République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Yahia Farés Médéa

Faculté de la technologie

Département de Génie mécanique

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Filière :

Electromécanique

Spécialité :

Mécatronique

Conception et Réalisation d'une Machine de Pliage de Fils en 2D

Présenté par :
Mr. OULD RAMOUL Souhaib

Proposé et dirigé par :
Encadreur : Dr. REBHI Redha
Co-Encadreur : Pr. ALLICHE Mounir

Juin 2023

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté de faire cet humble travail, Et puis nous remercions mes parents et ma famille pour leur aide et leur patience jusqu'à ce moment.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrant : Dr. Redha Rebhi pour son aide précieuse et ses conseils qu'il nous a apportés lors de notre étude et de la réalisation de ce travail, et qui nous a fait partager toutes ces compétences et son entière confiance en moi.

Nous tenons également à remercier des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet, en particulier, Redha Rahoui, Abdrahmane Mami,yacine khalili, Ingénieur Walid et abdeslam, Haroun, avec une longue liste. Nous nous excusons pour ceux que nous n'avons pas mentionnés

Nous remercions également le Sadeem Club et tous ses membres pour leur coopération et leur soutien financier et moral.

Dédicaces

Je dédie ce travail : à ceux qui me sont chers
A ceux qui ont toujours cru en moi A ceux qui m'ont toujours encouragé A ma très chère maman
La dévotion ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de faire pour moi depuis ma naissance, pendant mon enfance même à l'âge adulte.
Je vous dédie ce travail en témoignage de mon amour profond.
Que Dieu Tout-Puissant vous accorde le succès et que Dieu vous récompense par le bien.
Longue vie et bonheur.
A mon cher père : Cet humble travail est le fruit de bien des sacrifices pour notre éducation.
Vous avez fait de grands efforts, tant physiques que moraux, pour notre appréciation.
Merci mes chers frères et soeurs
A tous mes chers amis, merci pour les encouragements que vous m'avez donnés
Je suis très reconnaissant envers mes professeurs du Département de génie électrique et du Département de génie mécanique

A mes camarades de classe de 2023
Souhaib ould ramoul

ملخص

آلة ثني الأسلاك هي آلة تنتمي إلى مجال الميكاترونيك ، والتي تتعلق بالتحكم في الهندسة الميكانيكية والكهربائية وهندسة الكمبيوتر. هناك عدة أنواع من هذه الماكينة وفقًا لعدد المحاور ، سنقوم بدراسة آلة ثني الأسلاك ذات المحورين والتي يتم التحكم فيها بواسطة Arduino ، كما استخدمنا برامج Solidworks و Eagle و fritzing لتصميم آلة.

يمكن تحديد هذه الأشكال من الشاشة التسلسلية ويمكن للمستخدم أيضًا تحديد الأحجام.

كلمة مفتاحية :

آلة الثني ، آلة الطي ، الأسلاك ، اردوينو ، محرك متدرج ، سائق 8825

Résumé

La machine à cintrer les fils est une machine appartenant au domaine de la mécatronique, qui touche au contrôle de l'ingénierie mécanique, électrique et informatique. Il existe plusieurs types de cette machine selon le nombre d'axes, nous allons étudier une machine à cintrer les fils à deux axes qui est contrôlée par Arduino, et nous avons également utilisé des programmes solidworks, eagle et fritzing pour conception un machiné.

Ces formes peuvent être sélectionnées à partir du moniteur série et les tailles peuvent également être sélectionnées par l'utilisateur.

Mot clé :

Machine à cintrer, Machine de pliage, fils, Arduino, moteur pas à pas, driver 8825

Abstract

The wire bending machine is a machine belonging to the field of mechatronics, which relates to the control of mechanical, electrical and computer engineering. There are several types of this machine according to the number of axes, we will study a two axis wire bending machine which is controlled by Arduino, and we also used solidworks, eagle and ..... programs to design a machine.

These shapes can be selected from the serial monitor, and the sizes can also be selected by the user.

Keyword :

Bending Machine, Folding Machine, Wires, Arduino, Stepper Motor, 8825 Driver

Sommaire

Introduction Générale 1

Chapitre 1

1.1 Introduction 2
1.2 L'histoire de cintrage de fil 2
1.3 Definition de la machine 3
1.4 Fonctionnement de la machine pliage fils 3
1.5 les different types de la machines pliage 4
1.5.1 les machine pliage manuel 4
1.5.2 Machine cadreuse à commande numérique à deux axes 4
1.5.3 Machine cadreuse à commande numérique à trois axes 5
1.5.4 Machine de formage à Multi-Axes 6
1.6 les application de machine pliage : 6
1.6.1 Le domaine dans les industries de la construction et du béton : 6
1.6.2 Le domaine de l'agriculture : 7
1.6.3 domaine de la dentisterie 8
1.6.4 domaine de Accessoires pour la maison et la cuisine 8
1.7 avantages et inconvénients de la machine: 8
1.8 Conclusion 9

Chapitre 2

2.1 Introduction : 10
2.2 présentation des pièces électroniques : 10
2.2.1 moteur pas à pas : 10
2.2.2 drive 8825 : 13
2.2.3 arduino uno : 15
2.2.4 la carte PCB : 18
2.2.5 alimentation : 19
2.3 présentation des partes mécanique : 20
2.3.1 support de fil : 20
2.3.2 Le mécanisme de redressement : 21
2.3.3 mécanisme d'alimentation : 21
2.3.4 mécanisme de pliage de fil : 22
2.4 logiciel utilisé 22
2.4.1 ARDUINO 22
2.4.2 SOLIDWORKS 25
2.4.3 FRITZING 27

2.4.4 eagle 29
2.5 dessin ensemble 32
2.6 Conclusion 44

Chapitre 3

3.1 introduction 44
3.2 schéma synoptique 44
3.3 Réalisation de projet 44
3.3.1 branchement du driver 8825 44
3.3.2 branchement du moteur pas a pas et drv 8825 45
3.3.3 branchement complet de la machine 47
3.4 la cart pcb 49
3.4.1 Résulta de schématique pour logiciel eagle 49
3.4.2 Résulta de board pour logiciel eagle 49
3.4.3 Résultat de la carte pcb shield 50
3.5 Teste pratique 50
3.5.1 Résulta de prototype 50
3.5.2 commande pour arduino 51
3.5.3 Résulta de produite 52
3.6 Conclusion 52

Conclusion Générale 53

Liste des figures

Chapitre 1 :

Figure 1. 1 Cintrage à la main sans outil ____ 2
Figure 1. 2 Cintrage classique à main ____ 2
Figure 1. 3 Machines pliage fils ____ 3
Figure 1. 4 Machines pliage manuel ____ 4
Figure 1. 5 machine cadreuse à commande numérique de 2 axes ____ 4
Figure 1. 6 quelques formes en deux dimensions ____ 5
Figure 1. 7 machine cadreuse à commande numérique de 3 axes ____ 5
Figure 1. 8 quelques formes en trois dimensions ____ 5
Figure 1. 9 machine de formage à commande numérique à Multi-Axes ____ 6
Figure 1. 10 quelques formes complexes de fil ____ 6
Figure 1. 11 barre de beton ____ 7
Figure 1. 12 chaînage carré ____ 7
Figure 1. 13 Clôture de jardin ____ 7
Figure 1. 14 protheses dentaires ____ 8
Figure 1. 15 accessoires pour la maison ____ 8

Chapitre 2 :

Figure 2. 1 Pièces de moteur pas a pas ____ 11
Figure 2. 2 représentation d'un schéma du moteur bipolaire ____ 11
Figure 2. 3 représentation d'un schéma du moteur unipolaire ____ 11
Figure 2. 4 module de moteur pas à pas Nema 17 40mm ____ 13
Figure 2. 5 représentation dessin technique de moteur pas a pas nema 17 40mm ____ 13
Figure 2. 6 module de drive 8825 ____ 14
Figure 2. 7 datasheet de driver 8825 ____ 14
Figure 2. 8 Présentation les pins de drive 8825 ____ 15
Figure 2. 9 Présentation face avant et arrière de la carte Arduino UNO ____ 16
Figure 2. 10 Présentation les pin de arduino uno ____ 17
Figure 2. 11 Présentation le schéma de PWM ____ 18
Figure 2. 12 Présentation la cart PCB ____ 19
Figure 2. 13 Présentation l'adaptateur d'alimentation ____ 20
Figure 2. 14 Présentation support de fil ____ 21
Figure 2. 15 Présentation Le mécanisme de redressement ____ 21
Figure 2. 16 Présentation mécanisme d'alimentation ____ 22
Figure 2. 17 Présentation mécanisme de pliage de fil ____ 22
Figure 2. 18 L'interface de l'IDE Arduino ____ 23
Figure 2. 19 L'interface de l'IDE Arduino en détail ____ 23
Figure 2. 20 Le menu Fichier ____ 24
Figure 2. 21 La barre d'outils ____ 24
Figure 2. 22 Interface du logiciel solidworks ____ 25
Figure 2. 23 Représente les modules de solidworks ____ 25
Figure 2. 24 Représente interface du module piéce ____ 26
Figure 2. 25 Représente interface du module assemblage ____ 26
Figure 2. 26 Représente interface du module mise en plan ____ 26
Figure 2. 27 Représente interface du fritzing ____ 27
Figure 2. 28 Représente câblage de circuit pour logiciel fritzing ____ 27
Figure 2. 29 Représente le schéma structurel pour logiciel fritzing ____ 28

Figure 2. 30 Représente circuit imprimé pour logiciel fritzing _____ *28*
Figure 2. 31 Représente la partie programmable pour logiciel fritzing _____ *29*
Figure 2. 32 Représente logiciel eagle _____ *29*
Figure 2. 33 Représente la première fenêtre lors de l'ouverture d'un logciel eagle _____ *30*
Figure 2. 34 Représente la fenêtre de configuration des répertoires travail _____ *31*
Figure 2. 35 Représente la fenêtre de bibliothèques _____ *31*
Figure 2. 36 Représente la fenêtre des outils _____ *32*

Chapitre 3 :

Figure 3. 1 Schéma synpotique de systéme machine pliage de fils _____ *44*
Figure 3. 2 Schéma de drv 8825 _____ *44*
Figure 3. 3 Schéma de moteur pas a pas sur logiciel fritzing _____ *45*
Figure 3. 4 Schéma réel de moteur pas a pas _____ *45*
Figure 3. 5 Programmation du moteur pas a pas sur logiciel arduino _____ *46*
Figure 3. 6 Organigramme du moteur pas à pas selon l'exemple de code Arduino _____ *46*
Figure 3. 7 Schéma de branchement complet de la machine sur logiciel fritzing _____ *47*
Figure 3. 8 Schéma réel du prototype de la machine _____ *47*
Figure 3. 9 Organigramme du orototype _____ *48*
Figure 3. 10 presentation de schéma électronique _____ *49*
Figure 3. 11 presentation de carte de circuit imprimé _____ *50*
Figure 3. 12 Résulta de carte pcb _____ *50*
Figure 3. 13 Résulta de prototype vue en face _____ *51*
Figure 3. 14 Résulta de prototype vue en haut _____ *51*
Figure 3. 15 afficheur de la série Monitor _____ *51*
Figure 3. 16 presentation deux formulaires obtenus _____ *52*

Liste des tableaux

Tableau 2. 1 représente la quantité des composants électroniques 10
Tableau 2. 2 représente la quantité des composants mécanique 20

Nomenclature

- PCB : printed circuit board
- CNC : computer numerical control
- USB: Universal Serial Bus.
- GND: Ground.
- VCC : Vancouver Community College.
- PWM : pulse width modulation.
- IDE: integrated development environment
- CAO : conception assistée par ordinateur

Introduction Générale

Introduction Générale

Dans l'environnement industriel, nous assistons à un développement plus important des outils et des dispositifs industriels, mais d'un autre côté, nous assistons à la continuité du développement. Ces paramètres auront un impact sur le service industriel pour renforcer la fiabilité de la production et améliorée la sécurité.

Il est aujourd'hui primordial pour les industriels d'augmenter leurs capacités de production et de respecter les délais de livraison. La mise en place d'un système de production automatisé pour produire une quantité suffisante et de bonne qualité est plus que jamais nécessaire. L'automatisation des machines industrielles permet : d'améliorer la qualité des produits, de simplifier le travail humain et d'améliorer la vitesse de production.

Selon les besoins du client afin de traiter de manière optimale les exigences et les détails techniques de ce projet, nous sommes intéressés par la conception et la mise en œuvre d'une machine à cintrer les fils ; Le but de notre travail est d'étudier et de conception une machine à pliage de fils 2d " wire bending machine 2d"

Le travail qui nous a été confié consiste à réaliser un prototype de cintreuse, et il se décompose essentiellement en deux parties : une partie mécanique et une partie électronique.

Au cours de ce travail, nous avons utilisé plusieurs outils logiciels dont SolidWorks pour la proposition de structure, eagle pour la fabrication de carte pcb et Arduino pour l'écrivain de code et le contrôleur de machine. il existe également des outils électroniques tels qu'une carte Arduino, un moteur pas à pas et un drive de moteur.

Le mémoire est divisée comme suit : tout d'abord, une introduction générale, puis le premier chapitre fournissant des informations générales sur le pliage. Le deuxième chapitre explique les composants électroniques et mécaniques utilisés, leurs caractéristiques, des programmes utilisés, et la mise en place d'une structure machine. Le troisième chapitre traite de deux parties : la première partie est de savoir comment connecter et contrôler les éléments électriques, et la deuxième partie est de savoir comment contrôler un projet et sa productivité, et enfin nous terminons par une conclusion générale et des ajouts futurs.

Chapitre 1 :Généralité

1.1 Introduction

Dans ce chapitre on présente les Généralités sur les cintreuses de fil, Et une explication sur la façon de plier les fils à l'époque avant les machines , leur définition et principe de fonctionnement et Définir différents types dans cette machine et les domaines dans lesquels il peut être utilisé . Enfin, connaître les avantages et les inconvénients des machines à cintrer les fils.

1.2 L'histoire de cintrage de fil

Comme toutes les industries, le cintrage de fil n'était pas facile dans le passé, il demandait beaucoup d'efforts et beaucoup de temps car il se faisait en utilisant les mains ou en utilisant des outils primitifs.



Figure 1. 1 Cintrage à la main sans outil



Figure 1. 2 Cintrage classique à main

1.3 Definition de la machine

Une machine que pliage fils est une machine qui convient dans le domaine de la mécatronique, c'est-à-dire sa maîtrise des composants mécaniques, électriques et informatifs. Il existe plusieurs types de cette machine selon le nombre d'axes. Cette machine à une large gamme d'utilisation dans les industries de la construction et dans le domaine de la médecine et dans le domaine de l'agriculture. Cette machine assure quatre fonctions principales. [1]

1- Redressement du fil

2-Tirage d'un fil

3- Façonnage

4-Cisaillement



Figure 1. 3 Machines pliage fils

1.4 Fonctionnement de la machine pliage fils

La machine à cintrer les fils est contrôlée par un ordinateur ou une carte automatique, et passe par les étapes suivantes : d'abord, Les fils sont placés dans un dispositif de chargement de la machine et le fil passe à travers le mécanisme de tension, puis est progressivement tiré par le mécanisme de poussée du fil entraîné par un moteur pas à pas. Le guide-fil fait alors avancer le fil et un bras de cintrage monté sur un autre arbre de moteur pas à pas courbe le fil, en extrayant plusieurs formes selon le code utilisé, ces formes peuvent être déterminées sur l'écran de série et les dimensions peuvent également être spécifiées par l'utilisateur. a la fin , Les fils pliés sont déchargés de la machine et peuvent être acheminés vers d'autres processus de fabrication ou stockés pour une utilisation ultérieure.

1.5 les different types de la machines pliage

1.5.1 les machine pliage manuel

Les machines cadreuse et de pliage manuel sont des dispositifs utilisés pour plier les barre de fer qui ont un grand diamètre et on ne peut pas plier ou cadrer dans les machine cadreuse à commande numérique cette opération se fait de façon manuelle à l'aide d'une pédale d'accélérateur **(figure 1.4)** elle est largement utilisée dans la construction de bâtiments, la construction de routes, la construction de ponts et l'usine de fabrication de barres. [1]



Figure 1. 4 Machines pliage manuel

1.5.2 Machine cadreuse à commande numérique à deux axes

Ce type de machine **(figure 1.5)** est largement utilisée pour plier l'armature de fil enroulé en différentes figures simples **(figure 1.6)** par exemple, l'étoile à cinq branches, les anneaux, le triangle, le quadrangulaire et des autres polygone ainsi que d'autres formes irrégulières. [1]



Figure 1. 5 machine cadreuse à commande numérique de 2 axes

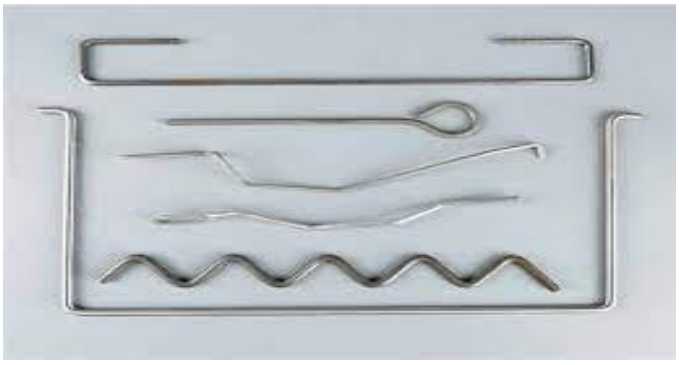


Figure 1. 6 quelques formes en deux dimensions

1.5.3 Machine cadreuse à commande numérique à trois axes

Les machines cadreuse à trois axes **(figure 1.7)** est utilisée pour plier l'armature de fil enroulé, L'avantage de ce dispositif est qu'il possède trois axes (x, y, z) ou on peut former des forme complexe d'armatures de fer (**figure 1.8**). Cette machine a une grande capacité et sa structure est plus compacte par rapport la machine à deux dimensions. [1]



Figure 1. 7 machine cadreuse à commande numérique de 3 axes



Figure 1. 8 quelques formes en trois dimensions

1.5.4 Machine de formage à Multi-Axes

C'est une machine de formage de fils à plusieurs axes (jusqu'à 15 axes), idéale pour la production à grande vitesse des ressorts complexes et une variété de formes de fil nécessitant une configuration rapide **(figure 1.9)**,C'est une machine à commande numérique, elle utilise les servomoteurs. Cela garantit une grande vitesse et précision La **(figure 1.10)** illustre quelque formes réalisés par cette machine. [2]

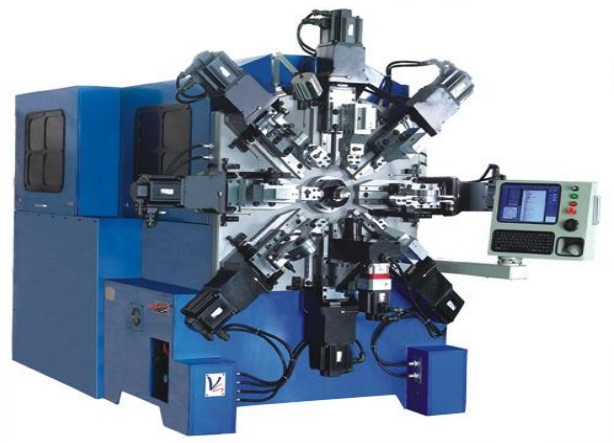


Figure 1. 9 machine de formage à commande numérique à Multi-Axes



Figure 1. 10 quelques formes complexes de fil

1.6 les application de machine pliage

utiliser cette machine pour production plusieurs articles dans différents domaines

1.6.1 Le domaine dans les industries de la construction et du béton

Dans les industries de la construction et du béton, les machines de pliage peuvent être utilisées pour fabriquer des éléments préfabriqués en béton armé. Ces éléments sont souvent utilisés pour la construction de structures de bâtiments, de ponts et de tunnels. Voici quelques exemples d'applications dans ce domaine.



Figure 1. 11 barre de beton



Figure 1. 12 chaînage carré

1.6.2 Le domaine de l'agriculture

Dans le domaine de l'agriculture, les cintreuses sont souvent utilisées pour fabriquer des équipements et accessoires agricoles. Voici un exemple d'applications dans ce domaine est la fabrication de clôtures.

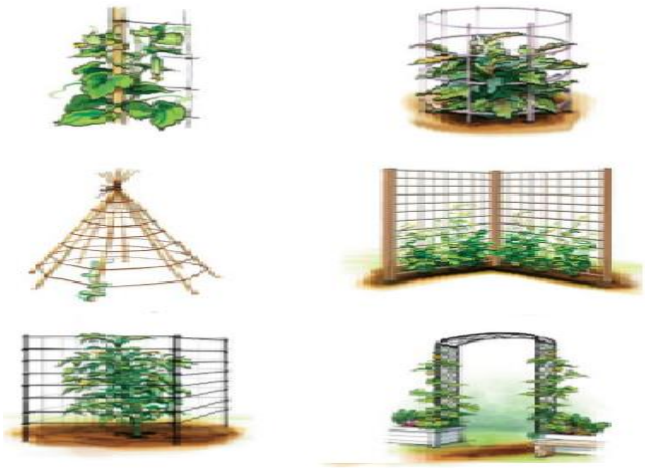


Figure 1. 13 Clôture de jardin

1.6.3 domaine de la dentisterie

Dans la fabrication de prothèses dentaires, il est courant d'utiliser des fils d'acier inoxydable ou de titane qui doivent être cintrés pour s'adapter à la forme de la bouche du patient. Les machines à cintrer les fils sont des équipements spéciaux utilisés pour plier ces fils de manière précise et répétitive.



Figure 1. 14 protheses dentaires

1.6.4 domaine de Accessoires pour la maison et la cuisine

Dans le domaine des accessoires pour la maison et la cuisine, il existe également des machines à cintrer les fils. Ces machines peuvent être utilisées pour cintrer des fils en métal ou en plastique dans une variété de formes pour la fabrication de différents produits.

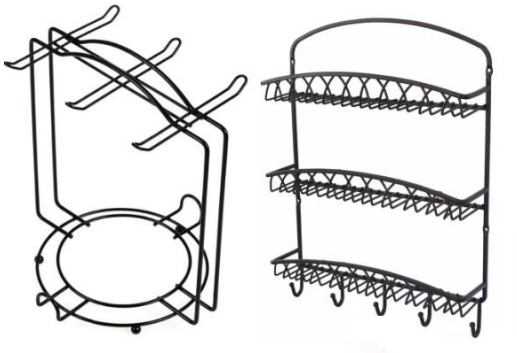


Figure 1. 15 accessoires pour la maison

1.7 avantages et inconvénients de la machine

La machine à cintrer les fils est un appareil utilisé pour plier et façonner les fils selon les besoins. Parmi les avantages et les inconvénients, on peut citer :

- **Les avantages**

Haute précision : des machines sont utilisées pour garantir que les fils sont pliés de la manière spécifiée avec une grande précision et que les emplacements de pliage, les angles de pliage et la forme sont définis avec précision.

Gain de temps et d'efforts : les outils mécaniques permettent de plier les fils rapidement et

efficacement, ce qui permet d'économiser beaucoup de temps et d'efforts par rapport au travail manuel.

Capacité de mise en forme : Les cintreuses de fil sont utilisées pour produire des conceptions incroyablement diverses et différentes, ce qui peut en faire un choix idéal pour travailler sur différents projets.

Travail flexible : les outils mécaniques permettent aux opérateurs de changer de moule rapidement et facilement, ce qui leur permet de produire facilement différents produits.

- **Les inconvénients**

Coût : Le coût des machines à cintrer les fils est relativement élevé et nécessite des coûts de maintenance et de réparation supplémentaires.

Taille : En raison de la taille de l'outil et de la complexité de sa conception, les machines à cintrer les fils peuvent nécessiter une grande quantité d'espace sur le chantier.

Utilisation limitée : les cintreuses de fils ne peuvent pas être utilisées dans toutes les applications en raison de la taille ou de la forme du fil qui doit être plié.

Entretien : L'entretien des machines à cintrer les fils doit être effectué régulièrement.

1.8 Conclusion

Dans ce chapitre, une présentation est faite sur les machines à cintrer les fils et leurs types, et nous avons mentionné les domaines de leurs utilisations, et à la fin du chapitre, il a identifié les avantages et les inconvénients de la machine à cintrer les fils.

Chapitre 2 : Conception et contrôle

2.1 Introduction

Une machine pliage de fils est composée d'une structure mécanique, des actionneurs, et d'un système de commande. Ce chapitre, présente les différents éléments constitutifs de la machine.

2.2 présentation des pièces électroniques

Voici un tableau qui représente la quantité des composants electrique dans ce projet :

Tableau 2. 1 représente la quantité des composants électroniques

Articles	**Quantité**
Arduino UNO R3	**1**
USB câble	**1**
Carte PCB	**1**
Alimentation 12v	**1**
Drive 8825	**2**
Moteurs NEMA 17	**2**
Câble Connexion NEMA17	**2**

2.2.1 moteur pas à pas

Un moteur pas à pas est un système électromécanique qui transforme un signal électrique en un signal mécanique. Il est conçu pour accomplir un mouvement discret et atteindre une position précise. Le mouvement est réalisé grâce à l'utilisation d'un champ magnétique fourni par des bobines et capté par des aimants. Ce principe est utilisé dans le moteur pas à pas, composé d'une partie fixe (le stator) constitué de bobines alimentées cycliquement et d'une partie mobile (le rotor) en matériau ferromagnétique ou d'aimants. Et il a besoin d'un courant constant pour la rotation L'une des caractéristiques les plus importantes de ce type de moteur est que le nombre et la vitesse de ses cycles et l'angle d'arrêt peuvent être contrôlés avec précision. Ce moteur est également utilisé dans les applications robotiques, car il peut être contrôlé pour s'arrêter à un angle spécifique. [3]

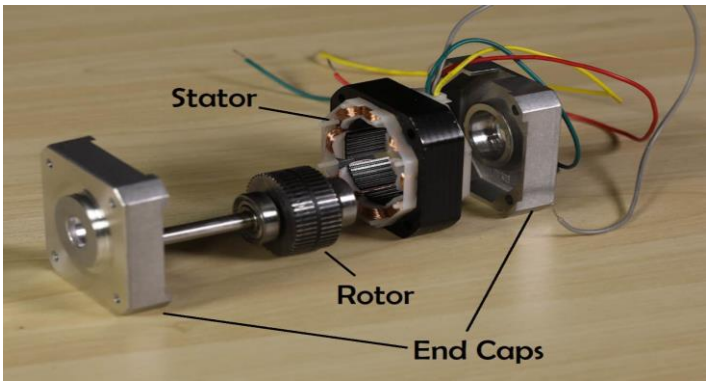


Figure 2. 1 Pièces de moteur pas a pas

- **Moteur Bipolaire**

Un moteur pas à pas bipolaire est un type de moteur pas à pas qui utilise deux bobines par phase. Chaque bobine est constituée de deux enroulements, généralement appelés enroulement A et enroulement B. Ces enroulements doivent être inversés en polarité pour provoquer le mouvement du moteur. Représenté par la photo de la figure 2. [4]

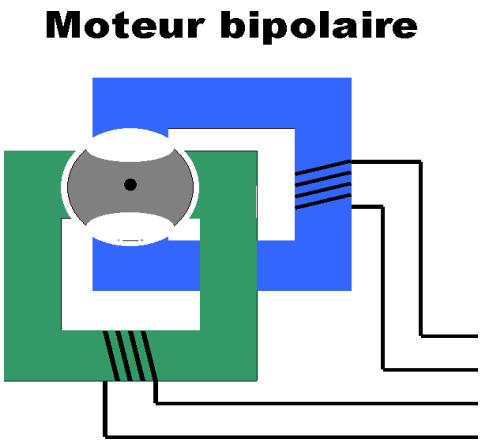


Figure 2. 2 représentation d'un schéma du moteur bipolaire

- **Les moteurs unipolaires :**

Un moteur pas à pas unipolaire est un type de moteur pas à pas qui utilise plusieurs bobines séparées pour chaque phase. Chaque bobine se compose généralement d'un centre commun (commun) et d'un contact individuel à chaque extrémité de la bobine., représenté par la photo

La technologie des moteurs

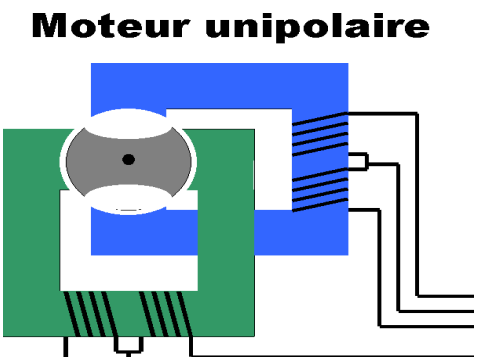


Figure 2. 3 représentation d'un schéma du moteur unipolaire

-Pourquoi des moteurs Pas a Pas ?

- Avantages
    1. Rotation constante pour chaque commande.
    2. Contrôle de la position, de la vitesse et synchronisation de plusieurs moteurs (de besoin de contre-réaction).
    3. Moteur sans balais.
- Inconvénients
    1. Plus difficile à faire fonctionner qu'un moteur à courant continu.
    2. Vitesse et couple relativement faible.
    3. Couple décroissant rapidement lorsque la vitesse augmente.
    4. Résonance mécanique.
- Les différents types de moteurs pas à pas

➢ **catégories de moteurs**

- Moteurs à aimant permanent

C'est le modèle dont le fonctionnement est le plus simple. Le rotor est constitué d'un aimant permanent, et le stator comporte deux paires de bobines. En agissant sur les bobines alimentées, et le sens des courants, on fait varier le champ créé par le stator.

- Moteurs à réluctance variable

Le rotor est en fer doux et comporte un nombre de pôles différent du stator. Le rotor se déplace pour que le flux le traversant soit maximum. Ces moteurs n'ont de couple de maintien si aucune bobine n'est alimentée.

- Moteurs hybrides

Le rotor est constitué par deux pièces en fer doux ayant chacune n pôles séparées par un aimant permanent magnétisé dans le sens de l'axe du rotor. Le nombre m de pôles du stator est différent de celui du rotor. [5]

➢ **Caractéristiques techniques du moteur pas à pas Nema 17 40mm :**

- Pas d'angle : 1,8° ± 5 % (1 tour - 200 pas)
- Module de moteur : 2 phases (bipolaires)
- Plage de température de fonctionnement : -20°C / +85°C
- Courant nominal : 1,5 A
- Tension nominale : 3,6 V CC
- Résistance de phase : 2,4 ± 15 % ohms
- Inductance de phase : 3,7 ± 20 % mH

- Couple : 0,4 N x m (4 kg x cm)
- Résistance d'isolement : 100 MΩ
- Diamètre de la tige : 5 mm
- Longueur de la tige : 24 mm
- Connecteur : 4 broches
- Dimensions du boîtier : 42,3 x 42,3 x 40 mm
- Espacement des trous de montage : 31 mm
- Poids : 0,28 kg

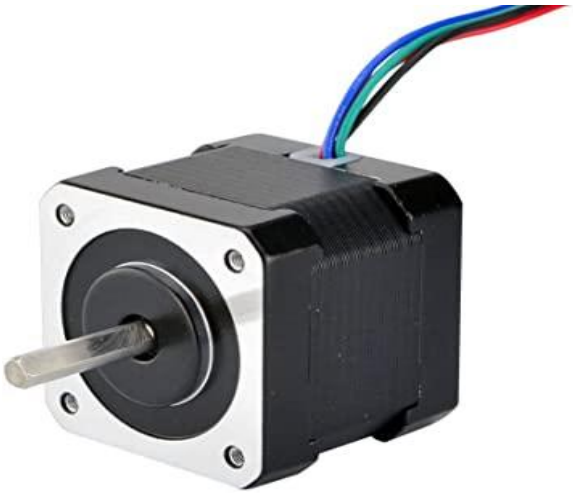


Figure 2. 4 module de moteur pas à pas Nema 17 40mm

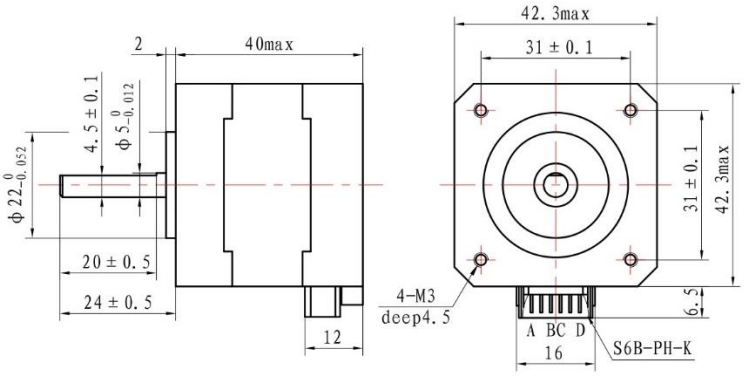


Figure 2. 5 représentation dessin technique de moteur pas a pas nema 17 40mm

2.2.2 drive 8825

Le DRV8825 est un pilote de moteur pas à pas haut de gamme capable de fournir jusqu'à 2,5 A par bobine avec un micro-pas jusqu'à 1/32. Le DRV8825 dispose également d'un circuit de régulation de courant qui garantit une sortie de courant constante indépendamment de la tension d'entrée ou de la charge.

Le DRV8825 est équipé d'un dissipateur thermique intégré pour une dissipation thermique efficace. Il prend en charge les tensions d'entrée allant jusqu'à 45 V et peut fonctionner à des

températures ambiantes jusqu'à 85°C. Le DRV8825 dispose également d'une protection contre les surintensités et les surchauffes pour éviter les dommages aux moteurs ou aux composants.

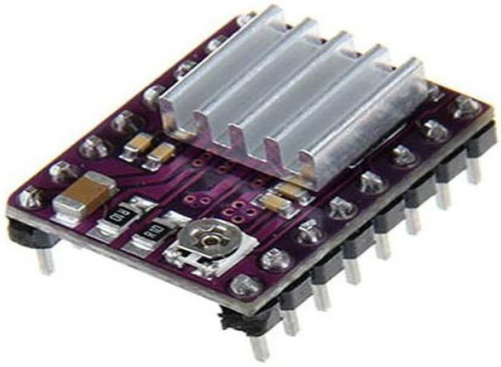


Figure 2. 6 module de drive 8825

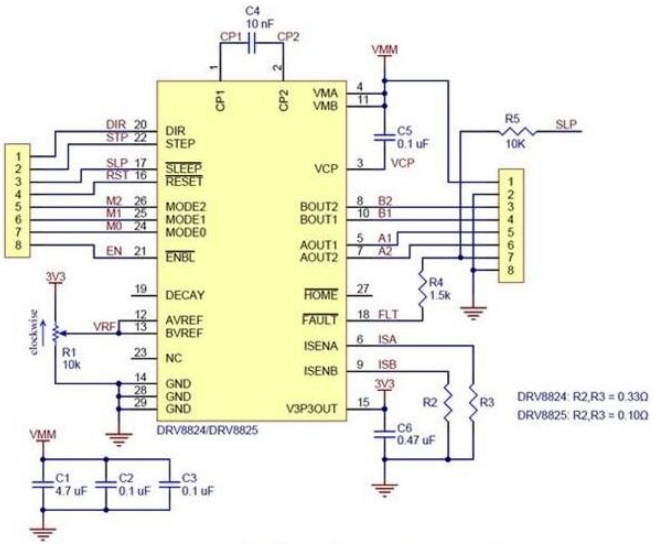


Figure 2. 7 datasheet de driver 8825

- **Configuration des broches drv 8825**
  - VDD & GND : connecté à 5 V et GND du contrôleur
  - VMOT & GND MOT : utilisé pour alimenter le moteur
  - B1, B2 et A1, A2 : broches de sortie, connectées aux 4 fils du moteur.
  - DIRECTION : broche de contrôle de la direction du moteur
  - ÉTAPE :Broche de contrôle des étapes
  - M0, M1, M2 : Broches de sélection de micropas
  - DÉFAUT : Broche de détection de défaut
  - SLEEP : Broches pour contrôler les états d'alimentation
  - RESET:utilisée pour réinitialiser le pilote de moteur.
  - ENABLE:utilisée pour activer ou désactiver le pilote de moteur.

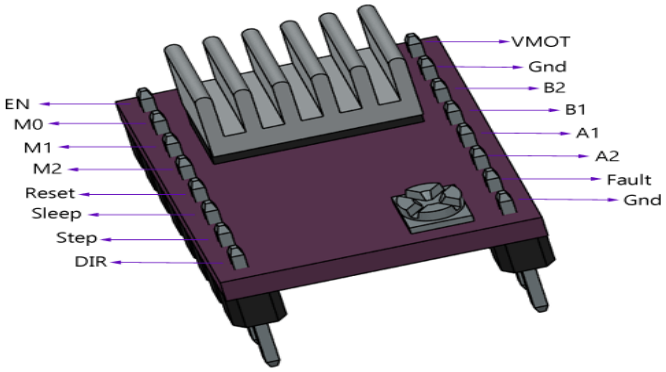


Figure 2. 8 Présentation les pins de drive 8825

- **Caractéristiques de drive 8825**
  - Tension d'alimentation : le DRV8825 peut être alimenté avec une tension d'entrée allant de 8,2V à 45V.
  - Courant de sortie : le DRV8825 peut délivrer un courant de sortie maximum de 2,5A par bobine de moteur. Le courant de sortie peut être ajusté grâce à une résistance externe sur la broche REF.
  - Micro-pas : le DRV8825 peut fonctionner en mode de micro-pas, avec un choix de 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 ou de mode de pas complet.
  - Protection thermique : désactive automatiquement le pilote si la température dépasse une valeur critique.
  - Protection contre les surintensités : désactive le pilote si le courant de sortie dépasse une valeur critique.
  - Fonction de veille : économiser de l'énergie lorsqu'il n'est pas utilisé.
  - Dimensions : est un petit module compact avec des dimensions de 20mm x 15mm x 8mm.

2.2.3 arduino uno

- **Définition :** L'Arduino Uno est une carte microcontrôleur basée sur le microcontrôleur ATmega328P, conçue pour les débutants et les amateurs qui souhaitent construire et expérimenter des projets électroniques. La carte dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques, 6 entrées analogiques, avec hésitation de 16 MHz, une connexion USB pour la programmation et l'alimentation, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP et un bouton de réinitialisation. La carte peut être programmée à l'aide de l'environnement de développement intégré Arduino (IDE), qui est une plateforme logicielle qui permet aux utilisateurs d'écrire et de télécharger du code sur la carte à l'aide d'un langage de programmation simple basé sur C++. L'Arduino Uno est un

choix populaire pour le prototypage et l'expérimentation de projets électroniques, allant de la robotique et de l'automatisation à la technologie portable.[6]



Figure 2. 9 Présentation face avant et arrière de la carte Arduino UNO

- **les caractéristiques**
  - Voici les principales caractéristiques de la carte Arduino Uno :
    - Microcontrôleur : ATmega328P
    - Tension de fonctionnement : 5 volts
    - Tension d'entrée recommandée : de 7 à 12 volts
    - Broches d'entrée/sortie numériques : 14 (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM)
    - Broches d'entrée analogique : 6
    - Courant continu par broche d'entrée/sortie : 20 mA
    - Courant continu pour la broche 3.3V : 50 mA
    - Courant continu pour la broche 5V : 500 mA (maximum)
    - Mémoire flash : 32 Ko (dont 0,5 Ko utilisé par le bootloader)
    - Vitesse d'horloge : 16 MHz
    - Dimensions : 68,6 mm x 53,4 mm

La carte Arduino Uno dispose également d'une interface USB pour la programmation et la communication avec un ordinateur, d'un connecteur d'alimentation CC et d'un connecteur ICSP pour la programmation de la mémoire flash avec un programmateur externe. Elle est compatible avec une grande variété de capteurs, modules et accessoires, et peut être programmée à l'aide de l'environnement de développement intégré Arduino (IDE), disponible gratuitement en ligne.

- **les pin de arduino uno**

Voici les différentes broches (pins) de la carte Arduino Uno et leurs fonctions :

- 14 broches d'entrée/sortie numériques (numérotées de 0 à 13) : ces broches peuvent être utilisées comme entrées ou sorties numériques. Certaines d'entre elles peuvent également être utilisées comme sorties PWM (Pulse Width Modulation) pour contrôler la vitesse d'un moteur,.
- 6 broches d'entrée analogique (numérotées de A0 à A5) : ces broches permettent de mesurer des tensions analogiques.
- Broches d'alimentation : la carte dispose de plusieurs broches pour l'alimentation. La broche 5V fournit une tension de 5 volts, tandis que la broche 3.3V fournit une tension de 3,3 volts. La broche Vin permet de connecter une tension d'entrée entre 7 et 12 volts, qui est régulée à 5 volts par la carte. Enfin, la broche GND est utilisée pour la mise à la terre.
- Autres broches : la carte dispose également de plusieurs autres broches, telles que la broche RESET (pour réinitialiser la carte), la broche ICSP (pour la programmation de la mémoire flash avec un programmateur externe), et la broche AREF (pour définir une tension de référence pour les entrées analogiques).

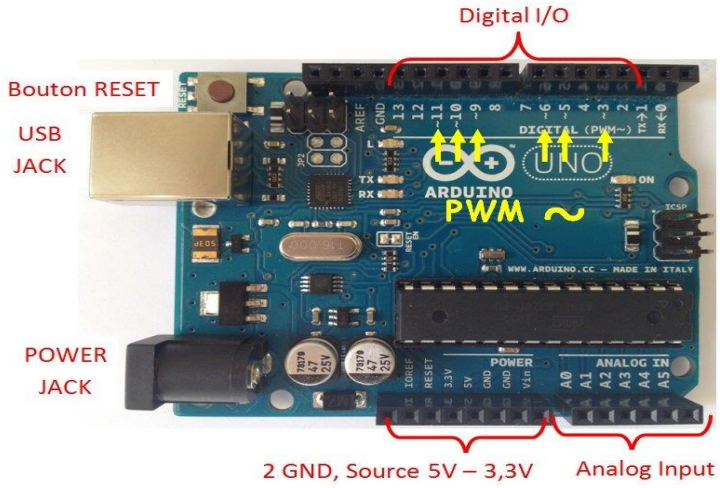


Figure 2. 10 Présentation les pin de arduino uno

- **PWM**

PWM (Pulse Width Modulation) est une technique utilisée en électronique et en programmation pour contrôler la quantité d'énergie fournie à un dispositif ou à un composant. En français, PWM se traduit par "Modulation de Largeur d'Impulsion".

Dans le contexte d'Arduino, la PWM est couramment utilisée pour contrôler la vitesse des moteurs, l'intensité lumineuse des LED et d'autres périphériques nécessitant une sortie analogique.

Arduino dispose de plusieurs broches qui prennent en charge la fonction PWM. Par exemple, sur la carte Arduino UNO, les broches numériques 3, 5, 6, 9, 10 et 11 sont des broches PWM. Pour générer un signal PWM sur une broche spécifique, vous pouvez utiliser la fonction analogWrite().

Dans le graphique 2.11, Présentation les lignes vertes représentent une période de temps régulière. Cette durée ou période est l'inverse de la fréquence PWM. En d'autres termes, avec la fréquence PWM d'Arduino à environ 500 Hz, les lignes vertes mesureraient 2 millisecondes chacune. Un appel à analogWrite() est sur une échelle de 0 à 255, de sorte que analogWrite(255) demande un rapport cyclique de 100 % (toujours activé) et analogWrite(127) est un rapport cyclique de 50 % (sur la moitié du temps) pour Exemple.[6]

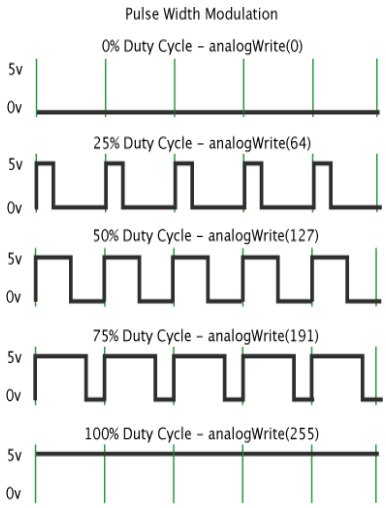


Figure 2. 11 Présentation le schéma de PWM

2.2.4 la carte PCB

Une carte PCB (printed circuit board) , ou carte de circuit imprimé, est un support physique utilisé pour connecter et interconnecter des composants électroniques. Elle est composée d'un matériau isolant, généralement du fibroélectrique ou du plastique, avec des pistes conductrices en cuivre gravées sur sa surface. Les pistes en cuivre permettent de relier les différents composants électroniques montés sur la carte PCB.

Les cartes PCB sont utilisées dans de nombreux appareils électroniques, tels que les ordinateurs, les téléphones portables, les téléviseurs, les systèmes embarqués, les équipements

médicaux, etc. Elles offrent une plate-forme solide pour l'assemblage des composants et permettent de créer des connexions électriques fiables entre eux.

La conception d'une carte PCB implique généralement l'utilisation d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) pour créer un schéma électrique du circuit, puis pour concevoir le tracé des pistes sur la carte. Une fois la conception terminée, le fichier de conception peut être envoyé à un fabricant de cartes PCB

Il existe différents types de cartes PCB, tels que les cartes à simple face (avec des pistes sur une seule face), les cartes à double face (avec des pistes sur les deux faces) et les cartes multicouches (avec des pistes sur plusieurs couches empilées). Le choix du type de carte PCB dépend des exigences du circuit et de la complexité du dispositif électronique.

Les cartes PCB jouent un rôle essentiel dans l'électronique moderne en permettant l'assemblage et le fonctionnement fiable des composants électroniques. Elles sont utilisées dans de nombreux domaines et constituent une technologie clé pour le développement de nouveaux produits électroniques.[7]

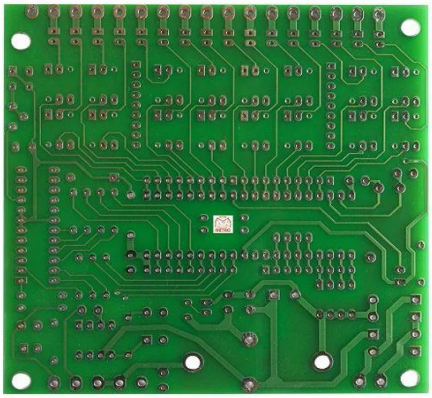


Figure 2. 12 Présentation la cart PCB

2.2.5 alimentation

L'alimentation est le processus qui fournit de l'énergie électrique à un dispositif ou un système électrique. Elle est essentielle pour le fonctionnement de tous les appareils électroniques, qu'il s'agisse d'appareils domestiques, industriels ou électroniques.

L'alimentation peut être fournie par une source d'alimentation externe, telle qu'une prise murale, une batterie, un générateur, etc. Elle peut également être intégrée à l'appareil électronique lui-même, comme c'est le cas avec les circuits intégrés, les microcontrôleurs.

Il est important de choisir une alimentation adaptée à la charge électrique pour éviter les dommages et garantir le bon fonctionnement de l'appareil électronique. Cela implique de tenir compte de la tension, du courant et de la puissance nécessaires pour alimenter l'appareil.

Dans ce projets, nous avons utilisé une source d'alimentation en courant continu de 12 volts et 2 ampères, pour la sécurité des composants électriques.



Figure 2. 13 Présentation l'adaptateur d'alimentation

2.3 présentation des partes mécanique

Voici un tableau qui représente la quantité des composants mécanique dans ce projet :

Tableau 2. 2 représente la quantité des composants mécanique

composants mécanique	**Quantité**
rouleau de fil de 1 mm	1
Pièces imprimées pour par imprimante 3D	12
des vis	28
boulons	8
extrudeuse mk8	1
roulement	5

2.3.1 support de fil

Le porte-fil est une partie mécanique d'une machine dont le rôle est de porter un rouleau de fil, composé d'une bobine, d'un support et d'un fil , figure 2.14 Voici un exemple de ce mécanisme.

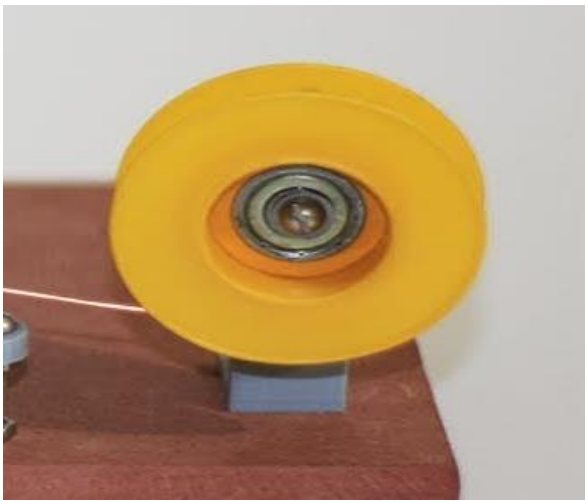


Figure 2. 14 Présentation support de fil

2.3.2 Le mécanisme de redressement

Le rôle premier d'un mécanisme est de redresser et d'appliquer une pression sur le fil au-delà de sa limite de déformation élastique.

Ce mécanisme est constitué de deux parties, l'une inférieure et l'autre supérieure, et cette partie est constituée de cinq galets. figure 2.15 représentant un modèle de ce mécanisme.

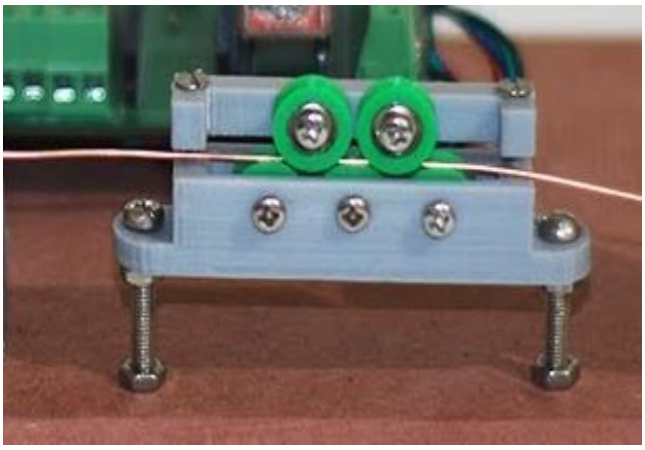


Figure 2. 15 Présentation Le mécanisme de redressement

2.3.3 mécanisme d'alimentation

La fonction du chargeur est d'entraîner le fil du mécanisme de redressement au dispositif de pliage. Sur l'arbre du moteur pas à pas se trouve l'élément extrudeuse mk8 et à côté du support moteur, nous trouvons une buse de fil qui relie un fil à une autre extrémité , figure 2.16 représentant un modèle de ce mécanisme.

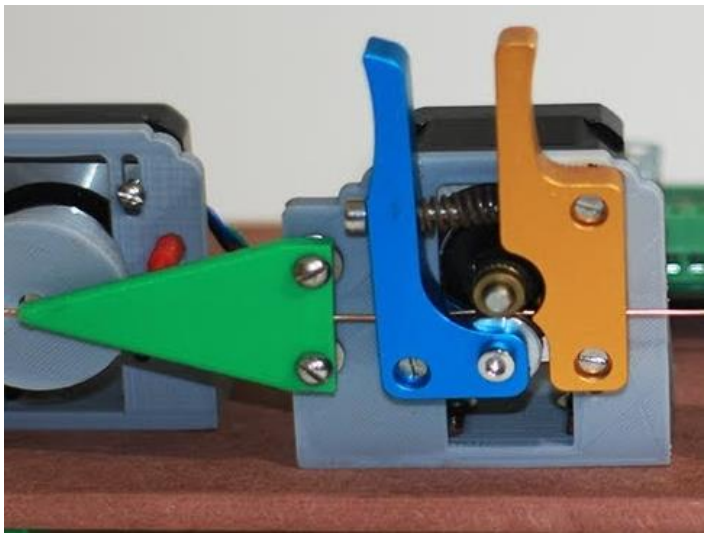


Figure 2. 16 Présentation mécanisme d'alimentation

2.3.4 mécanisme de pliage de fil

Une fois que le fil est dans la bonne position dans le mécanisme de cintrage, en répétant les étapes d'alimentation du fil à la position exacte, la cintreuse de fil produit une série complexe de plis dans le fil. Une pièce mécanique est installée sur l'arbre du moteur pas à pas pour le cintrage des fils, complétant ainsi le mécanisme de cintrage.

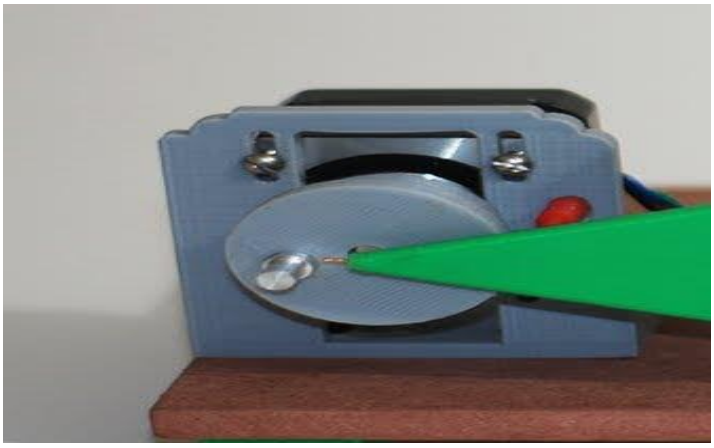


Figure 2. 17 Présentation mécanisme de pliage de fil

2.4 logiciel utilisé

2.4.1 ARDUINO

logiciel Arduino est un environnement de développement intégré (IDE) open-source qui permet de programmer les cartes Arduino. Il comprend un éditeur de code, un compilateur et un chargeur de programmes pour téléverser le code sur la carte Arduino. Le logiciel Arduino utilise un langage de programmation simplifié basé sur C++ qui permet aux débutants de créer des programmes pour contrôler les entrées et sorties de la carte Arduino. Les utilisateurs peuvent également utiliser des bibliothèques de code pré-écrites pour faciliter la création de projets. Le logiciel Arduino est disponible pour Windows, Mac OS X et Linux et est utilisé

par une communauté mondiale d'ingénieurs, de makers et d'étudiants pour créer une grande variété de projets interactifs . [6]

Cette fois, après quelques secondes, le logiciel s'ouvre. Une fenêtre se présente à nous :

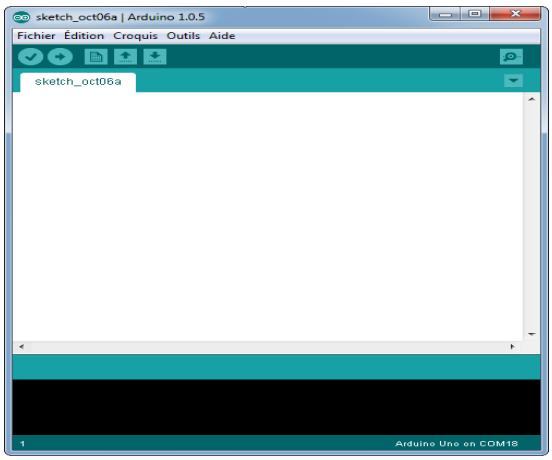


Figure 2. 18 L'interface de l'IDE Arduino

Ce qui saute aux yeux en premier, c'est la clarté de présentation du logiciel. On voit tout de suite son interface intuitive. Voyons comment se compose cette interface

Présentation du logiciel

J'ai découpé l'image précédente en plusieurs parties:

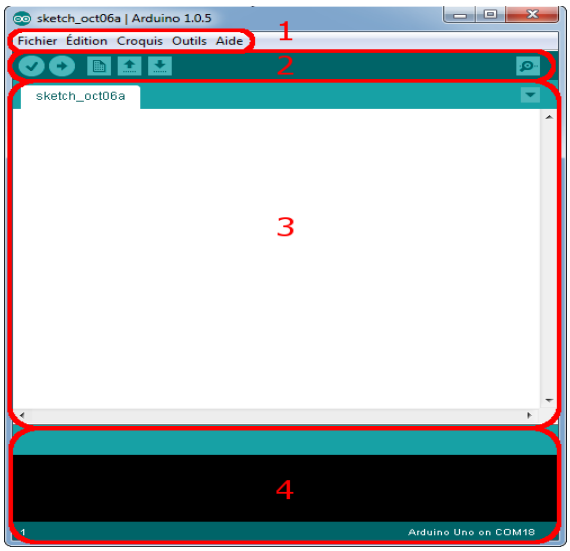


Figure 2. 19 L'interface de l'IDE Arduino en détail

Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel

Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes

Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer

Le cadre numéro 4 : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme. C'est le débogueur.

- **Le menu File**

C'est principalement ce menu que l'on va utiliser le plus. Il dispose d'un certain nombre de choses qui vont nous être très utiles. nous allons donc voir les quelques options qui sortent de l'ordinaire:

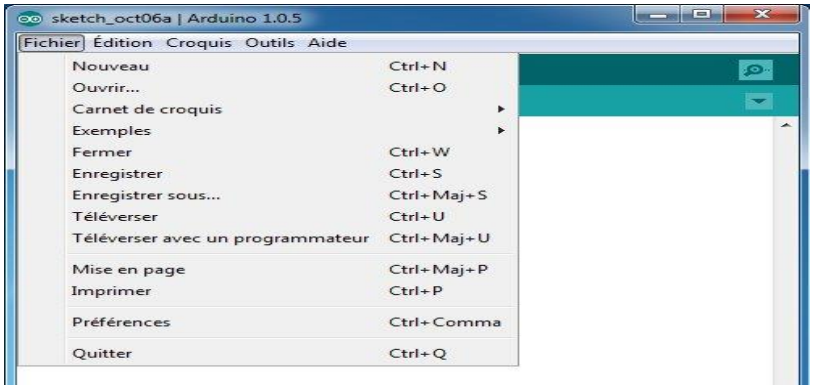


Figure 2. 20 Le menu Fichier

Carnet de croquis : Ce menu regroupe les fichiers que vous avez pu faire jusqu'à.

Exemples (exemples) : Ceci est important, toute une liste se déroule pour afficher les noms d'exemples de programmes existants .

Téléverser : Permet d'envoyer le programme sur la carte Arduino.

Téléverser avec un programmateur : Idem que ci-dessus, mais avec l'utilisation d'un programmateur.

Préférences : Vous pourrez régler ici quelques paramètres du logiciel.

- **Les boutons**

Voyons à présent à quoi servent les boutons, encadrés en rouge.

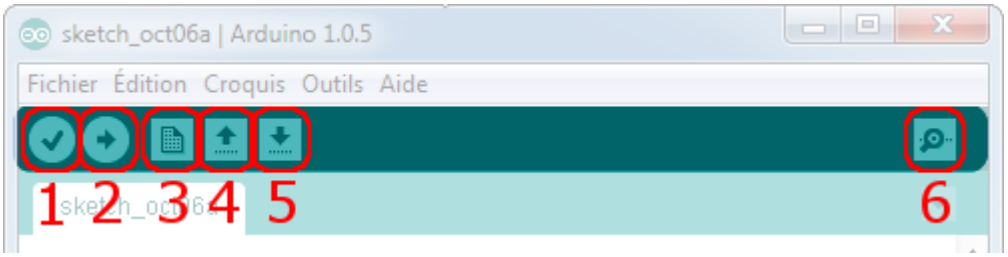


Figure 2. 21 La barre d'outils

Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme.

Bouton 2 : Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino.

Bouton 3 : Crée un nouveau fichier.

Bouton 4 : Ouvre un fichier.

Bouton 5 : Enregistre le fichier.

Bouton 6 : Ouvre le moniteur série.

2.4.2 SOLIDWORKS

Le logiciel SOLIDWORKS est un modeleur volumique permettant de créer des pièces complexes en 3 dimensions. Ces pièces peuvent être ensuite utilisées pour créer des mises en plan en 2D et des assemblages de plusieurs pièces entre elles.[8]



Figure 2. 22 Interface du logiciel solidworks

- **Le logiciel SolidWorks comprend**

Lorsque vous ouvrez SOLIDWORKS, une fenêtre apparaît avec 3 modules élémentaires : Pièce, Assemblage, Mise en plan . Comme le montre la Figure 2.23



Figure 2. 23 Représente les modules de solidworks

A. LE MODULE PIÈCE

Le module Pièce de SolidWorks est une partie essentielle du logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) SolidWorks. Il permet aux utilisateurs de créer des modèles de pièces en trois dimensions, en leur donnant forme, dimensions et propriétés matérielles.

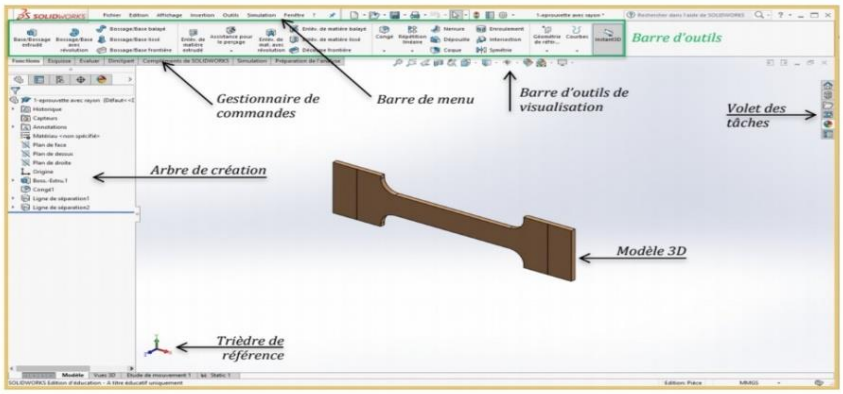


Figure 2. 24 Représente interface du module piéce

B. LE MODULE ASSEMBLAGE

Le module d'assemblage SolidWorks est une fonctionnalité puissante du logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) SolidWorks. Il permet aux utilisateurs de créer des assemblages virtuels en assemblant plusieurs composants pour former un produit final. La figure 2.25 montre l'interface de l'unité d'assemblage et les éléments d'interface .

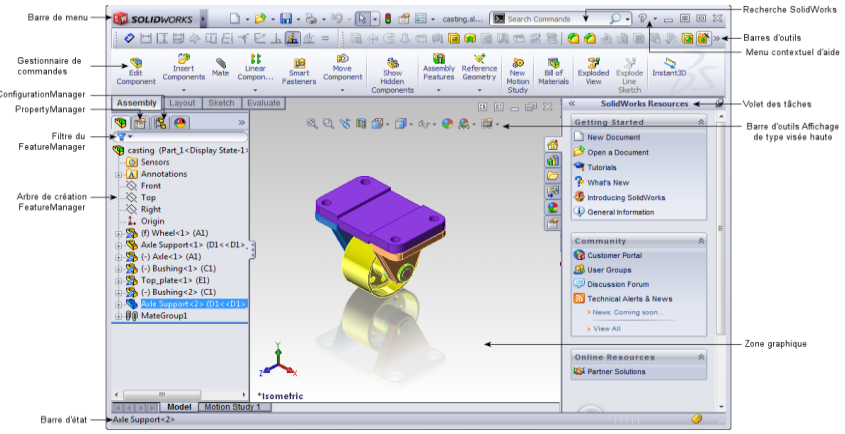


Figure 2. 25 Représente interface du module assemblage

C. LE MODULE MISE EN PLAN

Le module Mise en plan permet aux utilisateurs de créer des dessins techniques détaillés à partir de modèles 3D pour communiquer efficacement les spécifications de conception aux fabricants, aux opérateurs ou aux autres membres de l'équipe de conception.

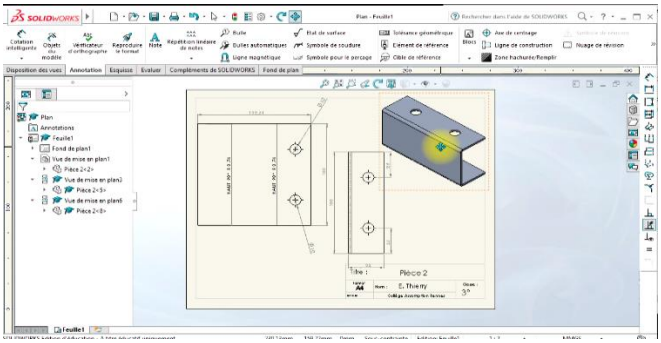


Figure 2. 26 Représente interface du module mise en plan

2.4.3 FRITZING

fritzing est un logiciel open-source de conception de circuits électroniques destiné aux amateurs, aux étudiants et aux concepteurs électroniques. Il permet de créer des schémas électroniques, des circuits imprimés (PCB) et des maquettes virtuelles de circuits électroniques, facilitant ainsi la création de prototypes et de projets électroniques.[9]

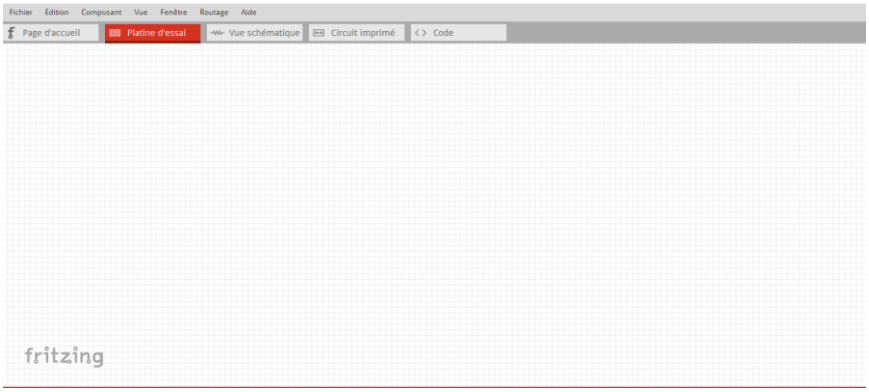


Figure 2. 27 Représente interface du fritzing

Le programme se compose de quatre sections principales, à savoir :

- **première partie** : représente câblage de circuit

Le câblage de circuit représente la façon dont les différents composants électroniques sont connectés les uns aux autres pour former un circuit électronique fonctionnel. Il est essentiel pour le bon fonctionnement d'un circuit électronique et peut prendre différentes formes en fonction de la complexité et de la nature du circuit.

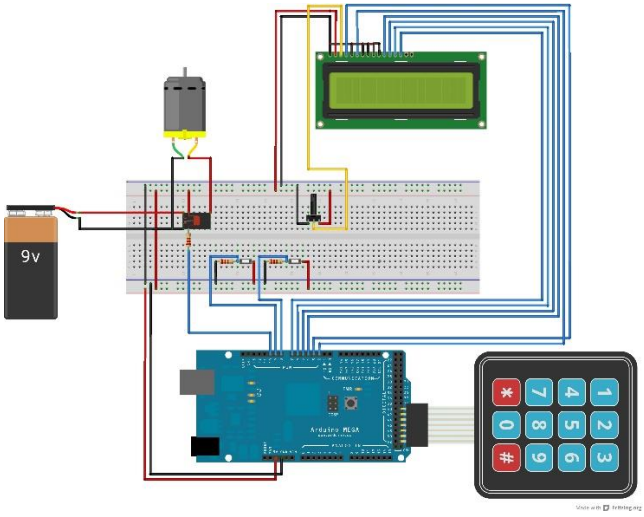


Figure 2. 28 Représente câblage de circuit pour logiciel fritzing

- **deuxième partie :** tracer le schéma structurel

Le schéma structurel, également appelé schéma bloc ou schéma fonctionnel, représente les différents blocs fonctionnels d'un système ou d'un dispositif électronique et leur

interconnexion. Il permet de visualiser de manière claire et synthétique la structure globale du système ou du dispositif électronique.

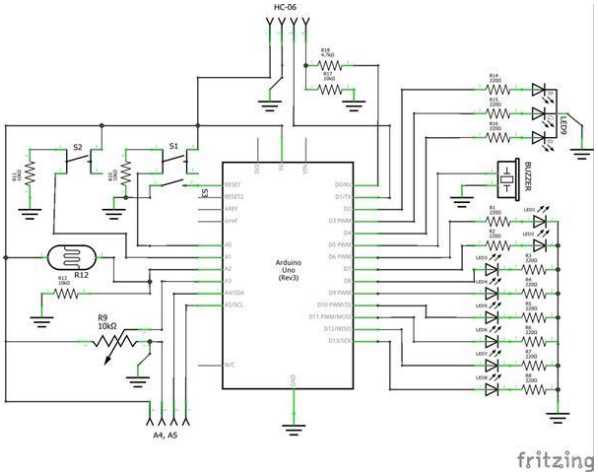


Figure 2. 29 Représente le schéma structurel pour logiciel fritzing

- **troisième partie :**concevoir et fabrication de circuit imprimé

La conception et la fabrication de circuits imprimés peuvent être effectuées en interne ou être sous-traitées à des entreprises spécialisées dans la fabrication de PCB. Les logiciels de conception de PCB, tels que Altium Designer, Eagle PCB, ou KiCAD, peuvent être utilisés pour faciliter la conception de la carte et la création des fichiers nécessaires à la fabrication.

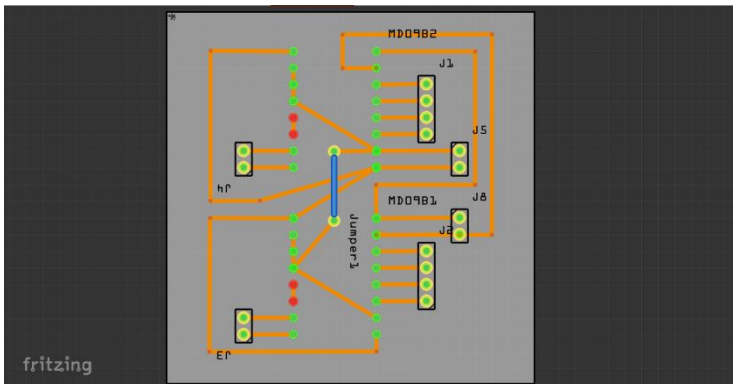


Figure 2. 30 Représente circuit imprimé pour logiciel fritzing

- **Quatrième partie :** programmer des cartes

La programmation des cartes électroniques peut être une tâche complexe et nécessite des compétences en programmation et en électronique. Il est important de disposer des outils et des compétences nécessaires pour concevoir et programmer des cartes électroniques fonctionnelles.

```
const int pin_INTERRUPTEUR = 2; // L'interrupteur est attaché au pin 2

void setup() {
      Serial.begin(9600) ; // Initialisation de la communication avec le moniteur série
}
void loop() {
      delay(1000) ; // Attente de 1000 ms
      boolean etatBouton = digitalRead(pin_INTERRUPTEUR) ; // Récupère l'état du bouton
      Serial.println(etatBouton) ; // Affiche l'état du bouton sur le moniteur
}

const int pin_INTERRUPTEUR = 2; // L'interrupteur est attaché au pin 2

void setup() {
      Serial.begin(9600) ; // Initialisation de la communication avec le moniteur série
}
void loop() {
      delay(1000) ; // Attente de 1000 ms
      boolean etatBouton = digitalRead(pin_INTERRUPTEUR) ; // Récupère l'état du bouton
      Serial.println(etatBouton) ; // Affiche l'état du bouton sur le moniteur
}
```

Figure 2. 31 Représente la partie programmable pour logiciel fritzing

2.4.4 eagle

Eagle est un logiciel de conception de circuits imprimés (PCB) très populaire et largement utilisé dans l'industrie électronique. Il est développé par Autodesk, une société spécialisée dans les logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO).

Eagle permet aux ingénieurs électroniques et aux concepteurs de circuits imprimés de créer des schémas électriques, de concevoir des PCB et de générer des fichiers de fabrication pour la production. Il offre une interface conviviale et des fonctionnalités avancées pour la conception de circuits imprimés complexes.[10]

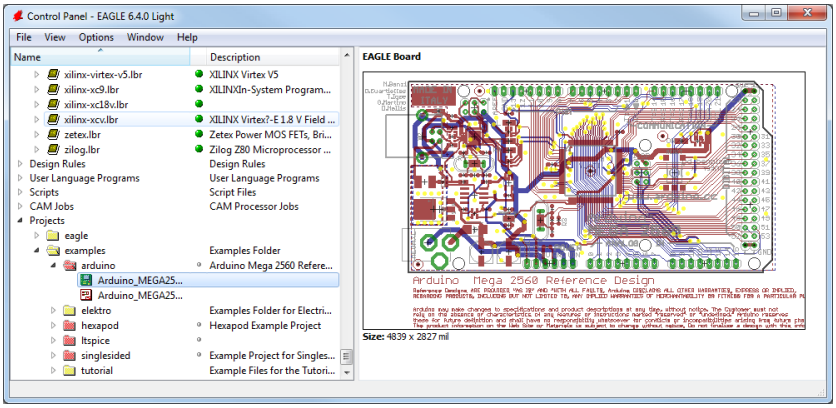


Figure 2. 32 Représente logiciel eagle

Les principales caractéristiques d'Eagle comprennent :

- Schématique : Eagle permet de créer des schémas électriques en utilisant une large bibliothèque de composants électroniques préexistants.
- Routage automatique : Une fois le schéma terminé, Eagle facilite le routage des pistes sur le PCB.
- Bibliothèque de composants : Eagle dispose d'une vaste bibliothèque de composants électroniques standard.
- Simulation : Eagle intègre des outils de simulation qui permettent de vérifier le fonctionnement du circuit avant la fabrication du PCB. Cela peut aider à détecter les erreurs de conception et à optimiser les performances.

- Fabrication : Une fois le routage terminé, Eagle génère des fichiers de fabrication standard tels que les fichiers Gerber, les fichiers de perçage et les fichiers de placement des composants.
- Version gratuite : Eagle est disponible en différentes éditions, notamment une version gratuite limitée et des versions payantes avec des fonctionnalités plus avancées.
  - Présentation de l'interface de logciel eagle

    Lorsque le programme démarre, l'écran de l'interface Eagle s'affiche à partir duquel nous sélectionnons notre destination

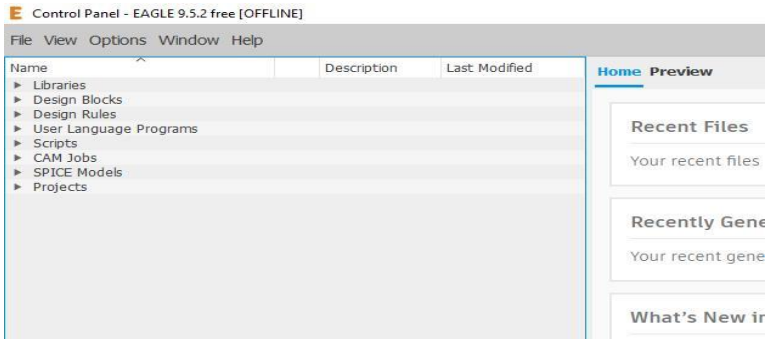


Figure 2. 33 Représente la première fenêtre lors de l'ouverture d'un logciel eagle

  - Configuration des répertoires de travail

la configuration des répertoires de travail est une étape importante pour organiser vos projets et les fichiers associés. Voici quelques éléments à prendre en compte pour configurer les répertoires de travail dans Eagle :

- Répertoire du projet
- Répertoire des bibliothèques
- Répertoire des scripts et des ULP
- Répertoire des fichiers de sortie
- Répertoire de sauvegarde

Pour configurer ces répertoires de travail dans Eagle, vous pouvez accéder aux paramètres du logiciel en cliquant sur le menu "Options" puis "Directories" (Répertoires). Vous pourrez alors spécifier les différents répertoires selon vos préférences et besoins.

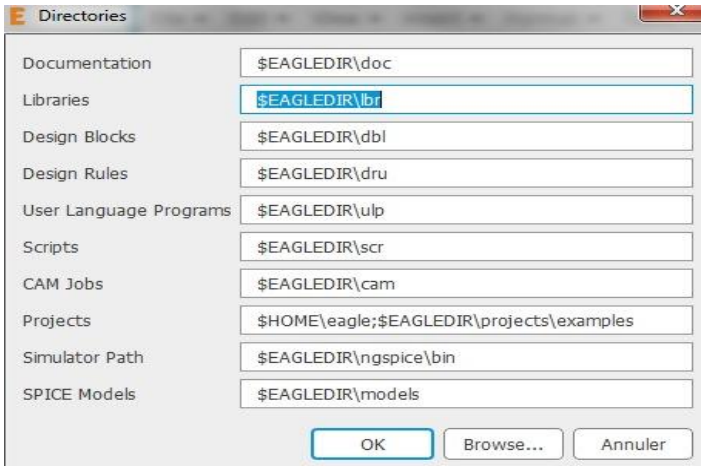


Figure 2. 34 Représente la fenêtre de configuration des répertoires travail

- Bibliothèques ou librairies couramment utilisées

Dans Eagle, il existe plusieurs bibliothèques couramment utilisées qui regroupent des symboles et des empreintes de composants électroniques . Il est important de noter que ces bibliothèques sont des exemples couramment utilisés, mais il en existe de nombreuses autres disponibles, en fonction des besoins spécifiques de votre conception. Vous pouvez également créer vos propres symboles et empreintes personnalisés dans Eagle pour les composants uniques ou spécifiques à votre projet.

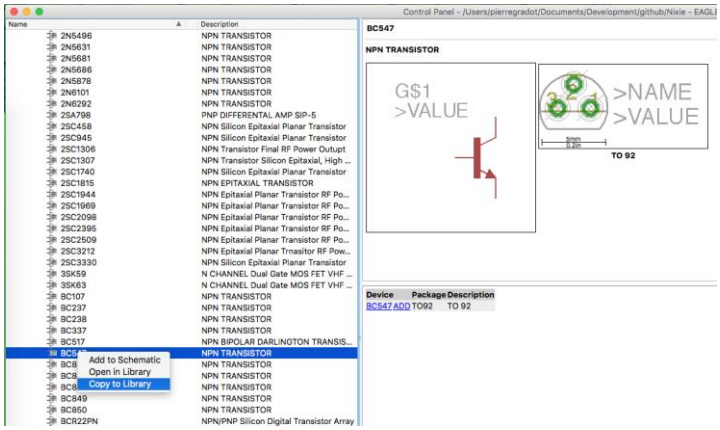


Figure 2. 35 Représente la fenêtre de bibliothèques

- Principaux outils

Le dessin ci-après présente les outils les plus utiles pour débuter la réalisation d'un schéma électronique.

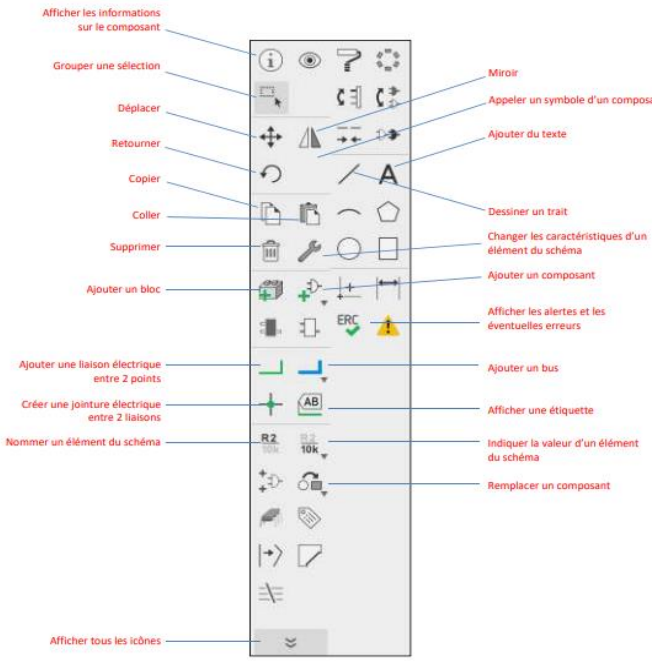
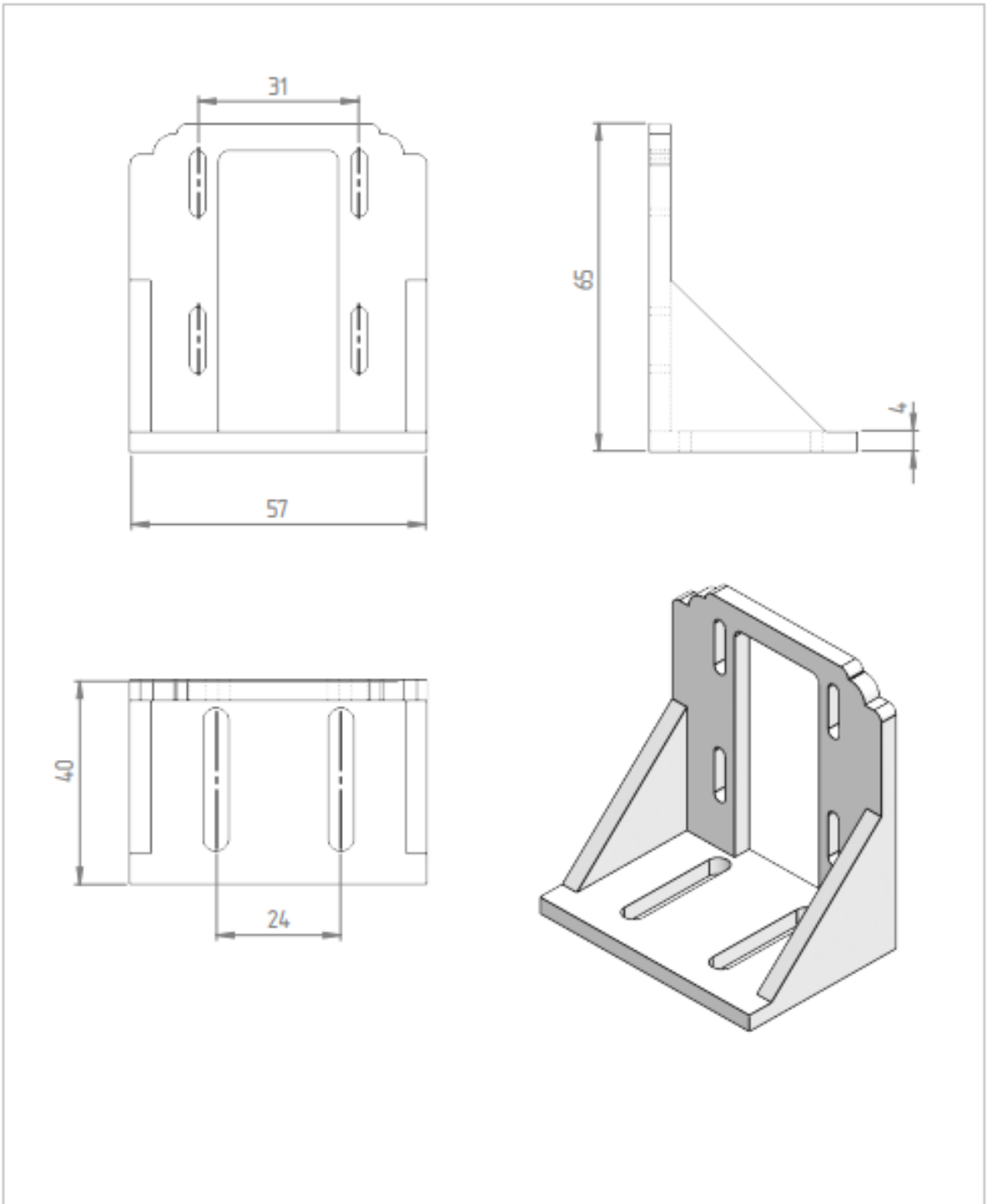


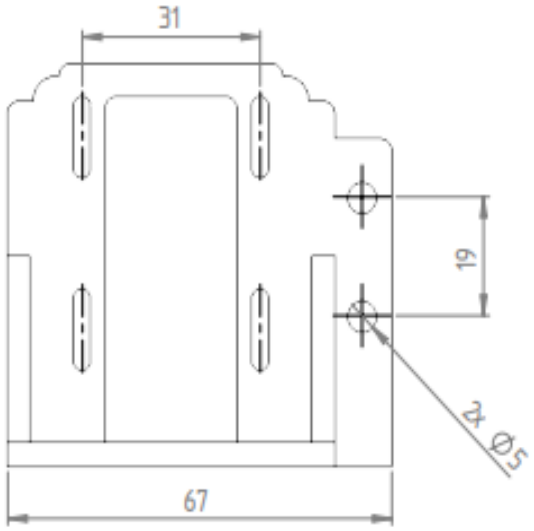
Figure 2. 36 Représente la fenêtre des outils

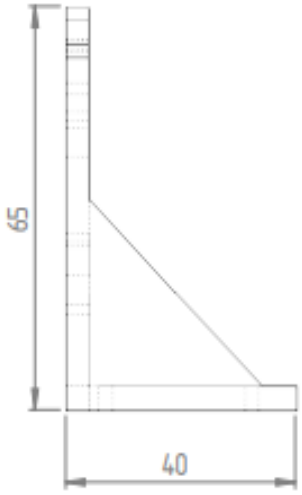
2.5 dessin ensemble

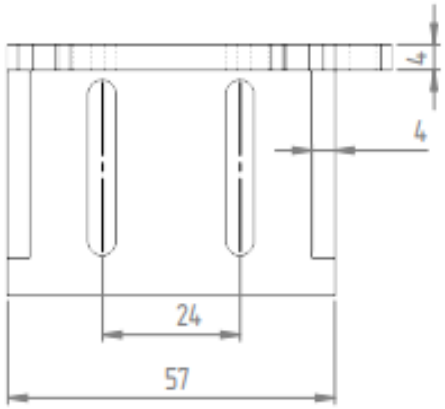
Le dessin ensemble est une forme de communication visuelle utilisée principalement dans l'ingénieure mécanique pour représenter des objets, des structures et des systèmes de manière précise et détaillée. Cela facilite également la compréhension de la structure et des dimensions de l'objet.

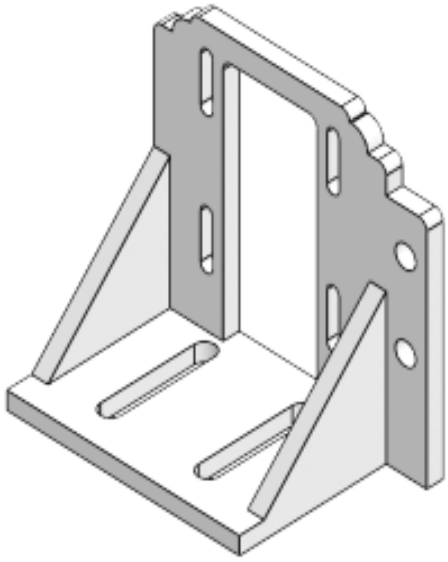


Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Materiau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 1:1	Mécatronique	Support de Moteur Pas à Pas
	N°: 01 / Format: A4	

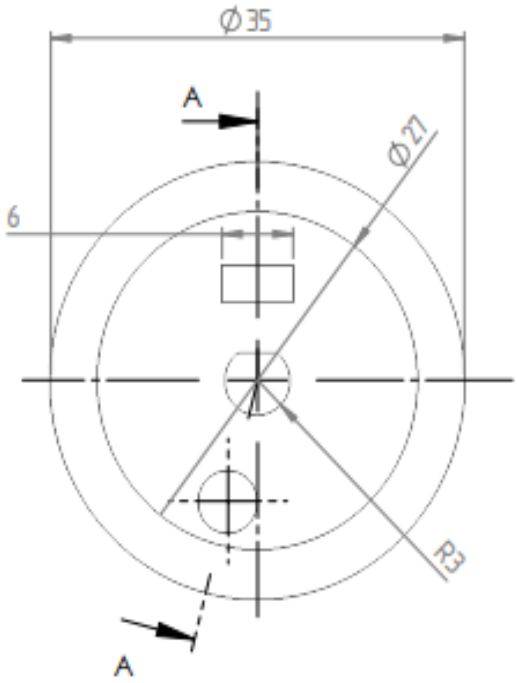


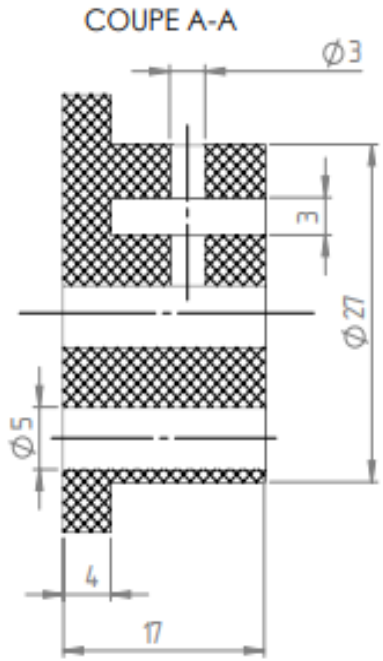


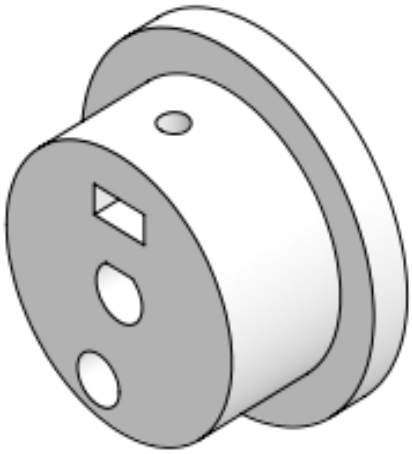




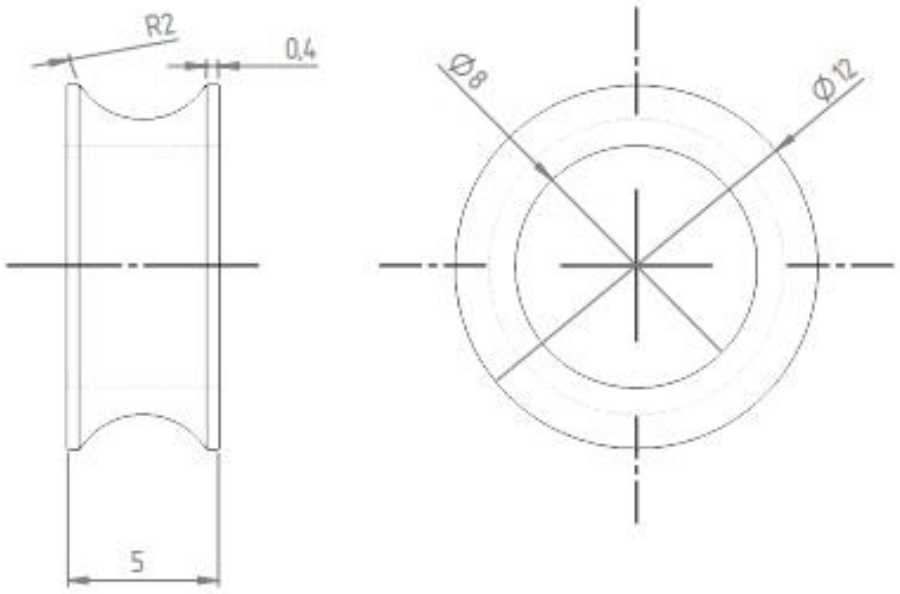
Université de Médéa – Dr Yahia Farès			
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023		OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 1:1	Mécatronique		Support Moteur Pas a pas
	N°: 02	Format: A4	

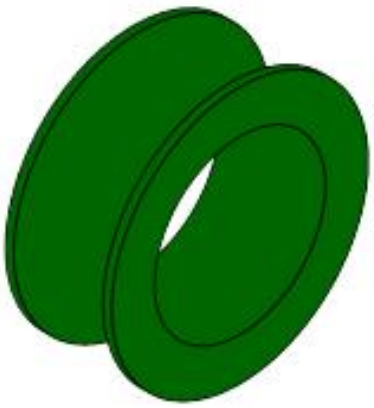




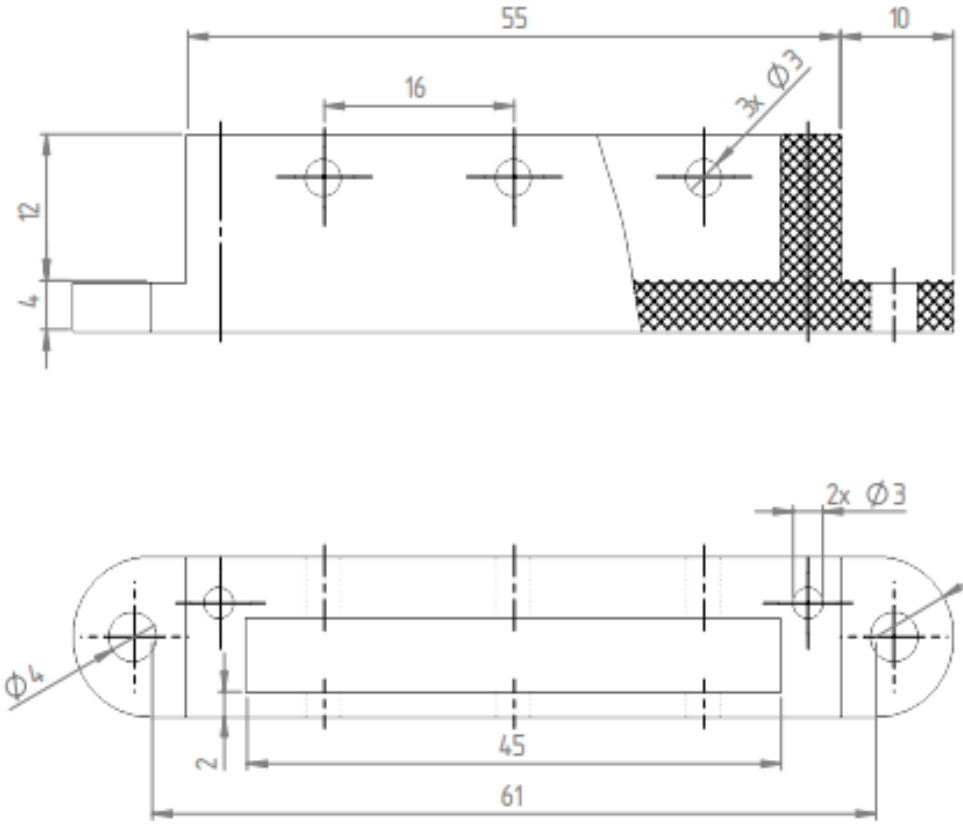


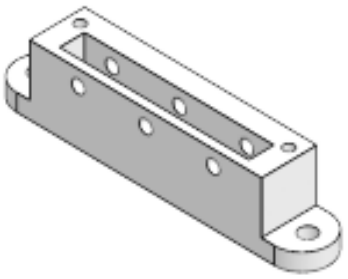
Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 5:1	Mécatronique	Poulier
	N°: 06 Format: A4	



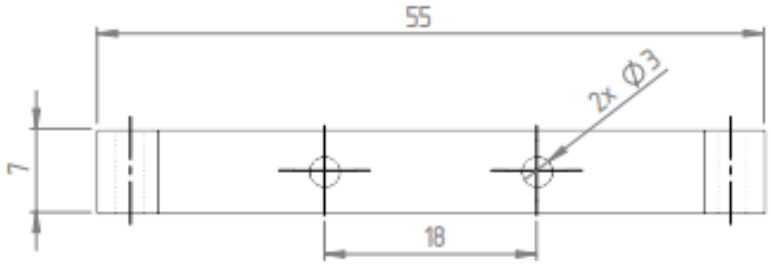


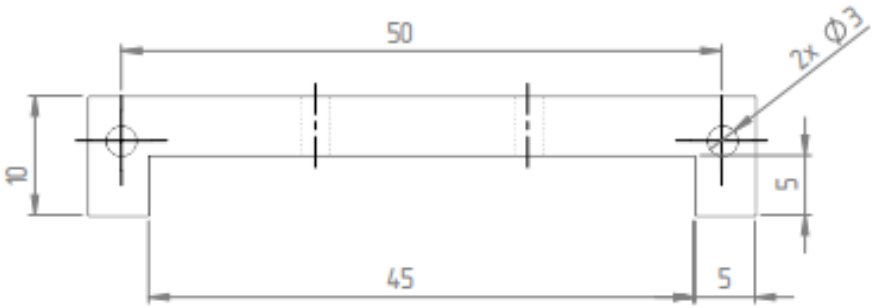
Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 5:1	Mécatronique	Galet
	N°: 05 Format: A4	

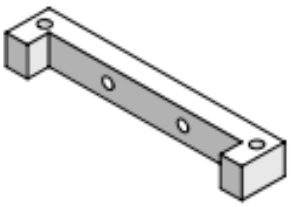




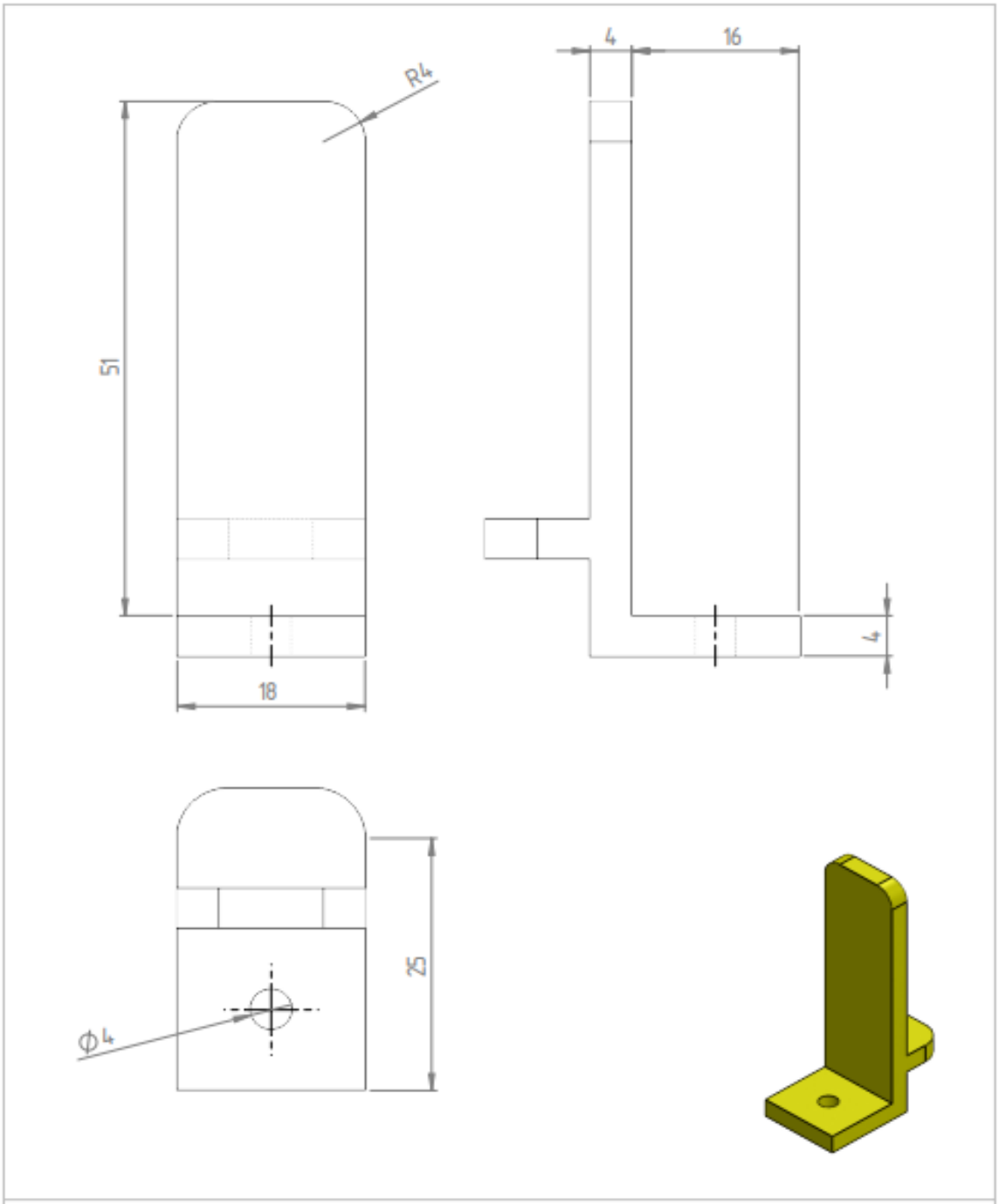
Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 2:1	Mécatronique	Portes Galés
	N°: 03 — Format: A4	





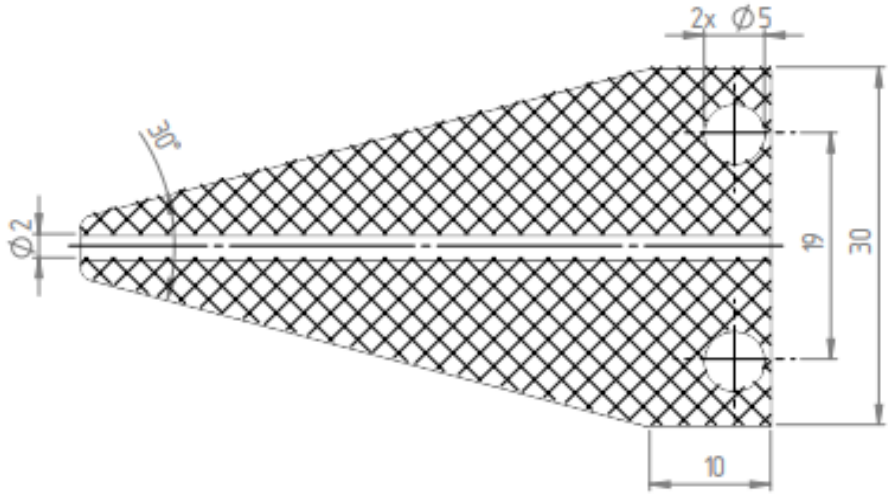


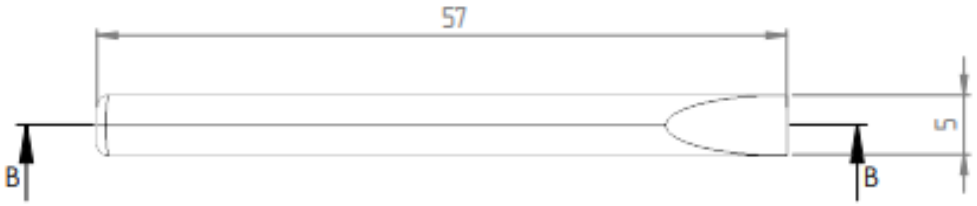
Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 2:1	Mécatronique	Porte Galet superieur
	N°: 04 Format: A4	

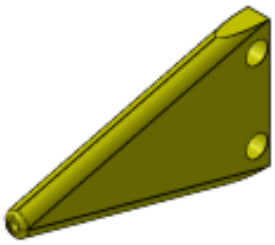


Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Matériau: ABS	Date: 25/06/2023	OULED RAMOUL Souhaib
Echelle: 2:1	Mécatronique	Support de file
	N°: 08 Format: A4	

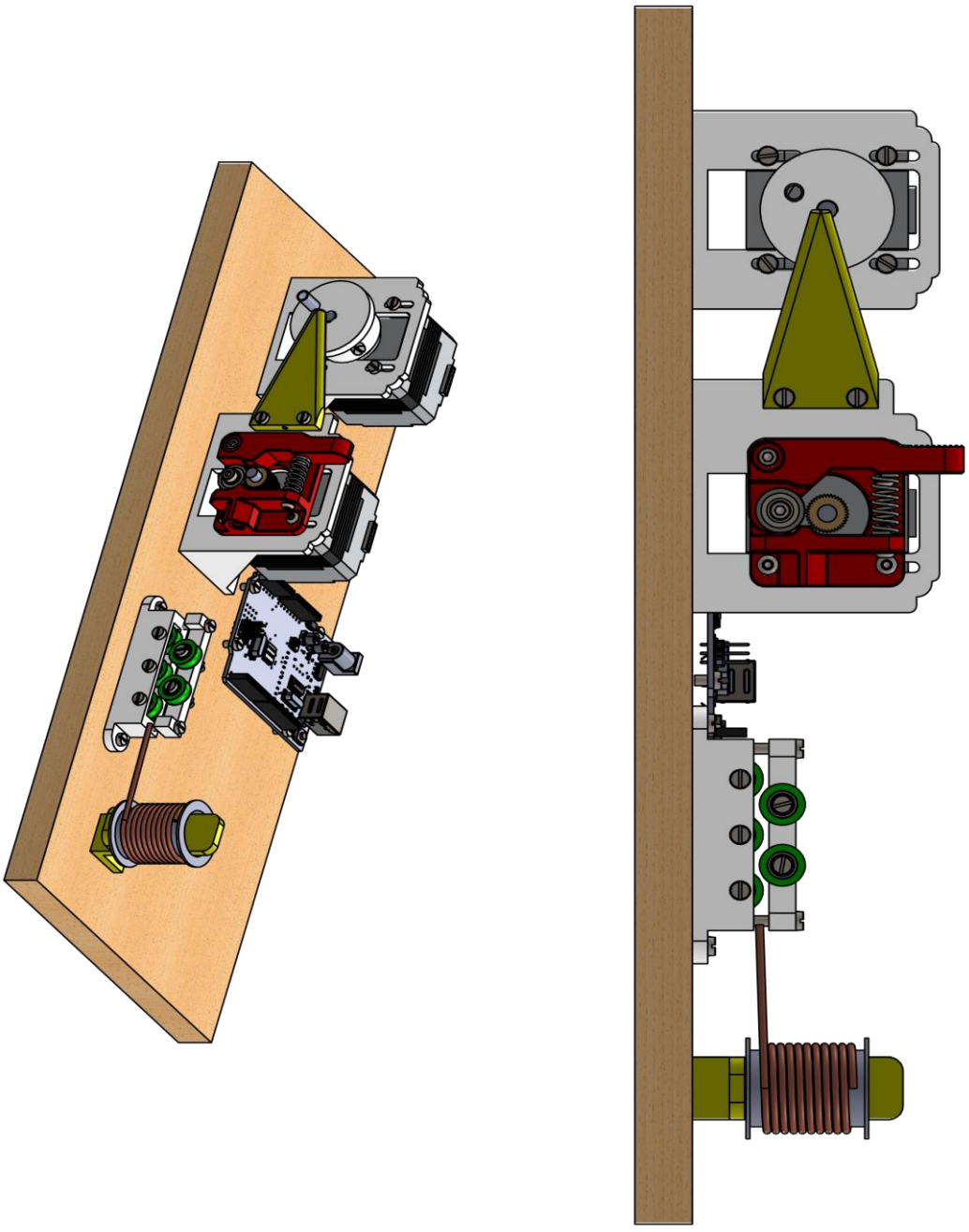
COUPE B-B
ECHELLE 2 : 1



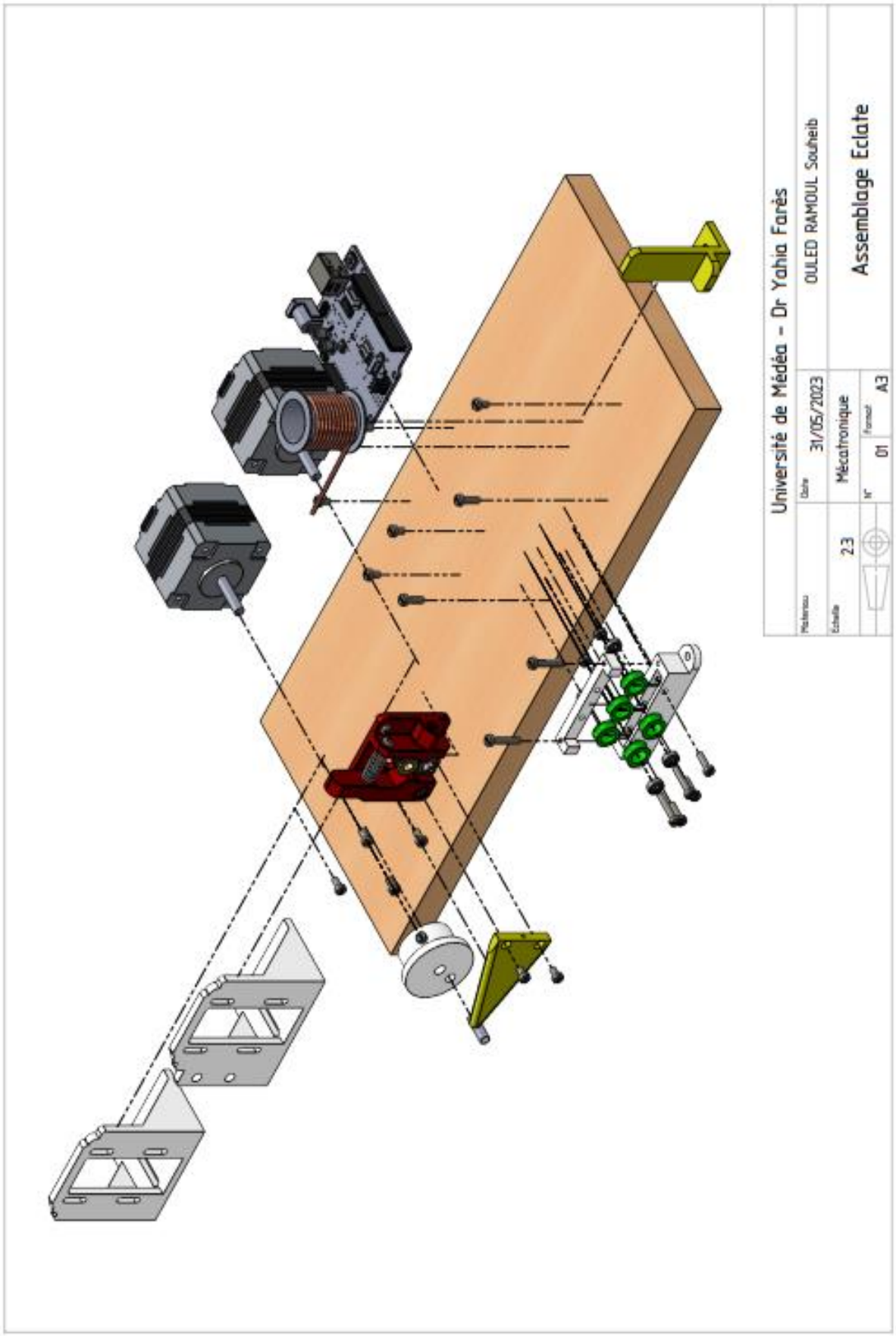




Université de Médéa – Dr Yahia Farès			
Matériau ABS	Date 25/06/2023		OULED RAMOUL Souhaib
Echelle 2:1	Mécatronique		Nozzel
	N° 07	Format A4	



Université de Médéa – Dr Yahia Farès		
Materiau	Date 31/05/2023	OULED RAMOUL Souheib
Echelle 2:5	Mécatronique	Assemblage A4
	N° 01 / Format A4	


Université de Médéa - Dr Yahia Farès
Date 31/05/2023
OULED RAMOUL Souheib
Echelle 2:3
Mécatronique
N° 01
Format A3
Assemblage Eclate

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les éléments composants utilisés, qui se répartissent en deux parties qui composent une machine à cintrer les fils, à savoir : les parties électromécaniques. Pour chaque élément, nous avons donné une brève description d'un point de vue opérationnel

Chapitre 3 :Réalisation et commande

3.1 introduction

Dans un dernier chapitre, nous présenterons comment connecter des composants électroniques, en nous basant sur ce que nous avons présenté dans les chapitres précédents, et expliquerons le fonctionnement d'un projet.

3.1.1 schéma synoptique

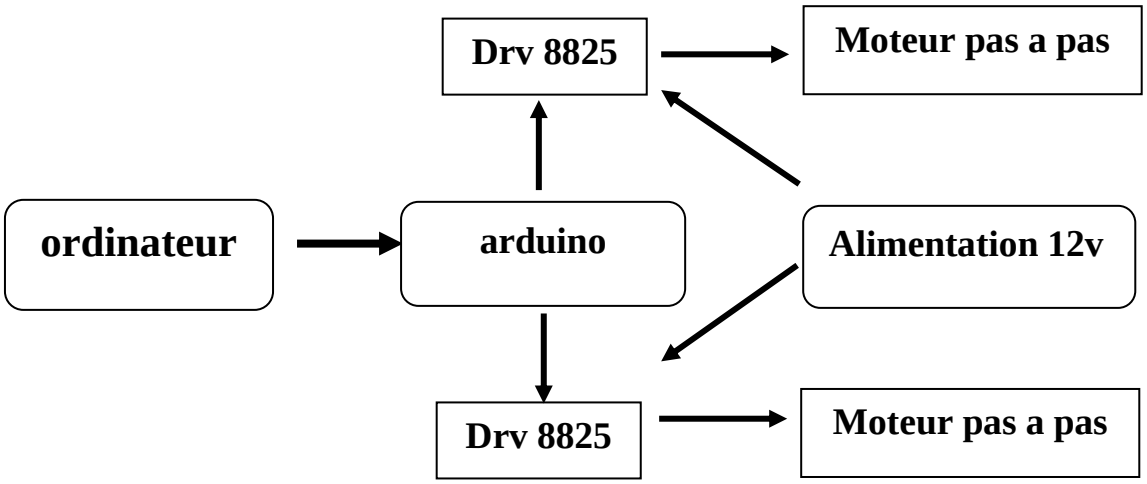


Figure 3. 1 Schéma synpotique de systéme machine pliage de fils

3.2 Réalisation de projet

3.2.1 branchement du driver 8825

La figure 3.2, montrent le schéma de connecter d'un drive 8825 a la carte ARDUINO et alimentation extrne et moteur pas a pas .

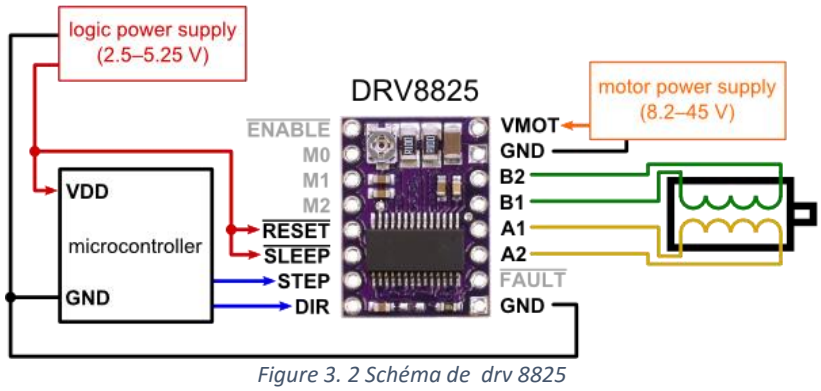


Figure 3. 2 Schéma de drv 8825

3.2.2 branchement du moteur pas a pas et drv 8825

Les figure 3.3-3.6, montrent le schéma de commande d'un moteur pas a pas par la carte ARDUINO et le code de la commande. Dans cette simulation, nous contrôlons le comportement du moteur et cela se fait via un signal provenant de l'entrée Arduino 2 et 3 , et nous pouvons contrôler l'angle de rotation et le sens de rotation, par exemple : commande du moteur pour effectuer une rotation de 1 gauch et 1 tour droit.

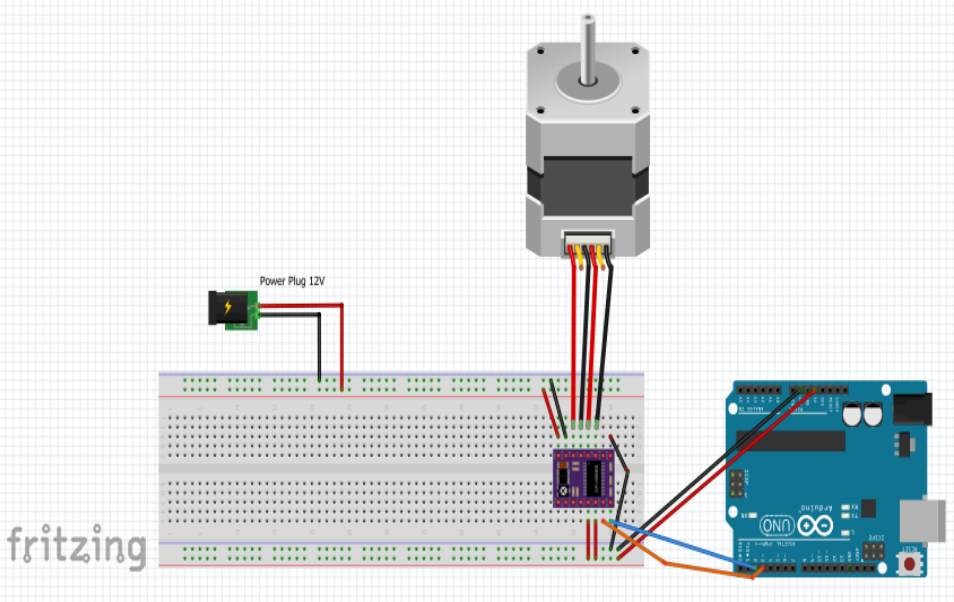


Figure 3. 3 Schéma de moteur pas a pas sur logiciel fritzing

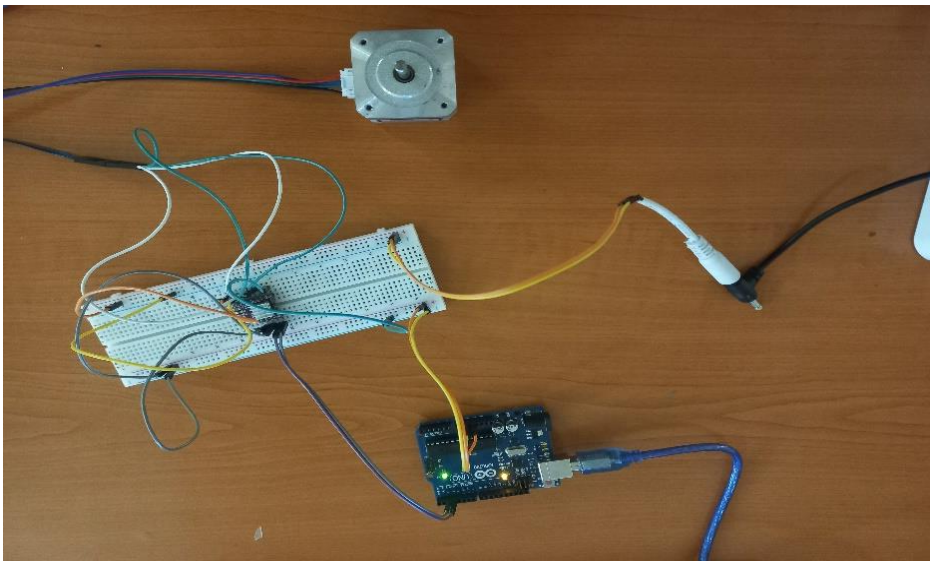


Figure 3. 4 Schéma réel de moteur pas a pas



```
project_1111
const int stepPin = 3;
const int dirPin = 2;
void setup() {
  pinMode(stepPin, OUTPUT);
  pinMode(dirPin, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  digitalWrite(dirPin, HIGH);
  Serial.println("directioset");
  for (int x = 0; x < 200; x++) {
    digitalWrite(stepPin, HIGH);
    delayMicroseconds(50);
    Serial.print("high");
    digitalWrite(stepPin, LOW);
    delayMicroseconds(50);
    Serial.println("low");
    }
    digitalWrite(dirPin, LOW);
  Serial.println("indirectioset");
  for (int x = 0; x < 200; x++) {
    digitalWrite(stepPin, HIGH);
    delayMicroseconds(50);
    Serial.print("high");
    digitalWrite(stepPin, LOW);
    delayMicroseconds(50);
    Serial.println("low");
    }
}
```

Figure 3. 5 Programmation du moteur pas a pas sur logiciel arduino

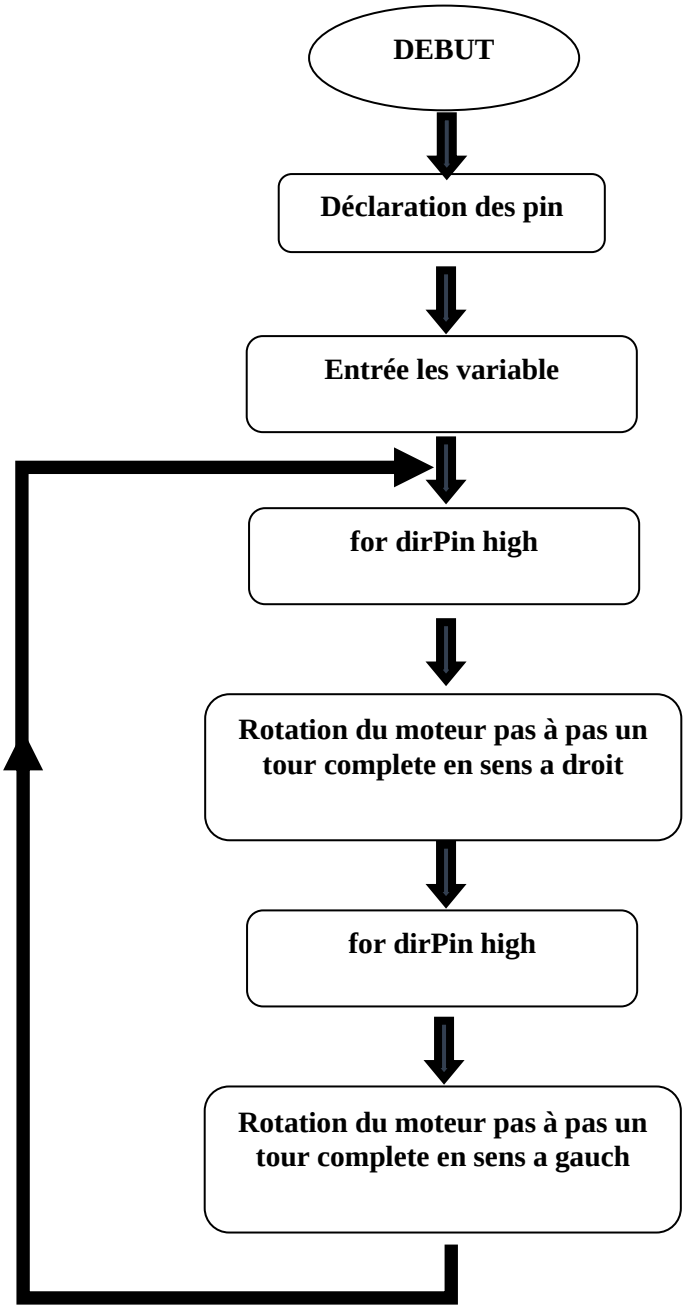


Figure 3. 6 Organigramme du moteur pas à pas selon l'exemple de code Arduino

3.2.3 branchement complet de la machine

Les figures 3.7 à 3.9 montrent comment les éléments sont connectés pour former un modèle de machine à cintrer les fils et comment cela fonctionne selon la forme d'un produit.

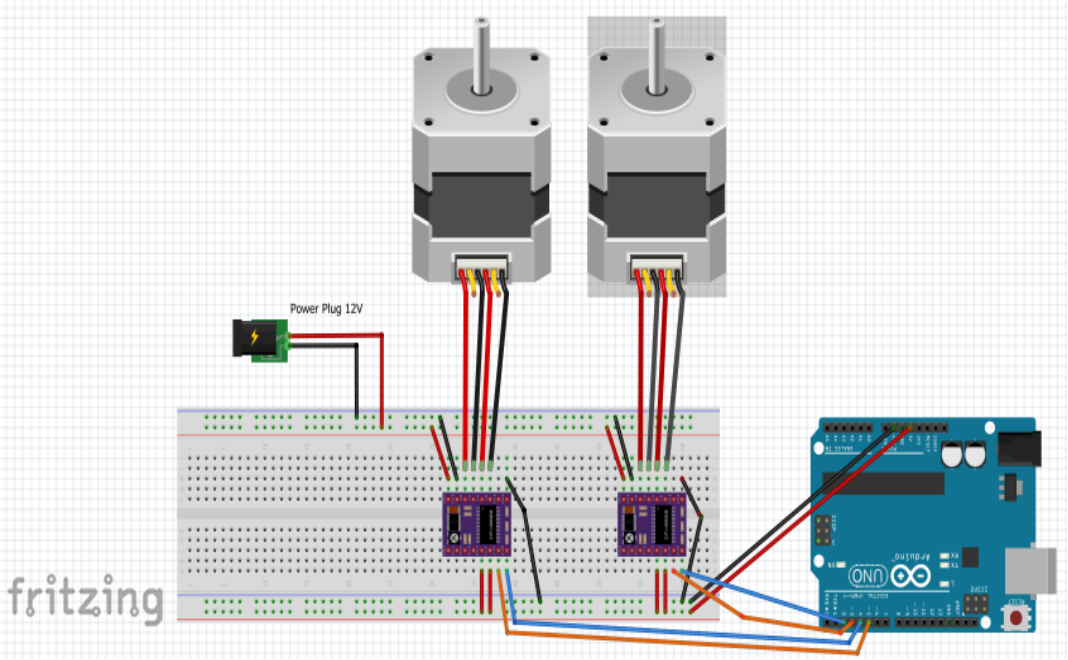


Figure 3. 7 Schéma de branchement complet de la machine sur logiciel fritzing

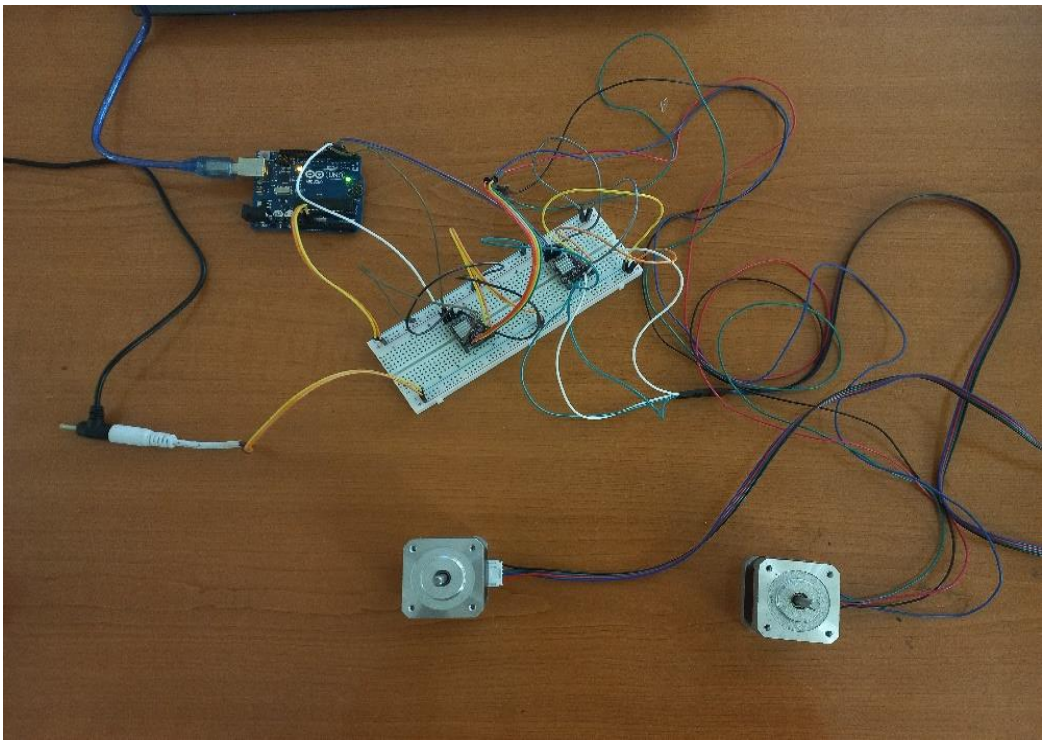


Figure 3. 8 Schéma réel du prototype de la machine

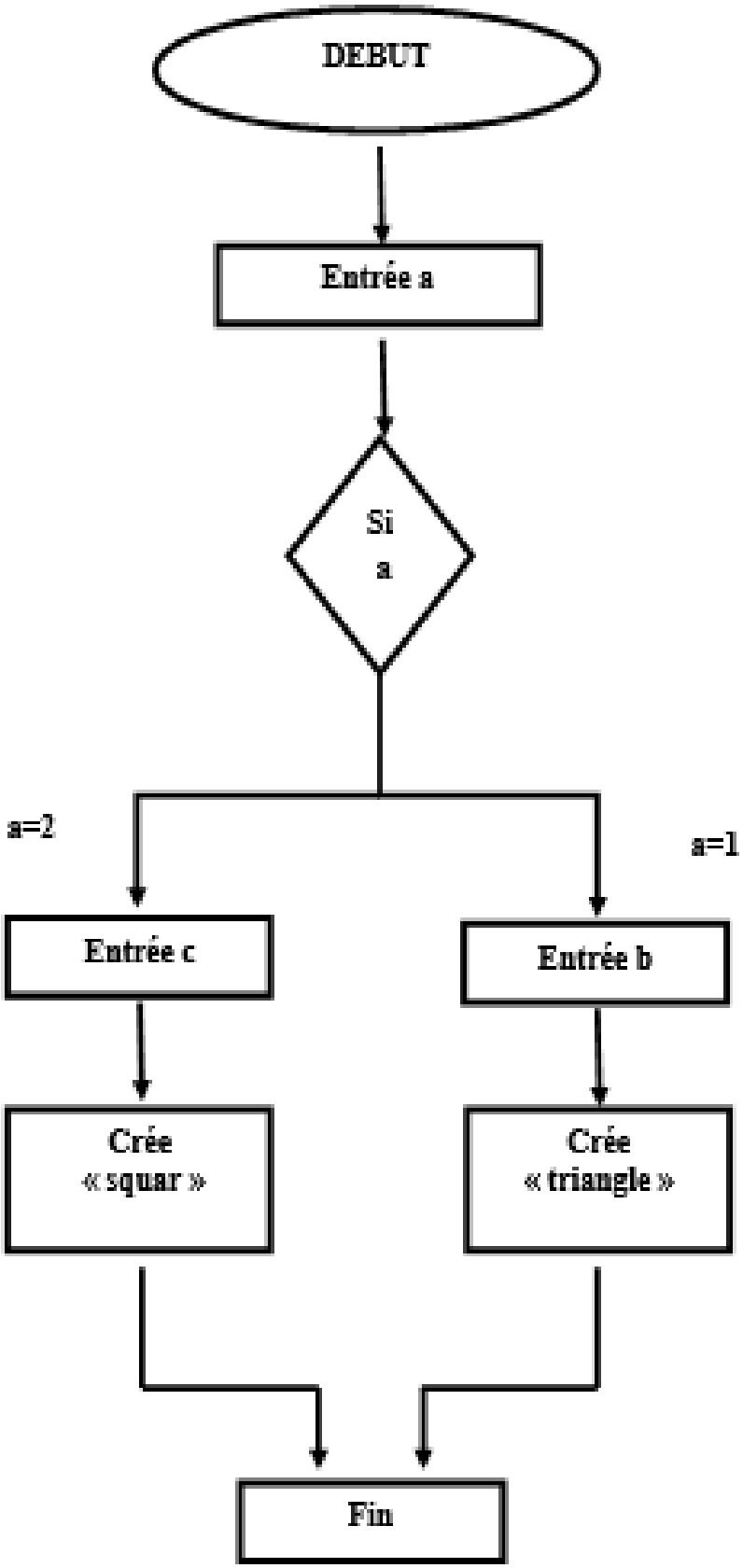


Figure 3. 9 Organigramme du orototype

3.3 la cart pcb

3.3.1 Résulta de schématique pour logiciel eagle

L'élément "schématique" (ou "schéma électronique" en français) fait référence à la représentation graphique des connexions électriques et des composants utilisés dans la conception d'un circuit électronique. Il s'agit d'un diagramme qui montre la structure logique et les relations entre les composants d'un circuit, Figure 3.10 presente un schéma électronique

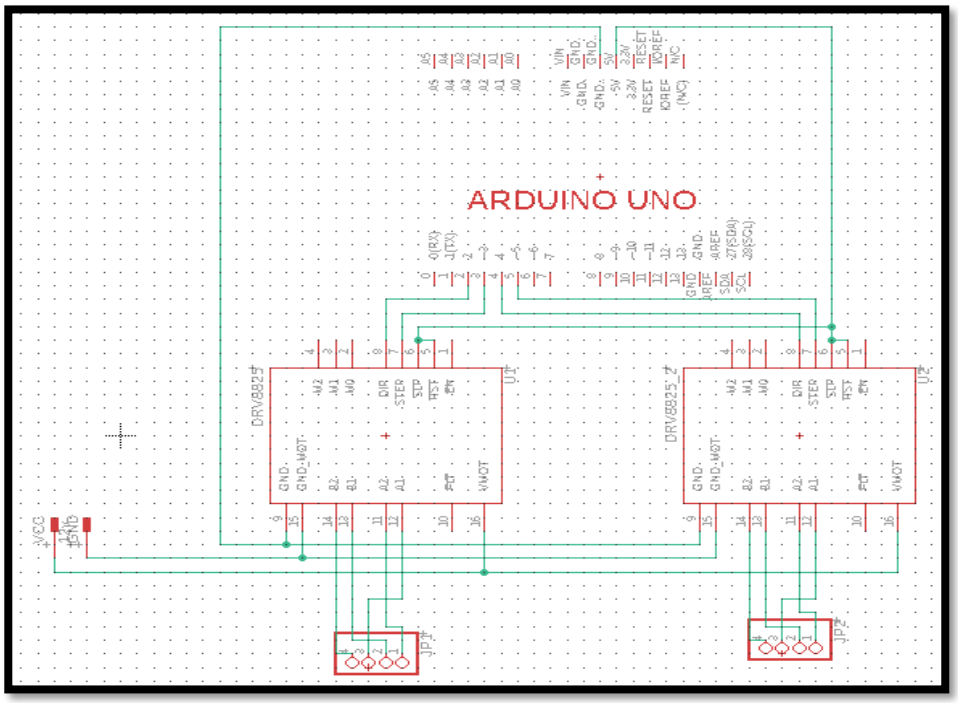


Figure 3. 10 presentation de schéma électronique

d'un circuit .

3.3.2 Résulta de board pour logiciel eagle

L'élément "board" (ou "carte de circuit imprimé" en français) fait référence à la plaque de circuit imprimé sur laquelle sont montés les composants électroniques. C'est l'élément physique qui permet de connecter et de fournir une interface pour les composants électroniques d'un circuit.

Une fois que vous avez créé un schéma dans EAGLE, vous pouvez utiliser l'élément "board" pour générer le tracé de la carte de circuit imprimé basé sur votre schéma. EAGLE transforme les connexions et les composants du schéma en pistes, en vias, en zones de cuivre et en autres éléments nécessaires pour réaliser les connexions électriques et l'assemblage des composants sur la carte de circuit imprimé, Figure 3.11 presente un schéma d'un circuit imprimé de PCB.

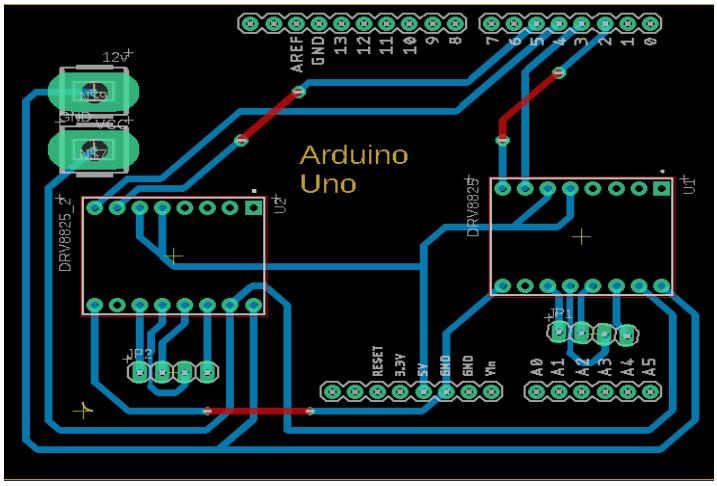


Figure 3. 11 presentation de carte de circuit imprimé

3.3.3 Résultat de la carte pcb shield

La carte shield est une carte qui se fixe sur une autre carte (comme une carte Arduino) pour lui ajouter des fonctionnalités spécifiques, telles que des connexions supplémentaires, des capteurs, des interfaces de communication, etc.

Les cartes shields sont souvent utilisées dans des projets électroniques pour étendre les capacités d'une carte de base et faciliter l'ajout de fonctionnalités supplémentaires sans avoir à concevoir un circuit électronique complet.

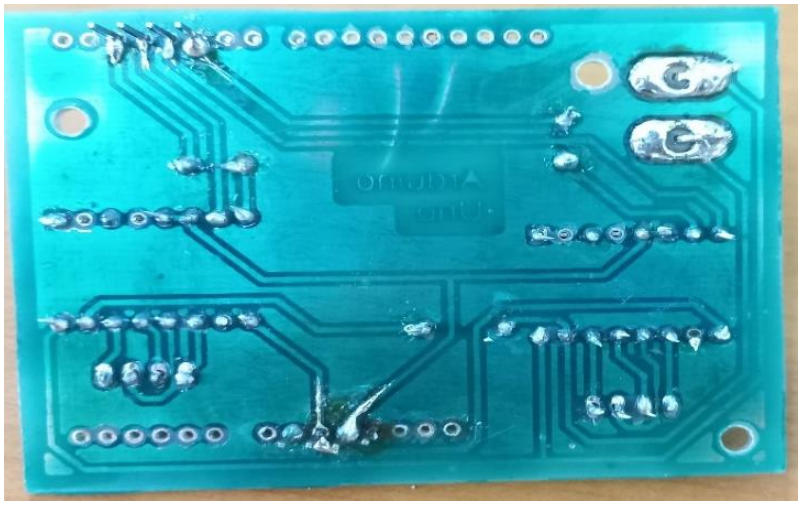


Figure 3. 12 Résulta de carte pcb

3.4 Teste pratique

3.4.1 Résulta de prototype

La figure 3.13 et 3.14 montre un système de machine pliage de fils qui a été complété avec succès, comprenant des drives et des moteurs pas à pas. Et démontrer le bon fonctionnement du système. Il est également contrôlé par computer.

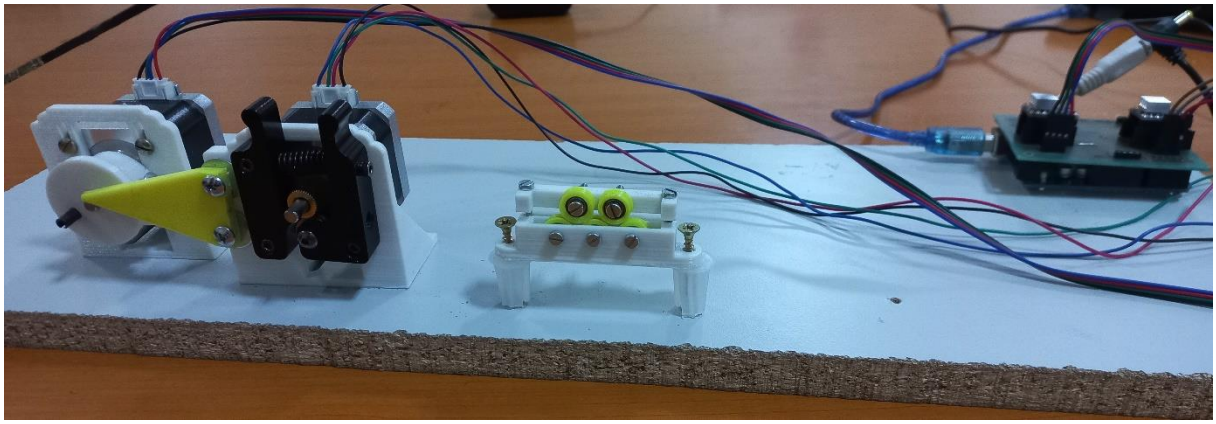


Figure 3. 13 Résulta de prototype vue en face

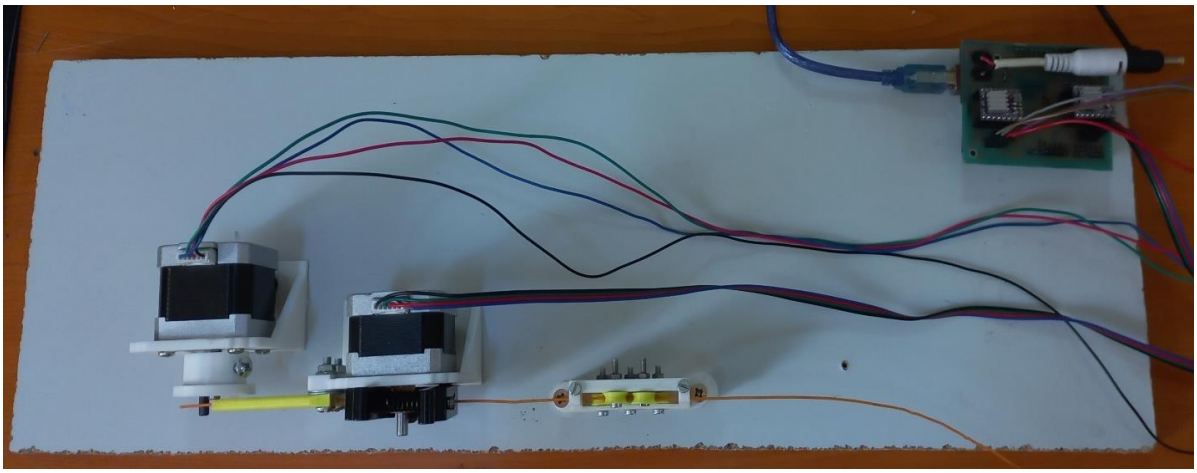


Figure 3. 14 Résulta de prototype vue en haut

3.4.2 commande pour arduino

Après avoir connecté le câble Arduino à un ordinateur, nous ouvrons le programme Arduino et cliquons sur le composant de la série Monitor, Afin de préciser le type de pièce et sa longueur. Figure 3.15 présente afficheur de la série Monitor.

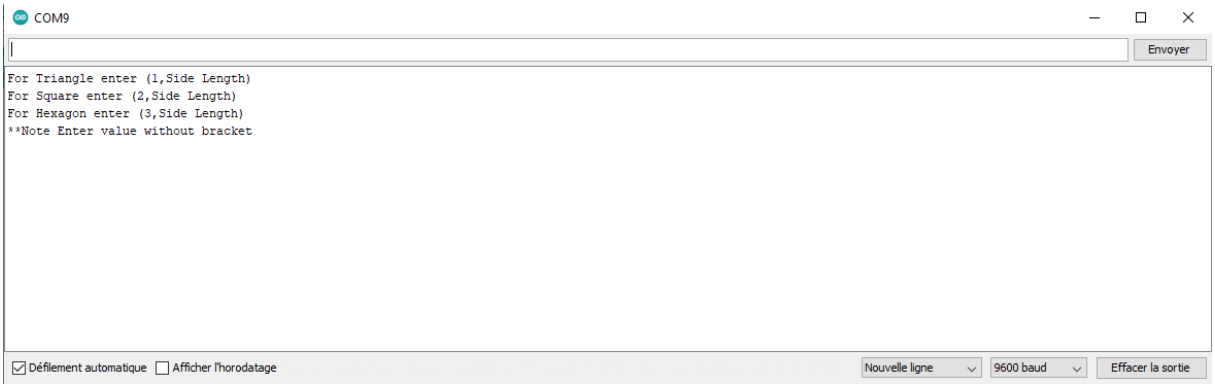


Figure 3. 15 afficheur de la série Monitor

3.4.3 Résulta de produite

Après avoir suivi les étapes nécessaires et chargé l'appareil avec des fils, la machine commence à plier le fil comme vous le souhaitez. Nous avons pris deux exemples comme étude. La figure 3.16 montre deux formulaires obtenus

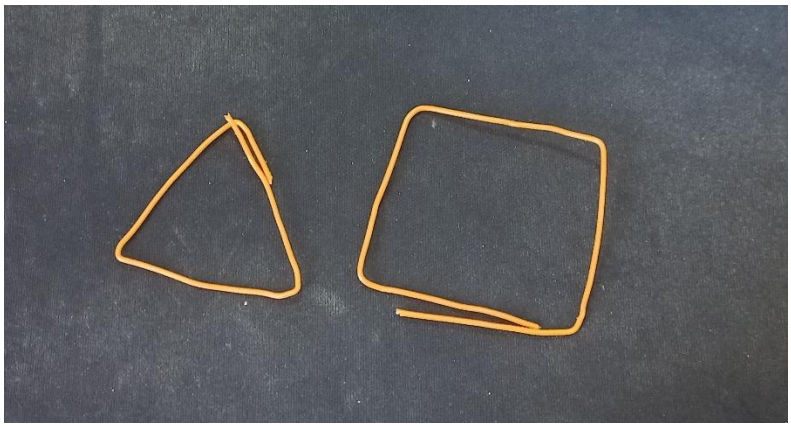


Figure 3. 16 presentation deux formulaires obtenus

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes parties utilisées du projet. Dans un premier temps, nous avons effectué la simulation et la réalisation de chaque pièce séparément. Puis nous avons construit notre machine en assemblant toutes ces pièces.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons mis à profit nos connaissances théoriques et pratiques en construction mécanique, électronique et microprocesseurs. Le prototype réalisé permet de mouler des cadres de différents modèles avec des longueurs et des angles variables et on peut même obtenir des angles dans différentes directions.

Ce travail ne s'est pas fait sans difficulté, nous avons eu beaucoup de problèmes avec la sélection des moteurs et drive adaptés aux tâches pour lesquelles ils ont été choisis

Dans la perspective de notre travail, nous suggérons d'ajouter pluseur moteur afin de fabriquer une machine à cintrer les fils 3D ou de fabriquer une machine à cintrer les fils multi l'axe et d'ajouter une pièce de coupe de forme et également un dessin requis par un ordinateur et extrait par Code G.

Bibliographie

[1] : « Wire Bending Machine-Reputable Manufacuturer-Ellsen Machinery », *Ellsen Bending Machine*. https://ellsenbendingmachine.com/wire-bending-machine/ (consulté le 14 fevrier 2023).

[2] : « Spring Machine, CNC Spring Machinery Manufacturer - Vinston Spring Machinery ». https://www.spring-machine.com/wire-forming-machine.html (consulté le 15 fevrier 2023).

[3] : *Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG*. https://www.faulhaber.com/ (consulté le 4 mars 2023).

[4] : « Le moteur pas à pas et son circuit de commande ». http://sam.electroastro.pagesperso-orange.fr/dossiers/pasapas/moteurpas2.htm (consulté le 4 mars 2023).

[5] : « Principe des moteurs pas à pas ». http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/pasapas.html (consulté le 5 mars 2023).

[6] : « Arduino - Home ». https://www.arduino.cc/ (consulté le 5 mars 2023).

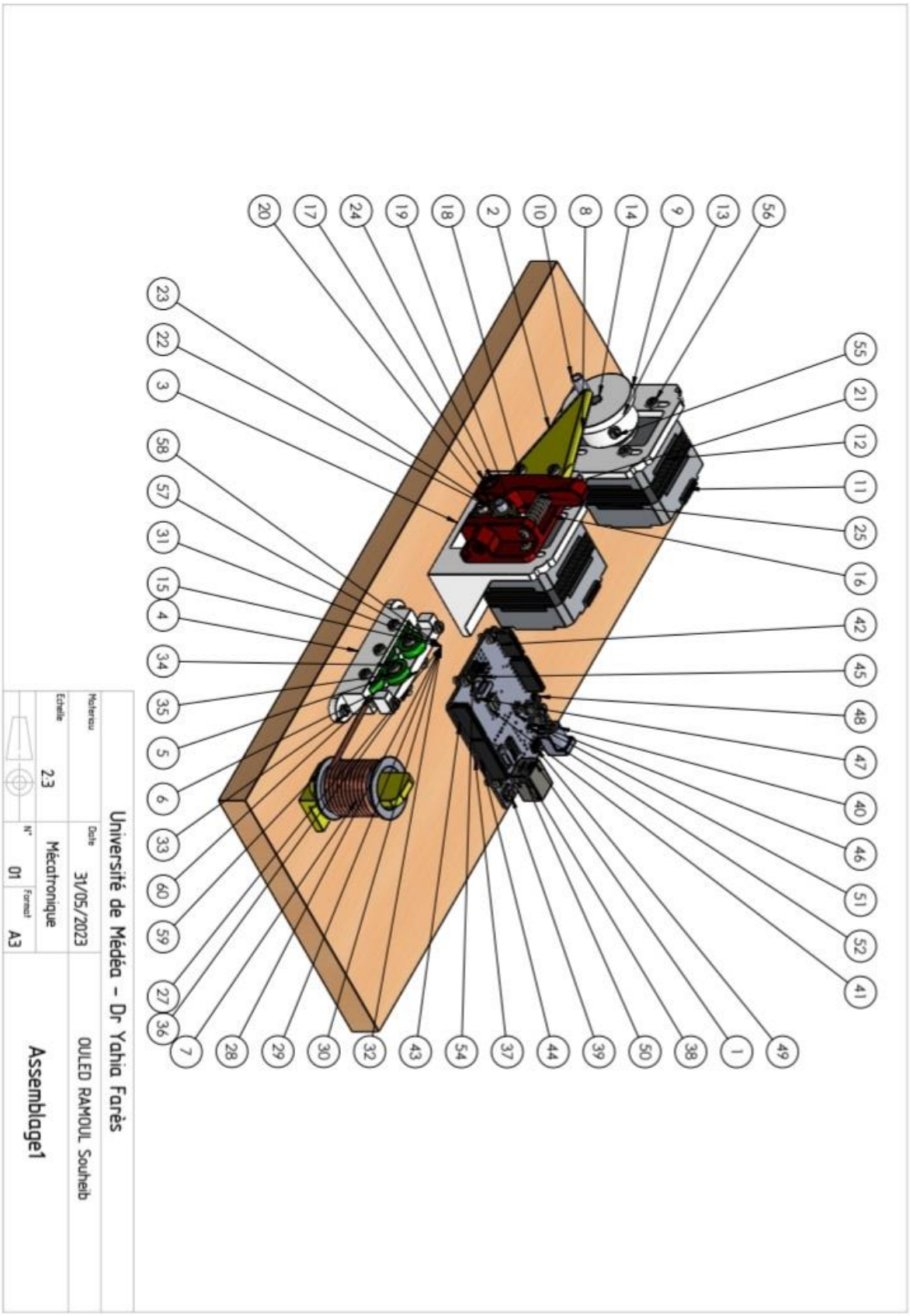
[7] : « Ressources et informations sur la conception des PCB », *Altium*, 24 mars 2020. https://resources.altium.com/fr (consulté le 15 avril 2023).

[8] : Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse - Direction générale de l'enseignement scolaire. https://eduscol.education.fr/ (consulté le 15 avril 2023).

[9] : « myDataLogger - accueil ». http://projet.eu.org/ (consulté le 18 avril 2023).

[10] : « Utilisation du logiciel EAGLE PDF Free Download ». https://docplayer.fr/17232162-Utilisation-du-logiciel-eagle-4-0.html (consulté le 18 avril 2023).

Annexe


Université de Médéa - Dr Yahia Farès
Auteur
OULED RAMOUL Souheib
Date
31/05/2023
Mécatronique
Echelle
2.3
N°
01
Format
A3
Assemblage1

No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	base		1
2	BENDER_STEPPER_MOUNT		1
3	FEEDER_STEPPER_MOUNT		1
4	STRAIGHTNER_BOTTOM		1
5	STRAIGHTNER_ROLLER		5
6	STRAIGHTNER_TOP		1
7	WIRE_HOLDER		1
8	WIRE_NOZZEL		1
9	BENDING_SHAFT		1
10	goupi		1
11	Down		2
12	Middle		2
13	UP		2
14	Shaft		2
15	Pièce3^Assemblage1		1
16	Extrusor - P1 -MK8^MK8 Red Extruder Bowden		1
17	Extrusor - P2 -MK8^MK8 Red Extruder Bowden		1
18	Extrusor - P3 -MK8^MK8 Red Extruder Bowden		1
19	Toothed Filament Feed^MK8 Red Extruder Bowden		1
20	U604zz^MK8 Red Extruder Bowden		1
21	Mola^MK8 Red Extruder Bowden		1
22	B18.22M - Plain washer, 3 mm, narrow		2
23	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 8 Hex SHCS -- 8NHX		1
24	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 16 Hex SHCS -- 16NHX		1
25	B18.3.4M - 3 x 0.5 x 8 SBHCS --N		4
26	B18.3.6M - M3 x 0.5 x 3 Hex Socket Cone Pt. SS --N		2
27	Pièce4^Assemblage1		1
28	Pièce5^Assemblage1		1
29	Pièce6^Assemblage1		1
30	Pièce7^Assemblage1		1
31	Pièce8^Assemblage1		1
32	Pièce9^Assemblage1		1
33	ISO 1207 - M3 x 10 - 10N		5
34	ISO 1207 - M3 x 16 - 16N		4
35	ISO 15 RBB - 102.5 - 8,SI,NC,8_68		5
36	ISO - 4032 - M3 - W - N		2
37	1. Arduino uno PCB.STEP		1
38	2. USB.STEP		1
39	12. Button arduino.STEP		1
40	3. dc jack arduino.STEP		1
41	4. atmega 328p.STEP		1
42	2.0 header female 6.STEP		1
43	2.0 header female 8.STEP		2
44	2.0 header female 10.STEP		1
45	5. header male.STEP		1
46	10. cap arduino.STEP		2
47	8. Arduino part 16MHZ.STEP		2
48	6. diode.STEP		1
49	13. LM1117.STEP		1
50	14. Micro chip part Arduino.STEP		1
51	7.Lm358 arduino.STEP		1
52	11. Transistor.STEP		2
53	9. part.STEP		24
54	15. part 1.STEP		1
55	ISO 1207 - M3 x 5 - 5N		8
56	ISO 1207 - M3 x 6 - 6N		4
57	Pièce40^Assemblage1		1
58	Pièce41^Assemblage1		1
59	Pièce42^Assemblage1		1
60	wire		1

Université de Médéa – Dr Yahia Farès

Materiau	Date	OULED RAMOUL Souheib
Echelle 2:3	Mécatronique	Assemblage1
	N° 01 / Format A3	

Etude economique de la machine pliage 3D

la pièce	Quantité	Prix unitaire(da)
Moteur pas a pas nema 23	2	6500
Moteur pas a pas nema 17	1	3400
Drive m545d	3	11000
Arduino mega	1	6500
La carte pcb shield	1	2000
La forme extérieure de la machine		15000
alimentation	1	3500
Écran Tactile LCD	1	9000
roulement	7	300
	total	87500

Etude economique de la machine pliage 2D

la pièce	Quantité	Prix unitaire(da)
Moteur pas a pas nema 17	2	3500
Drive 8825	2	700
Arduino uno	1	2700
La carte pcb shield	1	800
La forme extérieure de la machine		5000
alimentation	1	600
Extrudeus mk8	1	1500
roulement	5	100
	total	19500