REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de **T**echnologie

Département du **G**énie **E**lectrique

Mémoire de fin d'études de Master

Filière Electronique

Spécialité : Instrumentation

Conception et réalisation d'une manette pour la commande rapide des machines CNC

Présentés par :

Mme : TALHI SELMA

Mme : KHELIFA MADINA

Proposés et Dirigés par :

Mr ; OULD CHERCHALI .N

Promotion 2022

Remerciements

Nous remercions avant tout, l'ALLAH qui nous a remplis de foi et de force pour finir ce projet.

Mes remerciements les plus sincèresà mes parents tout long de ma vie pour avoir été a mes cotes

Mes vifs remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail, et spécialement :

Mon promoteur: le Docteur Ould chechali pour qui nous a honoré en acceptant de nous proposer ce sujet et de nous encadrer le long de ce projet

Mes chaleureux remerciements vont également mohamed et toufik pour son aide morale et physique, celle qui a consacré beaucoup de temps pourtoucher à ma réussite.

Nous tiens à remercier aussi :a mes chères filles NESSRINE ,KHAOULA et IKRAME et BOUTHINA ; MAROUA, NADA et AlAA pour leur soutien et leur présence a mes cotesmercibeaucoup

Nous remercions vivement les membres du jury qui m'ont fait l'insigne honneur d'examiner cetravail

Enfin, nos remerciements, mais pas les moindres, vont à toute personne ayant participé de présou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Encore une autre fois, MERCI

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

À nos chères et douces mamans, chers papas.

À nos frères et sœurs, les mots sont faibles pour exprimer la force de nos sentiments et notre gratitude envers vous. Que الله vous garde pour nous.

À mes filles (Selma), mes princesses MAROUA, NADA et AlAA Que الله vous protège pour moi.

À mon mari (Madina) Muhammad et mon frère Toufik pour son aide morale et physique, qui ont consacré beaucoup de temps à aborder ma réussite. Je tiens également à remercier : mes chères filles Nessrin, Khaoula, Ikram et Bouthaina pour leur soutien et être à mes côtés. Merci beaucoup.

Et à ceux qui partagent nos bonheurs et malheurs nos chers amis

À nos collègues de classe et de travail

À tous nos enseignants de notre cursus éducatif

A notre promoteur Dr OULD CHERCHALI qui a mis beaucoup d'efforts et de

Volonté pour nous encadrer merci

À tous ceux qui nous sont chers et que nous aimons et qui nous aiment

Selma et Madina

Table des matières

Remercîment……I

Table des matières.....II

Table des figures ……..…III

Table de tableaux ……....VI

Introduction Générale ……....4

Chapier I : Généralité sur les machine CNC et les manettes de commandes

I.1 introduction ……...5

I.2 généralité sur les machine CNC ……..…..5

I.2.1. La fabrication assistée par ordinateur (FAO)……....5

I.2.2. La Conception Assistée par Ordinateur (CAO)……....5

I.2.3. Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN)……...……5

I.3. Les différents types de manette de commande des machines CNC….....12

I.3.1. Définition d'une manette de commande……..12

I.3.2. Les différents types de manette ……..13

I.4 Conclusion ……...…….18

Chapitre II: description des composants électronique de la carte de commande

II.1 Introduction …….....20

II.2 Présentation de la commande électrique……..20

II.3. Mise en œuvre de la carte ArduinoUno……...……21

II.3.1. présentation et caractéristiques du module ArduinoUno……...22

II.3.2.Description matérielle…….……23

II.3.3. Description logicielle……..26

II.3.4La commande dir/step……..32

II.4 Le port parallèle……..…32

II.4.1 Le port parallèle et son histoire……..32

II.5 les moteurs pas à pas ……..……33

III.5.1. Définition……...33

III.5.2. Les déférents types des moteurs pas à pas……..34

III.5.3. Mode de commande des moteurs pas à pas……35

II.6 Circuit L297……....37

II.6.1.. Le schéma théorique du montage……38

II.6.2 Carte EasyDriver4.4……39

II.6.3 Le schéma du montage Easy Driver…….……40

II.7 Conclusion :……41

Chapitre III : La conception et la réalisation d'une manette de commande CNC

III.1 introduction ……...…43

III.2 Cahier de charge ……...…43

III.3présentation de la manette de commande……... 43

III.3.1Partie programmation (software)…….. ……44

III.3.2 Réalisation pratique du circuit (Partie hardware)……56

III.3.3 la manette réalisée……...…59

III.4 Contrôleur du moteur pas à pas (driver) :……60

III.5 Les tests sur manette de commande …….....……62

III.6 Conclusion ……....66

Conclusion générale…….....…68

Liste des abréviations

MOCN : Machine outille à commande numérique

FAO : La fabrication assistée par ordinateur

DVD : Digital versatile disc

RAM : Mémoire vive ou mémoire pc (randomaccessmemory)

CAO : Conception assistée par ordinateur

CNC : Commande numérique par calculateur

PC : d'une unité de commande

DCN : unité de commande numérique

USB: Universal Serial Bus

CMOS: Complementarymetaloxide semi-conductor

PCB : Printed Circuit Board

LED : diode électro lumiscente

La liste des tableaux

Tableau III.1 la liste les composants utilisés dans ce circuit……..……...54

Tableau III.2 : Description des pins du contrôleur…….……..61

La liste de figures

Figure I.1 : Décomposition d'une machine numérique ……...……..…… 7

Figure I.2 :Décomposition d'un élément professionne.…….……..……l8

Figure I.3 :Fonction originale d'une commande numérique.……...……9

Figure I.4 :cycle d'une pièce fabriquée par une commande numérique (CFAO) ……..……10

Figure I.5 :Les différentes types de manettes.……...……..……13

Figure I.6 :Zexrow manette Xbox 360 / PC.……...……..……13

Figure I.7 :une télécommande.……...……14

Figure I.8 :une manette de commande une machine CNC.……...……..……15

Figure I.9 :Une manette de commande une machine CNC contrôleur USB.……..……..……16

Figure I.10 :Une manette de type joystick ……...……..……17

Figure I.11 : Une manette de Commande à Distance pour Machine de Gravure CNC 3/4……..…18

Figure II .1 :présentation de la commande ……...……20

Figure II .2 :Module ARDUINO ATMEL UNO……....……..……22

Figure II .3 :: structure de base d'un programme Arduino.……...……...…27

Figure II .4 : Chronogramme du programme Blink.……...……..……...…31

Figure II .5 :: connecteur femelle d'un port parallèle (vue au dos d'un ordinateur) ……..……33

Figure II.6 :Moteur pas à pas.……...……..……33

Figure II .7 : Eléments de la commande des moteurs pas à pas.……..……34

Figure II.8 : les différents type de moteurs.……..……...…36

Figure II .9 : Signaux de commande en pas entier, alimentation d'une seule phase.…....….36

Figure II .10 :Signaux de commande en demi-pas, alimentation d'une ou deux phases……...37

Figure II .11 : commande moteur par le couple L297 et L298 arduino.……...……39

Figure II .12 : le circuit EasyDriver.……...……...…40

Figure II .13 : commande moteur par Easy Driver.……...……40

Figure III.1 : présentation de la manette……...……**44**

FigureIII.2 :1'organigramme principale du programme de la manette…...……..**45**

FigureIII.3 :l'organigramme du choix de vitesse…….……..**46**

FigureIII.4 ::l'organigramme choix de vitesse…….……..**47**

Figure III.5 : l'organigramme fonction de commande l'axe X…….……...**48**

FigureIII.6 :l'organigramme fonction de comman de Y…….**49**

FigureIII.7 ; l'organigramme fonction de commande l'axeZ……..**50**

FigureIII.8 :l'organigramme fonction de commande l'axe A……..……**51**

FigureIII.9 : début du programme sur langage C-Arduino**……**52

FigureIII.10 : circuit d'interface de la manette de commande ……....……...**53**

FigureIII.11 : réalisation virtuelle sous « PROTEUS » ……..……...**54**

FigureIII.12 :Schéma PCB du circuit d'interface……..……..**55**

FigureIII.13 :: Schéma des pistes cuivrées à imprimer……..……...**55**

FigureIII.14 :Ensemble des produits chimiques utilisés…….……..**57**

FigureIII.15:: Impression du circuit sur la platine cuivrée……..**57**

FigureIII.16:: circuit imprimé pour la réalisation……..**58**

FigureIII.17 :Circuitsd'interfaces réalisées……...58

FigureIII.18 :la boite de la manette en 3D……...……..**59**

FigureIII.19 : : la boite de la manette réalisée……..**59**

FigureIII.20 : la boite de manette réalisé avec la carte de commande……..……..**60**

FigureIII.21 :Contrôleur du moteur pas à pas (Driver DM882ES) …….……..…**61**

FigureIII.22 ;Testle bouton choix de vitesse (LED de 10pas allumé) ……...……**62**

FigureIII.23 : Test des boutons axes , vitesse , sens (axe y , vitesse 1pas ,sens :up) ……**63**

FigureIII.24 ***:les tests boutons axe, vitesse ,sens (x/10pas /sens positive)*** ……..……***64***

FigureIII.25 :axe Z ;vitesse 100pas ; marche avant a 100pas……..…….…….***65***

FigureIII.26 :vitesse 10pas marche avant a 10pas……..…….***65***

Résumé

Ce présent travail vise à faire une étude de réalisation d'une petite manette à main avec quatre boutons pour contrôler la machine CNC 4 axes .cette manette est très utile et rentable pour la production grâce à sa précision et sa qualité. Cette étude a pour objectif a rendre cette machine très utile et faciliter sa prise en main en augmentant sa vitesse pour gagner du temps et une production abondante.

nous nous sommes concentrés sur une description et la mise en œuvre de la carte ArduinoUno et des moteurs pas à pas. Ensuite, nous avons abordes l'écriture du programme pour construire la carte imprimé de la manette par l'Implémentation des circuits simulés sur la plaque à essais, et nous avons conclu ce travail en réalisons la carte électronique en imprimant les circuits et la soudure des composants sur une carte principale (carte de commande) dont le rôle principal est de gérer les moteurs pas à pas représentant les différents axes.

Mots-clés : machine CNC, arduino UNO, programme c-arduino, moteur pas à pas.Manette

ملخص:

هدف هذا العمل الحالي إلى دراسة تحقيق عصا تحكم يدوية صغيرة بأربعة أزرار للتحكم في آلة CNC ذات المحاور الأربعة.عصا التحكم هذه مفيدة للغاية ومربحة للإنتاج بفضل دقتها وجودتها. تهدف هذه الدراسة إلى جعل هذه الآلة مفيدة للغاية وتسهيل التعامل معها عن طريق زيادة سرعتها لتوفير الوقت ووفرة الإنتاج.

ركزنا على وصف وتنفيذ لوحة ArduinoUno ومحركات الخطوة. ثم اقتربنا من كتابة البرنامج لبناء لوحة الدوائر المطبوعة لعصا التحكم عن طريق تنفيذ الدوائر المحاكية على لوحة الاختبار ، واختتمنا هذا العمل بإنجاز اللوحة الإلكترونية بطباعة الدوائر ولحام المكونات على اللوحة الرئيسية (لوحة التحكم) التي يتمثل دورها الرئيسي في إدارة محركات الخطوة خطوة التي تمثل المحاور المختلفة.

الكلمات الرئيسية: آلة CNC ، اردوينو UNO ، برنامج c-arduino ، محرك خطوي . عصا التحكم

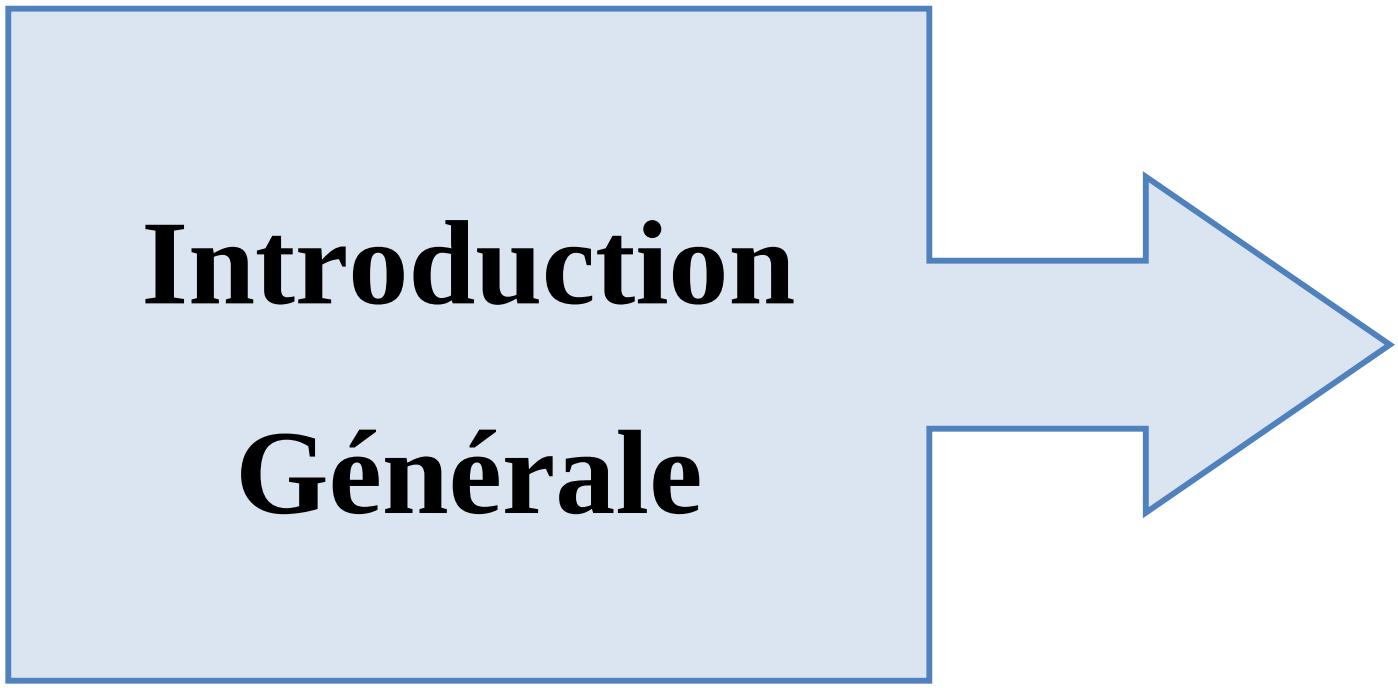
Abstract

This present work aims to study the realization of a small hand joystick with four buttons to control the 4-axis CNC machine. This joystick is very useful and profitable for production thanks to its precision and quality. This study aims to make this machine very useful and facilitate its handling by increasing its speed to save time and abundant production.

we focused on a description and implementation of the ArduinoUno board and stepper motors. Then, we approached the writing of the program to build the printed circuit board of the joystick by the implementation of the simulated circuits on the test plate, and we concluded this work by realizing the electronic card by printing the circuits and the soldering of the components on a main board (control board) whose main role is to manage the stepper motors representing the different axes.

Keywords: CNC machine, arduino UNO, c-arduino program, stepper motor.Joystick

Introduction Générale



La machine-outil à commande numérique CNC (Computer Numerical Control en anglais), est un appareil spécifique piloté par commande numérique via un ordinateur.Trouvant sa naissance dans le monde moderne de la numérisation,cette commande numérique désigne dans le domaine de la fabrication mécanique, l'ensemble des matériels et logiciels ayant pour fonction de donner les instructions de mouvements à tous les éléments d'une machine-outil. La programmation de commande numérique (CN) permet de définir des séquences d'instructions permettant de piloter la machines-outil.

Cette dernière permet selon ses caractéristiques d'effectuer diverses opérations - percer , découper, scier, rectifier, fraiser, plier, graver, tarauder, souder, visser, déposer un matériau, etc … Soit des opérations nécessitant des gestes précis et/ou répétitifs, sur des matériaux divers. La machine-outil permet donc de mécaniser l'industrie et de la rendre moins dépendante de la main-d'œuvre.Contrairement à l'être humain, la machine peut travailler de façon ininterrompue sur une très longue période. La machine-outil permet donc de baisser la fatigue physique et mentale du personnel, de réduire considérablement les risques d'accident de travail et de réaliser les opérations pénibles ou dangereuses.

Assignées à leur origine à l'usinage dit « 3 axes », la commande des machines électriques a subi des progrès significatifs. Ces progrès sont essentiellement dus à la révolution technologique en informatique industrielle, ce qui a permis le développement des solutions numériques efficaces et plus rapides avec une possibilité d'implanter des algorithmes plus complexes. La commande numérique est assurée par un ordinateur ou par une télécommande ou une manette. Cette dernière est un dispositif, généralement de taille réduite, servant à manipuler des machines-outils à distance, via un câble, par infrarouge ou ondes radio.Les raisons présentées ci-dessus nous ont motivé à réaliser une petite manette qui permet de commander la machine CNC de 4 axes.

Les Machines CNC sont composées de deux partie; une partie mécanique qui regroupe l'ensemble des composants et matériel constituant le squelette de la machine, tel que les axes de guidages, le portique, les éléments de transmission mais aussi une partie de commande qui comporte l'unité informatique, les actionneurs ainsi que les différents capteurs. L'existences des cartes électronique programmable comme l'Arduino, le DSP, FPGA..etc permet de commander et contrôler n'importe qu'elle système ou machine tel que les CNC.Dans la partie conception, il a été question de mettre en œuvre la carte Arduino qui facilite la commande des axes d'unemachine. Afin de commander les moteurs. Le moteur pas à pas est l'interface idéale entre l'électronique numérique et la mécanique, il permet de convertir directement un signal électrique en un positionnement angulaire à caractère incrémental. Pour cela on utilise le port parallèle qu'on commande avec une carte ArduinoUno et des circuits intégrés.

Le travail est structuré comme suit: Le premier chapitre, ferai l'objet de la présentation de la théorie de la machine CNC avec un bref historique sur l'évolution de cette dernière,avec les différentes types de manettes de commandes des machines CNC les plus répondu sur le marché . Le deuxième chapitre est consacré à la description des moteurs pas à pas qui est

faite d'une façon qui permet d'avoir une idée sur la richesse et la diversité des solutions qui peuvent être ajoutées grâce à ce moteur ainsi la description des composants électroniques en vue de la commande des moteurs pas à pas, basée sur de la carte ArduinoUno. Le troisième chapitre concerne les étapes de la conception et la réalisation d'une manette pour la commande rapide des machines CNC ou nous allons expliquer en détails comment on a pu réaliser cette manettes, nous allons clôturer notre travail par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I :

Généralité sur les machine CNC et les manettes de commandes

I.1. Introduction

Ces dernières années, des progrès significatifs ont été réalisés dans le contrôle des moteurs électriques. Cette avancée est essentiellement due à la révolution technologique de l'informatique industrielle, qui a permis de développer des solutions numériques performantes et potentiellement de mettre en œuvre des algorithmes plus complexes. Après la première génération de commande numérique à logique câblée, est apparue la commande numérique par ordinateur (CNC) ou commande numérique par ordinateur ou par une manette de commande, qui intégrait un ou plusieurs calculateurs spécifiques pour réaliser une partie de la fonction de commande. Pour tous les systèmes CNC commerciaux actuels contenant au moins un microprocesseur, les termes CN et CNC peuvent être considérés comme des synonymes Dans ce chapitre, nous présenterons un aperçu général de la technologie MOCN, citant sa classification ainsi les différents types de manettes de commandes les plus répondu sur le marché

I.2. Généralités sur la machine CNC

I.2.1. La fabrication assistée par ordinateur (FAO) :

La FAO, ou fabrication assistée par ordinateur, est une forme d'automatisation dans laquelle un ordinateur transmet des instructions codées de la CAO directement à une machine CNC pour créer une pièce.

I.2.2. La Conception Assistée par Ordinateur (CAO)

La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse les capacités humaines, comme en microélectronique.

I.2.3. Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN)

I.2.3.1. Définition Une machine-outil à commande numérique (MOCN, ou simplement CN)

C'est une machine-outil équipée de CNC. Lorsque la commande numérique est assurée par un ordinateur, on dit parfois "commande numérique par ordinateur" pour les machines-outils à commande numérique, francisée en "commande numérique par ordinateur". [1].

I.2.3.2. Historique

La commande numérique ou CNC a été développée à la fin des années 1940 et au début des années 1950 par John T. Parsons en collaboration avec le Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il a été développé pour aider la fabrication d'après-guerre. Les pièces d'aéronefs deviennent de plus en plus complexes et nécessitent un niveau de précision qui ne peut être atteint par des opérateurs humains.

Au début, les machines étaient câblées, puis à partir de 1952, des cartes perforées ont été utilisées pour donner des instructions. Cinq ans plus tard, des machines CNC sont installées dans des environnements de production de métaux à travers les États-Unis. Au milieu des années 1960, la technologie CNC dominait l'industrie.

Les routeurs à bois diffèrent de leurs frères métallurgistes en ce sens qu'ils ne sont pas soumis aux mêmes charges et vibrations. Ils tournent plus vite, jusqu'à 24 000 tr/min et ont un établi plus large. Ils utilisent des outils et des porte-outils plus petits et travaillent avec des vitesses d'usinage plus rapides jusqu'à 30 m/min. Une autre différence est qu'ils ne nécessitent pas le même niveau de précision. Les applications de travail des métaux nécessitent généralement une précision beaucoup plus élevée et des tolérances plus strictes que le travail du bois. M. IsaoShoda prétend avoir construit la première machine CNC au monde et il l'a exposée à la Foire internationale d'Osaka en 1968. (Modèle : NC111A)

Au début des années 70, la naissance de la première machine CNC est apparue dans l'industrie aérospatiale et était contrôlée par le Main Frame Computer qui était un ordinateur à haute puissance de traitement. À la fin des années 1970, les perceuses CN sont apparues pour la première fois dans l'industrie du bois. On les appelle des machines point à point car elles déplacent une perceuse d'un point à un autre et créent un trou. Le terme point à point a été inventé à partir d'une méthode d'assemblage de circuits électroniques d'avant 1950, antérieure aux cartes de circuits imprimés qui nécessitaient des assembleurs électroniques professionnels. Les autres événements affectant la technologie MOCN sont :

Milieu des années 1970 : premier microprocesseur (Intel 8080)

Fin des années 1970 : Premier MOCN 5 axes en menuiserie. Aujourd'hui, MOCN est utilisé dans plusieurs industries manufacturières pour la découpe plasma ou laser de tôles, et est même l'ancêtre de la célèbre imprimante 3D ou tridimensionnelle. [2]

I. 2.3.3. Définitions et structure physique de la MOCN

Une machine-outil à commande numérique Figure I.1, communément appelée MOCN, est un système automatique. Il est composé d'une unité de commande (PC) : DCN (unité de commande numérique) et d'une unité de commande (PO) qui comprend la structure de la machine-outil, le porte-outil, l'outil et la pièce de maintien de la pièce ; le matériel est des flocons

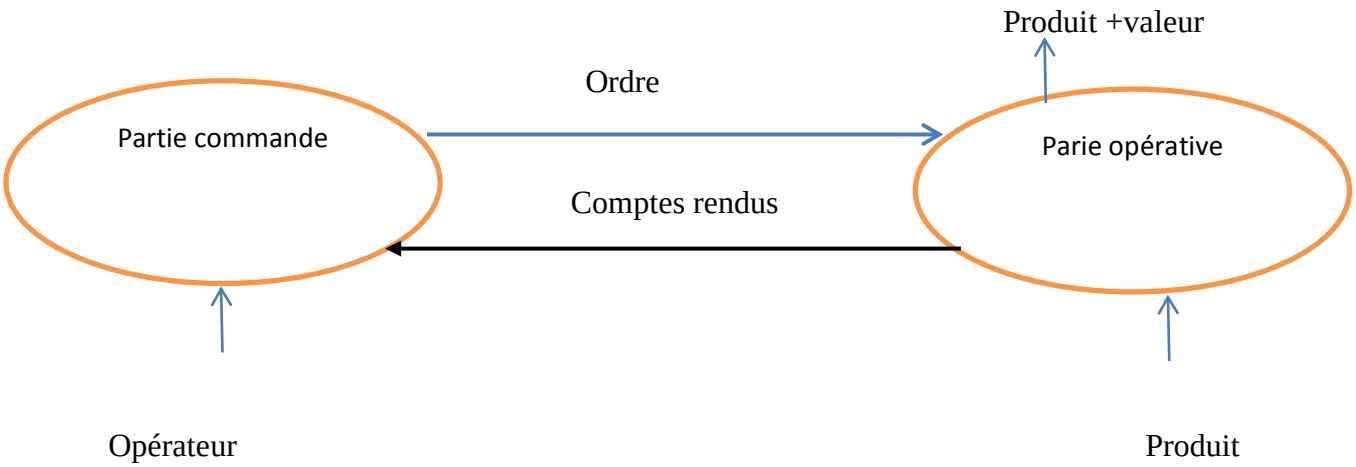


Figure I.1 : Décomposition d'une machine numérique

La machine-outil à commande numérique forme un ensemble comprenant

a) Partie opérative

Mouvements commandés par le moteur Figure I.2 ; est presque comparable à une machine-outil classique et se compose de :

- Une base, très courante dans le béton hydraulique vibrant, qui garantit l'indépendance de la machine (broche, torche, laser, jet d'eau, etc.).
- Une table porte-pièce, mobile selon 2 ou 3 axes, équipée d'un système de contrôle par vis et écrou à billes.
- Le granit ou le granit reconstitué est utilisé pour fabriquer des tables et des cadres pour les machines à mesurer tridimensionnelles, les meuleuses et certains tours.
- Les moteurs sont responsables de l'entraînement de la table à manger.
- Un élément de mesure ou capteur de position qui renseigne à tout moment sur la position de l'appareil mobile sur chaque axe.
- Un dynamomètre tachymètre mesure la vitesse de rotation.

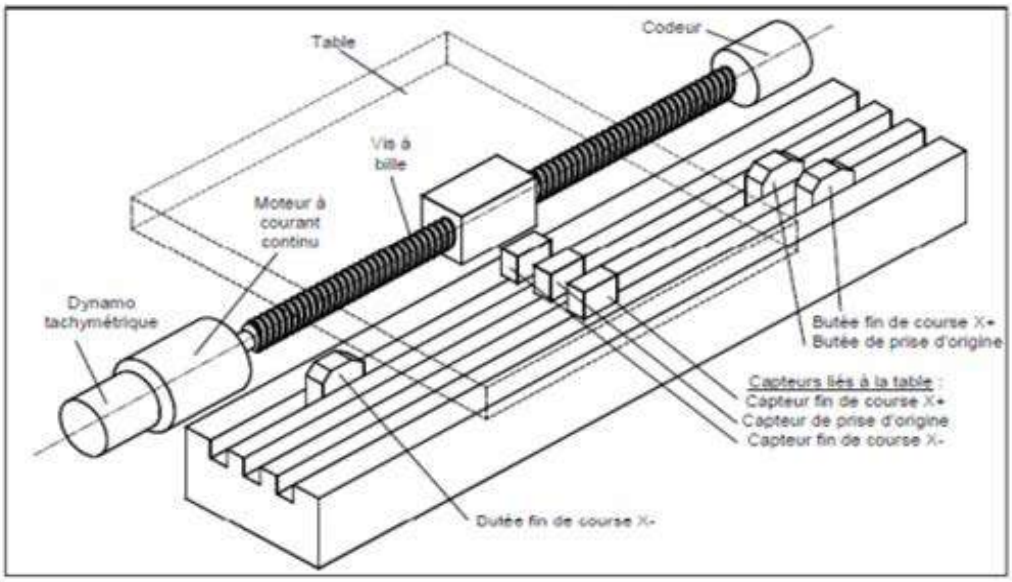


Figure I.2 ; Décomposition d'un élément professionnel

Tâches effectuées

Les tâches réalisées sur le site du service des opérations sont :

- Chargement et déchargement (port partiel).
- Chargement et déchargement (porte-outils).
- Une intervention manuelle est nécessaire pour l'usinage et la maintenance
- Suivi des commandes. .

b) Partie commande

Diffère d'une machine ordinaire et comprend une armoire dans laquelle on retrouve ;

- Panneau de contrôle pour les commandes clavier,
- Lecteur de données (ce lecteur peut être une option à l'achat),
- Sortie RS 232 pour les liaisons avec des périphériques externes,
- L'affichage de toutes les données enregistrées,
- L'ordinateur,
- Cartes électroniques (commandes d'axes, mémoire, etc.).
- La partie commande est alimentée en courant faible et ne peut donc pas alimenter directement le moteur de la machine (voir schéma ci-dessous). Figure.I.3

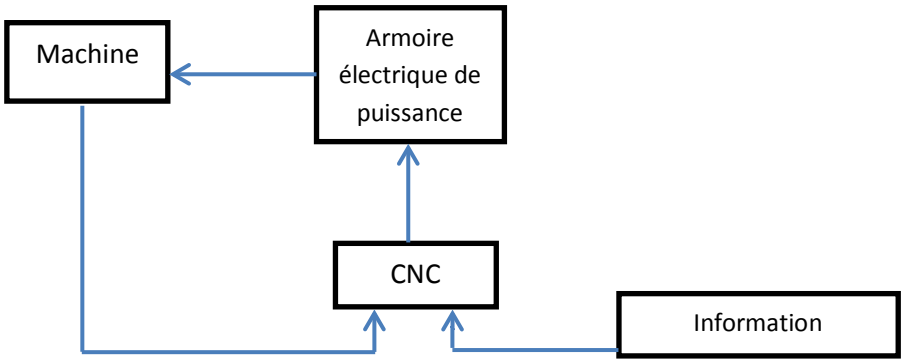


Figure I.3 Fonction originale d'une commande numérique

I.2.3.4. Les différents types de MOCN

Un centre d'usinage est une machine-outil qui fonctionne par enlèvement de matière et effectue automatiquement des opérations de fraisage, d'alésage, de perçage et de taraudage. Ils disposent d'un porte-outil avec changeur automatique et peuvent être équipés d'un chargeur automatique de pièces.

Toutes ces fonctions sont gérées par un ou plusieurs systèmes électroniques programmables (commande numérique (CN), calculateur, automate programmable, etc.). Il existe plusieurs types de machines :

- Épandeurs de copeaux : perceuses, tours 2 et 4 axes, centres de tournage 5 axes, 2 axes 1/2-fraises, 3 axes, centres d'usinage, 3 à 5 axes, rectifieuses, rectifieuses, cadences très élevées machine d'usinage...
- Différents types de centres d'usinage MOCN sont des machines-outils qui fonctionnent par enlèvement de matière et peuvent effectuer automatiquement des opérations de fraisage, d'alésage, de perçage et de taraudage. Ils disposent d'un porte-outil avec changeur automatique et peuvent être équipés d'un chargeur automatique de pièces. L'ensemble de ces fonctions est géré par un ou plusieurs systèmes électroniques programmables (commande numérique (CN), calculateur, automate programmable, etc.). Il existe plusieurs types de machines :
- Ejecteur de copeaux : perceuse, tour 2 et 4 axes, tour 5 axes, fraiseuse 2 1/2 axes, 3 axes, centre d'usinage, 3 à 5 axes, rectifieuse, rectifieuse, très haute - Vitesse d'usinage...
- Corrosion galvanique : machine submersible, machine à fil.
- Machine de découpe : oxycoupage, laser, jet d'eau...
- Presses : métal, injection plastique.

- Machines à bois : treillis ou col de cygne.
- Machines spécialisées : table, multi-têtes, conditionnement (Pour l'agroalimentaire)..

.

I.2.3.5. Classification des MOCN

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) sont classées comme suit :

- Classé par nature de tourisme
- Mode de fonctionnement de la machine
- Nombre d'arbres machine
- Mode usinage

✓ Le post-processeur

Il s'agit d'un petit programme utilitaire qui convertit les orbites au format neutre en orbites au format MOCN (commande numérique de machine-outil). Cette interprétation tient compte de la cinématique de la machine, de ses coups et de sa puissance. Il signale les erreurs et interprète la trajectoire dans un langage spécifique à la machine. Par conséquent, chaque machine possède son propre post-processeur (figure I.4)

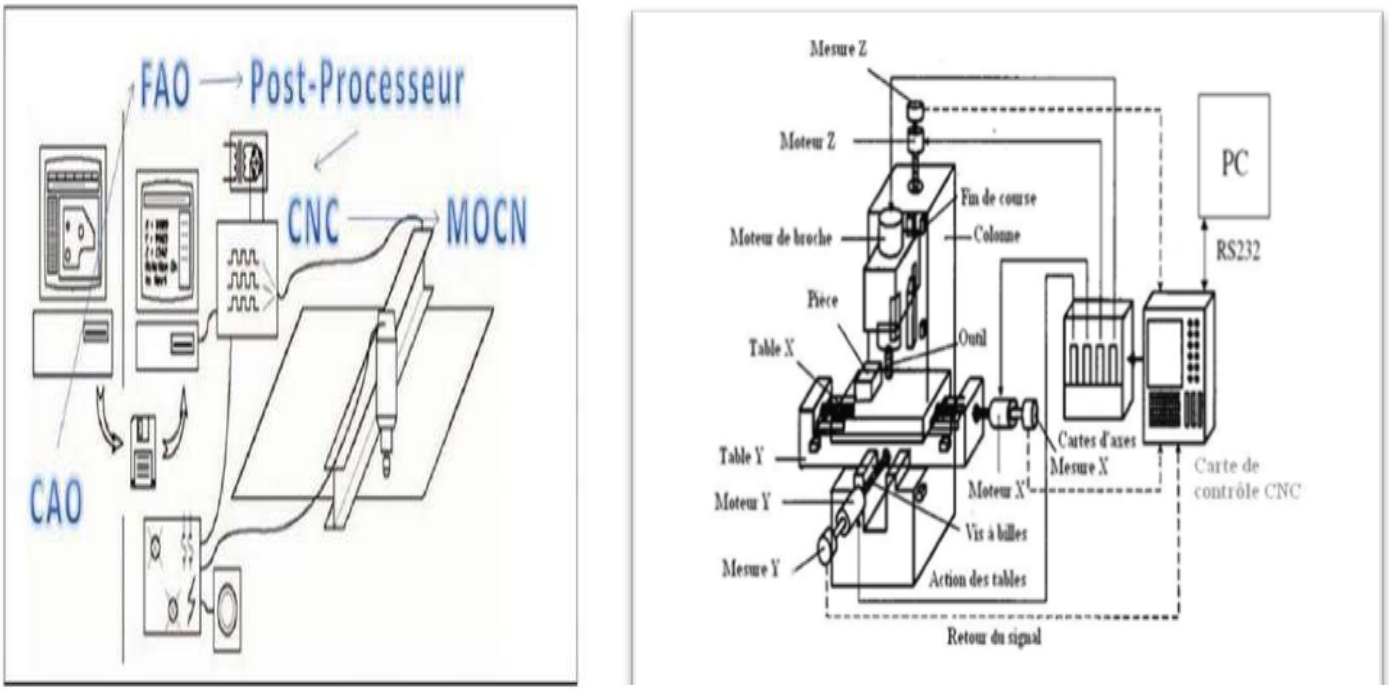


Figure I.4 cycle d'une pièce fabriquée par une commande numérique (CFAO)

- Ordinateur : contenant les logiciels nécessaires pour la conception de la pièce (CAO) (Conception Assistée par Ordinateur), le calcul des parcours d'outil, sous forme d'un code (exemple: G-code), pour usiner cette pièce (FAO : Fabrication Assisté par Ordinateur).

- Carte de Contrôle CNC : sa fonction principale est d'interpréter le code généré par le FAO et d'envoyer les signaux nécessaires aux cartes d'axes pour commander les moteurs et la broche.

- Les moteurs : Les déplacements peuvent être assurés par plusieurs types de moteurs

Moteurs pas à pas.

-Moteurs à courant continu.

-Moteur à courant alternatif.

- Les axes : permettant le mouvement dans les trois directions X, Y, Z (pour une CNC 3axes). Le mouvement est assuré par des glissières posées sur des rails et une vise-écrou (ou vise-écrou à billes, poulie courroie) accouplée à un moteur.

- La Broche : l'ensemble formé par le système de fixation de l'outil et le moteur permettant la rotation de cet outil.

- Les capteurs :

-Des capteurs de fin de course : pour ne pas dépasser certaines limites.

- Des capteurs de position et/ou vitesse.

I.2.3. 6. Domaine d'utilisation technique des MOCN

Les MOCN sont employées dans de nombreux secteurs industriels. Elles sont aussi associées à de nouvelles technologies de façonnage (Laser, Électroérosion, Jet d'eau).

Les principaux débouchés de l'industrie des MOCN sont les secteurs de :

- L'automobile,
- L'horlogerie traditionnelle,
- L'aéronautique,
- Le médical,
- L'électronique,
- L'aérospatiale,
- L'électroménager,

- La connectique
- Le machinisme agricole,
- Le bâtiment,
- Les travaux publics,
- L'armement,
- L'industrie électrique et nucléaire.

Avantages et les inconvénients

a) Les avantages

- Réduction du temps improductif
- Accroissement du degré de précision et de répétabilité
- Réduction des taux de rebuts
- Réduction de la nécessité de contrôle
- Possibilité de traiter des géométries complexes
- Facilité d'adapter les changements techniques
- Réduction des temps de mise en production
- Réduction des stocks
- Réduction des espaces requis
- Réduction du niveau de qualification des opérateurs

b) Les inconvénients

- Coûts Pour bénéficier de la majorité des avantages d'investissement élevé

précédents, il faut que tout le parc machine de l'entreprise soit des MOCN [3]

I.3. Les différents types de manette de commande des machines CNC

I.3.1. Définition d'une manette de commande

Manette est le diminutif de main. Une manette est un dispositif qui permet l'entraînement manuel d'un mécanisme, de contacts électriques, de potentiomètres, de capteurs. Elle a souvent la forme d'une poignée allongée, en métal ou en plastique rigide. En tant que levier, elle amplifie l'effort.

Les manettes modernes peuvent être complétées de boutons et d'inverseurs comme indique la figure I.5







Type A ***type B*** ***type C***

Type A : manette de jeu

type B : manette de commande d'une machine

type C t télécommande

Figure I.5 Les différentes types de manettes

I.3.2. Les différents types de manette

I.3.2.1. Manette de jeu (type A)

Une manette de jeu est un contrôleur de jeu tenu à deux mains où les doigts sont utilisés pour fournir une entrée (figure I.6).. Une manette comporte divers interrupteurs et détecteurs dont l'actionnement permet au joueur l'interaction avec le jeu vidéo. Elle permet aussi à l'ordinateur d'interagir avec le joueur, principalement par des vibrations.



Figure I.6 Zexrow manette Xbox 360 / PC

Zexrow manette Xbox 360 / PC est une manette *(gamepad)*, pour jouer sur PC ou la console. Les manipulations des commandes du jeu sont tout simplement plus confortables à la manette ; les n'sticks sont aussi confortables que précis et les boutons bien réactifs. Même les gâchettes réagissent bien et seule la croix directionnelle semble un peu dure, surtout pour les enfants.

I.3.2.2. Manette télécommande (type B)

Les télécommandes sont des manettes qui servent à interagir avec des jouets, des appareils audiovisuels comme un téléviseur ou une chaîne hi-fi, un moteur de porte de garage ou de portail, un éclairage, l'ouverture des portières d'une voiture, des appareils de topographie, des engins de levage ou de travaux publics, etc. figure I.7

Il trois types de télécommande :

- Télécommande à infrarouge
- Télécommande à ultra son
- Télécommande hertzienne



Figure I.7 : une télécommande

I.3.2.3. Manettes de commande pour la machine CNC (type C)

C'est une manette pour commander les machine CNC ; ce type de manette a subit une grande évolution technologique dans le monde d'inductrice. Nous allons citer quelques types de cette manette de commande

a) Une manette de commande avec une sortie manuelle



Figure I.8 : une manette de commande une machine CNC

- **Fonction de Volant.** : Ce volant électronique est une sortie de générateur d'impulsions manuelle 100PPR, adapté au système CNC MACH3. Méthode de communication filaire et 4 nombres d'axes contrôlables.
- **Affichage LCD** : Le contrôleur filaire peut afficher les coordonnées de la pièce et les coordonnées de la machine de la machine en temps réel. Avec coordonnées X, Y, Z, A sur le même écran. Affiche la vitesse de la broche, la valeur de la vitesse d'avance.
- **Fonction de Sélection** : Avec la fonction de sélection, via le commutateur de sélection de bande, vous pouvez sélectionner X, Y, Z et le réglage des coordonnées pour chacune
- **Autre Fonction** : Le contrôleur CNC mach3 a pour fonction de revenir à l'origine de la machine et de revenir à l'origine de la pièce. Avec ouverture de la broche et réglage de la vitesse de la broche. Avec la fonction de réglage de la vitesse d'alimentation et afficher la vitesse d'alimentation correspondante
- **Champ d'Application** : Le contrôleur CNC est largement utilisé dans la gravure sur pierre, la production publicitaire, la fabrication de meubles, la fabrication de plaques signalétiques, la fabrication de moules, le tour CNC, la machine de découpe CNC, etc.

b) Manette avec un Contrôleur de la manivelle USB



Figure I.9 : Une manette de commande une machine CNC contrôleur USB **[4]**

- Volant électronique **;** Contrôleur de Manivelle USB, Générateur D'impulsions Industriel électronique, Contrôleur de Manivelle Portable, Système de Contrôleur de Mouvement CNC à Commande Manuelle pour CNC Mach3 vous pouvez contrôler manuellement à l'aide de boutons sur une longue distance, efficace et pratique.

- En mode vitesse**,** le sens dans lequel vous secouez la roue codeuse détermine le sens de déplacement des axes. La vitesse d'agitation détermine la vitesse de déplacement axial.

- Le voyant clignotant pour le mode mouvement et la sélection des axes de contrôle peut afficher distinctement l'état de chaque axe.

- Le volant électronique contrôle le mouvement axial du moteur en faisant tourner le volant.

- Le contrôleur à manivelle USB peut être directement connecté à votre ordinateur via une interface USB sans pilotes supplémentaires.

c) Une manette de type joystick



Figure I.10 : Une manette de type joystick **[13]**

Cette manette est caractérisée par

- Le joystick peut être directement connecté au port USB du PC
- Le joystick de la machine à découper CNC industrielle Mach est spécialement conçu pour le système Mach
- La longueur maximale du fil à ressort est de 3M
- Taille: 222*80*56mm

d) Manette de Commande à Distance pour Machine de Gravure CNC 3/4,



Figure I.11 : Une manette de Commande à Distance pour Machine de Gravure CNC 3/4, **[14]**

Les caractéristiques de cette manette sont :

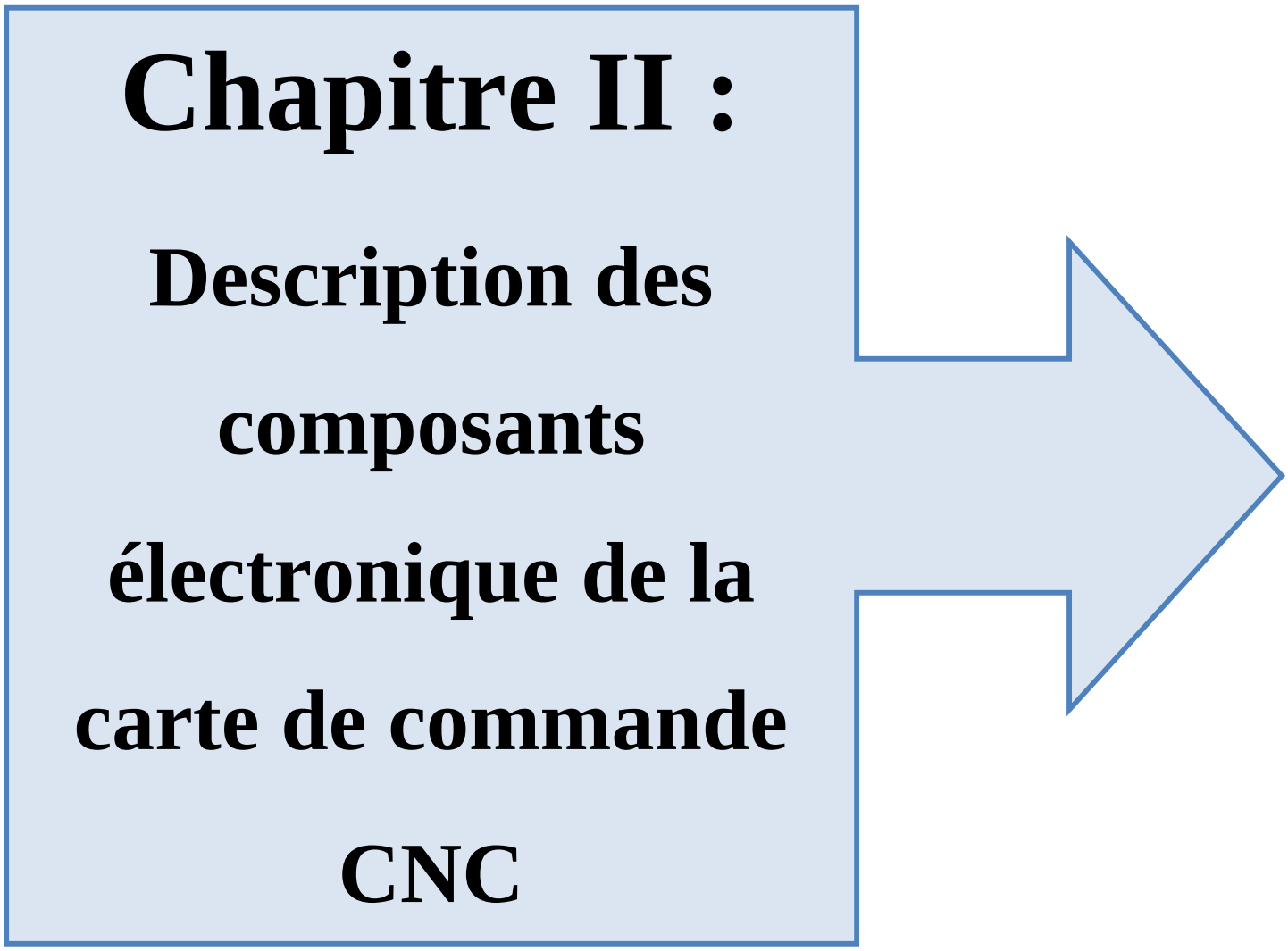
- Nombre maximum d'axes de contrôle : 4 axes, interpolation linéaire 2-4 axes, interpolation circulaire arbitraire 2 axes.
- Personnalisable : mode i / 0 point contrôleur, basique I/0 sont 8 entrées et 7 entrées, respectivement, chaque entrée et sortie peut être personnalisée avec un code M.
- Fonction de sortie et de conduite directe : l'appareil dispose d'une sortie de collecteur ouverte avec une sortie maximale de 500 mA, qui peut directement alimenter le relais.
- Direction : la direction d'impulsion utilise une sortie différentielle, et la fréquence maximale de sortie d'impulsion est de 500 kHz.
- Mode multiple : mode de contrôle de broche : multi-vitesse (3 segments, 8 arrêts, 1 arrêt de broche et démarrage).

I.4 Conclusion

Aujourd'hui, l'outil informatisé, appelé commande numérique, remplace de plus en plus l'équipement manuel et permet de programmer à l'avance les opérations à réaliser, les manettes de commande facilite plus la tache de manipuler et orienter la machine à l'aide de boutons sur une longue distance, d'une manier plus efficace et plus pratique.

Chapitre II :

Description des composants électronique de la carte de commande CNC



II.1. Introduction

Pour piloter le système de la machine tel que les moteurs pas à pas , les capteurs de fin de course, l'outil qu'on a besoin une carte de commande tel que la carte Arduino, et parmi les avantages de cette carte la facilité de programmation et on peut développer et modifier les programmes aisément car c'est un matérielle open source et extensible..

Pour programmer cette dernière on a besoin d'un langage qui permet d'écrire un programme, de le compiler et de l'envoyer sur une carte Arduino. Nous avons choisi langage c et nous allons maintenant entamer la partie électronique et électrique qui va commander tout le système.

II.2 Présentation de la commande électrique

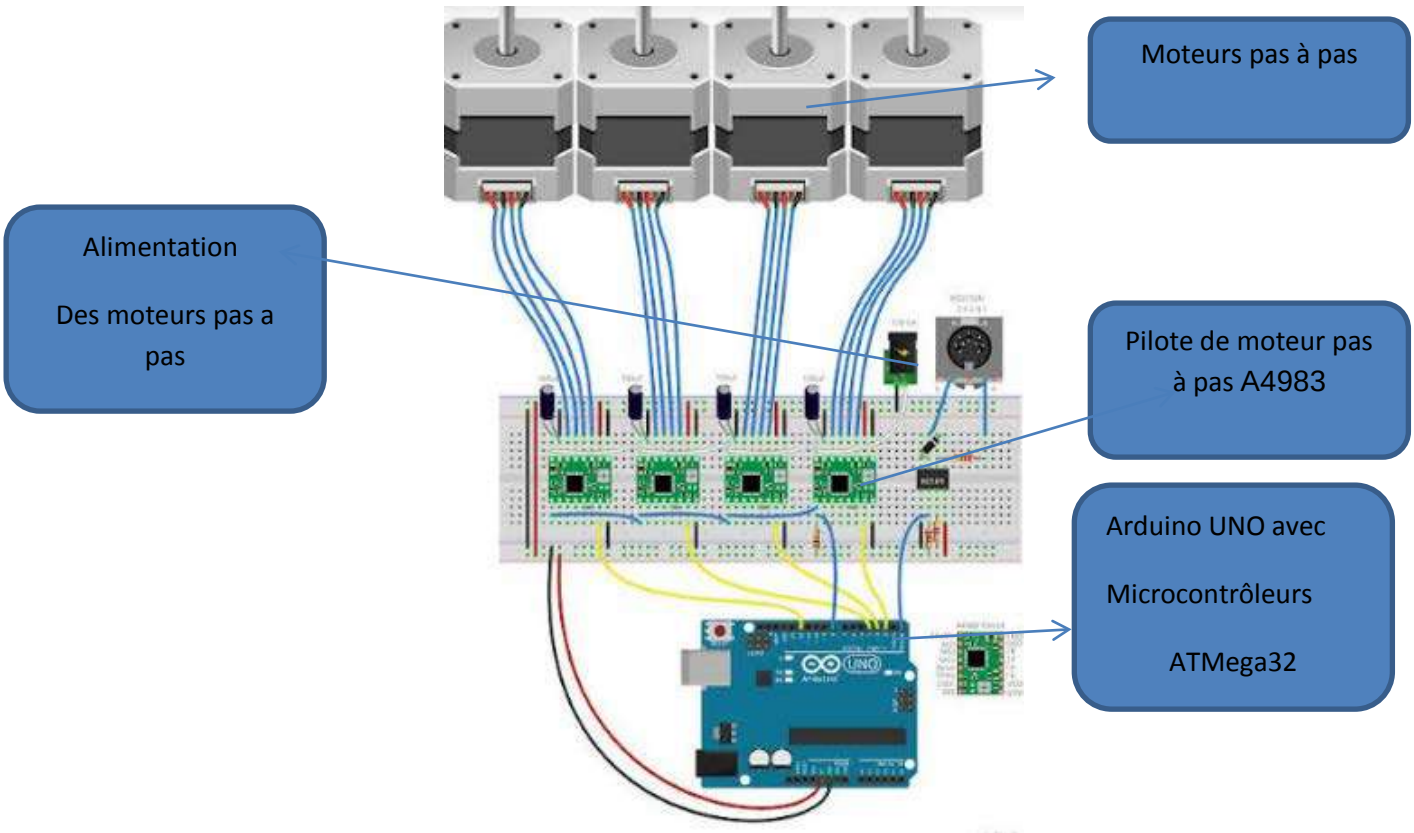


Figure II.1 : présentation de la commande

On comprend que le moteur pas à pas répond à l'impératif de précision, mais le principe de commande est trop basique pour pouvoir être programmé directement par l'homme. Dès lors, l'interface de commande de chaque contrôleur de moteur pas à pas sera reliée à un dispositif

numérique afin de permettre un contrôle programmable par l'homme
Ce rôle sera tenu soit par l'ordinateur, soit par des systèmes dédiés à cette tâche comme une manette de commande La principale contrainte est d'être capable de délivrer les commandes au contrôleur de moteur (enable/step/direction) de manière très rapide et synchrone. L'ordinateur seul ne présente pas une solution idéale ; seul le port parallèle permet de répondre en partie à ces impératifs.

Ce système de commande envoie donc des informations de contrôle des moteurs, mais peut aussi gérer l'activation et le réglage de la vitesse du moteur de la broche d'utilisation et un ralentissement de quelques microsecondes ne peut être toléré

II.3. Mise en œuvre de la carte Arduino Uno

C'est un circuit imprimé comportant tous les composants électroniques nécessaires pour faire fonctionner un microcontrôleur associé à une interface USB lui permettant de communiquer avec un ordinateur. . C’est une plateforme open-source qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur

Un microcontrôleur est l'équivalent d'un petit ordinateur. Il contient un microprocesseur (unité centrale) associé à différentes mémoires et des interfaces lui permettant de communiquer avec l'extérieur, et bien sûr une horloge pour cadencer l'ensemble. L'alimentation électrique peut être fournie par le port USB ou une alimentation externe.

Le microcontrôleur exécute en permanence un programme qui a été copié dans sa mémoire flash depuis un ordinateur via le port USB (interface série). Ce programme est initialisé à la mise sous tension de la carte ARDUINO ou lorsqu'on actionne le bouton poussoir "reset" sur la carte.

La programmation de la carte Arduino présente les principales fonctionnalités de l'interface de l’application Arduino. L'application Arduino vous permet de créer et éditer un programme (appelé sketch) qui sera compilé puis téléversé sur la carte Arduino. Ainsi, lorsque vous apportez des changements sur le code, ces changements ne seront effectifs qu'une fois le programme téléversé sur la carte

II.3.1. Présentation et caractéristiques du module Arduino Uno

La carte Arduino Uno, prêtée est une carte à microcontrôleur basée sur un Atmega328p.

Cette carte dispose :

- Broches numériques d'entrées/sorties,
- Entrées analogiques,
- Quatre UART (port série matériel),
- Quartz 16Mhz,
- Connexion USB,
- Connecteur d'alimentation jack,
- Connecteur ICSP,
- Bouton de réinitialisation

La carte Arduino Uno dispose de toute une série de facilités pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou avec d'autres microcontrôleurs. L'Arduino Uno se dispose de quatre UARTs (Universal Asynchrones Receiver Transmitter ou émetteur-récepteur asynchrone universel en français) pour une communication en série de niveau TTL (5V) et qui est disponible sur les broches 0 (RX) et 1 (TX). Un circuit intégré Atmega16U2 sur la carte assure la connexion entre cette communication série de l'un des ports série de l'Atmega Uno vers le port USB de l'ordinateur qui apparaît comme un port COM virtuel pour les logiciels de l'ordinateur. Le code utilisé pour programmer l'Atmega8U2 utilise le driver standard USB COM, et aucun autre driver externe n'est pas nécessaire.[5]

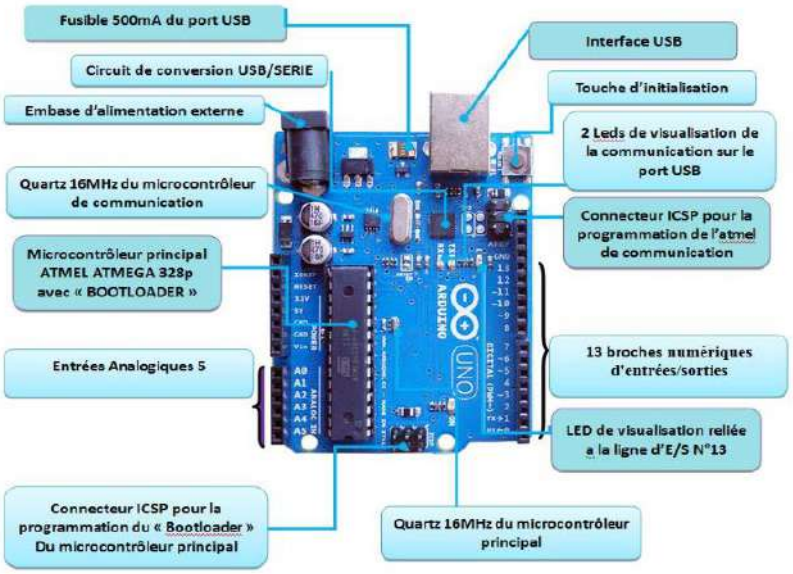


Figure II.2 Module ARDUINO ATMEL UNO

II.3.2. Description matérielle

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur famille ATMEGA en technologie CMOS sont des modèles à 8 bits AVR. En exécutant des instructions dans un cycle d'horloge simple, l'ATMEGA réalise des opérations s'approchent de 1 MIPS par 1 MHZ permettent de réaliser des systèmes à faible consommation électrique et simple au niveau électronique et des composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles).[3]

Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmateur dédié ne soit pas nécessaire. Mais les connexions permettent cette programmation différente selon les modèles. Les premiers Arduino possédaient un port série, puis l'USB est apparu sur les nouveaux modèles, tandis que certains modules destinés à une utilisation portable se sont affranchis de l'interface de programmation, relocalisée sur un module USB-série dédié (sous forme de carte ou de câble).

La composition des éléments internes d'un microcontrôleur :

- RAM : c'est la mémoire dite "vive", elle va contenir les variables de votre programme. Elle est dite "volatile" car elle s'efface si on coupe l'alimentation du microcontrôleur (comme sur un ordinateur).

- EEPROM: C'est le disque dur du microcontrôleur. Vous pourrez y enregistrer des infos qui ont besoin de survivre dans le temps, même si la carte doit être arrêtée. Cette mémoire ne s'efface pas lorsque l'on éteint le microcontrôleur ou lorsqu'on le reprogramme.

- Les registres: c'est un type de mémoire utilisé par le processeur.

- La mémoire cache: c'est une mémoire qui fait la liaison entre les registres et la RAM.

  Nous n'en parlerons également pas tout de suite.

- Le processeur: C'est le composant principal du microcontrôleur. C'est lui qui va exécuter le programme que nous lui donnerons à traiter. On le nomme souvent le CPU.

II.3.2.1.Alimentation

La carte Arduino Uno peut-être alimentée soit via la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) ou à l'aide d'une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par la carte L'alimentation externe (non-USB) peut être soit un adaptateur secteur (pouvant fournir typiquement de 3V à 12V sous 500mA) ou des piles. L'adaptateur secteur peut être connecté en branchant une prise 2.1 mm positif au centre dans le connecteur jack de la carte. Les fils en provenance d'un bloc de piles ou d'accus peuvent être insérés dans les connecteurs des broches de la carte appelées GND (masse ou 0V) et Vin (Tension positive en entrée) du connecteur d'alimentation. La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte pourrait être instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait chauffer et endommager la carte. Aussi, la plage idéale recommandée pour alimenter la carte Uno est entre 7V et 12V. [5]

II.3.2.2. Connecteur alimentation

- Le connecteur Power 8 broches (6 dans e cas de certaines cartes IoRef et la broche de

réserve n'est pas implanté) a les fonctions suivantes :

• 1 : Reserve

• 2 : IoRef, relié au +5v

• 3 : Entrée ou sortie reset

• 4, 5 : Sortie 3.3v, 5v

• 6, 7 : Masse générale, 0v

• 8 : Vin, sortie avant le régulateur et après la diode de protection, ne l'utiliser pas comme entrée d'alimentation à la place du connecteur jack coaxial d'alimentation.[9]

- Les broches d'alimentation sont les suivantes :

• VIN. La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). Vous pouvez alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.

• 5V. La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé le régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

• 3.3V : Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA

• GND Broche de masse (ou 0V).

II.3.2.3. Connecteurs E/S

Suivant les types de cartes celles-ci disposent d'un nombre de connecteurs plus ou moins importants, soit de type digital, soit de type mixte analogique / digital. Ces entrées / sorties possèdent les caractéristiques suivantes :

- Courant d'entrée : Environ 1µA
- Valeur résistance de Pull Up optionnelle : 20 a 50 KHo
- Courant de sortie : 40 mA max, 200 mA total microcontrôleur
- Tension d'entrée : Ne pas dépasser Vcc.
- Caractéristique convertisseur AD : Par approximation successives, 10bits, temps de conversion 13 a 260µs.
- Référence de tension interne : 1.1 ou 2.56 V.

II.3.2.4. Leds externes

Les cartes standards sont généralement équipées de quatre leds.

- Vert : Alimentation 5v
- Jaune Tx : Commandée par l'interface USB, transmission au PC
- Jaune Rx : réception du PC
- Jaune : Utilisateur, généralement connectée à la sortie digitale 13. [5]

II.3.3. Description logicielle

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multiplateformes, serve d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme à travers la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino , et de compiler les programmes en ligne de commande. Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La mise en place de ce langage standard rend aisé le développement de programme sur les plates-formes Arduino, à toute personne qui maitrise le C ou le C++.

Afin de pouvoir programmer la carte Arduino, il faudra le logiciel Arduino pour charger le code en question. Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

- Pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino
- Se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes
- Communiquer avec la carte Arduino

Le logiciel Arduino intègre également un TERMINAL SERIE (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facilite des programmes, permet d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.

Nous allons présenter ici :

– la structure générale d'un programme

– les entrées-sorties

– la gestion du temps **[6]**

II.3.3.1 la structure générale d'un programme

Plutôt que d'écrire un programme complet, avec sa procédure main(), Arduino nous propose d'écrire deux procédures : setup() et loop().

La procédure void setup() s'exécute une seule fois au début de l'exécution du programme, qui correspond au Reset du microcontrôleur. Notons qu'un Reset se produit automatiquement lorsqu'on applique la tension d'alimentation sur un microcontrôleur.

La procédure setup() s'exécute donc lorsqu'on allume notre dispositif. Elle contient généralement toutes les initialisations matérielles et logicielles nécessaires pour la suite du programme.

La procédure void loop() est appelée à la suite de setup(). Mais, contrairement au setup() qui n'est appelé qu'une fois, elle est appelée en permanence. Elle correspond donc à la boucle principale du programme, d'où son nom. Rappelons que les programmes pour microcontrôleur n'ont généralement pas de fin : l'exécution se poursuit jusqu'à ce que le microcontrôleur ne soit plus alimenté ou jusqu'à un Reset. **[7]**

- ✓ **Organigramme**

Une des manières de représenter le déroulement d'un programme est l'organigramme.

Voici donc l'organigramme général d'un programme Arduino :

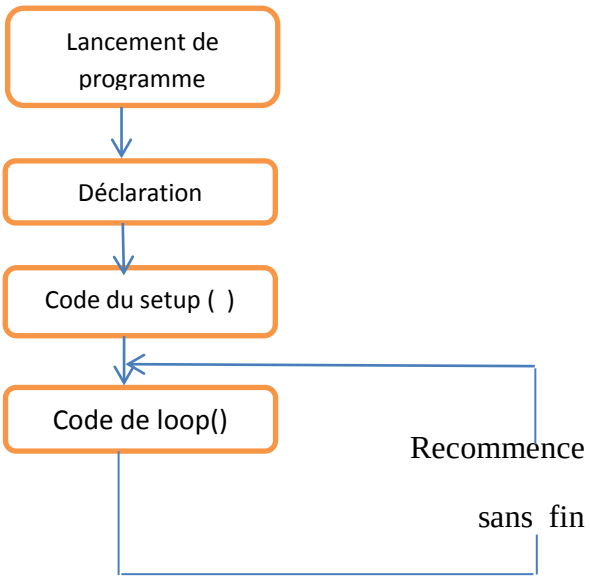


Figure II.3 : structure de base d'un programme Arduino

L'organigramme dans la procédure main() générée automatiquement par l'environnement Arduino que ces instructions sont ajoutées.

Il faut noter que la procédure loop() a une durée d'exécution qui peut varier considérablement d'un programme à un autre. Pour une enseigne ou un afficheur à LED, elle pourrait par exemple durer le temps d'un cycle complet de l'animation. Mais elle pourrait tout aussi bien durer un temps très court, par exemple un temps fixe de 10 µs. Tout dépendra de la manière de programmer.

Le programme suivant est un programme Arduino correct, bien qu'il ne produire aucun effet :

```
1  void setup() {
2  }
3
4  void loop() {
   5                                    }
```

II.3.3. 2 les entrées-sorties

L'usage des broches du microcontrôleur comme entrée ou comme sortie se fait par l'intermédiaire de registres spécialisés. Leurs noms et leurs rôle exacts varient d'un microcontrôleur à l'autre. Pour faciliter l'utilisation des broches comme entrées ou comme sorties, trois procédures sont proposées :

-void pinMode(pin, mode)

– void digitalWrite(pin, value)

– boolean digitalRead(pin)

- ✓ **pinmode()**

La procédure void pinMode(pin, mode) est une procédure d'initialisation. Elle permet de placer une broche du microcontrôleur en entrée ou en sortie. Elle reçoit deux paramètres :

– pin : c'est le numéro logique de la broche. Attention, c'est un numéro qui a été arbitrairement choisi. Sur les cartes Arduino, c'est le numéro qui est noté sur la carte. Sur

Energia, c'est le numéro de la broche sur le boîtier du microcontrôleur. Il s'agit d'un boîtier à 20 broches (DIL20).

– mode : la valeur INPUT place la broche en entrée, la valeur OUTPUT place la broche en sortie.

La procédure pinMode() ne rend rien à la fin de son exécution, d'où le mot void qui précède sa définition.

- ✓ **digitalwrite()**

La procédure void digitalWrite(pin, value) permet d'agir sur une broche qui a été programmée en sortie. C'est une écriture. Elle permet de placer un 0 ou un 1 sur la sortie. Elle reçoit deux paramètres :

– pin : c'est le numéro logique de la broche.

– value : la valeur à donner à la sortie, 0 ou 1. Les symboles LOW (bas, 0) et HIGH

(haut, 1) peuvent aussi être utilisés.

La procédure digitalWrite() ne rend rien à la fin de son exécution.

- ✓ **digitalread()**

La procédure boolean digitalRead(pin) permet de lire le niveau logique sur une broche qui a été programmée en entrée. La valeur rendue sera 0 ou 1 (LOW ou HIGH). Elle reçoit un seul paramètre

– pin : le numéro logique de la broche.

La procédure digitalWrite() rend à la fin de son exécution la valeur lue. Ce sera un 0 ou un 1.

Voici un programme qui utilise les instructions que nous venons de voir. Il semble correct :

```
1 void setup()
2 pinMode(P1_0, OUTPUT);
3 pinMode(P1_3, INPUT);
4 }
5
```

```
6 void loop() {
7 digitalWrite(P1_0, (digitalRead(P1_3));
8 }
```

En permanence, il écrit sur la broche P1_0, qui est la LED rouge du Launchpad, la valeur lue sur P1_3, qui est le bouton-poussoir. On devrait donc voir la LED rouge s'allumer lorsque le bouton-poussoir est pressé et s'éteindre lorsqu'il est relâché. Malheureusement... il ne fonctionne pas ! Il faut modifier la ligne d'initialisation de la manière suivante pour qu'il fonctionne un peu mieux :

```
3 pinMode(P1_3, INPUT_PULLUP);
```

C'est une raison électrique qui oblige l'utilisation du mode INPUT_PULLUP. Elle sera expliquée en détail dans une prochaine leçon. On apprendra aussi pourquoi ce programme fait l'inverse de ce qu'on avait imaginé : la LED sera allumée tant qu'on ne presse pas sur le bouton-poussoir et s'éteindra lorsqu'on le presse.

II.3.3.3 La gestion du temps

L'utilisation d'un microcontrôleur et d'un programme pour commander une enseigne à LED est motivée par l'envie de produire des animations visuelles. Ces animations sont des variations au cours du temps de l'état des LED. Il nous faut donc la possibilité de maîtriser le temps qui passe. Nous allons le faire avec la procédure delay().

La procédure void delay(ms) permet d'attendre un temps donné. Ce temps est exprimé en ms (milliseconde). Elle ne rend rien à la fin de son exécution.

- ✓ **Programme blink**

Prenons quelques-unes des procédures que nous venons de présenter pour écrire un programme tout simple, qui fait clignoter une LED (blink en anglais).

```
1 void setup() {
2 pinMode(P1_0, OUTPUT);
3}
4
5 void loop() {
6 digitalWrite(P1_0, 1);
7 delay(500);
8 digitalWrite(P1_0, 0);
9 delay(500);
10}
```

On y trouve la procédure setup() qui met en sortie la broche sur laquelle la LED rouge du LaunchPad est branchée.

La procédure loop() allume la LED, puis attend une demi-seconde, puis éteint la LED et attend à nouveau une demi-seconde. Tout le cycle dure une seconde. On a donc produit un signal carré de 1 Hz.

Voici un chronogramme qui montre l'évolution de la sortie en fonction du temps :

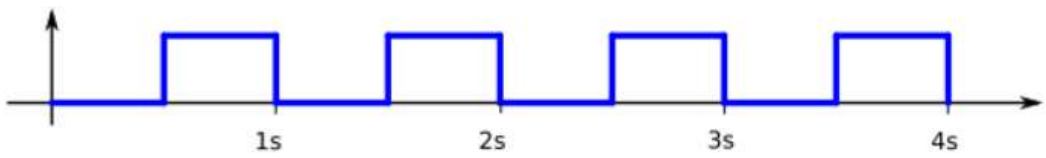


Figure II.4 ;Chronogramme du programme Blink

Ce programme est un classique dans le monde des microcontrôleurs. Presque tous les projets commencent par lui ! En effet, on essaie presque toujours d'avoir au moins une LED dans un montage à microcontrôleurs. Au moment des premiers tests, ce programme va permettre de s'assurer que le microcontrôleur est bien fonctionnel et que l'environnement utilisé permet de le programmer.

II .3.4 La commande dir/step

La commande dir/step dépend sur un circuit qui obtenir un commande direct soit Mode à pas entier, une phase alimentée à la fois (One Phase ON, Full Step) ou Mode deux phases alimentées en même temps (Two Phase ON, Full Step) .ce circuit commande par deux proche :

- Step : qui est l'horloge pour la vitesse. A chaque front descendant le moteur fera un pas.
- Dir : (ClockWise ou Counter ClockWise) qui décidera du sens de rotation du moteur Pour réaliser cette commande numérique on doit étudier deux circuits de commande.
- le couple L297 et l298.
- Le circuit EASY DRIVER.

II.4 Le port parallèle

II.4.1 Le port parallèle et son histoire

Quand IBM a conçu l'ordinateur (avec un lecteur de disquettes de 160 Ko et 64 Ko de RAM!), celui-ci était pourvu d'une interface pour connecter une imprimante utilisant un connecteur 25 pins. Ce fut le début du port parallèle que nous avons sur la plupart de nos ordinateurs aujourd'hui. Comme c'était une manière très simple de transférer des données, cela a été utilisé pour beaucoup d'autres choses que des imprimantes. Vous pouvez transférer des fichiers entre ordinateur, attacher une clef de protection (dongles)", connecter des périphériques comme des scanners et des lecteurs Zip et contrôler évidemment des machines-outils en l'utilisant. L"USB arepris beaucoup de ces fonctions, ce qui a laissé le port parallèle libre pour Mach3.

Le connecteur sur l'ordinateur est un connecteur femelle 25 pins. Ses pins vus à l'arrière de l'ordinateur sont représentés dans figure II 5. Les flèches montrent le sens de circulation de l'information. Ainsi, par exemple, le pin 15 est une entrée.

Note : Les convertisseurs USB/Parallèle ne permettront pas de contrôler une machine bien qu'ils soient tout a fait capable de Contrôler une imprimante.

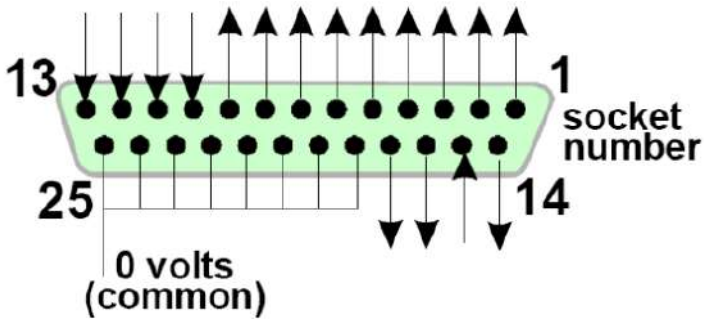


Figure II.5 : connecteur femelle d'un port parallèle (vue au dos d'un ordinateur)

II.5 Les moteurs pas à pas

II.5.1. Définition

Les moteurs pas-à-pas diffèrent, par leur mode de commande, des moteurs classiques. Les moteurs pas à pas permettent de transformer un signal électrique numérique (impulsion ou train d'impulsions de pilotage)en un mouvement angulaire ou linéaire mécanique. La résolution angulaire d'un moteur pas à pas va de 4 à 400 pas



Figure II.6 Moteur pas à pas

Le fonctionnement d'un moteur pas à pas nécessite la présence des éléments suivants :

- Une unité de commande (microprocesseur par exemple) qui fournit des impulsions
- dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur, elle imposera également le sens de rotation.
- Un séquenceur, qui, à partir d'une alimentation, fourni l'énergie vers les enroulements appropriés du moteur.
- Une alimentation de puissance

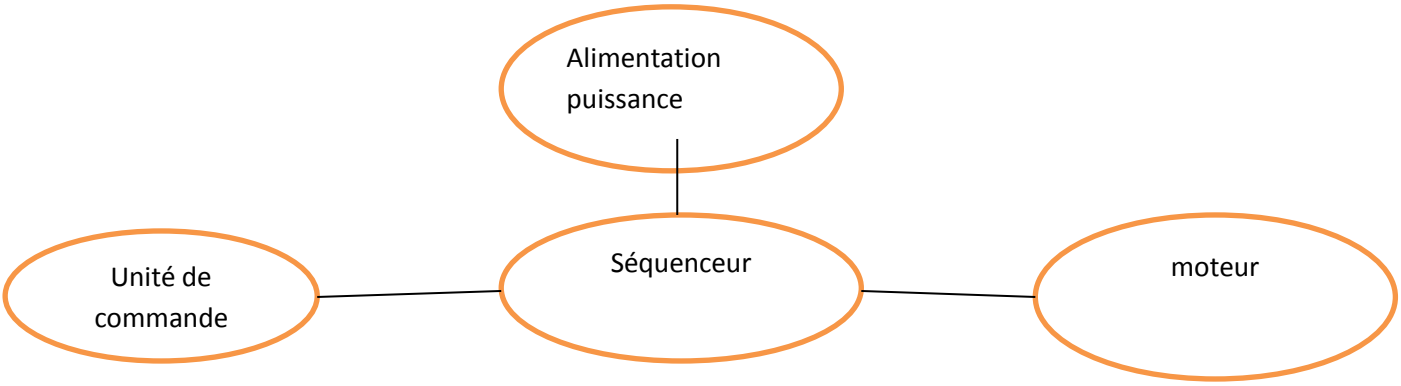


Figure II.7 : Eléments de la commande des moteurs pas à pas.

L'alimentation de chaque bobinage du moteur par une tension particulière provoque l'apparition d'un courant qui engendre un champ magnétique de direction précise. Le changement séquentiel des tensions particulières à chaque bobinage permet de déplacer l'alimentation puissance Séquenceur Unité de commande moteur position du champ statorique selon une résolution élémentaire appelée pas. Autrement dit toutes configurations des tensions aux bornes des bobinages correspondent à un déplacement de la position stable du rotor. Une série bien déterminée de commutation de tensions entrain un déplacement sur un nombre correspondant de pas. La succession des configurations d'alimentation, à une fréquence donnée, impose un champ statique tournant avec une résolution d'un micro pas, d'un demi pas ou d'un pas entier.

Le mouvement discret du champ entrefer est suivi par le rotor soumis au couple synchronisant. La nature du couple découle

- soit d'interaction champ (courant) du stator - fer du rotor, lorsque ce dernier présente une structure dentée passive ;
- soit d'interaction champ (courant) du stator - champ (aimant) du rotor, lorsque le rotor comporte un aimant ;
- soit les deux interactions précédentes simultanément. [8]

II.5.2. Les différents types des moteurs pas à pas

Les moteurs pas à pas peuvent être classés selon :

- ✓ L'alimentation des bobinages

- Bipolaire
- unipolaire

✓ La conception des moteurs

- Moteur à aimant permanent
- Moteur à réluctance variable
- Moteur hybride combinant l'aimant et la réluctance variable

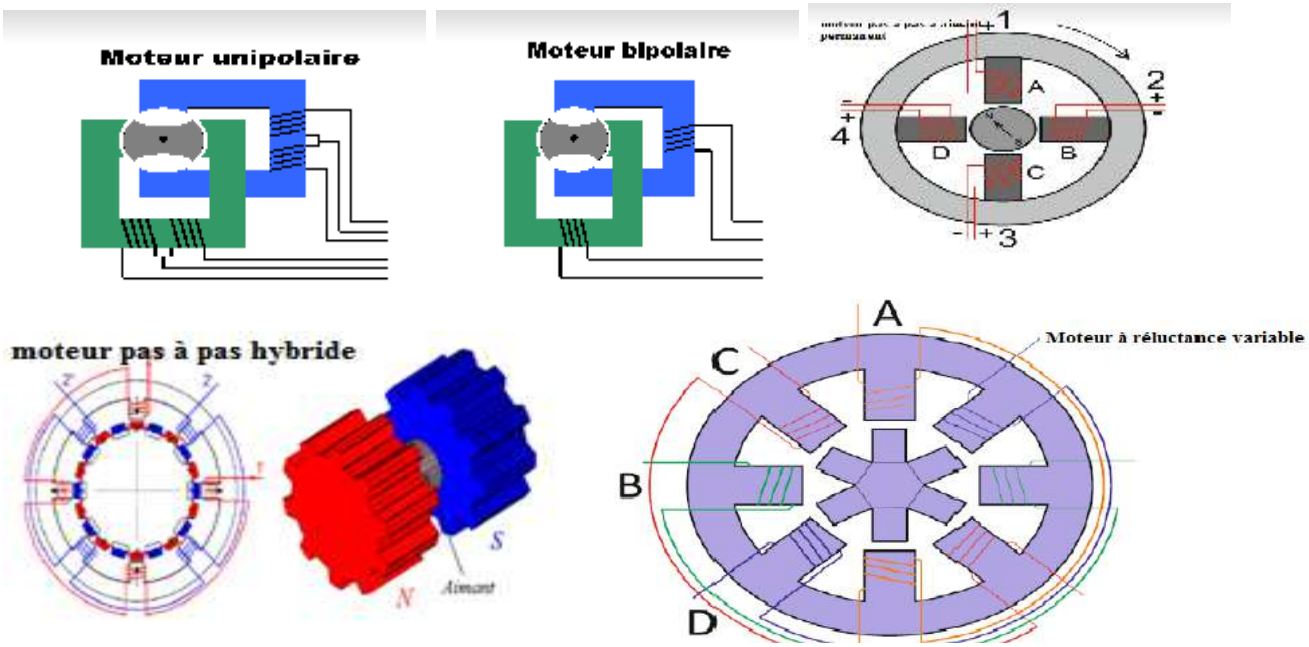


Figure II.8 : les defférents types de moteurs

II.5.3. Mode de commande des moteurs pas à pas

La rotation du moteur s'effectue par une séquence d'alimentation des divers enroulements de phases en unipolaire ou en bipolaire. La génération d'un couple est intimement liée aux courants circulant dans les phases. Le contrôle du moteur peut être optimisé en alimentant deux phases adjacentes afin d'augmenter le couple délivré par la machine ou diminuer le pas angulaire pour améliorer la résolution. Pour généraliser la description, on se réfère aux commandes des commutateurs.

II.5.3.1. Alimentation d'une seule phase en pas entier (Mode1)

Une seule phase est alimentée à la fois par injection d'un courant nominal In. C'est dans ce mode que le fabricant définit le pas angulaire du moteur. Moteur uni polaire

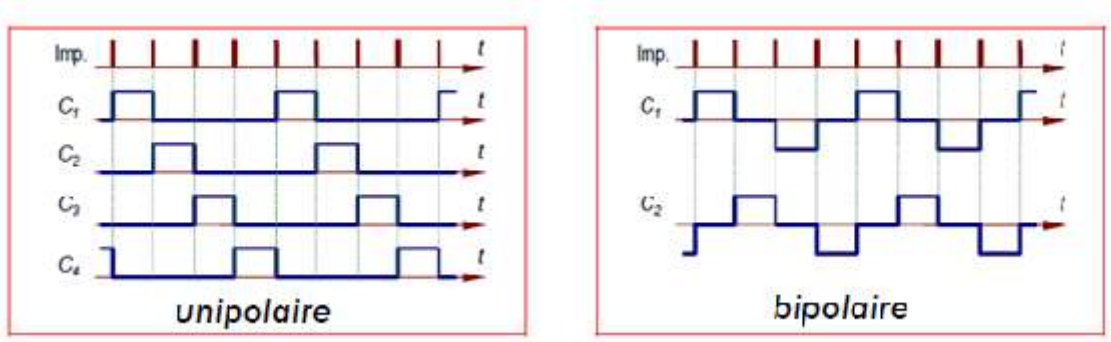


Figure *II .9* : Signaux de commande en pas entier, alimentation d'une seule phase.

II.5.3.2. Alimentation d'une ou deux phases en demi-pas (Mode3)

La combinaison en alternance du mode 1 et du mode 2 permet le fonctionnement en demi-pas. Pour effectuer un déplacement donné, il faut doubler le nombre d'impulsions de commande. Les couples ne sont pas identiques selon si une ou les deux phases sont alimentées.

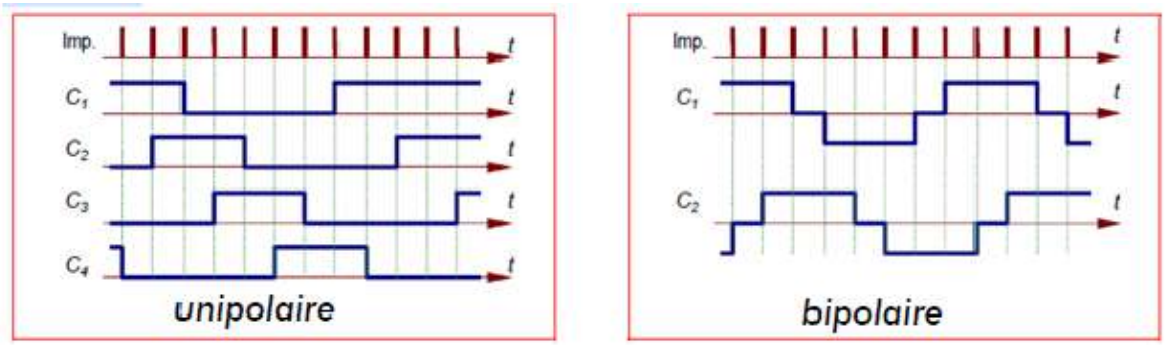


Figure II.10: Signaux de commande en demi-pas, alimentation d'une ou deux phases.

II.5.3.3. Commande optimisée en demi-pas (Mode4)

Pour un fonctionnement régulier en demi-pas, il faut augmenter le courant d'un facteur 2 lorsqu'une seule phase est alimentée. On a ainsi les performances de couple du mode 2 mais avec deux fois plus de pas.

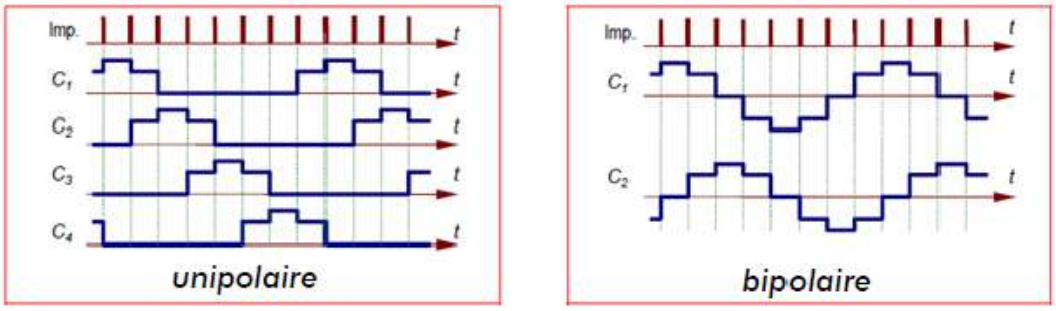


Figure II.11 : Signaux de commande en demi-pas optimisé.

II.5.3.4. Commande avancée en micro-pas (Mode5)

Ce mode consiste à multiplier les positions intermédiaires en asservissant le courant de chaque phase. Il constitue une généralisation du mode 4. Par découpage à fréquence plus élevée, le courant dans chaque phase suit une loi sinusoïdale pour se rapprocher des machines synchrones de puissance.

Les Avantages et les inconvénients de moteur pas à pas

Avantage :

- Facilité de mise en œuvre pour avoir un système précis et répétable.
- Ne nécessite pas d'entretien.
- Contrôle de la position, de la vitesse et synchronisation de plusieurs moteurs (de besoin de contre- réaction).
- Moteur sans balais.

Inconvénients :

- Vitesse et couple relativement faible.
- Couple décroissant rapidement lorsque la vitesse augmente. [8]

II.6 Circuit L297

Le circuit L297 est un contrôleur de moteur pas à pas, il fonctionne avec un circuit de puissance à double pont. Il lui suffit de lui fournir les signaux d'horloge (CLOCK :
pour avancer des pas), de direction et de mode afin de piloter le moteur pas-à-pas. Le L297 génère alors la séquence de commande de l'étage de puissance.

Le circuit L297 possède deux étages principaux :

- Un translateur (séquenceur) qui génère les différentes séquences de commande.
- Un double hacheur PWM (Pulse With Modulation) qui régule le courant traversant les bobinages du moteur.

Le translateur génère trois séquences différentes. Ces différentes séquences sont déterminées par le niveau logique appliqué sur l'entrée HALF/FULL :

- La commande en mode monophasé : une seule phase alimentée.
- La commande en mode biphasé : Deux phases alimentées.
- La commande en demi-pas : Alternativement une phase puis deux phases alimentées.

Le L297 génère deux signaux d'inhibition (INH1 et INH2) dans les modes monophasées et demi pas. Ces signaux qui sont appliqués directement aux entrées de validation du L298, permettent d'accélérer la décroissance du courant du dans les les bobinages moteur lorsque ceux-ci ne sont plus alimentés. Lorsque le L297 est utilisées pour la commande d'un moteur unipolaire, les hacheurs agissent sur ces lignes.

Une entrée «CONTROL » détermine le moment ou le hacheur devra agir sur les sorties A,B, C, D ou les entrées INH1 et INH2.

Le L297 contient un oscillateur interne qui commande les hacheurs. Lorsque le courant traverse l'un des bobinages du moteur atteint la tension qui est fixée par les résistances connectée aux entrées SENS1 SENS2, le comparateur correspondant interrompt l'alimentation du moteur jusqu'à la prochaine impulsion de l'oscillateur.[9]

II.6.1. Le schéma théorique du montage

L297 est un circuit qui contient toute la circuiterie de commande et de contrôle de moteurs pas à pas unipolaire et bipolaire. Ce circuit est utilisé conjointement avec un driver double pont tel que le L298 (figure I.4). L'ensemble forme une interface idéale pour le contrôle d'un moteur pas à pas par arduino.

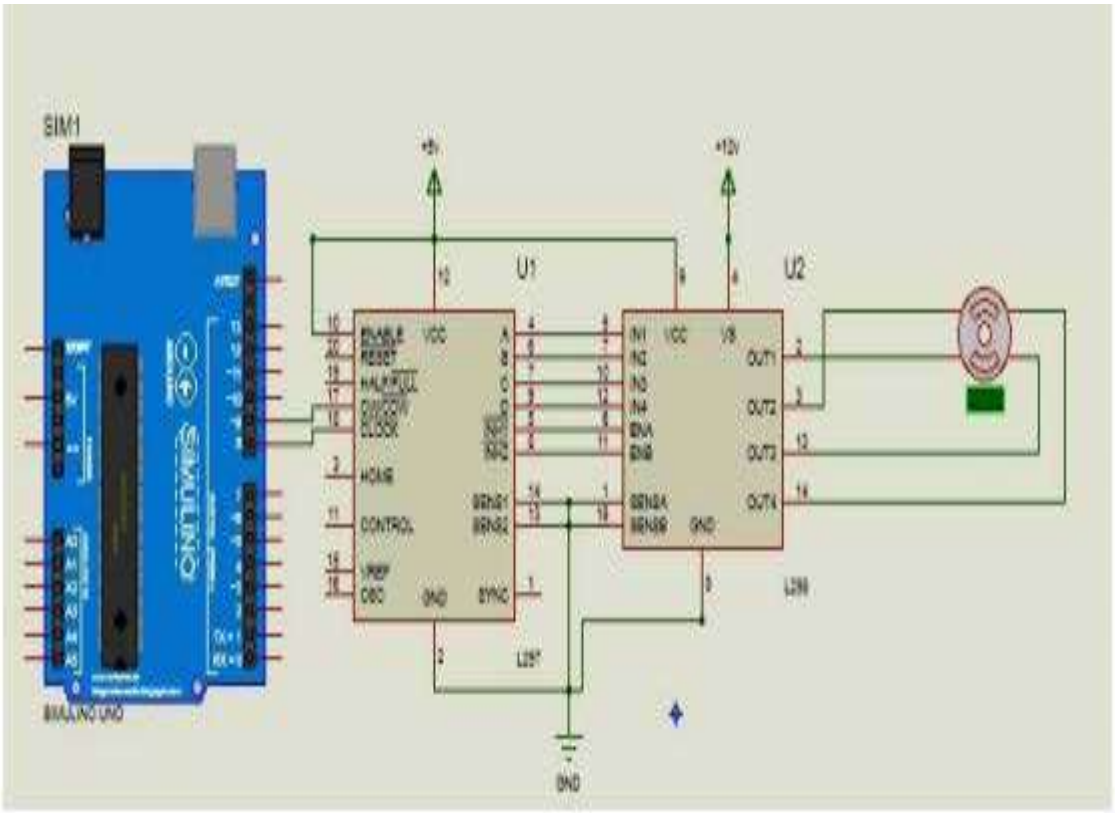


Figure II.12. Commande moteur par le couple L297 et L298 arduino

II.6.2. Carte EasyDriver 4.4:

Cette carte de commande permet de contrôler facilement un moteur pas-à-pas bipolaire jusqu'à 750 mA par phase. Elle fonctionne par défaut avec 8 micro-pas.

Elle est basée sur le circuit Allegro A3967 et permet de contrôler un moteur pas-à-pas (par ex: ITC-VNC-2) très facilement à partir d'un microcontrôleur (deux broches pour le mode, une broche pour la direction et une pour la vitesse). Le module permet de fonctionner en mode pas complet, demi-pas, quart de pas ou 1/8 de pas (mode par défaut)[12].

Pour simplifier la connectique, elle peut être installe sur une carte mini Shield.

- Alimentation: 7 à 30 Vcc maxi
- Commande: via un microcontrôleur 0 - 5 Vcc (mode, direction et vitesse)
- Sortie: 150 à 750 mA maxi par phase
- Dimensions: 48 x 21 x 18 mm
- Schéma: : EasyDriver v4.4
- Fiche technique: : EasyDriver Stepper Motor Driver
- Distributeur: GOTRONIC

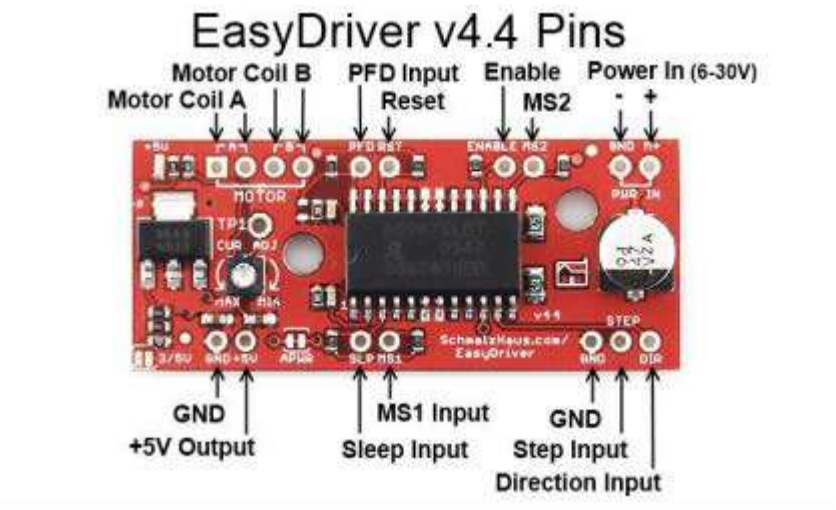


Figure II.13 : le circuit EasyDriver

II.6.3. Le schéma du montage Easy Driver

La commande avec ce circuit ne défère pas sur la commande avec le couple l297-l298 qui contient un parte puissance et parte qui obtenir la séquence de pas. (pas entier ou les autre mode a partir le mode choisie) [10]

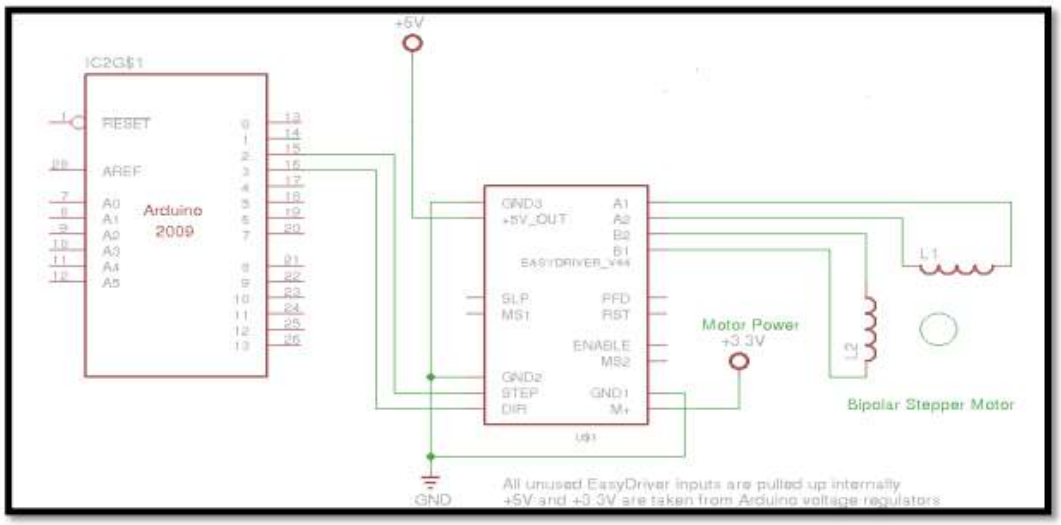


Figure II.14 Commandes moteur par Easy Driver

II.7. Conclusion :

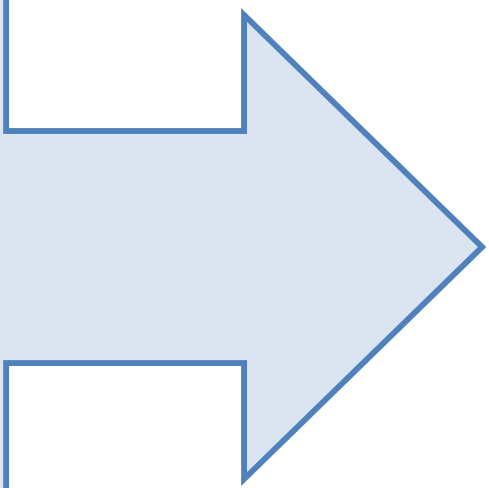
Ce chapitre est un portail pour notre réalisation et conception matérielle, il contient des notions exploitées au sein de la partie réalisation de notre manette de commande.

Nous avons expliqué les options de notre carte Arduino Uno avec circuit de commande et ses caractéristiques, Nous avons présenté également des principes et des fonctions différentes de la programmation dédiée à la carte Arduino Uno, avec langage c.

On y trouve également une brève description, ainsi qu'une figure montrant l'interconnexion des autres composants qui permettent de mener et apprendre plus traiter de multiples techniques et périphériques entrées numériques et analogiques et aussi une étude sur les circuits intégrés de commande des moteurs pas à pas utilisées dans notre carte électronique.

Chapitre III :

Conception et la réalisation d'une manette de commande



III.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter la description réelle de chaque étape de réalisation de notre manette les commandes en X, Y, Z et A

III.2 Cahier de charge

Nous voulons une manette décommande répondant à plusieurs critères

- ✓ Le choix en vitesse rapide, lente et pas à pas
- ✓ Changement rapide des axes X, Y, Z, A
- ✓ Rester dans des couts raisonnables
- ✓ Réaliser une commande "solide" et légère
- ✓ D'une dimension idéale pour une bonne prise en manette de commande d'une machine CNC ;

III.3. Présentation de la manette de commande

Notre manette de commande est une boite de *15cm *8.8cm*2cm ; sur la face on retrouve quatre boutons pour sois, et une quinzaine de LEDs comme indiqué dans la figure III.1 ci-dessous. Chaque bouton a son importance et joue un rôle précis. le premier bouton commande les quatre axes suivants : X, Y, Z, A. ces derniers sont représentés par quartes LEDs; le deuxième bouton a pour fonction de changer la vitesse des axes entre 1pas ; 10pas ou100pas sur la face c'est représenter par des LEDs qui s'allument , le troisième et quatrième boutons sont des boutons up et down responsable des sens (direction) et de la vitesse .mais pour que la machine CNC fonctionne ; il faut choisir : L'axe (x,y ;z ou, A) ;puis la vitesse (1pas ; 10pas ou 100 pas) et en troisième position la direction. le choix de direction et de vitesses est assuré par un click sur le boutons UP ou le bouton DOWN .dans la partie intérieure du boitier de la manette on trouve un circuit interface réalisé par des composantes électroniques tel que les LEDs, les boutons poursoifs ainsi quelles résistances.

Ci-dessous la manette est présentée comme suit :

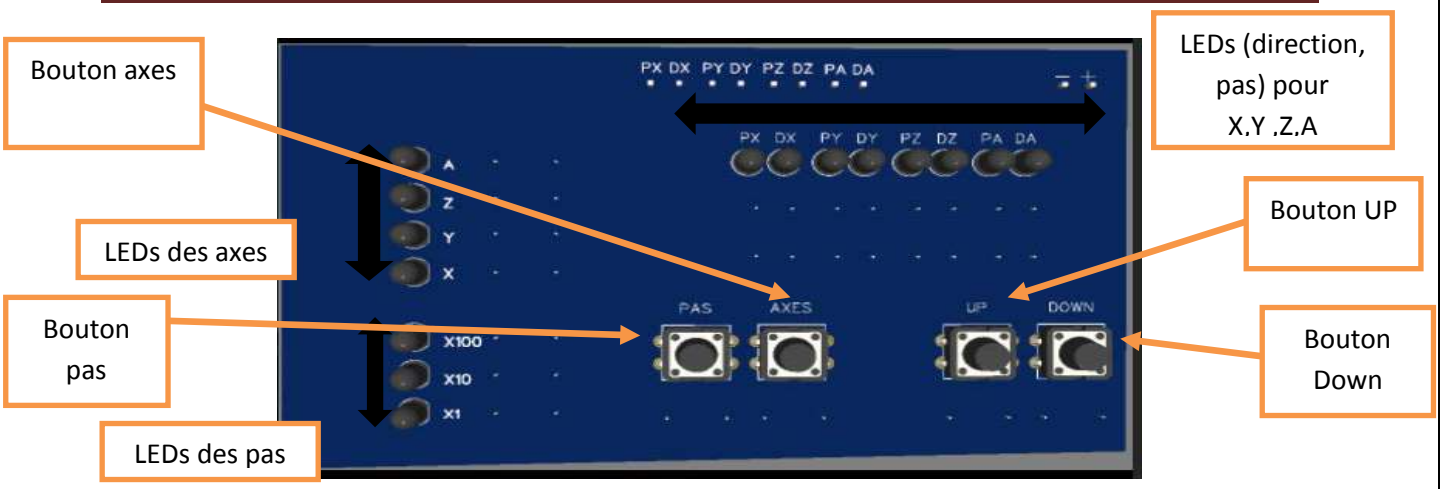


Figure III.1 : présentation de la manette

III.2.1. Partie programmation (software)

La partie programmation est une partie essentielle pour la réalisation de notre manette de Commande. Afin de rédiger un programme d'une manette pour commander la machine

(CNC) nous suivrons les étapes suivantes

- Écrire l'organigramme de cette commande
- Convertir cet organigramme en programme
- On choisit le langage C pour la programmation sur la carte Arduino
- Tester le programme par un simulateur
- Dessiner le circuit interface
- Faire la réalisation virtuelle sous « PROTEUS »
- Réaliser le schéma PCB du circuit d'interface

III.2.1.1. L'organigramme du programme

L'organigramme ci-dessous décrit notre programme. Pour mieux comprendre ; nous allons commencer par : un organigramme principal de toute la manette puis les sous organigrammes qui expliquent chaque axe.

III.2.1.1.1. L'organigramme principal du programme de la manette

La figure de l'organigramme **III.2** suivante résume les étapes de programmation de la manette de commande commençant par déclaration des variables des entrées et des sorties puis l'étape de fonction de choix de vitesse (1pas ,10pas ,100pas) ; juste après la fonction choix des axes X,Y,Z,A ;chaque axe a sa fonction de commande qui va être détaille à part. Le programme sous forme de boucle qui se répète dès que le programme se termine.

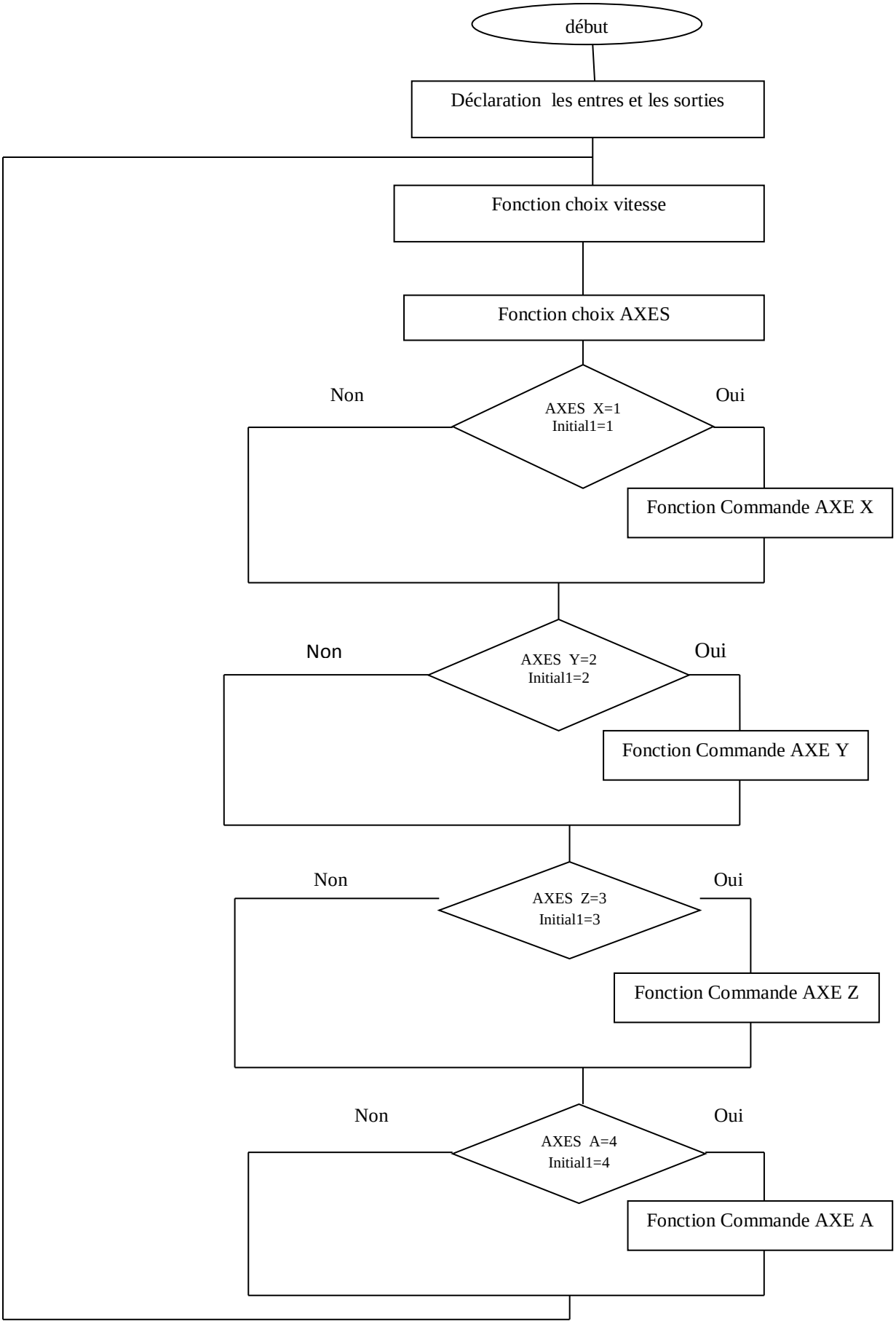


Figure III.2 1'organigramme principal du programme de la manette

❖ L'organigramme de fonction choix de vitesse

Dans cette étape et comme indique la figure ci-dessous nous allons choisir le nombre des pas de moteur pas à pas ; nous avons le choix entre 1 pas ,10pas ;100pas Cette fonction se répété dans l'organigramme pour chaque axe X ;Y ;Z :A dans la partie réalisation nous avons une entrée (in put) présenté par un bouton pour soi et quatre soties (out put) sous forme les LEDs

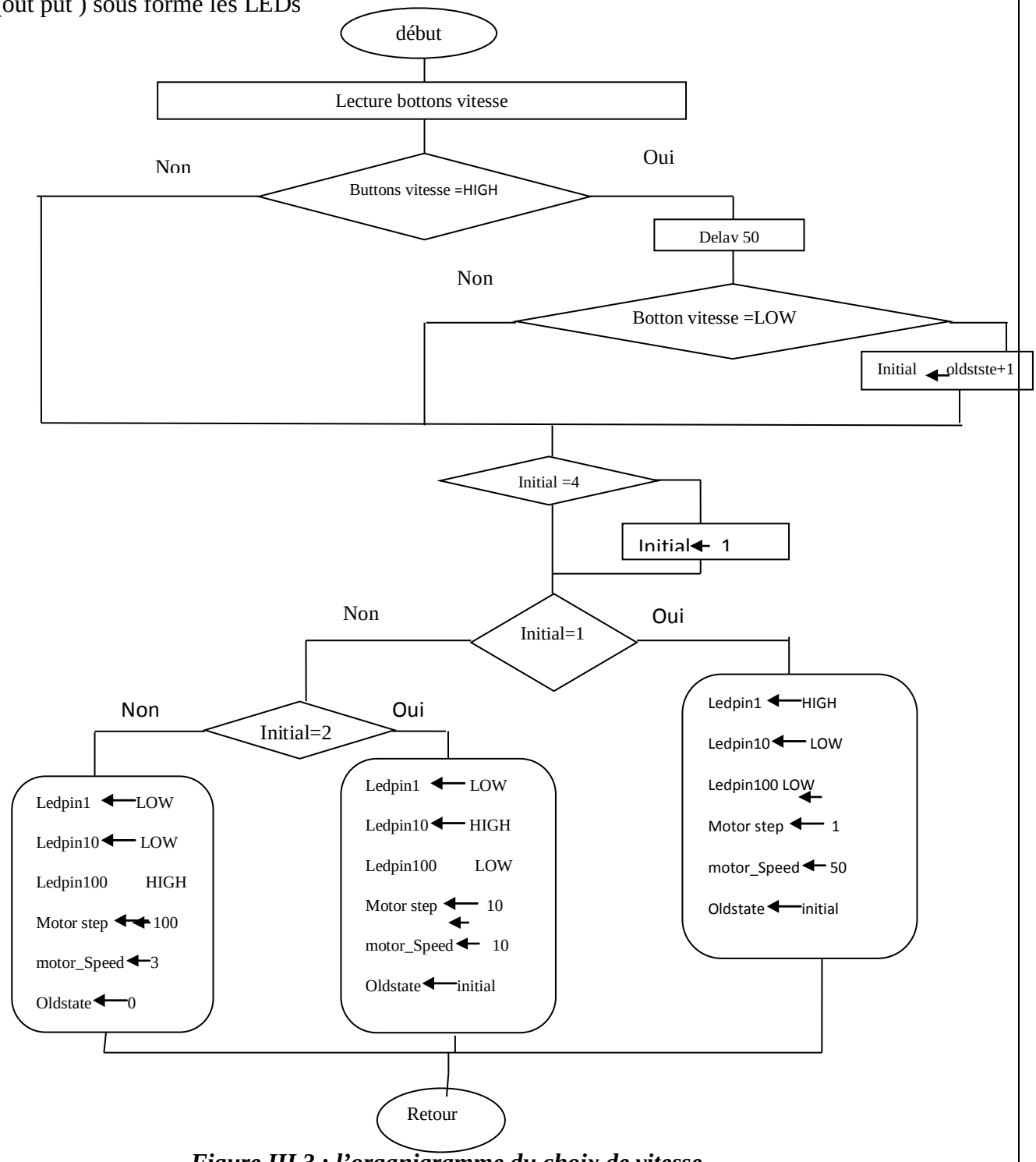


Figure III.3 : l'organigramme du choix de vitesse

❖ L'organigramme choit axes

La figure **III.4** représente l'organigramme les choix axes ; comme deuxième étape le choix des axes X, Y, Z, A sont déclarés comme des sorties (4 output) sur notre manette ils sont sous forme LEDs cependant nous avons une seule entrée bouton pour-soi (in put)

Nous pouvons changer l'axe par un simple clic sur le bouton des axes

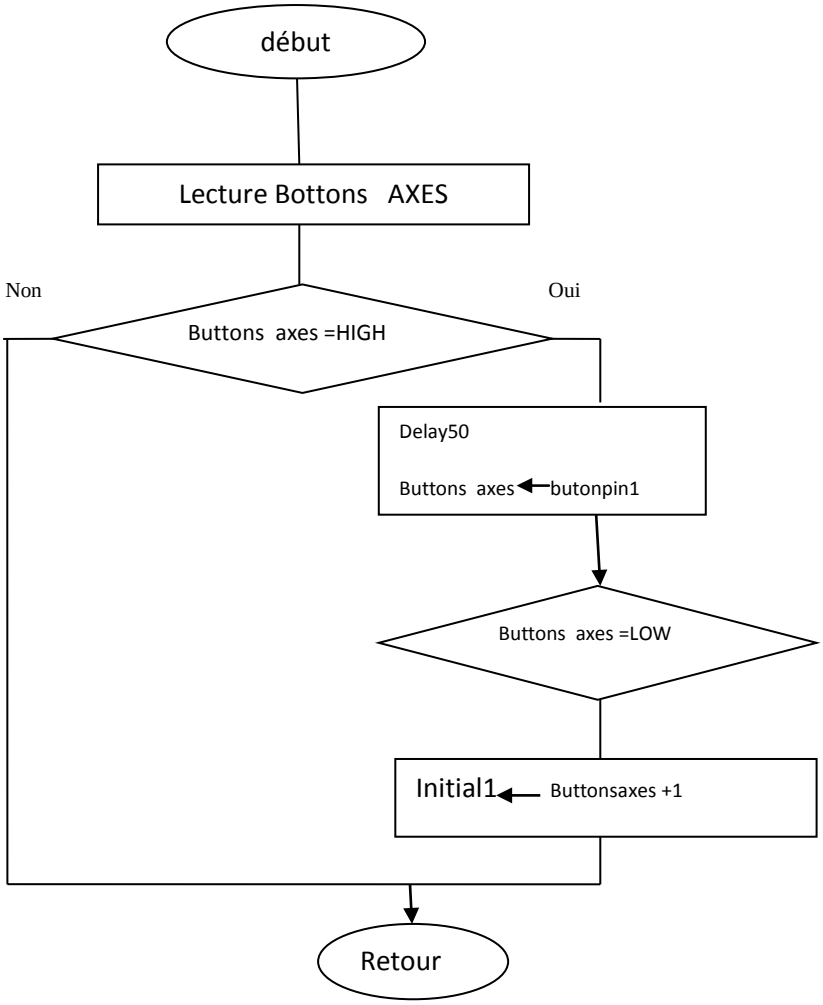


Figure III.4 l'organigramme choix axes

❖ L'organigramme fonction commande

Le programme fonction commande **figure III.5** explique le principe de fonctionnement de deux boutons UP et DOWN ; nous avons déclaré huit LEDs comme des sorties pour les quatre axes ; nous allons commencer par déclaration des variable en choisissant l'axe et la vitesse ;le premier programme pour l'axe X ,puis l' organigramme de l'axe Y le troisième expliquant l'axe Z ,la même chose pour l'axe A (changement sur la position de l'axe)
Chaque axes a deux sortie (la direction, la vitesse de déplacement)déclarés UP et DOWN

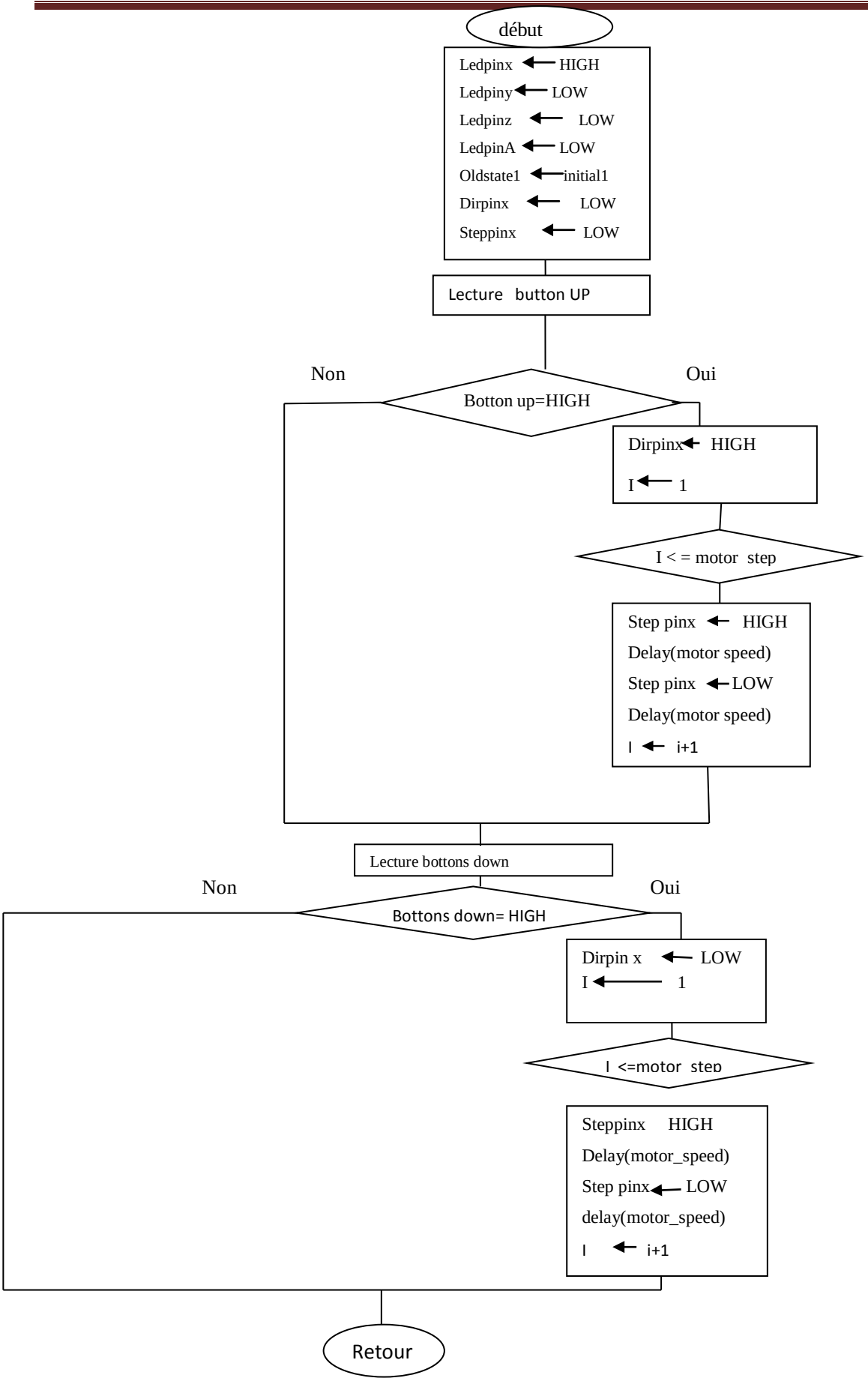


Figure III.5 : Organigramme fonction commande de l'axe X

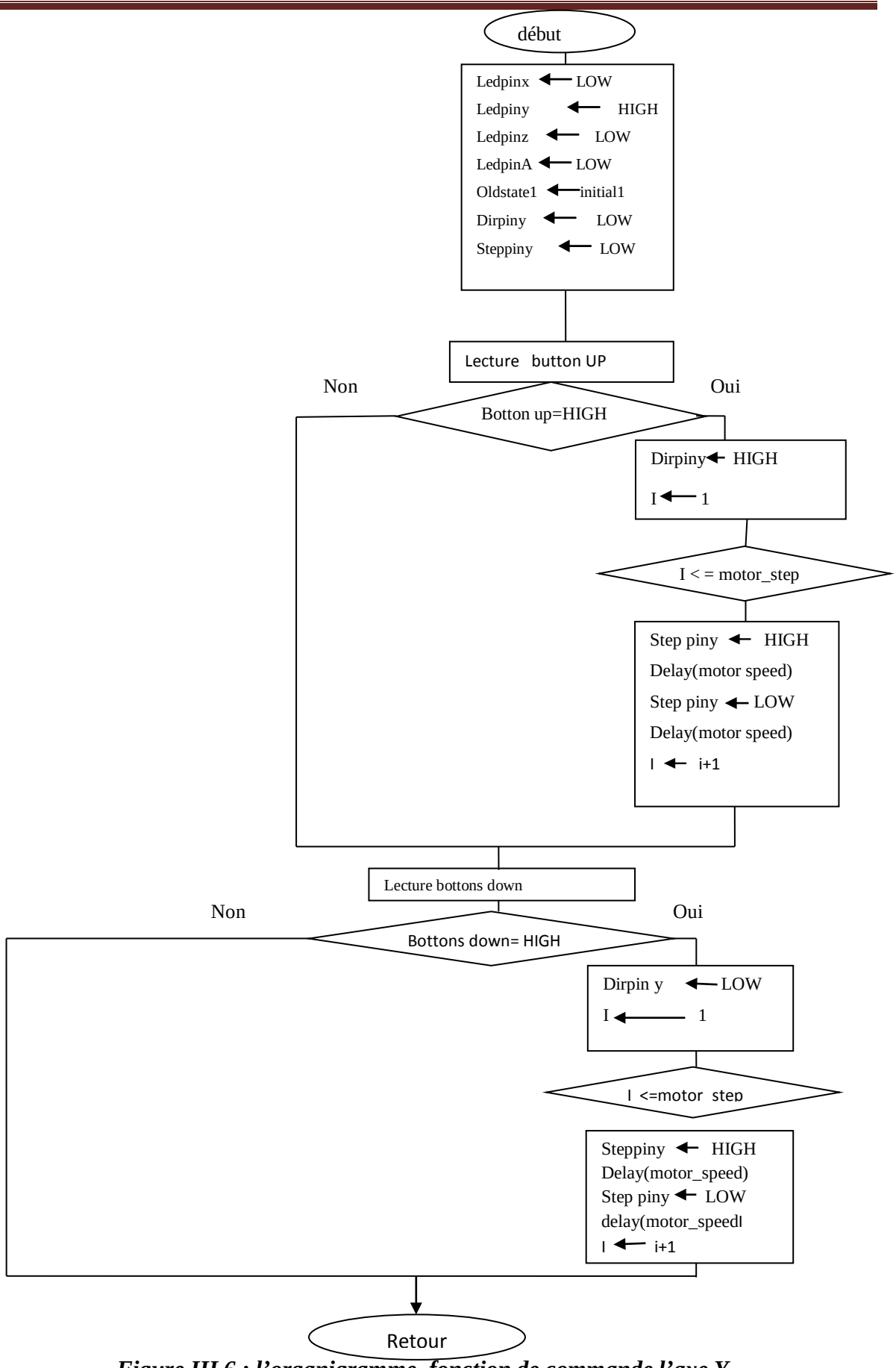


Figure III.6 : l'organigramme fonction de commande l'axe Y

❖ **.L' organigramme fonction commande l'axe Z**

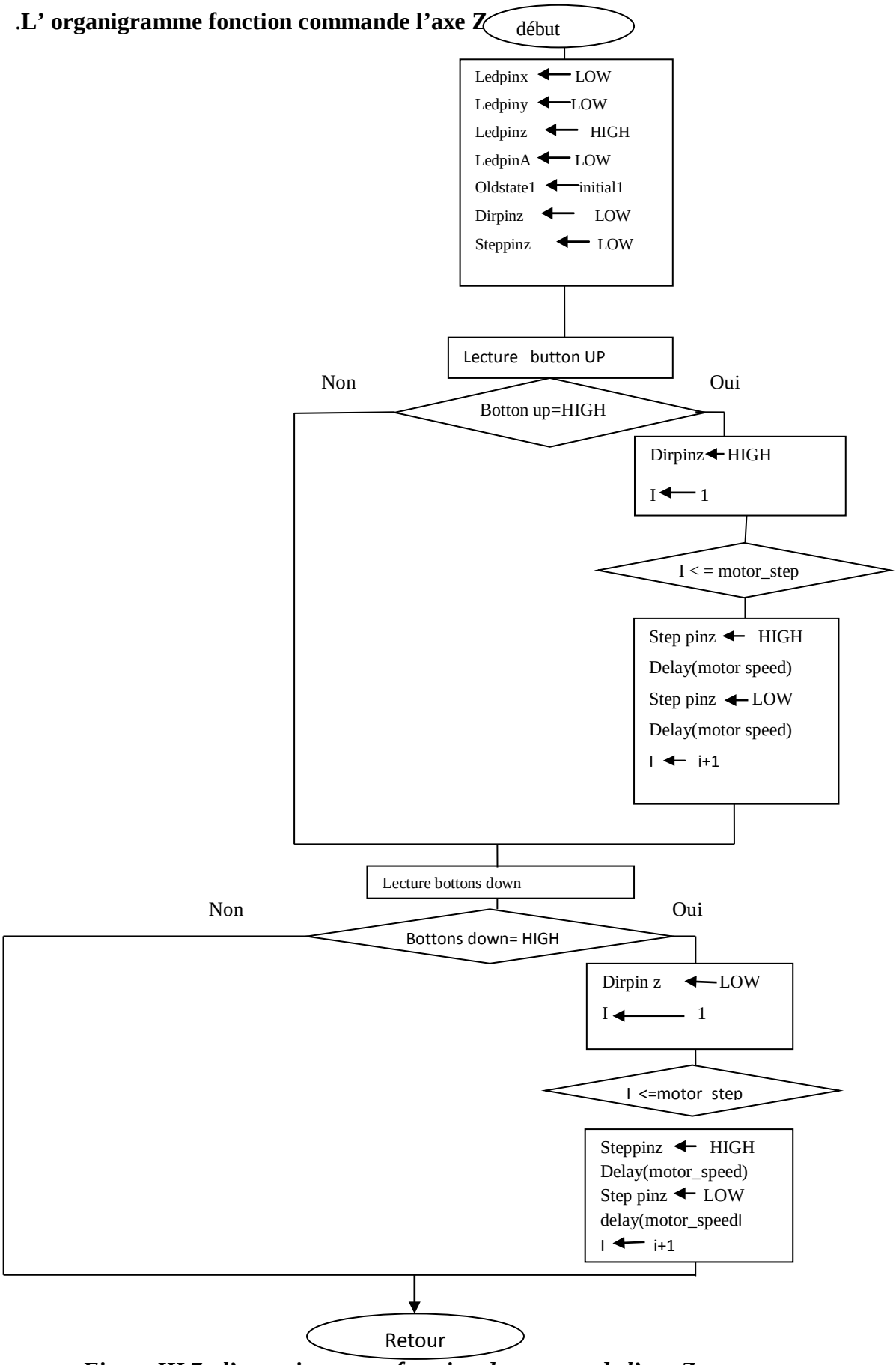


Figure III.7 : l'organigramme fonction de commande l'axe Z

.L' organigramme fonction commande: de l'axe A

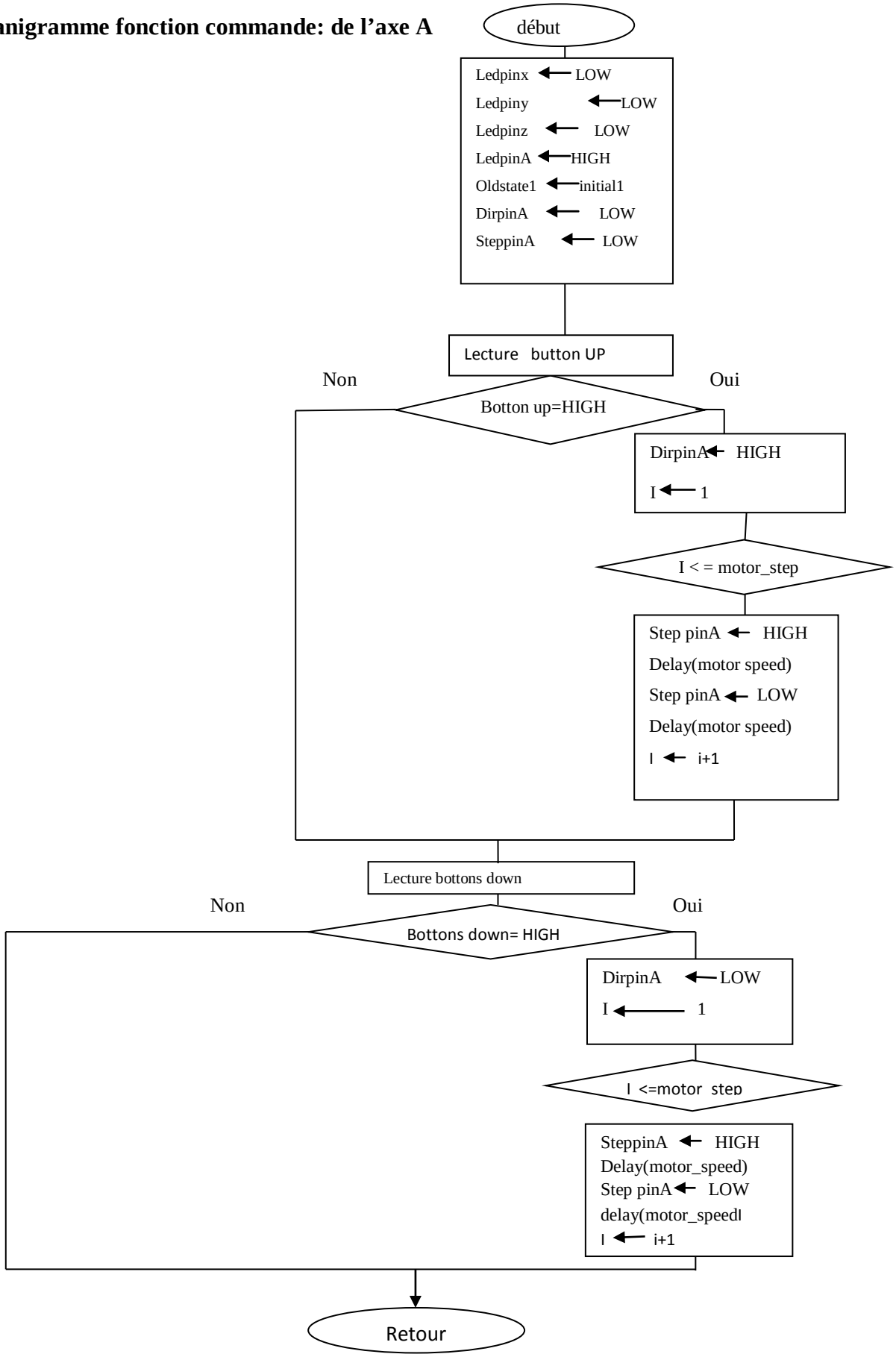


Figure III.8: l'organigramme fonction de commande l'axeA

III.2.1.2. Langage C-Arduino

Nous allons écrire un programme en langage C à partir l'organigramme principal, ce langage permet d'écrire un programme complet et clair, de le compiler et de l'envoyer sur une carte Arduino.

Commençons par la déclaration des variables ; nous avons quatre entrées sous forme de boutons pour-soi et quinze sorties sous forme des LEDs qui indiquent les mouvements des moteurs pas à pas sur les trois axes X,Y,Z plus un axes A de rotation ou inclinaison , chaque axe déplace avec un nombre de pas et une direction qui nous choisissons par des simple cliques sur le boutons de nombre de pas et sur les deux boutons (UP ,Down) responsable du sens et la vitesse

Notre programme c-Arduino est comme suit sur la figure **III.9**

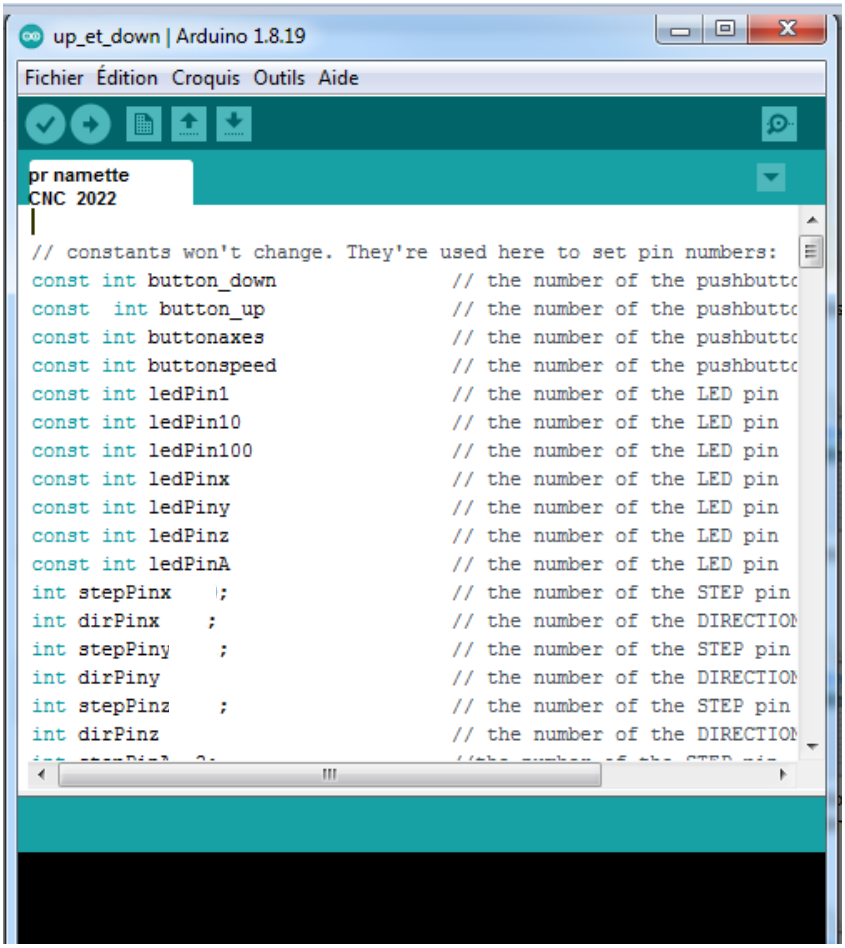


Figure III.9: début du programme sur langage C-Arduino

III.2.1.3 Circuit d'interface

Dès que nous avons fini la programmation ; et après la vérification nous devons faire simulation. Le dessin de circuit interface est fait sur un logiciel sur internet **«** tinkercad**»** représenter comme suit dans la figure **III.10 [11]**

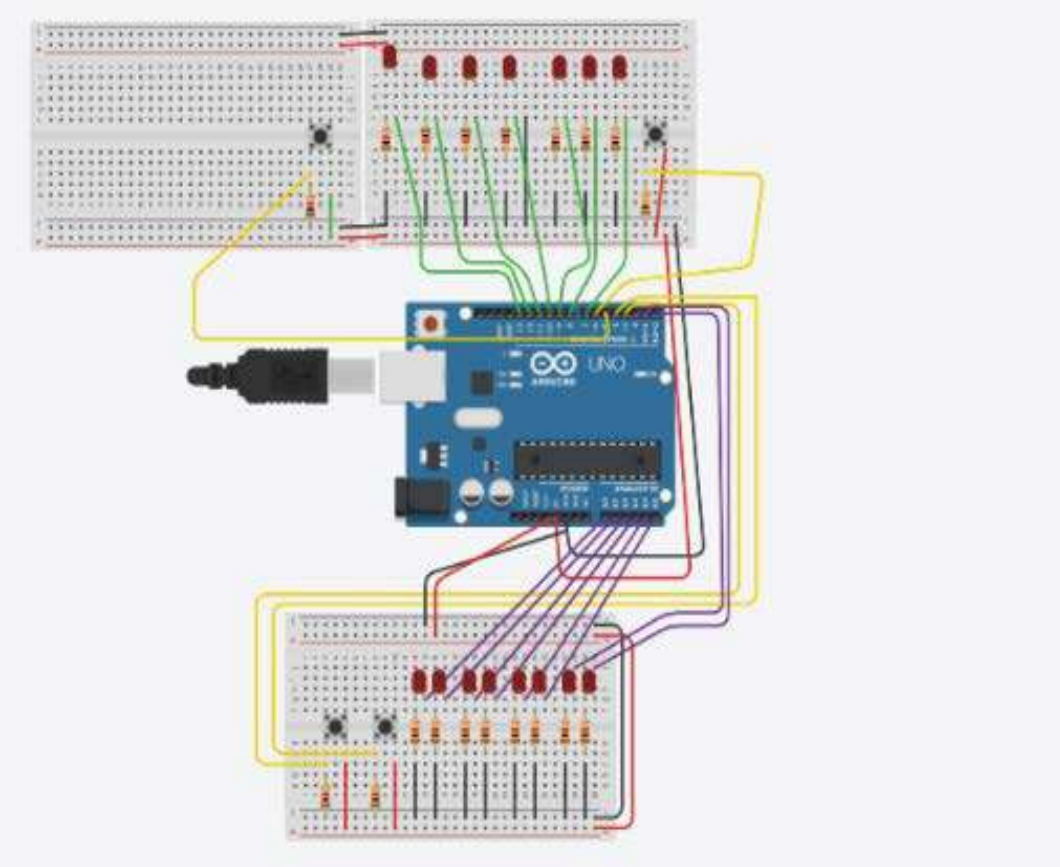


Figure III.10 circuits d'interface de la manette de commande **sous«** tinkercad**» [11]**

III.2.1.3.1. Réalisation virtuelle sous « PROTEUS »

Avant de passer à la réalisation pratique, nous avons utilisé un CAO: il s'agit de « ISIS PROTEUS », c'est un CAO électronique conçu par « Labcenter Electronics » qui permet de dessiner des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant. Il comporte de nombreux outils regroupés en modules au sein d'une interface unique. **[12]**

L'image ci-dessous montre le circuit réalisé sous PROTEUS :

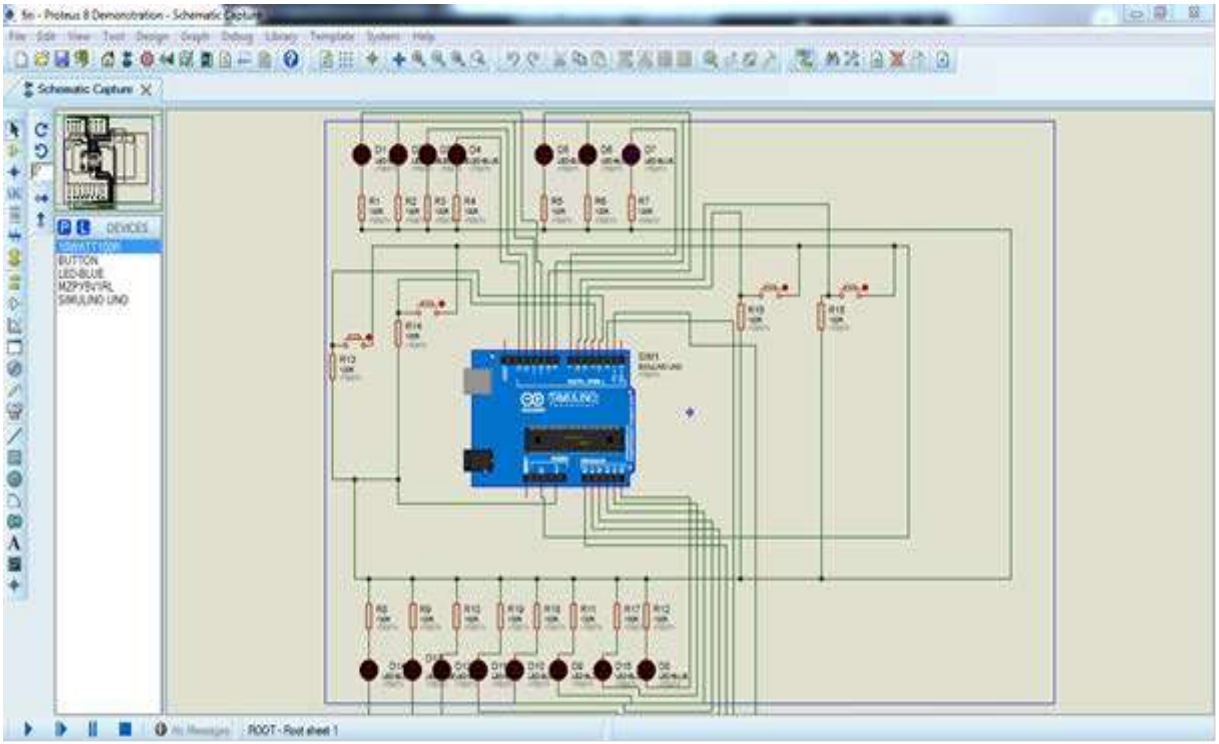


***Figure III.11 : réalisation virtuelle sous « PROTEUS »* [12]**

Le tableau suivant regroupe les composants utilisés dans ce circuit.

Tableau III.1 la liste les composants utilisés dans ce circuit.

Composant	Symbole	Valeur	Quantité
Résistance	R	Pour les LEDs R=270Ω	15
		Pour les boutons R=1KΩ	4
LED	CR		15
Bouton	SW		4

III.2.1.3.2: Schéma PCB du circuit d'interface

L'étape suivante consiste à créer le circuit imprimé « PCB » avec « PROTEUS ARES ». Ce circuit sera utilisé pour la réalisation pratique de la carte, en imprimant uniquement les pistes cuivrées. Les schémas obtenus sont présentés sur les deux figures suivantes

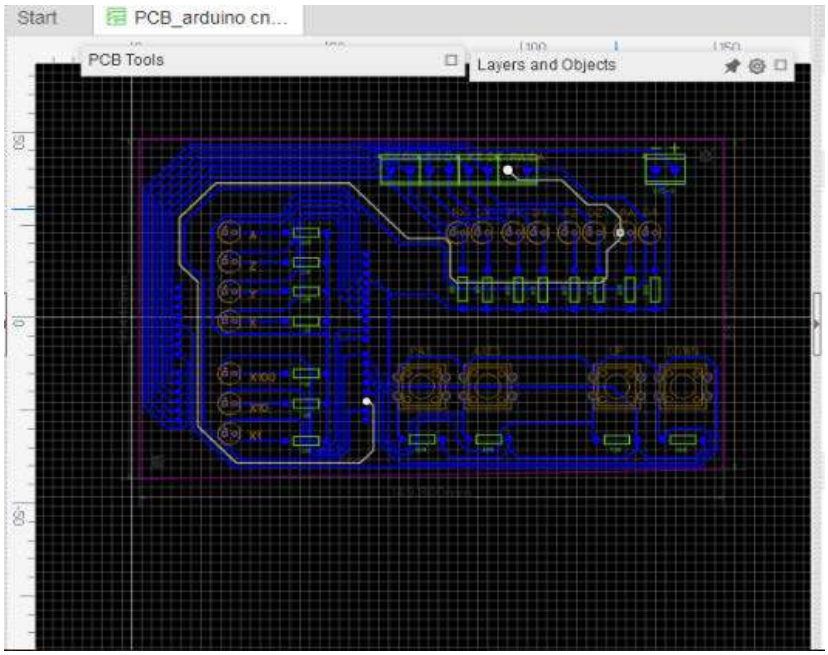


Figure III.12 : Schéma PCB du circuit d'interface.

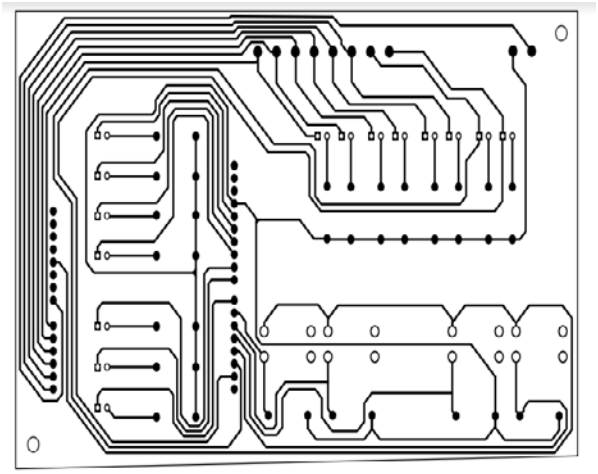


Figure III.13: Schéma des pistes cuivrées à imprimer.

III.2.2. Réalisation pratique du circuit (Partie hardware)

Nous avons utilisé une méthode simple sans avoir besoin de matériel et produits couteux spécialisés pour circuits imprimés (l'insoleuse et le perchlorure de fer).

III.2.2.1. Impression du circuit sur la platine cuivrée

Pour le faire on suit les étapes suivantes :

- Enlever la résine photosensible à l'aide d'un chiffon et d'un peu d'acétone (diluant).

Imprimer le circuit (figure (III.13)) sur un papier photo avec une imprimante laser.

- Placer la feuille imprimée contre la platine cuivrée et appliquer au fer à repasser sur lecircuit. Le temps dépend de la puissance du fer et du type de toner (encre).
- Plonger le circuit dans un récipient contenant de l'eau. Laisser détremper quelques minutes, puis peler délicatement le papier.
- Corriger avec un marquer permanent les pistes ratées.

III.2.2.2 Gravure du circuit

La gravure consiste à ronger le cuivre aux endroits non protégés par l'encre, il existe pour ce faire plusieurs méthodes utilisant des produits différents. La méthode utilisée dans notre cas demande des précautions d'usages, car elle emploie des matières dangereuses.

Afin de limiter les risques, un équipement minimum est nécessaire pour se protéger :

- Gants résistants aux produits chimiques.
- Lunettes de protection.
- Masque de protection.

De préférence faire les manipulations en milieu ouvert et près d'une source d'eau.

Les produits chimiques à utiliser :

- Acide chlorhydrique 33% (esprit de sel)
- Eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) 10 Vol

On mélange un volume d'acide chlorhydrique et cinq volumes d'eau oxygénée dans un récipient en plastique ou en verre.

Dès qu'on plonge notre plaque dans la solution, il se produira un intense bouillonnement avec dégagement de chaleur, et le cuivre sera entièrement rongé en l'espace de quelques minutes (environ 5 minutes).La figure ci-dessous rassemble les produits chimiques utilisés pour réaliser la carte :



Figure III.14 : Ensemble des produits chimiques utilisés

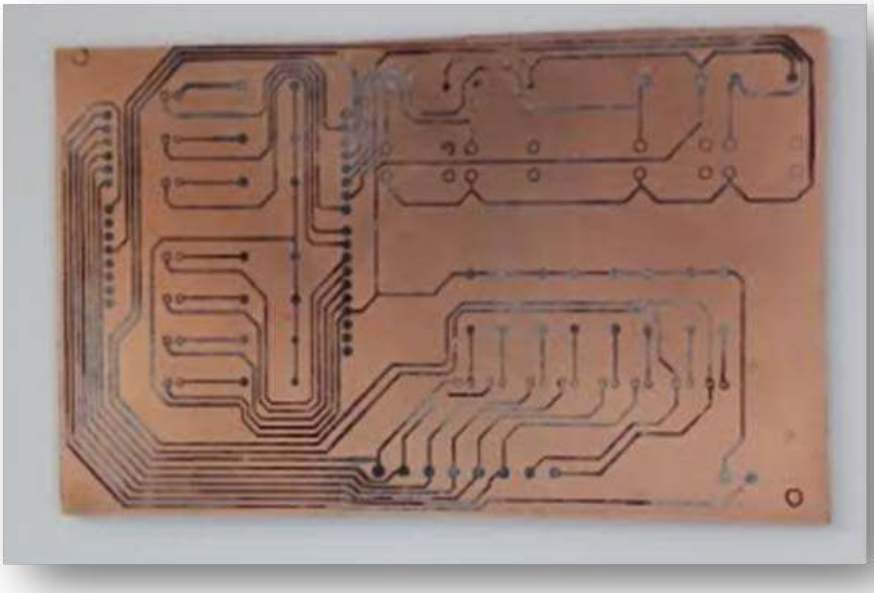


Figure III.15 : Impression du circuit sur la platine cuivrée

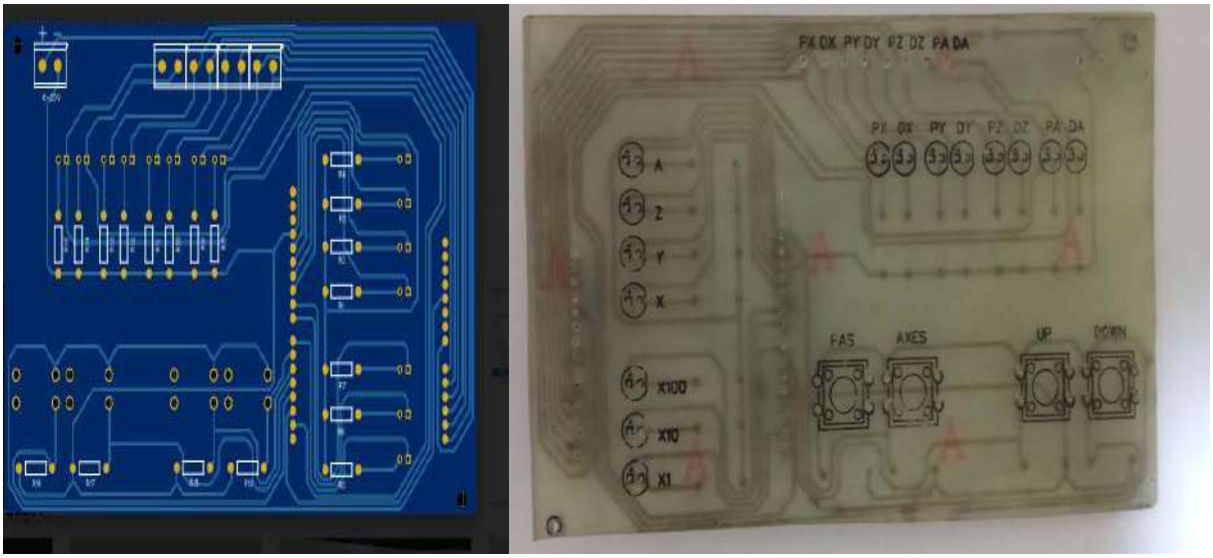


Figure III.16 : circuit imprimé pour la réalisation

III.2.2.3 : Circuit d'interface réalisé

La dernière étape c'est Perçage et soudageconsiste à percer les pastilles (emplacements correspondant auxpattes de composants), placer les composants et les souder avec de l'étainet du fer à souder. Le résultat final est donné par les figures suivantes :

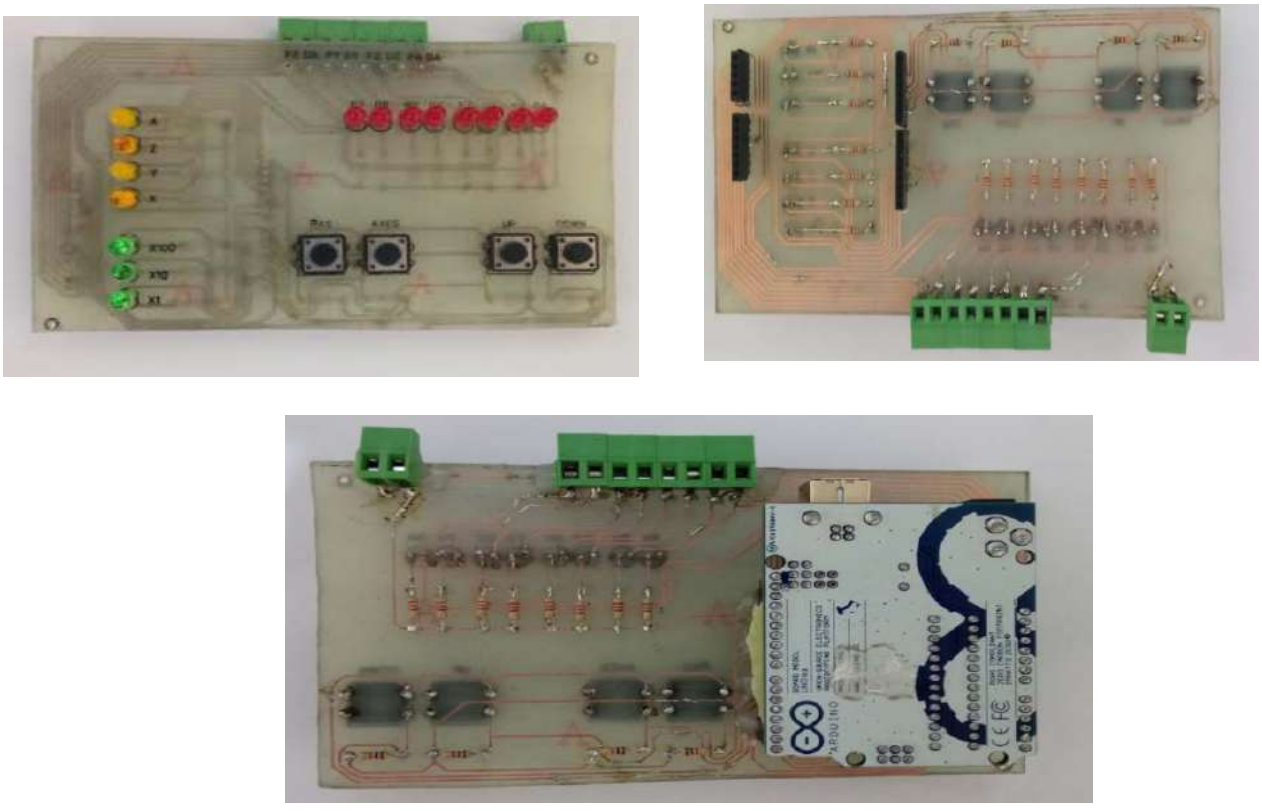


Figure III.17 : Circuits d'interfaces réalisées.

III.2.3. La manette réalisée

La manette de commande rassemble tous les éléments électriques de la machine. Nous avons réalisé notre boite avec un logiciel 3D Elle est représentée par les figures suivantes

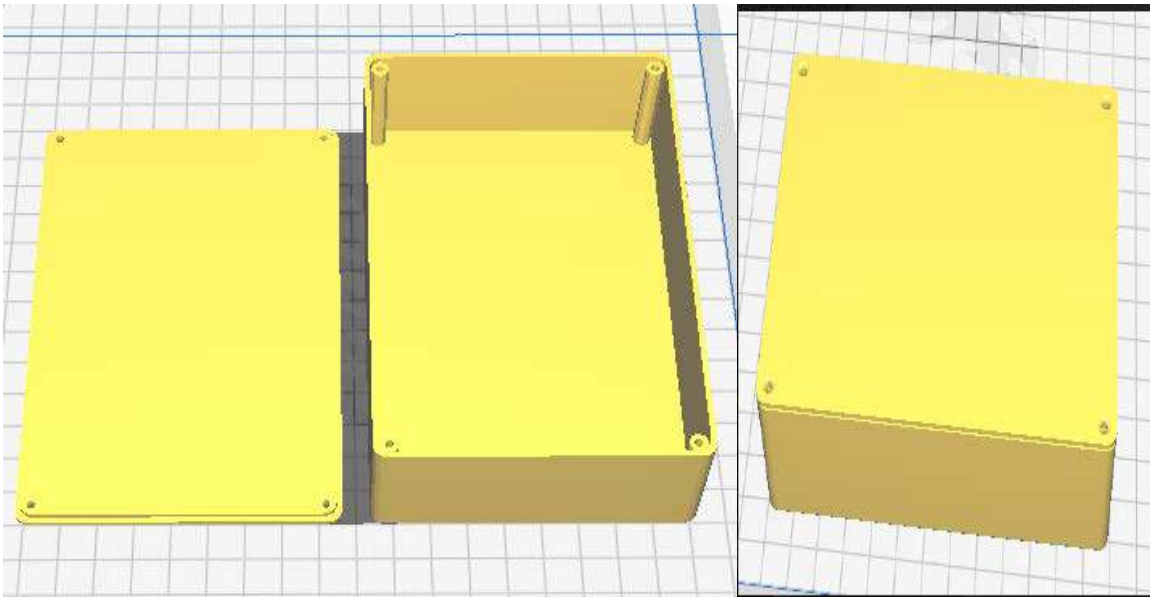
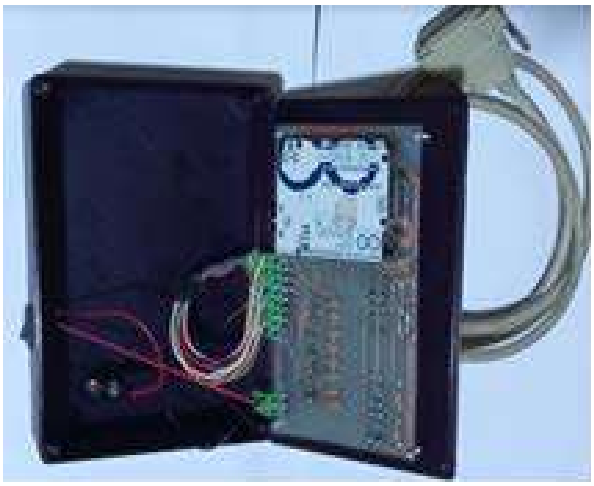


Figure III.18 : la boite de la manette en 3D



Figure III.19 : la boite de la manette réalisée







Figures III.20 : la boite de manette réalisée avec la carte de commande

III.3. Contrôleur du moteur pas à pas (driver) :

Le contrôleur est un circuit spécialisé nécessaires pour transmettre de la puissance au moteur pas à pas. Le contrôleur qu'on a utilisé (DM882ES), présenté sur la figure (III.21***)***, est équipé de 2 connecteurs déblocables : le connecteur pour les signaux de contrôle et le connecteur pour l'alimentation et le raccordement du moteur. Le tableau (III.2***)*** donne une description des différentes fins du contrôleur

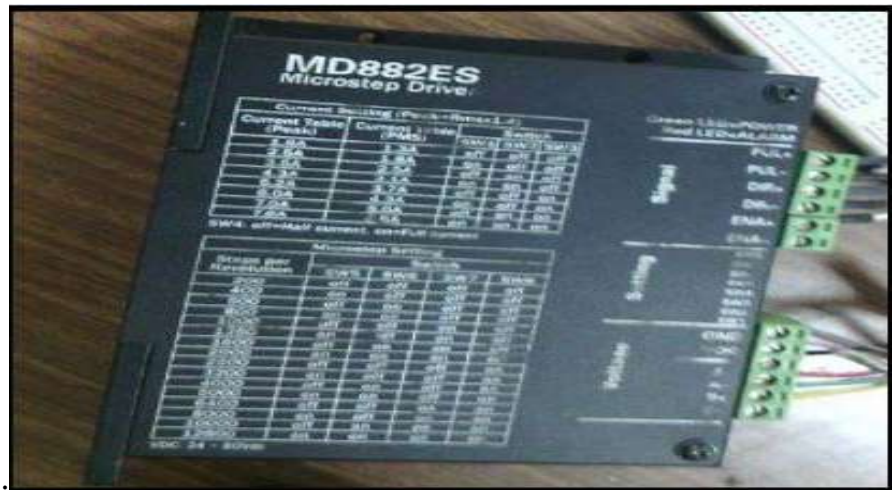


Figure III.21 : Contrôleur du moteur pas à pas (Driver DM882ES)

Broche	Informations sur la broche
PUL+ PUL	Une impulsion montante sur cette entrée fait avancer le moteur d'un pas. La tension de l'impulsion doit entrer de 4,5 à 5 V pour un état HAUT et 0 à 0,5 V pour un état BAS. La largeur d'impulsion doit être de minimum 2,5 µs pour un fonctionnement correct. Une résistance en série doit être ajoutée pour limiter le courant en 12 V (1 kΩ) et en 24 V (2 kΩ)
DIR + DIR -	Ce signal représente les deux directions de rotation du moteur. Il doit être appliqué au minimum 5 µs avant le signal PUL. La tension du signal DIR doit être de 4,5 à 5 V pour un état HAUT et 0 à 0,5 V pour un état BAS. La rotation dépend également du câblage du moteur
ENA+ ENA-	Ce signal est utilisé pour permettre ou interdire l'utilisation du contrôleur. Un signal haut permet de l'utiliser tandis qu'un signal bas le bloque. Ces broches sont habituellement laissées déconnectées.
+Vcc	Tension d'alimentation : 20 à 40 Vcc
GND	Masse
A+ A	Phase A du moteur
B+ B-	Phase B du moteur

Tableau III.2 : Description des pins du contrôleur.

III.5. Les tests sur manette de commande

Nous avons fait plusieurs tests pendant la conception et la réalisation

- ✓ Pendant la conception

La carte de commande est constituée d'une carte Arduino UNO, alimentée par l'ordinateur, et de trois drivers de moteurs pas à pas

La carte Arduino délivre les signaux PWM aux drivers de moteurs pas à pas pour commander les différents moteurs qui contrôlent les axes de la machine CNC, qui sont de leurs côtés alimentés avec une tension de 12volts délivré par un générateur de tension, La figure ci-dessous montre le schéma de branchement sur la platine d'expérimentation

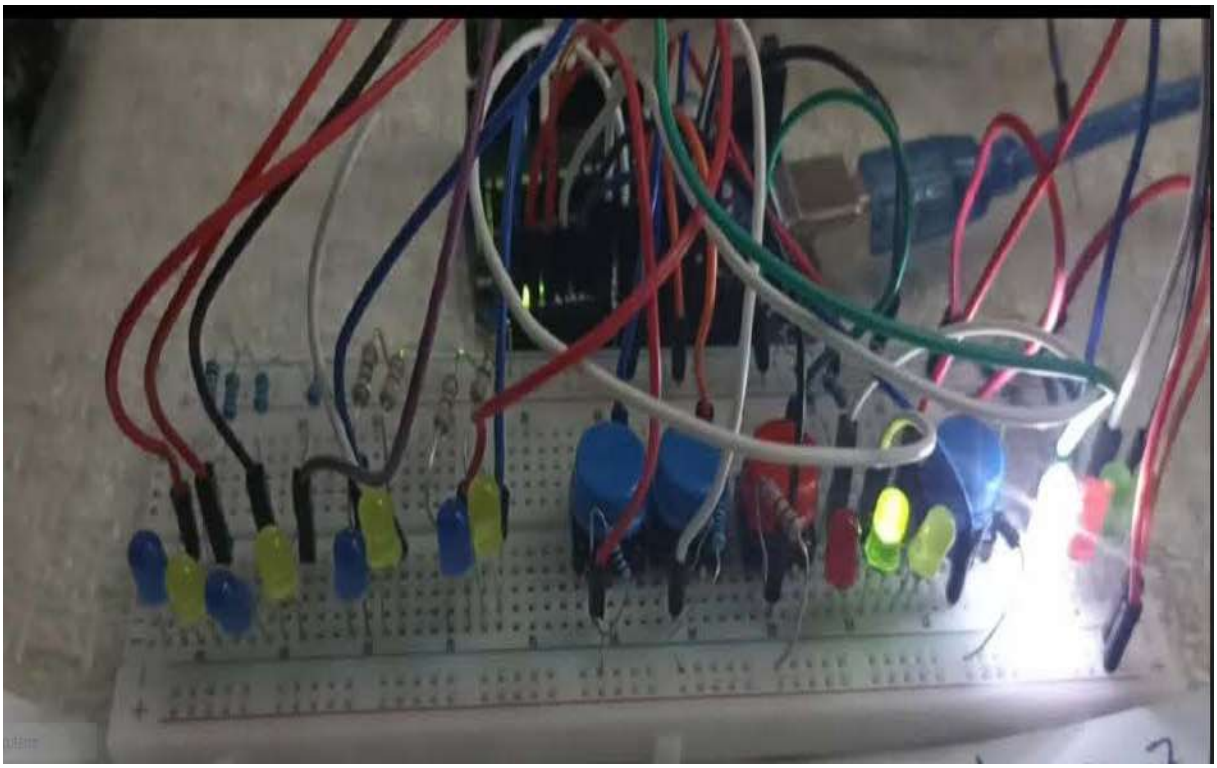


Figure III.22 : Test du bouton choix de vitesse (LED de 10pas allumé)

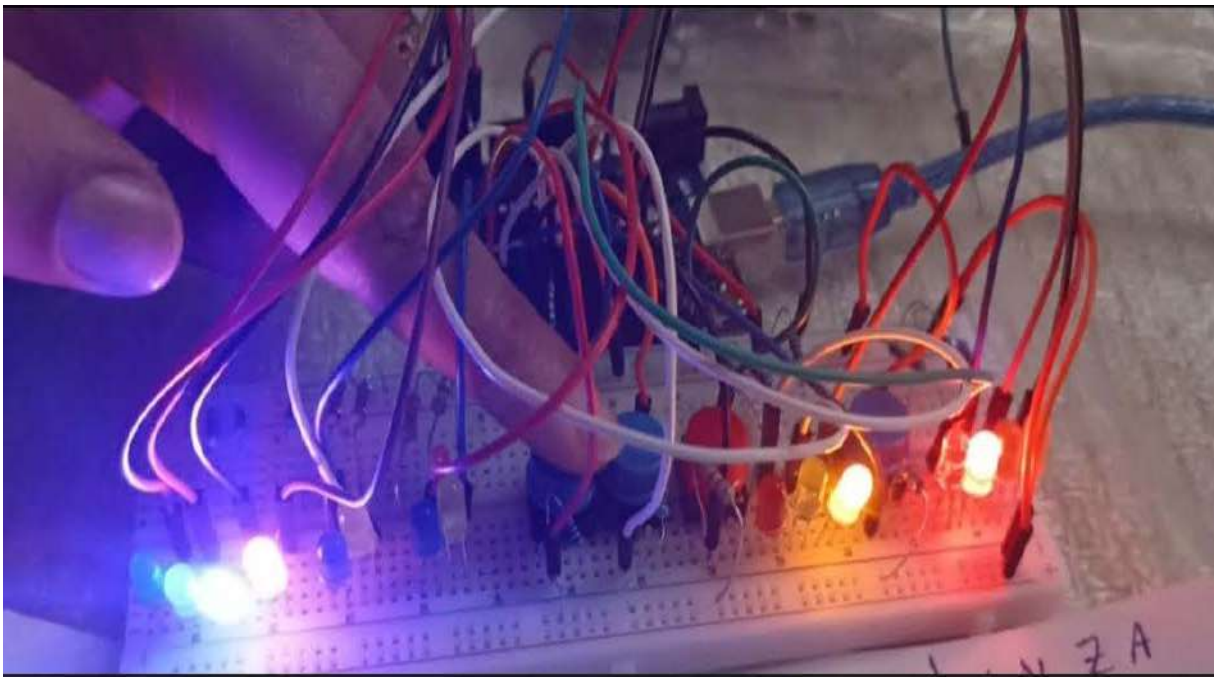


Figure III.23 : Test des boutons axes, vitesse, sens (axe y, vitesse 1pas, sens : up)

- ✓ **Les tests pendant la réalisation**

Pour la figure III.24 nous avons fait les tests sur le circuit réalisé de la manette ,nous avons cliqué une fois sur le bouton axes en sélectionnant l'axe X (la LED de cet axes'allume,) puis lorsque' nous avons Cliqué sur lebouton vitesse double click ;c'est-à-dire que nous avons choisis la vitesse 10 pas ,la LED de cette vitesse s'allume ,ensuite ,lorsque nous avons cliqué sur le bouton UP la LED s'allume pour indiquer la direction positive vers l'avant du moteur pas à pas et la deuxièmeLED clignote indiquant la vitesse de moteur choisis au paravent (10pas)

LEDs jaune : pour les axes que nous avons choisis l'axe A

LEDs verte : pour la vitesse que nous avons choisis 10pas

LEDs rouge : la première LED indique le sens positive de l'axe choisis et la deuxième LED indique la vitesse de moteur pas à pas

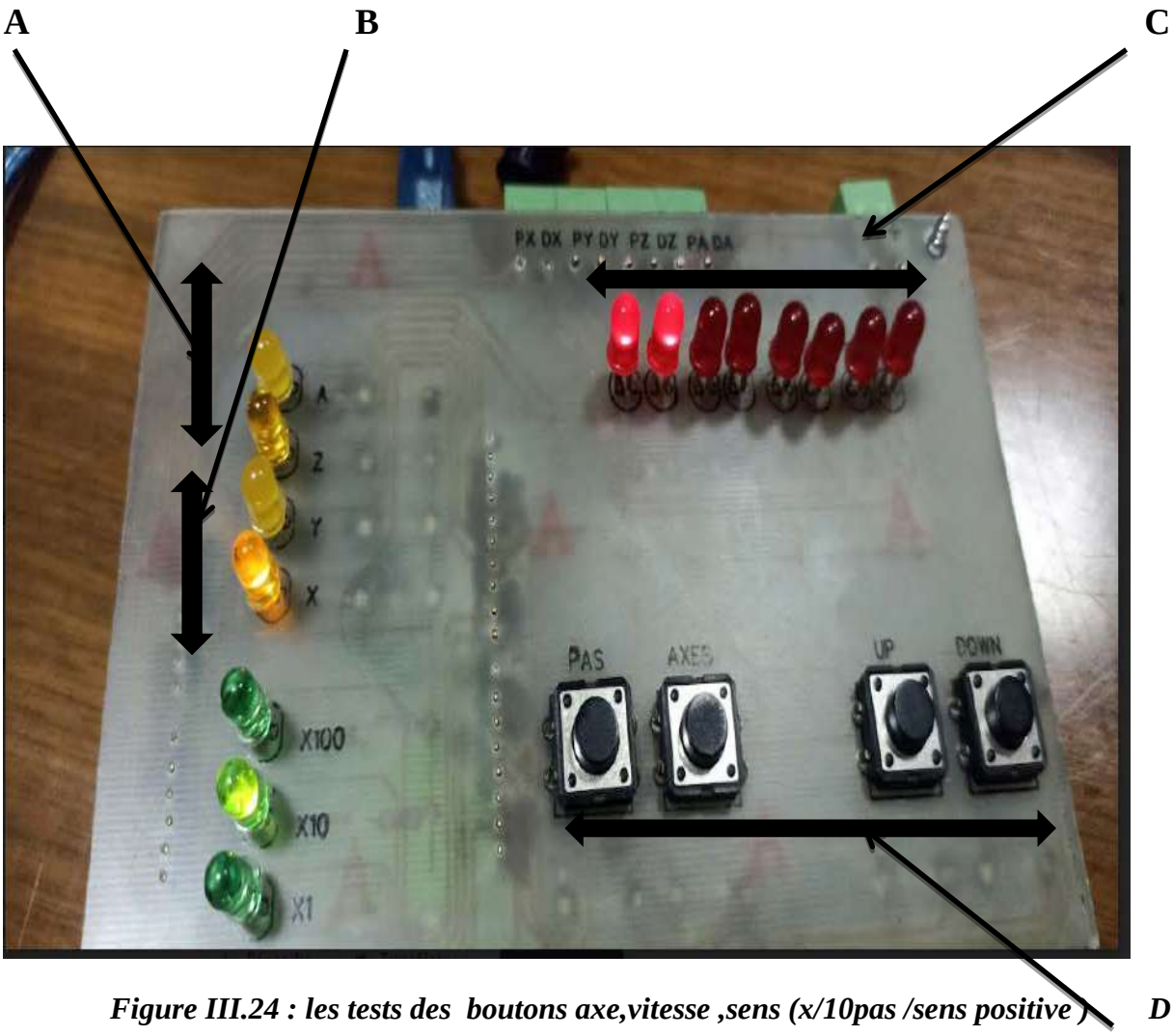


Figure III.24 : les tests des boutons axe,vitesse ,sens (x/10pas /sens positive) Marche avant avec une vitesse de 10pas)

A : : les LEDs jaune pour les axes (out put) (X, Y, Z, A)

B : : les LEDs vertes pour la vitesse (output) : 10pas

C : : les LEDs roue le sens /nombre de pas du moteur pas à pas :

D : les boutons pour-soi (in put)

Axe X sens avant aves une vitesse de 100pas

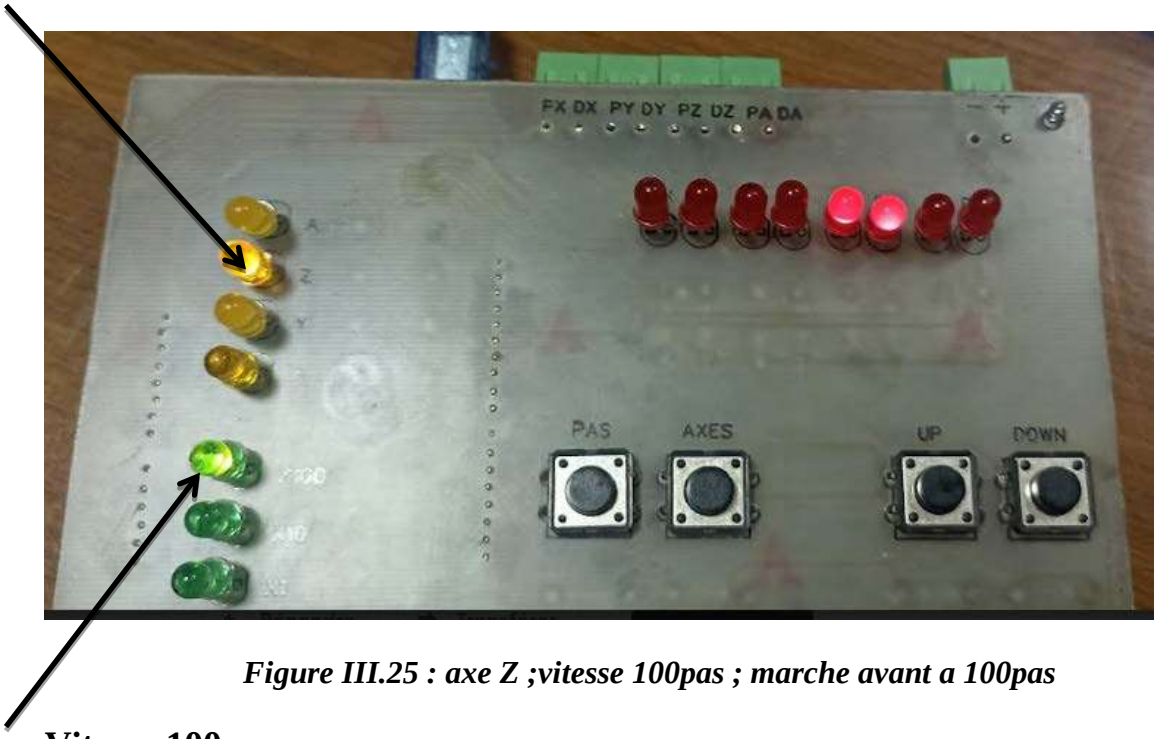


Figure III.25 : axe Z ;vitesse 100pas ; marche avant a 100pas

Vitesse 100pas

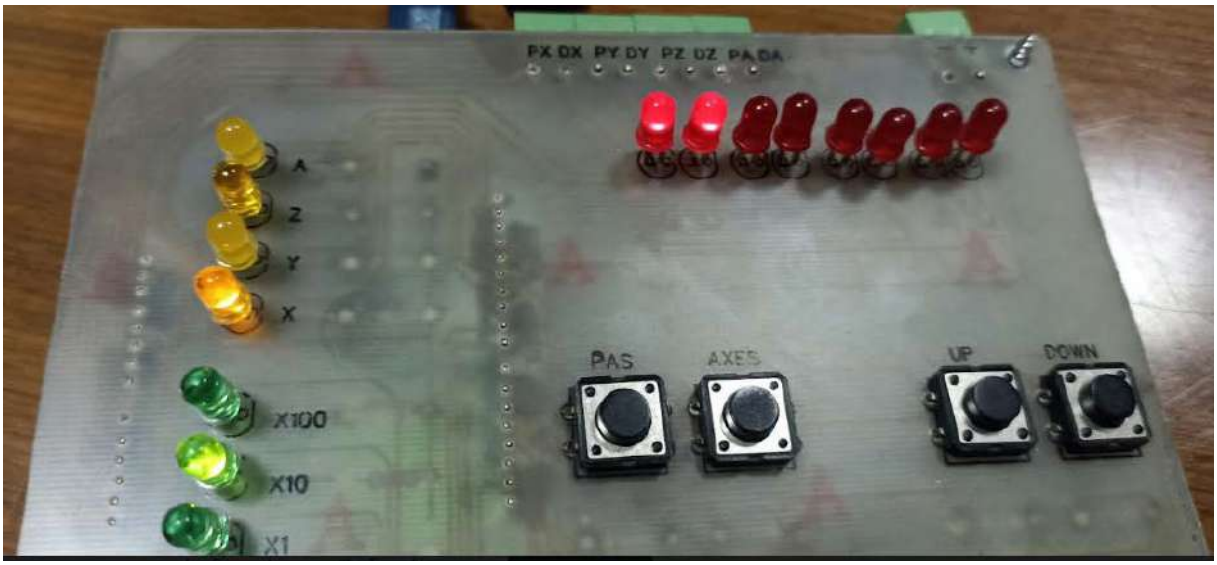


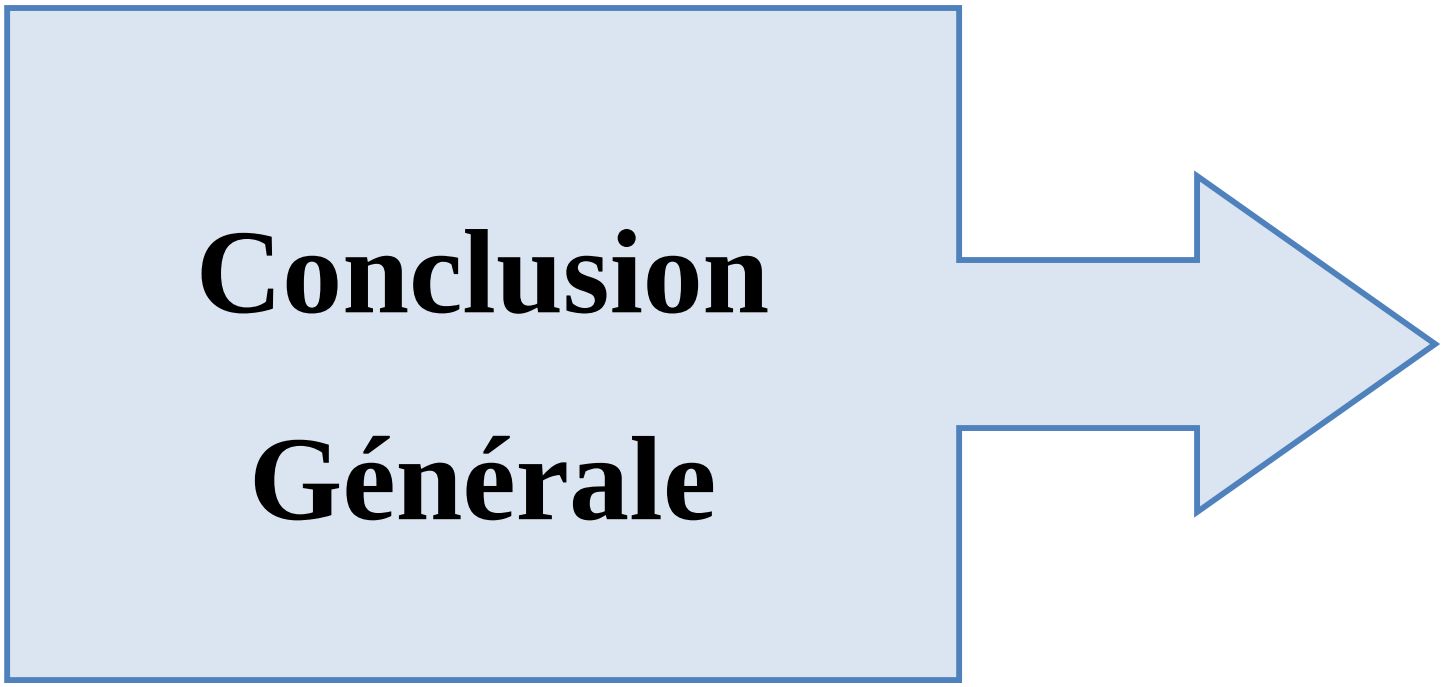
Figure III.26: axe X ; vitesse 10pas marche avant a 10pas

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu décrire les différents éléments constitutifs de la manette pour commander la machine CNC

Nous avons détaillé la procédure de la conception et la réalisation du circuit d'interface Nous avons au final réussi à assembler tous les éléments de la manette, dont les images ont été présentées, suivant le cahier de charge ;le résultat final est satisfaisant

Conclusion Générale



Conclusion générale

L'élaboration de ce travail a été réalisée et rédiger dans le cadre du projet de fin d'étude, ce qui nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques en électronique et d'acquérir une bonne expérience au niveau de la réalisation pratique.

Lors de cette manipulation, nous avons essayé de réaliser une petite manette pour commander une machine CNC .Notre projet de fin d'étude consiste à détailler ainsi qu'à réaliser une manette munie d'une carte électronique de commande de quatre boutons. Ce projet nous a donné une meilleure idée sur la complémentarité entre le volet théorique et le volet pratique.

Dans la première partie, nous avons d'abord entamé la première étape qui est basée sur la présentation de la machine CNC ; tandis que la deuxième étape consiste a présenté quelques types de manette pour commandes des machines CNC .Cette première partie est essentielle au fonctionnement des machines à commande numérique.

Dans la deuxième partie, nous avons fait une description et la mise en œuvre de la carte Arduino Uno et des moteurs pas à pas. Ensuite, la troisième partie, qui est consacrée à faire et écrire le programme pour construire la carte imprimé de la manette par l'Implémentation des circuits simulés sur la plaque à essais (plaque à trous) afin de s'assurer de son fonctionnement. Une fois la simulation est bien vérifiée, pour la réalisation de la carte électronique en imprimant les circuits et la soudure des composants sur une carte principale (carte de commande) dont le rôle principal est de gérer les moteurs pas à pas représentant les différents axes.

En conclusion, notre travail nous a permis la réalisation pratique, et le test des différents mouvements sur 4axes, nous affirmons que nous avons achevé notre tâche demandée : la manette de commande rapide d'une machine CNC a 4 axes.

Nous avons eu un obstacle important, le manque de documentation sur les déférents types de manettes qui nous a empêchés d'enrichir le premier chapitre.

En fait, ce projet a été réussi

Nous espérons avoir contribué à motiver les étudiants sur un domaine de connaissance passionnant et que notre travail pourra servir dans les futurs projets de fin d'étude. Comme perspectives de ce travail nous citons comme suit:

- déplacement rapide avec une manette sans fil ;
- Intégrer un circuit sur la carte électronique de la manette pour commander la machine sans relier à ordinateur

•Optimisation du programme pour une manette standard peut commander toutes les machines CNC

Ce modeste travail nous nous met en mesure d'appréhender le monde de l'ingénieraient d'en comprendre mieux les enjeux et les techniques.

Référence Bibliographique

Référence

[1] : https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-cao-4453 consulté le 15/05/2022

[2] : Boulsane Mehdi , Mézâche Mohammed ,Ghita Mohamed Taher.2016. CNC machine à 2 axes. Mini projet, Université de constantine1, P.3-6.

[3] : Farid ASMA 'Introduction à la commande numérique', Notes de cours, 2007/2008.

[4] : https://www.aliexpress.com/item/4001089038474.html

[5] : Nassimo BANZI, « Démarrez avec Arduino » 2013 102P, DUNOD , 3e édition (1 juillet 2015)

[6] : Christian Tavernier « Arduino Maitrise sa programmation et ses cartes d'interface (shield) », paris 2011, DUNOD

[7]:http://escuelatecnica.roqueperez.net/wp-content/uploads/2015/07/Manual-Fresadora-CNC-Final.pdf consulté le 06/06/2022

[8] : M. Correvon 'Systèmes électromécaniques', Notes de cours, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion Du Canton du Vaud.

[9] : http://mchobby.be/wiki/index.php?title=Fichier:A4988-PinOut.jpg consulté le 14/06/2022

[10] :« https://www.pololu.com/product/2128».consulté le 12/06/2022

[11] : https://www.tinkercad.com/classrooms-resources consulté le 09/05/2022

[12] : https://proteus.fr.malavida.com/windows/#gref consulté le 09/05/2022

[13] : https://www.aliexpress.com/i/33003913027.html consulté le 09/05/2022

[14] :https://www.aliexpress.com/i/1005002342184364.html consulté le 09/05/2022