



## PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BRAÇO ELETROMECÂNICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2025.6100

**Autores:** LEYNASION MARHONY NOGUEIRA NORONHA, WAGNER CRISTOVÃO SAES MARTINS FILHO, JONATHAN FEITOSA MARTINS DE SOUSA, THAMYRIS DA SILVA EVANGELISTA

**Resumo:** Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um braço articulado eletromecânico como ferramenta de ensino em engenharia elétrica. O projeto integrou conhecimentos de circuitos elétricos, eletrônica analógica, controle de motores e modelagem 3D. A construção envolveu o desenvolvimento de um modelo em 3D, a realização de simulações elétricas em PROTEUS (versão gratuita) para validação do circuito e a montagem da estrutura em MDF. O sistema consiste em motores CC JGY370, circuitos em ponte H, LEDs indicadores e um servomotor controlado por um sinal PWM gerado pelo CI temporizador 555. Durante o processo, desafios como falhas de componentes e torque insuficiente nas juntas foram superados por meio de ajustes iterativos, incluindo a adição de uma mola auxiliar. Testes experimentais confirmaram a precisão do sistema na manipulação de objetos, demonstrando a eficácia técnica e o valor pedagógico do projeto, reforçando a importância da integração entre teoria e prática no ensino de engenharia.

**Palavras-chave:** Braço eletromecânico, Projeto educacional, Robótica aplicada

## PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BRAÇO ELETROMECÂNICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

### 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado uma diminuição do interesse de alunos pelas áreas de engenharia. Entre 2014 e 2018, houve uma queda de 26% no número de calouros nos cursos de engenharia (REVISTA ENSINO SUPERIOR, 2020). No entanto, o estudo da robótica pode ser uma alternativa para reverter esse cenário, despertando o interesse dos alunos por matérias desafiadoras (CAMPOS, 2017). O contato prático com projetos de robótica permite que os estudantes apliquem o conhecimento adquirido em sala de aula, encontrando soluções para problemas reais.

A implementação da robótica educacional oferece aos alunos uma oportunidade única de conectar teoria e prática. Ao serem desafiados por experiências concretas, eles são incentivados a aplicar conceitos teóricos em situações reais. As atividades práticas voltadas para a robótica envolvem os alunos em uma diversidade de problemas, estimulando a resolução de desafios durante o desenvolvimento de projetos. Essa abordagem não apenas enriquece a experiência pedagógica, mas também permite que os estudantes experimentem, adaptem-se a obstáculos e transformem suas ideias em soluções, promovendo o desenvolvimento de habilidades essenciais para seu aprendizado (JESUS, 2021).

O desenvolvimento de projetos práticos voltados para introdução à robótica é fundamental diante da crescente demanda de tecnologia e automação da indústria no Brasil. Um reflexo dessa demanda é que 27,7% das indústrias brasileiras de médio e grande porte utilizam robótica em suas operações (IBGE, 2023).

A meta pedagógica deste projeto foi a construção de um braço articulado com quatro graus de liberdade, capaz de capturar objetos utilizando uma garra. O sistema foi acionado por motores, correias, polias e controlado por alavancas. Embora de concepção simples, a proposta visa aplicar conceitos básicos de circuitos elétricos de maneira prática, promovendo o aprendizado de fundamentos essenciais para a robótica e a eletrônica.

O desenvolvimento deste trabalho integrou uma proposta da disciplina Eletrônica Analógica I, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). O objetivo foi elaborar uma aplicação prática utilizando circuitos elétricos com componentes básicos de eletrônica, integrando o conhecimento teórico adquirido nas disciplinas Circuitos I, Circuitos II e Eletrônica Analógica I.

As simulações dos circuitos foram realizadas no software Proteus, versão gratuita, permitindo a verificação prévia do funcionamento dos componentes e a análise do comportamento elétrico antes da implementação física. Essa etapa foi fundamental para identificar possíveis falhas e otimizar o design do circuito. Paralelamente, o SolidWorks, versão de teste, foi empregado para o desenvolvimento do modelo tridimensional do projeto, possibilitando o planejamento detalhado da estrutura mecânica. Com essa abordagem integrada, foi possível visualizar a disposição dos componentes e realizar ajustes antes da fabricação. A associação entre as simulações elétrica e mecânica contribuiu para um desenvolvimento mais eficiente e preciso.

Este artigo está organizado em cinco tópicos: o segundo tópico apresenta a fundamentação teórica dos dispositivos utilizados; o terceiro tópico descreve os circuitos

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

projetados; o quarto tópico discute o desenvolvimento prático e os desafios enfrentados; e, por fim, o quinto tópico aborda as considerações finais do projeto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Motores

Os motores elétricos são dispositivos fundamentais na conversão de energia elétrica em energia mecânica, amplamente utilizados em aplicações industriais e residenciais. Seu funcionamento baseia-se na interação entre os campos magnéticos gerados no estator e no rotor, resultando na produção de torque e movimento (CHAPMAN, 2013). Na Figura 1(a) é apresentado o motor JGY-370, utilizado neste projeto, caracterizado por operar em corrente contínua a 12 V (volts) e possuir uma caixa de redução que proporciona uma rotação de 10 rpm (rotações por minuto). No sistema desenvolvido, esse motor é responsável pelo movimento das articulações do braço articulado.

A Figura 1(b) apresenta o servomotor MG995, que se diferencia dos motores convencionais por operar com sinal PWM (*Pulse Width Modulation* – Modulação por Largura de Pulso). Essa tecnologia permite o controle preciso de velocidade, posição e direção do atuador, sendo o principal mecanismo utilizado para o movimento da garra.

Figura 1 – Motores utilizados no projeto.



(a) Motor JGY-370.



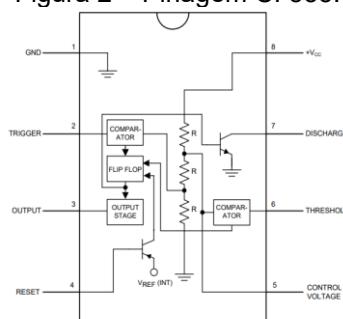
(b) Servo motor MG995.

Fonte: Imagem editada de ELETROGATE.

### 2.2 CI 555

O CI 555 é um circuito integrado amplamente utilizado em eletrônica, conhecido por sua versatilidade em gerar sinais de temporização e pulsos (BRAGA, 2020). Para este projeto, ele é utilizado para controlar o sinal PWM que controla o servo motor. Na Figura 2 é apresentada a pinagem do CI 555.

Figura 2 – Pinagem CI 555.



Fonte: TEXAS INSTRUMENTS.

## 2.3 Resistores, capacitores, diodos e LEDs.

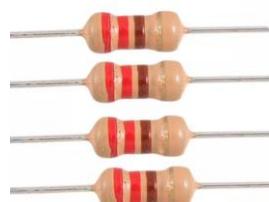
Os resistores são componentes fundamentais em circuitos elétricos, projetados para limitar a corrente elétrica, dividir tensões e proteger dispositivos contra sobrecargas. A resistência elétrica de um resistor é medida em ohms ( $\Omega$ ) e está diretamente relacionada à capacidade do material de restringir o fluxo de elétrons (BOYLESTAD, 2013).

Os capacitores, por sua vez, são dispositivos eletrônicos destinados ao armazenamento de energia sob a forma de um campo elétrico estabelecido entre suas placas condutoras, separadas por um material dielétrico. Suas principais funções em circuitos elétricos incluem o armazenamento temporário de carga, a filtragem de sinais e a regulação de corrente em diversas aplicações (BOYLESTAD, 2013).

Os diodos são dispositivos semicondutores que permitem o fluxo de corrente elétrica em apenas uma direção, bloqueando o fluxo no sentido contrário. Já os LEDs (*Light Emitting Diodes*) constituem uma variação dos diodos, projetados para emitir luz quando atravessados por corrente elétrica (BOYLESTAD, 2013).

As Figuras 3(a) e 3(b) apresentam, respectivamente, exemplos de resistores e capacitores comumente utilizados em circuitos eletrônicos básicos.

Figura 3 - Resistores e capacitores utilizados em circuitos eletrônicos.



(a) Resistores.



(b) Capacitores

Fonte: Imagens editadas de LOJAGTEC.

As Figuras 4(a) e 4(b) apresentam, respectivamente, exemplos de diodos e LEDs utilizados em circuitos eletrônicos básicos.

Figura 4 – Diodos e LEDs utilizados em circuitos eletrônicos.



(a) Diodos.



(b) LEDs

Fonte: Imagens editadas de OFICINABRASIL e MATTEDE.

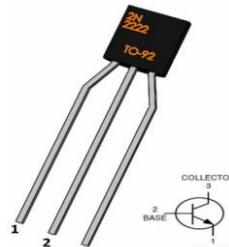
## 2.4 Transistor

O transistor é um dispositivo semicondutor de três terminais: emissor, base e coletor. Existem dois tipos principais de transistores bipolares de junção (TBJs): NPN e PNP. No transistor NPN, a corrente flui do coletor para o emissor quando uma tensão positiva é

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

aplicada à base, permitindo o controle de correntes maiores no circuito. Já no transistor PNP, a corrente flui do emissor para o coletor quando uma tensão negativa é aplicada à base. Os TBJs são amplamente utilizados em aplicações de amplificação e comutação de sinais, devido à sua capacidade de controlar correntes elevadas a partir de pequenas correntes de base (BOYLESTAD, 2013). Neste trabalho, foi utilizado o transistor NPN 2N2222 no circuito de controle do sentido de giro dos motores JGY-370, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Pinagem do transistor NPN 2N2222.

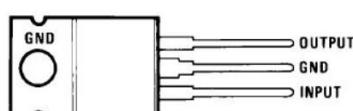


Fonte: VECTOR4ENGINEERING, 2024.

## 2.5 Regulador de tensão LM7805

O LM7805 é um regulador de tensão linear projetado para fornecer uma saída estável de 5 V, com capacidade de corrente de até 1,5 A (ampères). É amplamente utilizado em projetos eletrônicos para alimentar circuitos que requerem uma tensão regulada, assegurando proteção contra variações na tensão de entrada e contra ruídos elétricos (TEXAS INSTRUMENTS, 2014). Sua facilidade de utilização, necessitando apenas de capacitores externos para garantir a estabilidade, torna-o especialmente adequado para aplicações educacionais e práticas. A Figura 6 apresenta o dispositivo utilizado para regular a tensão de 12 V para 5 V no projeto.

Figura 6 – Regulador de tensão utilizado para fornecimento de 5 V.



Fonte: TEXAS INSTRUMENTS, 2014.

## 2.6 Material estrutural

Para a confecção da estrutura deste projeto, foi escolhido o MDF (*Medium Density Fiberboard*) com 3 mm de espessura como material base, devido à sua fácil aquisição e manipulação, características que o tornam ideal para cortes e furos necessários à montagem do braço articulado. A Figura 7 apresenta um exemplo do MDF utilizado.

Figura 7 – MDF de 3 mm utilizado na construção da estrutura do braço articulado.



Fonte: BEIJAFLOMADEIRAS, 2019.

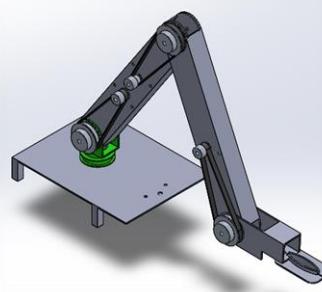
**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

### 3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

#### 3.1 Parte estrutural

O desenvolvimento deste trabalho teve início com a modelagem tridimensional (3D) do braço articulado, utilizando a ferramenta SOLIDWORKS - versão de teste, com o objetivo de obter uma visão geral do projeto e extrair as medidas estruturais necessárias. Essa etapa inicial foi fundamental, pois possibilitou uma primeira representação visual do protótipo, incluindo animações e uma melhor compreensão do trabalho proposto. A Figura 8 apresenta uma versão inicial em 3D do braço articulado.

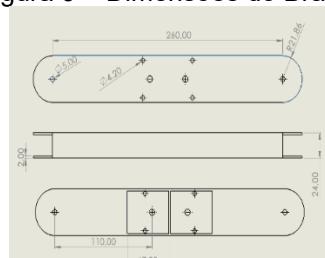
Figura 8 – Modelo tridimensional (3D) do braço articulado.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foi realizada a análise de todas as medidas necessárias para a confecção da estrutura do projeto, garantindo precisão no momento dos cortes e furos do MDF. A Figura 9 apresenta as dimensões dos braços articulados.

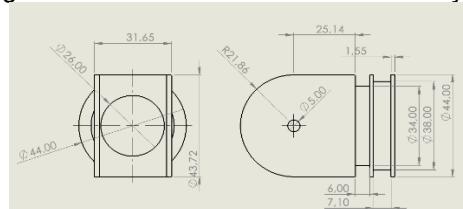
Figura 9 – Dimensões do Braço.



Fonte: Autoria própria.

Na Figuras 10 são apresentadas as dimensões da base de rotação.

Figura 10 – Dimensões da base de rotação.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 11 são apresentadas as dimensões da garra.

REALIZAÇÃO

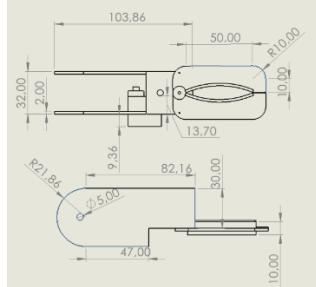


15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025  
CAMPINAS - SP

ORGANIZAÇÃO



Figura 11 – Dimensões do Garra.



Fonte: Autoria própria.

Com as medidas definidas, seguiu-se para a etapa prática de confecção da estrutura, que consistiu no corte e na furação do MDF, utilizando ferramentas como serras, tesoura de funileiro, lixas e furadeira. A base do projeto foi projetada para acomodar os circuitos elétricos. A Figura 12(a) apresenta a base aberta, enquanto a Figura 12(b) mostra a base fechada.

Figura 12 – Base do projeto confeccionada em MDF.



(a) Base aberta.

(b) Base fechada.

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 13 (a) é apresentado a base de rotação que permite que os braços rotacionem em seu eixo e permita a anexação do primeiro braço de movimento e na Figura 13 (b) é apresentado o braço onde é instalados os motores.

Figura 13 – Base de rotação e braço confeccionados em MDF.



(a) Base de rotação.

(b) Braço.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 14 apresenta a garra, confeccionada em MDF, responsável pela manipulação dos objetos.

REALIZAÇÃO



Associação Brasileira de Educação em Engenharia

ORGANIZAÇÃO



**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

Figura 14 – Garra para manipulação de objetos confeccionada em MDF.

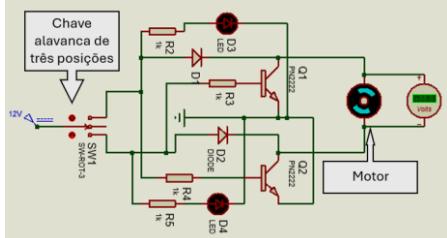


Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Circuitos

Os circuitos utilizados no projeto consistem em cinco circuitos ponte H conectados em paralelo, cada um responsável pelo controle de um motor JGY-370, operado por meio de alavancas de três posições. Cada circuito ponte H está associado, em paralelo, a dois circuitos de acionamento de LEDs. Conforme a alavanca altera sua posição, o motor correspondente é acionado, assim como o LED associado ao sentido de rotação, indicando movimento no sentido horário ou anti-horário. A Figura 15 apresenta o circuito ponte H com LEDs conectados em paralelo.

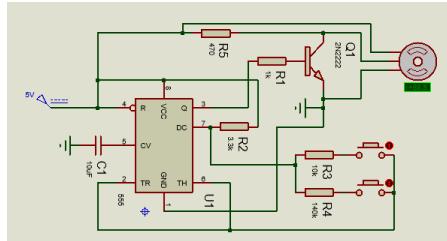
Figura 15 – Circuito ponte H com LEDs conectados em paralelo.



Fonte: Autoria própria.

Outro circuito foi desenvolvido para o controle do sinal PWM utilizando o circuito integrado (CI) 555. O circuito possui duas entradas, cada uma associada a resistores de valores distintos: uma de  $10\text{ k}\Omega$  e outra de  $140\text{ k}\Omega$ . Quando alimentado por uma das entradas, o CI 555 gera um sinal PWM que determina a orientação de giro do servomotor, possibilitando seu controle. A Figura 16 apresenta o circuito de controle do servomotor, desenvolvido na plataforma PROTEUS.

Figura 16 – Circuito de controle do servo motor.



Fonte: Autoria própria.

Todo o projeto é alimentado por uma fonte chaveada de 12 V. Os circuitos ponte H são diretamente alimentados com 12 V, enquanto o circuito baseado no CI 555 requer alimentação de 5 V, o que tornou necessária a utilização de um regulador de tensão. A Figura 17 apresenta o diagrama do circuito que regula a tensão de 12 V para 5 V, utilizando o regulador linear LM7805.

REALIZAÇÃO

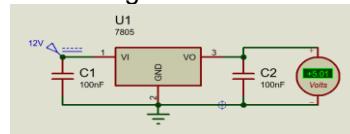


15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025  
CAMPINAS - SP

ORGANIZAÇÃO



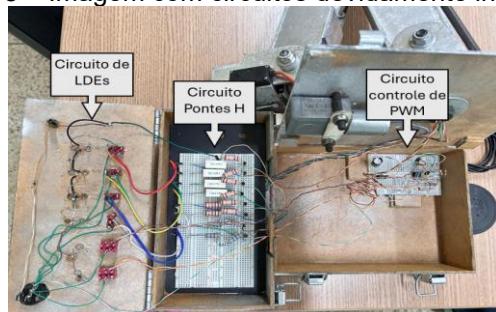
Figura 17 – Circuito regulador de tensão com LM7805.



Fonte: Autoria própria.

Após o desenvolvimento de todos os circuitos, os componentes — incluindo motores e sistemas de polias — foram montados, instalados e testados em suas respectivas posições previamente designadas. A Figura 18 apresenta a disposição final dos circuitos, devidamente acomodados na estrutura de MDF.

Figura 18 – Imagem com circuitos devidamente instalados.



Fonte: Autoria própria.

#### 4 Resultados e discussões

Para avaliar a eficácia do protótipo desenvolvido, foi realizada uma série de testes simulando o funcionamento completo do braço articulado, incluindo a movimentação das articulações e a manipulação de objetos pela garra. Durante os testes, verificou-se a operação adequada dos motores, o acionamento correto dos LEDs indicadores e a estabilidade da estrutura mecânica, demonstrando o atendimento aos objetivos propostos. A Figura 19(a) apresenta a vista frontal do braço completamente aberto na posição vertical, enquanto a Figura 19(b) exibe a vista lateral esquerda na mesma configuração.

Figura 19 – Posição com braço completamente aberto na vertical.



(a) Vista frontal.



(b) Vista lateral esquerda.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 20(a) apresenta a vista do lado esquerdo do protótipo com o braço abaixado, enquanto a Figura 21(b) mostra a vista do lado direito com o braço levantado.

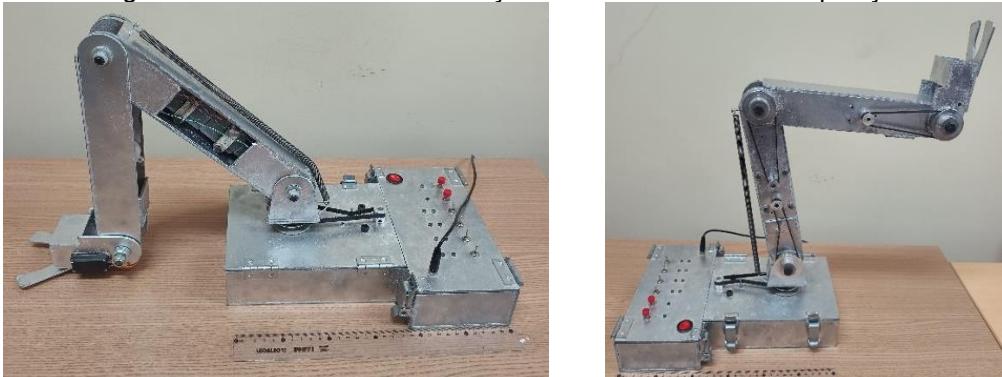
REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



Figura 20 – Vistas laterais do braço articulado em diferentes posições.



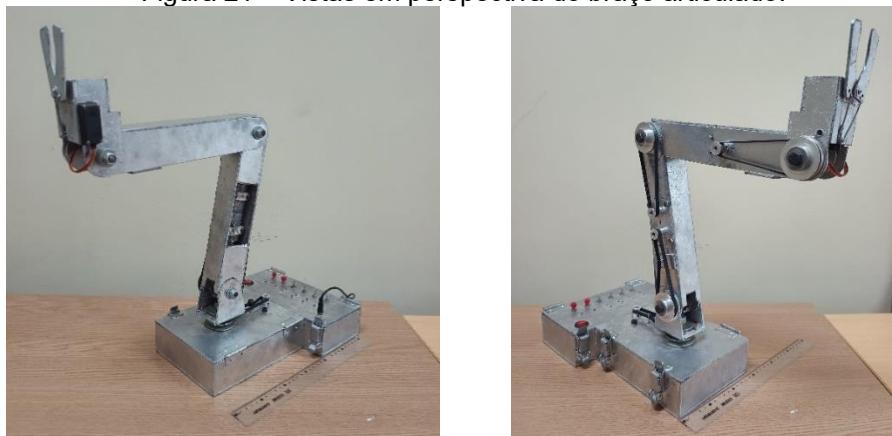
(a) Vista do lado esquerdo com o braço abaixado

(b) Vista do lado direito com o braço levantado.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 21(a) apresenta uma vista em perspectiva do lado esquerdo do protótipo, enquanto a Figura 21(b) mostra a vista em perspectiva do lado direito.

Figura 21 – Vistas em perspectiva do braço articulado.



(a) Vista em perspectiva do lado esquerdo.

(b) Vista em perspectiva do lado direito.

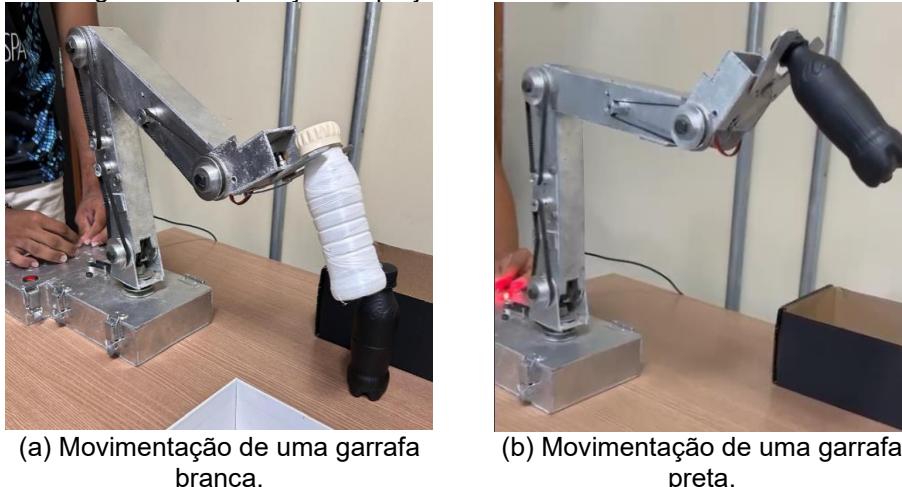
Fonte: Autoria própria.

Como forma de desafio adicional para a validação do protótipo, foi proposta a tarefa de posicionar garrafas PET (Polietileno Tereftalato) pintadas em suas respectivas caixas de cores correspondentes. Utilizou-se uma garrafa PET branca, que, por meio da manipulação adequada do braço articulado, foi colocada na caixa branca. Em seguida, a garrafa PET preta foi manipulada e posicionada na caixa preta.

A discussão sobre este teste, no entanto, ressalta que a precisão alcançada foi diretamente dependente da habilidade do operador em compensar as limitações do sistema. Por operar em malha aberta, sem sensores para feedback de posição, o controle analógico exigiu movimentos lentos e cuidadosos para evitar ultrapassar o alvo. Isso evidencia que, embora funcional, a capacidade de executar a mesma tarefa de forma idêntica não é automatizada, sendo uma característica inerente a sistemas de controle manuais e simplificados como o proposto.

As Figura 22(a) e a Figura 22(b) apresentam o projeto finalizado, evidenciando a capacidade do braço articulado de segurar e transportar objetos com sucesso.

Figura 22 – Operação do projeto finalizado em ambiente de teste.



Fonte: Autoria própria.

Durante a operação, o sistema demonstrou sua funcionalidade completa: os motores JGY-370, controlados pelas pontes H, responderam de forma precisa aos comandos das alavancas, permitindo o movimento independente de cada articulação. A garra, acionada pelo servomotor MG995 e o circuito de controle PWM com o CI 555, conseguiu segurar o objeto com firmeza para o transporte, validando o design mecânico e a eletrônica de controle.

Um desafio crítico foi o torque insuficiente do motor da articulação principal para erguer o braço. A solução foi a adição de uma mola auxiliar para compensar o peso, ilustrando um princípio de otimização de sistema com recursos limitados. Essa experiência demonstrou a importância da integração entre o projeto mecânico e a seleção de componentes eletrônicos, um dos objetivos pedagógicos centrais deste trabalho.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do braço eletromecânico foi uma jornada marcada pela superação de desafios técnicos, que se mostraram centrais para o aprendizado prático. A resolução de problemas, desde a instabilidade de circuitos até limitações mecânicas como o torque de um motor, exigiu a aplicação de soluções criativas de engenharia. A superação dessas etapas foi essencial para a funcionalidade do protótipo e reforçou a importância da integração entre as diversas áreas da engenharia elétrica.

Mais do que a construção de um equipamento funcional, o projeto destacou o valor pedagógico da prática, permitindo a aplicação de conceitos teóricos em um ambiente real de experimentação. A constante necessidade de adaptação e resolução de problemas práticos consolidou o conhecimento adquirido ao longo do curso, além de estimular habilidades essenciais como pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe.

O desenvolvimento de projetos práticos durante a formação universitária é fundamental para consolidar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas teóricas. A realização deste projeto possibilitou vivenciar a aplicação direta dos conteúdos estudados em áreas como circuitos elétricos, eletrônica analógica e controle de motores. Essa integração entre teoria e prática reforça o aprendizado técnico e capacita os estudantes para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, formando profissionais mais completos e preparados para a inovação tecnológica.

## 6 REFERENCIAS

BEIJAFLOMADEIRAS. Chapa Placa Mdf 3mm. Disponível em: <https://www.beijaflormadeiras.com.br/chapa-placa-mdf-3mm-18cm-x-27cm-60pcs-a4-claro/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BOYLESTAD, Robert L; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria De Circuitos**. 11. Ed. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil. 2013.

BRAGA, Newton C. **Aplicações Diferentes para o 555**. 1. ed. São Paulo 2020. Disponível em: [https://www.newtoncbraga.com.br/arquivos/mouser\\_aplicacoes\\_555.pdf](https://www.newtoncbraga.com.br/arquivos/mouser_aplicacoes_555.pdf) . Acesso em: 01 de jan. 2025.

CAMPOS, F. R. **Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108–2121, 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CECCON, Paula; BAZILIO, Carlos; BERNARDINI, Flavia. **A robótica como ferramenta de apoio ao ensino de disciplinas de programação em cursos de computação e engenharia**. In: **WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WIE)**, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/261834934\\_A\\_Robotica\\_como\\_Ferramenta\\_de\\_Apoio ao\\_Esino\\_de\\_Disciplinas\\_de\\_Programacao\\_em\\_Cursos\\_de\\_Computacao\\_e\\_Engenharia](https://www.researchgate.net/publication/261834934_A_Robotica_como_Ferramenta_de_Apoio ao_Esino_de_Disciplinas_de_Programacao_em_Cursos_de_Computacao_e_Engenharia) . Acesso em: 31 de dez. 2024.

CHAPMAN, Stephen J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013.

ELETROGATE. **Motor DC com Caixa de Redução 12V 10RPM - JGY-370**. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/motor-dc-com-caixa-de-reducao-12v-10rpm-jgy-370> . Acesso em: 02 jan. 2025.

ELETROGATE. **Servo Motor MG995 Metálico 180° Tower Pro**. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/servo-towerpro-mg995-metalico-180> . Acesso em: 02 jan. 2025.

IBGE. **84,9% das indústrias de médio e grande porte utilizaram tecnologia digital avançada**. Agência de Notícias IBGE, 28 set. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37973-84-9-das-industrias-de-medio-e-grande-porte-utilizaram-tecnologia-digital-avancada> . Acesso em: 15 fev. 2025.

JESUS, André Luis Neris de. **Implantação do projeto robótica educacional**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 06, Ed. 12, Vol. 04, pp. 75- 85. Dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/projeto-roboticaeducacional> . Acesso em: 31 de dez. 2024.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

LOJAGTEC. Disponível em: <https://www.lojagtec.com.br/MLB-4425606258-kit-4x-capacitor-10uf-50v-4x-resistor-220-ohms-filtro-diy- JM>. Acesso em: 02 jan. 2025.

MATTEDE, Henrique. **O que é um LED.** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

OFICINABRASIL. **Diodos semicondutores: funções, aplicações e testes.** Disponível em: <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/diodos-semicondutores-funcoes-aplicacoes-e-testes>. Acesso em: 02 jan. 2025.

**Queda de interesse pelo curso no Brasil.** Revista Ensino Superior, 4 jul. 2020. Disponível em: <https://revistaensinosuperior.com.br/2020/07/04/engenharia-queda-info/#:~:text=No%20Brasil%2C%20o%20número%20de,interesse%20por%20engenharia%20vem%20diminuindo.&text=A%20saber%2C%20em%202014%20foram,73%25%20formados%20em%20IES%20privadas>. Acesso em: 31 dez. 2024.

SABERELETTRICA. **Saiba Quando usar um Diodo de Silício ou Germânio.** Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/diodo-de-silicio-ou-germanio/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM340, LM340A and LM7805 Family Wide VIN 1.5-A Fixed Voltage Regulators.** Disponível em: <https://www.ti.com/document-viewer/lm7800/datasheet>. Acesso em: 03 jan. 2025.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM555 Timer.** Disponível em: <https://www.ti.com/document-viewer/lm555/datasheet>. Acesso em: 15 fev. 2025.

VECTOR4ENGINEERING. **2N2222 NPN Transistor.** Disponível em: <https://vector4engineering.com/product/2n2222-npn-transistor/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

## **PROJECT AND IMPLEMENTATION OF AN ELECTROMECHANICAL ARM AS A TEACHING TOOL IN ELECTRICAL ENGINEERING**

### **Abstract:**

*This work presents the development of an electromechanical articulated arm as a teaching tool in electrical engineering. The project integrated knowledge of electrical circuits, analog electronics, motor control, and 3D modeling. Construction involved developing a model in SOLIDWORKS, performing electrical simulations in PROTEUS (free version) for circuit validation, and assembling the structure using MDF. The system consists of DC motors JGY-370, H-bridge circuits, indicator LEDs, and a servomotor controlled by a PWM signal generated with the 555 timer IC. During the process, challenges such as component failures and insufficient torque in joints were overcome through iterative adjustments, including the addition of an auxiliary spring. Experimental tests confirmed the system's precision in object manipulation, demonstrating the technical effectiveness and pedagogical value of the project, while reinforcing the importance of integrating theory and practice in engineering education.*

**Keywords:** Electromechanical arm; Educational project; Applied robotics.

