

Centro Paula Souza

**ETEC Jaraguá
Eletrotécnica**

**Larissa Zanotti de Souza
Manuela Maia Pombo
Pedro Jesus da Silva
Rogério Salviano da Silva
Yann Gustavo Silvino Ben Pereira**

DOBRADOR DE ROUPAS AUTOMÁTICO

São Paulo

2024

Larissa Zanotti de Souza

Manuela Maia Pombo

Pedro Jesus da Silva

Rogério Salviano da Silva

Yann Gustavo Silvino Ben Pereira

DOBRADOR DE ROUPAS AUTOMÁTICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado para curso Técnico em Eletrotécnica da ETEC Jaraguá como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrotécnica, sob orientação do profº Caio Comeron e Félix Carvalho.

São Paulo

2024

**Manuela Maia Pombo
Larissa Zanotti de Souza
Rogério Salviano da Silva
Yann gusttavo Silvino Ben Pereira
Pedro Jesus da Silva**

Dobrador de Roupas Automático

Trabalho de conclusão de curso apresentado para curso Técnico em Eletrotécnica da ETEC Jaraguá como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrotécnica, sob orientação do profº Caio Comeron e Félix Carvalho.

Aprovado em:

Profº Caio Comeron- Orientador
ETEC Jaraguá

Profº Félix Carvalho- Orientador
ETEC Jaraguá

Resumo

O projeto aqui desenvolvido trata-se de um dobrador automático de roupas, que consiste em um equipamento a ser utilizado para auxiliar na organização das camisetas de uma casa. Tem como objetivo promover, além dos benefícios atribuídos à automatização do processo de dobrar vestuários, o desenvolvimento pessoal e coletivo da equipe executora do projeto, aprimorando o senso de trabalho em conjunto, proatividade, inclusão e democracia por meio de decisões, aplicação dos conhecimentos teóricos, dentre outros. O maquinário realizará principalmente a dobragem semiautomática de camisetas por meio de um conjunto de engrenagens, o qual é conectado a quatro chapas de acrílico que darão o apoio mecânico ao vestuário durante o processo. As engrenagens são movidas por servomotores que são comandados por um microcontrolador do tipo Arduino. A peça de roupa é estendida sobre as chapas e, ao pressionar o botão “ligar”, o arduino acionará o motor, dando início ao ciclo de movimentos necessários ao processo de dobra da camiseta. E com isso, o cliente, ao invés de executar uma sequência de movimentos desgastantes, utiliza apenas o esforço para esticar uma peça de roupa e pressionar um botão.

Palavras-chave: dobrador; servomotores; arduino.

Abstract

The project developed here is an automatic clothes folder, which consists of equipment to be used to help organize t-shirts in a home. Its objective is to promote, in addition to the benefits attributed to the automation of the garment folding process, the personal and collective development of the team executing the project, improving the sense of working together, proactivity, inclusion and democracy through decisions, application of theoretical knowledge , among others. The machinery will mainly perform the semi-automatic folding of t-shirts using a set of gears, which is connected to four acrylic sheets that will provide mechanical support to the garment during the process. The gears are moved by servo motors that are controlled by an Arduino-type microcontroller. The garment is laid out on the plates and, when pressing the "on" button, the Arduino will activate the motor, starting the cycle of movements necessary for the t-shirt folding process. And with this, the customer, instead of executing a sequence of exhausting movements, only uses the effort to stretch a piece of clothing and press a button.

Keywords: folder; servomotors; arduino.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. CONCEITOS E OBJETIVOS DO PROJETO.....	02
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	03
3.1 Pesquisa Inicial.....	
3.2 Introdução aos componentes.....	
3.3 Orçamento.....	
4. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	12
4.1 Especificações Técnicas.....	
4.2 Funcionamento do Protótipo.....	
4.3 Funcionamento do Protótipo.....	
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
6. REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

Desde o início do processo evolutivo do ser humano, o sucesso de sua espécie foi graças a sua capacidade de se adaptar às mudanças de maneira eficiente e aprender a como utilizar os recursos naturais para benefício próprio, esse processo permitiu aos humanos antigos dominarem o fogo, os tornando capazes de melhor sobreviver ao ambiente e até mesmo prosperar. Esse mesmo processo ocorreu com outros aspectos extremamente importantes para a sociedade moderna, como a agricultura, a medicina e a engenharia.

Conforme a sociedade foi se aprimorando cada vez mais, a luta pela sobrevivência deixou de ser um aspecto importante na vida do indivíduo, as dificuldades que anteriormente não permitiam ao homem se desenvolver por completo agora haviam sido drasticamente reduzidas até um nível muito menos importante, possibilitando ao ser humano buscar formas de melhorar o seu modo de viver, e uma dessas maneiras foi a automação.

Pode-se definir “automação” como “Funcionamento de uma máquina ou grupo de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações contábeis, estatísticas ou industriais.” (AUTOMAÇÃO, 2024). Esse processo é um dos principais objetivos que este Trabalho de Conclusão de Curso, ou TCC, pretende abordar, utilizando de conhecimentos obtidos durante o período de estudos na instituição de ensino Etec Jaraguá para elaborar uma solução para um problema que pode ser resolvido utilizando a eletrotécnica.

2. CONCEITO E OBJETIVOS DO PROJETO

O protótipo que desenvolvemos tem como objetivo auxiliar no processo de dobragem de roupas para pessoas que possuam limitações físicas ou que possuam algum nível de deficiência, seja física ou psicológica, que não as permita efetuar o processo sem dificuldades.

Segundo o IBGE (2022), “Cerca de 18,6 milhões de pessoas de 2 anos ou mais de idade do país tinham algum tipo de deficiência.”Esses números mostram que, embora não componham um grande percentual da população, ainda há um grande número de pessoas que possuem algum tipo de deficiência. Também de acordo com a matéria do G1 (2023), “1,4% da população tem dificuldade para pegar objetos pequenos ou abrir e fechar recipientes;” o que está diretamente relacionado com a ação de dobrar roupas, algo que para essas pessoas se torna algo muito complicado de realizar.

Seguindo essas informações, o grupo decidiu criar uma máquina que pudesse efetuar o processo de dobragem de roupas de maneira semi-autônoma, requisitando apenas que o usuário posicione a camisa, camiseta ou blusa manualmente e aperte o botão para iniciar o processo, e após alguns segundos a roupa estaria dobrada e pronta para ser guardada em um local ideal. A principal ideia que caracteriza o projeto não é de autoria do grupo pois vários outros projetos já foram desenvolvidos sobre o mesmo tema, exemplos disso estão presentes no vídeo “Como fazer um dobrador de camisetas automático” (GUIA ROBÓTICA, 2023) e em um Trabalho de Conclusão de Curso apresentado anteriormente na Etec Jaraguá.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1 Pesquisa inicial

Agora que as principais ideias que compõem o projeto já foram definidas, a pesquisa foi iniciada. O primeiro ponto abordado foi sobre o que seria utilizado para fazê-lo funcionar. Dentre as diversos conceitos de como funcionaria o projeto, foram definidas as seguintes necessidades:

1. Um suporte onde será colocada a roupa para ser dobrada;
2. As abas que farão a ação de dobrar;
3. Motores que vão mover as abas;
4. Uma programação para ativar os motores em sequência;
5. Um botão para ativar o processo;
6. Uma maneira de energizar a máquina.

Com os objetivos definidos, o grupo pôde pesquisar os componentes mais adequados para cada função, considerando os valores e os cálculos necessários para chegar na solução mais adequada para cada. Dentre os componentes escolhidos, temos: Chapas de Zinco, Micro Servos, Placa de Arduíno, Botão e Bateria.

3.2 Introdução aos componentes

Cada componente selecionado para a elaboração do protótipo possui uma função específica dentro do projeto como um todo, sua escolha foi determinada através de suas características físicas e preço médio encontrado no mercado.

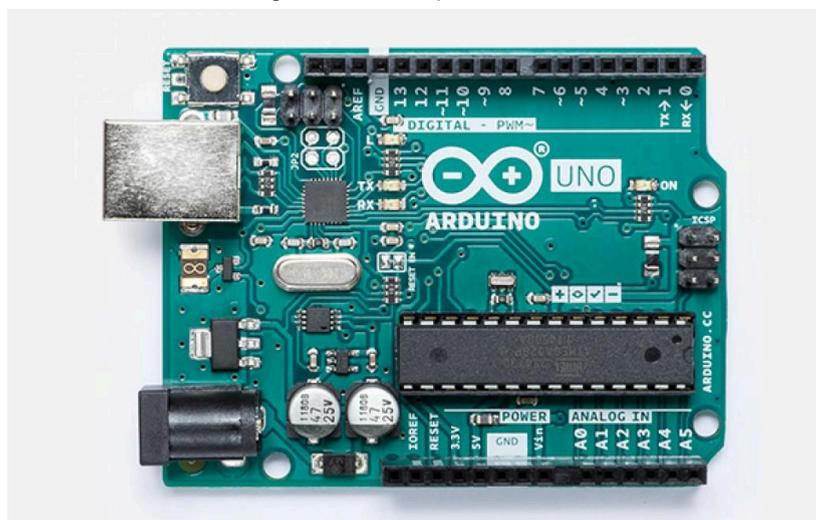
Arduíno: O Arduíno é uma placa eletrônica que possui a capacidade de integrar hardware e software de maneira simples, de baixo custo e capaz de ser utilizada por pessoas com pouco conhecimento na área de programação, assim, possibilitando o desenvolvimento de projetos tecnológicos e protótipos.

O principal componente de um Arduino é o seu microcontrolador, que permite o processamento de dados e a execução de tarefas simples, essa peça é composta por um ou mais processadores, memória RAM e uma interface que o permite interagir com entradas e saídas periféricas. Também há o LED que mostra se há energia circulando no arduino.

A placa pode ser energizada de duas maneiras diferentes, utilizando a conexão USB do sistema ou com uma fonte de alimentação entre 6 e 12 volts.

Os pinos de conexão têm como função realizar as ligações do circuito, dentre esses, vale destacar o GND ou “ground” que faz o aterramento do circuito, os pinos de voltagem que fornecem energia ao sistema em 3,3 ou 5 volts, os pinos analógicos que lêem sinais analógicos como os de um sensor e os convertem para sinais digitais, os pinos digitais que enviam comandos pelo circuito através de sinais digitais (0 ou 1) e determinam o seu estado atual e o conector USB que é utilizado para programar a placa utilizando um computador.

Imagem 1 - Exemplo de Arduino



Fonte: Wikipedia.org

Servo Motor: O Servo Motor é um componente que converte energia elétrica em energia mecânica, expressado em rotação na saída. Eles podem utilizar tanto corrente contínua quanto corrente alternada.

Servo Motores são utilizados quando se há uma necessidade de realizar o controle do movimento com alta precisão, um alto desempenho e uma reversão rápida. Por esses motivos, este componente vem se tornando cada vez mais relevante no mercado, já é utilizado em diversas áreas como robótica, sistemas automatizados, máquinas CNC, sistemas de rastreamento entre outras.

Seu funcionamento se dá através da caixa de engrenagens que permite o ajuste do torque, possibilitando a estabilização da posição do potenciômetro, do potenciômetro que atua como uma resistência variável conforme a rotação que o Servo Motor alcança, é responsável por informar ao circuito de controle se a posição determinada foi alcançada e está sendo mantida, do circuito de controle que através do potenciômetro, faz a leitura de quanto o motor girou, agindo como um receptor de sinal e ajuste da posição do Servo Motor e do motor que é a parte do circuito que irá utilizar a energia elétrica e converter em energia mecânica em rotação que será o 'output' de todo o Servo Motor.

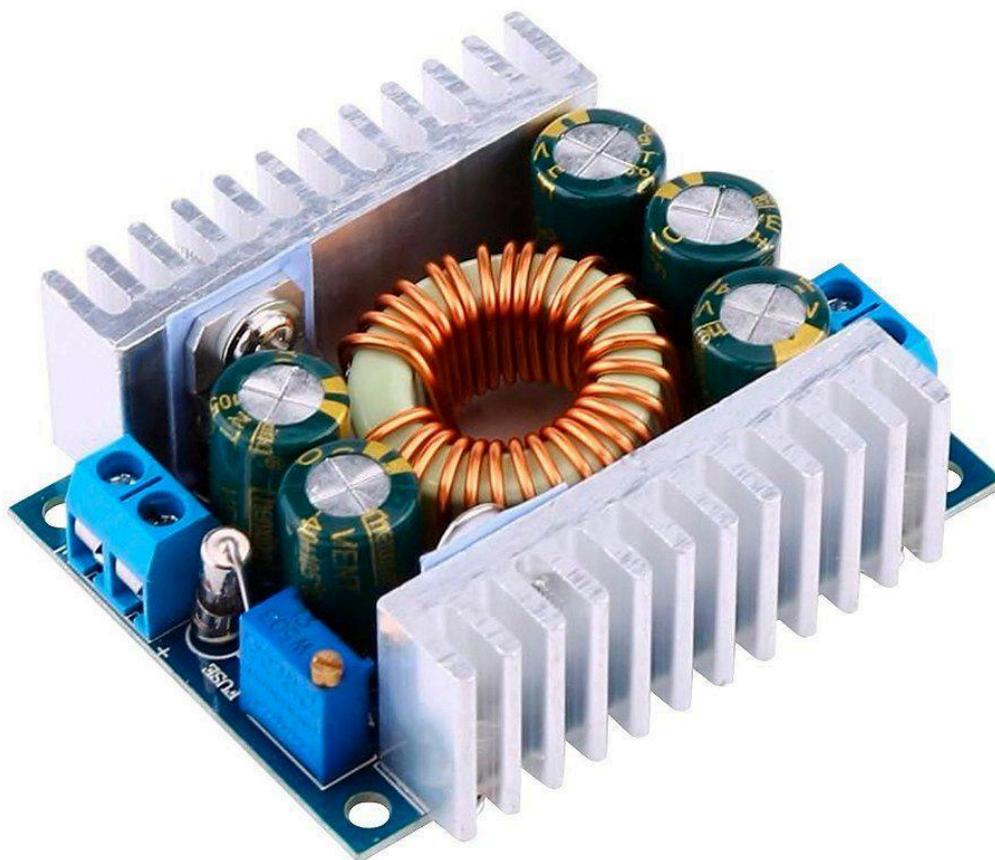
Imagem 2 - Exemplo de Servo Motor



Conversor de Tensão: Os conversores de tensão são dispositivos utilizados para converter a amplitude de uma tensão ou corrente contínua em outra amplitude diferente. Esses dispositivos são utilizados quando há uma diferença entre a fonte de alimentação e a carga, aplicados quando a carga requer valores distintos para seu funcionamento.

No protótipo do Dobrador de roupas, esse componente foi instalado entre as baterias que alimentam o circuito e a placa de arduino, isso foi necessário já que as baterias trabalham com uma amperagem de 9 volts e a placa de arduino com um máximo de 5 volts.

Imagem 3 - Exemplo de Conversor de Tensão



Chapa de Zinco: O zinco é um material metálico com uma coloração acinzentada lustrosa, presente na tabela periódica com o símbolo Zn, esse metal pode ser encontrado natureza em minérios como o sulfeto de zinco e a calamina e após um processo de purificação se torna o zinco puro.

Seu maior uso ocorre principalmente no processo de galvanização que, segundo o dicionário, pode ser definido como “Ato de recobrir objetos de ferro e de aço com uma camada de zinco para evitar a ferrugem.” (GALVANIZAÇÃO, 2024), esse aço galvanizado tem amplo uso em indústrias como construção civil e automobilística.

Outras aplicações do zinco são na criação de ligas metálicas como o latão e o bronze, fabricação de pilhas e baterias, coloração para tintas e uso em equipamentos eletrônicos por suas propriedades de semicondutor.

O uso de chapas de zinco, no contexto do protótipo, é devido às suas características físicas, como esse metal possui uma densidade de $7,134 \text{ g.cm}^{-3}$ ele é ideal para formar o corpo do protótipo já que usar aço deixaria o protótipo muito pesado para possibilitar um transporte fácil e usar madeira não garantiria a mesma flexibilidade de uma liga metálica.

Imagem 4 - Placa de Zinco



Botão de Acionamento: O Botão de Acionamento é um componente elétrico utilizado em sistemas que requerem acionamento manual de maneira segura, como ele não possui trava, é o ideal para iniciar processos manualmente.

Esse componente é conhecido por sua alta resistência, fácil aplicação em um projeto e baixa necessidade de manutenção, o que o torna um componente ideal para o projeto.

O Botão foi selecionado como a maneira de ativar o protótipo, funcionando como a forma de iniciar o processo.

Imagem 5 - Botão de Acionamento



Fonte: Santil.com.br

Botão de Liga e Desliga: O Botão de Liga e Desliga é um componente elétrico utilizado em sistemas que requerem acionamento manual de maneira segura, sua trava permite que o sistema se mantenha em um determinado estado até que seja pressionado novamente, isso é o ideal para sistemas como alimentação de uma máquina ou iluminação.

Esse componente é conhecido por sua alta resistência, fácil aplicação em um projeto e baixa necessidade de manutenção, o que o torna um componente ideal para o projeto.

O Botão foi selecionado como a maneira de ativar o protótipo, ambos os botões, tanto o de trava mecânica quanto o de inicializar o sistema foram feitos com esse componente.

Imagem 6 - Botão Liga e Desliga



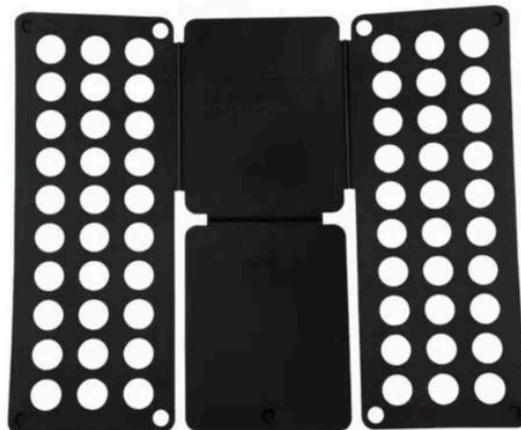
Fonte: Quora.com

Dobrador de Camisetas: O dobrador é um pequeno suporte feito de plástico colorido que permite que o usuário dobre camisas de maneira manual mais rapidamente.

Esse acessório de conveniência simples pode ser adquirido facilmente em lojas online por preços acessíveis, em média em torno de R\$25,00. O protótipo foi feito para

Porque o dobrador de camisas é feito de plástico, ele possui uma resistência ao calor, isso permite utilizá-lo como suporte para as chapas já que ele já possui um eixo dobrável que os servomotores utilizam para completar um ciclo de rotação sem o risco de derreter o plástico, escapar corrente para a caixa ou danificar os circuitos elétricos .

Imagem 7 - Dobrador de Plástico



3.3. Orçamento

Considerando todos os componentes e custos do projeto necessários para a produção do protótipo, uma lista de materiais foi feita listando os valores.

Orçamento do Projeto	
Componentes	Custo Médio (R\$)
Servo motores	100,00
Arduino	35,00
Conversor de Tensão	60,00
Chapas Metálicas	120,00
Baterias	50,00
Componentes Adicionais	35,00
Maleta e Adesivos	100,00
Total	500,00

A tabela apresentada acima demonstra um preço médio para todos os componentes utilizados na elaboração do protótipo e apresentação do projeto.

Alguns dos componentes citados na tabela já estavam disponíveis para a execução do projeto, por isso o preço médio foi aplicado. Dentre esses componentes, vale destacar:

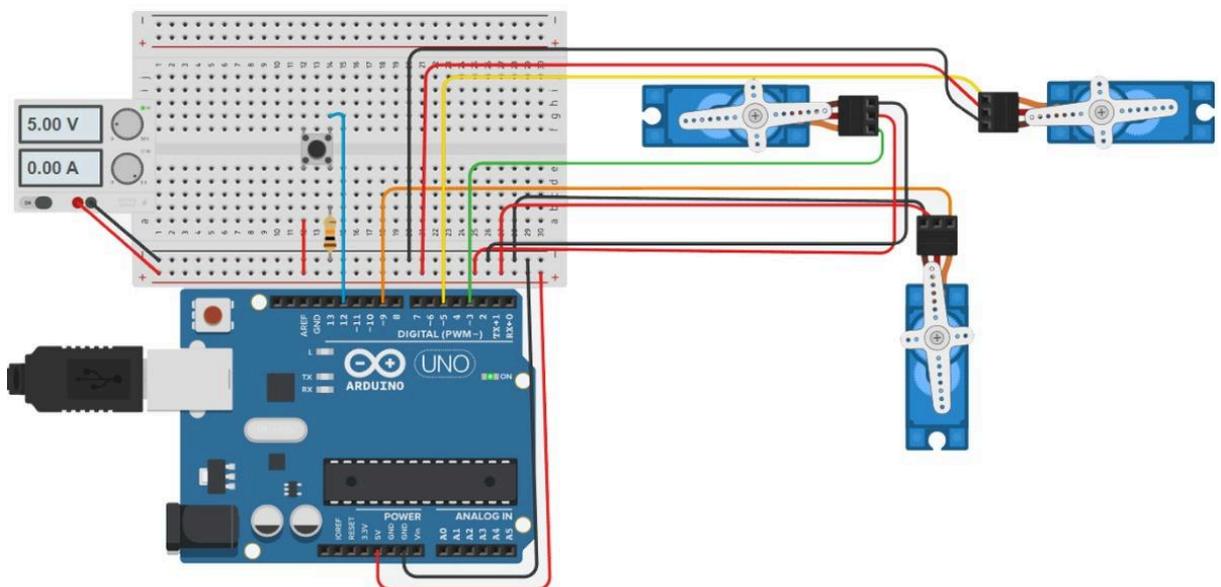
- A placa de arduino que foi cedida pelo professor Caio Comeron para o protótipo;
- As chapas metálicas de zinco, que já estavam disponíveis na casa de um dos membros e foram aproveitadas no projeto;
- Os componentes adicionais, que incluem parafusos e condutores, também já disponíveis na casa de um dos membros do grupo e foram aproveitadas no projeto.
- A maleta foi feita de materiais já disponíveis na casa de um dos membros, os custos da madeira e dos complementos podem variar.

4. Desenvolvimento do Protótipo

A montagem do protótipo se iniciou com a preparação das chapas de zinco, que foram cortadas para ter as dimensões adequadas para dobrar camisas além do tamanho que o suporte de plástico original permite, essas ligas metálicas foram separadas para serem o “corpo” do projeto, atuando como a face onde as roupas a serem dobradas serão posicionadas e proteção para os componentes elétricos.

O segundo passo foi preparar a programação do projeto, utilizando o programa Tinkercad a programação necessária para o arduíno ativar sequencialmente os três servo motores foi feita, seguida de testes em motores menores para avaliar as suas rotações.

Imagem 8 - Esquema de Montagem



Fonte: Youtube.com

Imagem 9 - Programação do Arduino

```

//Inclusão da biblioteca servo

#include <Servo.h>

//Criação de objetos baseado nessa biblioteca
Servo motor1;
Servo motor2;
Servo motor3;

// Variavel botao e pino que esta conectado
int botao = 12 ;

// Variavel para armazenar o estado do botao
bool estadobotao = 0;

void setup()
{
  //Declarando que estes objetos estão conectados nos pinos
  motor1.attach(3);
  motor2.attach(5);
  motor3.attach(9);
  //Declara botao como entrada
  pinMode(botao, INPUT);

}

void loop() {
  //Fazendo a leitura do botao e armazenando na
  //variavel estado botao
  estadobotao = digitalRead(botao);

  //Se o botao for HIGH ou seja pressionado
  //Dobre a roupa
  if (estadobotao == HIGH) {
    motor1.write(175);
    delay(1000);
    motor1.write(0);
    delay(1000);

    motor2.write(175);
    delay(1000);
    motor2.write(0);
    delay(1000);

    motor3.write(175);
    delay(1000);
    motor3.write(0);
    delay(1000);
  } else{
    //Se não for pressionado, deixe os motores
    //no ângulo 0
    motor1.write(0);
    motor2.write(0);
    motor3.write(0);
  }
}

```

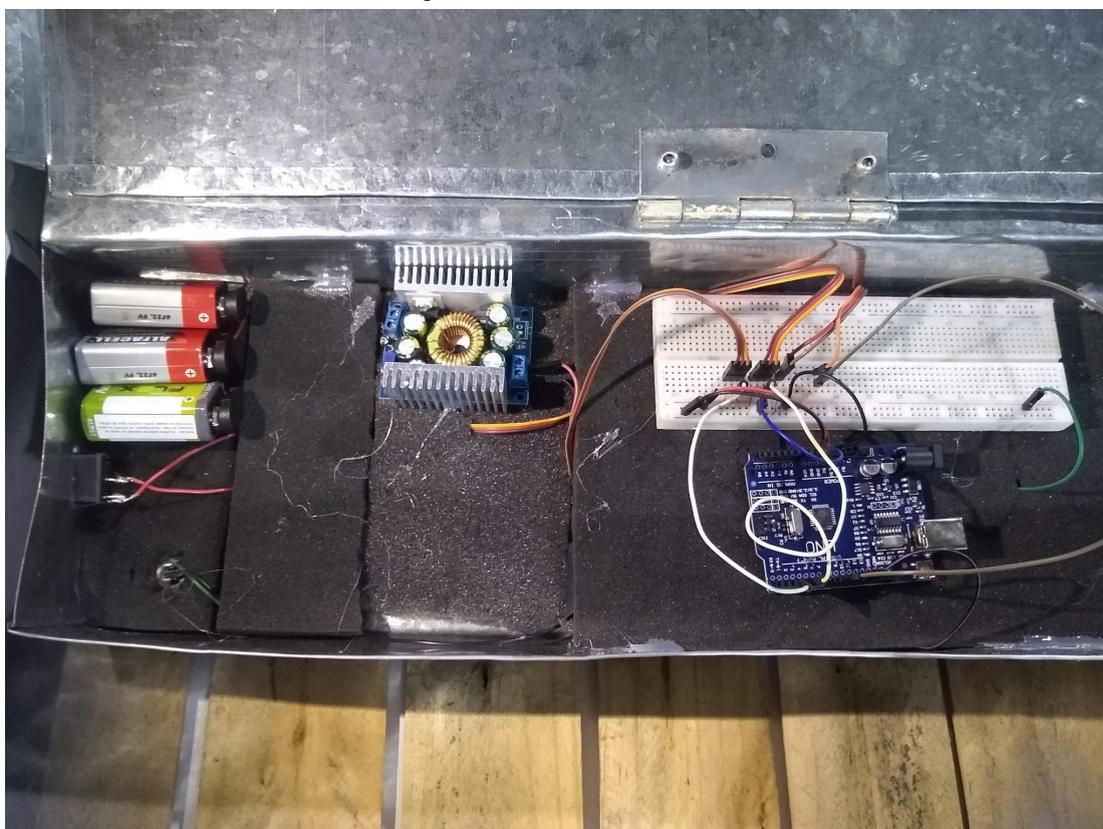
Fonte: Tinkercad.com

O próximo passo foi unir as chapas de zinco ao suporte de plástico, ou dobrador de roupas como é chamado. Para isso, as devidas chapas foram parafusadas em cada aba para as deixar bem fixas e sem o risco de soltar no meio da operação e do transporte.

Agora, com o programa já testado e as chapas preparadas, foram instalados três servomotores MG996R em posições que os permitam levantar o peso total do suporte de plástico, de uma chapa de zinco e da parte da roupa posicionada no local.

Em seguida, o arduino foi fixado na parte inferior do protótipo, juntamente com as conexões para cada um dos servomotores, também foi anexado a fonte de energia do protótipo, que nesse caso são baterias 9V, para alimentar todos os componentes elétricos,

Imagem 10 - Foto dos circuitos



Fonte: Autoria Própria

Para finalizar, foi montada a caixa onde o protótipo será armazenado, essa caixa possui um suporte na lateral para facilitar o transporte. E com isso, o desenvolvimento do protótipo foi concluído e ele está pronto para ser utilizado.

Imagem 11 - Foto da Caixa



Fonte: Autoria Própria

Imagem 12 - Foto do Protótipo não finalizado na caixa de transporte



Fonte: Autoria Própria

4.1 Especificações Técnicas

Especificações Técnicas do Servomotor

Modelo	TowerPro MG996R
Tensão de Operação	4,8-7,2V
Tipo de Engrenagem	Metálica
Modulação	Analógica
Velocidade de Operação	0,17 seg/60graus (4,8V sem carga)
Velocidade de Operação	0,14 seg/60graus (6,0V sem carga)
Torque	9,8 kg.cm (4,8V) e 11 kg.cm (6,0V)
Faixa de Rotação	180°
Tamanho Cabo	245mm
Dimensões	40 x 19 x 43mm
Peso	55g

Especificações Técnicas do Arduino

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de Operação	5V
Tensão de Entrada	7-12V
Portas Digitais	14 (6 podem ser usadas como PWM)
Portas Analógicas	6
Corrente Pinos I/O	40mA
Corrente Pinos 3,3V	50mA
Memória Flash	32KB (0,5KB usado no bootloader)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Velocidade do Clock	16MHz

Especificações da Bateria

Marca	Alfacell
Modelo	7899055269264
Vtagem	9V
Peso	0,20KG
Dimensões	15 x 25 x 48mm

Especificações Técnicas do Conversor De Tensão	
Modelo	YH11060D
Marca	OEM
Conversor	XL4016 / 4016
Frequência de Operação	300KHz
Tensão de Entrada	4,5 ~ 30V
Tensão de Saída	0,8 ~ 30V
Corrente de Entrada	0 ~ 12A
Potência de Saída	300W
Proteção para curto-circuito	8A
Dimensões	60 x 50 x 19mm
Peso	73g

4.2 Funcionamento do Protótipo

Agora que o protótipo, batizado como DRAP (Dobrador de Roupas Automático e Prático) está montado e em operação, ele deve seguir a seguinte sequência quando o botão de acionamento for ativado. Em resumo, o processo ocorre assim:

Após energizado, o botão de acionamento permite que a carga introduzida através da bateria e com corrente reduzida graças ao conversor de tensão energize a placa de arduino, essa placa então executa a sua programação ativando cada um dos motores em sequência, assim, fazendo com que as abas então consigam dobrar a camisa introduzida no protótipo e completando o processo que demora menos que 10 segundos para ficar pronto.

5. Considerações Finais

O projeto de conclusão de curso demonstra como nós, alunos de eletrotécnica, conseguimos nos adaptar a situações diferentes e como usamos o conhecimento que obtivemos através do curso para criar um protótipo funcional para uma necessidade ou problema real.

Trabalhar em conjunto foi uma experiência árdua, em vários momentos houveram pontos nos quais os membros do grupo não concordavam e as negociações para chegar a um consenso foram demoradas, entretanto, apesar dos vários empecilhos que ocorreram durante o trajeto, sejam eles financeiros, administrativos ou sociais, o grupo conseguiu executar os planos do projeto e entregar o protótipo funcional para a apresentação.

Por fim, vale ressaltar as qualidades dos membros envolvidos no projeto, cada um dos participantes do grupo utilizou de suas habilidades e conhecimentos para dar o seu melhor e permitir que o projeto, inicialmente uma ideia, pudesse se tornar algo tangível, algo físico, uma prova de que todos estão preparados para se tornarem técnicos em eletrotécnica habilitados e capacitados para as necessidades do mercado de trabalho.

Imagem 13 - Logo do DRAP



Fonte: Aatoria do Grupo

6. REFERÊNCIAS

Arduino Uno R3 - ATmega328P 5V 16MHz. Um.Pro.Br, c2024. Disponível em: <<http://www.um.pro.br/arduino/index.php?c=ArduinoUno>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

Arduino. Wikipedia, c2024. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

Automação. In: DICIO: Dicionário Online de Portugues. Porto: 7Graus, 2024. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/automacao/>>. Acesso em: 29/04/2024.

Bateria Alfacell 9V. Elétrica Raio, c2024. Disponível em: <<https://www.eletricaraio.com.br/bateria-alfacell-de-9v-1695>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

BOTÃO PLÁSTICO FACEADO/IMPULSO 1NA VERDE 22MM - STECK. Santil, c2024. Disponível em: <<https://www.santil.com.br/produto/botao-de-comando-a-impulsao-normal-verde-225mm-steck/393594>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço Mineral Brasileiro - 2001 (Zinco). [Brasília]: Ministério de Minas e Energia, atualizado em: 18 de fev. de 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-zinco#:~:text=Gonçalves%20de%20Jesus-.O%20zinco%20é%20um%20metal%20de%20cor%20branco-azulada%2C%20forma.de%20ebulição%3A%20920°C.>>. Acesso em: 8 de jun. de 2024.

CRAVO, Edilson. Servo Motor: o que é um, como funciona e quais as vantagens?. Kalatec Automação, c2024. Disponível em: <<https://blog.kalatec.com.br/o-que-e-servo-motor/>>. Acesso em: 31 de mai. de 2024.

Dobrador Camisetas Roupas Dobra Rápido Fácil Prático Quarto. Mercado Livre, c2024. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/dobrador-camisetas-roupas-dobra-rapido-facil-pratico-quarto/p/MLB25594823?mattool=18956390&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic&item_id=MLB3398765871&from=gshop>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

Galvanização. In: DICIO: Dicionário Online de Portugues. Porto: 7Graus, 2024. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/galvanizacao/>>. Acesso em: 07 de jun. de 2024.

GOGONI, Ronaldo. O que é Arduino? [um guia básico de como começar]. Tecnoblog, 1 de mar. 2019. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 11 de mar. de 2024.

GOMES, Irene. Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. **Agência de Notícias IBGE**, 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda>>. Acesso em: 01 de mai. de 2024.

GRACHTEN, Eduardo. O que é o servo motor?. LinkedIn, 9 de out. de 2022. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/servo-motor-o-que-é-e-como-funciona-eduardo-grachten/>>. Acesso em: 31 de mai. de 2024.

Guia Robótica. Como fazer um dobrador de camisetas automático. YouTube, 20 de out. de 2022. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=Rsq9ln8LxGA>>. Acesso em: 20 de mai. de 2024.

GUSE, Rosana. Como funciona um conversor de tensão DC-DC?. Maker Hero, 10 de jan. de 2022. Disponível em:

<<https://www.makehero.com/blog/como-funciona-um-conversor-de-tensao-dc-dc/>>. Acesso em: 22 de jun. de 2024.

MAKIYAMA, Marcio. O que é arduino, para que serve, benefícios e projetos [Exemplos]. Victor Vision, 29 de nov. de 2022. Disponível em:

<<https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 11 de mar. de 2024.

MATTEDE, Henrique. O que é Servo motor e como funciona?. Mundo da Elétrica, [s.d]. Disponível em:

<<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/>>. Acesso em 31 de mai. de 2024.

MIATO, Bruna. Brasil tem 18,6 milhões de pessoas com deficiência, cerca de 8,9% da população, segundo IBGE. **G1**, 2023. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/07/07/brasil-tem-186-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-cerca-de-89percent-da-populacao-segundo-ibge.ghtml>>. Acesso em: 01 de mai. de 2024.

Módulo Conversor De Tensão DC / DC 100W 12A Step Down XL4016.

Sarasvati, c2024. Disponível em:

<<https://www.saravati.com.br/modulo-conversor-de-tensao-dc-dc-100w-12a-step-down-xl4016.html>>. Acesso em: 22 de jun. de 2024.

NOLETO, Caio. Arduino: o que é, para que serve e como começar seu projeto?. Blog da Trybe, 01 de nov. de 2021. Disponível em: <<https://blog.betrybe.com/tecnologia/arduino-tudo-sobre/>>. Acesso em: 6 de jun. de 2024.

NOVAIS, Stéfano Araújo. "Zinco (Zn)"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/zinco.htm>>. Acesso em 8 de jun. de 2024.

Qual é a origem do símbolo de ligar (power)?. Quora, c2024. Disponível em: <<https://pt.quora.com/Qual-é-a-origem-do-símbolo-de-ligar-power>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

Servo Motor MG996R 180° Tower Pro. Eletrogate, c2024. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/servo-towerpro-mg996r>>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.