



Centro Estadual De Educação Tecnológica Paula Souza

Escola Técnica Estadual Paulino Botelho

Curso Técnico em mecatrônica

DOUGLAS STROZI PEDRO

JOSE ANTONIO DE CARVALHO

JONILSON CEPEDA RODRIGUES

LEONARDO AMARO DE LIMA

PEDRO AFONSO VITRO FÉLIX

ESTEIRA SELETORA DE METAL E NÃO METAL

SÃO CARLOS/ SP

2021

DOUGLAS STROZI PEDRO
JOSE ANTONIO DE CARVALHO
JONILSON CEPEDA RODRIGUES
LEONARDO AMARO DE LIMA
PEDRO AFONSO VITRO FÉLIX

ESTEIRA SELETORA DE METAL E NÃO METAL

Trabalho de conclusão de curso técnico apresentado a Escola Técnica Paulino Botelho como parte de requisitos necessários para conclusão do curso em Mecatrônica, sob a orientação do professor Claudio Torres Goncalves.

SÃO CARLOS/ SP

2021

ESTEIRA SELETORA DE METAL E NÃO METAL

Curso técnico em Mecatrônica apresentado a ETEC PAULINO BOTELHO, constituído por Douglas Strozi Pedro, José Antônio de Carvalho, Jonilson Cepeda Rodrigues, Leonardo Amaro de Lima e Pedro Afonso Vitro Félix.

Aprovada em____, de____de____.

Aprovação:

Título e nome completo
Instituição a qual pertence
Orientador

Nome completo
Do orientador

RESUMO

Em geral, a separação dos materiais recicláveis nas cooperativas de catadores ocorre de forma manual, acarretando risco ao trabalhador, e onerando o tempo produtivo, em virtude da falta de uma tecnologia que propicie ganho de escala. Para amenizar esse fato desenvolvemos uma esteira seletora. Nesse artigo será detalhado as etapas do projeto de uma esteira para separação automática dos materiais recicláveis metálicos e não metálicos, além do dimensionamento da estrutura mecânica e dos componentes elétricos. O principal resultado a ser alcançado com esse trabalho é a melhoria no trabalho realizado pelos catadores, com ganho para a segurança do trabalhador, e em escala produtiva e financeira.

Palavras chaves: Automação, Esteira, recicláveis, Controle.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1- Norma ABNT sobre Transporte contínuos e Transportes de correia.....	13
Figura 2 - Transporte de correias	13
Figura 3- Fluxograma de Funcionamento	14
Figura 4 - Esquema Eletrônico.....	15
Figura 5 - Biblioteca Servo.....	16
Figura 6- Vereáveis de controle e sub-rotina de acionamento.....	17
Figura 7- Sub rotina	18
Figura 8 - Condicionamento	18
Figura 9 - Protótipo da esteira seletora/estruturas de montagem.....	19
Figura 10- Arduino.....	20
Figura 11- Protoboard Breadboard 400 pontos furos pinos	21
Figura 12- Micro Servo 9g SG90	22
Figura 13- Micromotor DC N20 com caixa de redução 12V 300rpm	23
Figura 14- Sensor Indutivo de Aproximação	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo.....	25
Tabela 2- Cronograma.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 HISTÓRIA.....	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
3 JUSTIFICATIVA	11
4 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	13
4.1 NORMAS	13
5 PLANEJAMENTO DO PROJETO	14
6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	15
6.1 METODOLOGIA ELÉTRICA.....	15
6.2 PROGRAMAÇÃO	16
6.3 PROJETO E EXECUÇÃO MECANICA	19
6.4 EQUIPAMENTOS	20
6.4.1. ARDUINO	20
6.4.2 PROTOBOARD.....	21
6.4.3 MICRO SERVO	22
6.4.4 MICROMOTOR	23
6.4.5SENSOR INDUTIVO.....	24
6.5 CUSTO	25
6.6 CRONOGRAMA	26
7 CONCLUSÃO.....	27
8 REFERENCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A elaboração do processo industrial para a produtividade de atividades e forma ágeis vem evoluindo ano após ano de forma significativamente, principalmente no âmbito de produção de metal que segundo a empresa COPPER METAL isso se dar devido ao Brasil estar no 9º lugar como o país com maior produção de aço no mundo

As fabricas vem utilizando cada vez mais recursos mecânicos e eletrônicos para agilizar sua produtividade, reduzir custos, melhorar desempenho, ampliar e melhorar a qualidade dos seus produtos, substituindo mão de obra humana por máquinas e equipamentos que produzem duas vezes mais que um processo humano.

O recurso mais utilizado em todos os tipos de indústria é o transporte

A matéria prima é levada às estações de trabalho que por sua vez atingem o primeiro processo de direcionamento das matérias até obter o seu produto, que deverá ser levado ao local de armazenamento.

É claro que quanto maior a distância e o processo entre as etapas, maior será o tempo gasto para se levar ou organizar um item de um lugar a outro, evidenciando a necessidade de se projetar as mais eficazes disposições dos setores de fabricas.

As diminuições do tempo das atividades são necessárias para realizar as tarifas e armazenar ou recuperar itens, seja ele por uso interno ou externo e a economia de espaços representam uma redução de custos significativa (MANTENÇÃO E SUPRIMENTOS,2016)

A seleção e o armazenamento adequado dos materiais possibilitam a sua rápida identificação, mantendo os níveis de qualidade e facilitando a sua entrega. A logística de distribuição deve entregar os materiais no ponto certo com qualidade. Um bom layout de almoxarifado é aquele que facilita o trabalho, racionaliza o espaço e possibilita rápida identificação dos materiais (MARTINS; LAUGENI, 2001).

Pensando nisso criamos um projeto voltado para a seleção de metais e não metais, trazendo uma atividade ágil, dispensando seleção manual, sua separação dar-se-á através de uma esteira seletora e cesto para o devido armazenamento do produto e sua separação será feita através de sensores em todo o percurso da esteira, seja ele extenso ou curto.

1.1 HISTÓRIA

Com a implementação do fordismo nas indústrias surge uma grande novidade técnica em termo de organização da produção no chão de fábrica onde se introduziu a esteira rolante, que ao fazer o trabalho chegar ao trabalhador numa posição fixa, conseguiu altos ganhos de produtividades. Com a criação da esteira rolante automatizada que auxilia no transporte de matéria-prima ao longo da linha de produção, facilitando o trabalho das máquinas e dos operários. Assim, o uso da esteira diminuiu o tempo de produção. O modelo fordista de produção resultou em profundas mudanças no que diz respeito ao funcionamento industrial, com isso provocou alterações na estrutura econômica, trabalhista e social. As transformações advindas do fordismo estão relacionadas a implantação de técnicas modernas de produção, baseadas na automatização das linhas de montagem. Contudo, esse modelo industrial teve um impacto importante na diminuição do custo de produção, o que possibilitou maiores retornos financeiros para as indústrias. A sua implementação, portanto, marca uma mudança significativa na estrutura industrial global.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Melhorar processo de coleta dos metais e não metais dentro de indústrias e empresas do ramo. E melhorar a condição de fatores sociais ligados direta ou indiretamente a indústria.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar em um projeto tudo que foi ensinado no decorrer das aulas até a finalização do curso. Demonstrar em um protótipo a teoria e a prática o funcionamento mecânico, elétrico e a programação da esteira seletora. Este projeto se constituirá de um sistema simples, com o princípio básico de conduzir material reciclável e identificar metal e não metal e no fim do percurso separar ambos em compartimento predeterminado. Seu controle se dará através do microcontrolador Arduino R3.

- Efetuar as ligações elétricas da selecionadora de peças
- Usar Arduino para programar a esteira, de identificação dos metais e não metais
- Suprir necessidades do mercado como: baixo custo, precisão de trabalho, agilidade de processos.

3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista fatores importantes como: sociais e ambientais a reciclagem e Ergonomia pode-se sanar e melhorar estes setores com a implementação de sistemas automatizados.

Junto com o aumento da população mundial e com o crescimento da indústria, aumenta também a quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos na sociedade. Devido à grande quantia de lixo reciclar se torna uma atitude cada vez mais importante para a manutenção da saúde do planeta e da população.

Reciclagem é o nome dado ao processo de reaproveitamento de objetos usados para confecção de novos produtos.

O processo de reciclagem gera riquezas, já que algumas empresas usam o procedimento como uma forma de reduzir os custos e contribui para a preservação do meio ambiente. Os materiais mais reciclados são o papel, o plástico, o vidro e o alumínio. A coleta seletiva do lixo e a reciclagem são cada vez mais conhecidas em todo o mundo, uma vez que a reciclagem auxilia na redução da poluição do solo, do ar e da água.

A reciclagem também surge como uma solução para o desemprego no cenário socioeconômico, uma vez que muitos desempregados encontram neste setor uma forma de sustentar suas famílias. No Brasil, existem um grande número de cooperativas de catadores de alumínio e de papel.

Como as cidades com grande crescimento da população não tem locais para instalar seus depósitos de lixo, a reciclagem é uma solução economicamente viável. Em muitos locais públicos, existem latas disponíveis para realização da coleta seletiva, faltando apenas à conscientização de uma boa parte da população para que o processo deslanche de vez. Pensando nesses fatos combinados a fatores ergonômicos o projeto supre ao mesmo tempo esses dois tópicos tendo em vista o incremento do índice de acidentes e doenças profissionais além de visar o aprimoramento e precisão do processo de reciclagem. Como se pode ver na tabela 1 o índice de doenças ocupacionais que podem ser reduzidas com a automatização de processos.

Tabela 1 - Índice de Acidentes do Trabalho e Doenças Profissionais

Acidentes do trabalho e doenças profissionais – 2007	Total
Ferimento do Punho + Amputação de punho e mão + esmagamento da mão	159.900
Doenças da coluna(dorsalgia)	50.706
Luxação, entorse e fratura de tornozelo e pé	39.700
LER/DORT (Sinovite e tenossinovite + outras doenças das juntas)	31.900
Lesões do ombro	18.896
Fratura de Perna, incluindo tornozelo	17.207
Reações ao “Estresse” grave	5.170
Depressão	3.560
Outros	326.051
Total	653.090

Conforme a legislação; trabalhador tem por direito e necessidade às pausas:

1. Pausas Fisiológicas;
2. Pausas de Recuperação;
3. Pausas para Refeições;
4. Pausas Diárias (período em que o funcionário não está em expediente);
5. Pausas Semanais; 6- Pausas Anuais.

4 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

4.1 NORMAS

A ABNT emitiu as seguintes normas sobre Transportes contínuos e Transportes de correia.

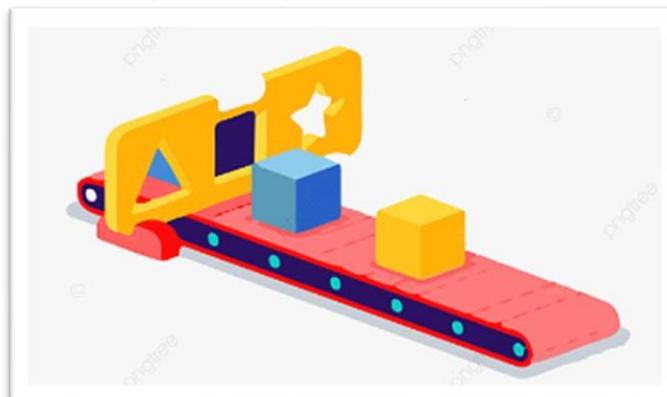
Transporte Contínuos – Terminologia (Norma NBR - 6177).

Figura 1- Norma ABNT sobre Transporte contínuos e Transportes de correia



Define-se correia transportadora (conveyor belt): Correia continua (ou sem-fim), destinada a formar a superfície de sustentação sobre a qual será assentado o material a ser transportado. O movimento da correia produz o transporte propriamente dito como mostra a figura abaixo.

Figura 2 - Transporte de correias

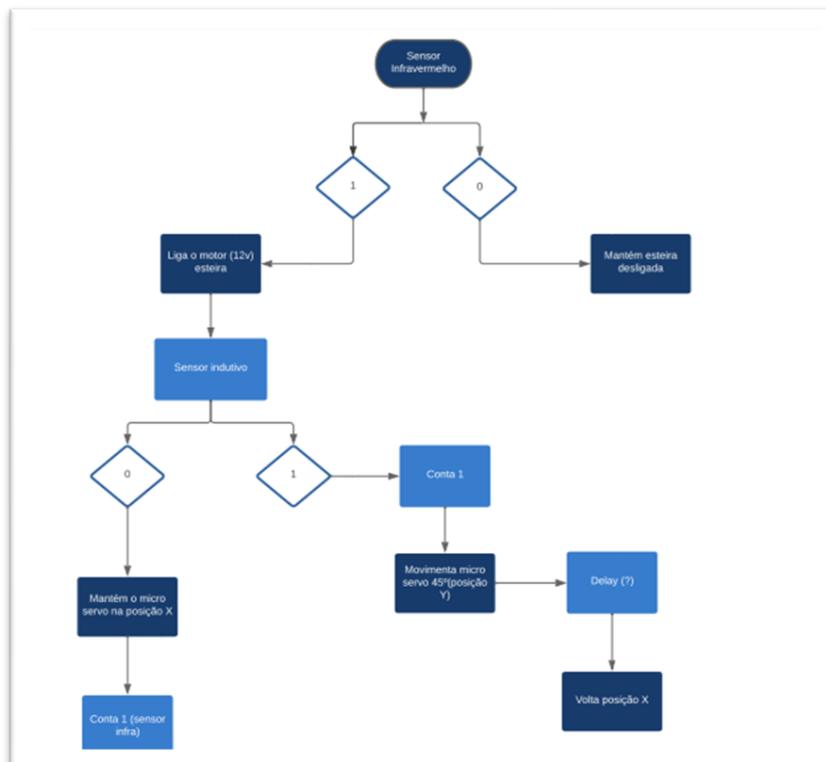


5 PLANEJAMENTO DO PROJETO

5.1 FLUXOGRAMA

A esteira dará início com a ativação do sensor infravermelho. quando com a presença de um objeto que ligara o motor da esteira 12V com “sinal = 1”, se não for detectado nenhum objeto a esteira desligara automaticamente após um minuto entrada “sinal = 0”. Por outro lado, quando sensor infravermelho processar um sinal “1” e ‘sensor indutivo = 0’ identificando não metal o micro servo mantém sua posição no eixo x ‘conta 1’, ou se processar sinal “1” e ‘sensor indutivo = 1’ movimentando assim o micro servo com um ângulo de 90° com o eixo y, após aciona um “delay = 8s” fazendo com que o micro servo retorne à posição inicial.

Figura 3- Fluxograma de Funcionamento

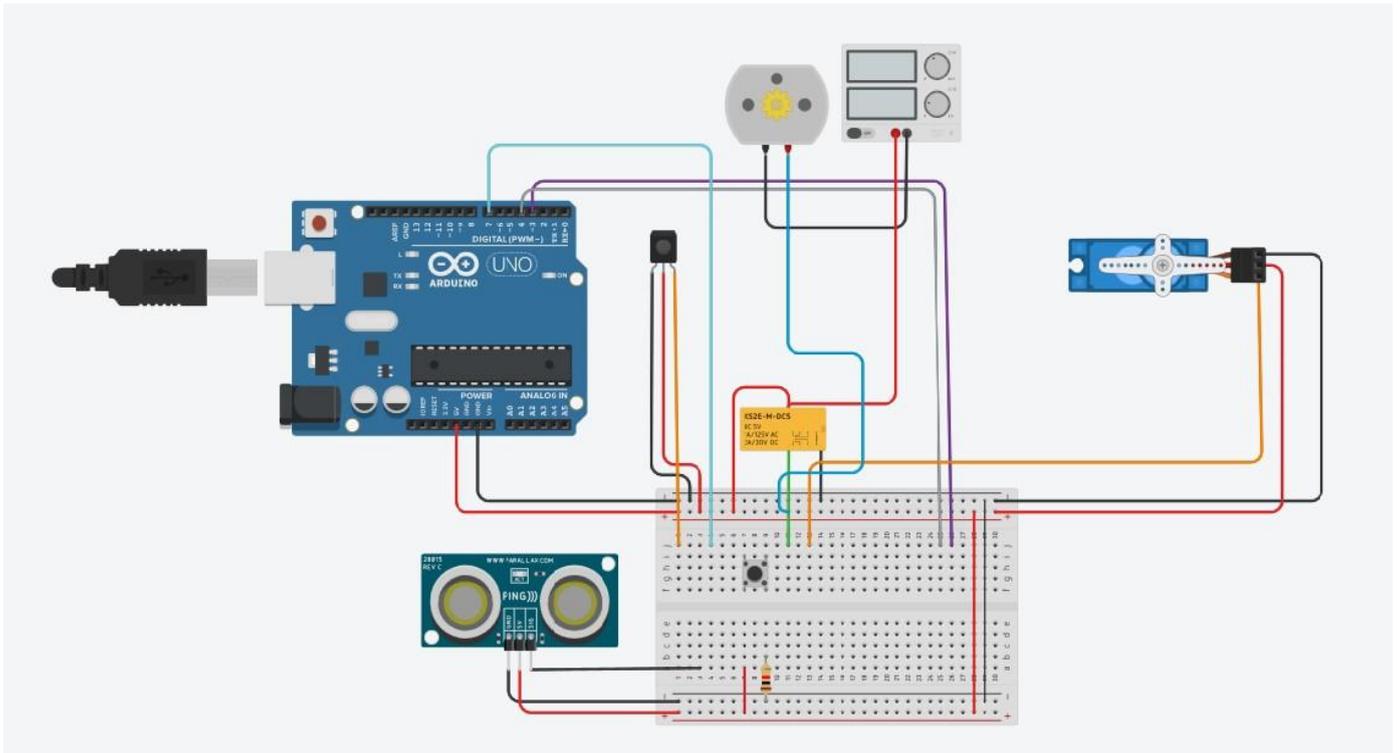


6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

6.1 METODOLOGIA ELÉTRICA

Antes da montagem física foi elaborado o seguinte esquema elétrico que tem como principal objetivo a esquematização dos componentes, bem como a elaboração do código de programação digitado na IDE do Arduino que controla a rotação do motor como também os sensores e micro servo.

Figura 4 - Esquema Eletrônico.



Fonte: Próprio Autor / 2022.

A esquematização do projeto foi elaborada no TINKERCAR, onde inserimos um conjunto de componentes para o funcionamento da esteira seletora, como também a seleção de pinos adequados para suas respectivas conexões sendo: Arduino, relé, micromotor, micro servo, sensor infravermelho e sensor indutivo. E as escolhas de cor dos fios se deu da melhor forma para diferenciar cada tipo de conexão. Além disso utilizou-se um protoboard para melhor conectar os componentes com sua devida função.

6.2 PROGRAMAÇÃO

O C++ é uma linguagem de programação de nível médio, baseada na linguagem C, é uma linguagem que começou na década de 80 por Bjarne Stroustrup.

O C++ tem uma enorme variedade de códigos além de seus códigos, pode contar com vários da linguagem C, possibilitando a programação em alto e baixos níveis. Ela apresenta grande flexibilidade, fazendo com que a programação seja muito mais cuidadosa para não haver erros.

A programação feita em C++ funciona de maneira modular, cada bloco executando uma função específica para o funcionamento do conjunto.

Figura 5 - Biblioteca Servo

```
#include <Servo.h>

#define ACIONAMENTO_ESTEIRA      0
#define LEITURA_SENSOR_IR      1
#define LEITURA_SENSOR_INDUTIVO 1
#define MOVIMENTO_SERVO        90
#define POSICAO_INICIAL        0

const int ESTEIRA = 3;
const int SENSOR_INICIO = 4;
const int SENSOR_INDUTIVO = 5;
const int SERVO_PWM = 9;

#define SENSOR_METAL              SENSOR_INDUTIVO
#define UM_MINUTO                 60000
#define UM_SEGUNDO                1000
#define CINCO_SEGUNDOS            (UM_SEGUNDO * 5)
#define OITO_SEGUNDOS             (UM_SEGUNDO * 8)
#define DEZ_SEGUNDOS              (UM_SEGUNDO * 10)
#define TIMEOUT_DESLIGA_ESTEIRA   UM_MINUTO
#define TEMPO_APOS_DETECTAR_METAL OITO_SEGUNDOS
```

Fonte: Próprio Autor / 2022.

A programação da IDE Arduino utilizamos a biblioteca “servo.h”, permite que as placas Arduino controlem uma variedade de servo motores. É biblioteca capaz de controlar um grande número de servos sendo bastante utilizada em processos de controle de precisão em projetos de automação industrial.

É uma biblioteca que faz uso cuidadoso de temporizadores, a biblioteca pode controlar 12 servos usando apenas 1 temporizador. No Arduino Due é possível controlar até 60 servos.

Figura 6- Variáveis de controle e sub-rotina de acionamento

```
unsigned long tempoDesdeSensosAtivado;
int contagemMetal;
int contagemPlastico;
bool motorLigado{false};
Servo servo;

bool temPecaNaEsteira()
{
    return digitalRead(SENSOR_INICIO);
}

bool pecaEMetal()
{
    return digitalRead(SENSOR_METAL);
}

void ligaEsteira()
{
    digitalWrite(ESTEIRA, ACIONAMENTO_ESTEIRA);
}

void desligaEsteira()
{
    digitalWrite(ESTEIRA, ACIONAMENTO_ESTEIRA ^ 1);
}
```

Figura 7- Sub rotina

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(ESTEIRA, OUTPUT);
  pinMode(SERVO_PWM, OUTPUT);

  pinMode(SENSOR_INICIO, INPUT);
  pinMode(SENSOR_INDUTIVO, INPUT);

  contagemMetal = 0;
  contagemPlastico = 0;

  desligaEsteira();

  servo.attach(SERVO_PWM);
  servo.write(POSICAO_INICIAL);
}

void loop() {
```

Figura 8 - Condicionamento

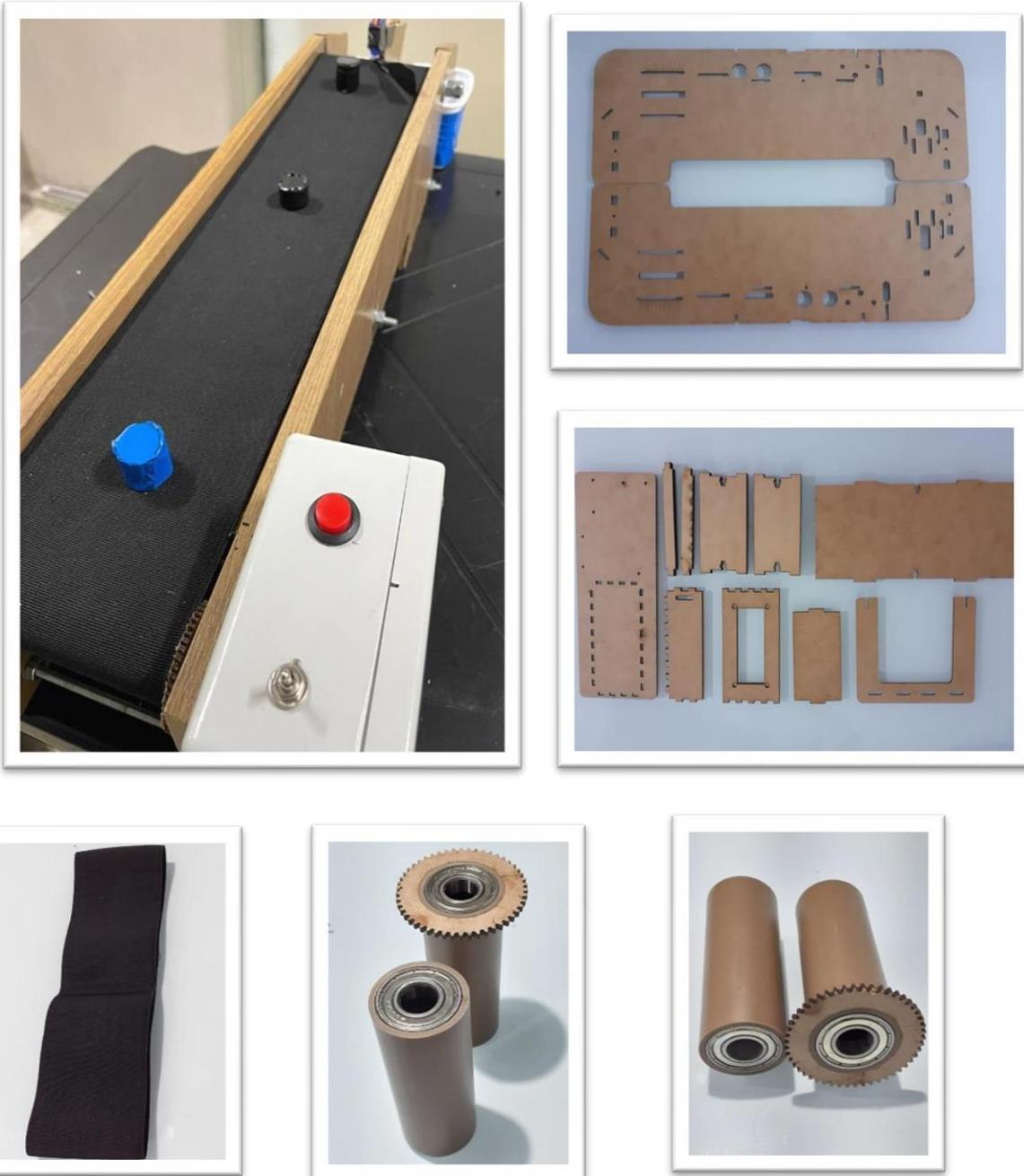
```
if (temPecaNaEsteira())
{
  tempoDesdeSensosAtivado = millis();
  ligaEsteira();
  motorLigado = true;
}

if (motorLigado)
{
  if ((millis() - tempoDesdeSensosAtivado) < TIMEOUT_DESLIGA_ESTEIRA)
  {
    if (pecaEMetal())
    {
      servo.write(MOVIMENTO_SERVO);
      delay(TEMPO_APOS_DETECTAR_METAL);
      servo.write(POSICAO_INICIAL);
    }
  }
  else
  {
    motorLigado = false;
    desligaEsteira();
  }
}
}
```

6.3 PROJETO E EXECUÇÃO MECÂNICA

O protótipo da esteira seletora de metal e não metal é um modelo de esteira reduzida de fábrica. A esteira possui 0,155m de largura e 0,6m e 0,145m de altura. Na parte superior da esteira observa-se dois objetos simulando metal e não metal e ao fim do curso a o micro servo que realizara a seleção. Além disso consta uma representação em tamanho reduzido das partes mecânica da esteira vide figuras abaixo.

Figura 9 - Protótipo da esteira seletora/estruturas de montagem



6.4 EQUIPAMENTOS

6.4.1. ARDUINO

Figura 10- Arduino



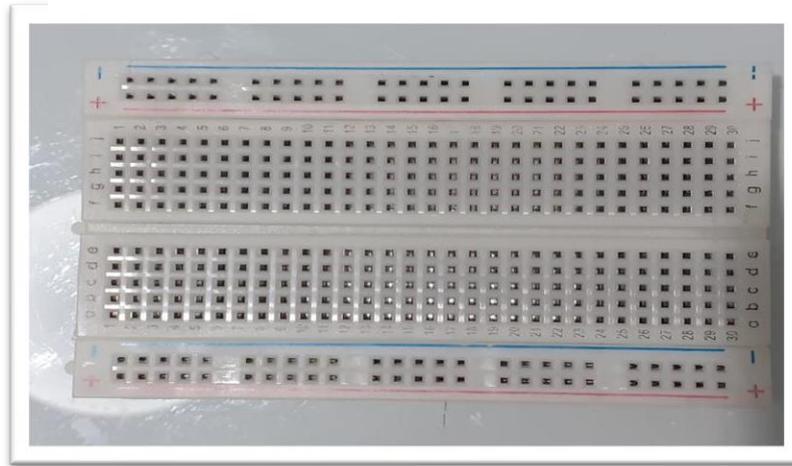
O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica que permite o desenvolvimento de projetos de automação residencial. Com um funcionamento simples, o arduino facilita o controle de sistemas interativos em ambientes doméstico e comercial, ou seja, para adicionar inteligência em qualquer coisa e até controlá-la remotamente.

DADOS TECNICOS:

- Tamanho: 5,3cm x 10,2cm x 1,0cm;
- Tensão de operação: 5V;
- Tensão de entrada: 7-12V;
- Pinos de entrada/saída (I/O) digitais: 54 (dos quais 14 podem ser saídas PWM);
- Pinos de entrada (I/O) analógica: 16;
- Corrente DC por pino: 40mA;
- Memória Flash: 256KB (dos quais, 8KB são usados pelo bootloader);
- SRAM: 8KB;

6.4.2 PROTOBOARD

Figura 11- Protoboard Breadboard 400 pontos furos pinos



A Protoboard é uma placa que possui furos e conexões internas para montagem de circuitos, é utilizada para testes com componentes eletrônicos. Sua maior vantagem de uso é que ele dispensa a necessidade de solda para conectar tais circuitos.

DADOS TECNICOS:

- Furos: 400
- Material: Plástico ABS
- Para terminais e condutores de 0,3 a 0,8 mm (20 a 29 AWG)
- Resistência de Isolamento: 100MO min.
- Tensão Máxima: 500v AC por minuto
- Faixa de Temperatura: -20 a 80°C
- Dimensões: 8,3 x 5,5 x 1,0 cm

6.4.3 MICRO SERVO

Figura 12- Micro Servo 9g SG90



É um motor muito utilizado em aplicações para robótica, nos sistemas micro controladores, cuja principal diferença com outros motores é seu controle de posicionamento. Utilizado para controlar a posição de objetos, como pernas, braços ou mãos de robôs, movendo sensores com alta precisão e mobilidade.

DADOS TECNICOS:

- Voltagem mínima - Voltagem máxima: 5V - 5V
- Comprimento do servomotor: 2.5 cm
- Largura do servomotor: 1.5 "
- Altura do servomotor: 2.5 cm
- Peso do servomotor: 9 g
- Comprimento do cabo: 24 cm
- Material da engrenagem: Nylon

6.4.4 MICROMOTOR

Figura 13- Micromotor DC N20 com caixa de redução 12V 300rpm



São motores de corrente/tensão contínua, uma forma simples e barata de obter movimentação mecânica nos projetos eletromecânicos. Potentes, com torques e rotações compatíveis.

DADOS TECNICOS:

- Diâmetro do eixo: 3 mm em D
- Corrente Stall: 1A (em 12 V)
- Peso aproximado: 15 g
- Dimensões: 12mm Largura x 10mm altura x 36mm de Comprimento (Eixo a Eixo)

6.4.5 SENSOR INDUTIVO

Figura 14- Sensor Indutivo de Aproximação



Este tipo de sensor apresenta a capacidade de detectar objetos metálicos em pequenas distâncias. Sendo, portanto, definido como um sensor de proximidade. São muito usados nos sistemas de automação industriais para detectar a posição de objetos metálicos.

DADOS TECNICOS:

- Sensor de proximidade indutivo
- Polaridade: NPN
- Tensão de operação: 6 à 36V
- Corrente de operação: 300mA
- 3 fios
- Distância de detecção: até 4mm
- Estado da saída: normal aberto
- Dimensões: M12 x 10 x 55mm

6.5 CUSTO

Tabela 1 - Custo

Tabela de Custos			
Componentes	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Subtotal (R\$)
Arduino	1	63,00	63,00
Motor redutor DC 12V	1	53,90	53,90
Micro servo	1	19,99	19,99
Protoboard	1	16,89	16,89
Sensor indutivo	1	37,97	37,97
Fonte baixa voltagem	1	17,30	17,30
Estrutura com esteira	1	142,08	142,08
Total (R\$)			351,13

6.6 CRONOGRAMA

Tabela 2- Cronograma

		CRONOGRAMA DE ATIVIDADE DO PTCC 2° SEMESTRE 2021					
		TEMA: Esteira seletora de metal e não metal					
Item	Descrição das Atividades	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	Definição de grupo	30/jul					
2	Definição do tema		09/ago				
3	Levantamento Bibliográfico		20/ago				
4	Proposta de TCC		09/ago				
5	Entrega da proposta		09/ago				
6	Orçamento dos materiais		30/ago				
7	Compra dos materiais				19/out		
8	Começar a redigir o TCC			02/set			
9	Estruturação da parte escrita			02/set			
10	Aquisição dos materiais				23/out		

7 CONCLUSÃO

O projeto da esteira seletora mostrou que é possível automatizar processos mecânicos simples, diminuindo o custo e agilizando o processo de separação de metal e não metal. Como também implementar a NR 17 que estabelece a ergonomia no trabalho

Portanto todos os objetivos foram sanados esse projeto seria muito útil dentro de uma empresa, onde o mesmo pode ser aprimorado dependendo da necessidade e sem grandes mudanças, o que acaba tornando o projeto viável dentro da indústria ou seguimento do ramo de coleta de recicláveis. Em cima desse projeto conseguiu se pôr em pratica todos os elementos ensinados em sala de aula

8 REFERENCIAS

CHEHUEN NETO, J. A. Citações e referências bibliográficas. In: JOSÉ ANTONIO CHEHUEN NETO. (Org.). Metodologia científica: da graduação á pós-graduação. 1 ed. Curitiba: CRV, 2012.

CHEHUEN NETO, J. A. Formas de divulgação do trabalho científico. In: JOSÉ ANTONIO CHEHUEN NETO. (Org.). Metodologia científica: da graduação á pós-graduação. 1 ed. Curitiba: CRV, 2012.

COUTO, H. de A. Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. Vol. I e II. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995/96.

HARVEY, David (1992). Condição Pós-Moderna. São Paulo: Loyola.

GRAMSCI, Antonio (1976). Americanismo e Fordismo.nbr-6177-1999-transportadores-continuos-transportadores-de-correia-.pdf

Taub, Heubert. Eletrônica Digital, MacGraw-Hill do Brasil, 1982.

<http://www.esteirasindustriais.com.br/index.htm>

<http://www.geometric.ind.br/home>

<http://www.logisticadescomplicada.com/sistema-de-coleta-automatizada/>