

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas- Sétif 1

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : Optique et mécanique de précision

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Spécialité : Optique et Photonique Appliqué

Mémoire de Master

ÉTUDE ET SIMULATION D'UNE MACHINE LASER

Étudié par : KHELOUF Ilhem

Dirigé Par : Dr.BELLOUI Bouzid

Devant le jury

Président : Dr.HAMADOU Abd El
Wahabe

Examineur : Pr.BAKHOUCHE
Belkacem

Soutenue le : 04/07/2023

Résumé :

Les machines laser jouent un rôle crucial dans l'industrie moderne en raison de leur capacité à effectuer des coupes et des gravures avec précision et une qualité élevée.

Dans cette étude, nous présentons la machine laser CNC que nous avons conçue et fabriquée afin de vérifier son bon fonctionnement et d'obtenir les résultats souhaités. Nous avons mené une étude théorique qui présente les concepts fondamentaux de la machine, ainsi qu'une étude expérimentale qui détaille sa conception mécanique, électronique, sa programmation et sa simulation à l'aide du G-code et de programmes spécialisés tels que Arduino, processing et simulIDE.

Mots clés : Machine laser CNC, G-code, Arduino, Processing

Abstract:

Laser machines play a crucial role in modern industry, as they are widely used in production for their ability of cutting, welding, and engraving with high precision and high quality.

In this study, we present the CNC laser machine that we designed and implemented, aiming to verify its functionality and achieve the desired results.

We conducted a theoretical study that introduces the fundamental concepts of the machine, as well as an experimental study that illustrates its mechanical and electronic design, programming, and simulation using G-code and specialized programs such as Arduino, Processing, and SimulIDE.

Keywords : CNC laser machine, G-code, Arduino, Processing

ملخص:

تلعب آلات الليزر دورًا حاسمًا في الصناعة الحديثة، حيث يتم استخدامها على نطاق واسع في الإنتاج، وذلك بفضل قدرتها على القطع واللحام والنقش بدقة كبيرة وجودة عالية.

في هذه الدراسة، نقدم آلة الليزر CNC التي صممناها ونفذناها، بهدف التحقق من وظائفها وتحقيق النتائج المرجوة. أجرينا دراسة نظرية تقدم المفاهيم الأساسية للآلة، ثم أضفنا دراسة تجريبية توضح التصميم الميكانيكي والإلكتروني للآلة، وبرمجتها، ومحاكاتها باستخدام رمز G- وبرامج متخصصة مثل أودينو وبروسيسينج وسيموليد.

الكلمات الرئيسية: آلة الليزر CNC ، رمز G- ، أودينو ، بروسيسينج.

Tableau des matières :

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	ix
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES MACHINES LASER CNC	1
1.1 Introduction	1
1.2 Définition de laser.....	1
1.3 Principe de fonctionnement d'un laser	2
1.3.1 Interaction rayonnement-matière	2
1.4 Historique de la machine laser	3
1.5 Définition de la machine laser CNC.....	4
1.6 Définition de la commande numérique.....	4
1.7 Principe de fonctionnement de la machine laser	5
1.8 Les différents types de laser dans les machines CNC.....	6
1.9 Les caractéristiques de la machine laser	7
1.10 Les différents types de machines laser CNC	8
1.11 Domaine d'utilisation	9
1.12 Avantages et inconvénients	10
1.13 Conclusion	10
CHAPITRE II : CONCEPTION D'UNE MACHINE CNC	11
2.1 Introduction	11
2.2 La structure d'une machine CNC	11
2.2.1 le système électronique.....	11
2.2.2 le système mécanique	11
2.2.3 le système de programmation.....	12
2.3 Les composants de base d'une machine laser	12
2.4 Matériels de fabrication	13
2.4.1 la carte Arduino Uno	14
2.4.1.1 Les caractéristiques d'une carte Arduino UNO	14
2.4.2 Driver L293D	16
2.4.2.1 Les caractéristiques principales du driver L293D.....	16
2.4.3 Le moteur pas à pas.....	17
2.4.3.1 Les caractéristiques du moteur pas à pas.....	18
2.4.4 Diode laser.....	19
2.4.4.1 Les caractéristiques d'une diode laser.....	19
2.5 La conception d'une machine laser.....	21
2.5.1 SolidWorks	21
2.5.2 EasyEDA	21
2.5.3 La simulation	22
2.6 La programmation.....	22
2.6.1 Logiciel Arduino	22
2.6.1.1 Langage de programmation	24
2.6.1.2 Exemple de programme sur Arduino	25
2.6.1.3 La structure d'un programme.....	26
2.6.2 Processing.....	26
2.6.2.1 Langage de programmation	26
2.6.2.2 Exemple de programme sur processing.....	28

2.6.2.3 La structure d'un programme processing	28
2.6.3 Définition de l'Inkscape	29
2.6.4 Définition de NCViewer	30
2.6.5 G-code.....	30
2.7 Conclusion.....	30
CHAPITRE III : SIMULATION ET RÉALISATION D'UNE	
MACHINE LASER CNC	31
3.1 Introduction	31
3.2 Les éléments de réalisation de notre machine laser CNC	31
3.3 La conception mécanique avec SolidWorks	31
3.3.1 Partie pièces	32
3.3.2 Partie de l'assemblage.....	35
3.4 La conception électronique avec EasyEDA.....	36
3.4.1 Réalisation avec Arduino Nano et Driver A4988	36
3.4.2 Réalisation avec Arduino UNO et Driver L293D.....	39
3.5 Programmation de notre machine laser	41
3.5.1 Programmation Arduino.....	41
3.5.2 Programmation Processing.....	43
3.5.3 Conception et génération de G-code à l'aide du logiciel Inkscape	44
3.6 Simulation de notre machine laser.....	47
3.7 Le montage final	50
3.8 Conclusion.....	53
CONCLUSION GENERALE.....	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	55

Liste des figures :

Figure 1.1: Schéma simplifié d'un laser typique [2].	1
Figure 1.2: Illustration des processus pour le fonctionnement du laser.	2
Figure 1.3: Machine laser de découpe et de gravure [4].	4
Figure 1.4: Décomposition d'une machine numérique [6].	5
Figure 1.5: Laser CO2 [7].	6
Figure 1.6: Laser à fibre [8].	6
Figure 1.7: Laser Nd:YAG [9].	7
Figure 2.1: Structure mécanique d'une machine CNC [15].	12
Figure 2.2: Brochage d'une carte Arduino UNO [20].	14
Figure 2.3: Image illustrant la carte Arduino Uno avec ces différents blocs [22].	15
Figure 2.4: Brochage d'un driver L293D [23].	16
Figure 2.5: Image illustrant le driver L293D avec ces différents blocs [25].	17
Figure 2.6: Moteur pas à pas [27].	18
Figure 2.7: Moteur bipolaire [26].	18
Figure 2.8: Les composants d'une diode laser [29].	19
Figure 2.9: Courbe caractéristique d'une diode laser [31].	20
Figure 2.10: Différentes parties d'une interface Arduino [6].	23
Figure 2.11: Fonctions des icônes de la barre des boutons de l'IDE [6].	24
Figure 2.12: Exemple de programme sur Arduino (Servo moteur).	25
Figure 2.13: Structure d'un programme Arduino.	26
Figure 2.14: Exemple de programme sur Arduino.	28
Figure 2.15: Structure d'un programme processing.	29
Figure 2.16: L'interface de l'inkscape.	29
Figure 3.1: Forme finale de la machine laser avec Solide Works.	36
Figure 3.2: Alimentation pour une diode laser.	37
Figure 3.3: Diagramme circuit d'une diode laser.	37
Figure 3.4: Le PCB de diode laser.	37
Figure 3.5: Le PCB de diode laser après la réalisation.	38
Figure 3.6: Schéma de circuit électronique 1.	38
Figure 3.7: Réalisation avec Arduino Nano + 2 Driver A4988.	39
Figure 3.8: Schéma de circuit électronique 2.	40
Figure 3.9: Réalisation avec les deuxièmes composants.	40
Figure 3.10: Le code Arduino.	41
Figure 3.11: Le code Arduino pour programmer la machine laser.	42
Figure 3.12: Le code processing.	44
Figure 3.13: Le fichier G-code.	46
Figure 3.14: La simulation avec NCViewer.	47
Figure 3.15: La simulation avec SimulIDE.	48

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les domaines de l'optique et de la photonique appliquée ont connu un développement rapide grâce à la technologie laser. Le laser est devenu un outil essentiel dans de nombreux domaines grâce à sa capacité à générer des faisceaux lumineux intenses, cohérents et à haute énergie.

Les machines laser se distinguent par leur capacité à convertir l'énergie électrique en faisceaux lumineux cohérents, appelés lasers. Ces dispositifs sont devenus essentiels dans de nombreux domaines tels que l'industrie, la médecine, les communications et la recherche scientifique.

Malgré les progrès des lasers, une lacune persiste dans la compréhension des performances et de l'analyse des machines laser à haute puissance. Une étude détaillée est nécessaire sur les principes de génération laser, les matériaux utilisés, ainsi que la conception et l'amélioration des machines laser.

La problématique de cette étude est d'améliorer les performances des machines laser en termes de puissance et d'applications diverses. Une approche multidisciplinaire intégrant l'optique, la physique des lasers, les matériaux et l'ingénierie est nécessaire pour résoudre les défis techniques et exploiter pleinement leur potentiel.

Dans cette étude, nous analyserons les principes de génération laser, les matériaux et les techniques de conception des machines laser à haute puissance. Nous étudierons les performances, les améliorations possibles et les applications industrielles, médicales, de communication et de recherche scientifique.

L'objectif est de combler la lacune de connaissances, maximiser les performances et ouvrir la voie aux avancées technologiques et applications innovantes.

Sur la base du contexte et de la problématique mentionnés, plusieurs hypothèses possibles peuvent être formulées pour cette étude. Certaines hypothèses possibles peuvent inclure :

Amélioration des performances par des techniques de conception avancées et une analyse de données optimisée, extension des applications dans divers domaines grâce à des améliorations de performance et des techniques de conception innovantes, et progrès en efficacité, stabilité et coût grâce aux technologies modernes et à l'innovation dans la conception des machines laser.

Pour atteindre les objectifs de cette étude, la méthodologie suivante sera adoptée :
Revue de la littérature, conception et simulation de machines laser, expériences pratiques et analyse de données pour évaluer les performances des machines laser améliorées.