

ETEC “PROFª. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ”

Técnico em Mecatrônica

Adriano Banhate Silva

Allan Bezerra de Santana

José Jonathan Santos de Sá

Kauan Henrique Araújo Teodoro

ESTEIRA SELECIONADORA DE MATERIAIS

**Araraquara
2018**

Adriano Banhate Silva
Allan Bezerra de Santana
José Jonathan Santos de Sá
Kauan Henrique Araújo Teodoro

ESTEIRA SELECIONADORA DE MATERIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica sob a orientação dos Professores Fernando Virgílio Bissolatti e Reinaldo Haddad.

Araraquara
2018

Adriano Banhate Silva
Allan Bezerra de Santana
José Jonathan Santos de Sá
Kauan Henrique Araújo Teodoro

ESTEIRA SELECIONADORA DE MATERIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Profa. Anna de Oliveira Ferraz como exigência parcial para obtenção do título de **Técnico em Mecatrônica**.

Banca Examinadora:

Prof. Orientador: Reinaldo Haddad

Prof. Avaliador: Fernando Virgílio Bissolatti

Prof. Avaliador: Luiz Pedro Terezani

Dedicatória

Dedicamos esta obra à Deus e aos
nossos familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus por nos abençoar nessa caminhada.

Aos Professores de TCC como orientadores que nos auxiliaram com o desenvolvimento, ao Prof. Mário Augusto Arrighi que sempre buscou nos incentivar e nos motivou com nossas idéias e ao Prof. Reinaldo Haddad que nos apoiou na produção e execução de nosso projeto.

À Etec Prof^a Anna de Oliveira Ferraz que nos acolheu e ofereceu todo o suporte técnico e conhecimento necessário que levaremos para a vida.

Aos demais que contribuíram para a construção do TCC em especial ao nosso colega de classe Henrique Cotrin que nos auxiliou com a programação do braço robótico.

Todos nós sabemos alguma coisa. Todos
nós ignoramos alguma coisa. Por isso,
aprendemos sempre.

PAULO FREIRE

RESUMO

Em nosso trabalho de conclusão de curso buscamos desenvolver todos os conhecimentos adquiridos durante o curso, unindo a mecânica, eletrônica, linguagem de programação e eletro eletrônica.

O objetivo do nosso projeto é desenvolver um sistema de seleção e separação de materiais que futuramente poderá ser aplicado na área de seleção e reciclagem de materiais, sistema de almoxarifado, entre outros automatizando o processo de seleção dos mesmos.

A metodologia consiste em programar um braço para a seleção de materiais recicláveis como Plástico e Metal. Construção de uma esteira onde são colocados os diferentes tipos de recicláveis, passando ao longo do curso da esteira o material é reconhecido pelos sensores do tipo capacitivo e indutivo, é gerado um sinal para o arduino (Mega 2560) que iniciará a sequência do braço que irá pegar o material e alocá-lo no recipiente adequado, metais para um lado e plásticos de outro.

A programação do braço foi desenvolvida no programa de interface do arduino para computador, testado com a protoboard e posteriormente com uma fonte de corrente contínua.

A esteira foi elaborada em cima de outra idéia que tínhamos para o projeto o que foi favorável para nós porque pudemos aproveitá-la, usando um regulador de tensão para mantermos a velocidade da mesma lenta, pois no projeto ela será alimentada diretamente com a energização do sistema selecionador.

Concluimos que o projeto mostrou-se aplicável para o que foi desenvolvido, possibilitando assim novas sugestões e funções para outros tipos de trabalhos que podem ser automatizados.

Palavras-chave: Arduino, esteira, braço robótico, mecatrônica, automação.

ABSTRACT

In the course work completed course developed all the knowledge acquired during the course, mechanics, electronics, programming language and electro electronics. Our design is a system of selection and separation of materials that in the future can be applied in an area of selection and recycling of materials, warehouse system, among others, automating the process of selecting them.

The basis of this material is a set for the selection of recyclable materials such as Plastic and Metal. In the case of arduino (Mega 2560) the material will be picked up and allocated to the material. in the appropriate container, metals on one side and plastics on the other.

The arm programming was developed in an interface program for the computer, tested with a prototype and later with a direct current source.

The treadmill was crafted on top of the other idea that could be used to maintain the power to maintain the same speed because the design could be fed directly with the energy picker system.

It is concluded that the project was installed to be developed, thus allowing new suggestions and functions for other types of works that can be automated.

Keywords: Arduino, running machine, robotic arm, mechatronics, automation.

Lista de Figuras

Figura 1 - Arduino Uno	15
Figura 2 - ArduinoMega.....	16
Figura 3 - Arduino Leonardo.....	16
Figura 4 - Arduino Due	17
Figura 5 - ArduinoMega ADK.....	17
Figura 6 - Sensor Acústico	18
Figura 7 - Sensor Elétrico.....	18
Figura 8 - Sensor Magnético.....	18
Figura 9 - Sensor Óptico	18
Figura 10 - Sensor Térmico.....	19
Figura 11 - Sensor Mecânico	19
Figura 12 - Indutivo	19
Figura 13 - Capacitivo	20
Figura 14 - Fabricação Eixo esteira.....	21
Figura 15 - Eixo Esteira	21
Figura 16 - Teste da fonte	22
Figura 17 - Teste da esteira	22
Figura 18 - Montagem Braço Robótico	22
Figura 19 - Montagem Braço Robótico	22
Figura 20 - Teste Braço.....	23
Figura 21 - Teste Braço.....	23
Figura 22 - Programação	23
Figura 23 - Programação	23
Figura 24 - Montagem estrutura.....	24
Figura 25 - Montagem estrutura.....	24
Figura 26 - Estrutura projeto.....	25
Figura 27 - Estrutura projeto.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO.....	12
3. DESENVOLVIMENTO	13
3.1 O Braço Mecânico	13
3.2 Meio Ambiente e reciclagem de materiais	13
3.3 Lesões por Esforços Repetitivos	14
3.4 Automação do processo selecionador de materiais	14
3.5 Principais componentes mecatrônicos utilizados:	15
3.5.1 Arduino.....	15
3.5.2 Sensores	18
Sensores Indutivos.....	19
Sensores Capacitivos	20
3.5.3 Esteira Seletora	20
3.6 Passo a passo do projeto TCC	21
3.7 Programação na Interface do Arduino.....	26
3.8 Tabela de Gastos.....	32
4. CONCLUSÃO	33
5. CRONOGRAMA	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7. REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A automação industrial consiste em um conjunto de métodos que envolvem a inserção de equipamentos físicos (hardware) e programas destinados ao controle desses equipamentos (software). A aplicação dessas tecnologias dentro do ambiente industrial possui algumas vantagens competitivas essenciais para o cada vez mais exigente mercado globalizado.

A necessidade de atender demandas cada vez maiores em curtos espaços de tempo, fez com que a automação industrial ganhasse força dentro das linhas de produção. A substituição da mão-de-obra humana por robôs torna a produção mais rápida e eficiente, havendo assim menos desperdício de insumos além de ser possível programar o fluxo de produção de acordo com a demanda do momento.

Apesar do custo de implementação de máquinas e softwares serem muitas vezes elevados, os resultados provenientes dessa reformulação da linha de produção permitem que o investimento seja recuperado em um curtíssimo espaço de tempo. Após recuperar o investimento, notará que os custos de produção serão reduzidos drasticamente, uma vez que um robô pode executar a tarefa de diversos trabalhadores dependendo do tipo de tarefa, isso por sua vez irá diminuir os custos tributários e trabalhistas incidentes sobre a mão de obra convencional.

Uma das maiores preocupações das grandes empresas é a necessidade de manter a excelência nos seus processos produtivos que assegurem certificados e prêmios que possam agregar valor ao preço final do produto. Com a inserção da automação industrial na linha de produção é possível manter um padrão bem definido no processo de fabricação, isso assegura a qualidade do produto final e a diminuição dos riscos de acidente com os trabalhadores, uma vez que as tarefas mais complexas serão executadas por máquinas previamente configuradas.

A aplicação da automação industrial é fundamental no mercado contemporâneo, em especial com o objetivo de criar uma vantagem competitiva que permita a sobrevivência do empreendimento em mercados acirrados. A possibilidade de flexibilizar a produção permite que a empresa possa explorar nichos de mercados diferentes do comum, aumentando assim a sua parcela de consumidores.

2. OBJETIVO

Desenvolver um protótipo de um braço robótico, com 360° graus de liberdade e uma garra para um processo de seleção de materiais, tendo como requisito apresentar um projeto que possa ser usado em empresas e fábricas. Apresentar uma fonte de programação e esquema de arduino, sintetizar a programação aplicando conceitos adquiridos no decorrer do curso como desenvolver uma programação de comunicação eletrônica agindo no sistema mecânico, promover a prática dos conceitos teóricos abordados em sala como por exemplo: robótica e mecânica, compreender com mais franqueza o Software Autodesk Inventor, e executar o desenvolvimento de projetos em 3D.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 O Braço Mecânico

Responsável por executar todos os movimentos no espaço, por pegar objetos e até ferramentas, transferir coisas de um ponto para outro, instruído por um controlador, para o controle do braço em nosso TCC usaremos o arduino, e o mesmo recebe as informações sobre o ambiente através dos sensores.

Na extremidade do braço existe um atuador (garra) usado pelo robô na execução de suas tarefas. Todo braço de robô é composto de uma série de vínculos e juntas, onde a junta conecta dois vínculos permitindo o movimento relativo entre eles. Na base do robô encontra-se uma base fixa e nela é acoplado o primeiro vínculo. Sua mobilidade se dá através da quantidade de vínculos e articulações que o mesmo possui, chamamos de “Grau de Liberdade”.

3.2 Meio Ambiente e reciclagem de materiais

A reciclagem é um processo que consiste na transformação de materiais usados em produtos novos, que poderão ser reinseridos na cadeia de consumo sem a necessidade de extrair mais recursos naturais. Trata-se de uma ação que contribui para a preservação ambiental e para a redução do lixo gerado pelo ser humano.

Diversos produtos compostos por vidro, plástico, papel ou alumínio podem ser reciclados, de modo a reaproveitar os materiais, reduzir o consumo de matéria-prima e diminuir a poluição da água, do ar e do solo. Além disso, a reciclagem minimiza a quantidade de lixo acumulado em aterros sanitários e lixões, contribuindo para a redução da produção de gases tóxicos e de chorume — substâncias muito prejudiciais para o ambiente.

A reciclagem também é importante para a sociedade, uma vez que gera empregos em cooperativas e contribui para a renda de diversos catadores de materiais recicláveis, que fazem um trabalho muito importante recolhendo, separando e encaminhando o material diretamente para a reciclagem.

3.3 Lesões por Esforços Repetitivos

A LER é uma lesão relacionada com a atividade da pessoa e, em alguns casos, pode ser entendida como uma doença ocupacional, ocorrendo sempre que houver incompatibilidade entre os requisitos físicos da atividade ou tarefa e a capacidade física do corpo humano. Alguns fatores de risco contribuem para a instalação desta lesão, dentre eles: movimentos repetitivos, tracionamentos, postura incorreta, içamento de pesos etc.

A LER, instala-se lentamente no organismo humano e, muitas vezes, passa despercebida ao longo de toda uma vida de trabalho e quando é percebida já existe um forte comprometimento da região afetada.

3.4 Automação do processo selecionador de materiais

Atualmente existem inúmeras empresas nesse ramo, elas usam mão de obra humana para realizar a separação dos materiais que chegam via coleta. Como este tipo de trabalho é contínuo e repetitivo decidimos automatizar este processo pensando da saúde e bem estar dos funcionários, passando a função de selecionar os diferentes tipos de materiais para o “Braço Seleccionador”.

Estes materiais são recebidos e colocados em uma esteira rolante para que os funcionários realizem a separação dos mesmos quanto ao tipo de material recebido e assim realizar os diferentes tratamentos para a reciclagem.

Nosso trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido pensando na automação desse processo dentro da indústria de recicláveis.

Quando o material é colocado na esteira os sensores fazem a leitura do tipo (Plástico, metal, vidro, papel, etc.) ao final do curso da esteira e manda um sinal para o braço robótico que é acionado, pega o material e o deposita no recipiente adequado (para apenas um tipo), terminando assim o ciclo automatizado de selecionador de materiais.

3.5 Principais componentes mecatrônicos utilizados:

3.5.1 Arduino

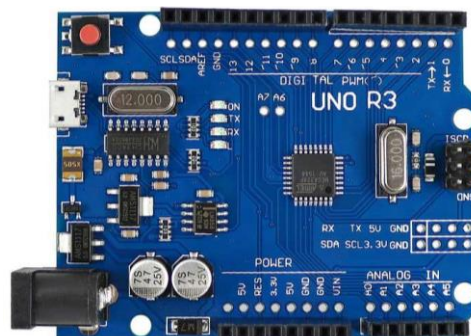
Foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores, cujo objetivo era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

Assim, foi criada uma placa composta por um **microcontrolador Atmel**, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada a um computador e programada via IDE (*Integrated Development Environment*, ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB.

Arduino Uno

Dentre os tipos de Arduino, este costuma ser a primeira opção para quem vai comprar um Arduino, pois possui um bom número de portas disponíveis, e grande compatibilidade com os shields disponíveis no mercado. Possui processador **ATMEGA328**, 14 portas digitais, sendo que 6 delas podem ser usadas como saídas PWM, e 6 portas analógicas.

Figura 1 - Arduino Uno



Fonte: DealeXtreme

Arduino Mega 2560

Versão maior da placa Arduino, com microcontrolador **ATmega2560** e 54 portas digitais, das quais 15 podem ser usadas como PWM, além de 15 portas analógicas. Clock de 16 Mhz, conexão USB e conector para alimentação externa. Ideal para projetos mais elaborados que exijam grande número de entradas e saídas.

Figura 2 - ArduinoMega



Fonte: Curto Circuito

Arduino Leonardo

Placa à primeira vista muito parecida com o Arduino Uno, mas com microcontrolador **Atmega32u4**, possuindo 20 portas digitais, das quais 7 podem ser usadas como PWM, e 12 como portas analógicas.

Figura 3 - Arduino Leonardo



Fonte: Robotistan.com

Arduino Due

Placa com maior capacidade de processamento, baseada em um microcontrolador ARM de 32 bits e 512 Kb de memória totalmente disponível paraprogramas/aplicações. Obootloader já vem gravado de fábrica em uma memória ROM dedicada.

Figura 4 - Arduino Due

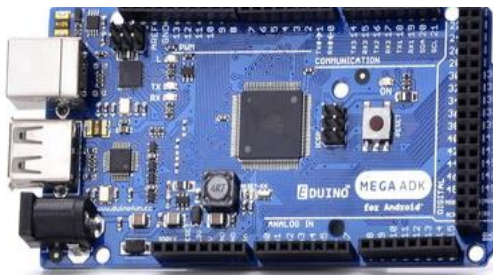


Fonte: National Control Devices

Arduino Mega ADK

Também baseado no ATmega2560, esta placa possui uma conexão USB dedicada à ligação com dispositivos baseados em Android, como telefones celulares. Possui 54 portas digitais, das quais 15 podem ser usadas como PWM, 16 portas analógicas, 4 chips dedicados à comunicação serial, clock de 16 Mhz e conexão ao computador via USB. Também possui conector para alimentação externa.

Figura 5 - ArduinoMega ADK



Fonte: Componentes Eletrônicos

3.5.2 Sensores

São usados com eficiência para responder ao meio físico e transformar estes sinais de entradas captados em uma saída (respostas) para um determinado tipo de trabalho que se deseja realizar. Estas entradas ou sinais recebidos pelo meio externo podem ser provenientes de uma luz, movimento, umidade, pressão, calor ou qualquer outro tipo de variável de entrada.

Quando o sensor recebe estas entradas do ambiente, ele emite uma saída como resposta e este sinal é convertido e interpretado por outros dispositivos, como um CLP, IHM, entre outros assim como o Arduino, que será aplicado em nosso trabalho.

Abaixo podemos analisar alguns tipos de sensores e suas características:

Figura 6 - Sensor Acústico



Acústico: Onda (Amplitude, fase, polarização), espectro, velocidade de onda.

Fonte: Citisystems

Elétrico



Elétrico: Carregamento, corrente, tensão, permissividade e condutividade.

Fonte: Citisystems

Figura 8 - Sensor Magnético



Magnético: Campo magnético, fluxo magnético e permeabilidade.

Fonte: Citisystems

Figura 9 - Sensor Óptico



Óptico: Onda (Amplitude, fase, polarização), velocidade de onda, índice de refração, emissividade, absorção, refletividade.

Fonte: Citisystems

**Figura 10 - Sensor
Térmico**



Térmico: Temperatura, fluxo, calor específico, condutividade térmica.

Fonte: Citisystems

**Figura 11 - Sensor
Mecânico**



Mecânico: Posição (linear, angular), aceleração, força, massa, densidade, momento, torque, orientação

Fonte: Citisystems

Para o desenvolvimento de nosso trabalho utilizaremos os sensores do tipo Indutivo e Capacitivo, pois serão necessários que os materiais que passam pela esteira sejam detectados por estes sensores e assim estes enviam um sinal elétrico para o nosso circuito ativando a programação selecionadora do braço robótico.

Sensores Indutivos

Os sensores indutivos, também conhecidos como sensores de proximidade, são dispositivos eletrônicos para o ambiente industrial na detecção de partes e peças metálicas não só de ferro ou aço, como também alumínio, latão e aço inox.

Figura 12 - Indutivo



Fonte: Mercado Livre

Sensores Capacitivos

Os sensores capacitivos detectam qualquer tipo de massa, logo, são aplicados onde existe a necessidade de detecção de materiais não metálicos como plásticos, madeiras e resinas. São utilizados também para detecção do nível de líquidos e sólidos.

Figura 13 - Capacitivo



Fonte: Alibaba

3.5.3 Esteira Seletora

Como descrevemos até o presente momento de nosso trabalho o projeto se destina em automatizar um processo industrial de seleção de materiais. Todos materiais são recebidos pela empresa e estes colocados na esteira para que ocorra a separação dos diferentes tipos e assim destiná-los de forma correta para dar sequência no processo de reciclagem.

A aplicação da esteira dá-se pelo fato que dependendo de seu comprimento pode-se utilizar funcionários ao longo do percurso como postos de trabalho fixo, nossa intervenção será em automatizar essa etapa da reciclagem inserindo o braço robótico que realizará a separação dos materiais.

Para a montagem e a apresentação utilizaremos de dois sensores, um capacitivo responsável por detectar os materiais do tipo plástico e outro sensor do tipo indutivo responsável por detectar os materiais do tipo metal.

3.6 Passo a passo do projeto TCC

Nosso projeto consiste em ser um exemplo para um sistema de seleção de materiais recicláveis podendo ser aplicado para um almoxarifado automatizado, portanto usaríamos uma esteira para a separação de peças. O nosso antigo projeto seria uma lavadora de copos que também usaria esteira então para diminuir os gastos, foi utilizado a mesma esteira 1 motor DC 12v, Tekenil, 4 rolamentos, 2 eixos, Lona, e Viga U(material muito utilizado em metalúrgicas, construtoras, etc).

Figura 14 - Fabricação Eixo esteira



Fonte: Próprio Autor

Figura 15 - Eixo Esteira



Fonte: Próprio Autor

Cortamos a viga U no comprimento desejado, e soldamos, colocamos os eixos e os rolamentos sincronizados na viga U, e adaptamos o motor, que conseguimos comprando em um ferro velho da região, porém não foi fácil achar. Tivemos bastante trabalho para deixar a esteira pronta e funcionando corretamente sem travar ou segurar ou escorregar a Lona.

Figura 16 - Teste da esteira



Fonte: Próprio Autor

Figura 17 - Teste da fonte



Fonte: Próprio Autor

Já com ela pronta iniciamos a montagem do braço robótico que seria utilizado para separar as peças do novo projeto. Para não perdermos tempo optamos por comprar as peças do braço, feito de MDF(madeira, pó de madeira, cola, e outras químicas para fortalecer) já cortadas para facilitar a montagem e a finalização do TCC.

Figura 19 - Montagem Braço Robótico



Fonte: Próprio Autor

Figura 18 - Montagem Braço Robótico



Fonte: Próprio Autor

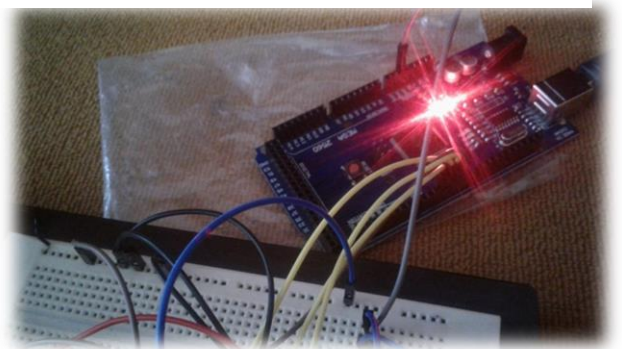
Usamos 4 servos motores, que funcionam de: 0° à 180° . Com eles conseguimos fazer o nosso braço robótico ter 4 graus de liberdade que são: virar a base para esquerda, direita e parar no meio(90°), avançar para frente e recuar, subir e descer, e abrir e fechar a Garra. A partir destas funções básicas de 4 graus de liberdade já realizamos muitas coisas interessantes.

Figura 21 - Teste Braço



Fonte: Próprio Autor

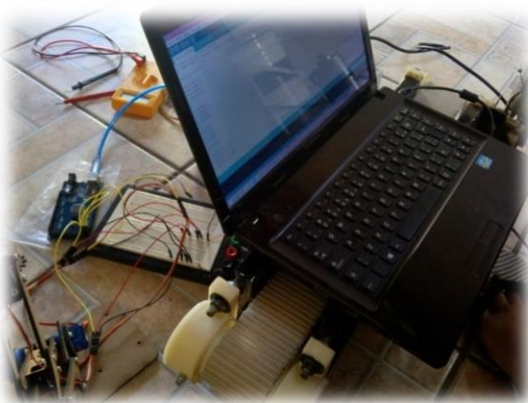
Figura 20 - Teste Braço



Fonte: Próprio Autor

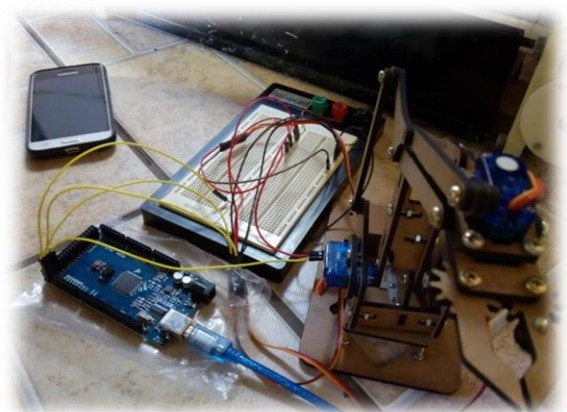
Com o braço e a esteira já finalizados tínhamos que começar a programar e testar na prática com cuidado usando multímetro e outras ferramentas; porém quando testamos surgiu um problema, o Arduino só aguentava o pico de no máximo 2 servos motores ligados juntos, os 4 servos em funcionamento ao mesmo tempo queimaria ele. Então pedimos ajuda ao professor Jorge que nos auxiliou na programação para que desligássemos o servo motor após ele fazer o movimento programado. Com isso conseguimos utilizar os 4 graus de liberdade do braço.

Figura 22 - Programação



Fonte: Próprio Autor

Figura 23 - Programação



Fonte: Próprio Autor

Usamos uma protoboard para fazer as ligações, uma fonte ATX para alimentar os servos, os sensores e a esteira. A fonte ATX tem saídas de corrente contínua(DC) de 5v e 12v, e ela aguentaria picos de até 30A. Porém para o Arduino conseguir ligar e desligar a esteira precisamos de um Módulo Relê de 5v para o Arduino e 1 Relê de 40A para a esteira por conta do motor que ela possui.

Antes de testar de verdade todos componentes utilizamos dois botão e um Led, os botões representavam o sinal dos sensores, cada botão representava um sensor diferente, o Led representava a esteira(Led ligado == esteira ligada),(botao1 == pulso do sensor1),(botao2 == pulso do sensor2). Com esse teste a programação ficou finalizada também. Então chegou a hora de testarmos com os componentes caros, funcionando corretamente pois foi bem dimensionado o sensor na esteira e os sensores são muito precisos (4mm de precisão).

Figura 24 - Montagem estrutura



Fonte: Próprio Autor

Figura 25 - Montagem estrutura



Fonte: Próprio Autor

Também montamos a plataforma onde ficaria tudo, primeiramente tivemos que projetar, medimos umas madeiras, cortamos, prendemos, dimensionamos, projetamos o TCC no INVENTOR que é uma ferramenta do computador para Desenhar e transformar os Objetos em uma vista 3D, utilizamos o INVENTOR pois foi uma ferramenta de estudo que nos deu um excelente conhecimento e que é muito utilizado no mercado de trabalho.

Figura 26 - Estrutura projeto



Fonte: Próprio Autor

Figura 27 - Estrutura projeto



Fonte: Próprio Autor

3.7 Programação na Interface do Arduino

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo servo1;
```

```
Servo servo2;
```

```
Servo servo3;
```

```
Servo servo4;
```

```
constint Sensor1 = 7;
```

```
constint Sensor2 = 6;
```

```
constintRele = 5;
```

```
int estadoSensor1=1;
```

```
int estadoSensor2=0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
servo1.attach(11);
```

```
servo2.attach(10);
```

```
servo3.attach(9);
```

```
servo4.attach(8);
```

```
pinMode(Sensor1,INPUT);
```

```
pinMode(Sensor2,INPUT);
```

```
pinMode(Rele,OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
estadoSensor1=digitalRead(Sensor1);
```

```
estadoSensor2=digitalRead(Sensor2);
```

```
digitalWrite(Rele,HIGH);
```

```
if (estadoSensor1 == LOW)
```

```
{
```

```
digitalWrite(Rele, LOW);
```

```
//Movimento para direita
```

```
servo1.attach(11);  
servo1.write(90);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(1);  
delay(1000);  
servo4.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(80);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(170);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(100);  
delay(1000);  
servo4.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(100);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(90);
```

```
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo1.attach(11);  
servo1.write(0);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(80);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(170);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(1);  
delay(1000);  
servo4.write(90);  
delay(1000);  
servo4.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(60);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(90);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo1.attach(11);  
servo1.write(90);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
digitalWrite(Rele, HIGH);  
}  
else  
{  
if (estadoSensor2 == LOW)  
{  
digitalWrite(Rele, LOW);
```

```
//Movimento para esquerda  
servo1.attach(11);  
servo1.write(90);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(0);  
delay(1000);  
servo4.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(150);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(170);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(90);  
delay(1000);  
servo4.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(170);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(90);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo1.attach(11);  
servo1.write(170);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
servo3.attach(9);  
servo3.write(170);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(170);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo4.attach(8);  
servo4.write(0);  
delay(1000);
```

```
servo4.write(90);  
delay(1000);  
servo4.detach();  
servo3.attach(9);  
servo3.write(150);  
delay(1000);  
servo3.detach();
```

```
servo2.attach(10);  
servo2.write(90);  
delay(1000);  
servo2.detach();
```

```
servo1.attach(11);  
servo1.write(90);  
delay(1000);  
servo1.detach();
```

```
digitalWrite(Rele, HIGH);  
}  
}  
}
```

3.8 Tabela de Gastos

RECURSOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO			
Materiais	Qtd.	Espécie	Valor
	4	Rolamentos	R\$15,00
	1	1 metro de Viga U*	R\$0,00
	2	Teknil para Eixo*	R\$0,00
	1	Motor 12V 15A	R\$35,00
	1	Fita de plástico*	R\$0,00
	1	Relê 40A	R\$7,00
	2	Botões	R\$5,00
	15	Resistores	R\$3,00
	7	Leds Auto Brilho	R\$2,00
	1	Interruptor	R\$2,00
	1	Módulo Relê 5V 5A para Arduino	R\$50,00
	1	ArduinoMega 2560	R\$60,00
	1	Sensor Capacitivo	R\$66,00
	1	Sensor Indutivo	R\$28,00
	1	Kit Braço Robótico MDF	R\$71,00
	20	Cabos Jumpers	R\$30,00
Total geral: R\$ 374,00			

* Objetos reaproveitados da sucata da RRV Metalúrgica.

4. CONCLUSÃO

Nosso projeto mostrou-se aplicável durante a apresentação, selecionando os materiais do tipo plástico para um lado e do tipo metal para o outro. O material é colocado na esteira que está em movimento, numa velocidade controlada por um pwm, o objeto percorre a mesma até ser detectado pelos dois sensores, um capacitivo e outro indutivo, mudando seu estado eles acionam o braço robótico. Na tomada de decisão o braço poderá pegar o material e levá-lo no seu respectivo recipiente: plástico para o lado esquerdo e metal para o lado direito.

Para a manutenção do nível de tensão esperado utilizamos dois relês, um relê de 5A para a ativação do Arduino e este ativará o outro relê de 40A que acionará a esteira, garantindo assim a proteção da tensão e evitar os picos de consumo que poderiam queimar nossos componentes.

5. CRONOGRAMA

[illegible]

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo presente trabalho podemos identificar a importância de se automatizar qualquer sistema industrial e claro todas as relevadas aplicações para a indústria ou qualquer segmento de trabalho (ações) em nosso cotidiano.

Apresentamos uma esteira selecionadora de materiais, nesse projeto nos empenhamos em utilizar todo conhecimento adquirido durante o nosso curso, aplicando toda teoria e prática, desde a idéia até a construção e programação do braço robótico.

Nosso sistema de seleção de materiais pode ser aplicado futuramente em diferentes ramos ou segmentos de trabalho que necessitem de uma menor probabilidade de erros e desperdícios possíveis. Podendo ser remodelado e até reprogramado em escalas maiores, se necessário, para um sistema de almoxarifado, fabricação de remédios, cosméticos, ajuda médica, locais e trabalhos (materiais que podem prejudicar a saúde) perigosos, indústria de alimentos, entre outras aplicações.

7. REFERÊNCIAS

CARRARA, Valdemir. **Apostila de Robótica**. Joinville, UDESC. Universidade Braz Cubas Área de Ciências Exatas Engenharia Mecânica Engenharia de Controle e Automação.

VIECELLI, B. H. e ARNAUT, P. E. M. **Automação Esteira Seletora**. Centro de ciências exatas e de tecnologia. Pontifícia universidade católica do Paraná – PUC-PR. Curitiba. 2008.

GOMES, Everaldo. **Esteira Seletora de Recicláveis**. São Caetano do Sul. 2015

BRASIL, Creative Commons Atribuição 3.0, **Braço Robótico**, 2013. Disponível em: <<http://www.roboliv.re/conteudo/braco-robotico>>. Acesso em: 02 Out. 2018.

LIMA, Ederson. **Robótica**, Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA6BQAJ/robotica?part=3>>. Acesso em: 02 Out. 2018.

COLUNISTA, Portal, **portal da educação tecnologia educacional Ltda Informática**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/informatica/automacao-industrial-e-a-sua-importancia-dentro-do-cenario-industrial-hoje/53683>> Acesso em: 04 Out. 2018.

MOREIRA, Rodrigo Bernardo. **O Braço Mecânico**. 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABS20AE/apostila-braco-mecanico>>. Acesso em: 04 Out. 2018.

FRAGMAQ, Indústria e Comércio de Máquinas. **Afinal, qual a importância da reciclagem para o meio ambiente?** 2016. Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/afinal-importancia-reciclagem-meio-ambiente/>>. Acesso em: 09 Out. 2018.

THOMSEN, Adilson. **O que é Arduino.** 2014. Disponível em:<<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 09 Out. 2018.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Sensor: Você Sabe o Que é Quais os Tipos?** 2018. Disponível em:<<https://www.citisystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos/>>. Acesso em: 15 Out. 2018.

ENGEREY, Blog. **Tipos e aplicações de sensores na indústria.** 2017. Disponível em:<<http://www.engerey.com.br/blog/tipos-e-aplicacoes-de-sensores-na-industria>>. Acesso em: 15 Out. 2018.

BRAGA, Nilton C. **Todos os tipos de sensores.** Disponível em:<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/9875-todos-os-tipos-de-sensores-art1158>>Acesso em: 22Out. 2018.