



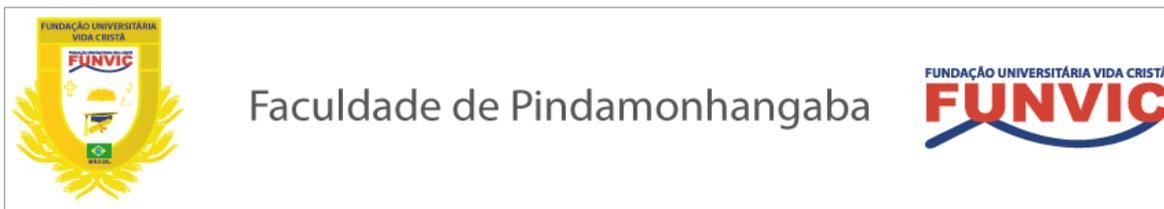
Faculdade de Pindamonhangaba



**Mateus Marques Silva**

**LANÇADOR DE BOLAS DE TÊNIS DE MESA**

Pindamonhangaba - SP  
2018



**Mateus Marques Silva**

## **LANÇADOR DE BOLAS DE TÊNIS DE MESA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharel pelo curso de Engenharia de Controle e Automação da FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba.

Orientador: Prof. Esp. Rodrigo Ramos de Oliveira.

Pindamonhangaba - SP  
2018

Silva, Mateus Marques

Lançador de bolas de tênis de mesa / Mateus Marques Silva / Pindamonhangaba-SP:  
FUNVIC Faculdade de Pindamonhangaba, 2018.  
20f.: il.

Monografia (Graduação em Engenharia e Controle de Automação) FUNVIC-SP.  
Orientador: Prof. Esp. Rodrigo Ramos de Oliveira.

1 Automação. 2 Robótica. 3 Microcontrolador.  
Lançador de bolas de tênis de mesa / Mateus Marques Silva.



Faculdade de Pindamonhangaba



**Mateus Marques Silva**

**LANÇADOR DE BOLAS DE TÊNIS DE MESA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharel pelo curso de Engenharia de Controle e Automação da FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba.

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Esp. Rodrigo Ramos de Oliveira: Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Cláudio Augusto Kelly: Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Me. Daniel Calos Reis: Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças, sempre me guiando em todos os momentos.

Aos meus professores e amigos que me ajudaram a chegar onde estou hoje. Em especial o professor Esp. Rodrigo Ramos de Oliveira que sempre me apoiou durante o curso.

*Dedico aos meus familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os meus sonhos e em especial, para a realização da minha graduação.*

*Mateus Marques Silva.*

## RESUMO

Atualmente, nas academias de tênis de mesa são usados robôs lançadores de bola para auxiliar nos treinamentos. Estes robôs proporcionam precisão, alta repetitividade e várias sequências de treinos, e essas sequências são compatíveis com atletas iniciantes e até profissionais. Além de ter um fácil manuseio e um bom custo-benefício para as academias. Propõe-se desenvolver um robô de baixo custo, que proporcione um treino automatizado e flexível, podendo ser explorado tanto por academias e clubes, auxiliando em aulas e treinos, quanto por praticantes com dificuldades de encontrar um parceiro regular em suas práticas nas horas de lazer. Os motores DC (Direct Current), que também são conhecidos como motores de corrente contínua (CC) são dispositivos que operam usando as forças de atração e repulsão criadas por eletroímãs e imãs permanentes. Os motores DC oferecem soluções ideais para os equipamentos alimentados por bateria em que a eficiência seja um fator importante e para sistemas de movimento incremental em que a baixa inércia do rotor proporcione uma excepcional aceleração. A partir da pesquisa bibliográfica, conforme os requisitos especificados para o robô lançador de bolas de tênis de mesa na proposta apresentada definiu-se que o robô lançador de bolas será baseado no microcontrolador. Conclui-se que através da criação do lançador de bolas de tênis de mesa, o projeto proporcionou um bom desempenho nos treinos dos atletas, tanto iniciantes quanto profissionais, sem precisar da presença de uma segunda pessoa, assim o treino podendo ser feito a qualquer hora do dia.

**Palavra chave:** Automação. Robótica. Microcontrolador.

## **ABSTRACT**

Ball-throwing robots are currently used in table tennis academies to assist in training. These robots provide accuracy, high repeatability and various training sequences, and these sequences are compatible with beginner and even professional athletes. In addition to having an easy handling and a good value for the academies. It is proposed to develop a low cost robot, which provides an automated and flexible training, can be explored both by academies and clubs, assisting in classes and training, as well as by practitioners with difficulties to find a regular partner in their practices during leisure hours . DC motors (Direct Current), which are also known as direct current (DC) motors, are devices that operate using the forces of attraction and repulsion created by electromagnets and permanent magnets. DC motors offer ideal solutions for battery-powered equipment where efficiency is an important factor and for incremental motion systems where low inertia of the rotor provides exceptional acceleration. From the bibliographical research, according to the requirements specified for the robot launcher of table tennis balls in the proposal presented it was defined that the ball-throwing robot will be based on the microcontroller. It is concluded that through the creation of the table tennis ball pitcher, the project provided a good performance in the training of athletes, both beginners and professionals, without the presence of a second person, so the training can be done at any time of the day.

**Keywords:** Automation. Robotics. Microcontroller.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Introdução do CLP .....	11
Figura 2: Imagem de um CLP.....	12
Figura 3: Imagem do projeto finalizado.....	15

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Motor DC .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Introdução CLP.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Robótica.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Robótica aliada ao tênis de mesa.....</b>	<b>13</b>
<b>3. MÉTODO .....</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADO .....</b>	<b>16</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>18</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, nas academias de tênis de mesa são usados robôs lançadores de bola para auxiliar nos treinamentos. Estes robôs proporcionam precisão, alta repetitividade e várias sequências de treinos, e essas sequências são compatíveis com atletas iniciantes e até profissionais. Além de ter um fácil manuseio e um bom custo-benefício para as academias.

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo projetar um robô lançador de bolas de tênis de mesa de baixo custo com movimentos na horizontal, vertical, lateral, *Spin* (para cima) e *Heavy* (efeito para baixo), com controle de velocidade de lançamento e diversas sequências programadas, através da utilização da tecnologia do CLP (*Controlador Lógico Programável*). Por isso foi usado um CLP, por executar funções específicas tais como lógica, temporização, contagem, dentre outras funções, que foram programadas.

No mercado encontram-se robôs na faixa de R\$500,00 até R\$2.000,00 (BANGGOD, 2006). Mesmo os robôs trazendo um ótimo retorno, nem todas as escolas de tênis de mesa têm condições de comprar um robô, como as escolas mantidas pelas prefeituras, projetos sociais e outros.

Outro ponto relevante é o aumento de pessoas procurando uma atividade física, sendo o tênis de mesa uma dessas escolhas, no qual observou-se um crescente desenvolvimento de produtos para alcançar esses consumidores (SILVA, 2000).

Sendo assim, propôs-se desenvolver um robô de baixo custo, que proporcione um treino automatizado e flexível, podendo ser explorado tanto por academias, escolas e clubes, auxiliando em aulas e treinos, quanto por praticantes com dificuldades de encontrar um parceiro regular em suas práticas nas horas de lazer e inclusive para praticantes com pouca disponibilidade de horário (FERREIRA; FILHO, 2006).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Motor DC**

Os motores DC que também são conhecidos como motores de corrente contínua (CC) são dispositivos importantes que operam usando as forças de atração e repulsão criadas por eletroímãs e ímãs permanentes. Devido à sua funcionalidade, existem vários tipos desses motores, tais como os feitos de ímãs permanentes com ou sem escovas ou os de relutância variável. No caso esses podem ser encontrados numa grande faixa de tensões nominais, tipicamente entre 1,5 a 48 volts. Esse tipo de produto possui vários tamanhos e tensões de trabalho, que são indispensáveis para os projetistas da área da automação industrial e mecatrônica e principalmente a robótica (KALATEC, 2017).

Assim, o tamanho de cada motor está diretamente ligado à sua potência, ou seja, quanto maior, mais potente ele será. Por exemplo, um motor que gira livremente apresentará, certamente, uma velocidade muito superior do que um motor que tenha que deslocar algum tipo de mecanismo que lhe exija maior força. Existem ocasiões em que eles precisam utilizar-se de micromotores DC – para baixas rotações – e alto torque de saída, o qual é dotado na construção do acoplamento de uma caixa de redução. Este tipo possui engrenagens, de tamanhos diferenciados, que apresentam na saída uma redução da velocidade e o aumento de torque. Sendo assim, os motores DC são conhecidos por possuir maior facilidade de controle, características mais lineares e baixo custo. Ele oferece claras vantagens para sistemas de transmissão e servossistemas: baixa fricção, baixa tensão de partida, ausência de perdas de ferro, alta eficiência, boa dissipação térmica, função torque-velocidade linear. Todos esses fatores facilitam o uso e simplificam o circuito de servo. Os motores CC oferecem soluções ideais para todos os equipamentos alimentados por bateria em que a eficiência seja um fator importante e para sistemas de movimento incremental em que a baixa inércia do rotor proporcione uma excepcional aceleração (KALATEC, 2017).

### **2.2 Introdução ao CLP (Controlador Lógico Programável)**

Controlador Lógico Programável ou Controlador Programável, conhecido também por suas siglas CLP ou CP e pela sigla de expressão inglesa PLC (*Programmable Logic Controller*),

é um computador especializado, baseado num microprocessador que desempenha funções de controle de diversos tipos e níveis de complexidade, **executando funções específicas** através de um programa criado por um ser humano. É um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos (MELLO, 2010).

Na figura 1 abaixo temos a introdução do CLP.



Figura 1: Introdução do CLP.  
FONTE: Próprio autor.

Como vantagens desse controlador, destacam-se:

- Flexibilidade: pode se fazer várias programações em um mesmo dispositivo;
- Confiabilidade: dispositivo muito bem elaborado, 100% preciso na linguagem de sinais;
- Facilidade de programação e alteração: linguagem simples e direta, podendo ser alterado a qualquer momento.

Já como desvantagens, destacam-se:

- Nova tecnologia = aprendizado: compatibilidade com dispositivos mais antigos;
- Manutenção do Hardware = substituição: poucos profissionais capacitados no mercado, elevando o custo da manutenção. (MELLO, 2010).

Na figura 2 é apresentado a visão frontal de um CLP.



Figura 2: Imagem de um CLP.  
FONTE: Próprio autor.

## 2.3 Robótica

Em 1923, por KarelCapek, foi utilizado o termo robô, que tem origem da palavra tcheca robotnik, que significa servo. Na época, o robô parecia ser obra de ficção (SILVA, *et al*, 2015).

O termo robótica, também foi pela primeira vez enunciado pelo cientista e escritor Isaac Asimov, em 1942, numa pequena história intitulada “*Runaround*”, no que se refere ao estudo e à utilização de robôs (MAIA, 2008)

A robótica envolve áreas como engenharia mecânica, engenharia elétrica, inteligência artificial, automação industrial, dentre outros. Na sociedade, torna-se cada vez mais, necessária para realização de atividades em lugares onde a presença humana se torna difícil e arriscada, ou até mesmo com a substituição em tarefas (MAIA, 2008).

Com o crescimento da robótica, obteve-se grandes benefícios, como aumento de produção, melhoria na qualidade do produto final, eliminação de tempos mortos (tempo de descanso recomendado aos operários), possibilitando que a microeletrônica permita a escassez do desperdício, com melhor qualidade e menor esforço, não recebem salários, não precisam ir ao banheiro e nem comer e beber água (MAIA, 2008; SILVA, *et al*, 2015).

#### **2.4 Robótica aliada ao tênis de mesa**

A competitividade, a necessidade de quebrar recordes, gerou uma evolução gradativa no esporte mundial, não apenas na estrutura e formato das competições, mas também na formação de atletas. As máquinas estão ganhando espaço em todas as modalidades, auxiliando e, em determinados momentos, chegando a substituir a atividade humana (CBTM, 2017).

O robô realiza o trabalho de lançamentos repetitivos de bolas, proporcionando ao professor se posicionar de forma a analisar melhor o desenvolvimento do atleta durante os exercícios, realizando a correção da postura e movimento. Por mais simples que seja já traz um auxílio enorme para os trabalhos, além de ser um atrativo a mais para a prática do tênis de mesa (WH3, 2017).

### 3 MÉTODO

A partir da pesquisa bibliográfica, conforme os requisitos especificados para o robô lançador de bolas de tênis de mesa na proposta apresentada definiram-se que o robô lançador de bolas será baseado na lógica de programação de CLP.

Foram seguidas sete fases durante a implementação:

- 1- Pesquisa para escolha do projeto
- 2- Orçamento do projeto
- 3- Elaboração da proposta
- 4- Aquisição dos componentes
- 5- Montagem do protótipo e testes
- 6- Escrita e relatório
- 7- Montagem final
- 8- Apresentação

No robô foram utilizados objetos simples, como cesto de lixo, pedaços de cano de PVC, pedaços de metal para base e rodinhas de carrinho para impulsionar as bolinhas de tênis de mesa.

O cesto de lixo serve para armazenar as bolinhas, o cano de PVC para direcionar a bolinhas e as rodinhas de carrinhos servem para expelir a bolinha de acordo com o efeito desejado (programado).

Nesse caso optou-se por uma fonte de alimentação estabilizada (energia elétrica), devido ao uso de 5 motores DC (Direct Current), e um CLP (Controlador Lógico Programável), pois para lançarmos a bolinha de tênis de mesa que pesa 2,7 gramas, precisamos de potência máxima, pois seu peso extremamente leve pode sofrer alterações no trajeto caso seja lançada com pouca velocidade, e não substituiria em 100% outro atleta.

Na figura 3 temos a imagem do projeto finalizado.



Figura 3: Projeto finalizado.  
FONTE: Próprio autor.

#### **4 RESULTADO**

O resultado foi satisfatório, pois além de lançar as bolinhas com efeitos de rotação horizontal e vertical, lateral, Spin (para cima), Heavy (efeito para baixo), foi possível lançar as bolinhas tanto para direita quanto para esquerda na mesa, fazendo com que o atleta treine também as pernas, de tal maneira a fazer o chamado “jogo de perna”.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se dizer que as utilizações da robótica nos dias atuais para as tarefas manuais geram uma enorme vantagem, quando se trata de tarefas robotizadas, aumentando a qualidade do processo produtivo, necessitando de menos mão de obra assalariada.

Com base nos resultados obtidos, este trabalho cumpriu seu objetivo inicial de criar um lançador de bolas de tênis de mesa e por meio dele, espera-se proporcionar um melhor desempenho nos treinos dos atletas, tanto iniciante quanto profissional, sem precisar da presença de uma segunda pessoa, assim o treino podendo ser feito a qualquer hora do dia.

A inclusão do esporte na educação, é extremamente importante, ainda mais sendo um projeto de baixo custo, e de fácil manutenção, uma maneira de ocupar o tempo da criança ou adulto com o esporte, sem depender de investimentos altos para área do esporte.

Portanto, espera-se também que este projeto possa ser estendido a instituições mantidas pelas prefeituras, projetos sociais e outros, devido a seu baixo custo

## REFERÊNCIAS

BANGGOD, 2006. Disponível em: <<https://www.banggood.com/pt/>>. Acesso em 17 dez de 2018.

CBTM, 2017. Disponível em: <<http://www.cbtm.org.br/t%C3%AAAnis--de-mesa.aspx>>. Acesso em 23 nov de 2017.

FERREIRA, A.P.R.; FILHO, M.O.B. **Máquina lançadora de bolas de tênis**. Disponível em: <[http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2006/Artigos/Art\\_TCC\\_051\\_2006.pdf](http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2006/Artigos/Art_TCC_051_2006.pdf)>. Acesso em 17 dez de 2018.

KALATEC Automação. Disponível em <<http://www.kalatec.com.br/o-que-sao-motores-dc/>>. Acesso em 28 nov de 2017.

MAIA, D.V.A. **Automação industrial e robótica**. PPGEE – Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica. UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal Rio Grande do Norte. 2008. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17829/material/ARTIG O08.pdf>>. Acesso em 3 nov de 2017.

MELLO, M.S. **CLP – Controlador Lógico Programável**. Disponível em: <[http://www.ice.edu.br/TNX/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno\\_marilourdes\\_silva\\_clp.pdf](http://www.ice.edu.br/TNX/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno_marilourdes_silva_clp.pdf)>. Acesso em 06 nov de 2017.

SILVA, J.C. **Projeto e desenvolvimento de circuito para controle de uma máquina de lançar bolas de tênis**. Dissertação de Mestrado pela Universidade Estadual de Campinas, 2000. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259329/1/Silva\\_JoseCarlosda\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259329/1/Silva_JoseCarlosda_M.pdf)>. Acesso em 17 dez de 2018.

SILVA, A.; SILVA, L.R.; ALMEIDA, P.L.O., *et al.* **Robótica na Indústria Atual**. Graduandos em engenharia de produção FER/AEDB. Resende. SP. 2015. Disponível em <<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/8202.pdf>>. Acesso em 23 nov de 2017.

WH3, 2017. Disponível em: <<http://wh3.com.br/liderfm/noticia/130158/nova-tecnologia-e-adquirida-para-os-treinos-de-tenis-de-mesa-de-maravilha.html>>. Acesso em 23 nov de 2017.

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor. Autorizo também a divulgação do arquivo no formato PDF no banco de monografias da Biblioteca institucional.

Mateus Marques Silva  
Pindamonhangaba, dezembro de 2018.

