

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CENTRO PAULA
SOUZA
ETEC – TRAJANO CAMARGO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA

**CNC LASER CASEIRA VIA ARDUINO COM COMPONENTES DE BAIXO
CUSTO**

PROFESSOR ORIENTADOR: CARLOS ALBERTO SEPELONI BARROS

Integrantes

RAFAEL PEDREIRA GUIMARÃES

LIMEIRA / 2021

CNC LASER CASEIRA VIA ARDUINO COM COMPONENTES DE BAIXO CUSTO

Resumo

Um protótipo criado de uma máquina com o intuito de automatizar a criação de desenhos e gráficos (via gravação), onde faz a gravação em MDF ou afins com uma grande gama de finalidade como também gravar em condições iguais ao MDF (exemplo: EVA) e desenhar por meio de um CNC automatizada caseira confeccionada com sucata de computador e itens Arduino (open source), ao utilizar o maior número de materiais e equipamentos caseiros encontrados em casa ou até mesmo sucatas, a fim de torna-lo baixo custo e de fácil construção e utilização. Desenvolvendo um código de programação básico na linguagem C (no Arduino), para o teste dos motores a ser usado na máquina feito a partir da programação em códigos no Arduino UNO e suas bibliotecas disponíveis, e utilização do software Universal Gcode Sender como IHM (Interface Homem Máquina) para o controle da máquina, acesso a programação FANUC (no Gcode Sender) e para acesso ao desenho técnico feito em outro programa computacional denominado InksCape.

Palavra-chave: Automação, Arduino, laser e CNC.

Lista de Figuras

Figura 1: Cronograma de etapas de criação do projeto.....	11
Figura 2: Materiais e custos.....	12
Figura 3: Driver DVD-RW	12
Figura 4: Estrutura utilizada do driver.....	13
Figura 5: Motor de passo.....	13
Figura 6: Peças de um motor de passo.....	14
Figura 7: Full-Step uma fase.....	15
Figura 8: Full-Step duas fase.....	15
Figura 9: Half-Step.....	16
Figura 10: Identificação do motor de passo utilizado.....	16
Figura 11: Fios do motor de passo soldados.....	17
Figura 12: Driver A4988 com dissipador de calor.....	18
Figura 13: Identificação do Microstep.....	19
Figura 14: Ajuste corrente A4988.....	20
Figura 15: Laser diodo do driver DVD-RW.....	20
Figura 16: Unidade leitor DVD-RW desmontada.....	21
Figura 17: Diodo Laser retirado.....	21
Figura 18: Diodo Laser ligado.....	22
Figura 19: Dissipador utilizado.....	22
Figura 20: Arduino Uno ligado.....	23
Figura 21: CNC Shield e suas entradas.....	24
Figura 22: CNC Shield montado.....	24
Figura 23: CNC Shield e acionador relê.....	25
Figura 24: Arduino IDE.....	26
Figura 25: Exemplo de código G.....	28
Figura 26: Tela InksCape gerando código G.....	29
Figura 27: Tela InksCape desenhado com Gcode.....	30
Figura 28: Tela do Software Gcode Sender.....	32
Figura 29: Gcode Sender finalizado comando G.....	32

Figura 30: Croqui desenho Estrutura projeto.....	33
Figura 31: Madeira e Estrutura cortada e montada.....	34
Figura 32: Eixos montados na estrutura.....	34
Figura 33: Medição e alinhamento.....	35
Figura 34: Montagem do projeto.....	35
Figura 35: Fixação de eixos e do Arduino.....	36
Figura 36: Esquema de ligação e circuito.....	36
Figura 37: Esquema eletrônico Uno /A4988.....	36
Figura 38: Esquema eletrônico Arduino.....	37
Figura 39: CNC Laser construído.....	37
Figura 40: Fluxograma da atividade de “gravação”	38
Figura 41: Gravação em Laser do protótipo operando.....	39

Sumário

1 INTRODUÇÃO	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1 Praticidade com inovação.....	8
2.2 Conceitos de idealização.....	8
2.3 Objetivo Geral.....	8
2.4 Objetivo Específico.....	9
2.5 Justificativa.....	9
2.6 Metodologia de Automação.....	10
3 PLANEJAMENTO DO PROJETO	11
3.1 Cronograma das atividades.....	11
3.2 Materiais.....	12
3.2.1 Unidades de DVD.....	12
3.2.2. Motor de passo.....	14
3.2.2.1 Identificando os fios do motor de passo.....	17
3.2.3 Fonte de energia.....	18
3.2.4 Driver controlador.....	18
3.2.4.1 Limitação de corrente do A4988.....	19
3.2.5 Diodo Laser.....	20
3.2.6 Arduino.....	22
3.2.7 CNC Shield.....	24
3.2.8 Relê 5V.....	25
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	26
4.1. Carregando o programa GRBL para Arduino.....	26
4.2. O software de criação de código Gcode.....	28
4.3 O software InksCape para desenho Gcode.....	29
4.4. Configurando o GRBL no programa Gcode Sender.....	30
4.5 Construção e Estrutura.....	33
4.5.1 Eixos em Construção.....	33
4.6 Montagem.....	35

4.7 Fluxograma das atividades.....	38
4.8 Recursos Necessários.....	38
5 CONCLUSÃO.....	38
Referências Bibliográficas.....	40

Introdução

Nos últimos anos, a automação industrial vem crescendo de forma bastante expressiva. A produção ganha muito com este crescimento devido ao fato da automatização influenciar diretamente na qualidade dos produtos, na quantidade que se pode produzir em menor tempo e na eliminação de gastos devido a precisão de sua atuação. Tendo isso em vista, a utilização de sistemas automatizados torna-se indispensável.

A tecnologia CNC (Comando Numérico Computadorizado) é muito utilizada no meio industrial, e aplicada em diversas áreas. Um exemplo são as fresadoras CNC. Essas máquinas possuem estruturas com capacidade de produzir peças elaboradas computacionalmente através de desenhos técnicos. Máquina essa, cuja movimentação ocorre em um, dois, três ou mais eixos (lineares ou giratórios). Essas ações de movimentos são comandadas por um código G (uma linguagem de programação), padronizada pela norma ISO-1056:1975.

No entanto, um lado que pesa na utilização desses maquinários é a falta de profissionais não capacitados e sem treinamentos específicos para desempenhar tais funções exigidas para operar a interface de programação IHM (Interface Homem Máquina). Mas a maior vantagem encontra-se no custo-benefício da máquina, pois ela produz em grande quantidade com velocidade e fazendo economia dos materiais e sem contar que o uso de equipamentos de “sucata eletrônica”, na qual contribui para o seu confeccionamento e criação.

Um ponto importante questionado foi aprender eletrônica na prática e a junção de outra área específica (informática) na criação do projeto descrito, sendo o mesmo importante para compreender seu funcionamento e alavancar desafios para protótipos de escala maior e similaridade com a informática. Ao desenvolver a automação e controle via Arduino junto com a eletroeletrônica com a junção didática de Aulas Remotas e a prática de motores de passos e circuitos eletrônicos com a importância de criação física de uma originalidade (projeto) em escala menor.

Definido abaixo o CNC laser caseira via arduino com componentes de baixo custo destinado para conhecimento prático do curso de eletroeletrônica, atender a praticidade do curso, compartilhamentos de áreas distintas (eletrônica e informática), inovação com custo baixo e pode gerar renda financeira, sendo sobre os envolvidos no trabalho de conclusão de curso de eletroeletrônica em 2021.

A ideia sempre presente em reaproveitar equipamentos eletrônicos de sucata de computador e a compra de equipamentos Arduino e a sua base e estrutura feita em madeira MDF com custos e personificação. Por ser um protótipo mini e prático e de menor escala, o mesmo pode ser deslocado para lugares distintos com acesso à computador e energia elétrica. Este trabalho foi realizado durante o período do curso de eletroeletrônica nesta instituição de ensino, o mesmo foi realizado devido a persistência de agregar conhecimento ao curso e conhecimento inovador e observando com o contexto da indústria 4.0, sendo seu custo em torno de R\$300 reais, devido algumas peças forem adquiridas por sucata de equipamento eletrônicos.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Praticidade com inovação

Entende-se que na atualidade em que vivemos a busca constante por inovação e vantagens competitivas entre pessoas ou organizações, o ser humano tende a buscar novas tecnologias que aperfeiçoam ou melhore os processos de fabricação e as suas inovações. Este projeto de CNC de baixo custo traz para o usuário criatividade, rapidez, inovação e experiência em fonte de renda, de acordo com a sua vontade e perspectiva. No quesito funcionamento explicado a partir em detalhes, em resumo basta desenhar ou criar o gráfico desejado no programa piloto INKSCAPE, converter no formato de arquivo, após isso, enviar o arquivo para o GRBL CONTROLLER, que se conecta com o Arduino e inicia o processo de desenho CNC via laser controlado por relê.

2.2 Conceitos de idealização

Quando dizer a palavra confecção, que tem origem no vocábulo latino *confectio*, é um termo que se refere à ação de preparar ou de realizar/fazer determinadas coisas a partir de uma mistura ou de uma combinação de outros. Os conceitos descritos acima mostram claramente a importância que se tem em pensar combinação de tecnologias e pensar em ELETTRÔNICA trabalhando com a INFORMÁTICA, onde obtivemos o protótipo proposta da CNC laser via arduino com componentes de baixo custo, através de estratégias bem definidas, podem-se alcançar as metas pré-determinadas e alavancar os conhecimentos adquiridos.

2.3 Objetivo Geral

A indústria nacional é carente, segundo Carvalho, Dutra e Bonacorso (2008), de tecnologia orientada às técnicas de manufatura. Isso decorre de grande parte dos equipamentos serem adquiridos no exterior. Neves et al. (2007) argumentam que uma das soluções para esse problema é um maior refinamento da mão-de-obra para a sua intervenção no mercado de trabalho, preparando-os “para os impactos que a automação futuramente trará às suas vidas.”.

Para exemplificar, primeiro selecionamos uma imagem ou texto (que queremos que nossa máquina desenhe com o laser no objeto). Em seguida, ele é convertido em um código de máquina com a ajuda de um software (InksCap). Em seguida, ele é transmitido de um computador para o Arduino, que por sua vez se comunica com o Software padrão de comunicação com os motores de passo e diz a eles quanto girar seus respectivos eixos para que o código seja novamente transformado em uma imagem ou texto como o arquivo original estabelecido no início.

O projeto e a construção de uma CNC (controle numérico computadorizado) com comandos Arduino via Computador caseira e com baixo custo, com finalidade de trazê-la como uma ferramenta CAD (*Computer Aided Design*) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*) para gravar peças em MDF (*Medium Density Fiberboard*), prototipagem

de PCI (Placa de Circuito Impresso) e desenhos nos planos X, Y exceto Z. O projeto e construção podem ser divididos em três partes: 1ª parte mecânica, 2ª parte eletrônica e 3ª configuração dos softwares.

Serão apresentados, teoricamente, tópicos relacionados a cada hardware e software envolvidos na elaboração da máquina a ser desenvolvida a partir deste protótipo, como a introdução ao funcionamento do micro-controlador Arduino UNO, CNC Shield, driver A4988, motor de passos, modulo relê, laser gravador em superfícies específicas e base em madeira maciça.

Serão tratadas metodologias de produção avançadas existente no mercado como o CAD, cujo nome Inkscape que é uma ferramenta que permite criar projetos gerados pelo computador e o Gcod-Sender que é interação do software com a máquina física, que a partir do desenho, gera comandos e coordenadas que a CNC compreende para o processo de trabalho nos três eixos, no caso eixo X e Y. O projeto possibilitará ao usuário, fazer gravação em MDF ou outra superfície adequada sem necessitar do operador entrar em contato físico e sim por “laser” gravação em superfícies específicas.

2.4 Objetivo Específico

Ao realizar a criação do projeto com artigos eletrônicos de fácil acesso e o seu desenvolvimento de fabricação manualmente se compreende nos termos de uma aula prática e experimentos eletrônicos para alcançar o objetivo final de controlar motores de passos via comandos automatizados e no fim gerar “gravação” conforme desenho gerado via computador.

Os equipamentos de baixo custo utilizados no projeto descrito acima contribui para uma fabricação em larga escala futura com uso de linguagem computacional e com comandos FANUC e como um protótipo futuro para um projeto em escala maior ou profissional.

O desenvolvimento das peças “desenho” do projeto são desenvolvidas e elaboradas no InksCape (programa de computador), onde os mesmo importantes como equipamentos de trabalho manual. A CNC (Comando Numérico Computadorizado) terá uma área útil para desenhos em pequena escala por se tratar de um protótipo, para uma escala maior futura de prototipagem podem ser observado os resultados encontrados.

2.5 Justificativa

O modo de curso online, foi uma das justificativas apontadas para a realização do projeto e construção do mesmo, onde as aulas práticas em laboratórios não foram possíveis de serem exploradas, encadeia o desejo de pôr em prática as aulas apresentadas pelos professores e as suas informações. A importância determinante de controle de motores e suas ligações foram cruciais e determinante para entendimento e ideia de

criação, com o aprendizado de algumas disciplinas do curso de eletroeletrônica foi possível colocar o conceito em prática.

Notório o quanto é desperdiçado e jogado fora alguns equipamentos eletrônicos antigos e sem serventia (ex. cd-rom) formaram a base sólida de criação para aproveitamento desses “equipamentos” e a introdução da informática em nível exemplar para construir e manusear formas e instruções antes desconhecidas e hoje descomplicadas pela internet e a similaridade com áreas distintas “informática”.

Sendo um observador e inovador, desejar explorar os recursos desta máquina ou apenas construí-la por hobby, este projeto ensinou muitas coisas. Além disso, se futuramente planejarmos construir um CNC baseado em Arduino, melhor e mais preciso, vale a pena considerar este projeto, pois cobre alguns aspectos básicos em como funcionam os CNCs, como converter imagens / texto em Gcode, transmitir Gcode, configurar driver de motor de passo, gerenciamento de energia e muito mais. No entanto, para um entusiasta sério de CNC, há muito mais coisas a serem exploradas e que não são abordadas aqui intencionalmente para manter este instrutivo muito básico e simples para um bom entendimento.

2.6 Metodologia de Automação

Segundo HOLANDA (1975) automação refere-se a um sistema automático relacionado com a aplicação de sistemas mecânicos, elétricos e eletrônicos de controle, pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e correções sem a necessidade da interferência humana quando executado. Por meio de um conjunto de técnicas, a automação pode ser aplicada sobre um processo com o objetivo de torná-lo eficiente. Através da maximização da produção com menor consumo de energia, melhores condições de segurança humana, a automação diminui a utilização da mão de obra em qualquer processo, reduz custos e aumenta a velocidade na obtenção das informações. A automação é dotada de 5 componentes importantes: acionamento, sensoriamento, controle, comparadores e programas.

Segundo Zoghbi, Neto e Porto (1998), a máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado) foi criada para alcançar esses objetivos, assegurando também flexibilidade, confiabilidade e produtividade ao processo industrial.

Equipamentos baseados em CNC apresentam sequências de operação executadas através de deslocamentos de seus componentes. Esses movimentos em direções específicas recebem também o nome de eixo de deslocamento e sua quantidade depende do tipo de equipamento em que é empregado.

3 Planejamento do Projeto

A princípio o projeto foi construído pelos integrantes e a partir deste capítulo, serão descritos todos os passos fundamentais elaborados para a produção e confecção da CNC laser caseira via arduino confeccionada com componentes de baixo custo.

Por possuir equipamentos de eletrônicos descritos como “sucata de computador” a ideia desde o início era em aproveitar esses “equipamentos” motivado pelo pouco eu existe com os integrantes dos materiais de eletrônica e diante de um futuro trabalho de monografia. A ideia do CNC laser arduino como protótipo foi reconhecida em comum acordo com os integrantes, mesmo após um integrante principal conhecer comandos FANUC e códigos G e estar familiarizado com a linguagem C do arduino e assim foi escolhido o arduino como estando como opção preferida.

3.1 Cronograma das atividades

Para o desenvolvimento e preparação do projeto, viu-se a necessidade de criar um cronograma das atividades do processo, onde se analisa cada passo e a decisão tomada, de acordo com as diversas situações que podem ocorrer nos processos relacionados na construção do mesmo. Segue na figura 1, o cronograma realizado no início do projeto onde foram estabelecidos alguns prazos e seus detalhes.

ATIVIDADES	ELABORAÇÃO DO PROJETO TCC																																											
	FEVEREIRO				MARÇO				ABRIL				MAIO				JUNHO				JULHO				AGOSTO				SETEMBRO				OUTUBRO				NOVEMBRO							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1 Definição do grupo de trabalho;	■	■																																										
2 Reunião do grupo para sugestão do tema;																																												
3 Definição do Tema e escolha do projeto;																																												
4 Construção do Cronograma de atividades;																																												
5 Reunião com Professor Orientador para apresentação de proposta definida;																																												
6 Escopo do projeto e suas funcionalidades;																																												
7 Desenvolvimento do projeto prático																																												
8 2ª Reunião com Orientador para apresentação de proposta definida;																																												
9 Envio do Plano de Pesquisa para Feira de Projetos e Tecnologia																																												
10 Desenvolvimento do projeto escrito-monografia																																												
11 Envio do vídeo do Projeto																																												
12 Apresentação do que foi feito até o momento 30/09;																																												

Figura 1: Cronograma de etapas de criação do projeto

Fonte: própria

As atividades de criação e desenvolvimento serão confeccionadas em estilo home office (casa de um dos integrantes do projeto). Experiências com motores de passos, amperagem, corrente do motor, identificação bipolar do fios do motor de passo e a interação com o hardware livre Arduino e sua programação em Linguagem C (linguagem computacional da área de informática).

3.2 Materiais

Segue os materiais utilizados para confecção do projeto:

Quant.	Item	Custo unit.		Custo Total
1	Arduino Uno	R\$	86,00	R\$ 86,00
2	Driver (A4900)	R\$	26,00	R\$ 52,00
1	CNC Shield	R\$	31,00	R\$ 31,00
1	Fonte de alimentação DC 9v	R\$	17,00	R\$ 17,00
1	Relê 5V 1 canal	R\$	15,00	R\$ 15,00
2	Unidades de DVD / CD (fragmentos)	R\$	-	R\$ -
1	Estrutura	R\$	-	R\$ 15,00
16	Porcas, parafusos / fixadores e arruelas	R\$	0,90	R\$ 14,40
16	Fios	R\$	-	R\$ -
1	Fonte de alimentação 4.2v (3,6~4.2)v	R\$	69,00	R\$ 69,00
1	Óculos de proteção	R\$	31,00	R\$ 31,00
1	Pistola de cola quente	R\$	-	R\$ 9,60
2	Espaçadores	R\$	-	R\$ 10,00
	Total			R\$ 350,00

Figura 2: Materiais e custos Fonte: própria

Na seção seguinte apresentada contará com toda a fundamentação teórica para o desenvolvimento deste trabalho, assim como alguns componentes utilizados, que necessitam de um aprofundamento teórico se caso estudados em outros casos.

3.2.1 Unidades de DVD

Com a lista acima, iniciamos a obtenção dos motores de passo, sim este que será o carro chefe de partida.



Figura 3: Driver DVD-RW Fonte: própria

No caso utilizaremos a estrutura abaixo junto com o motor de passo, este importante para deslocamento dos eixos tanto X como Y, a estrutura do driver de cd-rom ou dvd-rw possuem 1(um) motor de Passo - Bipolar de 4 fios (terminais) com 2 bobinas,

sabendo que o motor de passo tanto gira em sentido horário e anti-horário conforme as bobinas de direção.

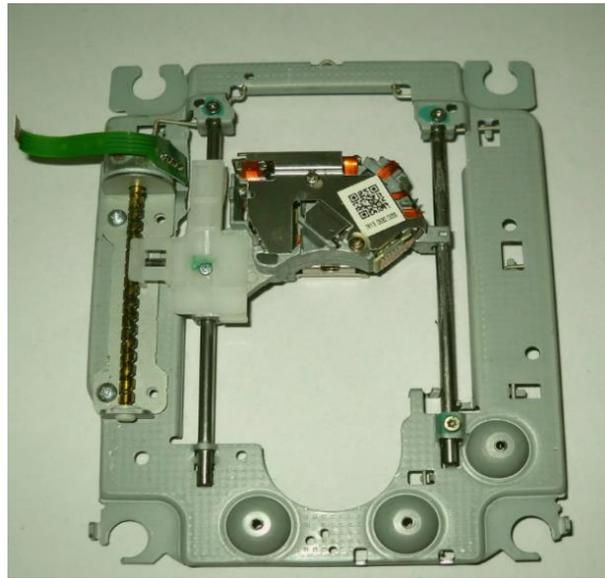


Figura 4: Estrutura utilizada do driver Fonte: própria

Os CNCs são conhecidos por seus movimentos precisos nos eixos X, Y e Z. O hardware responsável por executar esses movimentos são os motores de passo. Usaremos unidades de DVD / CD descartáveis para este projeto e, no processo ao utilizar um equipamento que por sua serventia estava nula, o mesmo contribui para o processo deste trabalho.



Figura 5: Motor de passo Fonte: própria

3.2.2 Motor de passo

Como o nome indica, seu eixo se move em etapas discretas, em comparação com um motor DC que gira continuamente quando a corrente pode fluir através de seus terminais. Para a rotação contínua de um eixo de passo, uma série de pulsos elétricos devem ser enviados. Cada pulso move o eixo para um ângulo específico.

Explica BELLA (2005) que os motores bipolares possuem um único enrolamento por fase. A corrente em um enrolamento precisa ser revertida para inverter um pólo magnético, então o circuito de condução deve ser mais complicado, normalmente com um arranjo de ponte H (no entanto, existem vários chips de driver disponíveis para tornar isso um caso simples). Existem duas derivações por fase, nenhuma é comum.

Segundo LOBOSCO (1998), a maioria dos motores de passo tem um ângulo de passo de 1,8 graus, ou seja, quando um único pulso elétrico flui por sua bobina, o eixo se move 1,8 graus. Assim, serão necessários $360 / 1,8 = 200$ passos para tal motor completar uma volta. Em outras palavras, uma sequência de 200 pulsos precisava ser enviada para uma revolução.

Com a ajuda do número de peça do motor de passo, a folha de dados do respectivo motor pode ser encontrada online. A maioria dos motores de passo da unidade de DVD / CD tem um ângulo de passo de 18 graus, o que significa que, para uma revolução completa, precisamos enviar 20 pulsos elétricos ao motor.

Os motores de passo podem ser acionados em diferentes modos, como modo Wave, modo Full step, modo Half step e modo Microstepping.

O motor de passo abaixo para mostrar alguns desses modos. Conforme a corrente flui através das bobinas do motor de passo, elas se tornam eletromagnéticas e o rotor gira até um certo grau por causa da atração e repulsão entre os pólos diferentes e semelhantes do estator e do rotor, respectivamente.

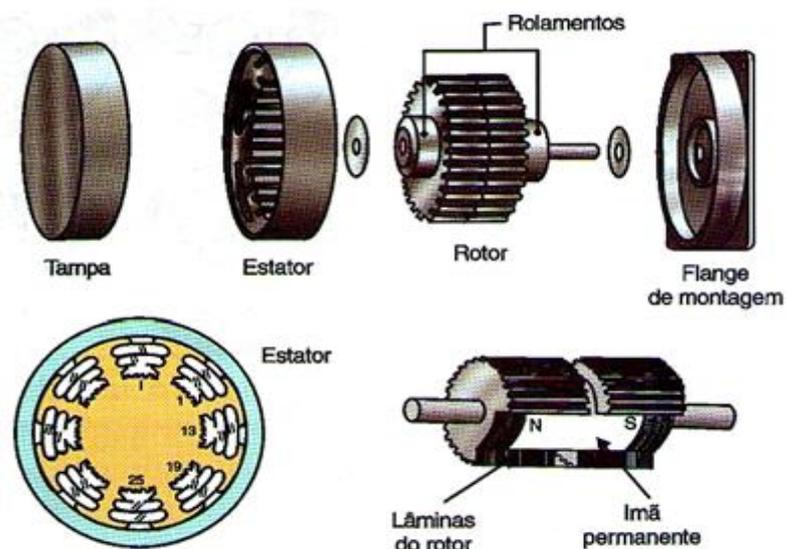


Figura 6: Peças de um motor de passo Fonte: [http://pessoal.cefetpr.br/brero/sist micro/aula motor passo/motor%20de%20passo 10.pdf](http://pessoal.cefetpr.br/brero/sist%20micro/aula%20motor%20passo/motor%20de%20passo%2010.pdf)

Quando olhamos para o estator, observamos vários enrolamentos de fio de cobre, mais conhecidas como bobinas, que por sua vez compõem fases, responsáveis por gerar um campo magnético que movimenta o rotor. A movimentação é definida pela forma que controlamos a ordem de acionamento das fases e o sentido da corrente. O controle das fases é classificado em três formas:

"**Full-Step**", como o próprio nome indica, é o tipo de acionamento que movimenta o motor com passos completos, podendo ocorrer de duas formas: acionando uma ou duas fases por ciclo.

1. **Uma fase** (*one phase on*), é a forma mais simples de acionar um motor de passo, visto que em cada ciclo é acionada apenas uma bobina. Este é o acionamento que obtém o menor torque do motor.

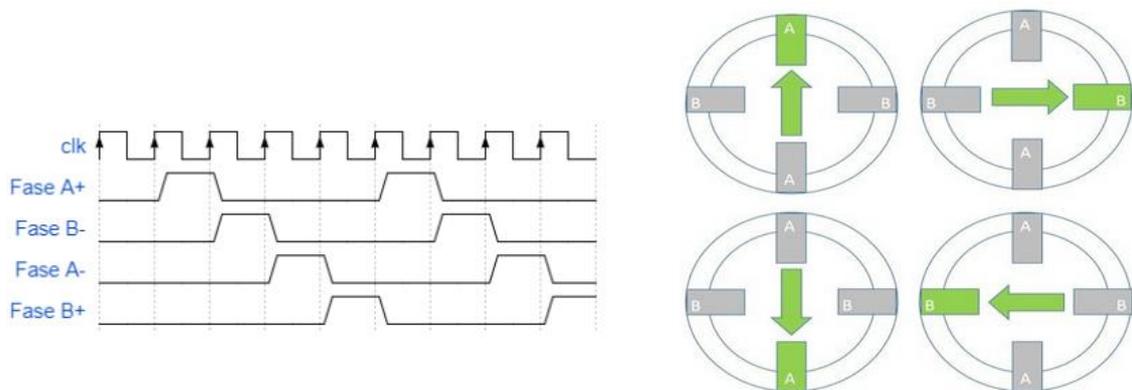


Figura 7: Full-Step uma fase Fonte: <https://www.rs-online.com/designspark/stepper-motors-and-drives-what-is-full-step-half-step-and-microstepping>

2. **Duas fases**, semelhante ao método de uma fase, porém cada passo é feito com o acionamento de duas fases simultaneamente, o que confere ao motor um aumento no torque.

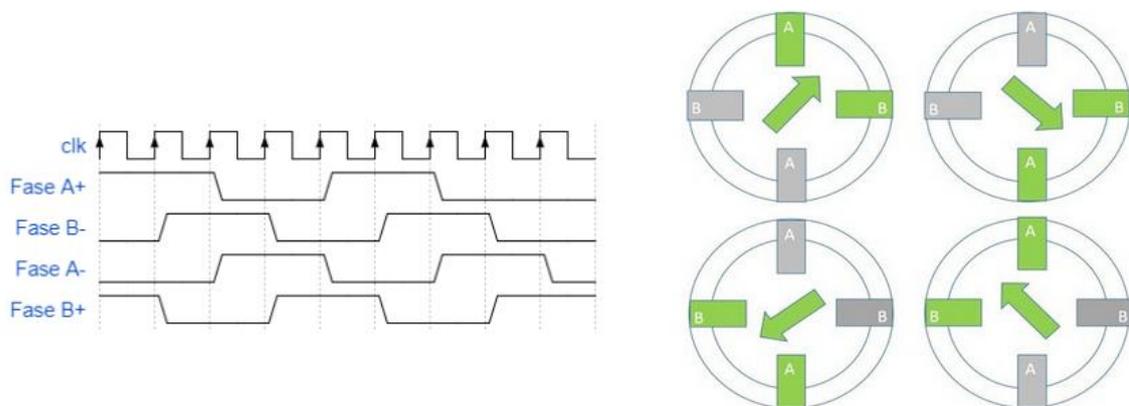


Figura 8: Full-Step duas fases Fonte: <https://www.rs-online.com/designspark/stepper-motors-and-drives-what-is-full-step-half-step-and-microstepping>

- **"Half Step"** une os dois métodos anteriores, sendo possível dobrar o número de passos e consequentemente melhorar a resolução. Porém, quando se comparado o torque com o acionamento Full-Step com duas bobinas, o torque é menor.

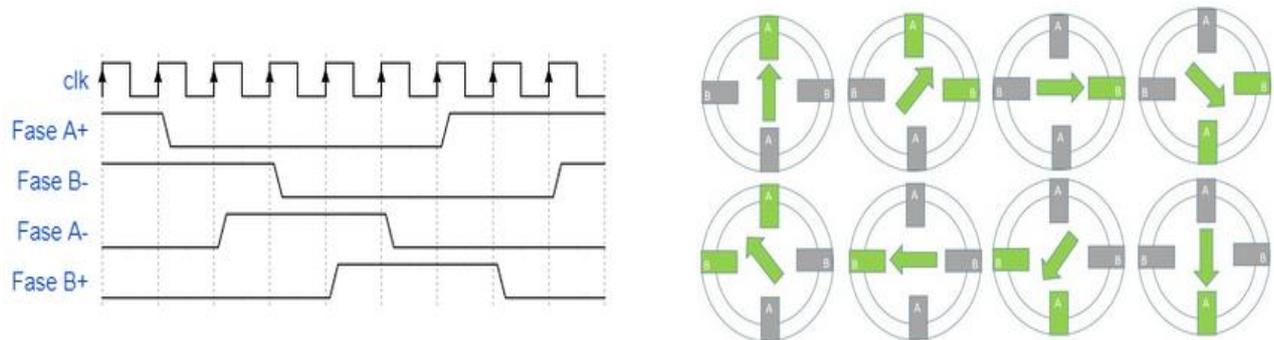


Figura 9: Half-Step

Fonte: <https://www.rs-online.com/designspark/stepper-motors-and-drives-what-is-full-step-half-step-and-microstepping>

- **"Microstep"**, controla a ordem do acionamento das bobinas e a intensidade do campo magnético, permitindo que se obtenha movimentações fluidas e resoluções maiores do que o modo Half Step.

Um padrão de acionamento típico para um motor de passo bipolar de duas bobinas seria: A + B + A- B-. Ou seja, conduza a bobina A com corrente positiva e, em seguida, remova a corrente da bobina A; em seguida, conduza a bobina B com corrente positiva e, em seguida, remova a corrente da bobina B; em seguida, conduza a bobina A com corrente negativa (invertendo a polaridade trocando os fios, por exemplo, com uma ponte H) e, em seguida, remova a corrente da bobina A; em seguida, conduza a bobina B com corrente negativa (novamente mudando a polaridade da bobina A); o ciclo se completa e começa de novo.

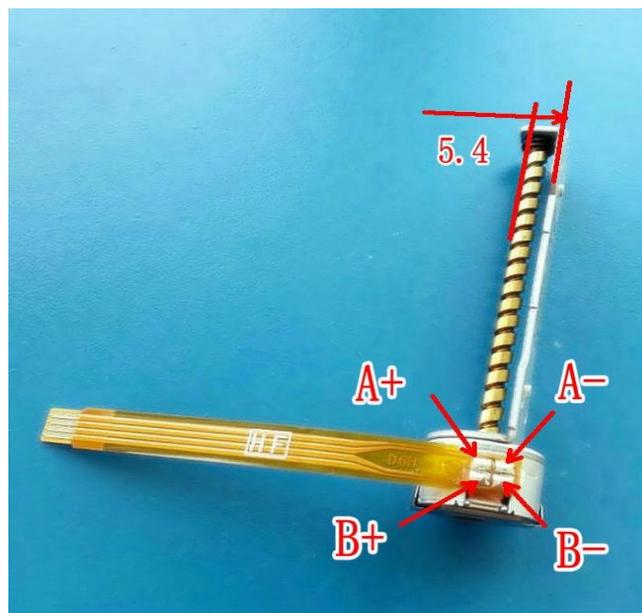


Figura 10: Identificação do motor de passo utilizado Fonte: própria

Ao entender os princípios de funcionamento dos motores de passo, segundo MALVINO as vantagens de utilizar o mesmo são:

- Devido à sua estrutura interna, os motores de passo não requerem um sensor para detectar a posição do motor. Como o motor se move executando “etapas”, simplesmente contando essas etapas, você pode obter a posição do motor em um determinado momento;
- Além disso, o controle do motor de passo é bastante simples. O motor precisa de um driver, mas não precisa de cálculos complexos ou ajustes para funcionar corretamente. Em geral, o esforço de controle é menor em comparação com outros motores. Com *microstepping*, você pode alcançar alta precisão de posição, até aproximadamente $0,007^\circ$;
- Os motores de passo oferecem bom torque em baixas velocidades, são ótimos para manter a posição e também tendem a ter uma vida útil longa.

3.2.2.1 Identificando os fios do motor de passo

Existem duas bobinas no motor e temos que identificar os fios que fazem parte do mesmo enrolamento e isso pode ser feito com o método a seguir, onde ao girar o botão do multímetro no modo de resistência e selecione 200 ohms. Com uma ponta de prova toque em qualquer terminal do motor e continue deslocando a segunda ponta de prova nos terminais restantes até que o multímetro mostre alguma leitura, nenhuma leitura significa um par. Eu tenho uma leitura de 6,3 ohms, o seu pode variar, mas tudo bem. Portanto, desta forma você encontrará o primeiro par de fios, os dois restantes devem ser o seu segundo par, mas confirmar é a melhor solução.

Tarefa de descobrir os pares das bobinas e após o mesmo conectar os fios ao motor conforme mostrado na figura 10 abaixo.

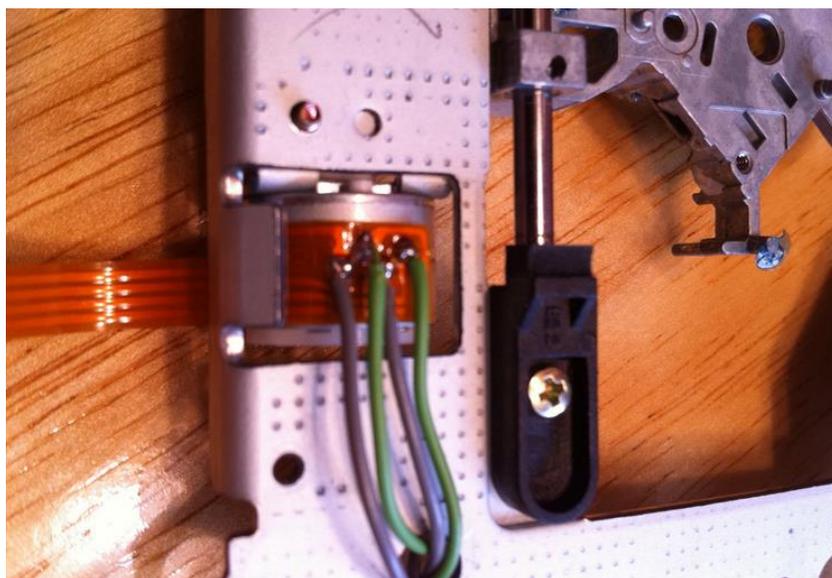


Figura 11: Fios do motor de passo soldados Fonte: própria

3.2.3 Fonte de energia

O uso de fonte de alimentação de 6v a 12v com regulagem para alimentar o arduino UNO qualquer coisa abaixo dela provavelmente não terá um melhor desempenho e acima da faixa máxima pode fritar os componentes eletrônicos, bem lembrado as informações de alimentação descritas no driver de computador (na carcaça) na traseira refere 5volts. Lembrando a voltagem dos motores de passo para o projeto em si.

Os motores de passo que estamos usando no projeto requerem corrente de 100 mA a 200 mA por bobina. Como de início o uso necessário será de 3 steppers, necessário e preciso uma fonte de alimentação capaz de fornecer corrente acima de 1 Amperes. Usei 4.2v com 2 Amperes para este projeto que foi adequado para que tudo fique legal e sem queimar nada.

3.2.4 Driver controlador

Será preciso um driver de controle de motor de passo para poder acionar esses motores com eficiência. Existem vários CIs e diagramas de circuitos online que devem servir ao propósito e podem ser mais baratos de implementar. Usado os drivers populares Big Easy Driver A4988.

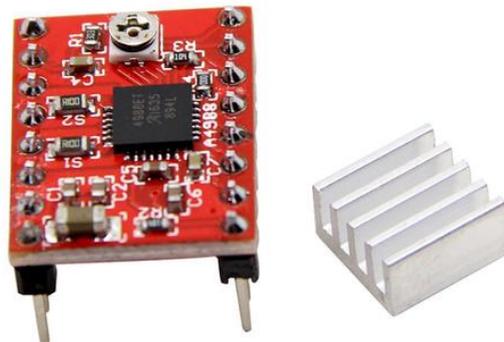


Figura 12: Driver A4988 com dissipador de calor Fonte: própria

O driver do motor de passo A4988 tem capacidade de unidade de saída de até 35 V e ± 2 A e permite controlar um motor de passo bipolar com corrente de saída de até 2 A por bobina. O driver possui um tradutor integrado para fácil operação. Isso reduz o número de pinos de controle para apenas 2, um para controlar as etapas e outro para controlar a direção de rotação.

O driver oferece 5 resoluções de etapa diferentes steps. passo completo, meio passo, quarto passo, oitavo passo e décimo sexto passo. Ele pode funcionar com qualquer coisa com saída de 0 a 5 V ou 0 a 3,3 V de pulso. O módulo pode fornecer um mínimo de 150 mA (mili ampere) e um máximo de 750 mA por bobina. Isso pode ser ajustado girando o potenciômetro de compensação de acordo com os requisitos atuais do motor de passo.

A tela prateada mostra as marcações MIN / MAX logo abaixo do potenciômetro. Esta marca indica a direção em que você precisa girar o potenciômetro para diminuir ou aumentar a quantidade de corrente que vai para o motor. Mas você não pode confiar cegamente na tela prateada, pois às vezes ela pode ser impressa de maneira falsa. O driver A4988 tem três entradas de seletor de tamanho de etapa (resolução). MS1, MS2 e MS3. Ao definir os níveis lógicos apropriados para esses pinos, podemos definir os motores para uma das resoluções de cinco etapas:

MS1	MS2	MS3	Resolução Microstep
Baixo	Baixo	Baixo	Passo completo
Alto	Baixo	Baixo	Meio passo
Baixo	Alto	Baixo	Quarto de passo
Alto	Alto	Baixo	Oitava etapa
Alto	Alto	Alto	Décimo sexto passo

Figura 13: Identificação do Microstep Fonte: <http://www.doc.ic.ac.uk/~ih/doc/stepper/>

3.2.4.1 Limitação de corrente do A4988

Antes de usar o motor, há um pequeno ajuste que precisa se fazer no driver A4988 para limitar a quantidade máxima de corrente que flui pelas bobinas de passo e evitar que exceda a corrente nominal do motor. Uma informação importante e valiosa.

Há um pequeno potenciômetro trimmer no driver A4988 que pode ser usado para definir o limite de corrente e ao definir o limite de corrente medindo a tensão (V_{ref}) no pino “ref”. Sendo que ao notar os dados do driver de cd-rom notamos que o motor de passo com sua corrente nominal de 350mA. Medir a tensão (V_{ref}) no próprio potenciômetro do aparador de metal enquanto ajusta o mesmo.

Ajustar a tensão V_{ref} usando a fórmula, conforme o datasheet do driver A4988:

$$\text{Limite de corrente} = V_{ref} \times 2,5$$

Neste caso os motores de passo são classificados para 350mA e assim ajustar a tensão de referência para 0,14V. No caso tanto para o Eixo X e o Eixo Y, essas

informações serão importantes para definir o valor no programa de computador o GcodeSender que será apresentado a diante neste trabalho.

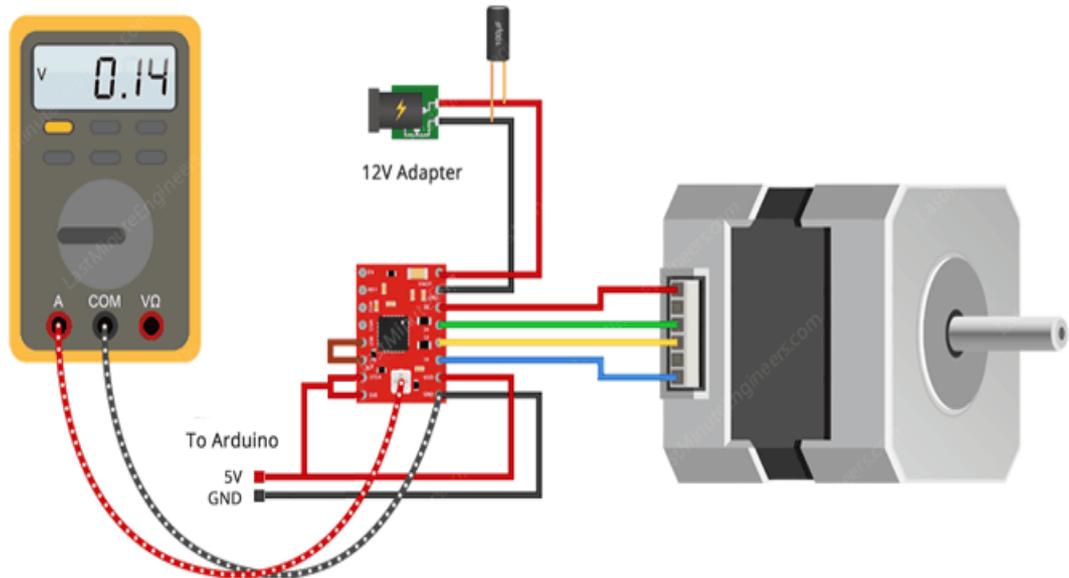


Figura 14: Ajuste corrente A4988 Fonte: <http://www.robotics.com/motors.html>

3.2.5 Diodo Laser

A próxima parte importante foi o laser, ao abrir um drive de DVD-RW pode-se usar o diodo laser (queima dvd-rw) dele para esse projeto. Recentemente me deparei com 2 gravadores de DVD-RW quebrados. Conforme descreve o *datasheet 1345* os lasers nessas unidades tendem a ter uma saída de pulso de cerca de 100 - 250 mW e potência contínua de 50 a 125 mW e funcionam na faixa do infravermelho em um comprimento de onda de 780 nm. A corrente operacional média é de cerca de 100 a 150 mA, com pulso de até 200mA.

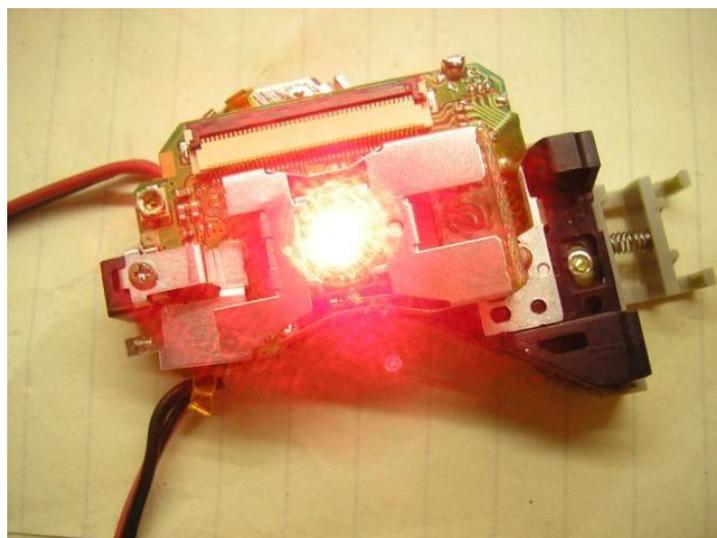


Figura 15: Laser diodo do driver DVD-RW Fonte: própria

A queda de tensão no diodo é de cerca de 2,1 - 2,15 V. Como um limitador de corrente, usei simplesmente um resistor. Na construção original da unidade de laser, o feixe de laser é focado na distância focal de alguns mm, o que não é adequado para experimentos. Existem duas lentes: a primeira transforma a luz divergente do diodo em um feixe paralelo, a segunda o focaliza para um ponto próximo. Existem duas soluções possíveis:

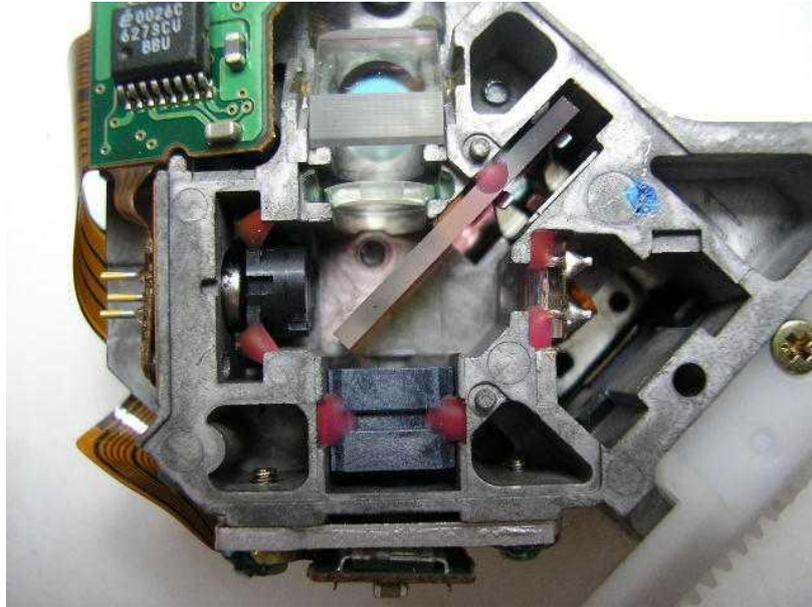


Figura 16: Unidade leitor DVD-RW desmontada Fonte: própria.

O diodo laser deve ser colocado exatamente no eixo da lente, caso contrário, você não pode focalizar o feixe. O diodo laser nunca deve ser ligado se não for colocado em uma tampa de metal suficientemente grande - ela serve como um dissipador de calor.



Figura 17: Diodo Laser retirado Fonte: própria.

Para um trabalho longo, tempo esse em minutos é preciso resfriar o diodo laser, para o laser de DVD-RW pode ser suficiente apenas um pedacinho de alumínio enrolado no mesmo, mas no caso deste trabalho será preciso um resfriamento ativo entendendo que o projeto em trabalho e que o diodo aumentará a sua temperatura em decorrência do tempo de trabalho realizado, conforme observa-se o dissipador na figura 19.

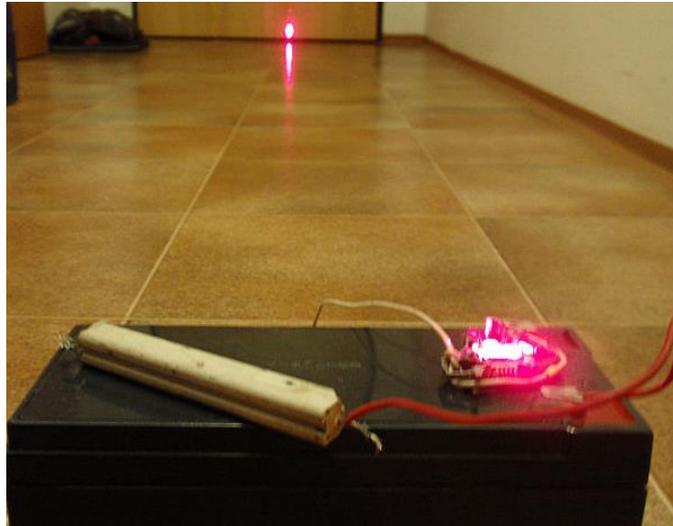


Figura 18: Diodo Laser ligado Fonte: própria.

Já o item para assegurar a temperatura de trabalho do diodo laser como se fosse um dissipador de calor.



Figura 19: Dissipador utilizado Fonte: própria.

3.2.6 Arduino

Conforme (MONK, 2010) descreve, o Arduino é uma plataforma de prototipação eletrônica open-source flexível que utiliza o microcontrolador ATmega328. O Arduino pode receber sinais de vários sensores eletrônicos e lidar com essas informações para controlar motores, luzes, servos e qualquer outro atuador.

O microcontrolador utilizado no Arduino é o ATmega328 da Atmel, que utiliza a arquitetura de Harvard e é de 8 bits, RISC, com 32KB de memória flash, 1KB de EEPROM, 2KB de SRAM, 32 registradores de uso geral, e três temporizadores com contadores, uma USART, portas para comunicação SPI, seis conversores AD de 10bits e

um watchdog timer, entre outras características. A tensão de operação dele é entre 1,8 e 5,5 V (MONK, 2010).

O software que controla os pinos e as ações do Arduino pode ser desenvolvido no programa chamado Arduino IDE, software gratuito, que conta com uma interface gráfica simples e intuitiva, e aceita códigos em C/C++ (MONK, 2010). O código a ser embarcado ou programado, deve estar no formato aceito pelo próprio Arduino, e contar com as seguintes chamadas de procedimento, setup que ajusta as configurações das portas de entrada e saída e a comunicação serial, e loop que é um laço infinito onde o usuário cria a rotina do seu programa (MONK, 2010).

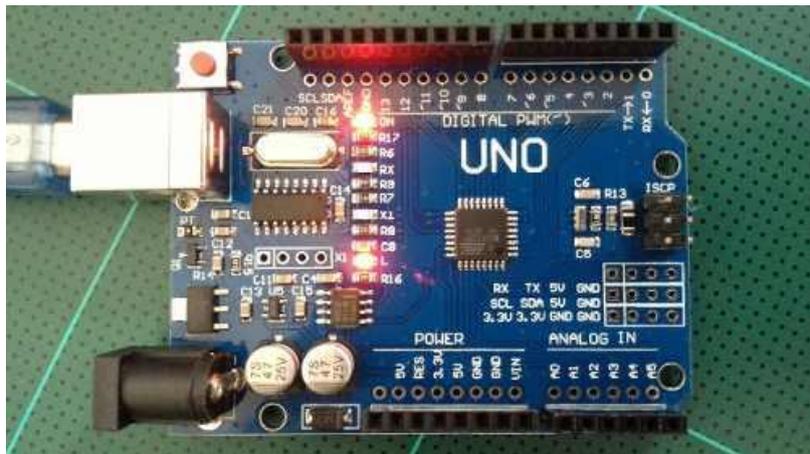


Figura 20: Arduino Uno ligado Fonte: própria.

As principais razões para se utilizar a plataforma Arduino no projeto:

- Baixo custo de prototipagem;
- Softwares de simulação gratuitos disponíveis;
- Fácil de programar;
- Grande número de tutoriais, artigos e projetos prontos na internet;
- Extensa comunidade de desenvolvedores e hobbystas;
- Não requer experiência ou grandes conhecimentos prévios de eletrônica/programação (no entanto, é recomendável saber os conceitos básicos pelo menos).

O Arduino não é a única plataforma de prototipagem eletrônica do mercado, mas entende-se que o mesmo se encontra em valor inferior a outros tipos existentes no mercado, ao assegurar que os derivados de arduino como o CNC Shield já determinado e escolhido como shield de acoplamento dos drivers A4988.

3.2.7 CNC Shield

A CNC Shield foi projetada com o intuito de simplificar as ligações dos motores de passo, tendo nela 4 soquetes necessários para cada driver e ligações das bobinas dos motores de passo. Esse componente suporta alimentação de 9V a 36V, observando o componente a ser ligado nela, pois existem diversos drivers no mercado mas cada um necessita de diferente tensão. Ao mencionar a necessidade da CNC Shield, ela é uma placa que foi desenvolvida para facilitar a vida de quem necessita controlar até 4 motores simultâneos com arduino, proporcionando organização e praticidade aos nossos projetos. Sua principal função é fazer o controle de máquinas CNC's e tem suporte para diversos drivers, tais como A4988 e entre outros.

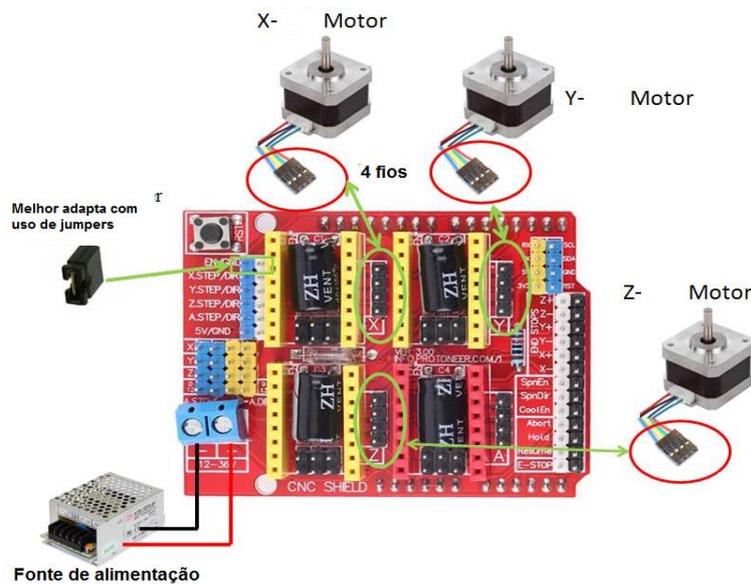


Figura 21: CNC Shield e suas entradas Fonte: própria.

Faz necessário identificar os fios da bobina do motor para identificar a impedância (verificar a resistência com voltímetro) ao identificar as bobinas do motor de passo utilizando um multímetro na escala de resistência "impedância" (100 Ohms), após identificar a rotação do motor e sentido para verificar modo A ou B; Ambos importante para encaixe dos fios na CNC Shield (físico). Compreendendo a resistência do driver A4988 conforme figura 20.



Figura 22: CNC Shield montado Fonte: própria.

3.2.8 Relê 5V

O Módulo Relê 5V 1 Canal permite que a partir de uma plataforma microcontrolada seja possível controlar cargas AC (alternada) de forma simples e prática. Por ter apenas 1 canal, é possível controlar apenas uma carga AC de até 10A. Comumente no projeto, o eixo Z será acionado pelo relê, onde o eixo não terá motor de passo e apenas um laser diodo.

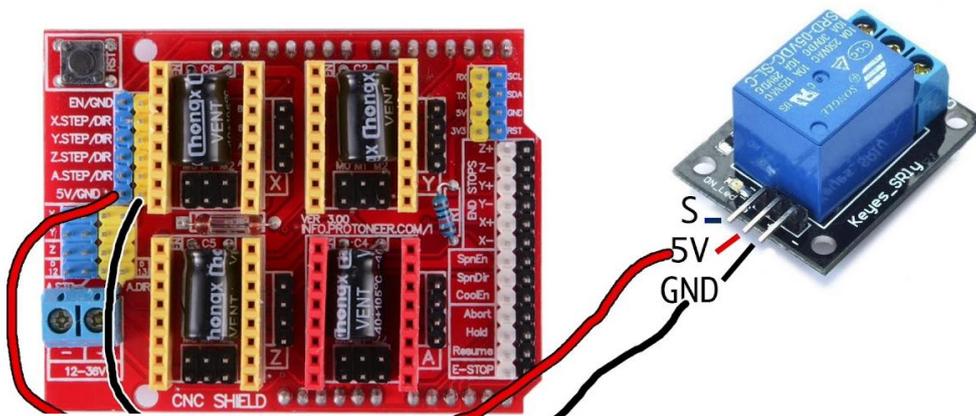


Figura 23: CNC Shield e acionador relê Fonte: própria.

No projeto em si, o relê arduino de 1 canal controlará o acionamento do diodo laser, e assim o eixo Z será o acionador do relê, sendo este empregado no código G. Os eixos X e Y importantes estes para o deslocamento em seu cursor.

4. Desenvolvimento do Projeto

O projeto necessita de uso de um computador para apenas envio de informações que necessita estar conectado e para o desenho em CAM e CAD o mesmo segue necessário, sua comunicação com o projeto é via arduino sem nenhum detalhe diferente do que acostumado ao conectar um arduino, e não tornando essencial para esta finalidade exemplificar as suas conexões e sim as conexões necessários para execução do projeto.

4.1. Carregando o programa GRBL para Arduino

O Grbl é um software gratuito, de código aberto e de alto desempenho para controlar o movimento de máquinas que se movem, que fazem coisas ou que fazem as coisas se moverem, e será executado em um Arduino simples.

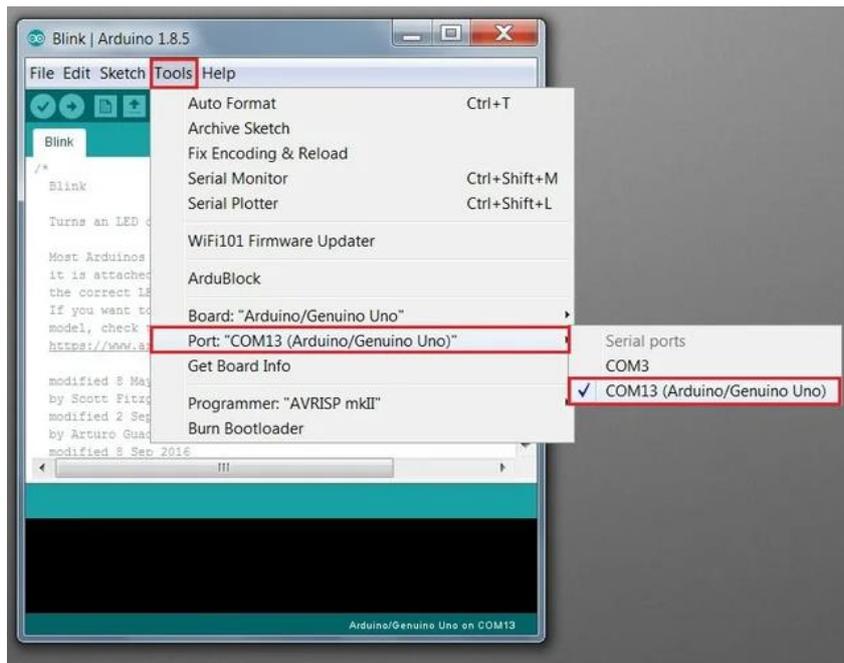


Figura 24: Arduino IDE Fonte: própria.

Etapas importantes:

- Primeiro: Abra o IDE Arduino, clique na guia Ferramentas. Mova o cursor sobre Porta: e selecione a porta que mostra (Arduino / Genuino Uno) consulte a Figura 5.1;
- Segundo: Clique com o botão direito no ícone 'Computador', selecione 'Gerenciar' e clique nele. Em seguida, clique em 'Device Manager', clique em Ports (COM & LPT) e deve mostrar a porta à qual o Arduino Uno está conectado;
- Depois de saber em qual porta COM seu Arduino está conectado, abra o software selecione a respectiva 'porta COM', faça as configurações iniciais conforme mostrado na figura abaixo e, por fim, clique no botão 'Upload'.

Enquanto o arquivo Grbl está sendo carregado para o Arduino, os LEDs Tx e Rx parecem estar continuamente no estado 'ligado' por alguns segundos. Durante este período, NÃO DESCONECTE O ARDUINO DO COMPUTADOR.

Após a conclusão do processo, uma mensagem na parte inferior logo abaixo de 'Upload', o botão 'Sobre' aparece dizendo '26486 bytes carregados'. Esta é uma confirmação de que o arquivo Grbl foi enviado com sucesso para o Arduino e agora pode ser desconectado com segurança do computador.

Segue código que deverá carregar no Arduino:

```
// Controle de motor - CNC Shield

// Definição dos pinos

#define stepPin 2 //Passo eixo X
#define dirPin 5 // Direção eixo X

void setup() {

// Definindo ambos os pinos acima como saída
pinMode(stepPin,OUTPUT);
pinMode(dirPin,OUTPUT);
}

void loop() {

// Habilita o motor para que se movimente em um sentido particular
digitalWrite(dirPin,HIGH);

// Conta 1600 pulsos para que o motor gire
for(int x = 0; x < 1600; x++) {
digitalWrite(stepPin,HIGH);
delayMicroseconds(500);
digitalWrite(stepPin,LOW);
delayMicroseconds(500);
}

//Aguarda 1 segundo antes de executar a próxima instrução
delay(1000);

//Inverte o sentido de rotação
digitalWrite(dirPin,LOW);

// Conta 600 passos para que o motor gire
for(int x = 0; x < 600; x++) {
digitalWrite(stepPin,HIGH);
delayMicroseconds(500);
digitalWrite(stepPin,LOW);
```

```

delayMicroseconds(500);
}
//Aguarda 1 segundo e reinicia o loop
delay(1000);
}
⇒ Fim do código

```

4.2. O software de criação de código Gcode

As siglas CAD (Computer Aided Design) e CAM (Computer Aided Manufacturing) tendo cada um desses programas parte importante no desenvolvimento de peças fabricadas com auxílio de uma máquina CNC (Comando Numérico Computadorizado) e para criação de código G para que o arduino entenda e trabalhe conforme o proposto é necessário trabalhar com o software de computador InksCape, não vou relatar como instala ou como cria o desenho e sim como o mesmo gera o código Gcode para enviar para o arduino.

```

O 564 (Flange)
N5 G17 G21 G40 G54 G90;   N50 G1 X115 Y105;
N10 T01 M06;              N55 G1 X115 Y35;
N15 G0 X-20 Y-20;         N60 G1 X40 Y10;
N20 M03 S2000;           N65 G1 X15 Y10;
N25 G0 Z5;                N70 G1 G40 X-20 Y-20;
N30 G1 Z-20 F900 M08;     N75 G0 Z200 M09;
N35 G1 G41 X15 Y10 D01;   N80 M05;
N40 G1 X15 Y60;           N85 M30;
N45 G1 X35 Y105;

```

Figura 25: Exemplo de código G

Fonte: própria.

O CAD, e uma tecnologia computadorizada focada na documentação e desenho do produto na fase de projeto, essa ferramenta permite fazer o desenho gráfico bidimensional ou gráfico de um projeto ou parte dele. Este desenho técnico fornece informações como largura, espessura e determinados detalhes como furos, ou cortes de acordo com o que se deseja. Podendo ser esse desenho para de produção ou apenas para ilustração de um projeto com as medidas desejadas. A seguir na figura 24 mostra a tela do software InksCape na tela de geração do código G que o mesmo sinaliza como “caminho para Gcode”.

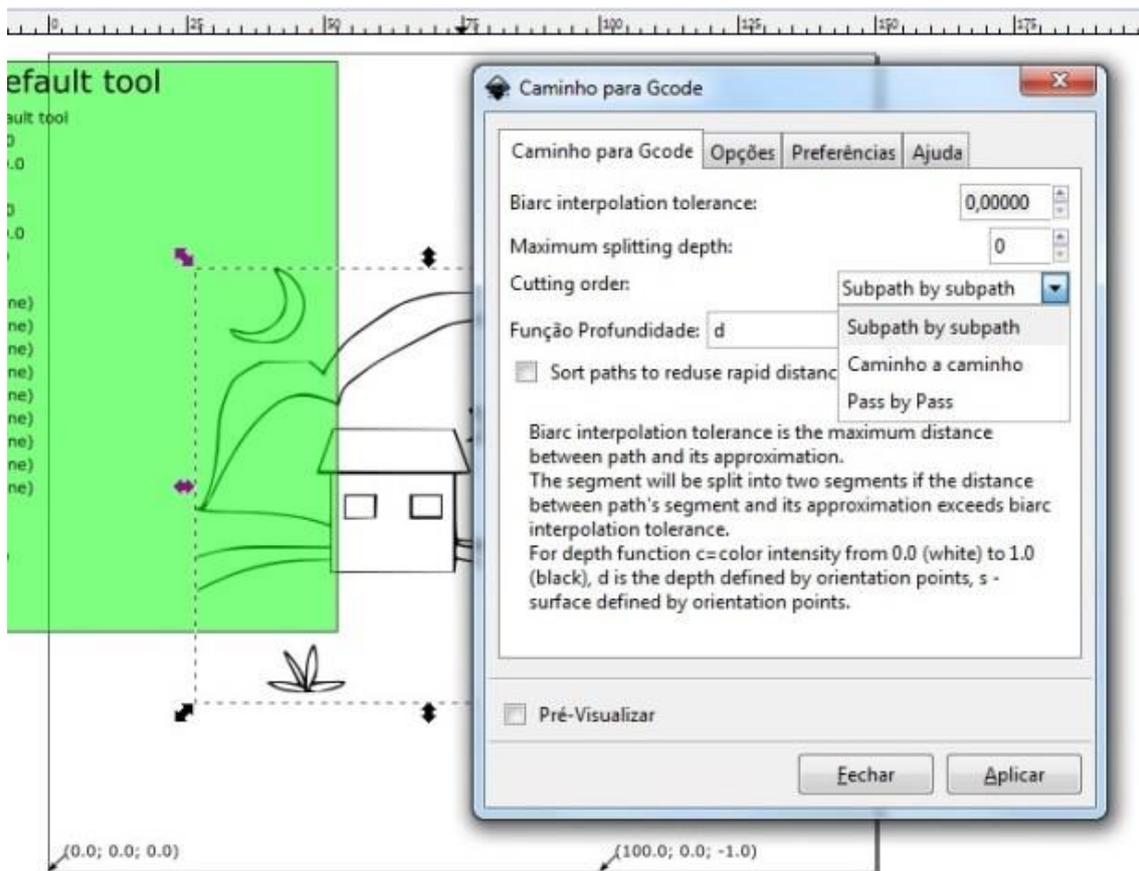


Figura 26: Tela InksCape gerando código G Fonte: própria.

O CAM é o código por trás das máquinas que estão diretamente envolvidos com a criação do produto (desenho ou gráfico), ou seja, as máquinas controladas por computadores numéricos como exemplo as fresadoras, gravadoras, soldadoras e entre outros que executam as coordenadas geridas pelo código G, códigos esses que o Arduino reconhecerá e o mesmo trabalhará sob comando. Empregados após o uso do CAD, convertendo as informações fornecidas pelo desenho em coordenadas que a ferramenta (software) GRBL deverá percorrer para fazer o trabalho em meios de códigos G comparados com os códigos FANUC de tornos CNC convencionais de indústrias.

4.3 O software InksCape para desenho Gcode

Na seção anterior, carregamos o Grbl para o Arduino e demos a ele uma capacidade única de conversar entre computadores e motores de passo com o uso do programa CAM sendo o InksCape.

Agora precisamos que nosso computador diga ao Arduino para mover os eixos do motor de passo em várias direções, velocidades e fazer todos os tipos de outras coisas para realizar o trabalho desejado, o código CAD (Computer Aided Manufacturing). Para

isso, é necessário algum tipo de linguagem que, neste caso, é o código G. Não se preocupe, não precisa aprender programação em código G, na verdade, você não escreverá nem mesmo um único código para este projeto, o software fará esse trabalho.

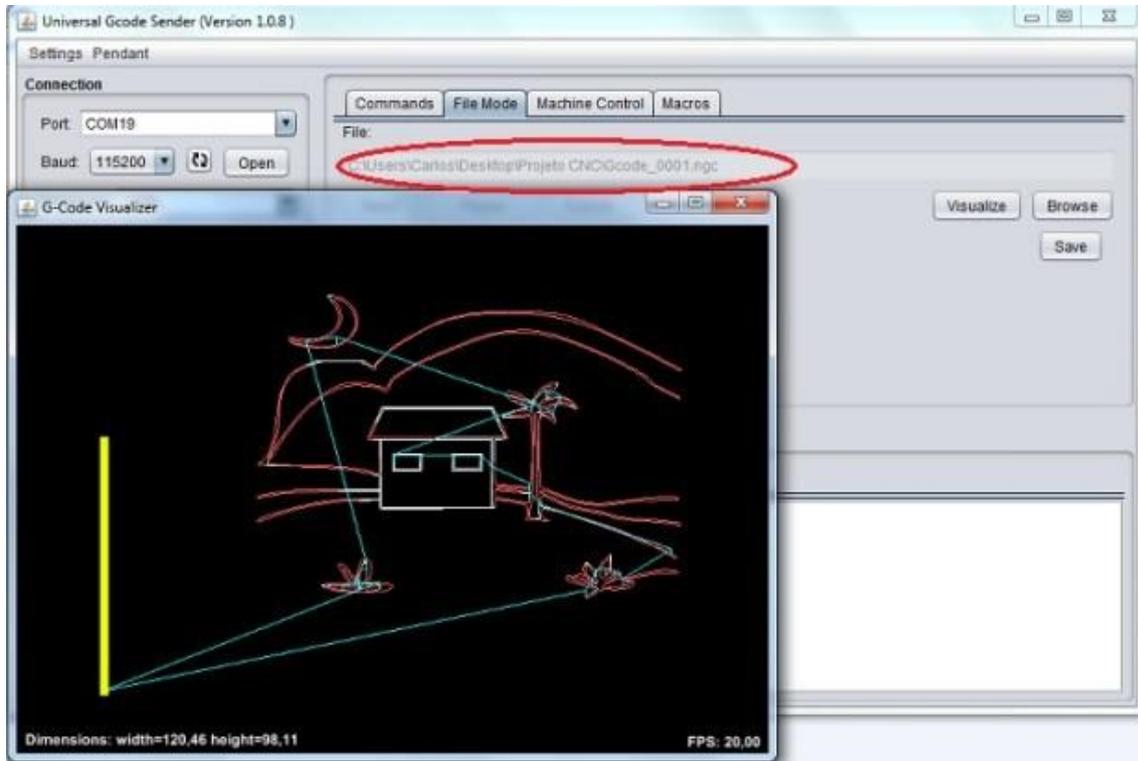


Figura 27: Tela InksCape desenhado com Gcode Fonte: própria.

4.4. Configurando o GRBL no programa Gcode Sender

A comunicação com motores de passo foi uma grande conquista em relação a este projeto. O Arduino e alguns softwares tornaram isso realmente fácil. Ainda neste ponto, se montarmos tudo e deixarmos nossa máquina desenhar algo, há grandes chances de todos os 3 carros (montados nos eixos X, Y e Z) baterem em qualquer uma das direções. Isso ocorre porque ainda não definimos Grbl os respectivos tamanhos dos parafusos de avanço que nossos motores de passo possuem. Esta é uma das etapas importantes, pois decidirá a precisão da máquina.

É preciso informar ao Grbl o número de passos que serão necessários para mover o eixo em 1 mm. Existe uma fórmula para encontrar isso, conforme LOBOSCO (1998) descreve:

$$\text{passos por mm} = (\text{passos por revolução} * \text{microsteps}) / \text{mm por revolução.}$$

- ✓ E que os motores de passo bipolares com 20 passos por revolução (como neste caso/motor de passo de driver CD-ROM), o que significa que eles têm um ângulo de passo de 18 graus ($360/20 = 18$).
- ✓ Em seguida, é preciso descobrir os microsteps, o que é bastante simples neste caso e por padrão, o A4988 é definido para o modo 1/8 de microstepping, o que significa que divide uma etapa completa em 8 microsteps. O motor do projeto levaria 20 etapas para completar uma volta normalmente, quando conectado a um módulo A4988 ele levaria $20 * 8 = 160$ etapas para completar uma volta. Isso deve aumentar a precisão posicional, mas às custas do torque.
- ✓ Por último, 1 mm por revolução, pode ser feito ao determinar o comprimento de uma volta.

Com os três valores encontrados, considerar como exemplo como didático para inserção no programa Gcode Sender:

Fórmula:

- ✓ $\text{passos por mm} = (\text{passos por revolução} * \text{microsteps}) / \text{mm por revolução}$.
- ✓ $\text{passos por mm} = (20 * 8) / 4,44$
- ✓ $\text{passos por mm} = 36,036$

Desta forma, calcular os passos por mm para todos os eixos (X, Y) e atualizar os valores para o Grbl.

Digite \$\$ paraver as configurações atuais do Grbl conforme figura 25.

Digite \$ 0 = passos por mm (calculado para o motor de passo do eixo X e pressionar enter).

Digite \$ 1 = passos por mm (calculado para o motor de passo do eixo Y e pressionar enter).

Este importante colocar o valor para 0.

Digite \$ 2 = passos por mm (calculado para o motor de passo do eixo Z e pressionar enter).

Por exemplo, se passos por mm para motor de passo do eixo X = 36,036, digitar:

\$ 0 = 36,036 (em seguida, pressionar enter)

Novamente digitar \$\$ e assim o Grbl deve mostrar os valores recém-atualizados para os eixos X, Y e Z. Esses valores são salvos na EEPROM do Arduino (memória que não será apagada), ocorre mesmo se o dispositivo for desconectado da fonte de alimentação, os dados serão retidos até que você os altere manualmente.

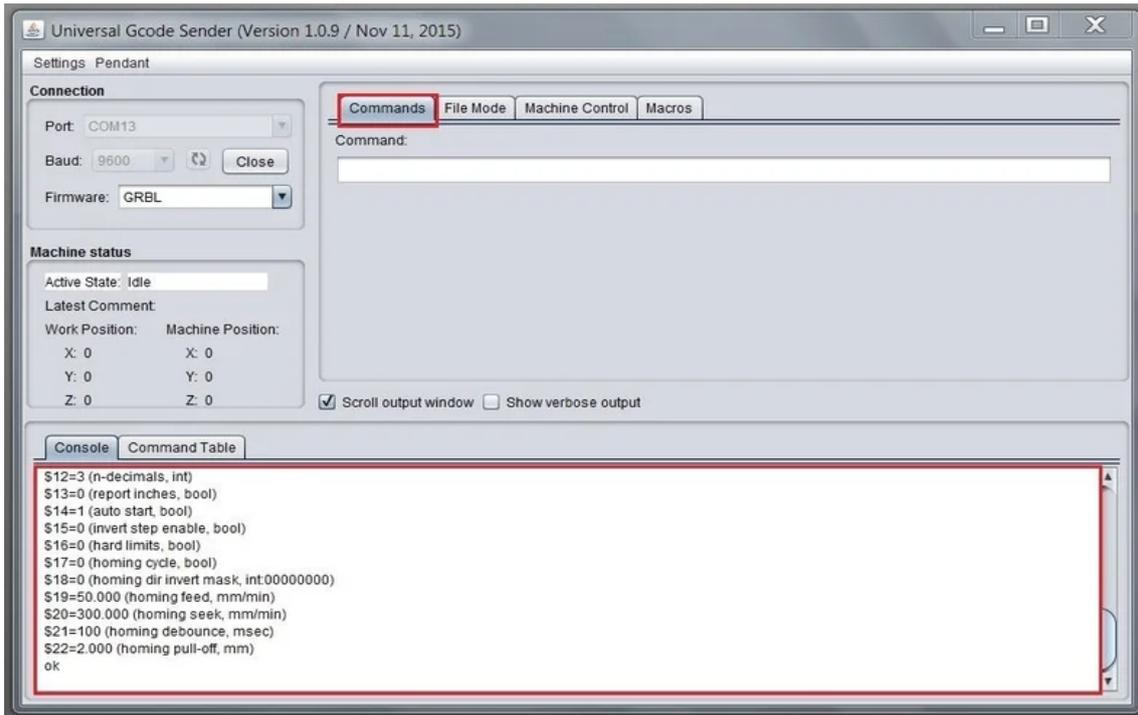


Figura 28: Tela do Software Gcode Sender Fonte: própria.

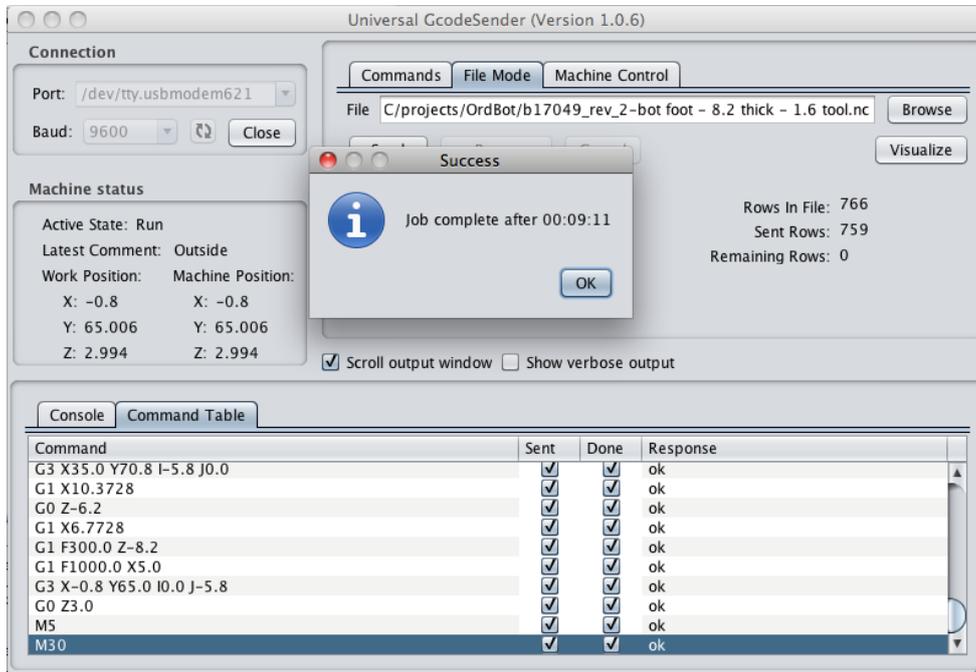


Figura 29: Gcode Sender finalizado comando G Fonte: própria.

4.5 Construção e Estrutura

Nesta seção, será aprofundada a parte prática do projeto, descrevendo e detalhando o passo a passo da elaboração do protótipo e a utilização dos componentes citados na fundamentação teórica.

4.5.1 Eixos em Construção

Abaixo segue um croqui do desenho da estrutura para acomodar os “eixos X e Y” oriundos do driver de dvd-rom.

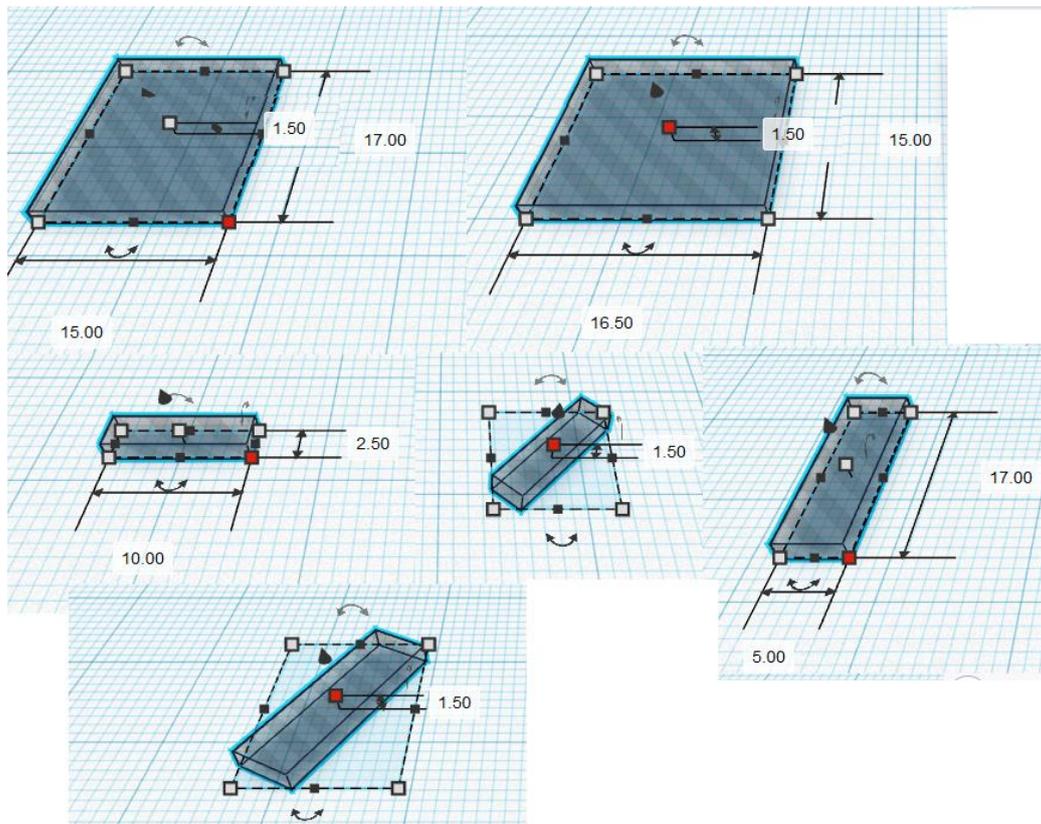


Figura 30: Croqui desenho Estrutura projeto

Fonte: própria.

Após o desenho da estrutura, foi designado realizar o trabalho de confecção e criação desse molde a partir de retalhos de madeira MDF, oriundo de uma marcenaria próxima, necessária atividade de um profissional terceiro para corte das madeiras. Em questão de furos e perfuração de parafusos, foram realizados posterior ao corte dos retalhos MDF por um dos integrantes do projeto.



Figura 31: Madeira e Estrutura cortada e montada

Fonte: própria.

Uso de parafusos necessários para fixação da estrutura de madeira e fixação dos suportes retirados dos drivers para o eixo X e Y.



Figura 32: Eixos montados na estrutura

Fonte: própria.



Figura 33: Medição e alinhamento Fonte: própria.

4.6 Montagem

A partir da estrutura definida, assim realizada a montagem dos equipamentos eletrônicos na mesma, checando a importância do alinhamento e medição dos eixos em si, tanto X e Y e a importância dos fios de encaixe tanto na placa arduino uno quando em seu respectivo CNC shield que fora acoplado nos encaixes dos pinos superiores do arduino uno conforme figura 30.

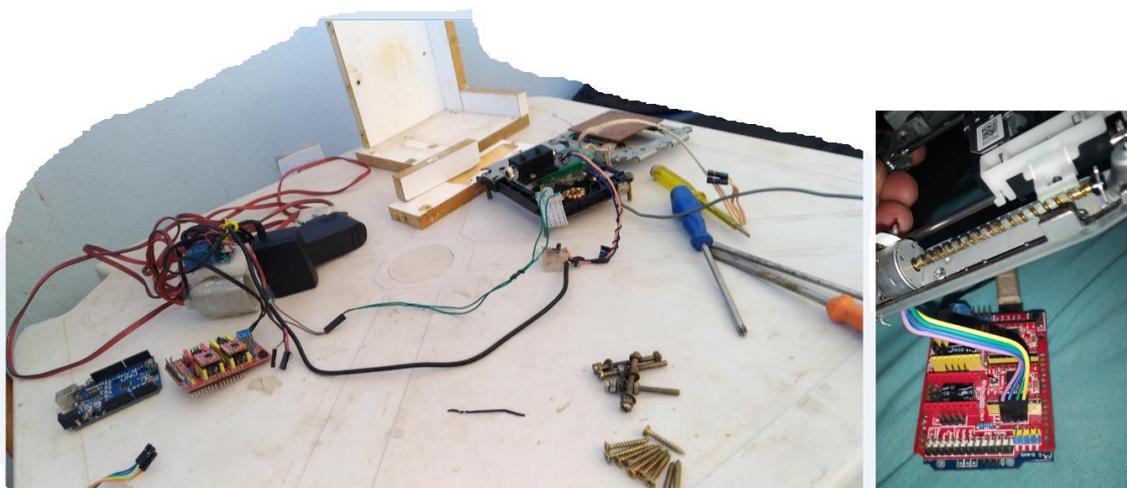


Figura 34: Montagem do projeto Fonte: própria.

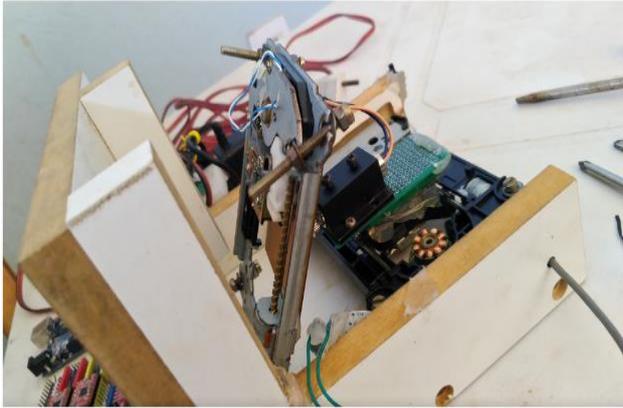
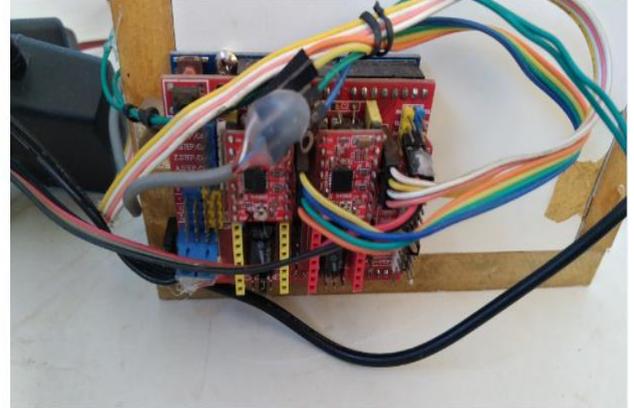


Figura 35: Fixação de eixos e do Arduino



Fonte: própria.

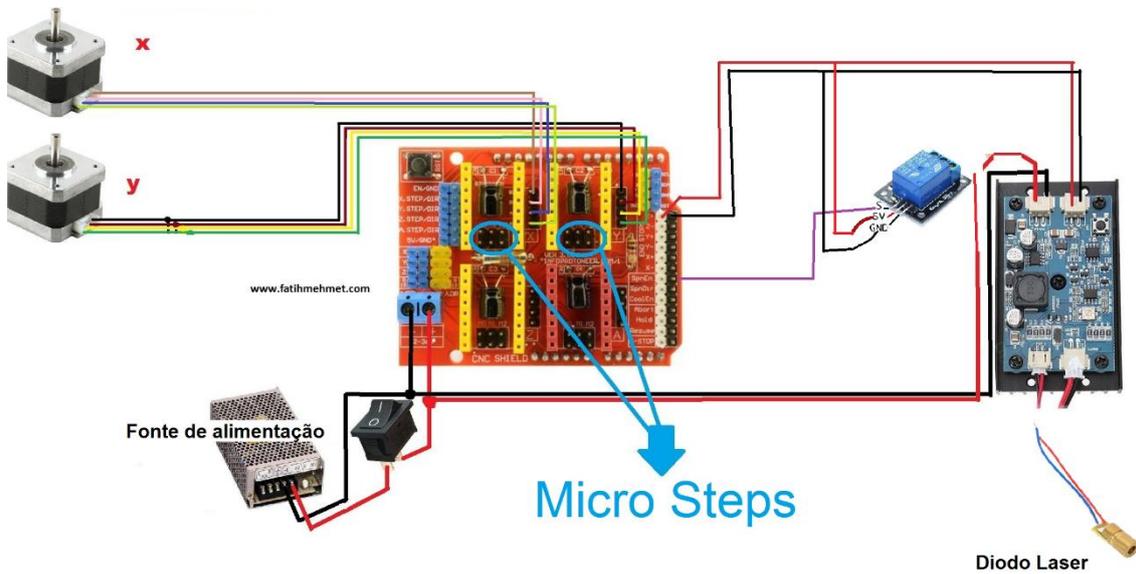


Figura 36: Esquema de ligação e circuito Fonte: própria.

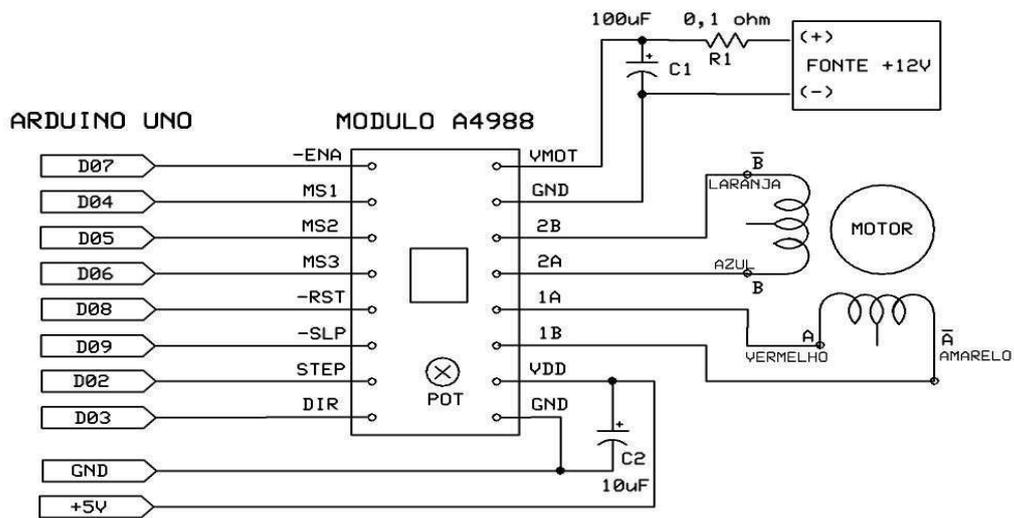


Figura 37: Esquema eletrônico Uno /A4988 Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/322781498276905918/>

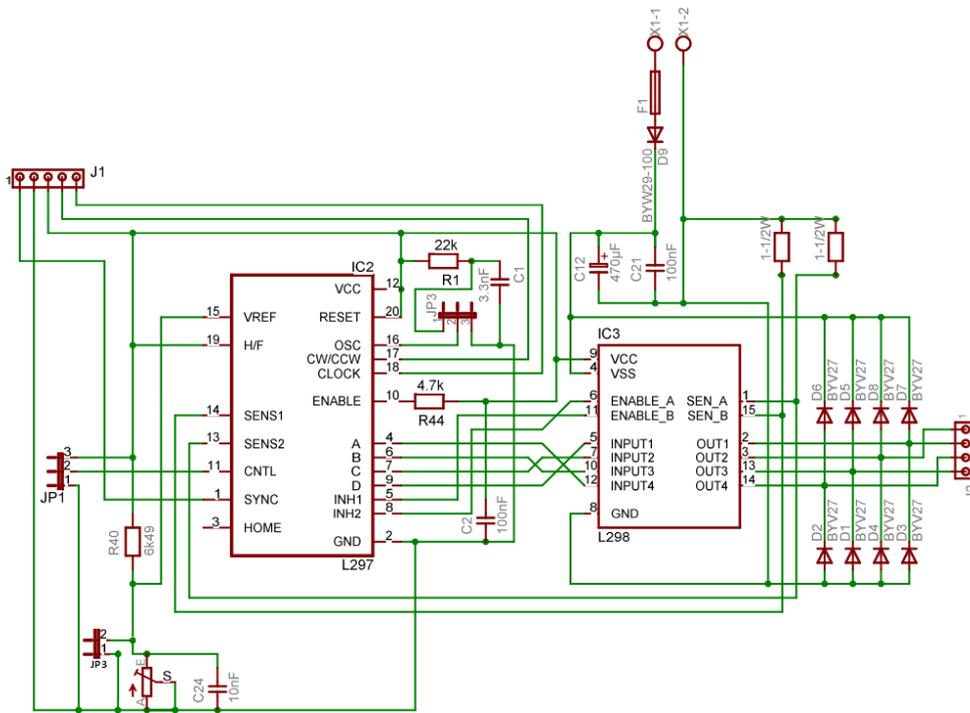


Figura 38: Esquema eletrônico Arduino Fonte: Datasheet ATmega328



Figura 39: CNC Laser construído Fonte: Criação própria

4.7 Fluxograma das atividades

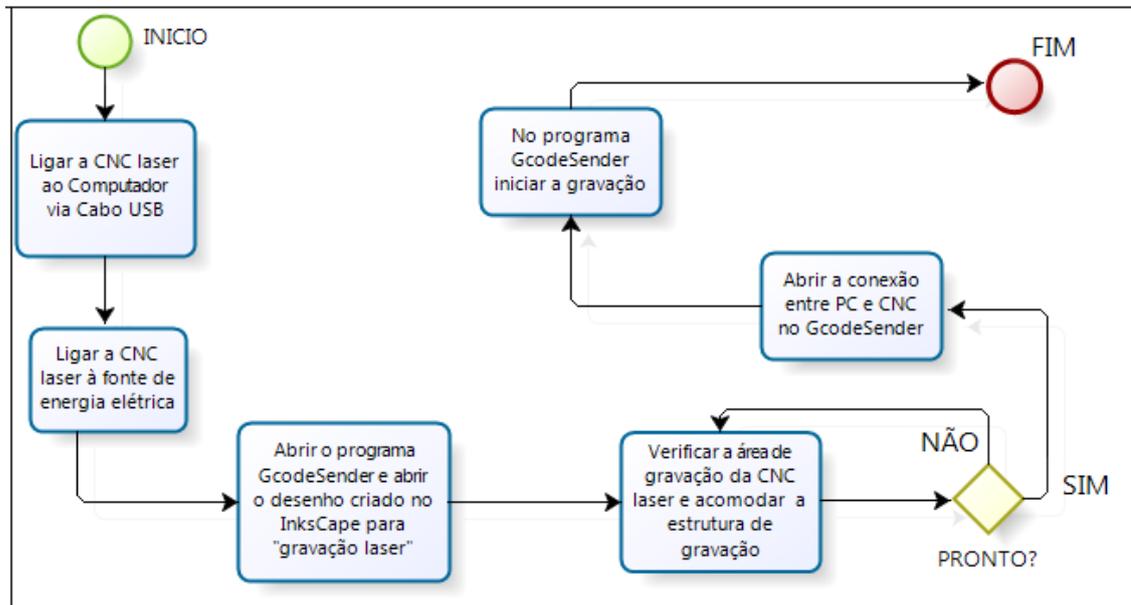


Figura 40: Fluxograma da atividade de “gravação” Fonte: Criação própria software Bizagi

4.9 Recursos Necessários

- Materiais de Consumo: serão provenientes sobre (em cima) da estrutura (eixo X) a ser gravada (Ex: Madeira, papelão, EVA e artigos de mesma aparência/estrutura);
- Materiais Permanentes não serão modificados, pois os mesmos importantes para o funcionamento.

Conclusão

Este trabalho apresentou a elaboração de uma máquina CNC, implementando tecnologias para proporcionar maior eficiência, funcionalidade e conforto para os usuários que administram este protótipo. Ela permite a criação de desenhos CAD com precisão gerados com o código G, faz gravação em peças e artigos de madeira, papelão, EVA e afins.

O projeto atendeu as especificações desejadas, pelo fato de “ter sido” utilizado plataformas open source (código aberto) e materiais de baixo custo para construção do mesmo. Tendo obtido resultados satisfatórios, para projetos visando algumas melhorias como aumentar sua área útil que no mesmo é 37x37 mm, implementar suporte para utilizar o laser para ser utilizados em gravações em madeiras rústicas, fazendo desenhos,

gráficos ou outros detalhes para melhorar os acabamentos gerando peças para artesanato gerando lucro gerando lucro. Futuramente tendo o mesmo em propósito a partir desta máquina, construir uma impressora 3D.

As dificuldades encontradas neste trabalho, foram dadas devido à falta de conhecimento de algumas tecnologias e conseguir material para estudo em outros idiomas ex. datasheets, dificuldade também para obter cada item do trabalho, pois mesmo tentando utilizar o maior número de material que possuía ou o uso de materiais oriundos de “sucata eletrônica”, foi notado que dentro da cidade onde foi projetado, não havia nenhuma loja específica para conseguir os materiais, fazendo assim uso necessário de compras online para aquisição de Shields arduino. Outra dificuldade encontrada registrada na construção e montagem dos equipamentos, devido esta ser a primeira instrução de montagem própria, sem seguir algum padrão de montagem.

Com a concretização deste trabalho, ele já se tornou apto a ser utilizado como um laboratório de fabricação de objetivos para estudos futuros e em caso de faturar com o equipamento (protótipo) com a sua serventia necessária na introdução de uma manobra de obtenção monefinanceiro e uma profissão de trabalho nos moldes de linguagem C e programação.

Sendo este um princípio de pesquisa, trabalho e conclusão de curso, visar sempre aprimorar o protótipo/criação na obtenção de peças novas e adequadas para CNC's futuras, ou para elaboração de peças a serem aprimoradas na própria máquina.



Figura 41: Gravação em Laser do protótipo operando Fonte: Criação própria

Referências Bibliográficas

- [1] MONK, Simon. Programação com arduino: começando com sketches, Porto Alegre: Bookman, 2013. 147 p.;
- [2] Plano de Pesquisa < <http://www.cpscetec.com.br/adistancia/pesquisa/aula5.htm>> acessado em 09/2021;
- [3] Arduino Reference Guide: <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage> Acessado em 01/2021.
- [4] J.M Jaquard, “Padronização dos códigos para CNC”, 16, Jul. 2018. [Online] Disponível em: <http://www.mundocnc.com.br/sabia2.php> Acessado em 09/2021;
- [5]” O que é Automação”, ~ Conceito e Tecnologia, 21, Jun. 2018. [Online] Disponível em: <http://www.conceitotecnologia.com.br/automacaooque.asp> Acessado em 09/2021;
- [6] M. Roberts, Arduino Basico, vol 1. Sao Paulo, 2011, p.22-26.
- [7] “Programação com Arduino para Automação Industrial”. 04, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <https://pt.scribd.com/dec/199040036/ApostilaArduino-Jhsfurno> Acessado em 07/2021;
- [8] FILIPEFLOP. “Arduino UNO”. 05, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-uno-r3-cabo-usb-para-arduino/> Acessado em 06/2021;
- [9] SOUZA, Fabio. “Ardino UNO”. 05, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/> Acessado em 08/2021;
- [10] BANZI, Massimo.Primeiros passos com o arduino. São Paulo: Novatec, 2011. 151 p.;

- [11] “Placa CNC shield V3.00”. 10, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <http://www.baudaeletronica.com.br/cnc-shield-v3.html> Acessado em 05/2021;
- [12] OLIVEIRA, Cláudia L. V., Arduino Descomplicado: Como Elaborar Projetos De Eletrônica, 2015, Erica.;
- [13] MICROSYSTEMS, Allegro. “Driver A4988”. 12, Mar 2018. [Online] Disponível em: <https://www.allegromicro.com/en/Products/Motor-DriverAnd-Interface-ICs/Bipolar-Stepper-Motor-Drivers/A4988.aspx> Acessado em 09/2021;
- [14] MURTA, Gustavo. “Motor de Passo e Driver A4988 utilizando Aduino”. 11, Mar. 2018.[Online] Disponível em: <http://blog.eletrogate.com/driver-a4988-motor-de-passo-usando-oarduino/> Acessado em 04/2021;
- [15] LIMA, Izabelle “Modulo Rele”. 16, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <http://autocorerobotica.blog.br/modulo-rele/> Acessado em 06/2021;
- [16] MCROBERTS, Michael. Arduino básico. São Paulo: Novatec, 2011. 453 p.;
- [17] LEAO, Lucas. “Diferença entre CAD, CAM e CAE”. 22, Mar. 2018. [Online] Disponível em: <https://www.e3seriescenter.com/blogengenharia-eletrica-moderna/cad-cae-e-cam-qual-a-diferenca> Acessado em 07/2021;
- [18] MONK, Simon. 30 projetos com Arduino. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 214 p.;
- [19] CONRADO, Rodrigo. “Grbl, o que e? Pra que serve?”. 04, Abr. 2018. [Online] Disponível em: <http://www.atividademaker.com.br/upload/grbl/AtividadeMakerGrbl09j.pdf> Acessado em 06/2021;