



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

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
معهد الصيانة والامن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département** de Maintenance en électromécanique

## MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Electromécanique industrielle

**Spécialité :** Electromécanique industrielle

### Thème

**Commande d'un ascenseur par un automate  
programmable industriel**

Présenté et soutenu publiquement par :

- ❖ KERBOUCHE Ayoub
- ❖ OUIS Mostefa

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Quality
DJELGHOUM Farida	MAA	Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle	Président
HAIMOUR Rachida	MCB	Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle	Examineur
BELHADRI Kheira		Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle	Encadreur



# *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté pour accomplir ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont en premier lieu, à nos chers parents et familles de nous avoir aidé, encouragées et soutenus tout au long de ces années.*

*Comme nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur madame BELHADRI Kheira qui a cru en nous, qui nous a soutenus et orienter tout au long de notre travail.*

*Nous remercions aussi, les membres de jury qui nous font l'honneur de juger notre travail. Nous espérons être à la hauteur de leurs attentes.*

*Enfin, nous adressons nos remerciements à tous nos amis et collègues surtout ceux qui nous apporté un soutien moral.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*- Mes très chers parents, pour leurs sacrifices, et qui n'ont jamais cessé de m'encourager que dieu me les garde.*

*- Mes chères sœurs, mes chers frères.*

*- Tous mes amis(es).*

*Mostefa*



# *Dédicace*

*En premier lieu, je tiens à exprimer ma gratitude envers Dieu, le tout puissant et miséricordieux, pour m'avoir accordé le courage et la patience nécessaires pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*- Ma mère, source d'inspiration et d'espoir, et mon père, modèle et exemplaire, pour m'avoir encouragé, poussé à atteindre l'idéal, et soutenu tout au long de mes études.*

*- Mon cher frère Anes et mes chères sœurs.*

*- Toute ma famille, tous mes amis pour leur soutien moral, ainsi que toutes les personnes ayant aidé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire*

*Ayoub*



# Résumé

L'automatisation consiste à contrôler automatiquement des tâches ou des systèmes grâce à des technologies avancées, diminuant ainsi la nécessité d'une intervention humaine directe. De nos jours, elle se manifeste dans différents domaines tels que l'industrie, la production, les services, et même la vie quotidienne.

L'objectif de cette étude est de réaliser un ascenseur de quatre étages en utilisant un automate industriel programmable. Une étude détaillée a été conduite sur l'ensemble des exigences de ce système (actionneurs, pré-actionneurs, capteurs, etc.). Nous avons élaboré le cahier des charges, le langage Ladder et le programme en détail en utilisant l'automate S7-200 programmé avec le logiciel MICRO/WIN. Nous avons également effectué une simulation avec le logiciel S7-200 Simulator.

**Mots-clés :** L'automatisation, Ladder, MICRO/WIN.

## Table des matières

Remerciements .....	I
Dédicace .....	II
Résumé .....	III
Table des matières .....	IV
Symboles et Abréviations.....	V
Liste des figures .....	VI
Liste des tableaux .....	VII
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1

### CHAPITRE I Généralités sur les Ascenseurs

I.1. Introduction .....	3
I.2. Définition d'un ascenseur .....	4
I.3. Différents types d'un ascenseur .....	4
I.3.1. Ascenseur pour personne .....	4
I.3.2. Ascenseur de charge .....	5
I.3.3. Ascenseur pour personnes à mobilité réduite .....	5
I.4. Familles d'ascenseur .....	6
I.5. Ascenseur hydraulique .....	7
I.5.1. Description.....	7
I.5.2. Énergie .....	7
I.5.3. Avantages et inconvénients .....	7
I.5.4. Principe de fonctionnement .....	7
I.6. Ascenseur à traction câble .....	8
I.6.1. Description.....	8
I.6.2. Énergie .....	9
I.6.3. Avantages et inconvénients .....	9
I.6.4. Différentes parties d'un ascenseur à traction .....	10
I.7. Principe de fonctionnement .....	14
I.8. Critères de choix du type d'ascenseur .....	14
I.9. Système de motorisation d'un ascenseur à traction .....	15

I.9.1. Moteur-treuil ou moteur à traction .....	15
I.9.1.1. Moteurs-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses .....	15
I.9.1.2. Moteurs-treuil planétaires.....	16
I.9.1.3. Moteurs á attaque directe (gearless ou sans treuil) .....	17
I.10. Comment choisir le type de motorisation .....	18
I.11. Conclusion .....	18

## **CHAPITRE II Système automatisé et automate programmable industriel**

II.1. Introduction .....	19
II.2. Le système automatisé industriel .....	20
II.2.1. Définition d'un système automatisé .....	20
II.2.2. Objectif d'un système automatisé .....	20
II.2.3. Structure d'un système automatisé .....	20
II.2.3.1. Partie opérative .....	21
II.2.3.2. Partie commande .....	23
II.2.3.3 Partie pupitre .....	23
II.3. Automate programmable industriel (API) .....	23
II.3.1. Définition d'un API .....	23
II.3.2. Types d'un API .....	24
II.3.3. Architecture des API .....	25
II.3.3.1. Structure interne d'un automate .....	25
II.3.3.2. Structure externe de l'automate .....	26
II.3.4. Les critères de choix d'un API .....	27
II.3.5. Programmation d'un API .....	27
II.4. Présentation de logiciel de programmation STEP 7-Micro/WIN .....	30
II.4.1. Définition générale .....	30
II.4.2. Démarrage de STEP 7-Micro/WIN .....	31
II.4.3. Edition du programme en langage contact (CONT) .....	32
II.5. Présentation de l'automate SIMATIC S7-200 .....	33
II.5.1. CPU S7-200 .....	34
II.5.2. Module d'alimentation .....	34
II.5.3. Connexion de la CPU S7-200 .....	35

II.5.4. Raccordement de l'alimentation à la CPU S7-200 .....	35
II.5.5. Connexion du câble USB/PPI multi-maitre .....	35
II.6. Le logiciel schéma électrique winRelais .....	36
II.6.1. Définition.....	36
II.6.2. Avantages .....	36
II.6.3. Objectif de logiciel winRelais .....	37
II.7. Conclusion .....	37

### **Chapitre III : Étude et la commande d'un ascenseur**

III.1. Introduction .....	38
III.2. Élaboration de cahier de charges.....	39
III.2.1. Description .....	39
III.2.2. Fonctionnement de l'ascenseur .....	39
III.2.3. Analyse fonctionnelle.....	39
III.2.4. Caractéristique générale .....	40
III.3. Choix de matériel .....	40
III.3.1. Équipements utilisés.....	40
III.3.2. Automate programmable utilisé .....	46
III.4. Etude électrique.....	48
III.4.1. Composition de l'armoire de commande .....	48
III.4.2. Schéma de puissance et schéma de commande.....	49
III.5. Programme de l'ascenseur avec ladder .....	51
III.5.1. Affectation des entrées et des sorties .....	51
III.5.2. Programmation de système .....	52
III.6. La simulation de système .....	60
III.5. Conclusion .....	62
CONCLUSION GÉNÉRALE .....	63
Annexes.....	
Bibliographie et sites web .....	



## **Symboles et Abréviations**

**API** Automate Programmable industriel

**E/S** Entrée / Sortie

**IHM** Interface homme-machine

**CPU** Unité centrale de l'automate

**ROM** mémoire morte

**EPROM/EEPROM** Erasable Programmable Read-Only Memory

**SIMATIC** Siemens Automatic

**S7 STEP 7** (logiciel de programmation SIEMENS)

**MPI** Interface multipoint

## Liste des figures

### CHAPITRE I Généralités sur les Ascenseurs

<b>Figure I.1</b> : Ascenseur pour personne .....	4
<b>Figure I.2</b> : Ascenseur de charge.....	5
<b>Figure I.3</b> : Ascenseur pour personnes à mobilité réduite .....	5
<b>Figure I.4.a</b> : Types d'ascenseur .....	6
<b>Figure I.4.b</b> : Ascenseur hydraulique et ascenseur à traction câble.....	6
<b>Figure I.5</b> : principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique.....	8
<b>Figure I.6</b> : Les deux types d'ascenseur à traction câble .....	8
<b>Figure I.7</b> : Les composants d'un ascenseur à traction câble .....	10
<b>Figure I.8</b> : réducteur .....	12
<b>Figure I.9</b> : Frein moteur .....	13
<b>Figure I.10</b> : Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction câble .....	14
<b>Figure I.11</b> : Moteur-treuil à vis sans fin .....	16
<b>Figure I.12</b> : Moteur-treuil planétaire .....	17
<b>Figure I.13</b> : Moteur á attaque directe.....	17

### CHAPITRE II Système automatisé et automate programmable industriel

<b>Figure II.1</b> : Structure d'un système automatisé .....	20
<b>Figure II.2</b> : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur .....	21
<b>Figure II.3</b> : pré-actionneur électrique .....	21
<b>Figure II.4</b> : pré-actionneur pneumatique .....	21
<b>Figure II.5</b> : Schéma de fonctionnement d'un actionneur .....	22
<b>Figure II.6</b> : Actionneur électrique .....	22
<b>Figure II.7</b> : Actionneur pneumatique .....	22
<b>Figure II.8</b> : Schéma de fonctionnement d'un capteur .....	23
<b>Figure II.9</b> : Automate compacte .....	24
<b>Figure II.10</b> : Automate modulaire .....	24
<b>Figure II.11</b> : Structure interne d'un API.....	26
<b>Figure II.12</b> : Automate Programmable Industriel SIEMENS .....	26
<b>Figure II.13</b> : Exemple de langage Ladder Diagram .....	28

<b>Figure II.14</b> : Les contacts .....	29
<b>Figure II.15</b> : Opérations de sortie .....	29
<b>Figure II.16</b> : Temporisateur .....	30
<b>Figure II.17</b> : Compteur incrémental .....	30
<b>Figure II.18</b> : Nouveau projet STEP7-Micro/WIN .....	31
<b>Figure II.19</b> : Exemple de saisie d'un programme .....	32
<b>Figure II.20</b> : SIMATIC S7-200 .....	33
<b>Figure II.21</b> : La CPU d'un S7-200 .....	34
<b>Figure II.22</b> : Raccordement de l'alimentation à la CPU .....	35
<b>Figure II.23</b> : Connexion du câble USB/PPI multi-maitre .....	35
<b>Figure II.24</b> : Le signe de WinRelais .....	36

### **Chapitre III : Étude et la commande d'un ascenseur**

<b>Figure III.1</b> : Différents types de fusibles .....	43
<b>Figure III.2</b> : Contacteur inverseur .....	44
<b>Figure III.3</b> : Symbolisation électrique .....	44
<b>Figure III.4</b> : Capteur de fin course .....	46
<b>Figure III.5</b> : SIMATIC S7-200 CPU 266 AC/DC/RELAIS .....	47
<b>Figure III.6</b> : Module extension 231 .....	47
<b>Figure III.7</b> : Armoire électrique .....	48
<b>Figure III.8</b> : Schéma de puissance .....	49
<b>Figure III.9</b> : Schéma de commande .....	50
<b>Figure III.10</b> : Vue de programme S7 200 .....	60
<b>Figure III.11</b> : Visualisation de système dans PC SIMU .....	61
<b>Figure III.12</b> : Simulation de l'état de système dans S7 200 .....	62

## Liste des tableaux

### CHAPITRE I : Généralités sur les Ascenseurs

<b>Tableaux I.1 :</b> Avantages et inconvénients d'un ascenseur hydraulique .....	7
<b>Tableaux I.2 :</b> Avantages et inconvénients d'un ascenseur à traction câble .....	9
<b>Tableaux I.3 :</b> Avantages et inconvénients d'un moteurs-treuil à vis sans fin.....	16
<b>Tableaux I.4 :</b> Avantages et inconvénients d'un moteur-treuil planétaires.....	17
<b>Tableaux I.5 :</b> Avantages et inconvénients d'un moteur á attaque directe .....	18

### Chapitre III : Étude et la commande d'un ascenseur

<b>Tableaux III.1 :</b> Equipements utilisés .....	41
<b>Tableaux III.2 :</b> Désignation des mnémoniques .....	52

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'homme toujours ne cesse de faire des progrès remarquables dans les innovations techniques afin d'améliorer son mode de vie et le rendre plus simple. Avec le développement de l'urbanisation humaine, l'ascenseur est devenu désormais un système indispensable pour répondre aux exigences modernes de la vie. C'est en 1853 qu'est né l'ascenseur moderne avec le lancement de l'entreprise Otis. Son créateur, Elisha Otis, a présenté cette année-là une démonstration spectaculaire de son invention : une cabine associée à un contrepoids. Lors de cette démonstration, Otis a coupé le câble supportant la cabine avec un sabre, mais grâce à son système de sécurité, la cabine est restée immobile. De nos jours, avec le développement de l'automatisation, ces machines sont devenues encore plus stables et sûres.

Depuis plusieurs années, l'univers industriel est en pleine évolution. Ce développement technologique est grâce au changement de l'ancienne méthodologie de la logique câblée vers l'élaboration de la nouvelle technologie de l'automatisation.

Aujourd'hui, nous trouvons une variété de systèmes automatiques qui revêtent une grande importance dans le secteur industriel. Il y a toujours une partie de commande et une partie opérative dans un système automatisé. Les ordres et les informations sont donnés par la partie commande, tandis que la partie opérative est celle qui réalise le travail.

Notre travail consiste à gérer les commandes d'un ascenseur en utilisant un automate programmable industriel, et nous avons opté pour le Siemens S7-200.

Ce mémoire se compose de trois chapitres structurés de la manière suivante :

**Le premier chapitre** sera une présentation de l'ascenseur. Nous avons examiné les diverses catégories et modes de fonctionnement, ainsi que les avantages et les inconvénients de chaque type. Ensuite, nous avons examiné les différentes parties de l'ascenseur à traction câble qui sera intéressante pour ce projet.

**Le deuxième chapitre**, Le système automatisé sera abordé en général, avec une présentation de l'automate programmable industriel et son architecture, ainsi que les langages de programmation, puis une présentation de l'automate S7 200 et le programme MICRO/WIN.

**Le troisième chapitre,** nous présenterons le cahier des charges et le fonctionnement de notre système d'ascenseur, ainsi que les différents logiciels et composants utilisés. Ensuite, un programme sera développé avec le logiciel de programmation MICRO/WIN, et enfin, un exemple de simulation sera établi.

Nous clôturerons notre travail par une conclusion générale et des perspectives, offrant des propositions pour les projets futurs sur ce sujet



***CHAPITRE I***

# *Généralités sur les Ascenseurs*

## **I.1. Introduction**

L'homme cherche constamment à simplifier ses déplacements, tout en trouvant des solutions pour faciliter le transport vertical des charges.

De ce fait et à partir des années 50, l'ascenseur a vécu une révolution, en effet il est passé d'un produit artisanal et architectural de luxe à un équipement exclusivement industriel.

Dans ce chapitre, des généralités sur les ascenseurs sont présentées. Ainsi que les différentes parties qui les constituent.



## **I.2. Définition d'un ascenseur**

Un ascenseur est un dispositif de déplacement vertical. Plus généralement on parle de monte-charge ou d'élévateur. Sa conception, sa construction ainsi que le contrôle de l'usage en temps réel, permettent un transport sécurisé des personnes. L'ensemble mécanique comprend [2] :

- ✓ Une cabine, un contrepoids, des guides et des câbles, installés le plus souvent dans une trémie (ou gaine) rectangulaire fermée ou parfois semi-fermée ou ouverte (nommée cage),
- ✓ Un treuil motorisé et une armoire électrique/électronique de commande et de contrôle, situés en machinerie. Il est généralement à l'intérieur de l'édifice.

## **I.3. Différents types d'un ascenseur**

Nous distinguons trois (03) types d'ascenseurs selon leurs utilisations :

### **I.3.1. Ascenseur pour personne**

Ce type d'ascenseur est destiné à l'usage unique des personnes (Figure I.1), il se distingue des autres types par l'esthétique de la cabine, un meilleur confort et une sécurité plus élevée.



**Figure I.1** : Ascenseur pour personne

### **I.3.2. Ascenseur de charge**

Un appareil de levage installé à demeure, desservant des niveaux définis, qui comporte une cabine ou un plateau accessible aux personnes pour le chargement ou le déchargement (Figure I.2), qui se déplace le long d'un ou de plusieurs guides verticaux ou dont l'inclinaison est inférieure par rapport à la verticale à  $15^\circ$  [3].



**Figure I.2 :** Ascenseur de charge

### **I.3.3. Ascenseur pour personnes à mobilité réduite**

Ce type appelé aussi ascenseur « handicapé », est un élévateur accessible aux handicapés permet l'accès facile des personnes utilisant un fauteuil roulant. Il se caractérise par des dimensions spécifiques (Figure I.3), dont une ouverture des portes de 0,8 m au moins. Sa cabine est de 1,4 m de haut et de 1,10 m de large. Par ailleurs, on y trouve un tableau de commande à 1,3 m de haut ou plus. Ce système peut aussi se présenter sous forme d'une nacelle semi-ouverte donnant accès à l'étage désiré si l'on appuie sur un bouton monter ou descendre, en permanence [4].



**Figure I.3 :** Ascenseur pour personnes à mobilité réduite

### I.4. Familles d'ascenseur [5]

Il existe deux types de familles d'ascenseurs : Ascenseur hydraulique et ascenseur à traction câble (figure I.4).

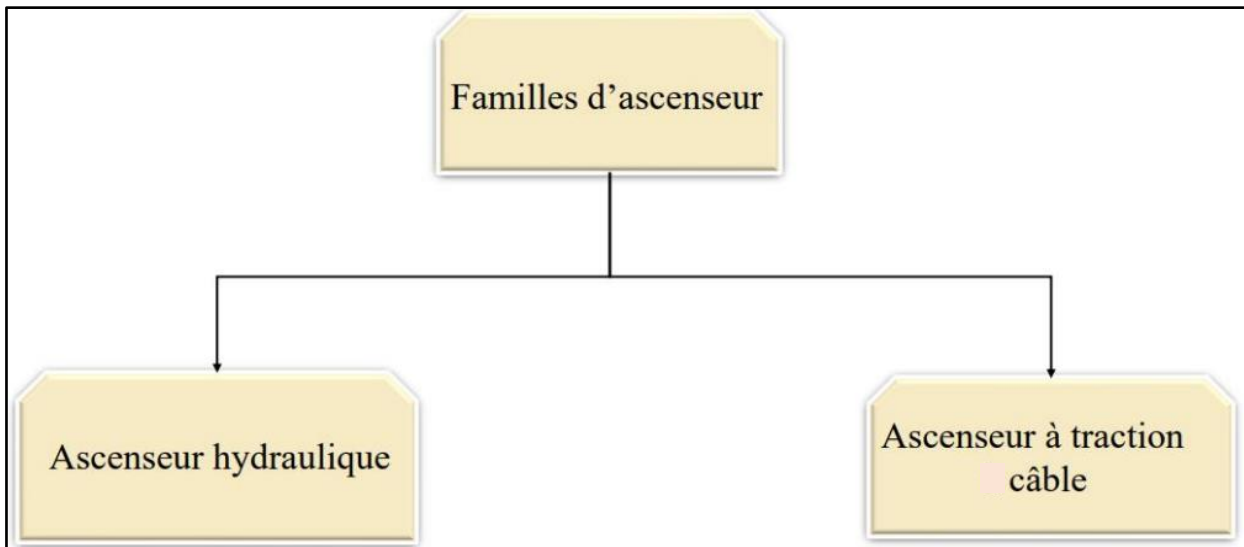


Figure I.4.a : Types d'ascenseur

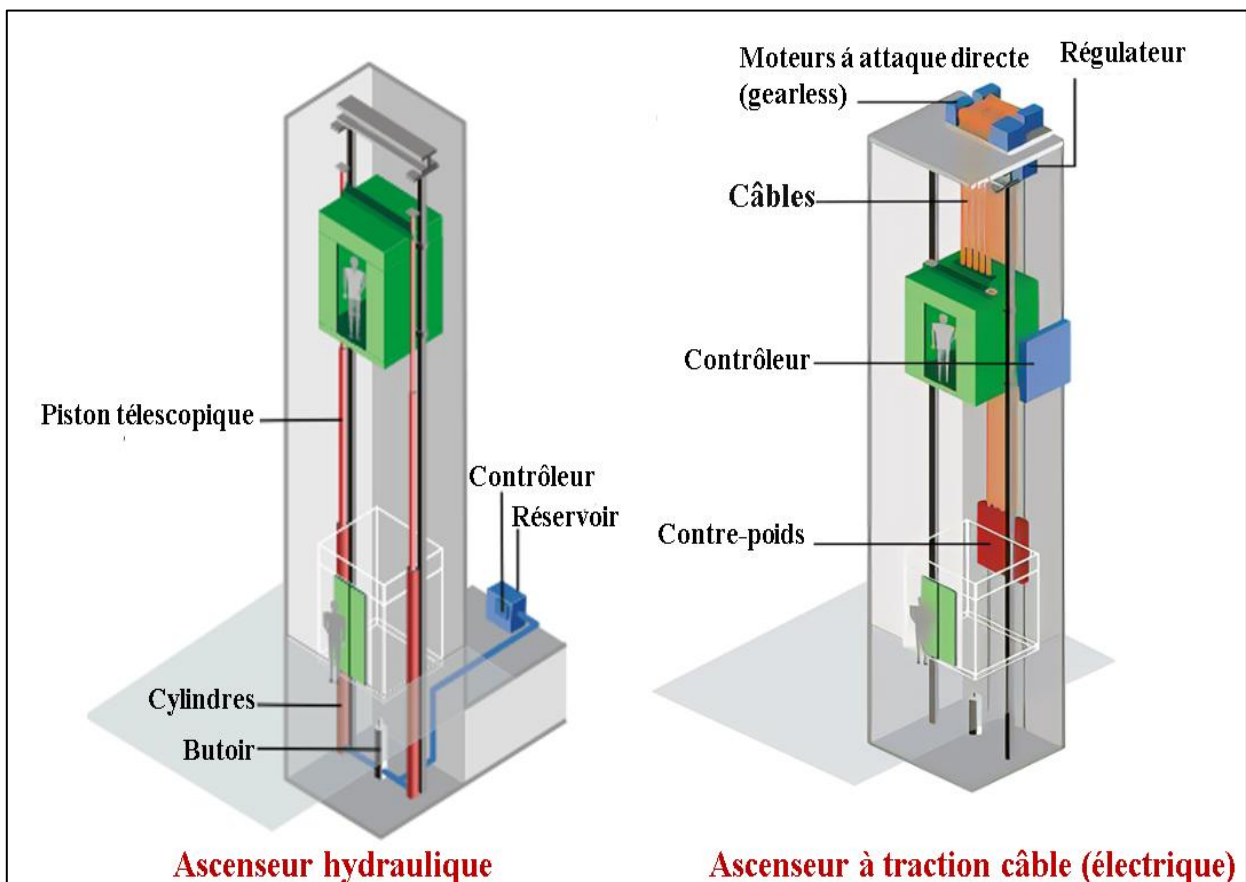


Figure I.4.b : Ascenseur hydraulique et ascenseur à traction câble

## I.5. Ascenseur hydraulique

### I.5.1. Description

L'ascenseur hydraulique est utilisé en général pour satisfaire des déplacements relativement courts de l'ordre de 15 à 18 m maximum.

L'ascenseur hydraulique se compose principalement de :

- ✓ Une cabine,
- ✓ Des guides,
- ✓ D'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur,
- ✓ Réservoir d'huile,
- ✓ Moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique,
- ✓ Contrôleur.

### I.5.2. Énergie

Énergétiquement parlant, l'ascenseur hydraulique pose un problème dans le sens où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine, comme dans les systèmes à traction câble, par exemple.

### I.5.3. Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Précision au niveau du déplacement,</li><li>❖ Réglage facile de la vitesse de déplacement,</li><li>❖ Ne nécessite pas de salle de machinerie,</li><li>❖ Implantation facile dans un immeuble existant.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m,</li><li>❖ Risque de pollution du sous-sol,</li><li>❖ Consommation énergétique importante,</li><li>❖ Nécessiter de renforcer la dalle de sol.</li></ul>

Tableaux I.1 : Avantages et inconvénients d'un ascenseur hydraulique

### I.5.4. Principe de fonctionnement

Comme toute machine hydraulique la pompe met sous pression l'huile qui pousse le piston hors du cylindre vers le haut. Lorsque la commande de descente est programmée, la vanne de la pompe permet de laisser sortir l'huile du cylindre vers le réservoir (Figure I.5).

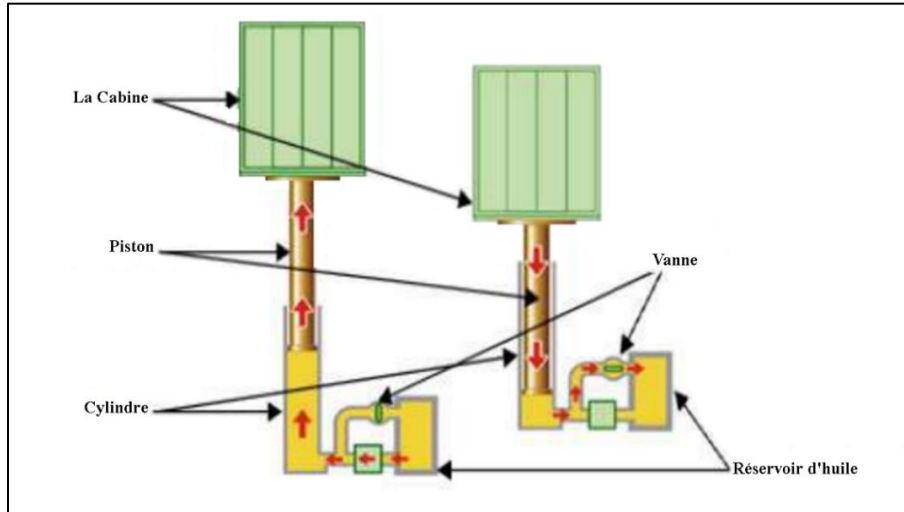


Figure I.5 : principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique

## I.6. Ascenseur à traction câble

### I.6.1. Description

Ils comprennent généralement:

- ✓ Une cabine,
- ✓ Des guides verticaux appelés quelquefois guidages ou rails,
- ✓ Des câbles reliant la cabine au contrepoids,
- ✓ Un contrepoids.

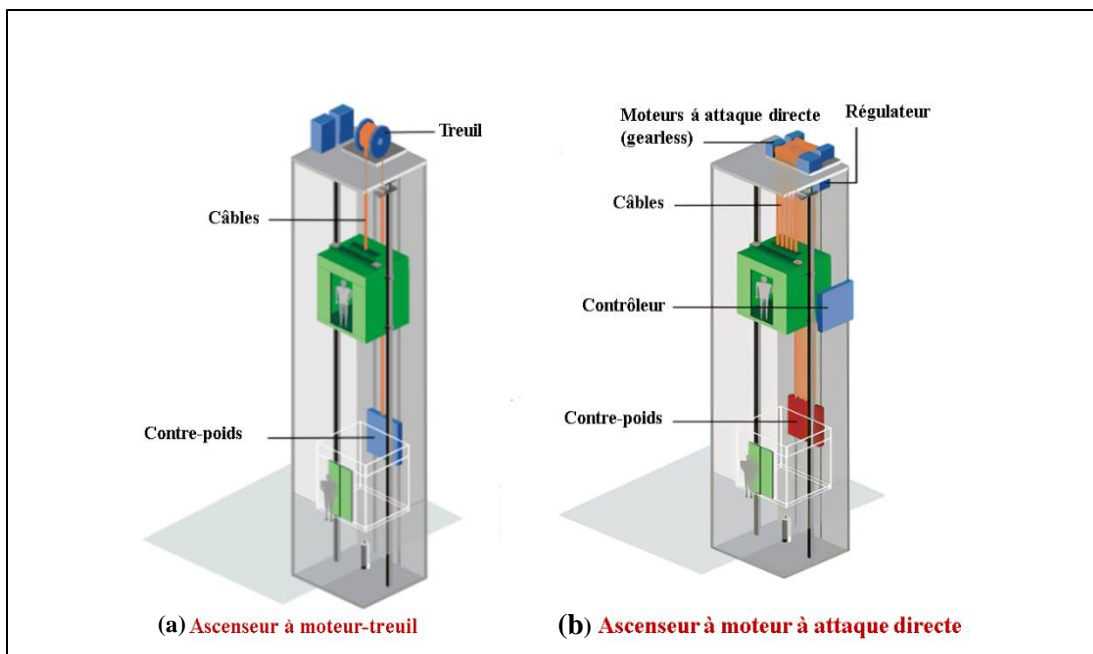


Figure I.6 : Les deux types d'ascenseur à traction câble

L'ascenseur à traction câble est le type d'ascenseur que l'on rencontre souvent. Leur variation principale réside dans le système de motorisation utilisé.

- ✓ À moteur-treuil à vis sans fin (Figure I.6.a),
- ✓ À moteur-treuil planétaire,
- ✓ À moteur à attaque directe (Figure I.6.b).

### **I.6.2. Énergie**

Énergétiquement, parlant, l'ascenseur à traction câble est plus intéressant que l'ascenseur hydraulique dans le sens où le contrepoids réduit fortement la charge, quel que soit le type de motorisation. D'un autre côté, les consommations et les courants de démarrage sont réduits par rapport à un ascenseur hydraulique.

### **I.6.3. Avantages et inconvénients**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Course verticale pas vraiment limitée,</li><li>❖ Suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement,</li><li>❖ Rapidité de déplacement,</li><li>❖ Efficacité énergétique importante,</li><li>❖ Pas de souci de pollution.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ En version standard, nécessite une salle de machinerie,</li><li>❖ Exigence très importante sur l'entretien.</li></ul>

**Tableaux I.2 :** Avantages et inconvénients d'un ascenseur à traction câble

### I.6.4. Différentes parties d'un ascenseur à traction [6,7,8,9,10]

La figure I.7 présente les différents composants d'un ascenseur à traction câble

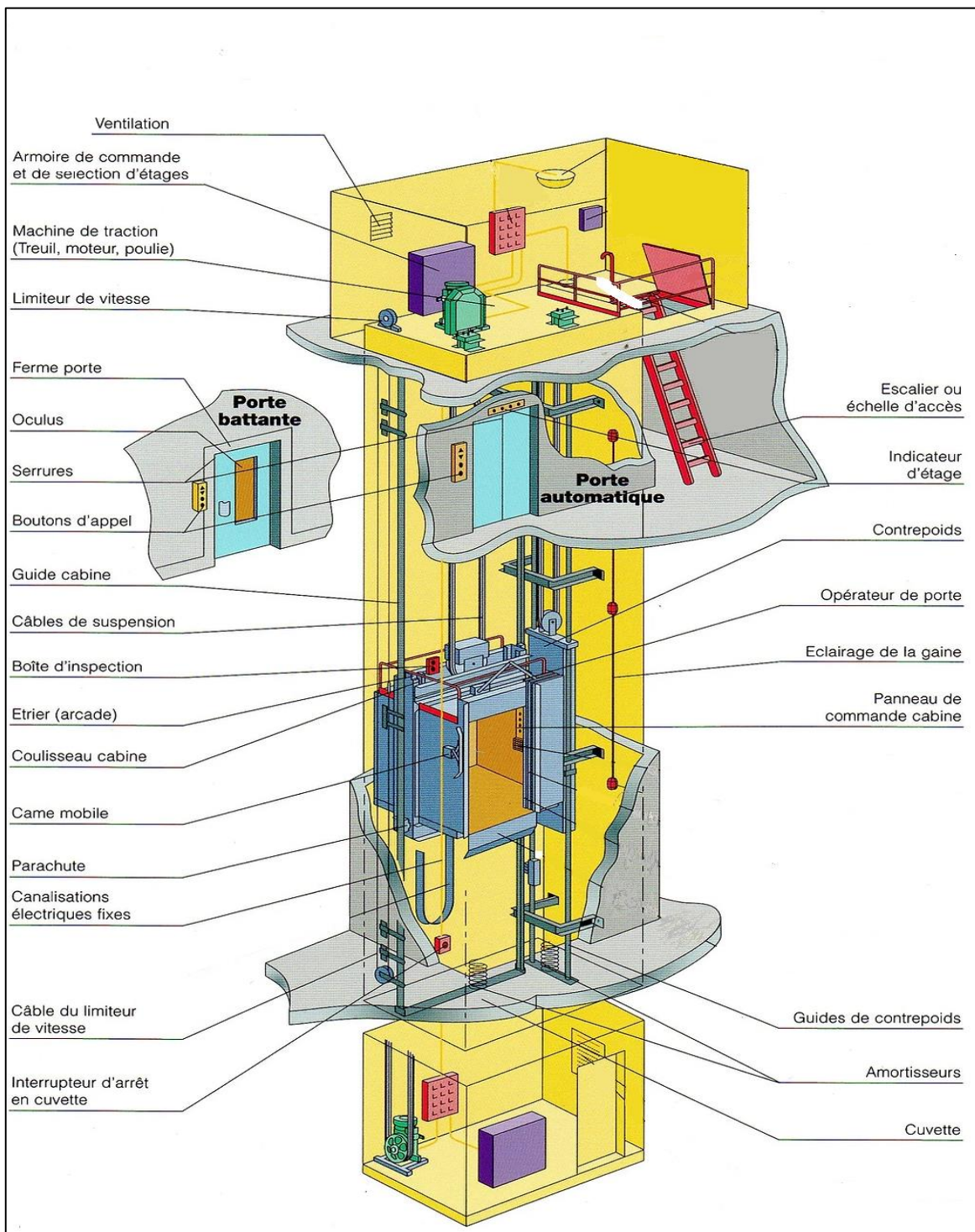


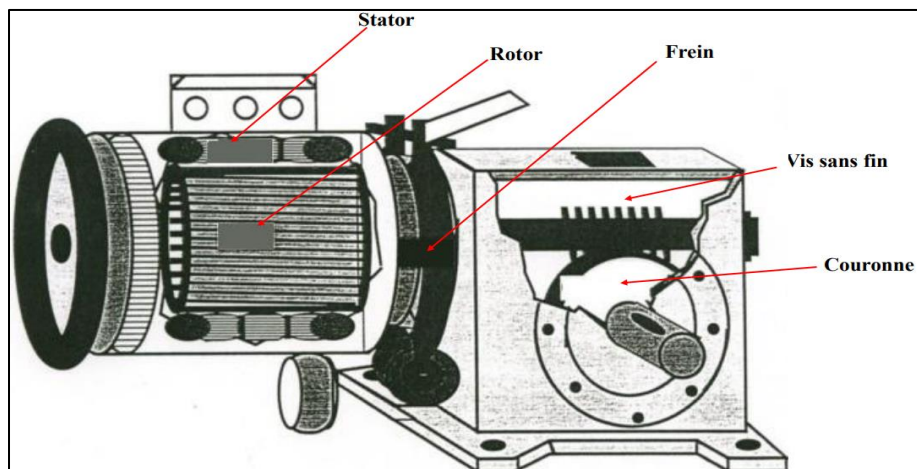
Figure I.7 : Les composants d'un ascenseur à traction câble

Nous nous limitons aux composants d'un ascenseur à traction, car il représente la majorité des ascenseurs qui existent sur le marché.

- **Cabine d'ascenseur** : Élément composé d'un plancher, de parois et d'un toit destiné à accueillir les personnes et les marchandises. (La partie visible de l'ascenseur) Cet élément est inséré et fixé dans un cadre appelé suspension cabine.
- **Boutons d'appels** : On nomme boutons d'appels ceux installés aux paliers.
- **Boutons d'envois** : Les boutons d'envois sont installés dans la cabine.
- **Porte(s) de cabine** : Portes obturant les baies de cabine (donc embarquées), afin d'éviter les risques de coincement des usagers en leur interdisant tout contact avec les parties extérieures à la cabine.
- **Portes palières** : Portes obturant à chaque niveau (donc fixes) les ouvertures dans la gaine servant d'accès à la cabine d'ascenseur. Afin d'éviter les chutes de personnes dans la gaine, leur ouverture n'est possible qu'en présence de la cabine.
- **Clé de déverrouillage** : Clé de secours destinée à procéder à l'ouverture manuelle d'une porte palière.
- **Pèse-charge** : Dispositif qui fait retentir l'alarme de surcharge lorsque la cabine est trop chargée.
- **Serrure** : Système de sécurité électromécanique verrouillant la porte palière.
- **Fin de course** : Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale.
- **Amortisseur** : Organe constituant une butée déformable en fin de course, comportant un système de freinage par fluide ou ressort (ou autre dispositif analogue).
- **Charge utile** : Charge pour laquelle l'appareil a été construit. Elle s'exprime en kilogrammes et en nombre de personnes. Au-delà de cette capacité, le système de traction n'est plus en mesure de contrôler le déplacement, et l'arrêt correct de la cabine. Dans certains cas de surcharge exagérée, des blocages intempestifs peuvent se produire.
- **Gaine** : Volume dans lequel se déplacent la cabine et le contrepoids. Ce volume est matériellement délimité par le fond de la cuvette, les parois et le plafond.

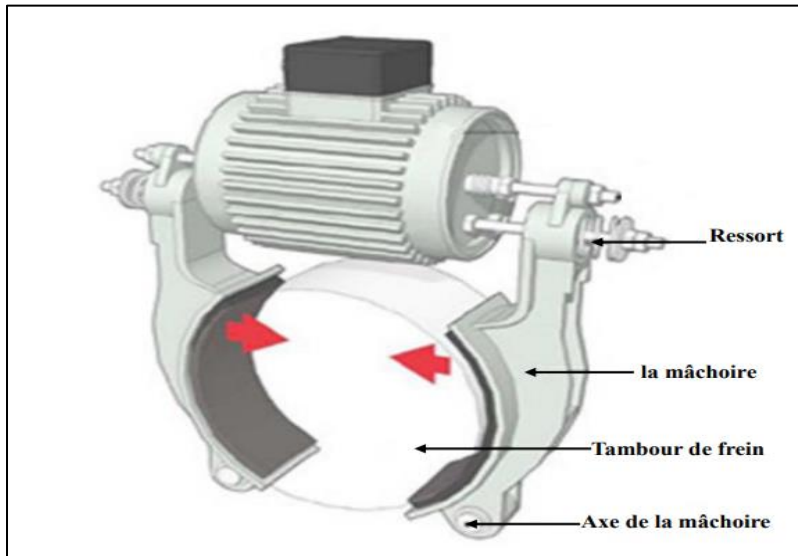


- **Came mobile** : Le rôle de cet organe est d'agir sur les galets de la serrure afin d'en effectuer le déverrouillage, mais seulement lorsque la cabine s'y arrête. Il est constitué essentiellement d'un électroaimant pouvant attirer une armature qui porte une came.
- **Cuvette** : Partie de la gaine située en contrebas du niveau d'arrêt inférieur desservi par la cabine et contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs.
- **Coulisseau** : Ils sont situés à chaque coin de l'étrier, et sont en appui sur les guides. Durant le déplacement de la cabine, ceux-ci glissent sur les guides, huilés régulièrement pour limiter les frottements et les accrocs, et donc le bruit, et augmenter le confort.
- **Guides** : Profilés en acier, généralement en forme de T, destinés à guider la cabine et le contrepoids dans la gaine.
- **Machinerie** : Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction. Aussi appelé "salle des machines".
- **Moteur de traction** : Moteur équipant le treuil de l'ascenseur et placé dans la machinerie.
- **Réducteur** : Le réducteur de treuil est une boîte de vitesse composée soit d'une vis et d'une couronne, soit d'un réducteur planétaire contenus dans un carter rempli d'huile (Figure I.8). Son rôle consiste à démultiplier la vitesse du moteur électrique pour la rendre compatible avec les conditions de l'utilisation de l'ascenseur. Pour assurer la lubrification de l'ensemble, la couronne baigne généralement dans l'huile du carter et par sa rotation ramène d'huile vers les autres organes.



**Figure I.8** : réducteur

- **Le frein** : permet l'arrêter le tambour, il est constitué d'une mâchoire articulée qui vient serrer le tambour, lors d'un fonctionnement normal, il est commandé par un électro-aimant (Figure I.9). En cas de panne, nous pouvons le débloquer manuellement à l'aide d'un levier, ce qui permet de déplacer la cabine lorsque des usagers sont bloqués dans celle-ci, par exemple en cas de coupure de courant.



**Figure I.9** : Frein moteur

- **Limiteur de vitesse** : Organe mécanique, si la vitesse dépasse anormalement la vitesse maximale autorisée, les masselottes se lèvent et coupent un contact de sécurité
- **Poulie de traction** : Poulie équipée généralement de gorges taillées en forme de V de manière à agripper les câbles de traction. Cette poulie, solidaire du treuil, permet lors de sa rotation de déplacer l'ensemble composé de la cabine et du contrepoids.
- **Contrepoids** : Servant à équilibrer une action inverse et compensatrice.
- **Treuil** : Machine composée d'un dispositif de freinage et d'un moteur destiné à actionner les câbles de traction de l'ascenseur. Les machines à traction directe (sans boîte de vitesse), appelées Gearless. Ce sont les plus modernes et les plus performantes (Jusqu'à 15 m/s).
- **Câbles de traction** : Câbles, généralement en acier, destinés à suspendre la cabine au contrepoids et faire fonctionner l'ensemble.
- **Parachute** : Organe mécanique, commandé par un câble de limiteur de vitesse, destiné à arrêter et à maintenir à l'arrêt la cabine ou le contrepoids sur ses guides en cas de survitesse à la descente ou de rupture des organes de suspension. Lorsqu'en

descente, le câble est bloqué par le limiteur de vitesse, il provoque la levée du parachute et le blocage de la cabine.

### I.7. Principe de fonctionnement

La cabine est suspendue à un câble qui s'enroule sur une poulie à gorge et dont l'autre extrémité porte un contre poids. Le moteur entraîne la poulie par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse et la poulie entraîne le câble par adhérence. La cabine est équilibrée à demi- charge par le contre poids, il suffit donc d'un couple relativement faible pour mettre en mouvement la cabine. De plus, la charge est positive pour la montée en charge et la descente à vide ; elle est négative dans le cas contraire. Ainsi que le moteur doit être à deux sens de rotation, et de freinage dans les deux sens [9].

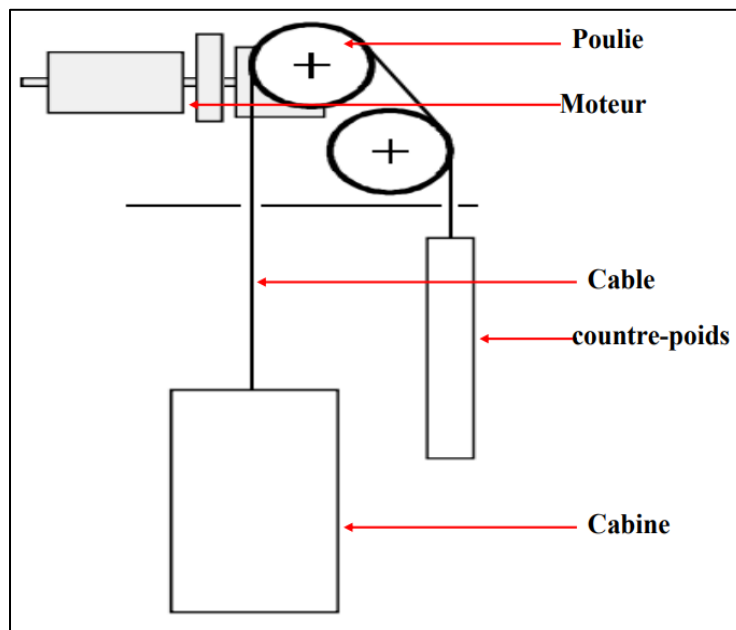


Figure I.10 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction câble

### I.8. Critères de choix du type d'ascenseur

En générale, les dépenses énergétiques des ascenseurs ne sont pas la priorité des gestionnaires de bâtiment. En effet, la préoccupation première reste avant tout d'emmener un maximum de monde en toute sécurité avec un maximum de confort. Le choix de type d'ascenseur (électrique ou hydraulique) est basé sur les critères suivants [9] :

- **Constructifs** : tels que la hauteur du bâtiment, l'espace disponible au niveau des étages, la possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain.

- **Énergétiques** : en considérant que la consommation de puissance doit être limitée.
- **Sécurité** : par rapport aux risques liés au principe de la technologie car l'utilisation d'une quantité importante d'huile pour les ascenseurs hydrauliques complique la sécurité incendie et augmente le risque de pollution des sols.
- **Organisationnels** : comme le type de fonction de bâtiment, son occupation et son type de fonctionnement en garantissant une performance de confort et de trafic.

Dans ce qui suit nous nous intéressons aux ascenseurs à traction câble.

## **I.9. Système de motorisation d'un ascenseur à traction [11]**

Entre l'ascenseur hydraulique et à traction câble, on remarque que les ascenseurs à traction câble dominant le parc machine. De plus, sur le plan énergétique ces moteurs hydrauliques consomment plus et ont des appels de puissance au démarrage beaucoup plus importants pour un rendement assez faibles (de l'ordre de 20 %). C'est pourquoi nous détaillerons davantage la motorisation de ces derniers.

Les ascenseurs à traction câble se différencient entre eux selon leur système de motorisation.

### **I.9.1. Moteur-treuil ou moteur à traction**

#### **I.9.1.1. Moteurs-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses**

Les moteurs-treuil avec vis sans fin (Figure I.11), sont moins utilisés que les moteurs à attaque directe (sans réducteur ou "gearless"). Dans ce type de motorisation, la vis sans fin cause beaucoup de pertes mécaniques qui entraînent des grandes consommations électriques. Les moteurs électrique couplés au treuil à vis sans fin étaient généralement des moteurs à courant continu excitation indépendante ou shunt avec la faculté bien connue de pouvoir faire varier très facilement la vitesse de rotation.

Les moteurs électriques à courant alternatif sont en principe des moteurs à deux vitesses. Nous pouvons voir ça lorsqu'on se trouve dans la cabine de moteur treuil a deux vitesses :

- ✓ Au démarrage, la vitesse est plus lente.
- ✓ Pour atteindre la vitesse de déplacement optimale, le moteur passe en seconde vitesse en provoquant un léger choc d'accélération (passage de petite en grand vitesse).

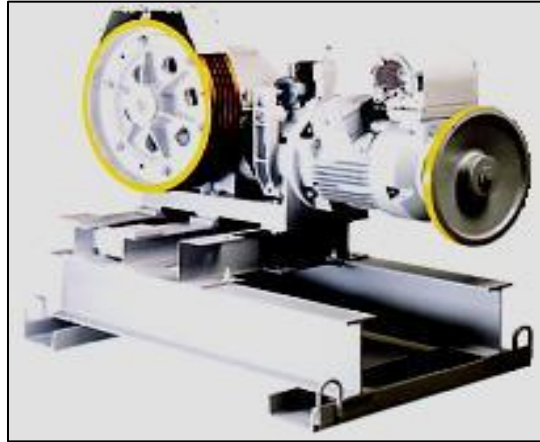


Figure I.11 : Moteur-treuil à vis sans fin

### A. Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Couple élevé,</li><li>❖ Grande possibilité de variation de la vitesse,</li><li>❖ Déplacement et régulation de vitesse précis.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Il demande un entretien régulier et important,</li><li>❖ Le rendement énergétique est faible,</li><li>❖ Grande consommation électrique.</li></ul>

Tableaux I.3: Avantages et inconvénients d'un moteurs-treuil à vis sans fin

### I.9.1.2. Moteurs-treuil planétaires

Les moteurs-treuil planétaire utilisent le système de réduction de vitesse par engrenages planétaires. Ceci permet d'avoir un rapport de réduction confortable ainsi qu'une plage de vitesse adaptée au déplacement souhaitée (Figure I.12).

Autant que la performance des moteurs d'entraînement est haute, ce système garantit un rendement mécanique de l'ordre de 97 à 98 % et par conséquent des rendements énergétiques globaux intéressants (de l'ordre de 80 %). Les réducteurs planétaires peuvent être accouplés à des moteurs électriques :

- ✓ À courant continu (grande plage de variation de vitesse).
- ✓ À courant alternatif asynchrone à deux vitesses.



Figure I.12 : Moteur-treuil planétaire

#### A. Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Couple important,</li><li>❖ Régulation de vitesse précise,</li><li>❖ Déplacement précis.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Entretien compliqué et nécessite une bonne formation de la main-d'œuvre.</li></ul>

Tableaux I.4: Avantages et inconvénients d'un moteur-treuil planétaires

#### I.9.1.3. Moteurs à attaque directe (gearless ou sans treuil)

Les moteurs à attaque directe sans réducteur ont fait leur apparition avec la venue des variateurs de fréquence. Ce système est énergétiquement performant principalement grâce à la présence d'un variateur de fréquence qui optimise la consommation énergétique ; la réduction des pertes mécaniques vu l'absence de réducteur contribuant aussi à l'optimisation de l'efficacité énergétique. Certains constructeurs annoncent des rendements énergétiques de l'ordre de 80 %.



Figure I.13 : Moteur à attaque directe

**A. Avantages et inconvénients**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Vitesse régulée par le variateur de fréquence,</li><li>❖ Système compact,</li><li>❖ Un minimum de perte mécanique,</li><li>❖ Bruit minimal.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Maintenance difficile à certaines capacités,</li><li>❖ La cage d'ascenseur est difficilement accessible pour les interventions.</li></ul>

**Tableaux I.5:** Avantages et inconvénients d'un moteur á attaque directe

**I.10. Comment choisir le type de motorisation [12]**

On différencie les motorisations à traction en fonction des critères principaux Suivants :

- Le rendement global ;
- La performance énergétique ;
- L'encombrement des équipements.

Les critères secondaires, mais néanmoins importants, prennent en compte le poids, la consommation d'huile, le niveau acoustique, ....

**I.11. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons donné une idée générale sur les ascenseurs avec ses différents types. En effet, nous avons cité les deux familles d'ascenseur ainsi que leurs avantages et inconvénients. Dans notre travail nous avons basé sur l'étude des ascenseurs à traction câble puisqu'ils sont les plus utilisés de nos jours grâce à la nouvelle technologie.

Dans le chapitre suivant, nous fournissons une description des systèmes automatisés ainsi que les automates programmables industriels.



***CHAPITRE II***



# *Systeme Automatisé et Automate Programmable Industriel*

## **II.1. Introduction**

Actuellement, l'avancement des systèmes de production industrielle se concentre sur le passage de la logique câblée à la logique programmée, avec une emphase particulière sur l'automatisation. Cette dernière est devenue l'une des technologies les plus recherchées pour moderniser les équipements industriels. L'objectif principal est de rendre les processus de travail plus simples et plus efficaces, en éliminant les tâches répétitives et en garantissant la sécurité, tout en visant à augmenter la production.

Dans ce chapitre nous allons voir la notion des systèmes automatisés, en définissant leurs différentes parties, et voir le rôle des automates programmables industriels dans la bonne marche de ces systèmes, et on va présenter logiciel STEP7-MICRO/WIN, avec lequel on programme les automates programmables, ainsi que la présentation de logiciel WinRelais.

## II.2. Le système automatisé industriel

### II.2.1. Définition d'un système automatisé

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin, qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur [12].

Un système automatisé est un ensemble d'éléments qui effectue des actions sans intervention de l'être humain. Celui-ci se contente de donner des ordres de départ et si besoin d'arrêt [13].

### II.2.2. Objectif d'un système automatisé [14]

Le système automatisé apporte de nombreux avantages, parmi eux :

- ✓ Accroître la productivité du système (une meilleure rentabilité est compétitivité),
- ✓ Améliorer la flexibilité de production,
- ✓ Améliorer la qualité du produit,
- ✓ Augmenter la sécurité,
- ✓ S'adapter à des contextes particuliers tel que :
  1. Les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux nucléaire etc...),
  2. S'adapter à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme.

### II.2.3. Structure d'un système automatisé

Tout Système Automatisé possède une structure qui se présente sous la forme suivante :

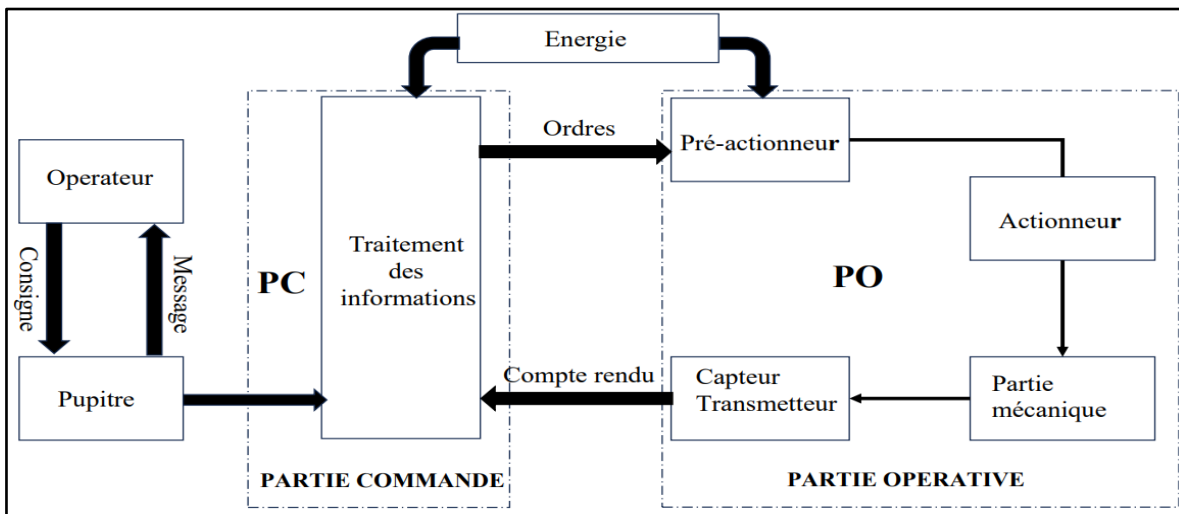


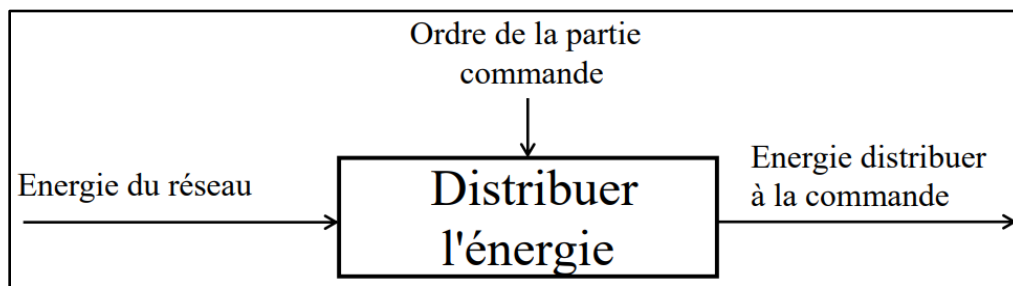
Figure II.1 : Structure d'un système automatisé

Il est composé de deux grandes parties :

### **II.2.3.1. Partie opérative [15]**

La partie opérative est l'ensemble des moyens techniques qui permettent d'apporter la valeur ajoutée à la matière d'œuvre. Elle est composée de pré-actionneurs, d'actionneurs et de capteurs.

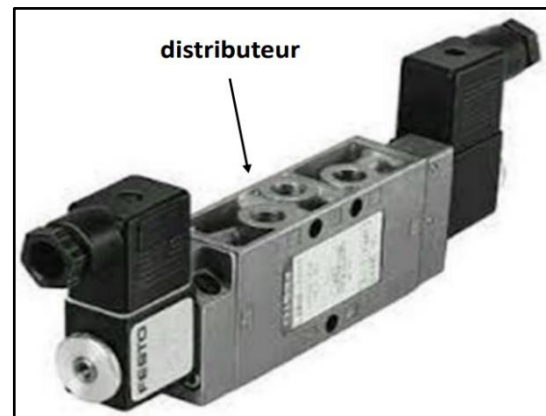
**Pré-actionneur** : est l'élément qui distribue l'énergie utile à l'actionneur sur ordre de la partie commande (voir la figure 2). C'est celui qui commande l'établissement ou l'interruption de la circulation de l'énergie entre une source et un actionneur. La figure 3 et 4 représente un pré-actionneur électrique et pneumatique respectivement.



**Figure II.2** : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur



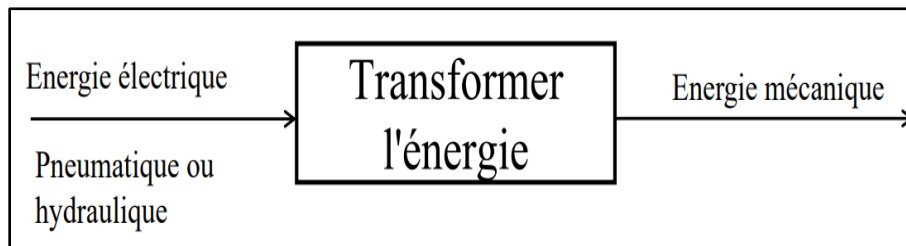
**Figure II.3** : pré-actionneur électrique



**Figure II.4** : pré-actionneur pneumatique

**Actionneur** : est un objet technique qui convertit une énergie d'entrée disponible sous une certaine forme (figure 5), en une énergie de sortie sous une forme différente, utilisable pour effectuer une action définie.

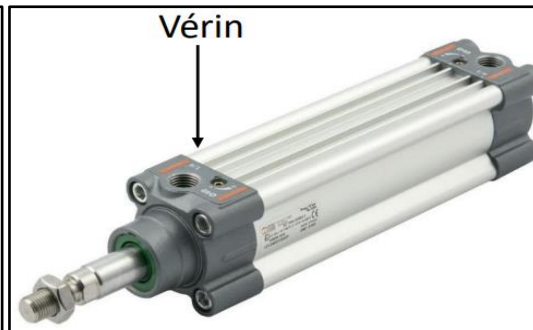
Il se présente sous différentes formes : moteur asynchrone (figure 6), vérin (figure 7).



**Figure II.5** : Schéma de fonctionnement d'un actionneur



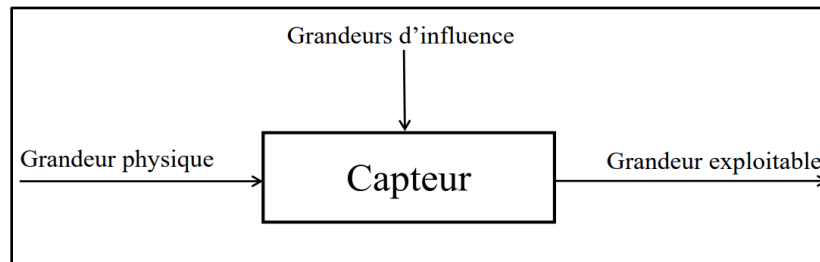
**Figure II.6** : Actionneur électrique



**Figure II.7** : Actionneur pneumatique

**Capteur transmetteur** : est l'élément qui convertit une variation d'une grandeur physique (température, pression), en une information appelée compte rendu compréhensible par la partie commande (figure 8). L'information peut être de nature :

- ✓ **Logique** : l'information de sortie est binaire, elle ne prend que la valeur 0 ou 1,
- ✓ **Analogique** : l'information est obtenue sous forme d'une tension ou un courant proportionnel à la grandeur mesurée,
- ✓ **Numérique** : l'information est codée sur un mot composé de plusieurs bits.



**Figure II.8 :** Schéma de fonctionnement d'un capteur

**II.2.3.2. Partie commande :** C'est l'organe de décision, il traite les informations, gère et contrôle le déroulement du cycle (cerveau), la partie commande reçoit les consignes d'un opérateur. Elle adresse des ordres à la partie opérative, inversement la partie commande reçoit des comptes-rendus de la partie opérative et envoie des signaux à l'opérateur [16].

Les principales fonctions assurées par la partie commande sont [17] :

- ✓ Échanger des informations avec l'opérateur,
- ✓ Échanger des informations avec d'autres systèmes,
- ✓ Acquérir les données,
- ✓ Traiter les données,
- ✓ Commander la puissance.

**II.2.3.3 Partie pupitre :** Composé des boutons de commande et de signalisation, elle permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

Elle permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM) [18].

## **II.3. Automate programmable industriel (API)**

### **II.3.1. Définition d'un API**

Un API est un dispositif électronique numérique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative) à partir de données d'entrées délivrées par des capteurs ou de consigne du pupitre [19].

### **II.3.2. Types d'un API**

Un automate peut être de type compacte ou modulaire [20] :

#### **A. Type compacte**

Ce type intègre le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées /sorties (figure 9). Selon les modèles et les fabricants, ils peuvent réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.



**Figure II.9:** Automate compacte

#### **B. Type modulaire (Modicon)**

Pour l'automate type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties réside dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs), (figure 10).



**Figure II.10 :** Automate modulaire

### **II.3.3. Architecture des API**

#### **II.3.3.1. Structure interne d'un automate [21]**

La structure interne d'un automate programmable est constituée (figure 11) :

- a. Microprocesseur (CPU) :** C'est le cœur de l'API. Il interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'actions. Le CPU est composé d'une unité arithmétique et logique, d'un ensemble de registre et de l'unité de commande.
- b. La mémoire centrale :** Elle contient le programme qui définit les actions de commande générées par le CPU. Elle contient aussi les données délivrées par les entrées (mémoire image des entrées) en vue de leur traitement, ainsi que celle délivrées aux sorties (mémoire image des sorties).

Il existe dans les API deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

1. La mémoire Langage où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement (ROM : mémoire morte, l'EPROM ou EEPROM). Elle sauvegarde son contenu même après coupure de l'alimentation,
  2. La mémoire Travail utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate.
- c. Unité d'alimentation :** Elle est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative en une basse tension continue (en général de 5 V) nécessaire au microprocesseur et aux modules d'entrées-sorties (12V, 24V, 48V, 110V, 240V) continu ou alternative.
  - d. Les interfaces entrées-sorties (E/S) :** Elles permettent au microprocesseur de recevoir et d'envoyer des informations aux dispositifs extérieurs. Les entrées peuvent être des interrupteurs, ou des capteurs, comme des cellules photoélectriques dans le cas de mécanisme de comptage, des sondes de température, des débitmètres, etc.... Les sorties sont en général des pré-actionneurs associés aux bobines de moteur, à des électrovannes .... Chaque point d'E/S dispose d'une adresse unique,

que CPU peut utiliser. L'isolation (protection) électrique avec le monde extérieur est généralement réalisée par des photo-coupleurs (optocoupleurs).

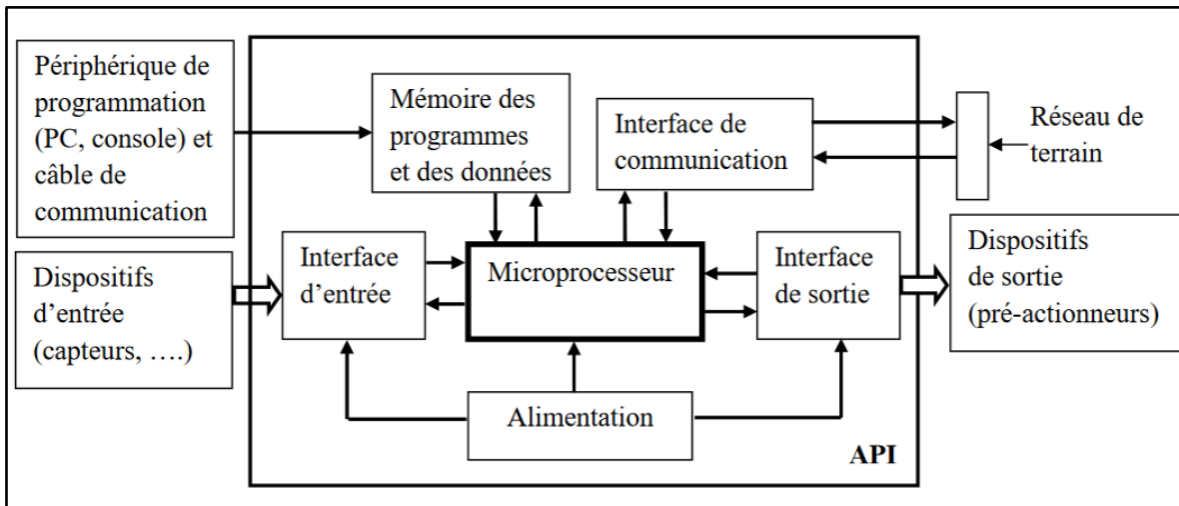


Figure II.11 : Structure interne d'un API

### II.3.3.2. Structure externe de l'automate [22]

La structure externe d'un automate programmable est constituée (figure 12) :

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

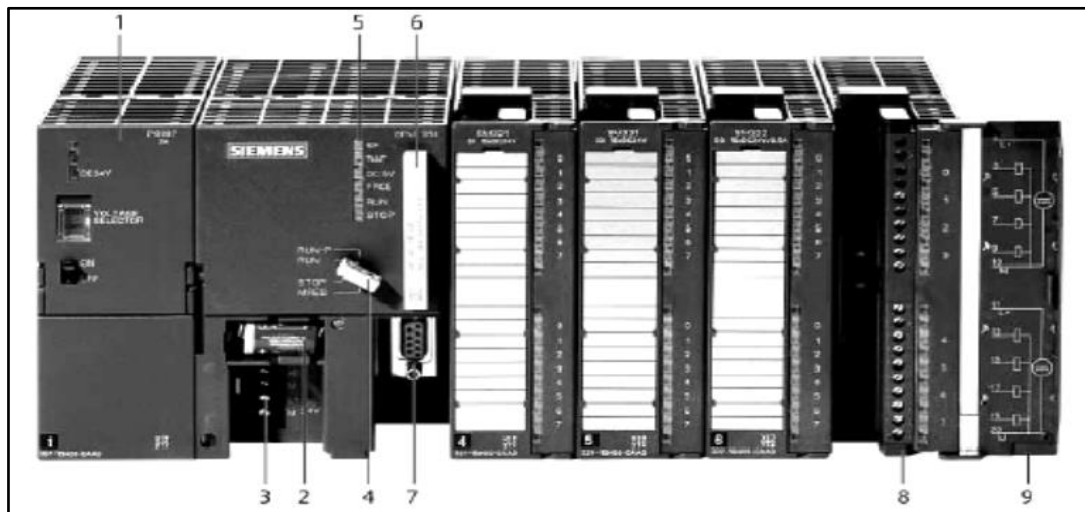


Figure II.12 : Automate Programmable Industriel SIEMENS



### **II.3.4. Les critères de choix d'un API**

Le choix d'un API est adapté aux besoins après l'établissement du cahier des charges. On doit tenir compte de plusieurs critères à savoir [23] :

- ✓ Le nombre et la nature d'entrées/sorties intégrés,
- ✓ La nature du traitement (temporisation, comptage, ...),
- ✓ Les moyens de dialogue et le langage de programmation,
- ✓ La communication avec les autres systèmes,
- ✓ Les moyens de sauvegarde du programme,
- ✓ La fiabilité, robustesse et immunité aux parasites,
- ✓ Capacité de la mémoire.

### **II.3.5. Programmation d'un API [24,25]**

La programmation d'un API consiste à traduire dans le langage spécifique de l'automate, les équations de fonctionnement du système à automatiser. La programmation peut s'effectuer de trois (03) manières différentes :

- ✓ Sur l'API lui-même à l'aide de touches,
- ✓ Avec une console de programmation reliée par un câble spécifique à l'API,
- ✓ Avec un PC et un logiciel approprié.

Parmi les langages normalisés, on cite quelques-uns des plus connus et plus utilisés :

#### **A. Langages textuels**

- ✓ Langage Liste d'Instruction,
- ✓ Langage Liste Structuré (ST).

#### **B. Langages graphiques**

- ✓ Fonction Block Diagram (Logigrammes),
- ✓ Sequential Function Chart (Grafcet),
- ✓ Langage Ladder (LD).

Généralement, les constructeurs d'API proposent des environnements logiciels graphiques pour la programmation. Et dans ce travail nous avons utilisé le langage ladder.

- **Langage Ladder (LD)** : est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés

dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts (figure 13).

L'idée initiale du Ladder est la représentation de fonction logique sous la forme de schémas électriques. Cette représentation est originalement matérielle : quand l'Automate Programmable Industriel n'existait pas, les fonctions étaient réalisées par des câblages. Par exemple, pour réaliser un ET logique avec des interrupteurs, il suffit de les mettre en série. Pour réaliser un OU logique, il faut les mettre en parallèle. Partant de ces principes, le Ladder a été créé et normalisé dans la norme CEI 61131-3. Il est, depuis, très utilisé dans la programmation des Automates Programmables Industriels.

Un programme Ladder se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Les valeurs correspondent en fait, si on le compare à un schéma électrique, à la présence ou non d'un potentiel électrique à chaque nœud de connexion. En effet, le Ladder est basé sur le principe d'une alimentation en tension représentée par deux traits verticaux reliée horizontalement par des bobines, des contacts et des blocs fonctionnels, d'où le nom 'Ladder' (échelle) [26].

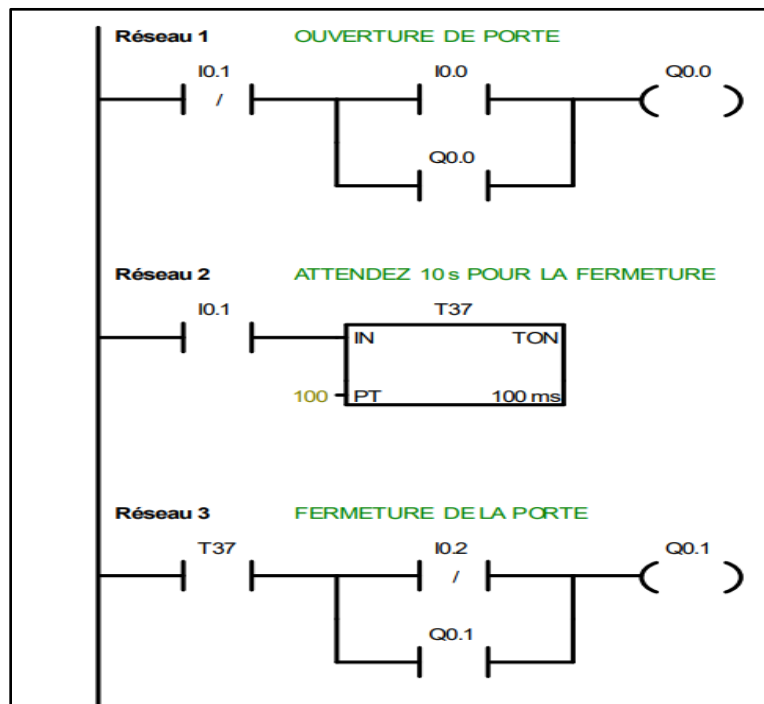
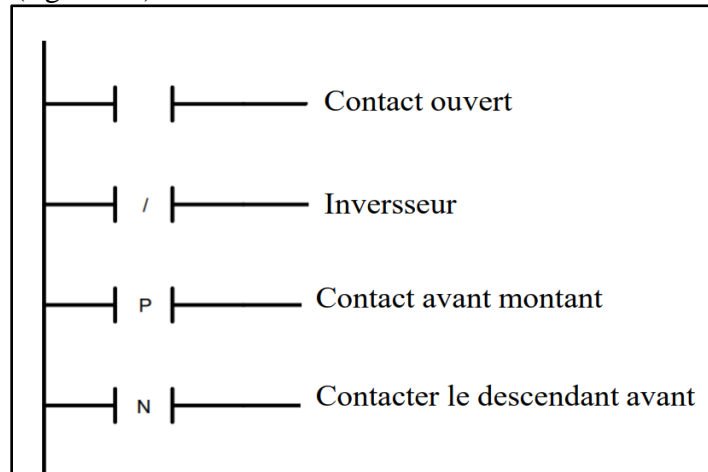


Figure II.13 : Exemple de langage Ladder Diagram

➤ **Composants du langage**

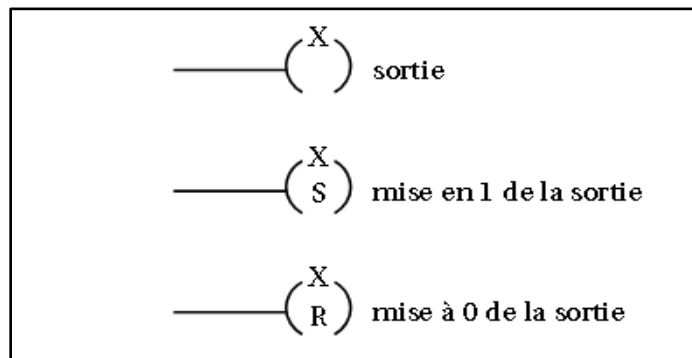
Il existe 3 types d'élément de langage :

- Les entrées (ou contacts), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne (figure 15).



**Figure II.14** : Les contacts

- Les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne (figure 15).



**Figure II.15**: Opérations de sortie

- Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées (temporisation comptage, etc....) (figure 16).

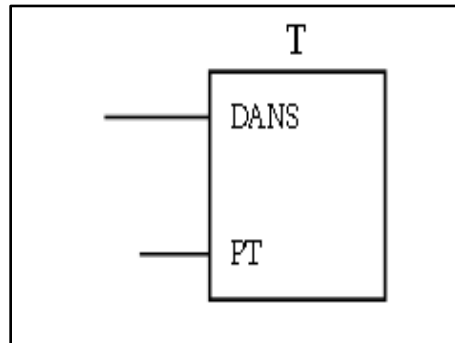


Figure II.16 : Temporisateur

L'opération Démarrer temporisation sous forme de retard à la montée s'écoule jusqu'à la valeur maximale lorsqu'elle est activée. Lorsque la valeur en cours « T » est supérieure ou égale à la valeur prédéfinie PT, le bit de temporisation T est activé. La temporisation « retard à la montée » est remise à zéro lors de sa désactivation. Cette temporisation s'arrête lorsque sa valeur maximale est atteinte.

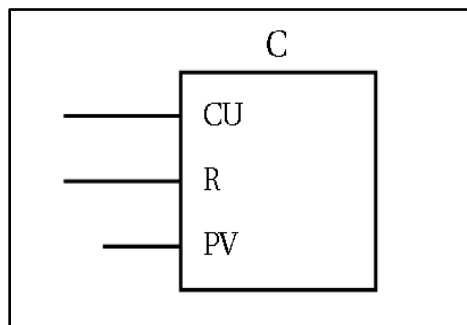


Figure II.17 : Compteur incrémental

L'opération Compteur incrémental incrémente jusqu'à la valeur maximale en cas de front montant à l'entrée d'incrémentation CU. Lorsque la valeur en cours « C » est supérieure ou égale à la valeur prédéfinie PV, le bit de compteur C est activé. Le compteur est remis à zéro lorsque l'entrée de remise à zéro R est activée.

## II.4. Présentation de logiciel de programmation STEP 7-Micro/WIN

### II.4.1. Définition générale

STEP 7 est un logiciel développé par Siemens pour configurer, programmer, tester, mettre en service et maintenir les systèmes d'automatisation SIMATIC.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont [27] :

- ✓ La création et gestion de projets,
- ✓ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication,
- ✓ La gestion des mnémoniques,
- ✓ La création des programmes,
- ✓ Le chargement de programmes dans les systèmes cibles,
- ✓ Le test de l'installation d'automatisation,
- ✓ Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.

### II.4.2. Démarrage de STEP 7-Micro/WIN

Il suffit d'un double clic sur l'icône STEP7-Micro/WIN du bureau de Windows ou bien en sélectionnant « SIMATIC > STEP7-Micro/WIN » dans le menu « Démarrer » afin d'exécuter l'application. La figure 18 s'ouvre.

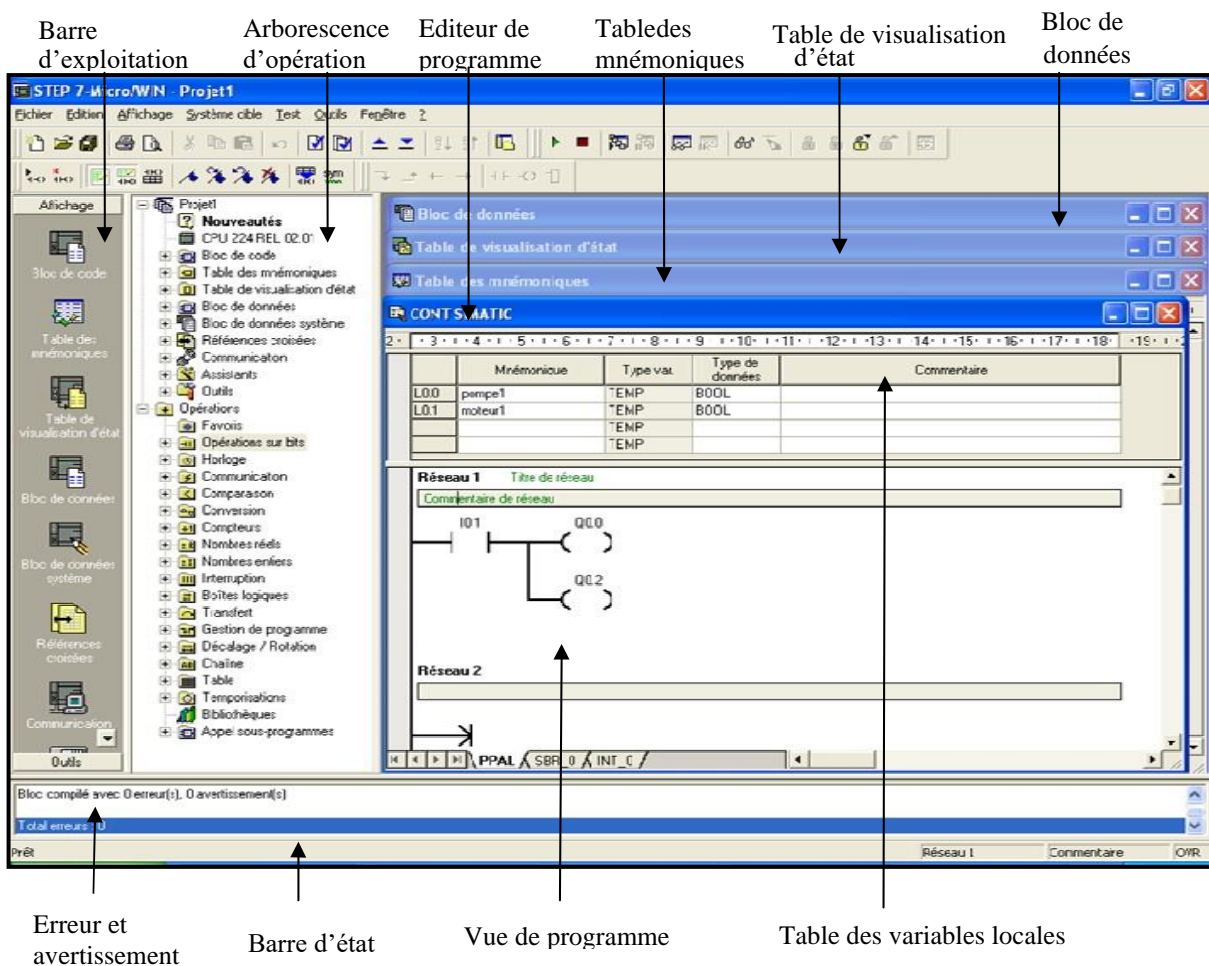


Figure II.18 : Nouveau projet STEP7-Micro/WIN

- ✓ **Les barres d'outils :** Elles contiennent des boutons constituant des raccourcis pour les commandes de menus fréquemment utilisées. On peut afficher ou masquer n'importe quelle barre d'outils.
- ✓ **La barre d'exploitation :** Elle présente des groupes d'icônes permettent d'accéder à différentes fonctions de programmation de STEP7-Micro/WIN
- ✓ **Arborescence d'opération :** Elle affiche tous les objets et les opérations nécessaires pour la création du programme de commande. On peut glisser et déplacer des opérations individuelles de l'arborescence d'opérations dans le programme ou bien double clic sur une opération afin de l'insérer à la position en cours du curseur dans l'éditeur de programme.
- ✓ **L'éditeur de programme :** L'éditeur de programme contient la logique du programme et une table de variables locales dans laquelle on affecte des mnémoniques aux variables locales temporaires. Les sous-programmes (SBR) et les programmes d'interruption (INT) apparaissent sous forme d'onglets au bas de la fenêtre de l'éditeur de programme. Ces onglets permettent d'aller et venir entre sous-programme principal.

### II.4.3. Edition du programme en langage contact (CONT)

Il faut suivre les étapes suivantes :

- ✓ **Saisie du programme :** On sélectionne les contacts, les bobines ou les boîtes dans la barre d'outils de programme afin de saisir les équations sur les réseaux. On enregistre les valeurs des paramètres « ??? » Avec les adresses correspondantes.

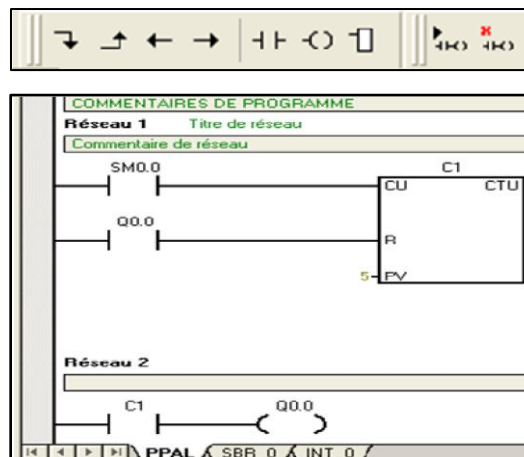


Figure II.19 : Exemple de saisie d'un programme

- ✓ **Compilation du programme** : Une fois le programme est saisi, la compilation s'effectue à l'aide des boutons de la barre d'outils suivants :



- Permet de compiler uniquement la fenêtre active (bloc de code ou bloc de données).



- Permet de compiler tous les composants du projet (bloc de code, bloc de données et bloc de données système).

- ✓ **Correction d'erreurs à l'aide de la fenêtre « Erreurs et avertissements »** : Lors de la compilation, la fenêtre "Erreurs et avertissements" énumère toutes les erreurs qui apparaissent. Ces erreurs sont identifiées par leur emplacement (réseau, ligne, ou colonne). Un double clic sur une ligne d'erreur affiche le réseau contenant cette erreur dans l'éditeur de programme.
- ✓ **Enregistrement du programme** : Pour enregistrer le programme on clique sur le bouton dans la barre d'outils, ou exécuter la commande enregistrer ou enregistrer sous du menu fichier, et on affecte ensuite un nom pour le projet.

Dans ce travail un automate de type S7-200 a été utilisé.

## **II.5. Présentation de l'automate SIMATIC S7-200 [28]**

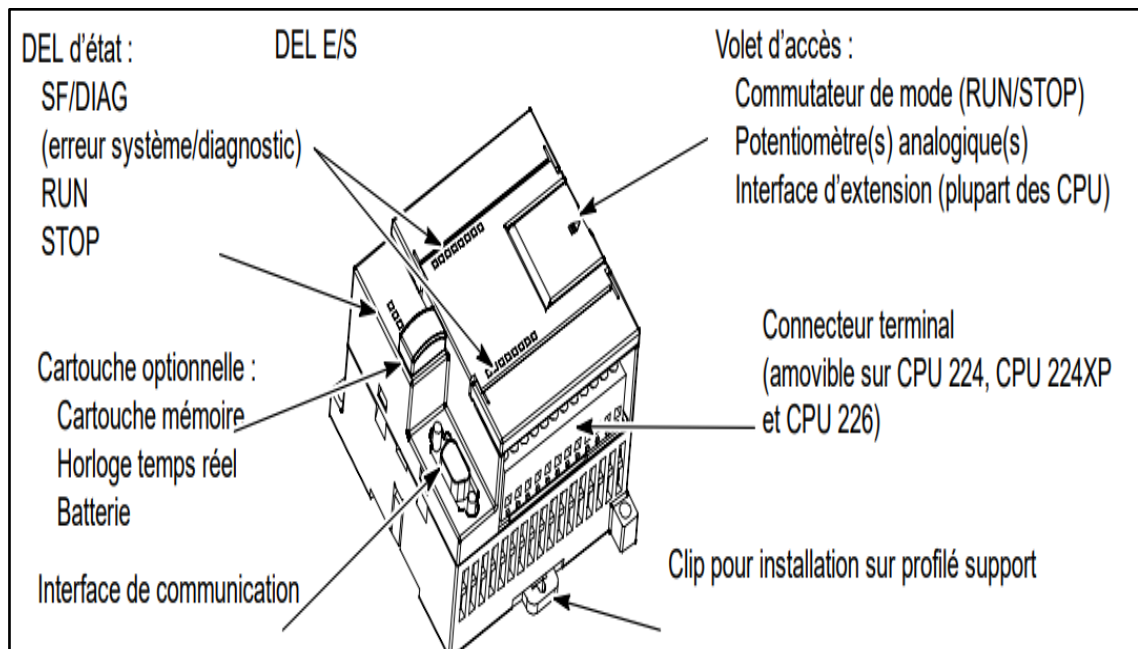
L'API S7-200 est un micro-automate programmable utilisable dans des applications d'automatisation variées. Sa forme compacte, son faible prix et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande de petites applications.



**Figure II.20:** SIMATIC S7-200

### **II.5.1. CPU S7-200**

La CPU S7-200 combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrées, des circuits de sorties fixes dans un boîtier compacte (figure 21). Il existe cependant des CPU comme : CPU222, CPU224, CPU224XP, CPU226, qui comportent une large variété de module d'extension dont on peut se servir pour ajouter des fonctions à la CPU. On trouve des modules d'entrées/sorties logique, analogique et des modules intelligents (en compte 7 modules au maximum pour une CPU S7-200 et qui peut y'avoir jusqu'à 250 entrées- sorties).



**Figure II.21 :** La CPU d'un S7-200

### **II.5.2. Module d'alimentation**

La CPU S7-200 possède une alimentation intégrée, qui permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire pour son fonctionnement à partir d'une alimentation de 85 à 265V en alternatif ou d'une source à courant continu de 24V. Cette alimentation intégrée dérive les tensions 24V, 12V, 5V en continu pour alimenter la CPU, les modules d'extension et tous les équipements consommant les tensions continues précédentes. En règle générale un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate.



### II.5.3. Connexion de la CPU S7-200

Pour connecter la CPU S7-200, il suffit de raccorder l'alimentation à la CPU, puis de connecter le câble de communication USB/PPI multi-maitre entre la console de programmation et l'interface de communication de la CPU.

### II.5.4. Raccordement de l'alimentation à la CPU S7-200

Il existe deux modèles de CPU S7-200 : un modèle qui s'alimente en courant continu et un modèle qui s'alimente directement en courant alternatif. La figure 22 montre le câblage de l'alimentation à une CPU S7-200.

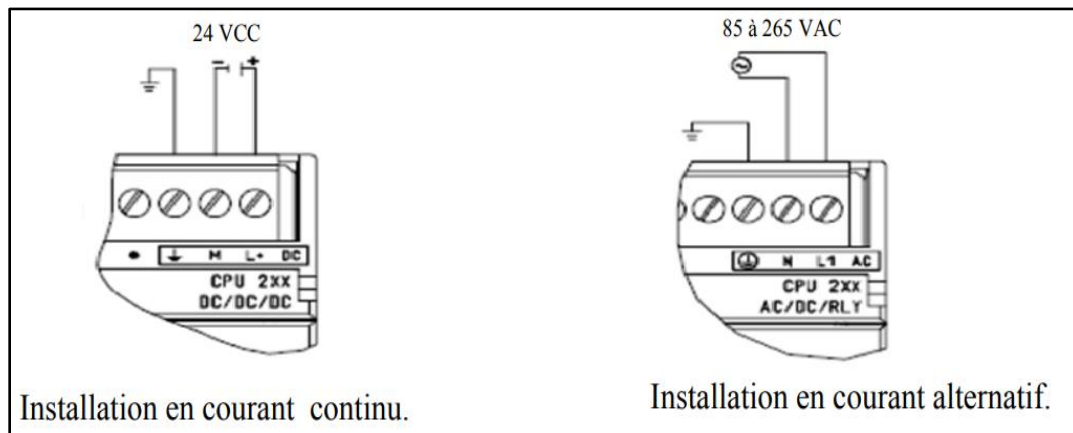


Figure II.22 : Raccordement de l'alimentation à la CPU

### II.5.5. Connexion du câble USB/PPI multi-maitre

La figure 23 montre un câble USB/PPI multi-maitre reliant le S7-200 à la console de programmation.

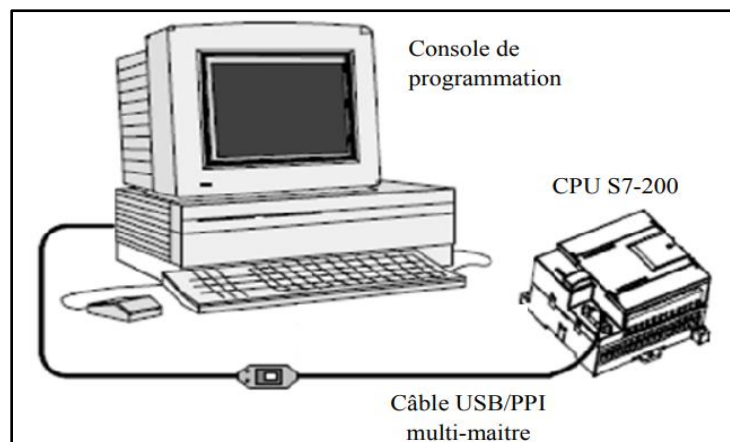
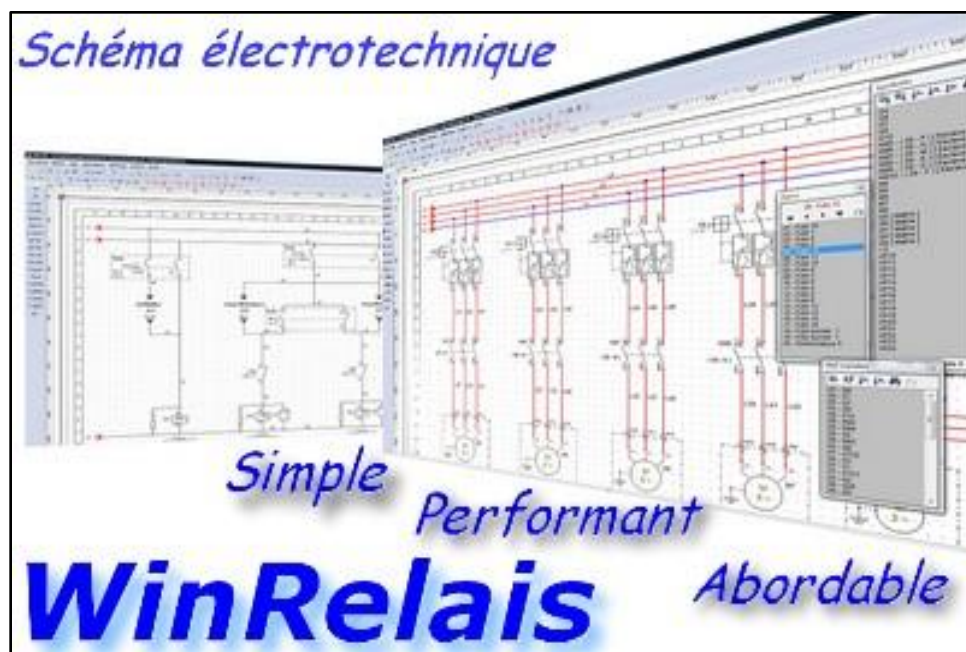


Figure II.23 : Connexion du câble USB/PPI multi-maitre

## **II.6. Le logiciel schéma électrique winRelais**

### **II.6.1. Définition**

WinRelais est un logiciel complet qui vous permettra de créer des schémas électriques, pneumatiques ou hydraulique. Complet, le logiciel offre de nombreuses possibilités de création électriques (schémas unifilaires, multifilaires, architecturaux et développés) ainsi que plusieurs utilitaires comme winSymbole, ViruSymbole, et WinRelaisBase qui vous aideront, par exemple, à créer ou modifier des symboles [29].



**Figure II.24** : Le signe de WinRelais

### **II.6.2. Avantages [30]**

- ✓ Limites : 3000 feuilles, 2 millions de symboles,
- ✓ Gestion des références croisées,
- ✓ Exportation de schémas au format DXF, DWG, PDF, WMF, EMF,
- ✓ Génération automatique ou manuelle de borniers,
- ✓ Génération automatique ou manuelle de programmation de câbles,
- ✓ Exporter des listes de marqueurs et d'étiquettes au format CSV,
- ✓ Numérotation automatique ou manuelle des diagrammes,

- ✓ Entrées de feuille et ports croisés,
- ✓ Plus de 2800 symboles fournis (ISO, NEMA, ...),
- ✓ Mise à jour gratuite des bibliothèques de symboles,
- ✓ Création d'un nouveau symbole inclus,
- ✓ Plans d'installation des armoires électrique.

### **II.6.3. Objectif de logiciel winRelais**

Ce programme est plus qu'un simple programme de dessin électrique. Il a des fonctions avancées pour automatiser certaines tâches. Pour que ces fonctions puissent être exploitées, il est très important de suivre une méthodologie pour réaliser le schéma. Ce programme vous permettra de faire un diagramme simple, mais inclut déjà la plupart des éléments qui constituent un fichier électrique. Il vise à vous faire utiliser autant de travaux que possible [31].

### **II.7. Conclusion**

Ce chapitre présente quelques généralités sur les systèmes automatisés. En premier temps nous avons décrit la structure et l'architecture de base d'un système automatisé, puis nous avons concentré sur les automates programmables et leurs structures internes et externes, en focalisant sur l'automate S7-200, ainsi que la présentation de logiciel de programmation STEP7-MICRO/WIN et logiciel de création de schémas électriques WinRelais.

Dans le chapitre qui suit, nous présenterons l'étude et la commande de notre ascenseur



***CHAPITRE III***

# *Etude et la commande d'un ascenseur*

## **III.1. Introduction**

L'ascenseur est un élément fondamental dans les infrastructures modernes, permettant le déplacement vertical efficace entre les étages. La commande automatisée d'un ascenseur nécessite une intégration parfaite entre les composants mécaniques et électroniques pour garantir un fonctionnement fluide et sécurisé.

Ce chapitre se concentre sur la conception et la mise en œuvre d'un système de commande automatisée d'un ascenseur de quatre étages. Nous allons élaborer les différents aspects de la programmation de l'API, les schémas électriques et le fonctionnement de notre programme.

## **III.2. Élaboration de cahier de charges**

### **III.2.1. Description**

Ce cahier de charges a pour objectif de définir les spécifications techniques et les exigences de sécurité d'un ascenseur desservant un bâtiment de quatre étages. Dans notre étude, nous nous sommes concentrés sur le fonctionnement d'un ascenseur classique, qui repose principalement sur la réception des appels, les commandes, l'ouverture et la fermeture de la porte, la montée et la descente de la cabine, ainsi que la détection de l'excès de poids pour des raisons de sécurité.

### **III.2.2. Fonctionnement de l'ascenseur**

Pour la programmation de notre ascenseur de quatre niveaux nous utilisons un automate programmable industrielle programmé avec le langage ladder, afin d'assurer un déplacement adéquat et propre nous avons besoin de suivre un programme bien défini.

- ✓ La commande pour parcourir entre les étages de l'intérieur et de l'extérieur avec les boutons poussoirs.
- ✓ L'ouverture et la fermeture de la porte ainsi que le déplacement vertical de la cabine se fait par deux moteurs asynchrones à deux sens de rotation.
- ✓ Un capteur de charge pour détecter si le poids est acceptable.

### **III.2.3. Analyse fonctionnelle**

- ✓ Afin que l'ascenseur puisse démarrer, il est nécessaire de respecter les conditions initiales (système alimenté, porte fermée, poids non dépassé).
- ✓ Lorsque cette étape est franchie, l'utilisateur a la possibilité d'appeler l'ascenseur en utilisant des boutons d'appel externes.
- ✓ Lorsque le passager se trouve dans la cabine de l'ascenseur, il y a des boutons poussoirs installés à l'intérieur pour choisir l'étage désiré.
- ✓ Un moteur électrique (M1) à deux sens de rotation (montée et descente) entraîne cette cabine par l'excitation de la bobine KM1 ou KM2. Un capteur de fin de course à chaque niveau détecte la présence de la cabine à un étage, et elle doit s'arrêter lorsqu'elle rencontre le capteur de position à partir de l'étage demandé.
- ✓ Si le déplacement de la cabine est terminé, les portes s'ouvrent automatiquement par le moteur (M2) en excitant la bobine KM3. Sinon, il est possible de les ouvrir manuellement en utilisant des boutons poussoir à l'extérieur en fonction de l'étage où se trouve la cabine.

- ✓ La fermeture à la suite d'une demande ne peut être réalisée que 15 secondes après la fin de l'ouverture par l'activation de la bobine KM4 afin de faciliter la sortie des passagers.
- ✓ La partie inférieure de la cabine est équipée d'un capteur de charge qui permet de surveiller la charge et, si nécessaire, de déclencher l'alarme et allumer un voyant en cas de surcharge.
- ✓ Ensuite, il attendra en maintenant la cabine immobile jusqu'à ce que le poids de celle-ci dépasse le seuil toléré, tout en maintenant la porte ouverte.


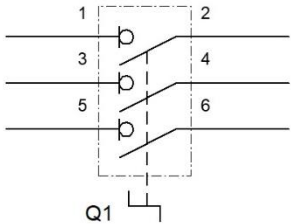
### III.2.4. Caractéristique générale


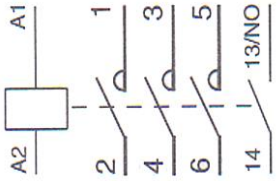

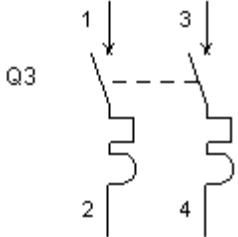

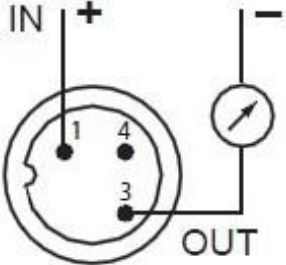

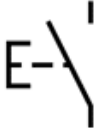
- ✓ Capacité de charge : maximum 500 kg soit 6 personnes.
- ✓ Temps d'Ouverture/Fermeture des Portes : environ 15 secondes.
- ✓ Type de Motorisation : Moteur électrique à courant alternatif (asynchrone).
- ✓ Puissance du Moteur : 7 kW.
- ✓ Système d'Alarme : Signal sonore et visuel en cas d'urgence.
- ✓ Trajectoire : 4 niveaux d'arrêt.
- ✓ Le système de commande : API S7 200 de SIEMENS.

### III.3. Choix de matériel

Nous choisissons le matériel de l'armoire selon la plaque signalétique de notre moteur utilisé.

#### III.3.1. Equipements utilisés

	Nom	Image	Symbole électrique
1	Sectionneur porte fusible		

2	Contacteur		
3	Disjoncteur bipolaire		
4	Capteur transmetteur de charge		
5	Bouton poussoir		



6	Voyant		
7	Capteur mécanique de fin de course		

Tableaux III.1 : Equipements utilisés

➤ **Sectionneur porte fusible [32]**

• **Fonction**

Le sectionneur porte fusible est également muni de fusibles dont leur rôle est de protéger l'équipement électrique contre les courts-circuits. Le sectionneur porte fusibles est cadenassable (à l'aide d'un cadenas) afin de verrouiller la mise en/hors énergie de l'installation.

• **Fusible**

Les cartouches fusibles destinées aux porte-fusible sont des appareils de sécurité qui jouent un rôle de coupe-circuit. Les conducteurs d'électricité permettent le passage du courant électrique jusqu'à une intensité donnée : au-delà de leur limite, ils se fondent.



Figure III.1 : Différents types de fusibles

Le choix d'un sectionneur porte fusibles dépend de :

- ✓ La valeur du courant du circuit de puissance : Courant nominal  $I_n$  absorbé par la charge,
- ✓ Dispositif de contrôle des trois phases : avec ou sans contrôle de la marche en monophasé,
- ✓ Le Nombre de Contacts de pré coupure : nécessaire dans la partie commande,
- ✓ Le Type de raccordement : bornes à ressort ou vis étrier,
- ✓ Le Type de commande et de cadenassage : poignées latérales et frontales.

➤ **Contacteur [33]**

• **Fonction**

La bobine du contacteur (bornes A1-A2), peut-être alimentée en courant alternatif ou en courant continu (24V,48V,110V,230V,400 V). Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent suivant le modèle). Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts (ou fermés).

Pour notre cas, nous utilisons un contacteur inverseur. Ils sont une association de deux contacteurs mécaniquement liés, représenté sur le schéma par un triangle, permet d'empêcher qu'ils commutent simultanément.

- **Constitution**

- ✓ Une Bobine,
- ✓ Un ressort de rappel,
- ✓ De 2 à 4 contacts de puissance ou pôles (unipolaires, bipolaires, tripolaires, tétrapolaires),
- ✓ Un circuit magnétique constitué d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile),
- ✓ Une bague de déphasage qui stabilise les vibrations des bobines alimentées en courant alternatif,
- ✓ Des contacts auxiliaires ouverts (NO) ou fermés (NC).



Figure III.2 : Contacteur inverseur

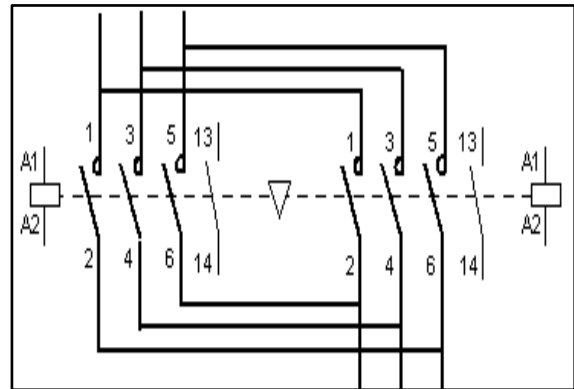


Figure III.3 : Symbolisation électrique

- **Disjoncteur bipolaire**

- **Définition**

Un appareil électromécanique de connexion qui permet de couper le courant en cas de sur intensité, surcharge ou court-circuit, a pour but de protéger l'installation électrique.

- **Fonction**

Le disjoncteur bipolaire est un type de disjoncteur utilisé pour protéger les circuits électriques. Il combine deux mécanismes de déclenchement : un mécanisme magnétique et un mécanisme thermique.

1. **Mécanisme magnétique :**

- Ce mécanisme réagit aux courants de court-circuit importants qui se produisent lors d'une surcharge ou d'un court-circuit.

- Lorsque le courant dépasse un certain seuil prédéfini, l'élément magnétique du disjoncteur se déclenche rapidement.
- Cette action ouvre le circuit et interrompt l'alimentation électrique, protégeant ainsi les conducteurs et les équipements électriques contre les dommages causés par des surintensités dangereuses.

## **2. Mécanisme thermique :**

- Ce mécanisme réagit à une surcharge prolongée du circuit.
- Lorsque le courant électrique dépasse la capacité nominale du disjoncteur pendant une période prolongée, la chaleur générée fait chauffer un élément bimétallique à l'intérieur du disjoncteur.
- Lorsque l'élément bimétallique atteint une température critique, il se déforme et déclenche le mécanisme de déclenchement thermique.
- Cela ouvre le circuit et coupe l'alimentation électrique, empêchant ainsi la surchauffe des conducteurs et la dégradation des équipements électriques.

### ➤ **Bouton poussoir [34]**

- **Définition**

Les boutons poussoirs sont des éléments de dialogue de base sur les pupitres traditionnels. Leur couleur permet de distinguer leur fonction : mise en marche, mise à l'arrêt, mise en ou hors énergie, consigne, etc.

- **Fonction**

Il en existe de deux types, les boutons poussoirs normalement ouverts (à fermeture) et les boutons poussoirs normalement fermés (à ouverture).

Lorsqu'on appuie sur le bouton, les contacts **NC** s'ouvrent et les contacts **NO** se ferment. Lorsqu'on relâche le bouton, les contacts reviennent à leur position repos.

### ➤ **Capteur transmetteur de charge**

- **Fonction**

C'est un dispositif qui converti le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande. Le couple capteur transmetteur réalise la relation linéaire entre la grandeur mesurée et son signal de sortie.

- **Configuration**

Pour ajuster le capteur afin de mesurer le poids dans les valeurs limitées, il faut d'abord configurer le module d'extension 231 en activant l'interrupteur 1 et la désactivation de numéro 3 (voir l'annexe 1).

- **Capteur mécanique de fin de course [35]**

C'est un capteur de contact (ouvert ou fermé) identique à un interrupteur. Il est souvent utilisé pour connaître la position d'une porte (ouverte ou fermé), d'un ascenseur (étage)....

- **Fonction**

Un capteur de fin de course est un bouton poussoir actionné par un mouvement mécanique. La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet.

Ce capteur peut prendre alors deux états (aussi appelés états logiques) :

- Enfoncé (en logique positive l'interrupteur est fermé).
- Relâché (en logique positive l'interrupteur est ouvert).

- **Constitution**

- Une tête de commande avec son dispositif d'attaque (1).
- Un corps (2).
- Un contact électrique (3).

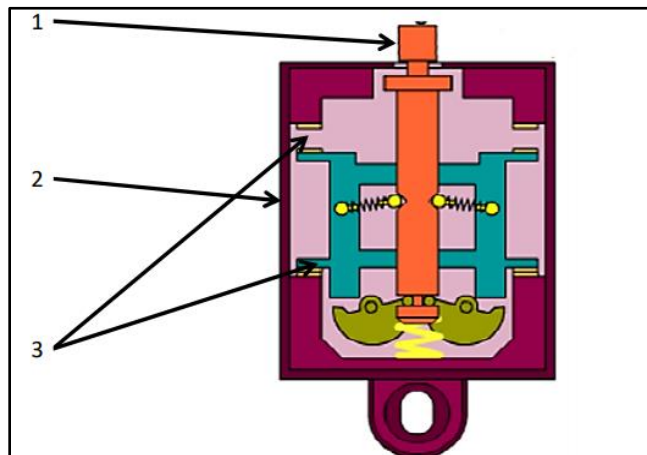


Figure III.4 : Capteur de fin course

### III.3.2. Automate programmable utilisé

Une fois que nous avons établi le cahier des charges de notre installation, nous avons examiné le nombre d'entrées (comme les capteurs, les interrupteurs, les boutons

poussoir...etc.) et le nombre de sorties (comme les actionneurs tels que les moteurs, ainsi que leurs caractéristiques numériques). Il est essentiel de choisir une API performante qui intègre davantage de modules d'entrées/sorties, que ce soit analogiques ou logiques. De plus, nous avons choisi le CPU 226 de l'API S7-200 avec le module d'extension EM 231 qui réponds à nos exigences (voir annexe 2).



**Figure III.5 :** SIMATIC S7-200 CPU 266 AC/DC/RELAIS



**Figure III.6 :** Module extension 231

### III.4. Etude électrique

Nous utilisons le logiciel WINRelais pour effectuer l'étude électrique, ce qui nous permettra de créer les modèles électriques.

#### III.4.1. Composition de l'armoire de commande

C'est une section dans laquelle nous avons rassemblé divers éléments qui contribuent à la constitution d'un système électrique.

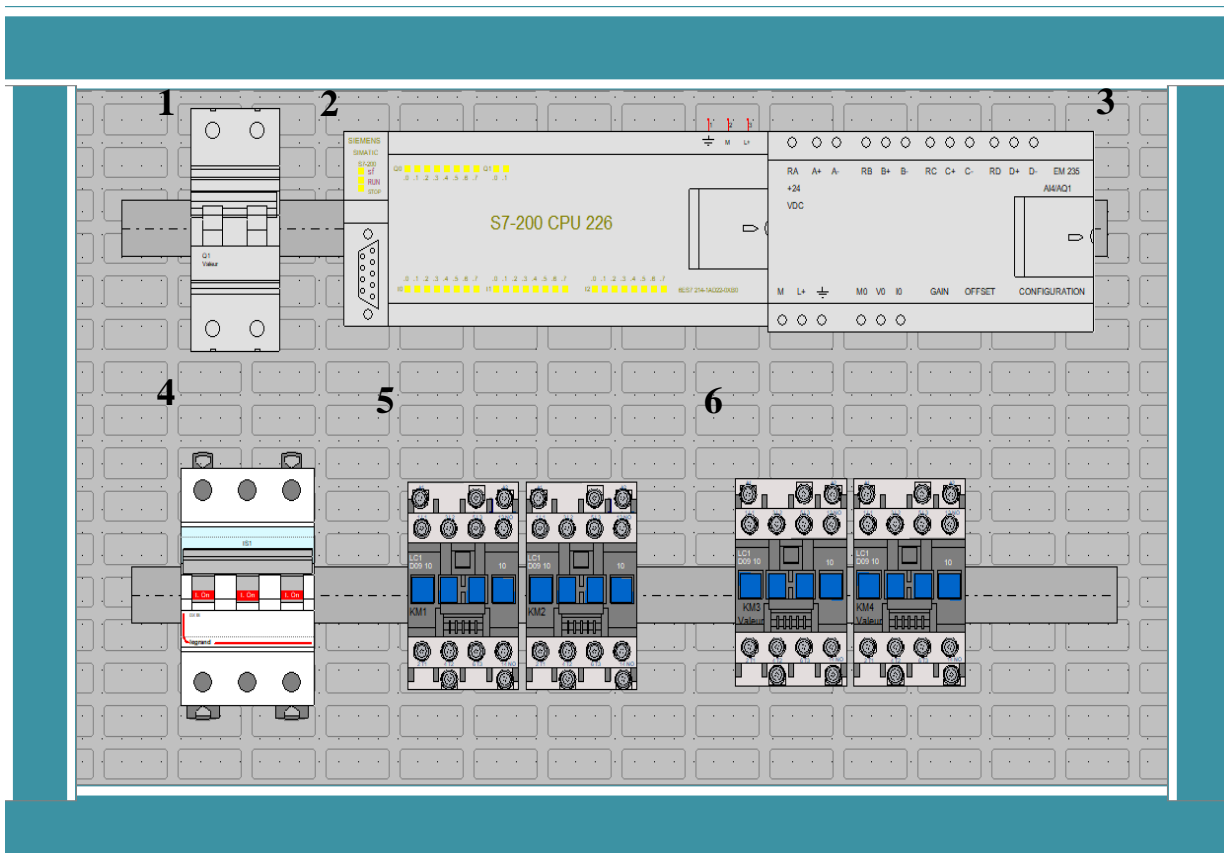


Figure III.7 : Armoire électrique

Les éléments constituant l'armoire sont définis comme suit :

1. Disjoncteur bipolaire.
2. CPU 226 de l'automate s7 200.
3. Module d'extension EM 231.
4. Sectionneur triphasé.
5. Contacteur inverseur de moteur M1.
6. Contacteur inverseur de moteur M2.

### III.4.2. Schéma de puissance et schéma de commande

Les figures ci-dessous représentent le schéma de puissance et le schéma de commande

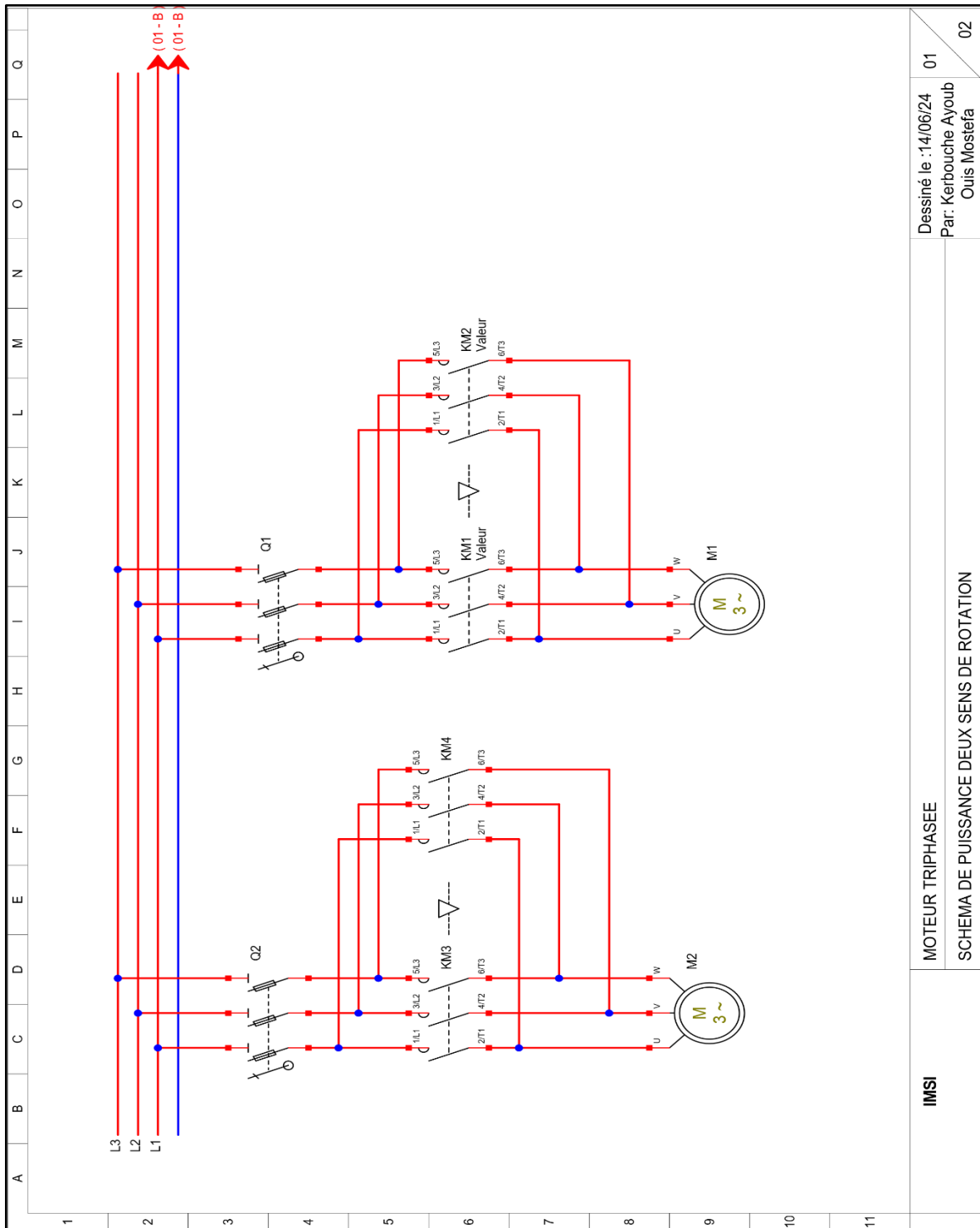


Figure III.8 : Schéma de puissance



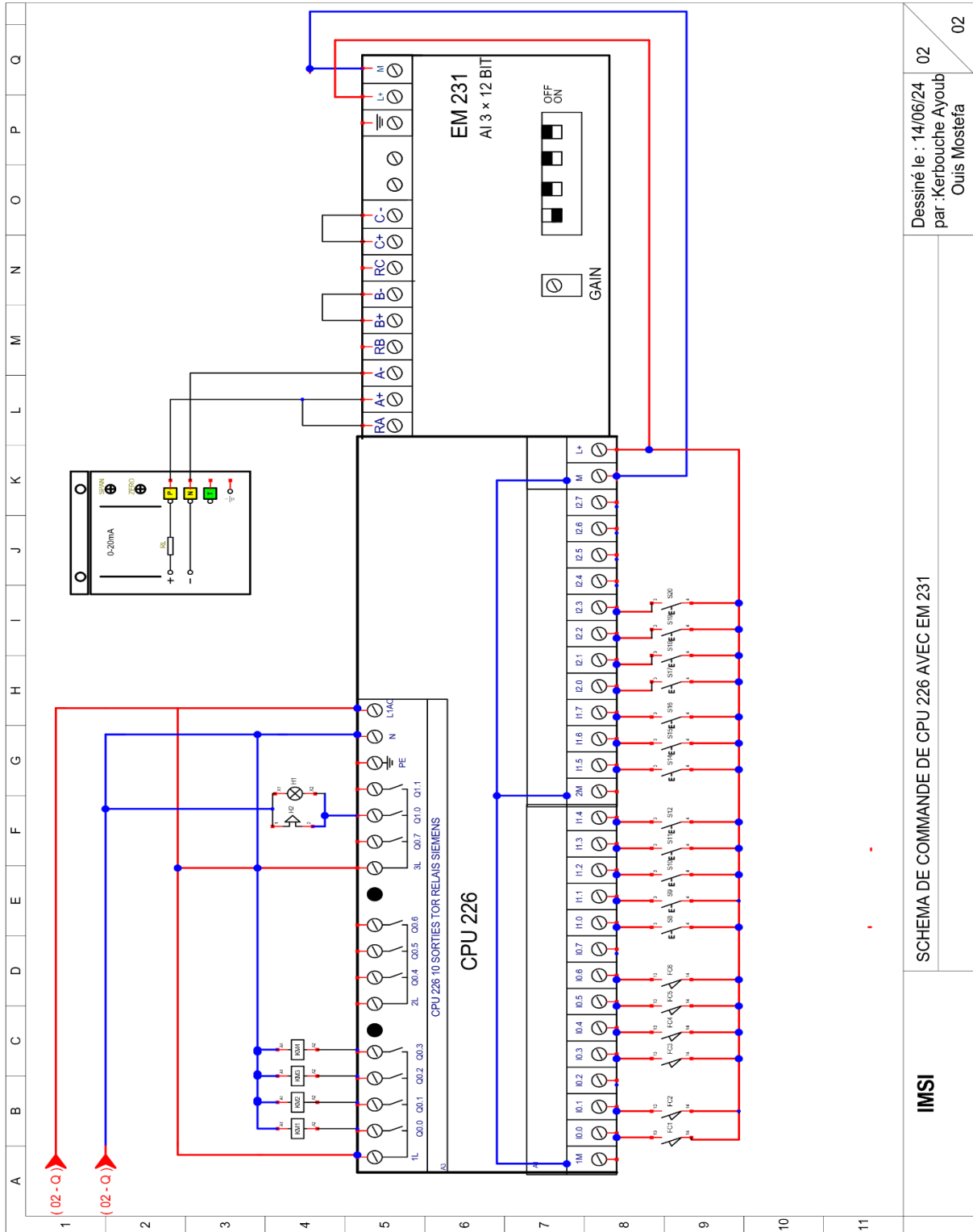


Figure III.9 : Schéma de commande

<b>IMSI</b>	SCHEMA DE COMMANDE DE CPU 226 AVEC EM 231	
	Dessiné le : 14/06/24	02
	par :Kerbouche Ayoub	02
	Ouis Mostefa	02

### III.5. Programme de l'ascenseur avec ladder

#### III.5.1. Affectation des entrées et des sorties

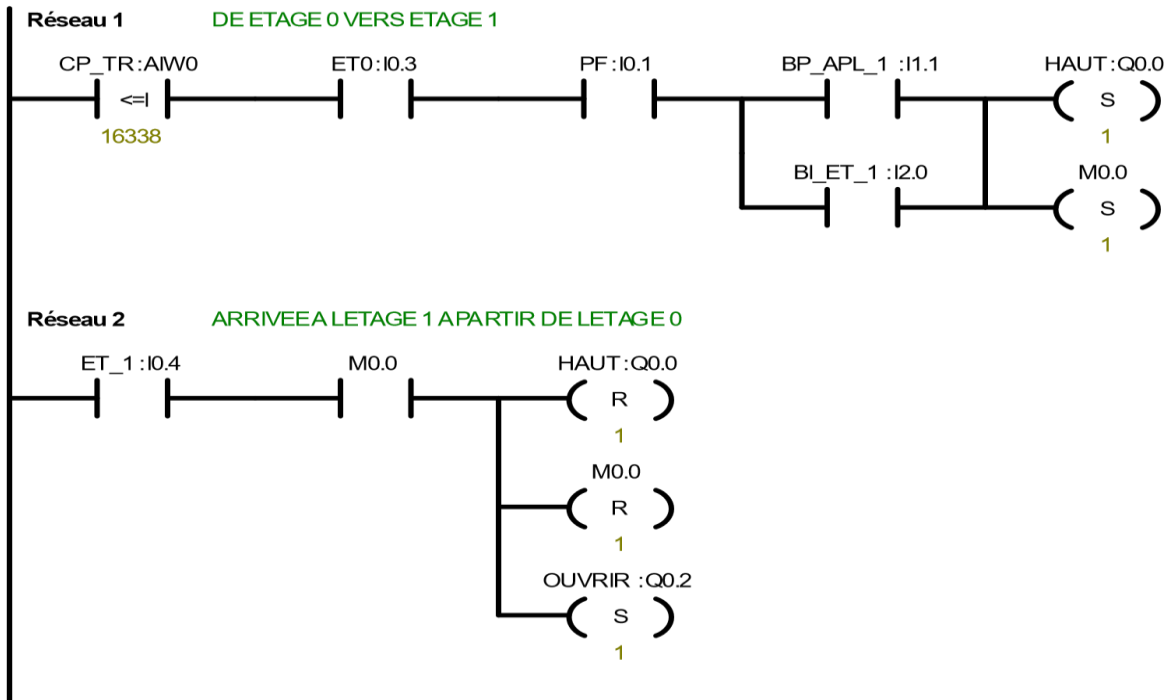
Action	Mnémonique	Entrées/sorties
Demande extérieure pour étage 0	BP_APL_0	I1.0
Demande extérieure pour étage 1	BP_APL_1	I1.1
Demande extérieure pour étage 2	BP_APL_2	I1.2
Demande extérieure pour étage 3	BP_APL_3	I1.3
Demande intérieure pour étage 0	BI_ET_0	I2.3
Demande intérieure pour étage 1	BI_ET_1	I2.0
Demande intérieure pour étage 2	BI_ET_2	I2.1
Demande intérieure pour étage 3	BI_ET_3	I2.2
Bouton pour ouvrir la porte de l'étage 0	BP_OP0	I1.4
Bouton pour ouvrir la porte de l'étage 1	BP_OP1	I1.5
Bouton pour ouvrir la porte de l'étage 2	BP_OP2	I1.6
Bouton pour ouvrir la porte de l'étage 3	BP_OP3	I1.7
Détection et l'arrêt sur l'étage 0	ET0	I0.3
Détection et l'arrêt sur l'étage 1	ET_1	I0.4

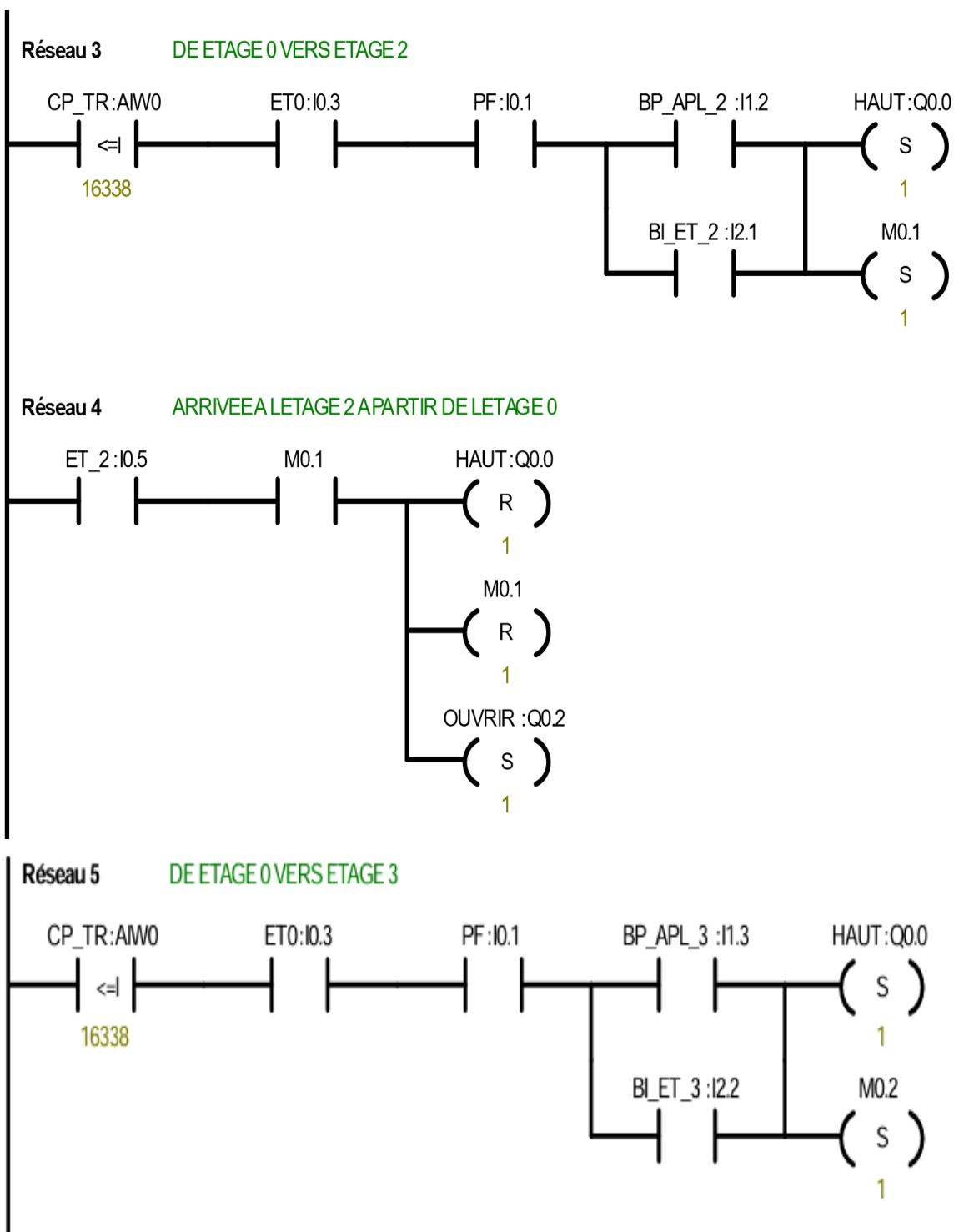
Détection et l'arrêt sur l'étage 2	ET_2	I0.5
Détection et l'arrêt sur l'étage 3	ET_3	I0.6
Monter de le cabine	Haut	Q0.0
Descendre de la cabine	Bas	Q0.1
Ouverture de la porte	Ouvrir	Q0.2
Fermeture de la porte	Fermer	Q0.3
Signal voyant et alarme	Alarme	Q1.0

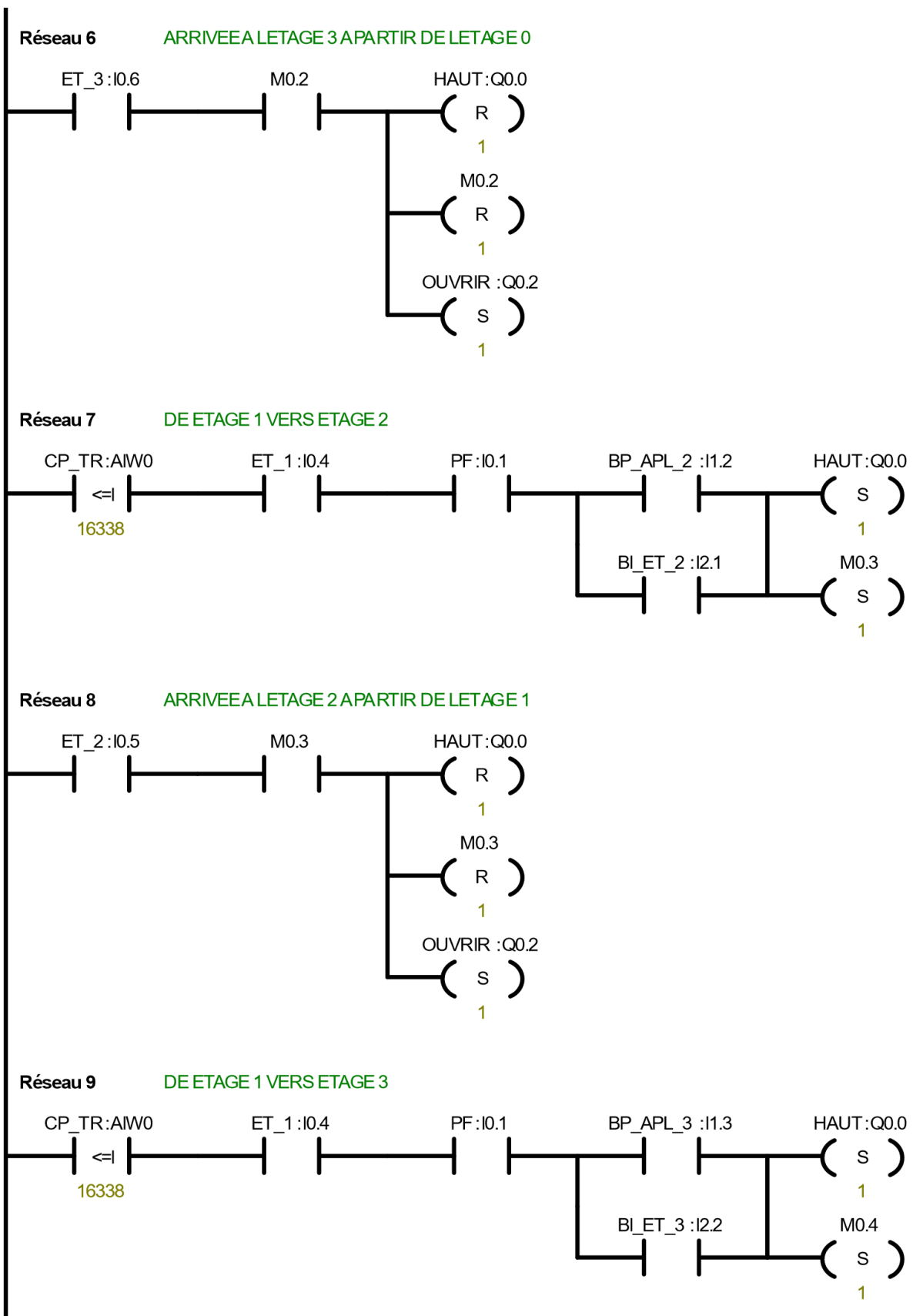
Tableau III.2 : Designation des mnémoniques

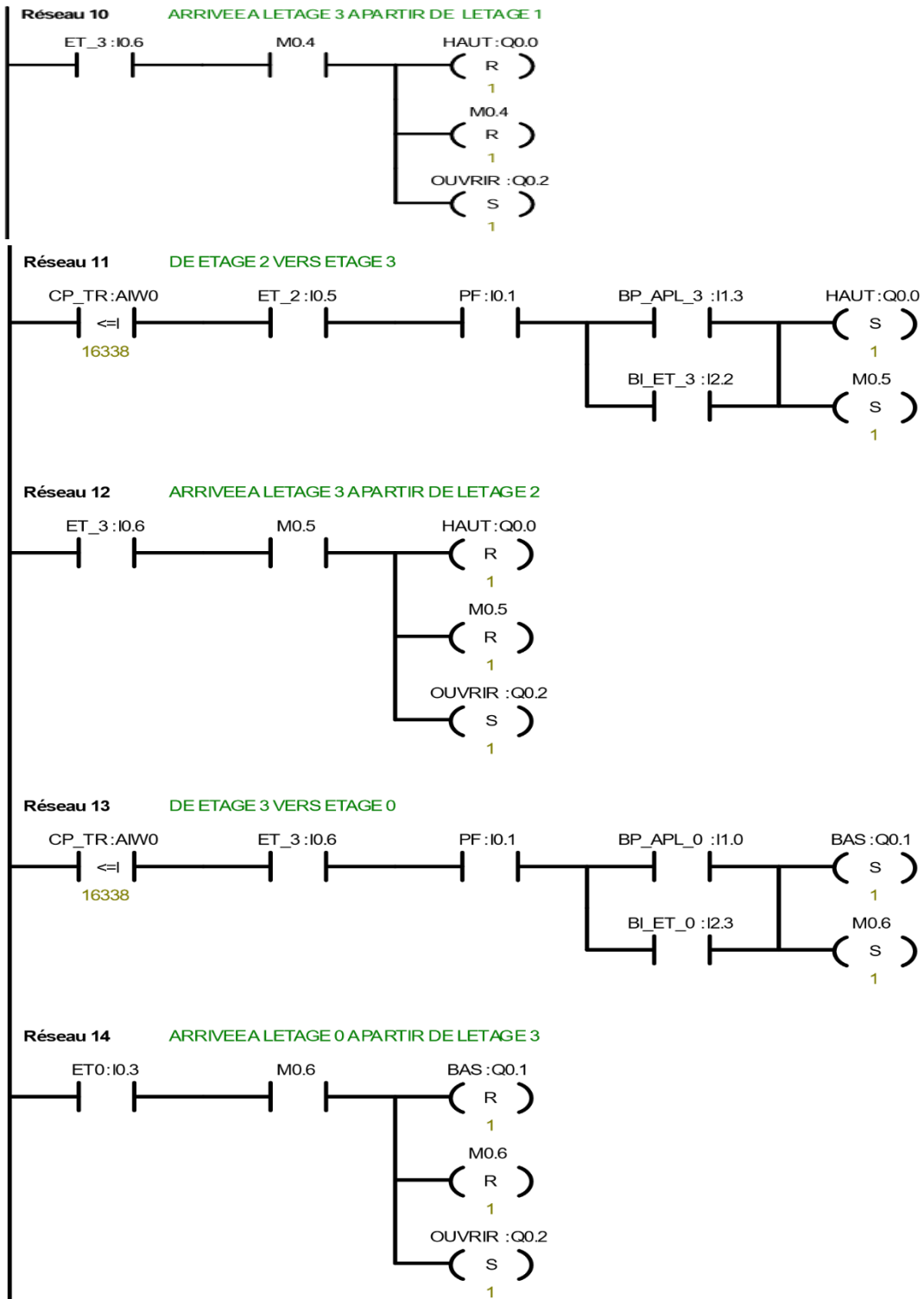
### III.5.2. Programmation de système

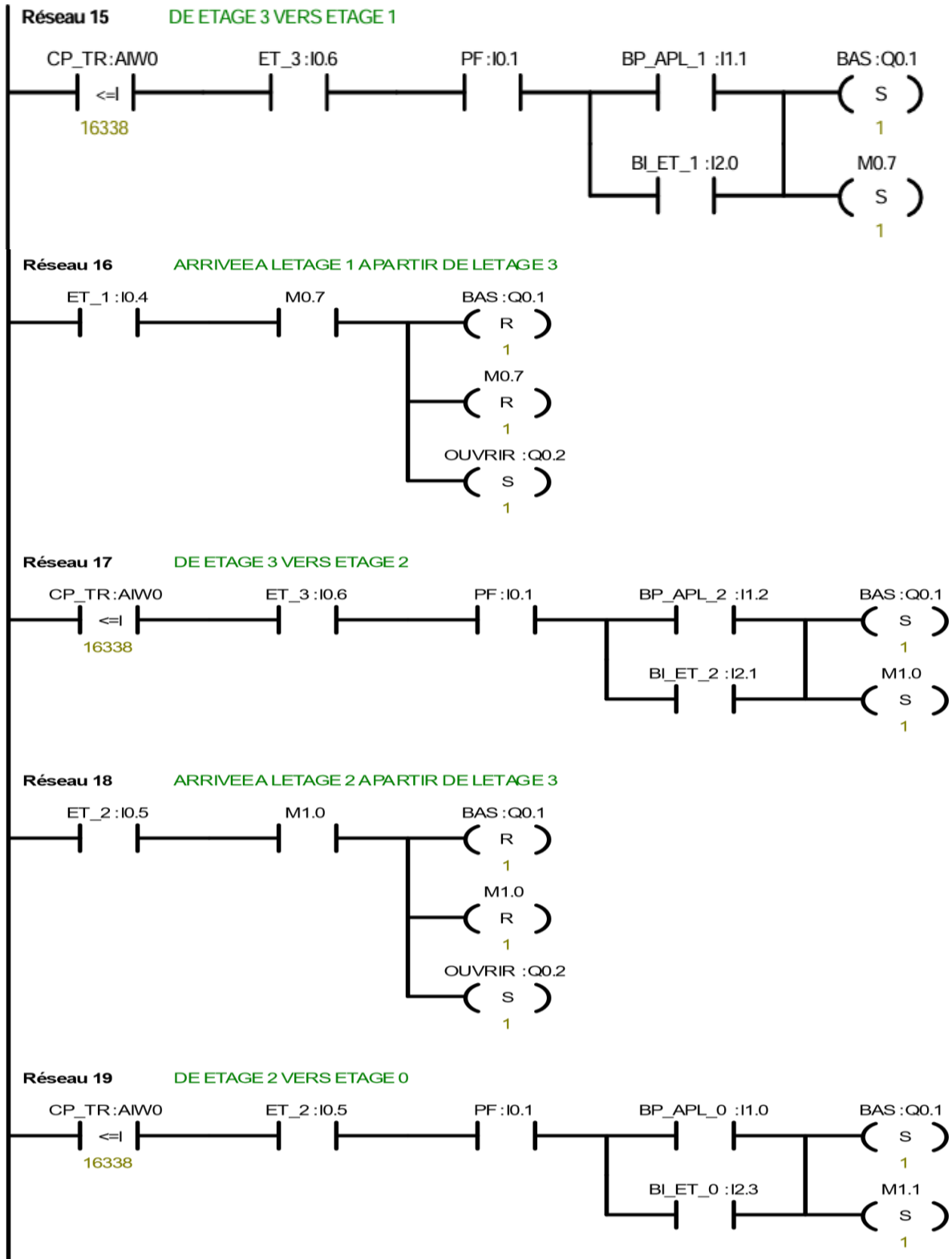
- ✓ Les réseaux suivants représentent la commande de la cabine de l'extérieur et l'intérieur pour la montée et la descente, ainsi que l'ouverture de la porte.

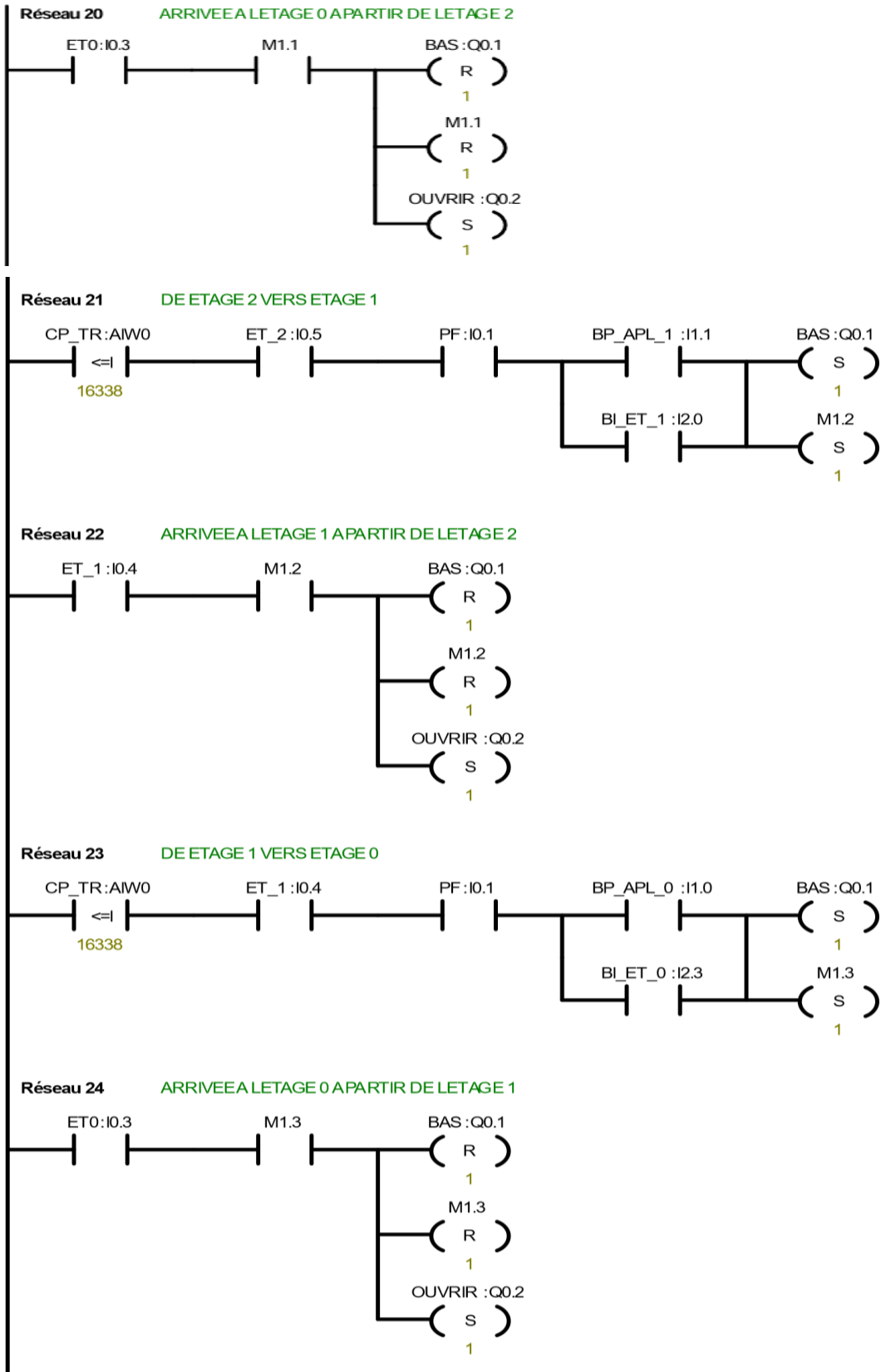






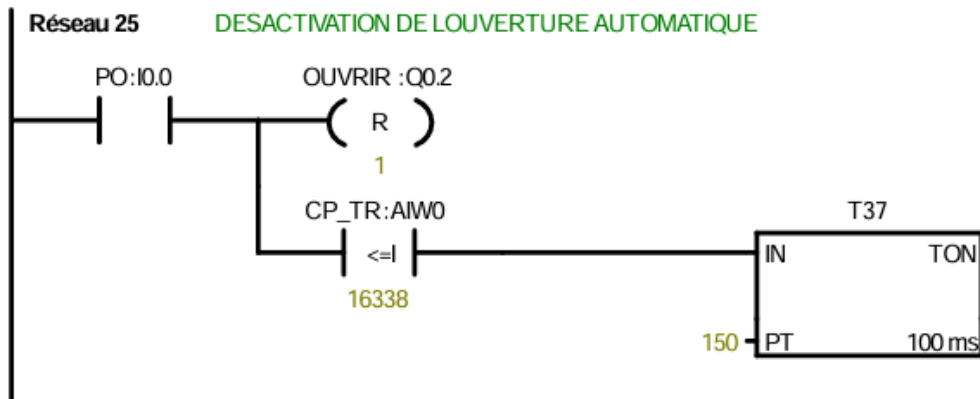




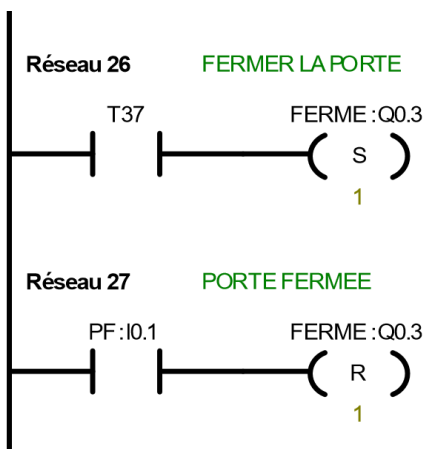




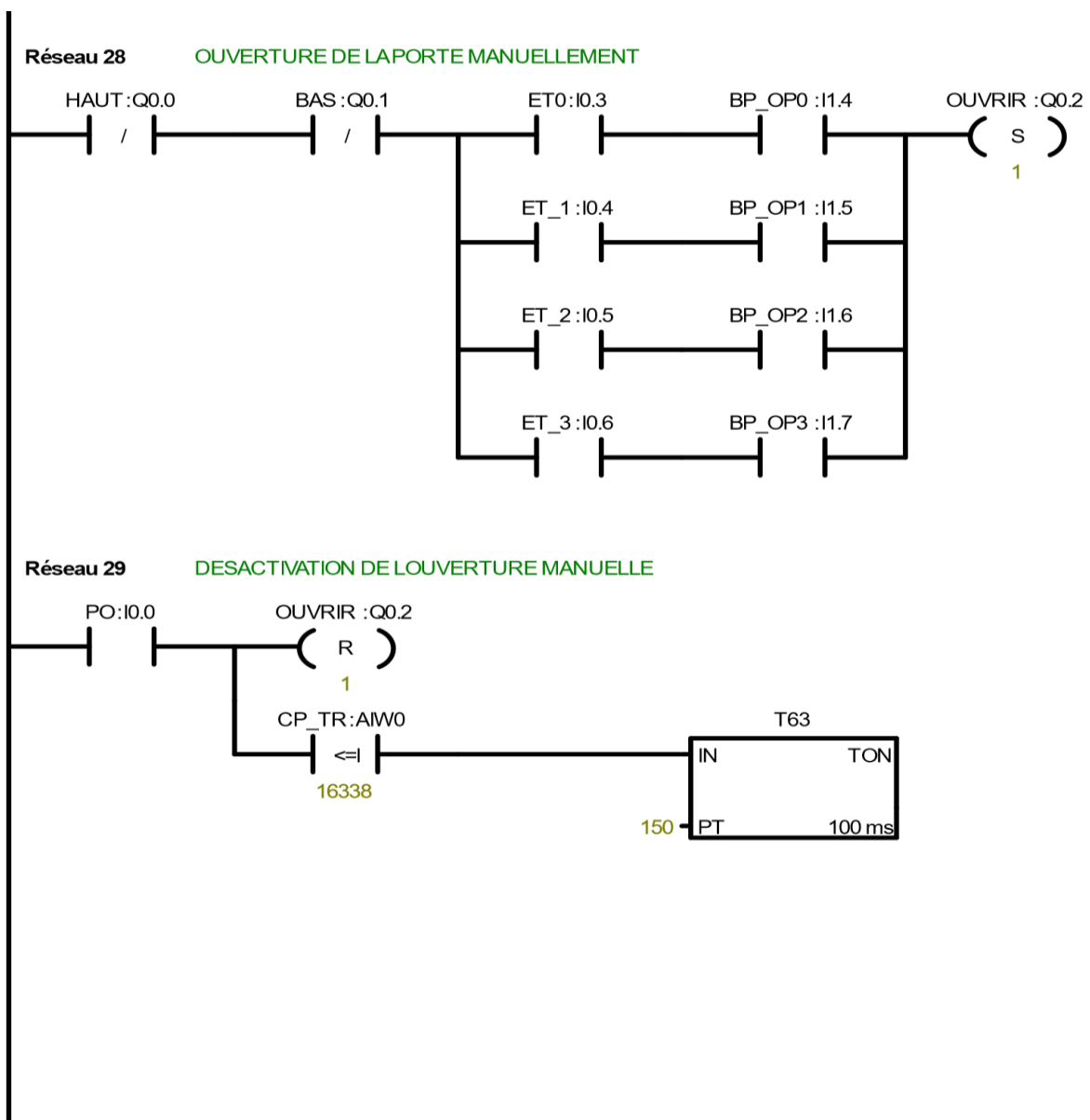
- ✓ La condition de fin de l'ouverture et la temporisation avant la fermeture sont définies dans ce réseau.



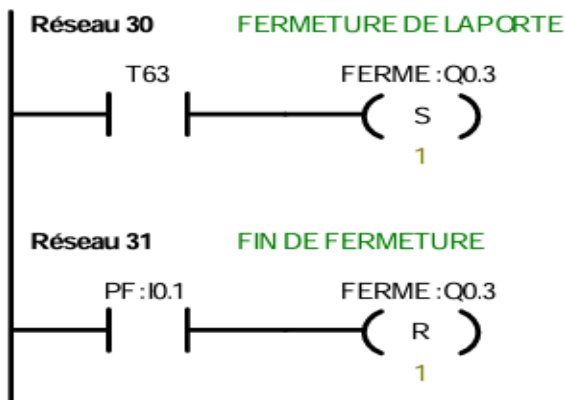
- ✓ Après un délai de 15s, la porte commence à fermer.



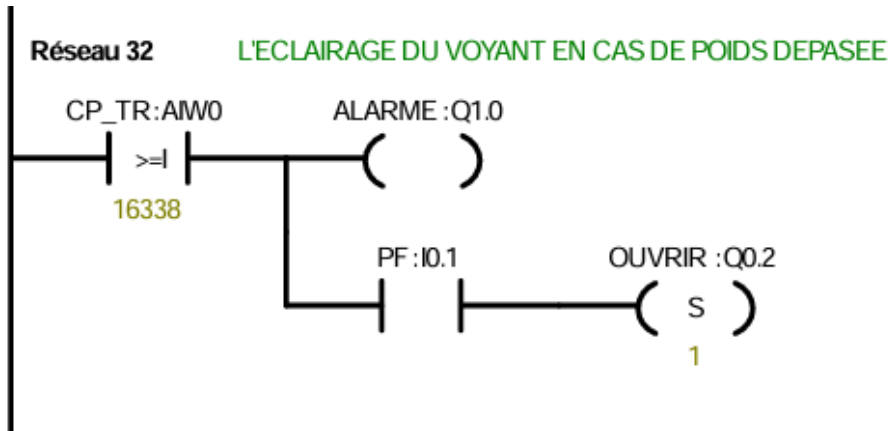
- ✓ Lorsque l'utilisateur se trouve au même étage que la cabine, il peut l'accéder en utilisant l'un des boutons d'ouverture manuelle.



✓ Ce réseau exprime la porte se referme lors de l'ouverture manuelle.



- ✓ Le déclenchement de l'alarme et la signalisation d'urgence en cas de surcharge de poids limité.



### III.6. Simulation de système

Nous utilisons deux programmes associés avec MICRO/WIN pour faire la simulation et la visualisation de l'état de système qui sont S7 200 SIMULATOR et PC SIMU.

- a) **S7 200 SIMULATOR** : est un outil logiciel conçu pour simuler le fonctionnement des automates programmables de la série SIMATIC S7-200 de Siemens. Cet outil permet aux ingénieurs et aux techniciens de développer, tester et déboguer des programmes sans avoir besoin de matériel physique.

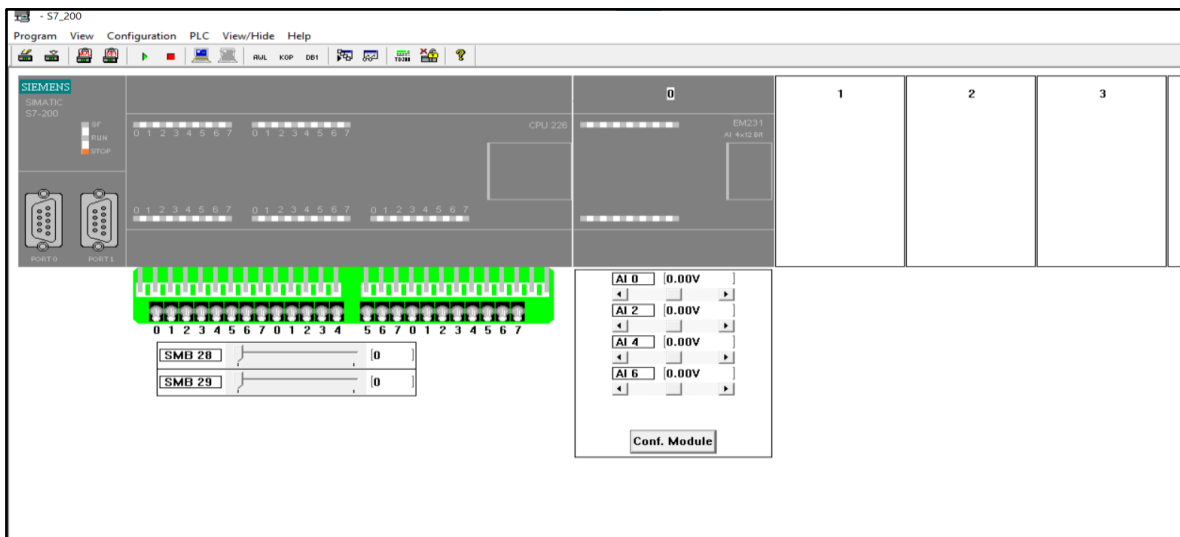


Figure III. 10 : Vue de programme S7 200

b) **PC SIMU** : est une application qui permet de simuler et visualiser le fonctionnement d'un automate programmable directement sur un ordinateur personnel. Il émule le comportement d'un PLC de manière réaliste.

Pour effectuer la simulation, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- ✓ Exporter le programme réaliser par MICRO/WIN.
- ✓ Une fois votre programme est exporté, cliquez sur le bouton de téléchargement pour transférer le programme dans le simulateur.
- ✓ Dans le simulateur, démarrez l'exécution du programme.
- ✓ Lancer le logiciel PC SIMU et le connecter avec S7 200 SIMULATOR.
- ✓ Ajouter tous les équipements nécessaires, dans notre cas un ascenseur, des boutons poussoirs un potentiomètre (représente le capteur de charge), une alarme et une signalisation.
- ✓ Lancer la simulation et observer l'état du programme en effectuant les ajustements requis.

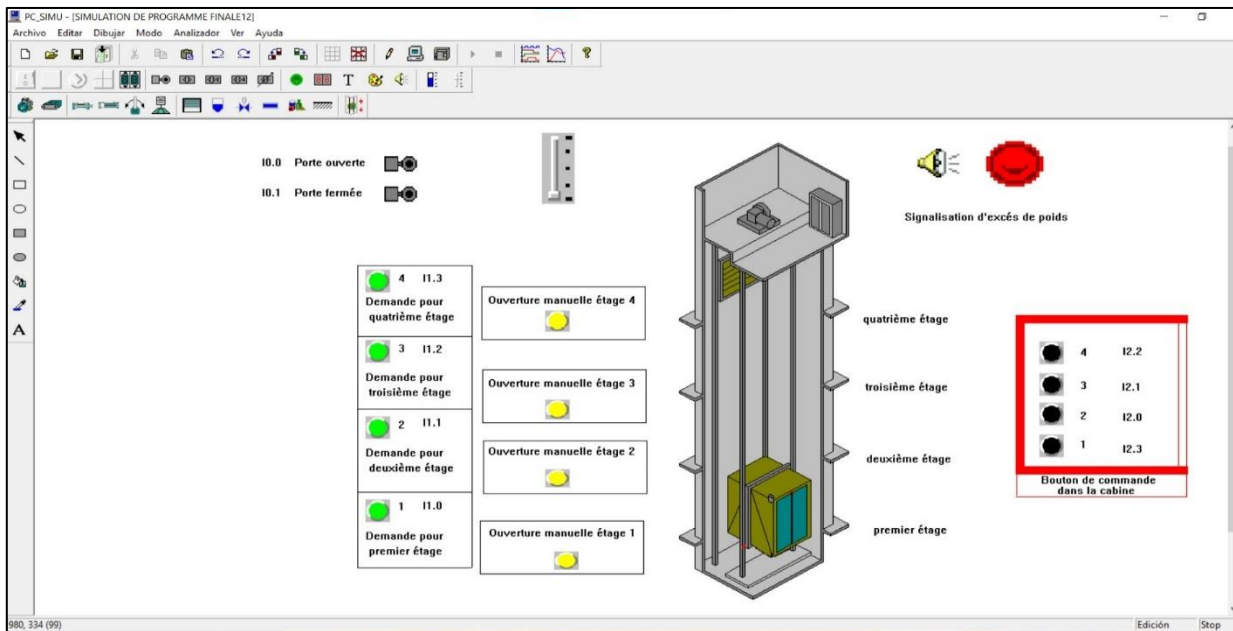


Figure III.11 : Visualisation de système dans PC SIMU

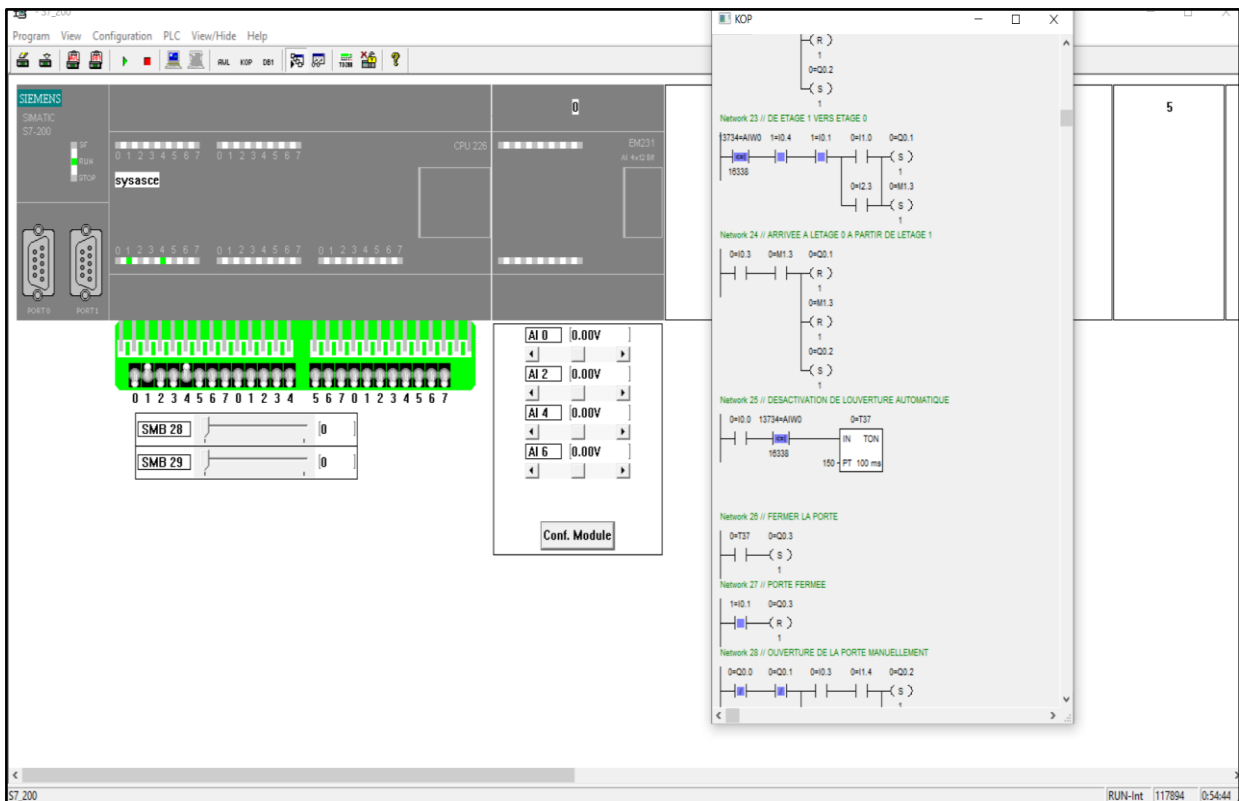


Figure III.12 : Simulation de l'état de système dans S7 200

### III.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu atteindre de manipuler le fonctionnement de l'ascenseur et à réaliser un programme avec le logiciel de programmation Step 7 MICRO/WIN en utilisant le langage ladder selon un cahier de charge réel bien étudié qui respecte les normes internationales, puis nous avons fait des tests de simulation et de visualisation de notre système avec les deux logiciels S7 200 Simulator et PC SIMU.

Cette automatisation devrait permettre des tests, mais le manque des matériels présente l'inconvénient majeur pour la réalisation pratique de cette application.

## **CONCLUSION GENERALE**

Le travail entrepris dans ce mémoire s'articule principalement autour de la commande d'un ascenseur à quatre étages grâce à un système automatisé qui est contrôlé par un automate programmable industriel (API).

L'ascenseur est un mécanisme de levage classé dans les catégories de transport intermittent. Il est utilisé pour transporter des personnes et des matériaux. Dans ce cadre, cette étude nous a permis d'analyser la conception de ces ascenseurs et d'avoir un aperçu de certaines des inventions technologiques utilisées dans ce domaine et du fonctionnement des systèmes automatisés.

De plus, la mise en œuvre du programme de commande conduit à une parfaite connaissance du système à commander. Pour cela, nous avons introduit des généralités sur les ascenseurs en nous focalisant sur l'ascenseur à traction par câble. En effet, nous avons étudié ce système de manière globale dans le but de déterminer sa description, ses caractéristiques techniques et son principe de fonctionnement. Ensuite, nous avons cité quelques informations générales sur les systèmes automatisés, leurs architectures et structure de base, ce qui nous a permis de voir leurs rôles principaux dans la compétitivité des produits manufacturés et leur importance dans le domaine industriel. Puis, nous avons choisi le langage graphique LADDER, donnant quelques notions de base, avec l'utilisation du logiciel de programmation STEP7-MICRO/WIN auquel on programme notre API.

Compte tenu de l'importance de cette étude pour l'automatisation des ascenseurs, le manque de moyens ne nous a pas permis d'appliquer le modèle graphique à un modèle qui s'adapte au fonctionnement de notre système, et donc une tentative de validation des résultats trouvés sur un banc d'essai réel serait grandement améliorée cette étude à l'avenir. Donc, nos réflexions et nos études conduisent à présenter quelques perspectives à ce travail vers :

- ✓ Amélioration du nombre d'étages en utilisant des API plus récentes telles que S7 1200.
- ✓ Effectuer la translation de la cabine en utilisant un variateur de vitesse.

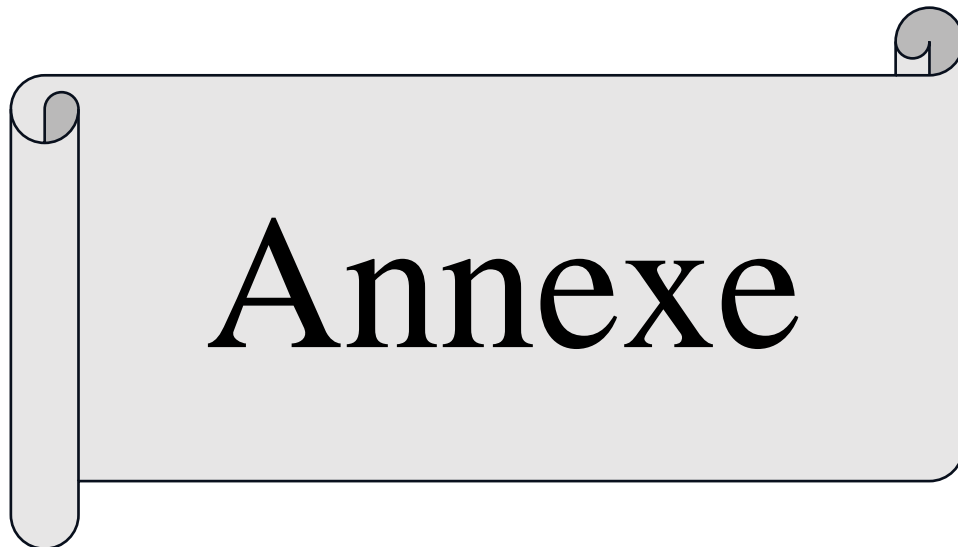
## Bibliographies et sites

- [1] M. Marquis, « *L'histoire de l'ascenseur* », 2012.  
[http://michel.marquis7.free.fr/ressources/4eme/documents/monte\\_charge/S1/histoire\\_ascenseur.pdf](http://michel.marquis7.free.fr/ressources/4eme/documents/monte_charge/S1/histoire_ascenseur.pdf)
- [2] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ascenseur>
- [3] GRAND-DUCHE inspection de travail et des mines, LUXEMBOURG, Strassen 2007.  
<https://itm.public.lu/dam-assets/fr/securite-sante/conditions-types/itm-cl-1-100/ITM-CL-91-2.pdf>
- [4] GuideRenovation.2019.  
<https://guiderenovation.fr/categories-ascenseurs-specificites/>
- [5] AFEM, Ascenseur, Automatisation.  
<https://www.afem.com/services/ascenseur-3/>
- [6] Dr. A. HERIZI, cours, Chapitre 5 « Application en électrotechnique ». [Automatismes industriels \(univ-msila.dz\)](http://Automatismes_industriels(univ-msila.dz))
- [7] **Site web réalisé par : THUAULT Klervi, en Janvier 2015.**  
<https://klervithuault.wixsite.com/tpe-ascenseurs/le-bloc-parachute>
- [8] Stady.lib.fr. [connaissance ascenseur \(studylibfr.com\)](http://connaissance_ascenseur(studylibfr.com)).
- [9] L. Boualam, N. Hachiche « *Conception et réalisation d'une carte de commande d'une maquette d'ascenseur à base d'une carte Arduino Méga 2560* ». Projet de fin d'études en automatique, Université Mouloud Mammeri, de Tizi-Ouzou, 2023.
- [10] M. Mbow, I. Diocou « *Étude de la commande d'un ascenseur* », Projet de fin d'étude, Centre National de qualification professionnelle, S ÉNÉGAL, 2019-2020.
- [11] Energie plus. <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/systemes-de->

- [12] motorisation/  
Dunod, « Automatique industrielle en 20 fiches » Paris, 2007  
[https://www.dunod.com/sites/default/files/atoms/files/Feuilletage\\_3165.pdf](https://www.dunod.com/sites/default/files/atoms/files/Feuilletage_3165.pdf)
- [13] BAC PRO MSPC « *Les systèmes automatisés* ».  
<https://bpmei-prades.com/cours/les-systemes-automatisees/lessons/structure-generale-dun-systeme-automatise-de-production/>
- [14] L. BERGOUGNOUX « *Automates Programmables Industriels* », POLYTECH' Marseille,2004-2005.  
<https://www.technologiepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>
- [15] M. SALMANI, Sciences et technologies électriques, MAROC.  
<https://www.alloschool.com/assets/documents/course-51/grafcet-cours-1.pdf>.
- [16] Automates Programmables Industriels Pour Geaa Pdf,2012.
- [17] Schneider Electric « Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro »,1999.
- [18] A. GONZAGA « *Les automates programmables industriels* »,7/11/2004.
- [19] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel).
- [20] M. El Hammoumi. « *Les automates programmables industriels* »,Polycopié de Cours, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- [21] UAMB Faculté de Technologie Dpt. Génie électrique M2 AI/ELM
- [22] Les automates programmables industriels, ([automatindustriel.blogspot.com](http://automatindustriel.blogspot.com))
- [23] H. Abdelghafour, cours, « *Automate programmable* », Université de Msila génie électrique.
- [24] <https://www.alloschool.com/element/46684>



- [25] <https://www.automation-sense.com/pages/les-langages-de-programmations.html>
- [26] N. BELLA, GRAFCET, 2019.  
[https://www.academia.edu/41391597/Automatisme\\_GRAFCET](https://www.academia.edu/41391597/Automatisme_GRAFCET)
- [27] SIMATIC « *Mise en route STEP7* » Édition 03 /2006  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/511/18652511/att\\_53989/v1/S7gsv54\\_f.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/511/18652511/att_53989/v1/S7gsv54_f.pdf)
- [28] SIEMENS SIMATIC.Manuel système Automate programmable S7-200, Edition 08/2008, Numéro de référence 6ES 7298-8FA24-8CHO  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/582/1109582/att\\_22064/v1/s7200\\_system\\_manual\\_fr-FR.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/582/1109582/att_22064/v1/s7200_system_manual_fr-FR.pdf)
- [29] [WinRelais, TOUCHARGER.2016](#)
- [30] Cognisco Technologies, [WinRelay, CAO de schémas électriques.](#)
- [31] M Baret Jean Michel – Formateur AFPA de Bègles Validation : Eynard Pascal / Auteur WinRelai,2008.
- [32] Fiche sectionneur PF  
<https://bit.ly/3Vtf5NF>
- [33] ABC Clim notions électriques  
<https://bit.ly/3V7N90l>
- [34] Les composants d'un départ moteur le bouton poussoir
- [35] Cours de capteur de fin de course académie Lyon



# Annexe 1

## Les datasheets de matériels utilisés

### 1. Le module d'extension EM 231

#### A.33 Expansion Module EM231 Analog Input AI 3 x 12 Bits

Order Number: 6ES7 231-0HC00-0XA0

General Features		Input Points (continued)	
Physical size (L x W x D)	90 x 80 x 62 mm (3.54 x 3.15 x 2.44 in)	Analog-to-digital conversion time	< 250 $\mu$ s
Weight	0.2 kg (0.4 lbs.)	Analog step response	1.5 ms to 95%
Power dissipation	2 W	Common mode rejection	40 dB, DC to 60 Hz
Points <sup>1</sup>	3 Analog inputs	Common mode voltage	Signal voltage plus common mode voltage, less than or equal to 12 V
Standards compliance	UL 508 CSA C22.2 142 FM Class I, Division 2 VDE 0160 compliant CE compliant	Data word format <sup>2</sup>	Unipolar, full-scale range 0 to 32000
Input Points		Current Requirements	
Input type	Differential	5 VDC logic current	70 mA from base unit
Input impedance	$\geq 10 \text{ M}\Omega$	External power supply	60 mA from base unit or external power supply (24 VDC nominal, Class 2 or DC sensor supply)
Input filter attenuation	-3 db @ 3.1 kHz		
Maximum input voltage	30 V	Indicator LED, EXTF	
Maximum input current	32 mA	Power Supply Fault	Low voltage, on external 24 VDC
Resolution	12 bit A/D converter		
Isolation	Non-isolated		

<sup>1</sup> The CPU reserves 4 analog input points for this module.

<sup>2</sup> Data Word increments in 8 count steps, left justified values. See Figure A-35.

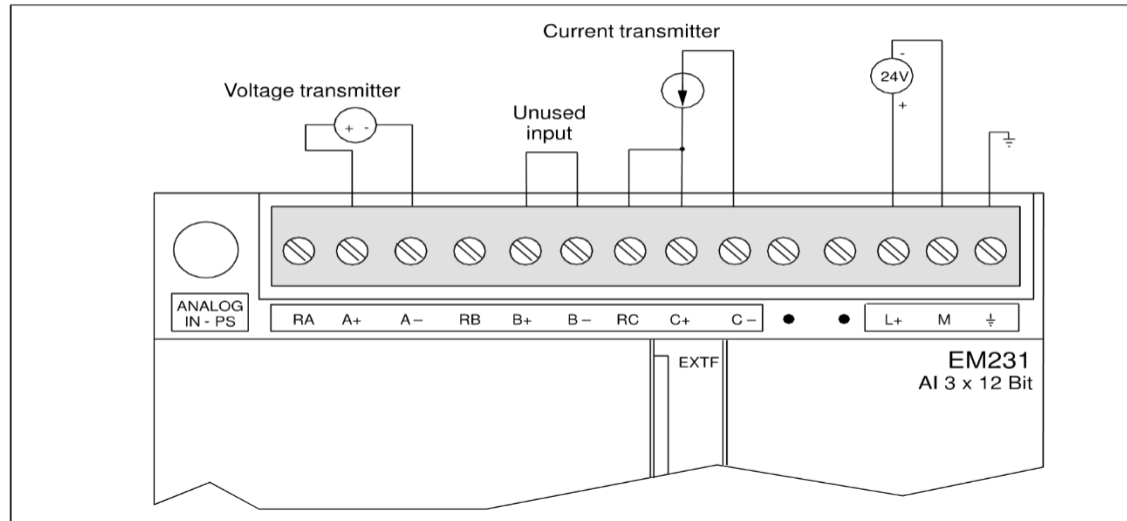


Figure A-33 Connector Terminal Identification for Expansion Module EM231 Analog Input AI 3 x 12 Bits

### Calibration and Configuration Location

The calibration potentiometer and configuration DIP switches are accessed through the ventilation slots of the module, as shown in Figure A-34.

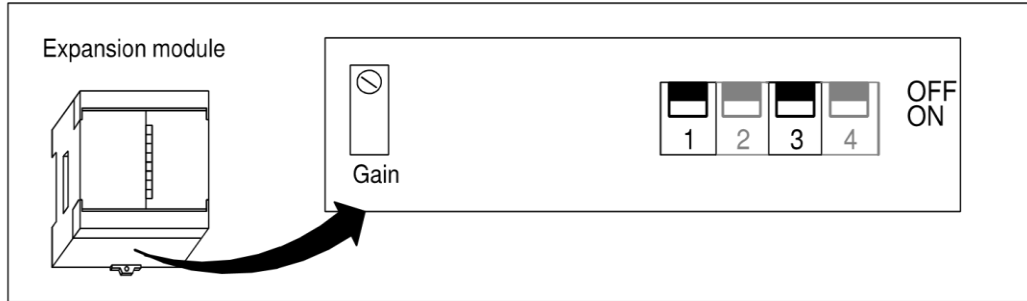


Figure A-34 Calibration Potentiometer and Configuration DIP Switches

### Configuration

Table A-2 shows how to configure the module using the configuration DIP switches. Switches 1 and 3 select the analog input range. All inputs are set to the same analog input range.

Table A-2 Configuration Switch Table for EM231 Analog Input

Configuration switch		Full-Scale input	Résolution
1	3		
ON	OFF	0 to 5 V	1.25 mV
ON	OFF	0 to 20 mA <sup>1</sup>	5 $\mu$ A
OFF	ON	0 to 10 V	2.5 mV

### Input Calibration

The module calibration is used to correct the gain error at full scale. Offset error is not compensated. The calibration affects all three input channels, and there may be a difference in the readings between channels after calibration.

To calibrate the module accurately, you must use a program designed to average the values read from the module. Use the Analog Input Filtering wizard provided in STEP 7-Micro/WIN to create this program (see Section 5.3). Use 64 or more samples to calculate the average value.

To calibrate the input, use the following steps.

1. Turn off the power to the module. Select the desired input range.
2. Turn on the power to the CPU and module. Allow the module to stabilize for 15 minutes.
3. Using a transmitter, a voltage source, or a current source, apply a zero value signal to one of the input terminals.
4. Read the value reported to the CPU by the appropriate input channel. The reading with a zero value input indicates the magnitude of the offset error. This error cannot be corrected by calibration.
5. Connect a full-scale value signal to one of the input terminals. Read the value reported to the CPU.
6. Adjust the GAIN potentiometer until the reading is 32,000, or the desired digital data value.

### Data Word Format

Figure A-35 shows where the 12-bit data value is placed within the analog input word of the CPU.

A variance in repeatability of only  $\pm 0.45\%$  of full scale can give a variance of  $\pm 144$  counts in the value read from the analog input.

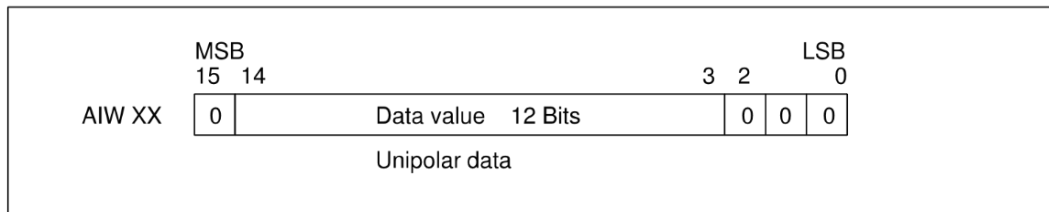


Figure A-35 Data Word Format

#### Note

The 12 bits of the analog-to-digital converter (ADC) readings are left-justified in the data word format. The MSB is the sign bit: zero indicates a positive data word value. The three trailing zeros cause the data word to change by a count of eight for each one count change in the ADC value.

### Input Block Diagram

Figure A-36 shows the EM231 input block diagram.

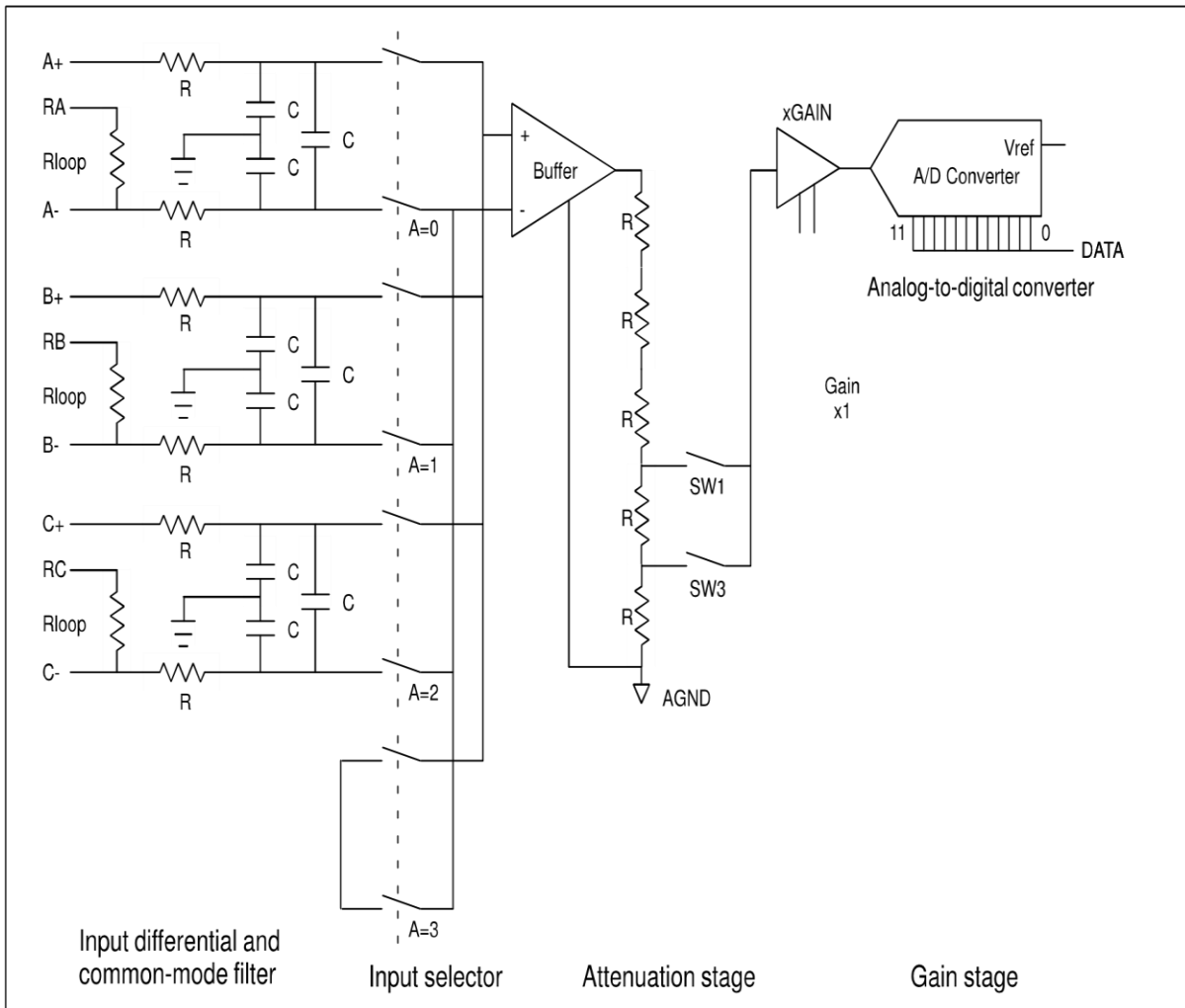


Figure A-36 EM231 Input Block Diagram

### Installation Guidelines for EM231

Use the following guidelines to ensure accuracy and repeatability:

- Ensure that the 24-VDC Sensor Supply is free of noise and is stable.
- Calibrate the module.
- Use the shortest possible sensor wires.
- Use shielded twisted pair wiring for sensor wires.
- Terminate the shield at the sensor location only.
- Short the inputs for any unused channels, as shown in Figure A-33.
- Avoid bending the wires into sharp angles.
- Use wireways for wire routing.
- Ensure that input signals are floating or referenced to the external 24V common of the analog module.

### Understanding and Using the Analog Input Module: Accuracy and Repeatability

The EM231 analog input module is a low-cost, high-speed 12 bit analog input module. The module is capable of converting an analog input to its corresponding digital value in 171  $\mu$ sec for the CPU 212 and 139  $\mu$ sec for all other S7-200 CPUs. Conversion of the analog signal input is performed each time the analog point is accessed by your program. These times must be added to the basic execution time of the instruction used to access the analog input.

The EM231 provides an unprocessed digital value (no linearization or filtering) that corresponds to the analog voltage or current presented at the module's input terminals. Since the module is a high-speed module, it can follow rapid changes in the analog input signal (including internal and external noise). Reading-to-reading variations caused by noise for a constant or slowly changing analog input signal can be minimized by averaging a number of readings. As the number of readings used in computing the average value increases, a correspondingly slower response time to changes in the input signal can be observed.

You can use the STEP 7-Micro/WIN Analog Input Filtering wizard (see Section 5.3) to add an averaging routine to your program. Remember that an average value computed from a large number of samples stabilizes the reading while slowing down its response to changes in the input signal. For slowly changing analog input signals, a sample size of 64 or greater is recommended for the averaging routine.

The specifications for repeatability describe the reading-to-reading variations of the module for an input signal that is not changing. The repeatability specification defines the limits within which 99% of the readings will fall. The mean accuracy specification describes the average value of the error (the difference between the average value of individual readings and the exact value of the actual analog input signal). The repeatability is described in the Figure A-37 by the bell curve. This figure shows the 99% repeatability limits, the mean or average value of the individual readings, and the mean accuracy in a graphical form. Table A-3 gives the repeatability specifications and the mean accuracy as they relate to each of the configurable ranges.

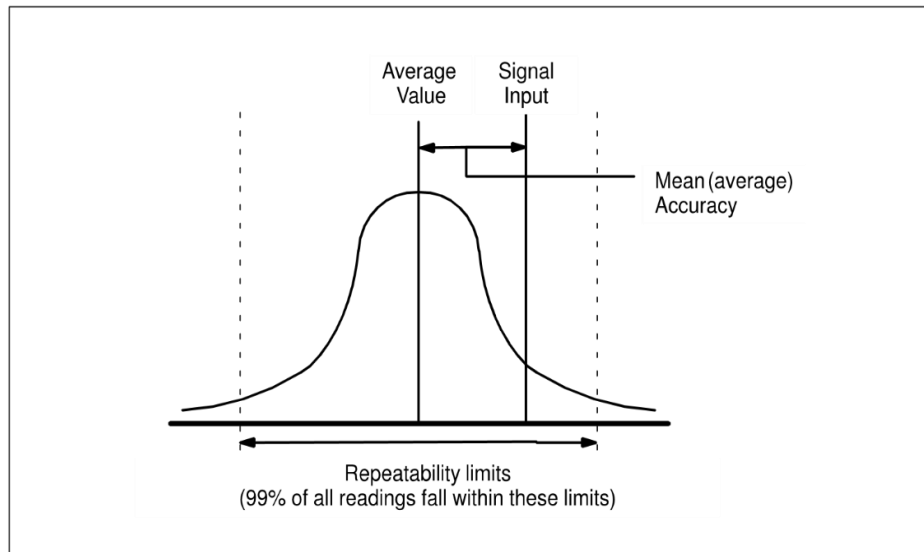


Figure A-37 Accuracy Definitions

Table A-3 Specifications for DC and AC Powered S7-200 CPUs

Full Scale Input Range	Repeatability <sup>1</sup>		Mean (average) Accuracy <sup>1, 2, 3, 4</sup>	
	% of Full Scale	Counts	% of Full Scale	Counts
<b>Specifications for DC Powered S7-200 CPUs</b>				
0 to 5 V	± 0.075%	± 24	± 0.1%	± 32
0 to 20 mA				
0 to 10 V				
<b>Specifications for AC Powered S7-200 CPUs</b>				
0 to 5 V	± 0.15%	± 48	± 0.1%	± 64
0 to 20 mA				
0 to 10 V				

- <sup>1</sup> Measurements made after the selected input range has been calibrated.
- <sup>2</sup> The offset error in the signal near zero analog input is not corrected, and is not included in the accuracy specifications.
- <sup>3</sup> There is a channel-to-channel carryover conversion error, due to the finite settling time of the analog multiplexer. The maximum carryover error is 0.1% of the difference between channels.
- <sup>4</sup> Mean accuracy includes effects of non-linearity and drift from 0 to 55 degrees C.



## Annexe 2

### Data Sheet

### SIMATIC S7-200

### CPU 226 DC/DC/DC and CPU 226 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 226 DC/DC/DC 6ES7 216-2AD21-0XB0	CPU 226 AC/DC/Relay 6ES7 216-2BD21-0XB0
<b>Physical Size</b>		
Dimensions (W x H x D)	196 mm x 80 mm x 62 mm	196 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	550 g	660 g
Power loss (dissipation)	11 W	17 W
<b>CPU Features</b>		
On-board digital inputs	24 inputs	24 inputs
On-board digital outputs	16 outputs	16 outputs
High speed counters (32 bit value)		
Total	6 High-speed counters	6 High-speed counters
Single phase counters	6, each at 20 kHz clock rate	6, each at 20 kHz clock rate
Two phase counters	4, each at 20 kHz clock rate	4, each at 20 kHz clock rate
Pulse outputs	2 at 20 kHz pulse rate	2 at 20 kHz pulse rate
Analog adjustments	2 with 8 bit resolution	2 with 8 bit resolution
Timed interrupts	2 with 1 ms resolution	2 with 1 ms resolution
Edge interrupts	4 edge up and/or 4 edge down	4 edge up and/or 4 edge down
Selectable input filter times	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms
Pulse Catch	14 pulse catch inputs	14 pulse catch inputs
Time of Day Clock (clock accuracy)	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month 0° C to 55° C	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month at 0° C to 55° C
Program size (stored permanently)	4096 words	4096 words
Data block size (stored permanently):	2560 words	2560 words
Stored permanently	2560 words	2560 words
Backed by super capacitor or battery	2560 words	2560 words
Number of expansion I/O modules	7 modules	7 modules
Maximum digital I/O	256 points	256 points
Maximum analog I/O	32 inputs and 32 outputs	32 inputs and 32 outputs
Internal memory bits	256 bits	256 bits
Stored permanently on power down	112 bits	112 bits
Backed by super capacitor or battery	256 bits	256 bits
Timers total	256 timers	256 timers
Backed by super capacitor or battery	64 timers	64 timers
1 ms	4 timers	4 timers
10 ms	16 timers	16 timers
100 ms	236 timers	236 timers
Counters total	256 counters	256 counters
Backed by super capacitor or battery	256 counters	256 counters
Boolean execution speed	0.37 µs per instruction	0.37 µs per instruction
Move Word execution speed	34 µs per instruction	34 µs per instruction
Timer/Counter execution speed	50 µs to 64 µs per instruction	50 µs to 64 µs per instruction
Single precision math execution speed	46 µs per instruction	46 µs per instruction
Real math execution speed	100 µs to 400 µs per instruction	100 µs to 400 µs per instruction
Super capacitor data retention time	190 hours, typical, 120 hours minimum at 40° C	190 hours, typical, 120 hours minimum at 40° C

Table 1 Specifications for CPU 226 DC/DC/DC and CPU 226 AC/DC/Relay (continued)

Description Order Number	CPU 226 DC/DC/DC 6ES7 216-2AD21-0XB0	CPU 226 AC/DC/Relay 6ES7 216-2BD21-0XB0
<b>On-board Communication</b>		
Number of ports	2 ports	2 ports
Electrical interface	RS-485	RS-485
Isolation (external signal to logic circuit)	Not isolated	Not isolated
PPI/MPI baud rates	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud
Freeport baud rates	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud
Maximum cable length per segment up to 38.4 kbaud 187.5 kbaud	1200 m 1000 m	1200 m 1000 m
Maximum number of stations Per segment Per network	32 stations 126 stations	32 stations 126 stations
Maximum number of masters	32 masters	32 masters
PPI master mode (NETR/NETW)	Yes	Yes
MPI connections	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP
<b>Cartridge Options</b>		
Memory cartridge (permanent storage)	Program, Data, and Configuration	Program, Data, and Configuration
Battery cartridge (data retention time)	200 days, typical	200 days, typical
<b>Power Supply</b>		
Line voltage-permissible range	20.4 to 28.8 VDC	85 to 264 VAC 47 to 63 Hz
Input current CPU only/max load	150/1050 mA	40/160 mA at 240 VAC 80/320 mA at 120 VAC
In rush current (maximum)	10 A at 28.8 VDC	20 A at 264 VAC
Isolation (input power to logic)	Not isolated	1500 VAC
Hold up time (from loss of input power)	10 ms at 24 VDC	80 ms at 240 VAC, 20 ms at 120 VAC
Internal fuse, not user-replaceable	3 A, 250 V, Slow Blow	2 A, 250 V, Slow Blow
<b>+5 Power for Expansion I/O (max)</b>	1000 mA	1000 mA
<b>24 VDC Sensor Power Output</b>		
Voltage range	15.4 to 28.8 VDC	20.4 to 28.8 VDC
Maximum current	400 mA	400 mA
Ripple noise	Same as input line	Less than 1 V peak-to-peak (maximum)
Current limit	1.5 A Approx.	1.5 A Approx.
Isolation (sensor power to logic circuit)	Not isolated	Not isolated

Description Order Number	CPU 226 DC/DC/DC 6ES7 216-2AD21-0XB0	CPU 226 AC/DC/Relay 6ES7 216-2BD21-0XB0
<b>Input Features</b>		
Number of integrated inputs	24 inputs	24 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1)	Sink/Source (IEC Type 1)
<b>Input Voltage</b>		
Maximum continuous permissible	30 VDC	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum	5 VDC at 1 mA, maximum

Annexe

<b>Isolation (Field Side to Logic Circuit)</b>		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	13 points and 11 points	13 points and 11 points
<b>Input Delay Times</b>		
Filtered inputs and interrupt inputs	0.2 to 12.8 ms, user-selectable	0.2 to 12.8 ms, user-selectable
HSC clock input rate		
Single Phase		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	20 kHz	20 kHz
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	30 kHz	30 kHz
Quadrature		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	10 kHz	10 kHz
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	20 kHz	20 kHz
<b>Connection of 2 Wire Proximity Sensor (Bero)</b>		
Permissible leakage current	1 mA, maximum	1 mA, maximum
<b>Cable Length</b>		
Unshielded (not HSC)	300 m	300 m
Shielded	500 m	50 m
HSC inputs, shielded	50 m	50 m
<b>Number of Inputs ON Simultaneously</b>		
40 ° C	24	24
55 ° C	24	24

Description Order Number	CPU 226 DC/DC/DC 6ES7 216-2AD21- 0XB0	CPU 226 AC/DC/Relay 6ES7 216-2BD21- 0XB0
<b>Output Features</b>		
Number of integrated outputs	16 outputs	16 outputs
Output type	Solid state-MOSFET	Relay, dry contact
<b>Output Voltage</b>		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	–
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	–
Logic 0 signal with 10 K Ω load	0.1 VDC, maximum	–
<b>Output Current</b>		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of output groups	2	3
Number of outputs ON (maximum)	16	16
Per group – horizontal mounting (maximum)	8	4/5/7
Per group – vertical mounting (maximum)	8	4/5/7
Maximum current per common/group	6 A	10 A
Lamp load	5 W	30 W DC/200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.2Ω, maximum when new
Leakage current per point	10 μA, maximum	–
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No
<b>Isolation (Field Side to Logic)</b>		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	–
Isolation resistance	–	100 M Ω, minimum when new
Isolation coil to contact	–	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	–	750 VAC for 1 minute
In groups of	8 points	4 points/5 points/7 points

<b>Inductive Load Clamping</b>			
Repetitive	Energy dissipation < 0.5 L <sup>2</sup> x switching rate	1 W, all channels	—
Clamp voltage limits		L+ minus 48V	—
<b>Output Delay</b>			
Off to On (Q0.0 and Q0.1)		2 μs, maximum	—
On to Off (Q0.0 and Q0.1)		10 μs, maximum	—
Off to On (Q0.2 through Q1.7)		15 μs, maximum	—
On to Off (Q0.2 through Q1.7)		100 μs, maximum	—
<b>Switching Frequency (Pulse Train Outputs)</b>			
Q0.0 and Q0.1		20 kHz, maximum	1 Hz, maximum
<b>Relay</b>			
Switching delay		—	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)		—	10,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated load		—	100,000 open/close cycles
<b>Cable Length</b>			
Unshielded		150 m	150 m
Shielded		500 m	500 m

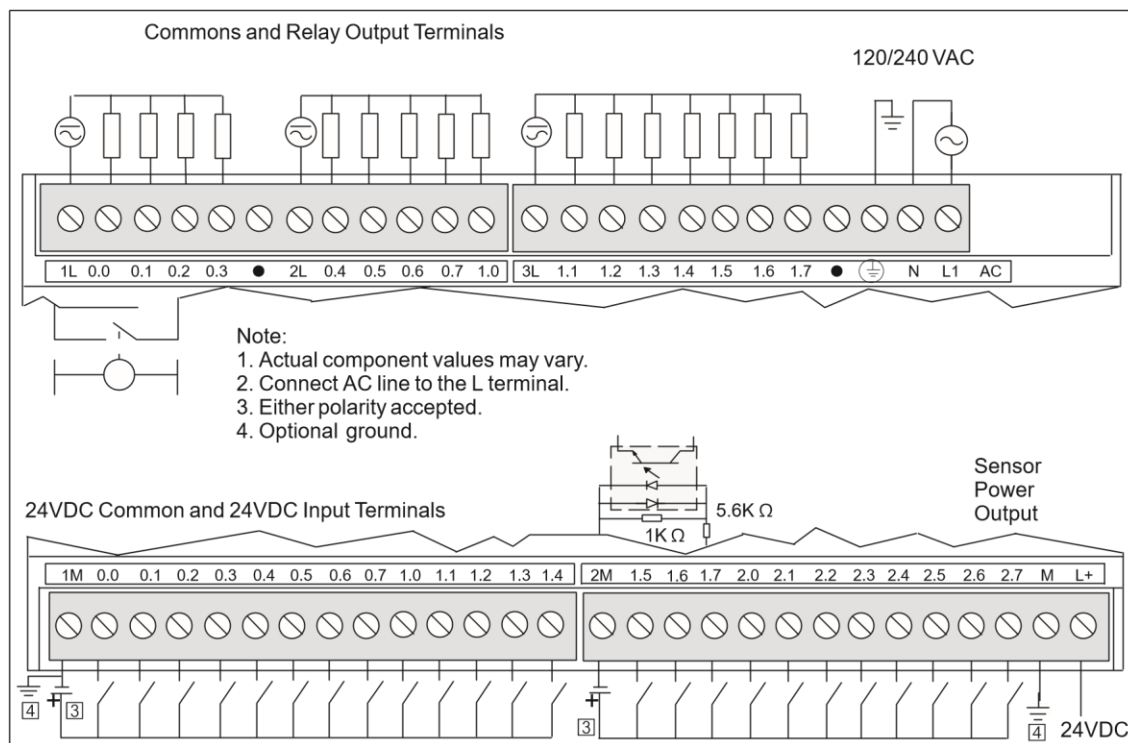


Figure 2 Connector Terminal Identification for CPU 226 AC/DC/Relay

