

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC PAULINO BOTELHO  
TÉCNICO EM MECATRÔNICA**

**KNUCKLES: ESTEIRA SEPARADORA COM BASE EM COR**

Anthony Silva Neves  
Gabriel Barbosa Minetto  
Kauã Almeida Teixeira  
Najlah Gonçalves de Oliveira

**SÃO CARLOS-SP  
2022**

Anthony Silva Neves  
Gabriel Barbosa Minetto  
Kauã Almeida Teixeira  
Najlah Gonçalves de Oliveira

## **KNUCKLES: ESTEIRA SEPARADORA COM BASE EM COR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Etec Paulino Botelho, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Técnico em  
Mecatrônica.

**Orientador:** Prof. Valter Cesar Govoni  
Prof. Fabio Nakasone

**SÃO CARLOS-SP  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que nos fortaleceu mesmo em meio as dificuldades.

Para os amigos de classe e em especial, aos colegas do grupo que ajudaram na realização desse trabalho

A todos os professores envolvidos no decorrer do curso.

E a escola, que nos forneceu o material que necessitamos para o aprendizado durante esses anos.

NEVES, Anthony Silva; MINETTO, Gabriel Barabosa; TEIXEIRA, Kauã Almeida; de OLIVEIRA, Najlah Gonçalves. **Implementação de uma esteira separadora com base em cor**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Mecatrônica) – Etec Paulino Botelho, São Carlos, 2022.

## RESUMO

O trabalho visa separar de modo organizado os produtos do final da linha de produção, assim evitando perda de tempo e desorganização, permitindo assim que o controle da linha de produção seja totalmente automatizado, sem interferência humana.

**Palavras-chave:** Esteira. Sensor RGB. Automação Industrial. Microcontrolador.

NEVES, Anthony Silva; MINETTO, Gabriel Barabosa; TEIXEIRA, Kauã Almeida; de OLIVEIRA, Najlah Gonçalves. **Implementation of a color-based separator belt.** 2022. Completion of Course Work (Technician in Mechatronics) – Etec Paulino Botelho, S. Carlos, 2022.

### **ABSTRACT**

The work aims to sort out the products at end of production line in an organized way, thus avoiding loss of time and disorganization, thus allowing the control of the production line to be fully automated, without human interference.

**Key-words:** Running Machine. RGB sensor. Industrial Automation. Microcontroller.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Placa Arduino UNO .....	<b>12</b>
Figura 2 – Motor DC 3-6V .....	<b>13</b>
Figura 3 – Sensor RGB TCS3200 .....	<b>14</b>
Figura 4 – Botões de acionamento.....	<b>15</b>
Figura 5 – Pistão Pneumático .....	<b>16</b>
Figura 6 – Fonte de Alimentação POL-16E.....	<b>16</b>
Figura 7 – Módulo de interface a relé.....	<b>17</b>
Figura 8 – Válvula eletropneumática .....	<b>18</b>
Figura 9 – Projeto da esteira no Tinkercad.....	<b>19</b>
Figura 10 – Funcionamento da Impressora 3D .....	<b>20</b>
Figura 11 – Montagem física do projeto .....	<b>20</b>
Figura 12 – Desenvolvimento da programação.....	<b>21</b>
Figura 13 – Parte elétrica do projeto .....	<b>21</b>
Figura 14 – Montagem da eletropneumática .....	<b>22</b>
Figura 15 – Finalização do Projeto.....	<b>22</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

RGB	Red, Green, Blue
PLA	Biodegradable plastic with polylactic acid
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 EQUIPAMENTOS DA BANCADA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 Microcontrolador Arduino .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 Motor DC 3-6V Eixo Duplo .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.3 Sensor RGB .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4 Botoeiras .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.5 Pistões Pneumáticos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.6 Fonte de Alimentação Simétrica (POL-16E).....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.7 Relé.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.8 Válvula eletropneumática .....</b>	<b>18</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1 CONSTRUÇÃO DO PROJETO NO TINKERCAD.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2 IMPRESSÃO DO PROJETO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3 MONTAGEM FÍSICA DO PROJETO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.4 DESENVOLVIMENTO DA PROGRAMAÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.5 MONTAGEM DA PARTE ELÉTRICA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.6 MONTAGEM ELETROPNEUMÁTICA.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7 FINALIZAÇÃO DA MONTAGEM .....</b>	<b>22</b>



<b>4 TABELA DE MATERIAL E CUSTOS DO PROJETO .....</b>	<b>23</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO A – Circuito no Tinkercad.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO B – Índice do Projeto Eletroeletrônico TCC.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO C – Alimentação Projeto Eletroeletrônico TCC .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO D – Montagem da Base do Projeto .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO E – Teste do Sensor TCS 3200 .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO F – Finalização na Base do Projeto (1).....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO G – Finalização na Base do Projeto(2) .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais destacamos o grande avanço da tecnologia, quando se refere à automação de processos industriais, utilizando vários tipos de instrumentos e os mais modernos controladores e outros dispositivos que trabalham em conjunto para tornar o processo industrial cada vez mais eficiente e dinâmico. O trabalho apresentado mostra a montagem de uma esteira separadora com base em cor utilizando um Microcontrolador e um software supervisor que faz o processo de comunicação com a bancada e todos os seus instrumentos de simulação elétrico-mecânico e pneumático. Serão utilizados para demonstração na bancada, vários equipamentos como pistões, sensores, válvulas eletropneumático, entre outros, com isso abordando os principais conceitos da área de Mecatrônica que foram abordados durante a trajetória do curso técnico.

### 1.1 Objetivo Geral

Automatizar processos industriais da etapa final da linha de produção com vários equipamentos vistos no aprendizado ao longo do curso técnico, demonstrando o seu funcionamento geral.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Embora seja possível fazer esses mesmos processos com o trabalho humano, o objetivo desse projeto é automatizar o processo de separação de objetos por cor, tornando possível o gerenciamento e armazenamento de informações, como por exemplo, a quantidade de vezes que foram detectados objetos de uma determinada cor ou até mesmo fazer o sensoriamento de apenas uma cor específica. A automatização torna o processo de produção mais barato, mais viável e mais rápido.

### 2.1 EQUIPAMENTOS DA BANCADA

Nesta seção serão descritos todos os equipamentos que compõem a bancada do projeto do TCC.

#### 2.1.1 Microcontrolador (ARDUINO)

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica muito versátil e amplamente utilizada por estudantes, hobbistas e profissionais das mais diversas áreas. O objetivo principal do Arduino é tornar o acesso à prototipagem eletrônica mais fácil, mais barata e flexível. Com ele é possível criar projetos variados em eletrônica, desde os mais simples até aplicações intermediárias como Internet das Coisas (IoT), Robôs, Sistemas de Automação Residencial ou Industrial, Alarmes e outros.

As funcionalidades do Arduino também podem ser facilmente ampliadas, ou seja, você não precisa trocar a placa principal caso queira expandir os recursos do seu projeto. Basta acrescentar sensores, módulos e shields para incorporar novas funções. Além disso, depois de programado, o Arduino pode ser utilizado sem a necessidade de um computador, já que o programa instalado na placa permanece em loop, repetindo sem parar, sendo necessária apenas uma fonte de alimentação para que a placa funcione.

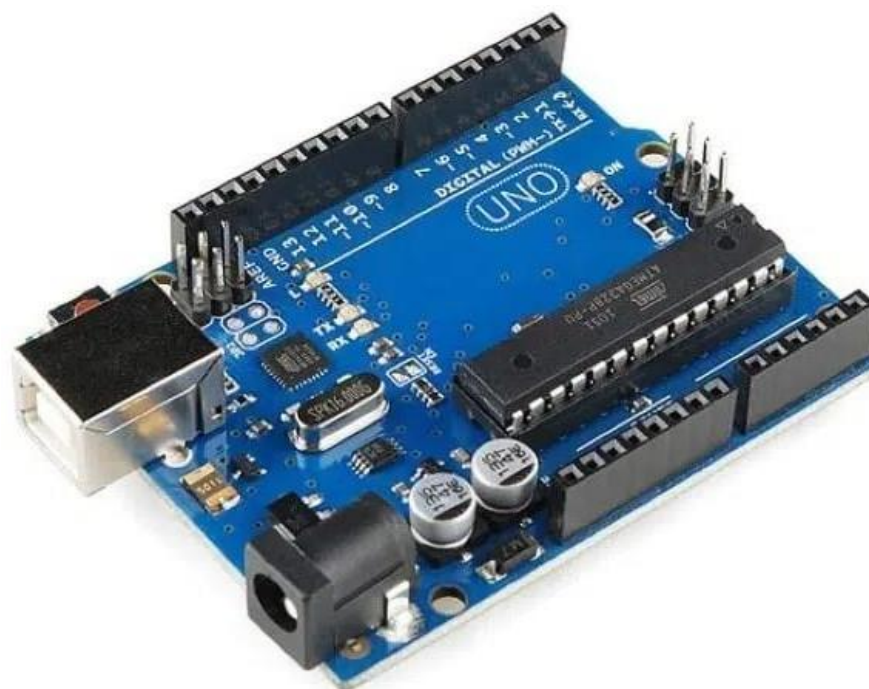


Figura 1 – Placa Arduino UNO

Fonte: [www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/](http://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/)

### 2.1.2 Motor DC 3–6V Eixo Duplo

O Motor DC 3-6v 80RPM se diferencia dos demais motores por possuir caixa de redução e eixo duplo, tornando-se assim, um produto de extrema funcionalidade utilizado por hobistas e projetistas para o desenvolvimento de projetos robóticos e de automação residencial.

Ele é facilmente aplicado em projetos robóticos, incluindo carrinhos e pequenos robôs de batalha, como o robô sumô, por exemplo, esteiras, projetos de elevadores e muitas outras aplicabilidades. Enfim, suas utilidades são diversas, bastando usar a criatividade.

Através dos dois pólos existentes na ponta do Motor DC 3-6v 80RPM é possível fazer a inversão da polaridade, o que possibilita ao motor girar tanto no sentido horário quanto anti-horário.

### CARACTERÍSTICAS:

- Motor DC com caixa de redução e eixo duplo;
- Ideal para os mais diversificados projetos robóticos;
- Força de trabalho relativamente elevada;
- velocidade considerável;
- Ideal para construção de projetos robóticos;
- Aplicado nos mais diversos Carros Robôs;
- Eixo pronto para encaixe de rodas 70mm;
- Inversão de polaridade;
- Movimentos horários e anti-horários.

### ESPECIFICAÇÕES:

- Modelo: MDC80R;
- Tensão de operação: 3 a 6V;
- Diâmetro do eixo : 5,35mm;
- Relação da caixa de redução: 120:1;
- Rotação: 80RPM (6V);
- Dimensões (CxLxE): 70x37x22,5mm (ignorando-se o eixo);
- Peso: 28g.



Figura 2 – Motor DC 3-6v

Fonte: Google (2022)

### 2.1.3 Sensor RGB

O Sensor de Cor TCS230 (TCS3200) é um módulo composto por 64 fotodiodos que são divididos da seguinte forma: 16 possuem filtros para a cor vermelha, 16 para a cor verde, 16 para a cor azul e 16 não possuem filtro. Além disso, o sensor possui quatro LEDs brancos para iluminação e oito pinos de conexão.

Os 64 fotodiodos estão distribuídos no Sensor de Cor TCS230 (TCS3200) uniformemente e são responsáveis por captar a luminosidade, filtrar as cores recebidas e em seguida gerar na saída do sensor um sinal de onda quadrada que traz informações sobre a intensidade das cores primárias (Red (Vermelho) / Green (Verde) / Blue (Azul)). A partir destas informações é possível verificar qual a cor que o sensor identificou.



Figura 3 – Sensor RGB TCS3200

Fonte: Google (2022)

### 2.1.4 Botoeiras

Os botões, ao ponto de vista de sua estrutura física tão simples e pequena, podem ser confundidos quando se comparado ao seu potencial de funcionamento, pois esses botões exercem um papel importante, sendo responsável pelo acionamento de circuitos, inversão de sentido dos motores e outras aplicações no âmbito industrial.

Também conhecidas como chave liga / desliga, são botões sem retenção (botões de impulso) e com retenção. São usados para comandar os contatores e sinalizadores dos quadros industriais, ficando geralmente localizados nas portas dos quadros de comando e, a depender de sua aplicação, são encontradas com contatos normalmente abertos (NA) ou normalmente fechados (NF). Geralmente as botoeiras sem retenção são aquelas que permanecem acionadas quando se deixa de pressionar, são as mais usadas nos quadros de comandos industriais.



Figura 4 – Botoeiras de acionamento

Fonte: Google (2022)

### 2.1.5 Pistões Pneumáticos

Um pistão pneumático é um dispositivo usado para converter ar comprimido em um movimento e/ou força. Eles promovem movimento a sistemas de automação em máquinas e processos. O pistão pneumático é uma opção relativamente mais simples e barata se comparada com os atuadores elétricos ou mesmo pistões hidráulicos.

O cilindro pneumático em si é formado por um pistão e uma haste que se move dentro de uma câmara fechada. Sendo assim, o ar comprimido é enviado para a câmara que fica abaixo do pistão. Em seguida, o ar pressurizado se expande e exerce força contra a base do pistão empurrando-o.



Figura 5 – Pistão Pneumático

Fonte: Google (2022)

#### 2.1.6 Fonte de Alimentação Simétrica (POL-16E)

As fontes simétricas são amplamente usadas na alimentação de circuitos que fazem uso de amplificadores operacionais, comparadores de tensão e conversores A/D que operam em conjunto com microcontroladores. Essas fontes geram uma tensão negativa e uma tensão positiva, de valores iguais em relação a uma referência (terra ou 12 V).



Figura 6 – Fonte de Alimentação POL-16E

Fonte: Google (2022)



### 2.1.7 Relé

Sua principal função é separar o acionamento da carga (ou potência) do comando, ou seja, nos sistemas para automação é extremamente necessário o uso de interfaces para manter a integridade dos sistemas de inteligência, como os CLP's, por exemplo, que geralmente são delgados e caros, fazendo o chaveamento das cargas através de interfaces de chaveamento. Alguns exemplos de cargas:

- Acionamento de motores
- Válvulas pneumáticas
- Eletroválvulas
- Lâmpadas
- Vários outros dispositivos com potência elevada

Outra aplicação bastante comum para as interfaces é a de isolar os sistemas de comandos, seja nas entradas ou nas saídas, pois alguns dispositivos remotos podem estar sujeitos a curto-circuitos e surtos de tensão. Desta forma, usando uma interface entre estes dispositivos e os sistemas de comandos inteligentes, haverá mais segurança e confiabilidade em todo o processo. Em todo tipo de tecnologia, automação industrial, automação predial, distribuição de energia e outras mais, é necessária a troca de informações entre as centrais de comando e os dispositivos a serem comandados.



Figura 7 – Relé

### 2.1.8 Válvula eletropneumática

A válvula eletropneumática é um dispositivo acionado eletricamente e seu uso pode ser feito de forma individual ou em conjunto com outras válvulas, podendo ser utilizada em diversos setores. Ela serve para garantir a interrupção ou direcionamento do fluido utilizado.

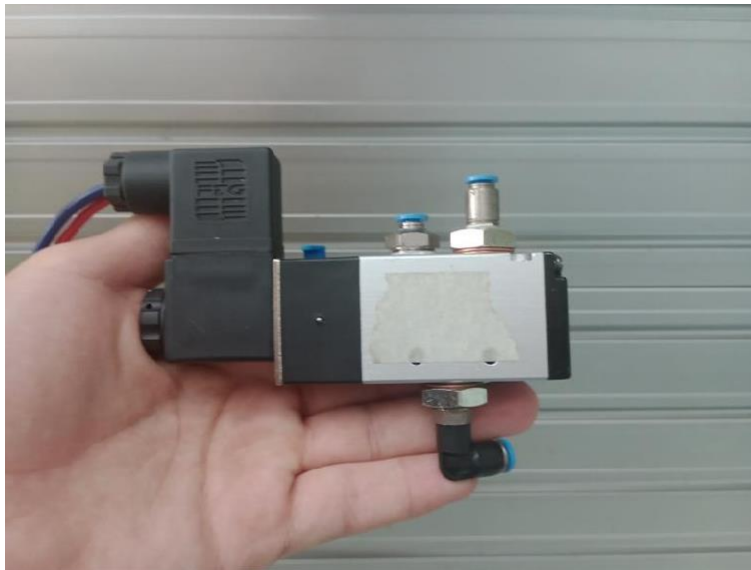


Figura 8 – Válvula eletropneumática

Fonte: Autor

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Demonstração do processo de montagem do projeto, utilizando os modelos gratuitos disponibilizados pelo site Thingiverse.

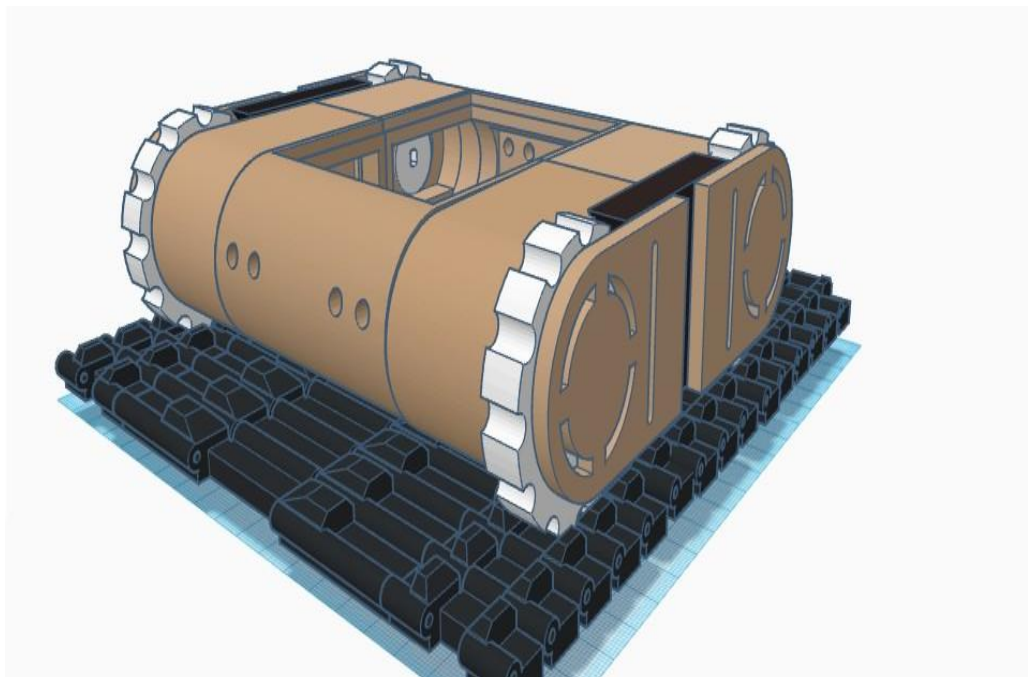


Figura 9 – Projeto da Esteira no Tinkercad

Fonte: Autor

Após o desenvolvimento do projeto, as peças foram exportadas para a Impressora 3D, iniciando a produção (Figura 10).

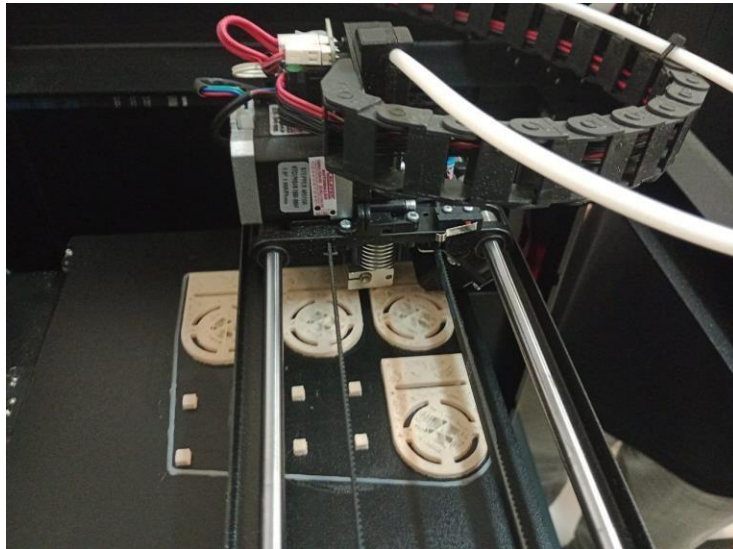


Figura 10 – Funcionamento da Impressora 3D

Fonte: Autor

A Figura 11 mostra o início da montagem física do projeto.

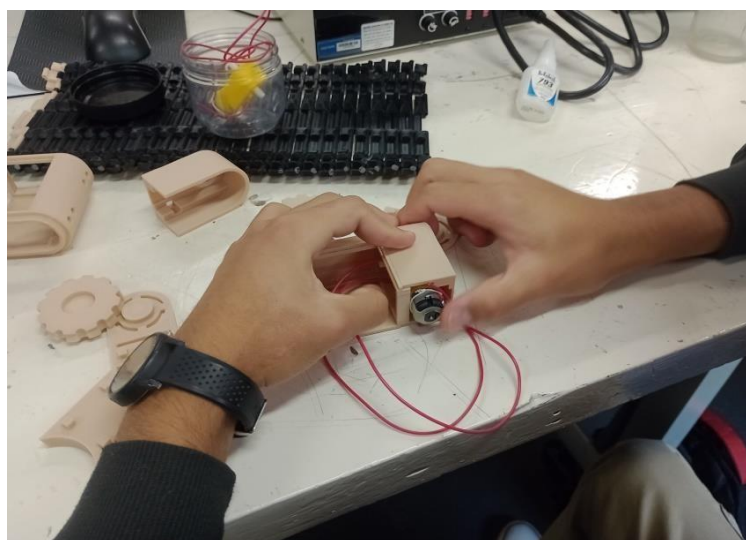


Figura 11 – Montagem Física do Projeto

Fonte: Autor

A Figura 12 mostra o desenvolvimento da programação.

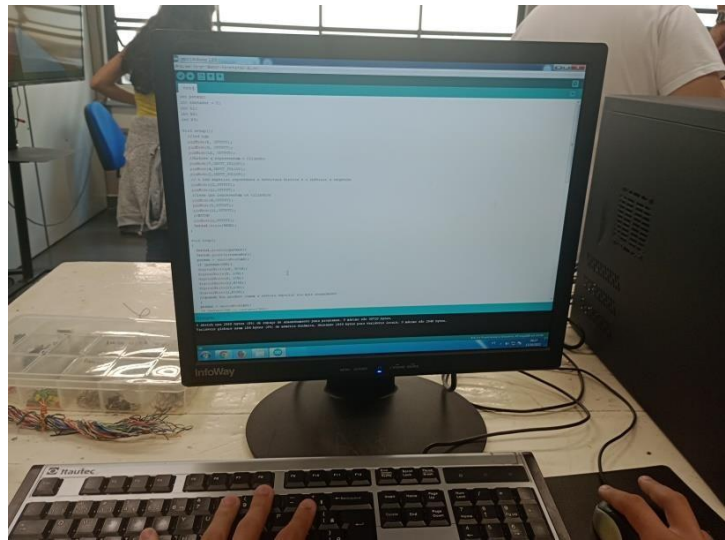


Figura 12 – Desenvolvimento da Programação

Fonte: Autor

A Figura 13 mostra a montagem física da parte elétrica do projeto.

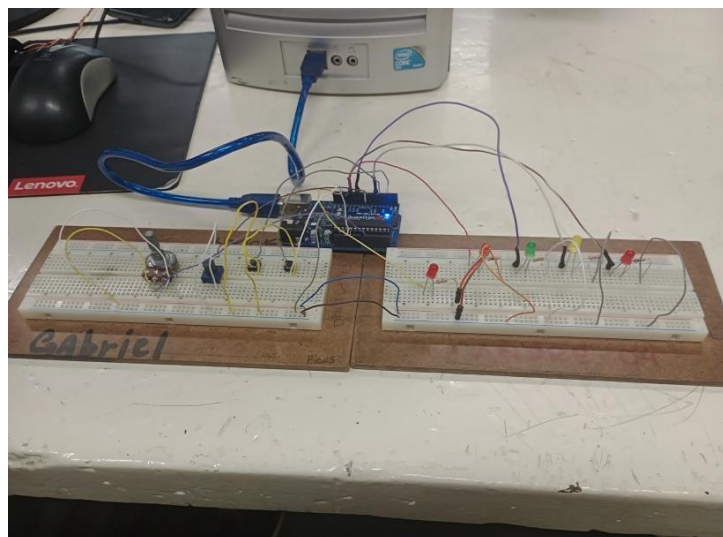


Figura 13 – Parte elétrica do Projeto

Fonte: Autor

### 3.1.6 Montagem eletropneumática do projeto (Figura 14).

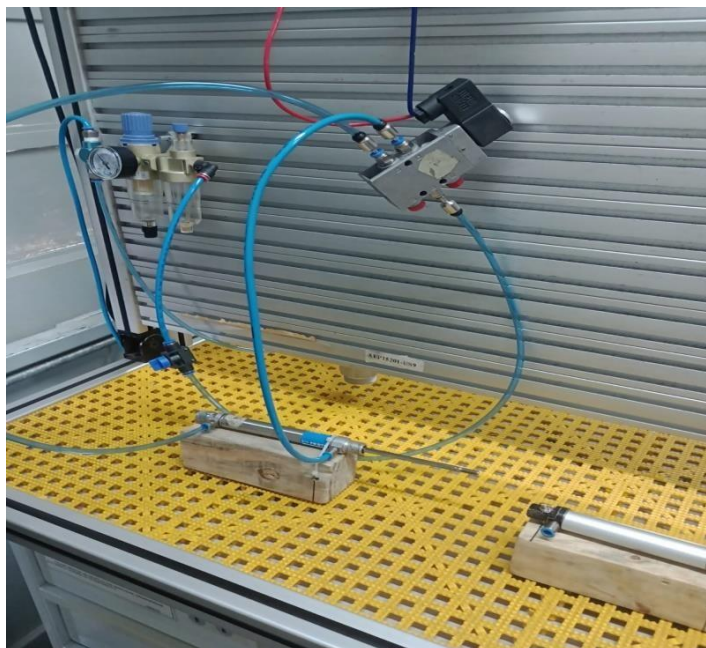


Figura 14 – Montagem Eletropneumática do projeto

Fonte: Autor

A Figura 15 mostra a finalização do projeto.

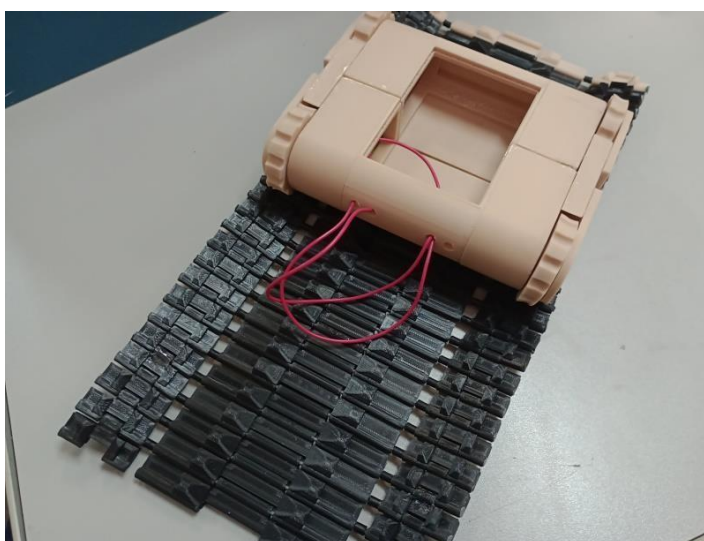


Figura 15 – Processo de Finalização do Projeto

Fonte: Autor

#### 4. TABELA DE MATERIAL E CUSTOS DO PROJETO

Material	Qtde	CusUnit.	Total	Observação
Filamento PLA	01	R\$ 105,99	R\$ 105,99	
Microcontrolador Arduino	01	R\$ 78,00	R\$ 78,00	Empréstimo
Sensor TCS3200	01	R\$ 70,00	R\$ 70,00	
Válvulas Eletropneumáticas	03	R\$ 80,00	R\$ 240,00	Empréstimo
Pistão Pneumático	02	R\$ 120,00	R\$ 280,00	Empréstimo
Relé 5 Vdc	04	R\$ 4,00	R\$ 16,00	Empréstimo
Motor DC 3-6V	02	R\$ 8,00	R\$ 16,00	Empréstimo
Fonte de Alimentação POL-16E	01	R\$ 2100,00	R\$ 2100,00	Empréstimo
		<b>Total Geral</b>	<b>R\$ 175 ,99</b>	

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a montagem do projeto e as experiências obtidas através de todo o processo, observa-se a importância da esteira separadora para o final de uma linha de produção em que se encontra a necessidade de separar e organizar de maneira automatizada a parte final da indústria. E ainda na sala de aula, durante as aulas, testando o projeto com problemas reais e com possíveis situações em que na realidade poderiam gerar erros e sua necessidade e acessibilidade para as empresas e indústrias.

Com toda a experiência obtida e a comunicação com os colegas, foi possível um bom funcionamento do projeto.



## REFERÊNCIAS

VERGOAUTOMACAO. Vergo: valvula eletropneumatica: Página inicial. Disponível em: < <https://valvulas.vergoautomacao.com.br/valvula-eletropneumatica/>>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

FINDERNET. Finder: como funcionam as interfaces a relé. Página inicial. Disponível em: < <https://www.findernet.com/pt/brasil/news/como-funcionam-as-interfaces-a-rele/>>. Acesso em: 10 de out. de 2022.

NEWTONCBRAGA. projetos de fontes simetricas. Página inicial. Disponível em: < <https://newtoncbraga.com/projetos-de-fontes-simetricas/>>. Acesso em: 10 de out. de 2022.

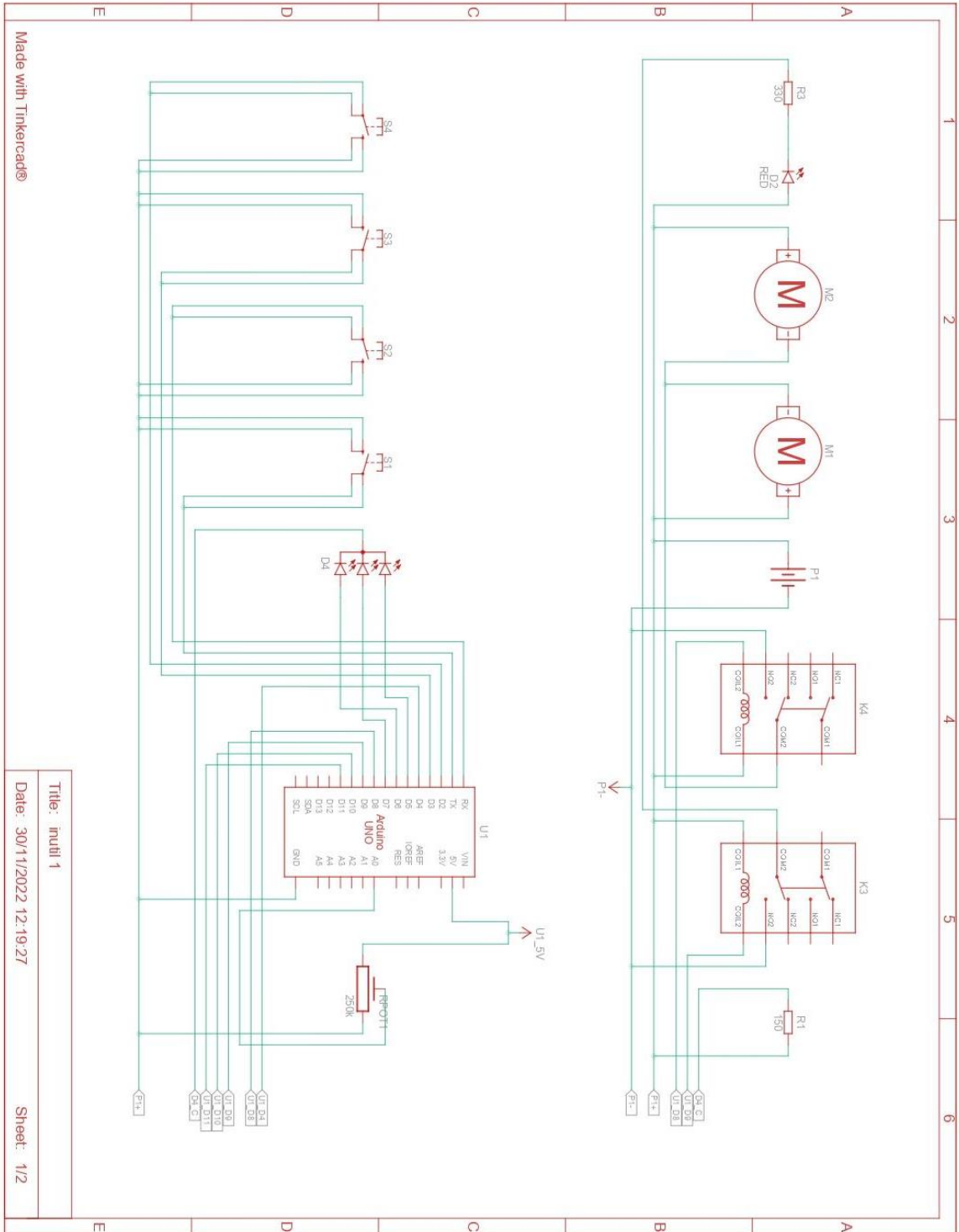
MTIBRASIL. pistao pneumatico. Página inicial. Disponível em: < <https://www.mtibrasil.com.br/pistao-pneumatico.php/>>. Acesso em: 10 de out. de 2022.

SOPRANO. conheça um pouco mais da linha de Botoeiras e Sinalizadores da Soprano. Disponível em <https://www.soprano.com.br/blog/conheca-um-pouco-mais-da-linha-de-botoeiras-e-sinalizadores-da-soprano/>>. Acesso em: 10 de out de 2022.

FILIFELOP. sensor de cor tcs3200 rgb arduino. Página inicial. Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-cor-tcs3200-rgb-arduino/>>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

USINAINFO. motor dc 3-6v 80rpm com caixa de reducao e eixo duplo. Página inicial. Disponível em: < <https://www.usinainfo.com.br/motor-dc/motor-dc-3-6v-80rpm-com-caixa-de-reducao-e-eixo-duplo/>>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

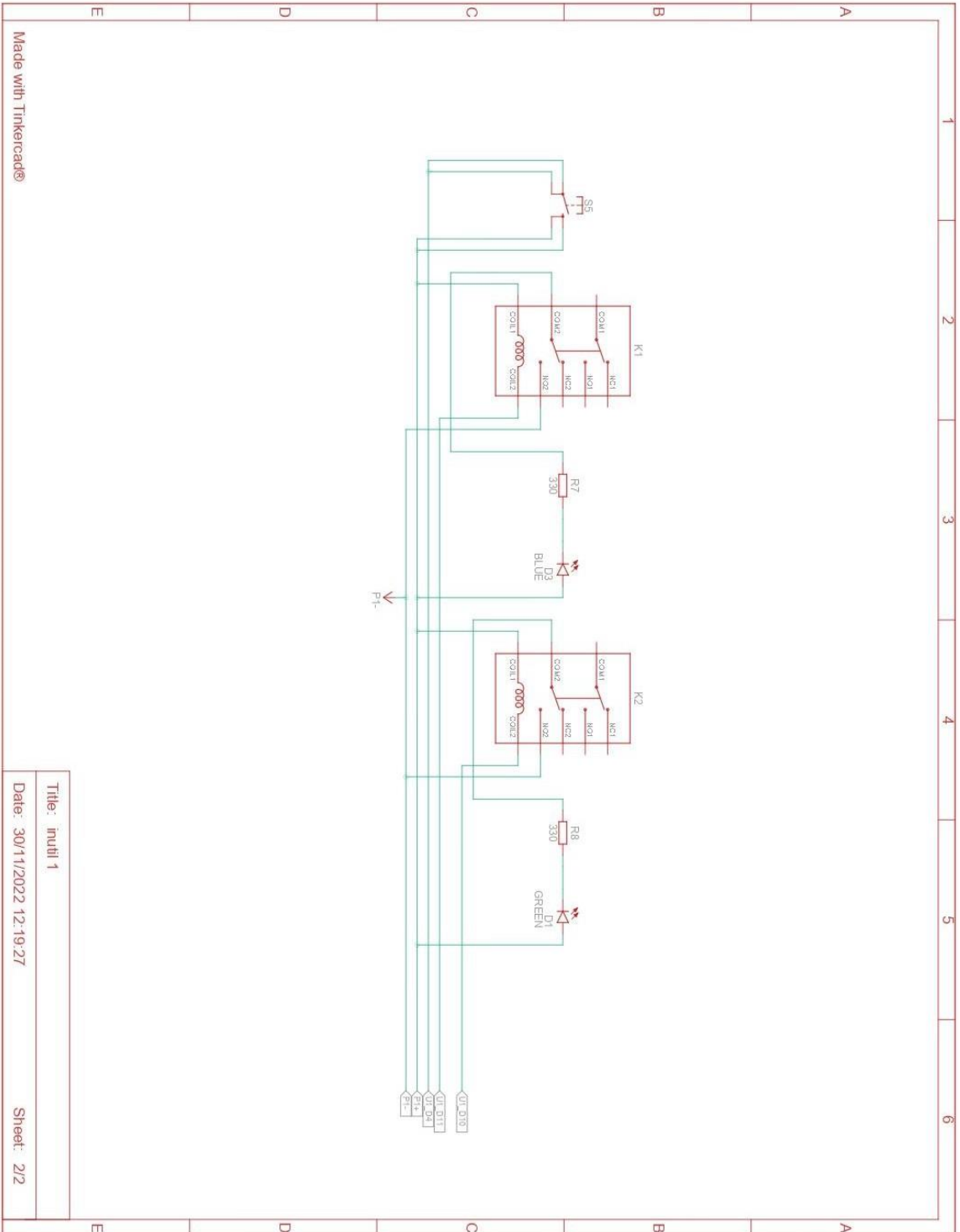




Made with Tinkercad®

Title: mult 1  
Date: 30/11/2022 12:19:27

Sheet: 1/2

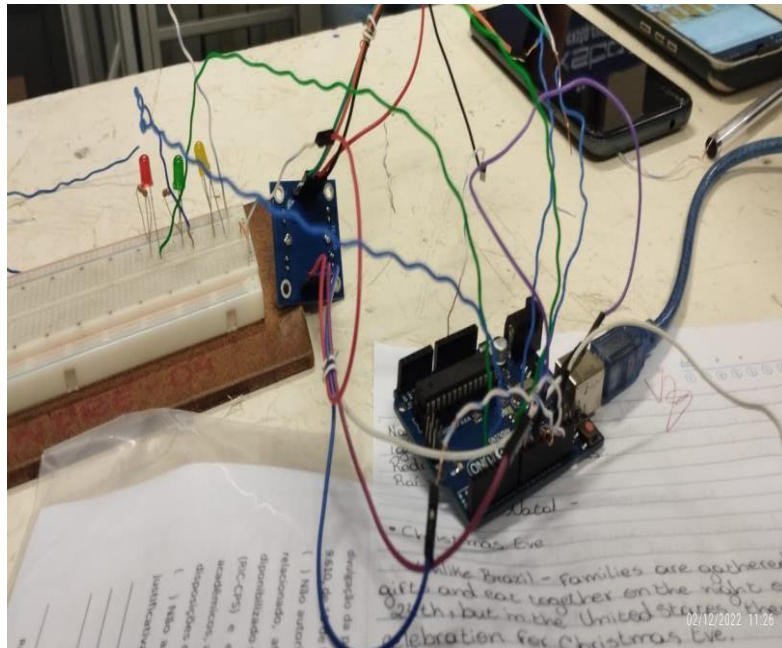


Made with Tinkercad®

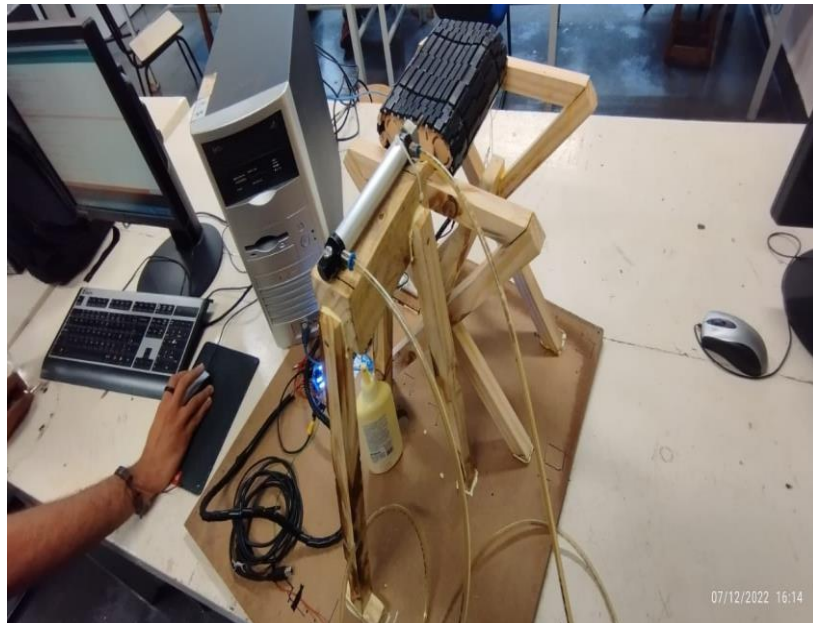
Title: inuti 1
Date: 30/11/2022 12:19:27
Sheet: 2/2



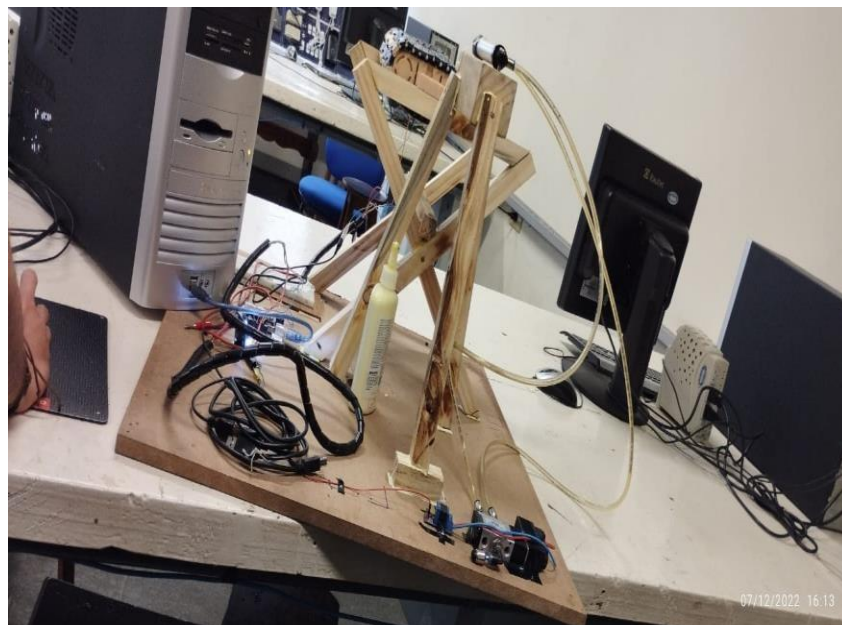
ANEXO D



ANEXO E



ANEXO F



ANEXO G