

AMANDA RAFAELA DONIZETTI

FELIPE GOMES TIAGO

GUSTAVO PAIVA SILVA

BRAÇO ROBÓTICO

Manual técnico apresentado no ao Curso Técnico em Eletroeletrônica da Etec Trajano Camargo, orientado pelo professor Claudio Benelli, como requisito para orientação do título de Técnico em Eletroeletrônica

LIMEIRA – SP

2025

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	3
2 – DADOS DE INSTALAÇÃO	4
3 – OPERAÇÃO E USO	9
4 - MANUTENÇÃO	10
5 – SUPORTE TÉCNICO	11
6 – LISTA DE MATERIAIS	12
7 – TREINAMENTO	13
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
REFERÊNCIA.....	14

1 – INTRODUÇÃO

Um dos segmentos tecnológicos que mais crescem em nossa sociedade é a robótica, impulsionada pelos avanços da automação industrial e da integração entre eletrônica e programação (Sasahara, 2025). O crescente uso de robôs industriais está diretamente associado à alta produtividade e à oferta de melhores condições de trabalho ao ser humano, poupando-o de realizar atividades insalubres com contato direto ou, até mesmo, permitindo a realização de trabalhos impossíveis se os mesmos necessitassem ser realizados manualmente.

Este projeto tem como objetivo demonstrar o conceito e a aplicação prática da automação integrada à eletrônica e à programação, por meio do desenvolvimento de um braço robótico automatizado para a separação de materiais. A adoção dessa tecnologia visa não apenas otimizar processos industriais, mas também reduzir o esforço físico exigido dos colaboradores, promovendo um ambiente de trabalho mais ergonômico e seguro. Além disso, a automação contribui significativamente para o aumento da produtividade, da precisão operacional e da padronização dos resultados, evidenciando a importância da robótica no cenário atual da engenharia e da produção (Blog Kalatec, 2025).

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um protótipo de braço robótico de baixo custo, que demonstre, de forma prática e didática, os princípios fundamentais da automação industrial. Como objetivos específicos, buscou-se aplicar conhecimentos de eletrônica, programação e montagem de circuitos, integrando teoria e prática em um sistema automatizado funcional. O protótipo utiliza componentes acessíveis, como o microcontrolador Arduino UNO, servomotores e potenciômetros, possibilitando o controle e a execução de movimentos precisos, além de servir como ferramenta de aprendizado e experimentação na área de automação e controle (AUTODESK, 2025).

O desenvolvimento deste projeto também proporcionou uma compreensão mais profunda sobre o funcionamento de sistemas eletromecânicos, a importância da organização dos circuitos eletrônicos e o papel da programação na coordenação dos movimentos mecânicos. Assim, o braço robótico não apenas representa um exercício técnico e acadêmico, mas também uma aplicação real dos conceitos estudados em sala de aula, destacando o potencial da tecnologia e da inovação no avanço dos processos industriais.

2 – DADOS DE INSTALAÇÃO

Para a montagem do braço robótico, foi utilizado um microcontrolador Arduino UNO, quatro potenciômetros e quatro servomotores.

1. **Fixação dos componentes:** O Arduino deve ser posicionado próximo à protoboard, facilitando o acesso aos fios e conexões. Os quatro potenciômetros são instalados em linha na protoboard, cada um responsável por controlar o movimento de um servomotor específico.

2. **Alimentação do circuito:** A protoboard é alimentada por meio de um módulo de fonte de alimentação, energizado por um carregador com as especificações (Embarcados, 2025):

- Entrada (Input): 100–240 V AC, 50/60 Hz, 0,3 A
- Saída (Output): 9 V DC, 0,6 A

Essa fonte fornece energia estável ao módulo, que distribui a tensão de 5 V e GND para todos os componentes conectados à protoboard e ao Arduino.

3. **Ligações elétricas:**

- O pino 5V do Arduino é conectado ao barramento positivo da protoboard.
- O pino GND é conectado ao barramento negativo, completando o circuito.

Cada potenciômetro possui três pinos:

- O pino esquerdo é ligado ao GND.
- O pino direito é ligado ao 5V.
- O pino central (sinal) é conectado às entradas analógicas A0 a A3 do Arduino.

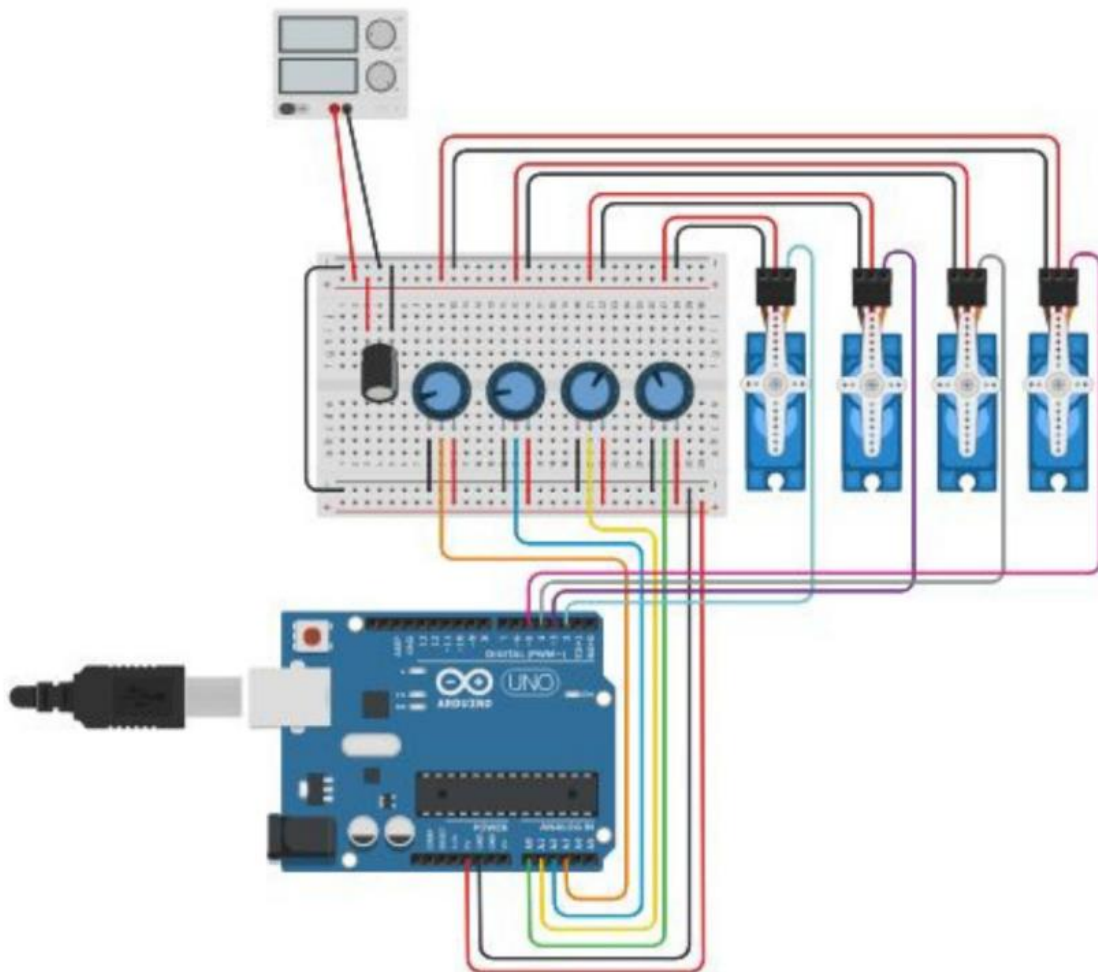
Cada servomotor também possui três fios:

- Vermelho no 5V (positivo).
- Preto ou marrom no GND.
- Amarelo ou branco (sinal) conectado às saídas digitais D2 a D5 do Arduino.

4. **Uso do capacitor:** Foi adicionado um capacitor eletrolítico de 1000 μ F próximo ao módulo de alimentação da protoboard. Sua função é estabilizar a tensão e reduzir picos de corrente gerados pelos servomotores durante o movimento, evitando reinicializações do Arduino e melhorando o desempenho geral do circuito.

5. **Verificação final:** Antes de ligar o sistema, verifique se todos os fios estão corretamente conectados, se não há curtos-circuitos e se os componentes estão firmemente encaixados na protoboard, conforme figura de exemplo na próxima página.

Figura 1: Visualização da Instalação



Fonte: AUTODESK, 2025.

Os componentes ilustrados na figura são correspondentes aos itens descritos na Tabela de Lista de Materiais, a qual apresenta a identificação completa de cada elemento utilizado no circuito.

Figura 2: Código Braço Robótico Utilizado no Arduino IDE

```

#include <Servo.h>

// Pinos dos servos
#define pinServ1 2
#define pinServ2 3
#define pinServ3 4
#define pinServ4 5

// Pinos dos potenciômetros
#define pot1 A0
#define pot2 A1
#define pot3 A2
#define pot4 A3

// Servos
Servo serv1, serv2, serv3, serv4;

// Variáveis
int motor1, motor2, motor3, motor4;
unsigned long mostradorTimer = 0;
const unsigned long intervaloMostrador = 5000;

// ----- Função para modo manual -----
void modoManual() {
  motor1 = map(analogRead(pot1), 0, 1023, 0, 180);
  motor2 = map(analogRead(pot2), 0, 1023, 10, 80);
  motor3 = map(analogRead(pot3), 0, 1023, 40, 70);
  motor4 = map(analogRead(pot4), 0, 1023, 0, 60);

  serv1.write(motor1);
  serv2.write(motor2);
  serv3.write(motor3);
  serv4.write(motor4);

  if (millis() - mostradorTimer >= intervaloMostrador) {
    Serial.println("*****");
    Serial.print("Pot1: "); Serial.print(analogRead(pot1));
    Serial.print("  Motor1: "); Serial.println(motor1);

    Serial.print("Pot2: "); Serial.print(analogRead(pot2));
    Serial.print("  Motor2: "); Serial.println(motor2);

    Serial.print("Pot3: "); Serial.print(analogRead(pot3));
    Serial.print("  Motor3: "); Serial.println(motor3);
  }
}

```

Fonte: Acervo Pessoal

Figura 3: Código Braço Robótico Utilizado no Arduino IDE

```

Serial.print("Pot4: "); Serial.print(analogRead(pot4));
Serial.print("  Motor4: "); Serial.println(motor4);

mostradorTimer = millis();
}
}

// ----- Função para movimentos automáticos -----
void movimentosAutomaticos() {
  // Exemplo de sequência organizada
  serv1.write(0); serv2.write(10); serv3.write(40); serv4.write(0);
  delay(1000);

  for (int pos = 40; pos <= 70; pos++) { serv3.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 10; pos <= 30; pos++) { serv2.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 0; pos <= 40; pos++) { serv4.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 70; pos >= 40; pos--) { serv3.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 40; pos >= 0; pos--) { serv4.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 30; pos <= 80; pos++) { serv2.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 0; pos <= 180; pos++) { serv1.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 40; pos <= 70; pos++) { serv3.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 180; pos >= 100; pos--) { serv1.write(pos); delay(10); }
  delay(500);

  for (int pos = 80; pos >= 10; pos--) { serv2.write(pos); delay(10); }
  delay(500);
}

```

Fonte: Acervo Pessoal

Figura 4: Código Braço Robótico Utilizado no Arduino IDE

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  
  serv1.attach(pinServ1);  
  serv2.attach(pinServ2);  
  serv3.attach(pinServ3);  
  serv4.attach(pinServ4);  
}  
  
void loop() {  
  // >>> escolha qual modo usar <<<  
  // modoManual();      // controla com potenciômetros  
  movimentosAutomaticos(); // executa a sequência fixa  
}
```

Fonte: Acervo Pessoal

3 – OPERAÇÃO E USO

O funcionamento do protótipo é automático e de fácil operação, exigindo apenas a correta ligação dos componentes e o acionamento da fonte de energia.

Siga os passos abaixo para o uso seguro e eficiente do sistema:

- **Inicialização do sistema:**

Certifique-se de que o código de controle esteja carregado e salvo no microcontrolador Arduino UNO. Para isso, abra o software Arduino IDE em um computador ou notebook e verifique se o programa foi enviado corretamente à placa.

- **Conexão da fonte de alimentação:**

Conecte o carregador à tomada elétrica de 127 V. O carregador deve possuir saída de 9 V em corrente contínua (0,6 A), garantindo energia adequada ao módulo de fonte de alimentação acoplado à protoboard.

- **Ligação do Arduino ao computador:**

Utilize o cabo USB para conectar o Arduino UNO ao computador ou notebook. Essa conexão permite tanto a alimentação adicional da placa quanto a comunicação com a IDE, caso seja necessária reprogramação.

- **Ativação do sistema:**

Com o módulo de alimentação devidamente energizado, acione o interruptor do módulo de fonte de alimentação localizado na protoboard. Esse comando liga automaticamente o braço robótico, iniciando seus movimentos conforme o código pré-gravado no Arduino.

- **Desligamento:**

Para desligar o sistema, utilize novamente o botão do módulo de alimentação. Em seguida, desconecte o cabo USB e o carregador da tomada. Essa sequência evita picos de tensão e garante a segurança dos componentes.

Observação:

Durante o funcionamento, evite tocar diretamente na protoboard ou nos fios de alimentação. Mantenha o sistema sobre uma superfície estável e longe de líquidos ou objetos metálicos.

4 - MANUTENÇÃO

O braço robótico não requer manutenções frequentes, porém, por se tratar de um protótipo construído com materiais de baixo peso e fixações delicadas, é necessário realizar inspeções periódicas. Deve-se verificar regularmente o aperto dos parafusos, pois estes podem se soltar com o uso contínuo. É importante não apertá-los em excesso para evitar danos às articulações e restrição dos movimentos das juntas. Recomenda-se também inspecionar as conexões elétricas e os cabos de ligação entre os servomotores, potenciômetros e o Arduino, garantindo que estejam firmes e sem folgas. Quando necessário, pode-se realizar uma limpeza leve utilizando pano seco, evitando o uso de produtos químicos que possam danificar os componentes eletrônicos.

5 – SUPORTE TÉCNICO

Por se tratar de um sistema de funcionamento totalmente automático, o braço robótico não requer intervenções técnicas frequentes. Caso ocorra falha de operação, o usuário deve seguir os seguintes procedimentos de verificação básica antes de buscar suporte especializado:

- **Verificar a alimentação elétrica:**

Certifique-se de que o módulo de fonte de alimentação esteja devidamente conectado e que o carregador esteja fornecendo 9 V de saída contínua.

- **Checar conexões e cabos:**

Inspecione as ligações entre o Arduino, protoboard, servomotores e potenciômetros, garantindo que não haja fios soltos, invertidos ou rompidos.

- **Reiniciar o sistema:**

Desligue o braço robótico, aguarde alguns segundos e ligue novamente para permitir a reinicialização do microcontrolador.

- **Verificar o código-fonte:**

Caso o sistema permaneça inoperante, recomenda-se reconectar o Arduino ao computador e verificar, na IDE Arduino, se o código está devidamente carregado e sem erros de compilação.

Se, após essas verificações, o equipamento ainda apresentar falhas, recomenda-se procurar um profissional especializado em eletrônica ou automação para avaliação dos componentes.

Observação: este projeto é de caráter experimental e educativo, não havendo assistência técnica oficial do fabricante.

6 – LISTA DE MATERIAIS

Para a confecção e funcionamento do braço robótico, utilizamos os materiais demonstrados

Figura 5: Lista de Materiais

Item	Descrição	Quantidade	Imagens
1	Arduino UNO R3	1	
2	Servomotor SG90	4	
3	Potenciômetro 1KΩ	4	
4	Protoboard 830 pontos	1	
5	Fonte 9V (carregador)	1	
6	Capacitor 1000 μF 25V	1	
7	Jumpers (macho/macho)	1 Kit (30 unidades)	
8	Braço Robótico MDF	1 Kit	

Fonte: Acervo Pessoal

7 – TREINAMENTO

O braço robótico possui funcionamento automático, não sendo necessário treinamento operacional específico. O usuário deve apenas conhecer os procedimentos de ligar e desligar o sistema com segurança, conforme descrito na seção de operação/uso.

Recomenda-se que o operador acompanhe o funcionamento inicial do equipamento para observar possíveis falhas de movimento ou aquecimento dos servomotores. Após essa verificação, o sistema pode ser utilizado normalmente.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do protótipo de braço robótico automatizado atendeu plenamente às expectativas propostas, demonstrando de forma prática os princípios fundamentais da automação aplicada à área industrial. O projeto possibilitou compreender como sistemas simples, baseados em microcontroladores e componentes eletrônicos acessíveis, podem simular processos de automação utilizados em linhas de produção.

Embora o protótipo não tenha sido testado em condições extremas de operação, sua finalidade principal, visualizar e compreender o funcionamento básico de um sistema automatizado, foi plenamente alcançada. O modelo permite observar a integração entre hardware, software e componentes mecânicos, representando de forma didática a relação entre controle eletrônico e movimento mecânico.

Além disso, o projeto contribuiu para o aperfeiçoamento de conhecimentos técnicos em eletrônica, programação e montagem de circuitos, evidenciando a importância do uso de tecnologias acessíveis, como o Arduino, no ensino e na introdução de conceitos de automação industrial.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o protótipo é eficiente para fins educacionais e demonstrativos, podendo servir de base para aprimoramentos futuros, como a inclusão de sensores adicionais, controle remoto ou integração com sistemas inteligentes.

REFERÊNCIA

AUTODESK Tinkercad: MANUAL MAKER – Braço robótico controlado por potenciômetros. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/things/1KtkxZG6M7p>. Acesso em: 13 ago. 2025.

Blog Kalatec. Braço robótico: saiba como funciona, seus tipos de aplicações. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/braco-robotico/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

Canal Manual do Mundo: ManualMaker Aula 10, Vídeo 2o– Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ecw3kCo4AdQ>. Acesso em: 13 ago. 2025.

Embarcados Arduino UNO – Conheça o hardware da placa Arduino em detalhes. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-uno>. Acesso em: 31 ago. 2025

Sasahara, L. R.; Cruz, S. M. S. Hajime: Uma Nova Abordagem em Robótica Educacional. Artigo. Rio de Janeiro: Anais do XXVII Congresso da SBC, 2007. Acesso em: 20 out. 2025.