

ESTUDO DO MANIPULADOR ROBÓTICO TM5X-900 E DA INTEGRAÇÃO DO EQUIPAMENTO COM ATUADORES, SENSORES E CONTROLADORES EXTERNOS

Edson Pereira Neto¹ (IC), Kleber Roberto da Silva Santos¹ (PQ)
Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: Modelagem tridimensional. Motor de passos. Protocolo de Comunicação. Robótica.

Introdução

O presente trabalho de iniciação científica tem como tema o "Estudo do Manipulador Robótico TM5X-900 e da Integração do Equipamento com Atuadores, Sensores e Controladores Externos". Neste contexto, os objetivos desta pesquisa consistem na consecução de diversas etapas que englobam desde o desenvolvimento de uma garra robótica impressa tridimensionalmente até a integração do manipulador com motores e microcontroladores externos, passando pela análise de protocolos de comunicação e uma documentação detalhada das funcionalidades do robô.

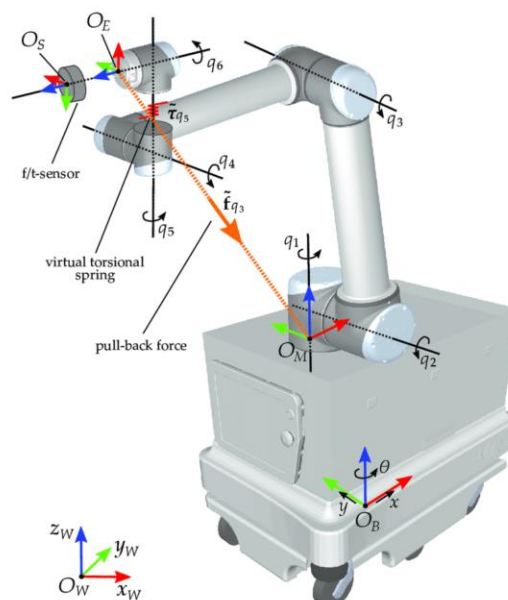
O TM5X-900 é parte da série TM de robôs colaborativos da empresa Omron, que se destaca pela sua capacidade de trabalhar lado a lado com operadores humanos de forma segura e eficaz. Este manipulador é conhecido por sua versatilidade, sendo capaz de lidar com uma ampla gama de tarefas, desde a montagem de produtos até a movimentação de materiais em ambientes industriais.

Não sendo muito diferente dos demais seres vivos, o homem tem limitações e dificuldades para se adaptar em determinados ambientes, e ainda resistem a uma taxa reduzida de variação de pressão e temperatura, não sendo capaz de frequentar determinados ambientes. Para tais situações, o uso de robôs controlados remotamente é imprescindível para realização de trabalhos. Na maior parte dos casos, o manuseio do robô à distância é feito por meio de algum tipo de controle que pode ser feito principalmente por linguagem de programação, determinando a trajetória completa do robô de forma preestabelecida (SIMPLÍCIO; LIMA; JUNKES, 2016, p.7).

Esse manipulador é uma manifestação da tecnologia de automação, notável por suas características avançadas e versatilidade. Com 6 graus de liberdade representados por q_1 até q_6 , como pode ser observado na figura 1, o TM5X oferece um amplo espectro de movimentos precisos e flexíveis, tornando-o adequado para uma variedade de aplicações industriais e de manufatura. Sua capacidade de programação em blocos simplifica a

configuração de tarefas e operações complexas, permitindo que os operadores programem facilmente sequências de movimentos e interações com outros dispositivos. Além disso, ele suporta uma variedade de protocolos de comunicação, tais como Modbus TCP/IP, Modbus RTU, Ethernet e Serial, facilitando a integração com sistemas de controle industrial e redes de fábrica inteligente.

Figura 1 – Graus de liberdade do TM5X



Fonte: Roboteducation, 2023.

Dessa forma, o principal objetivo foi o desenvolvimento de uma garra robótica de manipulação modelada no software Fusion que atenda às necessidades específicas da universidade e do laboratório Indústria 4.0 do IESTI. Além do conhecimento adquirido, este objetivo se destacou por sua relevância na economia financeira, uma vez que a construção da garra pôde resultar em uma economia significativa de \$5.945,00 dólares (R\$29.225,00 reais) em comparação à aquisição desse equipamento da própria empresa OMRON.

Em seguida, outro objetivo específico foi a conexão do motor de passos modelo Nema 17 Igus MOT-NA-S-060-005-042-L-A-AAAA e seu driver modelo TB6600 para acionamento da garra.

O terceiro objetivo específico gerado consistiu em estudar o protocolo de comunicação serial para compreender como é feito o envio e recebimento de dados do TM5X. Após isso, foi feita a documentação de todas as funcionalidades do robô e, nesse ponto, foi necessário realizar um registro detalhado de todas as funcionalidades e capacidades do manipulador robótico.

E o último objetivo específico foi a integração do manipulador com um Arduino Uno R3 e um conversor RS232 para TX e RX, o MAX3232, para fazer a conversão adequada no cabeamento, permitindo que o robô fosse programado e enviasse comandos eficientes para abrir e fechar a garra.

Por outro lado, o método utilizado nessa pesquisa seguiu uma abordagem sequencial e progressiva. A primeira etapa da metodologia consistiu em adquirir conhecimentos fundamentais sobre a matemática envolvida no funcionamento do manipulador robótico, incluindo conceitos de cinemática e dinâmica de robôs, com o auxílio de um curso online apresentado pelo prof. Peter Corke na plataforma Robot Academy.

Por fim, foi feita a confecção de um relatório parcial que incluiu um tutorial abrangente sobre o funcionamento do manipulador. E, na sequência, foi feita a confecção de um relatório final que consolidou todas as informações obtidas ao longo da pesquisa, apresentando resultados, metodologias e conclusões.

Metodologia

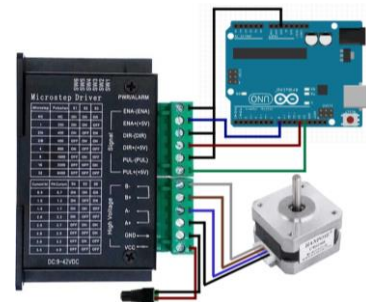
A condução dessa iniciação científica seguiu uma metodologia cuidadosamente planejada e executada em uma progressão cronológica, visando atingir os objetivos estabelecidos de forma sistemática e coerente.

Dessa forma, o primeiro passo dado foi a imersão e aprofundamento em um curso online oferecido na plataforma Robot Academy, onde a dinâmica e a cinemática foram relacionados ao funcionamento do manipulador robótico. Com isso, este estágio se revelou essencial para estabelecer uma base sólida de compreensão teórica.

Na sequência, foi dedicado um período ao estudo do funcionamento do TM5X. Esse conhecimento foi adquirido por meio da análise de manuais técnicos e da consulta a artigos especializados, proporcionando uma compreensão abrangente dos componentes e modos de operação do equipamento.

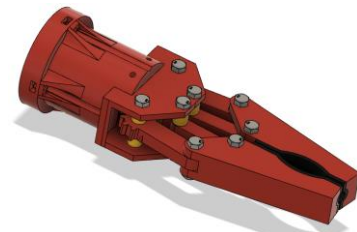
A terceira fase da pesquisa envolveu a investigação das possibilidades de integração do manipulador com um motor de passos NEMA 17 Igus, em conjunto com um driver de passos TB6600 e um Arduino UNO R3. Esse processo demandou uma análise das características e especificações técnicas dos componentes, visando uma integração sinérgica e eficaz, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – Ligação elétrica entre o Arduino, Driver e Nema 17



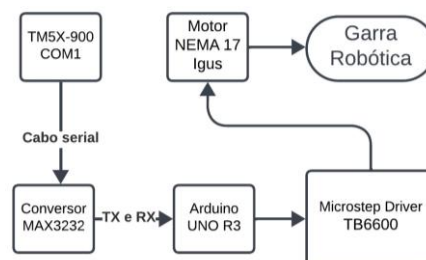
Posteriormente, procedeu-se à elaboração e desenvolvimento de uma modelagem 3D de uma garra industrial, utilizando o software FUSION como pode ser notado pela figura 3.

Figura 3 – Modelagem tridimensional da garra robótica



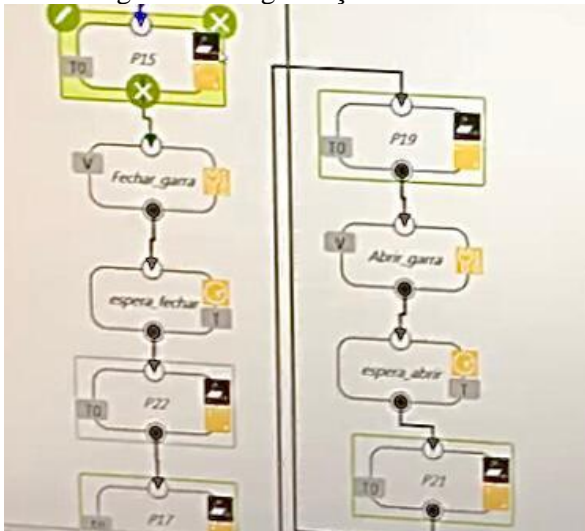
A quinta etapa da metodologia concentrou-se no estudo e na integração do Arduino Uno R3 juntamente ao motor e driver com o robô, utilizando protocolos de comunicação Serial usando a porta COM1 e trabalhando com um conversor MAX3232 para ser utilizado a porta TX e RX do Arduino como pode ser visto no diagrama de blocos pela figura 4.

Figura 4 – Diagrama de blocos de ligação



Com isso, foi enviado o comando “o” para abrir e “f” para fechar a garra, isto é, do robô para o Arduino assim que chegasse em uma posição preestabelecida como indica a figura 5.

Figura 5 – Programação em blocos



Além disso, a forma como o robô envia os dados é através da conversão binária de 8 bits configurados na programação.

Dessa forma, como pode ser visto ainda na figura 5, o método de controle utilizado foi a programação de Ensino Ponto a Ponto, no qual o operador ensina ao robô uma sequência de movimentos, posicionando-o manualmente e gravando esses movimentos.

Finalmente, a última fase desta pesquisa foi dedicada à compilação de todas as etapas anteriores em um relatório final contendo a avaliação do desempenho que avaliou a eficácia e a funcionalidade do sistema integrado.

Resultados e discussão

A execução desta pesquisa trouxe uma sequência de conquistas significativas, as quais serão apresentadas de acordo com a ordem cronológica em que foram alcançadas.

O primeiro marco deste estudo foi a meticulosa documentação obtida e baseada em tutoriais da fabricante OMRON no YouTube sobre o funcionamento do manipulador robótico. Desse modo, foi primordial para a compreensão aprofundada de todos os aspectos operacionais do equipamento, fornecendo uma base sólida para as demais etapas.

O terceiro avanço significativo foi a modelagem tridimensional e posterior impressão da garra robótica, como pode ser visto na figura 6. Este feito demonstrou a aplicação prática do conhecimento adquirido e resultou em um componente funcional, contribuindo de maneira concreta e aplicável para o desenvolvimento do projeto.

Figura 6 – Garra impressa e acoplada ao TM5X

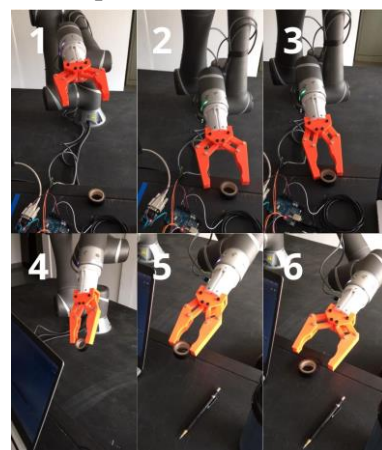


Posteriormente, a etapa de integração através de Comunicação Serial com o robô e o Arduino Uno R3, usando um conversor MAX3232, representou um passo crucial na operacionalização do motor de passos, pois permitiu a comunicação entre os dispositivos, ampliando as possibilidades de controle e interação com outros periféricos.

O desenvolvimento de uma programação baseada em diagramas de blocos no software TMFlow, específico para o TM5X-900, representou uma estratégia inteligente para a configuração e operação do manipulador. Isso facilitou a programação e personalização das operações do robô, demonstrando uma aplicação prática e eficaz da tecnologia.

Em suma, os resultados obtidos ao longo da pesquisa de iniciação científica culminaram em uma série de conquistas notáveis, tais como a documentação extensiva sobre o funcionamento do robô, a modelagem e impressão da garra robótica, a integração via Comunicação Serial, a programação baseada em diagramas de blocos no TMFlow e o estudo de outras possibilidades de integrações. Dessa forma, a comprovação desse resultado satisfatório pode ser evidenciada pelo sequencial de eventos na figura 7, que se refere ao experimento de teste do efetuador, onde o robô seguiu a programação, partindo de um ponto, pegou o objeto e o colocou em outra posição.

Figura 7 – Experimento de teste do efetuador



Conclusões

A pesquisa de iniciação científica em questão se revelou uma jornada de meticulosa exploração no campo da robótica, visando aprofundar o conhecimento sobre o manipulador robótico TM5X-900 e sua integração com atuadores e controladores externos, como já mencionado. No entanto, ao seguir uma metodologia cuidadosamente planejada e executada em uma progressão cronológica, esta pesquisa atingiu uma série de marcos notáveis e apresentou resultados significativos.

Dessa forma, a modelagem tridimensional e a impressão da garra robótica representaram a materialização das ideias teóricas, oferecendo uma contribuição concreta e prática para o projeto, ou seja, não ficaram estagnadas na teoria e no estudo. Além disso, a integração eficaz do manipulador com o motor de passos NEMA 17, o driver TB6600, o Arduino UNO R3 e o conversor MAX3232, juntamente com os protocolos de comunicação, possibilitou uma comunicação eficaz entre os dispositivos, ampliando as possibilidades de controle e interação com outros periféricos.

Além disso, a programação baseada em diagramas de blocos no software TMFlow demonstrou uma abordagem sofisticada para a configuração e operação do manipulador, que está localizado no Laboratório Indústria 4.0 da universidade.

Portanto, foi possível aprofundar o conhecimento, promover economia financeira para a universidade, documentar suas funcionalidades e possibilitar sua integração com microcontroladores externos através de protocolos de comunicação. Além disso, o trabalho proporcionou uma base sólida para futuras pesquisas de iniciação científica e trabalhos de graduação, bem como ampliou as oportunidades de atuação do professor junto aos alunos em laboratório, fortalecendo o entendimento e a aplicação de conceitos essenciais em robótica e automação.

Agradecimentos

É com imensa gratidão que desejo expressar meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Kleber Roberto da Silva, à renomada Universidade Federal de Itajubá e ao apoio financeiro fornecido pela FAPEMIG durante o período de minha pesquisa de iniciação científica. O comprometimento e expertise do Professor Kleber foram de inestimável importância para o desenvolvimento deste estudo sobre o Manipulador Robótico TM5X-900 e sua integração com os periféricos.

Além disso, a sólida infraestrutura e recursos disponibilizados pela Universidade Federal de Itajubá e o IESTI foram fundamentais para a realização deste trabalho. A contribuição da FAPEMIG, por meio da concessão da bolsa de pesquisa, viabilizou a continuidade e o sucesso deste projeto. Estou profundamente grato por essa colaboração, que enriqueceu significativamente minha jornada acadêmica e profissional.

Referências

Advanced Training. Endo, 2018. Disponível em: <https://www.endo.com.tr/extras/dosya-merkezi/TECHMAN/TECHMAN%20EGITIM%20DOKUMANLARI/08.%201.68_common_protocol_V1.1_ENG.pdf>. Acesso em: 17 de jul de 2023.

Corke, Peter. Introduction to robotics. Robotacademy.net, 2018. Disponível em: <<https://robotacademy.net.au/masterclass/introduction-to-robotics/?lesson=206>>. Acesso em: 1 de nov. de 2022.

Expression Editor and Listen Node. Docplayer.net, 2021. Disponível em: <<https://docplayer.net/207603036-Expression-editor-and-listen-node.html>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

OMRON AUTOMATION - AMERICAS. Youtube, 27 de novembro de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rQnoCKECr_I&list=PLm6ioba4Le__ENRCLL4xKVa4whGoel9jc>. Acesso em: 1 de novembro de 2022.

Mover em curvas. Roboteducation, 2023. Disponível em: <<https://roboteducation.com.br/planos-de-aula/mindstorms-ev3-45544/mover-em-curvas/>>. Acesso em: 2 de out. de 2023.

SANTOS, Vitor. Robótica Industrial. Lars.mec, 2004. Disponível em: <http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Humanoid/2013_EmilioEstrelinha/Dissertação_Emílio_Estrelinha/Datasheet_s/RoboticaIndustrial-Sebenta2003-2004-v2a.pdf>. Acesso em: 3 de agosto de 2023.

SIMPLÍCIO, P. V.; LIMA, B. R.; JUNKES, J. A.; Manipuladores Robóticos Industriais. Portal de Periódicos, Aracaju, v.3, n.3, p. 7-9, out. 2016.

Software Manual TMflow. Omron TMRobot, 2018. Disponível em: <https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v1/tm_flow_software_manual_installation_manual_en.pdf>. Acesso em: 1 de nov de 2022.

TB6600 and Arduino - Wiring and demonstration. Curiousscientist.tech, 2021. Disponível em: <<https://curiousscientist.tech/blog/arduino-tb6600-wiring-stepper-motor>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.