

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref : .....

## Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département de l'électromécanique et  
génie mécanique

### Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme DE MASTER Spécialité : Électromécanique

## Automatisation d'une machine de remplissage de pots

Réaliser par :

- ATTIA Khalid
- ZELOUACHE Ahmed

**Soutenu devant le jury :**  
M. B. MEHIMMEDATSI  
M. S. BAZI  
M. N. GUERFI

**Président**  
**Examinateur**  
**Promoteur**

Année universitaire : 2022/2023



## *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

À Mes parents, **BAYA** et le père décédé, que Dieu lui fasse  
miséricorde **TAHAR**.

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs ; à la source d'amour  
et de la joie ma petite princesse **MAYAR**.

A La lumière qui illumine mon chemin qui m'a supportée et ma  
dirigée vers la gloire m'adorable femme **SAFA**.

A mes **FRÈRES** et ma sœur **HALIMA**.

A mon cher ami **FARID**.

Sans oublier mon binôme **AHMED** pour son soutien moral, sa  
patience et sa compréhension tout au long de ce travail.

*Dédie par Khaled*



# ***Dédicace :***

*Je me fais le plaisir de dédier affectueusement*

*Ce modeste travail à toutes les personnes qui sont le plus proches de mon cœur et qui m'ont offert tout le confort pour que je réussisse dans ma vie :*

*\* Mes chers parents pour leurs sacrifices et encouragements  
Et qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et considération.*

*\* Mon adorable frère **Bilal, nouari, Abdelhakim, et Nadji** et  
ma sœur **Fatima***

*\* Toute la famille **Zelouache** et **Benmissia** .*

*\* Une très spéciale dédicace à mes amis: **Khaled, Laith,**  
**abdelhak***

*\* Toutes personnes qui ont participé de près ou de loin pour  
l'accomplissement de ce modeste travail.*

*A vous cher lecteur.*

***Zelouache Ahmed***

## **REMERCIEMENT**

*Nous remercions Dieu pour la volonté, la force, la santé et la patience qu'il nous a données pour faire ce travail.*

*Nous souhaitons adresser notre Reconnaissance à toute personne ayant apporté son aide et contribué de près ou De loin à l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur Monsieur le **Dr NOUREDDINE GUERFI** pour nous avoir proposé ce thème, pour son suivi continuel tout le long de la réalisation de ce mémoire et à lui exprimer notre gratitude pour ces précieux conseil, son soutien continu, sa confiance.*

*Nous remercions également le président **du jury B. MEHIMMEDATSI** et examinateur **S. BAZI** qui nous ont honorés en acceptant de juger ce modeste travail.*

*Nous remercions aussi les ingénieurs qui nous ont précédés, **M. ABDESSLAM ZAARER** et **CHELIGHOUM KARIM**, qui ont été les premiers à matérialiser le prototype de cette machine. Nous tenons aussi à remercier tous nos enseignants de la branche électromécanique du centre.*

***Khaled et Ahmed***

## Table des matières :

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés</b>	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Le système automatisé .....	3
I.2.1 Historique:.....	3
I.2.2 Définition.....	3
I.2.3 Objectif de l'automatisation .....	4
I.2.4 Domaine d'utilisation .....	4
I.2.5.1 La partie opérative :.....	8
I.2.5.2 La partie commande :.....	8
I.2.5.3 La partie dialogue :.....	8
I.2.6 Avantages et inconvénients de l'automatisation .....	9
I.2.6.1 Les avantages :.....	9
I.2.6.2 Les inconvénients :.....	9
I.3 Automate programmable .....	9
I.3.1 Définition.....	9
I.3.2 Principe général de fonctionnement d'un API .....	10
I.3.3 Structure d'un automate.....	11
I.3.3.1 Structure interne .....	11
I.3.3.1.1 Bloc d'alimentation:.....	11
I.3.3.1.2 L'unité de traitement (Processeur):.....	11
I.3.3.1.3 Mémoire: .....	12
I.3.3.1.5 Bus de communication: .....	13
I.3.3.2 Structure externe:.....	13
I.3.3.2.1 Automate en boîtier unique (compact) .....	13
I.3.3.2.2 Automate modulaire.....	14
I.4 Critères de choix d'un automate :.....	15
I.5 Conclusion .....	16
<b>Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation</b>	
II.1 Introduction : .....	18
II.2 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS : .....	18

II.2.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC .....	18
II.2.1.1. SIMATIC S7 : .....	19
II.3 Composants d'un S7-300: .....	20
II.4 Caractéristiques de l'automate S7-300 : .....	24
II.6 Présentation de logiciel STEP7 .....	25
II.6.2 Applications du logiciel de base STEP 7 .....	26
II.6.3 Structure du programme STEP7 .....	29
II.6.4.Blocs existants dans Step7 .....	29
II.6.5 Mémentos.....	30
II.6.6 Mnémoniques.....	31
II.6.7 Description du logiciel PLCSIM .....	31
II.6.8 Stratégie pour la conception d'une structure de programme .....	32
II.7 Conclusion .....	33

### **Chapitre III : Réalisation**

III. 1 Introduction : .....	35
III.2 Le description de la machine de remplissage : .....	35
III. 3 Le cahier de charge : .....	36
III. 3.1 Rôle du cahier de charges.....	36
III. 4 Moteur courant continu : .....	37
III. 4.1 Définition.....	37
III. 4.2 Principe de Fonctionnement .....	38
III.5 Alimentation stabilisé 220V/12V de moteur DC : .....	38
III.5.1 Les composants utilisés dans la conception de l'alimentation .....	39
III.5.1.1 Le transformateur.....	39
III.5.1.1.1 Définition .....	39
III.5.1.1.2 Constitution .....	39
III.5.1.2 Le pont de diode : .....	39
III.5.1.3 Régulateur de tension LM7812 .....	40
III.5.1.3.1 Brochage .....	40
III.5.1.3.2 Définition .....	40
III.5.1.4 Plaque à essai ou testlab .....	40
III.5.1.4.1 Définition : .....	40
III.5.2 L'étude et simulation : .....	41
III.5.3 Alimentation à découpage 12V 5A 60W (LH-1205).....	44

III.6 Le plateau : .....	46
III.7 Système de remplissage : .....	46
III.7.1 Les éléments constitutifs: .....	47
III.7.2 l'électrovanne (220V) : .....	47
III.7.2.1 Définition .....	48
III.7.2.2 Type d'électrovanne .....	48
III.7.2.2.1 Les électrovannes tout ou rien.....	48
III.7.2.2.2 Les électrovannes proportionnelles .....	48
III.8 L'armoire électrique de commande : .....	49
III.8.1 Partie électrique.....	49
III.8.1.1 Les micro-switch .....	49
III.8.1.1.1 Description .....	49
III 8.1.2 Relais électronique .....	49
III 8.1.2.1 définition.....	49
III 8.1.2.2 Principe de fonctionnements .....	50
III 8.2 Partie automatique .....	51
III 8.2 .1 Automate S7-300 : .....	51
III 8.2 .1 .1 Alimentation (PS) (Power Supply) : .....	51
III 8.2 .1 .2 CPU (Centrale Processus Unite) : .....	51
III 8.2 .1 .3 Modules de signaux (SM) (Signal Module) : modules d'entrées/sorties TOR.....	51
III.9 Description du schéma de puissance .....	52
III.10 Schéma de commande .....	53
II.11 Matériels et caractéristique de l'armoire de commande: .....	54
III.12 Grafcet et programmation STEP7 .....	57
III.12.1 GRAFCET .....	57
III.12.2 Le langage ladder.....	61
III.12.3 Ouvrir logiciel step 7 .....	61
III.12.4 Remarque : .....	65
Conclusion générale: .....	66
La bibliographie : .....	67

## **Liste des abréviations:**

**API** : Automate Programmable Industriel.

**CPU** : Central Processing Unit (Unité Centrale de Traitement).

**TOR** : Tout Ou Rien.

**LD** : Ladder Diagramme (Schéma à Relais).

**FBD** : Fonction Block Diagramme (Schéma Par Bloc).

**ST**: Structured Text (Text Structure).

**IL** : Instruction List (Liste d'Instructions).

**MPI** : Interface Multipoint.

**HMI** : Interface Homme/Machine.

**OB** : Bloc D'Organisation.

**DB** : Bloc de Données.

**FB** : Bloc Fonctionnelle.

**FC** : Fonction.

**CDC** : Cahier De Charge



## Liste des tableaux :

Tab II.1 : Composants d'un S7-300.....	21
Tab III.1 : matériels et caractéristique .....	54

## Liste de figure :

### Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés

Figure I.1 : la barrière de parking.....	5
Figure I.2 : Distributeur de boissons.....	5
Figure I.3 : Capsuleuse Ravoux Tâche répétitive, Cadence élevée.....	6
Figure I.4 : Robot TRIBAR, inspection des conduites de centrale nucléaire : Tâche dangereuse, nécessitant précision et fiabilité.....	6
Figure I.5 : Commandes de vol primaires de l'Airbus A380.....	7
Figure I.6 : Architecture générale des systèmes automatisés.....	7
Figure I.7 : Fonctionnement cyclique d'un automate.....	10
Figure I.8 : Schéma générale d'un API.....	11
Figure I.9 : Automate compact (MITSUBISHI).....	14
Figure I.10 : SIMATIC S7-300.....	14
Figure I.11 : Les grandes marques des API.....	16

### Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

Figure II.1: Présentation de la gamme de SIMATIC.....	18
Figure II.2 : Automate S7-200.....	19
Figure II. 3 : Automate S7-400.....	19
Figure II.4 : Automate S7-300.....	20

<b>Figure II.5</b> : Gestionnaire de projet SIMATIC Manager.....	27
<b>Figure II.6</b> : Langages de programmation.....	27
<b>Figure II.7</b> : Blocs de programme.....	29
<b>Figure II.8</b> : Interface de PLCSIM.....	31

## **Chapitre III : Réalisation**

<b>Figure III.1</b> : la machine de remplissage .....	36
<b>Figure III.2</b> : Moteur courant continu .....	37
<b>Figure III.3</b> : Les différents types de moteur à courant continu .....	38
<b>Figure III.4</b> : Constitution du moteur à courant continu.....	38
<b>Figure III.5</b> : transformateur avec symbole.....	39
<b>Figure III.6</b> : Le pont de diode.....	39
<b>Figure III.7</b> : Circuit intégré de régulateur de tension LM7812.....	40
<b>Figure III.8</b> : Brochage.....	40
<b>Figure III.9</b> : Réalisation sur testlab.....	41
<b>Figure III.10</b> :L'onde sinusoïdale de 220V AC.....	41
<b>Figure III.11</b> :l'onde de sortie après la redressement avec le pont.....	42
<b>Figure III.12</b> : l'onde de sortie après le filtrage .....	42
<b>Figure III.13</b> : schéma de lm7812 avec les deux capacitaires.....	43
<b>Figure III.14</b> : Simulation du circuit grâce au logiciel wizard.....	43
<b>Figure III.15</b> : Schéma de l'alimentation à découpage LH-1205 12V 5A 60W de Chine.....	44
<b>Figure III.16</b> : Alimentation à découpage chinoise 12V 5A 60W.....	45
<b>Figure III.17</b> : L'étiquette indique AC/DC Adapter Model LH-1205. 12V 5A 60W. L'entrée est de 100-240V 50-60Hz.....	45
<b>Figure III.18</b> : La carte PCB de l'alimentation 12V 5A 60W du côté composant.....	45

<b>Figure III.19</b> : La carte PCB de l'alimentation 12V 5A 60W part des pistes et côté composant SMD (montage en surface) .....	46
<b>Figure III.20</b> : Nouveau de plateau.....	46
<b>Figure III.21</b> : Système de remplissage.....	47
<b>Figure III.22</b> : électrovanne.....	47
<b>Figure III.23</b> : Le micro-Switch.....	49
<b>Figure III.24</b> : Relais électronique.....	50
<b>Figure III.25</b> : Schéma synoptique d'un relais .....	50
<b>Figure III. 26</b> : Alimentation (PS) .....	51
<b>Figure III.27</b> : CPU (Centrale Processus Unité).....	51
<b>Figure III. 28</b> : Modules de signaux (SM) (Signal Module).....	51
<b>Figure III.29</b> : schéma de puissance.....	52
<b>Figure III.30</b> : schéma de puissance des vérins.....	52
<b>Figure III.31</b> : Le câblage du API.....	53
<b>Figure III.32</b> : Le câblage des sorties.....	53
<b>Figure III.33</b> : Le câblage de moteur 12V.....	54
<b>Figure III.34</b> : Armoire électrique.....	57
<b>Figure III.35</b> : grafcet partie 1.....	58
<b>Figure III.36</b> : grafcet partie 2.....	59
<b>Figure III.37</b> : grafcet partie 3.....	60
<b>Figure III.38</b> : Ouvrir logiciel step 7.....	61
<b>Figure III.39</b> : Configuration le matériel.....	62
<b>Figure III.40</b> : les transitions.....	62
<b>Figure III.41</b> : Temporisateur.....	63

<b>Figure III.42 : comptage.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure III.43 : les étapes.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure III.44 : les sorties.....</b>	<b>64</b>
<b>Figure III.45 : tableau de mementos.....</b>	<b>64</b>
<b>Figure III.46 : la simulation par PLCSIM.....</b>	<b>65</b>

## ملخص

في هاته المذكرة قمنا بإجراء تعديلات و تحسينات على الماكينة التي تم إنجازها العام الماضي . اضافة جهازي تعبئة للعلب لمنتوجين مختلفين مزودين بصمامين لولبيين للتحكم في كمية المادة المملوءة. النقطة الثانية هي تقوية الطبق الدوار لتثبيت و استقرار العلب . و أخيرا اللمسة الأساسية هي أتمته هاته الماكينة بالاستعانة بSIEMENS SIMATIC S7-300 لذلك قمنا بتجهيز الخزانة وذلك بتوصيل جميع العناصر: مفتاح قاطع التيار، الملامس الكهربائي، قاطع حراري إلخ.. و قمنا بتثبيت API و ربط جميع مدخلاته و المخرجات و في النهاية قمنا ببرمجة ببرنامج خاص SIMATIC MANAGER STEP7.

**كلمات مفتاحية:** آلات صناعية ،اسطوانة هوائية و موزع ،نظام أتمته ،لغة برمجة STEP7.

## Résumé

Dans ce mémoire nous avons apporté des modifications et améliorations à la machine réalisée l'année dernière: Rajout de deux dispositifs de remplissage de pots pour deux produits différents munis de deux électrovannes pour contrôler la quantité de matière remplie. Le deuxième point est le renforcement du plateau pour stabiliser les pots. Enfin la touche principale est l'automatisation de cette machine en utilisant l'automate SIEMENS SIMATIC S7-300, pour cela nous avons réalisé l'armoire électrique en câblant tous les éléments : disjoncteur, contacteur, relais thermique etc., installé l'API et câbler toutes ses entrées et sorties, et au final nous l'avons programmé avec un programme spécial SIMATIC MANAGER STEP7.

**Mots Clés :** Machine industrielle, vérin & distributeur, systèmes automatisés, API, Siemens S7-300, langage de programmation Step7.

## Abstract

In this thesis we have made modifications and improvements to the machine produced last year. Addition of two pot filling devices for two different products fitted with two solenoid valves to control the quantity of material filled. The second point is the reinforcement of the tray to stabilize the pots. Finally the main key is the automation of this machine using the SIEMENS SIMATIC S7-300 PLC, for this we made the electrical cabinet by wiring all the elements: circuit breaker, contactor, thermal relay etc., installed the PLC and wire all its inputs and outputs, and in the end we have programmed it with a special program SIMATIC MANAGER STEP7.

**Keywords:** Industrial machine, cylinder and distributor, automated systems, PLC, Siemens S7-300, Step7 programming language.

*Introduction*  
*Générale*

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le domaine industriel a connu un développement continu depuis l'Antiquité, en passant par de multiples étapes, telles que l'industrie manuelle, comme l'artisanat, jusqu'à l'industrie avec des machines qui évoluent constamment sous divers aspects, tels que l'aspect contrôle : manuel, semi-automatique, puis un contrôle automatique. À l'heure actuelle, nous assistons à une évolution vers le contrôle de l'intelligence artificielle.

L'automatisation est une priorité absolue pour les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à controverse vu que la machine a tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, mais il est tout de même nécessaire de souligner que l'homme par sa grandeur de concepteur ne peut hélas assurer les tâches que fait la machine dans plusieurs domaines.

L'objectif de ce projet de fin d'études est l'automatisation d'une machine de remplissage de pots. Cette machine a été réalisée par nos collègues Mrs : Chelighoum Karim et Zaarer Abdesslam l'année passée avec commande manuelle.

Les modifications et améliorations apportées à cette machine ainsi que son automatisation constitue une riche et bénéfique expérience qui nous a permis de pratiquer beaucoup de connaissances théoriques acquises au cours de notre cursus universitaire.

Le présent de travail s'articule autour de trois chapitres

- Le premier chapitre présente une généralité sur les systèmes automatisés.
- Dans le deuxième chapitre nous décrivons l'automate SIEMENS S7-300 et sa programmation.
- Enfin, le troisième chapitre consacre les modifications, améliorations apportés à la machine ainsi que son automatisation. Notre apport concerne :
  - Modification opérée sur le plateau en réalisant deux avec la découpe des parties réservées à la tenue des pots. Changement du moteur à courant continu (DC).
  - Ajout du système de remplissage (deux pour deux produits A et B) avec des électrovannes électriques.
  - Etude, réalisation et simulation d'une alimentation stabilisée 220V/12V.
  - Réalisation de l'armoire électrique et installation de l'automate.
  - Programmation de l'automate et mise en service de la machine.

**Chapitre I :**  
**Généralités sur les systèmes**  
**automatisés**



## I.1 Introduction

Depuis toujours l'homme est en quête de bien être, cette réflexion qui rejoint la notion de besoin peut paraître bien éloignée d'un cours de sciences industrielles, pourtant c'est la base de l'évolution des sciences en général, et de l'automatisation en particulier.

L'homme a commencé par penser, concevoir et réaliser. Lorsqu'il a fallu multiplier le nombre d'objets fabriqués, produire en plus grand nombre, l'automatisation des tâches est alors apparue pour remplacer l'homme dans des actions pénibles, délicates ou répétitives.

En effet, dans ce premier chapitre, on va définir quelques notions de base sur les systèmes automatisés, ensuite on va présenter le moyen fondamental pour la commande de ces systèmes qui est l'automate programmable industriel. [1]

## I.2 Le système automatisé

### I.2.1 Historique:

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors) qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les ingénieurs américains ont résolu ce problème en créant un nouveau type de produit nommé : l'automate programmable. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changé, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes.

De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles ; depuis les mini automates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes.[2]

### I.2.2 Définition

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur. [3]

Un système automatisé est un système réalisant des opérations pour lesquels l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

## I.2.3 Objectif de l'automatisation

Les objectifs principaux d'automatisation des systèmes de production ont été développés afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser et simplifier l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie de ressource donc une ergonomie.

Automatiser un système de production permet de :

- Eliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'homme.
- Augmenter la sécurité.
- Accroître la productivité.
- Economiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Maintenir la qualité.

## I.2.4 Domaine d'utilisation

On trouve les systèmes automatisés dans des domaines très variés à titre d'exemple :

- L'industrie : ils permettent d'augmenter la sécurité et remplacent l'homme en accomplissant des travaux pénibles (convoyeur), répétitifs (ligne de montage), dangereux (atelier de peinture) ou dans des endroits inaccessibles (réacteur nucléaire).

- La vie quotidienne : Distributeur de boissons, les feux de carrefour, la barrière de parking, les distributeurs de billets...

- La Domestique : C'est la gestion automatisée des bâtiments individuels et collectifs : éclairage, chauffage, sécurité, télécommunication, pilotage des appareils électrodomestiques...

Quelques exemples :

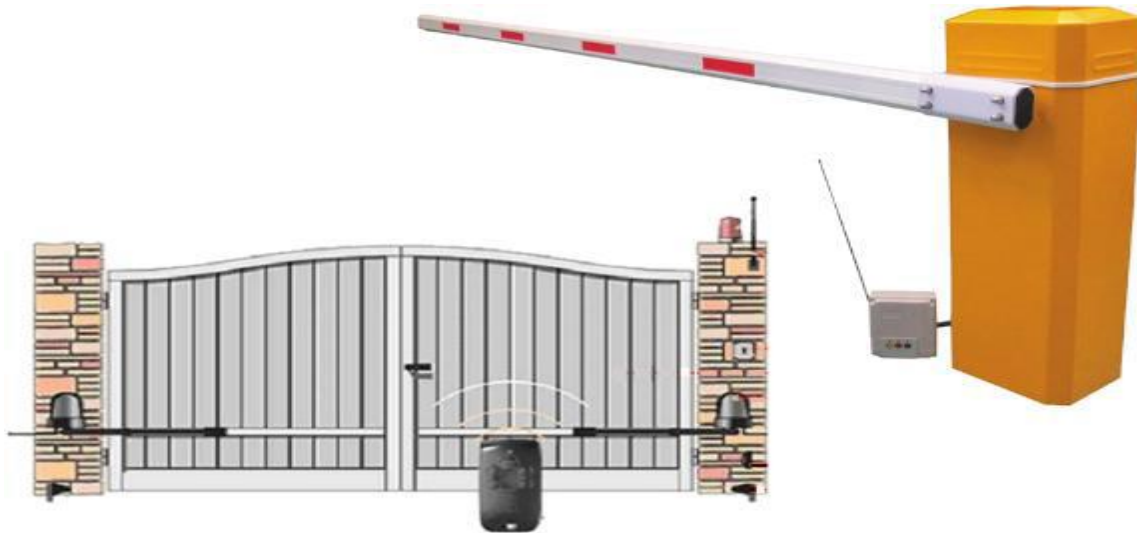


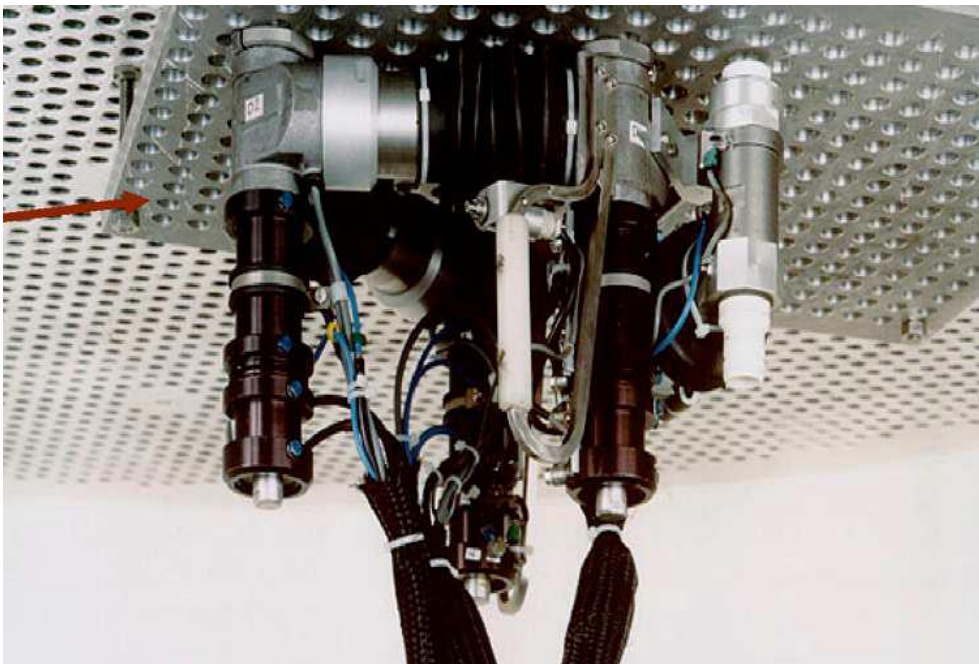
Figure I.1 : la barrière de parking. [4]



Figure I.2 : Distributeur de boissons. [4]



**Figure I.3 :** Capsuleuse Ravoux Tâche répétitive, Cadence élevée. [4]



**Figure I.4 :** Robot TRIBAR, inspection des conduites de centrale nucléaire : Tâche dangereuse, nécessitant précision et fiabilité. [4]

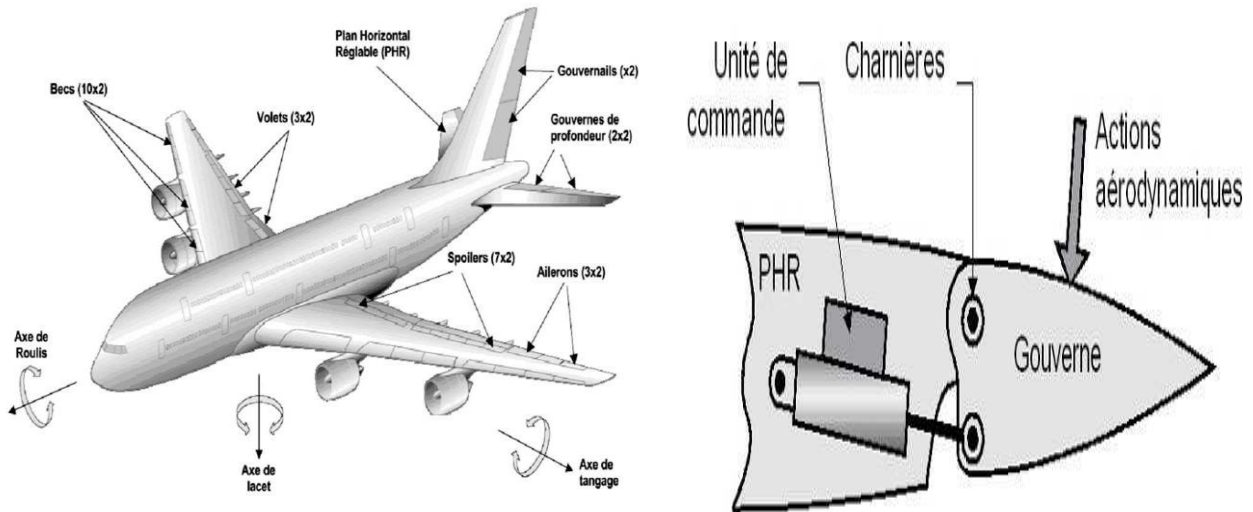


Figure I.5 : Commandes de vol primaires de l’Airbus A380. [4]

**I.2.5 Architecture générale des systèmes automatisés :**

Un système automatisé est composé de deux parties principales :

La partie opérative et la partie commande ; à lesquelles s’ajoute une troisième c’est la partie de dialogue :

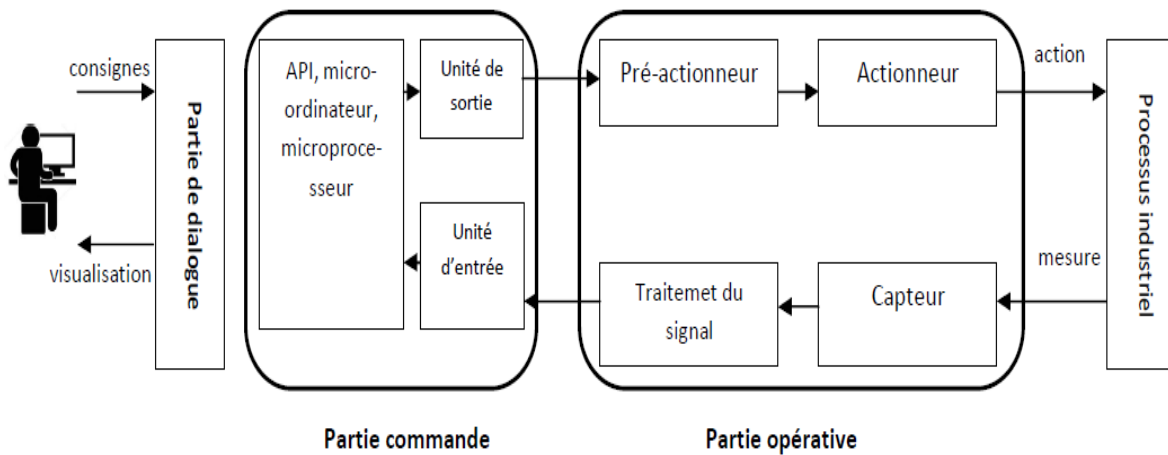


Figure I.6 : Architecture générale des systèmes automatisés. [5]

Un système automatisé peut être assimilé à un Homme :

- Le Cerveau est la partie commande.
- Les 5 sens sont les capteurs.

- Les Muscles sont les actionneurs.
- Les Nerfs sont les liaisons entre ses diverses parties.

### **I.2.5.1 La partie opérative :**

La partie opérative se compose des ensembles suivants :

- L'unité de production dont la fonction est de réaliser la fabrication ou la transformation pour laquelle elle remplit un rôle dans le processus industriel.
- Les prés actionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (distributeur pour un vérin...etc.)
- Les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie mécanique nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple).
- Les capteurs qui créent, à partir de grandeurs physiques de natures divers (déplacements, température, pression...etc.), des informations utilisables par la partie commande.

### **I.2.5.2 La partie commande :**

La partie commande se compose des ensembles suivants :

- Les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques du système.
- Les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des prés actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part.
- L'unité de traitement (automates programmables industriels API, ordinateur, microprocesseurs) qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

### **I.2.5.3 La partie dialogue :**

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- Les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (informations optiques ou sonores).

-Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton poussoir par exemple) et informations exploitables par l'automate. [5]

### I.2.6 Avantages et inconvénients de l'automatisation

Comme toutes les technologies dans le monde, l'automatisation est capable de favoriser et de faciliter la vie humaine, mais il y a toujours la limite qu'on ne peut pas franchir en ce moment.

#### I.2.6.1 Les avantages :

- Réduction de nombre de main d'œuvre.
- Réduction de temps de travail.
- Satisfaction de la demande en temps voulu.
- Rapidité de la production.
- Amélioration de la condition de travail grâce à la machine qui fait les tâches très complexes.
- Amélioration de la valeur des produits en augmentant leur qualité.

#### I.2.6.2 Les inconvénients :

- Coût de la mise en place du système très important : l'installation des divers composants sur les dispositifs automatisés est un peu coûteuse.
- Danger s'environnementaux provoqués par les machines.
- Risque inattendu engendré par différents accidents. [6]

## I.3 Automate programmable

### I.3.1 Définition

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programmes, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement de l'information.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et le tertiaire :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.

-Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc...).

Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

### I.3.2 Principe général de fonctionnement d'un API

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire.

- Traitement interne : L'automate effectue des opérations de contrôles et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN/STOP, mise à jour des valeurs de l'horodateur,...).

- Lecture des entrées : L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.

- Exécution du programme : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.

- Ecriture des sorties : L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties. Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique). [7]

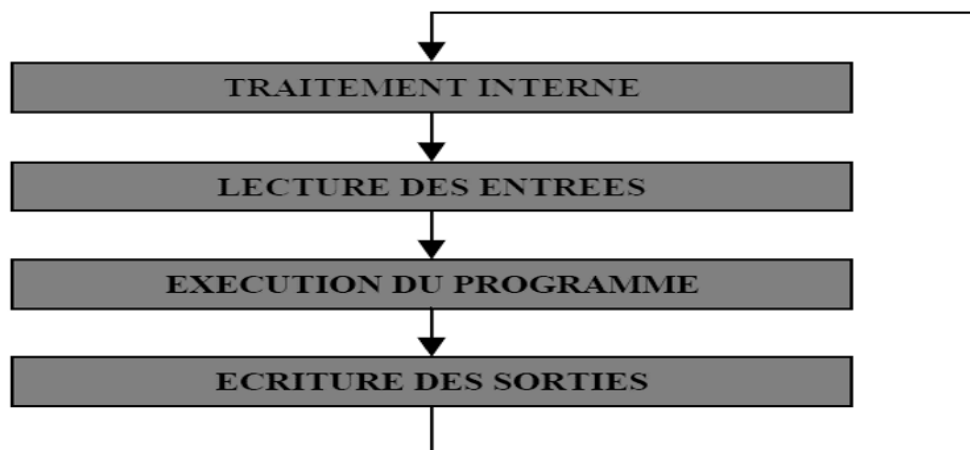


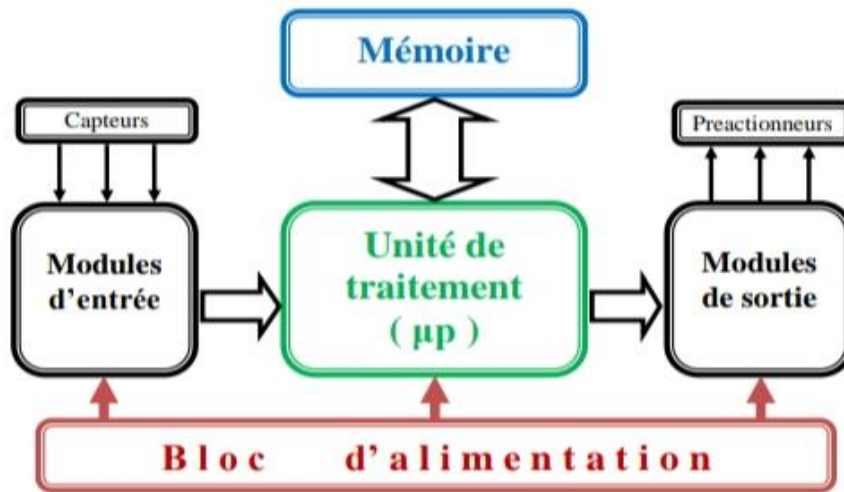
Figure I.7 : Fonctionnement cyclique d'un automate. [2]



## I.3.3 Structure d'un automate

### I.3.3.1 Structure interne

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure suivante :



**Figure I.8 :** Schéma générale d'un API. [1]

Donc, chaque API se compose généralement de cinq blocs, nous analyserons successivement chacun de ces blocs : [1]

#### I.3.3.1.1 Bloc d'alimentation:

Il assure la distribution d'énergie aux différents modules. La plus part des automates actuels sont alimentées par un réseau monophasé 220V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V ...etc.) et délivrant une tension dépend du module de sortie utilisée (24V, 15V, 12V...).

#### I.3.3.1.2 L'unité de traitement (Processeur):

Dans un système de traitement d'information, le processeur est l'unité fonctionnelle capable d'interpréter et d'exécuter les instructions du programme. Dans un API le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- La lecture des informations d'entrée.
- L'exécution des instructions du programme mis en mémoire.
- L'envoi des ordres à la sortie.

Suivant sa puissance de traitement le processeur peut exécuter des instructions relatives à des opérations :

- Logique : ET, OU, OR ...
- Arithmétique : addition, soustraction, multiplication...
- Temporisation, mémorisations et transfert de mémoire.
- Comptage, décomptage, comparaison, décalage... etc.

### **Fonctionnellement, le processeur comprend :**

- Une unité arithmétique et logique (UAL) : traite les opérations arithmétiques et les opérations logiques.
- Un accumulateur : registre de travail dans lequel se range le résultat d'une opération.
- Un registre d'instruction : où sont rangées durant le temps de traitement les instructions à interpréter et à exécuter.
- Un décodeur d'instruction : circuit qui transforme les instructions d'un programme en signaux de commande nécessaire à l'UAL.
- Un compteur du programme : registre qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécutée.

### **I.3.3.1.3 Mémoire:**

La mémoire est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des données dans une zone où ces données sont écrites, effacées ou lues. Un automate est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires qui permettent de stocker :

- Le système d'exploitation dans des ROM ou PROM.
- Le programme dans des EEPROM.
- Les données lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par une pile ou une batterie.

### **I.3.3.1.4 Les modules d'Entrées / Sorties:**

Son rôle est l'interfaçage entre l'API et l'extérieur. Le nombre total de modules est évidemment limité pour des raisons physiques (taille du châssis et/ou de l'alimentation électrique).

Selon les trois types d'information qui peuvent être traitées par un API, nous distinguons aussi trois modules Entrées / Sorties:

- Modules TOR **SM** : traite les informations tout ou rien.
- Modules analogique **AM** : traite les informations analogiques.
- Modules spécialisées **FM** : traite les informations numériques.

### **I.3.3.1.5 Bus de communication:**

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 borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger les données et les adresses.

### **I.3.3.2 Structure externe:**

Les API sont principalement disponible sous deux formes : en boîtier unique (compact) et en version modulaire/rack.

#### **I.3.3.2.1 Automate en boîtier unique (compact)**

Le modèle en boîtier unique (figure I.9) est souvent utilisé des petites automates programmables et correspond à un API compact complet équipé des unités d'alimentation, de processeur, de mémoire et des entrées-sorties, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.



**Figure I.9 :** Automate compact (MITSUBISHI). [9]

### I.3.3.2 Automate modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires (fig.I.10).

L'automate modulaire se distingue par les caractéristiques suivantes :

- Vitesse élevée.
- Multiples possibilités de mise en réseau.
- Mémoire importante.
- Plus souple pour les chaînes industriels.

Donc c'est l'objectif de notre thème



**Figure I.10 :** SIMATIC S7-300. [10]

### I.4 Critères de choix d'un automate :

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

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

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

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

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks disque le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...). [8]

On cite comme exemples d'API (fig. I .11) : Schneider : (ZELIO), Crozet :(MILLINIUM), Mitsubishi automation : (MELZEC F1).



Figure I.11 : Les grandes marques des API. [8]

## I.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a défini le système automatisé, son objectif, le domaine d'utilisation, l'architecture générale, son avantage, ensuite nous avons présenté avec plus de détail les API ainsi que comment sélectionner l'automate qui répond à nos besoins.

**Chapitre II :**  
**L'Automate S7-300 et son langage  
de programmation**

# Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

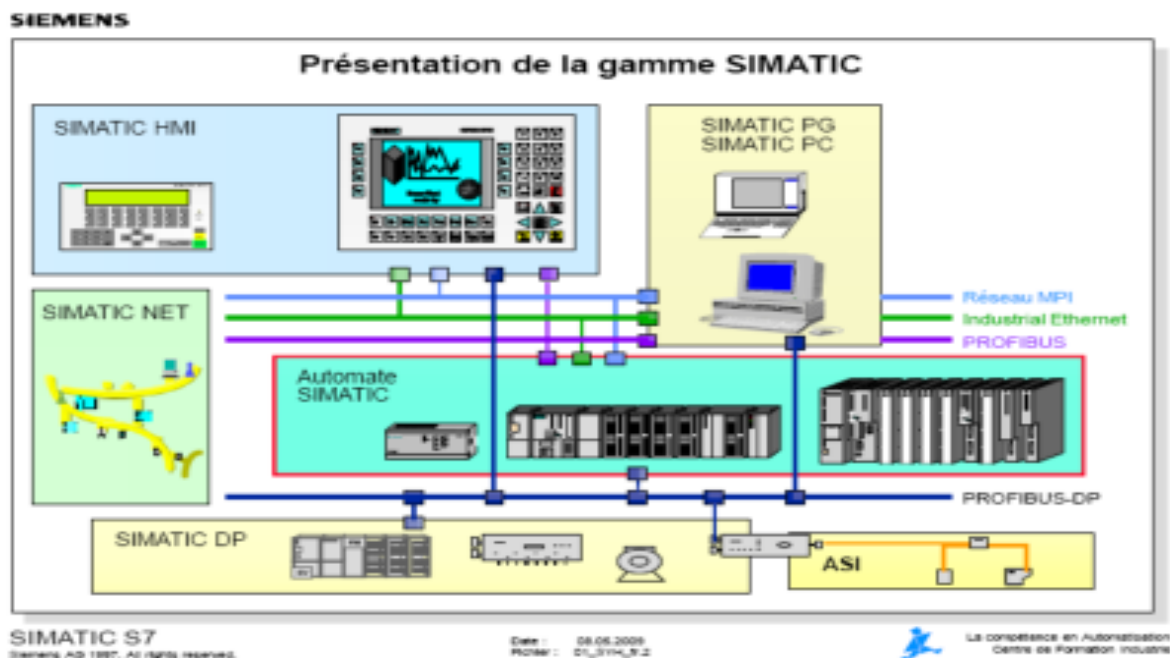
## II.1 Introduction :

Le SIMATIC S7-300 est un automate à extensibilité modulaire, utilisé particulièrement dans l'industrie manufacturière. Il possède une gamme régulière de CPU, qui offre un niveau très élevé de performances, avec une grande vitesse de traitement. Le SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS.

## II.2 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS :

Siemens propose une gamme complète de produits pour l'automatisation Industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre. [11]



**Figure II.1:** Présentation de la gamme de SIMATIC. [11]

### II.2.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

La gamme SIMATIC ne se résume pas qu'aux automates programmables industriels S7 elle propose aussi des calculateurs tel que les modèles M7.



## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

### II.2.1.1. SIMATIC S7 :

Cette gamme d'automates comporte trois familles :

- **S7-200** : qui est un automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'a 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.



Figure II.2 : Automate S7-200. [12]

- **S7-400** : est un automate de haute performance de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension a plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.



Figure II. 3 : Automate S7-400. [13]

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

- **S7-300** : est un automate modulaire de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet.



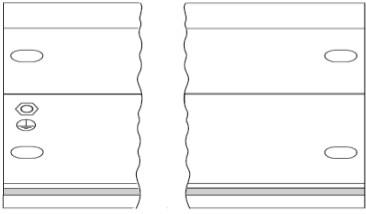
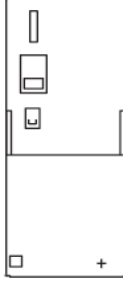
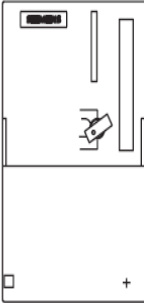
**Figure II.4** : Automate S7-300. [14]

### **II.3 Composants d'un S7-300:**

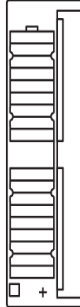
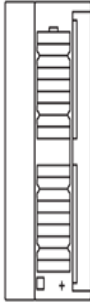
On dispose d'une série de composants qui permettent de monter et de mettre en service un S7-300. Le tableau présente les principaux composants ainsi que leur fonction. [15]

## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

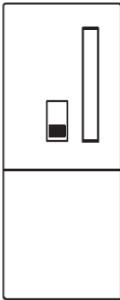
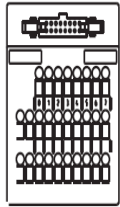
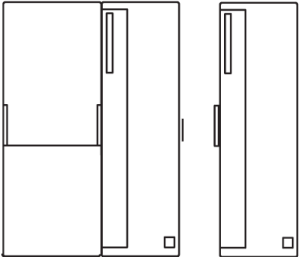
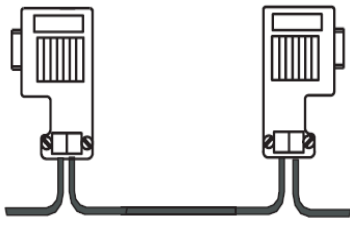
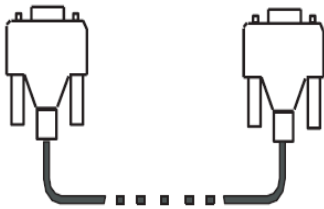
**Tab II.1 :** Composants d'un S7-300. [15]

Composants	Fonction	Figure
<p>Profilé-support (châssis)</p> <p>Accessoires : Etrier de connexion des Blindages</p>	<p>C'est le châssis pour un S7-300</p>	
<p>Alimentation (PS) (Power Supply)</p>	<p>Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en tension de service DC 24 V et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge DC 24 V.</p>	
<p>CPU</p> <p>Accessoires : connecteur frontal (pour CPU à périphérie intégrée)</p>	<p>Elle exécute le programme utilisateur alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5 V communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI.</p> <p>En outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS.</p>	 <p>CPU 312 IFM à 318-2 DP</p>


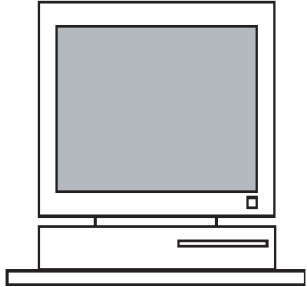
## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

<p>Modules de signaux (SM) (Signal Module) (Modules d'entrées TOR, modules de sorties TOR, modules d'entrées/sorties TOR, modules d'entrées analogiques, modules de sorties analogiques, modules d'entrées/sorties analogiques) Accessoires : Connecteur frontal</p>	<p>Ils adaptent les différents niveaux de signaux des signaux de processus au S7- 300.</p>	
<p>Modules de fonction (FM) (Fonction Module) Accessoires : Connecteur frontal</p>	<p>Ils réalisent les tâches du traitement des signaux de processus critiques au niveau du temps et exigeant beaucoup de mémoire. Par exemple le positionnement ou le réglage</p>	

## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

<p>Processeur de communication (CP)</p> <p>Accessoires : Câble de raccordement</p>	<p>Il soulage la CPU des tâches de communication, par exemple CP 342-5 DP pour liaison au PROFIBUS-DP</p>	
<p>SIMATIC TOP connecté</p> <p>Accessoires : Module frontal en affichable avec raccordement à câble plat</p>	<p>Ils servent au câblage des modules TOR</p>	
<p>Coupleur (IM) (Interface Module)</p> <p>Accessoires : Câble de raccordement</p>	<p>Il relie les différentes rangées d'un S7-300 entre elles</p>	
<p>Câble-bus PROFIBUS avec connecteur de bus</p>	<p>Ils relient les partenaires d'un sous-réseau MPI ou PROFIBUS entre eux</p>	
<p>Câble PG</p>	<p>Il relie un PG/PC avec une CPU</p>	

## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

Répéteur RS 485	Ils servent à renforcer les signaux dans un sous-réseau MPI ou PROFIBUS ainsi qu'à coupler les segments d'un sous-réseau MPI ou PROFIBUS	
Console de programmation (PG) ou PC avec logiciel STEP 7	Vous avez besoin d'une PG pour configurer, paramétrer, programmer et tester le S7-300	

### II.4 Caractéristiques de l'automate S7-300 :

Dans l'automate S7-300 on trouve les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage au différent emplacement
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus

PROFIBUS pour une configuration décentralisée. [16]

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

---

### **II.5 Avantage de l'automate S7-300: [17]**

Parmi ses avantages, on peut citer :

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée.
- Une large gamme de CPU.
- Une large plage de température de -25 °C à +60 °C.
- Une meilleure tenue aux sollicitations mécaniques.
- Une résistance à la pollution par des gaz nocifs, poussière et humidité de l'air.

### **II.6 Présentation de logiciel STEP7**

#### **II.6.1 Description du STEP7**

STEP 7 est le nom de logiciel de base de la configuration et de la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400. Ce dernier est utilisé pour la programmation industrielle.

STEP7 nous offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer le S7-300 utilisé lors de notre projet. Il assiste dans toutes les phases de processus de création de la solution d'automatisation. La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est facile. Il permet :

- La création et la gestion des projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement des programmes dans des systèmes cibles.
- Le teste de l'installation d'automatisation.

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

- Le diagnostic lors de perturbation de l'installation.

### **II.6.2 Applications du logiciel de base STEP 7**

Le logiciel Step7 met à disposition des professionnels de l'automatisation les applications suivantes :

- Le gestionnaire de projet.

- La configuration du matériel.

- L'éditeur de mnémoniques.

- L'éditeur de programmes CONT, LOG, LIST et GRAPH.

- La configuration de la communication NETPRO.

- Le diagnostic du matériel.

Ces différentes applications sont actionnées automatiquement lors de la création d'un nouveau projet sous STEP 7. [18]

#### **a) Gestionnaire de projets SIMATIC Manager**

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées. [19]



# Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

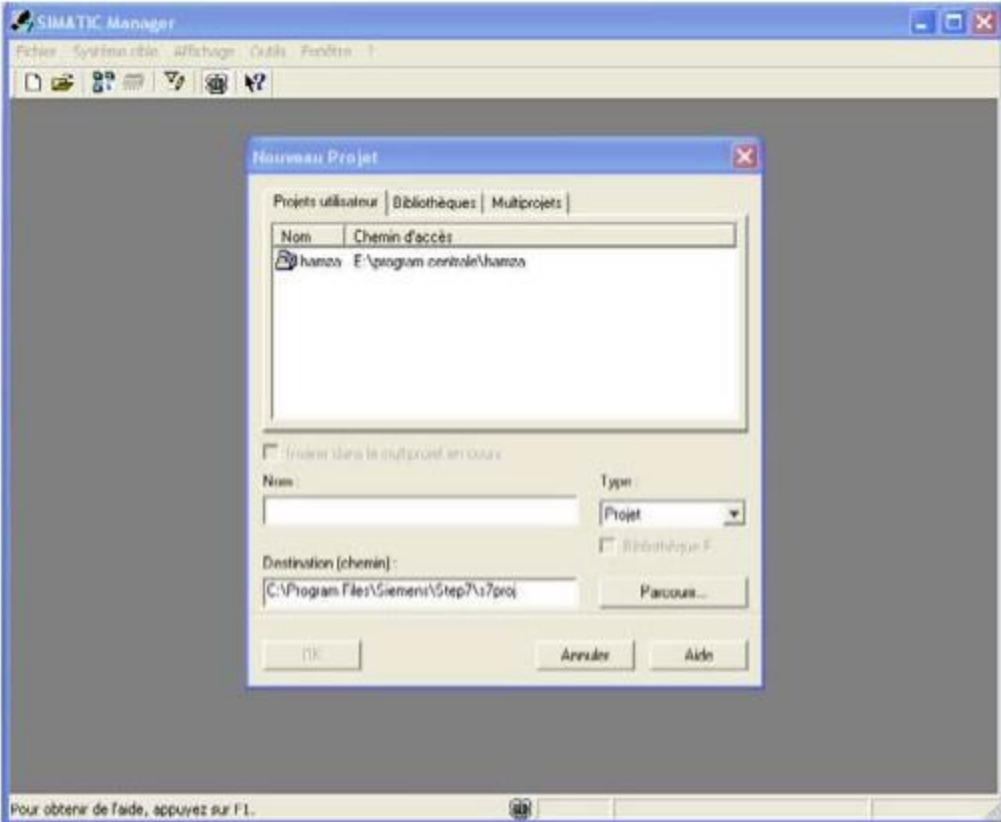


Figure II.5 : Gestionnaire de projet SIMATIC Manager. [19]

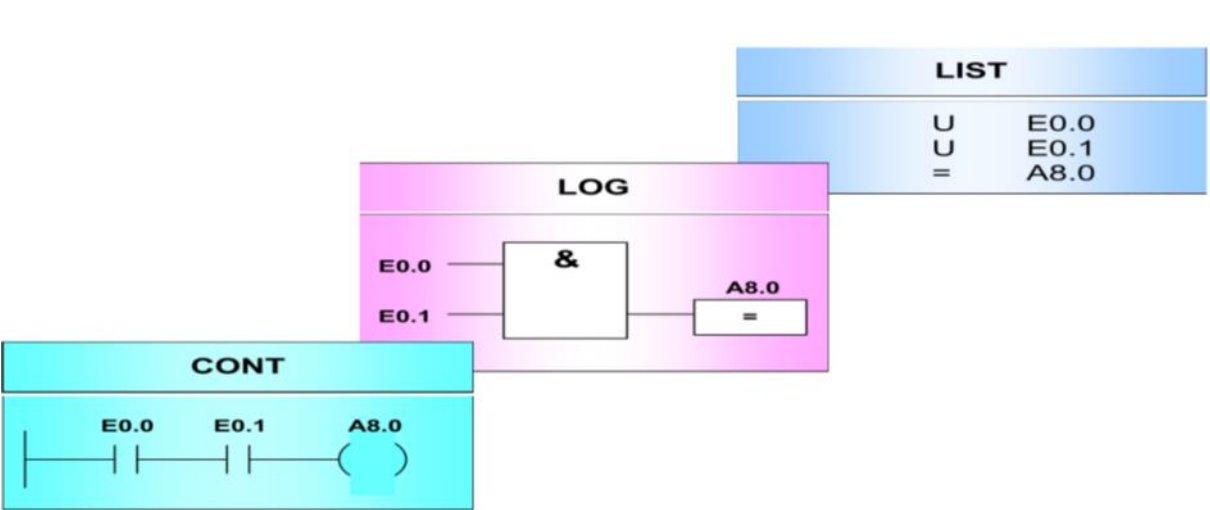


Figure II.6 : Langages de programmation. [19]

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

---

### **a) Langages de programmation**

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, sont des parties intégrantes du logiciel de base.

#### **1) Schéma à contacts (CONT) :**

Est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. [20]

#### **2) Liste d'instructions (LIST) :**

Est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

#### **3) Logigramme (LOG) :**

Est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

### **b) Editeur de mnémonique**

Il permet la gestion de toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition des désignations symboliques et des commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs. [21]

### **c) Diagnostic du matériel**

Fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. De plus permet l'affichage d'information générale sur le module et son état, l'affichage d'erreurs sur les modules de la périphérie centrale et des esclaves DP et l'affichage des messages de la mémoire tampon de diagnostic.

## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

### d) Configuration matérielle

Il permet de configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Il suffit juste de sélectionner le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et leurs affecter les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks (CPU, SM, FM...).

### e) Configuration de la communication NETPRO

Il permet le transfert de données via MPI tout en offrant les possibilités de choisir les participants à la communication et de définir les liaisons de communication.

### II.6.3 Structure du programme STEP7

La programmation structurée permet la rédaction claire et transparente de programmes. Elle permet la construction d'un programme complet à l'aide de modules qui peuvent être échangés et/ou modifiés à volonté. Pour permettre une programmation structurée confortable, il faut prévoir plusieurs types de modules : (OB) Bloc d'organisation, (FB) Bloc fonctionnel, (FC) Fonction, (SFB) Bloc fonctionnel système, (SFC) Fonction système, (DB) Bloc de données. [22]

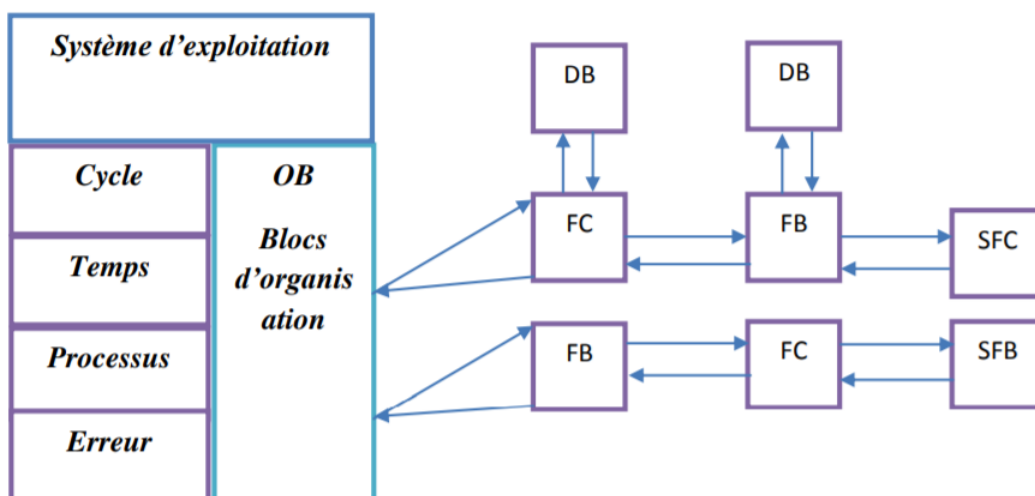


Figure II.7 : Blocs de programme. [22]

### II.6.4. Blocs existants dans Step7

Le système d'automatisation utilise différents types de blocs dans lesquels peuvent être mémorisés le programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus, le programme peut être structuré en différents blocs.

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

---

### **a) Bloc d'organisation OB :**

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques.
- Ceux qui sont déclenchés par un événement.
- Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate Programmable.
- Et en fin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation. [23]

### **b) Blocs fonctionnels (FB), (SFB) :**

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Les SFB système sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU.

### **c) Fonctions (FC), (SFC) :**

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales.

Cependant, elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données. Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

### **d) Bloc de données :**

Les blocs de données (DB) servent à l'enregistrement de données utilisateur. Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. Les blocs de données d'instances sont affectés à des blocs fonctionnels.

## **II.6.5 Mémentos**

Des mémentos sont utilisés pour le fonctionnement interne de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servent à mémoriser les états logiques '0' et '1'.

## Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation

Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties. [24]

### II.6.6 Mnémoniques

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'API.

L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels.

Les mnémoniques ainsi définis sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable.

### II.6.7 Description du logiciel PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester du programme utilisateur destinés aux CPU S7-300. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7. Il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque. Lorsque S7-PLCSIM s'exécute, toute nouvelle liaison est automatiquement dirigée vers la CPU de simulation.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées).

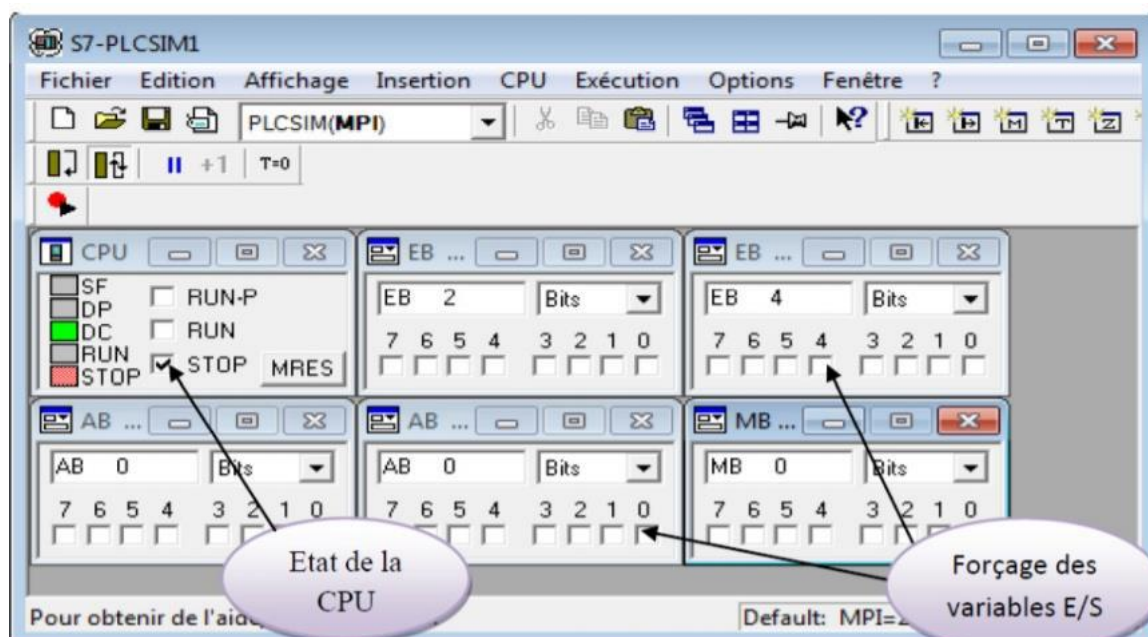


Figure II.8 : Interface de PLCSIM. [24]

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

---

En outre, S7-PLCSIM possède les fonctions suivantes :

- On peut créer des "fenêtres" dans lesquelles on a la possibilité d'accéder aux zones de mémoire d'entrée et de sortie.
- On peut sélectionner l'exécution automatique des temporisations ou encore les définir et les réinitialiser manuellement.

On a la possibilité de changer l'état de fonctionnement de la CPU (STOP, RUN et RUNP) comme pour une CPU réelle. [25]

### **II.6.8 Stratégie pour la conception d'une structure de programme**

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

#### **a) Création du projet SIMATIC STEP7.**

#### **b) Configuration matérielle HW Config :**

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

#### **c) Définition des mnémoniques :**

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

#### **d) Création du programme utilisateur :**

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

#### **e) Exploitation des données :**

Création des données de références utiliser ces données de référence afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "contrôle commande".

## **Chapitre II L'Automate S7-300 et son langage de programmation**

---

### **f) Test du programme et détection d'erreurs :**

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer .

### **g) Chargement du programme dans le système cible**

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système ciblé (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation. [26]

## **II.7 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'automate programmable Siemens S7 en général et avec plus de détails, nous avons traité de manière très explicite le S7-300, l'automate que nous avons utilisé dans notre projet.

Après nous avons discuté la programmation de l'automate avec le logiciel STEP7.

**Chapitre III :**

**Réalisation**



**III. 1 Introduction :**

Dans ce chapitre nous avons présenter les modifications et améliorations que nous avons réalisées sur la machine :

- Modification opérée sur le plateau en réalisant deux avec la découpe des parties réservées à la tenue des pots. Changement du moteur à courant continu (dc).
- Ajout du système de remplissage (deux pour deux produits A et B) avec des électrovannes électriques.
- Etude, réalisation et simulation d'une alimentation stabilisée 220 V/12V.
- Réalisation de l'armoire électrique et installation de l'automate.
- Programmation de l'automate et mise en service de la machine.

**III.2 Le description de la machine de remplissage :**

La machine que nous avons présenté sert à remplis des pots de deux produits solides A et B. Elle comprend :

- 1) Une structure métallique.
- 2) Un plateau circulaire entrainé par un moteur DC de 12v.
- 3) 2 Convoyeurs (tapis roulants) entrainés par deux moteurs asynchrones équipés de réducteurs.
- 4) Deux vérins pneumatique avec des distributeurs 5/2 pour aiguillage et groupement.
- 5) Un compresseur.
- 6) Un système de remplissage que nous allons fabriquer.
- 7) Une armoire électrique de commande que nous allons réaliser, qui contient les différents boutons de marche et arrêt et boutons d'urgence, un commutateur qui remplace le capteur de mal remplie, des voyants de mise sous tension, de marche, d'arrêt et défauts des moteurs.



**Figure III.1:** la machine de remplissage

### III. 3 Le cahier de charge :

#### III. 3.1 Rôle du cahier de charges

Le cahier des charges (CDC) est un document contractuel à respecter par le maître d'œuvre lors de la conception d'un projet. Il décrit précisément les besoins de ce dernier.

Il se constitue de plusieurs parties. Notre travail consiste à respecter une à une de ces parties qui est la partie fonctionnelle.

Le respect des consignes du cahier de charges fonctionnel est obligatoire, ces derniers sont les suivantes :

- Départ cycle.
- convoyeur 1 marche.
- présence de pot à la position 1.
- Rotation du plateau 1/4 tour.
- présence pot à la position 2.
- électrovanne 1 remplissage du produit A.
- Rotation du plateau 1/4 tour.
- Présence du pot à la position 3.
- électrovanne 2 remplissage du produit B.
- Rotation du plateau 1/4 tour.
- après 4 pots le vérin 2 de groupement activé (entrée de la tige).
- convoyeur 2 rotation dans le sens 1 pour son emballage.
- Pot mal rempli commutateur armoire actionné.
- vérin 1 d'aiguillage activé (entrée de la tige)
- convoyeur 2 marche dans le sens 2 pour recyclage.

- problème supprimé, retour au fonctionnement normal.
- vérin 1 activé (sortie de la tige).

### **III. 4 Moteur courant continu :**



**Figure III.2 :** Moteur à courant continu. [27]

#### **III. 4.1 Définition**

Les moteurs à courant continu sont des convertisseurs de puissance. Ils convertissent l'énergie électrique absorbée en énergie mécanique lorsqu'ils sont capables de fournir une puissance mécanique suffisante pour démarrer puis entraîner une charge en mouvement. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en moteur. Soit ils convertissent l'énergie mécanique reçue en énergie électrique lorsqu'ils subissent l'action d'une charge entraînant. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en générateur.

- En mode « moteur », l'énergie électrique est convertie en énergie mécanique
- En mode « générateur » ou « dynamo », l'énergie mécanique est convertie en une énergie électrique capable de se comporter comme un frein. [27]

Excitation séparée		Excitation dérivation <i>(moteur shunt)</i>	Excitation série <i>(moteur universel)</i>	Excitation composée <i>(moteur compound)</i>	
aimants permanents	inducteur bobiné			Longue dérivation	Courte dérivation
<p>Dans le cas d'un inducteur bobiné, nécessite deux alimentations.</p> <p>Petites puissances pour les moteurs à aimants permanents</p>		<p>Vitesse relativement constante, quelle que soit la charge (autorégulateur de vitesse).</p> <p>Absence d'emballement à vide.</p> <p>Couple de démarrage moyen.</p>	<p>Fort couple à basse vitesse.</p> <p>Autorégulateur de puissance : la vitesse décroît lorsque la charge augmente.</p> <p>Risque d'emballement à vide.</p>	<p>Couple de démarrage meilleur qu'en dérivation mais plus faible qu'en série.</p> <p>Vitesse relativement stable, quelle que soit la charge.</p> <p>Absence d'emballement à vide.</p>	

Figure III.3 : Les différents types de moteur à courant continu. [28]

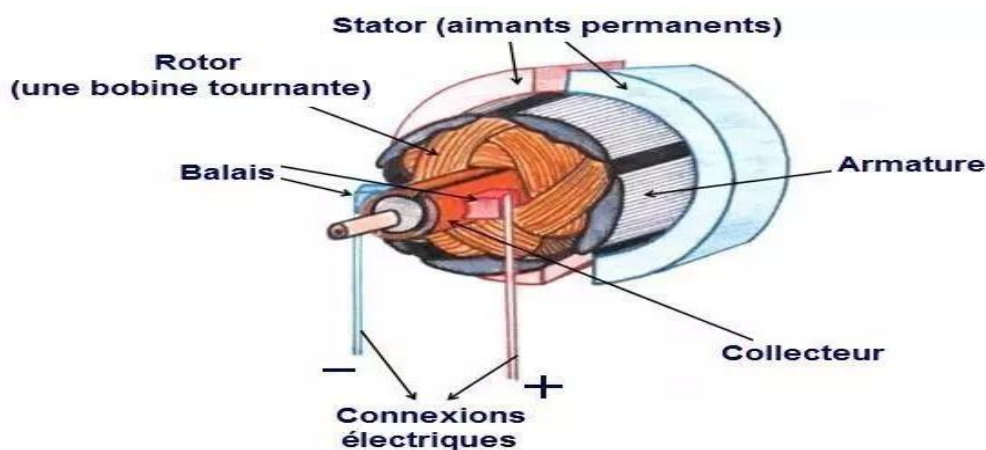


Figure III.4 : Constitution du moteur à courant continu. [27]

### III. 4.2 Principe de Fonctionnement

Le Principe de fonctionnement du moteur à courant continu peut s'expliquer avec un minimum de formules et équations. Pour faire simple, un moteur à courant continu est constitué de deux parties :

Une partie fixe qui génère un champ magnétique (le stator) et une partie tournante (le rotor).

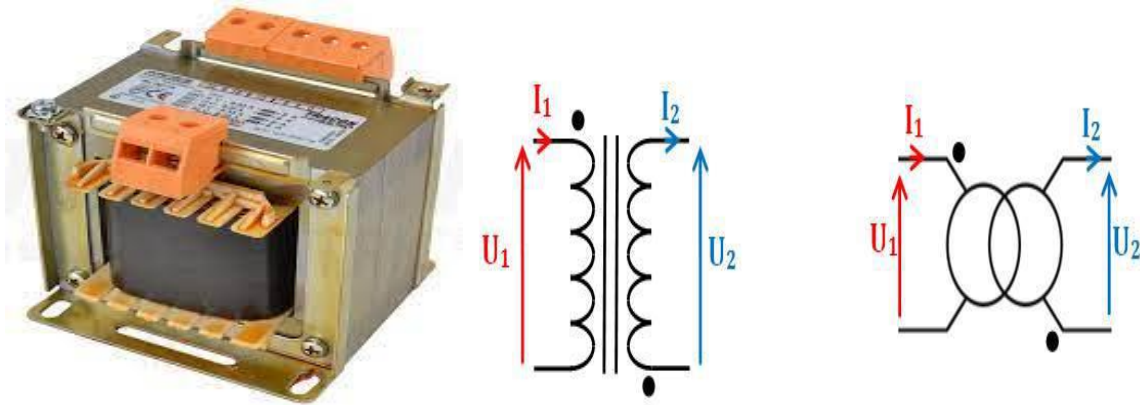
### III.5 Alimentation stabilisé 220V/12V de moteur DC :

Une alimentation stabilisée est un dispositif électronique, utilisant un éventuel redressement à l'aide de diodes suivi d'un filtrage capacitif, permettant le réglage de la

tension. Ce type d'alimentation ne comporte pas de circuit de régulation, tout au plus un système d'abaissement actif de la tension (par claquage à l'aide d'une diode Zener par exemple, épaulée en option d'un transistor 'ballast' pour en augmenter le courant disponible).

**III.5.1 Les composants utilisés dans la conception de l'alimentation**

**III.5.1.1 Le transformateur**



(a) Photo transformateur

(b) Transfo symboles

**Figure III.5:** transformateur avec symbole. [29]

**III.5.1.1.1 Définition**

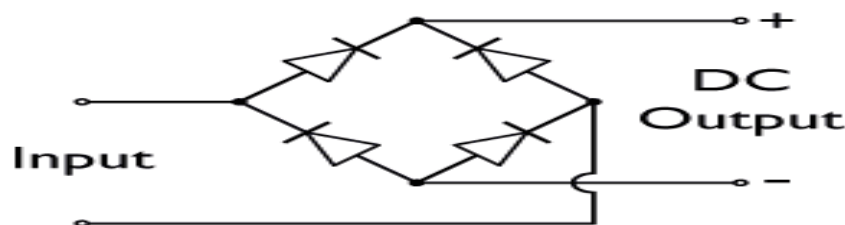
Un transformateur est un système de conversion qui permet de modifier la tension et l'intensité d'un courant électrique en un courant électrique de tension et d'intensité différentes. [29]

**III.5.1.1.2 Constitution**

IL est constitué de deux parties principales, le circuit magnétique et les enroulements.

**III.5.1.2 Le pont de diode :**

Un pont de diodes ou pont de Graetz est un assemblage de quatre diodes montées en pont (montage similaire à celui d'un pont de Wheatstone) qui redresse le courant alternatif monophasé en courant continu, c'est-à-dire ne circulant que dans un seul sens.[30]



**Figure III.6:** Le pont de diode. [30]

III.5.1.3 Régulateur de tension LM7812

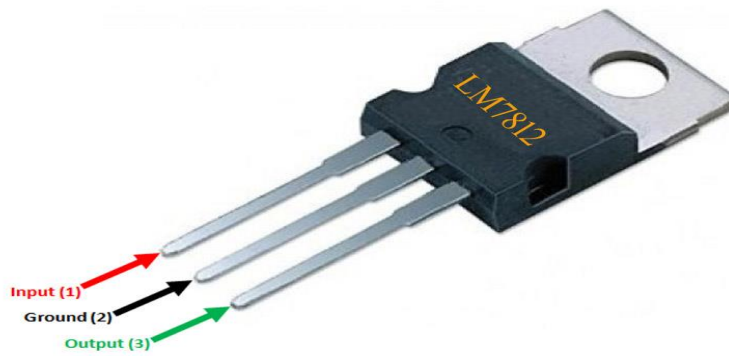


Figure III.7: Circuit intégré de régulateur de tension LM7812. [31]

III.5.1.3.1 Brochage

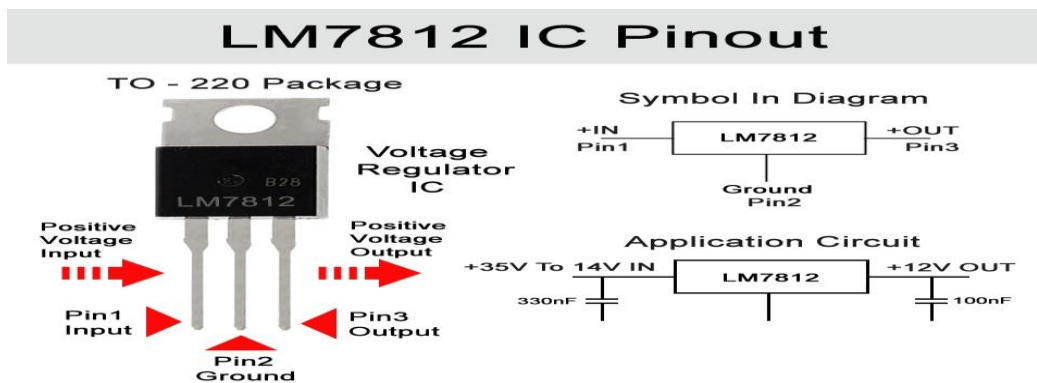


Figure III.8: Brochage. [32]

III.5.1.3.2 Définition

Un régulateur de tension, est un composant électronique qui maintient à sa sortie, dans certaines limites, une tension constante, indépendamment de la charge et de la tension d'entrée. [33]

Caractéristiques et spécifications importantes du CI 7812 :

Tension d'entrée : 14,5 V à 27 V CC

Tension de sortie : 11,75 V - 12,25 V CC

Courant de sortie (typique) : 1 A

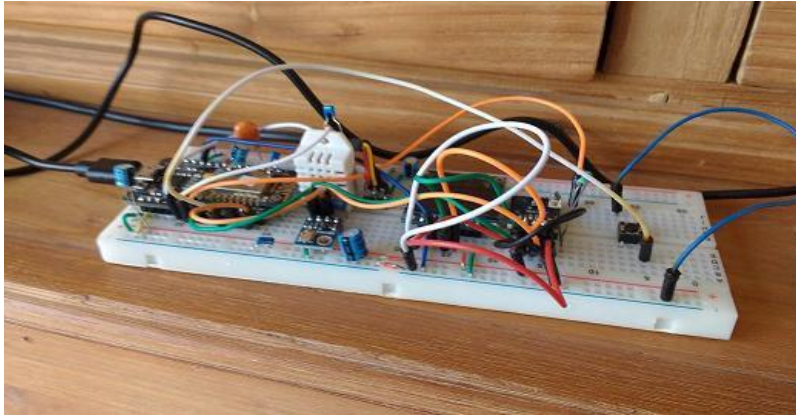
Courant de crête : 2,2 A

Tension de décrochage : 2 V

III.5.1.4 Plaque à essai ou testlab

III.5.1.4.1 Définition :

Dispositif utilisable qui permet de réaliser facilement des montages électroniques simples sans avoir à souder les composants



**Figure III.9** : Réalisation sur testlab

### III.5.2 L'étude et simulation :

Circuit pour moteur DC 12V:

- 1) On utilise la tension 220v,  $f=50\text{hz}$  ;  $T=1/f=1/50=0,2\text{s}$ .



**Figure III.10** :L'onde sinusoïdale de 220V AC. [34]

- 2) Pour le transformateur 220V-->17V AC utilisé on a une tension de sortie  $V_{\text{eff}}=17\text{V}$ ,

$$V_{\text{max}}=17 \times \sqrt{2} =24,04\text{V}.$$

On la redresse avec un pont de diode:

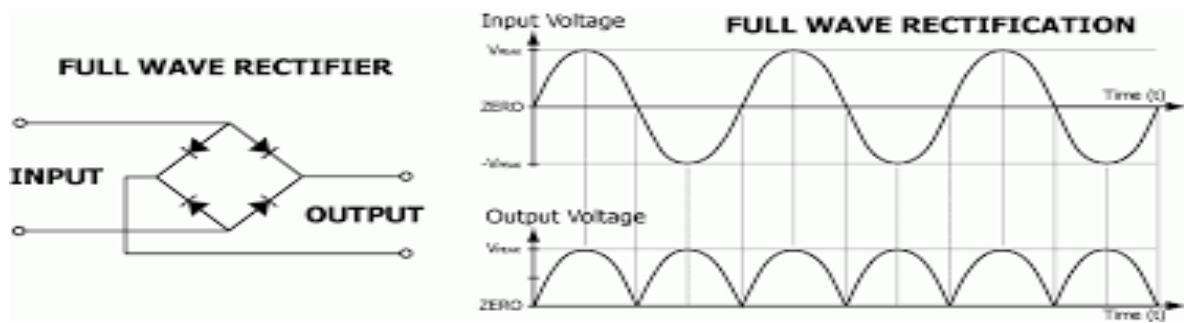


Figure III.11 : l'onde de sortie après le redressement avec le pont. [35]

On obtient un signal en double alternance, pour le filtrage on ajoute une capacité 50V, L=1000uF.

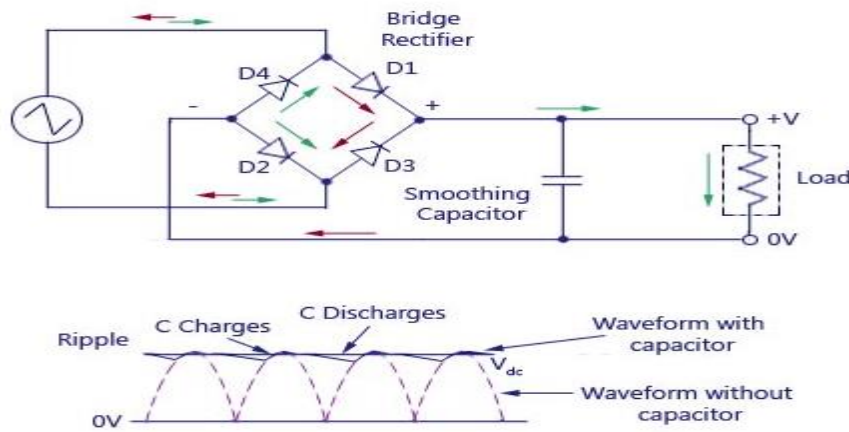


Figure III.12 : l'onde de sortie après filtrage. [36]

On obtient une tension de sortie continue on utilise un régulateur de tension. Il existe plusieurs modèles selon la valeur de la tension de sortie.

On utilise le LM 7812:

A partir du datasheet, le régulateur a trois pôles -in =entrée, out =sortie, GND=commune

Le fabricant nous conseille d'utiliser des capacités 2 P de 0,33uF (in) et 0,14F (out)



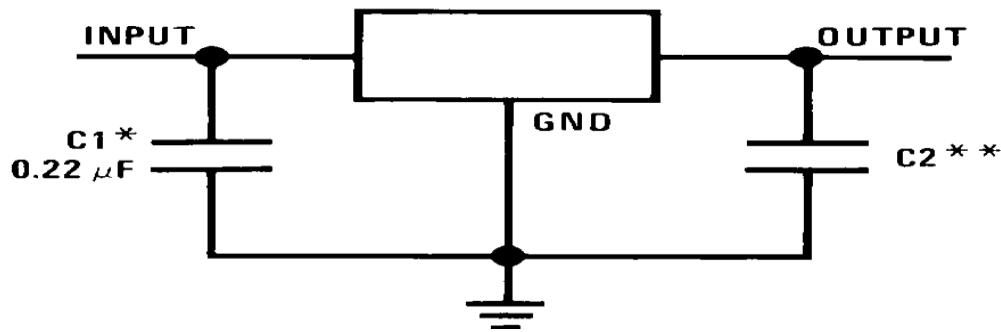


Figure III.13 : Schéma du LM 7812 avec les deux capacités. [37]

Mais on trouve que dans le datasheet, le régulateur chauffe quand la charge absorbe un courant supérieur à 1 A on utilise un dissipateur thermique.

Le moteur de la machine nécessite un courant de 2A au démarrage mais le max du LM 7812 est de 1A. Donc on utilise un autre circuit pour obtenir les 2A à la sortie. Ce circuit est indiqué dans le schéma de la simulation:

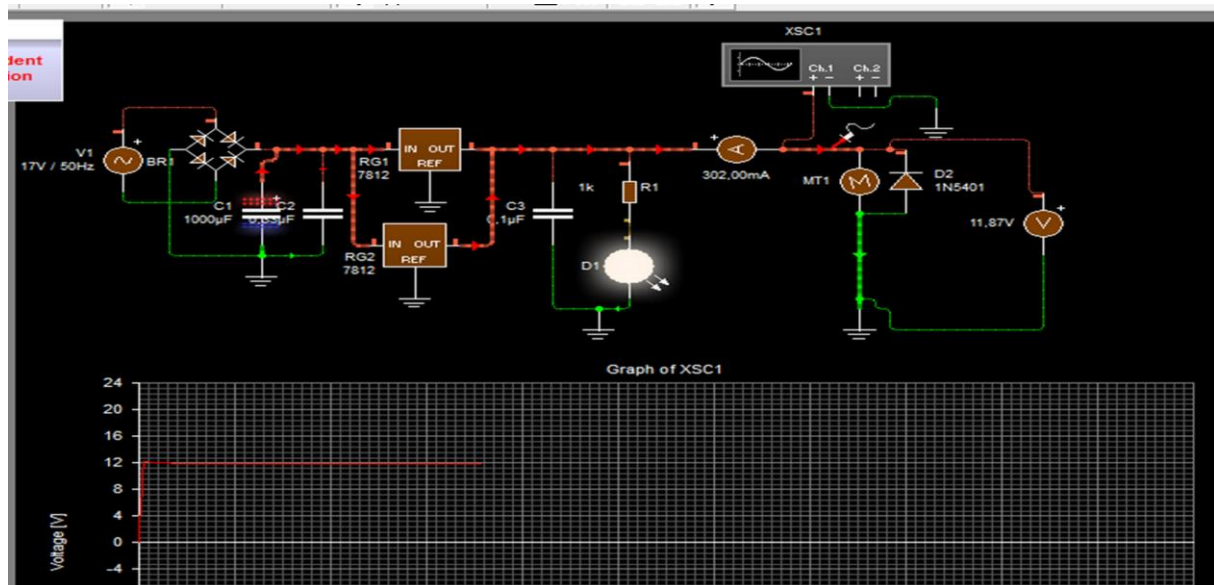


Figure III.14 : Simulation du circuit grâce au logiciel wizard

Lors de l'expérimentation du circuit, nous avons utilisé tous les éléments mentionnés précédemment, en plus de la plaque à essai et des fils pour connecter les éléments sur la carte, un câble pour l'alimenter avec une tension de 220 VAC et l'utilisation d'appareils de mesure pour les vérifications nécessaires, au final nous avons obtenu de bons résultats comme requis.

Pour la réalisation de cette alimentation on a été confronté à effectuer un choix économique car face à son prix de revient qui est de 3500 DA on a été amené à acheter une qui existe sur le marché dont le prix est de 950 DA.

### III.5.3 Alimentation à découpage 12V 5A 60W (LH-1205)

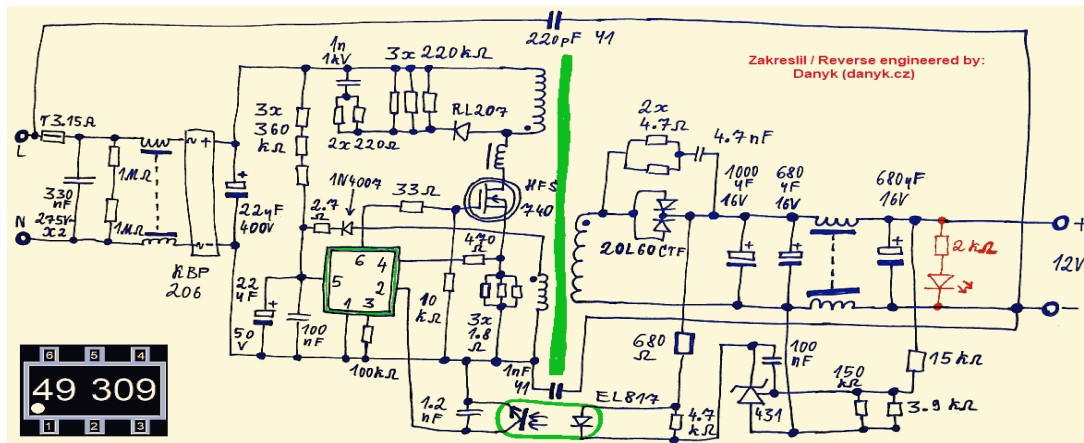


Figure III.15 : Schéma de l'alimentation à découpage LH-1205 12V 5A 60W de Chine [38]

Schéma de l'alimentation à découpage LH-1205 12V 5A 60W de Chine. La distance d'isolation sur la carte semble très bonne. Les condensateurs d'antiparasitage correspondent aux classes de sécurité appropriées X2 et Y1. Il y a un fusible (T 3,15A) et des filtres antiparasites. Il y a aussi un joli réseau d'amortissement sur l'enroulement primaire du transformateur. La régulation se fait avec l'optocoupleur EL 817 et la référence de tension TL 431. La puce de contrôle est dans un boîtier SMD à 6 broches, marqué "49 309". Il s'agit très probablement de XN1049. Cependant, il n'y a pas de résistance d'appel ou de thermistance NTC, le courant d'appel n'est limité que par la résistance de l'enroulement du filtre EMI. Le transistor de commutation HFS740 (similaire à IRF740) est un MOSFET, évalué uniquement pour 400V, ce qui est assez faible. Généralement, des types de 500 ou 600 V sont utilisés à cet endroit. La diode Schottky du redresseur secondaire 20L60CTF n'est évaluée qu'à 60V, je m'attendrais à quelque chose comme 100V. L'étiquette indique que le courant de sortie maximal est de 5 A, mais la protection contre les surcharges s'éteint à 3,6 A. Sur la planche il y a des restes de câbles d'origine qui ont été coupés. De nouveaux câbles y ont été soudés (très mal). Le SMPS a apparemment été réorienté. Le nouveau câble de sortie est soudé au condensateur 1000µF 16V, en contournant le filtre EMI ! L'ouvrier qui a "recyclé" la planche ne savait probablement pas ce qu'il faisait. Il vient de souder le câble au plus gros condensateur qu'il a vu du côté secondaire. La LED est également ajoutée et sa résistance série est librement dans l'air. Alimentation à découpage chinoise 12V 5A 60W. [38]



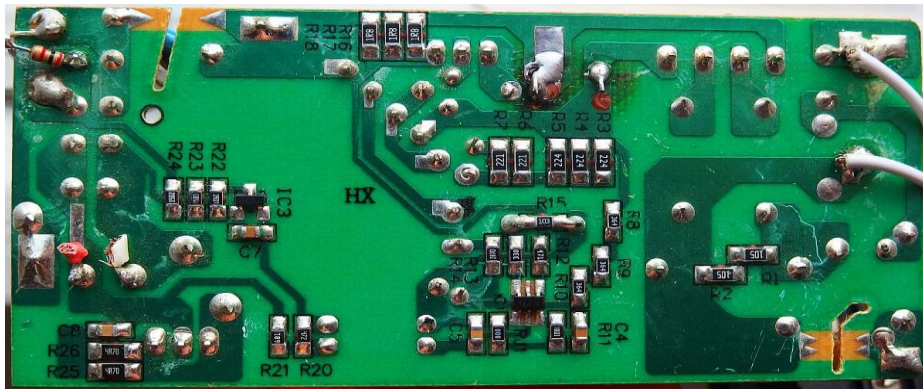
Figure III.16 : Alimentation à découpage chinoise 12V 5A 60W. [38]



Figure III.17 : L'étiquette indique AC/DC Adapter Model LH-1205. 12V 5A 60W. L'entrée est de 100-240V 50-60Hz. [38]



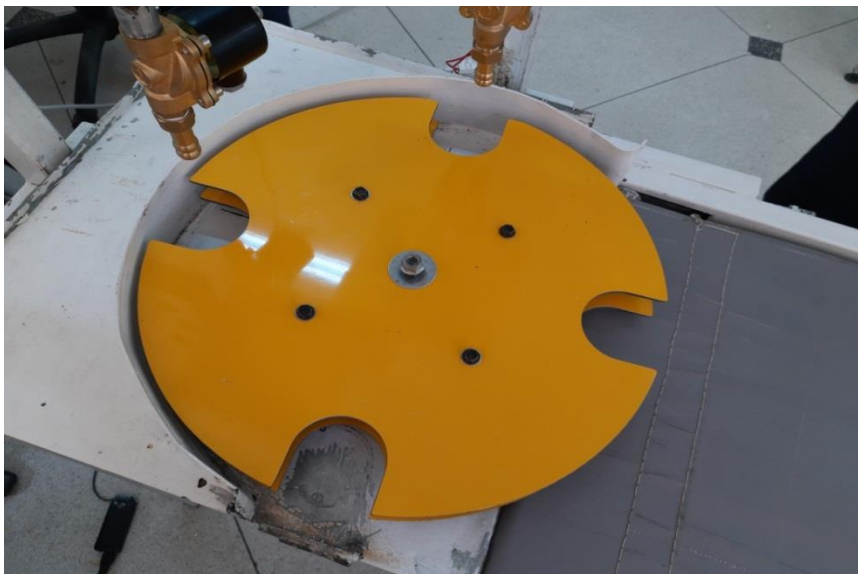
Figure III.18 : La carte PCB de l'alimentation 12V 5A 60W du côté composant LE (trou traversant). [38]



**Figure III.19 :** La carte PCB de l'alimentation 12V 5A 60W part des pistes et côté composant SMD (montage en surface). [38]

### III.6 Le plateau :

Le plateau a été changé et amélioré et remplacé par un autre plus efficace et performant



**Figure III.20 :** Nouveau plateau

### III.7 Système de remplissage :

Notre système de remplissage se compose de deux dispositifs :

- Le premier a une forme cubique, de 20 cm de côté.
- La deuxième forme est pyramidale, sa base est carrée, sa hauteur est de 15 cm et elle contient 4 faces

- à la fin il y a une colonne à travers laquelle le produit (liquide ou poudre) est desservi. Pour assembler ce dispositif au squelette de la machine on utilise une barre qu'on fixe à l'aide de vis et boulons.

-Au bout du dispositif on installe une électrovanne commandée électriquement.



**Figure III.21:** Système de remplissage

### III.7.1 Les éléments constitutifs:

1- Une barre de fer de forme carrée, de 70 centimètres de long, ouverte de l'intérieur afin de fixer le dispositif de remplissage.

2- Ce système est en acier galvanisé, que nous avons choisi car il est propre et ne rouille pas.

3- L'électrovanne est en 220 volts.

### III.7.2 L'électrovanne (220V) :



**Figure III.22 :** électrovanne [39]

### III.7.2.1 Définition

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique.

### III.7.2.2 Type d'électrovanne

Tout ou rien et proportionnelle

#### III.7.2.2.1 Les électrovannes tout ou rien

Les électrovannes dites tout ou rien ont deux états possibles

- Entièrement ouvertes
- Entièrement fermées

L'état change suivant qu'elles soient alimentées électriquement ou non. Il existe deux sortes d'électrovannes tout ou rien :

- Les électrovannes dites normalement ouvertes, qui est entièrement ouvertes en l'absence d'alimentation électrique (absence de tension) et qui se ferment lorsqu'elles sont alimentées électriquement.
- Les électrovannes dites normalement fermées, qui est entièrement fermées en l'absence d'alimentation électrique et qui s'ouvrent lorsqu'elles sont alimentées.
- On note également l'existence des électrovannes bistables. Ce sont également des électrovannes tout ou rien, ouvertes ou fermées par une alimentation électrique. Leur état est maintenu mécaniquement, ce qui permet une alimentation très faible.
- De plus, les électrovannes peuvent servir à isoler un circuit.

#### III.7.2.2.2 Les électrovannes proportionnelles

Les électrovannes proportionnelles peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude. Selon les types de vannes l'ouverture peut être proportionnelle au courant électrique de l'alimentation, ou à la tension électrique de l'alimentation. Ce type d'électrovanne est généralement piloté par l'intermédiaire d'une commande.

Les électrovannes les plus courantes sont celles utilisées dans les lave-linge et lave-vaisselle pour le remplissage de la cuve. Elles sont aussi beaucoup utilisées sur les chambres froides et autres systèmes de climatisation.

## III.8 L'armoire électrique de commande :

### III.8.1 Partie électrique

#### III.8.1.1 Les micro-switch

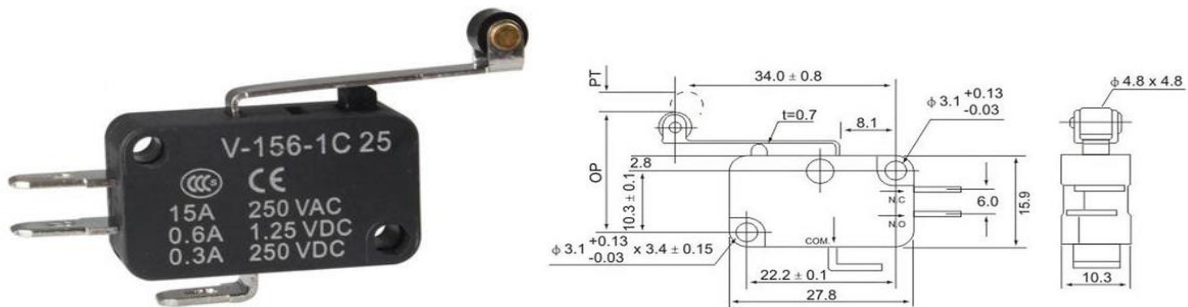


Figure III.23 : Les micro-Switch [40]

##### III.8.1.1.1 Description

Les micro-Switch sont souvent utilisés dans les boutons arcade et le joystick, mais ils sont également utilisés dans les projets mécatroniques comme des capteurs basiques ou en fin de course. On peut les utiliser en fonction "tactile" (la fonction click est agréable) ou en "contacteur" (le contact est fermé lorsqu'il est actionné et s'ouvre quand il est relâché).

Ce modèle dispose d'une palette en métal avec une roulette à l'extrémité. Cette roulette est très utile pour la commutation d'un objet. Le Switch dispose de trois contacts (Commun/Normalement Ouvert/ Normalement fermé).

Il s'agit d'un micro-switch basique pour l'arcade et la robotique. L'utilisation recommandée est avec 30VDC et 250mA max. [41]

### III 8.1.2 Relais électronique

#### III 8.1.2.1 définition

Un relais électronique est un interrupteur qui se commande avec une tension continue faible puissance. La partie d'interrupteur sert à piloter des charges à courant élevé la figure

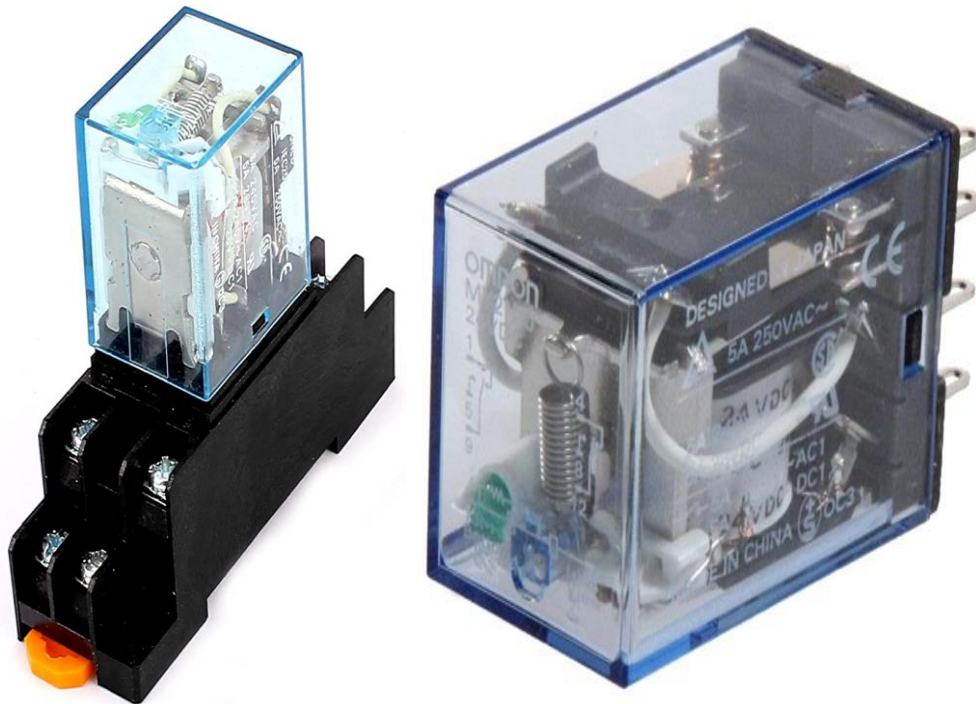


Figure III.24 : Relais électronique [42]

### III 8.1.2.2 Principe de fonctionnements

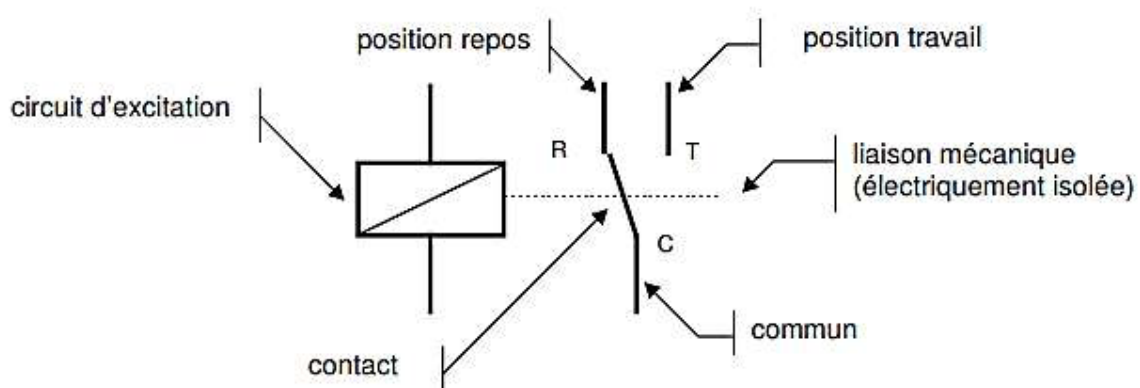


Figure III.25 : Schéma synoptique d'un relais [43]

La fonction première des relais est le plus souvent de séparer les circuits de commande des circuits de puissance à des fins d'isolement, par exemple pour piloter une tension ou un courant élevé, à partir d'une commande plus faible, et dans certaines applications, assurer aussi la sécurité de l'opérateur. Pour chaque relais, il existe une tension de bobine. Elle peut être continue (5V, 12V, 24V, etc.) ou alternative (110V, 230V). C'est la tension qu'il faut appliquer sur la bobine pour faire commuter le relais (entendre le "clic"). [43]



## III 8.2 Partie automatique

### III 8.2 .1 Automate S7-300 :

#### III 8.2 .1 .1 Alimentation (PS) (Power Supply) :



Figure III. 26 : Alimentation (PS). [44]

#### III 8.2 .1 .2 CPU (Centrale Processus Unité) :



Figure III.27 : CPU (Centrale Processus Unité). [45]

#### III 8.2 .1 .3 Modules de signaux (SM) (Signal Module) : modules d'entrées/sorties TOR



Figure III.28 : Modules de signaux (SM) (Signal Module). [46]

III.9 Description du schéma de puissance

Dans notre schéma de puissance on a un branchement qui concerne l'alimentation triphasé 380 V, un disjoncteur différentiel tétra polaire, 3 contacteurs de puissance KM1, KM2 et KM3, 2 relais thermique.

Un branchement de la source d'air constitué d'un compresseur, 3 distributeurs pneumatiques 5/2 et 3 vérins pneumatiques (2 à double effet et 1 simple effet). [47]

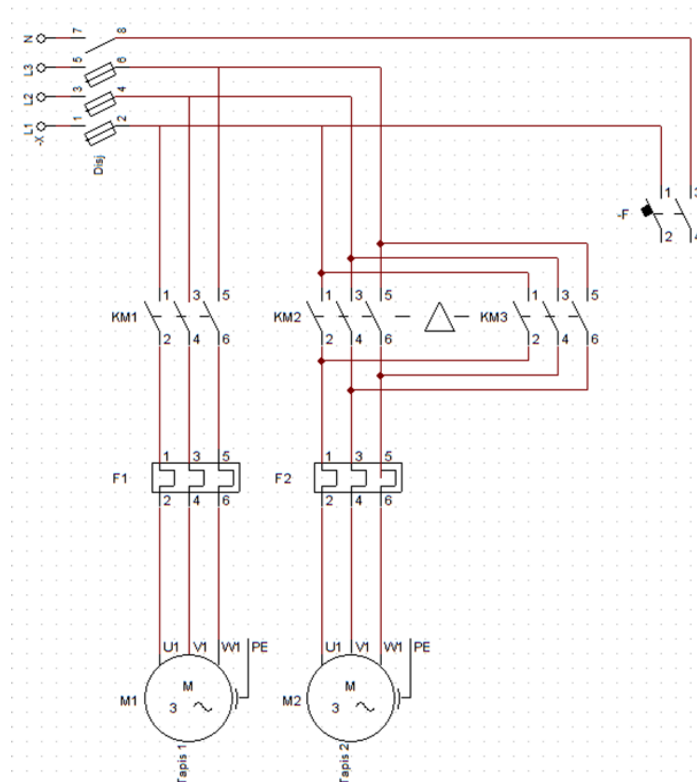


Figure III.29 : schéma de puissance. [47]

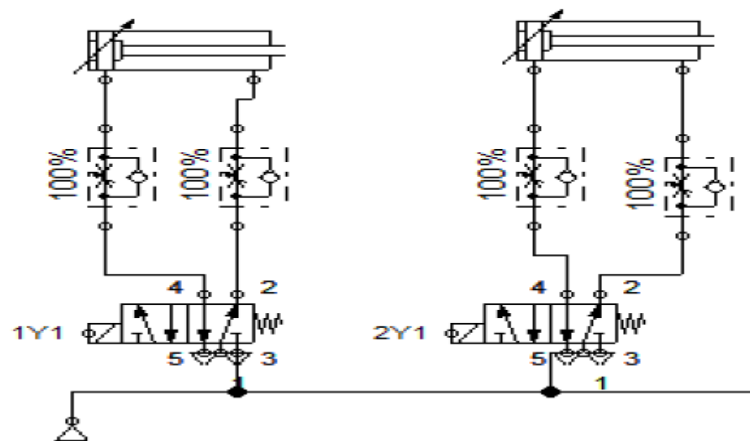


Figure III.30: schéma de puissance des vérins. [47]

III.10 Schéma de câblage de l'automate

Dans ce schéma on présente le câblage des entrées et sorties de l'automate.

Pour les entrées on a : Arrêt d'urgence, Arrêt, Départ cycle (DCY), Commutateur pour pot mal rempli et les 4 capteurs 1 pour présence pot au départ (S1), S2 et S3 à chaque rotation d'un ¼ de tour du plateau et S4 pour le comptage.

Pour les sorties : Vu que les bobines des contacteurs (kM1, kM2 et kM3), les électrovannes (EV1 et EV2), les distributeurs 5/2 doivent être alimentés en 220V ainsi que le moteur DC en 12V alors que les sorties de l'automate sont en 24V on a utilisé des relais 24V à 4 contacts (2 à fermeture et 2 à ouverture) pour parer à ça.

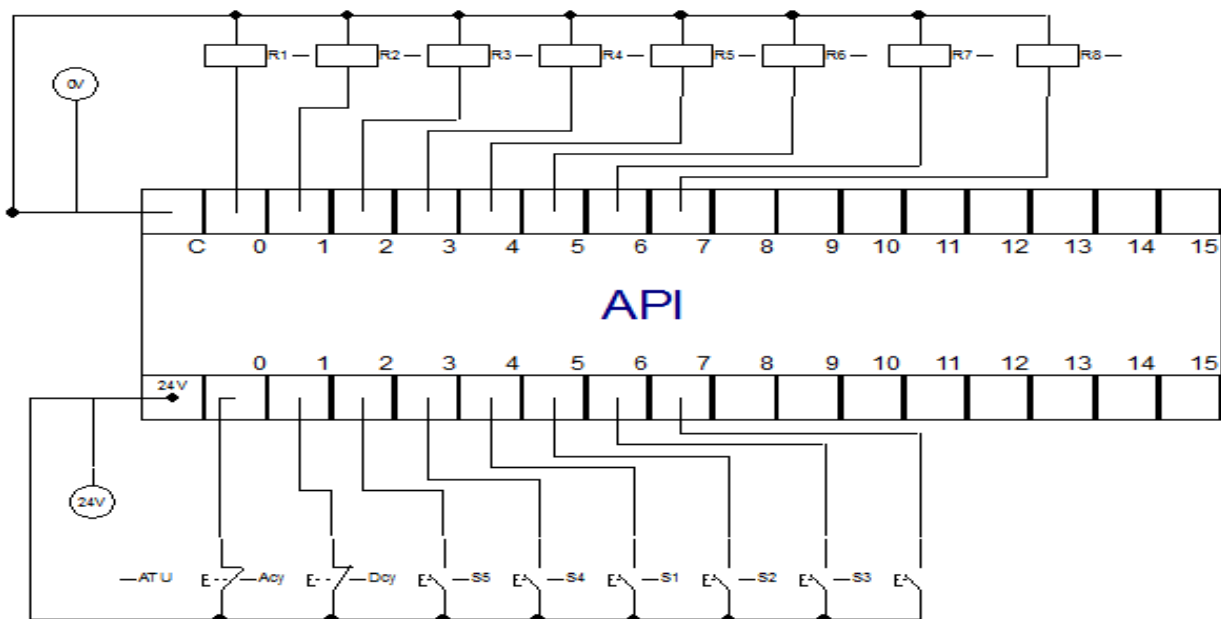


Figure III.31 : Le câblage d'API

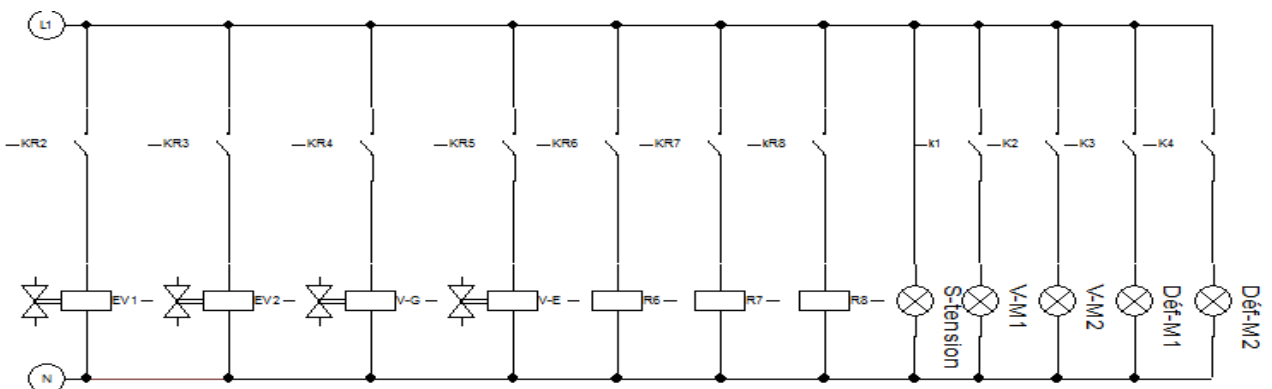


Figure III.32 : Le câblage des sorties

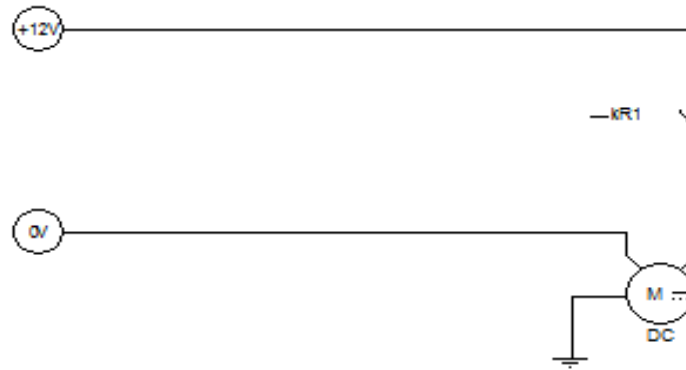
















Figure III.33 : Le câblage de moteur 12V

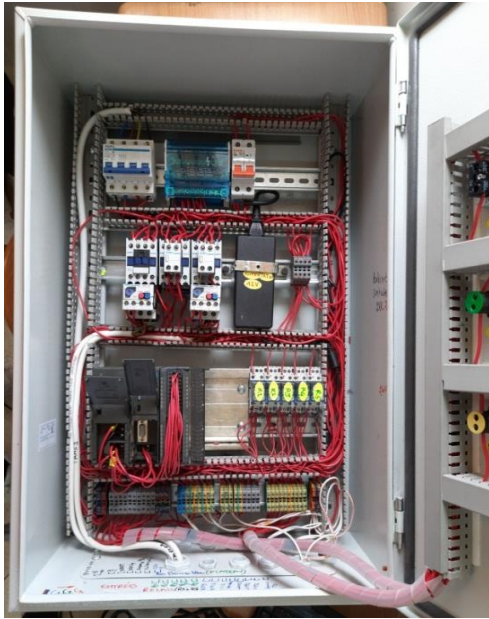
**II.11 Matériels et caractéristique de l'armoire de commande:**

Tab III.1 : matériels et caractéristique [47]

Materials	Caractéristiques
	<p>Bouton poussoir</p> <p>Courant nominal : 3A</p> <p>Tension nominale:240V</p>
	<p>Bouton arrêt d'urgence</p> <p>Courant nominal : 3A</p> <p>Tension nominale:240V</p>
	<p>Voyants signalétiques Tension : 220 VAC</p> <p>Courant : <math>\leq 20\text{mA}</math></p> <p>Puissance nominale:0.5W</p>
	<p>Commutateur</p> <p>Courant nominal : 3A</p> <p>Tension nominale:240V</p>

	<p>Disjoncteur bipolaire</p> <p>Nombres des pôles : 2 pôles</p> <p>Calibre:10A</p> <p>Pouvoir de coupure:6KA</p>
	<p>Disjoncteur différentiel tetrapolaire .</p> <p>Nombre de pôles:4P.</p> <p>Courant assigné nominal:2.5A</p> <p>Tension assignée d'emploi Ue: 230/690 V</p> <p>Calibre du courant der églage thermiqueà 30° :1,6/2,5A</p>
	<p>Contacteur Bobine:230V</p> <p>Contacts de puissances : 3 p</p> <p>Contacts auxiliaires : 1 NO</p> <p>La tension:400VAC</p> <p>La puissance : 5.5 KW</p> <p>Pouvoir de coupure : 10KA</p> <p>Courant :9A</p>
	<p>Relais Thermique</p> <p>Le Courant : 1-4A</p> <p>La tension: 220-380v</p>
	<p>Fil électrique</p> <p>Taille:</p> <p>1.5mm2 (pour la commande)</p> <p>2.5mm2 (pour la puissance)</p>

	<p>Bornier électrique                  Taille : 2.5 mm<sup>2</sup>                  Courant : 20 A                  Tension : 600 V</p>
	<p>Goulotte                  Matériel: PVC rigide                  Résistance à la chaleur continue : jusqu'à +60 °C.                  Taille: 40×24 mm</p>
	<p>Répartiteur                  Courant nominale: 125A                  Tension nominale: 500v                  le nombre de pôles : 4 pôles</p>
	<p>Relais électronique                  Courant nominale : 5 A                  Tension nominale : 220 V</p>
	<p>Les micro-Switch                  Courant: 15 A                  Tension: 250 VAC                  Courant: 0.3 A                  Tension: 250 VDC</p>



(a) Vue intérieur



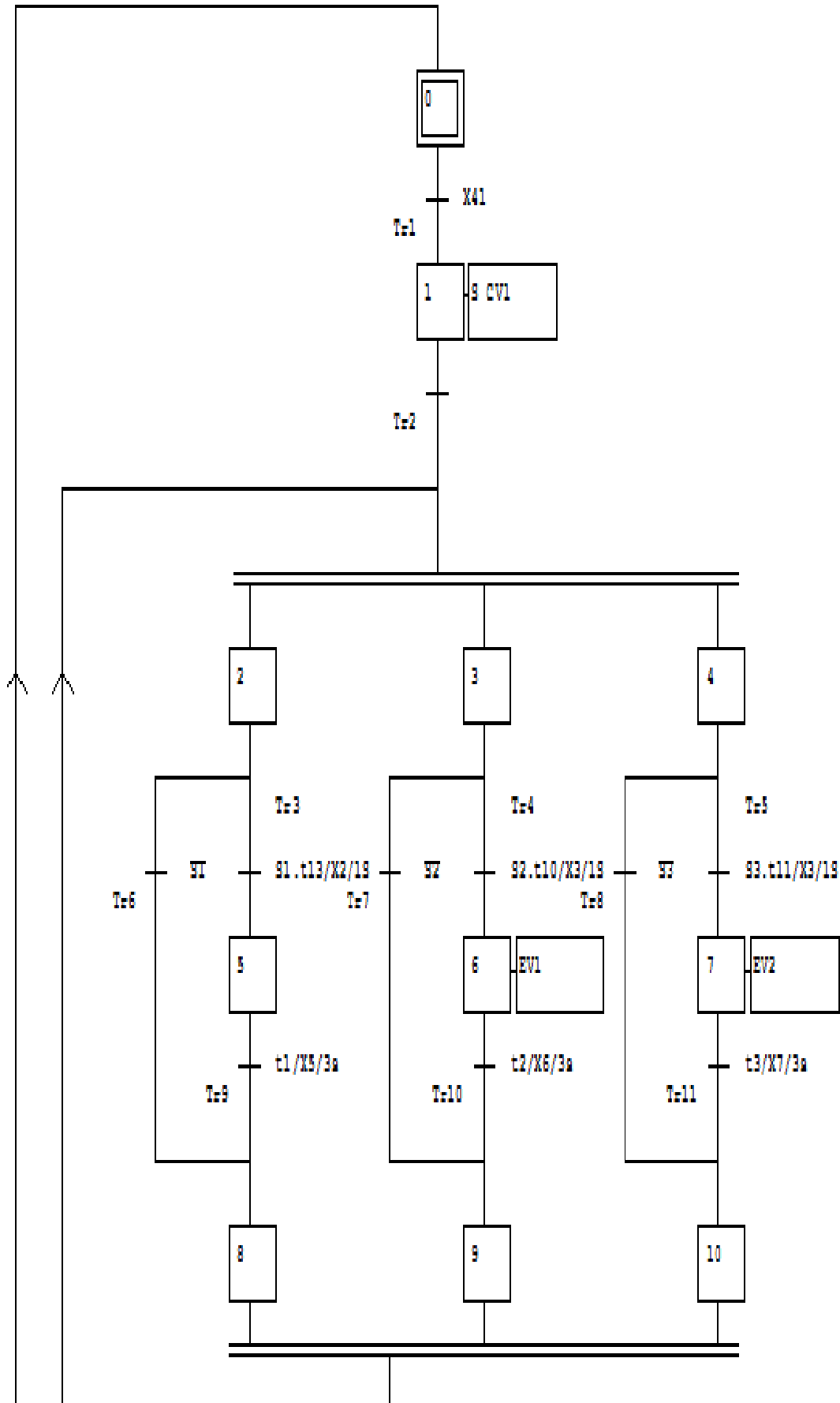
(b) Vue extérieure

**Figure III.34:** Armoire électrique

## III.12 Grafcet et programmation STEP7

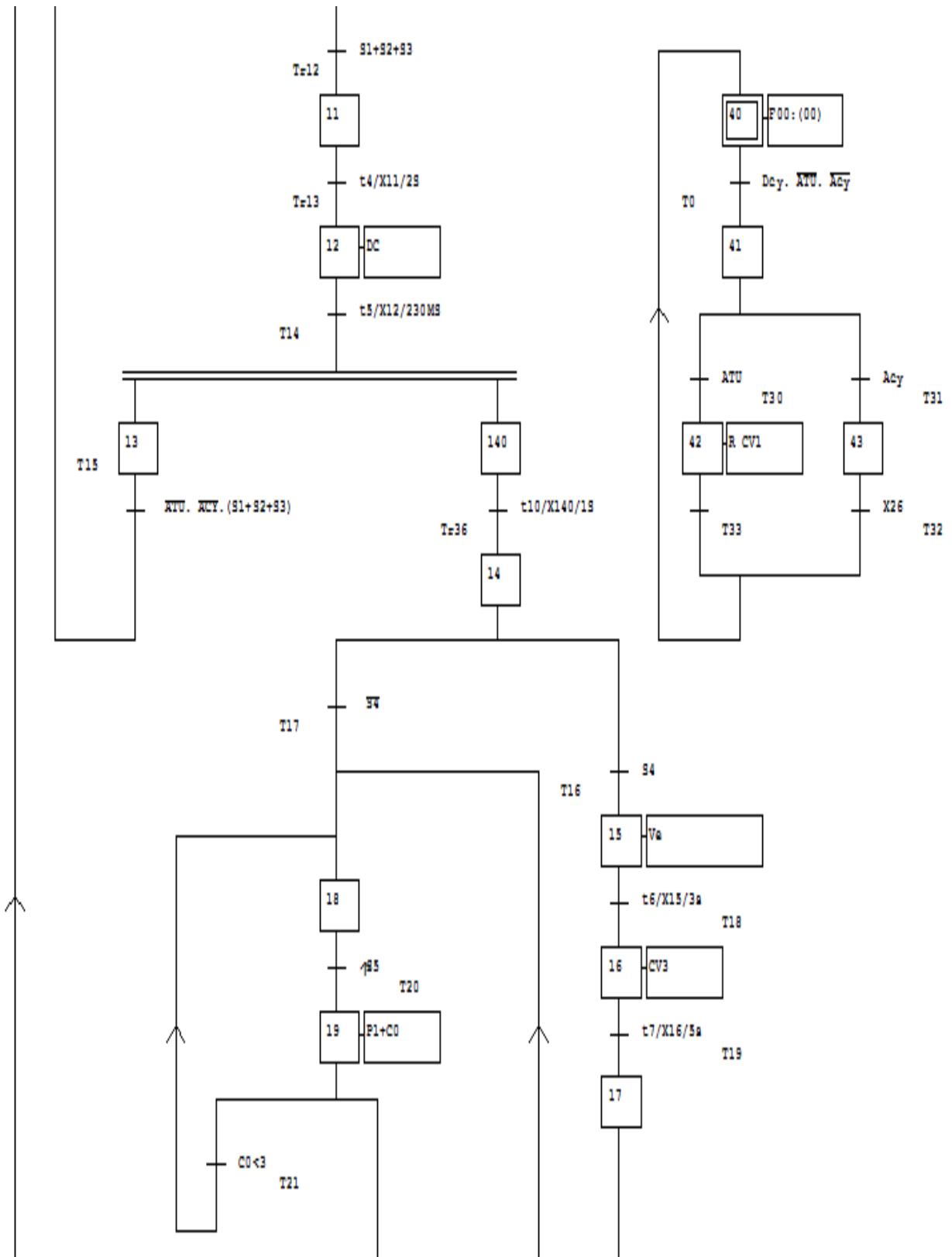
### III.12.1 GRAFCET

A partir du cahier de charges nous avons réalisé le grafcet avec logiciel automgen.

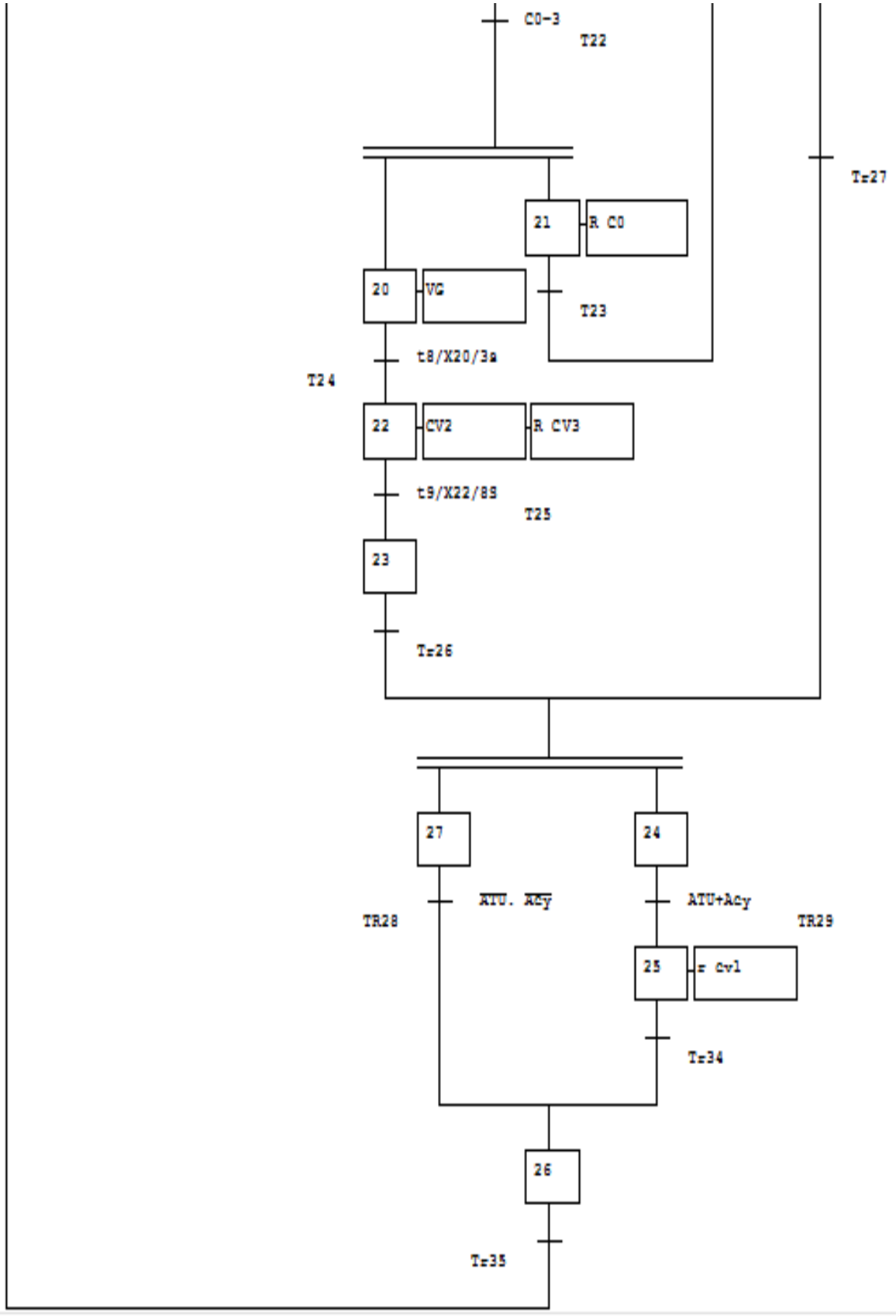


FigIII.35: grafcet partie 1





FigIII.36: grafcet partie 2



FigIII.37 : grafcet partie 3

### III.12.2 Le langage ladder

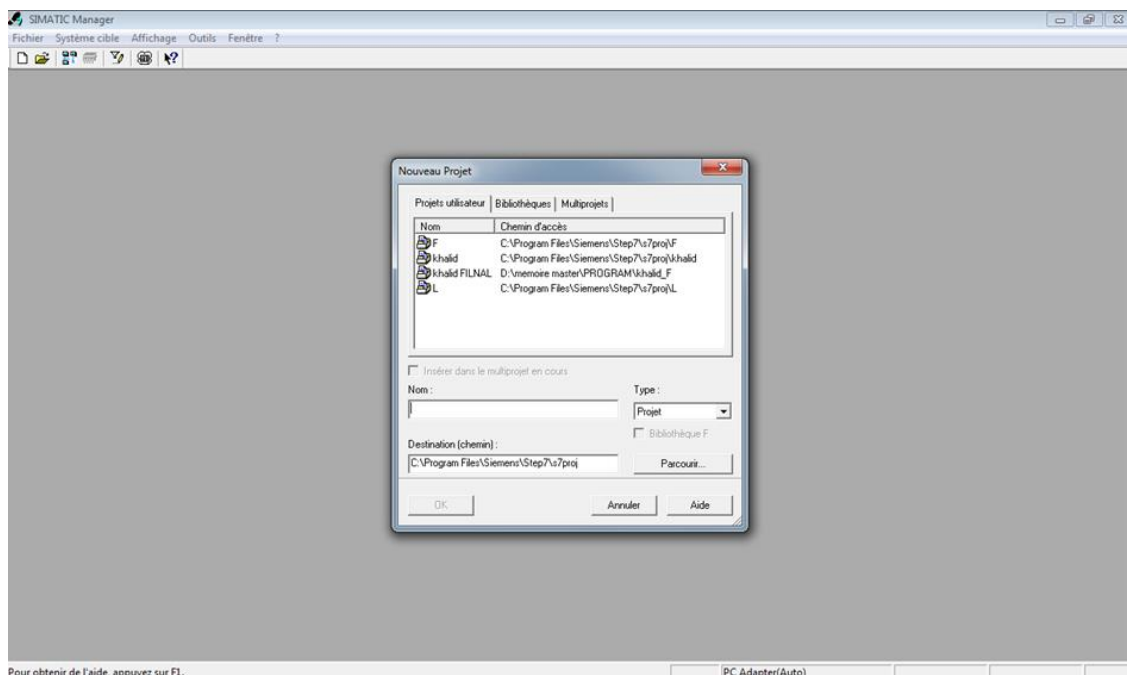
Le langage ladder ou langage à contacts ou encore schéma à relais fait partie des 5 langages standards de la norme CEI 61131-3 défini par la commission électrotechnique internationale (CEI). Le langage ladder est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main. C'est sans doute le langage de programmation d'automatisme le plus couramment utilisé pour la programmation d'automates. Le langage ladder est composé d'une séquence de contacts (interrupteurs qui sont soit fermés, soit ouverts) et de bobines qui permettent de traduire les états logiques d'un système.

### III.12.3 Ouvrir logiciel step 7

Double cliquer sur l'icône du SIMATIC MANAGER

Sélectionner fichier nouveau

Renommer le fichier et sélectionner la destination de ce fichier



**Figure III.38:** Ouvrir logiciel step 7

Insertion > station > choisir la station simatic 300

Configurer le matériel > avec HW config

Sélectionner les Object au début avec le rack > profiler support dans le rack nous installer et sélectionner nos matériel:

- La première case pour l'alimentation
- Le deuxième champ pour CPU
- Le troisième champ pour IM
- Dans 4 jusqu'à 11 pour le module de signaux SM

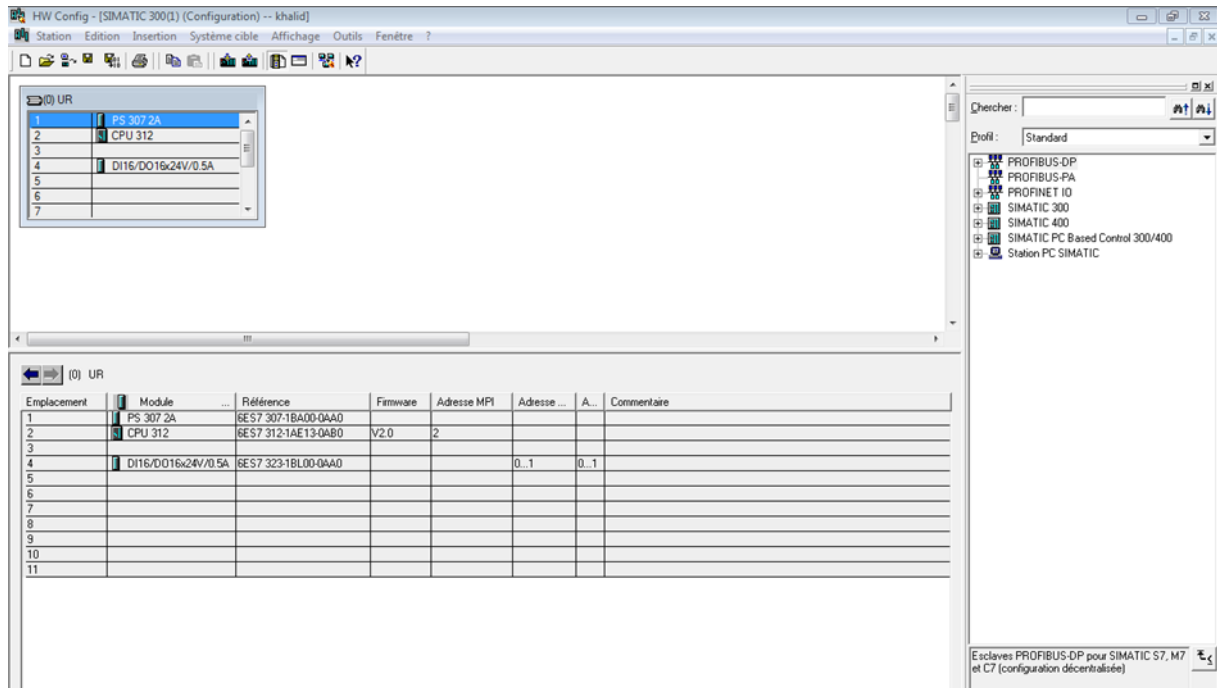


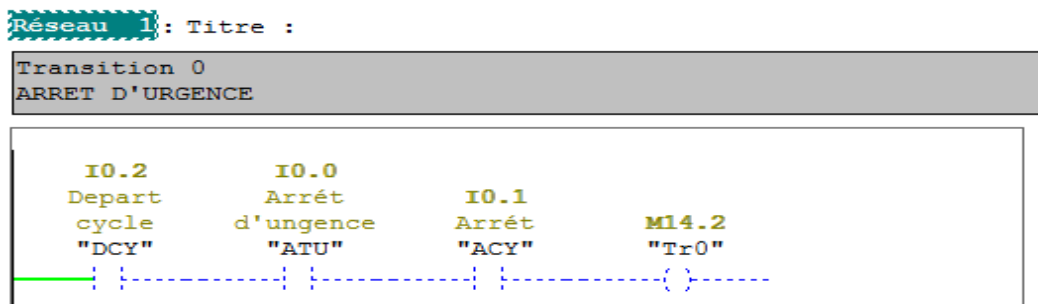
Figure III.39: Configuration le matériel

Après la sélection de matériel nous enregistrer et compilé > après ouvrir sélectionner >cpu 312> programme s7>blocks et ouvrir ob1 nous sélection la langue de programmation en trouve 3 type par List, ladder , et diagramme nous choisissez la langue ladder parce que nous l'avons étudié à la licence.

La programmation de cette machine:

Nous convertissons le langage grafcet à langage ladder par des équations

En début nous commençons par les transitions comme l'exemple suivant:



FigIII.40 : les transitions

Ou temporisateur comme l'exemple suivant :

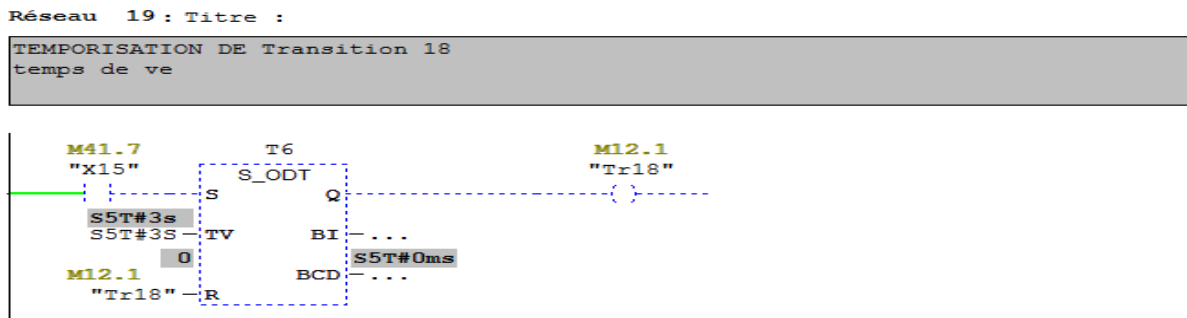


Figure III.41 : Temporisateur

Ou comptage comme l'exemple suivant :

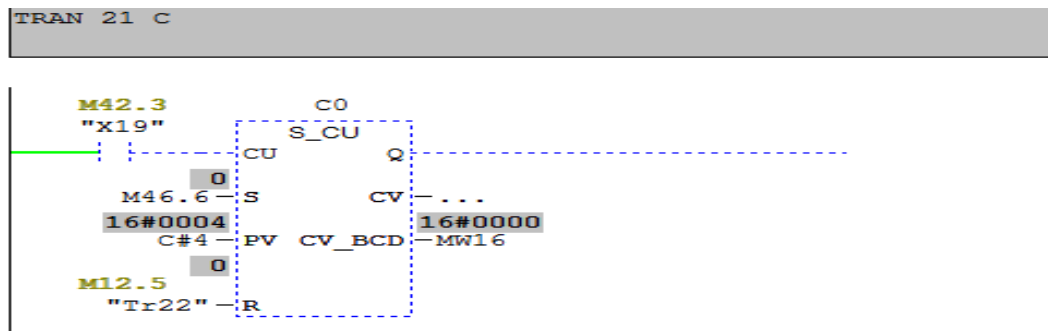


Figure III.42 : comptage

Puis les étapes

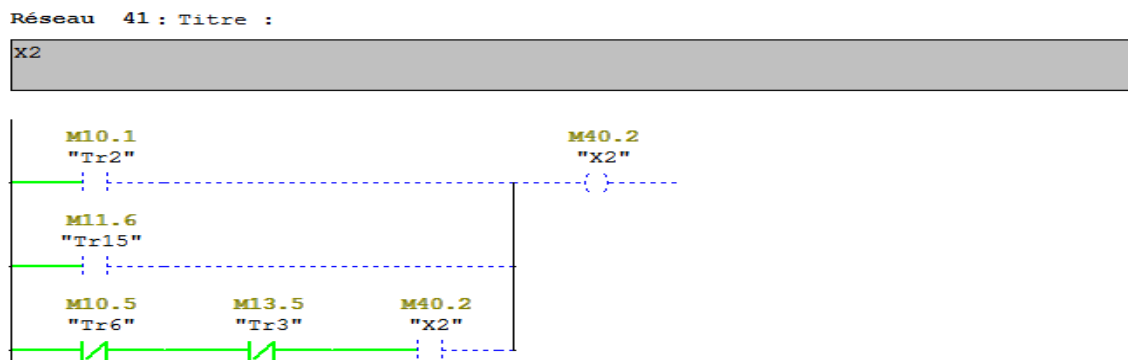
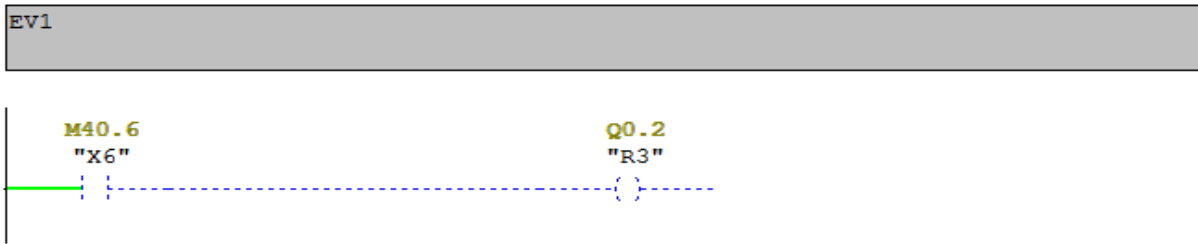


Figure III.43 : les étapes

Enfin nous terminons par les sorties comme l'exemple suivant:

Réseau 70 : Titre :



**Figure III.44 : les sorties**

Dans les mémentos on met les mnémoniques, les adresses, les types de données et les commentaires des entrées, sorties, transitions et les étapes.

	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
1	ACY	I 0.1	BOOL	Arrêt
2	ATU	I 0.0	BOOL	Arrêt d'urgence
3	DCY	I 0.2	BOOL	Depart cycle
4	INIT	M 0.0	BOOL	Initialisation
5	KM1	Q 0.5	BOOL	Convoyeur 1
6	KM2	Q 0.6	BOOL	Convoyeur 2 sense d'emballage
7	KM3	Q 0.7	BOOL	Convoyeur 2 sense de recyclage
8	R1	Q 0.0	BOOL	Moteur dc de plateaux
9	R2	Q 0.1	BOOL	
1	R3	Q 0.2	BOOL	
1	R4	Q 0.3	BOOL	Verin groupement
1	R5	Q 0.4	BOOL	
1	S1	I 0.5	BOOL	
1	S2	I 0.6	BOOL	
1	S3	I 0.7	BOOL	
1	S4	I 0.4	BOOL	
1	S5	I 0.3	BOOL	
1	Tr0	M 14.2	BOOL	
1	Tr1	M 10.0	BOOL	
2	Tr10	M 11.1	BOOL	
2	Tr11	M 11.2	BOOL	
2	Tr12	M 11.3	BOOL	
2	Tr13	M 11.4	BOOL	
2	Tr14	M 11.5	BOOL	
2	Tr15	M 11.6	BOOL	
2	Tr16	M 11.7	BOOL	
2	Tr17	M 12.0	BOOL	
2	Tr18	M 12.1	BOOL	
2	Tr19	M 12.2	BOOL	
3	Tr2	M 10.1	BOOL	
3	Tr20	M 12.3	BOOL	
3	Tr21	M 12.4	BOOL	
3	Tr22	M 12.5	BOOL	
3	Tr23	M 12.6	BOOL	
3	Tr24	M 12.7	BOOL	
3	Tr25	M 13.0	BOOL	

**Figure III.45 : tableau de mémentos**

Le programme est dans l'annexe

Avant de charger le programme dans l'automate nous simulons le programme grâce au simulateur S7-plcsim pour vérifier le bon déroulement de l'ensemble afin d'éviter les dommages et les problèmes d'erreurs de programme sur la machine.

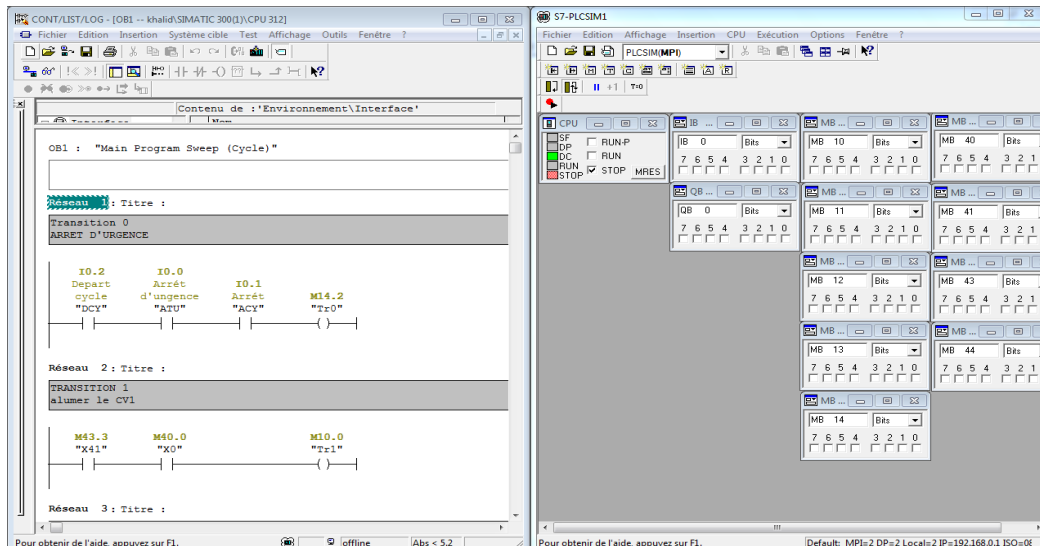


Figure III.46 : la simulation par PLCSIM

### III.12.4 Remarque :

Dans la réalisation de ce projet, nous avons rencontré quelques problèmes pour faire démarrer la machine avec l'automate. Ces problèmes sont:

1) Coté machine :

Les pièces comme la vanne, les relais, les capteurs..etc. ne sont pas disponibles dans notre région on n'a été obligé d'aller à plusieurs reprises dans les wilaya limitrophes pour les acheter.

2) Dans la programmation :

Nous avons rencontré deux problèmes :

- Le premier problème: L'ordinateur ne reconnaît pas l'adaptateur USB

La version du pilote de l'adaptateur dans le logiciel (V8) est supérieure à celle de l'adaptateur(V1.2): La solution est d'installer la version compatible.

- Le deuxième problème, on l'a rencontré dans la liaison entre le PC et l'automate: Le led de stop clignote en mode run, le problème est dans la carte MMC( formaté en MSDOS) pour la formater sous Windows on a trouvé la solution dans le lien suivant: <http://s7detali.narod.ru/MMC/MMC.html>.
- on a téléchargé le logiciel et sélectionné l'image de notre carte mémoire (référence et taille 64 kb), s7imgwd2.zip

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale:

Dans notre projet d'automatisation d'une machine industrielle de remplissage de pot nous avons essayé d'utiliser toutes les connaissances acquises au cours de notre cursus universitaire pour le finaliser.

Nous avons passé en revue les divers types des automates programmables industriels, puis de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, critères de choix, avantages, ainsi que les langages de programmation d'usage. La communication et le transfert d'information via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

Nous avons réalisé l'armoire électrique en câblant tous les éléments : disjoncteur, contacteur, relais thermique etc. Dans cette armoire nous avons installé l'API et câblé toutes ses entrées et sorties, et au final nous l'avons programmé avec un programme spécial SIMATIC MANAGER STEP7 pour la machine prévue.

Enfin, grâce à ce travail nous avons acquis une très bonne expérience personnelle et professionnelle très bénéfique et riche d'informations théorique et pratique. Ce fut une occasion pour se familiariser avec les différents composants électroniques, électrotechniques, pneumatiques et automatiques. C'est une bonne préparation au monde du travail et de la vie professionnelle.

Par la suite, nous pensons à encore quelques améliorations qui sont :

- Réaliser un dispositif pour amener les pots vers le plateau.
- Un système de détection de pots mal remplis.
- assemblage de pots par groupe de quatre (4).



# Bibliographie

---

## La bibliographie :

- [1] M. SELOUANA Mounir .Automatisation du groupe de remplissage d'une chaîne de production des Boissons gazeuse. Mémoire : Sciences et Technologie. SETIF : Université Ferhat Abbas –Sétif, 2012, 3 P.
- [2] Alain GONZAZA .les automates programmables industriels.2004
- [3] G. BOUJAT, P.ANAYA .Automatique industrielle en 20 fichiers. Mémoire : Edition DUNOD.2007
- [4] Les Systèmes Automatisés.
- [5] Cours Architecture des Systèmes Automatisés 2ème année Automatique [2018/2019], p .1.
- [6] ANDRIANIRINA Mamiharifetra Eddy .Etudes de liaison dans un système d'équipements interconnectés intégrant en particulier un API (Automate Programmable Industriel) dans un Réseau Local Industriel (RLI) . Mémoire : ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE : UNIVERSITE D'ANTANANARIVO, 2016.
- [7] Mr. BELIT Abdallah Mr. TAIB Nabil .Etude et programmation d'une nouvelle ligne de séchage de sucre avec un API S7-300. Mémoire : Faculté De Technologie .BEJAIA : UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA ,2015 .
- [8] BEKKA Ibrahim. Thème AUTOMATISATION D'UN PREMIX PAR L'AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL SIMATIC S7-300.Memoire. 2012
- [9] Automate programmable compact - MELSEC FX3U. [en ligne]. Disponible sur ><https://www.zoneindustrie.com/Produit/Automate-programmable-compact-8934.html>> .page consultée le (09/06/2023).
- [10] SIMATIC S7. [en ligne]. Disponible sur ><https://new.siemens.com/at/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/simatic-s7-300.html>> . page consultée le (09/06/2023).
- [11] Formation Totale intégrates Automation (TIA)''Programmation d'automates avec le STEP 7, Commandes de programmation de base en CONT /LIST/LOG de STEP 7 et Simulation d'automates avec S7-PLCSIM, 02/2001
- [12] TÉLÉCHARGER LE GUIDE D'INSTALLATION ET CONFIGURATION DE L'AUTOMATE S7 200 DE SIEMENS. [en ligne]. Disponible sur ><https://lab4sys.com/fr/telecharger-le-guide-dinstallation-et-configuration-de-lautomate-s7-200-de-siemens/?cn-reloaded=1>>. page consultée le (09/06/2023).
- [13] TÉLÉCHARGER LE GUIDE D'INSTALLATION ET CONFIGURATION DE L'AUTOMATE S7 400 DE SIEMENS. [en ligne]. Disponible sur ><https://lab4sys.com/fr/telecharger-le-guide-dinstallation-et-configuration-de-lautomate-s7-400-de-siemens/>>. page consultée le (09/06/2023).

## Bibliographie

---

- [14] Moduł CPU Siemens 6ES7 313 5BG04 . [en ligne]. Disponible sur ><https://allegro.pl/oferta/siemens-simatic-s7-300-cpu-313c-5bg04-plc-10835504680>>. page consultée le (09/06/2023).
- [15] Système d'automatisation S7-300 Installation et configuration : CPU 312 IFM - 318-2 D , Edition 06/2003,p 4-2
- [16] Abdeslam et B.M .Ouir .Etude et simulation d'une chaine de remplissage automatisée à Base d'un AP I. Mémoire : Université Blida.2020
- [17] SIEMENS. [En ligne], [www.siemens.com](http://www.siemens.com).
- [18] Ra zique hamza. Modalisation et supervision d'une central a béton par l'outil band graph et validation en ligne par un système scada .Thèse de magister : université de Sétif ,2014.
- [19] Manuel Système d'automatisation S7-300. Caractéristiques des modules ,2013.
- [20] Hans Berger. Automating with SIMATIC. Memoire: second Edition.2003.
- [21] C.T.JONES. STEP7 in Step7. Memoire: first Edition, A practical Guide to ImplementingS7-300/S7-400 Programmable Controllers, 2006.
- [22 ] P.JARGOT. Langages de programmation pour API. Norme IEC 1131-3 , Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8030.
- [23] Manuel SIEMENS, Programmation avec STEP 7 , SIMATIC, 2008.
- [24] Ait khelifa hafid et Izraren Massinissa. Automatisation dune poseuse de poignée .Thèse de master: université de bejaia, 2014.
- [25] SIEMENS, S7PLCSIM, Testez vos programmes , SIMATIC, 2008
- [26] Hacini farida. Contribution a l'amélioration de commande de la soudeuse FBW12 de la ligne de décapage LAF arcelormittal. Thèse de master: université d'Annaba, 2014.
- [27] Moteurs à courant continue .dc motor entrainments systems. 2002, vol 35, num 22, pp 14-16, issn 0765-006xarticle. Systems , 2002.
- [28] Les différents types de moteur à courant continu. [en ligne]. Disponible sur >[https://www.google.com/search?q=Les+diff%C3%A9rents+types+de+moteur+%C3%A0+courant+continu&sxsrf=APwXEdfPtjGk1F\\_bYrBAH0mJ0d7LyMwYoA:1686346884745&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwin4KHk7f\\_AhVrxwIHHa22C6cQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=OVlm2n-f0BbxCM](https://www.google.com/search?q=Les+diff%C3%A9rents+types+de+moteur+%C3%A0+courant+continu&sxsrf=APwXEdfPtjGk1F_bYrBAH0mJ0d7LyMwYoA:1686346884745&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwin4KHk7f_AhVrxwIHHa22C6cQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=OVlm2n-f0BbxCM)>. page consultée le (09/06/2023).
- [29] Le centenaire du transformateurasztalos, p.technikatörténeti szemle. , vol 16, pp 75-89, issn 0497-056xarticle. systems, 1986.

## Bibliographie

---

- [30] Pont de diodes. [en ligne]. Disponible sur >[https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont\\_de\\_diodes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_de_diodes)> . page consultée le (09/06/2023).
- [31] LM7812 - 12V Voltage Regulator IC. [en ligne]. Disponible sur ><https://components101.com/ics/lm7812-voltage-regulator-ic-pinout-datasheet-circuit-specifications>> . page consultée le (09/06/2023).
- [32] LM7812 Pinout, Equivalent, Datasheet, Applications, Features. [en ligne]. Disponible sur ><https://www.componentsinfo.com/lm7812-pinout-equivalent/>>. page consultée le (09/06/2023).
- [33] Un regulator de tension never ova v p ; semanov ba.1981; prib. teh. eksp.; issn 0032-8162; sun ; da. 1981 ; no 6; pp. 137-138; bibl. 2 ref.article. systems , 1981
- [34] Puissance et régime alternative. [en ligne]. Disponible sur ><https://www.choisir.com/energie/articles/104515/qu-est-ce-que-la-puissance-reactive>> . page consultée le (09/06/2023).
- [35] le redressement avec le pont . . [en ligne]. Disponible sur ><https://www.toppr.com/ask/question/draw-a-circuit-diagram-of-a-full-wave-rectifier-explain-its-workingand-draw-input-and/>>. page consultée le (09/06/2023).
- [36] Full Wave Rectifier Circuit. [en ligne]. Disponible sur > [https://www.electronicstutorials.ws/diode/diode\\_6.html](https://www.electronicstutorials.ws/diode/diode_6.html)> . page consultée le (09/06/2023).
- [37] Installation Électrique. [en ligne]. Disponible sur ><https://nl.pinterest.com/pin/176414510381381762/>> . page consultée le (09/06/2023).
- [38] Reverse Engineered Schematics.12V 5A 60W switching power supply (LH-1205).[en ligne]. Disponible sur : >[https://danyk.cz/reverz41\\_en.html](https://danyk.cz/reverz41_en.html)>. page consultée le (22/05/2023).
- [39] Électrovanne. [en ligne]. Disponible sur ><https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrovanne>> . page consultée le (22/05/2023).
- [40] MICRO LIMIT SWITCH ROLLER HINGE GAGANG. [en ligne]. Disponible sur ><https://www.tokopedia.com/solarperfect/micro-limit-switch-roller-hinge-gagang-v-156-1c25-250v-15a-3-pin>> . page consultée le (22/05/2023).
- [41] Micro-Switch Premium Zippy. [en ligne]. Disponible sur ><https://boutique.semageek.com/fr/932-micro-switch-premium-zippy-3006759301891.html>>. page consultée le (22/05/2023).
- [42] AVANC AC 220V Relais Electrique à Bobine Support. [en ligne]. Disponible sur > <https://www.cdiscount.com/bricolage/electricite/avanc-ac-220v-relais-electrique-a-bobine-support/f-1661416-tem6427643976075.html>> . page consultée le (22/05/2023).

## Bibliographie

---

[43] Elements électromecaniques a couches mincesdyatlov vl ; rogaiev ai.1972; vychislit. sist.; s.s.s.r.; da. ; no 49; pp. 132-146; bibl. 3 p.serial issue. Systems , 19972.

[44] 6ES7307-1EA80-0AA0 . [en ligne]. Disponible sur ><https://www.s7automation.com/product/6es7-307-1ea80-0aa0/>> . page consultée le (22/05/2023).

[45] PLC SIMENS SIMATIC S7-300 . [en ligne]. Disponible sur ><http://tanthanh-automation.com/bo-lap-trinh-s7-300-Bo-lap-trinh-s7-300/plc-siemens-simatic-s7-300-cpu-315-2dp.html>> . page consultée le (22/05/2023).

[46] [en ligne]. Disponible sur >[https://www.google.com/search?q=Modules+de+signaux+%28SM%29+%28Signal+Module%29&tbm=isch&chips=q:modules+de+signaux+sm+signal+module,online\\_chips:siemens+s7+300:82N161FbSws%3D&hl=ar&sa=X&ved=2ahUKEwiCiJHHxrj\\_AhV6mycCHQZyCOkQ4lYoAnoECAEQKw&biw=1349&bih=657#imgrc=hvzx2D-LOvXxWM](https://www.google.com/search?q=Modules+de+signaux+%28SM%29+%28Signal+Module%29&tbm=isch&chips=q:modules+de+signaux+sm+signal+module,online_chips:siemens+s7+300:82N161FbSws%3D&hl=ar&sa=X&ved=2ahUKEwiCiJHHxrj_AhV6mycCHQZyCOkQ4lYoAnoECAEQKw&biw=1349&bih=657#imgrc=hvzx2D-LOvXxWM)>. page consultée le (22/05/2023).

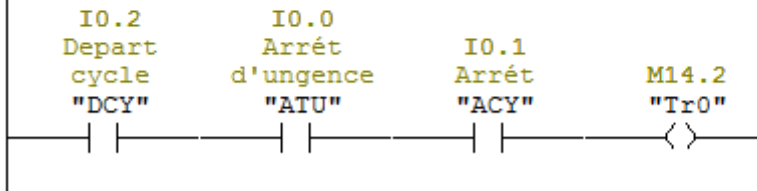
[47] chelighoum karimet zaarer abdesslam. Realisation d'une machine de remplissage de pots. Mémoire : Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf – Mila 2021/2022.p33

- Compact disc (cd)
  - ✓ Logiciel step 7.
  - ✓ Logiciel Automgen v8.9.
  - ✓ Logiciel circuit wizard 2.

## PROGRAMME

Réseau : 1

Transition 0  
ARRET D'URGENCE



Réseau : 2

TRANSITION 1  
alumer le CV1



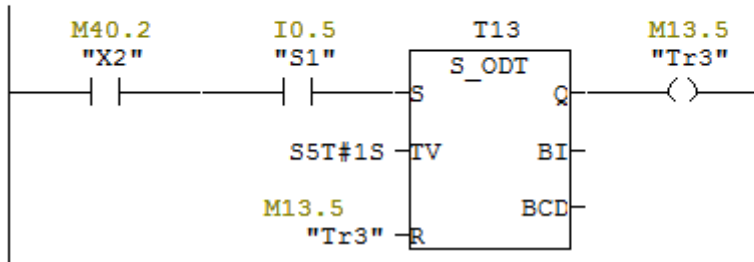
Réseau : 3

Transition 2



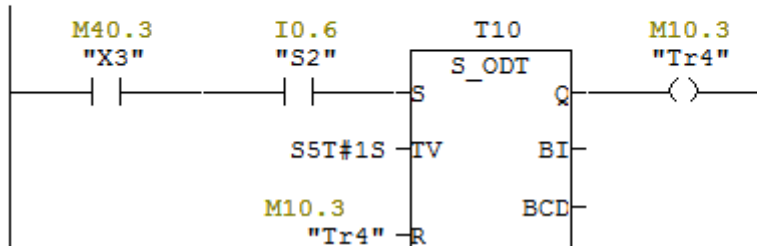
Réseau : 4

Transition 3  
présence de pot a la position 1



Réseau : 5

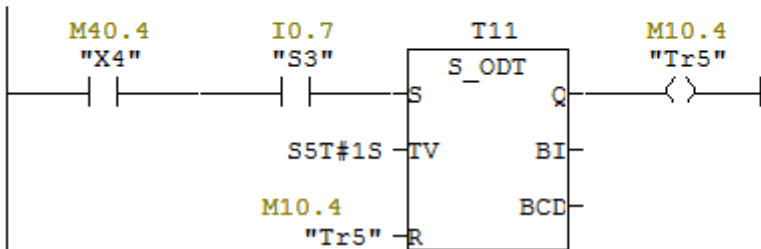
Transition 4  
présence de pot a la position 2



## Annexe

Réseau : 6

Transition 5  
présence de pot a la position 3



Réseau : 7

Transition 6  
L'absence de post a position 1



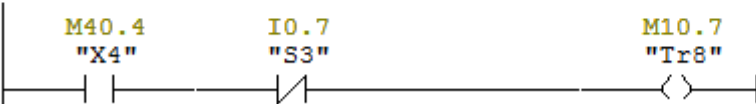
Réseau : 8

Transition 7  
L'absence de post a position 2



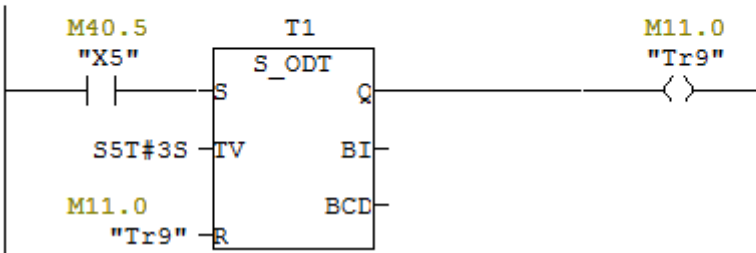
Réseau : 9

Transition 8  
L'absence de post a position 3



Réseau : 10

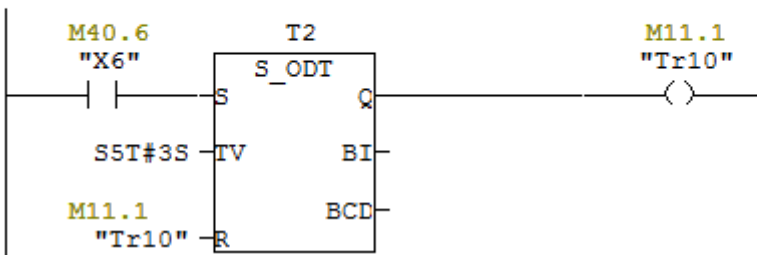
Transition 9  
L'attente a la position 1 après la detection de pot



## Annexe

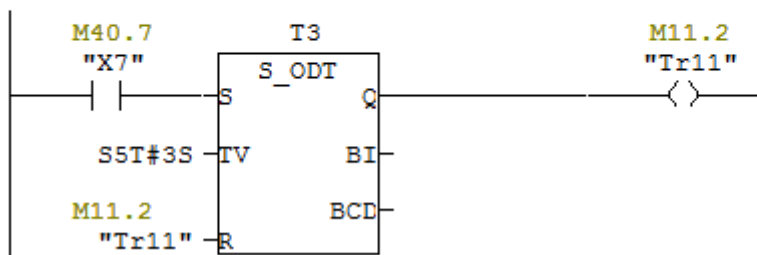
Réseau : 11

Transition 10



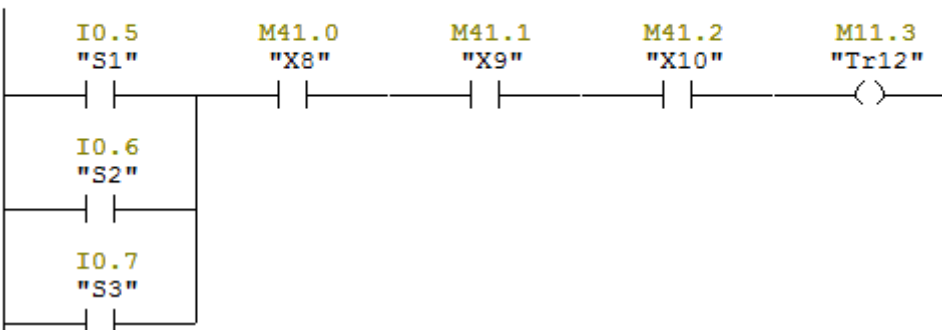
Réseau : 12

TEMP DE Transition 11  
Temps de remplissage produit B EV2



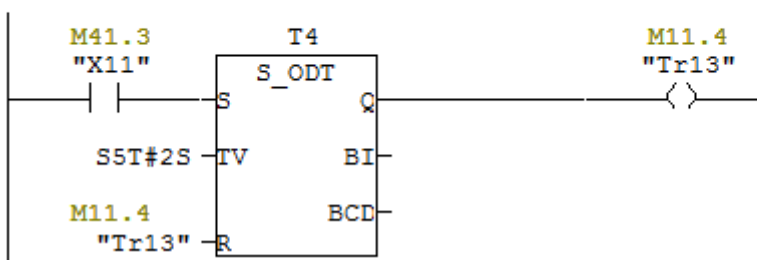
Réseau : 13

Transition 12



Réseau : 14

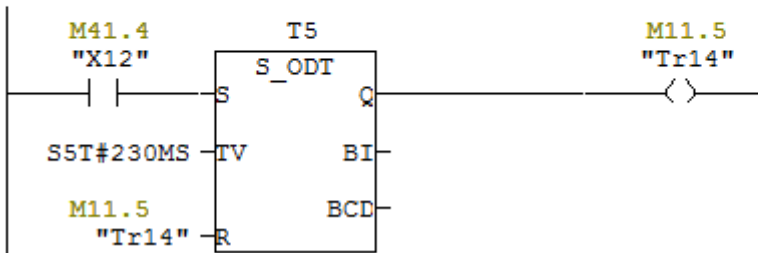
Transition 13  
L'attente devant la teurne de DC



## Annexe

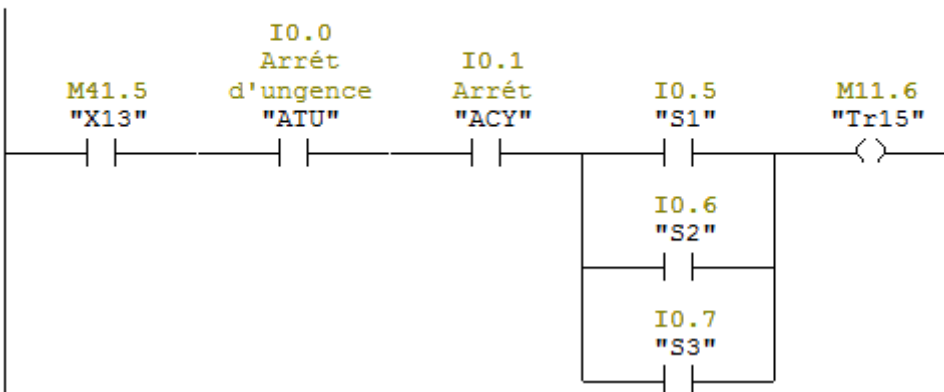
Réseau : 15

TEMPPORISATION DE Transition 14  
de tourne DC



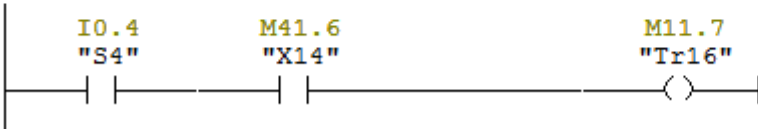
Réseau : 16

Transition 15



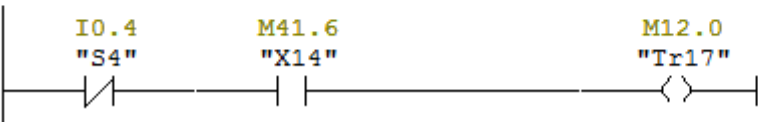
Réseau : 17

Transition 16  
de mal remplie



Réseau : 18

Transition 17  
de bienne remplie

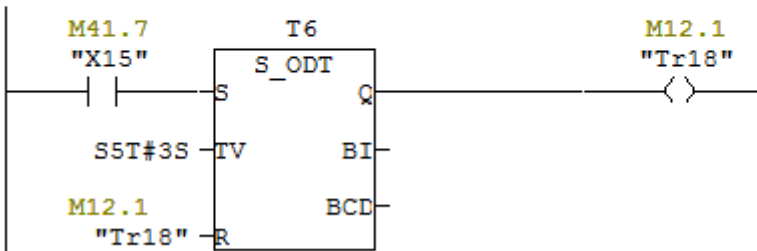




# Annexe

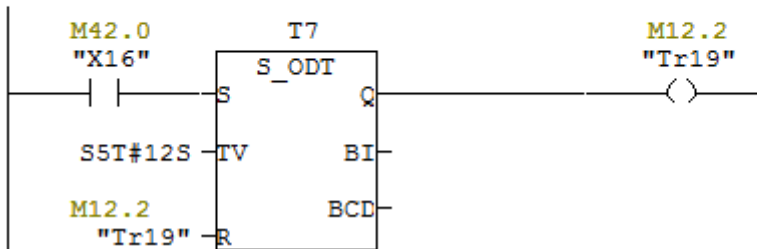
Réseau : 19

TEMPORISATION DE Transition 18  
temps de ve



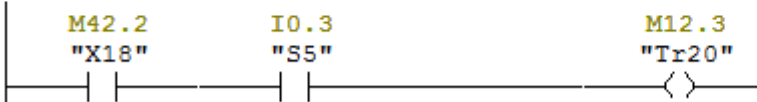
Réseau : 20

TEMPO DE TRAN 19  
temps de cv3



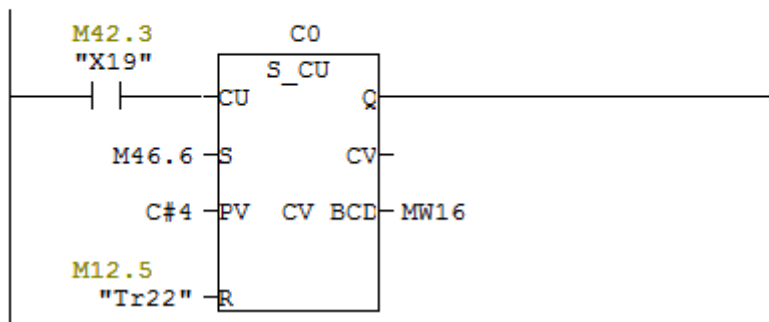
Réseau : 21

TRAN 20



Réseau : 22

TRAN 21 C

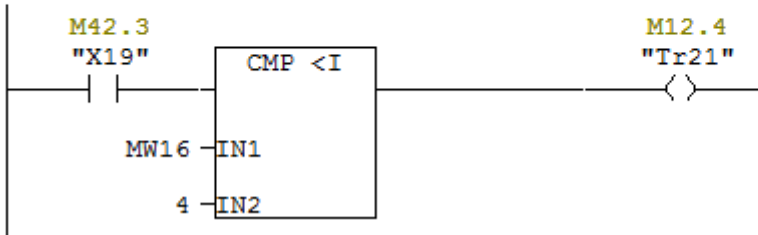


## Annexe

---

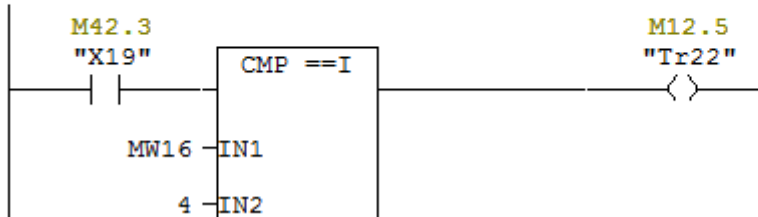
Réseau : 23

TRAN 21 c<4  
comparaisons



Réseau : 24

TRAN T22 C =3



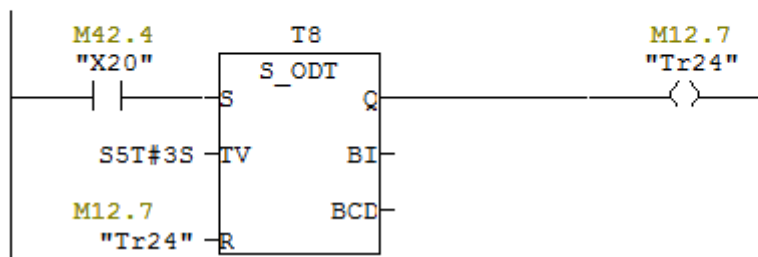
Réseau : 25

TRAN 23 R de C0



Réseau : 26

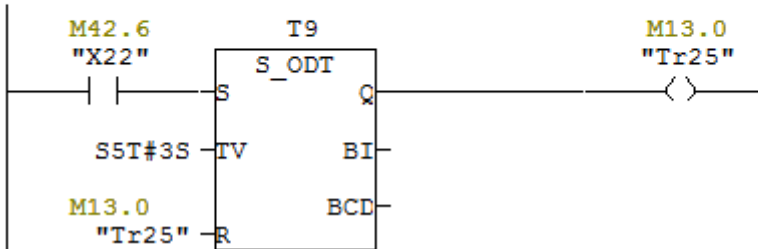
TEMPO DE TRAN 24  
tempo de VG



## Annexe

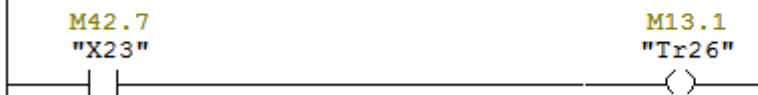
Réseau : 27

TRAN 25  
de CV2



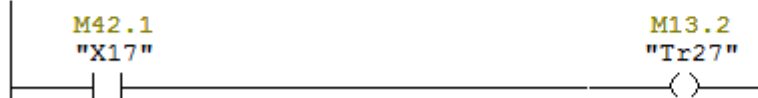
Réseau : 28

Transition 26



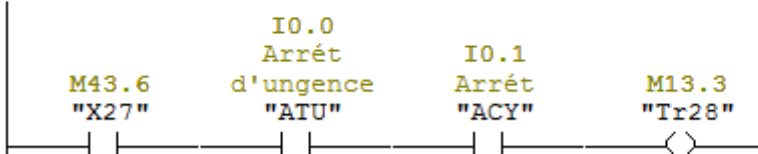
Réseau : 29

TRANSITION 27



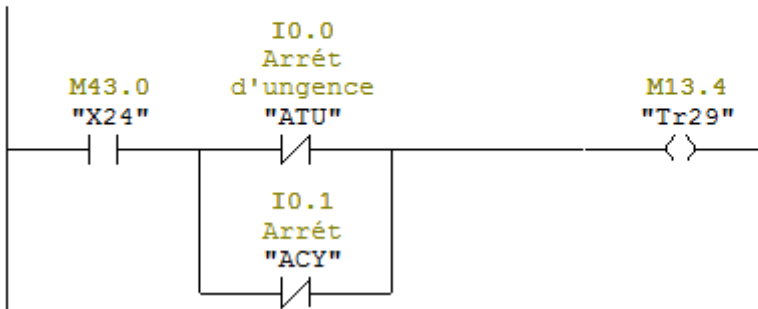
Réseau : 30

Transition 28



Réseau : 31

Transition 29

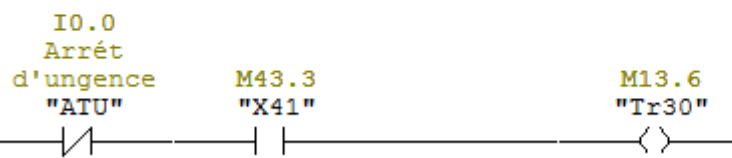


## Annexe

---

Réseau : 32

TRAN 30



Réseau : 33

TRAN 31



Réseau : 34

TRAN 32



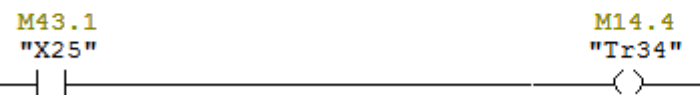
Réseau : 35

TRAN 33



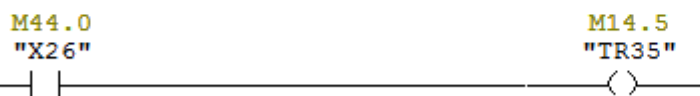
Réseau : 36

TRANSITION 34



Réseau : 37

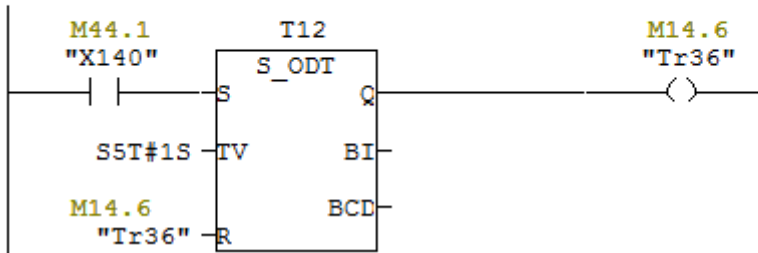
TRANSITION 35



# Annexe

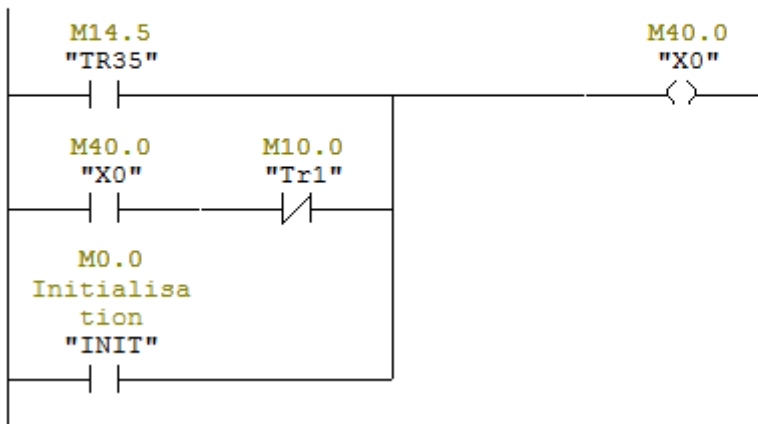
Réseau : 38

Transition 36



Réseau : 39

ETAP X0



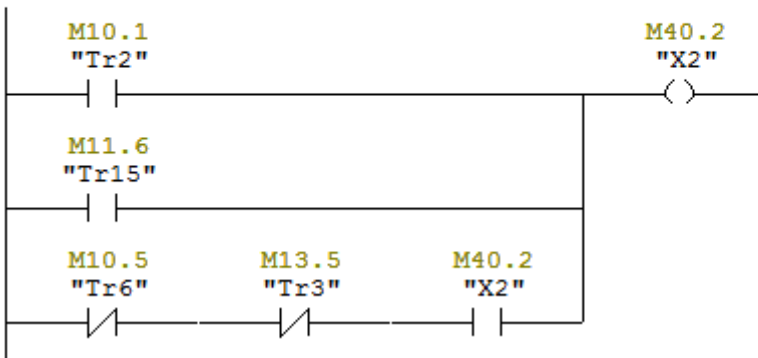
Réseau : 40

X1



Réseau : 41

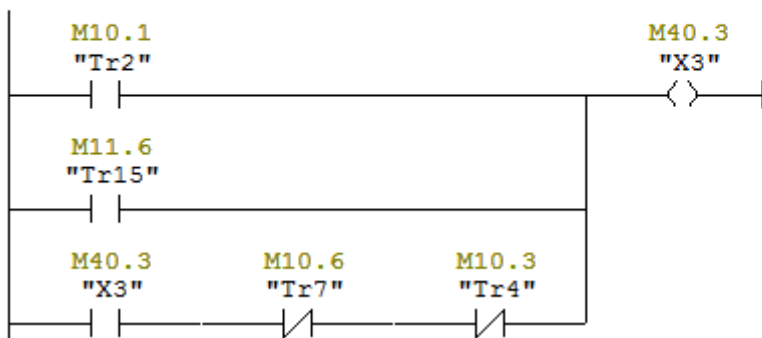
X2



## Annexe

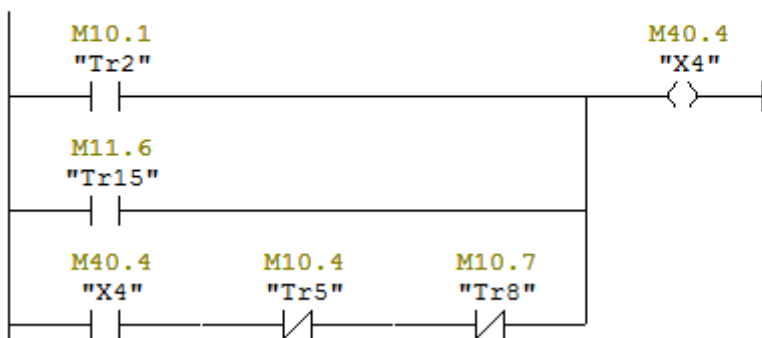
Réseau : 42

X3



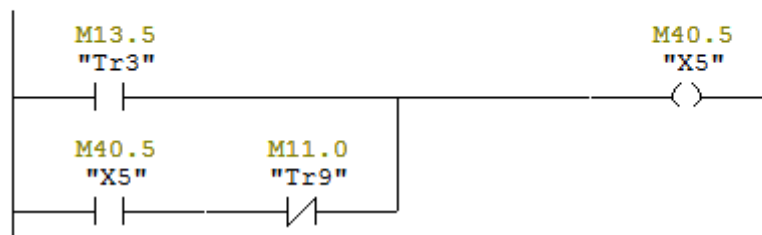
Réseau : 43

X4



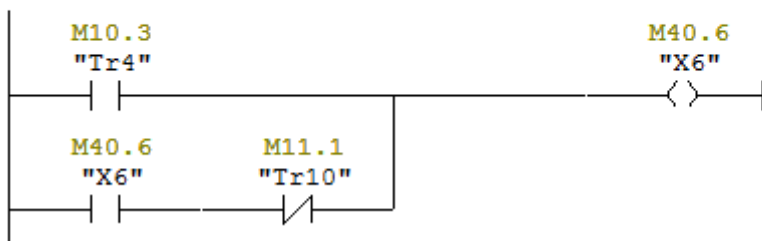
Réseau : 44

X5



Réseau : 45

X6

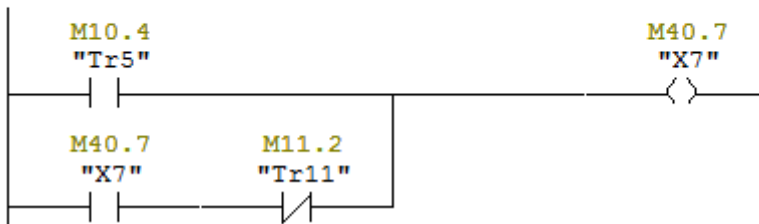


## Annexe

---

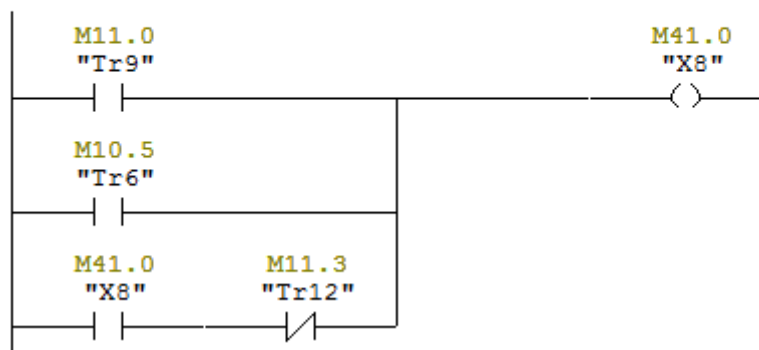
Réseau : 46

X7



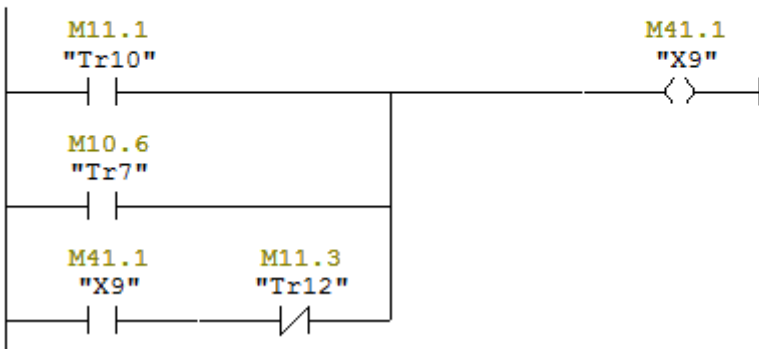
Réseau : 47

X8



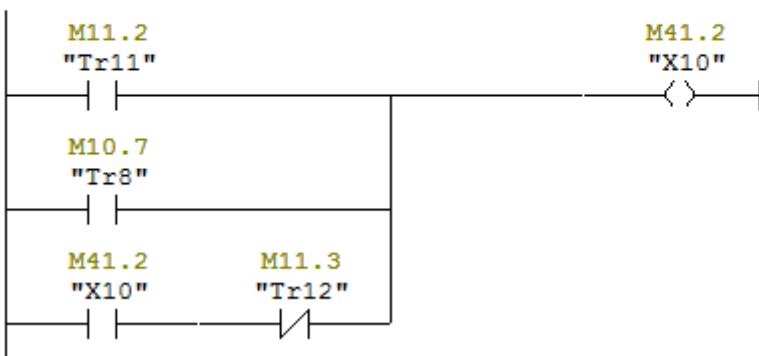
Réseau : 48

X9



Réseau : 49

X10

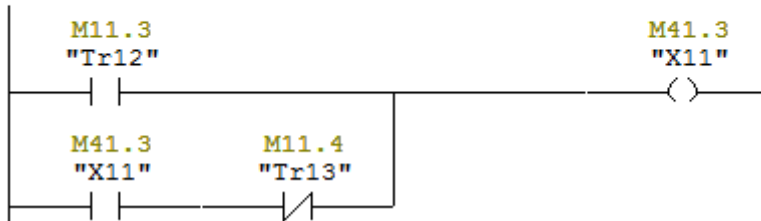


## Annexe

---

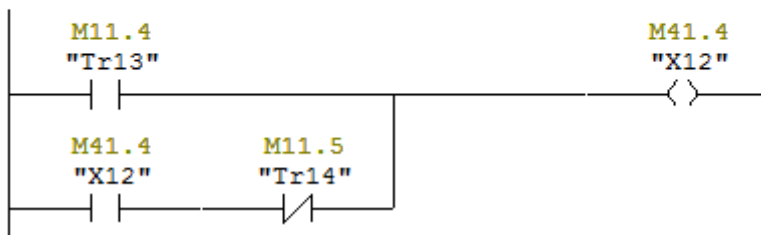
Réseau : 50

X11



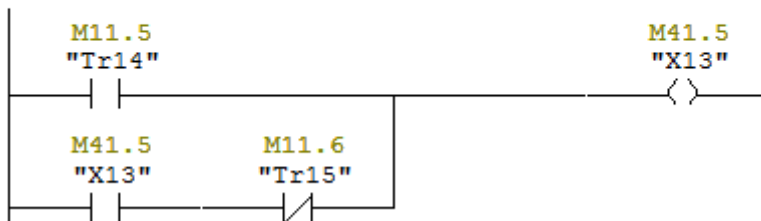
Réseau : 51

X12



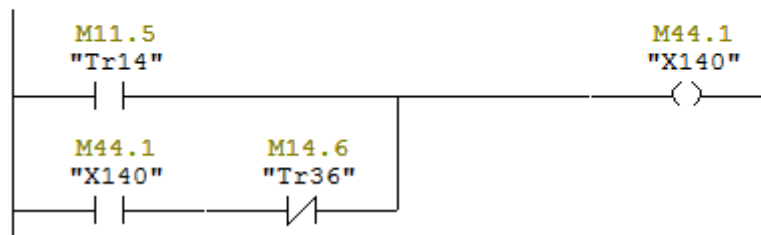
Réseau : 52

X13



Réseau : 53

X140



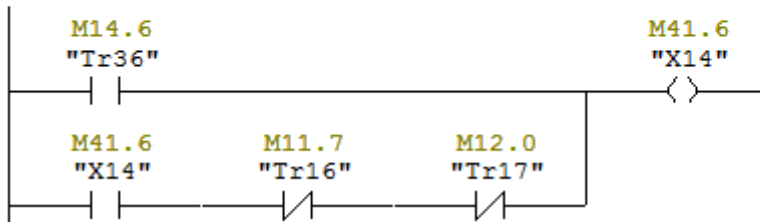


## Annexe

---

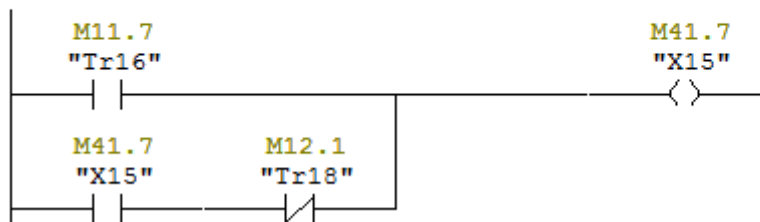
Réseau : 54

X14



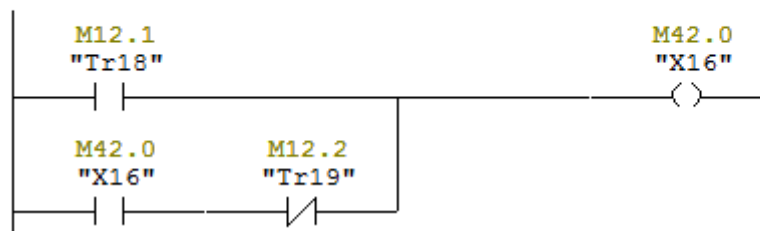
Réseau : 55

X15



Réseau : 56

X16

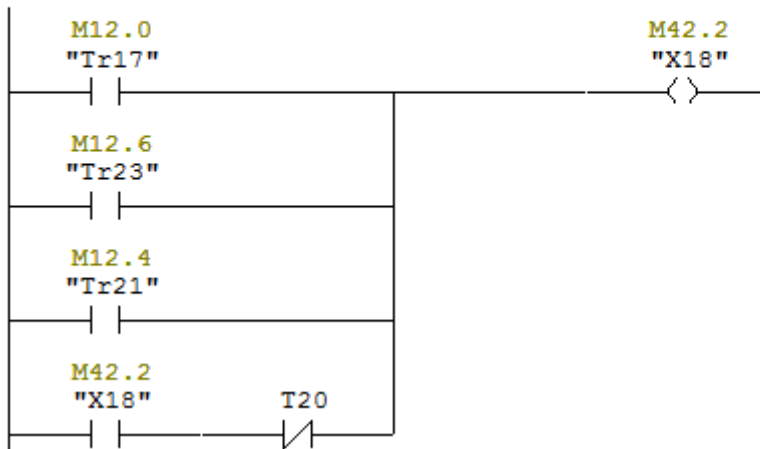


# Annexe

---

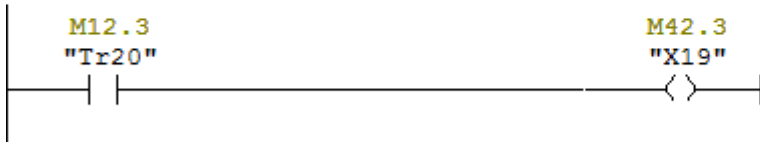
Réseau : 58

X18



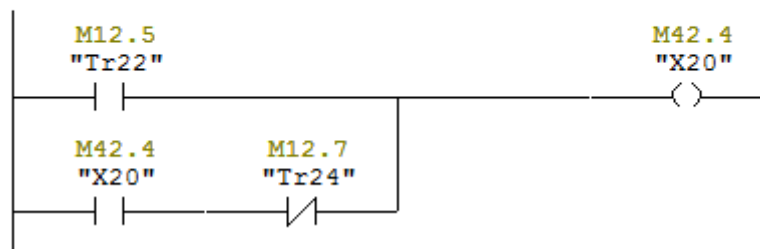
Réseau : 59

X19



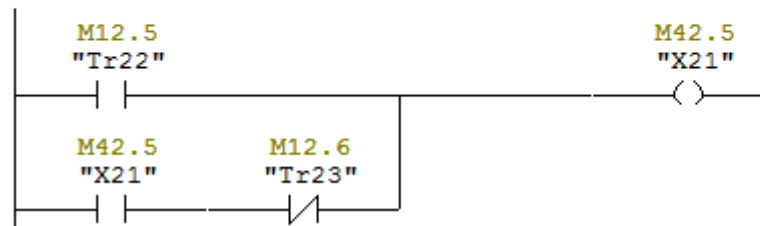
Réseau : 60

X20



Réseau : 61

X21

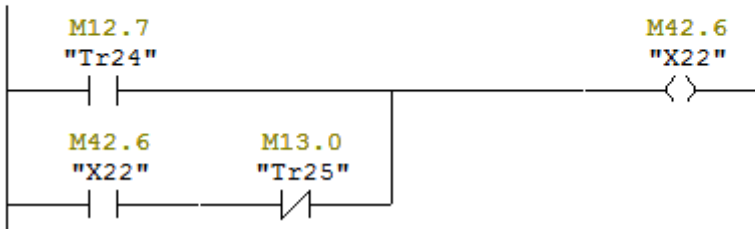


## Annexe

---

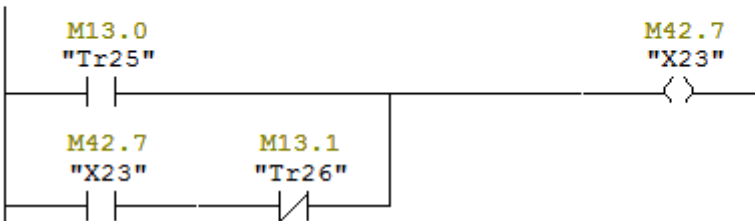
Réseau : 62

X22



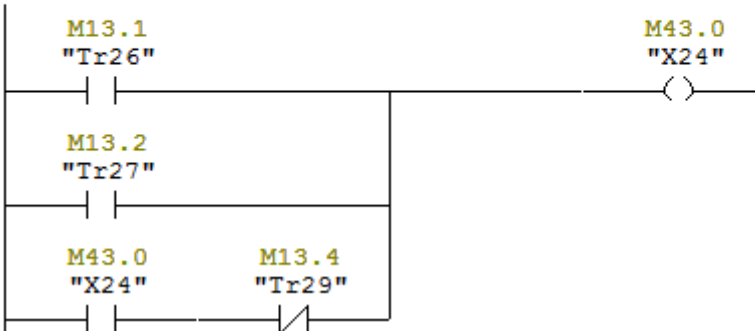
Réseau : 63

X23



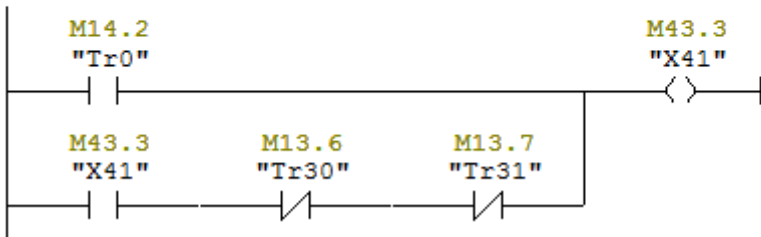
Réseau : 64

X24



Réseau : 65

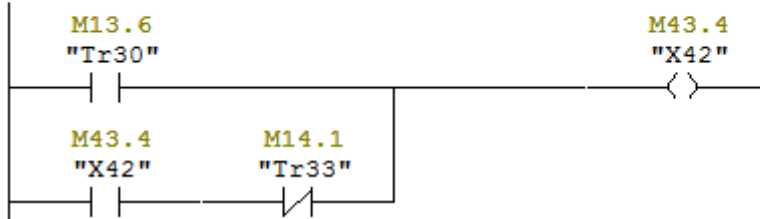
X41



# Annexe

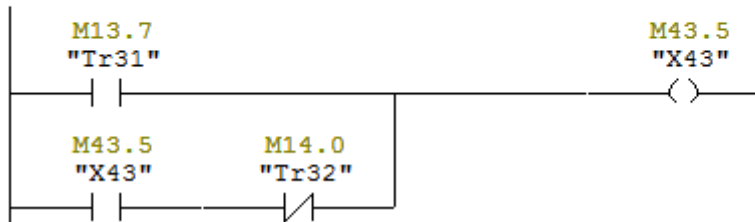
Réseau : 66

X42



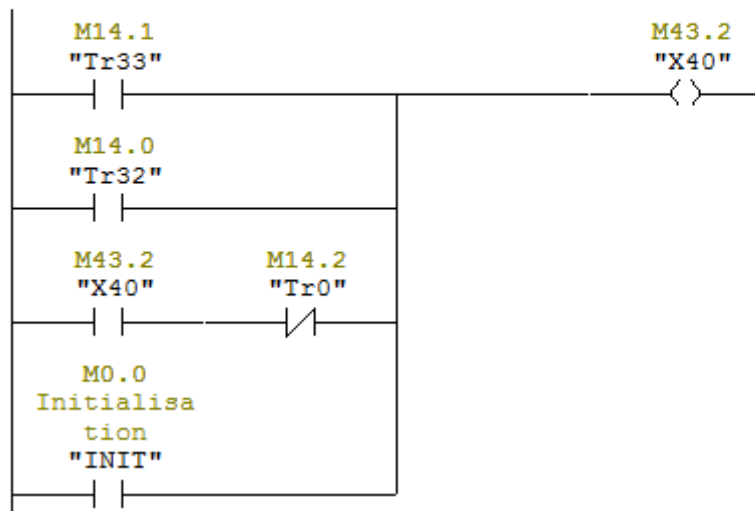
Réseau : 67

X43



Réseau : 68

X40



Réseau : 69

S CV1



## Annexe

---

Réseau : 70

EV1

M40.6  
"X6"

Q0.2  
"R3"



Réseau : 71

EV2

M40.7  
"X7"

Q0.1  
"R2"



Réseau : 72

DC

M41.4  
"X12"

Q0.0  
Moteur dc  
de  
plateaux  
"R1"



Réseau : 73

VE

M41.7  
"X15"

Q0.4  
"R5"



Réseau : 74

CV3

M42.0  
"X16"

Q0.7  
Convoyeur  
2 sense  
de  
recyclage  
"KM3"



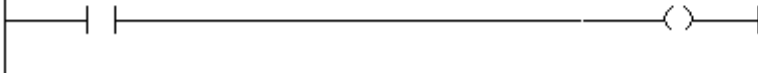
## Annexe

Réseau : 75

VG

M42.4  
"X20"

Q0.3  
Verin  
groupement  
"R4"



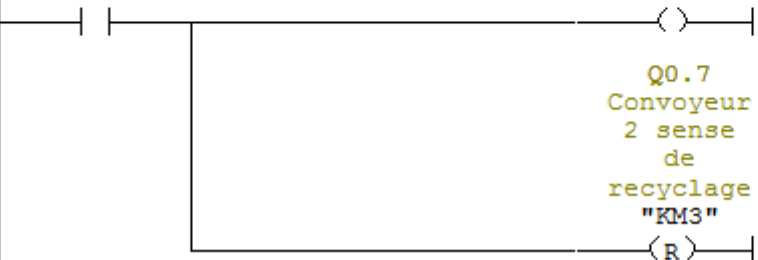
Réseau : 76 Convoyeur 2 sense d'emballage

CV2 R CV3

M42.6  
"X22"

Q0.6  
Convoyeur  
2 sense  
d'emballage  
"KM2"

Q0.7  
Convoyeur  
2 sense  
de  
recyclage  
"KM3"



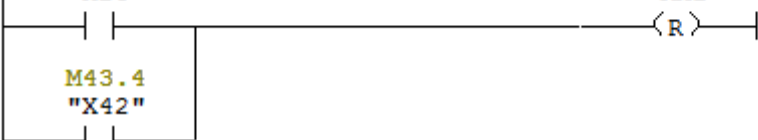
Réseau : 77 Convoyeur 1

R CV1

M43.1  
"X25"

Q0.5  
Convoyeur  
1  
"KM1"

M43.4  
"X42"



Réseau : 78

M40.1  
"X1"

M40.2  
"X2"

M40.3  
"X3"

M40.4  
"X4"

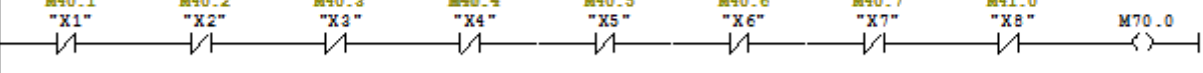
M40.5  
"X5"

M40.6  
"X6"

M40.7  
"X7"

M41.0  
"X8"

M70.0



Réseau : 79

M70.0

M41.1  
"X9"

M41.2  
"X10"

M41.3  
"X11"

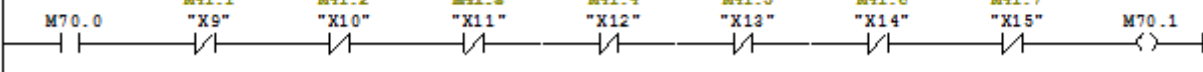
M41.4  
"X12"

M41.5  
"X13"

M41.6  
"X14"

M41.7  
"X15"

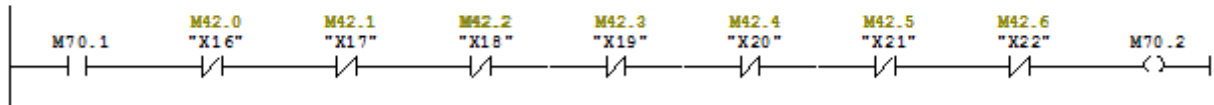
M70.1



# Annexe

---

Réseau : 80



Réseau : 81

