

# **CENTRO PAULA SOUZA**

**COMPETÊNCIA EM EDUCAÇÃO PÚBLICA PROFISSIONAL**

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
**Etec “JORGE STREET”**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

**CNC CONFECCIONADORA DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO**

**Antonio A. Silva Filho  
Caio Cesar Blasques  
Gustavo Henrique  
José Henrique Morato  
Vitor Del Rey**

**Professor Orientador:  
Larry A. Aniceto**

**São Caetano do Sul / SP  
2016**

**CNC CONFECIONADORA, para confecção de placas de circuito impresso.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como pré-requisito para  
obtenção do Diploma de Técnico em  
Eletrônica.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus e aos nossos familiares, amigos em especial ao Igor Costa, que nos ajudou em grande parte do desenvolvimento do projeto, serralheiro José Raimundo e a todos os professores e funcionários da Etec que de alguma forma contribuíram para a idealização desse projeto, ao professor Larry por acreditar na capacidade do grupo, professor Salomão por ter nos ajudado muito com a programação do projeto, pois acreditamos que estamos no caminho certo, caminho de conhecimento, de aprendizado contínuo e troca de valores, e a coroação de todo esse momento será resumido nesse projeto, que está sendo idealizado e voltado para a praticidade de estudantes como nós efetuarem projetos futuros de qualidade.

## RESUMO

O objetivo do projeto é atender técnicos que tenham a necessidade de confecção de placas de circuito impresso, pois o processo manual leva tempo e esforço para ser confeccionada. Com a CNC fica muito mais rápida e prática a produção, pois é necessário somente desenhar seu layout no software EAGLE e deixar que a CNC substitua a transferência térmica (no caso de desenho) ou faça todo o trabalho (no caso de fresadora).

**Palavra chave:** Praticidade, rapidez e qualidade.

## Lista de Figuras

Figura 1: Fluxograma do processo de confecção de placas circuito impresso....	10
Figura 2: Layout da CNC .....	11
Figura 3: Cronograma primeiro semestre .....	14
Figura 4: Cronograma segundo semestre .....	14
Figura 5: Esboço do funcionamento da máquina CNC CONFECIONADORA.	15
Figura 6: Placa fresada .....	16
Figura 7: Circuito elétrico.....	17
Figura 8: Processo de comunicação e alimentação.....	18
Figura 9: EasyDriver STEPPER.....	19
Figura 10: Motor de Passo STEPPER 12V - 0,33 A.....	20
Figura 11: Arduino Mega 2560.....	21
Figura 12: Fonte LG 12V.....	22
Figura 13: Instalações EasyDriver e Arduino na carcaça de uma fonte Dell.....	22
Figura 14: Layout das medidas da máquina de lado.....	23
Figura 15: Layout das medidas da máquina de frente.....	24
Figura 16: Layout das peças que compõem a estrutura da máquina.....	25
Figura 17: Layout das medidas da máquina de perfil.....	26

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1	Tema e delimitação .....	7
1.2	Objetivo geral.....	7
1.3	Justificativa .....	7
1.4	Metodologia .....	7
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>8</b>
2.1	Praticidade e inovação.....	8
2.2	Conceitos de confecção.....	8
<b>3</b>	<b>PLANEJAMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>9</b>
3.1	Fluxograma do Processo .....	9
3.2	Croqui.....	11
3.3	Programação do Arduino.....	12
3.3	Pesquisa de material.....	13
3.4	Previsão de custo.....	13
3.5	Cronograma Geral.....	14
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>15</b>
4.1	Elementos .....	15
4.2	Circuito elétrico.....	18
4.3	Componentes do projeto.....	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
5.1	Referência .....	28

## **1 Introdução**

### **1.1 Tema e delimitação**

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a seguir, foi idealizado pelos alunos Antonio Alcino, José Henrique, Caio Cesar, Vitor Del Rey e Gustavo Henrique. Inicialmente após realizarem-se diversas pesquisas nas áreas de eletrônica e automação em geral, optou-se por idealizar um projeto que pudesse automatizar e contribuir com os alunos e a escola Etec “Jorge Street” na produção de seus próprios circuitos (placa de circuito impresso). O tema deste trabalho e a idealização de uma (CNC automatizada para confeccionar Placas de circuito impressos) onde coloca-se em prática o aprendizado do decorrer do curso Técnico em Eletrônica e através das experiências decorridas nos 4 módulos.

### **1.1 Objetivo geral**

O objetivo do projeto é mostrar ao leitor e aos iniciantes na área de Eletrônica, que através de projetos simples e que podem ser aperfeiçoados, pode-se obter praticidade na hora de fazer seus projetos, o único esforço do aluno será desenhar o layout do circuito no software EAGLE (no caso da fresadora). Caso opte por substituir somente o processo de transferência térmica pela CNC, será necessário correr a placa após o término do desenho.

### **1.3 Justificativa**

Tem se como justificativa para a idealização deste projeto, o fato da escola não possuir um equipamento com essa função para uso dos alunos e professores.

### **1.4 Metodologia**

Para execução do trabalho de pesquisa, a metodologia utilizada colaborou de maneira efetiva para o desenvolvimento eficaz do projeto. Foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos de fontes confiáveis e em páginas da internet. Exemplo de sites pesquisados [www.porfessormarlonnadi.com.br](http://www.porfessormarlonnadi.com.br) e [www.youtube.com](http://www.youtube.com) para visualização de funcionamento, motores recomendados e

etc, através destas pesquisas foi possível a idealização do projeto da CNC confeccionadora para circuitos impressos.

## **2 Fundamentação Teórica**

### **2.1 Praticidade e inovação**

Sabe-se que na atualidade a busca constante por renovação e vantagens competitivas entre as organizações e pessoas, tem levado o ser humano a buscar novas tecnologias que melhore o processo de fabricação e inovações.

A CNC trás para o usuário mais rapidez e precisão na confecção de circuito impresso, basta desenhar o circuito no EAGLE, converter no formato de circuito em trilhas, após isso, mande o arquivo para o GRBL CONTROLLER, que ira se conectar com o Arduino e iniciará o processo de desenho do circuito na CNC com precisão.

### **2.2 Conceitos de confecção**

Confecção, que tem origem no vocábulo latino *confectio*, é um termo que se refere à ação de preparar ou de fazer determinadas coisas a partir de uma mistura ou de uma combinação de outras.

Os conceitos descritos acima mostram claramente a importância que se tem em pensar na questão das combinações onde obtivemos a CNC, através de estratégias bem definidas, podem-se alcançar as metas determinadas e alavancar os seus conhecimentos adquiridos.

### **3 Planejamento do Projeto**

A partir deste capítulo, serão descritos todos os passos fundamentais para a produção da CNC confeccionadora de placas circuitos impresso.

#### **3.1 Fluxograma do Processo**

Para o desenvolvimento eficaz do projeto, viu-se a necessidade de criar um fluxograma de processo, onde se podem analisar cada passo e decisão que deverá ser tomada, de acordo com as diversas situações que podem ocorrer nos processos relacionados ao processo do CNC confeccionadora de placas circuitos impresso.

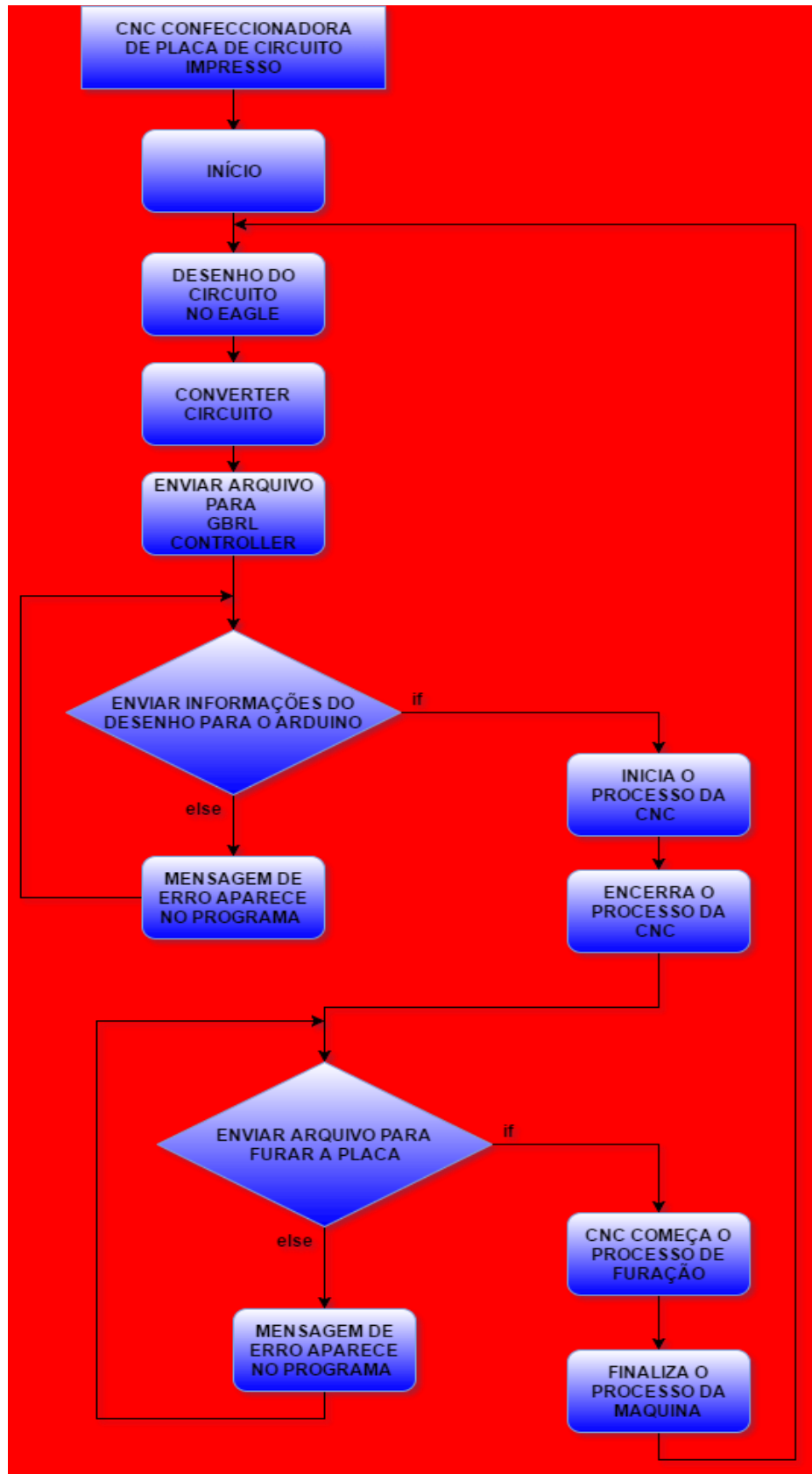
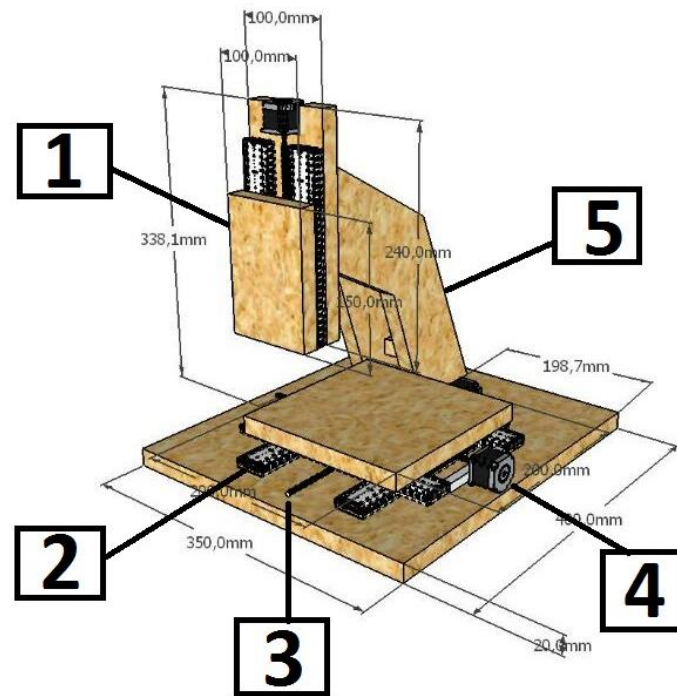


Figura 1: Fluxograma do processo de confecção de placas circuitos impressos

### 3.2 Croqui

Inicialmente optou-se por esboçar a CNC, onde pode-se ter uma visão mais ampla e significativa do projeto, de modo que o leitor possa analisar a estrutura e diâmetro de sua estrutura que integra o projeto.



Item	Nome
1	Local Da Micro Retifica
2	Trilho
3	Barra Roscada
4	Motor De Passo
5	Madeiras

Figura 2 – Layout da CNC

### 3.3 Programação feita no Arduino

```
// Código para medição e cálculo do parâmetro "step/mm" do software GRBL Controller

// Configuração dos pinos para passo e direção do motor
// Eixo X
#define STEP 23
#define DIR 22

// Eixo Y
// #define STEP 24
// #define DIR 25

// Eixo Z
// #define STEP 26
// #define DIR 27

void setup()
{
    // Configura pinos como saídas
    pinMode(STEP, OUTPUT);
    pinMode(DIR, OUTPUT);
}

void loop()
{
    // Motores - NEMA 17HD4411 (X,Y) 17HD4421 (Z): 200 passos por revolução (volta)
    // Drivers dos motores - Easy Driver v4.4: 1/8 passo (8 micropassos por passo)
    // Cada volta completa do motor necessita então de 1600 micropassos

    // Enviar 32000 mil passos (1600 x 20) para o motor para facilitar a leitura da medição em milímetros
    rodar(32000, .5);
    delay(10000); //
}

// Função para enviar comandos para o driver do motor
void rodar(int passos, float velocidade){

    // Verifica se passos são positivos ou negativos (sentido da rotação)
    int direcao = (passos > 0)? HIGH:LOW;
    passos = abs(passos);

    // Envia direção de rotação ao driver no pino DIR
    digitalWrite(DIR,direcao);

    // Calcula atraso entre passos com o valor dado para definir velocidade de rotação
    float atraso = (1/velocidade) * 70;

    // Envia comandos para o pino STEP do driver
    for(int i=0; i < passos; i++){
        digitalWrite(STEP, HIGH);
        delayMicroseconds(atraso);

        digitalWrite(STEP, LOW);
        delayMicroseconds(atraso);
    }
}
```

### 3.4 Pesquisa de Material

Após realizar pesquisas em diversos estabelecimentos na região do ABC e internet, adquiriram-se os seguintes itens para a idealização do projeto CNC confeccionadora de placas circuitos impresso. Segue abaixo a relação de materiais utilizados:

#### Pesquisa de Material

<b>Materiais</b>	<b>Qtd</b>	<b>Preço</b>
Madeira MDF cortada	9	66,00
Cola para Madeira	2	20,94
Parafusos	36	20,00
Barra Roscada	4	21,56
Corrediça Telescópica	3	39,50
Vaselina Industrial	1	22,40
Motor de Passo	3	269,94
Easy Driver	3	158,70
Micro-retífica Dremel300 110 Volts	1	298,30
Arduino Atmega Mega 2560	1	96,00
Acoplamento Flexível	3	63,40
Cabos Jumper Femea	20	20,00
Cabos Jumper Macho	20	20,00
Espaçador Plástico	18	18,00
Fonte 12 Volts 2A	1	24,55
Placas de fenolite	2	8,00
Compasso para Desenho Técnico	1	10,00
Brocas Dremel	5	33,00
Caneta Retroprojeter	3	24,00
Mão de obra	----	500,00
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1716,29</b>

### 3.5 Previsão de Custos

Após adquirir os materiais listados acima, tem-se como custo inicial o valor de R\$ 1716,29 para a montagem completa do projeto. Os valores discriminados podem variar de acordo com a região ou fornecedores. Nota-se que o projeto possui custos x benefício viáveis, pois os resultados obtidos são satisfatórios, como exemplo tem-se a diminuição de esforço físico, conseqüentemente maior produtividade e lucratividade para a organização.

### 3.6 Cronograma Geral

O cronograma do projeto é o plano de distribuição das etapas de sua execução, em períodos de tempos verdadeiros com o objetivo de organizar e distribuir racionalmente, em suas etapas, o tempo disponível para a execução do projeto. Segue abaixo os cronogramas do primeiro e segundo semestres, com as devidas descrições das etapas do projeto, e o período previsto e realizado.

ETEC JORGE STREET- CRONOGRAMA PLANEJAMENTO TCC- 1º SEMESTRE 2015													DATA: 05/09/15			
Alunos: Antonio Alcino/ Caio César/ Douglas Macedo/ José Henrique/ Vitor Del Rey																
Nº	Atividade		SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO			ANDAMENTO (%)				RESPONSÁVEL
			SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	20	40	80	100			
			03/09/	10/09/	17/09/	01/10/	15/10/	22/10/	05/11/	12/11/	26/11/					
1	Definição dos Integrantes do Grupo	P														
		R														X
2	Definição do Projeto	P														
		R														X
3	Realizar esboço do projeto (croqui)	P														
		R														X
4	Analisar futuros erros no projeto	P														
		R														X
5	Definir materiais	P														
		R														X
6	Pesquisa de preços dos materiais	P														
		R														X
7	Pesquisa de campo	P														
		R														X
8	Elaboração de pré-monografia	P														
		R														X
9	Entrega da pré-monografia e pré-projeto	P														
		R														X

Figura 3: Cronograma primeiro semestre

ETEC JORGE STREET- CRONOGRAMA PROJETO TCC- 2º SEMESTRE 2016																DATA: 05/03/16														
Projeto: CNC CONFECCIONADORA PCI			Alunos: Antonio Alcino/ Caio César/ José Henrique/ Vitor Del Rey/ Gustavo Henrique																											
Nº	Atividade		MARÇO			ABRIL				MAIO				JUNHO				ANDAMENTO (%)				RESPONSÁVEL								
			SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	20	40		80	100						
			06/03/	12/03/	15/03/	02/04/	09/04/	16/04/	30/04/	07/05/	14/05/	21/05/	23/05/	08/06/	16/06/	21/06/	22/06/	24/06/												
1	Aquisição dos Materiais	P																												
		R																											X	Antonio/ José
2	Montagens da estruturas	P																												
		R																												X
3	Confecção de suportes do projeto	P																												
		R																												X
4	Instalações dos componentes	P																												
		R																												X
5	Ajustes gerais dos componentes	P																												
		R																												X
6	Mudanças de suportes motores	P																												
		R																												X
7	Realizações de testes	P																												
		R																												X
8	Definição de Teorias para a monografia	P																												
		R																												X
9	Coleta de dados para monografia	P																												
		R																												X
10	Montagens da monografia Oficial	P																												
		R																												X
11	Entregar Monografia para o Profº Orientador	P																												
		R																												X
12	Apresentação e entrega da Monografia	P																												
		R																												X
13	Entrega do CD do Banner	P																												
		R																												X
14	Reunião de Montagem do TCC	P																												
		R																												X
15	Apresentação de TCC 43ª Excute	P																												
		R																												X

Figura 4: Cronograma segundo semestre

## 4 Desenvolvimento do Projeto

### 4.1 Elementos

- Arduino ATMEGA 2560;
- EasyDriver;
- Fonte 12V LG;
- Micro retífica Dremel 127V;
- Motores de passo;
- Coolers;
- Caneta de retroprojeto;

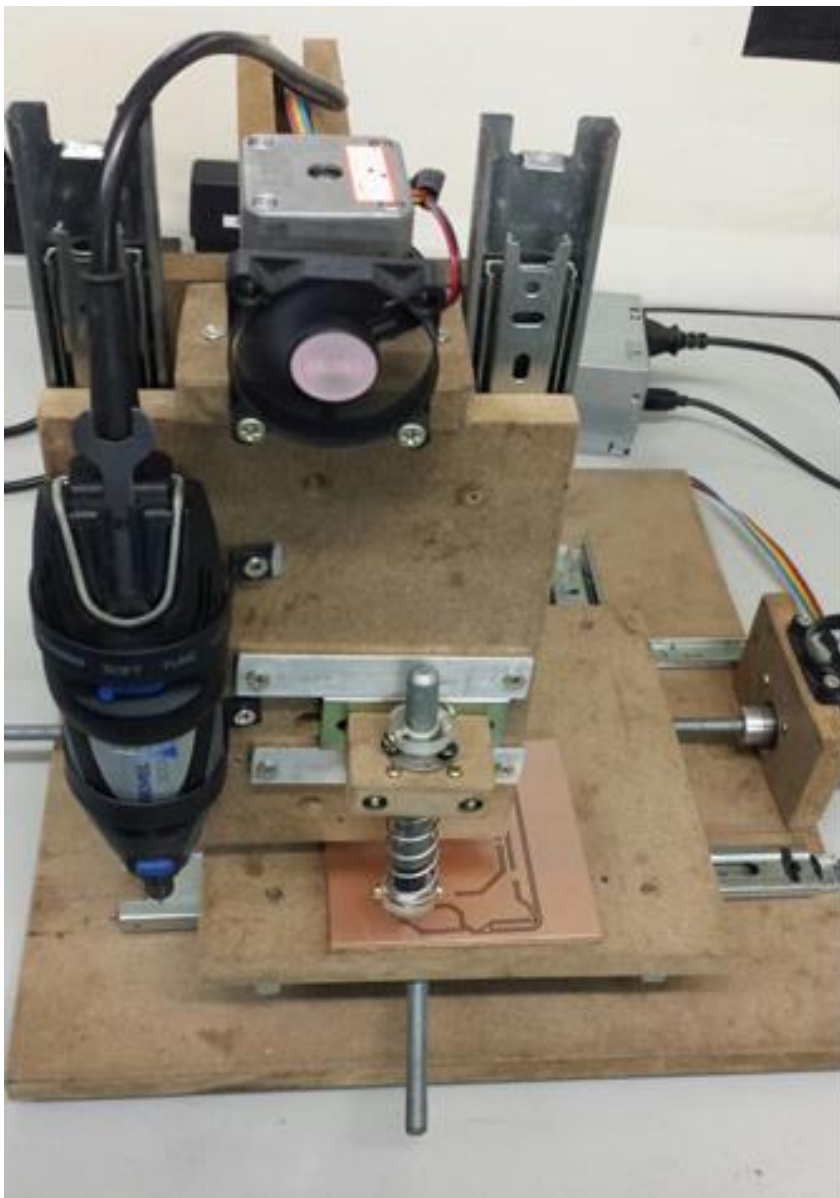
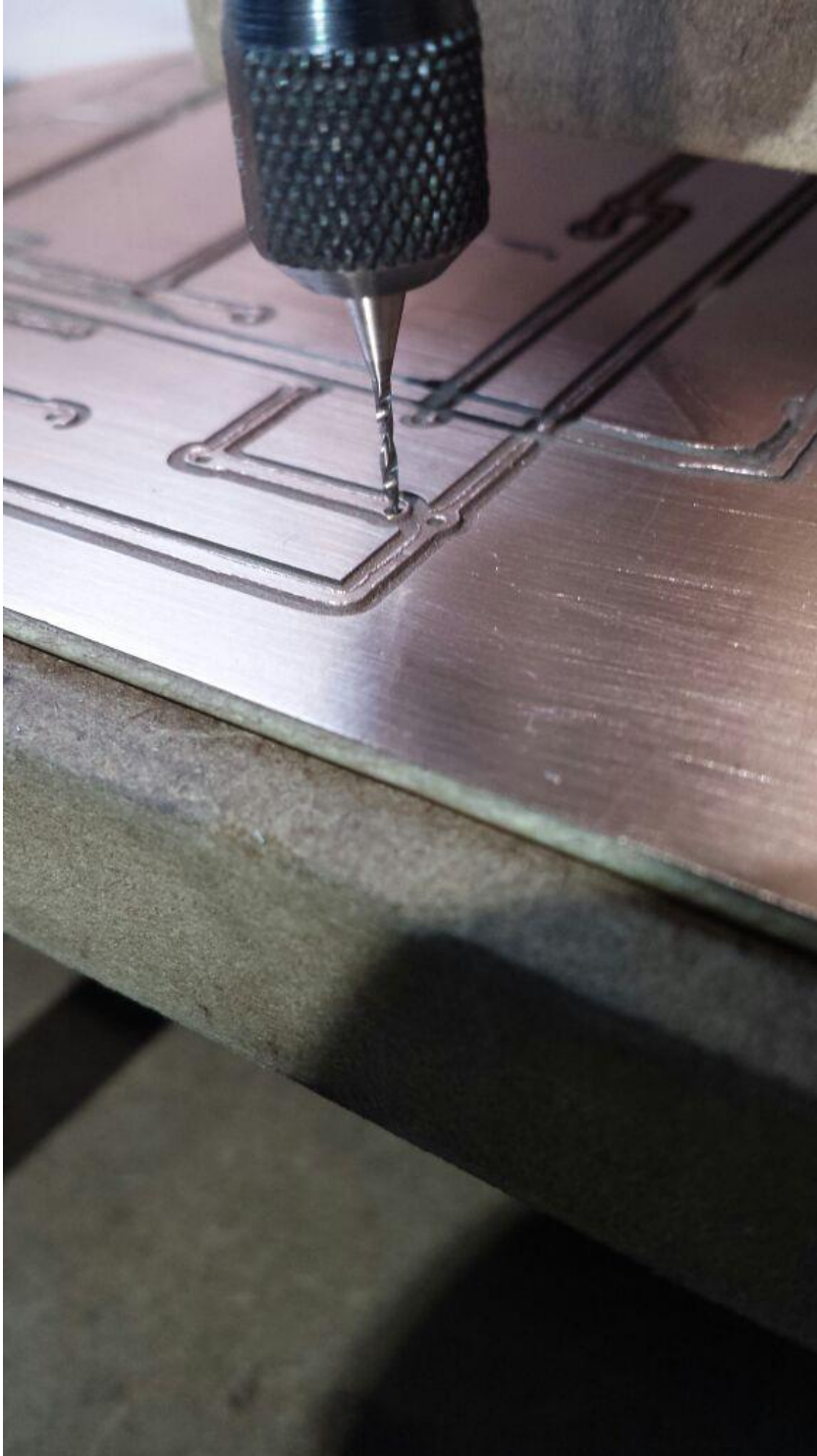


Figura 5– Esboço do funcionamento da máquina CNC CONFECCIONADORA



**Figura 6 – Placa fresada**

## 4.2 Circuito elétrico

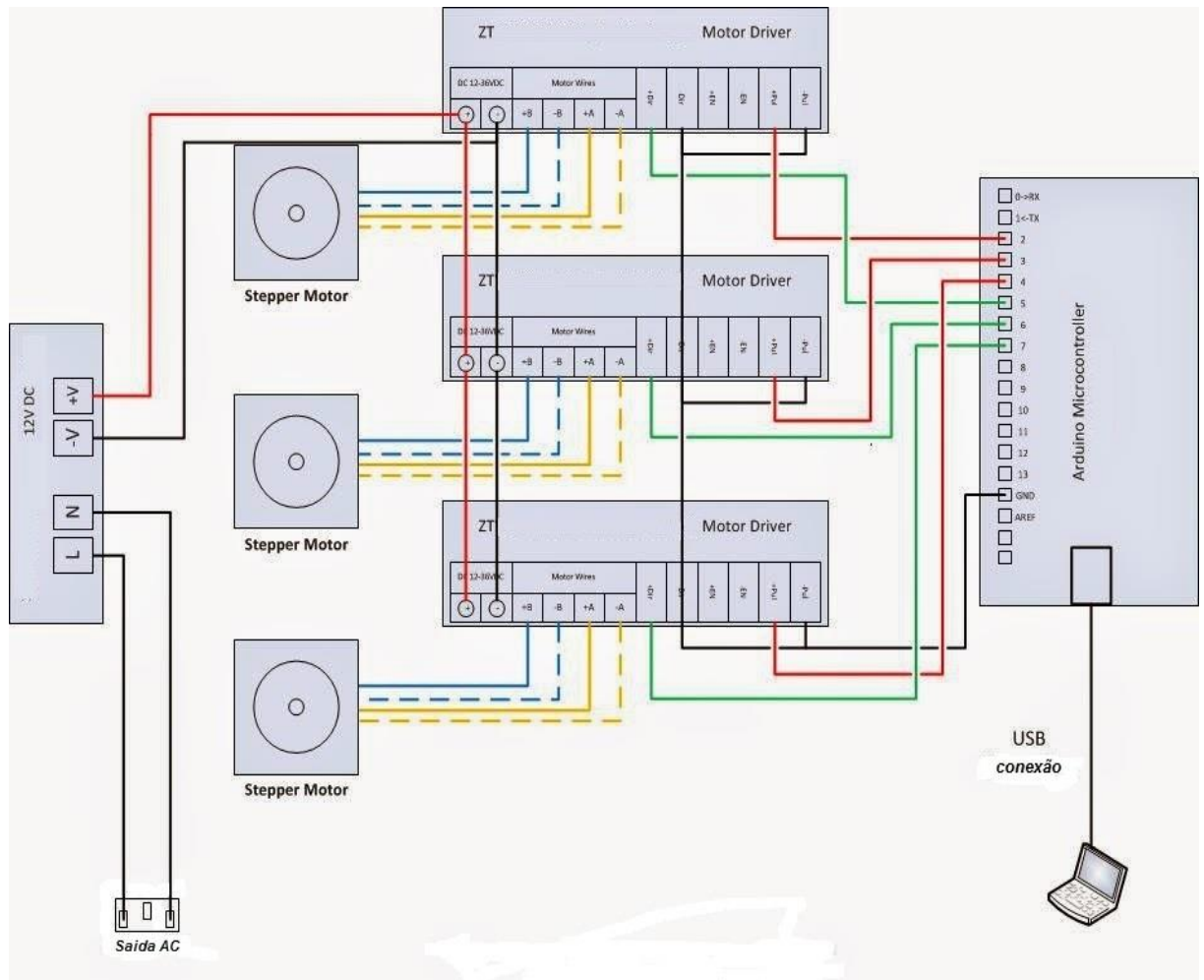


Figura 7– Circuito elétrico

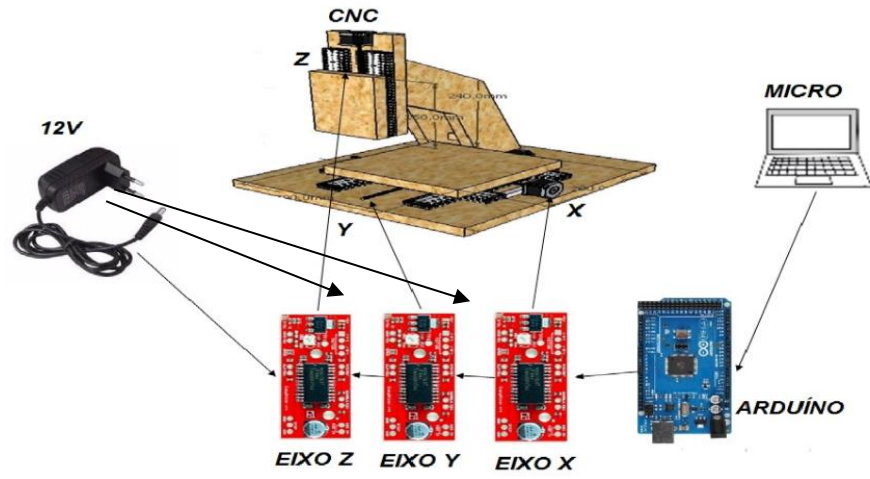


Figura 8: processo de comunicação e alimentação

### 4.3 Componentes do projeto

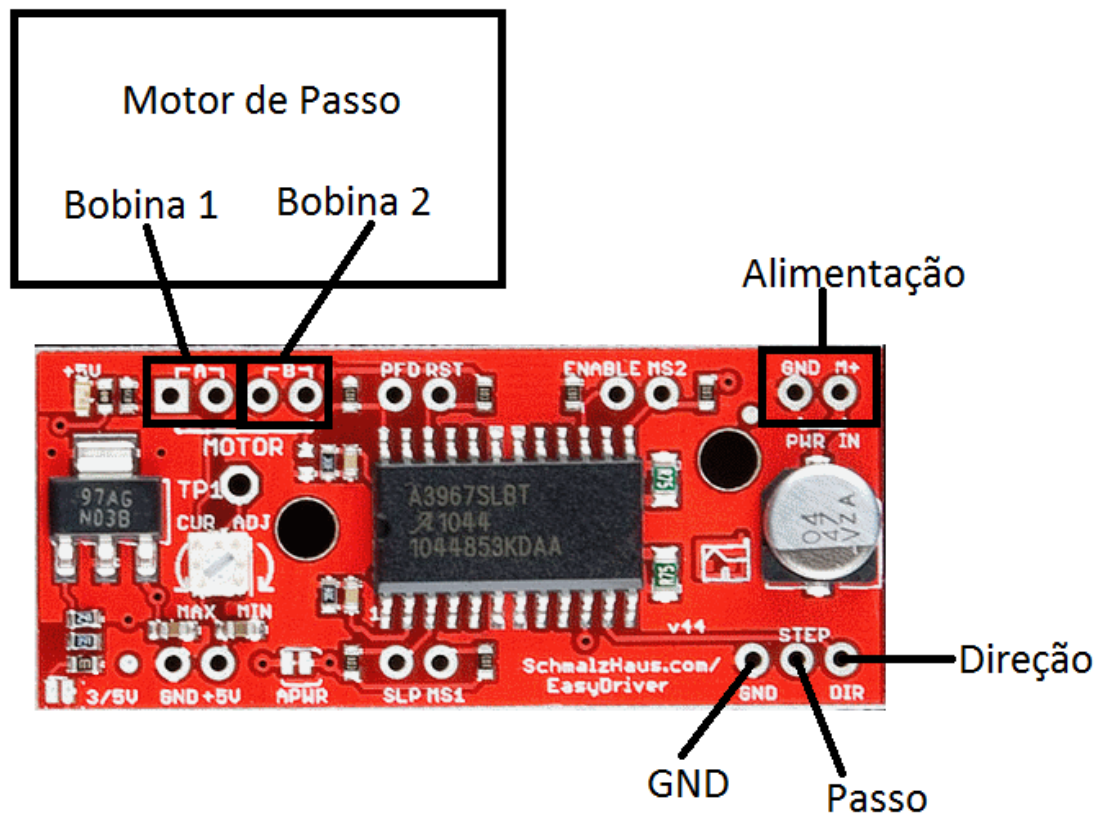
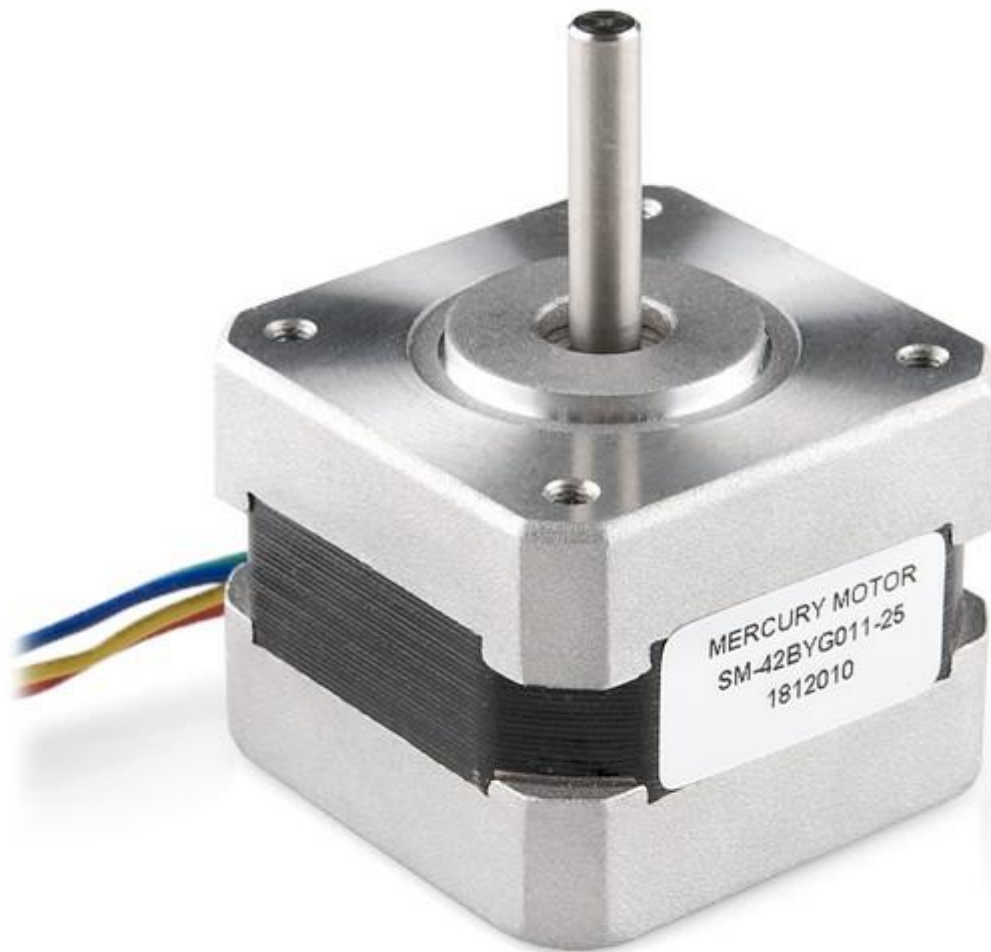


Figura 9: EasyDriver STEPPER

A placa Arduino tem muitas aplicações incluindo controle de motores de corrente contínua, Servo-motores e Motores de Passo.

Um motor de passo é um tipo de motor elétrico usado quando algo tem que ser posicionado muito precisamente ou rotacionado em um ângulo exato.

Para controlar um motor de passo é necessária uma ponte H ou uma placa controladora. Aqui vamos utilizar o Easydriver que é uma placa controladora, pois é de fácil aplicação.



**Figura 10: Motor de Passo STEPPER 12V - 0,33A**

O motor de passo é um motor com uma precisão muito grande do seu movimento. São utilizados onde é necessário o controle do número de rotações é muito importante, tais como em impressoras, drives de disquete e sistemas de automação industrial e robótica, pois, se não houvesse esse controle, o movimento contínuo poderia estragá-los. O passo que esse motor pode dar é o menor deslocamento angular para o qual está projetado. O número de passos destes motores depende do número de pólos que seu rotor possui. Assim, existem diversas resoluções para eles como, por exemplo, 0.72, 1.8, 3.6, 7.5, 15 e até 90 graus, ou seja, 500, 200, 100, 48, 24 e 4 passos.

## Arduino Mega 2560 GRBL

Pino	Função
13	Stepper Enable/Disable
12	Limit Z-Axis*
11	Limit Y-Axis*
10	Limit X Axis*
22	Step Pulse X-Axis
23	Step Pulse Y-Axis
24	Step Pulse Z-Axis
25	Direction X-Axis
26	Direction Y-Axis
27	Direction Z-Axis

Reset/Abort\* -  
Feed Hold\* -  
Cycle Start/Resume\* -

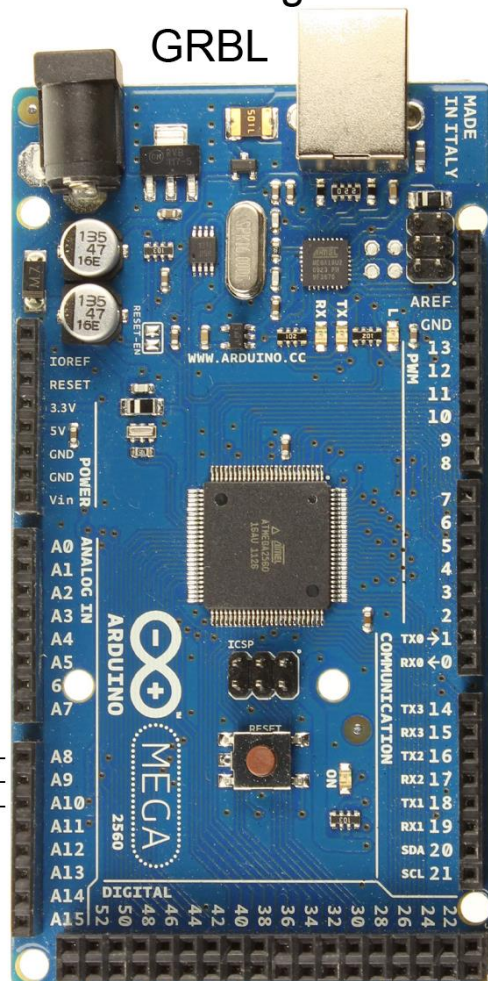


Figura 11: Arduino Mega 2560

O mega 2560 é uma placa de microcontrolador baseado no [ATmega2560](#) . Ele tem 54 pinos digitais de entrada / saída (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, um fone de poder, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset. Ele contém tudo o necessário para apoiar o microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC-CC ou bateria para começar. O 2560 bordo mega é compatível com a maioria dos escudos projetados para o Uno e os antigos quadros de Duemilanove ou Decimila.



Figura 12: Fonte LG 12V

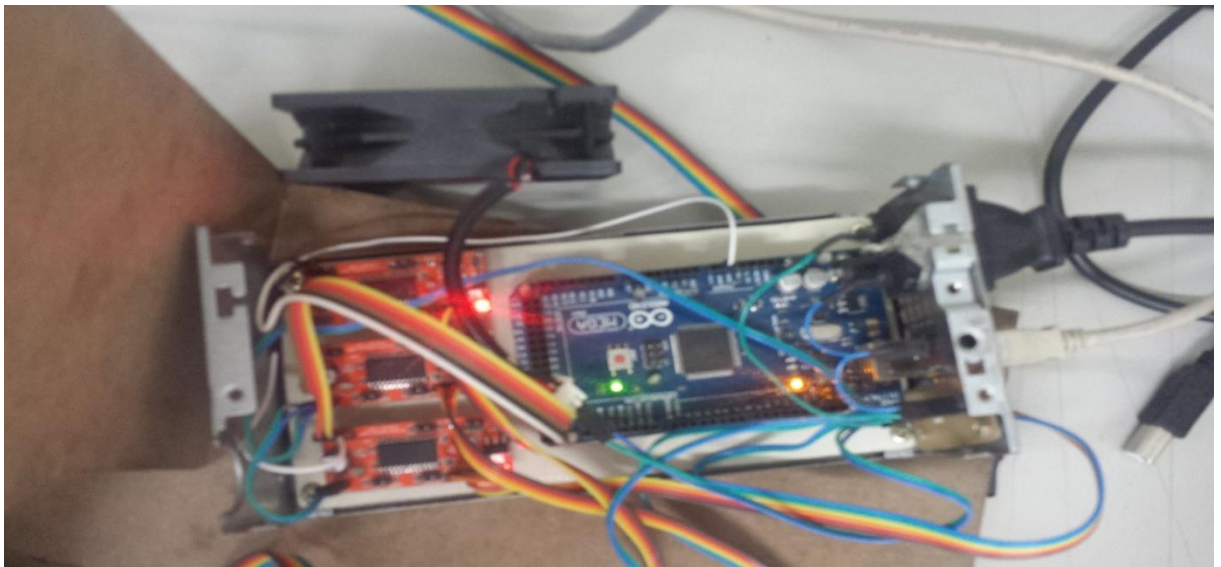


Figura 13: Instalações EasyDriver e Arduino na carcaça de uma fonte Dell

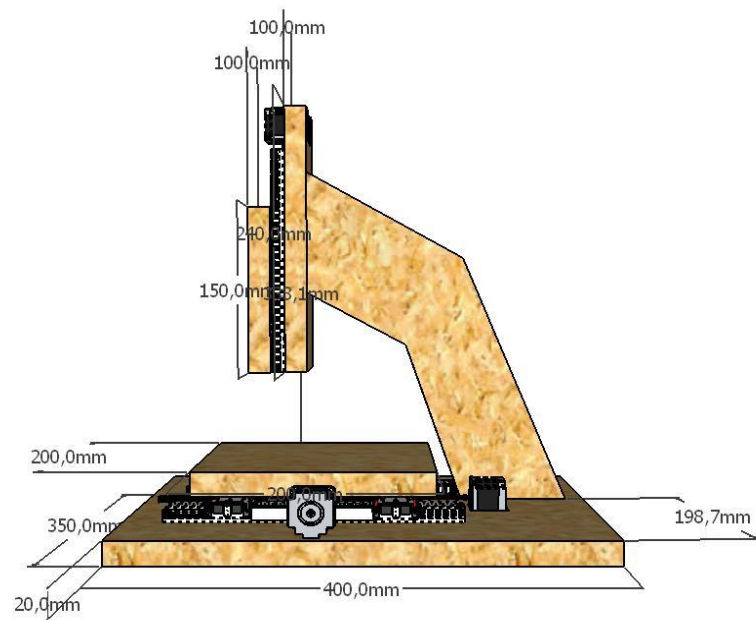


Figura 14: Layout das medidas da máquina de lado

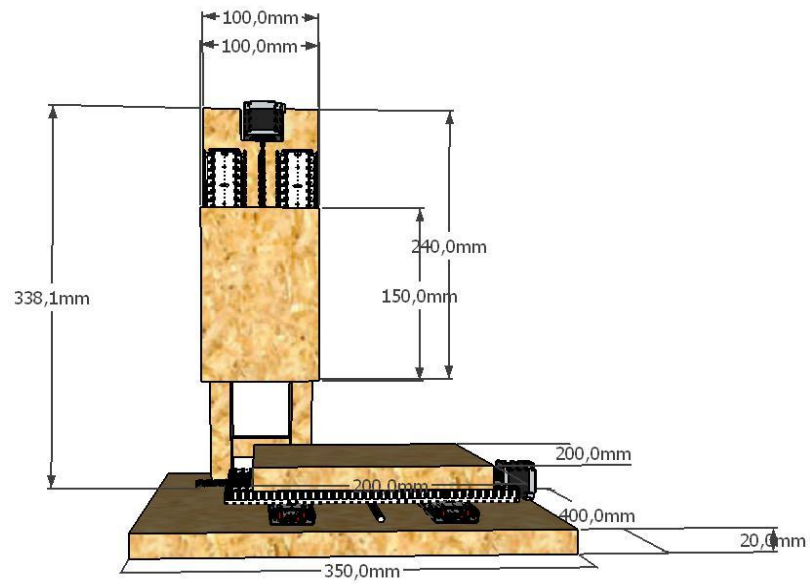


Figura 15: Layout das medidas da máquina de frente

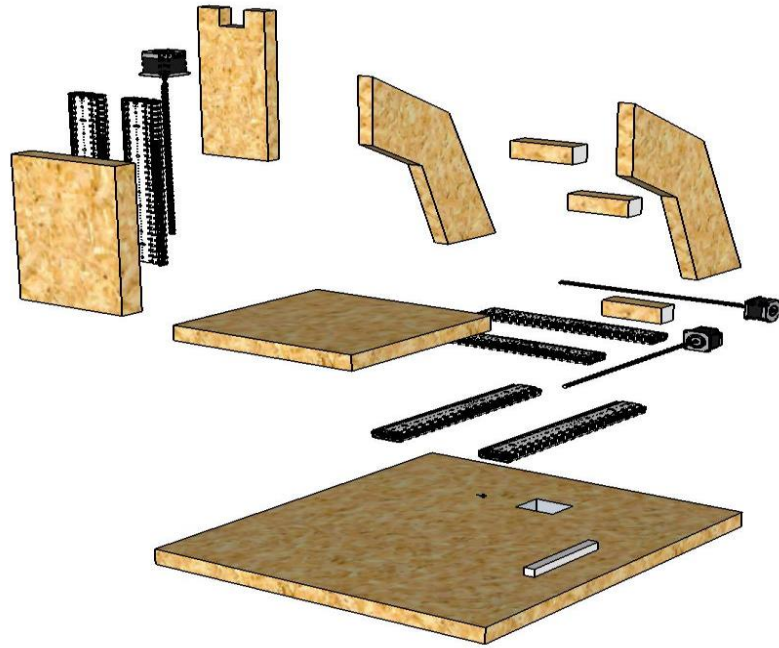


Figura 16: Layout das peças que compõem a estrutura da máquina

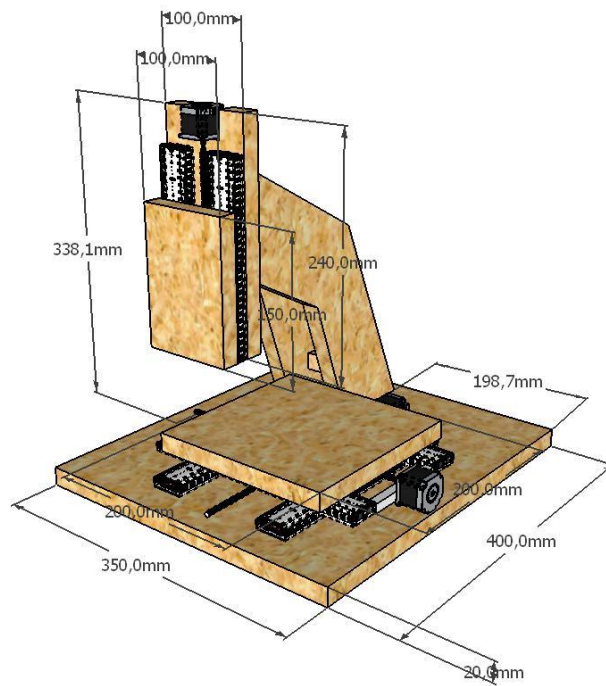


Figura 17: Layout das medidas da máquina de perfil

## **5 Conclusão**

Desta forma pode-se concluir que o pré-projeto da máquina CNC Confeccionadora de placa de circuito impresso, será de grande importância para as instituições de ensino.

Facilitando o processo de produção de circuitos integrados, automatizando o desenho e fresa do circuito na placa. Podendo também ajudar como uma melhoria para a escola, por exemplo, como um avançado equipamento para o laboratório das escolas técnicas.

## 5.1 Referências

Os sites usados como fonte de pesquisa para o desenvolvimento desse projeto foram: [www.porfessormarlonnadi.com.br](http://www.porfessormarlonnadi.com.br), [www.eagle.software.informer.com](http://www.eagle.software.informer.com) e [www.youtube.com](http://www.youtube.com).