

Rafael Dias Campos

Jogo de Xadrez com Manipuladores Robóticos

Belo Horizonte

2022

Rafael Dias Campos

Jogo de Xadrez com Manipuladores Robóticos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Computação do
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Computação.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG

Departamento de Computação

Curso de Engenharia da Computação

Orientador: Ramon da Cunha Lopes

Belo Horizonte

2022

Espaço destinado à folha de aprovação

Resumo

Atualmente, existe uma grande procura por funcionários especializados em Tecnologia da Informação (TI) e áreas similares, sendo percebida no mundo todo uma carência de profissionais qualificados para atuar nessas áreas. Esse problema ocorre parcialmente devido a um desinteresse à capacitação técnica por parte de crianças e jovens, frequentemente devido a uma concepção de que essas áreas são difíceis e/ou desinteressantes. Com o foco neste aspecto, esse projeto visa desenvolver um sistema que possibilita o jogo de Xadrez entre duas pessoas por meio de manipuladores robóticos, que pode ser apresentado para crianças e jovens em feiras educativas e eventos similares, com o objetivo de introduzir conceitos básicos e instigar o interesse pelas áreas de computação, elétrica e controle. Sistemas já existentes para mover peças de xadrez com braços mecânicos normalmente são utilizados para que uma máquina jogue contra um jogador humano em campeonatos, e com isso apresentam alto custo monetário e priorizam velocidade e precisão nos movimentos. Por isso, eles não são muito adequados para usos educacionais, e têm-se a necessidade de desenvolver um sistema mais barato e com foco na simplicidade e na capacidade de proporcionar divertimento para os jogadores. Tendo isso em vista, nesse projeto serão utilizados manipuladores robóticos comerciais já adquiridos pela instituição de ensino. Para o controle dos manipuladores, serão utilizados dois *joysticks*, um para cada jogador, que enviam sinais para uma placa de controle dos manipuladores por meio de um microcontrolador. Até o momento, foi desenvolvida uma placa de controle para enviar os sinais para os manipuladores robóticos, e um *software* para realizar a leitura dos *joysticks* e enviar os sinais para a placa de controle. Ainda está em desenvolvimento o *software* que implementará a lógica do jogo de Xadrez, e o controle do segundo manipulador.

Palavras-chave: Manipuladores Robóticos. Controle Digital. Xadrez.

Abstract

Currently, there is a great demand for specialized professionals in IT and in similar areas, and it is perceived worldwide a shortage of qualified professionals to work in these areas. This problem occurs partially due to a lack of technical training on the part of children and young people, often due to a conception that these areas are difficult and / or uninteresting. Focusing on this aspect, this project aims to develop a system that allows the game of Chess between two people through robotic manipulators, which can be presented to children and young people in educational fairs and similar events, with the aim of introducing basic concepts and instigating interest in the areas of computing, electrical and control. Systems already exist to move chess pieces with mechanical arms usually used to allow a machine to play against a human player in tournaments, and with that they present high monetary cost and prioritize speed and precision in movements. Therefore, they are not very suitable for educational uses, and there is a need to develop a cheaper system and with a focus on simplicity and the ability to provide fun for players. Having this in mind, in this project will be used commercial robotic manipulators already acquired by the educational institution. For the control of the manipulators, two joysticks will be used, one for each player, which send signals to a control board through a microcontroller. So far, a control board has been developed to send signals to the robotic manipulators, and a software to read the joysticks and send signals to the control board. The software that implements the logic of the Chess game is still under development, as well as the control of the second manipulator.

Keywords: Robotic Arms. Digital Control. Chess.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Manipulador Robótico Azul	20
Figura 2 – Manipulador Robótico Preto	20
Figura 3 – Manete para os jogadores	21
Figura 4 – Microcontrolador Arduino Mega 2560	21
Figura 5 – Módulo de Ponte H	22
Figura 6 – Montagem do Sistema	23
Figura 7 – Placa de controle produzida	25
Figura 8 – Esquemático da placa de controle	25

Lista de tabelas

Tabela 1 – Características do manipulador robótico azul 19

Lista de abreviaturas e siglas

CEFET-MG Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

STEM *Science, Technology, Engineering and Mathematics* [Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática]

PID *Proportional Integral Derivative* [Proporcional Integral Derivativo]

PWM *Pulse Width Modulation* [Modulação de Largura de Pulso]

Sumário

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Motivação	17
1.2	Objetivos	17
1.3	Relevância	17
2	PLANEJAMENTO	19
2.1	Escolha do equipamento	19
2.1.1	Manipuladores	19
2.1.2	Manete para os jogadores	20
2.1.3	Microcontrolador	21
2.1.4	Placa de Controle	21
2.2	Projeto do sistema	22
2.3	Desenvolvimento	24
2.3.1	Desenvolvimento da placa de controle	24
2.3.2	Leitura das manetas	25
2.3.3	Controle dos motores	25
	REFERÊNCIAS	27

1 Introdução

Atualmente, existe uma grande procura por funcionários especializados em Tecnologia da Informação (TI) e áreas similares, sendo percebida no mundo todo uma grande carência de profissionais qualificados para atuar nessas áreas, e a perspectiva é de que essa situação se acentue ainda mais no futuro (LEPRINCE-RINGUET, 2021).

Com base nisso, foi proposto realizar o desenvolvimento de uma plataforma que utilize recursos computacionais passível de ser utilizada para demonstrar conceitos nas áreas de computação, elétrica e controle. Para aumentar o interesse por ela foi definido que deve permitir que os participantes joguem uma partida de Xadrez.

Correlacionando essas ideias, foi decidido implementar um jogo de Xadrez que pode ser jogado através de braços robóticos.

1.1 Motivação

Considerando a carência de profissionais de TI no mercado, torna-se importante a busca por formas de incentivar o aprendizado e a busca por conhecimento por parte dos jovens. Para tornar o aprendizado mais atrativo e divertido, foi feita a incorporação de um jogo no projeto proposto. Finalmente, foi decidido que o projeto deveria usar elementos da robótica, visto que pesquisas demonstram que seu uso em atividades com crianças consegue influenciar positivamente o desenvolvimento de habilidades da área de STEM (DOROUKA; PAPADAKIS; KALOGIANNAKIS, 2020).

1.2 Objetivos

Este trabalho visa desenvolver um sistema de controle de manipuladores robóticos que permitam que dois jogadores participem em uma partida de Xadrez.

Caso haja disponibilidade de tempo, o sistema também possibilitará que o jogo seja jogado por um jogador humano e um computador ou jogador humano através da Internet.

1.3 Relevância

Com o desenvolvimento dessa plataforma, será possível demonstrar conceitos de computação, elétrica e controle de forma prática e divertida. Ela pode ser facilmente transportada para diferentes locais e apresentada em eventos, como feiras de ciências, por

exemplo. Dessa forma, ela pode promover e instigar a busca por conhecimento, além de atrair futuros profissionais para a área de TI.

2 Planejamento

Antes de iniciar o desenvolvimento do projeto, é necessário que sejam definidos os recursos necessários para a montagem do sistema, assim como a forma em que eles serão utilizados. Esta seção descreve a escolha do equipamento e o projeto inicial do sistema.

2.1 Escolha do equipamento

Para o desenvolvimento do projeto, foram disponibilizados, pela instituição CEFET-MG, dois manipuladores robóticos e diversos dispositivos que podem ser utilizados para seu controle. A partir desse equipamento, e de outros disponíveis no mercado, foi decidido como o projeto seria realizado. Os equipamentos utilizados para o projeto estão descritos a seguir:

2.1.1 Manipuladores

Os principais elementos deste trabalho são os manipuladores robóticos, portanto foi feito inicialmente um estudo sobre seu funcionamento e sobre como podem ser controlados.

Os manipuladores disponibilizados possuem diferenças físicas entre si, portanto o controle de cada um deles deve ser programado de forma independente. Para diferenciá-los, serão denominados Manipulador Azul e Manipulador Preto.

A tabela 1 apresenta as características do Manipulador Azul ([OLUNLOYO; AYOMOH; ADEOTI, 2011](#)), enquanto a tabela ?? apresenta as características do Manipulador Preto.

Tabela 1 – Características do manipulador robótico azul

Eixo	Movimento angular (graus)	Comprimento (mm)
Eixo 0 (Waist)	210	185
Eixo 1 (Shoulder)	180	165
Eixo 2 (Elbow)	230	150
Eixo 3 (Left Wrist Axe)	320	0
Eixo 4 (Right Wrist Axe)	320	0
Wrist Pitch	140	-
Wrist Roll	320	-

Figura 1 – Manipulador Robótico Azul



Fonte: <http://arquivo.eng.br/robotica>

Figura 2 – Manipulador Robótico Preto



Fonte: <http://arquivo.eng.br/robotica>

2.1.2 Manete para os jogadores

Para que os jogadores possam interagir com os manipuladores, foi utilizado uma manete que possui dois *joysticks* e um botão integrado a cada *joystick*. Cada jogador possui uma manete para mover seu manipulador nos eixos X e Y, e selecionar a peça que deseja mover.

Figura 3 – Manete para os jogadores

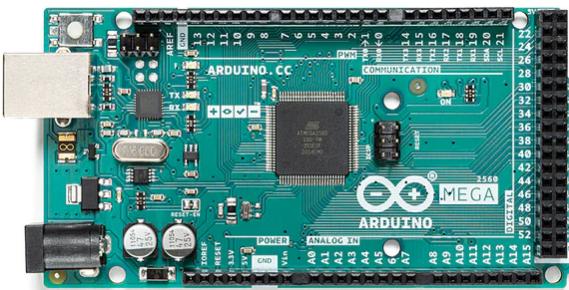


Fonte: <https://www.robocore.net/acessorios-robocore/controle-batpad>

2.1.3 Microcontrolador

Para realizar a leitura dos dados das manetes e enviar os comandos para os manipuladores, foi utilizado um microcontrolador Arduino Mega 2560. Este dispositivo deve receber sinais analógicos provenientes dos *joysticks*, receber sinais digitais provenientes dos botões nos controles, receber sinais analógicos que indicam as posições dos manipuladores e enviar sinais digitais do tipo PWM para os motores dos manipuladores.

Figura 4 – Microcontrolador Arduino Mega 2560

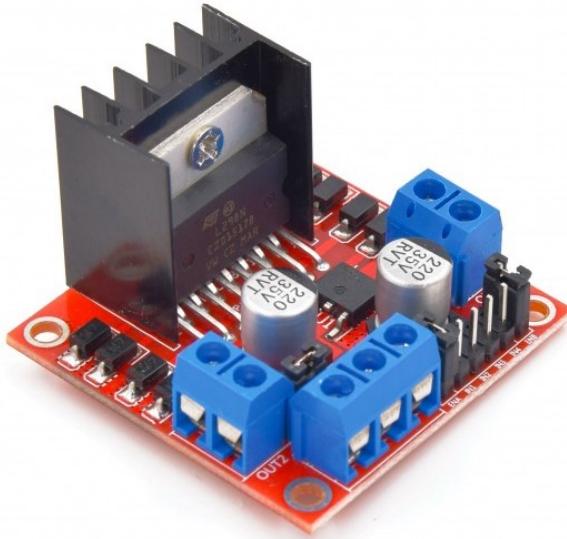


Fonte: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>

2.1.4 Placa de Controle

Para controlar os motores dos manipuladores, é necessário o uso de uma placa de controle para converter os sinais de baixa potência provenientes do Microcontrolador em sinais de maior potência que movimentam as juntas dos manipuladores robóticos. Essa placa deve possuir módulos de ponte H, com pelo menos 5 canais, para realizar o controle de um manipulador.

Figura 5 – Módulo de Ponte H



Fonte: <https://www.smart-prototyping.com/L298N-Dual-H-bridge-Motor-Driver-Board>

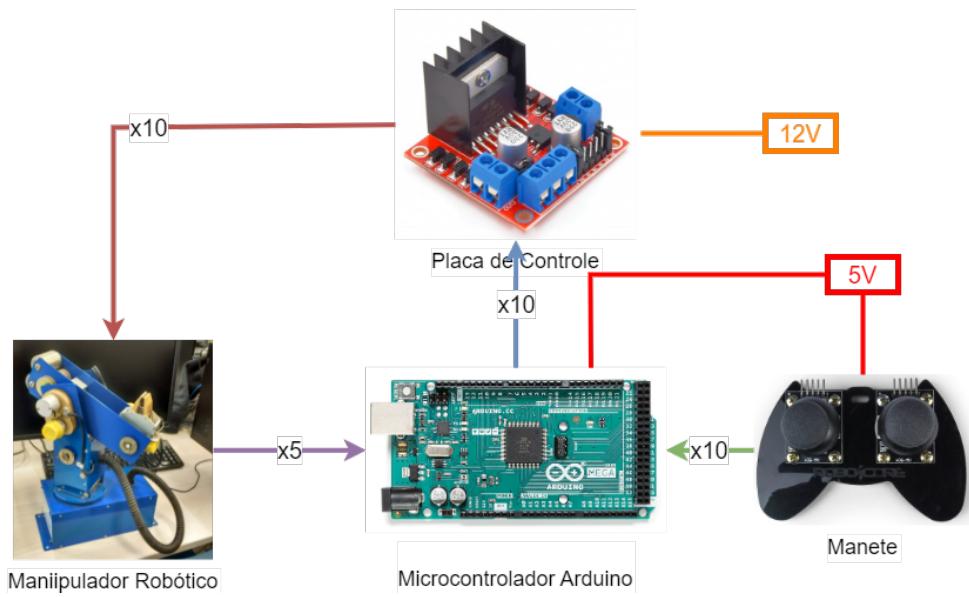
2.2 Projeto do sistema

Com todos os equipamentos definidos, foi feito o projeto do sistema, que consiste na definição de como os dispositivos serão interligados e como o sistema irá funcionar.

O microcontrolador Arduino é a base do sistema, pois ele realiza a interligação entre os outros componentes. A manete é conectada ao Arduino por meio de 10 cabos, sendo 5 para cada *joystick* com seu respectivo botão. A placa de controle é conectada ao Arduino por meio de 10 cabos, 2 para o controle de cada junta do manipulador robótico. O manipulador é conectado ao Arduino por meio de 5 cabos cada para a leitura de cada ângulo dos motores.

A montagem do sistema é mostrada na Figura 6.

Figura 6 – Montagem do Sistema



Fonte: Do próprio autor

2.3 Desenvolvimento

Após o planejamento do projeto, foi feito o desenvolvimento de cada etapa. Para isso, foi feito o desenvolvimento da placa de controle para poder acionar os motores. Depois disso, o *software* para ler os dados das manetes e enviar os comandos para a placa de controle foi desenvolvido.

A seguir, essas etapas serão detalhadas.

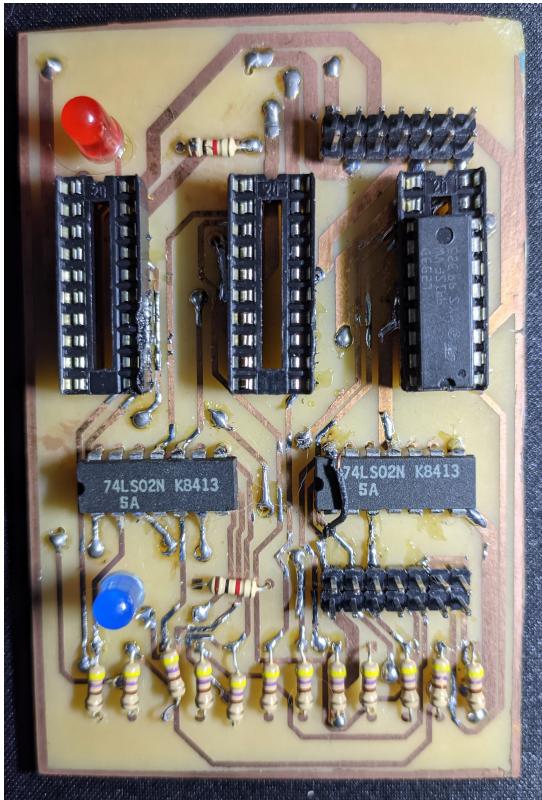
2.3.1 Desenvolvimento da placa de controle

Primeiramente, foi feito o desenvolvimento da placa de controle dos manipuladores, pois ela será necessária para enviar sinais de movimento para as juntas. A placa utiliza módulos L293D, Circuitos Integrados (CI) de ponte H, para controlar os motores dos manipuladores. Cada módulo é capaz de controlar dois motores, portanto foi necessário utilizar 3 CI para todas as juntas.

Para simplificar o controle e evitar problemas de acionamento duplo das entradas das pontes H, foi utilizado o CI 74LS02 como um inversor lógico. Dessa forma, a placa de controle possui para cada junta uma entrada de *Enable* para ligar/desligar o acionamento da junta, e uma porta de *Direction* para definir a direção de movimentação dela.

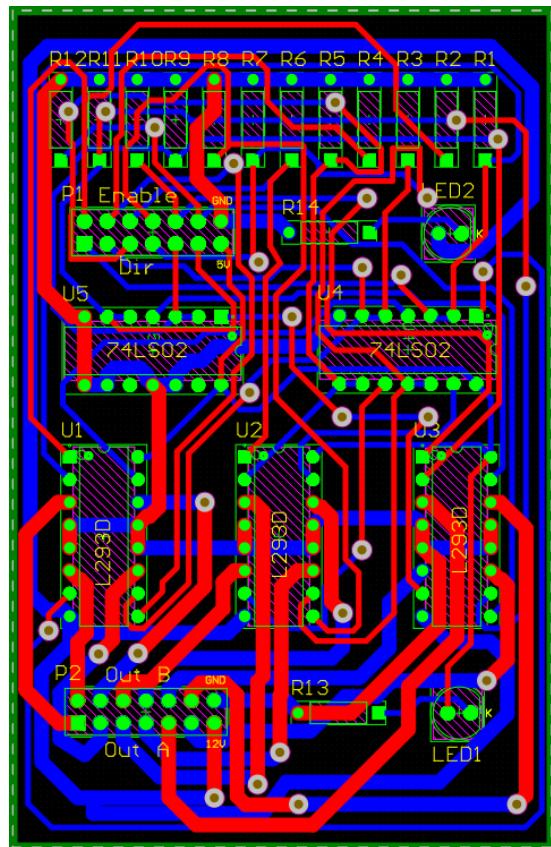
Depois de desenvolvida a placa com o auxílio do software *Altium Designer*, ela foi produzida manualmente com o auxílio de tintas fotossensíveis para marcação de trilhas. Em seguida, foi feita a corrosão das trilhas, a perfuração dos furos e por fim a soldagem dos componentes. A Figura 7 mostra a placa de controle produzida, com os CI L293D e 74LS02, e a Figura 8 mostra o esquemático da placa.

Figura 7 – Placa de controle produzida



Fonte: Do próprio autor

Figura 8 – Esquemático da placa de controle



Fonte: Do próprio autor

2.3.2 Leitura das manetes

Em seguida, foi desenvolvido um *software* com o microcontrolador para realizar a leitura dos dados das manetes. Cada manete possui dois *joysticks* de dois eixos e um botão. Para realizar a leitura dos eixos dos *joysticks*, foram utilizadas as entradas analógicas do microcontrolador. Para realizar a leitura do botão, foi utilizada uma entrada digital.

Os eixos dos *joysticks* são utilizados para mover o manipulador, por isso os valores lidos são utilizados para alterar a posição desejada de cada junta. Para aprimorar a usabilidade deles, foi implementada uma *deadzone*, que é uma área em que o valor lido é considerado como zero, para evitar que o manipulador se movimente sem a intenção do usuário.

2.3.3 Controle dos motores

Para controlar os motores, foi utilizado como base o *software* desenvolvido anteriormente para ler os dados das manetes. Primeiramente foi implementada a leitura da posição atual de cada junta, utilizando as entradas analógicas do microcontrolador.

Depois disso, foi feita a configuração de uma interrupção por *timer* acionada a cada 10ms, para realizar o controle dos motores. Nessa interrupção, é feita a leitura da posição de cada junta, execução de um PID para o cálculo da largura de pulso e envio desse sinal PWM para a placa de controle.

Referências

DOROUKA, P.; PAPADAKIS, S.; KALOGIANNAKIS, M. Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, stem education and literacy in early childhood education. Int. J. Mobile Learning and Organisation, Vol. 14, No. 2, 2020, Rethymnon and Heraklion, Crete, Greece, 2020.

LEPRINCE-RINGUET, D. The shortage of tech workers is about to become an even bigger problem for everyone. ZDNET, 2021. Disponível em: <<https://www.zdnet.com/article/the-shortage-of-tech-workers-is-about-to-become-an-even-bigger-problem-for-everyone/>>.

OLUNLOYO, V. O.; AYOMOH, M.; ADEOTI, I. On the mentor arm position placement problem: A forward kinematics analysis. 2011.