

05 JUIN 2024

RAPPORT DU PROJET TECHNOLOGIQUE

SUJET : ETUDE ET REALISATION D'UNE MACHINE CNC A STYLO

MEMBRES DU GROUPE :

AMOUN JOCELYNE AUDREY KOUACOU

DIOP Saliou

GUISSE Soumana

KOURAOGO Pawendtaore Tharaa

MBIYA TSHILOMBO Dan

TRAORE Latif Armand Dieudonné

DIRIGE PAR :

Professeur Badr-eddine BEN MOSTAFA

PROMOTION 26
ANNEE ACADEMIQUE 2023-2024

I. Introduction et Objectifs	3
a. Introduction	3
b. But du projet	3
II. Liste des Matériels	3
Composants mécaniques :	3
Composants électroniques :	3
Autres :	3
III. Analyse fonctionnelle de la conception d'une machine CNC	5
1. Contexte et Fonctionnalité de la Machine	5
2. Description des Composants	5
3. Flux de Travail	5
4. Objectifs du Projet	5
5. Bénéfices Éducatifs et Techniques	6
6. Possibilités d'Évolution	6
7. Diagramme sagittal	6
8. Diagramme pieuvre	7
IV. Assemblage Mécanique	7
Étape 1.	7
Étape 2.	7
Étape 3.	8
Étape 4.	8
Étape 5.	9
Étape 6.	9
Étape 7.	11
V. Câblage et Configuration Électronique	12
a. Schéma de connexion	12
VI. Programmation et Configuration Logicielle	12
a. Code arduino	12
b. Génération De Code G	13
c. GCTRL	13
VII. Calibration et Tests	14
Premier dessin de test	14
VIII. Conclusion	15
Conclusion Développée	15
Compétences Pratiques et Théoriques	15
Base Solide pour Développements Futurs	15
Conclusion Finale	16

Table des illustrations

Figure 1:Lecteur DVD	7
Figure 2: Moteur pas à pas	8
Figure 3: Connexion de moteur pas à pas	8
Figure 4: Supports pour les axes X et Y.....	9
Figure 5: Assemblage de la structure moteur au support de l'axe x et y.....	9
Figure 6: Création du mécanisme de mouvement vertical pour le stylo	10
Figure 7: Association servomoteur et mécanisme de mouvement vertical pour le stylo.....	11
Figure 8: Assemblage Carte Arduino moteur et contrôleur moteur pas à pas L293D	11
Figure 9: Schéma de branchement	12
Figure 10: Interface inkscape	13
Figure 11: Premier dessin de test	14

I. Introduction et Objectifs

a. Introduction

La machine de traceur CNC (Computer Numerical Control) est essentiellement une machine à commande numérique à 2,5 axes, équipée de deux moteurs pas à pas sur les axes X et Y et d'un servomoteur sur l'axe Z. Un stylo est fixé sur l'axe Y, tandis que l'axe Z est utilisé pour gérer les mouvements verticaux. Comme son nom l'indique, cette machine est conçue pour dessiner ou tracer des dessins précis en suivant des instructions spécifiques.

Pour donner des instructions à la machine, un type particulier de code, appelé G-code, est utilisé. Ce code est généré à partir d'une image grâce à un logiciel spécialisé. Une fois converti en G-code, ce dernier est envoyé au contrôleur, qui commande alors les moteurs sur la manière de se déplacer. En conséquence, la machine reproduit une image sur papier.

b. But du projet

Le but de ce projet est de construire une machine de traceur CNC capable de convertir des dessins numériques en dessins physiques sur papier. Ce projet vise à fournir une compréhension pratique des principes de base de la commande numérique et de l'automatisation. En construisant cette machine, les participants apprendront à interfacier des composants mécaniques et électroniques, à programmer des mouvements à l'aide de G-code, et à transformer des images numériques en instructions machine. Cela peut servir de base pour des projets plus complexes en robotique, en automatisation industrielle, et en fabrication numérique.

II. Liste des Matériels

Composants mécaniques :

- Châssis de la machine (coque du lecteur DVD).
- Vis.
- Ecrou et boulon
- Supports et fixations diverses.

Composants électroniques :

- Moteurs pas à pas pour les axes X et Y.
- Servomoteur pour l'axe Z.
- Drivers pour moteurs pas à pas (BOUCHIER MOTEUR L293D).
- Contrôleur CNC (Carte Arduino UNO).
- Alimentation électrique adaptée 5V 1A.

Autres :

- Stylo et outil de traçage.
- Câblage et connecteurs.
- Ordinateur pour le contrôle et la génération du G-code.
- Logiciel de conversion d'image en G-code (par exemple, Inkscape avec une extension G-code).

Matériels	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Image
Carte Arduino UNO	1	118 Dhs	118 Dhs	
Bouclier de pilote de moteur L293D	1	54 Dhs	54 Dhs	
Graveur de CD-ROM/DVD	2			
Servomoteur	1			
Fils	2	7 Dhs	14 Dhs	
Accessoires			315 Dhs	
Budget Estimatif			± 500 Dhs	

III. Analyse fonctionnelle de la conception d'une machine CNC

1. Contexte et Fonctionnalité de la Machine

La machine de traceur CNC (Computer Numerical Control) est une machine à commande numérique qui fonctionne principalement sur 2,5 axes, c'est-à-dire les axes X, Y, et un axe Z partiellement utilisé pour les mouvements verticaux. Cette configuration permet de dessiner des images précises sur papier en suivant des instructions spécifiques.

2. Description des Composants

- **Moteurs Pas à Pas :**

Axes X et Y : Les mouvements horizontaux (X) et verticaux (Y) sont gérés par des moteurs pas à pas, qui permettent un contrôle précis du positionnement grâce à leur capacité de diviser un tour complet en un grand nombre de pas.

- **Servomoteur :**

Axe Z : Utilisé pour gérer les mouvements verticaux du stylo, permettant de lever et de baisser le stylo sur le papier.

Stylo Fixé sur l'Axe Y : Le stylo est l'outil de dessin, fixé de manière à pouvoir se déplacer en suivant les commandes des moteurs.

3. Flux de Travail

a. Entrée de l'Image :

Une image numérique est importée dans un logiciel spécialisé capable de convertir cette image en G-code.

b. Conversion en G-code :

Le logiciel génère un G-code à partir de l'image. Le G-code est un langage de programmation qui contient les instructions pour les mouvements de la machine CNC.

c. Transmission des Instructions :

Le G-code est envoyé au contrôleur de la machine, qui interprète les instructions et les traduit en mouvements précis des moteurs pas à pas et du servomoteur.

d. Exécution des Mouvements :

Les moteurs pas à pas déplacent le stylo le long des axes X et Y, tandis que le servomoteur contrôle les mouvements verticaux de l'axe Z pour lever et abaisser le stylo.

e. Production du Dessin :

En suivant les instructions du G-code, la machine reproduit l'image numérique sur papier avec une grande précision.

4. Objectifs du Projet

- **Compréhension Pratique :**

Apprendre les principes de base de la commande numérique et de l'automatisation.

- **Interfaçage Mécanique et Électronique :**

Intégration et programmation des moteurs et du servomoteur.

- **Programmation et Conversion d'Images :**

Programmation des mouvements de la machine en G-code et transformation d'images numériques en instructions machine.

- **Applications Futures :**

Servir de base pour des projets plus complexes dans les domaines de la robotique, de l'automatisation industrielle et de la fabrication numérique.

5. Bénéfices Éducatifs et Techniques

- **Développement de Compétences Techniques :**

Connaissance de l'interfaçage des composants mécaniques et électroniques.

Compétence en programmation de mouvements à l'aide de G-code.

- **Application Pratique :**

Compréhension de la conversion des dessins numériques en dessins physiques.

6. Possibilités d'Évolution

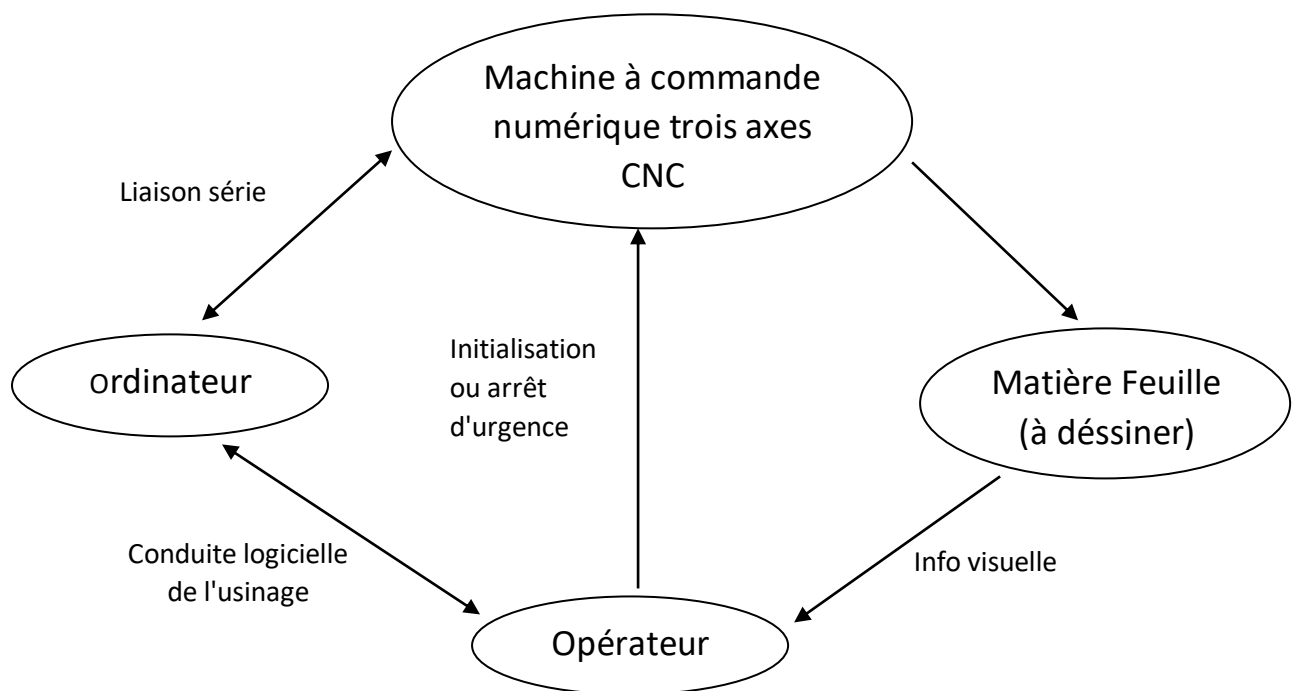
- **Complexification du Système :**

Ajout de fonctionnalités avancées comme le changement automatique d'outils ou l'augmentation de la précision.

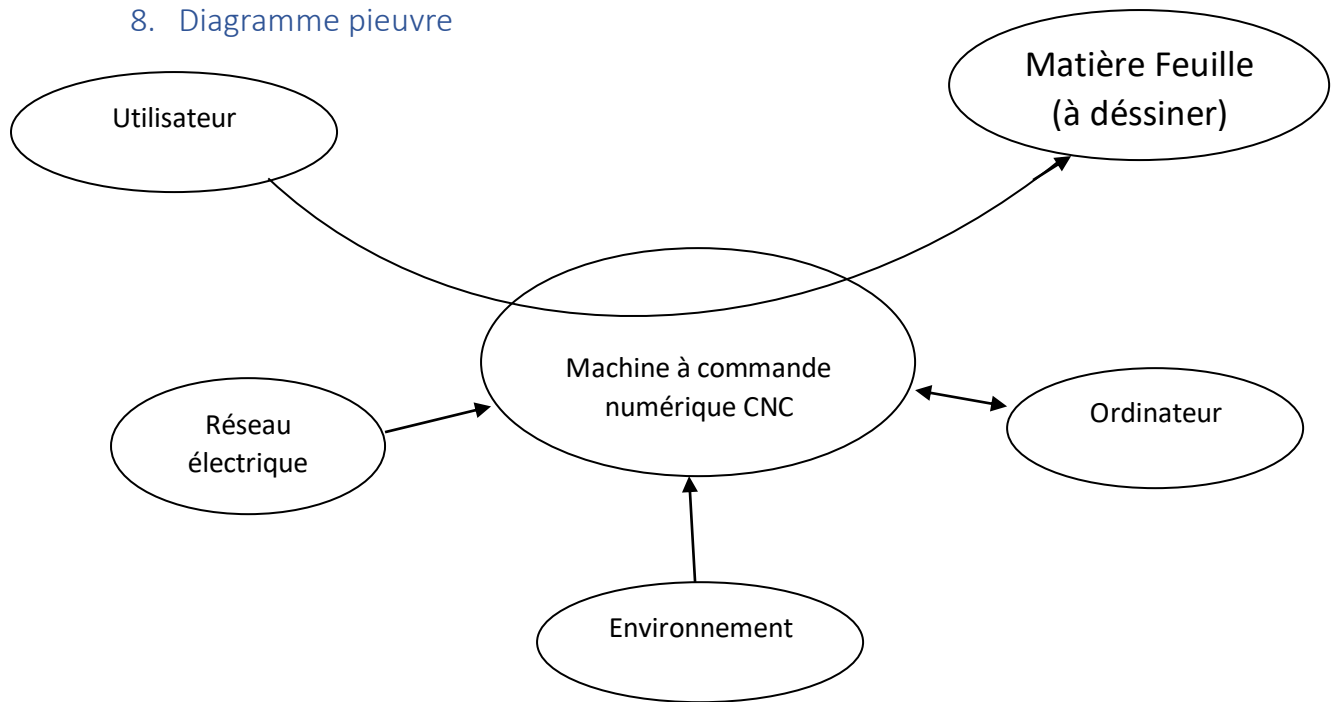
- **Application à d'autres Domaines :**

Utilisation des compétences acquises pour des applications en robotique avancée, automatisation industrielle et projets de fabrication numérique plus complexes.

7. Diagramme sagittal



8. Diagramme pieuvre



IV. Assemblage Mécanique

Étape 1.

Pour fabriquer une mini machine de traceur CNC basée sur Arduino, nous aurons besoin de deux lecteurs de DVD de récupération. Nous utiliserons les moteurs pas à pas ainsi que les mécanismes coulissants de ces lecteurs. Notez cependant que tous les lecteurs de DVD ne contiennent pas de moteurs pas à pas. Pour vérifier si le moteur est un moteur pas à pas, comptez le nombre de fils : s'il en a quatre, c'est un moteur pas à pas.



Figure 1:Lecteur DVD

Étape 2.

Nous commençons par dévisser rapidement le boîtier du lecteur DVD à l'aide d'un tournevis. Ensuite, en appliquant une certaine force, je retire le mécanisme du moteur pas à pas du boîtier du lecteur

DVD. En procédant de cette manière, j'obtiens deux mécanismes de moteurs pas à pas et deux boîtiers vides de lecteurs DVD.



Figure 2: Moteur pas à pas

Étape 3.

Après avoir retiré le mécanisme du moteur pas à pas, nous préparons le fil Du Pont de 40 cm pour chaque connexion de moteur pas à pas. Ensuite, nous dénudons soigneusement les extrémités des fils, en prenant soin de ne pas endommager les brins de cuivre. Enfin, nous soudons ces fils aux bornes exposées du moteur pas à pas pour assurer une connexion solide et fiable.

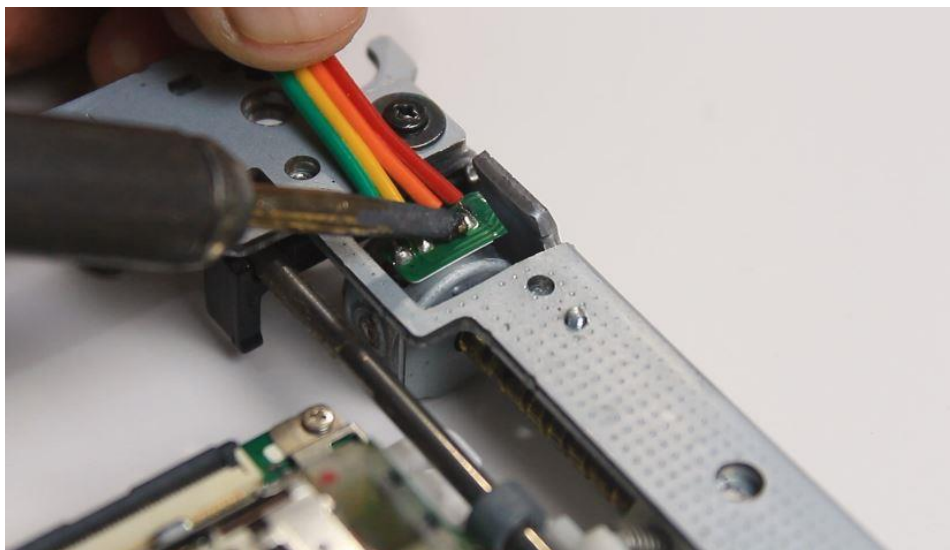


Figure 3: Connexion de moteur pas à pas

Étape 4.

Ensuite, nous utilisons deux petits profilés en L en aluminium de 20 x 20 mm pour servir de supports pour les axes X et Y. Ces profilés fourniront une structure stable et durable pour le mouvement des moteurs pas à pas, assurant ainsi la précision et la fiabilité de la machine de traceur CNC.



Figure 4: Supports pour les axes X et Y

Étape 5.

Après avoir percé les trous appropriés dans le boîtier du lecteur DVD, nous fixons quatre boulons à écrou M4 x 60 aux quatre coins du mécanisme du moteur pas à pas. Ensuite, nous positionnons le mécanisme du moteur pas à pas dans le boîtier et fixons solidement les quatre boulons à l'aide d'écrous M4. Cela assure que le moteur pas à pas est bien fixé et prêt pour les opérations de traçage.

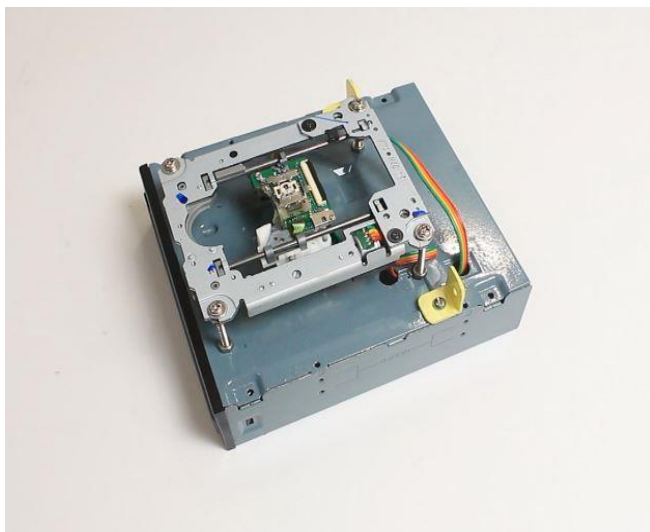


Figure 5: Assemblage de la structure moteur au support de l'axe x et y

Étape 6.

La création du mécanisme de mouvement vertical pour le stylo est une étape cruciale dans la fabrication d'une mini machine de traceur CNC Arduino. Pour commencer, nous prenons une boussole et retirons soigneusement la partie porte-stylo. Ensuite, nous utilisons un simple stylo avec un mécanisme d'ouverture et de fermeture par le haut et le bas. Nous retirons la recharge du stylo et en coupons une partie d'environ 2 cm du haut. À cette étape, nous plaçons un ressort sur le haut de la recharge, récupéré d'un autre stylo à gâchette.

Ensuite, nous utilisons un fil solide que nous attachons au centre de la recharge, puis nous le fixons en place avec de la super colle. Pour permettre le mouvement du fil, nous faisons un petit trou juste au-dessus du centre du corps du stylo. Après cela, nous insérons soigneusement la recharge à l'intérieur du stylo et faisons passer le fil à l'extérieur du trou. Ce mécanisme permet de contrôler le mouvement vertical du stylo : en tirant sur le fil, la recharge du stylo est poussée vers le haut, et en relâchant, la recharge descend grâce au ressort.

Le ressort fixé en haut de la recharge garantit que la pointe du stylo maintient une bonne friction avec le papier, assurant ainsi des tracés précis. Enfin, nous plaçons le stylo dans le porte-stylo de la boussole et le fixons solidement à l'aide de super colle sur l'axe X de la machine. Ce mécanisme de mouvement vertical est essentiel pour permettre à la machine de traceur CNC de dessiner avec précision sur le papier.

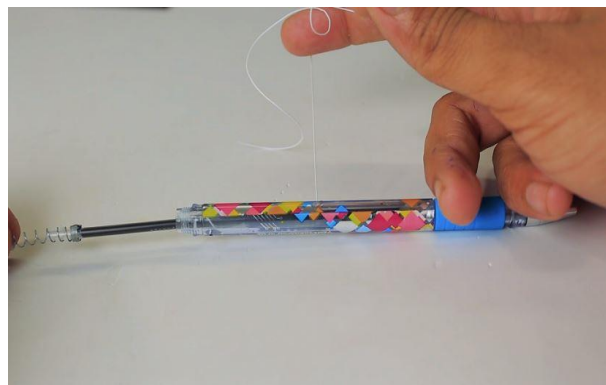
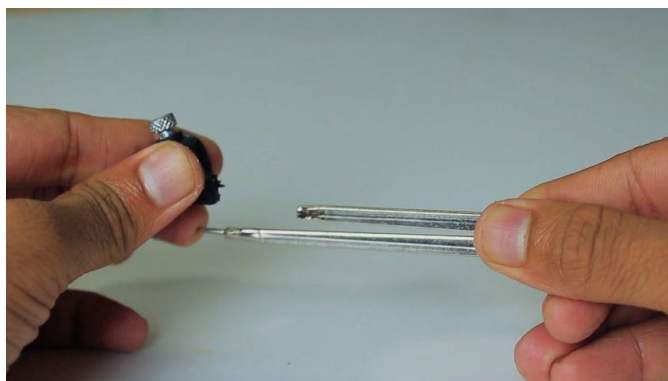
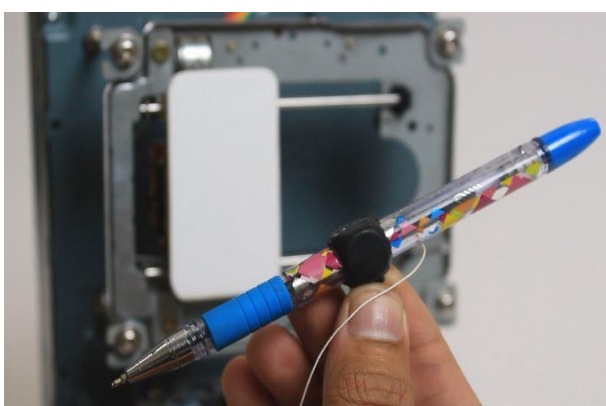
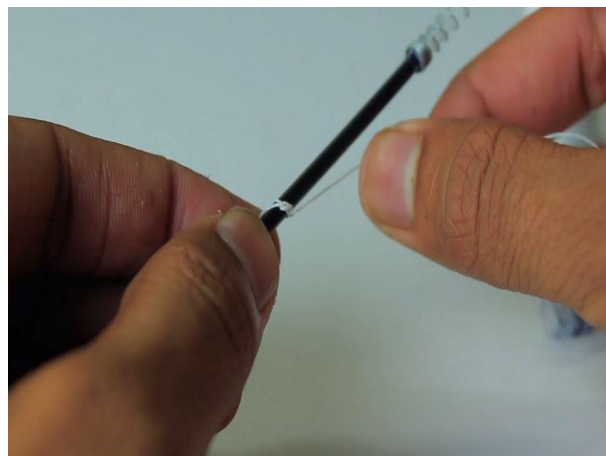
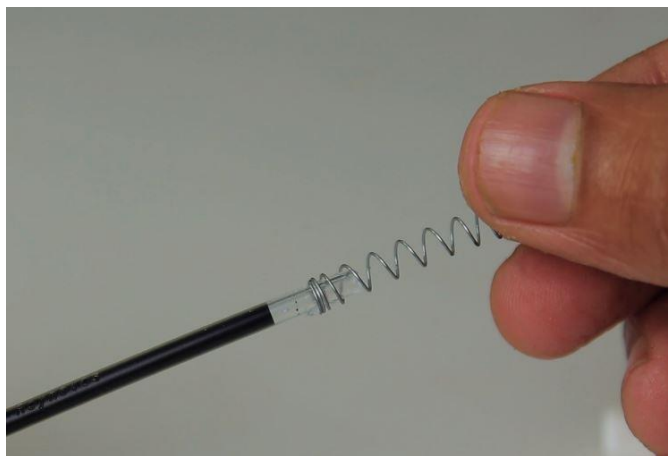


Figure 6: Création du mécanisme de mouvement vertical pour le stylo



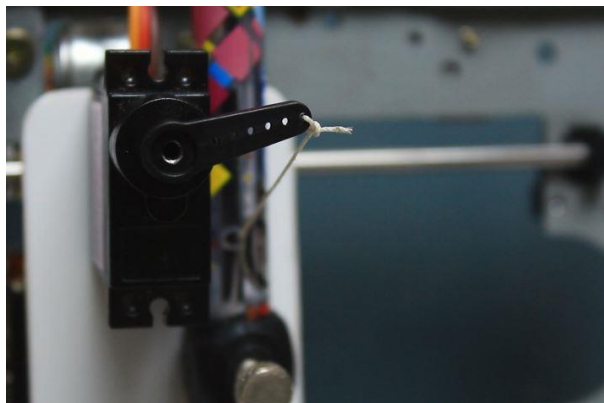


Figure 7: Association servomoteur et mécanisme de mouvement vertical pour le stylo

Nous attachons un mini servo sur l'axe X et nous attachons le fil avec le bouton du mini servomoteur.

Étape7.

Nous perçons quatre trous à l'arrière de la machine et fixons quatre entretoises de 15 mm pour installer l'Arduino UNO. Le blindage moteur L293D est ensuite monté sur l'Arduino UNO. Ainsi, l'assemblage de la machine traceur CNC Arduino est achevé. Passons maintenant au câblage.

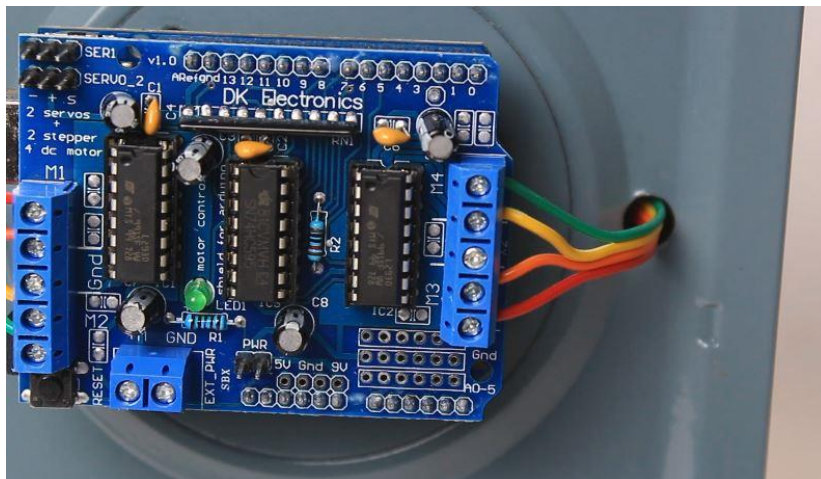


Figure 8: Assemblage Carte Arduino moteur et contrôleur moteur pas à pas L293D

V. Câblage et Configuration Électronique

a. Schéma de connexion

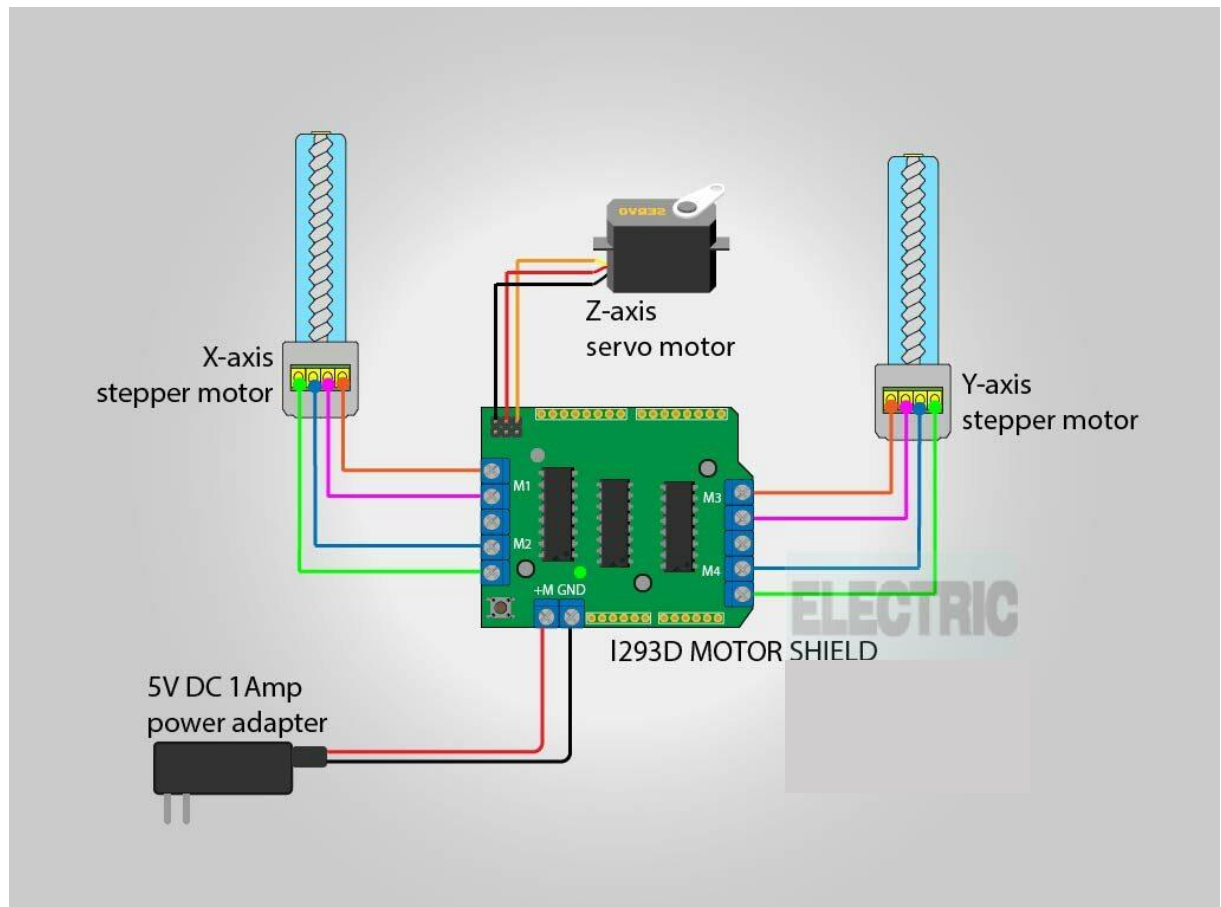


Figure 9: Schéma de branchement

Nous avons choisi d'utiliser l'Arduino UNO comme cerveau de notre machine CNC, sachant que les moteurs pas à pas sont couramment employés dans ce type de machines. Étant donné la difficulté de contrôler les moteurs pas à pas, nous utilisons un bouclier moteur L293D pour les gérer. De plus, un servomoteur est utilisé pour déplacer le stylo vers le haut.

VI. Programmation et Configuration Logicielle

a. Code arduino

Tout d'abord, nous devons installer la bibliothèque AFMotor dans l'IDE Arduino.

Ici, nous expliquons une partie importante du code qui est utile. Voici les valeurs de montée et de descente du servo. Augmentez ou diminuez si nécessaire. Si le servo fonctionne dans la direction opposée, changez la valeur des valeurs penZUp et penZDown.

```
1. // Position du servo pour le haut et le bas
2. const int penZUp = 120 ;
3. const int penZDown = 50 ;
```

Voici la valeur permettant de modifier la vitesse du traceur CNC. Nous pouvons modifier la valeur de StepDelay de 0 à 2,

0 pour la vitesse maximale et 2 pour la vitesse minimale, idéalement, maintenez-la à 1.

```
1. float StepInc = 1 ;
2. int StepDelay = 1 ;
3. int LineDelay = 0 ;
4. int penDelay = 50 ;
```

Nous pouvons nous retrouver avec une zone de traçage plus grande, nous pouvez modifier les valeurs Xmax et Ymax à partir de la configuration suivante.

```
1. flottant Xmin = 0 ;
2. flotteur Xmax = 40 ;
3. flotteur Ymin = 0 ;
4. flotteur Ymax = 40 ;
5. flotteur Zmin = 0 ;
6. flotteur Zmax = 1 ;
```

b. Génération De Code G

Pour réaliser des dessins avec une machine traceuse CNC, le G-code est indispensable, étant le langage utilisé par ces machines. Dans notre projet, nous exploitons le logiciel Inkscape ainsi que la bibliothèque de codes **G Makerboat** pour générer le G-code correspondant à l'image que nous voulons dessiner.

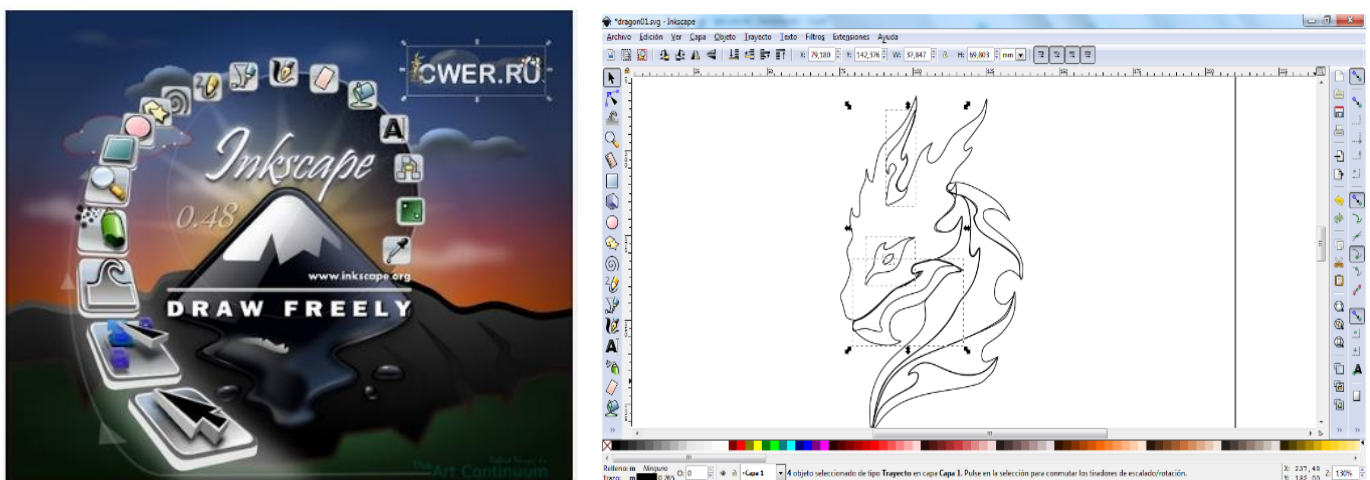
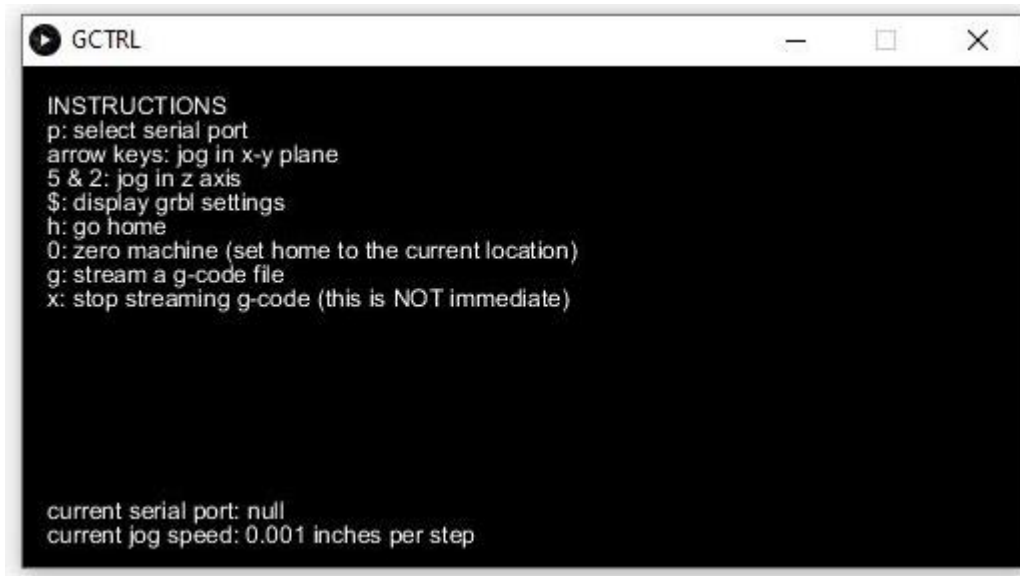


Figure 10: Interface inkscape

c. GCTRL

À présent, notre machine est prête à dessiner dès qu'elle reçoit une commande. Nous avons déjà généré un G-code, mais comment le transmettre à la machine ? Pour cette tâche, nous utilisons GCTRL, une interface graphique d'envoi de code G pour le traitement. Nous envoyons le code G à la machine en utilisant le traitement et GCTRL. Pour commencer, il suffit d'ouvrir le fichier **GCTRL.pde** en double-cliquant dessus. Ensuite, cliquez sur le bouton de lecture situé dans le coin supérieur droit de la fenêtre de traitement, et une fenêtre de ce type apparaîtra.



Toutes les instructions pour utiliser cette interface graphique sont clairement indiquées. En appuyant sur la touche "p", vous pouvez choisir le port COM dans la liste déroulante. Une fois le port sélectionné, vous pouvez déplacer les axes X et Y en utilisant les touches fléchées. Utilisez les touches numériques "5" et "2" pour contrôler le mouvement du stylo de haut en bas. Pour envoyer le G-code à Arduino, appuyez sur la touche "g" et sélectionnez le fichier G-code dans la fenêtre de navigation. Dès que vous avez sélectionné le fichier et appuyé sur Entrée, la machine se met en marche pour commencer le traçage du dessin.

VII. Calibration et Tests

Premier dessin de test

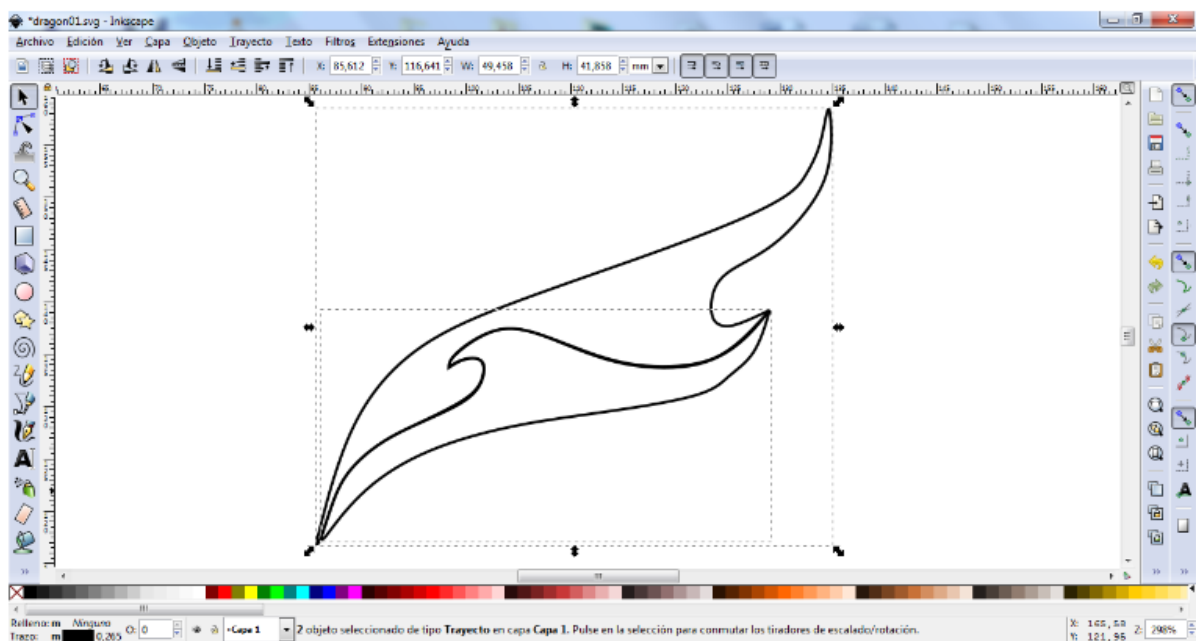


Figure 11: Premier dessin de test

VIII. Conclusion

Conclusion Développée

La machine de traceur CNC (Computer Numerical Control) représente un projet éducatif exemplaire, intégrant de manière cohérente les principes fondamentaux de la commande numérique et de l'automatisation. En nous engageant dans la construction de cette machine, nous avons bénéficié d'une expérience d'apprentissage immersive qui couvre un large éventail de compétences techniques et théoriques essentielles pour le domaine de l'ingénierie moderne.

Compétences Pratiques et Théoriques

Interfaçage de Composants :

Mécaniques : nous avons appris à intégrer les composants mécaniques tels que les moteurs pas à pas et les servomoteurs. La maîtrise de ces éléments était cruciale pour assurer la précision et la fiabilité des mouvements de la machine.

Électroniques : La connexion des moteurs à un contrôleur, ainsi que l'implémentation de capteurs pour détecter les positions limites, sont des compétences essentielles développées dans ce projet. Nous avons acquis une compréhension approfondie de l'électronique appliquée à la commande de systèmes mécaniques.

Programmation en G-code :

- Le G-code est un langage de programmation standard pour les machines CNC. En apprenant à écrire et à interpréter le G-code, nous développons des compétences en programmation qui sont directement applicables à une multitude de machines industrielles et de fabrication.
- La capacité de convertir des dessins numériques en instructions G-code permet de comprendre comment les images sont traduites en commandes de mouvement précises, une compétence vitale dans la fabrication numérique.

Transformation d'Images Numériques en Dessins Physiques :

- Ce projet enseigne comment utiliser des logiciels spécialisés pour convertir des images en G-code, un processus qui implique une compréhension des algorithmes de traitement d'image et de génération de trajectoire.
- En reproduisant des dessins numériques sur papier, nous voyons directement le résultat de nos instructions programmées, renforçant ainsi notre compréhension de la relation entre le code et les actions mécaniques.

Base Solide pour Développements Futurs

- La construction d'une machine de traceur CNC offre une fondation solide pour des développements technologiques ultérieurs. Les compétences acquises peuvent être étendues et appliquées à divers domaines, notamment :

Robotique :

- La compréhension des systèmes de commande numérique et de l'interfaçage des composants est directement applicable à la conception et à la programmation de robots plus complexes.

- Les compétences en G-code peuvent être adaptées pour programmer des robots industriels et de service, améliorant ainsi l'efficacité et la précision des tâches automatisées.

Automatisation Industrielle :

- Les concepts appris dans ce projet sont pertinents pour l'automatisation des lignes de production, où les machines doivent exécuter des tâches précises et répétitives.

- La capacité de convertir des instructions numériques en actions physiques est cruciale pour le développement de systèmes automatisés sophistiqués dans les usines intelligentes.

Fabrication Numérique :

- La maîtrise des logiciels de conversion d'images et de génération de G-code est essentielle pour innover dans la fabrication de prototypes et de pièces sur mesure.

Conclusion Finale

En résumé, le projet de construction d'une machine de traceur CNC est bien plus qu'un simple exercice académique. Il nous a offert une plateforme pratique et théorique qui nous a permis d'acquérir des compétences cruciales en commande numérique et en automatisation. En développant une compréhension approfondie de ces technologies, nous sommes bien préparés pour aborder des défis plus complexes dans divers secteurs technologiques, posant ainsi les bases d'une carrière réussie dans l'ingénierie, la robotique, et l'automatisation industrielle.