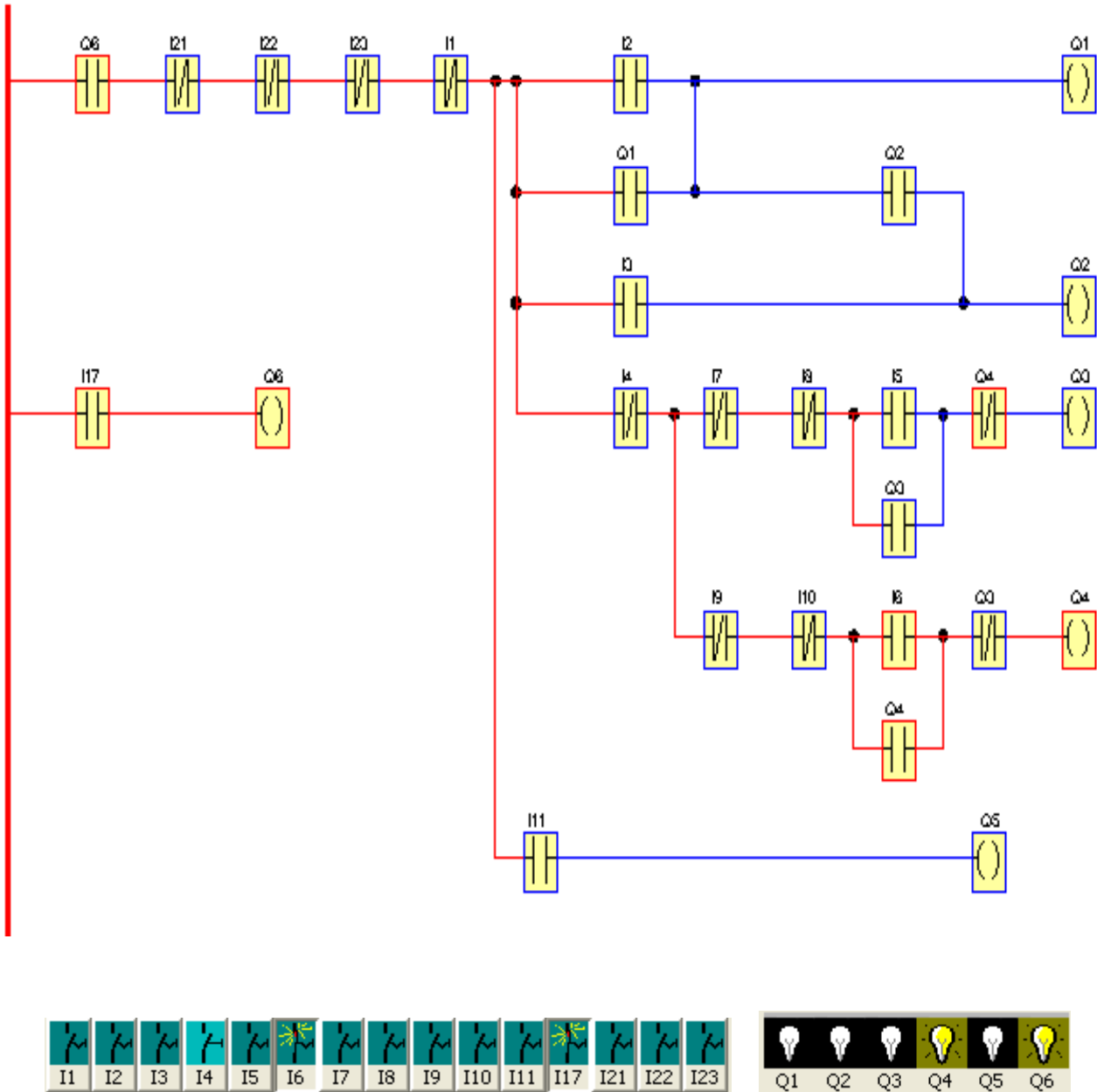


Fig.IV.15. Marche table à (gauche avant)

- L'arrêt de la table se fait par impulsion sur S4.

IV.4.2.6. Marche pompe

- Mettre S11 à la position 1.
- Excitation de KM5.

IV.4.2.6. a. Supervision par SCHEMAPLIC

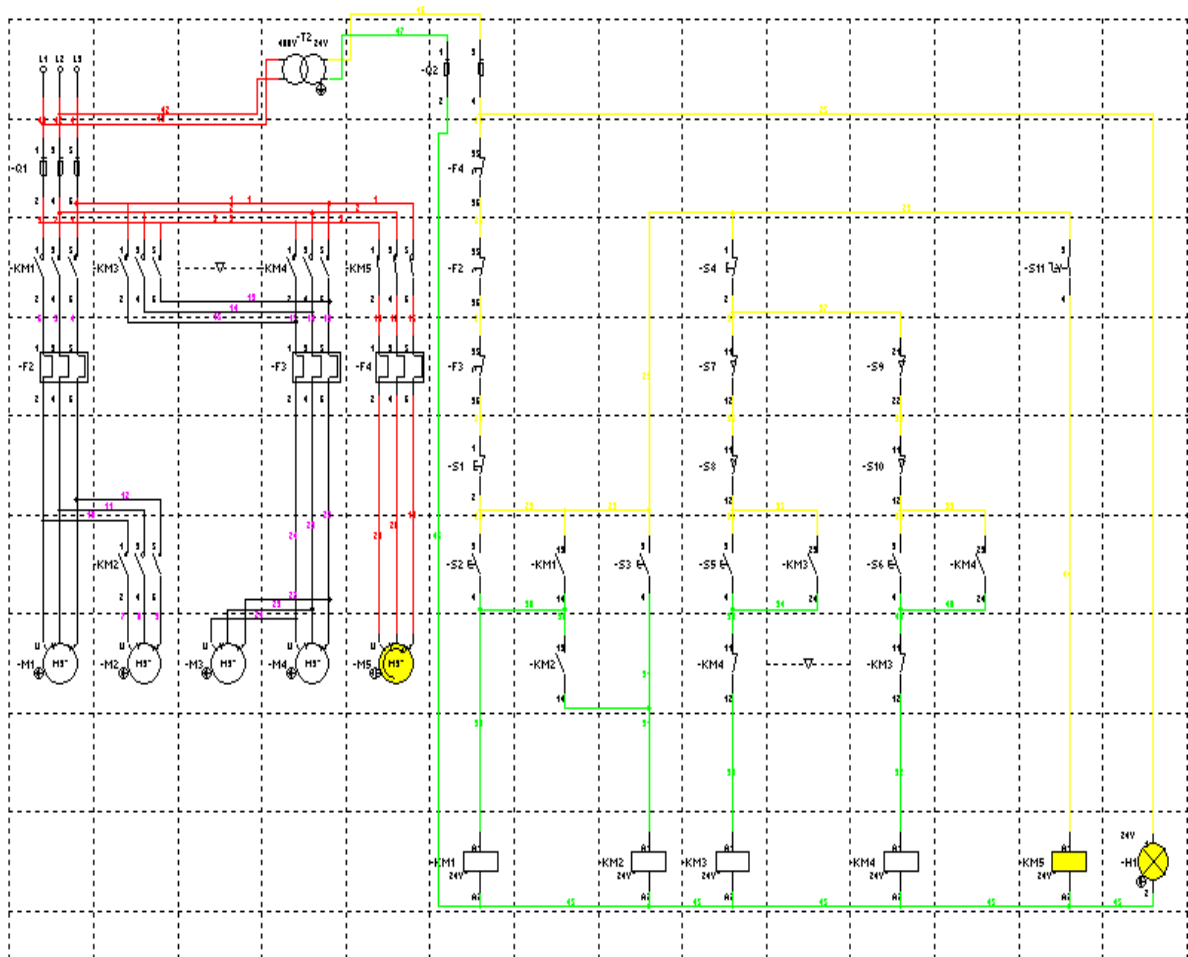


Fig.IV.16. Marche pompe

IV.4.2.6. b. Simulation par LOGO

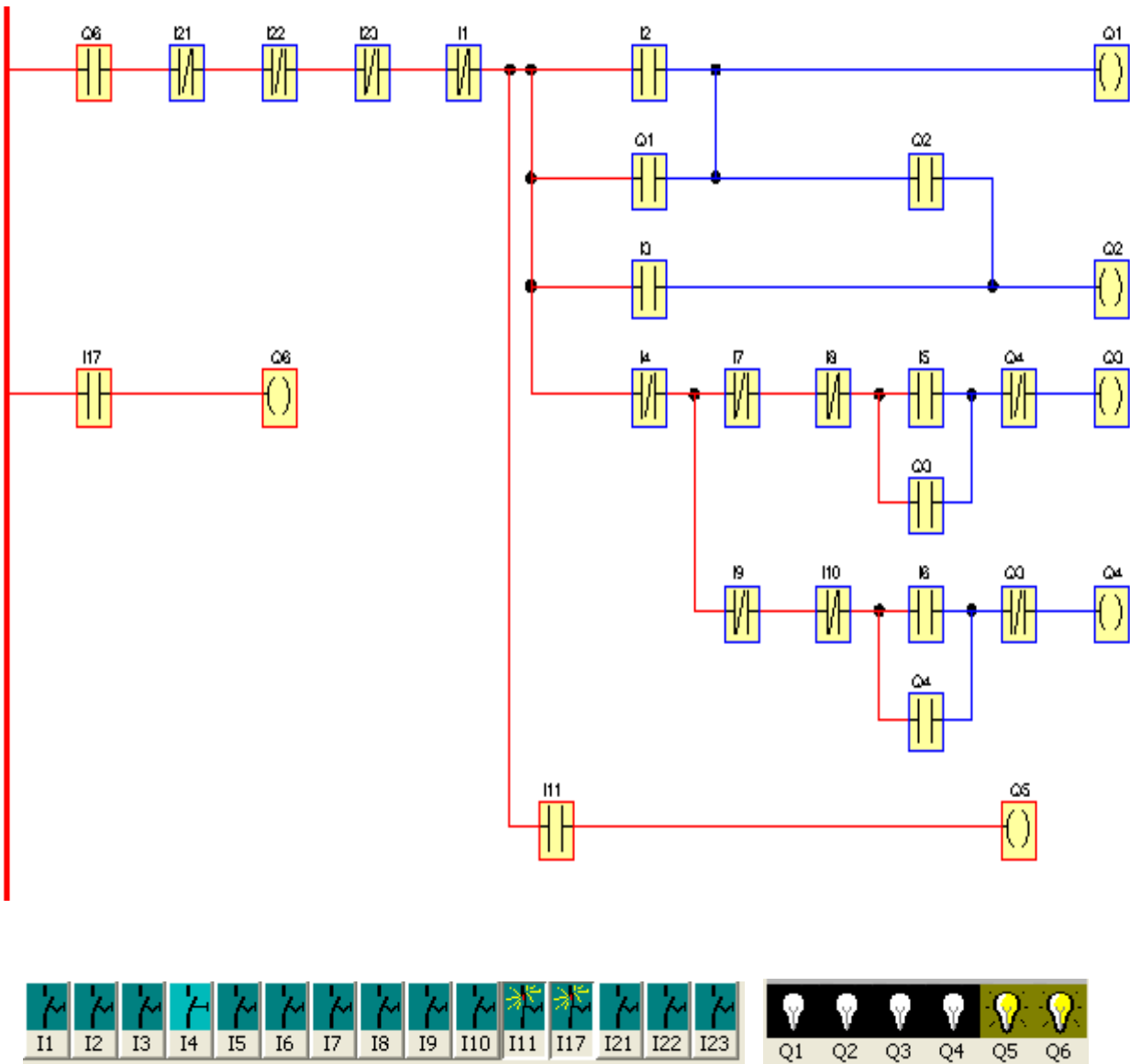


Fig. IV.17. Marche pompe

- Arrêt général se fait par impulsion sur S1.

IV.5. b. Schéma global par SCMAPLIC

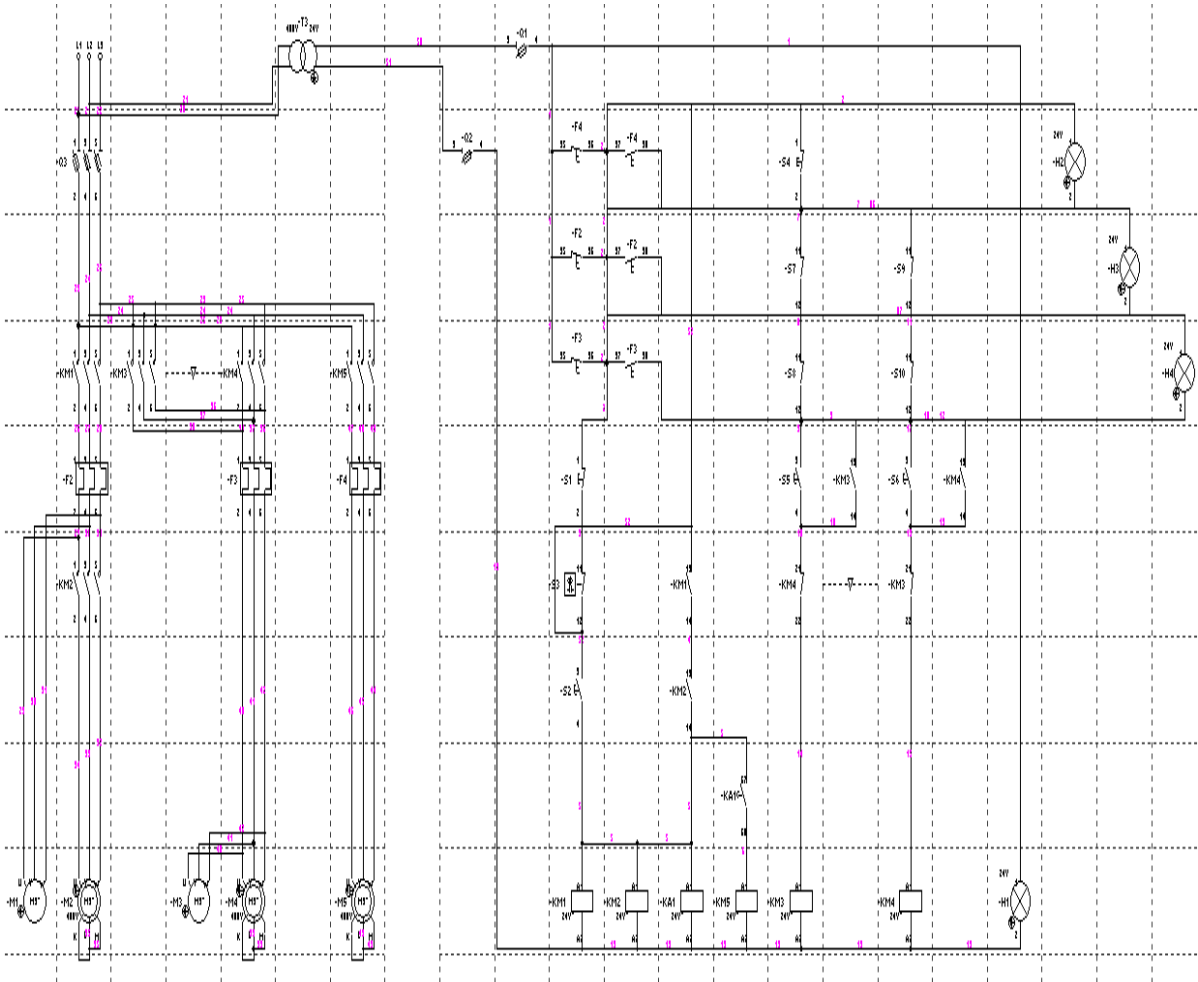


Fig.IV.19. Schéma global par SCMAPLIC

IV.5. c. Schéma globale par LOGO

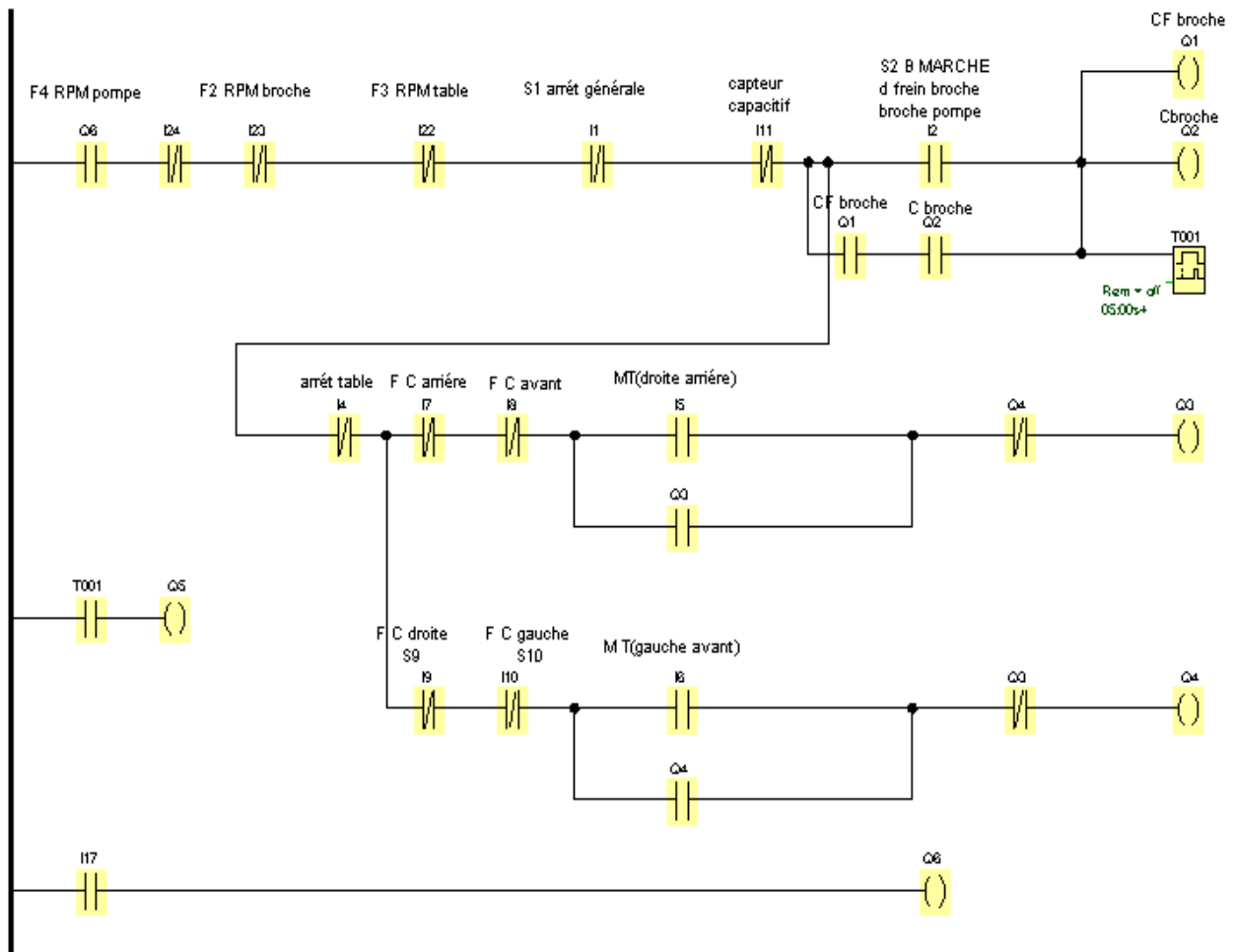
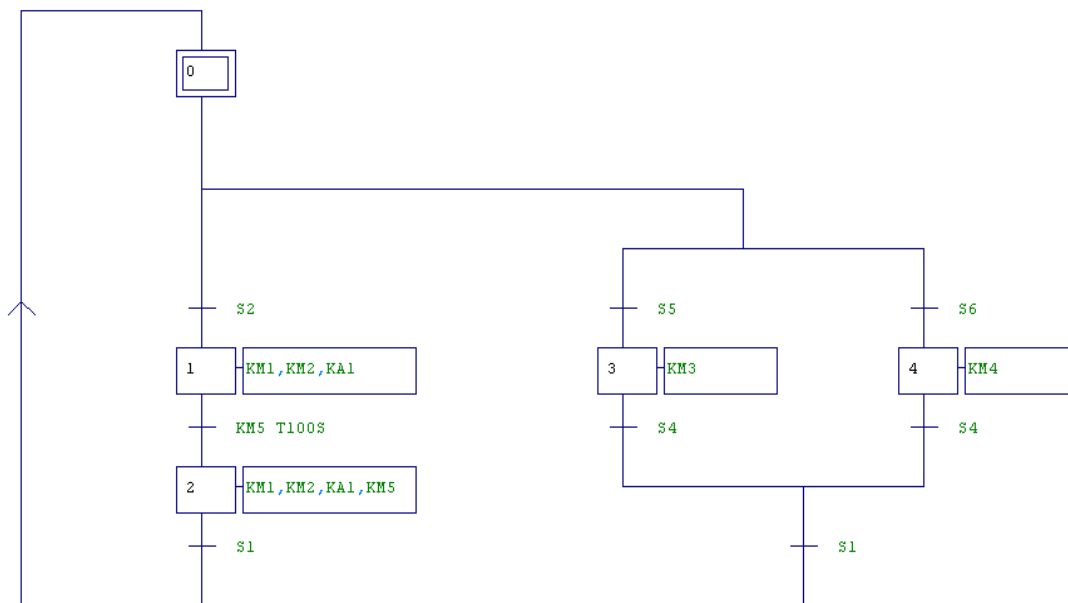


Fig. IV.20. Schéma global par LOGO

IV.5. d. Schéma global par GRAFCET**Fig.IV.21.** Schéma global par **GRAFCET**

IV.6. Liste des Entrées/Sorties

Symboles	Variables	Commentaires
Q1F1	I17	Sectionneur
F4	I21	Relais de protection moteur pompe
F2	I22	Relais de protection moteur broche
F3	I23	Relais de protection moteur table
S1	I1	Arrêt générale
S2	I2	Débloccage frein broche, rotation broche, marche pompe
S3	I11	Capteur
S4	I4	Arrêt table
S5	I5	Marche table à (droite arrière)
S6	I6	Marche table à (gauche avant)
S7	I7	Fin de course arrière
S8	I8	Fin de course avant
S9	I9	Fin de course droite
S10	I10	Fin de course gauche
KM1	Q1	Contacteur frein de broche
KM2	Q2	Contacteur broche
KM3	Q3	Contacteur table marche (droite arrière)
KM4	Q4	Contacteur table marche (gauche avant)
KM5	Q5	Contacteur marche pompe
KA1	T001	Temporisateur
H1	Q6	Présence d'alimentation

Tab.IV.2. Liste des Entrées/Sorties

IV.7. Principe de fonctionnement

IV.7.1. Circuit de commande

IV.7.1.1. Présentation du courant

- Fermeture manuelle de Q1F1 (sectionneur).

IV.7.1.2. Débloccage frein broche et rotation broche

- Impulsion sur S2.
- Excitation de KM1, KM2 et KA1.
- Auto alimentation de KM1 (13,14) et KM2 (13,14).

IV.7.1.2. a. Supervision par SCHEMAPLIC

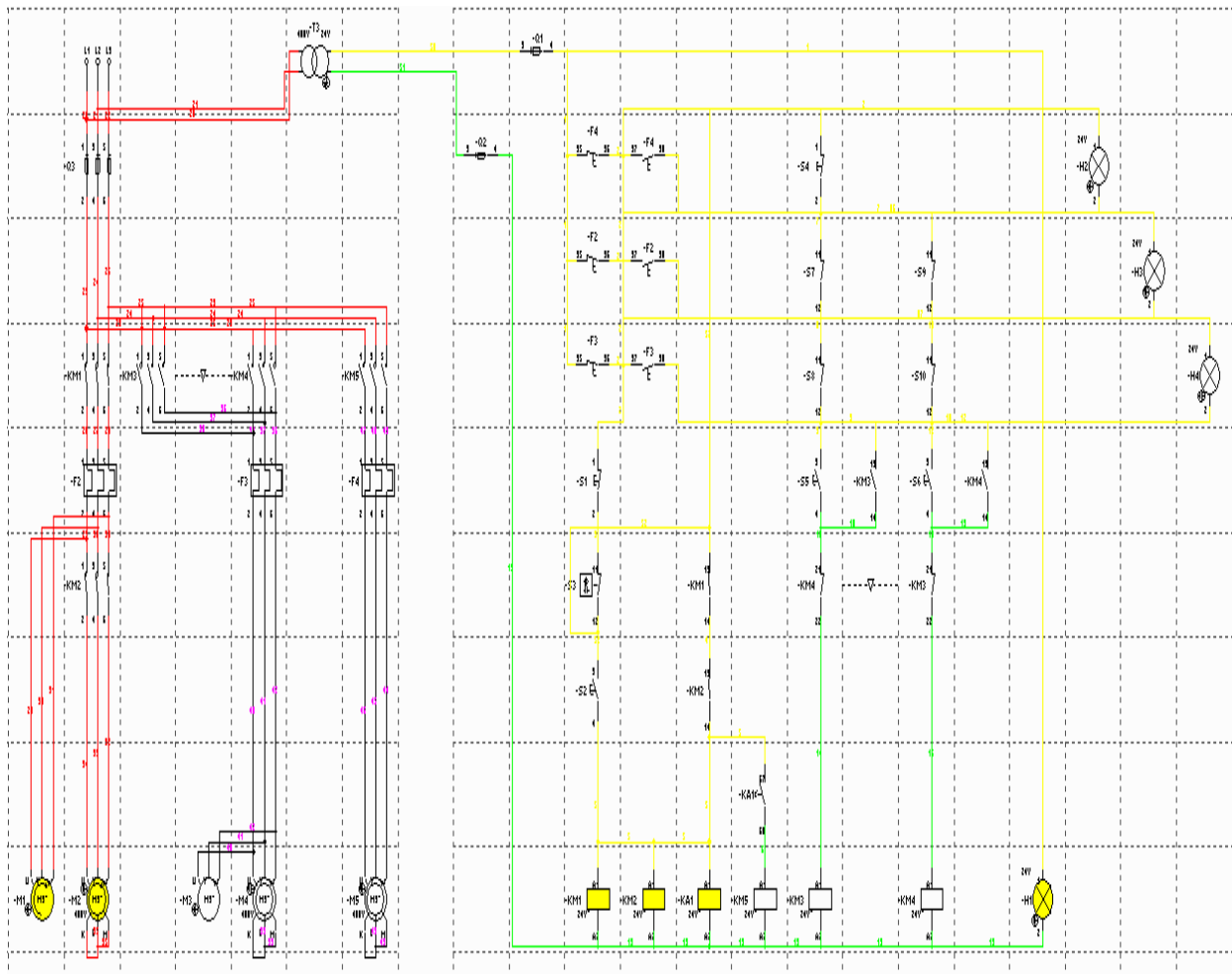


Fig.IV.22. Débloccage frein broche et rotation broche

IV.7.1.2. b. Simulation par LOGO

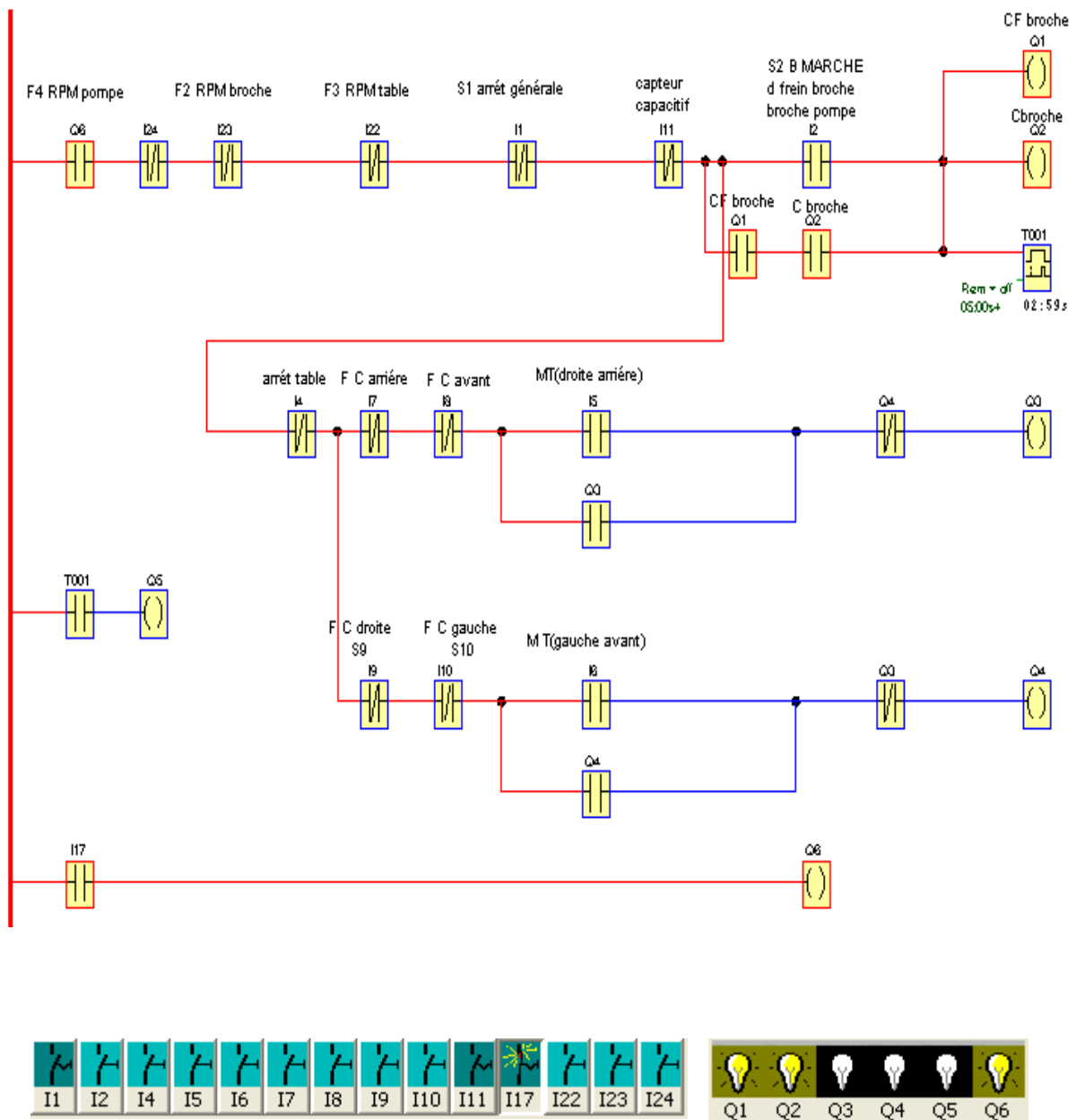


Fig. IV.23. Déblocage frein broche et rotation broche

IV.7.1.2. c. Simulation par GRAFCET

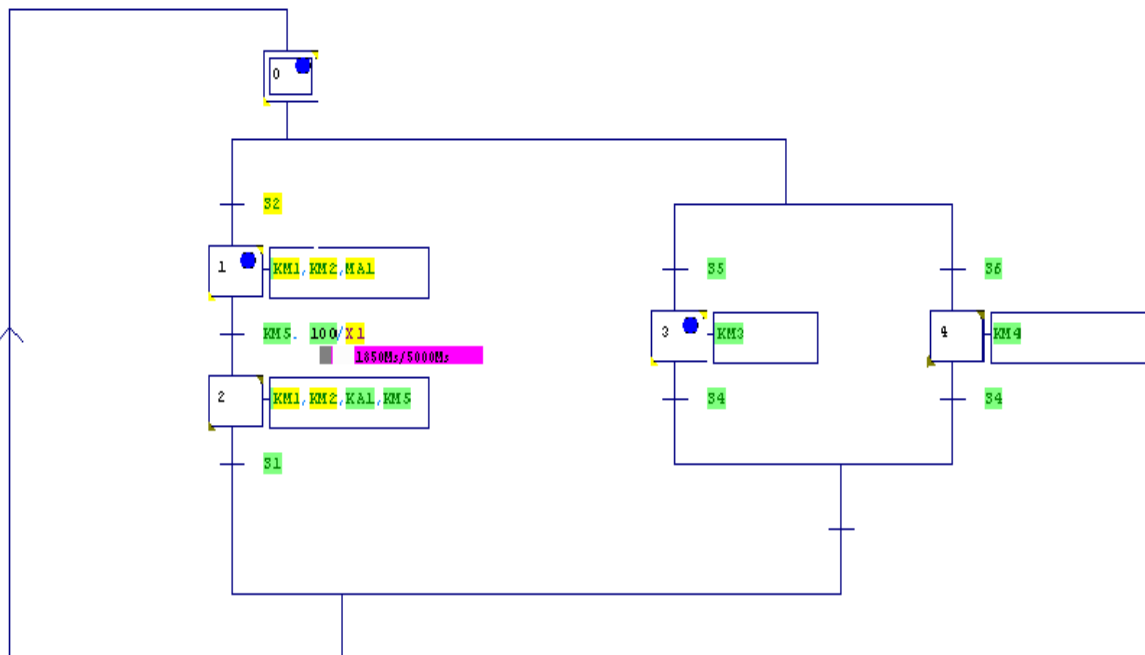


Fig. IV.24. Déblocage frein broche et rotation broche

IV.7.1.2. d. Liste des Entrées/Sorties

Symboles	Variables	Commentaires
S1	I1	Arrêt général
S2	I2	Déblocage frein broche, Rotation broche, Marche pompe
S4	I4	Arrêt table
S5	I5	Marche table à(droite arrière)
S6	I6	Marche table à(gauche avant)
KM1	O1	Contacteur frein de broche
KM2	O2	Contacteur broche
KM3	I3	Contacteur table marche(droite arrière)
KM4	O4	Contacteur table marche(gauche avant)
KM5	O5	Contacteur marche pompe
KA1	O7	Temporisateur
100/X1%T	T0	

Tab.IV.3. Liste des Entrées/Sorties

IV.7.1.3. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe

- Après certains temps.
- Excitation de KM5.
- Auto alimentation de KM1 (13,14) et KM2 (13,14).

IV.7.1.3. a. Simulation par SCHEMAPLIC

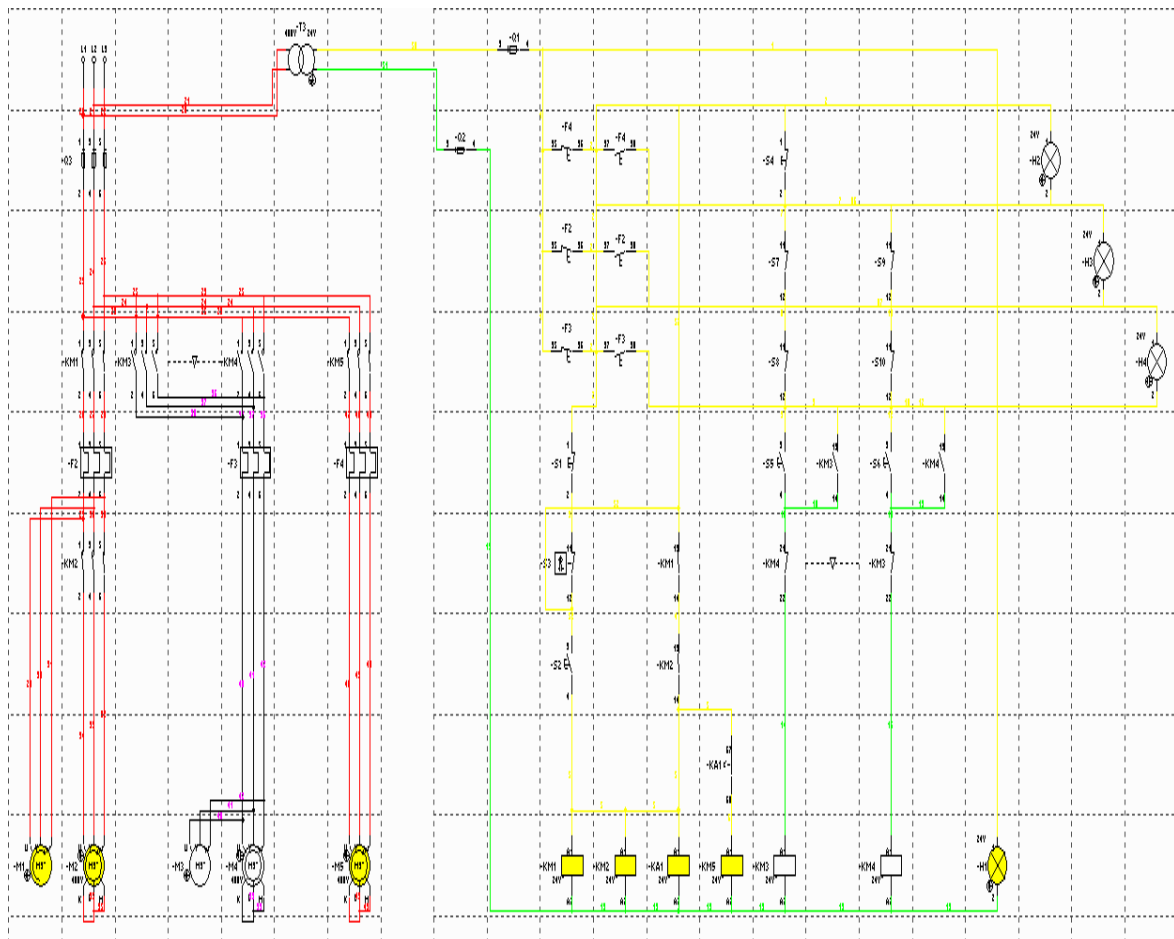


Fig.IV.25. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe

IV.7.1.3. b. Simulation par LOGO

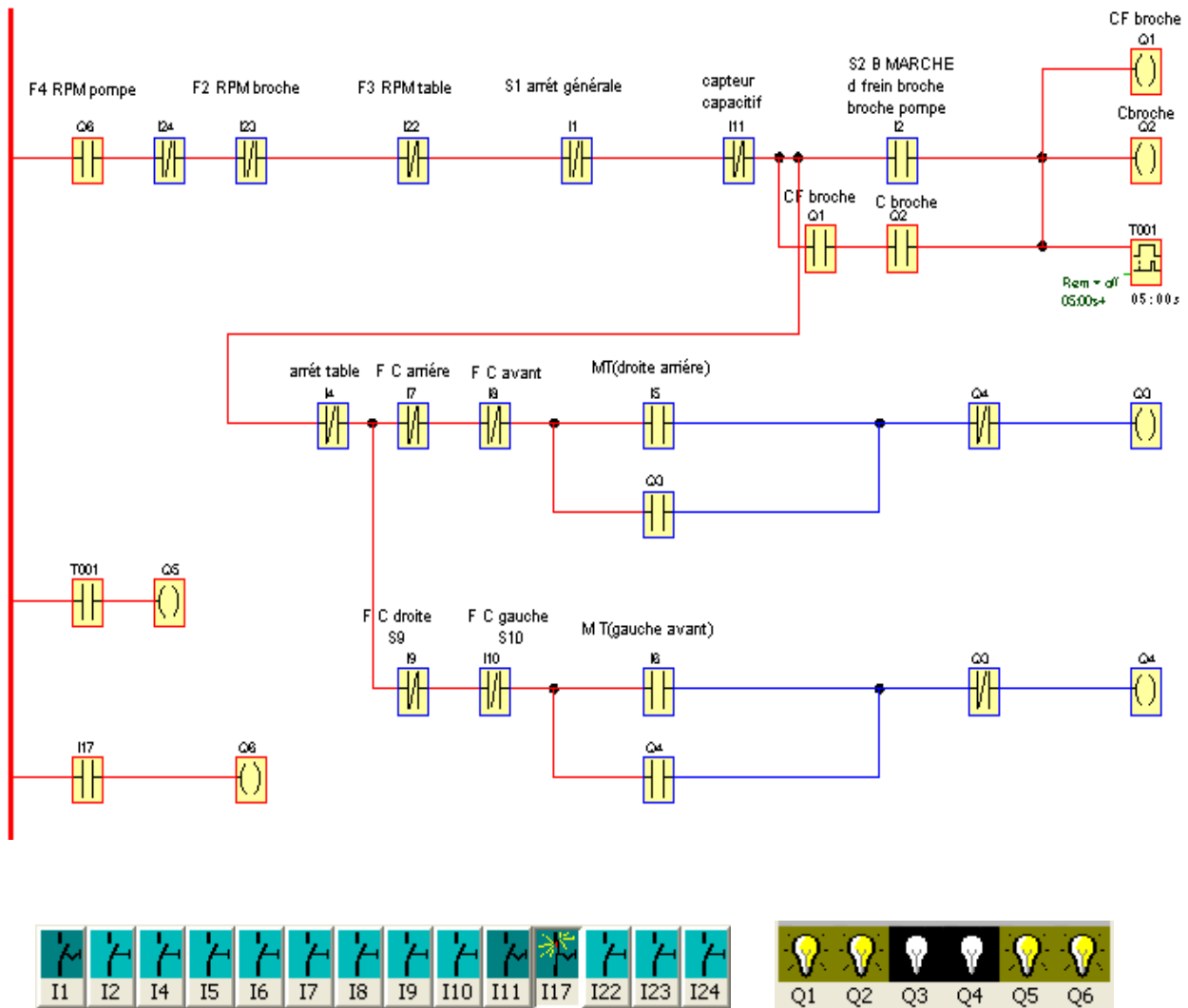


Fig.IV.26. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe

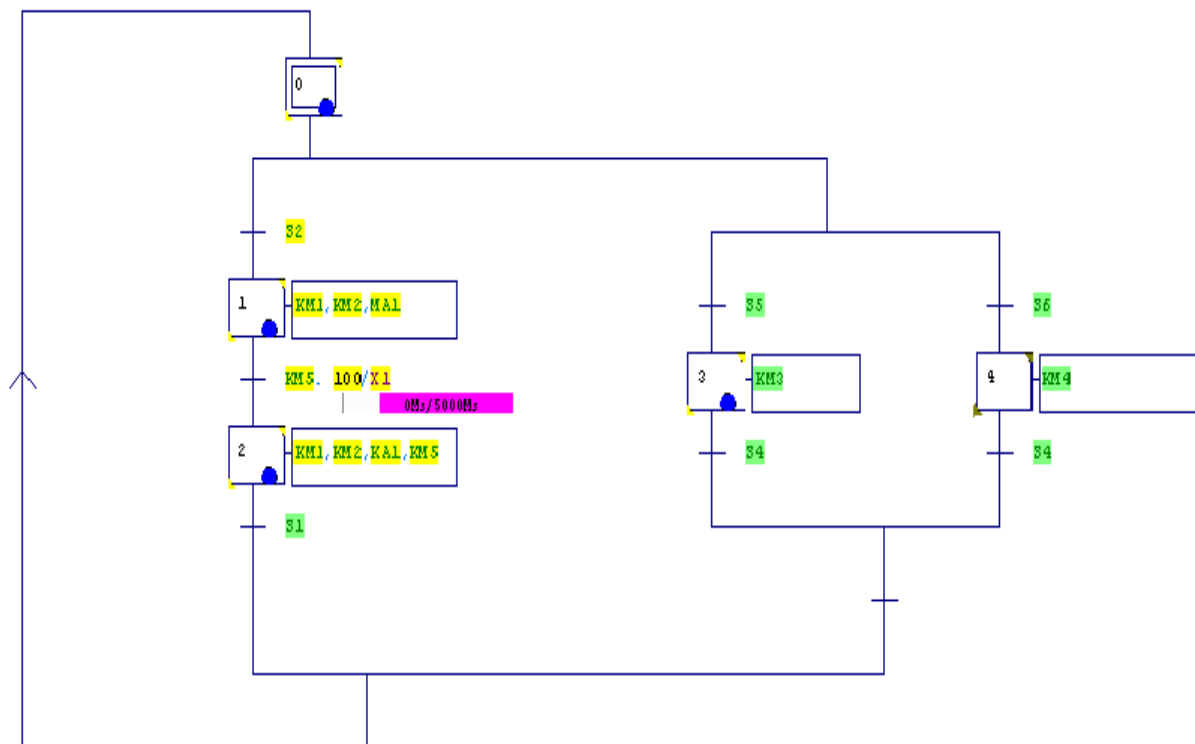
IV.7.1.3. c. Simulation par GRAFCET

Fig.IV.27. Déblocage frein broche, rotation broche et marche pompe

IV.7.1.4. Marche table à (droite arrière)

- Impulsion sur S5.
- Excitation de KM3.
- Auto alimentation de KM3 (13,14).
- Verrouillage de KM4 par KM3 (21,22).

IV.7.1.5. Marche table à (gauche avant)

- Impulsion sur S6.
- Excitation de KM4.
- Auto alimentation de KM4 (13,14).
- Verrouillage de KM3 par KM4 (21,22).

L'arrêt de la table se fait par impulsion sur S4

IV.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons élaboré une étude de simulation à l'aide des logiciels LOGO et SCHEMAPLIC et nous sommes arrivé à mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation des automates programmables industriels (API) pour expliquer le principe de fonctionnement d'une fraiseuse universelle.

Conclusion Générale

Les raisons qui expliquent la popularité croissante des API sont nombreuses. Nous indiquons ici les principales.

- L'API est flexible. Comme il est programmable, la modification de sa tâche est facile. Par contre, avec les systèmes de commande à relais réels, toute modification implique l'ajout ou le retrait de relais et la modification des raccordements. Cette opération comporte un risque élevé d'erreurs de branchement.
- La flexibilité de l'API est telle que lorsqu'un procédé n'est plus requis, on peut le démonter et le réinstaller pour commander un autre procédé complètement différent. Ceci serait impossible avec une armoire de commande à relais.
- L'API est beaucoup moins encombrante que l'armoire de commande à relais qu'il remplace. Par exemple, une unité centrale de traitement d'environ 0.1 mètre cube remplace des centaines de relais de commande et tout le câblage qui relie leurs contacts.
- De plus, l'API consomme beaucoup moins d'énergie et son fonctionnement est silencieux.
- L'API est beaucoup plus fiable que l'armoire de commande à relais.
- De plus, la fermeture et l'ouverture des contacts des relais, bien que rapides, nécessitent un certain temps. Il n'est pas sûr que ce temps reste le même d'un relais à l'autre. Surtout lorsque ces derniers sont usés. Dans certaines applications où la séquence de fermeture des contacts est importante pour la bonne marche du procédé. Ceci peut causer des erreurs de séquence comme ces erreurs sont aléatoires, elles sont très difficiles à diagnostiquer. Etant donné son mode de fonctionnement, l'API élimine ce problème.

Finalement, le coût d'achat et d'installation d'un API est inférieur à celui d'une armoire de commande à relais, dès que l'API remplace une trentaine de relais de commande. Cette économie croît évidemment avec l'ampleur de système.

Parmi les inconvénients de l'utilisation des API, citons que leur mode de fonctionnement entraîne parfois des problèmes du type aléas de séquence. Ainsi, il se peut que l'ordre dans lequel on écrit le programme influence le comportement de la commande.

Finalement, mentionnons que, d'une marque d'API à l'autre, une même fonction n'a pas nécessairement le même effet, ou ne produit pas exactement les mêmes résultats. Cet inconvénient vient du fait que les fabricants n'ont pas encore établi de standards communs.

Ainsi, chaque fois que l'on change de marque d'API, c'est important de consulter le manuel de programmation, afin de s'assurer de l'opération des fonctions. Ces différences ne sont pas énormes, mais elles impliquent parfois de légères modifications dans le circuit de commande programmé.

L'objectif de ce travail est de voir l'intérêt de passage de la logique câblé à la logique programmé. Nous nous sommes préoccupés plus particulièrement du cas de fraiseuse universelle.

- Notre travail peut être étendu à l'étude de plusieurs applications.
- Comme perspectives à notre travail, on peut envisager l'emploi d'autre langage de programmation des API.



Annexe

Annexe

1. Description de l'AUTOMOGEN

Comment créer et simuler un schéma à **GRAF CET** avec le logiciel **AUTOMGEN V8.009** ?

1.1. Démarrer AUTOMGEN V8.009

Par Fichier

Nouveau

Folio (Clic droit de la souris)

Créer un nouveau Folio en choisissant le format A4 portrait :

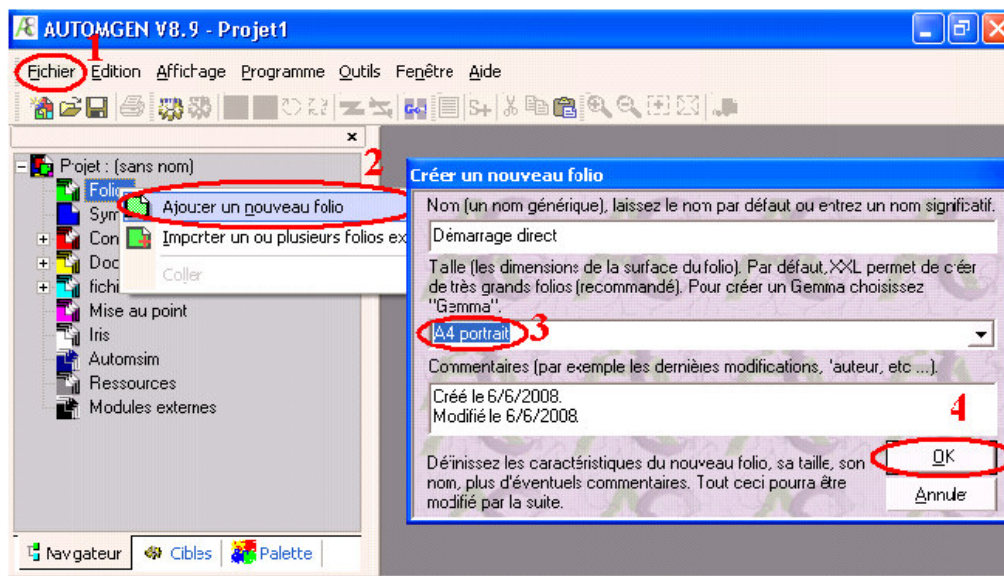
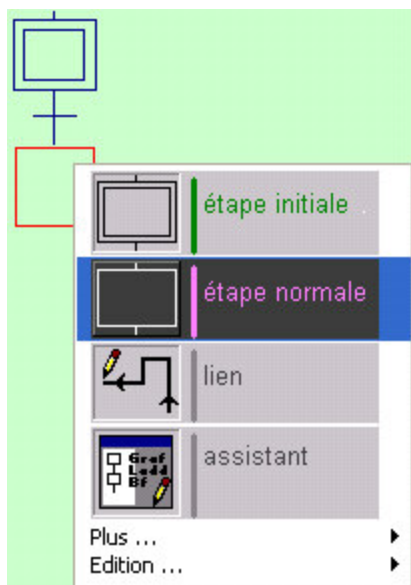


Fig.1.a. Démarrer AUTOMGEN

1.2. Les méthodes de création d'un GRAFCET

a- L'usage de la palette d'outils par un clic droit de la souris:



b- L'usage de l'assistant qui permet d'utiliser des structures prédéfinies à paramétrer:

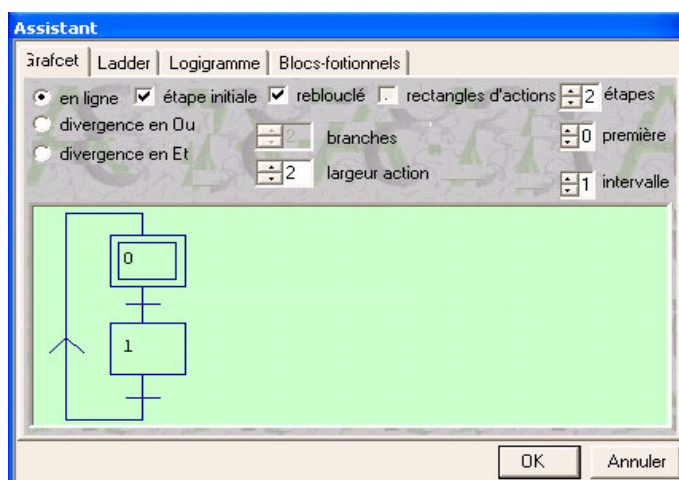


Fig.1.b. Les méthodes de création d'un GRAFCET

c- La connaissance des touches clavier pour tracer étapes, transitions et liaisons :

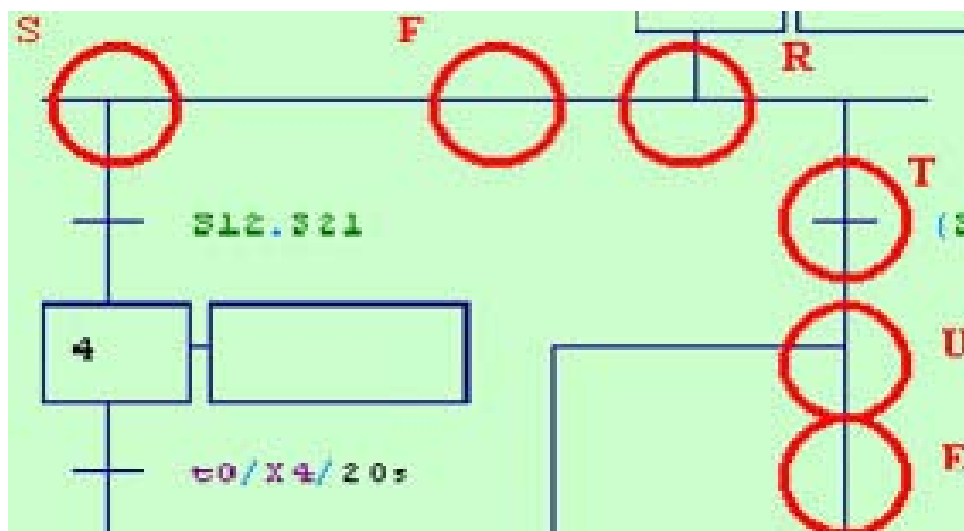


Fig.1.c. Transitions et liaisons

1.3. Renseigner les actions

Réaliser un clic droit à l'emplacement de l'action, choisir le rectangle jaune pour obtenir le tracé du cadre puis renseigner l'action.

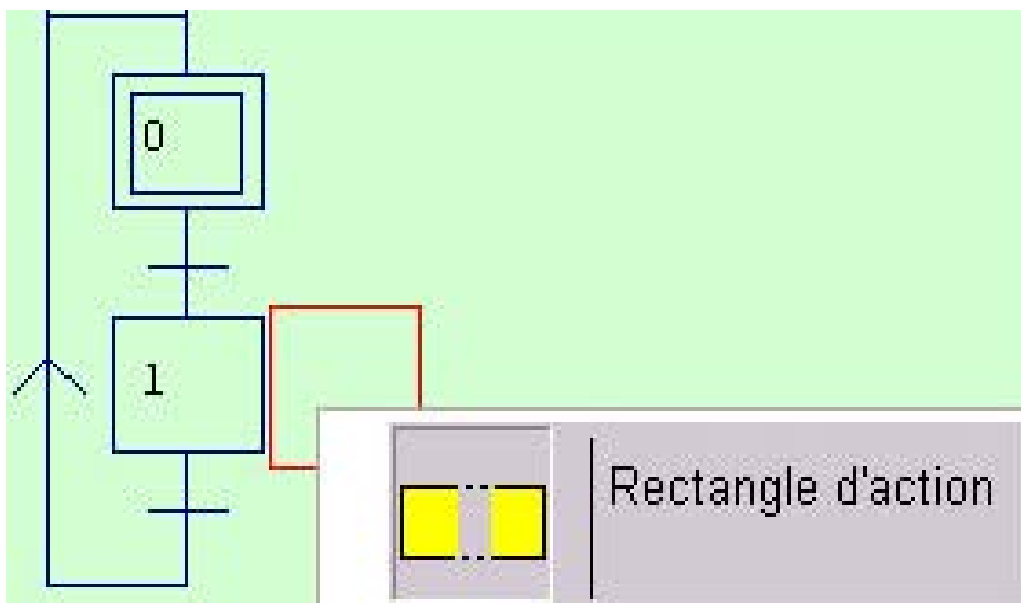


Fig.1.d. Renseigner les actions

1.4. Lancer la simulation sur ordinateur

Sélectionner Cibles

Puis sélectionner PC

Clic sur GO

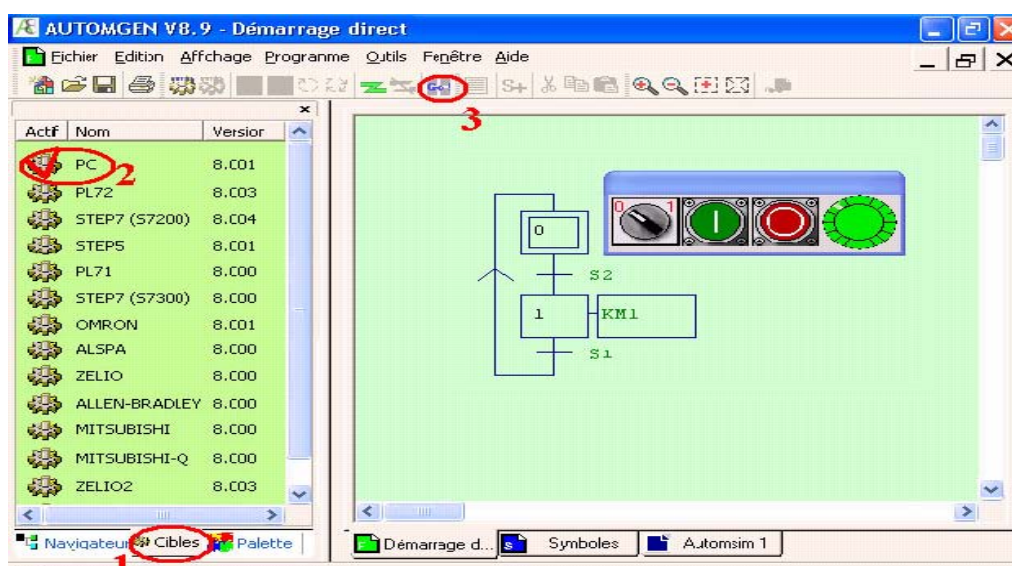


Fig.1.e. La simulation sur ordinateur

2. Description de SCHEMAPLIC

Comment créer et simuler un circuit de puissance et de commande avec le Logiciel SCHEMAPLIC ?

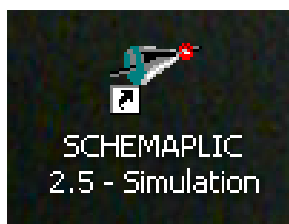


Fig.2. Symbole de bureau de SCHEMAPLIC

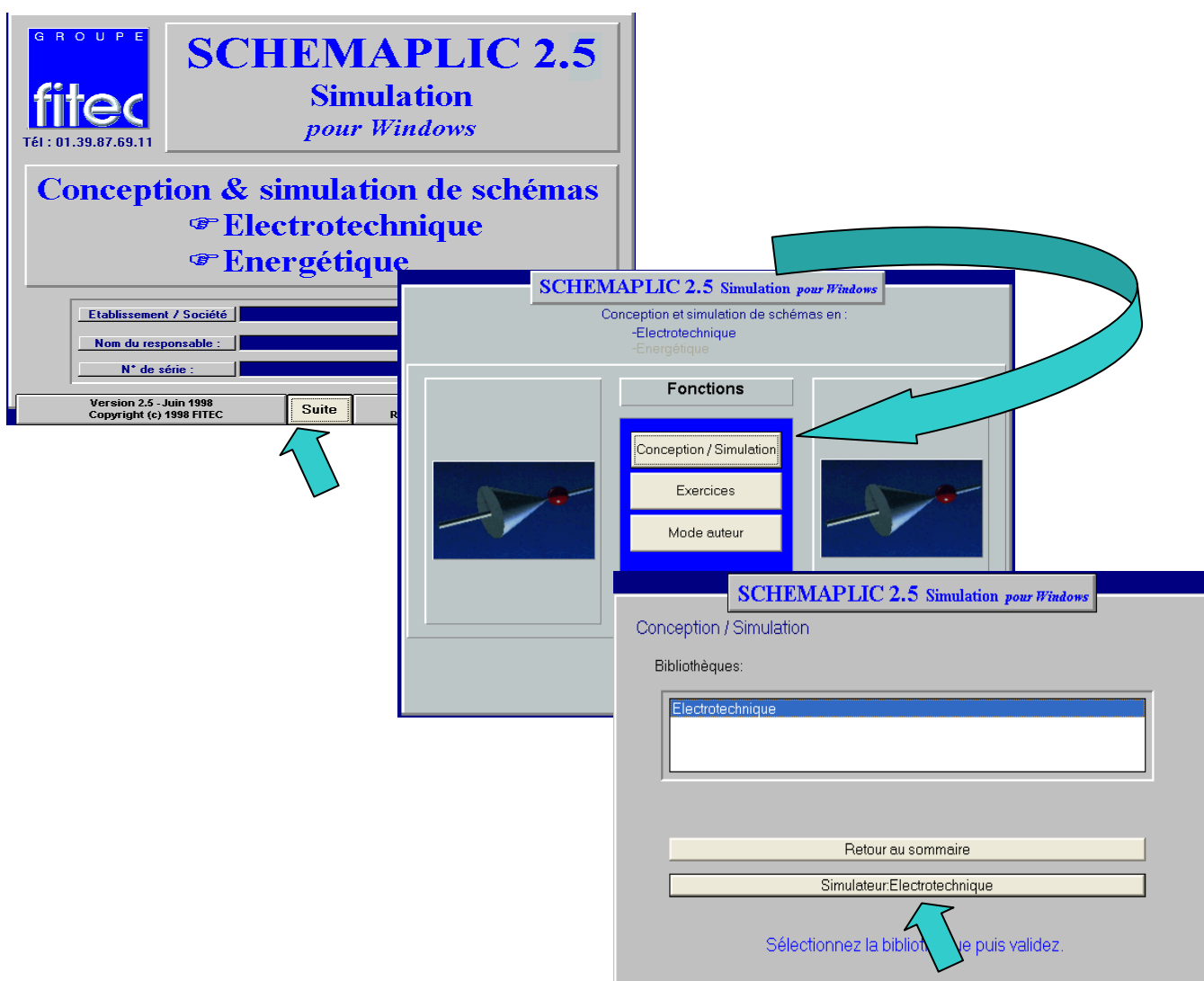


Fig.2.a. Les étapes d'ouverture le SCHEMAPLIC

2.1. crée un nouveau fichier

Pour crée une nouvelle page

Clic à gauche sur fichier

Clic à gauche sur nouveau

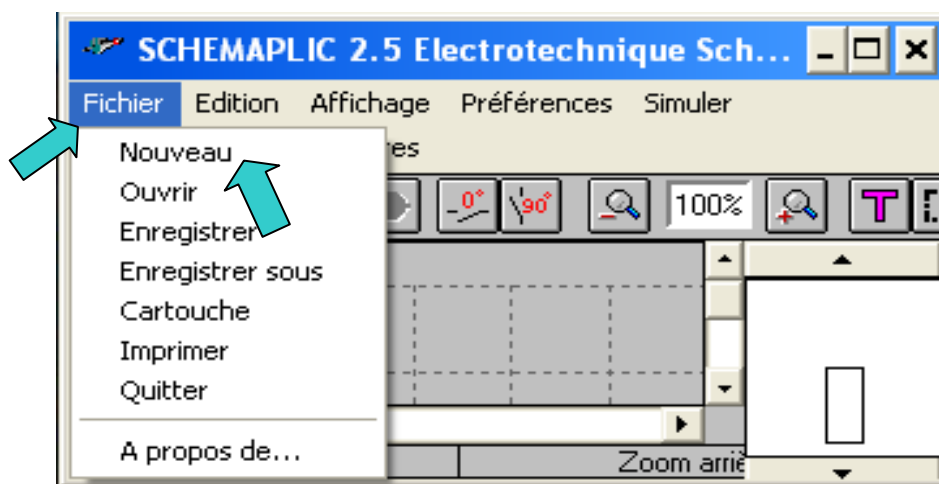


Fig.2.b. Crée un nouveau fichier

2.2. table des symboles

Clic à gauche sur bibliothèque (boites noires)

Voire la liste à droite

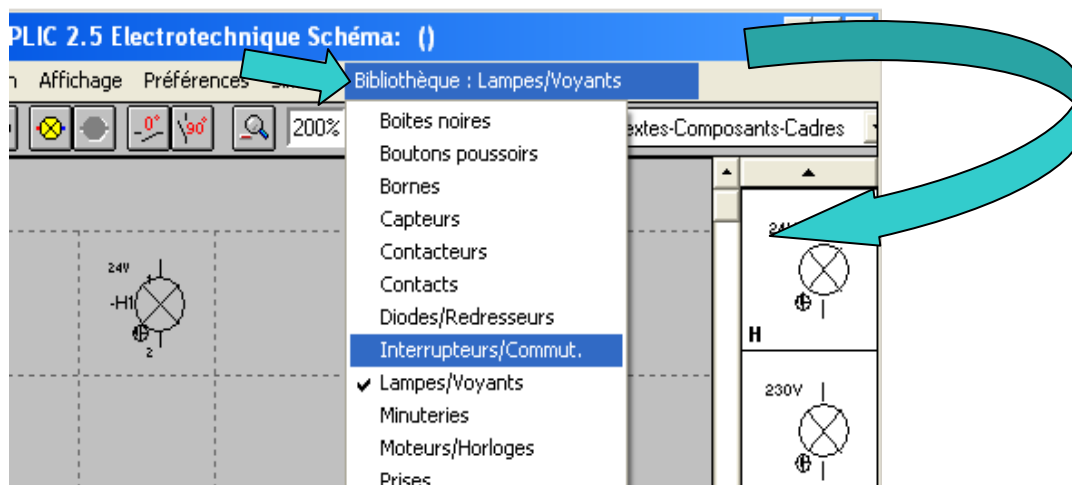


Fig.2.c. Table des symboles

2.3. Crée un schéma de puissance et de commande

Clic sur la liste des symboles qui est droite

Lié les symboles pour faire un schéma

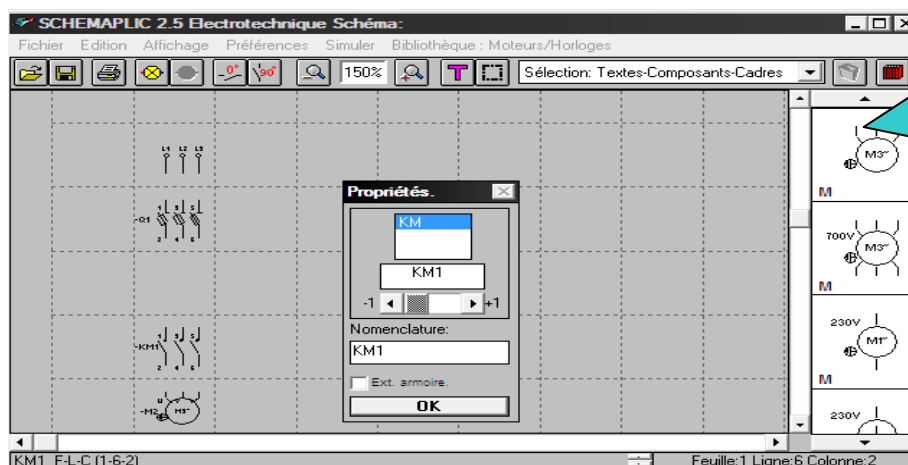


Fig.2.d. Création d'un schéma

2.4. L'enregistrement d'un schéma

Clic à gauche sur fichier

Clic à gauche sur enregistrer sous

Ecrire le nom du fichier

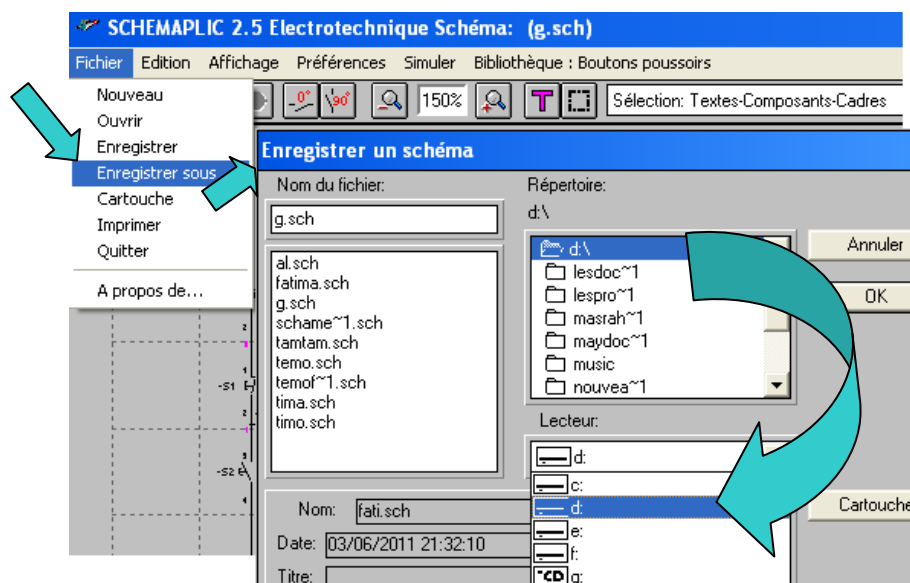


Fig.2.e. Sauvegarder dans les documents

2.5. La simulation

Clic à gauche sur simuler

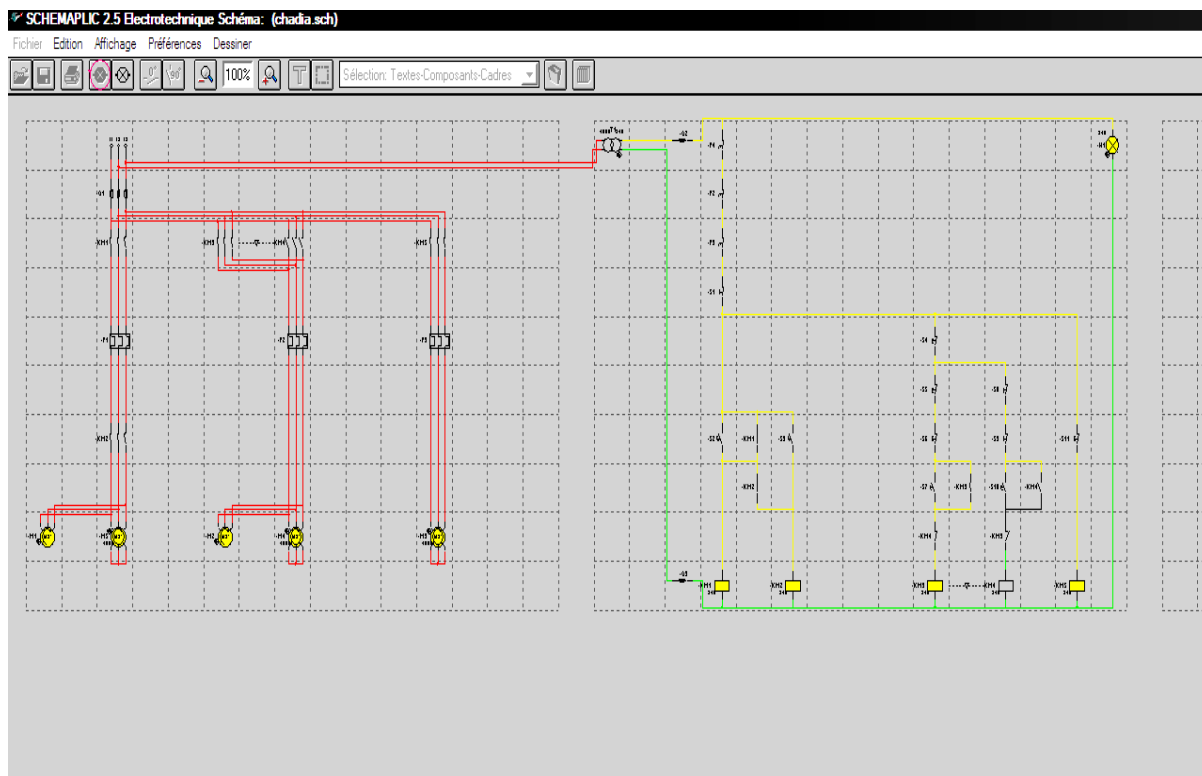


Fig.2.f. Simulation

3. Description du LOGO

Le LOGO! Soft Confort est utilisé pour :

- ✓ La production
- ✓ Simulation et test en ligne
- ✓ Documentation

Les programmes de commutations sont transmises par un câble sur le LOGO!relais de commande suivante généralement sur le PC.

La version de démonstration de LOGO! Soft Confort a la gamme complète de fonctions pour les logiciels génération et simulation, par rapport à la version complète est que la communication en ligne avec LOGO! Dispositif est désactivé.

En suit en donne la description de ouverture un nouvelle page et comment faire le schéma demander et la simulation et l'enregistrement.



Fig.3. Symbole de bureau de LOGO

3.1. L'ouverture d'une nouvelle page

Clic à gauche sur fichier

Clic à gauche sur nouveau

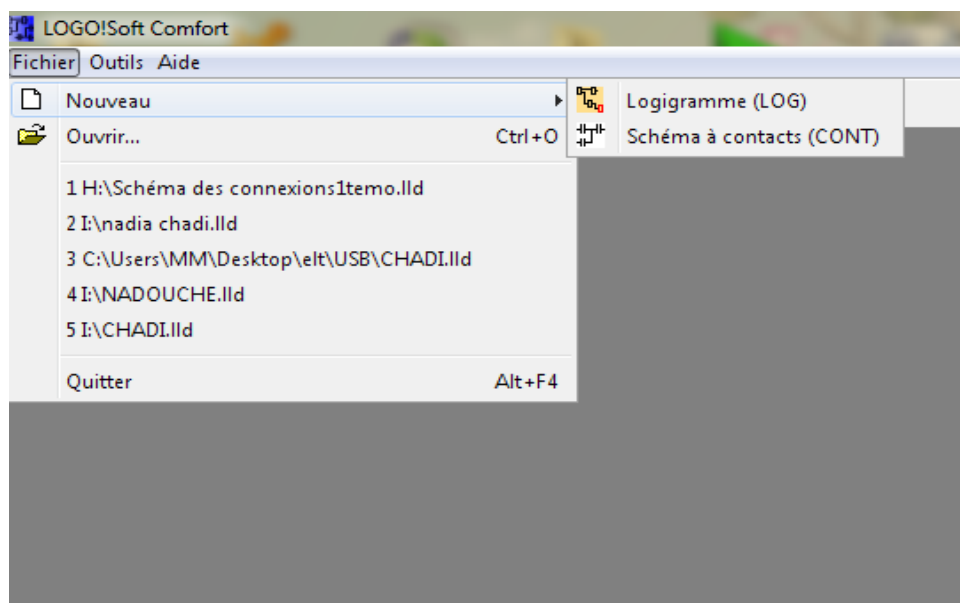


Fig.3.a. Ouverture d'un nouveau fichier

3.2. Ouverture d'un catalogue avec les éléments

Clic à gauche sur schéma à contacts

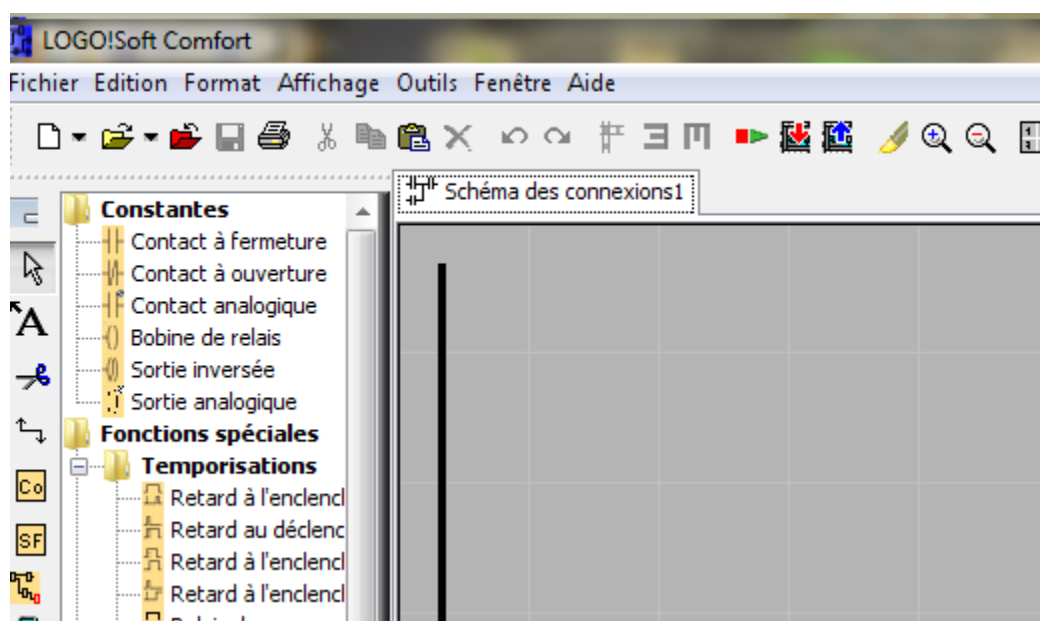


Fig.3.b. Ouverture d'un catalogue

3.3. Insertion des entrées et des sorties

Clic à gauche sur l'élément pour le mettre dans le schéma

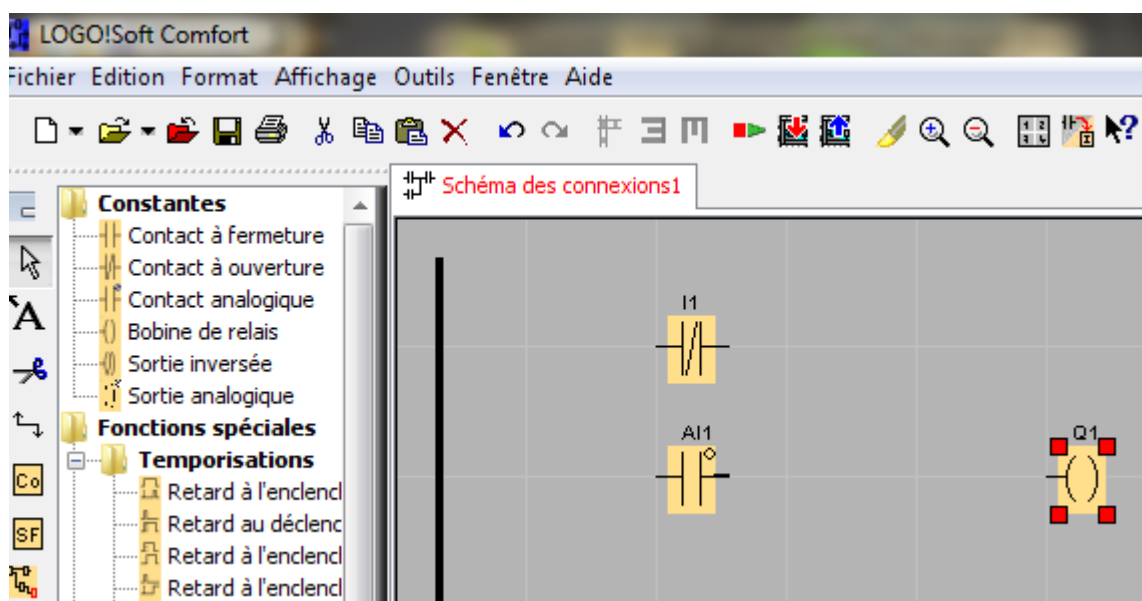


Fig.3.c. Insertion des entrées et des sorties

3.4. Connexion des éléments

Clic à gauche sur le bouton de connexion

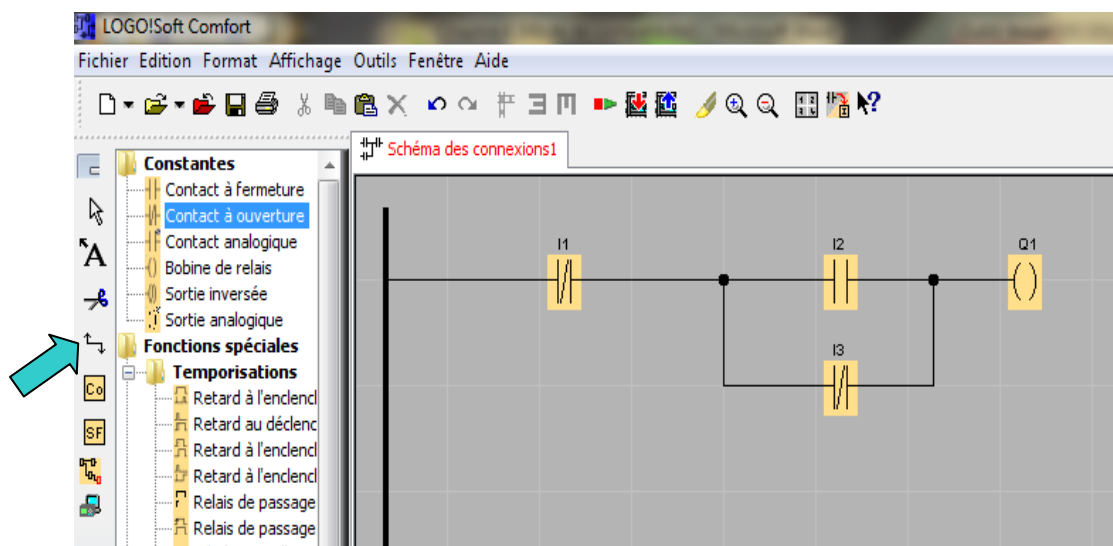


Fig.3.d. Connexion des éléments



Fig.3.e. Bouton de Connexion

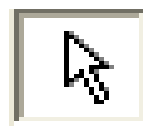


Fig.3. f. Bouton de sélection

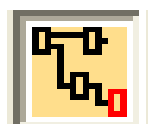


Fig.3.g. Bouton de simulation

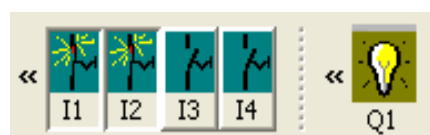


Fig.3.h. Simulation par les éléments de sortie

3.5. Simulation avec LOGO! Soft Comfort

Le logiciel LOGO! Soft Comfort programmation permet de tester des programmes par simulation. Pour ce faire, doit être cliqué le bouton de simulation entrée suivante complète du programme. Commutateurs de simulation pour le réglage des signaux d'entrée est ensuite affiché dans la marge inférieure de l'écran. Les feux de signalisation indiquent l'état initial.

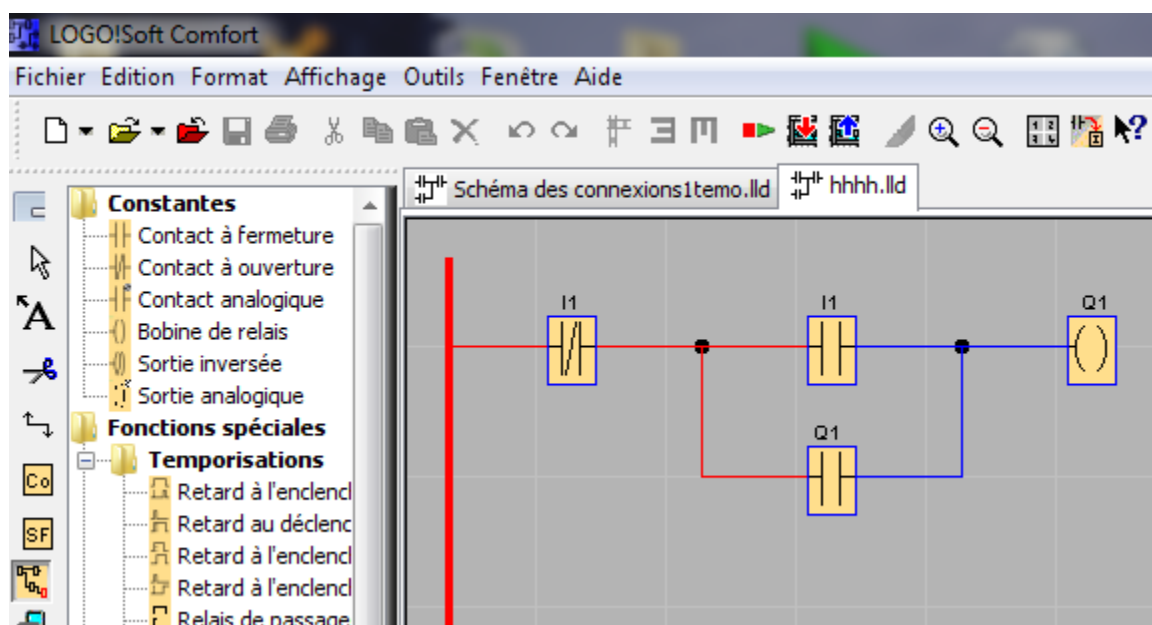


Fig.3.g. Simulation

Le programme enregistré est alors disponible pour une utilisation une date ultérieure.

L'enregistrement des programmes est significatif des fins de sauvegarde et de la documentation.

3.6. L'enregistrement du schéma

Clic à gauche sur fichier

Clic à gauche sur enregistrer sous

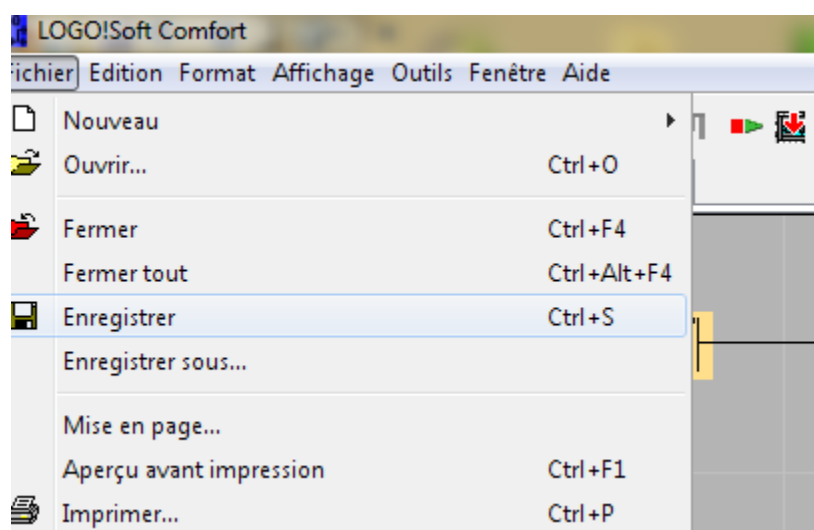


Fig.3.i. Sauvegarder dans les documents

Bibliographies

- [1] J.C.BOSSY, D.MERAT:
AUTOMATISME APPLIQUE, 1985.
- [2] Alain REILLER:
Analyse et maintenance des automatismes industriels, ellipses, 1999.
- [3] HENRI NEY :
Technologie et schéma d'électricité, NATHAN TECHNIQUE, 1980.
- [4] Télémécanique:
SCHEMATIQUE ELECTROTECHNIQUE, 1986.
- [5] BERT TERRAS:
« Précis de physique et électricité appliquées BTS mécanique et automatisme industriels:1ère et 2ème années physique appliquée »Edition Bréal, 2003.
- [6] G.MICHEL:
Les A.P.I. Architecture et applications des automates programmables industriels, 1988.
- [7] SONATRACH, CENTRE DE PERFECTIONNEMENT DE L'ENTRPRISE (A.AMRI)
Les automates programmables industriels et les réseaux 2000.
- [8] DIVERS DOCUMENTATIONS SUR LE WEB.
- [9] F.CASTELLAZZI, Y.GANGLOFF, D.COGNIEL:
MEMOTECH, Maintenance industrielle, CASTEILLA, 1998.
- [10] GILLES MICHEL « Architecture et application des automates programmables
»DUNOD, Paris 1988.
- [11] GUILLOSOU BERNARD :
Technique numérique Automate programmable industriel (série 3).
- [12] THEODOREWILDI Gilbert SYBILLE «Electrotechnique» 4émeedition Juin 2005.