

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE 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
DIPLÔME
DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE
SPECIALITE: AUTOMATIQUE
THEME

COMMANDE D'UNE MACHINE INDUSTRIELLE
(PONT ROULANT) PAR (API)

Proposé et dirigé par :

- Mr.: Salah BELKHIRI

Présenté par :

- GHERBI Fawzi

Année Universitaire: 2011/2012

N° d'ordre : 09

*R*emerciement

*Je remercie tout d'abord mon Dieu ALLAH qui m'a
donné la force pour compléter ce mémoire.*

*Je remercie beaucoup mon encadreur, **Mr : Belkhiri
Salah** , qui a suivi mon travail.*

*je remercie monsieur le directeur du département de
génie électrique **Mr. Bachir BENJAÏMA** et tous les
enseignants et tous mes amis étudiants pour leur aide,
et particulièrement tous ceux qui ont participé de près
ou de loin dans ce travail.*

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

*A ma mère et mon père qui m'ont soutenu et aider tout
le long de mon parcours et sans qui je ne serais pas ou
j'en suis*

*A mes chères frères et mes sœurs, à toute ma famille
À tout mes amis de l'université de m'sila avec qui j'ai
eu d'agréable
moments et apprit beaucoup de choses.*

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------	---

Chapitre I : Automatismes généraux

I.1. Introduction	4
I.2 Définition d'un automate	4
I.3 les objectifs de l'automatisation	5
I.4 Conduite et surveillance d'un système automatisé	5
I.5. Structure générale d'un automate	6
I.6. Structures d'un système automatisé	7
I.6.1. Acquisition des données	8
I.6.2. Traitement des données	9
I.6.3. Commande de puissance (pré actionneur)	10
I.6.4. Dialogue homme-machine	10
I.6.5. Protection du système	11
I.6.6. Les actionneurs	11
I.6.7. Alimentation en énergie	12
I.7. Connaissance du matériel	12
I.7.1. La commande de puissance	13
I.7.2. L'acquisition des données	14
I.8 Conclusion	18

Chapitre II : Les Automates Programmables Industriels

II.1 Introduction	20
II.2 Historique	21
II.3 Définition générale	22
II.4 Caractéristiques des automates programmables	23
II.5 Les Objectifs	23
II.6 Fonctionnement :	24
II.7 Architecture des automates programmables industriels	25
II.7.1 L'alimentation	26
II.7.2 Le processeur ou unité centrale (CPU, Central Processing Unit)	26
II.7.2.a Les bus	26
II.7.2.b Le processeur	26
II.7.2.c Les mémoires	27

II.7.2.d Les modules d'entrée/sortie (E/S)	28
II.7.2.e Liaisons de communication	29
II.8. Périphériques et auxiliaires des automates	30
II.8.1 Le simulateur	30
II.8.2 L'unité de dialogue en ligne(UDEL)	30
II.8.3 Les mémoires de masse	31
II.8.4 Les imprimantes	31
II.8.5 Les consoles de programmation	31
II.9 Sécurité de fonctionnement	32
II.9.1. Les dispositifs généraux de sécurité	32
II.9.2 La sécurité des entrées-sorties	33
II.10 Les contraintes de l'environnement industriel	34
II.11 Domaines d'utilisation des API	35
II.12 Les langages de programmation des API	35
II.13 Conclusion	38

Chapitre III : Les pont roulants

III.1 Introduction	39
III.2 Définition	39
III.3 Installation	40
III.4 Types de pont roulantes	41
III.4.1 Les ponts roulants mono-poutres	42
III.4.2 Les ponts roulants bipoutres	42
III.4.3 Pont roulant à trois poutres	43
III.4.4 Pont roulant à quatre poutres	43
III.4.5 Pont roulant avec chariot rotatif	43
III.4.6 Manutention spécial pour cylindres	43
III.4.7 Ponts de grande service	43
III.4.8 Les portiques et les semi-portiques	43
III.5 Les palans électriques à câble	43
III.6. Description du matérielle	44
III.6 .1. Appareillages de connexions	44
III.6.2. Appareilles de protection	45
III.6.3. Appareilles de commande	48

III.7 Conclusion	50
------------------	----

Chapitre IV : Application

IV.1 Introduction	52
IV.2 Application	52
IV.2.1 Schéma global par SCHEMAPLIC	53
IV.2.2 Schéma global par GRAFCET	54
IV.2.3 Nomenclature	55
IV.3 Liste des Entrées/Sorties	56
IV.4 Principe de fonctionnement	57
IV.4.1 Circuit de puissance	57
IV.4.2 Circuit de commande	58
IV.4. Schéma global par Step7	59
IV.5 Pont	60
IV.5.1 Marche avant (vitesse lente)	62
IV.5.2 Marche avant (vitesse rapide)	64
IV.5.3 Marche arrière (vitesse lente)	66
IV.5.4 Marche arrière (vitesse rapide)	68
IV.6 Palan	70
IV.6.1 Descente (vitesse lente)	72
IV.6.2 Descente (vitesse rapide)	73
IV.6.3 monte (vitesse lente)	75
IV.6.4 monte (vitesse rapide)	76
IV.7 Chariot	78
IV.7.1 à gauche (vitesse lente)	80
IV.7.2 à gauche (vitesse rapide)	82
IV.7.3 à droite (vitesse lente)	84
IV.7.4 à droite (vitesse rapide)	86
IV.8 Conclusion	88
Conclusion générale	89
Bibliographie	91

Liste des figures

Chapitre I : automatisme générale

Fig. I.1 : Schéma générale d'un automatisme.....	4
Fig. I.2 : Structure générale d'un automatisme.....	7
Fig. I.3 : Structure d'un système automatisé.....	8
Fig. I.4 : Signaux des données.....	9
Fig. I.5 : Capteur TOR.....	16
Fig. I.6 : Exemple d'un capteur TOR.....	16
Fig. I.7 : Exemple d'un capteur analogique et capteur numérique.....	17

Chapitre II : les automates programmables industriels

Fig. II.1 : L'automate programmable (Siemens S7-300).....	20
Fig. II.2 : Exemple de commande d'une machine par API	21
Fig. II.3 : Fonctionnement cyclique d'un API.....	24
Fig. II.4 : Temps de scrutation et Temps de réponse.....	25
Fig. II.5 : Architecture d'un API.....	25
Fig. II.6 : La mémoire.....	28
Fig. II.7 : Les interfaces d'entrées/sorties.....	29
Fig. II.8 : Symboles usuels en langages LD.....	36
Fig. II.9 : Exemple Programme grafcet.....	36
Fig. II.10 : CONT(LD).....	37
Fig. II.11 : LOG(FBD).....	37
Fig. II.12 : LIST(IL).....	37
Fig. II.13 : SCL(ST).....	37

Chapitre III Les Ponts roulants

Fig. III.1 : Schéma d'ensemble du pont roulant.....	40
Fig. III.2 : Les axes de déplacement de pont roulant.....	41
Fig. III.3 : Translation de pont.....	42
Fig. III.4 : Sectionneur.....	45
Fig. III.5 : Symbole de sectionneur	45
Fig. III.6 : Bouton d'arrêt d'urgence.....	48

Fig.III.7 : Coup d'impulsion.....	48
Fig.III.8 : Coup de poing.....	48
Fig.III.9 : Contacteur.....	49
Fig.III.10 : Schéma de câblage d'un contacteur.....	49
Fig.III.11 : Bloc de contacts auxiliaire.....	50
Fig.III.12 : Contacts auxiliaire temporisés.....	50

Chapitre IV Application

Fig. IV.1 : Schéma global par SCHEMAPLIC.....	53
Fig. IV.2 : Schéma global par GRAFCET	54
Fig. IV.3 : Schéma global par Step7.....	59
Fig. IV.4 : Simulation du pont par SCHEMAPLIC	60
Fig. IV.5 : Simulation du pont par step7.....	61
Fig. IV.6 : Simulation du pont Marche avant (vitesse lente) par SCHEMAPLIC.....	62
Fig. IV.7 : Simulation du pont Marche avant (vitesse lente) par step7	63
Fig. IV.8 : Simulation du pont Marche avant (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC.....	64
Fig. IV.9 : Simulation du pont Marche avant (vitesse Rapide) par step7	65
Fig. IV.10 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse lente) par SCHEMAPLIC.....	66
Fig. IV.11 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse lente) par step7	67
Fig. IV.12 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC.....	68
Fig. IV.13 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse Rapide) parstep7.....	69
Fig. IV.14 : Simulation du palan par SCHEMAPLIC.....	70
Fig. IV.15 : Simulation du palan par step7	71
Fig. IV.16 : Simulation du palan Descente (vitesse lente) par SCHEMAPLIC.....	72
Fig. IV.17 : Simulation du palan Descente (vitesse lente) par Step7.....	72
Fig. IV.18 : Simulation du palan Descente (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC.....	73
Fig. IV.19 : Simulation du palan Descente (vitesse Rapide) par Step7	74
Fig. IV.20 : Simulation du palan montée (vitesse lente) par SCHEMAPLIC	75
Fig. IV.21 : Simulation du palan montée (vitesse lente) par Step7.....	75
Fig. IV.22 : Simulation du palan montée (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC.....	76
Fig. IV.23 : Simulation du palan montée (vitesse Rapide) par Step7.....	77
Fig. IV.24 : Simulation du chariot par SCHEMAPLIC	78
Fig. IV.25 : Simulation du chariot par Step7	80
Fig. IV.26 : Simulation du chariot à gauche (vitesse lente) par SCHEMAPLIC.....	80

Fig. IV.27 : Simulation du chariot à gauche (vitesse lente) par Step7.....	81
Fig. IV.28 : Simulation du chariot à gauche (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC.....	82
Fig. IV.29 : Simulation du chariot à gauche (vitesse Rapide) par Step7.....	83
Fig. IV.30 : Simulation du chariot à droite (vitesse lente) par SCHEMAPLIC	84
Fig. IV.31 : Simulation du chariot à droite (vitesse lente) par Step7.....	85
Fig. IV.32 : Simulation du chariot à droite (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC	86
Fig. IV.33 : Simulation du chariot à droite (vitesse Rapide) par Step7	87

Liste des tableaux

Tableaux .IV.1 : Liste des Entrées/Sorties.....	56-57
--	-------

Introduction générale

La continuité des entreprises dans le monde industriel dépend de l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité du produit ou la diminution des coûts de production, pour réaliser ces conditions doivent être utilisés l'automatisme industriel.

L'automatisation d'un procédé (machine ou ensemble de machines, équipement industriel) consiste à assurer un bon fonctionnement par un dispositif technologique qui a plusieurs objectifs :

- Objectif économique qui concerne la production en qualité et pour répondre à la demande dans un environnement très concurrentiel.
- Amélioration des conditions de travail.

Ce dispositif technologique permet d'assurer le fonctionnement avec un minimum d'interventions humaines. Parmi ces dispositifs, on distingue deux types :

- Dispositifs séquentiels à base des circuits séquentiels (**logique câblée**).
- Dispositifs programmables à base des circuits programmables (**logique programmée**).

Les méthodes de fabrication actuelles subissent des mutations importantes et font de plus en plus appel à l'automatisation. Cette évolution est caractérisée par un développement spectaculaire des systèmes programmés. Parmi les solutions programmées on trouve les automates programmables.

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.[9]

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.[9]

Introduction Générale

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.

Dans ce mémoire nous allons commander une machine industrielle (pont roulant) par l' API, le pont roulant généralement installés dans des halls industriels, il joue un rôle important dans l'industrie car il permettant le levage et le transfert des charges lourdes.

Notre travail est présenté en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur l'automatisme.
- Le deuxième chapitre présente une vue générale sur les API, l'automate dans son milieu industriel et ses besoins de communication..
- Le troisième chapitre est destiné pour étudier les ponts roulants ; types et caractéristiques ainsi leurs protection.
- Le quatrième chapitre est réservé à l'application de l'API pour commander une machine industrielle (pont roulant), dans ce chapitre, nous avons élaboré une étude de simulation à l'aide des logiciels :
 - SCHEMAPLIC pour les circuits de puissance et de commande.
 - Step7 pour la programmation et le logiciel PLCSIM pour la simulation.

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

Chapitre I

Automatisme

Générale

I.1.Introduction

Dans la zone d'industrie il existe plusieurs systèmes automatisés, ils sont indispensables, ils effectuent quotidiennement les tâches les plus difficile et les plus répétitives ou les plus dangereuses. Parfois, les automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. Donc l'automatisme sont réalisés en vue d'apporter des solutions à des problèmes de nature technique économique ou humaine.

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 Définition d'un automatisme [1]

D' une façon générale, un automatisme est un dispositif qui permet à des machines ou des installations de fonctionner avec une intervention de l'homme réduite au strict minimum et qui peut :

- prendre en charge des tâches répétitives, ou dangereuses, ou pénibles à exécuter ;
- contrôler la sécurité du personnel et des installations ;
- accroître la production et la productivité, réaliser des économies de matière et d'énergie ;
- accroître la flexibilité des installations pour modifier des produites ou des rythmes de fabrications...

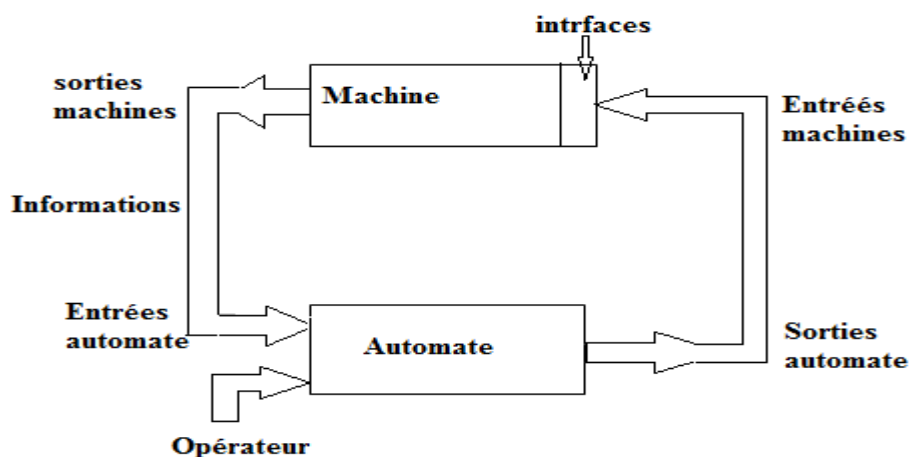


Fig. I.1 : schéma générale d'un automatisme

Un automatisme industriel est généralement conçu pour commander une machine ou un group de machines.

On appelle cette (ou ces) machine la "partie opérative" du processus, alors que l'ensemble des composants d'automatisme fournissant les informations qui servent à piloter cette partie opérative est appelé "partie commande". C'est l' ensemble de la partie opérative et de la partie commande qui constitue l'automatisme complet.[1]

La Partie Commande mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre, afin d'élaborer la valeur ajoutée.

Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la Partie Opérative pour élaborer la Succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées, [2].

I.3 les objectifs de l'automatisation[3]

La compétition économique que nous connaissons impose à l'industrie de produire en qualité et quantité pour répondre à la demande dans un environnement très concurrentiel. En termes d'objectifs, il s'agit :

- De produire à qualité constante,
- De fournir les quantité nécessaire au bon moment,
- D'accroitre la productivité et la flexibilité de l'outil,
- Diminution des couts,
- Diminue la complexité technologique,

A ces critères, il convient d'ajouter l'amélioration des conditions de travail qui s'impose progressivement comme un objectif essentiel.

I.4 Conduite et surveillance d'un système automatisé[2]

Il s'avère très difficile en pratique d'intégrer dans une Partie Commande la totalité des savoir-faire humains de sorte que l'automatisation reste souvent partielle : certaines tâches restent confiées à des intervenants humains.

A ces causes techniques viennent s'ajouter des considérations économiques de compétitivité, des considérations financières imposant un fractionnement des investissements,

des considérations sociales d'automatisation douce.

Certaines tâches restent donc manuelles et l'automatisation devra donc prendre en compte la spécificité du travail humain, c'est-à-dire en particulier :

- assurer le dialogue entre les intervenants et le système automatisé,
- assurer la sécurité de ces intervenants dans l'exécution de leurs tâches manuelles.

En outre le modèle de fonctionnement de la Partie Commande, choisi par le concepteur du système, ne correspond qu'à un ensemble de situations prévues, c'est-à-dire retenues par le concepteur parmi un ensemble de situations possibles.

Or il est impératif de pouvoir faire face à des situations non prévues (donc non retenues en général pour des raisons économiques compte tenu de leur faible probabilité), voire imprévisibles. Seul un opérateur peut alors intervenir et prendre les décisions requises par cette situation :

Il assure une fonction de conduite et de surveillance du système automatisé. Cette fonction peut être plus ou moins assistée par un ensemble de moyens (pupitres, informatique...).

Le concepteur devra alors :

- fournir à l'intervenant (ou lui permettre de prélever) toutes les informations significatives (ou indices) nécessaires à l'analyse de la situation,
- lui permettre d'agir sur le système, soit directement (dépannage..), soit indirectement (consignes de sécurité, de marches et d'arrêts...).

I.5. Structure générale d'un automatisme [4]

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, manostats 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.

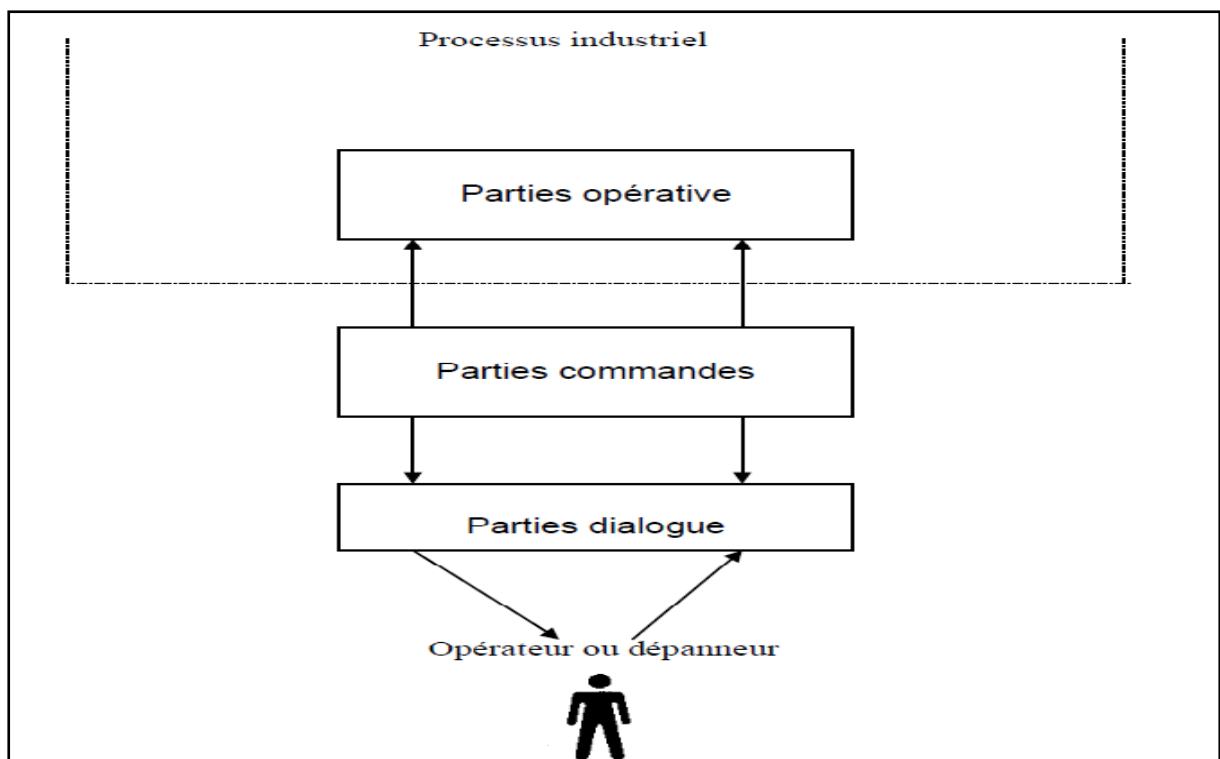


Fig. I.2 : Structure générale d'un automatisme

I.6. Structures d'un système automatisé

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 :

[5]

1. L'acquisition des données.
2. Traitement de données.

3. Commande de puissance (près actionneur).
4. Le dialogue homme machine.
5. La protection du système.

Avec une alimentation en énergie et des actionneurs.

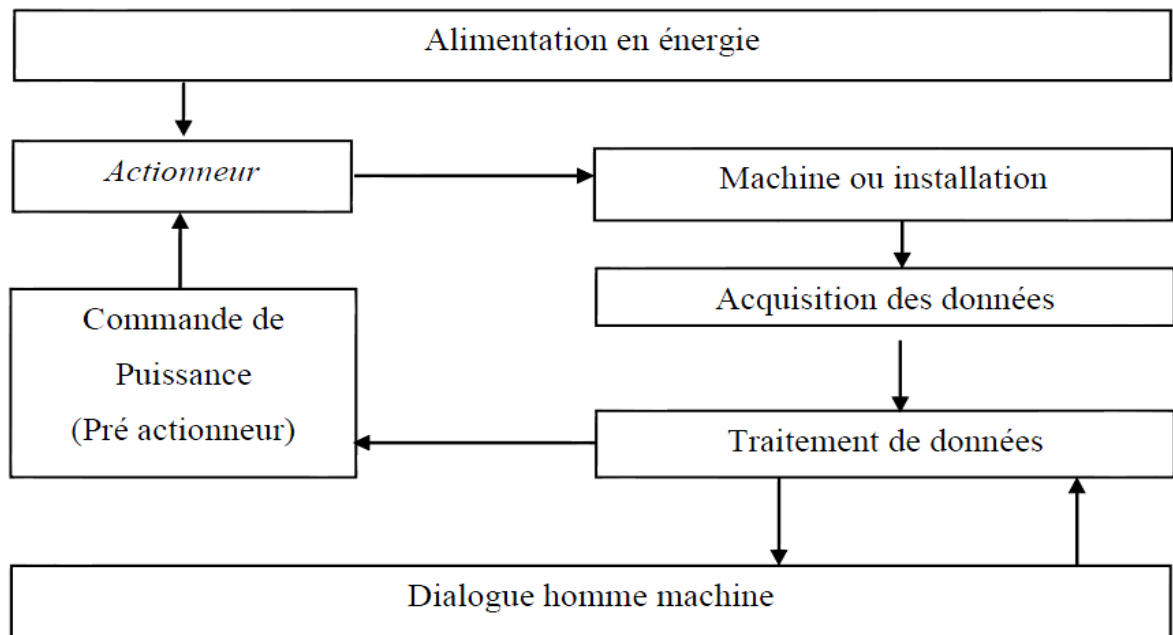


Fig. I.3 : Structure d'un système automatisé

I.6.1. Acquisition des données

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 sous forme de messages codés et peuvent être de nature:

- **Binaire:** l'information est transmise en tout ou rien (TOR), il est utilisé dans les automatismes simples.
- **Numérique:** l'information est transmise sous la forme d'un code binaire par un mot de plusieurs bits.
- **Analogique:** l'information est transmise sous forme de tension (ou courant) proportionnelle à la grandeur mesurée, et évolue entre deux valeurs limites (ex: 0-20 mA).

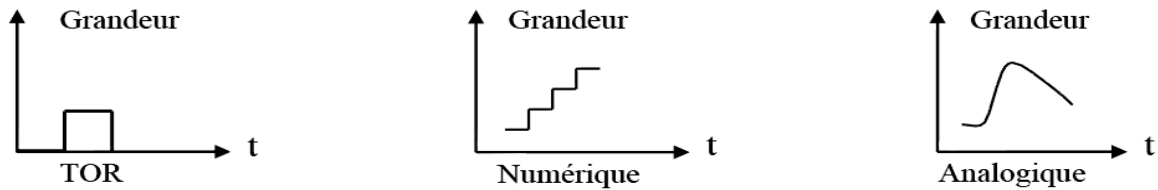


Fig. I.4 : signaux des données

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 : [5,6]

- 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 .
- 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.6.2. Traitement des données

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

présentés, 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 microsystemes ou a l'aide d'un automate programmable . [5]

I.6.3. Commande de puissance (pré actionneur)

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 circuit 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 pré actionneurs) sont :

- **Appareils de sectionnements** : ils permettent l'isolation ou la mise sous énergie d'un système, ils sont toujours à commande manuelle et intervient sur un circuit à vide (c'est-à-dire aucun actionneur alimente par ce circuit ne fonctionne), exp: sectionneur.
- **Appareil de commutation** : il permettent 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'est-à-dire lorsqu'un ou plusieurs actionneurs, alimentés par ce circuit, fonctionnent), exp: contacteur, démarreurs, variateurs de vitesse, etc..... [5].

I.6.4. Dialogue homme-machine

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 humain (boutons, boites 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.... [5].

I.6.5. Protection du système

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. [5]

I.6.6. Les actionneurs [7]

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.6.7. Alimentation en énergie [6,8]

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.7. Connaissance du matériel [5,6]

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.7.1. La commande de puissance [5]

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.7.1.a Le contacteur

Le contacteur est un appareil mécanique de jonction commandée par un électro-aimant, il fonctionne par (tout ou rien). Lorsque la bobine de l'électro-aimant est alimentée, le contacteur se ferme. [5]

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 [5,8]

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.7.2. L'acquisition des données [9,10]

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.7 .2.1 Les Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique à une autre grandeur physique de nature différente. Cette grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande. La Nature des informations physiques appréhendées par les systèmes techniques Parmi les informations de toutes natures issues de notre environnement, on distingue les grandeurs physiques associées à des événements climatiques, géométriques ou encore lumineux ou temporels. Le rôle du capteur est de rendre exploitable ces différentes grandeurs physiques en vue de leur traitement ultérieur.

- Mesure de présence : Indique la présence d'un « objet » à proximité immédiate .
- Mesure de position, de déplacement ou de niveau : Indique la position courante d'un objet animé d'un mouvement de rotation ou de translation.
- Mesure de vitesse : Indique la vitesse linéaire ou angulaire d'un « objet ».
- Mesure d'accélération, de vibrations ou de chocs.
- Mesure de débit, de force, de couples, de pressions.
- Mesure de température, d'humidité.

La diversité des informations physiques à capter et leurs importances au sein d'un système, engendrent un choix cohérent et approfondi des capteurs. La Relation entre l'information à détecter (ou capter) et de son image physique. Le capteur évite à l'homme de s'astreindre à guetter les évènements ou phénomènes attendus sur le système.

Les capteurs utilisés dans les systèmes automatisés sont de véritables « organes des sens ». Ils engendrent, après traitements électroniques ou programmés, les actions requises sur la partie opérative du système étudié. La grandeur électrique de sortie du capteur peut varier :

[6]

- de manière binaire (information vraie ou fausse), c'est le capteur Tout ou Rien (TOR).
- de façon progressive (variation continue), c'est le capteur analogique.
- d'échelon de tension ou de courant, c'est le capteur numérique.

a) classement des capteurs[4]

les capteurs peuvent être classés en fonction de la source d'information, c'est -à-dire en fonction de la nature de la grandeur physique, origine de l'information, ils peuvent aussi être classés en fonction du destinataire des informations c'est-à-dire en fonction de la nature informative des signaux transmis d'autre part :

- ✓ nature de la grandeur physique (présence d'un objet, niveau d'un liquide, pression et débit d'un gaz, rotation d'un arbre, force, vitesse, température,...)
- ✓ nature informative des signaux transmis (logique binaire, logique numérique, analogique).
- ✓ Nature technologique des signaux transmis (pneumatique, électrique, électronique).
- ✓ Structure du capteur (la grandeur physique source d'information agit l'étage de détection).

b) Le capteur TOR[6]

un capteur TOR transforme une grandeur physique en une information logique 1 ou 0.

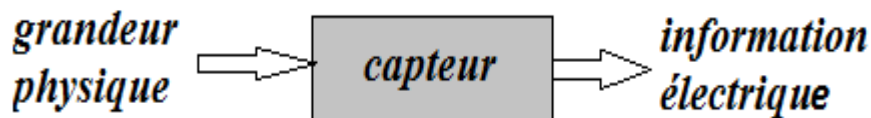


Fig. I.5 : capteur TOR

Fonction de capteur	Nature de la transmission	symbole	Type de signal
Contrôle de la présence d'une pièce	Tout ou rien TOR		

Fig. I.6 : exemple d'un capteur TOR

b) les capteurs intelligents

les capteurs intelligents émettent un signal proportionnel à la grandeur physique mesurée. Ils sont numériques ou analogiques.[6]


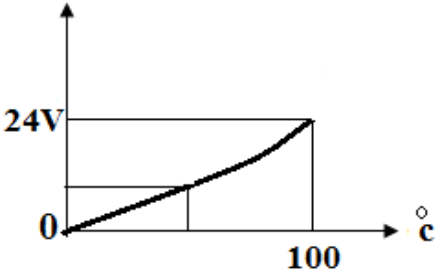
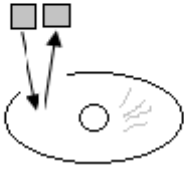
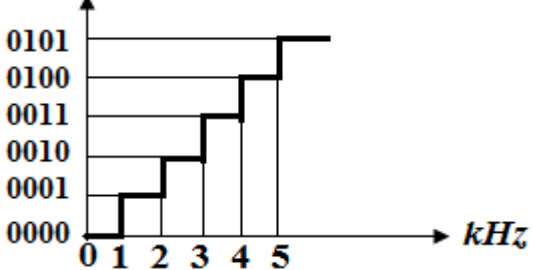
Type de mesure	Nature de l'émission	exemple	Type de signal
mesure Continue d'une variation continue	Analogique : L'émission est une grandeur électrique continue (tension, fréquence...).	sonde de température 	 une tension précise correspond à une température donnée. (ex. 24,32 °C ⇔ 5,84V)
Mesure non Continue d'une variation continue	Numérique : L'émission est une impulsion ou un binaire.	lecteur de compact disk ou CD-ROM 	 toutes les fréquences entre 1 et 2 kHz sont représentés par la même valeur numérique 0001.

Fig. I.7 : exemple d'un capteur analogique et capteur numérique

I.8 Conclusion

L'automatisation s'est généralisée à l'ensemble des activités de production, tant dans l'industrie, que les activités de services.

Quelque soit son domaine d'application et les technique auxquelles elle fait appel, l'automatisation s'est constamment développé dans l'unique but de réduire la pénibilité du travail humain et d'améliorer la productivité du travail.

Les besoins de l'automatisation se caractérise par :

- Un développement massif;
- Une approche de plus en plus globale des problèmes;
- Une intégration dès la conception de l'installation des automates programmables, on est ainsi passé du stade de la machine automatisée à celui du système automatisé de production.

Chapitre II

Les

Automates

Programmables

Industriels

II.1 Introduction

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La productivité et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond 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.

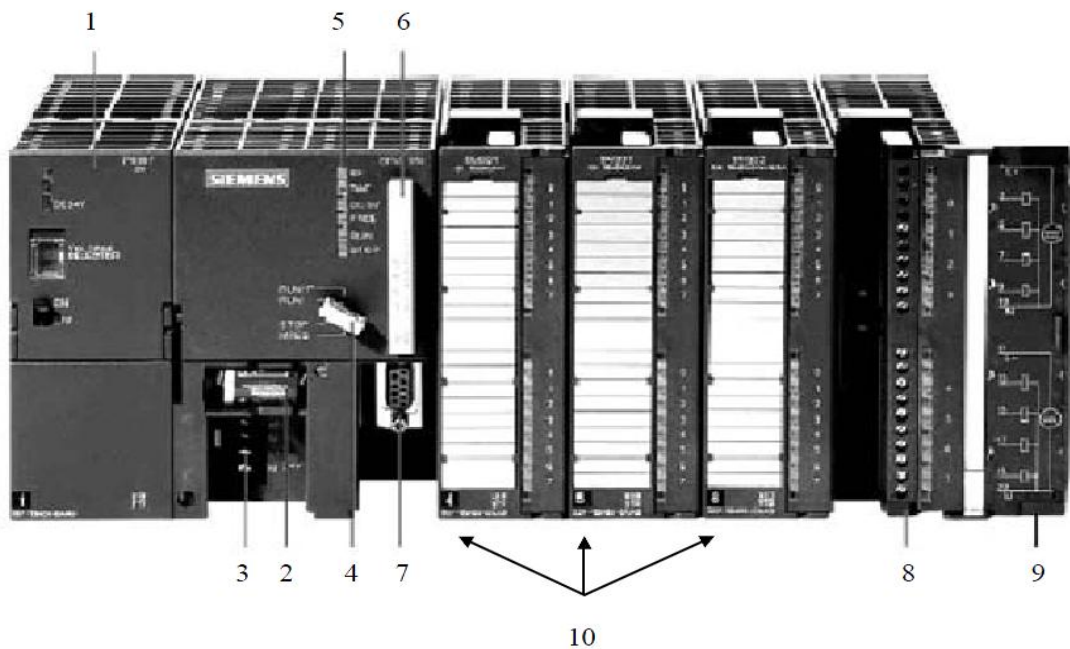


Fig. II.1 : L'automate programmable (Siemens)

- | | |
|--|-------------------------------|
| 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 |

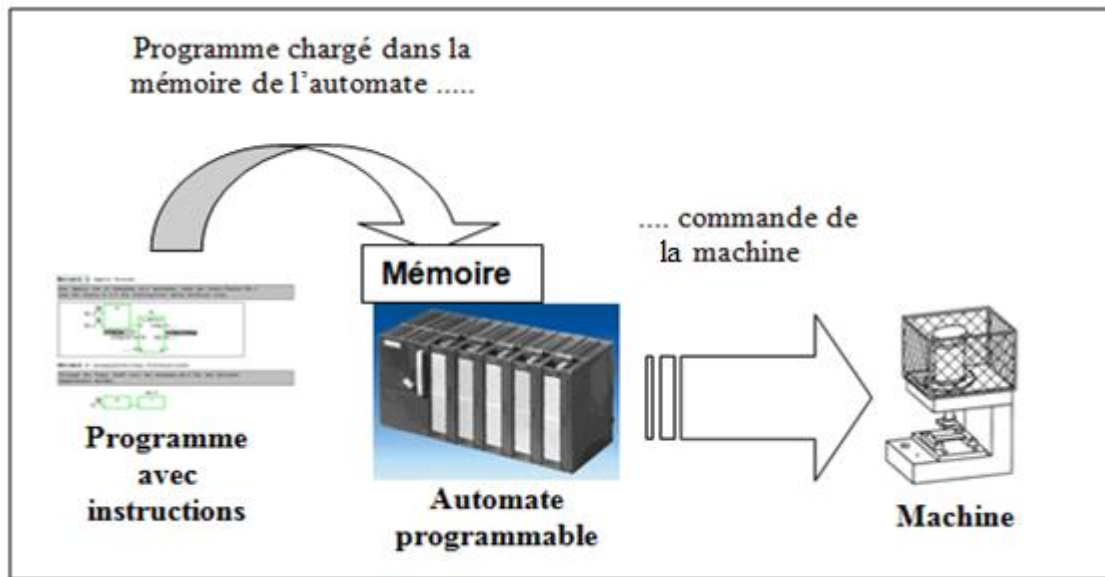


Fig. II.2 : Exemple de commande d'une machine par API

II.2 Historique

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante aux Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante-dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et l'évolutivité des Systèmes Automatisés de Production (SAP).

Siemens est un groupe allemand. Fondé en 1847 par Werner Von Siemens, il réalise des équipements électroniques et électrotechniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes.

Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne. Les compétences de trois participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la Compagnie Internationale pour l'Informatique (CII), la technologie électronique revenait à Philips tandis que Siemens se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord Unidata, CII fusionne avec Honeywell-Bull, Philips délaisse l'informatique et Siemens rejoint Fujitsu pour devenir, aujourd'hui, un des plus grands constructeurs mondiaux [9].

II.3 Définition générale

L'automate programmable industriel API ou Programmable Logic Controller PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française **EN-61131 1**, adapte à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

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.

Et il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs ;
- De faire le traitement ;
- Elaborer la commande des actionneurs ;
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement[9].

L'automate programmable industriel API utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus. Il est conçu pour être exploité par des ingénieurs, dont les connaissances en informatique et langages de programmations peuvent être limitées. La création et la modification des programmes de l'API ne sont pas réservées aux seuls informaticiens. Les concepteurs de l'API l'ont préprogrammé pour que la saisie du programme de commande puisse se faire à l'aide d'un langage simple. La programmation de l'API concerne principalement la mise en œuvre d'opérations logiques et de commutation, par exemple, si A ou B se produit, alors allumer C, ou si A et B se produisant, alors allumer D. Les dispositifs d'entrée, c'est-à-dire des capteurs, comme des interrupteurs, et les dispositifs de sortie,

c'est-à-dire des moteurs, des vannes, etc., du système sont connectés à l'API. L'opérateur saisit une séquence d'instructions, le programme, dans la mémoire de l'API. l'automate surveille ensuite les entrées et les sorties conformément aux instructions du programme et met en œuvre les règles de command définies. [10]

II.4 Caractéristiques des automates programmables

Les API sont comparables aux ordinateurs. Toutefois, alors que les ordinateurs sont optimisés pour la tâche de calcul et d'affichage, les API sont utilisés pour les tâches de commande et les environnements industriels. Voici ce qui caractérise les API :

- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit ;
- Les interfaces des entrées et sorties sont intégrées à l'automate ;
- Ils sont faciles à programmer et leur langage de programmation facile à comprendre est principalement orienté sur les opérations logiques et de commutation.[10]

II.5 Les Objectifs

Les Objectifs d'automate programmable sont :

- Simplifier le travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes;
- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement .
- Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations;
- Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de former des productions différentes par simple changement de programme.

En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne (systèmes d'alarmes, automatisation de parking...), [11].

II.6 Fonctionnement d'un API

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique .

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire.. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.[2]

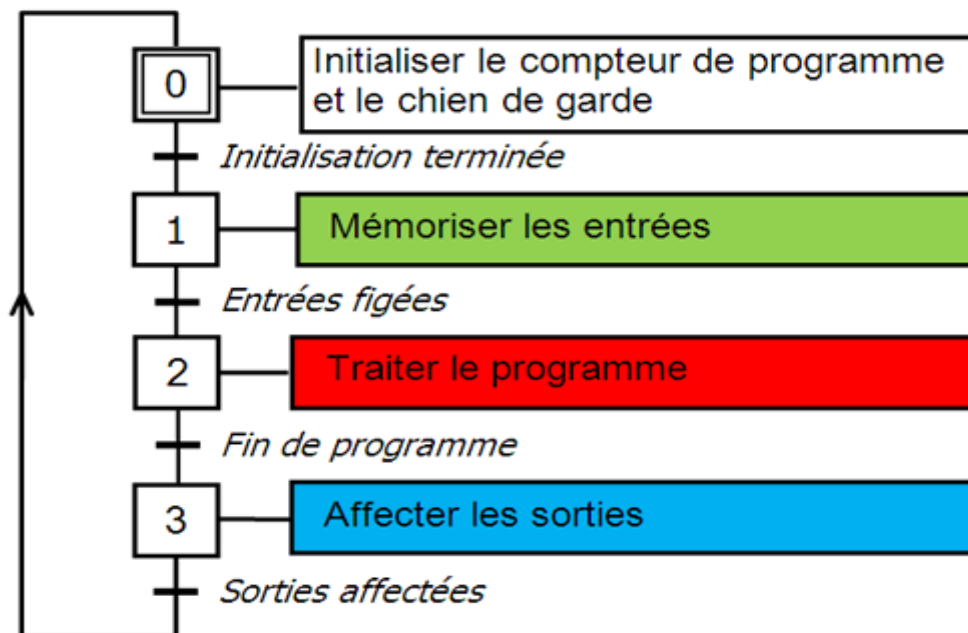


Fig. II.3: Fonctionnement cyclique d'un API

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms).[2]

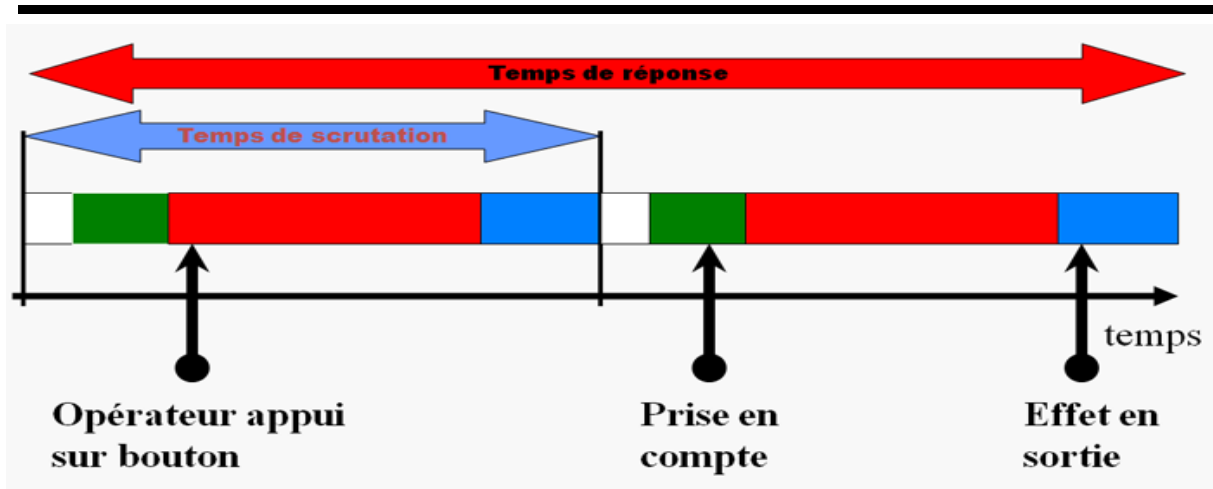


Fig. II.4 : Temps de scrutation et Temps de réponse

II.7 Architecture des automates programmables industriels

L'architecture de l'API (automate programmable industriel) est comparable à celle d'un micro-ordinateur. Il peut être monobloc ou modulaire. Un API est bien adapté à la commande des processus industriels et est protégé contre les champs électromagnétiques. Un API possède un bus qui relie l'unité centrale aux autres cartes d'entrées et de sorties. Doté d'un microprocesseur, l'unité centrale possède une mémoire ROM (READ ONLY MEMORY) où est stocké le programme constructeur, nommé système d'exploitation. Une mémoire RAM (RANDOM ACCESS MEMORY) stocke le programme utilisateur. Des logiciels de haut niveau permettent une mise en œuvre très simple. [12]

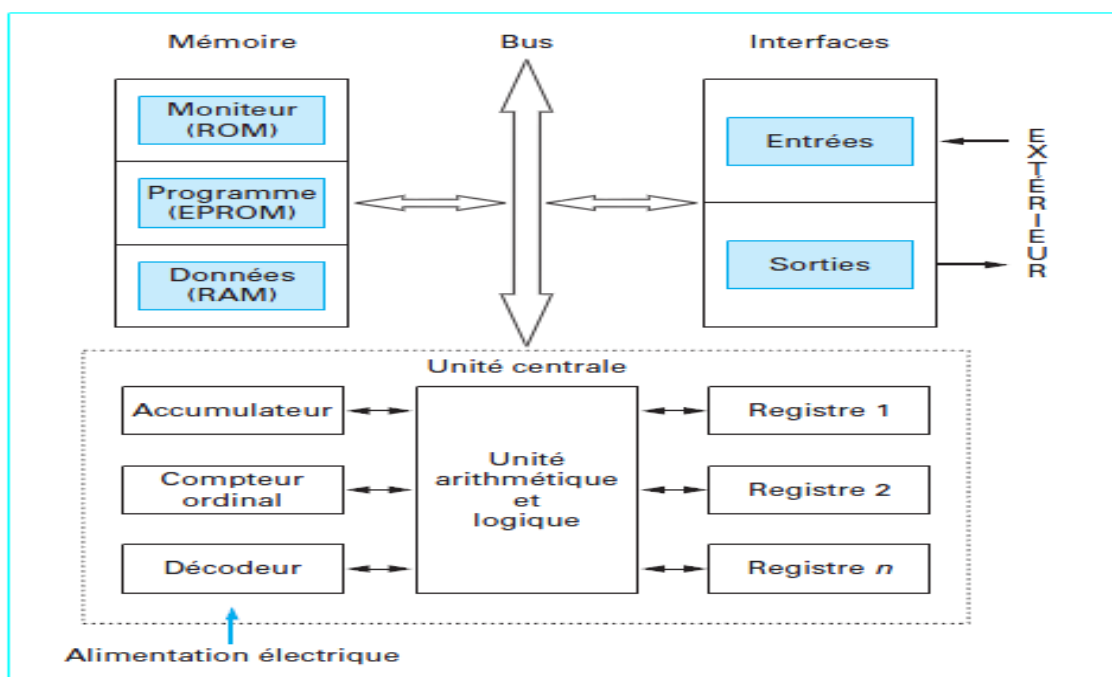


Fig. II.5 : Architecture d'un API

II.7.1 L'alimentation

L'unité d'alimentation est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative en une basse tension continue (5v) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées-sorties.[10]

II.7.2 Le processeur ou unité centrale (CPU, Central Processing Unit)

Contient le micro processeur. Le CPU interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action.[10]

II.7.2.a Les bus [10]

Les bus représentent les chemins de communication au sein de l'API. Les informations sont transmises en binaire, c'est-à-dire sous forme de groupes de bits. Un bit est un chiffre binaire qui vaut 1 ou 0 et indique les états marche/arrêt (ON/OFF). Un mot est un groupe de bits qui constitue une information. Ainsi, un mot de huit bits peut être le nombre binaire 00100110. Chaque bit est envoyé simultanément sur son propre fil. Le système comprend quatre bus :

- **Le bus de données** transporte les données dans les traitements effectués par le CPU ;
- **Le bus d'adresse** transporte les adresses des emplacement mémoire ;
- **Le bus de contrôle** transporte les signaux utilisés par le CPU pour le contrôle ;
- **Le bus système** sert à la communication entre les ports d'entrées-sorties et l'unité d'entrées-sortie.[10]

II.7.2.b Le processeur [3]

le processeur est « l'intelligence » du CPU. C'est l'ensemble fonctionnel chargé d'assurer le contrôle de l'ensemble de la machine et d'effectuer les traitements demandés par les instructions des programmes. Le processeur comprend :

❖ Les registres

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres :

- **Le compteur ordinal (pointeur)** contient en permanence l'adresse de l'instruction en cours d'exécution ;
- **Le registre instruction** reçoit de la mémoire centrale le code opération (CO) de l'instruction à exécuter, désigné par le compteur ordinal ;
- **Le registre adresse** reçoit parallèlement au registre instruction, la partie adresse opérande (AO) de l'instruction chargée depuis la mémoire centrale ;
- **Le registre d'état** est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine ;
- **Le registre index** contient la base d'adressage éventuelle ;
- **Le registre accumulateur A** est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction de le CPU ;
- **Une extension du registre accumulateur B** existe par fois, notamment lorsque l'API permet de traiter des chaînes de bits ou des opérations arithmétiques ;

❖ **Les piles**

Une pile est constituée d'un ensemble ordonné d'informations et d'une politique de leur acquisition (empilement) et de leur restitution (dépilement).

Le processeur utilise une pile pour le traitement.

II.7.2.c Les mémoires [10]

Pour que l'API effectue son travail, il doit accéder aux données à traiter et aux instructions, c'est-à-dire au programme, qui lui expliquent comment traiter ces données. Ces informations sont stockées dans la mémoire de l'API, qui est composée de plusieurs éléments :

- **La mémoire morte (ROM , Read Only Memory)** du système représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées utilisées par le CPU.

- **La mémoire vive (RAM, Random Access Memory)** est utilisée pour le programme de l'utilisateur.
- **La mémoire vive (RAM, Random Access Memory)** est utilisée pour les données. C'est là que sont stockées les informations sur l'état des entrées et des sorties.
- **Une mémoire morte reprogrammable (EPROM, Erasable and Programmable Read Only Memory)** est parfois employée pour stocker de manière permanente les programmes.

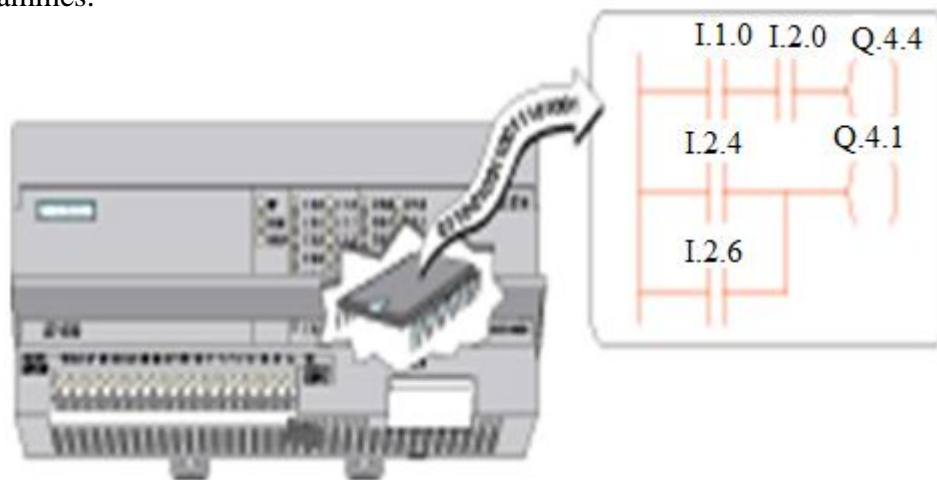


Fig. II.6 : La mémoire

II.7.2.d Les modules d'entrée/sortie (E/S)

L'unité d'entrées-sorties apporte l'interface entre le système et le monde extérieur. Au travers de canaux d'entrées-sorties, elle permet d'établir des connexions avec des dispositifs d'entrée, comme des capteurs, et des dispositifs de sortie comme des moteurs.

L'isolation électrique avec le monde extérieur est généralement réalisée par des photocoupleurs(également appelés optocoupleurs).[10]

Différents types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée, les plus répandus sont :

- **Entrées/sorties Tout ou Rien(TOR) [12]**

Les module d'entrées TOR sont utilisées pour l'acquisition des signaux binaires.

Les module de sortie TOR commandent des actionneurs Tout Ou Rien.

- **Entrées/sorties analogiques [12]**

Le module d'entrée constituée d'un convertisseur analogique numérique (CAN). Il est utilisée pour l'acquisition d'une tension (0V à 10V ou -5V à +5V) ou d'un courant(4mA à 20mA). Le module de sortie constituée d'un convertisseur numérique analogique (CNA), est utilisée pour commander un actionneur (ou pré-actionneur).

- **Entrées/Sorties spéciales [3]**

On regroupe ici les dispositifs qui, soit relèvent habituellement du logiciel (compteurs, temporisations), soit constituent des extensions des E/S traditionnelles.

Il s'agit en particulier des E/S analogiques, des cartes de régulation et des commandes d'axes.

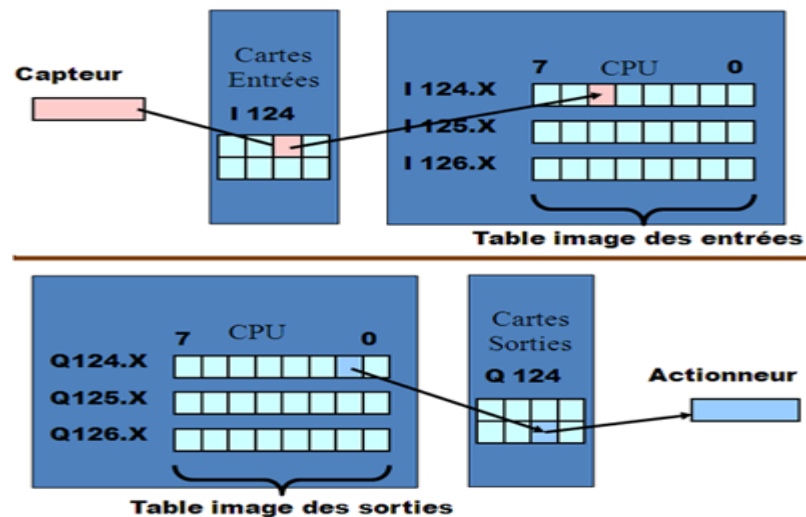


Fig. II.7 : Les interfaces d'entrées/sorties

II.7.2.e Liaisons de communication [9]

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- avec l'extérieur par des bornes sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique .
- avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin de d'échanger des données, des états et des adresses.

II.8. Périphériques et auxiliaires des automates [3]

Bien des dispositifs peuvent être, selon le choix de l'architecteur du système de commande et des conditions d'exploitation de l'automatisme, périphériques ou auxiliaires.

II.8.1 Le simulateur

Lorsque l'automaticien a analysé son problème, obtenu ses équation et écrit son programme, il souhaite poursuivre son travail en bureau d'études et vérifier, par simulation, le bon fonctionnement de son automatisme.

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. Si non il doit avoir recours à un boîtier de simulation qui visualise les entrées binaires à l'aide de boutons poussoirs et visualise les sorties au moyen de lampes.

II.8.2 L'unité de dialogue en ligne (UDEL)

L'unité de dialogue en ligne s'est désormais imposée comme outil privilégié de l'exploitant auquel elle permet :

- ✓ de lire et de suivre le programme exécuté et les paramètres associés,
- ✓ d'accéder aux E/S, aux paramètres de temporisation et de comptage, éventuellement à ceux des régulateurs PID,
- ✓ De connaître la position des grandeurs de gestion de la fabrication,
- ✓ De régler les données et les paramètres,
- ✓ D'effectuer des manipulations sur les programmes: changement des modules spécifiques, par exemple,
- ✓ De demander l'exécution des autotests ou de programmes de test et de diagnostics spécifiques.

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

II.8.3 Les mémoires de masse

Les mémoires de masse sont des unités de mémoire de grande capacité, externes à l'automate et à la console dont elle sont périphériques ou auxiliaires.

Ainsi définie, les mémoires de masse excluent les mémoires de type REPRM, qui ne sont ni périphériques, ni auxiliaires. Et de fait, si les REPRM permettent effectivement de conserver une copie des programmes, il s'agit de programmes opérationnels, en code (binaires) exécutable.

Les mémoires de masse sont maintenant essentiellement magnétiques : cassettes ou disques souples ou, plus rarement, disques durs .

II.8.4 Les imprimantes

Ces matériels étaient composés d'une mémoire ROM ou PROM destinée à mémoriser des messages préenregistrés, dont l'impression (par ligne) était commandée par l'activation d'un bit de puis l'API.

II.8.5 Les consoles de programmation

La console de programmation (C.P.) d'un ensemble d' API est l'outil privilégié de la communication homme-machine pour le développement, la mise au point et éventuellement l'exploitation des applications.

Elle se présente comme un post de travail composé d'un clavier, d'un écran, de dispositifs associés spécifiques, complétés éventuellement de périphériques (les auxiliaires de l'API), adapté au milieu industriel, aux spécificités des automatismes et connectable à l' API. Elle constitue l'originalité essentielle de l'automate programmable en tant que produit informatique.

La console de programmation à trois rôles principaux. Elle est :

- ✓ Un outil de programmation et de mise à jour de applications ;
- ✓ Un intermédiaire de dialogue avec l' API ;
- ✓ Un moyen d'intervention sur l'API et sur le procédé.

II.9 Sécurité de fonctionnement [3]

II.9.1 Les dispositifs généraux de sécurité

Ils sont destinés à détecter les incidents survenant à le CPU et éventuellement, à y remédier. Trois types de problèmes doivent être pris en compte :

Le fonctionnement anormal du processeur, l'intégrité des informations mémorisées ou échangées, les pannes d'alimentation.

1. Sécurité du processeur

La sécurité du processeur porte sur la bonne exécution des instruction et sur le déroulement convenable des programmes. Au démarrage l'API disposent d'une fonction de test systématique de leur logique. Le bon déroulement des instructions est surveillé par un chien de garde (watchdog), déclenché au début de la phase d'exécution, qui transmet un signal d'alarme si le signal de fin d'instruction n'est pas délivré au bout d'un temps convenable.

Un incident peu grave est signalé au programme. L'utilisateur doit prévoir dans celui-ci le rattrapage correspondant.

2. Intégrité des informations

Une part important de la sécurité des API et des automatismes qu'ils pilotent est dépendant de la qualité des informations. La sécurité de l'échange de celles-ci avec l'extérieur est traitée par ailleurs, mais au sein même de l'API, la qualité des informations fait l'objet de nombreux contrôles, à chaque étape de leur manipulation.

3. Sécurité des alimentations

Les alimentations électriques des API sont la plupart du temps branchées directement sur le secteur. On a évoqué les effets des variations de fréquence et de tension sur le fonctionnement de l'API. Il est souhaitable que le filtrage dont sont

dotées les cartes d'alimentation soit complété par une batterie tampon, afin d'absorber les effets négatifs de l'instabilité du secteur.

II.9.2 La sécurité des entrées-sorties

L'expérience indique que 80 à 90% des pannes d'une logique programmable se situent au niveau des E/S. un premier niveau de sécurité est assuré par l'automate lui-même, le second inclut le procédé.

1. Mesures de sécurité préventives internes

On s'appuie ici sur la plus grande fiabilité du CPU de l'API. Par rapport aux E/S pour reconnaître les incidents, essayer de les corriger et décider si un module d'E/S est effectivement hors service. Les opération d'E/S sont surveillées par un chien de garde, notamment lorsqu'il y a conversion analogique/numériques ou transcodage des informations.

2. Sécurité externe

En dépit de l'assurance que l'API et ses E/S fonctionnent proprement, rien ne garantit que les informations transmises au procédé sont effectivement et correctement prises en compte. La seule mesure efficace est de suivre sur la procédé les conséquences de l'action demander. Cela nécessite l'implantation de capteurs et d'E/S supplémentaires .

3. Les positions de sécurité

La reconnaissance d'un incident susceptible de perturber le procédé nécessite une action de sauvegarde appropriée dépendant de sa nature et du contexte.

Plusieurs politiques sont envisageables mais pas forcément accessibles sur tous les automates :

- La première consiste, sur constat de défaut, à rester dans l'état antérieur.
- On peut également envisager une position de repli général, décision brutale consistant à remettre automatiquement à zéro les sorties du système ;

- Plus nuancée est l'action qui force les sorties dans un état stables, préalablement défini.

II.10 Les contraintes de l'environnement industriel [3]

Les « agressions » de ce qu'il est convenu d'appeler l'environnement industriel perturbé peuvent être de trois types :

- **Environnement physique et mécanique**

Ils sont caractérisés par quatre paramètres principaux :

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

- **Environnement chimique**

L'environnement chimique à 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.

- **Perturbations électriques**

Les éléments perturbateurs sont :

- ✓ Les forces électromotrices, thermoélectriques.
- ✓ Les potentiels voltaïques de jonction, créés au contact de métaux chimiquement différents .
- ✓ Les parasites d'origine électriques.

- ✓ Les interférences électromagnétiques (transformateurs, postes de soudure,...).

II.11 Domaines d'utilisation des API

Pour les raison qui viennent d'être évoquées, les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels :

- **Métallurgie et sidérurgie** : pour les problèmes de gaz, de contrôle de qualité.
- **Mécanique et automobile** : commande de machines-outils, robots, machines de soudage.
- **Industries chimiques** : pilotage d'unités de production, dosage et mélange de produits.
- **Industries pétrolières** : commande et la surveillance des pipe-lines, ou affectés aux parcs de changement et la distribution des gaz et des liquides.
- **Industries agricoles et alimentaires** : aux postes de mélanges et de contrôle des produits.
- **Transports et manutention** : tri de paquets, de courrier, gestion mécanisée de parcs de stockage, emballage.

L'application des API sont des Application diverses dans toute les domaines industrielles.

II.12 Les langages de programmation des API [12]

Les applications d'aujourd'hui, pour la plupart, sont en logique programmée, dans laquelle le micro processeur de l' API effectue, dans une boucle sans fin, les équations d'un programme, on parle de scrutation, les logiciels de programmation des API offrent des outils conviviaux pour une implémentation très facile de l'application. Les API sont bien adaptés pour la programmation des machines spéciales. On choisit le langage de programmation le mieux adapté à l'application. La norme CEI 61131 les classe en quatre familles : LD, IL, FBD et ST.

II.12.1 Le langage LD

Le langage LD (Ladder Diagram), ressemble aux schémas électriques à contacts. Le langage LD est une approche aisée et visuelle du problème par des électriciens.

Fonction	Symbole	
	Européen	Américain
Contact ouvert au repos	---o o---	
Contact fermé au repos	---o̅ o̅---	
Début de branchement		
Fin de branchement		
Affectation	---()---	---()

Fig. II.8 : Symboles usuels en langages LD

II.12.2 Le langage FBD

Le langage FBD (Function Bloc Diagram), est une programmation graphique. Parmi les langages FBD, on distingue la programmation graphique d'un grafcet et la programmation d'équations en schéma logique.

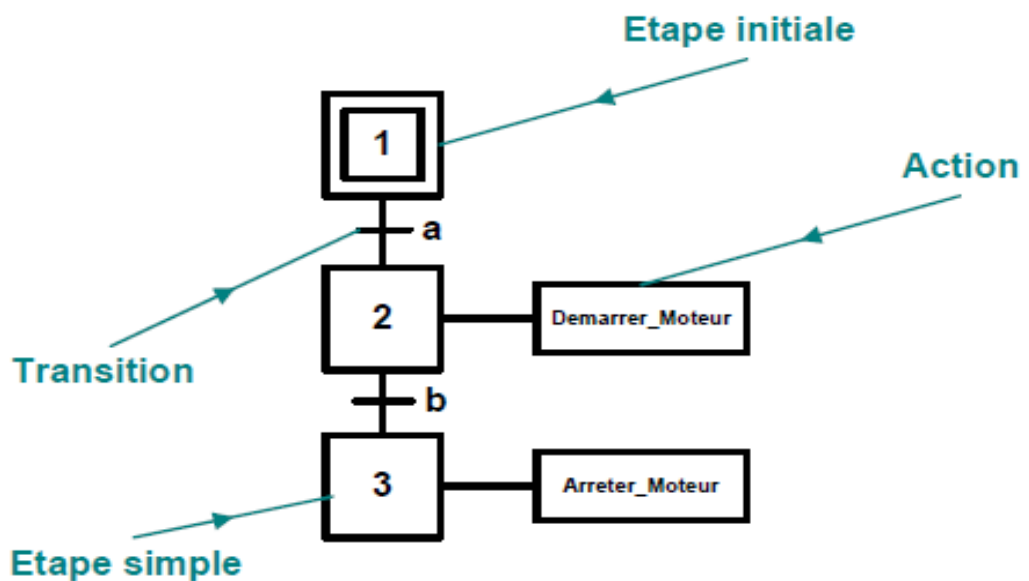


Fig. II.9 : Exemple d'un Programme grafcet

II.12.3 Le langage IL

Le langage IL (instruction List), est très proche de l'assembleur. Bien qu'il ne soit pas très lisible, ce langage utilise la totalité des fonctions de l'API. Tous les réseaux de programmation, définis dans un autre langage, sont compilés dans ce langage.

II.12.4 Le langage ST

Le langage ST (Structured Text), ressemble beaucoup au langage C. C'est un langage structuré qui convient bien pour les applications faisant appel à des calculs compliqués et au traitement des chaînes de caractères.

II.12.5 Le langage de programmation des APISM300 et SM400 Step7 [12]

Le logiciel Step7 permet la représentation des équations dans les quatre langages.

Le passage, de CONT(LD) en LOG(FBD) et en LIST (IL), se fait instantanément par un simple clic sur la souris. Les réseaux ci-dessous montrent quatre représentations de la programmation de la même équation dans les quatre langages, CONT , LOG, LIST et en langage structuré SCL .

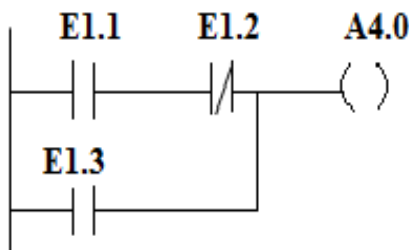


Fig. II.10 : CONT(LD)

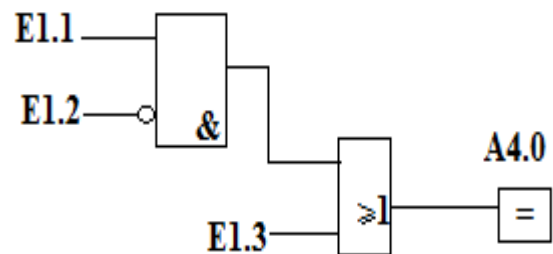


Fig. II.11 : LOG(FBD)

```

U E1.1
UN E1.2
O E1.3
= A4.0
    
```

Fig. II.12 : LIST(IL)

```

FUNCTION FC200:VOID
BEGIN
A4.0:=E1.1 AND NOT (I.2) OR E1.3;
END_FUNCTION
    
```

Fig. II.13 : SCL(ST)

II.13 Conclusion

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière d'automatisme à base de microprocesseur qui se fonde sur une mémoire programmable pour enregistrer les instructions et mettre en œuvre des fonctions, qu'elles soient logiques, de temporisation, de comptage ou arithmétique, pour contrôler des machines et des processus. Il est conçu pour être manipulé par des ingénieurs ayant, potentiellement, une connaissance limitée en informatique et en langages de programmation (LD, IL, ST, FBD).

On constate la facilité et la souplesse qu'offre l'A.P.I pour sa programmation, connexion, et adaptation aux conditions industrielles, avec toutes les fonctionnalités indispensables à l'automatisation des processus. La diversité d'application dans tous les domaines.

Chapitre III

Les

Ponts roulants

III.1 Introduction

Dans toutes les zones industrielles (usines, ateliers..) , pour le déplacement et le levage des matériels, qui ont une grande taille et un poids lourd, qui nous ne pouvons pas les porter ou les déplacer, l'utilisation des ponts roulants est importante.

Les ponts roulants sont utilisés pour les manutentions dans les parcs à matières premières, à produits finis (parcs à fers) dans les gros halls de stockage (déchargements de péniches ou de wagons, rechargements de camions). Ils peuvent être équipés pour les manutentions particulières, de pinces, de godets, de grappins, d'électro-aimants. Ils fonctionnent à l'énergie électrique.

Il existe pour les industries lourdes de très gros modèles capables de lever des charges de plusieurs centaines de tonnes tels que les poches de fonte ou d'acier liquide dans les aciéries.

Dans ce chapitre nous allons exposer des généralités sur les ponts roulants.

III.2 Définition

Un pont roulant est un appareil de manutention permettant le levage et le transfert de charges lourdes. Le pont roulant diffère de la grue, du portique, du semi-portique, de la potence et du monorail principalement par sa conception.

Il est constitué :

- d'une structure horizontale en acier (le « pont ») se déplaçant sur deux voies de roulement
- de treuils ou palans suspendus ou posés ; ils permettent d'enrouler le câble ou la chaîne de levage.

Chaque axe de déplacement peut être manuel ou motorisé électriquement. À l'extrémité du câble, est monté le crochet de levage, soit directement soit par l'intermédiaire d'une poulie.[2]

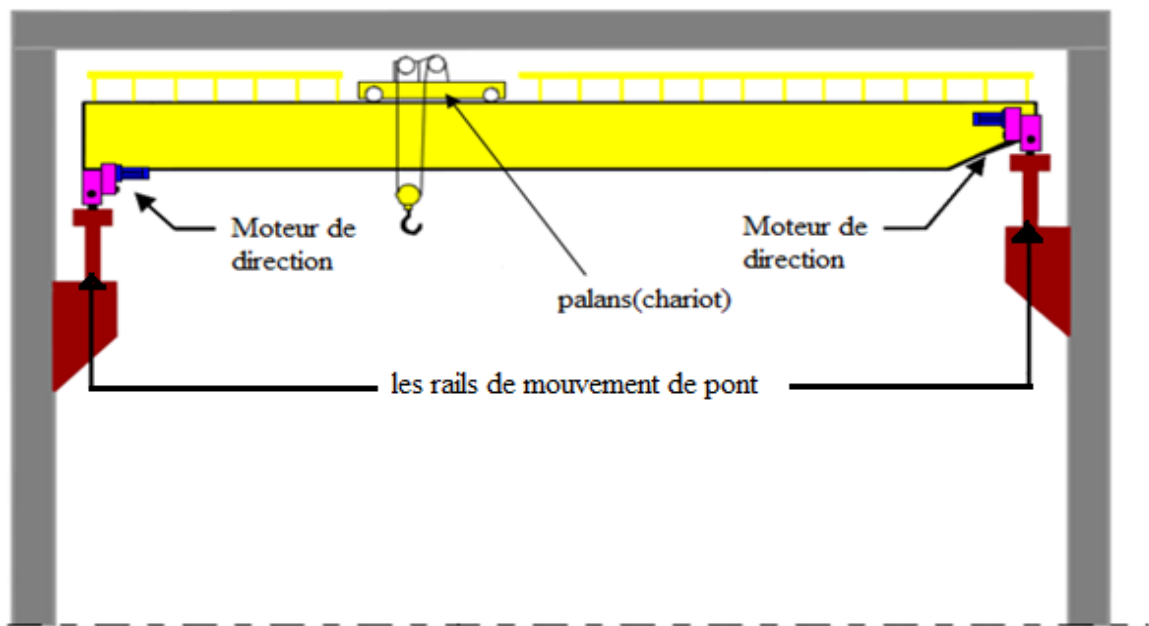


Fig. III.1 : schéma d'ensemble du pont roulant

III.3 Installation

Les ponts roulants sont généralement installés dans des halls industriels ou leur prolongement à l'air libre. Ils permettent la manutention de la charge dans tout l'espace de ces halls. Ils sont installés en hauteur et circulent sur des rails fixés sur des poutres de roulement en acier ou béton, en encorbellement ou reposant sur des poteaux.

Sur un petit pont roulant, la conduite de l'engin se fait par télécommande ou radiocommande ; les gros ponts possèdent souvent une cabine de conduite, mais ils peuvent également être pilotés depuis le sol par une télécommande. Il peut y avoir plusieurs ponts dans une même travée, chacun d'eux est alors protégé par un système anticollision.

Les axes de déplacement sont appelés :

1. **direction** : axe des voies de roulement (plus grande distance) correspondant à un mouvement d'ensemble du pont ;
2. **translation** : axe transversal ; généré par un déplacement du chariot ;
3. **levage** : axe vertical ; levage ou descente de la charge dû à un mouvement du treuil et donc des câbles.

La largeur du pont correspond généralement à celle du hall industriel dans lequel il est installé. La portée du pont est la distance entre les axes des rails. L'écartement entre les rails pouvant légèrement varier, un rail assure le guidage latéral du pont. On parle de file guideuse, l'autre étant la file suiveuse.

La charge maximale d'utilisation (CMU) est mentionnée sur le pont en kN
(10 kN \approx 1 tonne).[2]

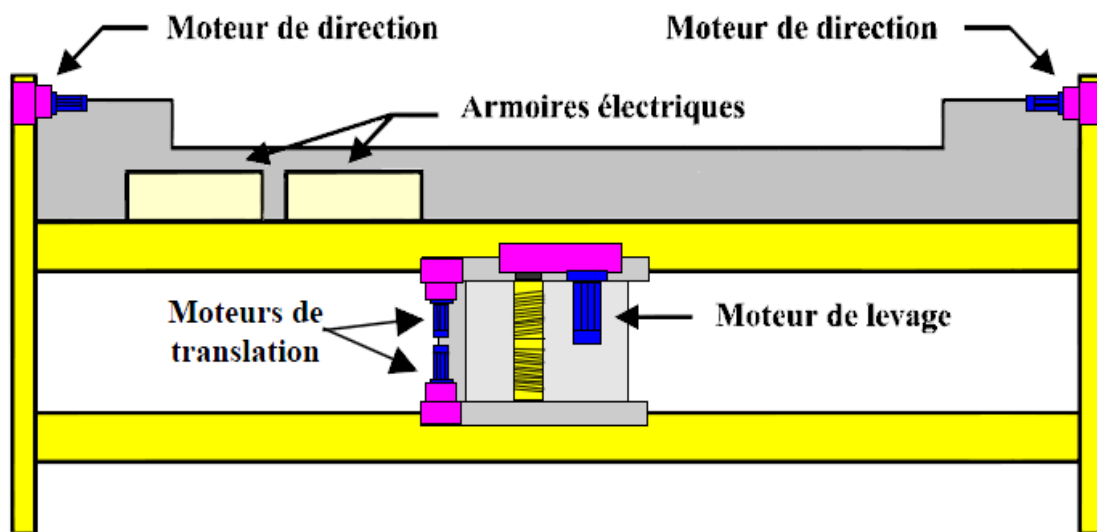


Fig. III.2 : les axes de déplacement de pont roulant

III.4 Types de pont roulantes

Les ponts pour faibles charges sont mono-poutre, les autres à double poutre.

Un pont roulant de grande taille est constitué :

- ❖ d'un quadrilatère, structure constituée de :
 - sommiers équipés de galets (roues) assurant le déplacement sur l'une et l'autre des voies de roulement
 - deux poutres reliant les sommiers et supportant le chariot
- ❖ d'un chariot se déplaçant sur les poutres du quadrilatère et équipé d'un ou deux palans ou treuils permettant d'enrouler le câble de levage.
- ❖ d'une ou d'un moufle reprenant les accessoires de levage à l'extrémité basse des câbles.

Selon la charge, chaque sommier peut reposer sur deux galets ou deux bogies de deux galets. Certains ponts ont deux sommiers à deux galets par côté (un par poutre) reliés par une biellette. Si les galets porteurs n'ont pas de joues, deux paires de galets horizontaux assurent le guidage du pont côté file guideuse. Des dispositifs anti-déraillement ou anti-envol peuvent être ajoutés. Ces derniers peuvent prévenir un déraillement, notamment du chariot en cas de rupture dans la chaîne de levage.[2]

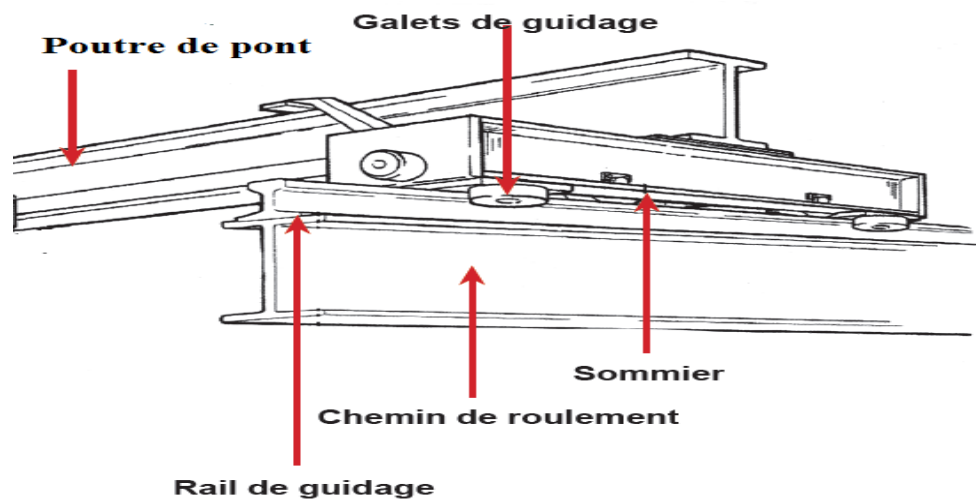


Fig. III.3 : translation de pont

III.4.1 Les ponts roulants mono-poutres

Les ponts roulants mono-poutres, sont fabriqués selon une grande partie de demandes industrielles modernes sans pour autant influencer ni la qualité ni la performance.

Les ponts roulants mono-poutres avec ses conception modulaire autorise différents assemblages de liaisons poutre / sommier.[2]

III.4.2 Les ponts roulants bipoutres

Les ponts roulants bipoutres permettent une solution idéale pour de hautes capacités de levage et pour de lourdes conditions d'utilisation. Sa structure est puissante et sa représentation est compacte. Les usines fabriquent en série les ponts roulants bipoutres jusqu'à 100 tonnes en capacité standard de production. Pour des classes de fonctionnement intense, les ponts roulants bipoutres peuvent être fabriqués à type chariot treuil. Si la grande partie de la charge à lever est moins que la capacité de levage principal, on peut ajouter une unité de levage auxiliaire plus rapide sur le même chariot.[2]

III.4.3 Pont roulant à trois poutres

Utilisé dans la production de tuyauterie, ce pont est muni d'appareillage d'agrippement spécial.

III.4.4 Pont roulant à quatre poutres

Utilisé dans la production de tuyauterie, ce pont permet de lever des traverse de 65 m de long. Pour empêcher l'oscillation des traverses, un système de télescope est prévu entre les poutres principales et la traverse.[2]

III.4.5 Pont roulant avec chariot rotatif

Pont roulant muni de palans électriques Fixés sur un chariot pouvant faire une rotation de 360°.

III.4.6 Manutention spécial pour cylindres

Permet de lever des cylindres grâce à son crochet spécial motorisé, muni d'angles de sortie de câble en acier différents.

III.4.7 Ponts de grande service

Les ponts de grande service, sont destinés pour des conditions de travail les plus difficiles. Les conditions de fonctionnement intense, la vitesse extrême, la hauteur extrême, la capacité extrême, les combinaisons technologiques spéciales sont appliquées avec succès.

III.4.8 Les portiques et les semi-portiques

Les portiques et semi-portiques élaborés mono-poutres ou bipoutres, sont des systèmes de levage montés dans le cas où la construction existante ne serait pas conforme aux systèmes de ponts roulant ou la construction en acier cause un encombrement.

III.5 Les palans électriques à câble[2]**III.5.1 Palan à pattes**

Ce sont des palans fixes qui peuvent travailler dans les deux sens (montée et descente). Ils sont désignés pour les mouvements montée-descente suivant la place où ils sont montés. Ils sont utilisés généralement pour les élévateurs de charges et les équipements de levage fixes.

III.5.2 Les palans électriques à chariots

Les palans électriques à chariots sont désignés pour des classes de fonctionnement intense à de différentes dimensions et de capacités. Ils sont désignés par rapport à la structure du bâtiment ou du travail.

III.5.3 Palan monorail

Les palans électriques monorails sont présentés en deux versions à hauteur perdue normale (HPN) et hauteur perdue réduite (HPR).

Les palans à hauteur perdue réduite assurent une hauteur de levage plus élevée et diminue les coûts de constructions de bâtiment. Pour des applications spéciales il ya des palans à plusieurs sorties de câble d'un même tambour.

III.5.4 Electropalans à type chariot treuil

Les électropalans à type chariot treuil sont utilisés pour les hautes capacités de levage et les classes de services lourdes. Ils sont désignés conformes aux conditions de travail les plus difficiles.

III.5.5 Palan électrique 360°

Les unités de levage équipés de palan électrique standard qui peut pivoter de 360°.

III.6. Description du matérielle

Notre installation comporte Cinq moteurs, les appareils de commandes et les appareils de protections contre les courts-circuits et les surcharges.

III.6 .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 pré coupure. 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 manœuvré alors que le circuit est en charge. Le courant 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 manœuvré accidentellement l'alimentation de la bobine du contacteur sera interrompu avant l'ouverture des pôles de puissance du sectionneur.[2]



Fig.III.4 : sectionneur

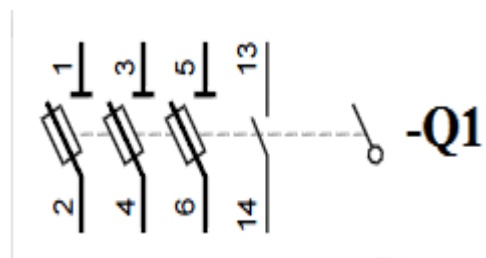


Fig.III.5 : symbole de sectionneur

III.6.2. 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.6.2. 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 à
pour origine, dans le cas général, une défaillance de celle-ci.

❖ **Types de fusible [8]**

- ✓ **Type F** (à usage domestique dit « petit domestique ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques en céramique miniatures.
- ✓ **Type B** (à usage domestique dit « protection générale ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques seulement ; les inscriptions qu'ils portent en noir.
- ✓ **Type AD** (à usage domestique dit « d'accompagnement disjoncteur ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques et de cartouches à couteaux ; les inscriptions qu'ils portent en rouge.
- ✓ **Type gG** (à usage industriel, dit de « protection générale ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques et de cartouches à couteaux .
- ✓ **Type AM** (à usage industriel, dit « d'accompagnement moteur ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques et de cartouches à couteaux, les inscriptions qu'ils portent sont en vert.

III.6.2. b. Protection contre les surcharges

La surcharge est un défaut du à 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).

➤ **Relais thermique[8]**

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

Le relais thermique est utilisable en courant continu et alternatif, et il ne possède pas aucun contact de puissance.

❖ **Types de relais**

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.
- ✓ Class 30: durée comprise entre 8 et 30 seconds.

III.6.2.c. Appareilles de protection contre les défauts d'isolement

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.[2]

III.6.3. Appareilles de commande

III.6.3.a 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).

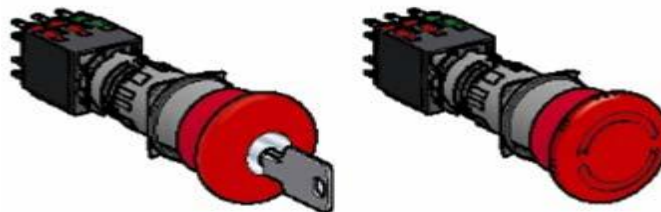


Fig.III.6 : Bouton d'arrêt d'urgence

➤ 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...[2]



Fig.III.7 : Coup d'impulsion



Fig.III.8 : Coup de poing

III.6.3.b Contacteur [2]

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 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.

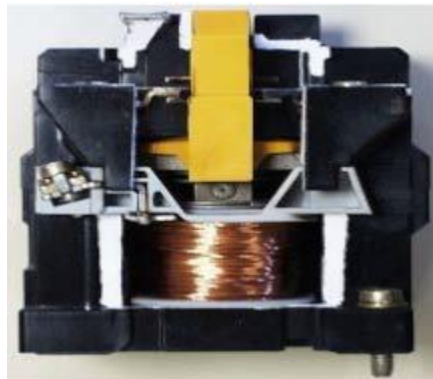


Fig.III.9 : contacteur

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

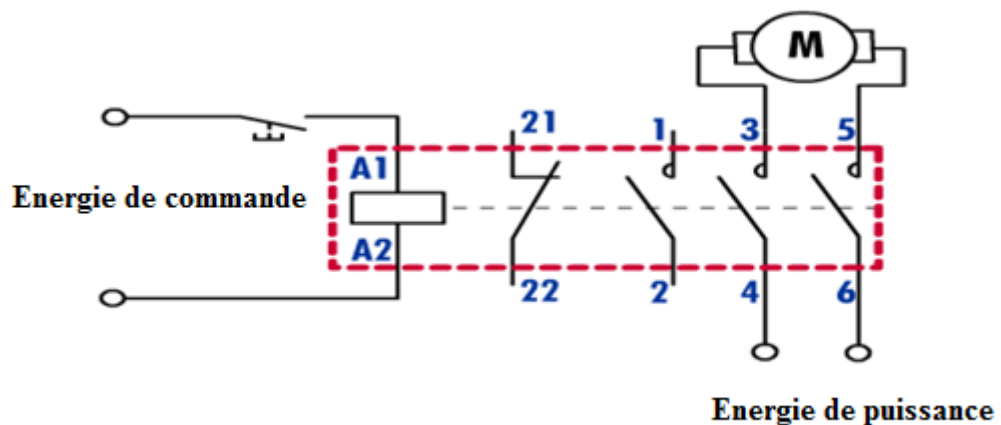


Fig.III.10 : Schéma de câblage d'un contacteur

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.11 : Bloc de contacts auxiliaire



Fig.III.12 : Contacts auxiliaire temporisés

III.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé une étude de différents types de ponts roulants, nous nous sommes préoccupés plus particulièrement et basés sur deux parties principales. La première partie elle concerne l'étude théorique des différentes composantes de pont roulant (mécanique et électrique) et la deuxième partie concerne la protection et la commande des ponts roulants.

Chapitre IV

Application

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.
- Step7 pour la programmation et le logiciel PLCSIM pour la simulation.

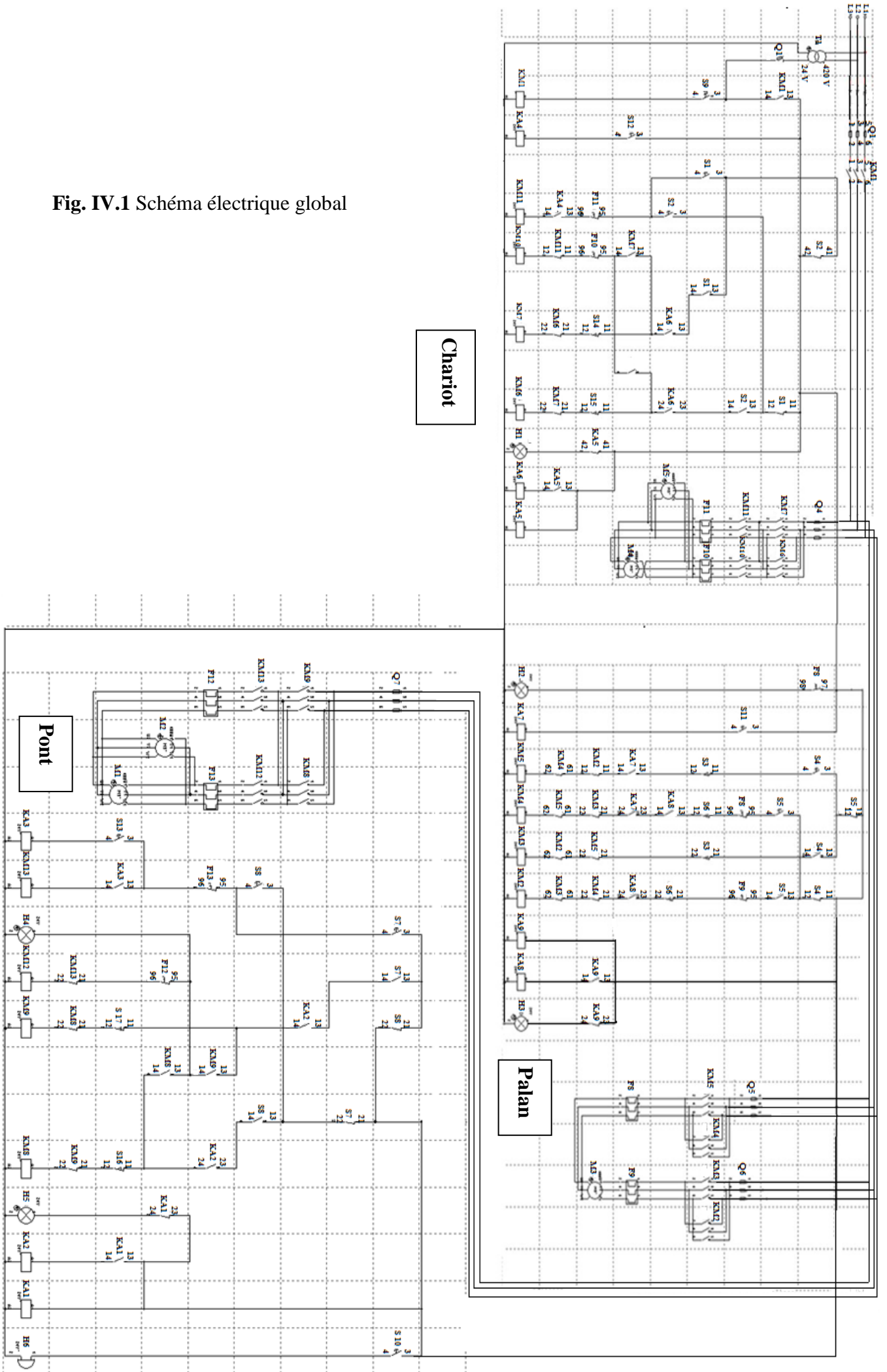
A pour but de commander la machine industrielle pont roulant par API (S7-300).

Notre machine est un système composé de trois parties :

- ❖ Première partie le pont.
- ❖ Deuxième partie le palan.
- ❖ Troisième partie le chariot.

IV.2 Application**IV.2.1 Schéma global par SCHEMAPLIC**

Fig. IV.1 Schéma électrique global



IV.2.2 Schéma global par GRAFCET

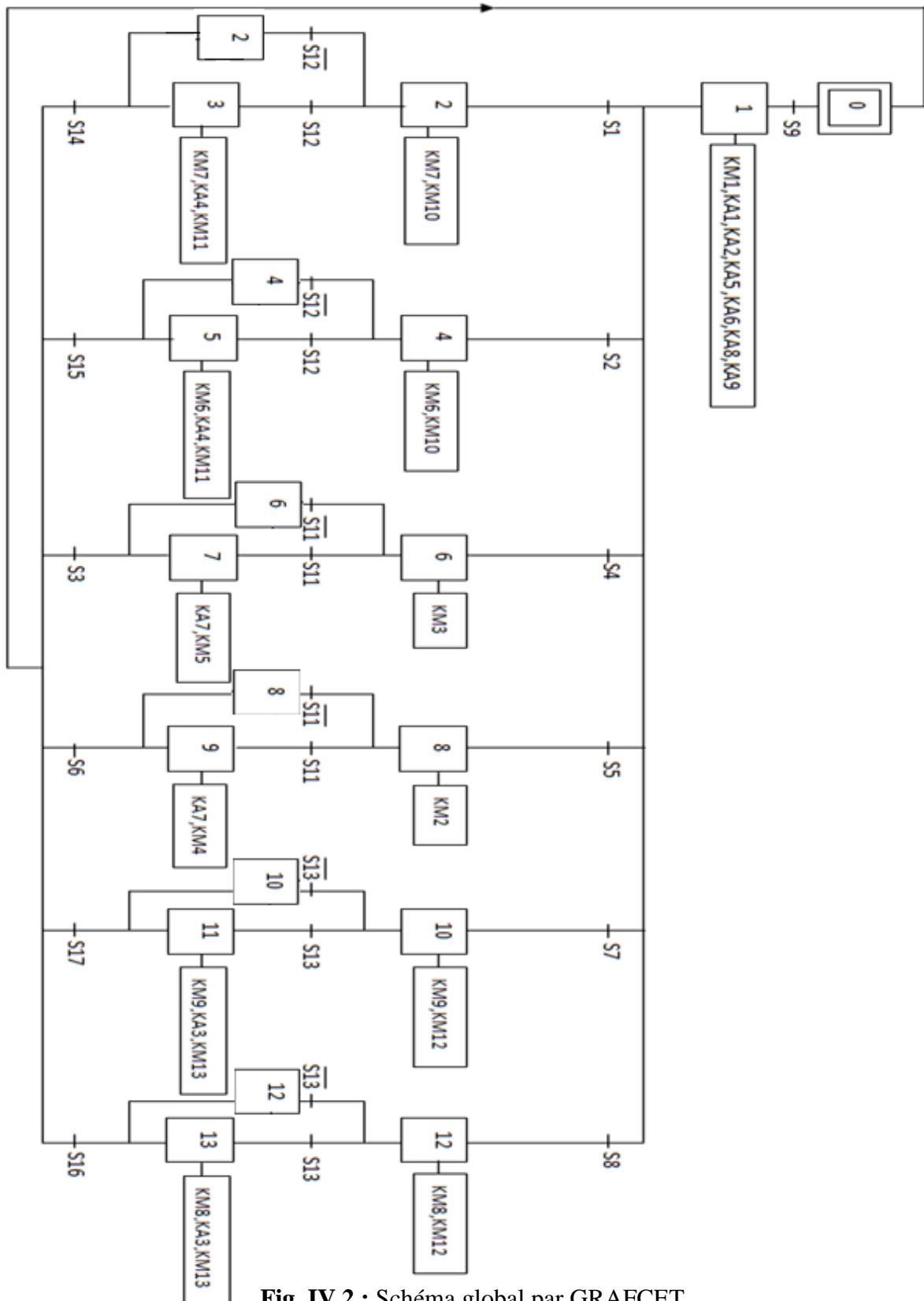


Fig. IV.2 : Schéma global par GRAFCET

IV.2.3 Nomenclature

- ✓ Q1: Sectionneur à porte fusible.
- ✓ KM1 : contacteur principal.
- ✓ KM2 : contacteur montée lente.
- ✓ KM3 : contacteur descente lente.
- ✓ KM4 : contacteur montée rapide.
- ✓ KM5 : contacteur descente rapide.
- ✓ KM6 : contacteur chariot à droite .
- ✓ KM7 : contacteur chariot à gauche.
- ✓ KM8 : contacteur pont (avant).
- ✓ KM9 : contacteur pont (arrière).
- ✓ KM10 : contacteur chariot vitesse lent.
- ✓ KM11 : contacteur chariot vitesse rapide.
- ✓ KM12 : contacteur pont vitesse lente.
- ✓ KM13 : contacteur pont vitesse rapide.
- ✓ KA1,.....,KA9 : relais d'automatisme séparés.
- ✓ F8, F9, F10, F11, F12, F13 : relais thermiques contre les surcharges.
- ✓ S1 : BP chariot à gauche.
- ✓ S2 : BP chariot à droite.
- ✓ S4 : BP palan descente.
- ✓ S5 : BP palan montée.
- ✓ S7 : BP pont arrière.
- ✓ S8 : BP pont avant.
- ✓ S9 : commutateur de mise sus tension.
- ✓ S10 : BP avertisseur sonore.
- ✓ S11, S12 et S13 : BP changements des vitesses.
- ✓ S3, S6, S14, S15, S16 et S17: fins de courses.
- ✓ H1, H2, H3, H4 et H5: gyrophare.
- ✓ M1, M2, M3, M4 et M5 : moteurs asynchrones.

IV.3 Liste des Entrées/Sorties

Symboles	Variables	Commentaires
F10	E .2.5	Relais thermique contre les surcharges
F11	E.2.6	Relais thermique contre les surcharges
F12	E.0.5	Relais thermique contre les surcharges
F13	E.0.6	Relais thermique contre les surcharges
F8	E.1.6	Relais thermique contre les surcharges
F9	E.1.7	Relais thermique contre les surcharges
H1	A.7.3	gyrophare
H2	A.5.6	gyrophare
H3	A.6.3	gyrophare
H4	A.5.0	gyrophare
H5	A.5.1	gyrophare
H6	A.5.2	avertisseur Sonore
KA1	A.4.1	Relais d'automatisme séparé
KA2	A.4.2	Relais d'automatisme séparé
KA3	A.4.3	Relais d'automatisme séparé
KA4	A.6.4	Relais d'automatisme séparé
KA5	A.6.5	Relais d'automatisme séparé
KA6	A.6.6	Relais d'automatisme séparé
KA7	A.5.3	Relais d'automatisme séparé
KA8	A.5.4	Relais d'automatisme séparé
KA9	A.5.5	Relais d'automatisme séparé
KM1	A.4.0	Contacteur principal
KM10	A.7.1	Contacteur chariot lent
KM11	A.7.2	Contacteur chariot Rapide
KM12	A.4.6	Contacteur vitesse lente
KM13	A.4.7	Contacteur vitesse rapide
KM2	A.5.7	Contacteur montée lente
KM3	A.6.0	Contacteur descente lente

KM4	A.6.1	Contacteur montée rapide
KM5	A.6.2	Contacteur descente Rapide
KM6	A.6.7	Contacteur chariot à droite
KM7	A.7.0	Contacteur chariot à gauche
KM8	A.4.4	Contacteur pont avant
KM9	A.4.5	Contacteur pont arrière
Q1	E.0.0	Fusible de protection
S1	E.2.0	BP chariot à gauche
S10	E.2.7	BP avertisseur Sonore
S11	E.1.3	BP changement de vitesse
S12	E.2.2	BP changement de vitesse
S13	E.0.4	BP changement de vitesse
S14	E.2.3	Fin de course chariot à gauche
S15	E.2.4	Fin de course chariot à droite
S16	E.0.7	Fin de course pont avant
S17	E.1.0	Fin de course pont arrière
S2	E.2.1	BP chariot à droite
S3	E.1.4	Fin de course palan bas
S4	E.1.1	BP palan descente
S5	E.1.2	BP palan montée
S6	E.1.5	Fin de course palan haut
S7	E.0.2	BP pont arrière
S8	E.0.3	BP pont avant
S9	E.0.1	Commutateur de mise sus tension

Tableaux .IV.1 : Liste des Entrées/Sorties

IV.4 Principe de fonctionnement

IV.4.1 Circuit de puissance

- ✓ Fermeture manuelle de Q1 (sectionneur à port fusible).
- ✓ Fermeture de KM1 (contracture principale).
- ✓ Fermeture de KM8 ou KM9 (selon le choix de marche du pont).

- ✓ Fermeture de KM12 (vitesse lente).
- ✓ Fermeture de KM13 (vitesse rapide).
- ✓ Fermeture de KM2 ou KM3 (selon le choix de levage avec vitesse lente).
- ✓ Fermeture de KM4 ou KM5 (vitesse rapide).
- ✓ Fermeture de KM6 ou KM7 (selon le choix de marche du chariot).
- ✓ Fermeture de KM10 (vitesse lente).
- ✓ Fermeture de KM11 (vitesse rapide).

IV.4.2 Circuit de commande

- ✓ Fermeture manuelle de S9 (commutateur de mise sus tension).
- ✓ Excitation de la bobine KM1
- ✓ Fermeture du contact KM1 (13-14)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA1
- ✓ Ouverture de KA1 (21-22)
- ✓ Fermeture de KA1 (13-14)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA2
- ✓ Fermeture de KA2 (13-14) et (23-24)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA9
- ✓ Ouverture de KA9 (21-22)
- ✓ Fermeture de KA9 (13-14)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA8
- ✓ Fermeture de KA8 (13-14) et (23-24)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA5
- ✓ Ouverture de KA5 (41-42)
- ✓ Fermeture de KA5 (13-14)
- ✓ Excitation du relais d'automatisme séparé KA6
- ✓ Fermeture de KA6 (13-14) et (23-24)

IV.4.3 Schema global par Step7

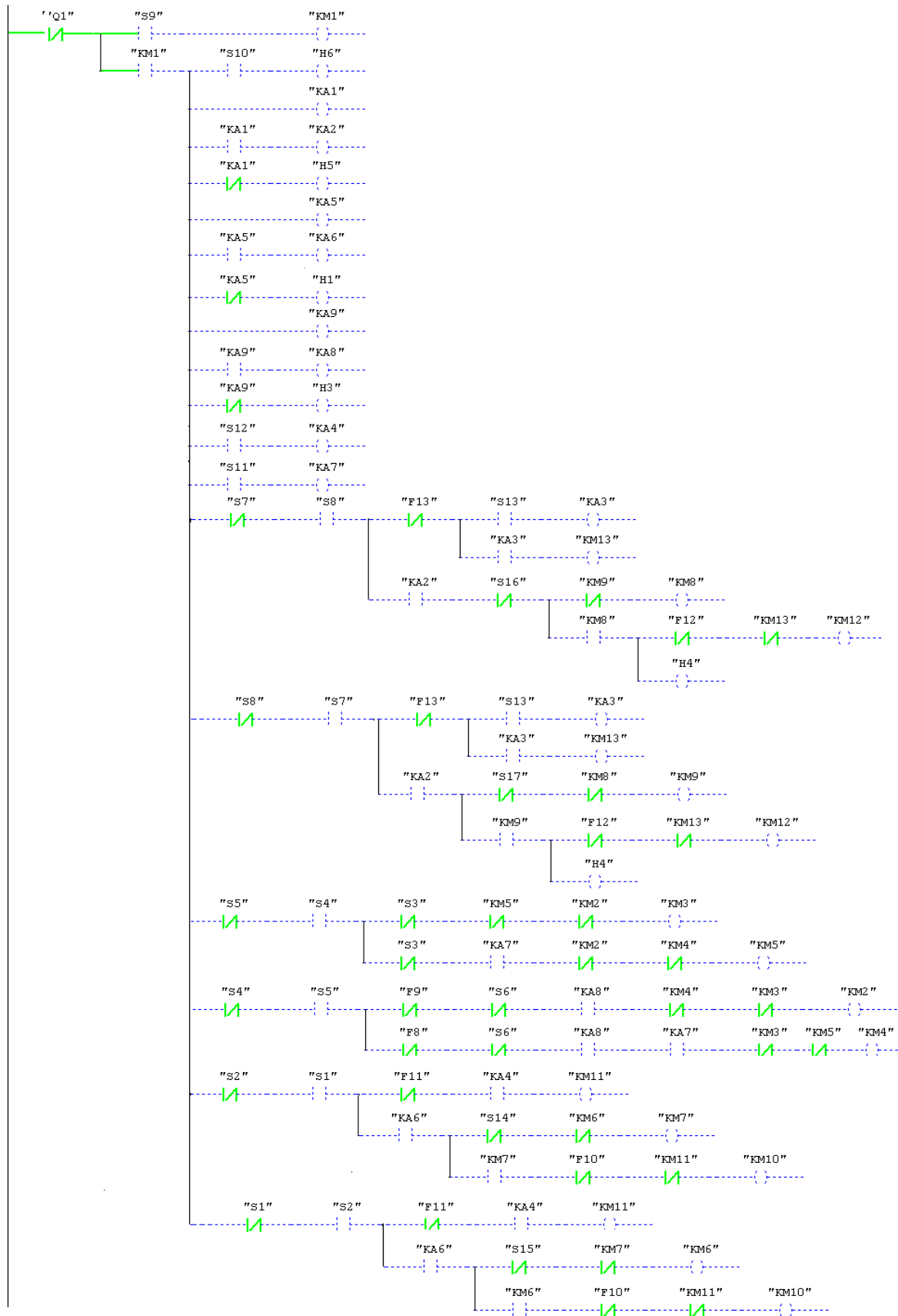


Fig. IV.3: Schema global par Step7

IV.5 Pont

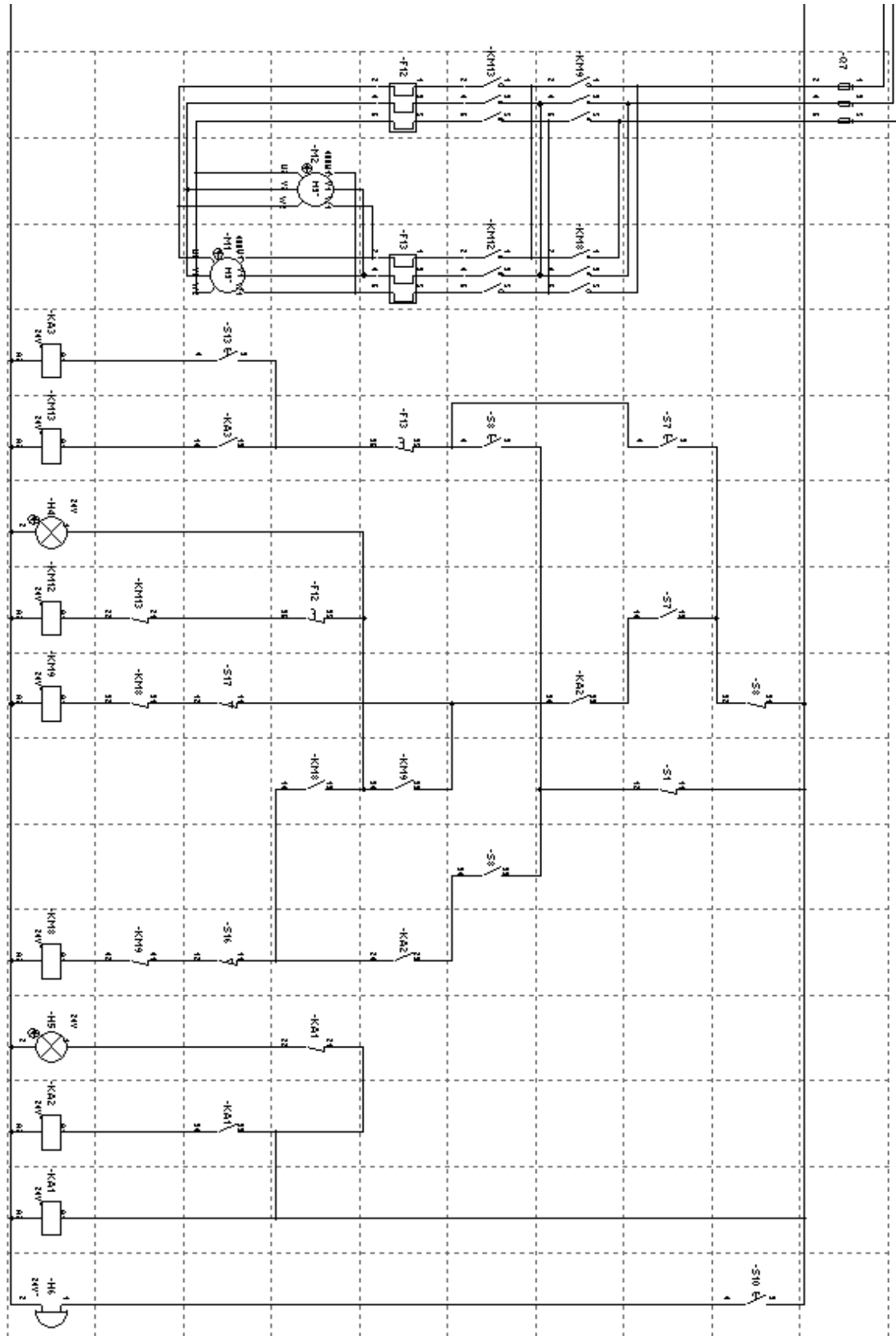
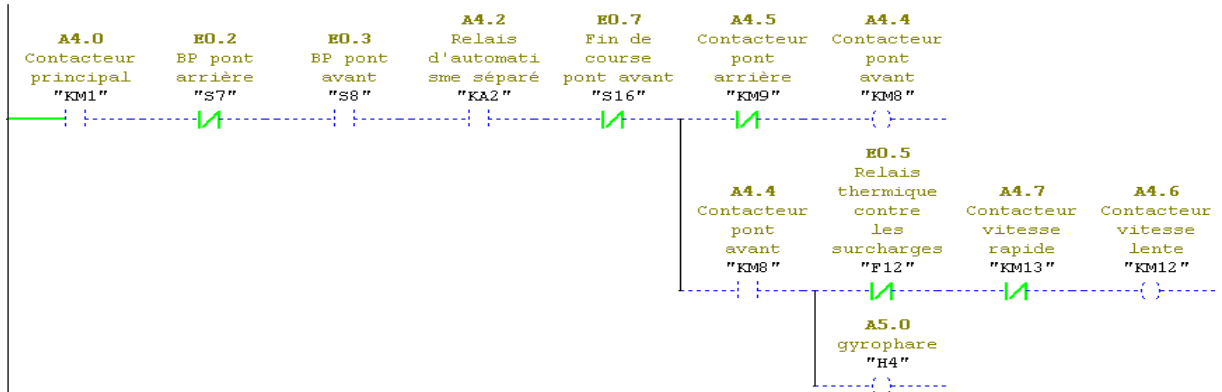


Fig. IV.4 : Simulation du pont par SCHEMAPLIC

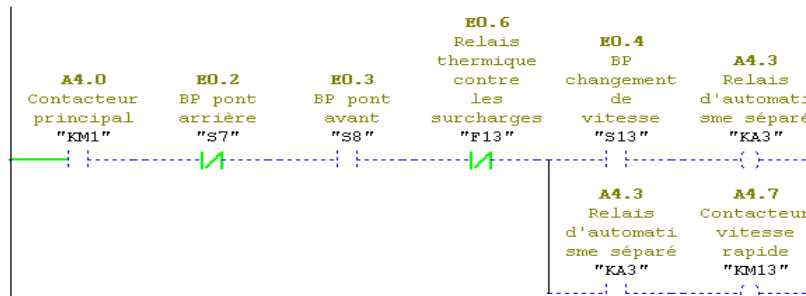
Réseau 2: pont Marche avant (vitesse lente)

contacteur KM8 marche avant
contacteur KM12 vitesse lente



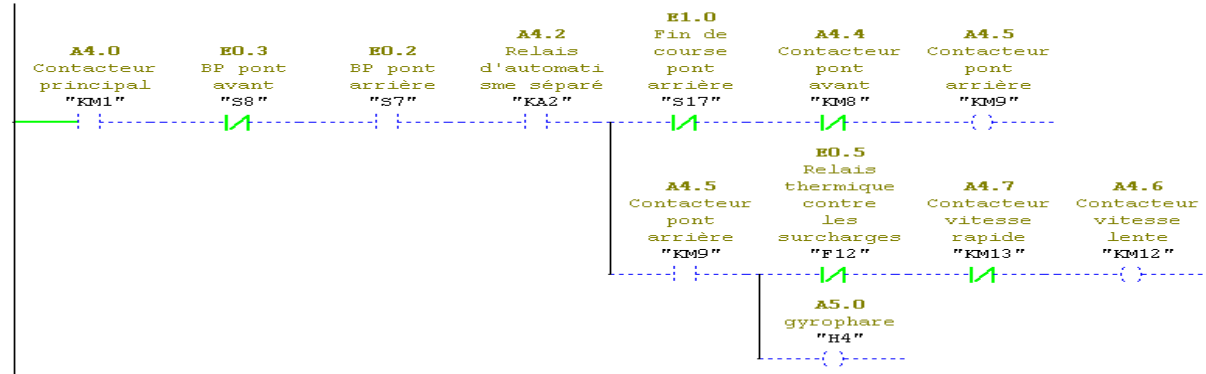
Réseau 3 : pont Marche avant (vitesse Rapide)

contacteur KM8 marche avant
contacteur KM13 vitesse rapide



Réseau 4 : pont Marche arrière (vitesse lente)

contacteur KM9 marche arrière
contacteur KM12 vitesse lente



Réseau 5 : pont Marche arrière (vitesse Rapide)

contacteur KM9 marche arrière
contacteur KM13 vitesse rapide

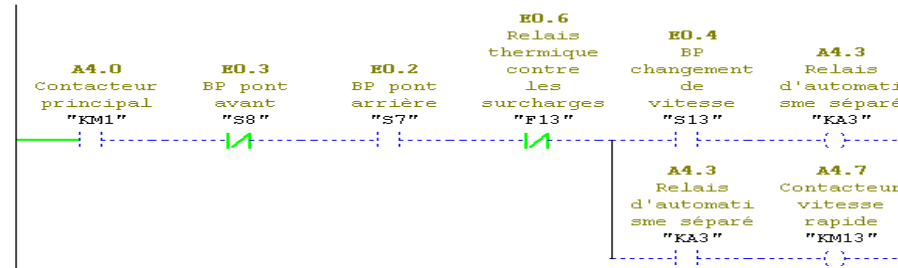


Fig. IV.5 : Simulation du pont par step7

IV.5.1 Marche avant (vitesse lente)

- Impulsion sur S8
- Excitation de la bobine KM8
- Fermeture de KM8 (13-14) et ouverture de KM8 (21-22)
- Excitation de la bobine KM12.

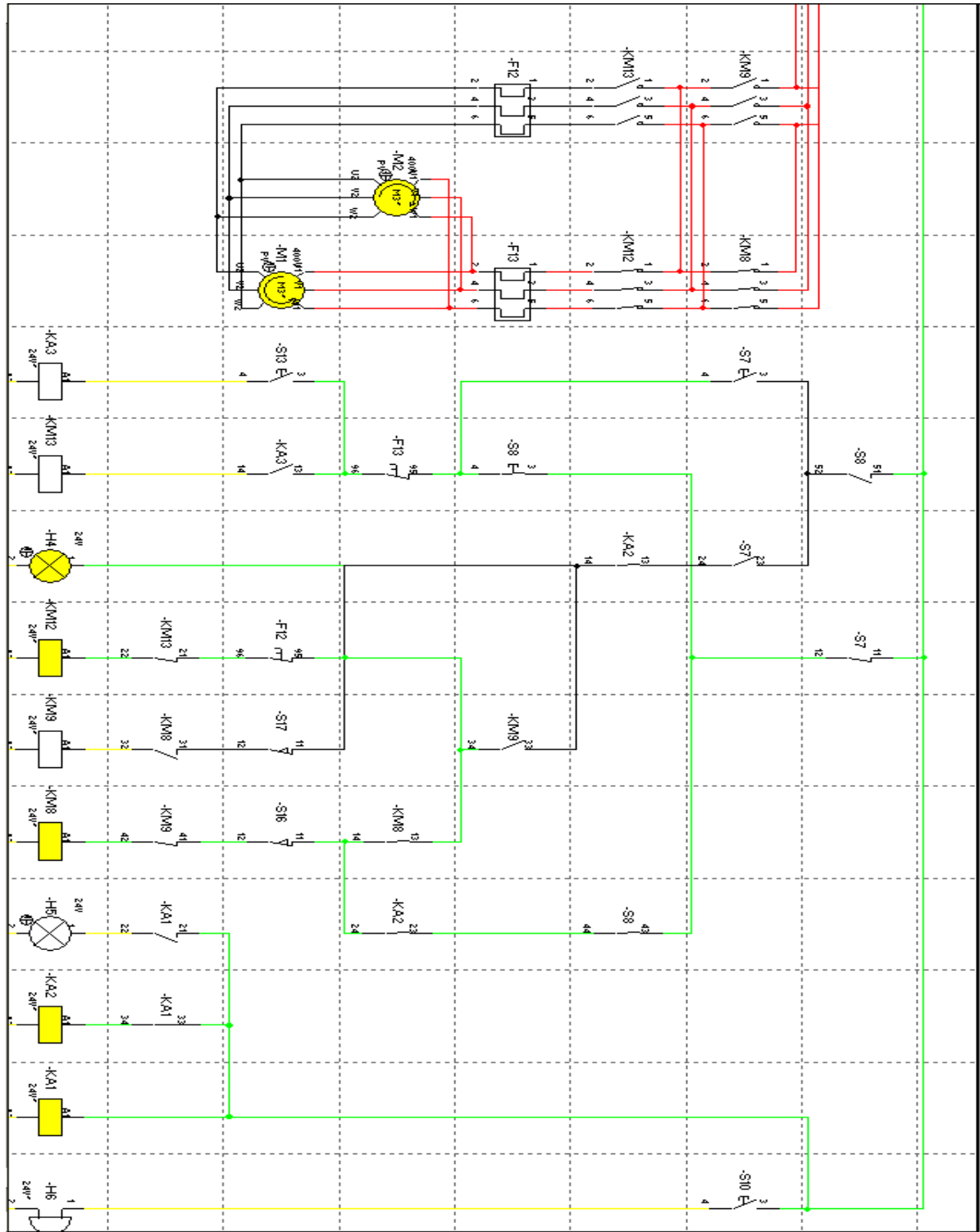


Fig. IV.6 : Simulation du pont Marche avant (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

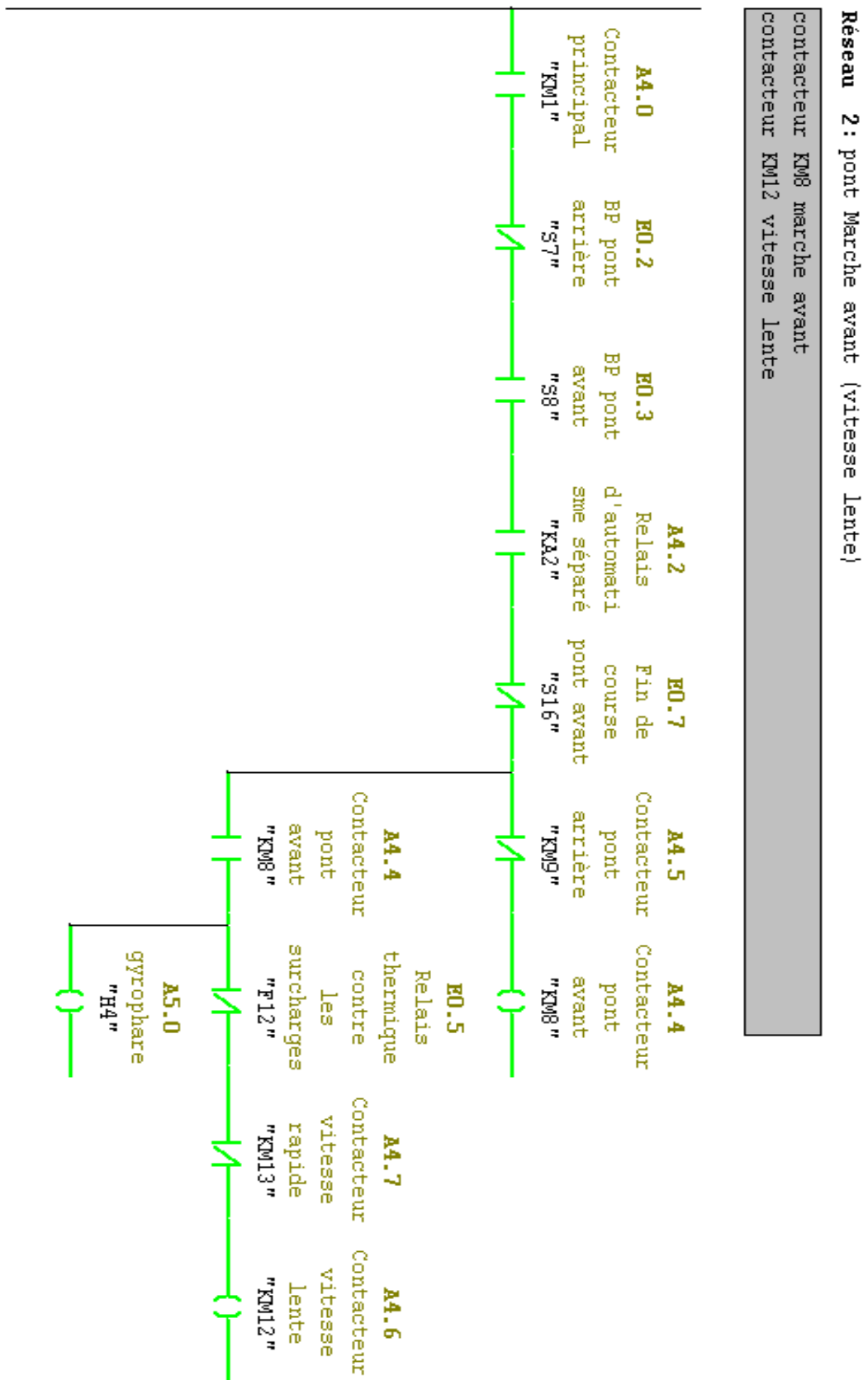


Fig. IV.7 : Simulation du pont Marche avant (vitesse lente) par step7

IV.5.2 Marche avant (vitesse rapide)

- Impulsion sur S13
- Excitation du relais d'automatisme KA3
- Fermeture du contact KA3 (13-14)
- Excitation de la bobine KM13
- Ouverture du contact KM13 (21-22).
- Désexcitation de la bobine KM12 par KM13 (21-22).

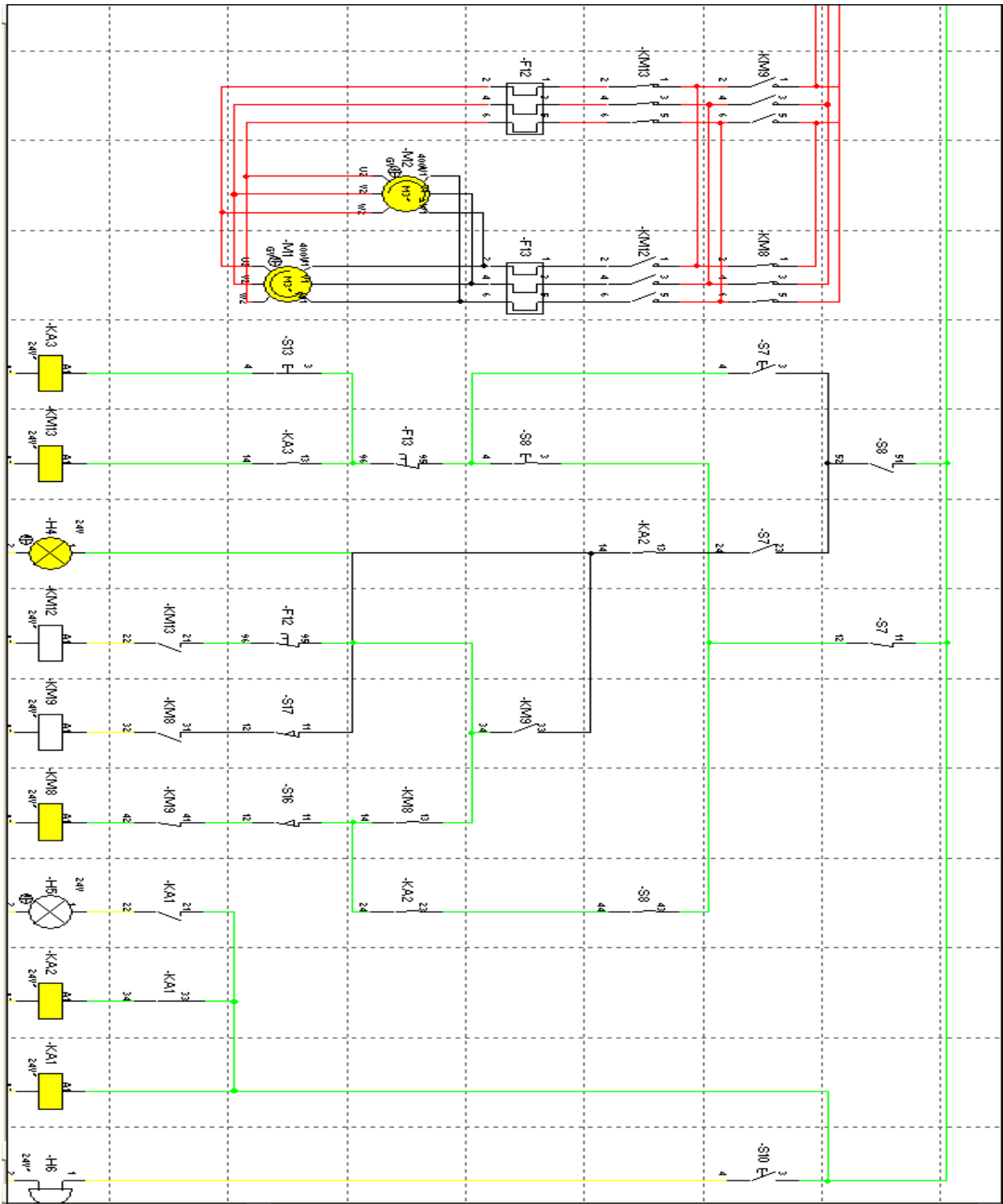
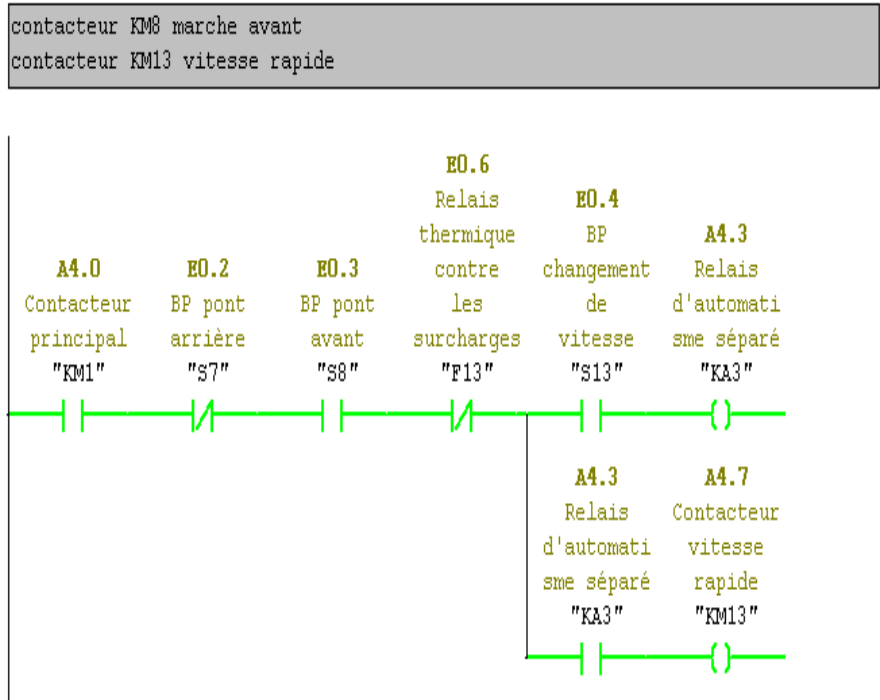


Fig. IV.8 : Simulation du pont Marche avant (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 3: pont Marche avant (vitesse Rapide)



Réseau 2: pont Marche avant (vitesse lente)

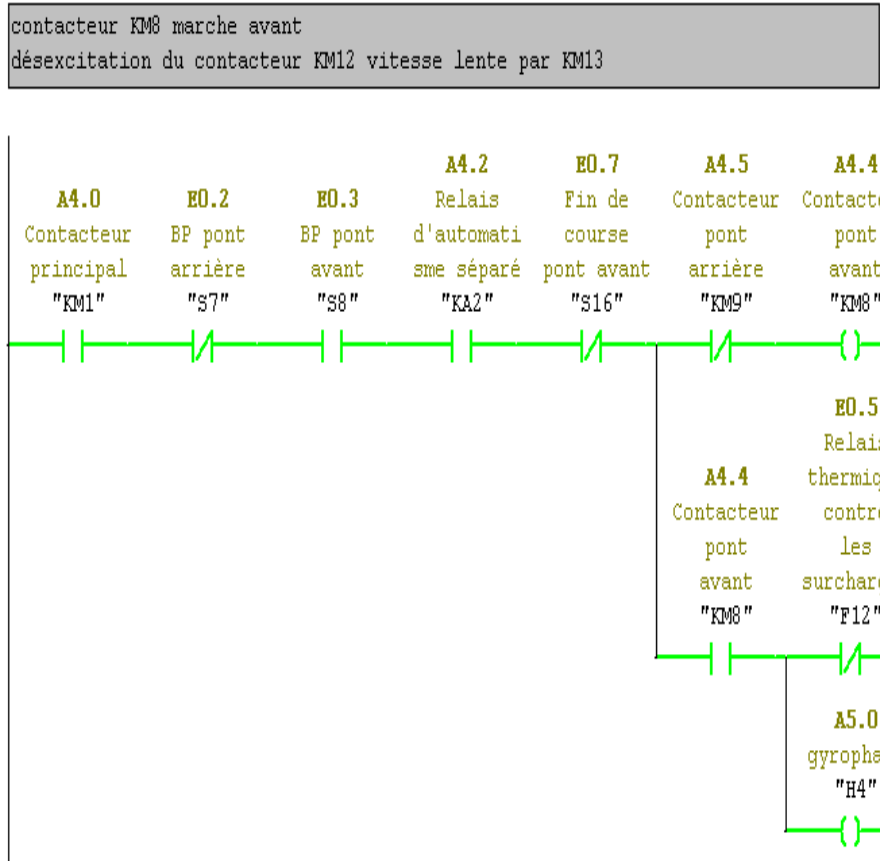


Fig. IV.9 : Simulation du pont Marche avant (vitesse Rapide) par step7

IV.5.3 Marche arrière (vitesse lente)

- Impulsion sur S7
- Excitation de la bobine KM9
- Fermeture de KM9 (13-14) et ouverture de KM9 (21-22)
- Excitation de la bobine KM12.

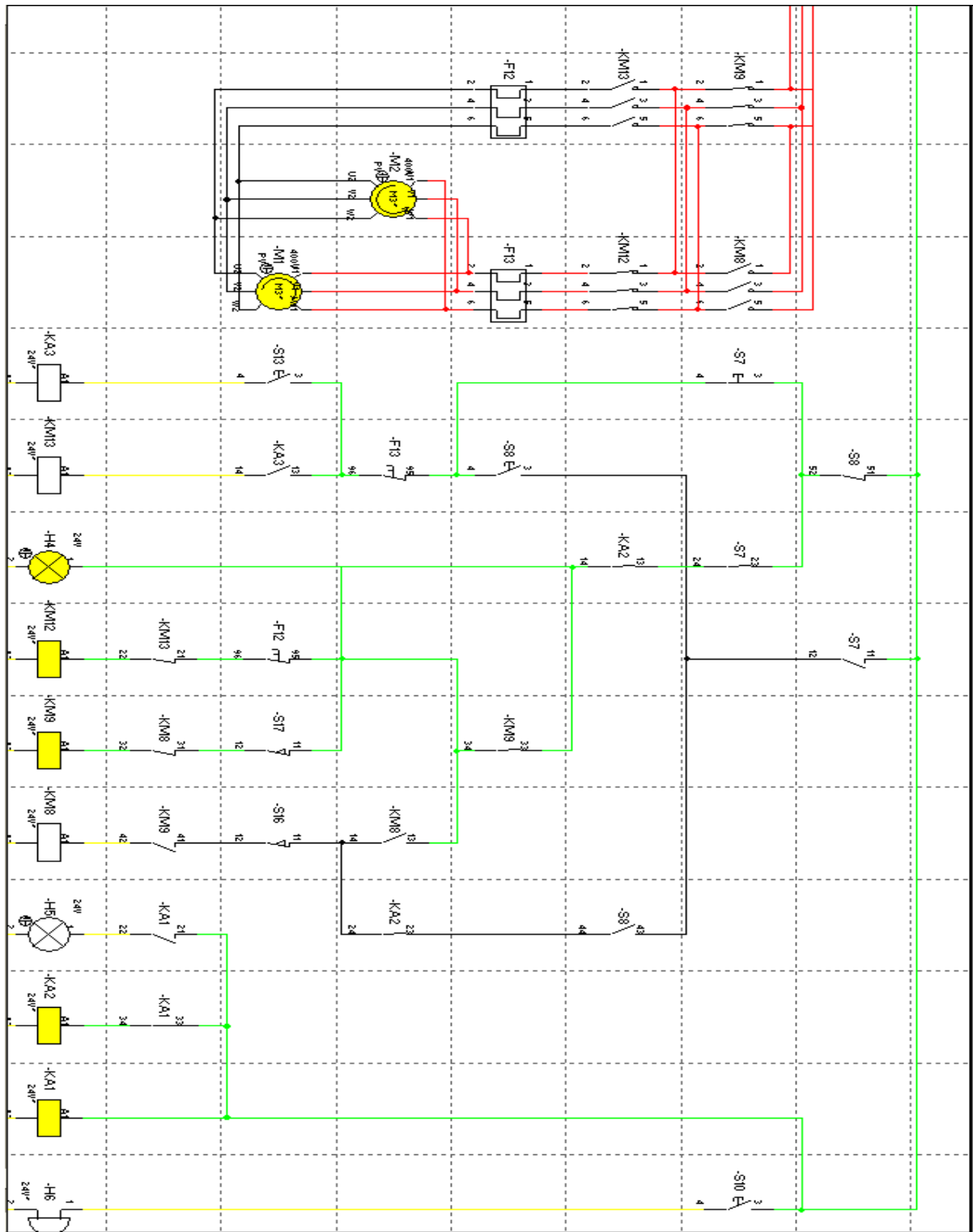


Fig. IV.10 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

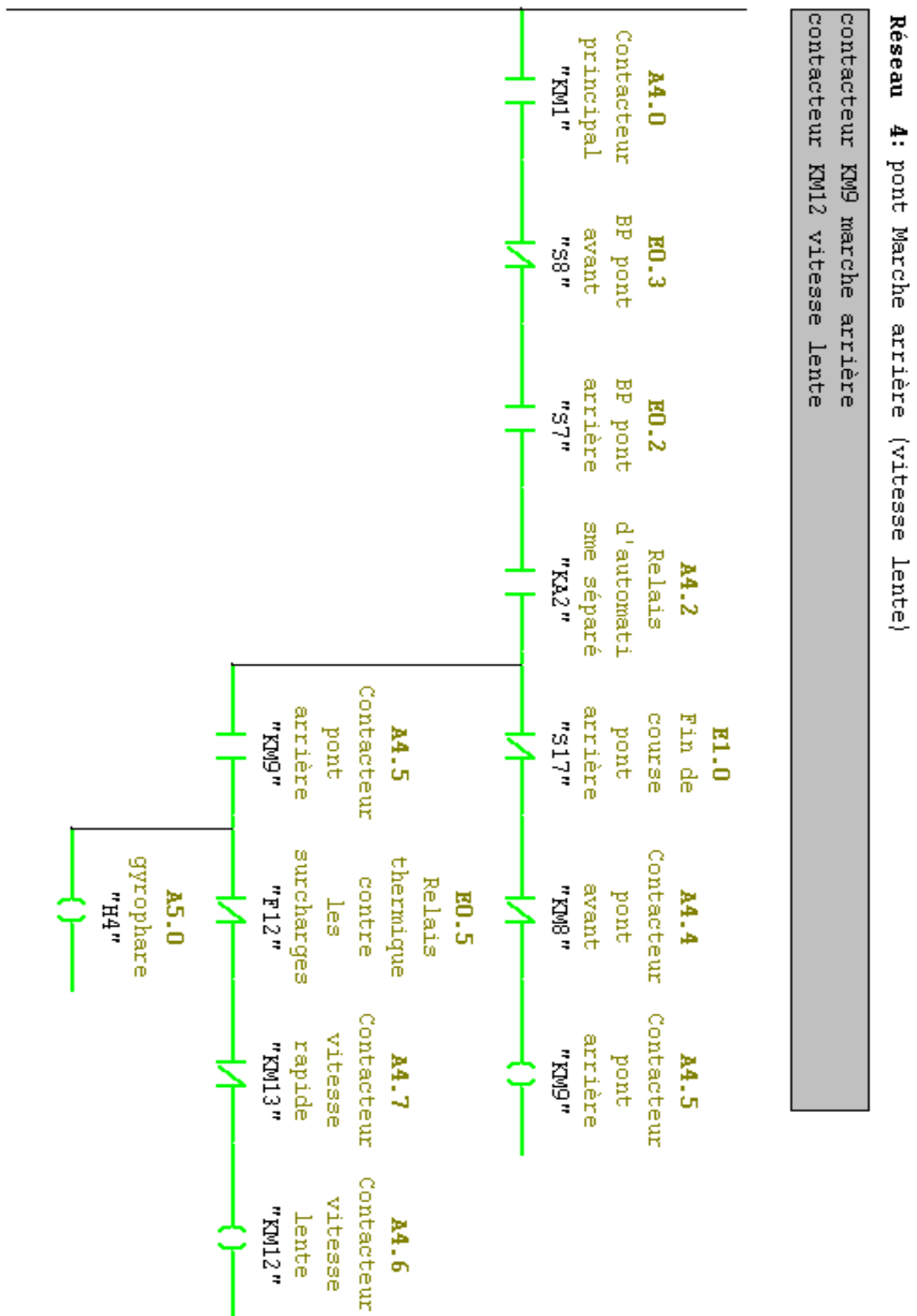


Fig. IV.11 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse lente) par step7

IV.5.4 Marche arrière (vitesse rapide)

- Impulsion sur S13
- Excitation du relais d'automatisme KA3
- Fermeture du contact KA3 (13-14)
- Excitation de la bobine KM13
- Ouverture du contact KM13 (21-22).
- Désexcitation de la bobine KM12 par KM13 (21-22).

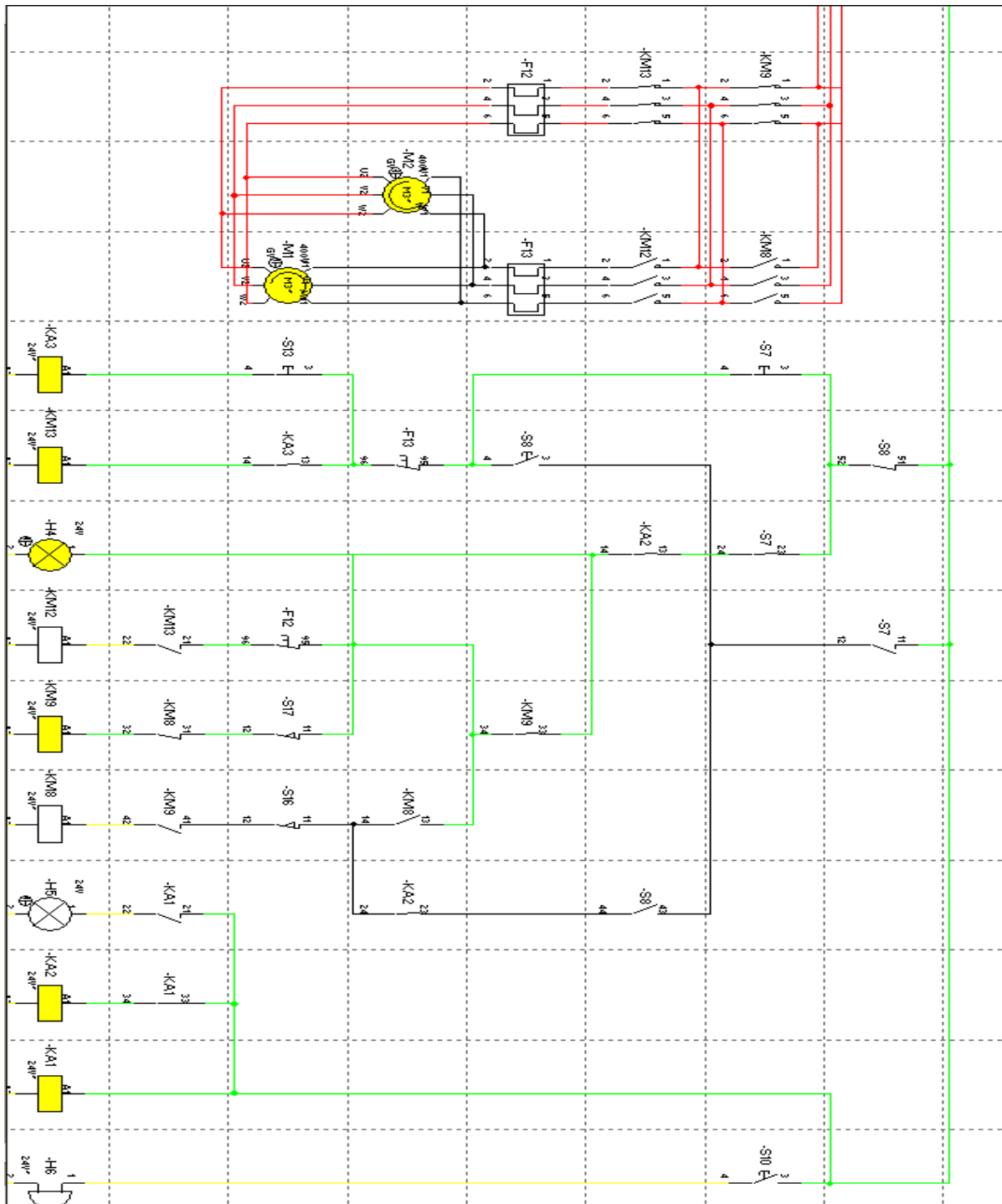
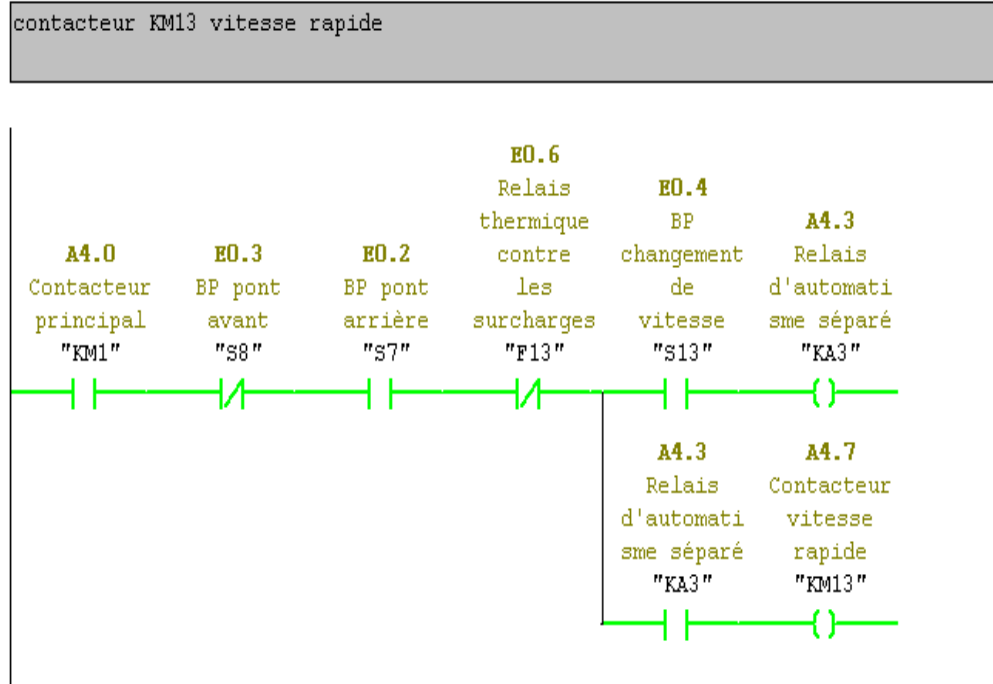


Fig. IV.12 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 5 : pont Marche arrière (vitesse Rapide)



Réseau 4 : pont Marche arrière (vitesse lente)

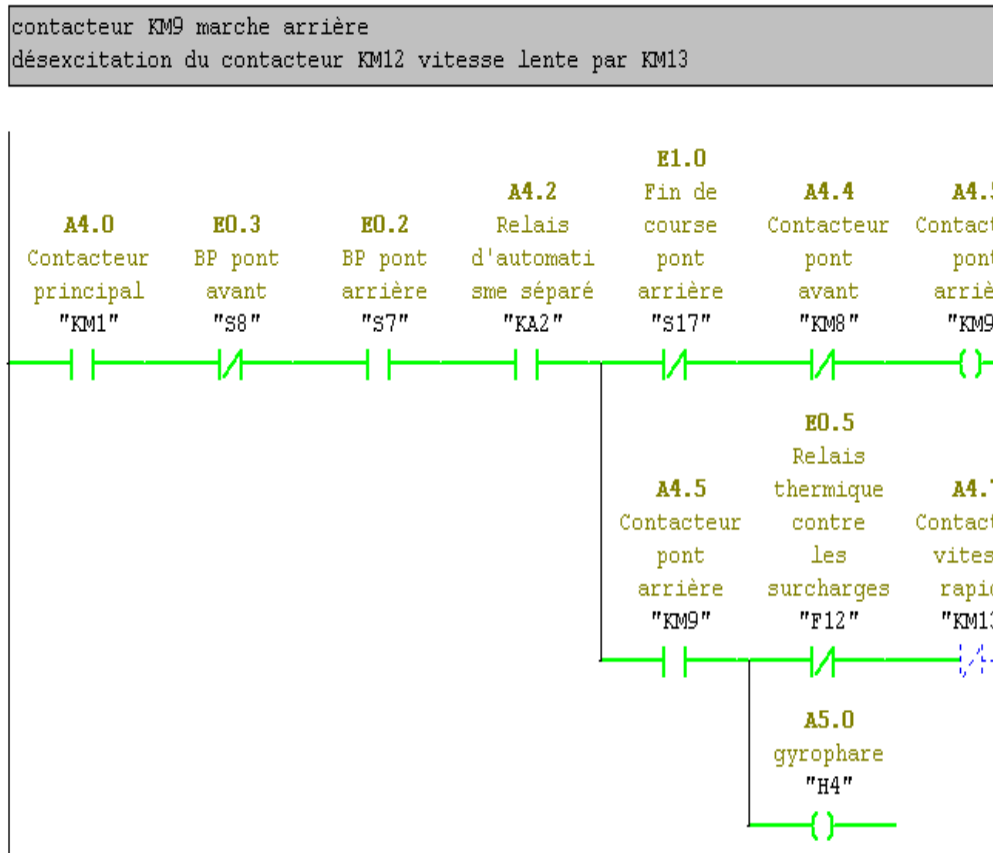


Fig. IV.13 : Simulation du pont Marche arrière (vitesse Rapide) parstep7

IV.6 Palan

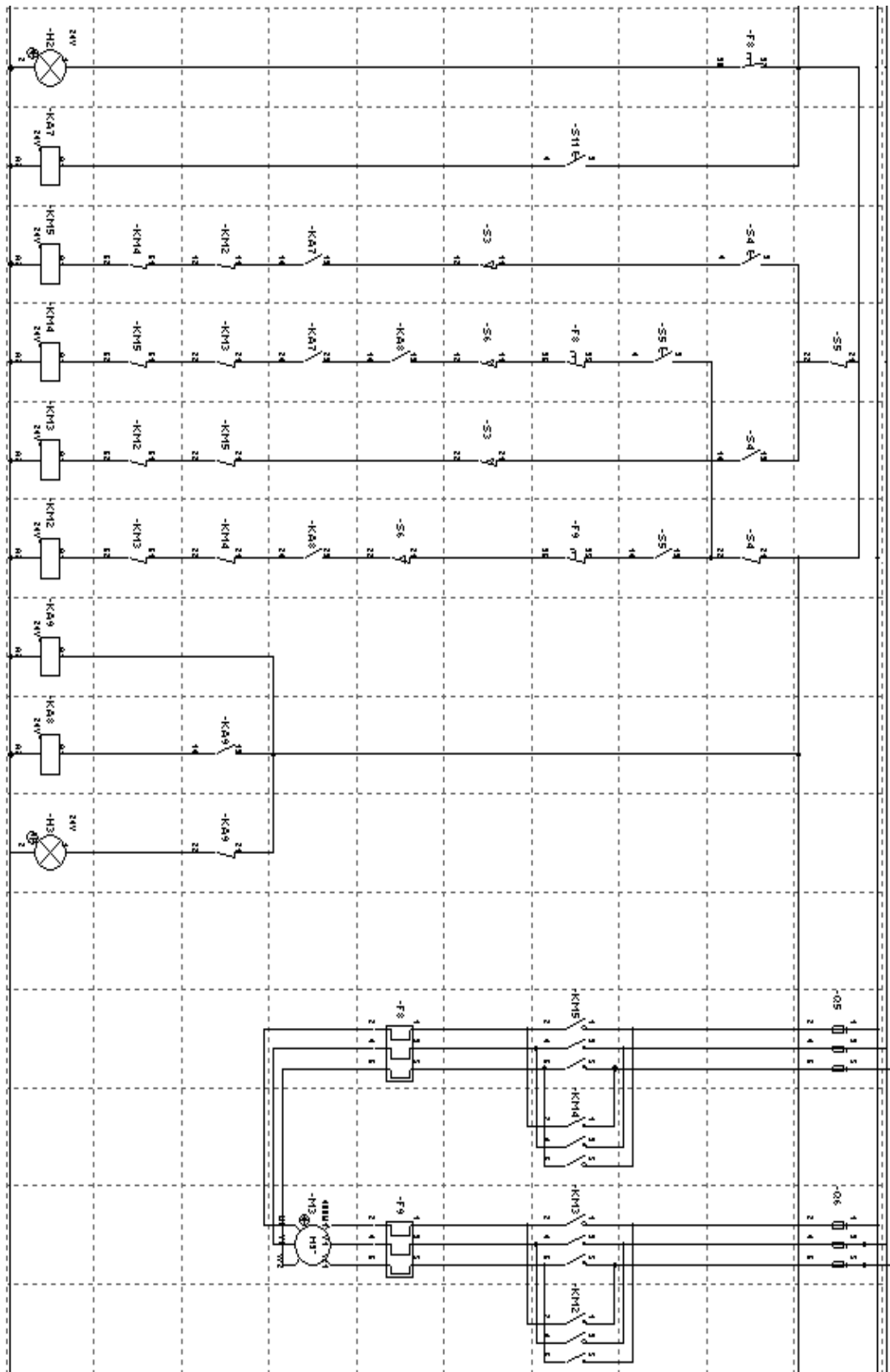
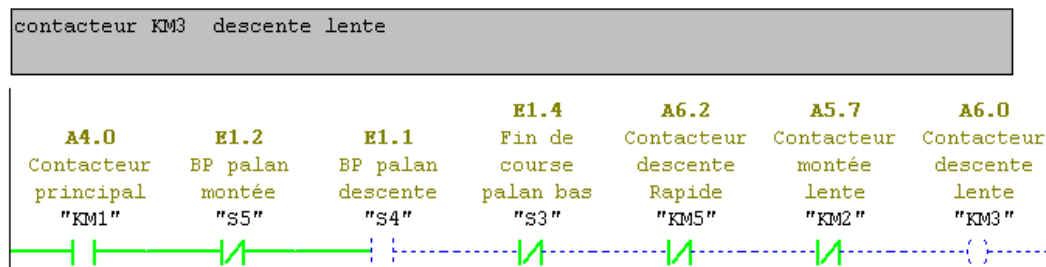
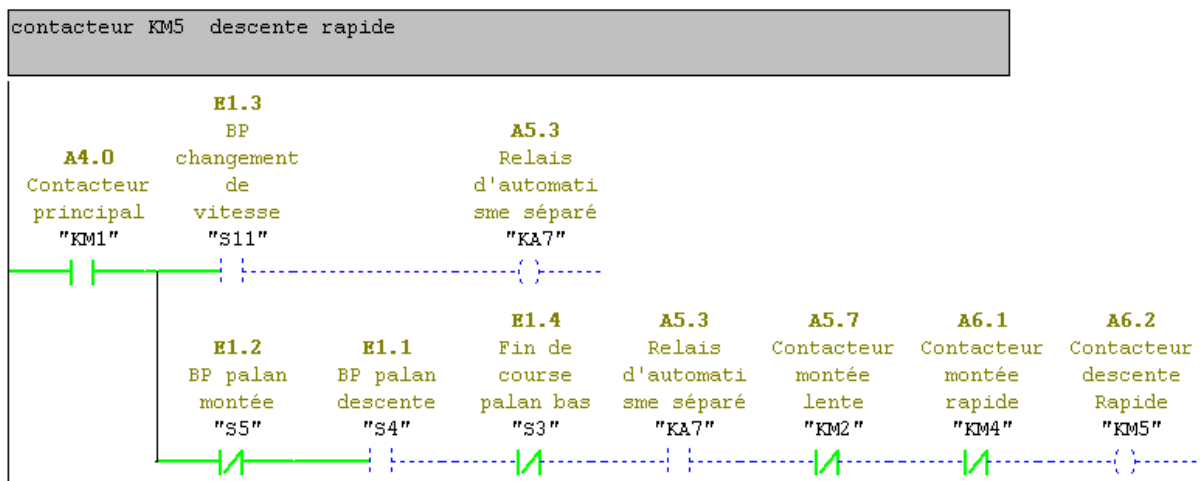


Fig. IV.14 : Simulation du palan par SCHEMAPLIC

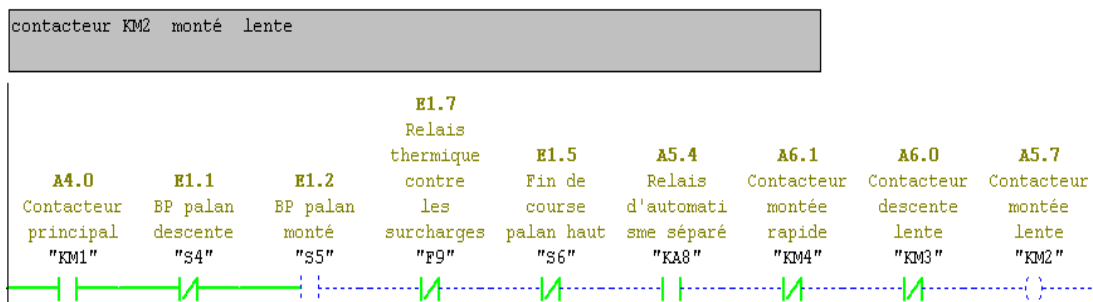
Réseau 6 : palan descente (vitesse lente)



Réseau 7 : palan descente (vitesse rapide)



Réseau 8 : palan monté (vitesse lente)



Réseau 9 : palan monté (vitesse rapide)

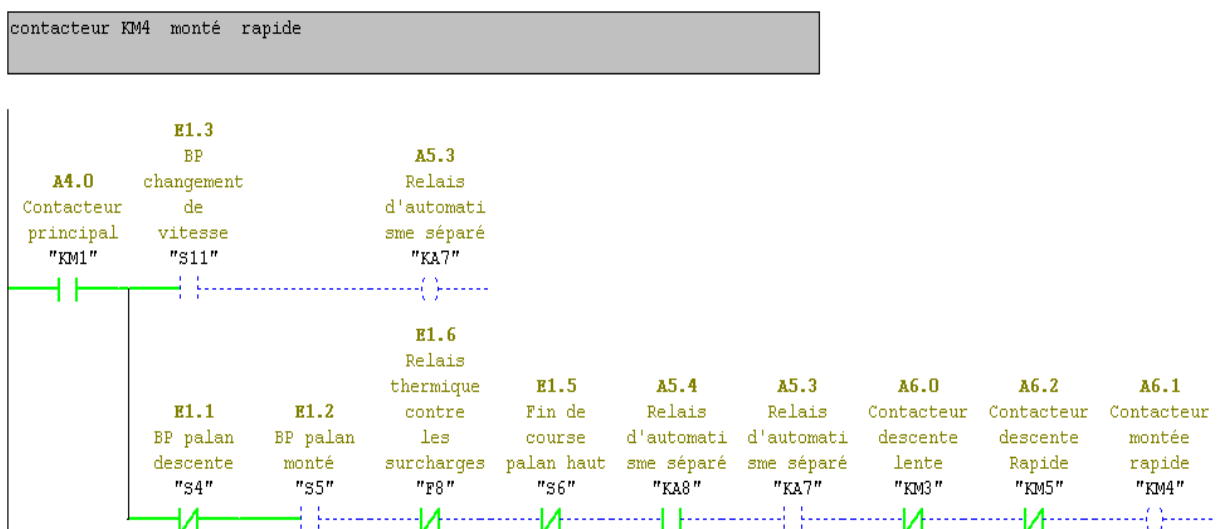


Fig. IV.15 : Simulation du palan par step7

IV.6 .1 Descente (vitesse lente)

- Impulsion sur S4
- Excitation de la bobine KM3
- Ouverture de KM3 (21-22) et KM3 (61-62).

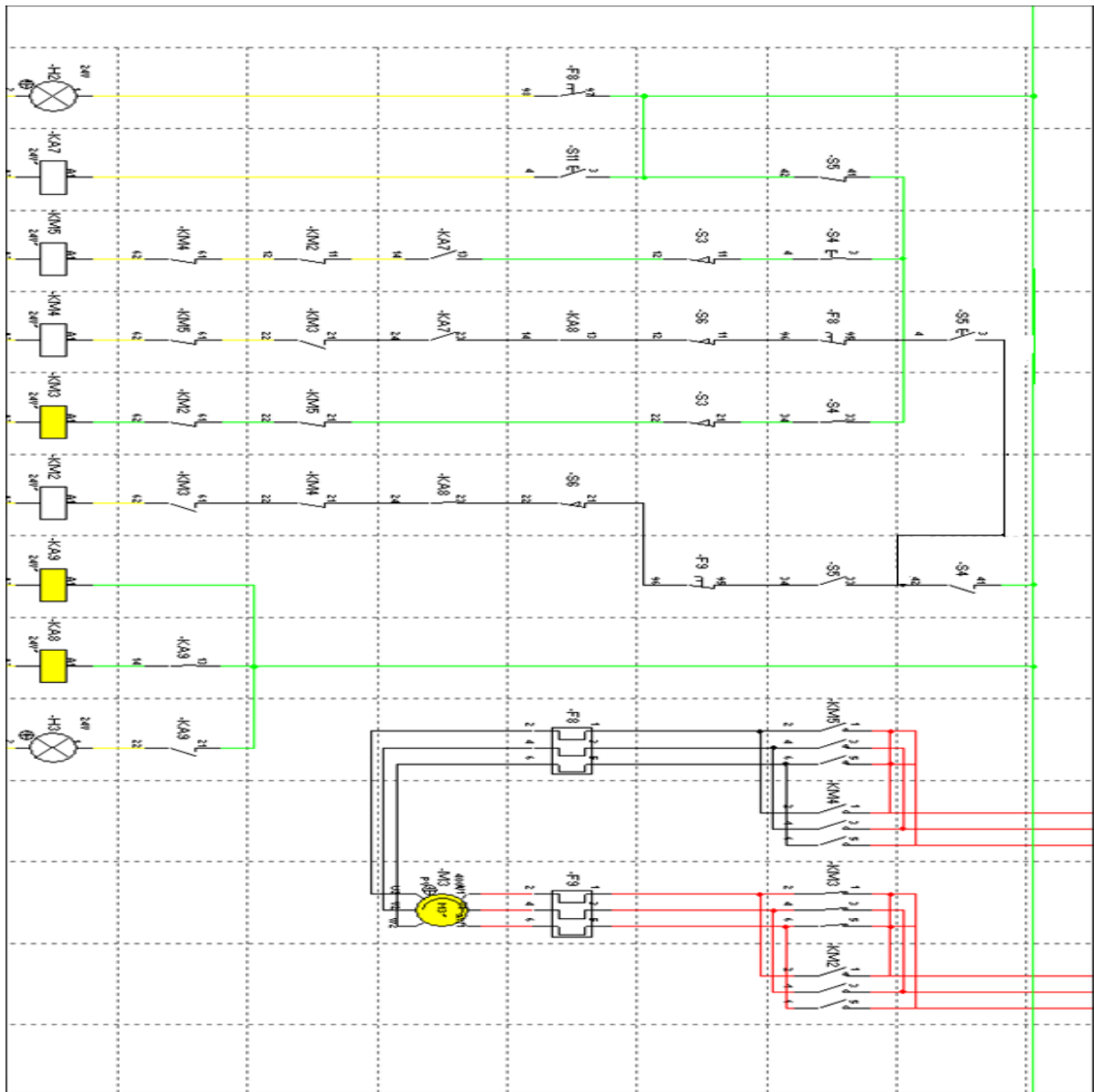


Fig. IV.16 : Simulation du Palan Descente (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

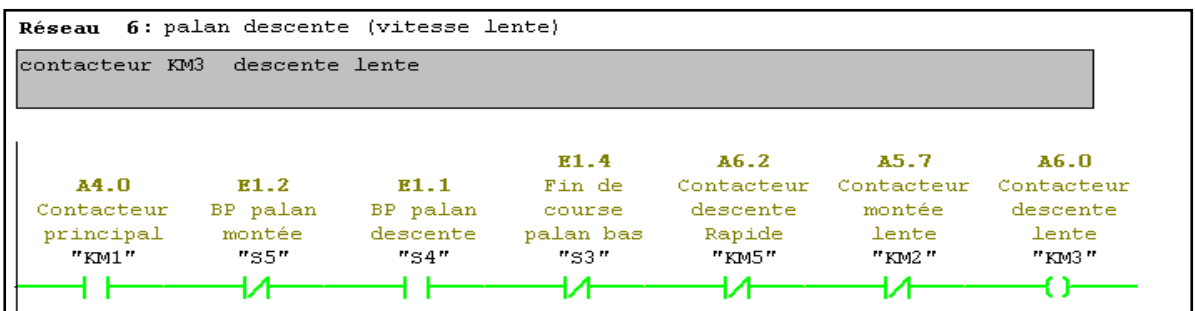


Fig. IV.17 : Simulation du palan Descente (vitesse lente) par Step7

IV.6.2 Descente (vitesse rapide)

- Impulsion sur S11
- Excitation du relais d'automatisme KA7
- Fermeture du contact KA7 (13-14) et KA7 (23-24)
- Excitation de la bobine KM5
- Ouverture du contact KM5 (21-22) et KM5 (61-62).
- Désexcitation de la bobine KM3 par KM5 (21-22).

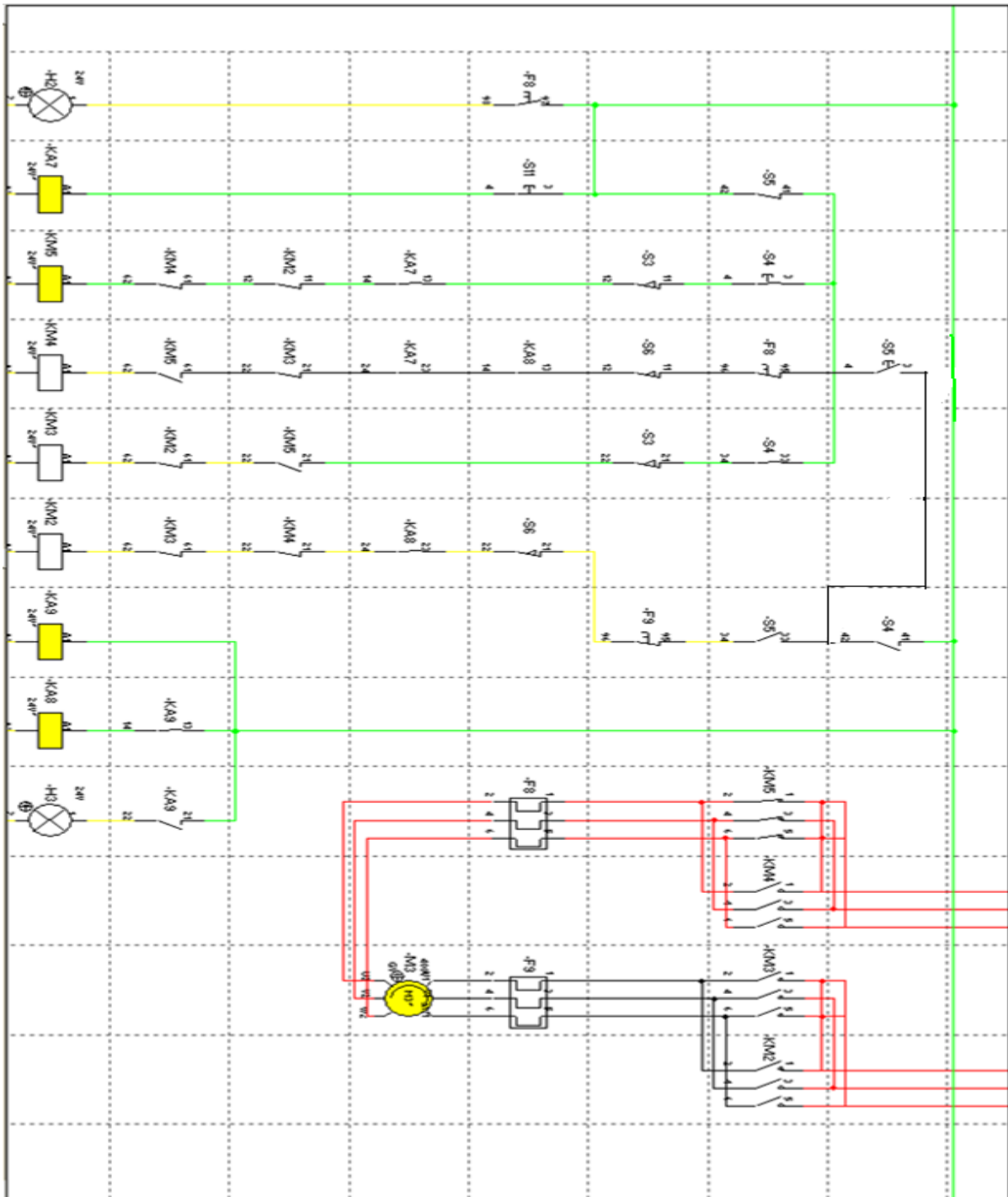
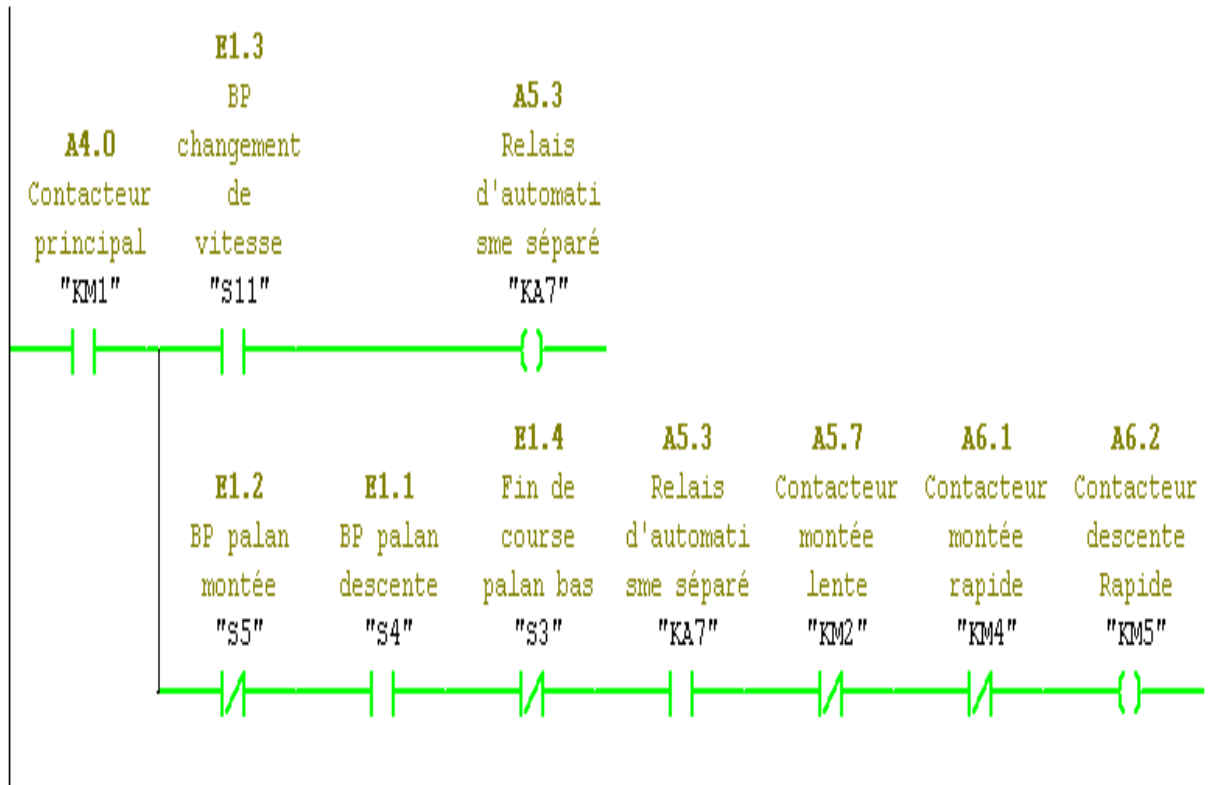


Fig. IV.18 : Simulation du palan Descente (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 7: palan descente (vitesse rapide)

contacteur KM5 descente rapide



Réseau 6: palan descente (vitesse lente)

contacteur KM3 descente lente

désexcitation du contacteur KM3 vitesse lente par KM5

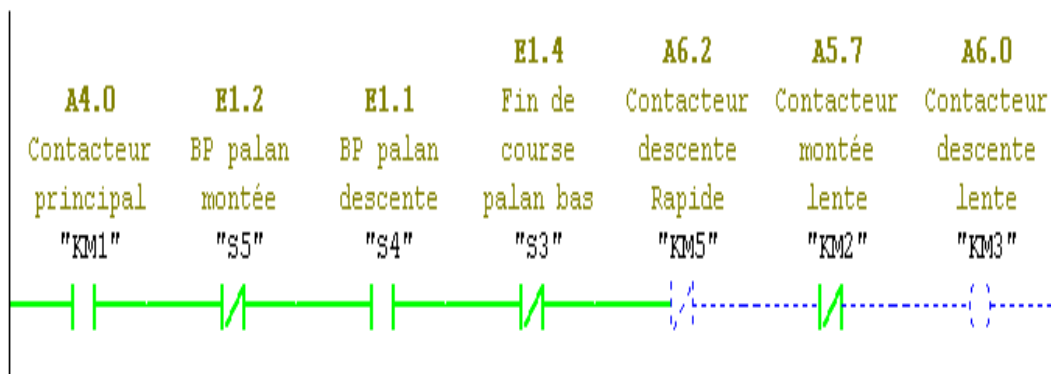


Fig. IV.19 : Simulation du palan Descente (vitesse Rapide) par Step7

IV.6.3 Monte (vitesse lente)

- Impulsion sur S5
- Excitation de la bobine KM2
- Ouverture de KM2 (21-22) et KM2 (61-62).

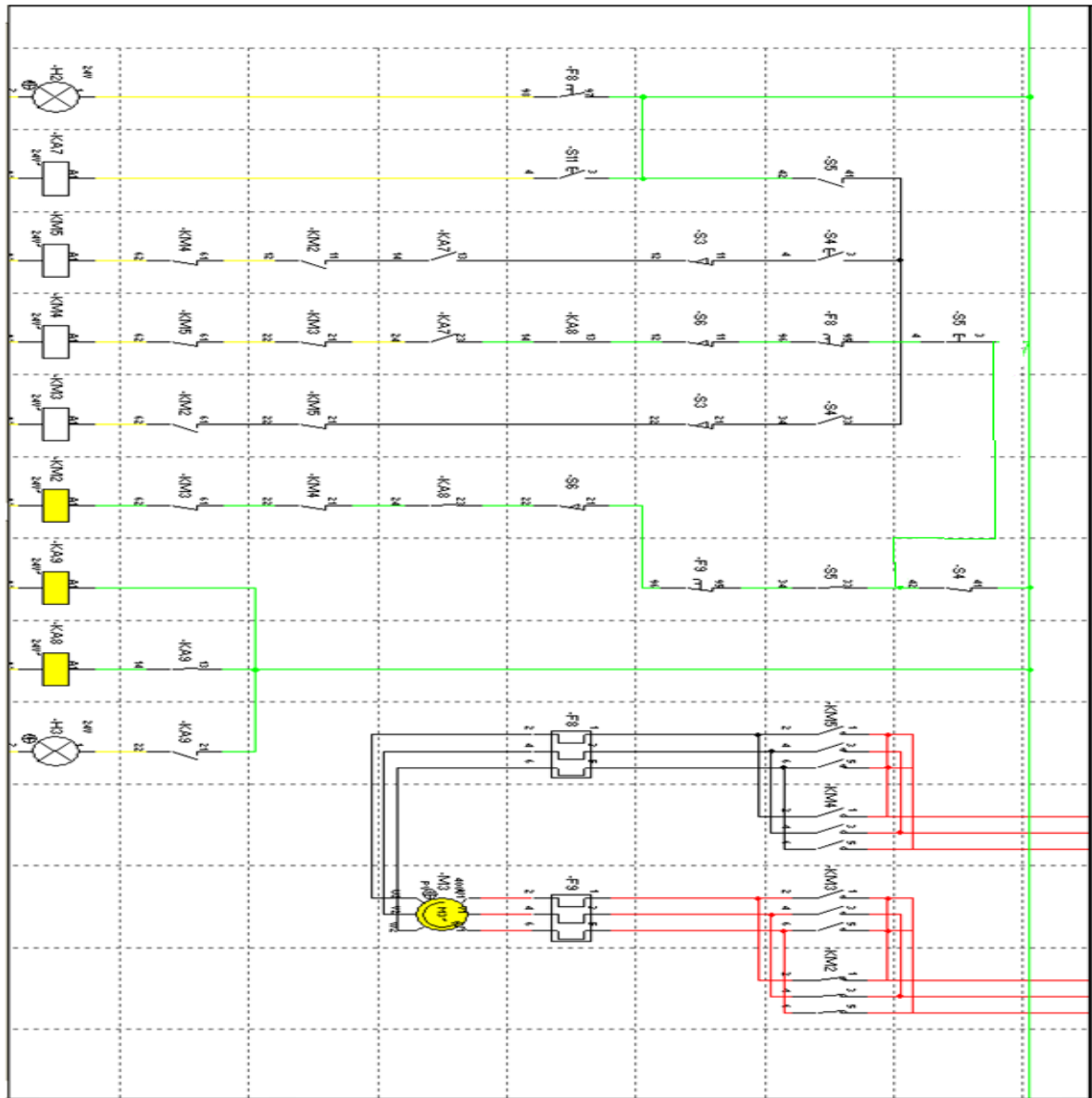


Fig. IV.20 : Simulation du palan monté (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

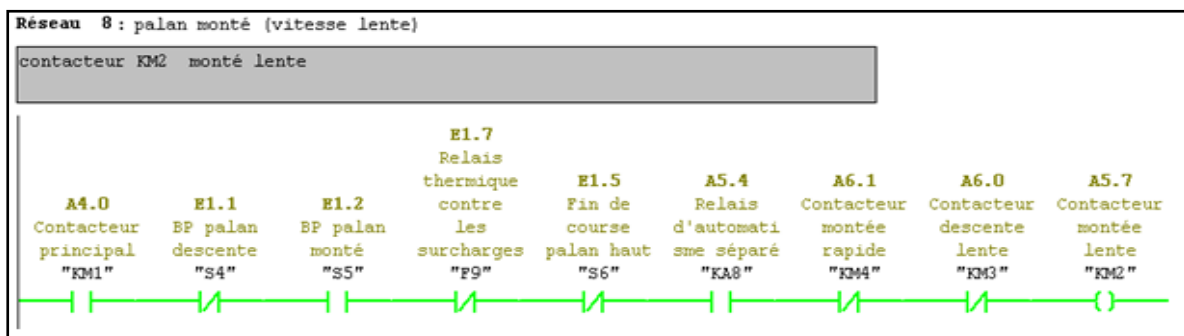


Fig. IV.21 : Simulation du palan monté (vitesse lente) par Step7

IV.6.4 Monte (vitesse rapide)

- Impulsion sur S11
- Excitation du relais d'automatisme KA7
- Fermeture du contact KA7 (13-14) et KA7 (23-24)
- Excitation de la bobine KM4
- Ouverture du contact KM4 (21-22) et KM4 (61-62).
- Désexcitation de la bobine KM2 par KM4 (21-22).

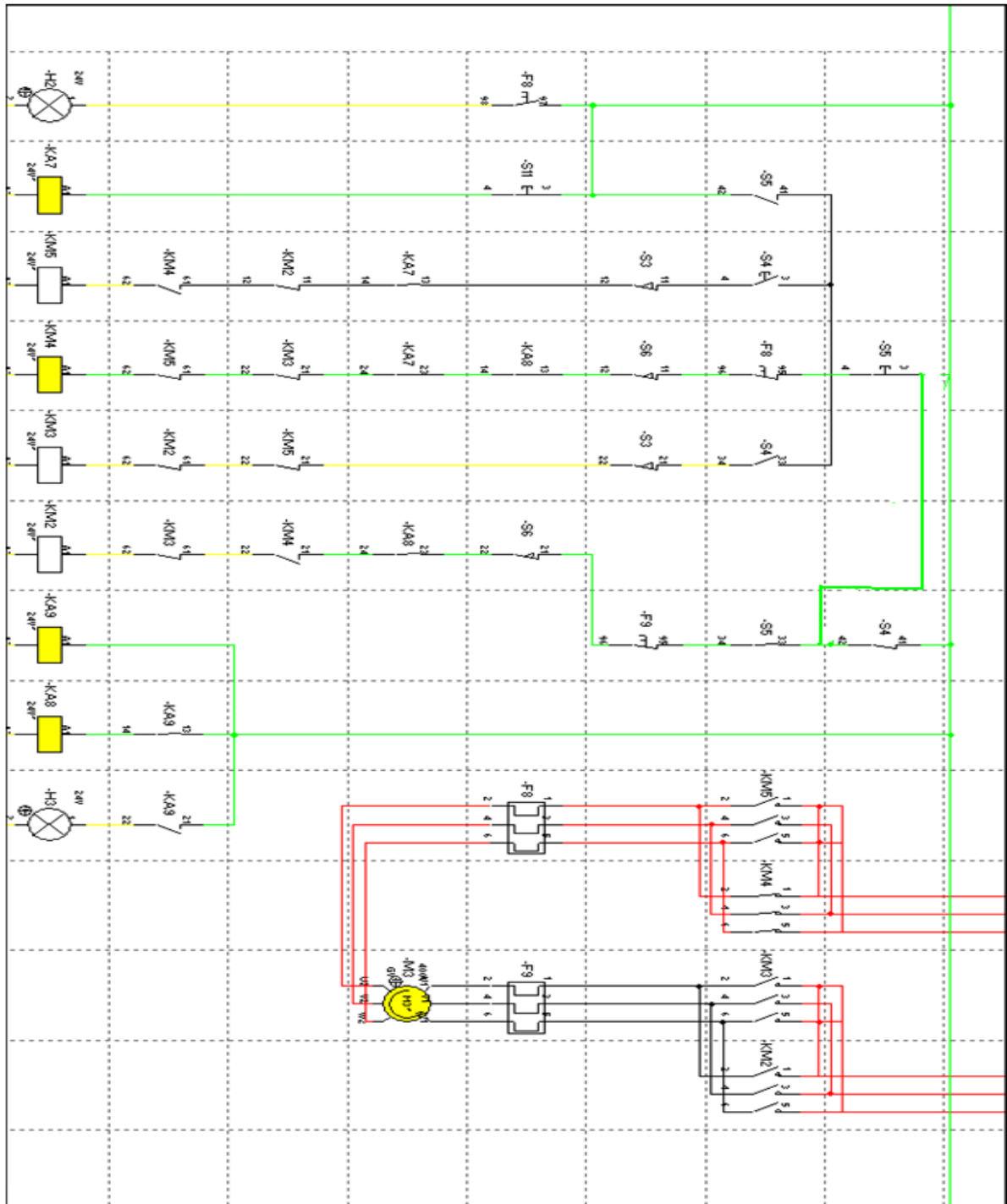
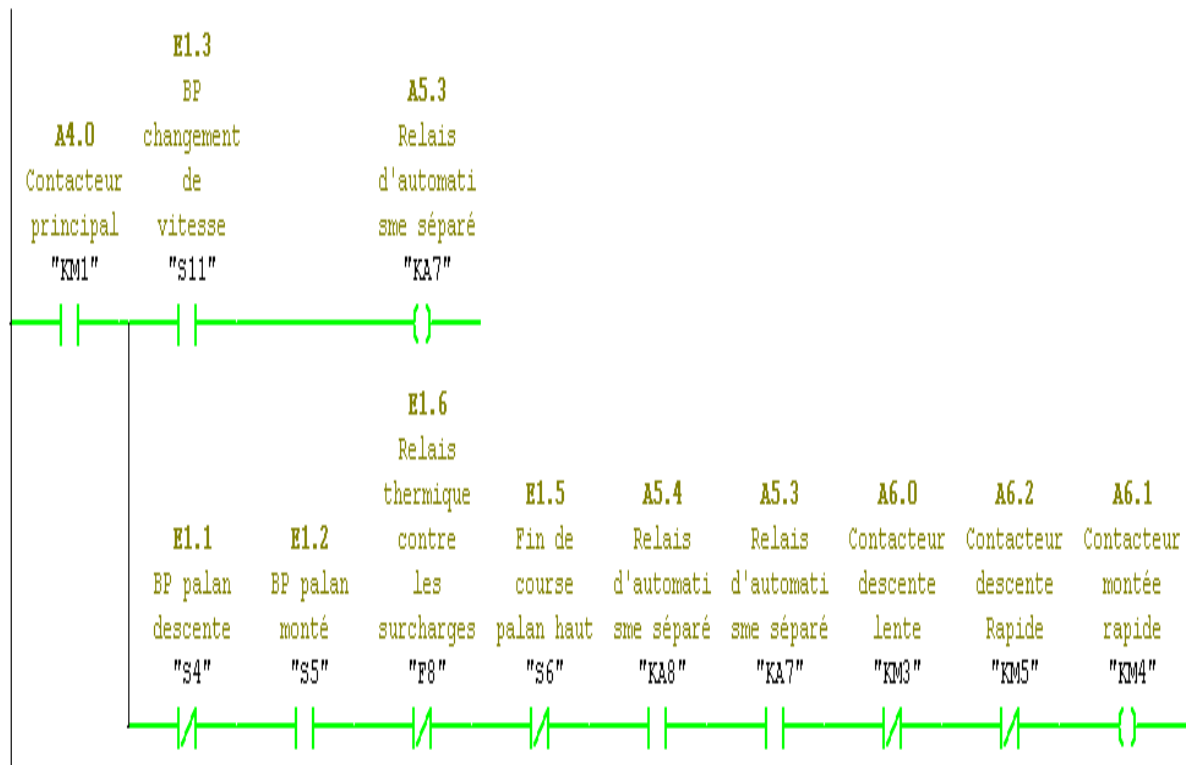


Fig. IV.22 : Simulation du palan montée (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 9 : palan monté (vitesse rapide)

contacteur KM4 monté rapide



Réseau 8 : palan monté (vitesse lente)

contacteur KM2 monté lente
désexcitation du contacteur KM2 vitesse lente par KM4

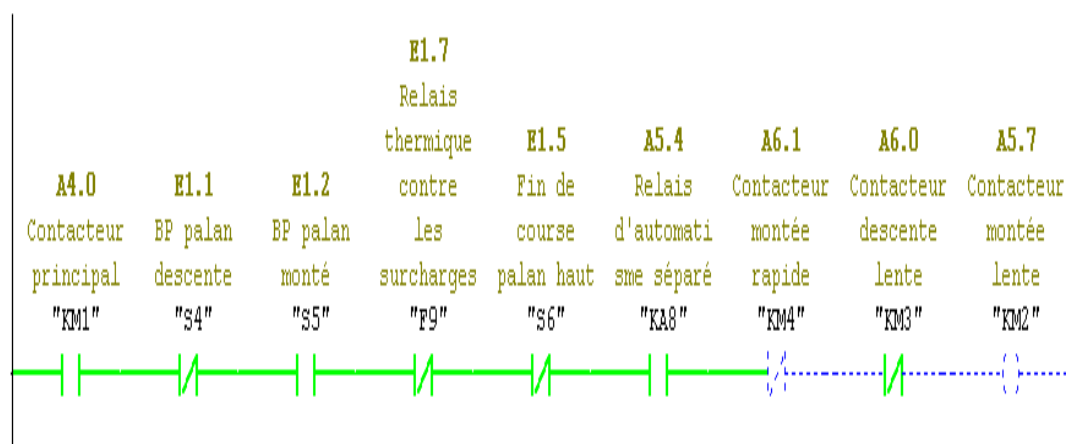


Fig. IV.23 : Simulation du palan monté (vitesse Rapide) par Step7

IV.7 Chariot

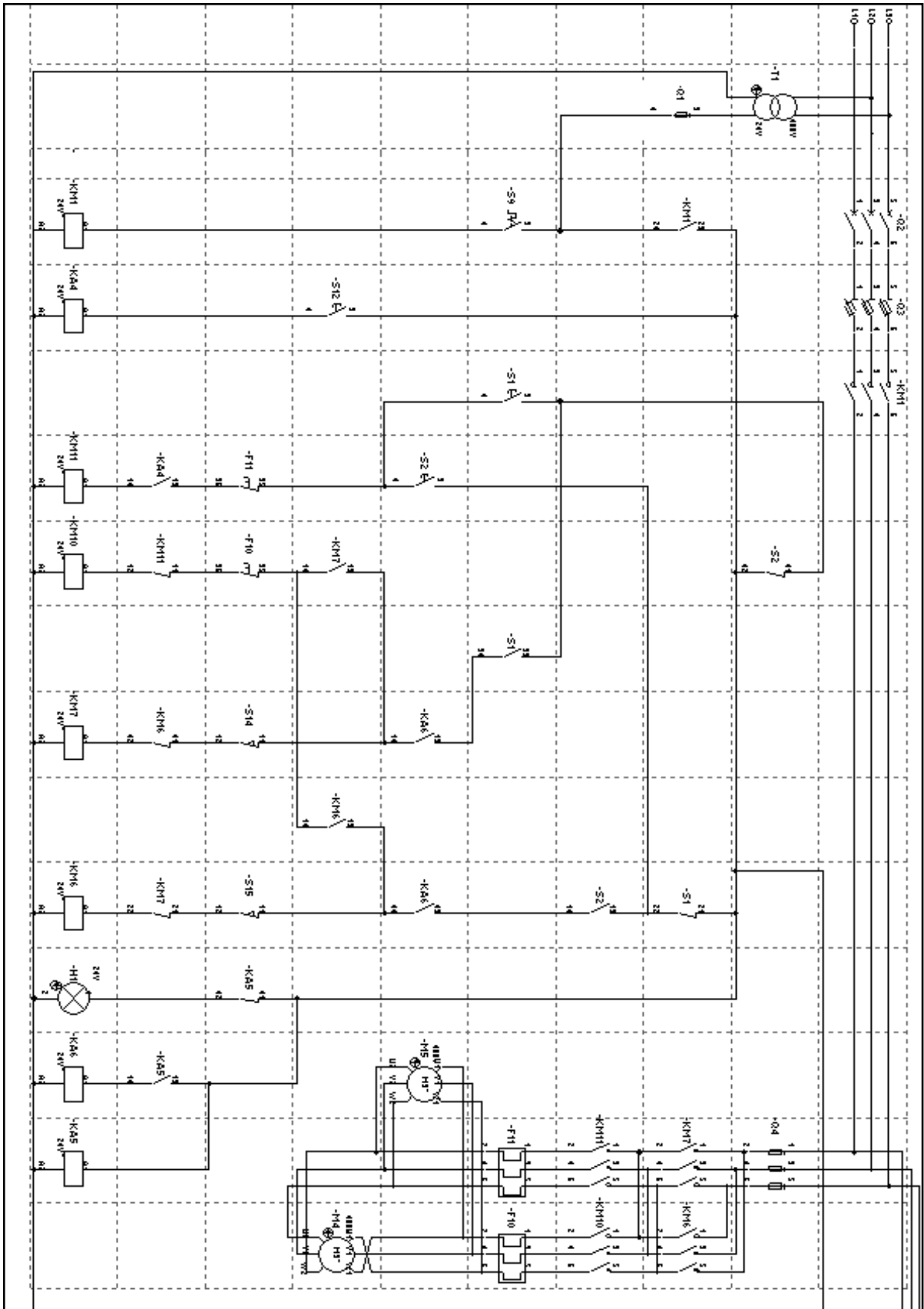
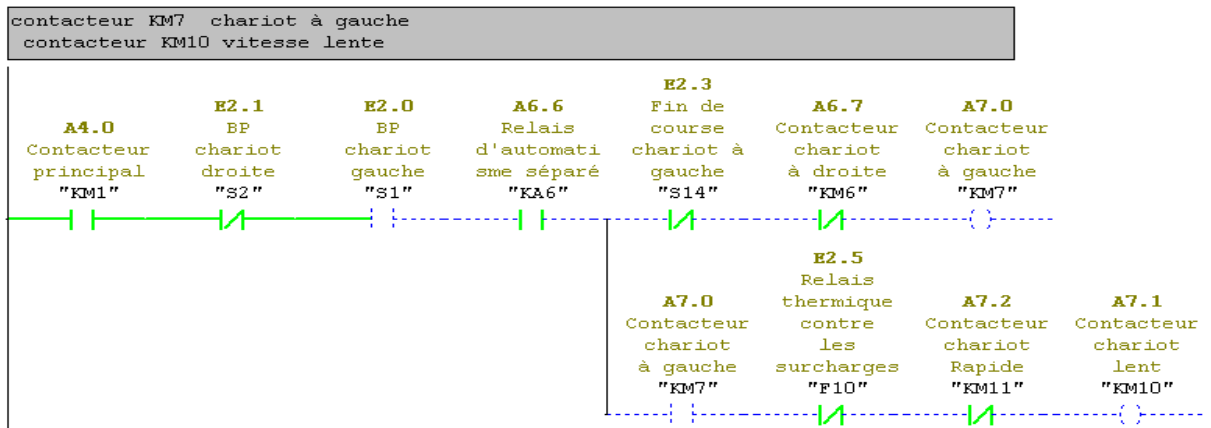
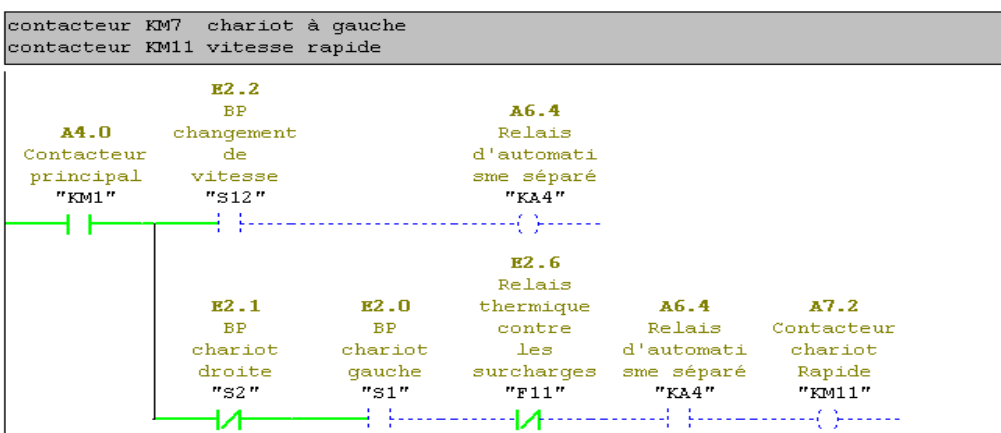


Fig. IV.24 : Simulation du chariot par SCHEMAPLIC

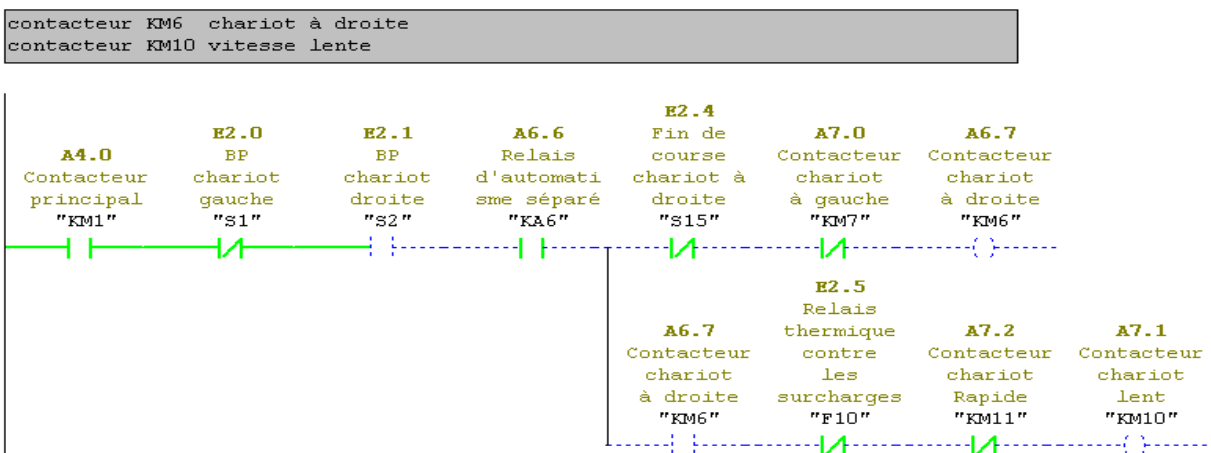
Réseau 10: contacteur chariot à gauche (vitesse lente)



Réseau 11: chariot à gauche (vitees Rapide)



Réseau 12: chariot à droite(vitees lente)



Réseau 13: contacteur chariot à droite (vitesse Rapide)

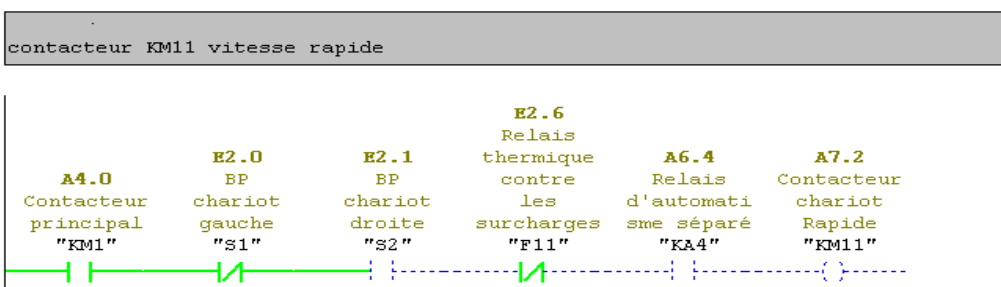


Fig. IV.25 : Simulation du chariot par Step7

IV.7.1 A gauche (vitesse lente)

- Impulsion sur S1
- Excitation de la bobine KM7
- Ouverture de KM7 (21-22) et fermeture de KM7 (13-14).
- Excitation de la bobine KM10.

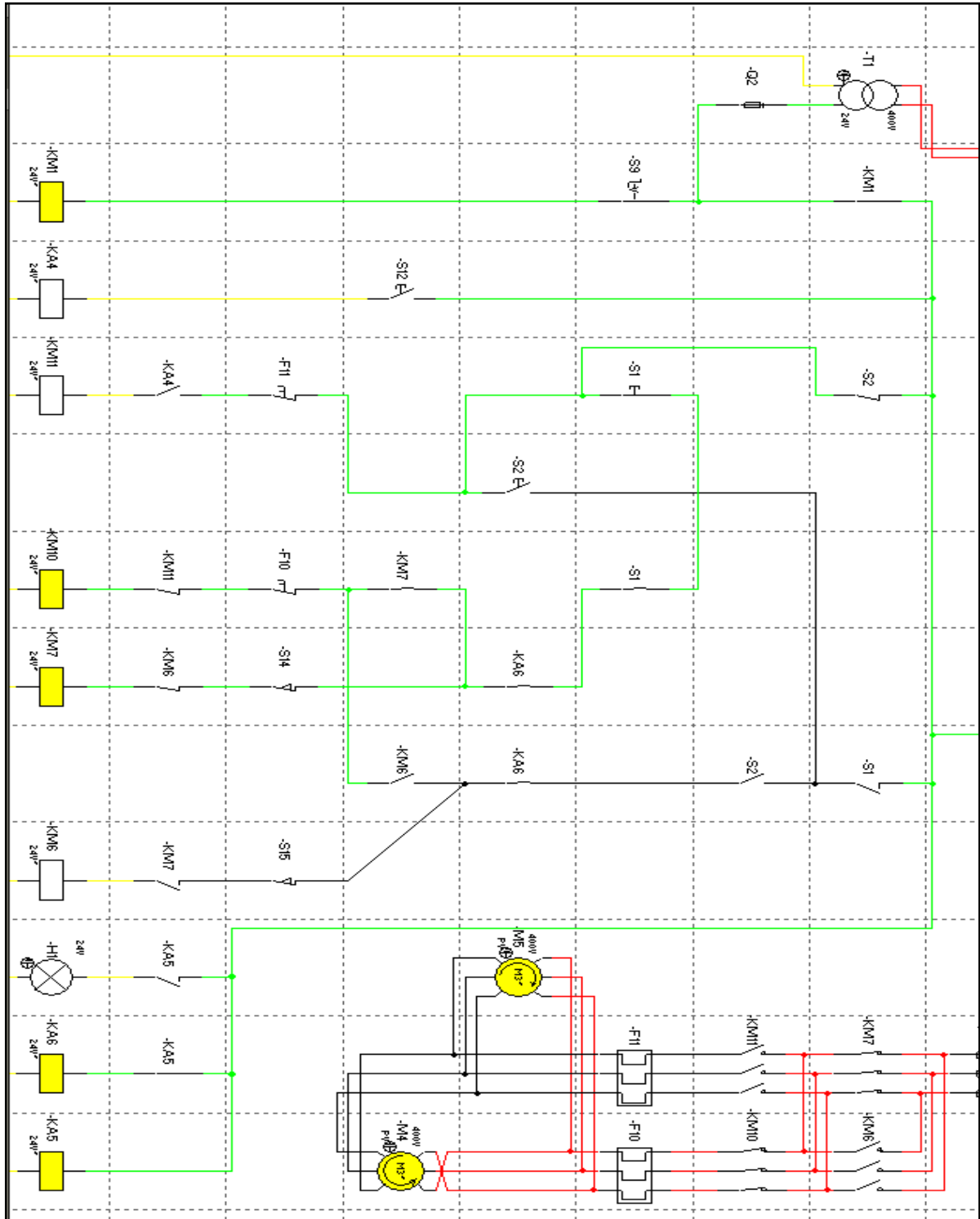


Fig. IV.26 : Simulation du chariot à gauche (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

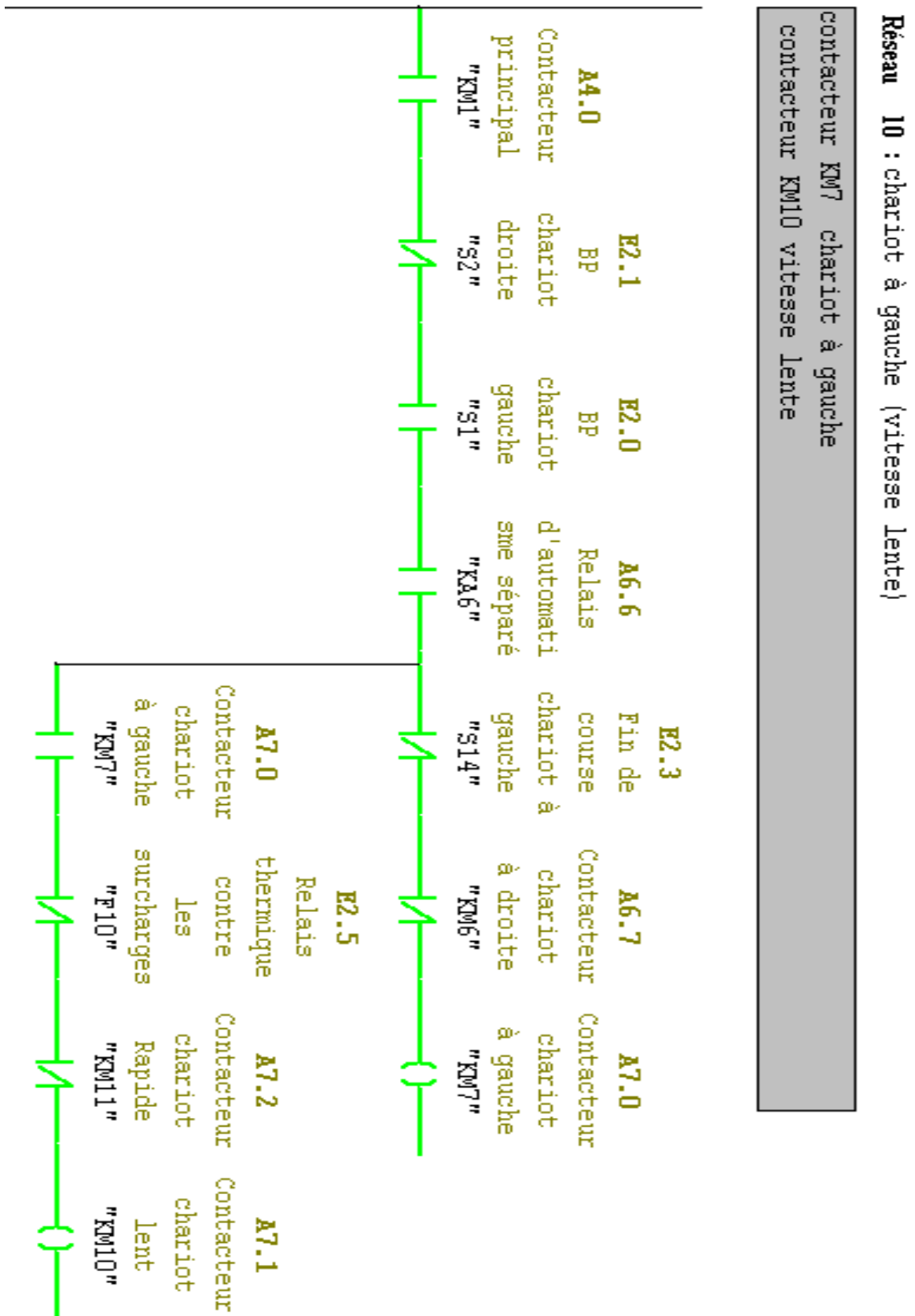


Fig. IV.27 : Simulation du chariot à gauche (vitesse lente) par Step7

IV.7.2 A gauche (vitesse rapide)

- Impulsion sur S12
- Excitation du relais d'automatisme KA4
- Fermeture du contact KA4 (13-14)
- Excitation de la bobine KM11
- Ouverture du contact KM11 (11-12)
- Désexcitation de la bobine KM10 par KM11 (11-12).

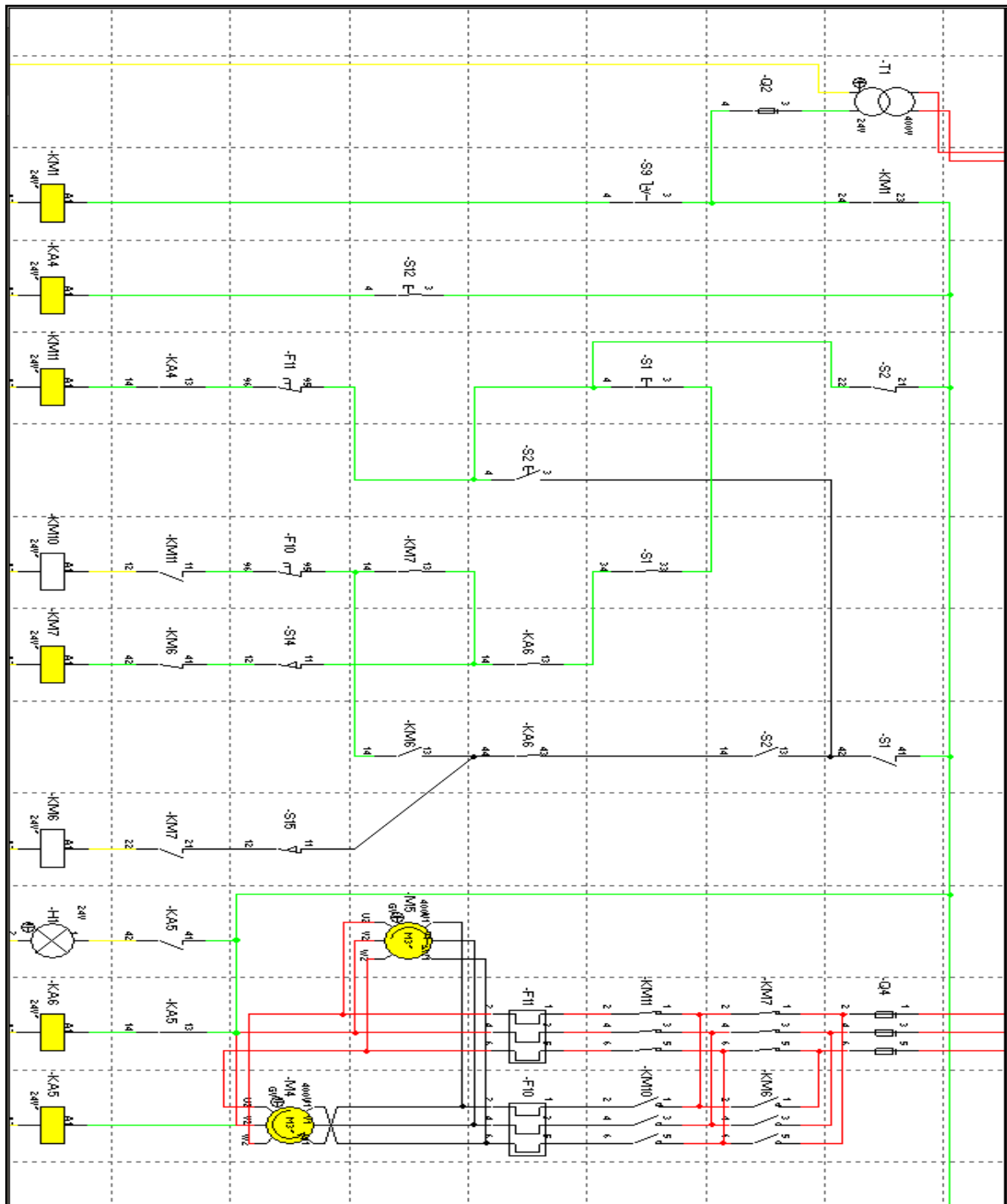
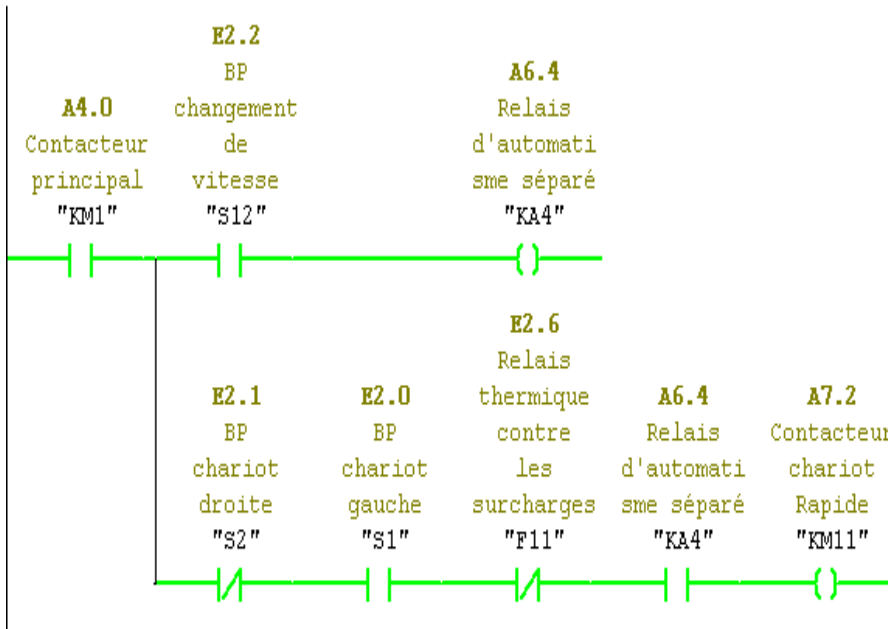


Fig. IV.28 : Simulation du chariot à gauche (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 11: chariot à gauche (vitesse Rapide)

contacteur KM7 chariot à gauche
 contacteur KM11 vitesse rapide



Réseau 10 : chariot à gauche (vitesse lente)

contacteur KM7 chariot à gauche
 désexcitation du contacteur KM10 vitesse lente par KM11

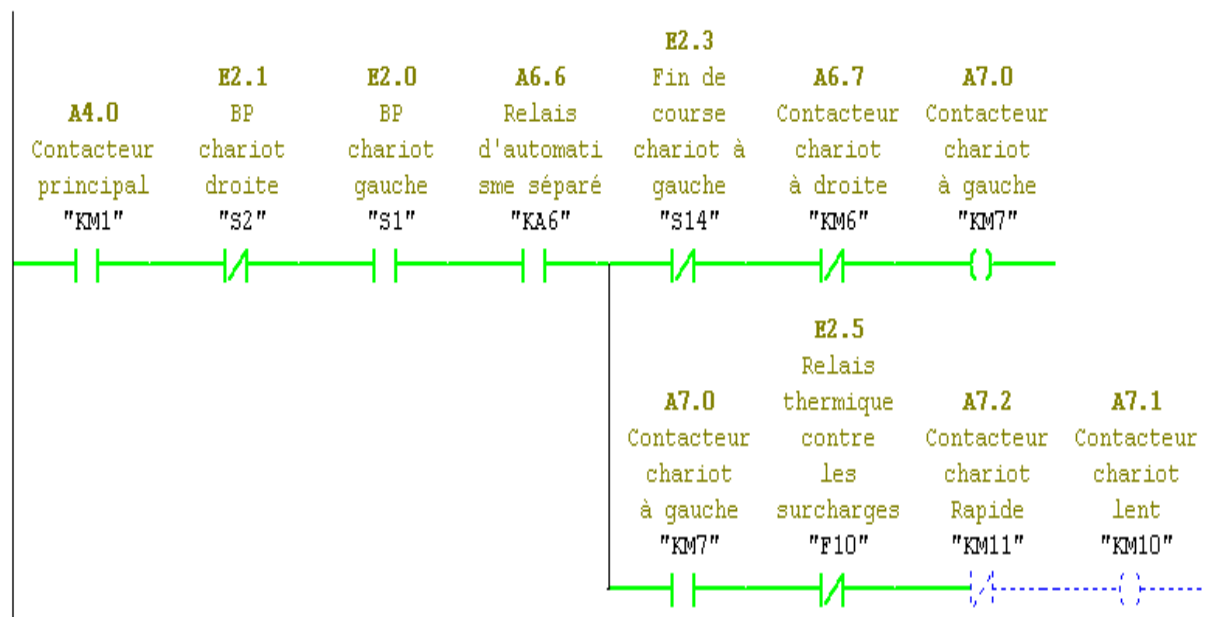


Fig. IV.29 : Simulation du chariot à gauche (vitesse Rapide) par Step7

IV.7.3 A droite (vitesse lente)

- Impulsion sur S2
- Excitation de la bobine KM6
- Ouverture de KM6 (21-22) et fermeture de KM6 (13-14).
- Excitation de la bobine KM10.

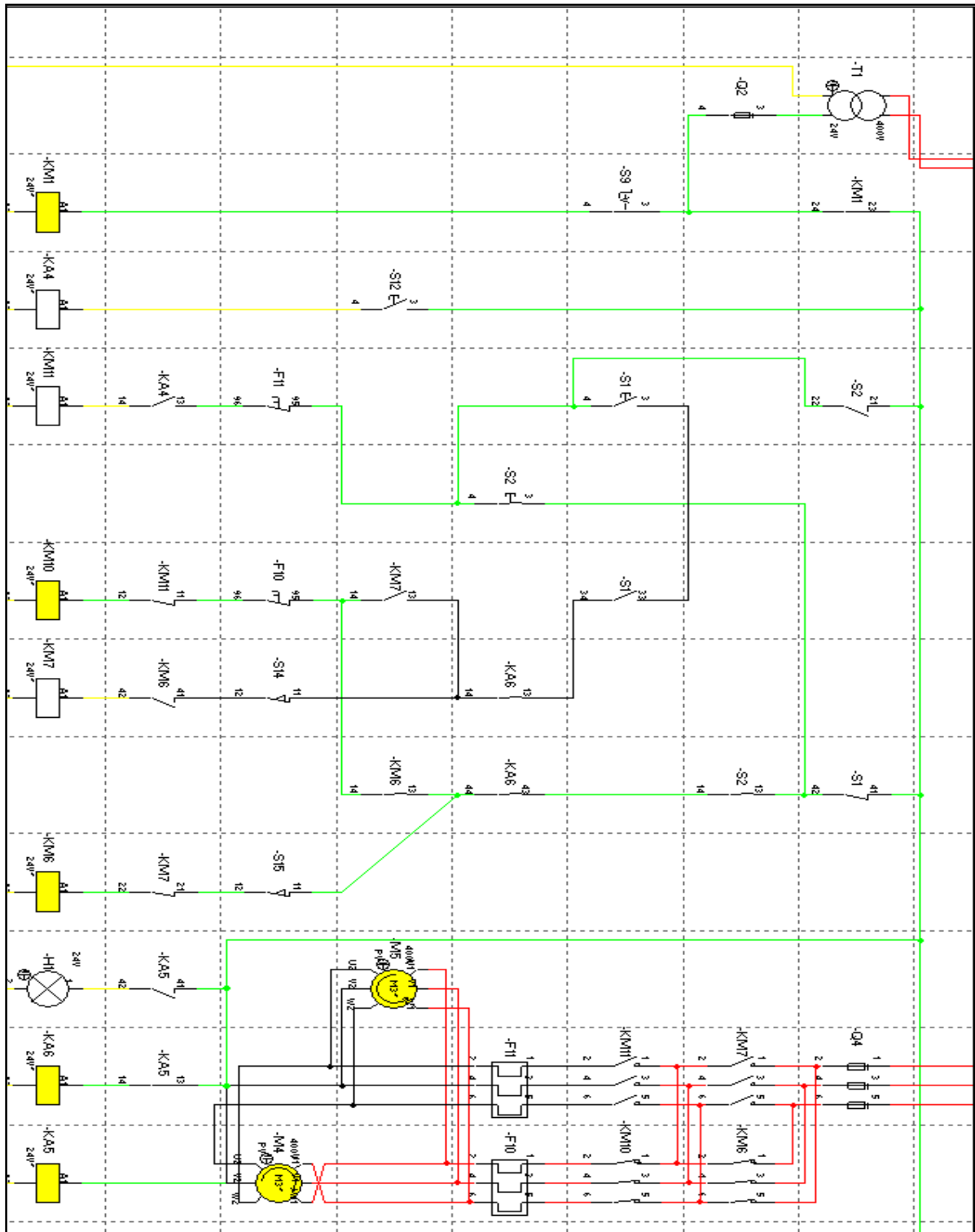


Fig. IV.30 : Simulation du chariot à droite (vitesse lente) par SCHEMAPLIC

Réseau 12 : chariot à droite (vitesse lente)

contacteur KM6 chariot à droite
 contacteur KM10 vitesse lente

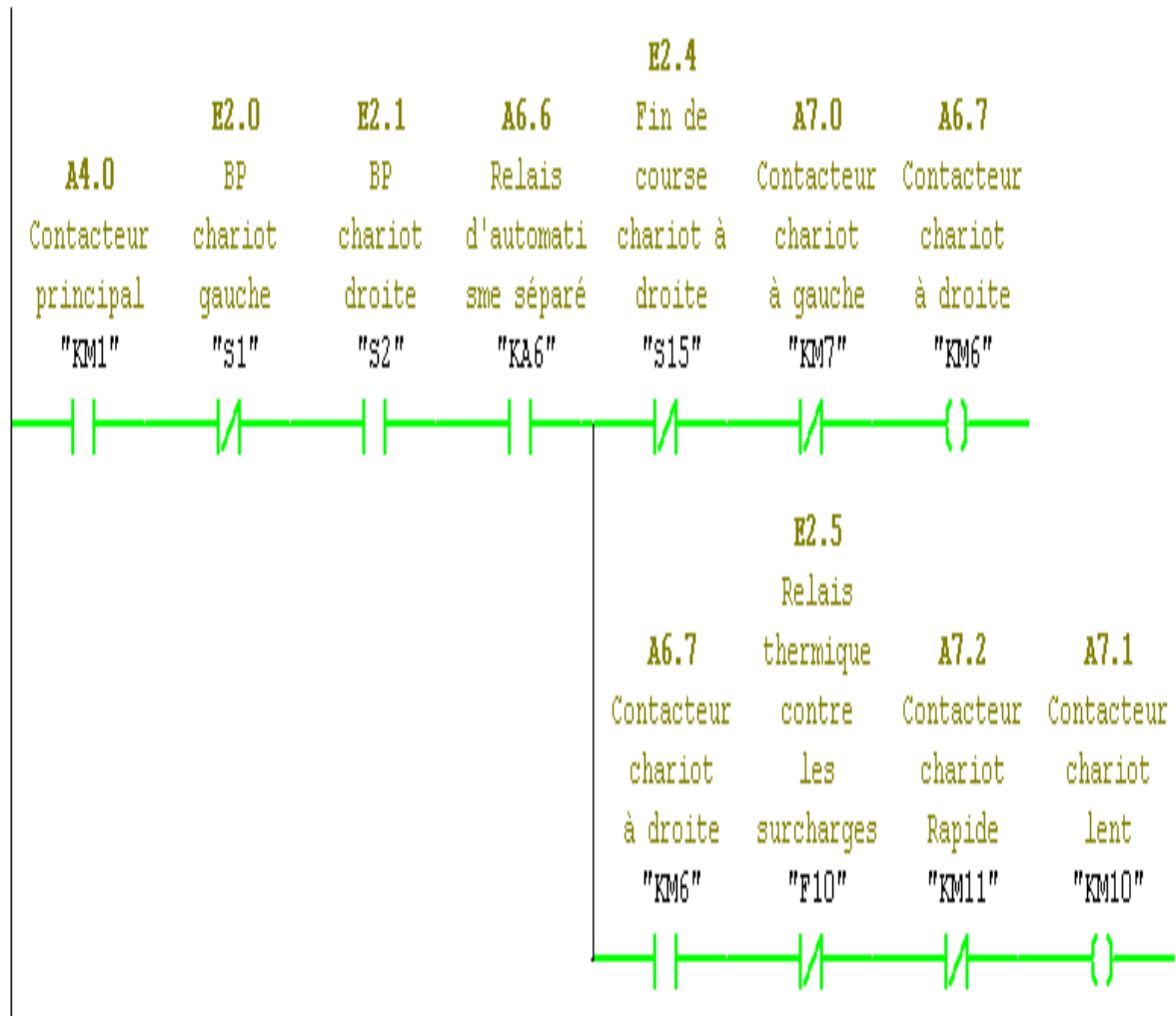


Fig. IV.31 : Simulation du chariot à droite (vitesse lente) par Step7

IV.7.4 A droite (vitesse rapide)

- Impulsion sur S12
- Excitation du relais d'automatisme KA4
- Fermeture du contact KA4 (13-14)
- Excitation de la bobine KM11
- Ouverture du contact KM11 (11-12)
- Désexcitation de la bobine KM10 par KM11 (11-12).

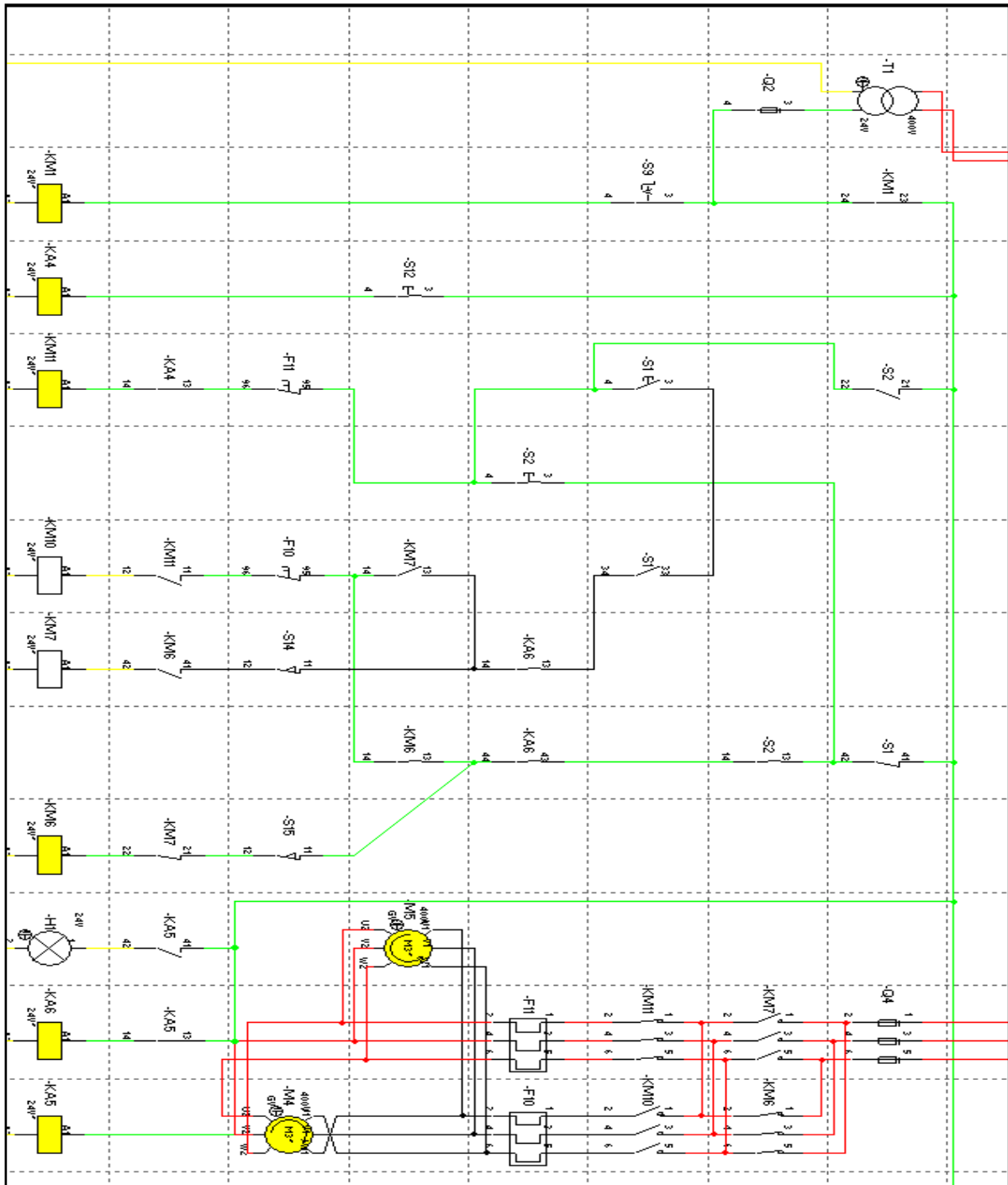
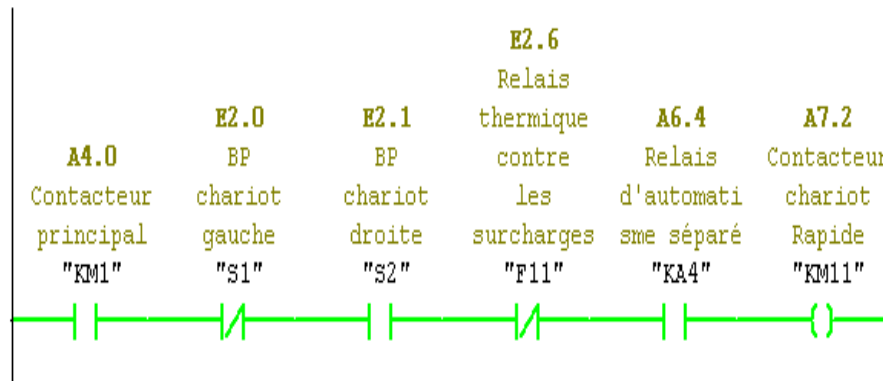


Fig. IV.32 : Simulation du chariot à droite (vitesse Rapide) par SCHEMAPLIC

Réseau 13 : chariot à droite (vitesse Rapide)

contacteur KM6 chariot à droite
 contacteur KM11 vitesse rapide



Réseau 12 : chariot à droite(vitees lente)

contacteur KM6 chariot à droite
 désexcitation du contacteur KM10 vitesse lente par KM11

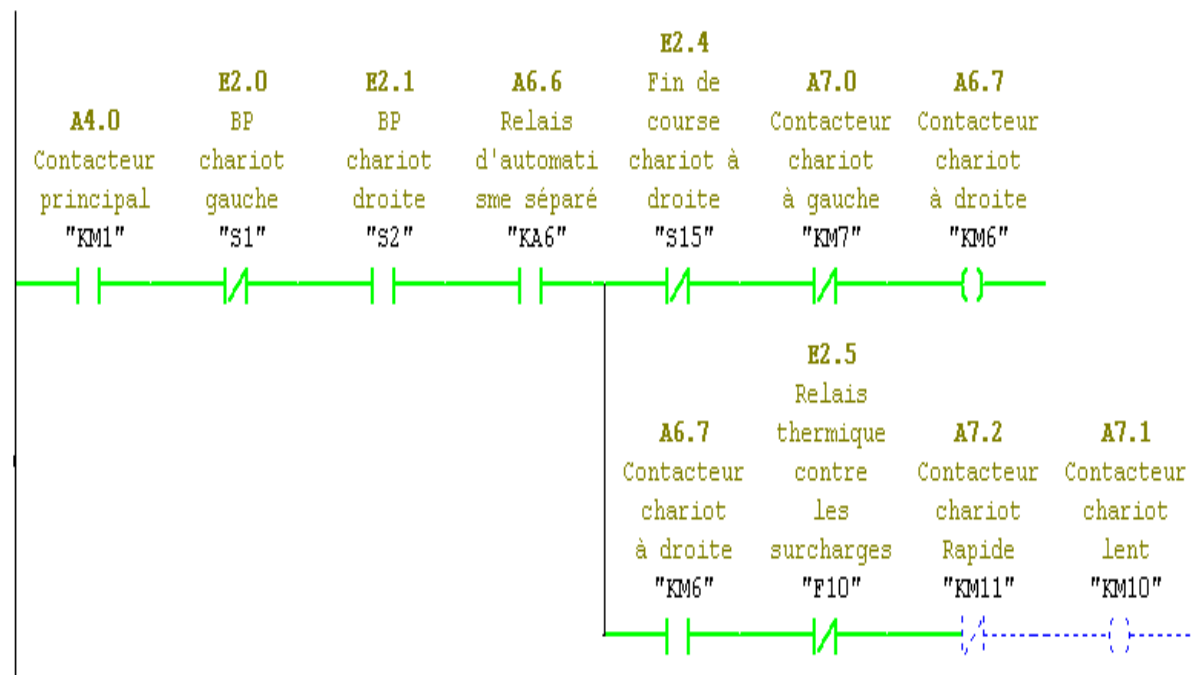


Fig. IV.33 : Simulation du chariot à droite (vitesse Rapide) par Step7

IV.8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé une étude de programmation et de simulation d'une machine industrielle pont roulant à l'aide des logiciels SCHEMAPLIC et STEP7 et nous sommes arrivés à mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation des automates programmables industriels (API). Surtout la programmation par le langage LD (CONT) .

Conclusion générale

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins suivantes :

- Simplifier le travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes;
- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement .
- Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations;
- Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de former des productions différentes par simple changement de programme.
- Le langage à contacts (LD, Ladder Diagrammes) est couramment employé pour programmer les API.
- 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.

En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne.

Parmi les inconvénients de l'utilisation des API, Chaque fois que l'on change de marque d'API, 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. c'est important de consulter le manuel de programmation, afin de s'assurer de l'opération des fonctions.

Conclusion générale

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, appliquée au pont roulant. Avec un automate programmable industriel (API) S7-300 et un langage de programmation step7.

Comme perspectives à notre travail :

- On peut envisager l'emploi d'autre langage de programmation des API.
- L'utilisation des solution numériques.
- L'utilisation des automatismes intelligents.

BIBLIOGRAPHIES

- [1] : Y.LECOURTIER,B.SAINT-JEAN :
Introduction aux automatismes industriels, MASSON,1989.
- [2] : DIVERS DOCUMENTATIONS SUR LE WEB.
- [3] : GILLES MICHEL
« Architecture et application des automates programmables industriels »DUNOD, Paris
1988.
- [4] : A.CAPLIEZ:
AUTOMATISME APPLIQUE, 1985.
- [5]. Télémécanique:
SCHEMATIQUE ELECTROTECHNIQUE, 1986.
- [6]. Alain REILLER:
Analyse et maintenance des automatismes industriels, ellipses, 1999.
- [7]. HENRI NEY :
Technologie et schéma d'électricité, NATHAN TECHNIQUE, 1980.
- [8]. F.CASTELLAZZI, Y.GANGLOFF, D.COIGNIEL:
MEMOTECH, Maintenance industrielle, CASTEILLA, 1998.
- [9] : ABRICHE Anissia ,BELKAS Salah-eddine :
« Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates
programmables industriels SIEMENS » Mémoire d'ingénieur, ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE,2007.
- [10] : William BOLTON :
Les Automates programmables industriels, DUNOD,2010.
- [11] : MICHEL BERTRAND
«Automate programmable industrielle » Docteur-Ingénieur. École Nationale
Supérieure d'Arts et Métiers ENSAM, Centre d'Enseignement et de Recherche de
Lille.
- [12] : Philippe GRARE, Imed KACEM :
ce qu'il faut savoir sur les automatismes, ellipses,2008.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPÔLME

DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

SPECIALITE : AUTOMATIQUE

Proposé et dirigé par : - Mr. S.BELKHIRI

Présenté par : - GHERBI Fawzi

Thème :

**COMMANDE D'UNE MACHINE
INDUSTRIELLE (PONT ROULANT)
PAR (API)**

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables industriels (API) S7 300 de SIEMENS, à l'aide du logiciel de programmation STEP7 pour commander une machine industrielle (pont roulant).

Pour cette raison nous avons choisi le langage de programmation à contacte (CONT « Ladder Digram »), c'est le langage le plus utilisé par les automaticiens .

Mots clés :

automates programmables industriels (API), logiciel, STEP7, pont roulant, contacte , automaticiens.

N° d'ordre : 09