

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU



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

**Mémoire de Fin d'Etudes
de MASTER PROFESSIONNEL**

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielles

Filière : Automatique

Thème

**Conception et Réalisation d'une Carte de Commande d'une
Maquette d'Ascenseur à base d'une Carte Arduino Mega2560.**

Présenté par

BOUALAM Lydia

HACHICHE Nadia

dirigé par

M. TOUAT. M.A

Mémoire soutenu le 06 septembre 2016 devant le jury composé de :

Mr. R. KARA

MCA, UMMTO, président.

Mr. M.A. TOUAT

MCB, UMMTO, encadreur.

Mr. R. ZIRMI

MCB, UMMTO, examinateur.

Mr. M. ALI BAY

MAB, UMMTO, examinateur.

Remerciements

*Avant tout, nous remercions le bon **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience durant toutes les années d'études et que grâce à lui ce travail a pu être réalisé.*

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

*Comme nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre enseignant et promoteur **Mr.M.A.TOUAT** qui a cru en nous, qui nous a soutenus et orienter tout au long de notre travail et pour tous les moyens mis à notre disposition pour l'élaboration de ce mémoire.*

Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

*Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à **Mr.K.MOULOUDJ** (formateur et enseignant à l'école technique), qui n'a jamais cessé de nous suivre et orienter tout au long de notre travail, ainsi que pour ses conseils judicieux. On a pu bénéficier à la fois de ses compétences scientifiques, et de sa grande disponibilité, tant pour résoudre les difficultés rencontrées lors de notre réalisation, de répondre à nos questions.*

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

*Nous sommes aussi très reconnaissantes à tous les **enseignants** qui ont veillé au bon déroulement de notre formation tout au long de notre cursus.*

Qu'ils trouvent ici l'expression de notre respect et remerciements les plus sincère.

Un grand merci aussi à toute personne qui de près ou de loin a contribué à ce que ce modeste travail voit le jour.

DEDICACE

Tout d'abord merci à *Dieu* de m' avoir indiqué le bon chemin et la voie du savoir.

Pour compléter ma réussite je dédie ce travail à :

- ❖ Mes très chers *parents* à qui je dois tout, je profite de les remercier pour leurs encouragements, leurs aides, le soutien qu' ils m' ont apporté et le sacrifice qu' ils ont fait pour moi; que *Dieu* les protège et les entoure de sa bénédiction.
- ❖ A la mémoire de mon très cher frère *Mourad* qu' il repose en paix et que *Dieu* le garde dans son vaste *Paradis*.
- ❖ Mes très chers frères *Mouhammed* et *Nourdine* à qui je souhaite le succès dans la vie.
- ❖ Mes adorables sœurs *Malika*, *Fazia* et leurs maris.
- ❖ Mes nièces que j' adore *Hannane* et *Sarah*.
- ❖ A toutes ma famille paternelle et maternelle en particulier *Dalila*, *Zahia* et *Dalila*.
- ❖ A ma très chère amie et sœur *Fatiha Acheraiou*.
- ❖ A tous mes amis (es) et à toute la promotion 2016.
- ❖ A mon binôme et très chère amie *Lydia*; et sa famille.
- ❖ A ceux qui ont contribué à la réussite de ce modeste travail.

Nadia

DEDICACE

Tout d'abord merci à *Dieu* de m' avoir indiqué le bon chemin et la voie du savoir.

Pour compléter ma réussite je dédie ce travail à :

- ❖ Mes très chers *parents* dont le sacrifice, la tendresse, l'amour, la patience, le soutien, l'aide et les encouragements sont le secret de ma réussite ; que Dieu les protège et les entoure de sa bénédiction.
- ❖ Mes très chers sœurs *Soraya, Zohra* et son mari.
- ❖ Mes très chers frères *Aziz, Mekhlouf, Karim* et sa femme.
- ❖ Aux anges de ma famille *Samy, Massi, Nawel, Elina et Aya*.
- ❖ A toutes ma famille paternelle et maternelle.
- ❖ A mon très cher fiancé *Samir*.
- ❖ A ma très chère amie et sœur *Fatima Acheraïou*.
- ❖ A tous mes amis (es) et à toute la promotion 2016.
- ❖ A mon binôme et très chère amie *Nadia*; et sa famille.
- ❖ A ceux qui ont contribué à la réussite de ce modeste travail.

Lydia

Liste des figures

Figure I.1: Structure d'un système automatisé.....	4
Figure I.2: Les familles d'ascenseurs.....	6
Figure I.3: Schéma illustratif du principe de fonctionnement des ascenseurs hydrauliques.....	7
Figure I.4: Les différents modèles de l'ascenseur hydraulique.....	7
Figure I.5: Les types d'ascenseur à traction à câble.....	9
Figure I.6: Les composants d'un ascenseur à traction électrique.....	11
Figure I.7: Types de contrôleurs.....	14
Figure I.8: Le drive de l'ascenseur.....	15
Figure I.9: L'alimentation électrique d'un ascenseur.....	15
Figure I.10: Limiteur de vitesse.....	16
Figure I.11: Machine de traction.....	16
Figure I.12: Machine de traction "Geared".....	18
Figure I.13: Machine de traction "Gearless".....	19
Figure II.1: Le microcontrôleur d'une carte Arduino.....	22
Figure II.2: Les 14 entrées sorties numériques.....	23
Figure II.3: Les 6 entrées sorties analogiques.....	23
Figure II.4: Le schéma électrique de l'alimentation de la carte Arduino.....	24
Figure II.5: Les composants de la carte Arduino (Uno).....	25
Figure II.6: Les différentes parties de la fenêtre principale du logiciel Arduino.....	26
Figure II.7: Exemple d'un programme Arduino.....	27
Figure II.8: Les étapes à suivre pour télécharger le programme vers la carte Arduino.....	31
Figure III.1: Carte Arduino Mega 2560.....	33

Figure III.2: Le moteur de traction.....	34
Figure III.3: Le pont en H.....	35
Figure III.4: Fonctionnement dans le sens horaire.....	35
Figure III.5: Fonctionnement dans le sens antihoraire.....	35
Figure III.6: Freinage avec S1 et S2.....	36
Figure III.7: Freinage avec S3 et S4.....	36
Figure III.8: Pont en H avec ses diodes de protection.....	37
Figure III.9: Configuration des broches du L293D.....	37
Figure III.10: Afficheur 7 segments.....	39
Figure III.11: Afficheur 7 segments identifier avec lettres.....	39
Figure III.12: Types d'afficheur 7 segments.....	40
Figure III.13: La visualisation des chiffres.....	40
Figure III.14: Exemple de branchement d'un afficheur à anode commune.....	41
Figure III.15: Fenêtre du module de simulation Proteus ISIS.....	43
Figure III.16: Fenêtre du module Proteus ARES.....	43
Figure III.17: Schéma synoptique de la carte de commande.....	44
Figure III.18: Schéma de conception de la carte d'alimentation sur ISIS.....	44
Figure III.19: Implantation des composants.....	45
Figure III.20: Circuit imprimé de la carte d'alimentation.....	45
Figure III.21: Schéma de conception de la carte de puissance sur ISIS.....	45
Figure III.22: Implantation des composants.....	46
Figure III.23: Circuit imprimé de la carte de puissance.....	46
Figure III.24: Schéma de conception de la carte d'afficheur sur ISIS.....	46

Figure III.25: Implantation des composants.....	47
Figure III.26: Circuit imprimé de la carte d'afficheur.....	47
Figure III.27: Schéma de conception de la carte de commande sur des afficheurs sur ISIS.....	47
Figure IV.1: La carte d'alimentation.....	51
Figure IV.2: La carte de puissance.....	52
Figure IV.3: La carte d'afficheur.....	53
Figure IV.4: La carte de commande des afficheurs.....	54
Figure IV.5: La carte de commande finale	55
Figure IV.6: Vue de face de la maquette d'ascenseur avant et après les modifications.....	56
Figure IV.7: Vue de derrière (interne) de la maquette d'ascenseur avant et après les modifications.....	57

Liste des tableaux

Tableau II.1: Les commandes du programme Arduino	28
Tableau II.2: Les fonctions du programme Arduino.....	29
Tableau II.3: Les différents variables du programme Arduino	30
Tableau III.1: Les caractéristiques d'un moteur de traction	34
Tableau III.2: La logique de commande des broches de L293D.....	39

SOMMAIRE

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

Chapitre I : Systèmes Automatisés et Généralité sur les Ascenseurs

I.1. Introduction.....	3
I.2. Définition du système.....	3
I.3. Les systèmes automatisés.....	3
I.3.1. Définition d'un système automatisé.....	3
I.3.2. Structure d'un système automatisé.....	4
I.4. Les ascenseurs	4
I.4.1. Présentation de l'ascenseur	4
I.4.2. Différents types d'ascenseurs	4
I.4.3. Les familles d'ascenseur.....	6
I.4.3.1. Les ascenseurs hydrauliques	6
I.4.3.2. Les ascenseurs à traction à câble	9
I.4.4. Critère de choix du type d'ascenseur	10
I.4.5. Différents parties d'ascenseur à traction	10
I.4.6. Principe de fonctionnement	19
I.5. Conclusion	19

Chapitre II : Etude de la carte et logiciel de programmation

II.1. Introduction.....	20
II.2. La carte Arduino.....	20
II.2.1. Définition.....	20
II.2.2. Les gammes de la carte Arduino.....	21

II.2.3. Les composants de la carte	21
II.3. Le logiciel Arduino (IDE Arduino).....	25
II.3.1. Structure d'un programme.....	26
II.3.2. Syntaxe du langage Arduino.....	28
II.3.3. Test et téléchargement.....	31
II.4. Conclusion.....	31

Chapitre III : Conception et programmation

III.1. Introduction.....	32
III.2. Etude théorique.....	32
III.2.1. Partie mécanique.....	32
III.2.2. Partie électronique	32
III.2.2.1. le microcontrôleur (la carte Arduino)	32
III.2.2.2. le moteur.....	33
III.2.2.3. Le L293D.....	37
III.2.2.4. L'afficheur 7 segments.....	39
III.3. Etude pratique	42
III.3.1. Partie logiciel.....	42
III.3.1.1. Présentation de Proteus.....	42
III.3.1.1.1. ISIS	42
III.3.1.1.2. ARES.....	43
III.3.2. Partie matérielle (conception des cartes).....	44
III.3.2.1. Carte d'alimentation.....	44
III.3.2.2. Carte de puissance	45

III.3.2.3. Carte d’afficheur.....	46
III.3.2.4. Carte de commande des afficheurs.....	47
III.4. Programmation	48
III.4.1. Cahier des charges	48
III.4.2. Réalisation du programme.....	48
III.4.3. Organigramme du Programme.....	48
III.5. Conclusion.....	50

Chapitre IV : Réalisation et validation

IV.1. Introduction.....	51
IV.2. Réalisation des cartes	51
IV.2.1. Carte d’alimentation	51
IV.2.2. Carte de puissance	52
IV.2.3. Carte d’afficheur.....	53
IV.2.4. Carte de commande des afficheurs.....	54
IV.2.5. Carte de commande finale	55
VI.3. Modification de la maquette.....	56
IV.4. Tests et résultats.....	57
IV.5. Conclusion.....	58
Conclusion générale.....	59

Introduction générale

Introduction générale

Le monde de l'industrie a connu ces dernières années des bouleversements importants, les machines automatiques ont été développées pour libérer l'homme de ses tâches quotidiennes, et aussi pour le remplacer dans l'exécution d'un certain nombre de travaux.

Les progrès de l'électronique et de l'informatique, ont donné naissance aux automates programmables industriels (API) et d'autres microcontrôleurs qui peuvent s'adapter et s'intégrer dans les processus industriels. Ils peuvent accomplir des tâches plus complexes, non seulement de contrôle, mais aussi de traitement de données, de circulation d'informations et de simulation.

Les ascenseurs et les montes charges ont toujours constitué un moyen de transport et d'aide pour l'être humain. Pendant l'utilisation de ces dispositifs la sécurité des usagers doit toujours être assurée. Les constructeurs doivent assurer en même temps le confort et la sécurité des utilisateurs. La tâche la plus difficile dans la réalisation est la gestion des conflits et le contrôle en temps réel.

Les tous premiers ascenseurs ont été construits en 19^{ème} siècle du type Hydraulique mais aujourd'hui occupe uniquement 10% du parc et 90% sont équipés d'un moteur électrique [1].

Ce n'est qu'en 1924 qu'un ascenseur sans liftier (machiniste) fera son apparition, exigeant la mise au point d'automatismes et de dispositifs de sécurité. Les commandes deviennent électriques puis électroniques et se dotent de mémoire. Les grilles fixes ou articulées disparaissent, les portes se verrouillent automatiquement, ...etc [2].

Actuellement de nouvelles technologies utilisent un moteur contrôlé par un variateur de fréquence, qui joue sur la fréquence du courant d'alimentation et jauge le couple nécessaire au mouvement de manière à ce que les phases d'accélération et de décélération soient imperceptibles pour l'occupant de la cabine. Ils se nomment Gen II pour Otis, Monospace ou Regenerate chez Kone, Galaxy chez Thyssen, Smart chez Schindler [2].

L'objectif de notre projet consiste à automatiser un ascenseur didactique de trois niveaux et remplacer sa carte de commande défectueuse par une nouvelle carte de commande faite à base d'une carte Arduino Mega 2560.

Pour mener à terme notre travail, nous avons organisé notre mémoire en quatre chapitres : Le premier chapitre donne une idée générale sur les ascenseurs. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la carte et logiciel de programmation (IDE Arduino). Le troisième chapitre présente le contenu du cahier des charges ainsi que les différents composants utilisés pour la conception

Introduction générale

matériel de carte de commande. Le quatrième et dernier chapitre sera consacré à la réalisation des cartes et à l'exposé des tests et résultats effectués sur la maquette d'ascenseur. Nous clôturons notre mémoire par une conclusion générale.

Chapitre I

Systemes autmatisés et généralités sur les ascenseurs

I.1. Introduction

Longtemps considéré comme un luxe, l'ascenseur est devenu de nos jours un élément indispensable dans la vie quotidienne.

Les ascenseurs constituent toujours un moyen de transport et d'aide pour l'homme lors de ces déplacements dans de hauts immeubles. Les usagers de ces dispositifs doivent se déplacer en sécurité et dans le confort.

Dans ce chapitre nous présenterons brièvement en premier lieu les différentes parties d'un système automatisé, la deuxième partie est consacrée à la définition des différents éléments constituant un ascenseur.

I.2. Définition du système

Un système est un ensemble d'éléments organisés en interaction mutuel et avec l'environnement en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs définis [3].

I.3. Les systèmes automatisés

L'automatisation d'un procédé (c'est-à-dire une machine, un ensemble de machines ou plus généralement un équipement industriel) consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique. Le système ainsi conçu peut prendre en compte les situations pour les quelles sa commande a été réalisée. L'intervention d'un opérateur est souvent nécessaire pour assurer un pilotage global du procédé, pour surveiller les installations et prendre en commande manuelle (non automatique) tout ou une partie du système [4].

I.3.1. Définition d'un système automatisé

Un système automatisé est un moyen d'assurer à une entreprise la compétitivité de ses produits. Il permet d'ajouter une valeur aux produits entrants. Il est composé de plusieurs éléments conçus pour effectuer un ensemble de tâches programmés.

Un système automatisé simplifie, sécurise et rend moins pénibles les tâches de production, les systèmes automatisés peuvent être de nature technique très divers et différentes disciplines se rencontrent : l'automatique, l'informatique, la mécanique, l'électronique, l'électrotechnique. Plus le système est complexe, plus les disciplines concernées sont nombreuses [3], [4].

I.3.2. Structure d'un système automatisé

L'analyse structurelle conduit à décomposer tout système automatisé comme suit [3] :

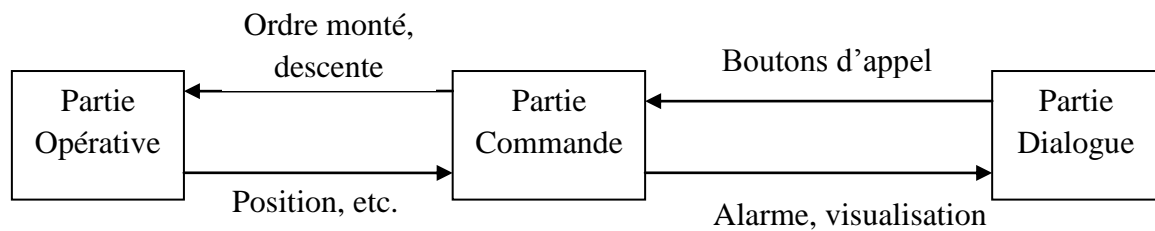


Figure I.1: Structure d'un système automatisé.

➤ **Partie Opérative(P.O):**

Dont les actionneurs agissent sur le processus automatisé.

➤ **Partie Commande (P.C):**

Coordonne les actions de la partie opérative [3].

➤ **Partie Dialogue (P.D) :**

On l'appelle aussi la partie relation qui comporte le pupitre de dialogue homme-machine, équipé des organes de commande (boutons d'appel).

Dans un ascenseur, l'ensemble électromécanique (cabine, moteur, portes,...) constitue la partie opérative, les boutons d'appel, la logique (combinatoire, séquentielle, programmée) constituent la partie commande [5].

I.4. Les ascenseurs

I.4.1. Présentation de l'ascenseur

C'est un dispositif utilisé pour transporter des personnes ou des charges entre différents étages d'un immeuble. Il comporte une cabine entraînée par un moteur électrique à l'aide d'un câble métallique. La montée et la descente de la cabine se font par le changement du sens de rotation du moteur [5].

I.4.2. Différent types d'ascenseur

- **Ascenseur**

Appareil élévateur installé dans un immeuble à des endroits bien précis, afin de permettre aux usagers de se déplacer entre différents niveaux. Son déplacement se fait le long de guides verticaux dont l'inclinaison est inférieure à 15 degrés [4].

- **Ascenseur de charge**

Est un ascenseur principalement destiné au transport de charges qui sont généralement accompagnés par des personnes. En particulier cet appareil élévateur sert uniquement au transport des objets, lorsque les dimensions et la constitution de leur cabine permet l'accès à des personnes et d'atteindre les boutons de commande, ces dispositifs doivent être classés dans la catégorie "Ascenseurs" et non "Monte-charge" [4].

- **Monte-charge**

Le fonctionnement de ces appareils élévateurs reste le même avec les ascenseurs de charge, cependant la cabine n'est pas accessible à des personnes et les dimensions diffèrent, ces dernières sont données comme suit:

- ✓ surface = 1 m²;
- ✓ profondeur = 1 m;
- ✓ hauteur = 1,20 m;

Toutefois la hauteur peut être supérieure à 1,20m si la cabine comporte plusieurs compartiments fixes répondant chacun aux dimensions ci-dessus [4].

- **Monte-charge industriel**

Un appareil de levage installé à l'industrie, desservant des niveaux définis, qui comporte une cabine ou un plateau accessible aux personnes pour le chargement ou déchargement, 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 degrés. La commande de ces appareils ne peut se faire que de l'extérieure. Ces dispositifs sont interdits au transport de personnes [4].

- **Monte voitures**

Ascenseur dont la cabine est dimensionnée pour le transport de véhicules automobiles de tourisme. Si les voitures sont accompagnées par des personnes, la réglementation régissant l'utilisation de ces appareils est identique à celle des ascenseurs [4].

- **Ascenseur pour le transport de personnes handicapées**

Toute installation installée à demeure, construite et utilisée principalement pour le transport des personnes handicapées, debout ou en fauteuil roulant, avec ou sans accompagnateur [4].

- **Ascenseur sur plan incliné**

Tout ascenseur sur plan incliné utilisé principalement au transport de personnes à mobilité réduite. Cet appareil peut être équipée d'un siège et/ou d'une plate-forme pour le transport d'une personne en position debout ou d'une plate-forme pouvant recevoir un fauteuil roulant.

Les ascenseurs sur plan incliné peuvent être installés dans des cages d'escalier droites ou présentant des virages. Ils peuvent également être installés à l'extérieure des bâtiments dans des rampes ou escalier d'accès [4].

I.4.3. Les familles d'ascenseur

On distingue essentiellement deux types de familles d'ascenseur:

- Les ascenseurs à traction à câble ou électrique.
- Les ascenseurs hydrauliques.

En générale, ses deux types utilisent l'énergie électrique pour déplacer les cabines verticalement (moteur électrique à courant continu ou alternatif) [6].

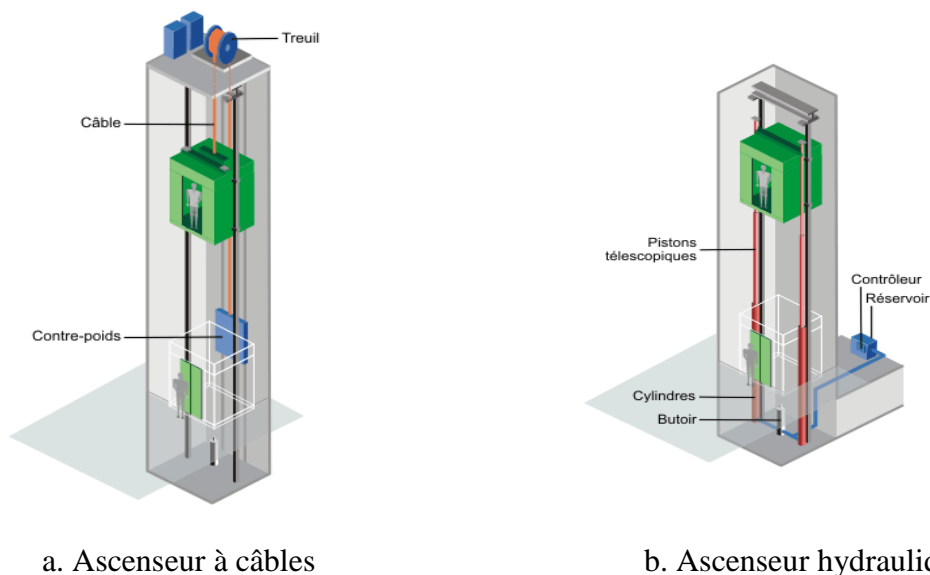


Figure I.2: Les familles d'ascenseurs.

I.4.3.1. Les ascenseurs hydrauliques

- **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 [6].

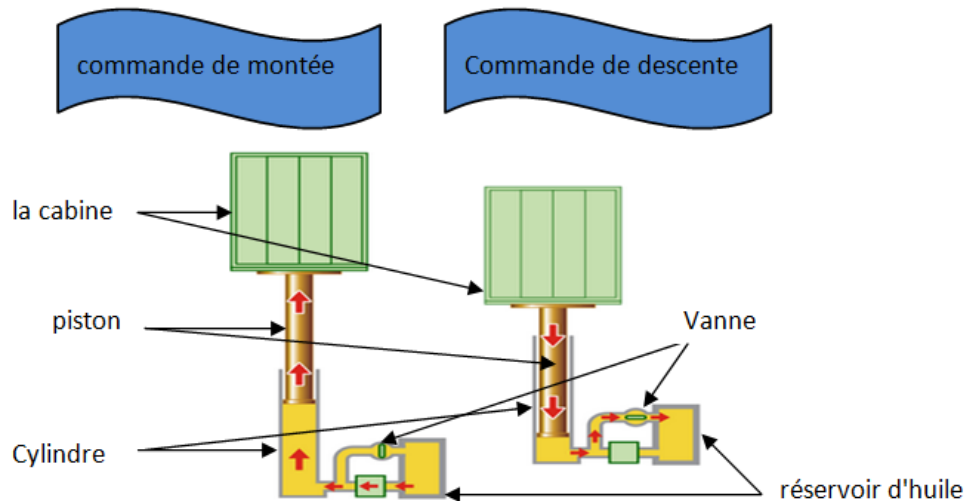
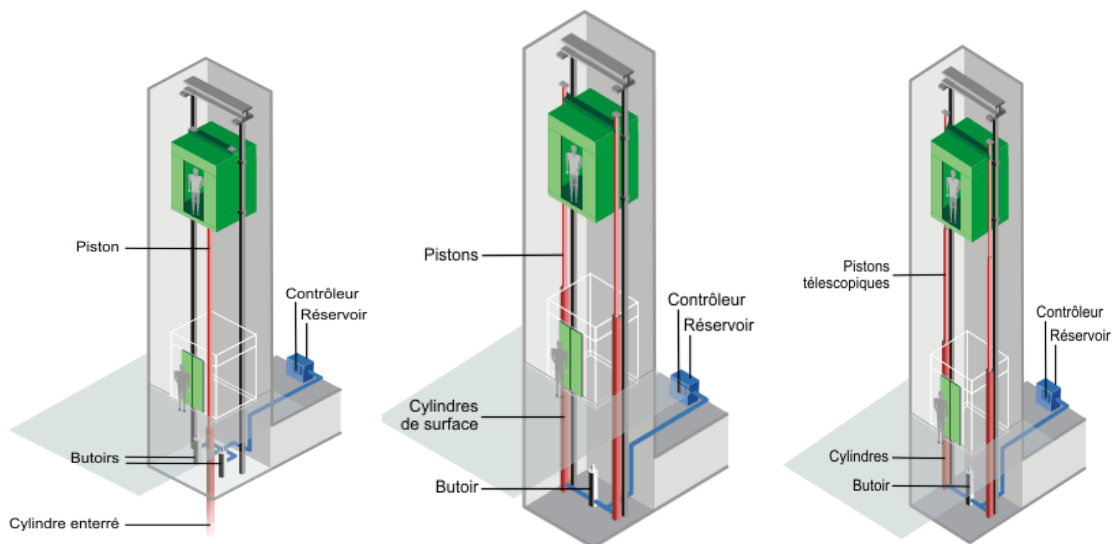


Figure I.3: Schéma illustratif du principe de fonctionnement des ascenseurs hydrauliques.

➤ **Description**

Les ascenseurs hydrauliques sont utilisés en générale pour satisfaire des déplacements relativement courts de l'ordre de 15à 18 m maximums. Plusieurs modèle existe sur le marché on citera:

- Les ascenseurs hydrauliques à cylindre de surface;
- Les ascenseurs hydrauliques à cylindre enterré;
- Les ascenseurs hydrauliques télescopiques à cylindre de surface [6].



a. A cylindre enterré

b. A cylindre de surface

c. A cylindre de surface
télescopique

Figure I.4: Les différents modèles de l'ascenseur hydraulique.

Les différents modèles permettent de tenir compte des critères suivants:

- ✓ de place;
- ✓ de hauteur d'immeuble à desservir;
- ✓ de stabilité de sol et de sous-sol;
- ✓ de risque de pollution par rapport au sol et plus spécifiquement aux nappes phréatiques;
- ✓ d'esthétique;
- ✓ Etc.

Les ascenseurs hydrauliques se composent principalement de:

- ✓ d'une cabine;
- ✓ de guides;
- ✓ d'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur;
- ✓ d'un réservoir d'huile;
- ✓ d'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique;
- ✓ d'un contrôleur;
- ✓ Etc [6].

➤ **Energie**

Energétiquement parlant les ascenseurs hydrauliques posent un problème dans le sens où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine comme dans les systèmes à traction à câble par exemple [6].

➤ **Avantages et inconvénients**

Avantages

- ✓ Précision au niveau du déplacement ;
- ✓ Réglage facile de la vitesse de déplacement ;
- ✓ Ne nécessite pas de salle de machinerie ;
- ✓ Implantation facile dans un immeuble existant ;
- ✓ Etc.

Inconvénients

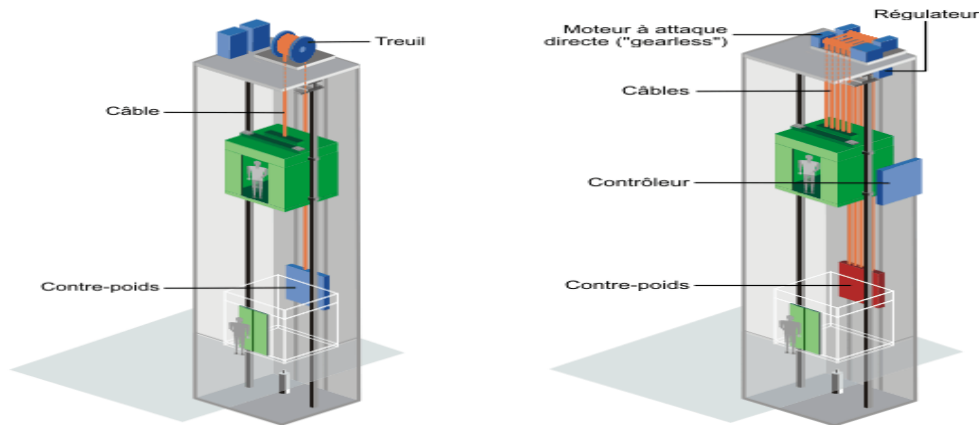
- ✓ Course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m;
- ✓ Risque de pollution des sous-sols;
- ✓ Consommation énergétique ;
- ✓ nécessité de renforcer la dalle de sol;

- ✓ Etc [6].

I.4.3.2. Les ascenseurs à traction à câble

➤ Description

Les ascenseurs à traction câble sont les types d'ascenseurs que l'on rencontre souvent. Ils se différencient entre eux selon le type de motorisation [6].



a. Ascenseur à moteur à treuil

b. Ascenseur à moteur à attaque directe

Figure I.5: Les types d'ascenseur à traction à câble.

Quel que soit le type, les ascenseurs à traction à câble comprennent généralement:

- ✓ une cabine;
- ✓ un contrepoids;
- ✓ des câbles reliant la cabine au contrepoids;
- ✓ des guides;
- ✓ un système de traction au-dessus de la cage de l'ascenseur;
- ✓ Etc [6].

➤ Energie

Energétiquement parlant les ascenseurs à traction à câble sont plus intéressants que les ascenseurs hydrauliques dans le sens où le contrepoids réduit fortement la charge quel que soit le type de la motorisation [6].

➤ Avantages et inconvénients

Avantages

- ✓ Course verticale pas vraiment limitée;
- ✓ Suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement;

- ✓ Rapidité du déplacement;
- ✓ Efficacité énergétique importante;
- ✓ Pas de souci de pollution;
- ✓ Etc.

Inconvénients

- ✓ En version standard, nécessite une salle de machinerie;
- ✓ Exigence très importante sur l'entretien;
- ✓ Etc [6].

I.4.4. 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 et d'emmener un maximum de monde on toute sécurité avec un maximum de confort. Le choix de type d'ascenseur (électrique ou hydraulique) est basé sur les critères suivants:

- ✓ **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.
- ✓ **Energétiques** : en considérant que la consommation de puissance doit être limitée.
- ✓ **De 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 [2].

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

I.4.5. Différentes parties d'un ascenseur à traction

Les ascenseurs à traction sont en général constitués de ces parties (voir la figure I.6):

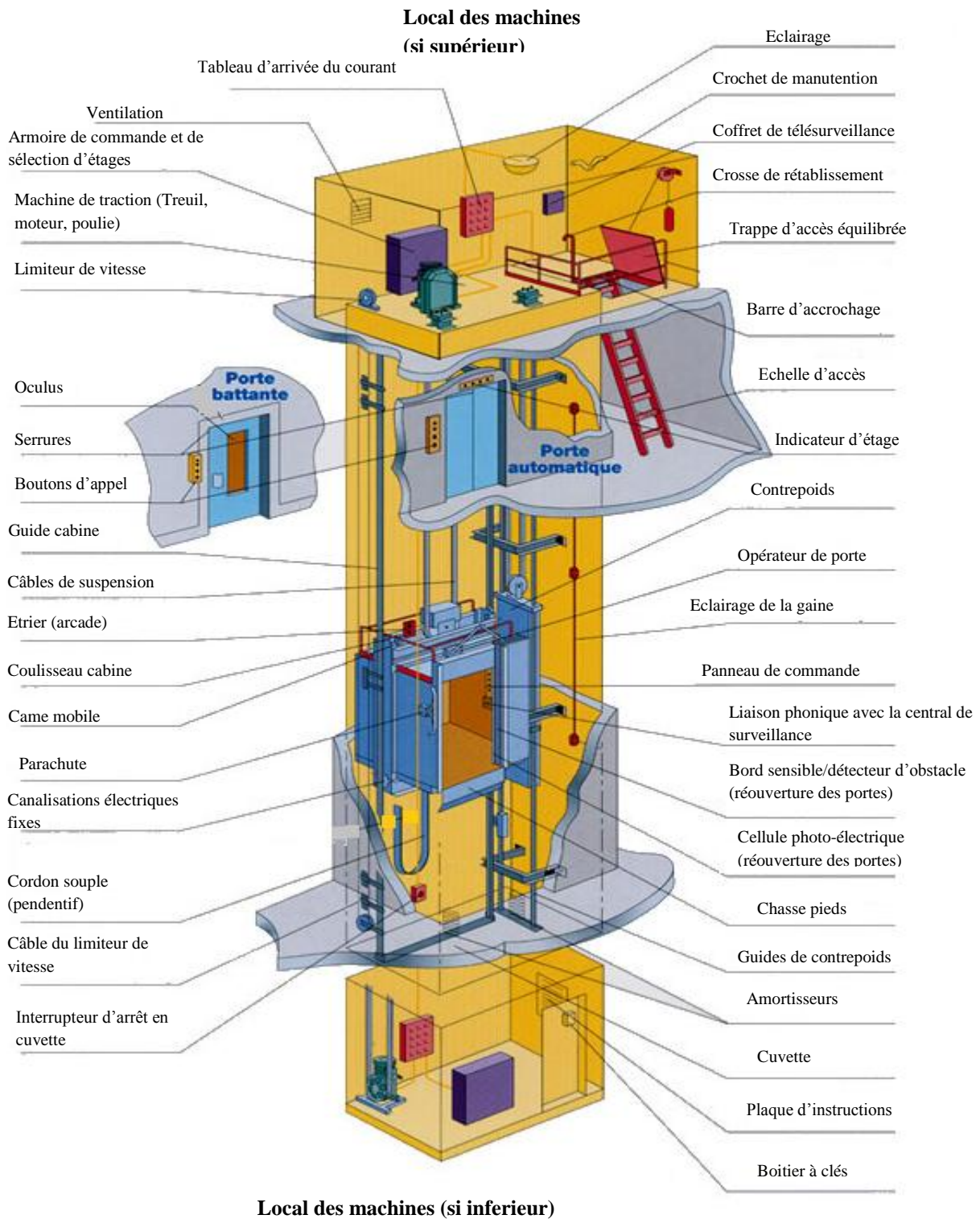


Figure I.6: Les composants d'un ascenseur à traction électrique.

- **Cabine d'ascenseur:** Destinée à accueillir les personnes et les marchandises, elle est constituée de quatre parties principales qui - dans l'ordre de leur montage pendant l'installation - sont:
- **L'étrier** (suspension cabine) : il est constitué de deux cadres en acier, réunis entre eux de telle sorte que l'ensemble est symétrique par rapport à l'axe transversal des guides. Chaque cadre comporte à la portée inférieure et supérieure deux traverses horizontales réunies par deux profilés verticaux parallèles aux guides. A la traverse supérieure sont attachés les câbles de suspension. Le traverse inférieure est constituée en générale d'une ou de plusieurs plaques soudées et les butées des amortisseurs. L'étrier est le premier élément mis en place pendant l'installation de la cabine.
 - **Le plancher** : Le socle (plate-forme) se monte directement sur les traverses de l'étrier auxquelles il est fixé par des vis. Il est formé également d'un cadre en acier. Sur le socle est disposé le plancher de la cabine. Le plancher est mise en place en fin de montage.
 - **Les parois** : Sont le plus souvent en tôles pliées ou en bois. Après assemblage des parois et de l'encadrement de la baie de la cabine, le toit est mis en place.
 - **Le toit** : est le plus souvent assemblé en atelier et monté d'un seul bloc. le toit de la cabine est formé d'un cadre en tôles pliées ou cintré [4],[7].
- **Porte de cabine:** Porte à fermeture généralement automatique destinée à confiner l'utilisateur dans la cabine pendant le déplacement de celle-ci, lui interdisant tous contacts avec les parties extérieures à la cabine [4].
- **Porte palières:** Une porte extérieure fixe est installée à chaque étage, isolant les personnes extérieures sur le palier du puits de gaine et de la cabine éventuellement en mouvement. Elles peuvent être battantes ou coulissantes et commandées manuellement ou automatiques. Elles doivent être équipées d'un dispositif empêchant leurs ouvertures si la cabine n'est pas sur le niveau et bloquant le départ pendant leur ouverture [4].
- **Serrures:** La serrure est l'élément qui sécurise un ascenseur pour le public. Son rôle est de verrouiller mécaniquement les portes palières. Elle possède également un contact électrique qui contrôle que le verrouillage mécanique est bien en place [7].
- **Came mobile:** Le rôle de cette 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 [4].
- **Boutons d'appels:** Ce sont les boutons qui commandent l'arrivée de la cabine, ils sont installés aux paliers [4].
- **Boutons d'envois:** Ce sont les boutons de précision d'étage; ils sont installés dans la cabine [4].
-

- **Charge utile:** C'est la charge pour laquelle l'appareil a été construit, elle varie en fonction de la surface de la cabine. 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 [4].
- **Garde (chasse) pieds:** est une tôle fixe ou rétractable, destinée à protéger les chutes en gaines lorsque la cabine est immobilisée en dehors de la zone de déverrouillage [7].
- **Contrepoids:** Élément destiné à contre balancer le poids de la cabine (lorsque la cabine monte, le contre poids descend et vis-versa). Il est constitué d'un étrier (suspension) métallique et des masses de fonte appelées gueuses de contrepoids. La masse du contrepoids (P_{cp}) est plus lourde que l'ascenseur, elle représente l'équivalent du poids de la cabine (P_{ca}) et la moitié de sa charge utile (P_{ch}), ce calcul est donné par cette formule $P_{cp} = P_{ca} + P_{ch}/2$ [4].
- **Gaine ou trémie:** (Appelée aussi pylône) c'est une gaine verticale dans laquelle se déplace l'ascenseur et son contrepoids. Elle est équipée de rails de guidages (guides) des éléments mobiles (cabine et contrepoids). Elle doit être fermée sur toute sa hauteur [4],[7].
- **Guides:** Profilés en acier, situés de part et d'autre, le long de la course de la cabine, ils sont habituellement en forme de T. Ils sont destinés à guider la cabine et le contre poids dans la gaine [4].
- **Ancrage de guide:** Pièce métallique servant à fixer les guides aux murs de la gaine [4].
- **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. Dans certains cas ces coulisseaux peuvent être remplacés par des rollers (petite roue d'un diamètre de 80 mm à 200 mm) comme pour des cabines à grande vitesse ou charges lourdes [7].
- **Cuvette:** Partie de la gaine située en bas du niveau d'arrêt inférieur desservi par la cabine, contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs [2].
- **Amortisseurs:** Les amortisseurs sont destinés à assurer le ralentissement et l'arrêt de la cabine en cas de dépassement des fins de course de sécurité.

Ils sont placés généralement en front de cuvette à l'aplomb des traverses des étriers de cabine ou de contrepoids.

On distingue deux types:

- ✓ Amortisseurs à ressorts;
- ✓ Amortisseurs hydrauliques [7].

- **poulie de renvoi:** Poulie tournante librement et destinée à guider les câbles entre la cabine et le contrepoids [4].
- **Poulie de mouflage :** Certains ascenseurs à grande capacité sont mouflés. C'est-à-dire qu'une démultiplication est installée à l'aide de poulies de mouflage. Lorsque la cabine parcourt un mètre, les câbles au niveau des treuils en parcourent deux ou trois.
Cette méthode permet d'installer des treuils moins puissants mais augmente la longueur des câbles et le coût de leur remplacement [4].
- **Fin de course:** Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale [4].
- **Commande de révision (Boîtier d'inspection):** La commande de révision est composée d'un boîtier placé sur le toit de la cabine de l'ascenseur. Ce boîtier, équipé de bouton de marche montée et descente ainsi que d'un bouton d'arrêt d'urgence, permet au préposé à l'entretien de manœuvrer, en toute sécurité et à faible allure, l'ascenseur pour inspecter et graisser les organes placés en gaine [4].
- **Parachute:** Organe mécanique placé sur la suspension de cabine est commandé par un câble de limiteur. En cas de rupture des câbles de traction ou de survitesse exagérée en descente, le mécanisme du parachute assure un blocage mécanique de la suspension dans les guides évitant la chute libre de la cabine. Ce dispositif peut, dans certains cas, équiper le contrepoids [4].
- **Machinerie (salle des machines):** Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction [4].

Composant de la machinerie:

- **Appareillage (contrôleur):** Armoire placée en machinerie et contenant les relais, et autres équipements destinés à commander l'ascenseur. Il existe deux types, un contrôleur à relais ou à microprocesseur.



a. Contrôleur à relais



b. Contrôleur à microprocesseur

Figure I.7: Types de contrôleurs.

- **Drive:** est la partie de l'appareillage qui commande le système de traction de l'ascenseur [4].

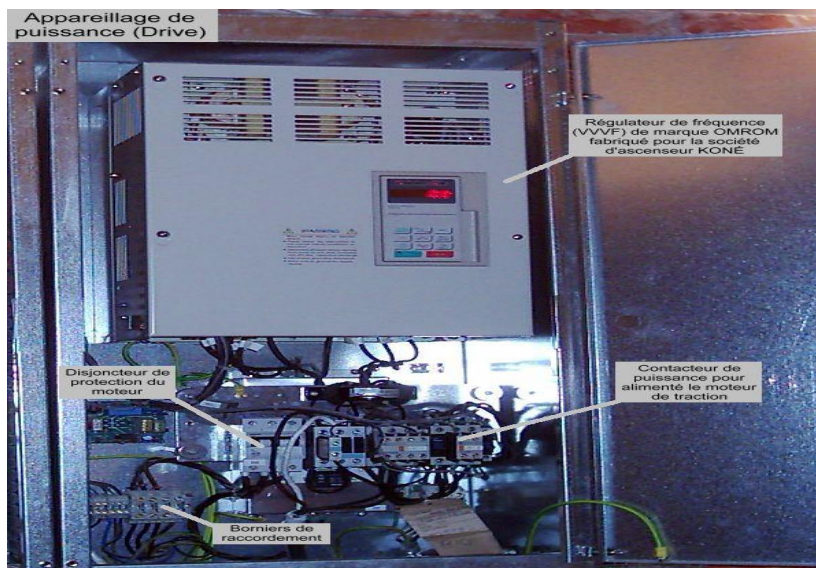


Figure I.8 : Le drive de l'ascenseur.

- **Alimentation électrique (coffret de force motrice):** coffret principal d'alimentation se trouvant en machinerie. Avant toute intervention en machinerie, il va de la sécurité de l'utilisateur de déclencher le levier de ce coffret pour couper l'alimentation de l'appareil [4].

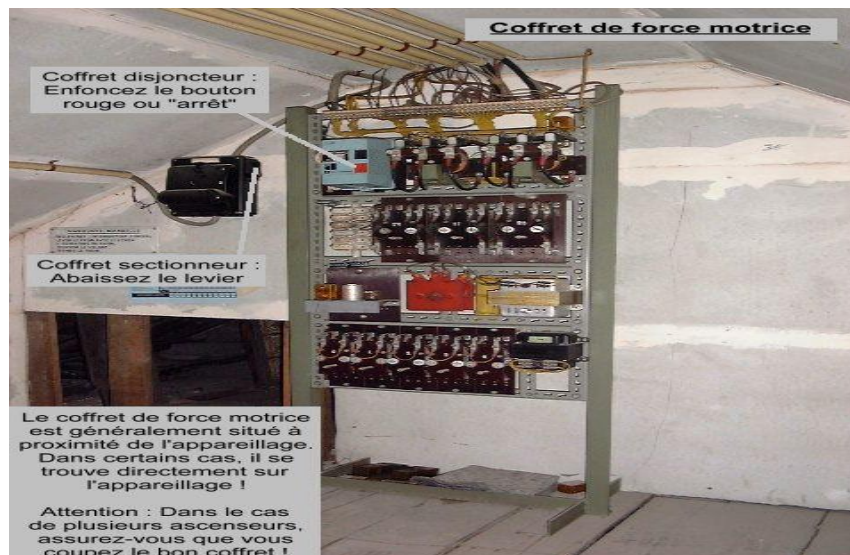


Figure I.9: L'alimentation électrique d'un ascenseur.

- **Limiteur de vitesse:** Organe mécanique qui, au-delà d'une vitesse de réglage prédéterminée, commande l'arrêt de la machine et, si nécessaire, provoque la prise de parachute. Il est équipé de masselottes et placé généralement en machinerie. Le limiteur, solidaire de l'ascenseur par un câble de limiteur tourne au déplacement de celui-ci. Si la vitesse dépasse anormalement la vitesse

maximale autorisée, les masselottes se lèvent et coupent un contact de sécurité. En descente, la levée des masselottes bloque le limiteur [2],[4].

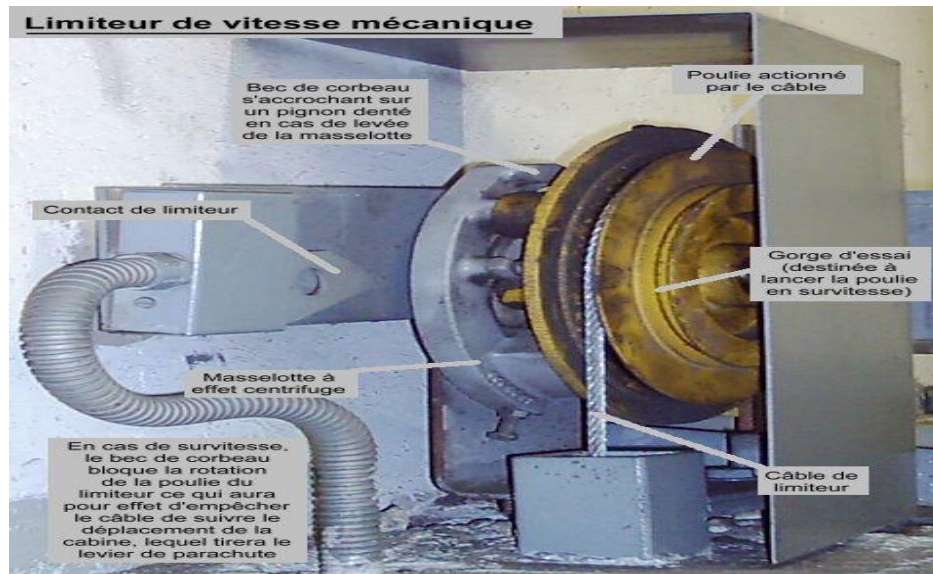


Figure I.10: Limiteur de vitesse.

- **Machine de traction (treuil):** Machine composée généralement d'un dispositif de freinage, d'un moteur, d'un réducteur et d'une poulie de traction et destinée à actionner les câbles de traction de l'ascenseur [4],[5].

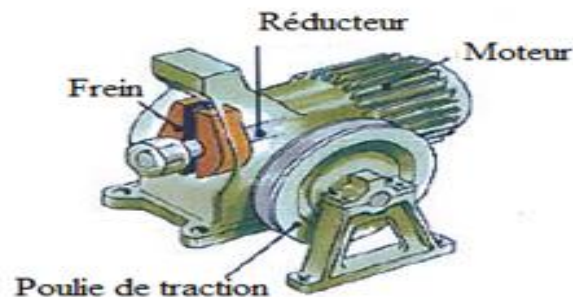


Figure I.11: Machine de traction.

On distingue trois types de treuil:

- ✓ Les anciennes machines à tambour de traction,
- ✓ Les machines équipées d'un réducteur, appelées "Geared" (avec boîte de vitesse).
- ✓ Les machines à traction directe (sans boîte de vitesse) sont appelées "Gearless".

➤ **Machine Geared**

Treuil d'ascenseur équipé d'un réducteur. Dans ce genre de machines, l'axe extérieur de réducteur est relié à l'axe de l'élément de traction, et l'autre côté de réducteur est relié au moteur.

On utilise pour ce type, les moteurs à courant continu ou alternatif, mais généralement, les moteurs asynchrones sont les plus souvent utilisés pour obtenir une grande précision d'arrêt. Elle est composée d'éléments suivants :

- **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. 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.
- **Tambour de traction** : c'est une pièce cylindrique creuse équipée de deux gorges en forme de pas de vis. Deux câbles de traction sont fixés au tambour et à la suspension cabine, deux autres au tambour et au contrepoids. Lorsque le tambour, commandé par le treuil, tourne, les câbles, du côté de la cabine, se déroulent et le font descendre. Le tambour a été remplacé depuis par une poulie de traction.
- **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, fait, lors de sa rotation, déplacer l'ensemble cabine et contrepoids.
- **Volant de dépannage** : dans le but d'assurer le déplacement manuel de l'ascenseur, un volant de dépannage est généralement fixé soit sur l'arbre du moteur de traction soit sur l'axe du treuil.
- **Marquage des câbles** : tous les ascenseurs équipés de treuil devrait être équipés d'un marquage sur les câbles de traction matérialisant la mise à niveau de la cabine. Cette dernière est à niveau lorsque la marque est en face d'une marque de même couleur peinte sur le châssis du treuil. certains ascenseurs possèdent quant à eux un voyant installé sur l'appareillage qui lorsqu'il est allumé, informe de la mise à niveau de la cabine.
- **Câbles de compensation** : dans les immeubles de grande hauteur, le poids des câbles de traction devient très important par rapport à la charge utile de la cabine d'ascenseur. Il existe donc une forte différence selon que la cabine se trouve en haut ou en bas de la gaine. On résout ce problème par l'adjonction de câbles ou de chaînes de compensation. Ceux-ci, d'un poids identique aux câbles de traction sont pendus entre la cabine et le contrepoids et permettent de maintenir l'ensemble en équilibre quelque soit la position de la cabine.

- **Chaîne** : sur quelques ascenseurs spéciaux, certains câbles sont remplacés par des chaînes remplissant les mêmes fonctions (câbles de compensation, câble de limiteur, câbles de traction) [4],[7].

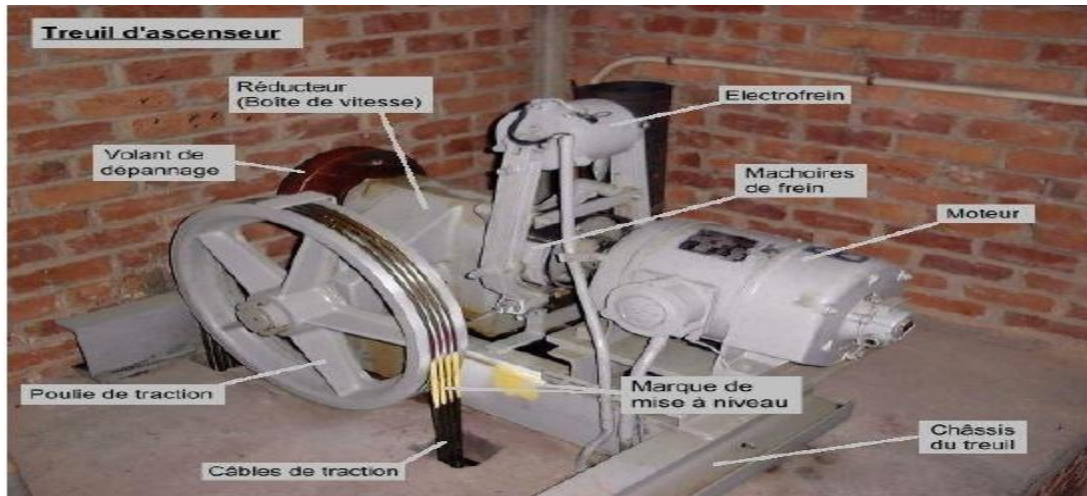


Figure I.12 : Machine de traction "Geared".

➤ Machine Gearless

Treuil d'ascenseur sans réducteur de vitesse constituée d'un moteur à courant continu, la poulie de traction est directement montée sur l'axe du moteur de traction. Ce principe permet d'atteindre de très grande vitesse de déplacement (jusqu'à 12m/s).

L'utilisation des machines de traction sans réducteur de vitesse, permet d'absorber le bruit du moteur, donc de diminuer les pertes d'énergie. Elle est composée de :

- **Tambour de frein** : pièce cylindrique fixée solidement sur l'axe de la vis du treuil. lors de l'arrêt de l'ascenseur, les mâchoires de frein sont appliquées fermement sur celui-ci pour immobiliser l'ascenseur.
- **Mâchoires de frein** : destinées à immobiliser l'ascenseur, elles sont appliquées fermement contre le tambour par des ressorts. L'ouverture du frein est assurée par un mécanisme de relâchement. Celui-ci est actionné par un électroaimant puissant qu'on appelle électro-frein.
- **Electro-frein** : électroaimant puissant destiné à assurer le relâchement des mâchoires de frein. L'électro-frein est généralement équipé d'un levier fixé permettant la commande du frein manuellement. Si celui-ci est amovible, il doit être laissé à disposition dans la machinerie [4],[7].



Figure I.13: Machine de traction "Gearless".

I.4.6. 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; 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; la charge est positive pour la montée en charge et la descente à vide; elle est négative dans le cas contraire. D'où un moteur qui doit être à deux sens de rotation, et de freinage dans les deux sens [2].

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une idée générale sur les systèmes automatisés et leur structure. Puis nous avons passé à l'étude des différents types d'ascenseur dont nous avons cité les avantages et les inconvénients de chacun, leurs critères énergétiques et les critères de choix du type d'ascenseur.

Nous nous sommes basé sur l'étude des ascenseurs à traction électrique puisqu'ils sont les plus utilisés de nos jours grâce à la nouvelle technologie.

Chapitre II

Etude de la carte et logiciel de programmation

II.1. Introduction

Le projet Arduino (2005) est issu d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de Design d'Interaction d'Ivrea suite au problème rencontré à cette période-là : Les outils nécessaires à la création de projets d'interactivité étaient complexes et excessivement chers ce qui rendait difficile le développement des projets et ralentissait l'apprentissage des étudiants.

Pour cela ils se concentrèrent sur la réalisation d'un matériel moins cher et plus facile à utiliser. Ils souhaitaient créer un environnement proche de Processing (langage de programmation développé en 2001 par " Benjamin Fry" et " Casey Reas") et de la carte Wiring (un langage de programmation facile d'accès et adaptée aux développements de projets de designers créée par Hernando Barragan en 2001 pour sa thèse de fin d'étude) pour arriver à un dispositif simple à utiliser, dont les coûts seraient peu élevés, les codes et les plans libres (les sources peuvent être modifiés, améliorés ou distribués par les utilisateurs) et multi-plates-formes (indépendant du système d'exploitation utilisé) [8].

II.2. La carte Arduino

II.2.1. Définition

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne.

Arduino est un projet open source (les plans, les schémas, etc. sont accessibles et libres de droits) la grande communauté d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ces questions et apporte un travail énorme de documentation au projet.

Les projets Arduino peuvent être autonomes, comme ils peuvent communiquer avec d'autres logiciels installés sur l'ordinateur tel que Flash, Processing ou MaxMPS, Matlab).

Ces cartes sont faites à base d'une interface entrée/sortie simple et d'un environnement de développement proche du langage [8],[9].

II.2.2. Les gammes de la carte Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques une afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.
- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programmable à travers le port USB ; cette version utilise un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une nouvelle version).
- Le LilyPad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application wearable (que l'on peut porter) en utilisant un microcontrôleur ATmega168
- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Duemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168 (ATmega328 pour une nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2.
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3U4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier.
- L'Arduino Esplora , ressemblant à un contrôleur visuel de jeu, avec un manche et des sondes intégrées pour le bruit, la lumière, la température, et l'accélération [10].

II.2.3. Les composants de la carte

L'Arduino est composée de deux parties indissociables : La carte qui est la partie hardware avec laquelle on travaille en construisant chaque projet et la plateforme IDE ARDUINO qui est la partie logicielle fonctionnant sur le PC celle-ci permet de mettre au point et de transférer le programme qui sera par la suite exécutée par la carte ARDUINO [8],[11].

Dans ce qui suit nous allons présenter les composants de la carte Arduino UNO :

➤ **Le microcontrôleur:**

C'est le processeur de la carte, il s'occupe de tout ce qui est calculs, exécution des instructions du programme et gestion des ports d'entrées/sorties. Il dispose de 1 Ko de mémoire vive, et 32 Ko de mémoire flash pour stocker les Programmes.

Pour les besoins de l'Arduino le microcontrôleur devait être petit et bon, les développeurs ont donc opté pour le circuit ATmega328 qui réunit ces deux conditions. Il est associé à des ports entrées/sorties qui permettent à l'utilisateur de communiquer avec l'environnement [8],[11].

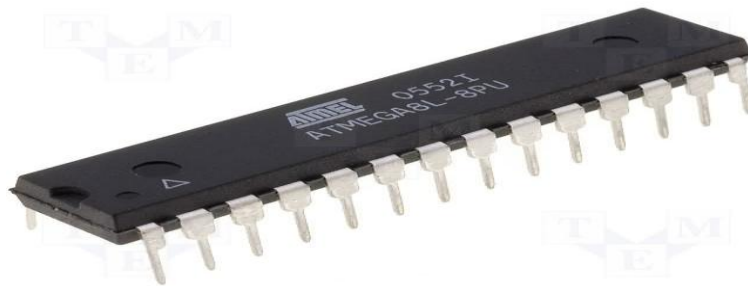


Figure II.1: Le microcontrôleur de la carte Arduino.

➤ **Les 14 entrées sorties numériques (pattes 0_13) :**

Elles peuvent être configurées en entrée ou en sortie en les indiquant dans le programme.

Côté entrées, des capteurs qui collectent des informations sur l'environnement, le contact via un bouton-poussoir. Côté sorties, des actionneurs qui agissent sur le monde physique telle qu' une petite lampe qui produit de la lumière, un moteur qui actionne une cabine d'ascenseur...etc.

Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité.

Certaines broches ont des fonctions spéciales :

- Les broches 0 et 1: Utilisées pour recevoir (RX) et transmettre (TX) les données séries, Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega programmé en convertisseur USB-vers-série de la carte (Le FTDI), qui assure l'interface entre le microcontrôleur et le port USB de l'ordinateur.
- Broches 2 et 3 : Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant ou sur un changement de valeur ; c'est l'instruction attachInterrupt() qui est adaptée à cette configuration.
- Broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11 : Elles fournissent une impulsion PWM (Modulation à Largeur d'Impulsion) à l'aide de l'instruction analogWrite().
- Broches 10, 11, 12, 13 : Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique) disponible avec la librairie pour communication SPI.

- Broches 4 et 5 : Supportent les communications de protocole I2C.
- Broche 13 : Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13, lorsque la broche est au niveau HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau BAS, la LED est éteinte [8],[11].



Figure II.2: Les 14 entrées sorties numériques.

➤ **Les 6 entrées analogiques (pattes A0_A5) :**

Ces pattes sont réservées à la mesure de signaux analogiques et permettent de convertir une tension analogique (Ve) de 0 à 5 V en une valeur numérique [8],[11].



Figure II.3 : Les 6 entrées sorties analogiques.

➤ **Alimentation de la carte :**

La carte Arduino peut-être alimentée via un port USB qui l'alimente par +5V. La norme USB limite à 500mA maximum l'alimentation de la carte. Cela suffit pour des leds mais est généralement insuffisante pour des moteurs ou des servomoteurs (avec cette alimentation seule, lors de la mise en route d'un moteur, cela peut entrainer une chute de tension).

La carte peut aussi fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V la broche de 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte risque d'être instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait surchauffer et endommager la carte. Aussi, la plage idéale recommandée pour alimenter la carte Arduino est entre 7V et 12V.

La carte peut être alimentée aussi par les broches Vin(+) GND(-) qui peuvent aussi supporter une tension comprise entre 7et 12volt (tension convertie aussi en 5v par l'Arduino) [8],[11].

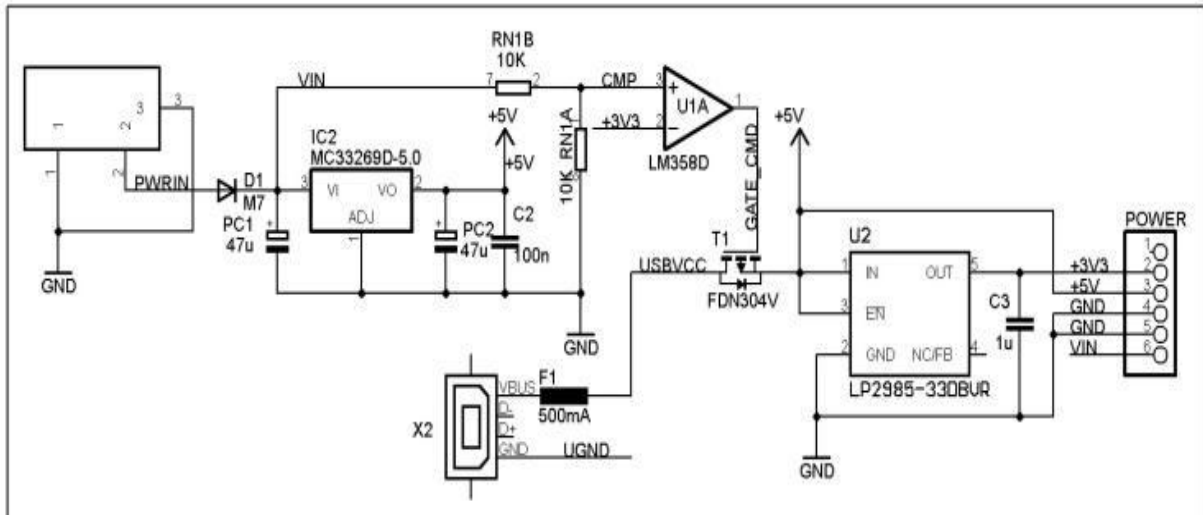


Figure II.4: Le schéma électrique de l'alimentation de la carte Arduino.

➤ **Les LED:**

- LED verte d'alimentation;
- LED jaune ou verte active lors de téléchargement du programme (LED de transmission réception) ;
- LED jaune de test.

Reset : pour la réinitialisation du microcontrôleur.

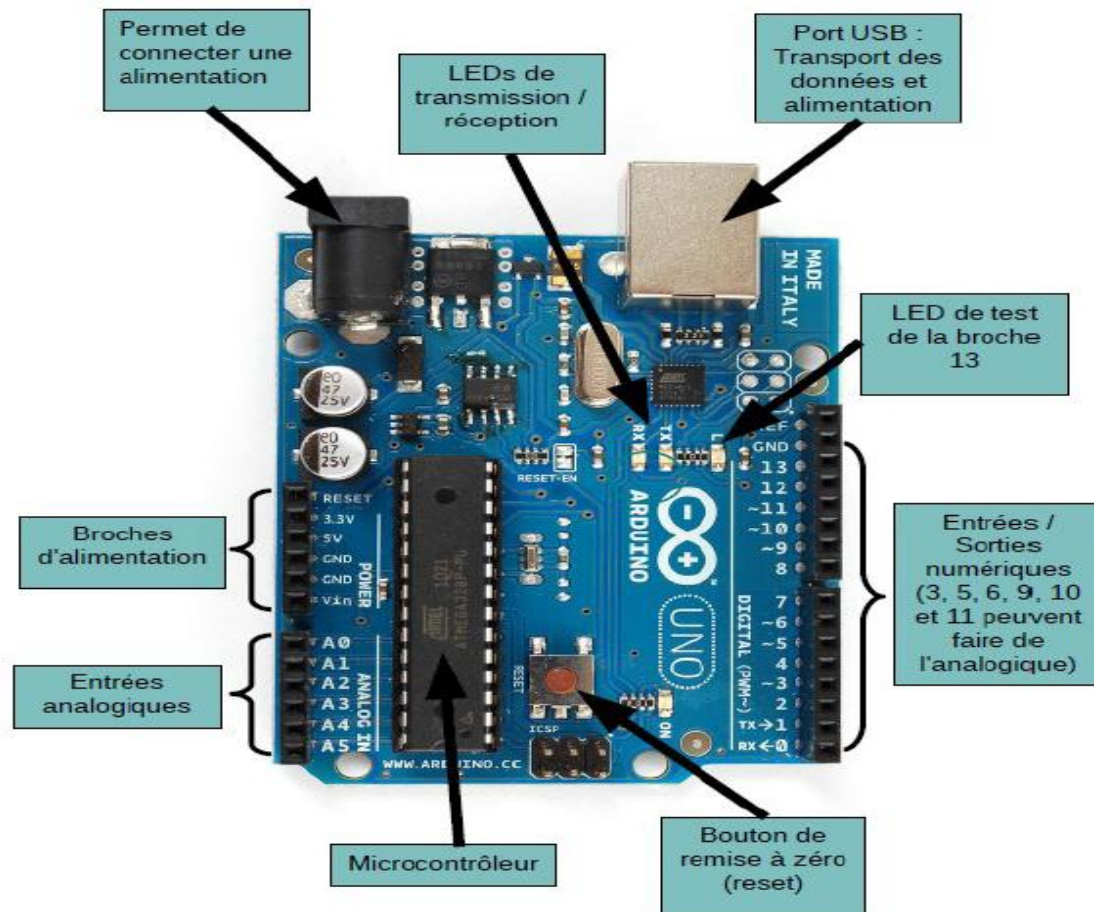


Figure II.5: Les composants de la carte Arduino (Uno).

Nb : Contrairement au signal numérique qui ne peut prendre que deux états différents un signal analogique peut prendre une infinité de valeurs en tension qui peut varier entre 0V et 5V.

La carte Arduino fonctionne en numérique, le microcontrôleur ne comprend que les « 0 » et les « 1 ». Les entrées A0 à A5 sont dotées de convertisseurs analogiques/numériques qui convertissent une tension en un entier variant de 0 à 1023 [9],[11].

II.3. Le logiciel Arduino (IDE Arduino)

L'environnement de programmation Arduino (IDE en anglais) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing.

L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme ou de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte.

C'est un logiciel de programmation par code, qui contient une cinquantaine de commandes différentes. A l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel ressemble à ceci :

Des icônes de commande en haut, une page blanche vierge, une bande noire en bas.

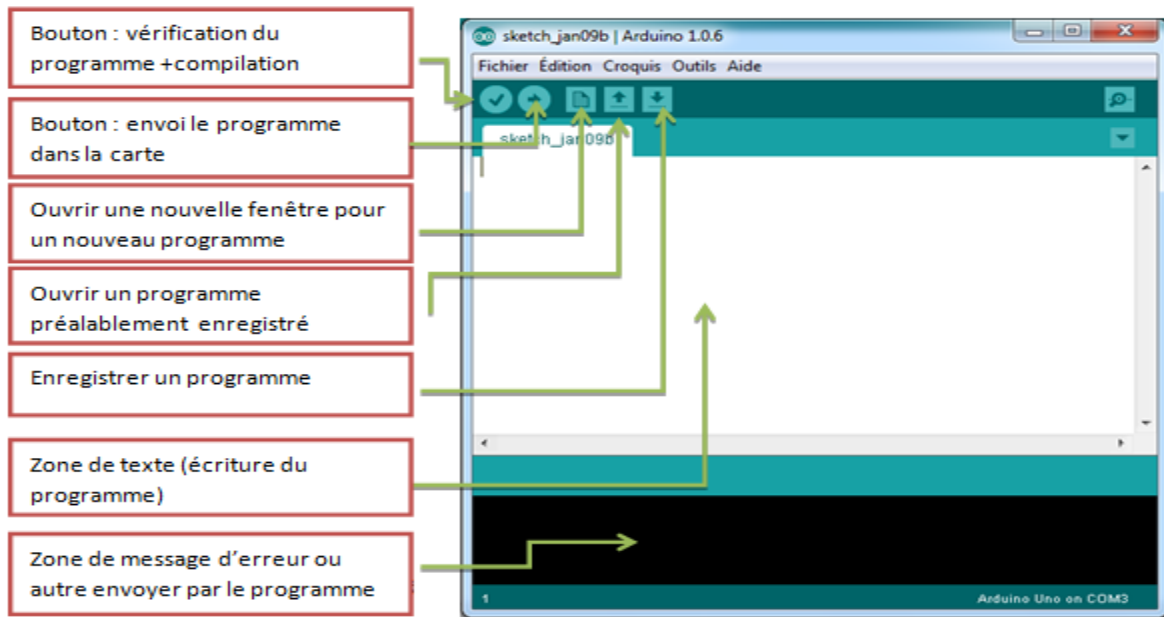


Figure II.6 : Les différentes parties de la fenêtre principale du logiciel Arduino.

- ✓ On conçoit d'abord un programme avec le logiciel Arduino ;
- ✓ On vérifie ce programme avec le logiciel (compilation) ;
- ✓ Des messages d'erreur apparaissent éventuellement... On corrige puis on vérifie à nouveau ;
- ✓ On retire le programme précédent sur la carte Arduino (cette opération se fait automatiquement lors de la télétransmission (l'upload) du nouveau programme) ;
- ✓ On télécharge (upload) ce programme sur la carte Arduino ;
- ✓ L'exécution du programme sur la carte est automatique quelques secondes plus tard ou à ses prochains allumages [8],[9].

II.3.1. Structure d'un programme

Un programme Arduino est une suite d'instructions élémentaires et séquentielles, dans tous les programmes Arduino il y a trois étapes. Pour mettre en évidence ces phases on va présenter la structure d'un exemple simple de programmation qui consiste à allumer une led pendant 1 seconde puis l'éteindre durant 3 seconde sur la broche N°13 ainsi de suite jusqu'à introduire un nouveau programme ou bien arrêter l'alimentations.

```

1  /* Ce programme fait clignoter une
   * led qui se situe dans la pin N°13
   */

2  int Led=13;           //Déclaration de la variable "Led" à utiliser

3  void setup ()
   {
   pinMode (Led,OUTPUT); // configure la broche N°13 comme une sortie
   }

4  void loop ()
   {
   digitalWrite(13,HIGH); // met la sortie N°13 à l'état haut (led allumée)
   delay(1000);           //attendre 1 seconde
   digitalWrite(13,LOW); // met la sortie N°13 à l'état bas (led éteinte)
   delay(3000);           // attendre 3 seconde
   }

```

Figure II.7 : Exemple d'un programme Arduino

1, 2,3,4 représentent des segments expliqués ci-dessous

1 : Commentaires :

Pour écrire des commentaires sur le programme (cela aide à la relecture du programme et sa compréhension par une autre personne que celle qui l'a fait) on a 2 possibilités :

Soit en multi ligne, en les mettant entre les signes `/** **/`.

Soit sur une ligne de code en les séparant du code avec les signes `//`.

2 : Définition et déclaration des variables:

Pour notre exemple, on va utiliser une sortie numérique de la carte qui est par exemple la 13^{ème} sortie numérique. Cette variable doit être définie et nommée dans cette partie ; On lui donne un nom arbitraire Led.

3 : Configuration des entrées-sorties voidsetup ():

Les broches numériques de l'Arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numériques. Ici on va configurer Broche LED en sortie

PinMode (nom, état) est une des fonctions relatives aux entrées-sorties numériques.

4 : Programmation des interactions voidloop ():

Dans cette boucle, on définit les opérations à effectuer, dans l'ordre:

- **digitalWrite (nom, état)** : Une des fonctions relatives aux entrées-sorties numériques.
- **delay (temps en millisecondes)** : La commande d'attente entre deux autres instructions :

- chaque ligne d'instruction est terminée par un point-virgule.
- les accolades encadrent la boucle [8],[9].

II.3.2.Syntaxe du langage Arduino

La syntaxe des commandes d'Arduino est donnée dans la table des matières suivante. Chaque instruction est suivie de sa traduction entre-parenthèses [12],[13].

Commandes de structure du programme	
Structure générale	<ul style="list-style-type: none"> • <code>Voidsetup()</code> (configuration,préparation) • <code>Voidloop()</code>(exécution)
Contrôle et conditions	<ul style="list-style-type: none"> • <code>if</code>(si..) • <code>if...else</code>(si...sinon...) • <code>for</code> (pour...) • <code>switch case</code>(dans le cas où...) • <code>while</code>(pendant que...)
Opérations de comparaison	<ul style="list-style-type: none"> • <code>==</code>(équivalent à) • <code>!=</code>(différent de) • <code><</code>(inférieur à) • <code>></code>(supérieur à) • <code><=</code>(inférieur ou égal à) • <code>>=</code>(supérieur ou égal à)
Opérations booléennes	<ul style="list-style-type: none"> • <code>&&</code>(et) • <code> </code> (ou) • <code>!</code>(et pas)
Autres commandes	<ul style="list-style-type: none"> • <code>//</code>(commentaires simple ligne) • <code>/**/</code>(commentaries multi-lignes) • <code>#define</code>(donner une valeur à un nom)

Tableau II.1: Les commandes du programme Arduino.

Fonctions	
Entrées-sorties numériques	<ul style="list-style-type: none"> • <code>pinMode(broche, état)</code> (configuration des broches). • <code>digitalWrite(broche, état)</code> (écrire un état sur une broche numérique). • <code>digitalRead(broche)</code> (lire un état sur une broche numérique). • <code>unsigned long pulseIn(broche, état)</code> (lire une impulsion sur une broche numérique).
Entrées analogique	<ul style="list-style-type: none"> • <code>int analogRead(broche)</code> (lire la valeur d'une broche analogique). • <code>analogWrite(broche, valeur)</code> (PWM : écrire une valeur analogique sur les broches 9, 10 ou 11).
Gestion du temps	<ul style="list-style-type: none"> • <code>unsigned long millis()</code> (temps de fonctionnement du programme) • <code>delay(ms)</code> (attente, en millisecondes) • <code>delayMicroseconds(us)</code> (attente, en μs).
Nombres aléatoires	<ul style="list-style-type: none"> • <code>randomSeed(seed)</code> (aléatoire 'pilote') • <code>long random(max)</code> (aléatoire à partir de telle valeur). • <code>long random(min, max)</code> (aléatoire entre deux valeurs).

Tableau II.2: Les fonctions du programme Arduino.

Variables	
Variabes	<ul style="list-style-type: none">• char (variable 'caractère')• int(variable 'nombre entier')• long (variable 'nombre entier de très grande taille')• string (variable 'message')
Niveaux logiques des connecteurs numériques	<ul style="list-style-type: none">• HIGH (état 1)• LOW (état 0)• INPUT (configuré en entrée)• OUTPUT (configuré en sortie)

Tableau II.3: Les différentes variables du programme Arduino.

II.3.3. Test et téléchargement

Après construction du programme on doit le télécharger vers la carte Arduino, en suivant les étapes schématisées dans la (figure II.8) ci-dessous [13]:

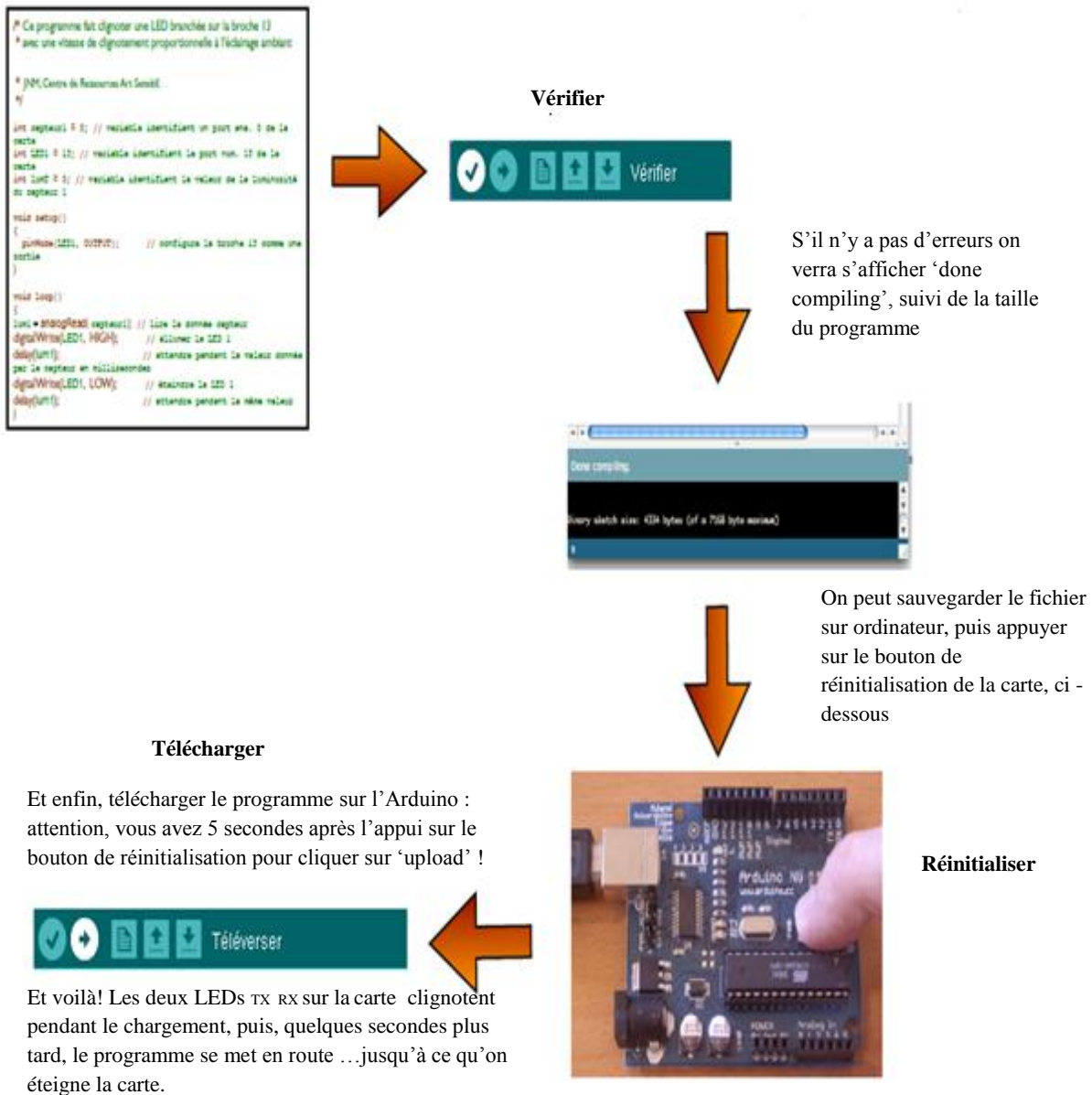


Figure II.8 : Les étapes à suivre pour télécharger le programme vers la carte Arduino.

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, notre étude s'est focalisée sur la présentation de la carte Arduino et son logiciel de programmation, nous avons commencé par quelques détails concernant la création et la définition de cette carte. Puis nous avons parlé de son coté matérielle dont on a cité les gammes et les composants, enfin nous avons donné une présentation le logiciel de programmation.

La compréhension de données exposées dans ce chapitre nous offre des bases de connaissances pour l'usage de la carte de programmation.

Chapitre III

Conception et programmation

III.1. Introduction

Après les généralités sur les ascenseurs et l'étude de la carte et logiciel de programmation, respectivement aux premier et deuxième chapitres, nous présenterons dans ce chapitre la conception de la carte de commande et les étapes de programmation de notre maquette d'ascenseur suivant un cahier des charges prédéterminé.

Afin de concevoir cette commande, nous suivrons une démarche progressive. Elle portera sur une étude théorique qui concerne la description des composants utilisés et leurs caractéristiques; suivi d'une étude pratique axée sur la conception des cartes par logiciels.

Le but est d'établir le modèle le plus adapté à notre projet.

III.2. Etude théorique

III.2.1. Partie mécanique

Dans ce projet nous avons utilisé l'ascenseur didactique disponible au département d'automatique (laboratoire des Travaux Pratique d'Automate Programmable). Elle est constituée d'une cabine en métal, de 230cm² de hauteur de 27cm, qui se déplace le long des guides métalliques de 140cm. La cabine est dotée d'un capteur de fin de course mécanique pour l'indication d'étage. Tout cela est entouré par une carcasse de 3 (trois) niveaux (niveau0, niveau1, niveau2).

III.2.2. Partie électronique

III.2.2.1. Le microcontrôleur (carte Arduino Mega 2560)

La MEGA 2560 est conçu pour des projets plus complexes. Avec 54 broches E /S dont 14 PWM, 16 entrées analogiques et d'un plus grand espace pour les croquis. Cela donne à notre projet beaucoup d'espace et d'opportunités. En effet la carte Arduino Mega 2560 offre toutes les fonctionnalités de la carte UNO, mais avec des fonctionnalités supplémentaires. On retrouve notamment un nombre d'entrées et de sorties plus important ainsi que plusieurs liaisons séries. Elle est basée sur un ATmega2560 cadencé à 16 MHz [8],[13].

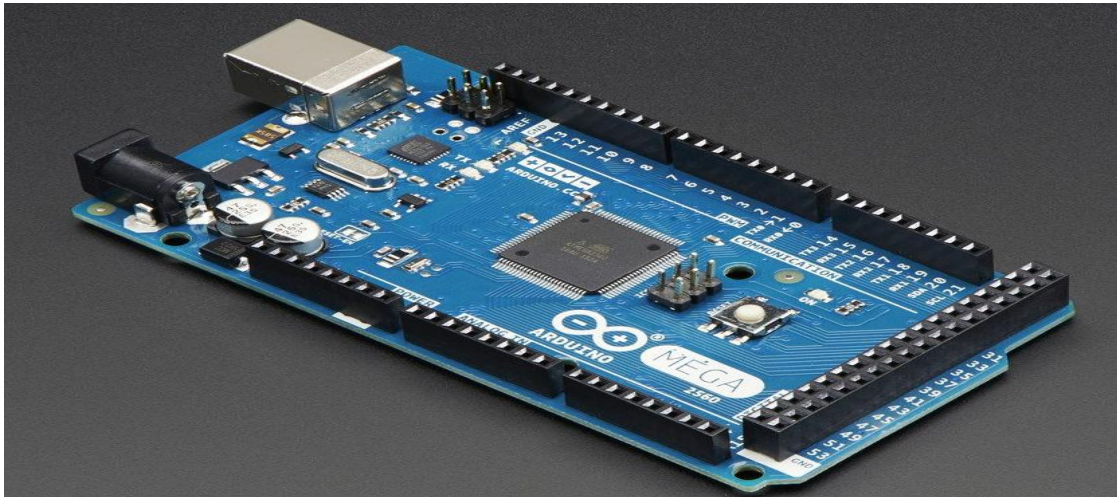


Figure III.1: Carte Arduino Mega 2560.

Les caractéristiques de la Mega 2560

- Version: Rev.3;
- Alimentation : via port USB ou 7 à 12 V sur connecteur alimentation;
- Microprocesseur : ATmega2560;
- Mémoire flash : 256 kB;
- Mémoire SRAM : 8 kB;
- Mémoire EEPROM : 4 kB;
- 54 broches d'E/S dont 14 PWM;
- 16 entrées analogiques 10 bits;
- Intensité par E/S: 40 mA;
- Cadencement : 16 MHz;
- 3 ports séries;
- Bus I2C et SPI;
- Gestion des interruptions;
- Fiche USB B;
- Dimensions : 107 x 53 x 15 mm [8],[13].

III.2.2.2. Le moteur

Le moteur utilisé est à courant continu avec réducteur, de haute résistance, sans bruits, petit mais en offrant une grande efficacité.

Ces caractéristiques sont données dans le tableau III.1 suivant [14]:

Nom du produit	SAYAMA GEARED MOTOR
Modèle	RB-35GM-E35-12
Catégorie	Moteur de transmission
Courant de charge Max	2.1 A
Charge de transmission Max	18Kg/cm (permanent 6Kg/cm)
Tension de fonctionnement	12 V (DC)
La vitesse de charge	9tr/min
Arbre \emptyset	6mm
Le couple maximal	180 N.cm
longueur	97.5mm

Tableau III.1: Les caractéristiques d'un moteur de traction.

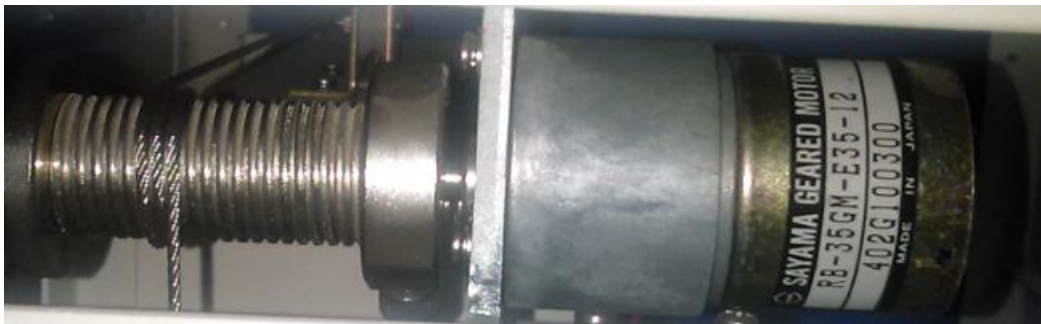


Figure III.2: Le moteur de traction.

Le moteur doit avoir deux sens de rotation ; pour se faire nous avons utilisé un composant très répandu dans le monde de l'électronique appelé « **pont en H** ».

➤ **Le pont en H**

Le pont en H est une structure électronique servant à contrôler la polarité aux bornes d'un dipôle, il est composé de quatre éléments de communication généralement disposés schématiquement en une forme de H d'où le nom. Cette structure se trouve dans plusieurs applications de l'électronique de puissance incluant le contrôle des moteurs, les convertisseurs et les hacheurs. Le pont en H permet de choisir le sens du courant en fonction de l'état des 4 interrupteurs (ils peuvent être remplacés par des transistors) qui le composent [15].

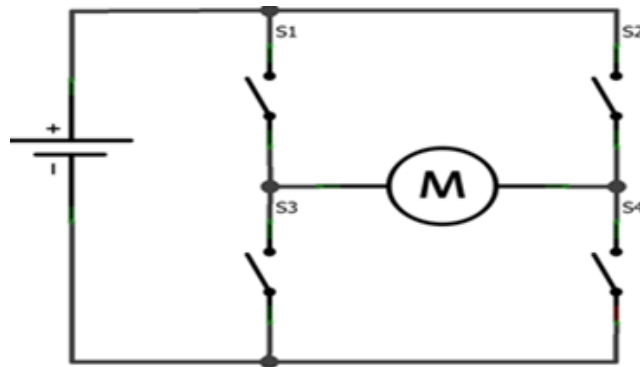


Figure III.3: Le pont en H.

Principe de fonctionnement

- Si on ferme les deux transistors S1 et S4 en laissant ouverts le S2 et S3. Le courant passe de la gauche vers la droite.

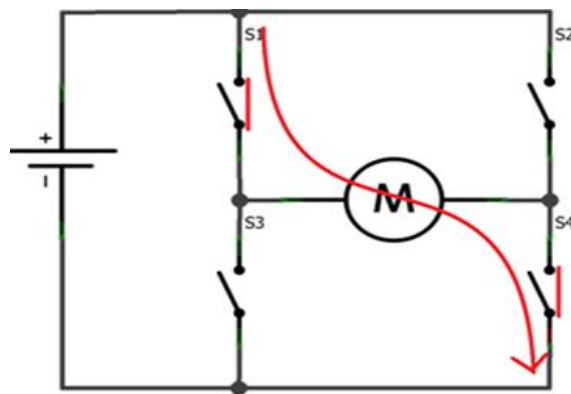


Figure III.4: Fonctionnement dans le sens horaire.

- Si en revanche on fait le contraire (S2 et S3 fermés et S1 et S4 ouverts), le courant ira dans l'autre sens.

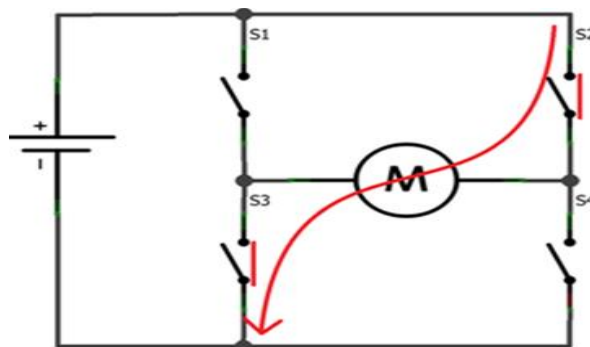


Figure III.5: Fonctionnement dans le sens antihoraire.

On remarque, que les transistors fonctionnent deux par deux. En effet, si on ferme juste un seul et laisse ouvert les trois autres le courant n'a nulle part où aller et rien ne se passe, le moteur est en roue libre. Maintenant, si on ferme S1 et S2 en laissant S3 et S4 ouverts, cette action va créer ce que l'on appelle un **frein magnétique**. Le moteur se retrouve alors court-circuité. En tournant à cause de son inertie, le courant généré va revenir dans le moteur et va le freiner.

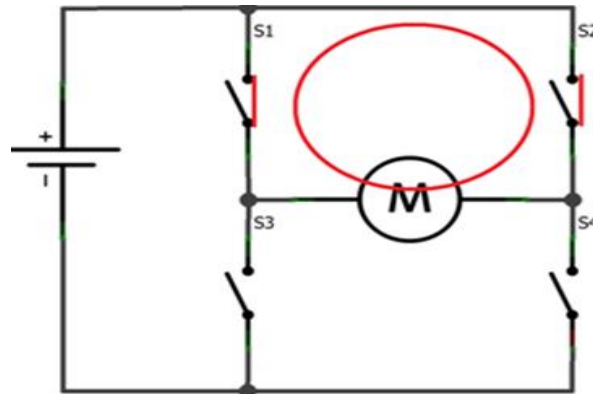


Figure III.6: Freinage avec S1 et S2.

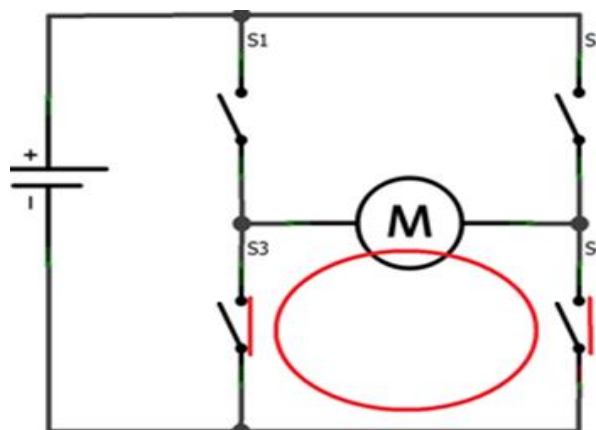


Figure III.7 : Freinage avec S3 et S4.

Si on ferme S1 et S3 et/ou S2 et S4 ensemble, cela ferait un court-circuit de l'alimentation et les transistors risqueraient de griller immédiatement si l'alimentation est capable de fournir un courant plus fort que ce qu'ils ne peuvent admettre.

Protections du pont en H par des diodes de roue libre

Pour protéger un transistor des parasites ou lors du freinage électronique du moteur, nous plaçons une diode qui devra être en parallèle aux bornes du transistor, le courant trouvera toujours un moyen de passer sans risquer de forcer le passage dans les transistors en les grillant.

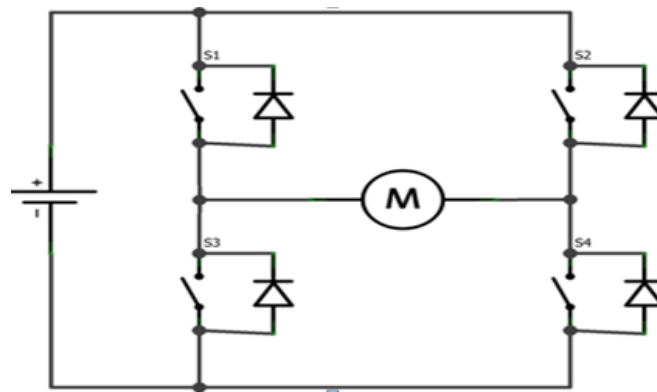


Figure III.8: Pont en H avec ses diodes de protection.

Afin d'éviter les branchements des transistors et leur logique de contrôle, des composants "clés en main" ont été développés et produits. Nous allons maintenant présenter un d'entre eux que nous retrouvons dans quasiment tous les shields moteurs Arduino qui est le **L293D** [15].

III.2.2.3. Le L293D

Le L293D est un double pont-H, ce qui signifie qu'il est possible de l'utiliser pour commander quatre moteurs distincts (dans un seul sens) grâce à ses 4 canaux.

En raccordant les sorties de façon appropriées, il est possible de constituer deux pont-h. Il est ainsi possible de commander deux moteurs distincts, dans les deux sens et indépendamment l'un de l'autre [15], [16].

Brochage

Ci-dessous la configuration des broches du L293D et la table de la logique de commande.

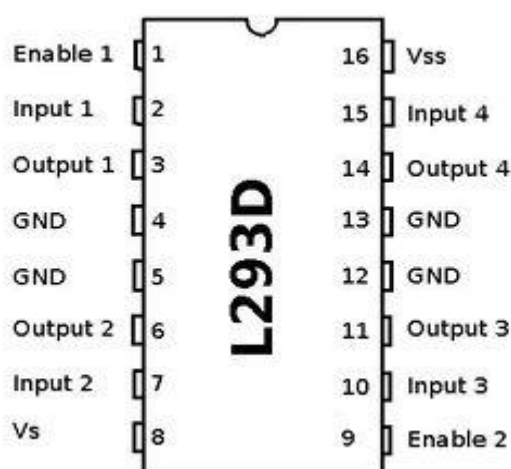


Figure III.9: configuration des broches du L293D.

Broche	Nom	Description
1	Enable1	<p>Permet d'envoyer (ou pas) la tension sur les sorties du moteur via OUTPUT1 et OUTPUT2.</p> <p>ENABLE1 commande l'activation/désactivation du premier Pont-H.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si ENABLE1=GND, le pont-H est déconnecté et le moteur ne fonctionne pas. • Si ENABLE1=VSS, le pont-H est connecté aux sorties et le moteur fonctionne dans un sens ou l'autre ou pas, en fonction des tensions appliquées sur INPUT1 & INPUT2.
2	Input1	<p>Avec Input 2, sont les broches de commande du Pont-H Output1/Output2.</p> <p>Se raccorde à Arduino, permet de commander le sens du courant entre Output 1 et Output 2.</p>
3	Output1	Avec Output 2, seront les broches à raccorder à la charge (le moteur).
4	GND	<p>Doit être raccorder à la masse (GND) de la source d'alimentation de puissance VS (ex: la borne négative de l'accumulateur +9.2v) et à la masse de la source d'alimentation de la logique "VSS" (donc GND Arduino).</p> <p>Si vous n'avez qu'une source d'alimentation pour le tout, c'est forcément plus simple.</p>
5	GND	
6	Output2	Avec Output 1, seront les broches à raccorder à la charge (le moteur).
7	Input2	<p>Avec Input 1, sont les broches de commande du Pont-H Output1/Output2.</p> <p>Se raccorde à Arduino, permet de commander le sens du courant entre Output 1 et Output 2.</p>
8	Vs	Alimentation de puissance des moteurs (souvent +9.2v).
9	Enable2	Commande l'activation du second pont-H constitué de Output3/Output4.
10	Input3	A utiliser conjointement avec Input 4 pour commander le pont-H Output3/Output4.
11	Output3	Constitue une des deux sorties du second pont-H (Output3/Output4)
12	GND	
13	GND	
14	Otput4	Constitue une des deux sorties du second pont-H (Output3/Output4)

15	Input4	A utiliser conjointement avec Input 3 pour commander le pont-H Output3/Output4.
16	Vss	Alimentation de la logique de commande (5V). A raccorder à la borne +5V d'Arduino .

Tableau III.2: La logique de commande des broches de L293D.

III.2.2.4. Afficheur 7 segments

Description

Comme son nom l'indique, l'afficheur 7 segments possède 7 segments. C'est un composant qui permet d'afficher les chiffres de 0 à 9. Ils sont encore utilisés aujourd'hui malgré l'importante présence du LCD sur le marché de l'affichage électronique. Ces afficheurs sont adaptés lorsqu'un large affichage numérique est requis comme pour les écrans dans les gares, les montres, calculatrices, ascenseurs ...etc. En plus de cela ils sont économiques, robustes et fiables comparés aux LCD [15], [16].

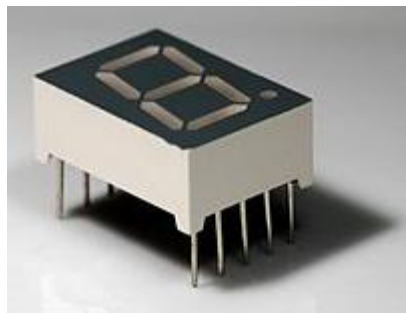


Figure III.10: Afficheur 7 segments.

Fonctionnement

Un segment est en fait une LED plate, et les 7 sont arrangées en forme de huit. Pour disposer les chiffres il faut allumer certains segments, et en laisser d'autres éteints. Ces segments pour être identifiés facilement sont associés à des lettres:

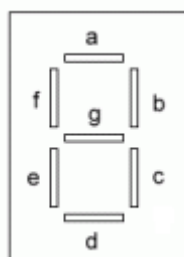
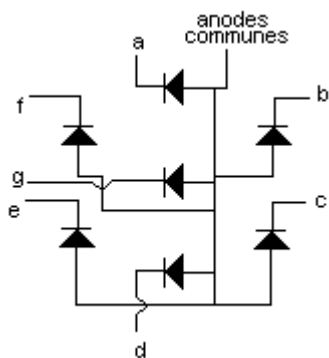


Figure III.11: Afficheur 7 segments identifier avec des lettres.

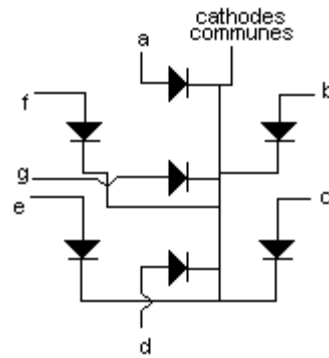
Si l'on s'intéresse de plus près au brochage, on s'aperçoit que chaque LED possède une de ses extrémités connectée à une broche commune. Lorsque toutes les anodes des LED sont mises en commun on parle d'un 7 segments à anode commune (Common anode), et cathode commune (Common cathode) lorsque les LED ont leur cathode en commun. Les boîtiers de ces équipements sont donc équipés de 10 broches (8 broches + 1 commune + alimentation + masse).

Afficheur à anode commune : toutes les anodes sont reliées et connectées au potentiel haut. La commande du segment se fait par sa cathode mise au potentiel bas.

Afficheur à cathode commune : toutes les cathodes sont reliées et connectées au potentiel bas. La commande du segment se fait par son anode mise au potentiel haut.



a. Schéma anode commune.



b. Schéma cathode commune.

Figure III.12: Types d'afficheur 7 segments.

Par exemple, pour afficher le chiffre 1, il faut allumer les segments (LED) B et C, et pour afficher le chiffre 2, il faut allumer les segments A, B, G, E et D. Même principe pour les autres chiffres.

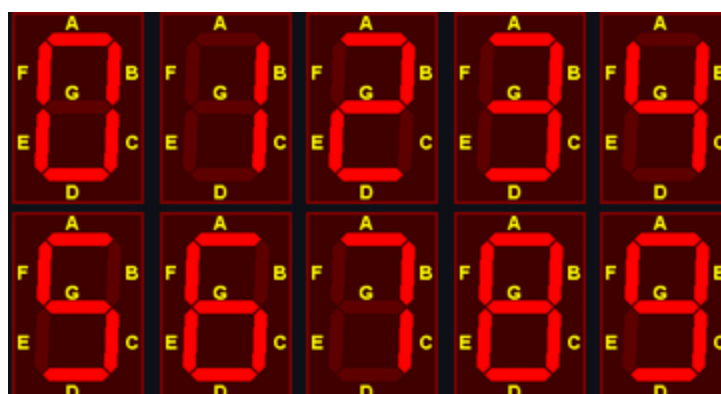
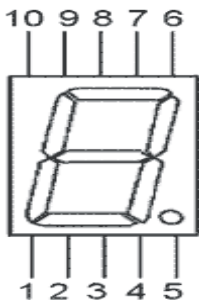


Figure III.13: La visualisation des chiffres.

Comme chaque segment est une LED, une résistance de limitation de courant doit être ajoutée en série avec chacun d'eux. Le calcul de la valeur de cette résistance de limitation est le même que celui à appliquer pour les LED "ordinaires" [15].

Branchement complet de l'afficheur



Voici la signification des différentes broches :

1. LED de la cathode E;
2. LED de la cathode D;
3. Anode commune des LED;
4. LED de la cathode C;
5. (facultatif) le point décimal;
6. LED de la cathode B;
7. LED de la cathode A;
8. Anode commune des LED;
9. LED de la cathode F;
10. LED de la cathode G [15], [16].

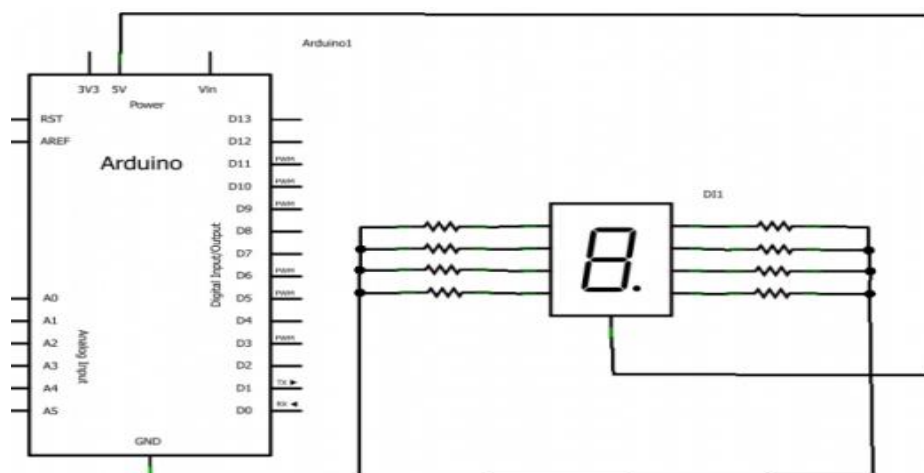


Figure III.14: Exemple du branchement d'un afficheur à anode commune.

III.3. Etude pratique

III.3.1. Partie logiciel

Avant la réalisation pratique de nos cartes, nous ferons la conception et la simulation de ces dernières. Pour ce faire nous allons utiliser le logiciel PORTEUS.

PROTEUS est un outil qui permet de dessiner des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant [17].

III.3.1.1.Présentation de Proteus

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. Elle est utilisée dans de nombreuses entreprises et organismes de formation. Outre la popularité de l'outil,

Proteus possède d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels faciles et rapides à comprendre et à utiliser ;
- Support technique performant ;
- Outil de création de prototype virtuel permettant de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet.

Le logiciel comprend deux principaux modules : ISIS et ARES [17].

III.3.1.1.1. ISIS

Le module ISIS de Proteus est principalement utilisé pour éditer un schéma structurel d'un circuit électronique (assemblage de composants électroniques dont on fixe les valeurs et les références) reliés par des connexions électrique (fils). Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler les différents types de montages ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits. la figure ci-dessous montre la fenêtre du module de simulation Proteus ISIS [17].

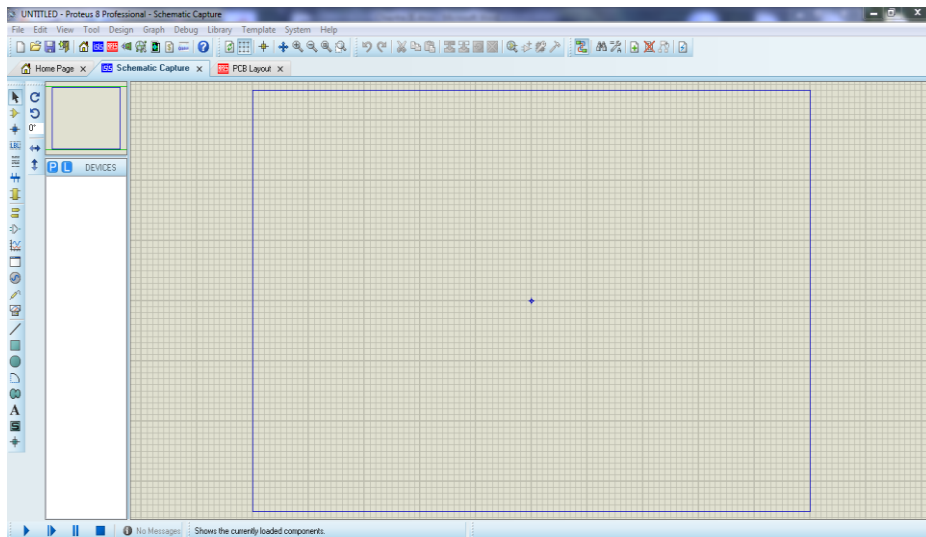


Figure III.15: Fenêtre du module de simulation Proteus ISIS.

III.3.1.1.2. ARES

Le module ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement. La figure ci-dessous montre la fenêtre du module de simulation Proteus ARES [17].

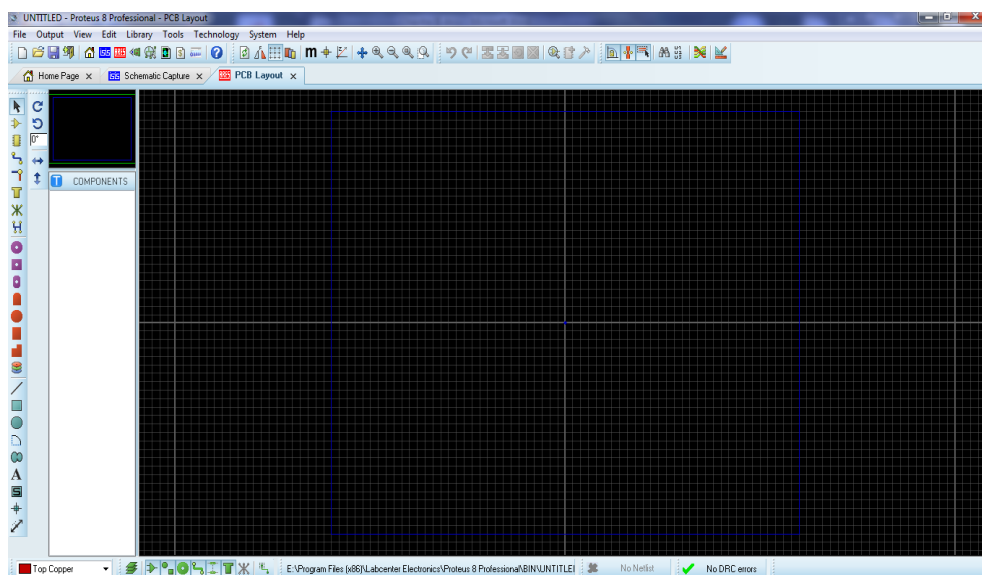


Figure III.16: Fenêtre du module Proteus ARES.

III.3.2. Partie materiel (conception des cartes)

Cette partie se base sur la conception de 6 (six) cartes électroniques; une pour l'alimentation, une carte de puissance pour la commande du moteur, 3 (trois) cartes d'afficheurs 7 segments (un pour chaque niveau) et une autre carte pour la commande des afficheurs.

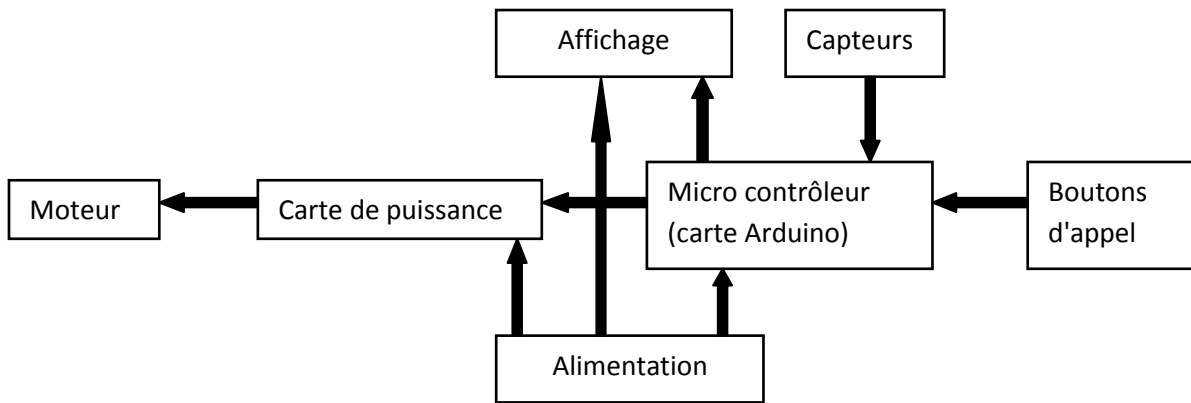


Figure III.17 : Schéma synoptique de la carte de commande.

III.3.2.1. Carte d'alimentation

La conception de cette carte est faite selon nos besoin d'alimentation. Le moteur doit etre alimenté par 12V; la carte Arduino par 9V; et la logique de commande se fait par 5V; et pour y parvenir nous avons utiliser des regulateurs de tension "LM7805" et "M7809".

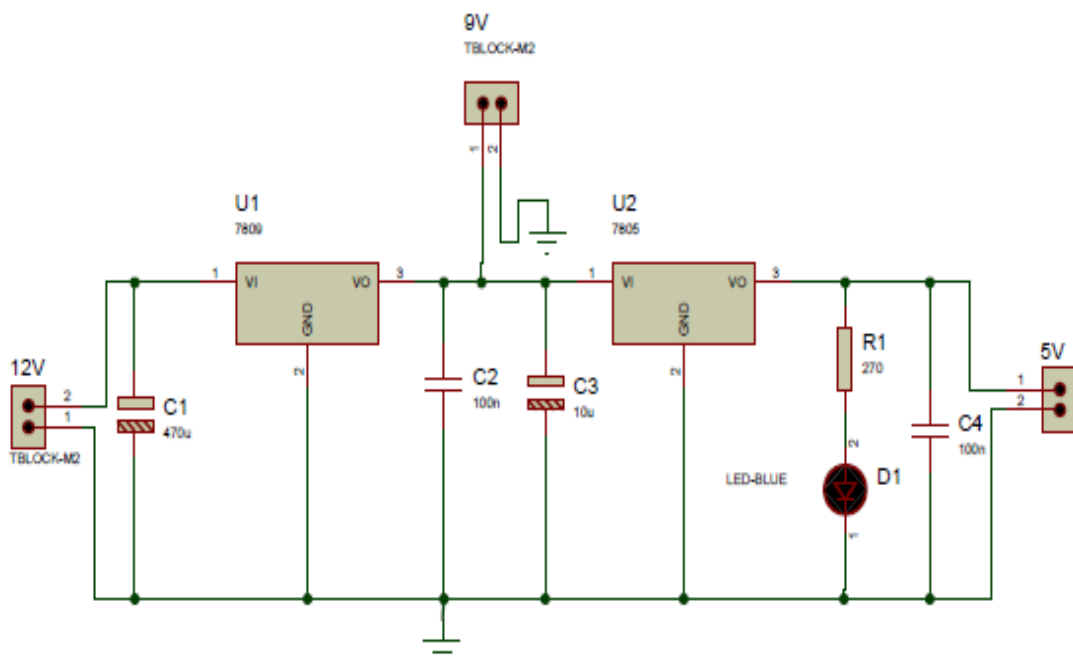


Figure III.18: Schéma de conception de la carte d'alimentation sur ISIS.

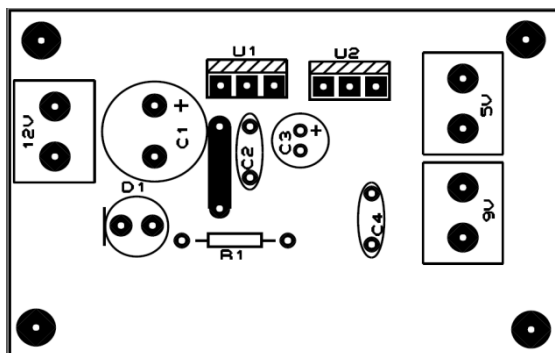


Figure III.19: Implantation des composants.

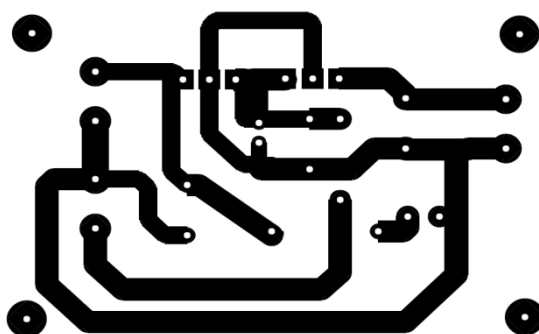


Figure III.20: Circuit imprimé de la carte d'alimentation.

III.3.2.2. Carte de puissance

Nous avons conçu un shield L293D, pour la commande du moteur dans les deux sens de rotation.

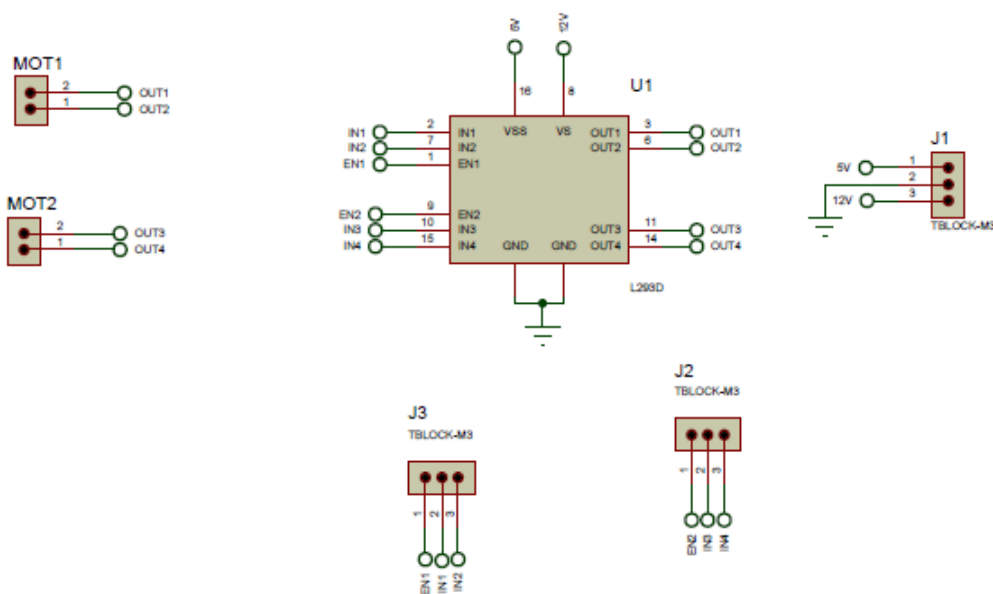


Figure III.21: Schema de conception de la carte de puissance sur ISIS.

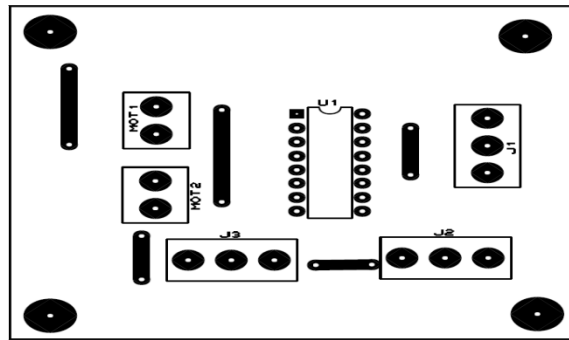


Figure III.22: Implentation des composants.

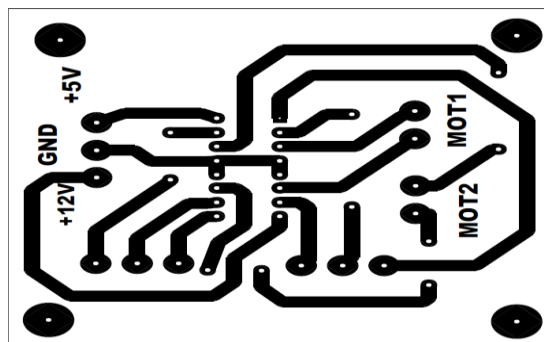


Figure III.23: Circuit imprimé de la carte de puissance.

III.3.2.3. Carte d'afficheur

Comme nous l'avons vu dans l'étude théorique, une résistance de protection doit être ajoutée en série avec chaque segment de l'afficheur. Une résistance de 330 Ohm suffit pour celà.

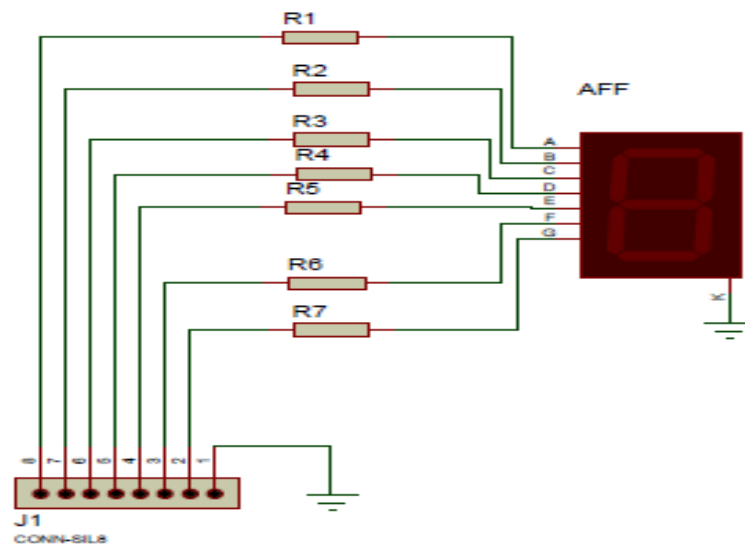


Figure III.24: Schema de conception de la carte d'afficheur sur ISIS.

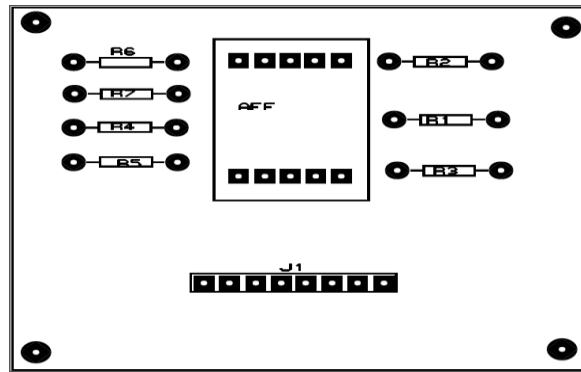


Figure III.25: Implantation des composants.

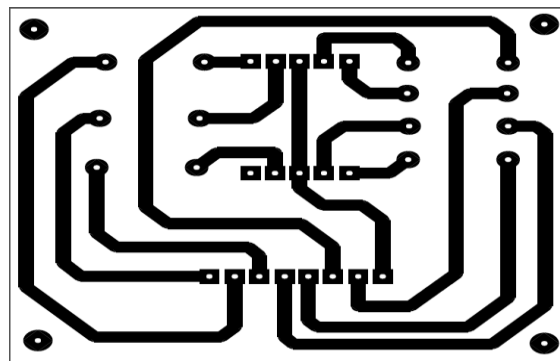


Figure III.26: Circuit imprimé de la carte d'afficheur.

III.3.2.4. Carte de commande des afficheurs

La consommation du courant de 3 segments dépasse ce que délivre une patte de l'arduino ; donc la commande de 3 segments par une seul patte peut griller cette dernière.

Un transistor intermédiaire (PNP, BC 327) peut être une solution pour ce problème.

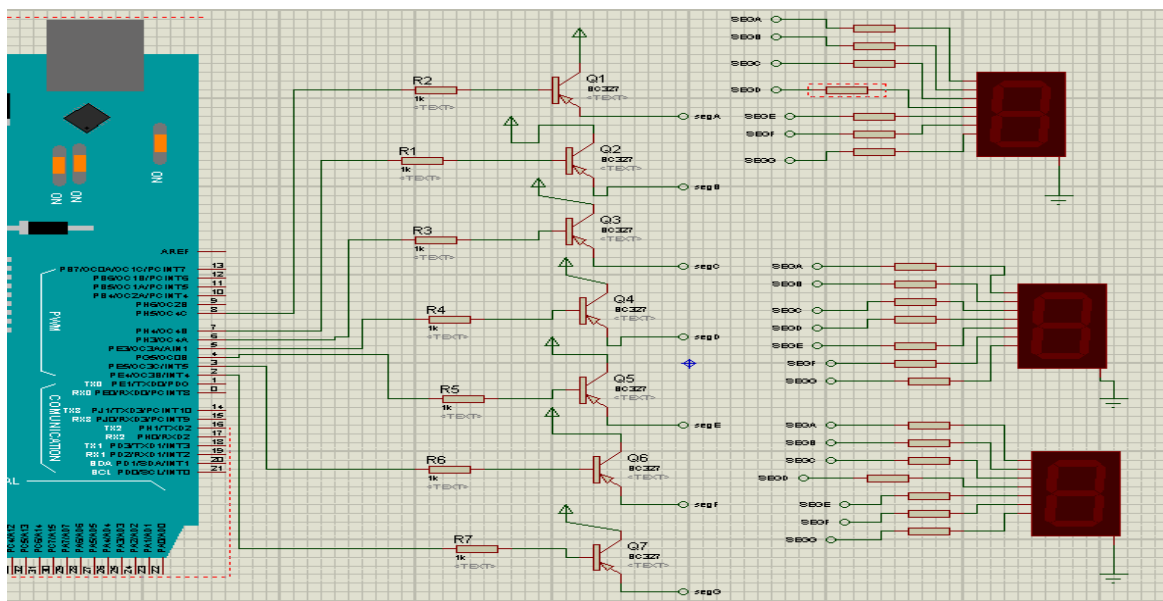


Figure III.27: Schema de conception de la carte de commande des afficheurs sur ISIS.

III.4. Programmation

III.4.1. Cahier des charges

Etant donné l'ascenseur initialement au repos, à n'importe quel étage, le système va s'initialiser au niveau "0" à chaque démarrage.

Un appel émanant d'un étage quelconque se réalise comme suit:

- Si l'appel vient de l'étage où se trouve l'ascenseur, un bip sonore et un clignotement de l'afficheur indique la présence de la cabine à l'étage demandé.
- S'il vient d'un autre étage, alors l'ascenseur monte ou descend vers l'étage demandé, l'afficheur indique le niveau atteint au même temps.

A chaque arrivé à l'étage désiré, un bip sonore et un clignotement de l'afficheur l'indique, la cabine poursuit sa course après un petit retard (delay) (ex: 4 secondes)

- S'il y a plusieurs appels, c'est le premier qui va être pris en considération .
- Si l'ascenseur doit monter ou descendre de plus d'un étage, alors à l'arrivée de chaque étage intermédiaire, un test de demande d'appel est effectué. La cabine s'arrête pour laisser monter ou descendre les personnes et continuera de répondre à la première demande.

Les priorités sont telles que le sens de la cabine est celui du premier appel.

En appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence le système s'arrête immédiatement, un affichage de la lettre "U" et une alarme (bip sonore sans arrêt) indique l'état d'urgence.

Dans ce cas on doit initialiser le système (Reset) pour qu'il soit prêt à être utilisé de nouveau.

La demande d'utilisation de la cabine peut se faire au niveau 0 ou à chaque niveau après l'appui sur l'un des boutons poussoirs.

La demande d'urgence peut se faire après l'appui sur le bouton d'urgence.

III.4.2. Réalisation du programme

Vue la complexité de notre programme nous l'avons partagé en un ensemble de sous-programme, qu'on peut appeler dans le programme principale.

III.4.3. Organigramme de déroulement du programme

Cet organigramme comporte les étapes suivantes:

- ✓ Initialisation de la cabine au RDC (niveau 0);
- ✓ Vérification des boutons;

- ✓ Déplacement du moteur;
- ✓ Affichage de la position de la cabine.

Nomenclature

B₀ : Bouton d'appel du niveau"0".

B₁ : Bouton d'appel du niveau"1".

B₂ : Bouton d'appel du niveau"2"

BAU: Bouton d'arrêt d'urgence.

action D: action demandée par l'utilisateur (niveau"0", niveau"1", niveau"2").

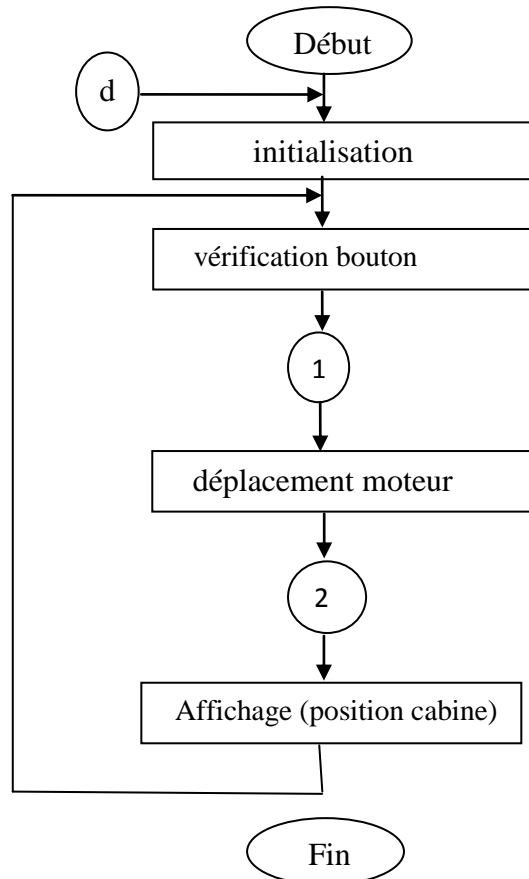
tableau appel: vecteur d'organisation d'appels par priorité.

tableau[0]: première case du vecteur d'organisation.

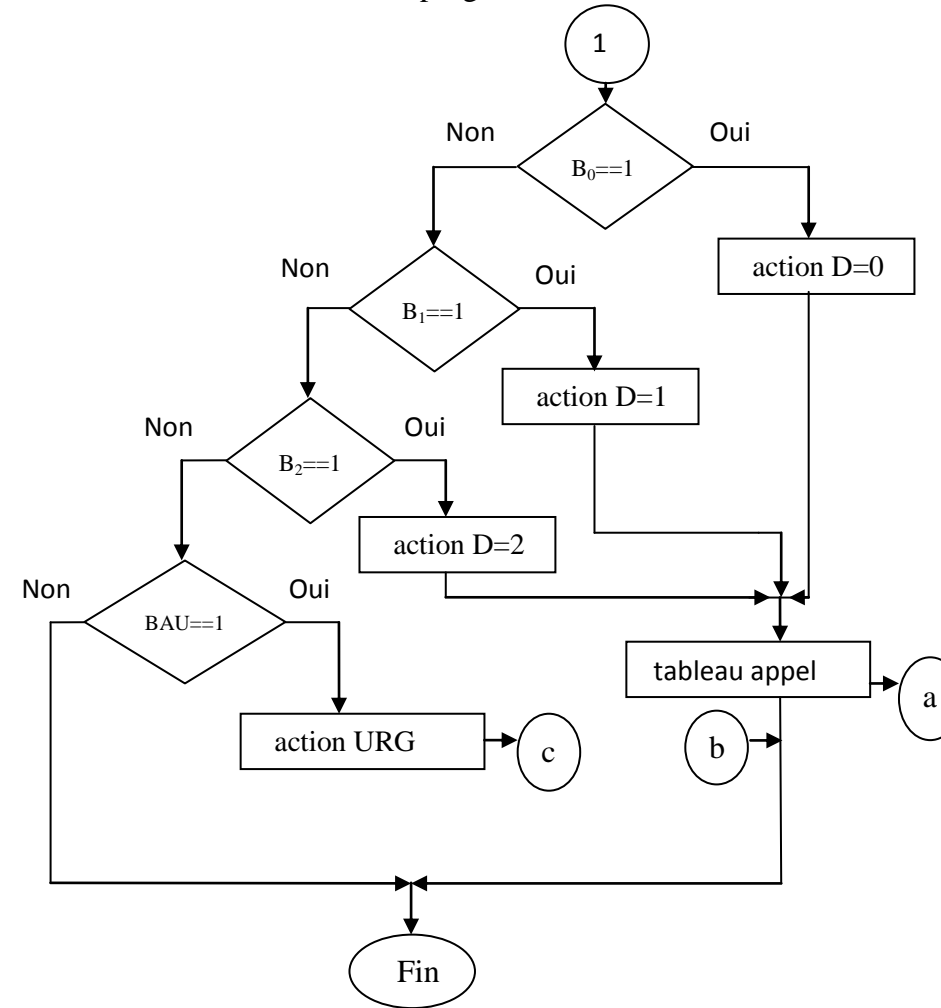
Bip sys: Bip sonore du système.

Organigramme de déroulement du programme

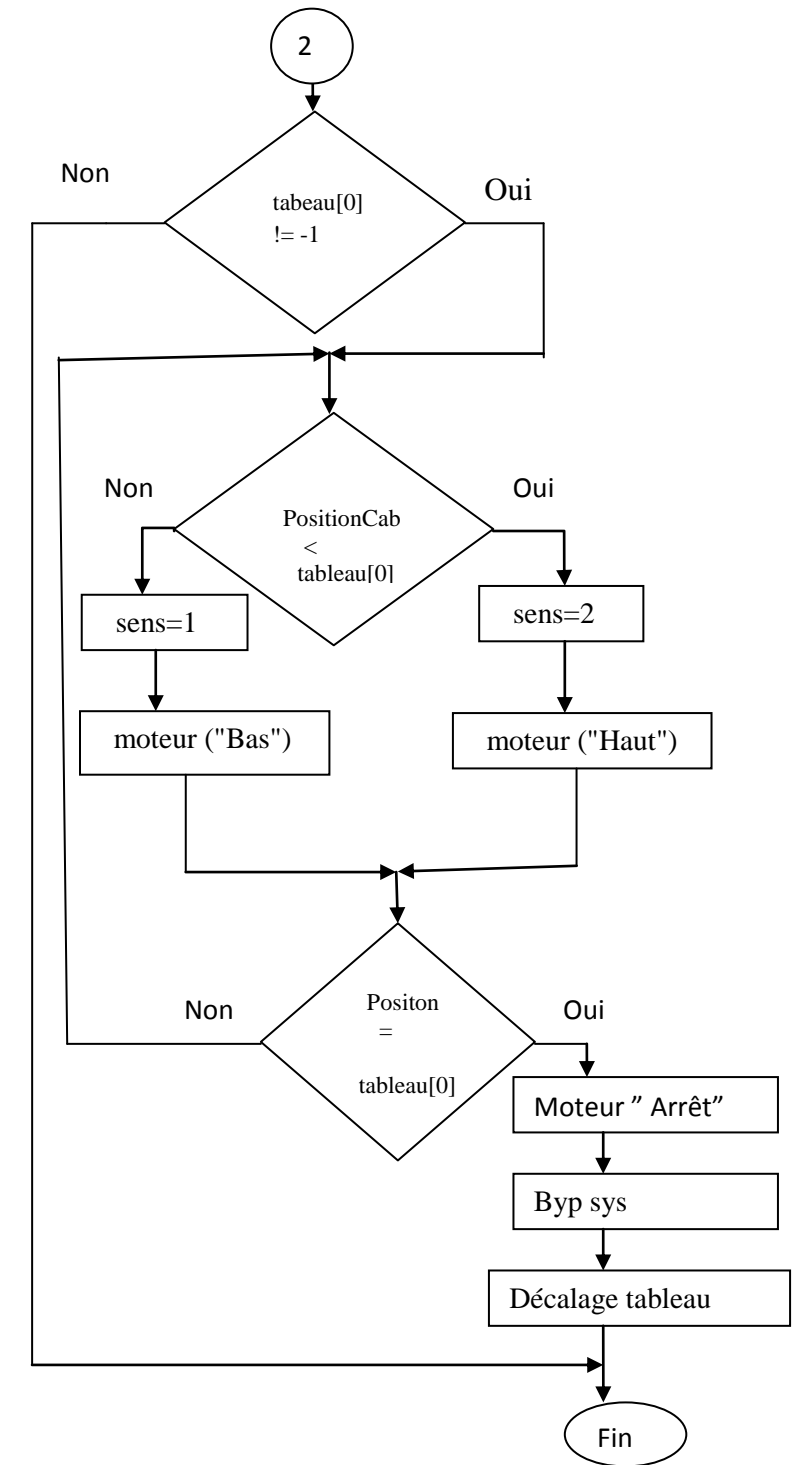
A. Programme principale



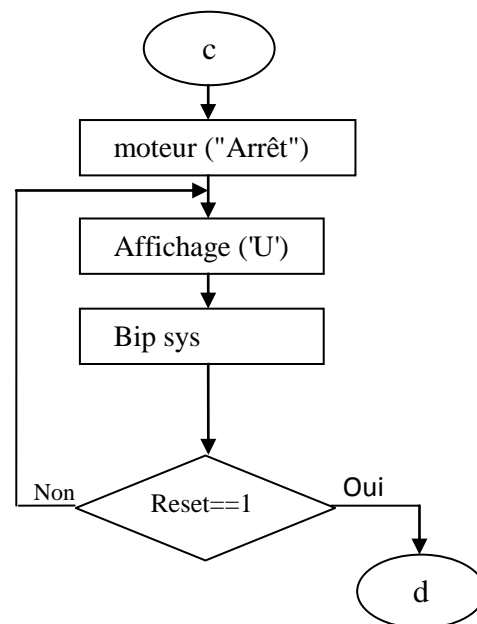
B. Sous programme "vérification boutons "



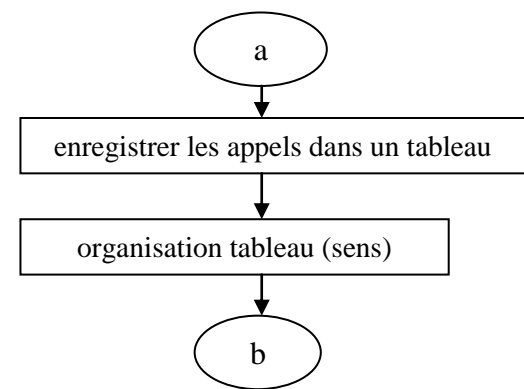
C. Sous programme "déplacement moteur "



E. Sous programme "action URG"



D. Sous programme "tableau appel"



III.5. Conclusion

Ce chapitre constitue est à la fois une étude théorique et pratique de notre maquette, qui traite l'aspect matériel du système. Nous avons aussi développé un organigramme qui va nous aider à la conception de la partie logiciel.

Dans ce chapitre nous avons donné la description des composants à utiliser dans la réalisation. Nous avons conçu la carte de commande avec ses différents circuits intégrés sous le logiciel Proteus.

Chapitre IV

Réalisation et validation

IV.1. Introduction

Ce chapitre n'est qu'une suite des chapitres précédents, son objectif est la réalisation de la carte de commande.

Tous les composants discutés aux premiers et deuxièmes chapitres seront utilisés dans ce qui suit.

IV.2. Réalisation des cartes

IV.2.1. Carte d'alimentation

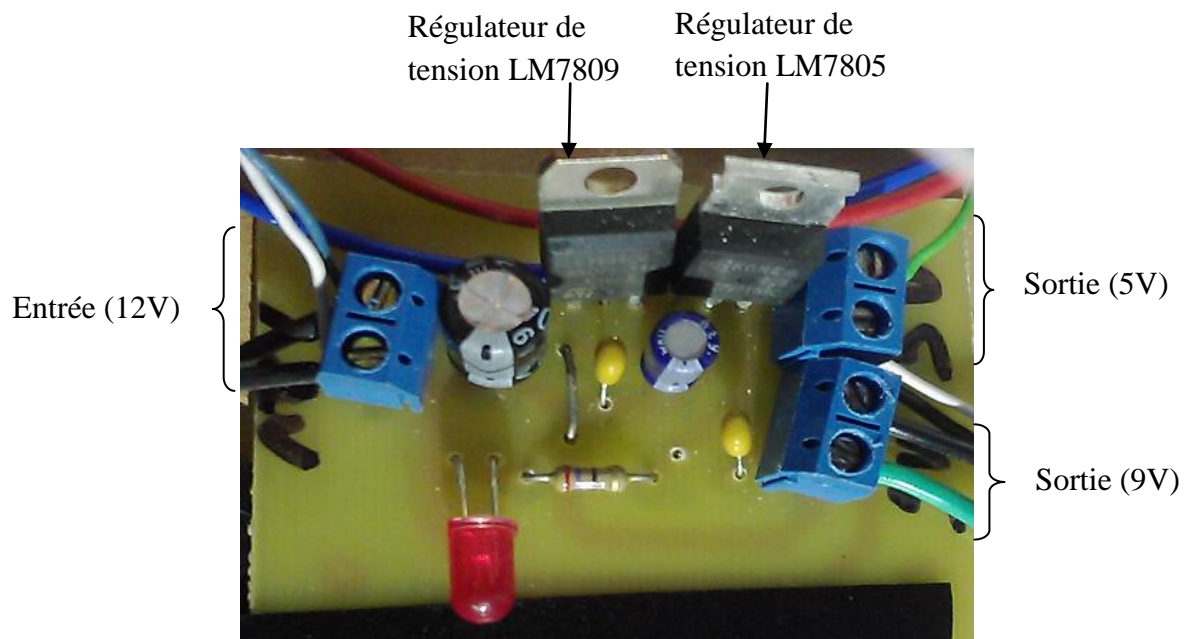


Figure IV.1: La carte d'alimentation.

La carte d'alimentation est constituée des éléments suivants :

- Une entrée de 12 volts ;
- Des condensateurs de filtrage ;
- Un régulateur de tension de 9 volts (LM7809) [16];
- Un régulateur de tension de 5 volts (LM7805) [16];
- Une sortie de 9 volts ;
- Une sortie de 5 volts ;
- Une Led témoin de passage du courant et une résistance de protection.

IV.2.2. Carte de puissance

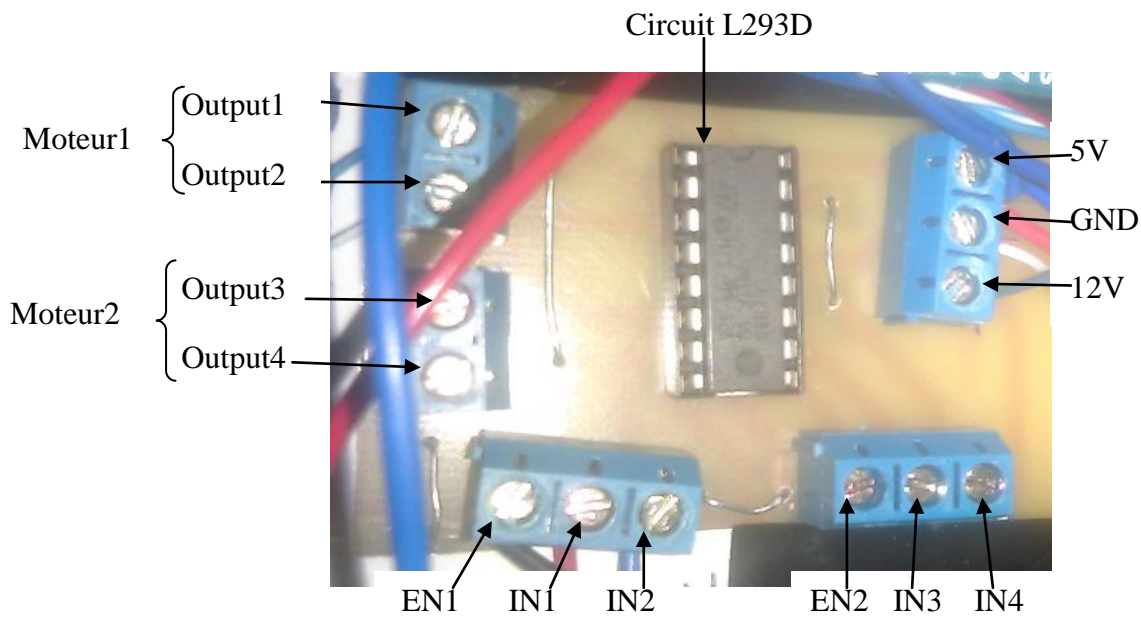


Figure IV.2: La carte de puissance.

EN1: Enable1 vers la patte "11" de la carte Arduino

IN1: Input1 vers la patte "9" de la carte Arduino

IN2: Input2 vers la patte "10" de la carte Arduino

5V: pour alimenter la logique de commande

12V: Pour alimenter le moteur

GND: Vers la masse

Cette partie du programme permet de faire tourner le moteur dans un sens à vitesse maximale :

```

sketch_aug18a $
digitalWrite (input1, HIGH) ;
digitalWrite (input2, LOW) ;
analogWrite (enable1, 255) ;

```

Pour le faire tourner dans l'autre sens on inverse la commande comme suit:

```

✓ → 📄 ⬆ ⬇ Nouveau
sketch_aug18a $
digitalWrite (input1, LOW) ;
digitalWrite (input2, HIGH) ;
analogWrite (enable1, 255) ;

```

IV.2.3. Carte d'afficheur

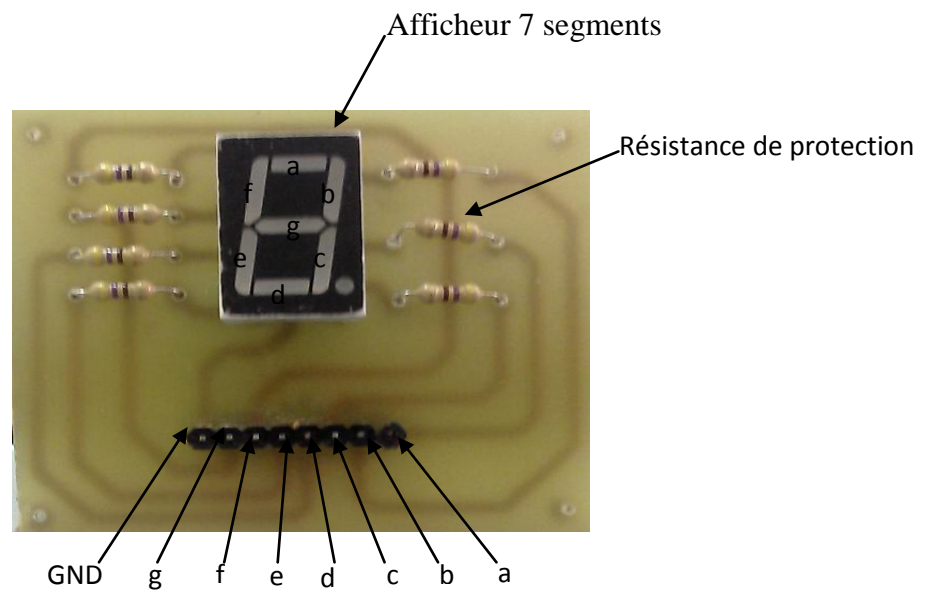


Figure IV.3: La carte d'afficheur.

a: Segment "a" de l'afficheur

b: Segment " b" de l'afficheur

c: Segment "c" de l'afficheur

d: Segment "d" de l'afficheur

e: Segment "e" de l'afficheur

f: Segment "f" de l'afficheur

g: Segment "g" de l'afficheur

GND: Vers la masse

Les segments a, b, c, d, e, f et g sont connectés respectivement aux collecteurs des transistors 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 de la carte de commande des afficheurs.

IV.2.4. Carte de commande des afficheurs

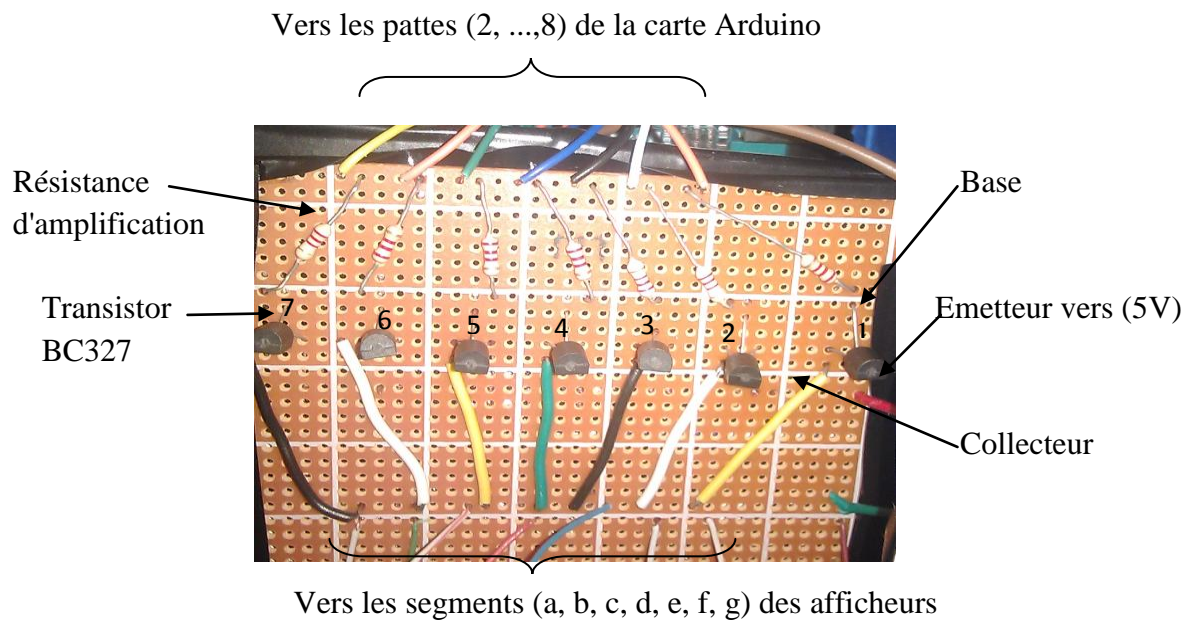


Figure IV.4: La carte de commande des afficheurs.

Cette carte est constituée de 7 transistors PNP (BC327) et de 7 résistances d'amplification. Chaque transistor doit commander 3 segments [16].

Cette partie du programme permet d'afficher le chiffre "0":

```
Fichier Édition Croquis Outils Aide
Nouveau
sketch_aug18a $
digitalWrite (segment1, LOW) ;
digitalWrite (segment2, LOW) ;
digitalWrite (segment3, LOW) ;
digitalWrite (segment4, LOW) ;
digitalWrite (segment5, LOW) ;
digitalWrite (segment6, LOW) ;
digitalWrite (segment7, HIGH) ;
```

IV.2.5. Carte de commande finale

Après la connexion de toutes les cartes, la figure IV.5 suivante donne la carte de commande finale.

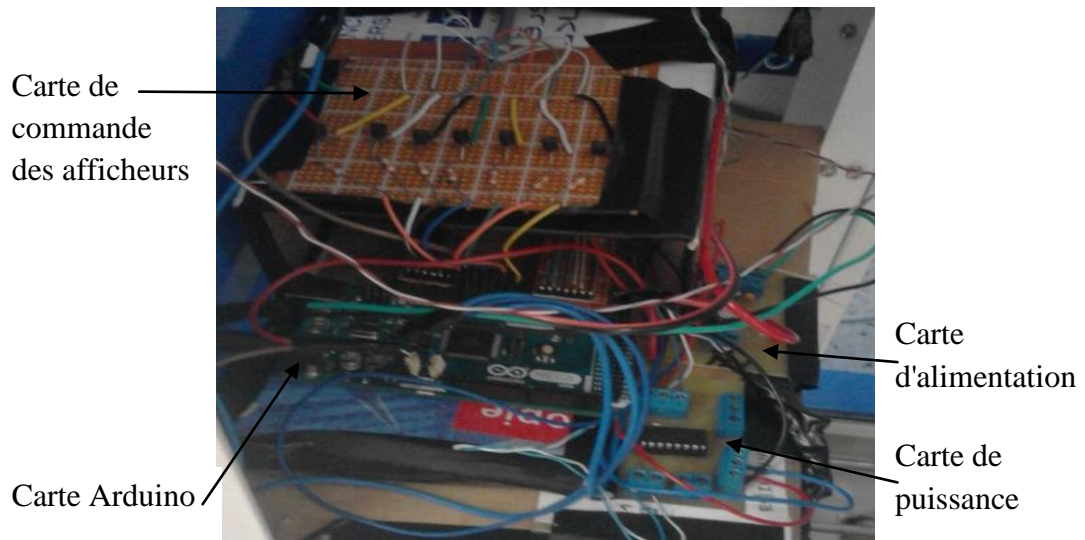
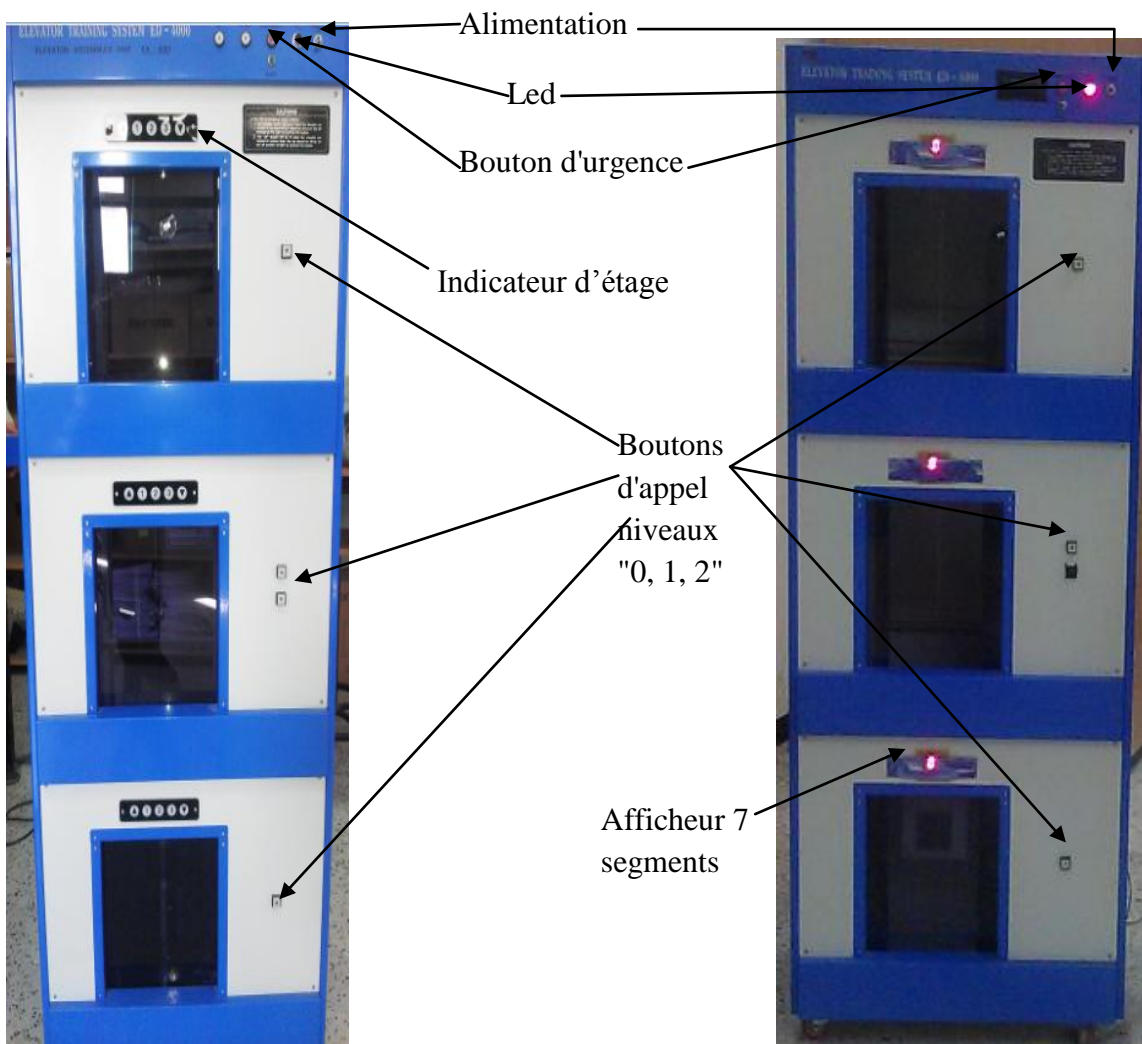


Figure IV.5: La carte de commande finale.

IV.3. modification de la maquette



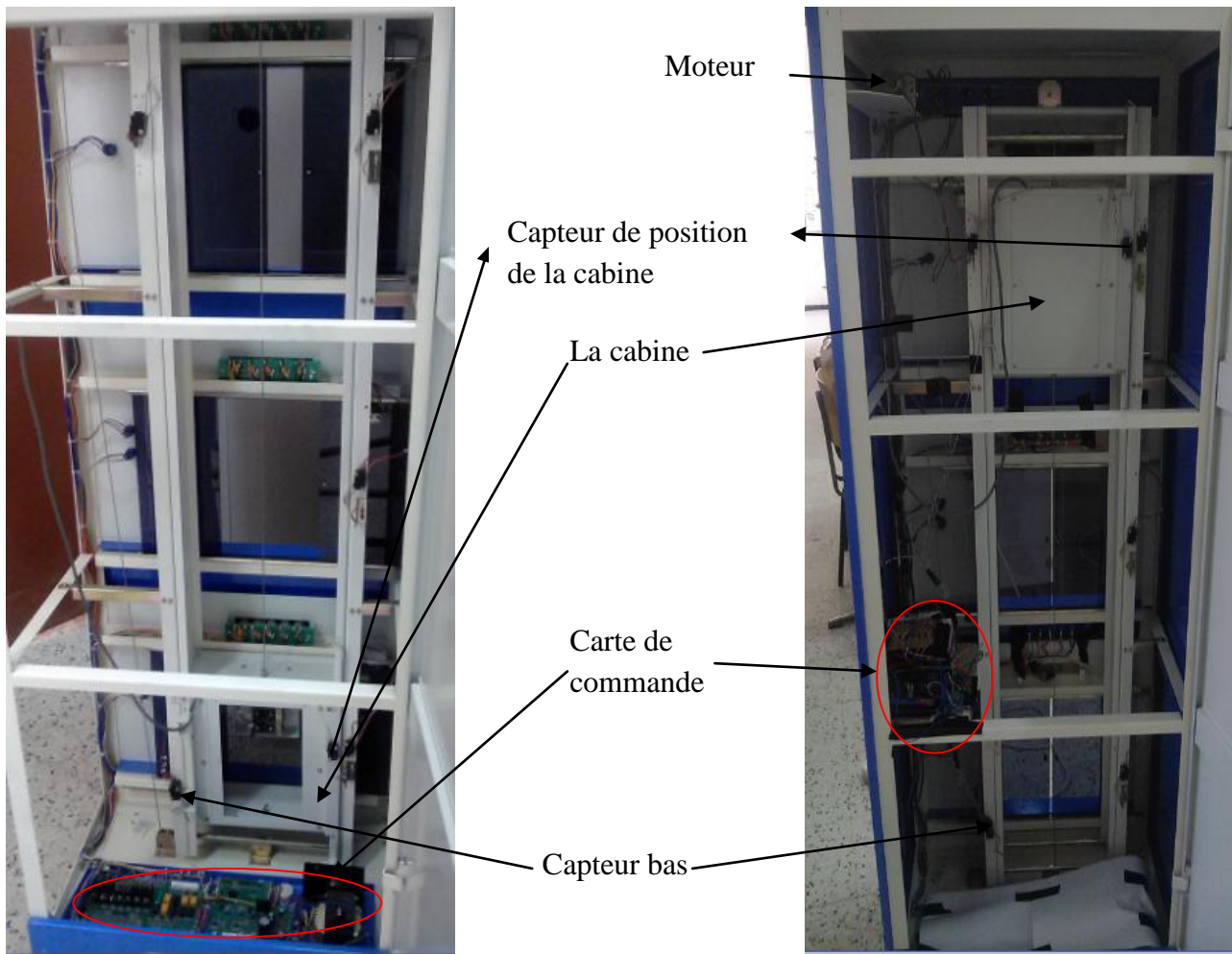
a. Vue de face de la maquette avant modification

b. Vue de face de la maquette après modification

Figure IV.6: Vue de face de la maquette d'ascenseur avant et après les modifications.

La figure IV.6 ci-dessus illustre les modifications suivante :

- Utilisation de l'interrupteur et Led d'alimentation pour la mise en/hors tension ;
- Utilisation d'un bouton d'appel pour chaque niveau ;
- Remplacement de l'indicateur d'étage par un afficheur 7 segments ;
- Utilisation du bouton d'arrêt d'urgence.



a. Vue interne de la maquette avant modification

b. Vue interne de la maquette après modification

Figure IV.7: Vue de derrière (interne) de la maquette d'ascenseur avant et après les modifications.

La figure IV.7 ci-dessus illustre les modifications suivantes :

- Remplacement de la carte de commande ;
- Utilisation de deux capteurs ; le capteur qui se retrouve sur la cabine pour l'indication de la position de cette dernière et le capteur en bas des guides pour l'initialisation ;
- Addition d'un BUZER pour l'alarme et les bips sonores.

IV.4. Tests et résultats

Premièrement on alimente la maquette, cela mène à l'initialisation de la cabine vers le niveau "0", un affichage et un signal sonore indique l'état de l'initialisation aux utilisateurs. A l'arrivée de la cabine au niveau "0" on remarque l'affichage du chiffre "0" sur l'afficheur à 7 segments.

On appui sur le bouton d'appel au premier niveau "bouton1", la cabine monte puis elle s'arrête au niveau "1". On appui sur le "bouton2", la cabine monte vers le niveau "2".

Chaque arrivée au niveau demandé, un clignotement de l'affichage et un bip sonore le montre.

Si par exemple au début la cabine se retrouve au niveau"2"; On appui premièrement sur le "bouton0", puis sur le "bouton1"; On remarque que la cabine s'arrête en premier lieu dans le niveau"1" puis elle continue sa descente vers le niveau"0". Cela signifie le respect des priorités.

Si maintenant, on appui sur le bouton du niveau où se retrouve la cabine ("bouton0"), on remarque le clignotement du chiffre "0" et un bip sonore pour montrer la présence de la cabine dans le niveau"0".

Pour tester l'état d'urgence, on appui sur le "bouton1", la cabine monte; avant d'arriver au niveau"1" on appui sur le bouton d'arrêt d'urgence, on remarque l'arrêt immédiat de la cabine en plus d'une alarme et un affichage de la lettre "U" qui signifie "Urgence". On ne peut sortir de cette état que lorsqu'on appui sur le bouton "reset" de la carte Arduino ou bien en coupant l'alimentation c'est à dire la réinitialisation.

Pour voire le résultat consulter le site www.yalmicro.com / projet numéro 16002.

IV.5. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons abordé dans une première approche les différentes phases d'élaboration de la carte de commande.

En suite nous avons effectué un test afin de vérifier le fonctionnement et les performances de notre maquette.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif initial de ce travail était la réalisation d'une carte de commande d'un ascenseur didactique à base d'une carte Arduino Mega 2560 et d'adopter une méthodologie permettant d'étudier les différentes étapes de fonctionnement de ces dispositifs.

Nous avons commencé notre travail par la présentation d'un ascenseur comme un système à automatiser, les différents éléments et composants de ce système ont été présentés du point de vue des parties constituant un automatisme.

Nous avons ensuite élaboré un organigramme de fonctionnement d'un ascenseur qui sera utilisé dans la programmation et la conception de la carte de commande.

La conception des schémas électroniques a été faite et simulée sur Proteus avant la mise en œuvre. Nous avons validé ce travail par des tests sur la maquette mise à notre disposition par le département d'automatique.

Malgré les difficultés que nous avons rencontrées et qui étaient un obstacle pour l'avancement de notre projet, le résultat final est un succès, car la carte de commande fonctionne correctement selon le cahier des charges proposé.

En perspective ce travail pourra s'élargir en termes d'application, tout en ajoutant quelques options pour la maquette. Nous proposons les améliorations suivantes :

- ✓ Ajouter des capteurs de sécurité en cas de dépassement de la course normale ;
- ✓ Automatiser l'ouverture et la fermeture des portes ;
- ✓ Interdire le déplacement de la cabine en cas où les portes sont ouvertes ;
- ✓ Ajouter des boutons de sélection d'étage (boutons d'envoi) ;

Enfin nous souhaitons que ce travail sera d'une forte utilisation pour les TP ainsi que pour toute autre utilité pédagogique.

Bibliographie

- [1]: GPEM/ME (Groupe permanent d'étude des marchés de matériels mécaniques, électriques et électroniques) «Ascenseurs et montes charges électriques, fournitures et installation ». Journal officiel de la république Française N° 5653-1 édition Juillet 1990.
- [2]: ZIDANE Taous, «Développement d'un outil numérique destiné à l'étude de performances dynamiques d'un entraînement électrique: Application aux ascenseurs» Projet de fin d'étude en électrotechnique, Université Mouloud MAMMERI, TIZI-OUZOU.
- [3]: Jean-Dominique Mosser, Yves Granjon, Jacques Tanoh «Sciences Industriel pour l'ingénieur» 1^{er} année MPSI-PCSI-PTSI, Dunod ISBN 978-2-10-053788-4, Paris, 2008, 296p.
- [4]: M. Lbouhmadi, J. Laayoun «Etude d'ascenseur commandé par automate programmable » Projet de fin d'étude, Université sidi Mohammed ben Abdallah, Fès, Maroc 2007.
- [5]: Ascenseurs.free.fr/ type fonct/ward_leonard_a_Contacteurs. Site internet, consulté le 04/03/2016.
- [6]: WWW.energie plus. lesite.be consulté le 22/02/2016.
- [7]: BOUGUETOF.H, BENTCHAKAL.D, BENSENOUCI.S, «Etude d'un ascenseur», Projet de fin d'étude en ETH, UMMTO 2002.
- [8]: SIMON Landranlt, HIPPOLYTE Weisslinger, «Premier pas en informatique embarquée», Edition CC BY-NC-SA,01 Juin 2014, 268p.
- [9]: Christian Tavenir, «Arduino, maîtrisez sa programmation et ces cartes d'interface (Schields)», Collection Dunod, Mars 2014, 256p.
- [10]: KRAMA Abdelbaset, GOUGUI Abdelmoumen, «Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde », projet de fin d'étude Université KASDI Merbah, Ouargla, 2015.
- [11]: Massimo Banzi, Michael Shiloh «Getting started with Arduino », 3rd Edition, Décembre 2014, 245p.
- [12]: Brian W. Evans «Arduino Programming Notebook », First edition, August 2007,38p.
- [13]: WWW.arduino .cc, consulté le 16/05/2016.
- [14]: WWW.smd.ee, consulté le 27/06/2016
- [15]: <http://WWW.elektronique.fr/>, consulté en Mai 2016.
- [16]: www.alldatasheet.com.
- [17]: guide d'utilisateur de logiciel Proteus, consulté en Mai 2016.