



# MECATRÔNICA

APRENDENDO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**JOVEM**



Revista Mecatrônica Jovem  
Ano 3 N° 23 2025  
Editor chefe  
Luiz Henrique Corrêa Bernardes  
Atendimento ao Leitor  
leitor@newtoncbraga.com.br  
Designer Gráfico  
Vander da Silva Gonçalves  
Pedro Otto Avanci Gonçalves

Conselho Editorial  
Márcio José Soares  
Newton C. Braga  
Renato Paiotti

Jornalista Responsável  
Marcelo Braga  
MTB 0064610 SP

Eu Avisei !

É importante salientar que as montagens aqui apresentadas tem o objetivo didático, ou seja, não deve ser um produto final de mercado. Outra coisa importante é que as montagens devem ser acompanhadas por um adulto responsável. É comum as montagens não funcionarem ou darem certo nas primeiras tentativas, assim como podemos ver em nossas lives, por isso, não desista, a persistência é a alma do maker.

Caso você copie ou reproduza qualquer conteúdo desta edição, pedimos que mencione e coloque o link para que outros possam baixar ou ler o conteúdo original, referências dão credibilidade naquilo que você fala ou escreve.

Mencione através da #mecatronicajovem a montagem que você fez desta edição, gostaríamos muito de mostrar o seu projeto em nossas lives. Para finalizar, nas montagens usamos materiais que podem nos machucar ou fazer mal, então use material de proteção e como mencionado, sempre procure um adulto responsável para ajudar em suas montagens.

Colaboradores

Você encontrará todos os nossos colaboradores em nossas lives, tanto na tela como no chat. Temos também os nossos colaboradores no Discord. Quer conhecer esta turma? Entre para o Clube da Mecatrônica Jovem no Discord -> <https://discord.gg/sHmBawH6dT>

## uma palavrinha

*Esta temporada foi dedicada àqueles projetos que estavam guardados na gaveta, esperando a chance certa para ganharem vida.*

*Graças ao entusiasmo dos colaboradores do Clube da Mecatrônica Jovem, com a participação ativa do pessoal nos chats das lives de quarta e quinta-feira, e ao apoio constante da comunidade no Discord, tivemos uma verdadeira explosão de ideias, sugestões, colaborações e apresentações inspiradoras.*

*O resultado? Uma revista repleta de artigos incríveis, feita com carinho e dedicação.*

*Desejamos a todos uma excelente leitura, ótimas montagens e muita diversão nas lives!*

*Compartilhe o Clube da Mecatrônica Jovem com seus amigos, professores, colegas, estudantes, sobrinhos e filhos. Vamos juntos fortalecer e espalhar a cultura técnica e maker pelo Brasil!*

**Luiz Henrique Correa Bernardes**

*Aqui estamos com mais uma edição da Mecatrônica Jovem para os fazedores de coisas legais. Antigamente chamada de DIT (Do it Yourself) ou Faça Você Mesmo ou Revista Maker, se quisermos adotar outra denominação, nossa edição está repleta de projetos inovadores para quem procura algo diferente para montar e dizer “fui eu que fiz” orgulhosamente. E, nesta edição, temos muitas coisas legais com um Graminho (Você sabe o que é um graminho?), um toca-discos que em lugar de discos de vinil toca discos de chocolate, um som chocante produzido por alta tensão tudo isso revelando a criatividade de nossos colaboradores. Você pode star entre eles, participando de nossas lives e, é claro, muito mais com ideias de projetos, um pouco teoria e o Pafúncio, o robô do Renato Paiotti que certamente vai agradar a todos. Continue nos acompanhando e boas montagens.*

**Newton C. Braga**

# ÍNDICE

N23 - PROJETOS DE GAVETAS

04 - O GRAMINHO MJ MAKER

10 - MOOCATROLA

14 - PAFÚNCIO

20 - AULA 002 - A BREVE HISTÓRIA DA ROBÓTICA

24 - A LUZ NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

30 - AMPLIFICADOR VALVULADO EM FORMA DE BOLO

36 - C1-10P CHOPPER

38 - INSTALAÇÃO DE LEDS NA GAVETA

42 - O SOM CHOCANTE

52 - URNA ELETRÔNICA VIA CHAT DO YOUTUBE



# O Graminho MJ Maker



Evair Braga



Figura 1 - O Graminho

Nesta edição apresento aos amigos leitores, o Graminho MJ Maker, **figura 1**. O que vem a ser isso? O Graminho é uma ferramenta de marcação e medição muito útil na bancada do “maker”, para construção de objetos e desenvolvimento de projetos.

Existem muitos tipos e formas de graminho.

Os antigos feitos de madeira com hastes para riscar as peças, muito utilizados por carpinteiros e marceneiros (**figura 3**); Os mais recentes com escala e nível (**figura 2**); Os esquadros carpinteiros com marcações lineares e angulares (**figura 4**); Os iguais ao nosso projeto, mas feitos em impressão 3D, como esse feito pelo amigo Renato Paiotti (**figura 5**); Os feitos com MDF em corte a laser, como

esse do amigo Reginaldo (**figura 6**); entre muitos outros tipos para marcações lineares, angulares, com escala associada ou sem, mais ou menos precisos, etc.

O Graminho MJ Maker é uma versão simples e completamente analógica, com uma escala milimétrica associada e na sua construção utilizei materiais reciclados ou reaproveitados, com exceção da escala (régua). O graminho MJ Maker é composto por oito peças principais. (**figura 7**)



Figura 2 - Graminho recente



Figura 3 - Graminho Antigo



Figura 4 - Graminho impressão 3D



Figura 5 - Graminho esquadro

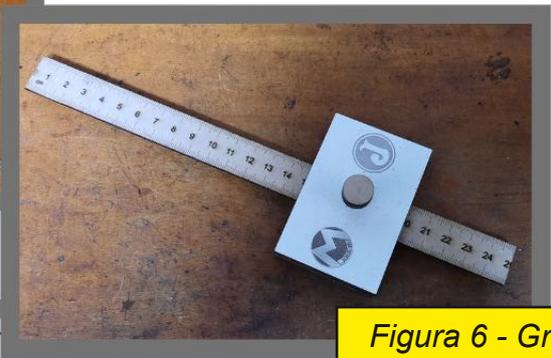


Figura 6 - Graminho MDF corte a laser

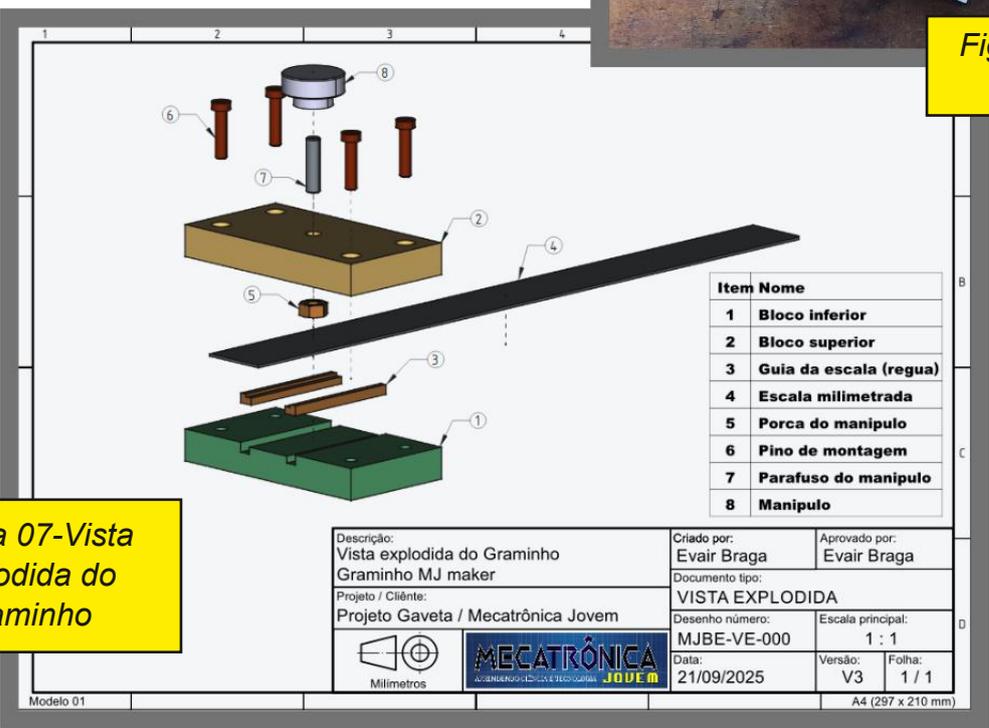


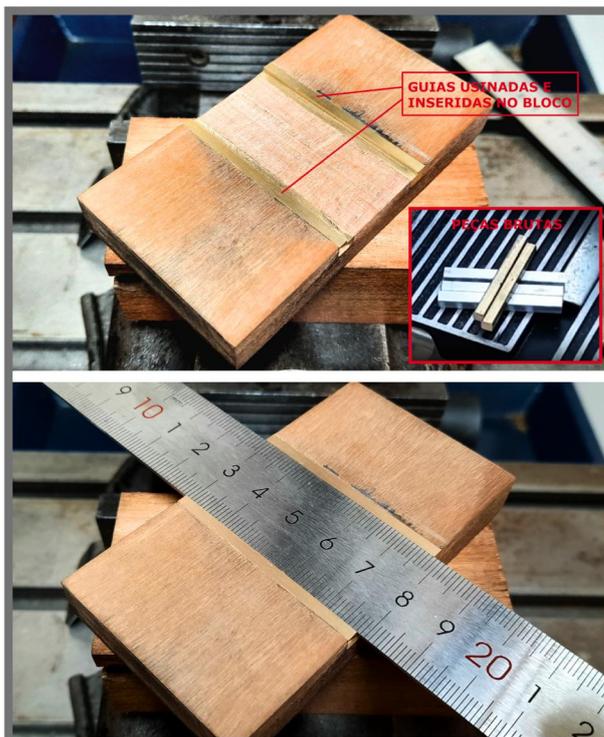
Figura 07-Vista explodida do graminho

Os blocos superior e inferior foram usinados a partir de um pedaço de madeira de Jacarandá (figura 8).



*Figura 8 - locos de jacaranda*

No bloco inferior foram inseridas as guias da escala, previamente usinadas, usando uma cola epóxi especial para madeira e metais (figura 9).



*Figura 9 - Guias de escalas*

No bloco superior foi insertada a porca do manípulo (figura 10), com a função de possibilitar o aperto do manípulo, que por sua vez trava a escala na posição selecionada.



*Figura 10 - Porca e manípulo no bloco*

O manípulo (figura 11) foi usinado a partir de um tarugo de alumínio, sendo que a superfície que fica em contato com as mãos, que é manipulada para o aperto, foi recartilhada, que é um processo de conformação que produz uma superfície “rugosa” que dificulta o deslizamento dos dedos, quando o manípulo é girado. O parafuso do manípulo foi



Figura 11 - Manipulo com parafso

Figura 12 - Pinos de montagens

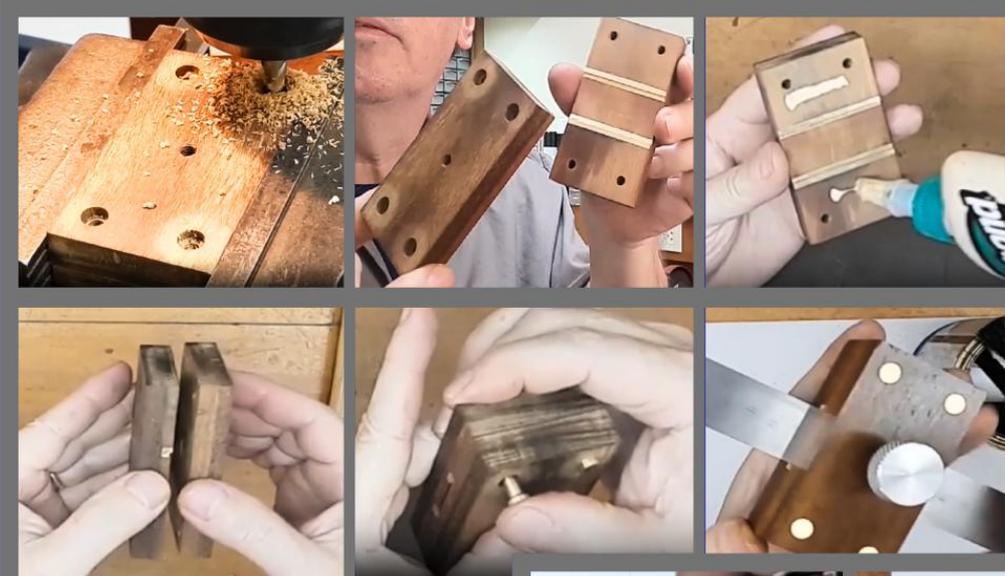


Figura 13 - Montagem do graminho

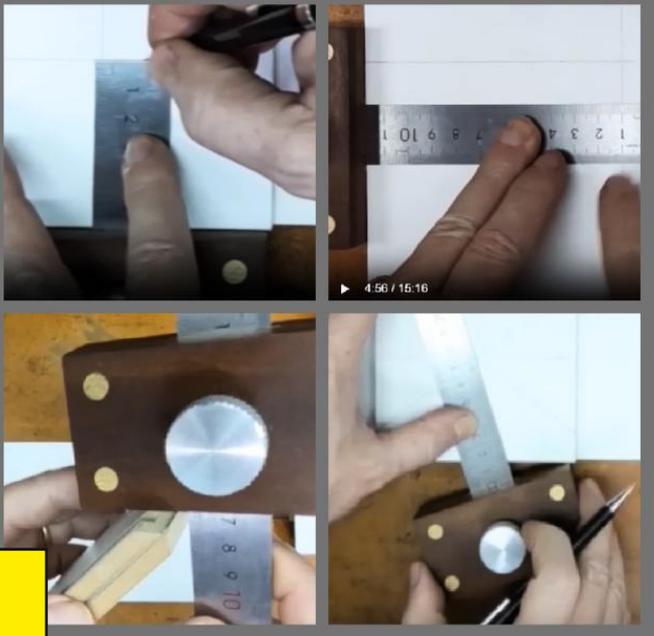


Figura 14 - Usando o Graminho



usinado a partir de um parafuso de latão e unido ao manípulo com o auxílio de uma cola específica para metais (adesivo químico)

Os pinos de montagem (Figura 12) foram usinados a partir de parafusos de latão e foram utilizados para garantir o perfeito alinhamento do bloco superior com o bloco inferior, além de terem uma função estética.

A montagem do graminho (Figura 13) foi realizada com colas para madeira na união do bloco superior com o inferior e cola cianoacrilato para a fixação dos pinos de montagem

O graminho é uma excelente ferramenta de marcação e instrumento de medição. Sua

utilização é muito simples (Figura 14). Com ele podemos executar traçados com distâncias precisas a partir de uma face de referência, em perfeito esquadro; podemos medir distâncias; conferir esquadros; fazer marcações múltiplas e repetitivas e até mesmo traçados em ângulos específicos.

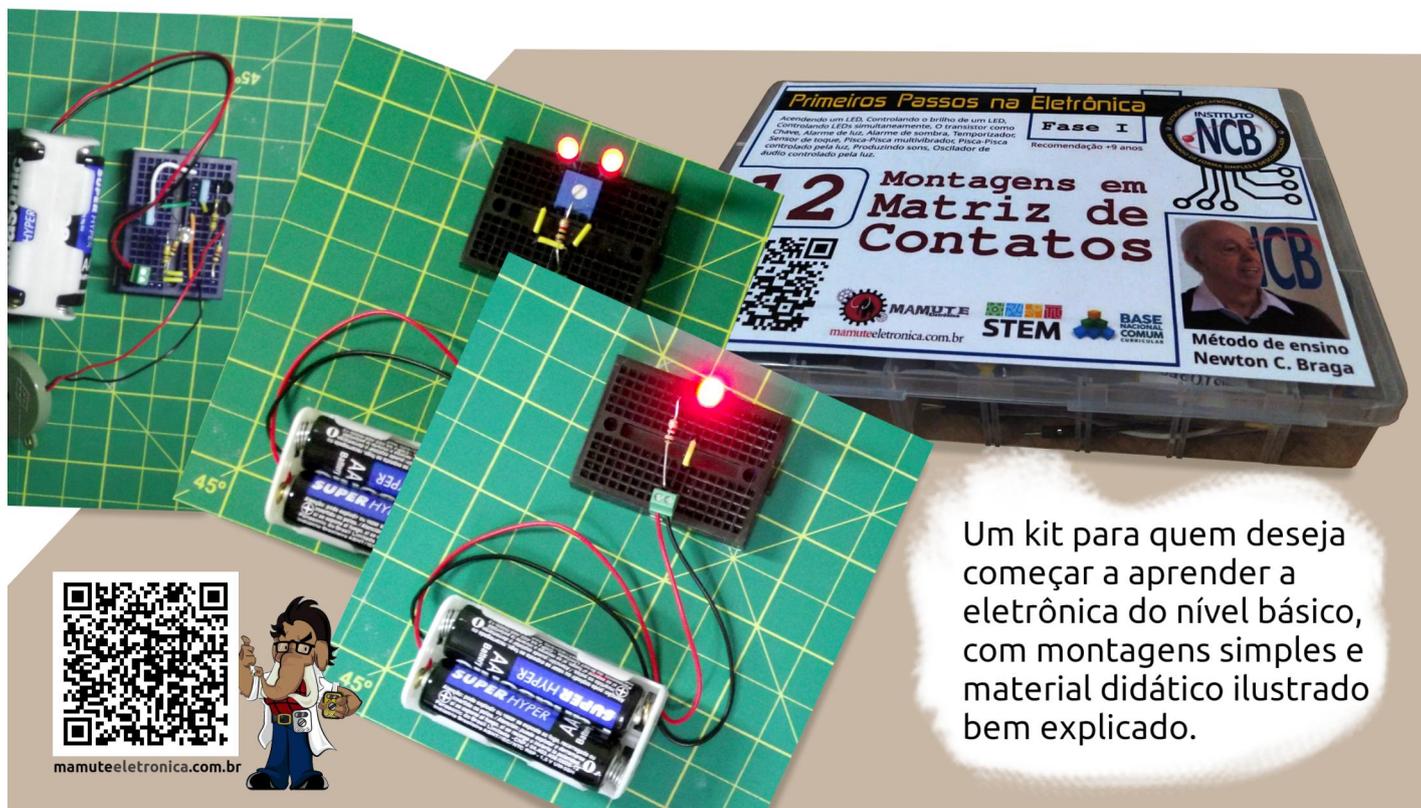
Aqui por perto, tem um QR code onde podem acessar todos os vídeos da construção com detalhes e exemplos de uso do Graminho na bancada maker.

Um grande abraço a todos....  
Obrigado!



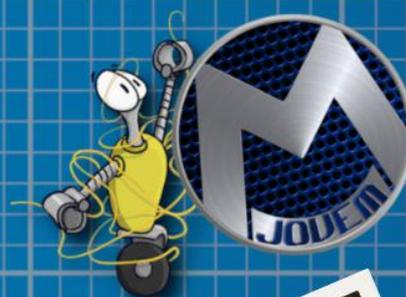
kit educacional

# Primeiros Passos na Eletrônica



Um kit para quem deseja começar a aprender a eletrônica do nível básico, com montagens simples e material didático ilustrado bem explicado.

## 4 ENCONTRO MECATRÔNICA JOVEM

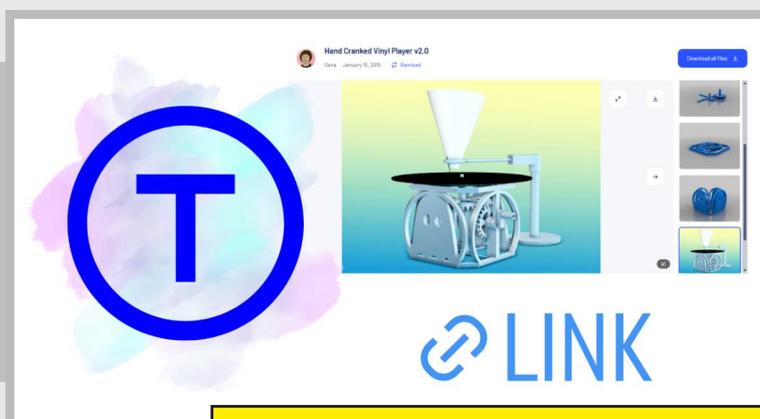


SENAI Anchieta - R.Gandavo,550 - Vila Mariana

# Moocatrola



Luiz Henrique Correa Bernardes



<https://www.thingiverse.com/thing:636570>

Meu projeto de gaveta é fazer um disco de chocolate que possa ser tocado.

Durante minhas pesquisas encontrei essa vitrola movida a manivela impressa em 3 D.

Na falta de filamento cor grená consegui esse filamento rosa e imprimir a versão original que vou chamar de Moocatrola 1, Moocatrola foi o nome sugerido pelo Nicolas nas lives do Clube da Mecatrônica Jovem

As peças impressas são mostradas na **figura 2**.



Figura 2 – peças impressas em impressora 3D

Os detalhes na **figura 3** e **4** mostram a manivela e as engrenagens de redução e eixo que irão rotacionar o disco de vinil.

Quando terminei a montagem e testei o seu funcionamento o resultado final não foi muito bom, com um app (**figura 5**) fiz a medição da rotação com o acionamento da manivela notei que não conseguia girar com uma velocidade constante e precisa , gerando um som muito distorcido .



## Turntable Speed

SnakeRule  
Contém anúncios

4,0★  
127 avaliações

50 mil+  
downloads

L  
Classificação Livre

Instalar

Este app está disponível para todos os seus dispositivos



Figura 5 – O Aplicativo



Figura 3 - Detalhe da impressão



Figura 4 - Detalhe da impressão

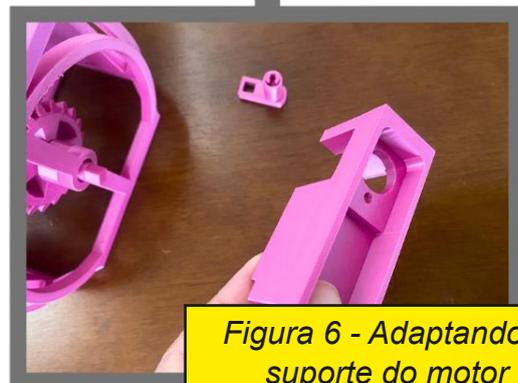


Figura 6 - Adaptando o suporte do motor



Figura 7 - O encaixe do eixo

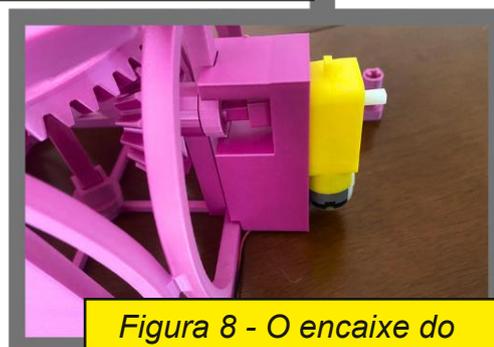


Figura 8 - O encaixe do suporte ao sistema

Nas lives quando ia fazendo a montagem e ajustes o pessoal da tela e do chat iam dando sugestões, uma delas foi colocar um motor com redução , o famoso motor amarelinho

Foi aí que nasceu a Moocatrola 2, com o motor amarelinho colocado no eixo da manivela , eu projetei essa adaptação no Tinkercad e imprimir em 3D os resultados podem ser vistos na **figura 6, 7 e 8**.

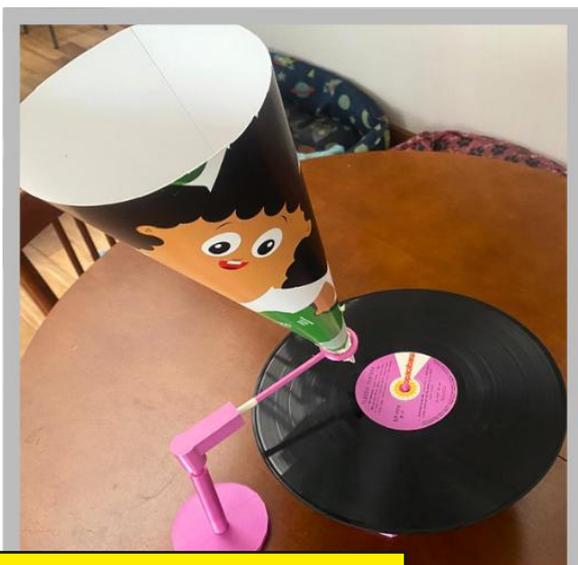
Mas novamente o resultado não foi muito bom , devido aos dentes das engrenagens e as folgas tínhamos uma variação na velocidade.

Aí o pessoal da Live e do Chat , sugeriu colocar o motor acionando diretamente o disco de

vinil . Usando o Tinkercad fiz essa adaptação ( **figura 9, 10 e 11**) e agora conseguimos uma velocidade com pequena variação e com isso a reprodução do som do disco ficou bem melhor , ainda longe de ser Hi-Fi. O Controle de velocidade utilizei uma fonte DC variável até encontrar o melhor ajuste de som.

Na **figura 9 e 10** vemos a montagem completa e o detalhe da agulha .

Com todo esse aprendizado estou entendendo melhor o funcionamento, a tecnologia e a ciência dos discos de vinil continuo na busca de fazer o disco de chocolate e em breve espero ter mais novidades, nos acompanhe nas Lives e no Discord.



**Figura 9 – Cone preso na agulha e preso ao braço**



**Figura 10 - Detalhe da agulha encostando ao disco**



Nova parceria!



## Curto Circuito

Desde 2016 com atuação séria e dedicada no mercado, a Curto Circuito tem orgulho de ultrapassar a marca de mais de 95k pedidos atendidos, 60k clientes e 1,6 milhões de componentes para makers e profissionais distribuídos em todo o Brasil.

← a equipe da Curto



Apaixonados pelo universo maker, a Curto disponibiliza produtos de qualidade com preços justos para o mercado, além de impulsionar a SUA criatividade e capacidade de realizar todo tipo de projeto que você quiser!

escaneie o QR Code



curtocircuito.com.br



# Pafúncio



Renato Paíotti

Meu projeto de gaveta é um animatrônico que idealizei na edição número 11 da Revista do Clube da Mecatrônica Jovem, que abordava como tema a robótica.

Pensei em fazer um robô que me ajudasse durante as lives que realizamos todas as quartas e quintas, as 20 horas (horário de Brasília), porém queria um animatrônico onde os olhos não fosse uma tela digital, e sim duas bolinhas de isopor ou ping-pong, e para isso funcionar, precisei criar um sistema de alavancas e apoios acionados por 2 servos.

Como o Pafúncio foi construído com papelão, já era sabido que com o tempo ele não funcionaria direito, pois o sol, a umidade e os movimentos contínuos acabariam com a rigidez do papelão.

Tempos passaram e a ideia de criar um animatrônico do Pafúncio 2.0 com peças feitas



Figura 1 - A versão de papelão do Pafúncio

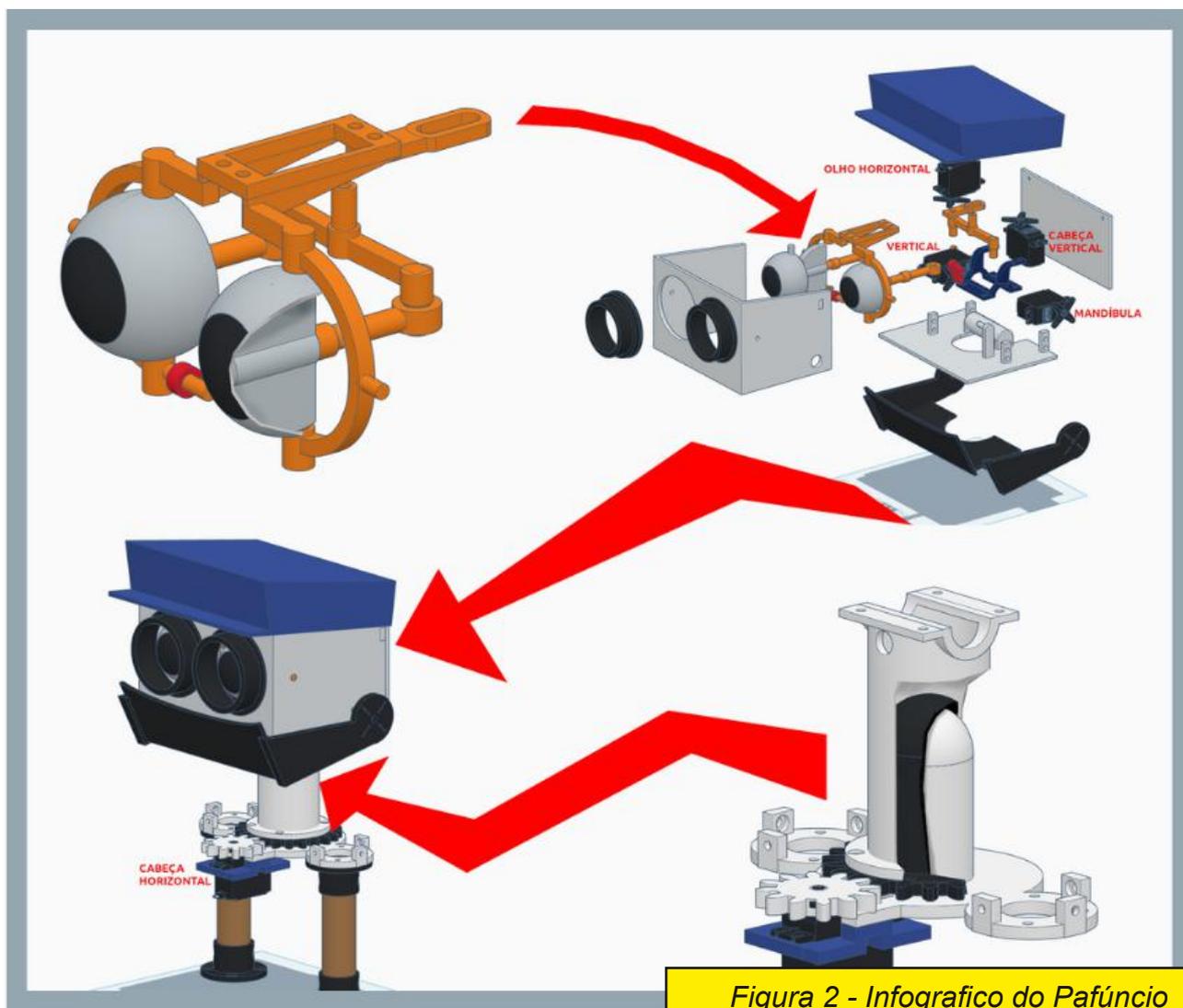


Figura 2 - Infografico do Pafúncio

numa impressora 3D, ficou na gaveta, e este desafio foi o motivo de desengavetar o projeto.

### Projetando no Tinkercad

Com a experiência do Pafúncio de papelão e a experiência adquirida no Tinkercad na edição MontTUDO, comecei a desenhar as peças do Pafúncio. Quando tinha mais ou menos a ideia de que a cabeça funcionaria, comecei a imprimir peça a peça e a montar.

Porém as peças na tela e na vida real tem uma diferença, pois na tela o movimento e a

gravidade são diferentes, então após imprimir uma determinada peça e colocá-la para funcionar, percebi que ajustes eram necessários, o que me fez remodelar algumas peças diversas vezes até ter o formato e posição ideais para o funcionamento. Na figura 2 temos um infográfico das peças do Pafúncio numa visão explodida, e no QR-Code, você poderá baixar o arquivo original no Tinkercad.

Em uma de nossas lives, explico como é o funcionamento dos servos junto aos atuadores, no outro QR-code você irá direto para o vídeo.



SCAN ME!

# MANUAL DE MECATRÔNICA

Reunimos neste livro uma enorme quantidade de informações, fórmulas e tabelas para ajudar àqueles que elaboram projetos, fazem instalações ou reparos em máquinas, circuitos, automatismos e muito mais. O autor apresenta de forma didática as ciências por trás de cada uma das áreas que envolvem a Mecatrônica.

Uma obra onde o autor nos leva passo a passo do conceito à montagem de protótipos simples utilizados no ensino da Mecatrônica.

IMPRESSO  
OU E-BOOK

+INFORMAÇÕES



## Projetando a parte eletrônica

Fiquei na dúvida em qual microcontrolador usar, e como estou fazendo uma série de vídeos utilizando a Raspberry Pi Pico, resolvi utilizar uma placa da Cytron Maker Pi-RP2040 que utiliza a Pi Pico e já possui saídas para os servos.

Conectei todos os servos nas saídas próprias para isto, porém precisei de mais uma saída para o servo do pescoço, então precisei de uma matriz de contato para adicionar uma fonte de 5 V.

Na figura 3 temos o diagrama elétrico que aciona o servo.

## O código-fonte

Para que o Pafúncio tivesse movimentos aleatórios criei uma função para cada servo, uma função para mover o olho na vertical, outro na horizontal, outro para o movimento vertical e outro para o horizontal da cabeça, e também para a mandíbula.

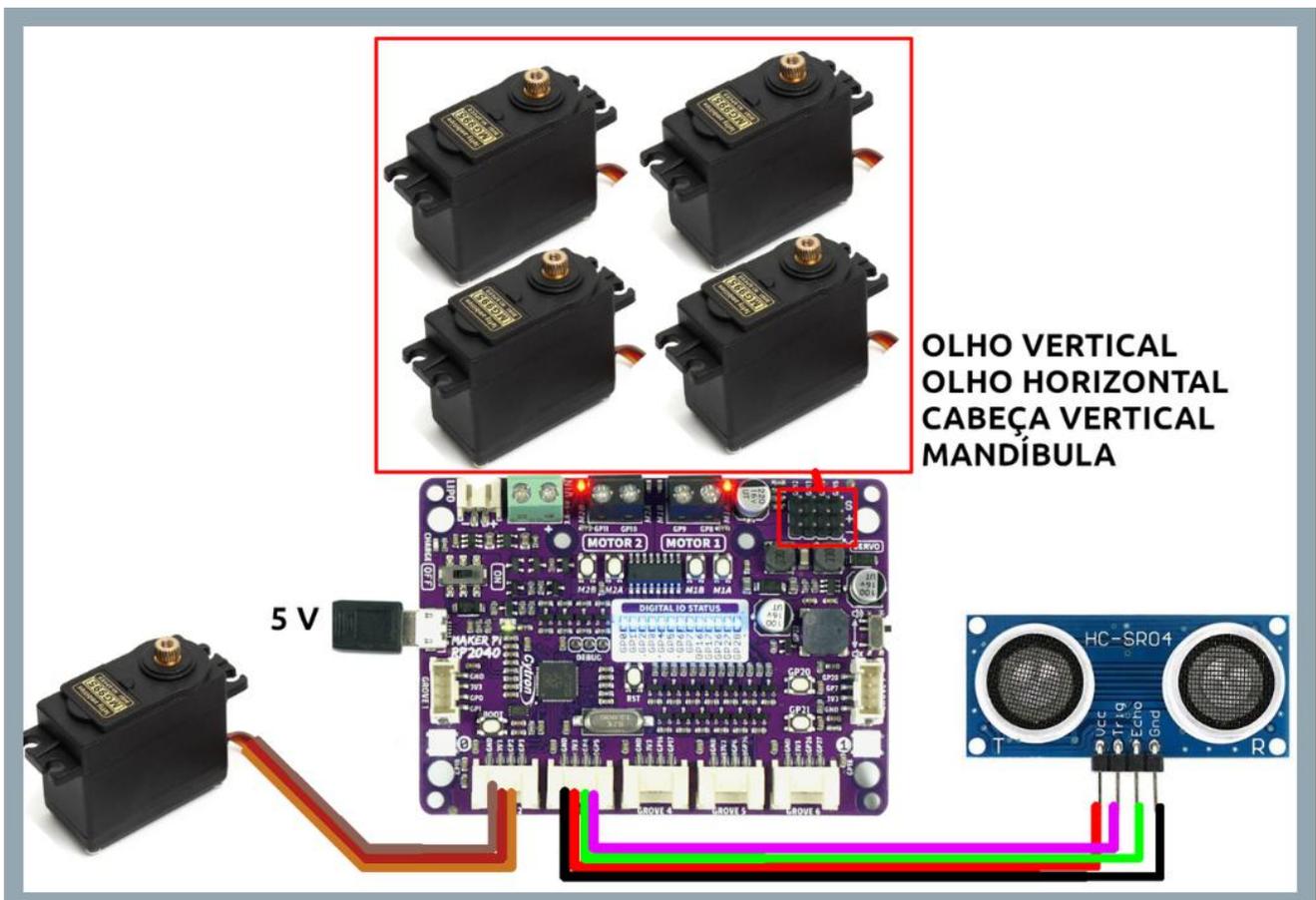
Para chamar cada função de forma aleatória, criei no loop principal do programa uma variável que dependendo do valor, uma função seria chamada, assim não dá pra saber qual é o próximo movimento do Pafúncio.

Cada servo tem uma função diferente e um ângulo de ataque diferente também, por isso é bom aferir cada movimento do servo antes de finalizar o projeto.



SCAN ME!

Figura 3 - Circuito do Pafúncio



```

1  from machine import Pin, PWM
2  import time
3  import random
4  from utime import sleep_us as delayMicroseconds
5  from machine import time_pulse_us as pulseIn
6
7  olho_v_max = 5500
8  olho_v_min = 1800
9  olho_h_max = 4600
10 olho_h_min = 1200
11 nuca_max = 4800
12 nuca_min = 1200
13 boca_min = 2300
14 boca_max = 2800
15 pescoco_min = 3800
16 pescoco_max = 6800
17 estado = 0
18
19 olho_v = PWM(Pin(12))
20 olho_v.freq(50)
21 olho_h = PWM(Pin(13))
22 olho_h.freq(50)
23 nuca = PWM(Pin(14))
24 nuca.freq(50)
25 boca = PWM(Pin(15))
26 boca.freq(50)
27 pescoco = PWM(Pin(2))
28 pescoco.freq(50)
29 ultra_trig = Pin(5, Pin.OUT)
30 ultra_echo = Pin(4, Pin.IN)
31
32 def ultrassom():
33     ultra_trig.value(0)
34     delayMicroseconds(5)
35     ultra_trig.value(1)
36     delayMicroseconds(10)
37     ultra_trig.value(0)
38     duracao = pulseIn(ultra_echo, 1, 20000)
39     tempo = duracao / 1000000
40     distancia = (tempo * 34000) / 2
41     return round(distancia, 1)
42
43 def porcentagem(pos,maximo,minimo):
44     mover = (((maximo - minimo) * pos) / 100) + minimo
45     return int(mover)
46
47 def falar():
48     for x in range(6):
49         boca.duty_u16(porcentagem(80,boca_max,boca_min))
50         time.sleep_ms(200)
51         boca.duty_u16(porcentagem(30,boca_max,boca_min))
52         time.sleep_ms(200)
53         boca.duty_u16(porcentagem(90,boca_max,boca_min))
54         time.sleep_ms(200)
55         boca.duty_u16(porcentagem(0,boca_max,boca_min))
56
57 while True:
58     estado = random.randint(1, 9)
59     time.sleep_ms(1000)
60     if estado == 1:
61         nuca.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),nuca_max,nuca_min))
62         print(f"estado = {estado}")
63     elif estado == 2:
64         falar()
65         print(f"estado = {estado}")
66     elif estado == 3:
67         nuca.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),nuca_max,nuca_min))
68         olho_v.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),olho_v_max,olho_v_min))
69         olho_h.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),olho_h_max,olho_h_min))
70         print(f"estado = {estado}")
71     elif estado == 4:
72         pescoco.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),pescoco_max,pescoco_min))
73         olho_v.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),olho_v_max,olho_v_min))
74         olho_h.duty_u16(porcentagem(random.randint(1, 99),olho_h_max,olho_h_min))
75         print(f"estado = {estado}")
76     else:
77         dist = ultrassom()
78         if dist < 20:
79             falar()
80             print(f"sensor ativado - {dist}")
81

```



Para acionar a mandíbula sem depender de um número aleatório, coloquei no Pafúncio um sensor ultrassônico, que ao ser acionado, ele chama a função de acionamento da mandíbula.

O código-fonte foi feito em micropython e encontra-se ao lado.

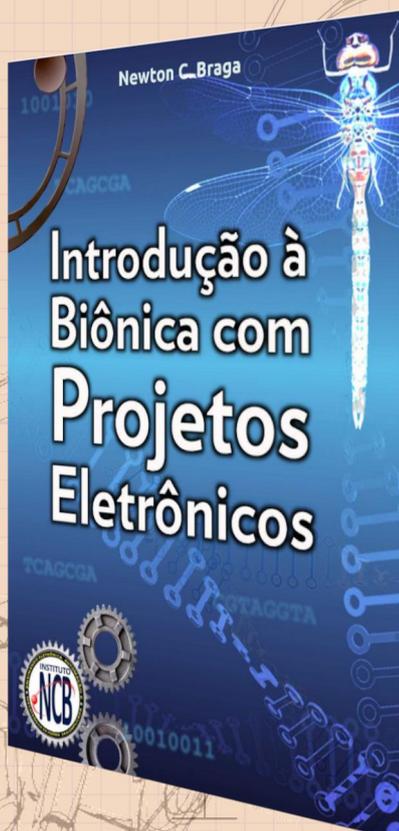
### Conclusão

Montar o Pafúncio foi uma aula interessante , um quebra-cabeça divertido. Se você deseja montar, links estão nos QR-codes. Uma coisa que acho importante mencionar é que nem todos os servos tem a medida correta, por isso alguns ajustes deverão ser feitos , algumas peças podem precisar de cola e você poderá personalizar o seu Pafúncio, tanto no desenho como na pintura ou escolha da cor do filamento.

Caso venha montar o seu, compartilhe nas redes com a #mecatronica jovem, ou nos envie pelo nosso grupo no Discord.

<https://discord.gg/sHmBawH6dT>

@RENATOPAIOTTI



## Introdução à Biônica com Projetos Eletrônicos

Esta obra é uma introdução ao estudo da biônica (biologia + Engenharia Mecânica e Eletrônica) utilizando projetos eletrônicos práticos. Com a finalidade de ajudar um pouco os que desejam entrar de uma forma mais intensa neste maravilhoso campo das aplicações tecnológicas linkadas aos seres vivos este livro trás uma coletânea de artigos e textos importantes, selecionados numa ordem lógica, com o único objetivo de introduzir esta ciência aos estudantes e professores que desejam preparar um curso e profissionais, como também os makers que pretendem criar um produto de uma tecnologia totalmente nova quer seja para uma aplicação agropecuária, para colocar em pets, ou mesmo para usar num vestível ou num objeto de uso humano ou animal conectado à Internet.

e-Books ou Impresso  
Clique ou Fotografe o QR-Code



# Aula 002 - A breve história da robótica



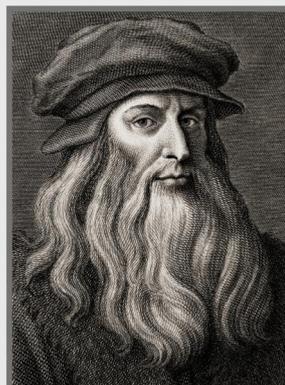
Prof. Eng. Vander da Silva Gonçalves



A robótica é uma área fascinante que une engenharia, eletrônica, computação e imaginação. Sua história remonta a séculos antes da era moderna, atravessando mitologias, invenções mecânicas, e mais recentemente, avanços tecnológicos que transformam nosso cotidiano.

O conceito de máquinas com comportamento humano remonta à antiguidade. Civilizações como a grega e a chinesa já idealizavam autômatos. O matemático grego Heron de Alexandria (século I DC.) descreveu dispositivos movidos por vapor e sistemas de engrenagens para abrir portas ou acionar teatros mecânicos. Na China, registros indicam a construção de bonecos articulados movidos por mecanismos de corda e pressão d'água.

Durante a Idade Média, estudiosos islâmicos, desenvolveram autômatos hidráulicos e dispositivos com temporizadores mecânicos, como relógios e fontes animadas. No Renascimento, o gênio Leonardo da Vinci **figura 01**, projetou um



"cavaleiro mecânico" por volta de 1495, que podia mover braços, pescoço e mandíbula.

Figura 01 - Leonardo da Vinci (1452 - 1519).

Com o advento da Revolução Industrial, no século XVIII, surgiram as primeiras máquinas programáveis.

O francês Jacquard, por exemplo, criou um tear que utilizava cartões perfurados, uma inovação precursora da programação moderna. Já no século XIX, Charles Babbage e Ada Lovelace idealizaram a Máquina Analítica, que influenciou o desenvolvimento dos computadores e, por consequência, da robótica moderna.

### **Século XX: Robôs Ganhando Forma**

O termo "robô" foi popularizado em 1920 pela peça de teatro "R.U.R. – Rossum's Universal Robots", do tcheco Karel Čapek. A palavra deriva do tcheco robota, que significa "trabalho forçado".

Na década de 1950, surgiram os primeiros robôs industriais, como o Unimate, utilizado na linha de produção da General Motors em 1961. Ao mesmo tempo, pesquisadores como Isaac Asimov influenciaram o imaginário popular e ético da robótica com suas "Três Leis da Robótica".

### **Robótica Moderna**

Com o avanço da computação, sensores e sistemas embarcados, a robótica expandiu-se para áreas como saúde, educação, agricultura, segurança e até o espaço. Robôs cirúrgicos, como o Da Vinci, realizam procedimentos com alta precisão.

Exploradores espaciais, como os rovers da NASA (Spirit, Opportunity, Curiosity e Perseverance), revelam paisagens de Marte.



**SCAN ME!**



**SCAN ME!**

*Três Leis da Robótica.*

### **Papo reto**

Na educação, kits Educacionais desenvolvidos pelo Instituto Vander LAB, o Arduino e plataformas como ESP32, permitem a iniciação de crianças e jovens no mundo da robótica, tornando o ensino mais dinâmico e interdisciplinar.

Hoje, a robótica caminha lado a lado com a inteligência artificial, possibilitando robôs autônomos, colaborativos (cobots) e drones inteligentes. Espera-se que, nas próximas décadas, os robôs estejam ainda mais presentes nas casas, cidades e indústrias, promovendo acessibilidade, sustentabilidade e qualidade de vida.

### **Desafios e sugestões**

#### **1 - Linha do Tempo**

Desafio: Criar uma linha do tempo interativa com os marcos da história da robótica.

Como aplicar:

- Divida a turma em grupos e atribua épocas (ex: Antiguidade, Idade Média, Revolução Industrial, Século XX, Robótica Moderna).
- Cada grupo pesquisa os eventos marcantes, como autômatos gregos, Leonardo da

Vinci, os primeiros robôs industriais, inteligência artificial, etc.

- Os alunos podem usar cartolina, slides ou uma ferramenta digital (como Canva, Genially, PowerPoint interativo).

#### **2 - Quiz Interativo - “Quem Sabe Mais Sobre a História da Robótica?”**

Desafio: Participar de um quiz estilo show de perguntas.

Como aplicar:

- Monte perguntas com alternativas ou verdadeiro/falso usando Kahoot, Mentimeter, ou mesmo papel.
  - Exemplo de perguntas:
    - o Quem criou o primeiro robô industrial?
    - o Em que ano foi inventado o termo “robô”?
    - o O que eram os autômatos da Grécia Antiga?

#### **3. Reconstruindo um Robô Histórico**

Desafio: Criar uma maquete ou protótipo inspirado em um robô histórico.

Como aplicar:

- Exemplo: recriar o Cavaleiro Robô de Leonardo da Vinci com papelão ou peças Vander LAB.

- Os grupos apresentam a função do robô original e a lógica da construção.

#### **4. Debate - Robôs São Amigos ou Ameaças?**

Desafio: Promover um debate sobre o impacto histórico e futuro da robótica na sociedade.

Como aplicar:

- Divida a turma em dois times: Time Prós e Time Contras.
- Cada grupo deve usar argumentos com base em fatos históricos e projeções futuras.
- Incentive o uso de referências como Isaac Asimov, ficção científica e aplicações reais.

#### **5. Criação de HQ ou Curta Animado**

Desafio: Criar uma história em quadrinhos ou um curta animado sobre um marco da robótica.

Como aplicar:

- Tema livre dentro da história da robótica.
- Pode usar ferramentas como Pixton (HQ) ou Powtoon/Canva para animação.

Trabalha artes, tecnologia e história ao mesmo tempo.

#### **Referências**

ARDUINO, Site Arduino.cc. Disponível em Arduino - Home Acesso em 1 de agosto de 2024.

LIMA, Charles Borges. VILLAÇA, MARCO V. M. AVR e Arduino Técnicas de Projetos. 2.ed. Florianópolis: Edição dos Autores, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: Acesso em: 08 out. 2021.

CANAL FUTURA. As inovações educacionais pelo mundo! YouTube. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=ITnosmfvUGo](http://www.youtube.com/watch?v=ITnosmfvUGo). Acesso em: 10 out. 2021.

CÉSAR, Danilo Rodrigues; BONILLA, Maria Helena Silveira. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito - Minas Gerais - Brasil. In: Anais do XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - 30 jun. - 06 jul. 2007. RJ: Rio de Janeiro. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/wie/%20article/view-File/953/939>. Acesso em: 11 set. 2021.

VANDER. Instituto Vander LAB. Disponível em [www.institutovanderlab.com](http://www.institutovanderlab.com) Acesso em 14 de agosto de 2025.



# A luz no desenvolvimento das plantas



Colégio Bonaparte de Paranavaí - Pr.  
Prof. Eng. Vander da Silva Gonçalves



Isadora Azevedo

A luz é um dos fatores mais importantes no desenvolvimento das plantas, pois é a fonte primária de energia para a fotossíntese. No entanto, não é qualquer tipo de luz que exerce o mesmo efeito. A radiação luminosa é composta por diferentes faixas de frequência (ou comprimentos de onda), que percebemos como cores, e cada uma delas pode influenciar de maneira distinta o crescimento e a morfologia vegetal.

No Colégio Bonaparte de Paranavaí, os alunos do 6.º ano A e B, realizaram um experimento utilizando sementes de rúcula para investigar como diferentes cores de luz influenciam o desenvolvimento inicial das plantas. Esse trabalho possibilitou compreender, na prática, a relação entre o espectro luminoso e a fotossíntese.

## Faixas de frequência e seus efeitos principais

- Luz azul (400–500 nm):  
Estimula o crescimento das folhas, promove maior compactação da planta e favorece a produção de clorofila. É fundamental no início do desenvolvimento, garantindo mudas mais fortes e resistentes.
- Luz vermelha (600–700 nm):



[www.institutovanderlab.com](http://www.institutovanderlab.com)

Um jeito diferente **de fazer** robótica!

Essencial para a fotossíntese, atua no processo de alongamento dos caules e no estímulo da germinação e floração. Quando combinada com a luz azul, proporciona um crescimento equilibrado e saudável.

- Luz verde (500–570 nm):

Apesar de ser menos absorvida, parte dela penetra mais profundamente nos tecidos vegetais, ajudando em processos internos. Muitas vezes, seu efeito é complementar, já que as plantas refletem grande parte dessa cor (o que explica sua aparência esverdeada).

- Luz branca (espectro completo):

Simula a luz solar e contém todas as cores do espectro, permitindo um desenvolvimento equilibrado. É a forma mais natural de iluminação para experimentos de comparação.

### **Resultados esperados nas sementes de rúcula**

Durante os primeiros dias de germinação, a luz azul tende a produzir plântulas mais baixas e robustas, com folhas mais evidentes, enquanto a luz vermelha estimula um maior alongamento do caule. A ausência de luz ou a utilização de cores inadequadas pode causar crescimento desordenado, plantas fracas ou até inviabilizar o desenvolvimento.

Esse tipo de experimento realizado no Colégio Bonaparte de Paranaíba ajuda a compreender, na prática, como a ciência da fotobiologia pode ser aplicada até mesmo em cultivos controlados, como estufas e agricultura indoor. O estudo com as sementes de rúcula demonstra de forma clara que a escolha da iluminação artificial não é apenas um detalhe, mas um fator determinante para a saúde e

produtividade das plantas.

Assim, ao observar as imagens registradas pelos alunos, é possível identificar diferenças no porte, na coloração e na velocidade de crescimento das



*João Guilherme Franchinconi de Souza - Rodolfo Heidmann - Larissa de Araújo Bernardi  
Manuela de Oliveira da Silva - Luana Maria Vieira - Júlia Regina Souto Moreira - Lucas Emanuel  
Lima de Oliveira - Enzo Nequinho - Miguel Henrique Giroldo Moreira*



Marcos Antônio Santos

mudas conforme a cor da luz utilizada. Essa experiência não só reforça o aprendizado sobre o espectro eletromagnético, como também mostra sua aplicação direta no cotidiano, unindo física, biologia e tecnologia em um mesmo projeto.



Matheus Guimarães Arrabaça - Maria Valentina Mazzotti - Ana Livia dos Santos Floriani - Lara Silveira Demétrio - Lorena Dias Martins - Manoela Marques Martiniano - Mariah Ferracioli Zavan - Lavínia Vieira dos Santos - Sophia Marie Gonzales Pavie



Rúculas

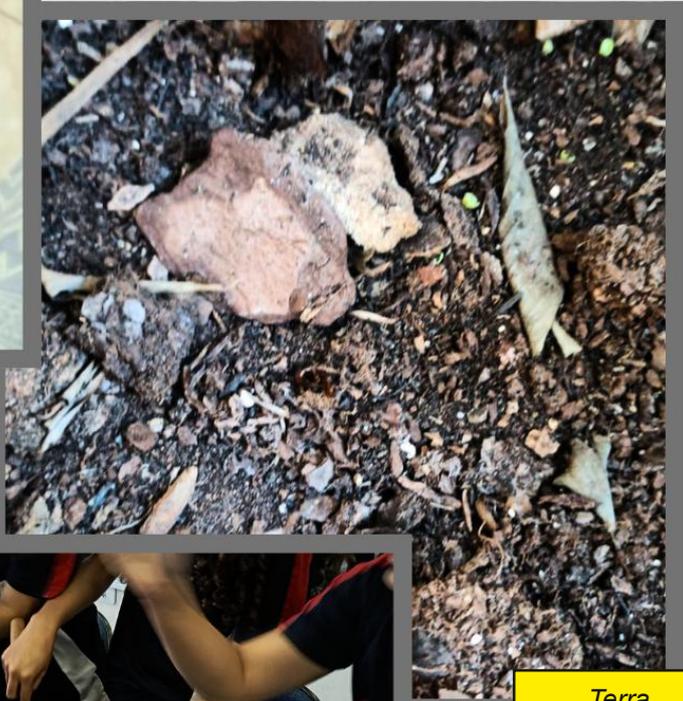


O projeto





Semente de Rúcula



Terra



Plantando



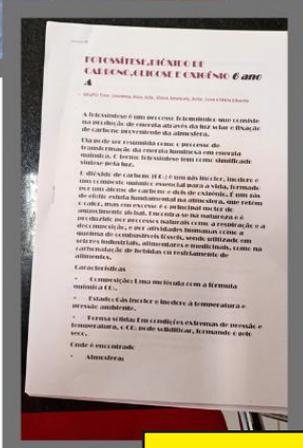
...mais trabalho!



...bora la!!



Alunos



Pesquisa



Pesquisa



FACULDADE

**SENAI**



# TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA FACULDADE DA INDÚSTRIA

CONHEÇA NOSSOS CURSOS E INSCREVA-SE!

[faculdades.sp.senai.br](http://faculdades.sp.senai.br)

# Amplificador Valvulado em Forma de Bolo



Luis Carlos Burgos



Eu já tive a oportunidade de montar vários amplificadores de áudio com transistores ou circuito integrado (CI) durante minha carreira como técnico reparador de equipamentos eletrônicos, mas tinha vontade de fazer um modelo valvulado que reunisse antigas e novas tecnologias no mesmo aparelho. E assim aproveitei os projetos de gaveta da MJ para colocar em prática.

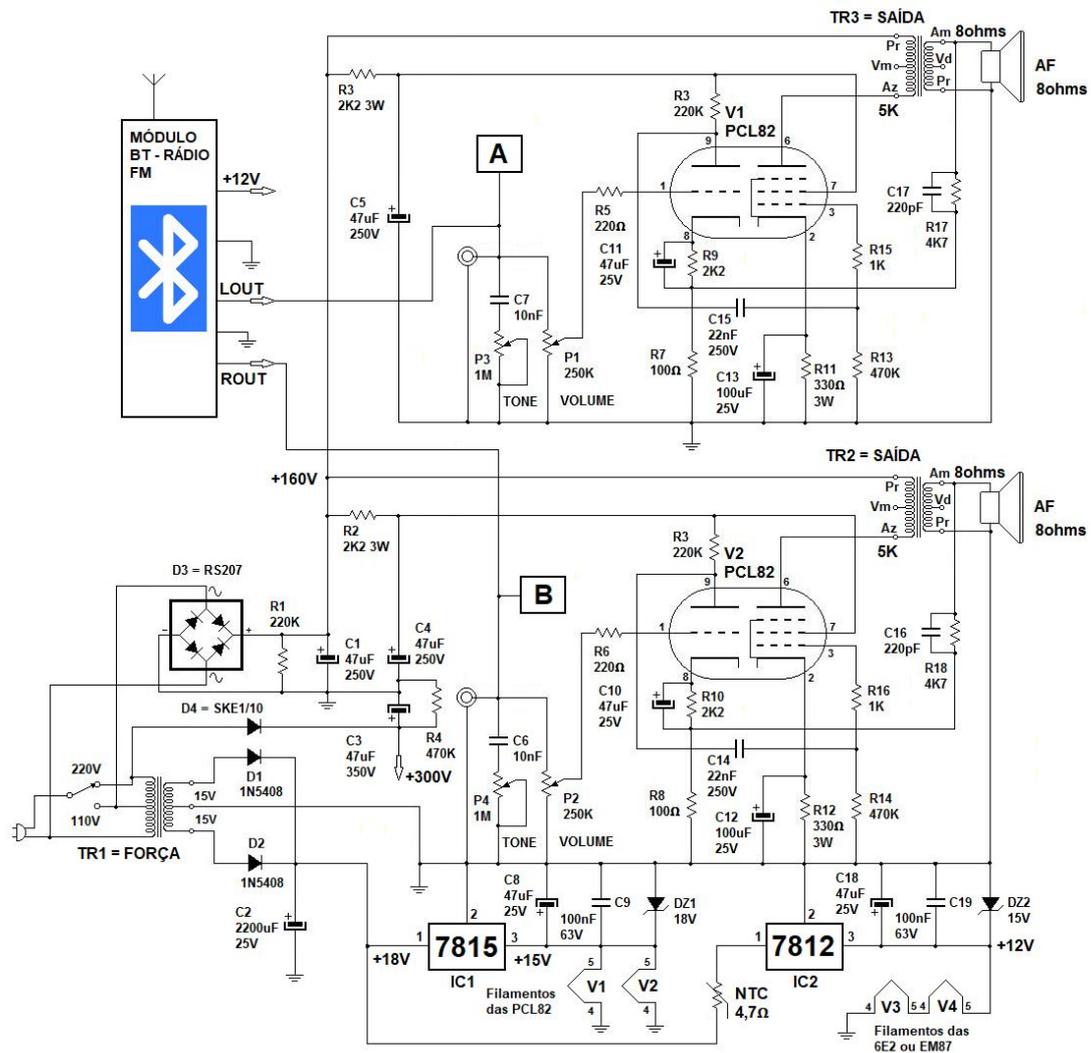
Comecei com um transformador de força 110/220 V 15+15 V 2 A e depois ganhei duas válvulas PCL82 com as quais comecei o projeto de um amplificador estéreo classe A para 5 a 10 W de potência de som limpo e completo que só os valvulados podem oferecer. A seguir consegui os dois transformadores de saída com 2,5 K e 5 K no primário, 4 e 8  $\Omega$  no secundário. Então consegui uma forma de bolo média com 17 x 28 cm retangular para a construção deste aparelho. A

furação foi feita através de uma broca escalonada, os componentes (com exceção dos soquetes das válvulas) foram cedidos gentilmente pela Mamute Eletrônica e para enfeitar o equipamento com um VU bem bonito e chamativo importei duas válvulas 6E2 (EM87) no Aliexpress que vieram junto com o kit de controle para elas a ser montado em placa de circuito impresso. Veja na **figura 1** o chassi já furado com os transformadores e soquetes das válvulas montados.

Na **figura 2** temos as válvulas usadas no projeto: duas PCL82 e duas 6E2 e o esquema completo.



**Figura 1**



**Figura 2**

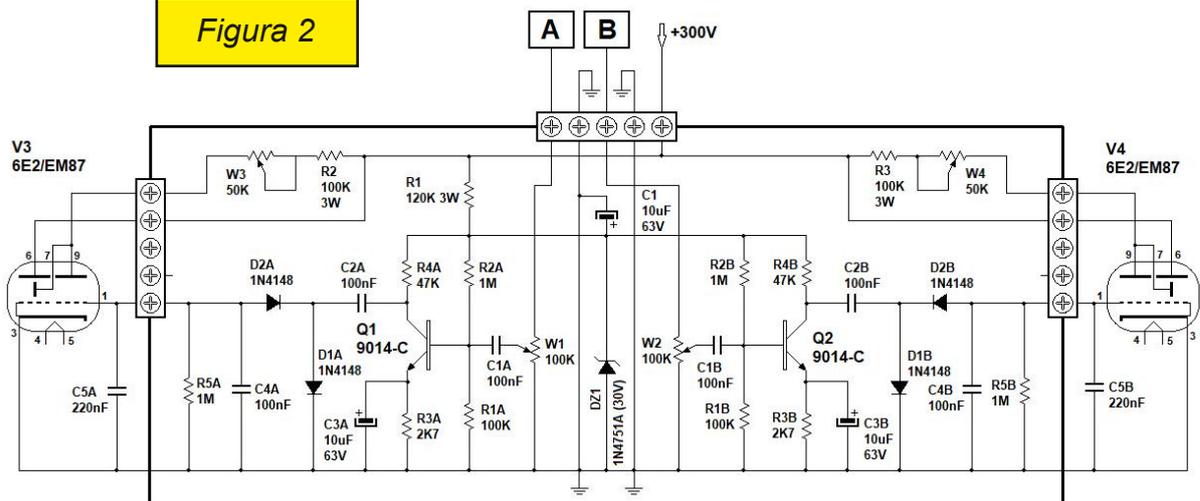




Figura 3

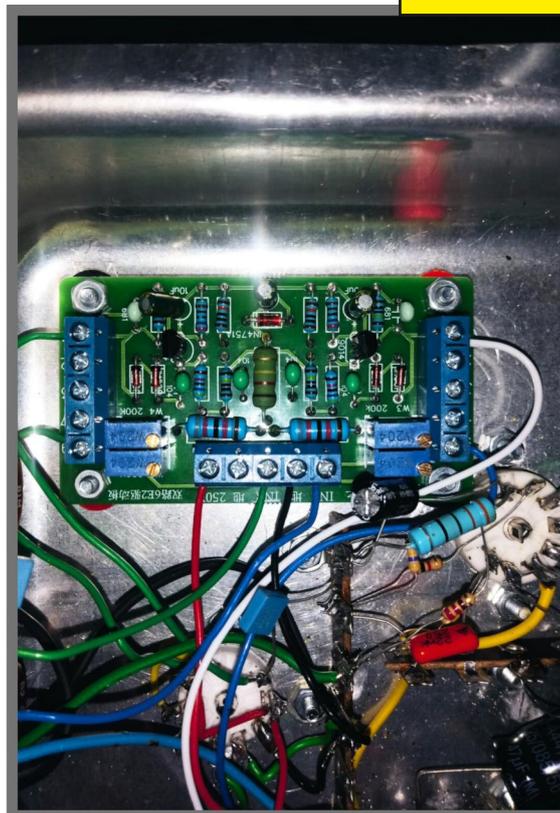
São dois amplificadores iguais usando a PCL82, a seção triodo como pré-amplificador e o pentodo como amplificador de potência para o alto falante. As placas das válvulas estão ligadas aos falantes por meio do transformador de saída. O circuito ligado nas válvulas olho mágico V3 e V4 foram adquiridos junto com estas válvulas. Os potenciômetros W3 e W4 ajustam a abertura da área iluminada quando não tem áudio e W1/W2 ajustam a sensibilidade do movimento da área iluminada pelos sinais de áudio. A lista de materiais está no final deste artigo. Os resistores com potência nominal não indicadas no esquema são de  $\frac{1}{4}$  W. O módulo de bluetooth pode ser qualquer um e ele dá uma aparência moderna ao equipamento.

Veja as ligações na parte inferior do chassi na **figura 3**.

Observe muitas ligações usando ponte de terminais como era muito comum nos aparelhos valvulados, porém com placas de circuito impresso dando um ar de modernidade numa tecnologia antiga.

Veja na **figura 4** a placa de controle das válvulas olho mágico.

Figura 4



E temos também a placa do módulo de bluetooth cujos terminais AUDIO OUT devem ser ligados nos potenciômetros de volume (figura 5). Na figura 6 temos o aparelho montado e pronto para o funcionamento e na figura 7 as válvulas acesas mostrando o amplificador em funcionamento.

Na **figura 8** podemos ver as saídas dos conectores do tipo “banana” para a ligação dos alto falantes ou caixas de som. O ideal é usar caixas de som acima de 10 W.

Os conectores pretos são terra (GND), os dois mais próximos aos terras são para 4  $\Omega$  e os mais distantes são para falantes de 8  $\Omega$ .

### Lista de componentes e acessórios (BOM)

1 Forma de bolo com 28 x 17 cm;  
1 Furadeira com broca escalonada para a furação;

1 Ponte de terminais;

4 Soquetes de válvulas para 9 pinos de porcelana;

8 Metros de fio cabinho de 0,5 mm (2 metros de cada cor ou todos da mesma cor)

30 Parafusos com porca pequenos 1/8” x 3/4” (pode sobrar não tem problema);

2 Parafusos com porca maiores para o transformador de saída;

1 Cabo de força;

1 Módulo Bluetooth;

1 Transformador 110/220 V primário e 15 + 15 V por 2 ou 3 A secundário;

Transformadores de saída 2,5 K/5 K primário por 4/8 ohms secundário;

1 Porta fusível de rosca para fusível pequeno;

1 Chave liga/desliga com led embutido;

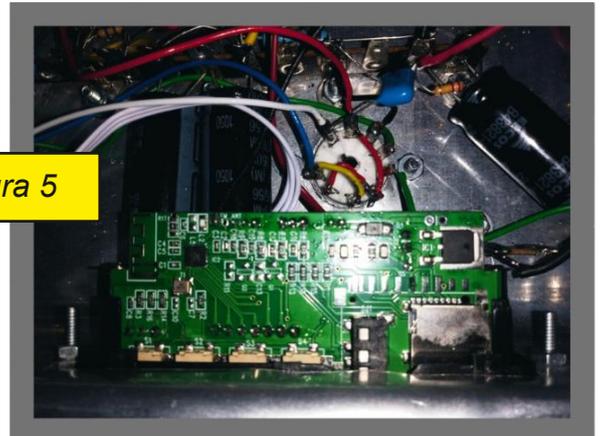


Figura 5



Figura 6



Figura 7

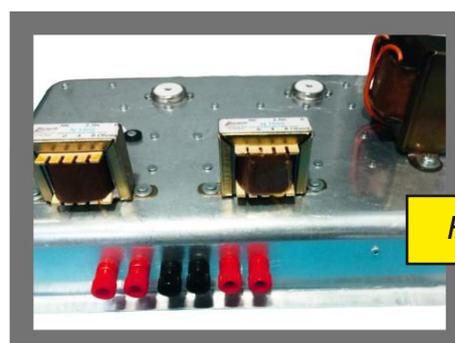


Figura 8

6 Conectores “banana”, 2 pretos e 4 vermelhos;

2 Alto falantes ou duas caixas acima de 15 W;

2 Válvulas PCL82;

2 Válvulas 6E2 ou EM87 para os VU;

2 Potenciômetros de 250 K log ou lin com knobs;

2 Potenciômetros de 1 M lin com knobs;

1 Ponte retificadora RS207 ou similar;

2 Diodos 1N5408;

1 Diodo SKE1/10 ou similar;

2 Diodos Zener de 15 V x 0,5 W;

2 Diodos Zener de 18 V x 0,5 W;

1 CI 7815;

1 CI 7812;

1 Resistor de 220 K x ¼ W;

3 Resistores de 470 K x ¼ W;

2 Resistores de 220 K x ¼ W;

2 Resistores de 220 Ω x ¼ W;

2 Resistores de 100 Ω x ¼ W;

2 Resistores de 2K2 x ¼ W;

2 Resistores de 1 K x ¼ W;

2 Resistores de 4K7 x ¼ W;

2 Resistores de 330 Ω x 3 W;

2 Resistores de 2K2 x 3 W;

1 NTC de 4,7 Ω;

4 Capacitores eletrolíticos de 47 µF x 25 V;

2 Capacitores eletrolíticos de 100 µF x 25 V;

1 Capacitor eletrolítico de 2200 µF x 25 V;

3 Capacitores eletrolíticos de 47 µF x 250 V;

1 Capacitor eletrolítico de 47 µF x 350 V;

2 Capacitores cerâmicos de 220 pF;

2 Capacitores de poliéster de 10 nF x 63 V;

2 Capacitores de poliéster de 100 nF x 63 V;

2 Capacitores de poliéster de 22 nF x 250 V;

Para o módulo de controle das válvulas olho mágico (veio junto com as válvulas):

2 Transistores 9014C ou BC338C;

4 Diodos 1N4148;

1 Diodo Zener de 30 V;

2 Trimpots de 50 K;

2 Trimpots de 100 K;

1 Resistor de 120 K x 3 W;

2 Resistores de 100 K x 3 W;

4 Resistores de 1 M x ¼ W;

2 Resistores de 2K7 x ¼ W;

2 Resistores de 47 K x ¼ W;

2 Resistores de 100 K x ¼ W;

3 Capacitores eletrolíticos de 10 µF x 63 V;

6 Capacitores de poliéster de 100 nF x 63 V;

2 Capacitores de poliéster de 220 nF x 63 V;

3 Bornes de 5 pinos cada.

A seguir QR de nossa loja Burgoseletronica para aquisição de cursos e materiais didáticos para eletrônica:  
QR-Burgos

A Burgoseletronica Ltda vende cursos e livros técnicos neste endereço:

<http://burgoseletronica.com.br>

Canal no YouTube:

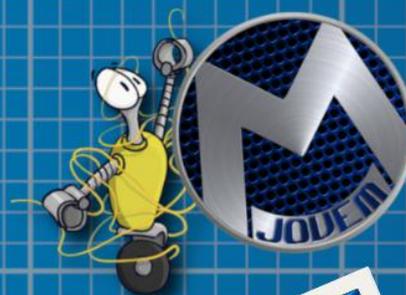
[www.youtube.com/c/Burgoseletronica05](http://www.youtube.com/c/Burgoseletronica05)



SCAN ME!



# 4 ENCONTRO MECATRÔNICA JOVEM

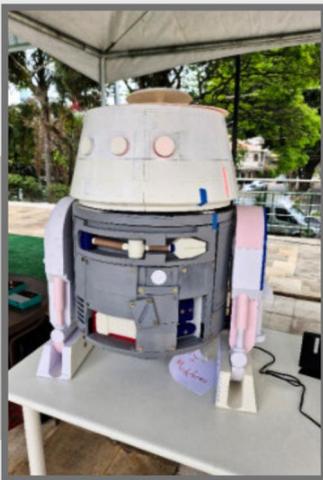


SENAI Anchieta - R.Gandavo,550 - Vila Mariana

# C1-10P Chopper



Daniel Júnior



Quem nunca quis ter um robô para chamar de seu ? Bem, eu sou um deles, e com uma impressora 3D, e muita paciência, iniciei minha jornada para conseguir o meu.

Exagerei no tamanho, mas agora vamos que vamos, aproveitei a deixa do Projetos na Gaveta, e comecei a brincadeira, inicialmente foi definir qual robô montar, por sorte ganhei um acesso ao site do Mr. Baddeley, <https://www.patreon.com/mrbaddeley>, acabei encontrando o projeto do CHOPPER, e resolvi iniciar.

Acabei usando uma impressora 3D, Tevo Tarantula Pró, mesma linha de trabalho de impressoras como Ender 3, da Creality, usando filamentos PLA.

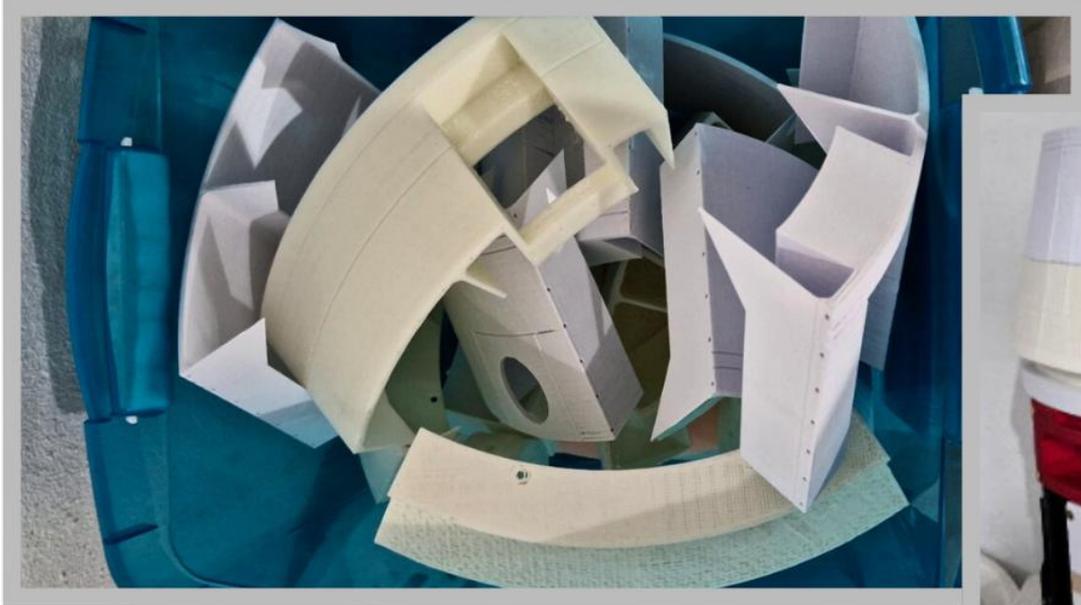
Imprimia 2 peças por dia, quando não dava algum problema, no começo só vi um monte de peças numa caixa,

nada que se parecesse com um robô propriamente dito, mas segui em frente.

Seguindo a sequência de impressão e montagem sugerida pelo site, fui seguindo as imagens de referência e documentação disponível para as montagens.

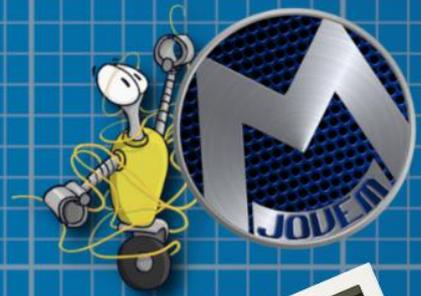
O projeto pode ser acompanhado pelos canais do youtube e instagram, @jrshark3d.

O projeto ainda está em andamento, quando finalizar farei um artigo mais completo, segue algumas imagens da montagem.



@BURGOSELETRONICA 

# 4 ENCONTRO MECATRÔNICA JOVEM



SENAI Anchieta - R.Gandavo,550 - Vila Mariana

# Instalação de LEDs na Gaveta: Passo a Passo



*Fernando Luiz dos Santos*



## **Passo 1: Planejamento**

**Defina a localização:** Determine onde você deseja instalar os LEDs na gaveta.

**Escolha o tipo de LED:** Selecione o tipo de LED que você deseja usar (por exemplo, LED strip, LED individual).

**Verifique a compatibilidade:** Certifique-se de que os LEDs sejam compatíveis com a fonte de alimentação e o material da gaveta.

## **Passo 2: Preparação**

**Corte os LEDs:** Corte os LEDs para o comprimento desejado (se necessário).

**Prepare a superfície:** Limpe e prepare a superfície onde os LEDs serão instalados.

**Verifique a polaridade:** Verifique a polaridade dos LEDs para garantir que sejam conectados corretamente.

## **Passo 3: Instalação**

**Aplique o adesivo:** Aplique o adesivo nos LEDs (se necessário) e fixe-os na gaveta.

**Conecte os LEDs:** Conecte os LEDs à fonte de alimentação e verifique se estão funcionando corretamente.

Verifique a iluminação: Verifique se a iluminação está uniforme e não há áreas escuras.

#### **Passo 4: Conexão à Fonte de Alimentação\***

Conecte a fonte de alimentação\*: Conecte a fonte de alimentação aos LEDs.

Verifique a tensão: Verifique se a tensão da fonte de alimentação é compatível com os LEDs.

Teste a iluminação: Teste a iluminação para garantir que esteja funcionando corretamente.

#### **Passo 5: Finalização**

Verifique a instalação: Verifique se a instalação está segura e não há riscos de choque elétrico ou incêndio.

Ajuste a iluminação: Ajuste a iluminação para atender às suas necessidades.

Teste novamente: Teste novamente a iluminação para garantir que esteja funcionando corretamente.

Segue abaixo a configuração para acender o Led na gaveta:

Eis um exemplo de código em Arduino para criar efeitos de LED ao abrir a gaveta:



*Fernando Luiz dos Santos*

*Prof. Fernando Da Informática*

*Pós graduado em Governança da*

*Tecnologia em Informação.*

*Bacharel em Administração de Empresas.*

*Professor de Tecnologia*

*Podcaster*

*Colunista Digital*

*Instagram: @professorfernandodainformatica*

*Linkdeen : Fernando Luiz dos Santos*

*Watsapp : 55 11 972734390*

```

1  const int ledPin = 2; // Pino do LED
2  const int sensorPin = 3; // Pino do sensor de abertura da gaveta
3
4  void setup() {
5  pinMode(ledPin, OUTPUT);
6  pinMode(sensorPin, INPUT);
7  }
8
9  void loop() {
10 int sensorState = digitalRead(sensorPin);
11 if (sensorState == HIGH) { // Gaveta aberta
12 efeitoAbrirGaveta();
13 } else {
14 digitalWrite(ledPin, LOW); // Apaga o LED
15 }}
16
17 void efeitoAbrirGaveta() {
18 // Efeito de fade in
19 for (int i = 0; i < 255; i++) {
20 analogWrite(ledPin, i);
21 delay(10);
22 }
23
24 // Efeito de piscar
25 for (int i = 0; i < 5; i++) {
26 digitalWrite(ledPin, HIGH);
27 delay(100);
28 digitalWrite(ledPin, LOW);
29 delay(100);
30 }
31
32 // Efeito de fade out
33 for (int i = 255; i >= 0; i--) {
34 analogWrite(ledPin, i);
35 delay(10);
36 }}

```



Esse código utiliza um sensor para detectar quando a gaveta é aberta e cria um efeito de LED que inclui:

1. Fade in: o LED aumenta gradualmente de intensidade
2. Piscar: o LED pisca algumas vezes
3. Fade out: o LED diminui gradualmente de intensidade

Você pode adaptar o código para criar efeitos diferentes ou adicionar mais LEDs. Se precisar de ajuda, é só perguntar!

### Conclusão

A instalação de LEDs na gaveta pode ser um projeto simples e gratificante. Com esses passos, você pode criar uma iluminação personalizada e funcional para a sua gaveta. Lembre-se de seguir as instruções de segurança e tomar as precauções necessárias ao trabalhar com eletricidade.



# Inicie sua busca aqui

**Mouser**



A mais ampla seleção de  
semicondutores e componentes  
eletrônicos - Prontos para envio™



**MOUSER  
ELECTRONICS**

# O Som Chocante



*Cícero Júnior*



Olá, pessoal da Mecatrônica Jovem. Escolhi desenvolver este projeto de bobina de Tesla pela combinação única entre eletrônica, alta tensão e música. Além de gerar pequenos arcos elétricos visíveis, o circuito também produz um impressionante efeito sonoro, funcionando como um alto-

falante de plasma. A ideia de transformar descargas elétricas em música me chamou atenção e tornou o experimento ainda mais interessante. Outro motivo para a escolha foi a relativa simplicidade na montagem, utilizando componentes acessíveis e um circuito de fácil reprodução, ideal para fins didáticos.

Funcionamento Eletrônico do Circuito da Bobina de Tesla com IRF540, TIP41 e Entrada de Áudio

Este projeto é uma mini bobina de Tesla controlada por um circuito que mistura transistores (MOSFET IRF540 e BJT TIP41) e entrada de som. Além de gerar pequenas descargas de alta tensão, ele também consegue emitir som, utilizando a própria descarga como uma forma de alto-falante de plasma.

## Resumo do Circuito Montado

1. Entrada de áudio (como de um Arduino ou outra fonte) passa por um capacitor eletrolítico de  $1\mu\text{F}$  antes de chegar ao gate do MOSFET IRF540. Esse capacitor serve como acoplamento AC, permitindo apenas o sinal de áudio (variação) passar, bloqueando o componente DC (corrente contínua).

2. No gate do IRF540, há duas resistências:

- Uma de 2 k $\Omega$  vai do gate até os 15 VCC, e também se liga ao drain do IRF540. Essa ligação ajuda a auto alimentar o gate com parte do sinal de saída (realimentação positiva), permitindo que o circuito entre em oscilação.

- Uma de 10 k $\Omega$  liga o gate ao source, funcionando como um pull-down, ajudando a estabilizar o gate e descarregar a capacitância entre os pulsos.

3. A bobina primária tem apenas 2 voltas, e está ligada entre o drain do IRF540 e o coletor do transistor TIP41.

4. O emissor do TIP41 vai para o negativo da fonte (GND), e a base do TIP41 está conectada ao início da bobina secundária (a bobina da Tesla), com um resistor de 10 k $\Omega$  em série.

5. Esse resistor da base também se conecta ao resistor de 10 k $\Omega$  do gate do IRF540 e ao lado negativo da entrada de som.

## Montagem

A montagem começa pela construção da bobina de Tesla, que consiste em cerca de 300 a 350 voltas de fio esmaltado. No meu caso, utilizei um fio de bitola AWG 34, facilmente encontrado em lojas de eletrônica.

Para o suporte da bobina, pode-se usar um pedaço de tubo de PVC de  $\frac{3}{4}$  de polegada com cerca de 10 cm de comprimento, ou até mesmo o tubo de plástico rígido de um frasco de vitamina C efervescente.

Enrole o fio sempre no mesmo sentido, de forma contínua, desde a base até o topo do tubo. As espiras devem ficar bem próximas umas das outras, mas sem se sobrepor, conforme ilustrado na **figura 1**.

## Montagem Eletrônica

Para a parte eletrônica do projeto, decidi montar tudo em uma placa de circuito impresso



*Figura 1*



Figura 2

Colocar um bom dissipador de calor nos transistores, pois há aquecimento no momento do funcionamento.

(PCI), o que deixou o resultado mais organizado e com cara de projeto profissional. A confecção da placa foi feita manualmente, seguindo o esquemático eletrônico que planejei previamente (**figura 3**).

Na **figura 2**, é possível ver como ficou a placa durante o processo de montagem, e na **figura 4**, mostro o circuito final já montado e funcionando. Optar pela PCI, em vez de usar uma protoboard, ajudou bastante na estabilidade do circuito e também facilitou na hora de testar e ajustar os componentes.

### Importante sobre a Bobina L1

Um detalhe essencial durante a montagem é o sentido do enrolamento da bobina L1 (a bobina primária). Ela é feita com 1 ou 2 voltas de fio, normalmente daqueles fios plásticos comuns usados para ligações em circuitos. Apesar de parecer simples, o sentido da bobina faz toda a diferença no funcionamento do projeto.

Se, ao ligar o circuito, a bobina de Tesla não oscilar ou não sair nenhum raio, a primeira

coisa a testar é inverter os fios da bobina L1 — ou seja, trocar o lado que está ligado ao circuito. Isso acontece porque a bobina precisa estar em sincronia com a secundária para gerar o campo magnético correto que induz a alta voltagem.

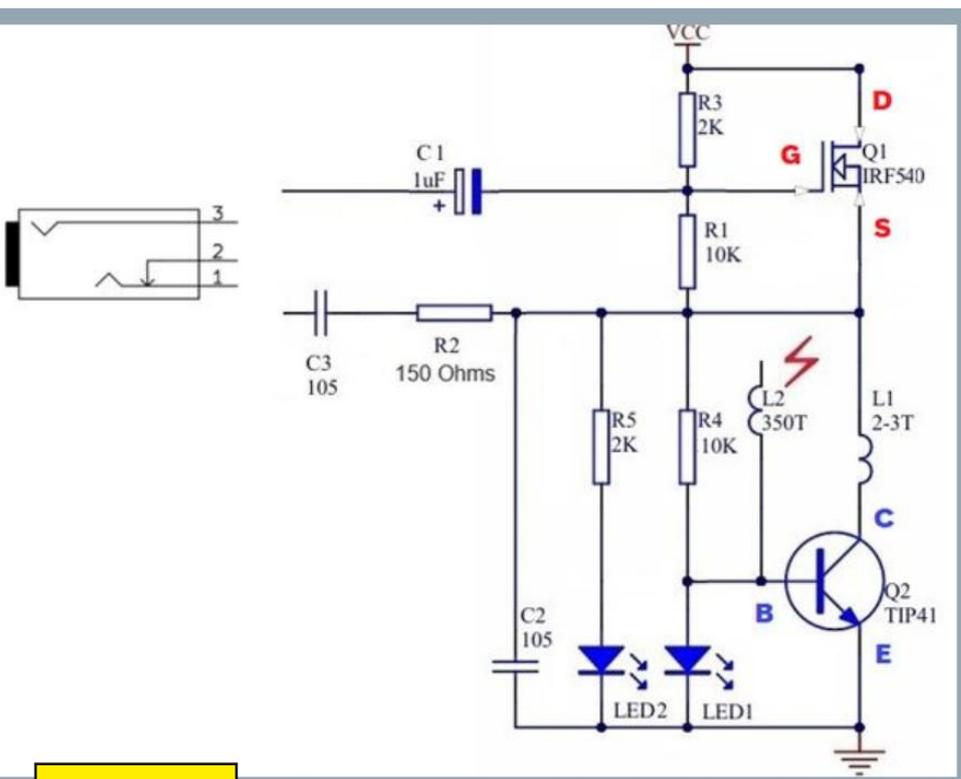


Figura 3

Então, fica a dica: se nada acontecer, não entre em pânico! Só inverta os fios da L1 e teste de novo. Esse tipo de ajuste é super comum em projetos com bobinas.

### Código do Arduino

Para tornar o projeto ainda mais interessante, utilizei um Arduino Nano para gerar sinais de áudio em onda quadrada, que são enviados para o circuito da bobina. O código carrega trechos de músicas curtas, executando uma sequência de frequências que simulam as notas musicais. Cada música é formada por uma lista de tons que são reproduzidos uma após a outra, criando o efeito de uma melodia elétrica saindo diretamente dos arcos da bobina.

Como a bobina de Tesla responde muito bem a sinais de onda quadrada, o Arduino é ideal para esse tipo de aplicação. A combinação entre eletrônica de alta tensão e controle digital deixou o projeto mais dinâmico e divertido.

O exemplo de código usado está presente no box de programação, e pode ser facilmente adaptado para tocar outras músicas ou efeitos sonoros.

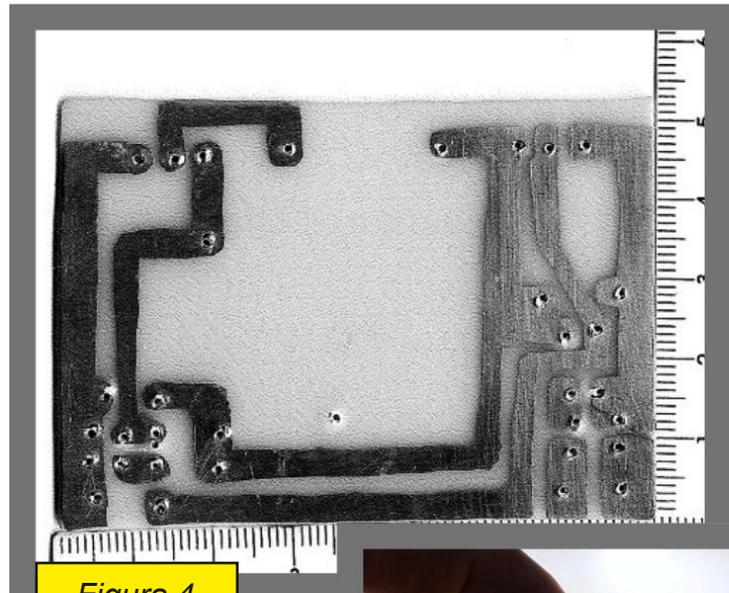


Figura 4

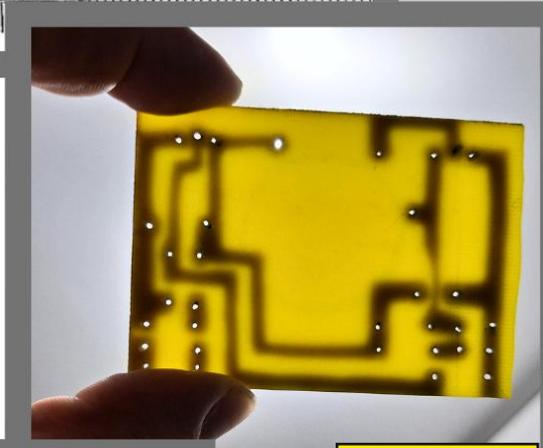


Figura 5

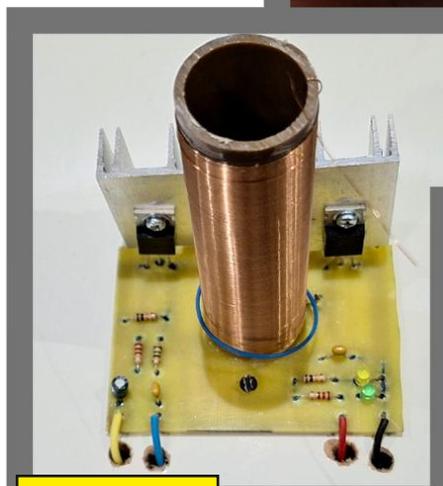


Figura 6



Figura 7

```

1 #include <anyrtttl.h>
2 #include <binrtttl.h>
3 #include <pitches.h>
4 #include <avr/pgmspace.h>
5 #define BUZZER_PIN 9
6
7 const char song0[] PROGMEM = "song0:d=4,o=5,b=160:e6,8b,8c6,8d6,16e6,16d6,8c6,8b,a,8a,8c6,e6,8d6,
8 8c6,b,8b,8c6,d6,e6,c6,a,2a,8p,d6,8f6,a6,8g6,8f6,e6,8e6,8c6,e6,8d6,8c6,b,8b,8c6,d6,e6,c6,a,a";
9 const char song1[] PROGMEM = "song1:d=4,o=5,b=140:8g6,16p,16g.6,2a#6,32p,8a6,8g6,8f6,8a6,2g6";
10 const char song2[] PROGMEM = "song2:d=4,o=5,b=100:16e6,16e6,32p,8e6,16c6,8e6,8g6,8p,8g,8p,8c6,16p,
11 8g,16p,8e,16p,8a,8b,16a#,8a,16g.,16e6,16g6,8a6,16f6,8g6,8e6,16c6,16d6,8b,16p,8c6,16p,8g,16p,8e,16p,
12 8a,8b,16a#,8a,16g.,16e6,16g6,8a6,16f6,8g6,8e6,16c6,16d6,8b,8p,16g6,16f#6,16f6,16d#6,16p,16e6,16p,16g#,
13 16a,16c6,16p,16a,16c6,16d6,8p,16g6,16f#6,16f6,16d#6,16p,16e6,16p,16c7,16p,16c7,16c7,p,16g6,16f#6,16f6,
14 16d#6,16p,16e6,16p,16g#,16a,16c6,16p,16a,16c6,16d6,8p,16d#6,8p,16d6,8p,16c6";
15 const char song3[] PROGMEM = "song3:d=8,o=5,b=100:16d,g,a,c6,b,a,g.,16g,d,g,a,2a,p,16p,16d,g,a,c.6,
16 16b,16a,g.,16c6,b,a,g,2d6,p,16p,16c6,c6,c6,c6,c6,c.6,16c6,b,2b,p,16a,16a,16b,16c6,c6,c6,c6,c.6,16b,
17 a.,16g,g.,16d,16g,16a,b,4a,4g,p";
18
19 const char song4[] PROGMEM = "song4:d=4,o=6,b=125:e5,g,b,e7,b,g,e5,g,b,e7,b,g,2e5,b,2b,2b,32p,b,c,b,
20 a,b,a,e,2e,2e,16p,c,e,e,f_,e,e,16p,e,f_,2g,g,g,2a,a,a,2e,2g,2b,2e7,2b,2g,2e";
21 const char song5[] PROGMEM = "song5:d=4,o=5,b=45:32p,32f#,32f#,32f#,8b.,8f#.6,32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,
22 32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,32d#6,32e6,8c#.6,32f#,32f#,32f#,8b.,8f#.6,32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,
23 32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,32d#6,32e6,8c#6";
24 const char song6[] PROGMEM = "song6:d=4,o=6,b=127:f5,p,p,c5,p,p,f5,p,f5,p,f5,a5,p,c,p,f5,p,f5,p,g5,g5,p,a5,p,
25 p,p,f5,f5,f5,f5,g5,g5,p,f5,p,p,p,f";
26 const char song7[] PROGMEM = "song7:d=16,o=5,b=125:4e,4e,4e,4e,4e,4e,8p,4d#. ,4e,4e,4e,4e,4e,4e,8p,4d#. ,4e,
27 4e,4e,4e,4e,4e,8p,4d#. ,4f#,4f#,4f#,4f#,4f#,4f#,8f#,4d#. ,4e,4e,4e,4e,4e,4e,8p,4d#. ,4e,4e,4e,4e,4e,8p,4d#. ,1f#,2f#";
28 const char song8[] PROGMEM = "song8:d=4,o=5,b=160:c.6,e6,f#6,8a6,g.6,e6,c6,8a,8f#,8f#,8f#,2g,8p,8p,8f#,8f#,
29 8f#,8g,a#,.8c6,8c6,8c6,c6";
30
31 const char song9[] PROGMEM = "song9:d=4,o=5,b=250:e,8p,8f,8g,8p,1c6,8p.,d,8p,8e,1f,p.,g,8p,8a,8b,8p,1f6,
32 p,a,8p,8b,2c6,2d6,2e6,e,8p,8f,8g,8p,1c6,p,d6,8p,8e6,1f.6,g,8p,8g,e.6,8p,d6,8p,8g,e.6,8p,d6,8p,8g,f.6,8p,e6,8p,8d6,2c6";
33 const char song10[] PROGMEM = "song10:d=4,o=4,b=160:8f#5,8f#5,8f#5,8d5,8p,8b,8p,8e5,8p,8e5,8p,8e5,8g#5,8g#5,
34 8a5,8b5,8a5,8a5,8a5,8e5,8p,8d5,8p,8f#5,8p,8f#5,8p,8f#5,8e5,8e5,8f#5,8e5,8f#5,8f#5,8d5,8p,8b,8p,8e5,8p,8e5,
35 8p,8e5,8g#5,8g#5,8a5,8b5,8a5,8a5,8a5,8e5,8p,8d5,8p,8f#5,8p,8f#5,8p,8f#5,8e5,8e5";
36 const char song11[] PROGMEM = "song11:d=4,o=5,b=140:8d,8d#,8e,c6,8e,c6,8e,2c.6,8c6,8d6,8d#6,8e6,8c6,8d6,e6,8b,
37 d6,2c6,p,8d,8d#,8e,c6,8e,c6,8e,2c.6,8p,8a,8g,8f#,8a,8c6,e6,8d6,8c6,8a,2d6";
38 const char song12[] PROGMEM = "song12:d=4,o=5,b=250:c6,c6,a,b,8a,b,g,p,c6,c6,a,8b,a,g.,p,e,e,g,f,8e,f,8c6,
39 8c,8d,e,8e,8e,8p,8e,g,2p,c6,c6,a,b,8a,b,g,p,c6,c6,a,8b,a,g.,p,e,e,g,f,8e,f,8c6,8c,8d,e,8e,d,8d,c";
40 const char song13[] PROGMEM = "song13:d=4,o=5,b=125:e,b,a,b,d6,2b.,1p,e,b,a,b,e6,2b.,1p,g6,f#6,e6,d6,e6,2b.,1p,
41 g6,f#6,e6,d6,f#6,2b.,1p,e,b,a,b,d6,2b.,1p,e,b,a,b,e6,2b.,1p,e6,2b.";
42 const char song14[] PROGMEM = "song14:d=4,o=5,b=140:32p,c6,8f6,8e6,8d6,8c6,a.,8c6,8f6,8e6,8d6,8d#6,e.6,8e6,8e6,
43 8c6,8d6,8c6,8e6,8c6,8d6,8a,8c6,8g,8a#,8a,8f";
44 const char song15[] PROGMEM = "song15:d=16,o=5,b=140:b,8p,b,b,2b,p,c6,32p,b,32p,c6,32p,b,32p,c6,32p,b,8p,b,b,
45 b,32p,b,32p,b,32p,b,32p,b,32p,b,32p,b,32p,g#,32p,a,32p,b,8p,b,b,2b,4p,8e,8g#,8b,1c#6,8f#,8a,8c#6,1e6,8a,8c#6,
46 8e6,1e6,8b,8g#,8a,2b";
47
48 const char song16[] PROGMEM = "song16:d=4,o=5,b=80:32p,16c#6,32d#6,32d#6,16d#6,8d#6,16c#6,16c#6,16c#6,16c#6,
49 32e6,32e6,16e6,8e6,16d#6,16d#6,16d#6,16c#6,32d#6,32d#6,16d#6,8d#6,16c#6,16c#6,16c#6,16c#6,32e6,32e6,16e6,8e6,
50 16d#6,16d6,16c#6,16c#7,c.7,16g#6,16f#6,g#.6";
51 const char song17[] PROGMEM = "song17:d=8,o=5,b=140:4a,4g,f#,g,p,f#,p,g,p,f#,p,2e.,p,f#,e,4f#,e,f#,p,e,p,4d.,
52 p,f#,4e,d,e,p,d,p,e,p,d,p,2c#. ,p,d,c#,4d,c#,d,p,e,p,4f#,p,a,p,4b,a,b,p,a,p,b,p,2a.,4p,a,b,a,4b,a,b,p,2a.,a,4f#,
53 a,b,p,d6,p,4e.6,d6,b,p,a,p,2b";
54 const char song18[] PROGMEM = "song18:d=4,o=5,b=45:32p,32f#,32f#,32f#,8b.,8f#.6,32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,
55 32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,32d#6,32e6,8c#.6,32f#,32f#,32f#,8b.,8f#.6,32e6,32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,
56 32d#6,32c#6,8b.6,16f#.6,32e6,32d#6,32e6,8c#6";
57 const char song19[] PROGMEM = "song19:d=4,o=5,b=56:32p,32a#,32d#6,32a#,32d#6,8a#,.,16f#.,16g#.,d#,32a#,32d#6,
58 32a#,32d#6,8a#,.,16f#.,16g#.,c#6,32a#,32d#6,32a#,32d#6,8a#,.,16f#.,32f.,32d#. ,c#,32a#,32d#6,32a#,32d#6,8a#,.,16g#.,d#";
59 const char song20[] PROGMEM = "song20:d=4,o=4,b=31:32p,16c#,16g#,16g#,32f#,32f#,32f#,16d#,16d#,32c#,32d#,16f,
60 32d#,32f,16f#,32f,32c#,16f,d#,16c#,16g#,16g#,32f#,32f,32f#,32f,16d#,16d#,32c#,32d#,16f,32d#,32f,16f#,32f,32c#,g#";
61 const char song21[] PROGMEM = "song21:d=8,o=5,b=125:4d#6,a#,2d#6,16p,g#,4a#,4d#. ,p,16g,16a#,d#6,a#,f6,2d#6,16p,
62 c#.6,16c6,16a#,g#.,2a#";
63
64 const char song22[] PROGMEM = "song22:d=4,o=5,b=40:32p,16f6,16a#,16a#6,32g6,16f6,16a#. ,16f6,32d#6,32d6,32d6,32d#6,
65 32f6,16a#,16c6,d6,16f6,16a#. ,16a#6,32g6,16f6,16a#. ,32f6,32f6,32d#6,32d6,32d6,32d#6,32f6,16a#,16c6,a#,16a6,16d.6,
66 16a#6,32a6,32a6,32g6,32f#6,32a6,8g6,16g6,16c.6,32a6,32a6,32g6,32g6,32f6,32e6,32g6,8f6,16f6,16a#. ,16a#6,32g6,16f6,
67 16a#. ,16f6,32d#6,32d6,32d6,32d#6,32f6,16a#,16c.6,32d6,32d#6,32f6,16a#,16c.6,32d6,32d#6,32f6,16a#6,16c7,8a#.6";
68 const char song23[] PROGMEM = "song23:d=4,o=6,b=125:c,f,c,f5,c,f,2c,c,f,c,f,a.,8g,8f,8e,8d,8c#,c,f,c,f5,c,f,2c,
69 f.,8d,c,a#5,a5,g5,f5,p,d#,g#,d#,g#5,d#,g#,2d#,d#,g#,d#,g#,c.7,8a#,8g#,8g,8f,8e,d#,g#,d#,g#5,d#,g#,2d#,g#.,8f,d#,
70 c#,c,p,a#5,p,g#.5,d#,g#";

```

```

71 const char song24[] PROGMEM = "song24:d=16,o=5,b=50:32d#,32f,32f#,32g#,a#,f#,a,f,g#,f#,32d#,32f,32f#,32g#,a#,
72 d#6,4d6,32d#,32f,32f#,32g#,a#,f#,a,f,g#,f#,8d#";
73
74 const char song25[] PROGMEM = "song25:d=32,o=5,b=200:4c#6,16p,4f#6,p,16c#6,p,8d#6,p,8b,p,4g#,16p,4c#6,p,16a#,
75 p,8f#,p,8a#,p,4g#,4p,g#,p,a#,p,b,p,c6,p,4c#6,16p,4f#6,p,16c#6,p,8d#6,p,8b,p,4g#,16p,4c#6,p,16a#,p,8b,p,8f,p,4f#";
76 const char song26[] PROGMEM = "song26:d=16,o=6,b=125:c#,c.,b5,8a#.5,8f.,4g#,a#,g.,4d#,8p,c#,c.,b5,8a#.5,8f.,g#.,
77 8a#.,4g,8p,c#,c.,b5,8a#.5,8f.,4g#,f,g.,8d#.,f,g.,8d#.,f,g.,8d#.,f,8g,8d#.,f,8g,d#,8c,a#5,8d#.,8d#.,4d#,8d#.";
78 const char song27[] PROGMEM = "song27:d=16,o=6,b=56:f.5,f#.5,g.5,g#5,32a#5,f5,g#.5,a#.5,32f5,g#5,32a#5,g#5,8c#. ,
79 a#5,32c#,a5,a#.5,c#. ,32a5,a#5,32c#,d#,8e,c#. ,f.,f.,f.,f.,f,32e,d#,8d,a#.5,e,32f,e,32f,c#,d#.,c#";
80 const char song28[] PROGMEM = "song28:d=4,o=5,b=355:a.,8g,a,8a,p,8a4,8p,d,p,a.,8g,a,8a,p,8a4,8p,d,p,a,a,a#,a#,a#,
81 a#,a#,a#,c6,2a,p,8a4,8p,d,p,a.,8g,a,8a,p,8a4,8p,d,p,a.,8g,a,8a,p,8a4,8p,d,p,a,a,a#,a#,a#,a#,a#,c6,2d6,p,
82 8a4,8p,d,p,a.,8a,2a#.,8a#4,8p,d#,2p,a#,2a#,2f#,2d#,a#.,8a#,2b.,8b4,8p,e,2p,b,2b,2g,2e,b.,8d6,1e.6,e6,8e6,8e";
83 const char song29[] PROGMEM = "song29:d=16,o=6,b=95:32d,32d#,32d,32d#,32d,32d#,32d,32d#,32d,32d,32d#,32e,32f,32f#,
84 32g,8p,g,8p,a#,p,c7,p,g,8p,g,8p,f,p,f#,p,g,8p,g,8p,a#,p,c7,p,g,8p,g,8p,f,p,f#,p,a#,g,2d,32p,a#,g,2c#,32p,a#,g,2c,
85 a#5,8c,2p,32p,a#5,g5,2f#,32p,a#5,g5,2f,32p,a#5,g5,2e,d#,8d";
86
87 // Array de ponteiros para as strings na Flash
88 const char *const songs[] PROGMEM = {
89   song0, song1, song2, song3, song4, song5,
90   song6, song7, song8, song9, song10, song11,
91   song12, song13, song14, song15, song16, song17,
92   song18, song19, song20, song21, song22, song23,
93   song24, song25, song26, song27, song28, song29
94 };
95
96 const int totalSongs = sizeof(songs) / sizeof(songs[0]);
97 int currentSongIndex = 0;
98
99 char buffer[1500]; // buffer temporário na SRAM
100
101 void setup() {
102   pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
103   pinMode(13, OUTPUT); // LED onboard do Arduino Nano
104   Serial.begin(115200);
105   Serial.println();
106 }
107
108 void piscarLED() {
109   for (int i = 0; i < 3; i++) {
110     digitalWrite(13, HIGH);
111     delay(190); // tempo ligado
112     digitalWrite(13, LOW);
113     delay(190); // tempo desligado
114   }
115 }
116
117 void loop() {
118   if (!anyrtttl::nonblocking::isPlaying()) {
119     // Mostra o índice da música atual
120     Serial.print("Tocando música número: ");
121     Serial.println(currentSongIndex);
122
123     // Pisca o LED 3 vezes
124     piscarLED();
125
126     // Copia RTTTL da Flash para SRAM
127     strcpy_P(buffer, (char*)pgm_read_word(&(songs[currentSongIndex])));
128
129     // Toca a música do buffer
130     anyrtttl::nonblocking::begin(BUZZER_PIN, buffer);
131
132     // Próxima música
133     currentSongIndex++;
134     if (currentSongIndex >= totalSongs) {
135       currentSongIndex = 0;
136     }
137   } else {
138     anyrtttl::nonblocking::play();
139   }
140 }
141

```

## **Bônus Criativo da Apresentação**

Como forma de deixar a apresentação mais divertida e visualmente interessante, eu embuti a saída de um dos lados da bobina de Tesla em uma guitarra de brinquedo (miniatura). A ideia foi simular que as cordas da guitarra estavam "tocando" o som emitido pela bobina, criando a ilusão de que a própria guitarra elétrica estava sendo usada como alto-falante de plasma.

Apesar de ser apenas um efeito visual, o resultado surpreende: enquanto o Arduino envia a melodia para o circuito, os arcos elétricos saem próximos às cordas da mini guitarra, dando a sensação de que os sons estão saindo do instrumento, como em um show em miniatura.

Esse detalhe criativo foi pensado para tornar a demonstração mais marcante e também mostrar como a tecnologia pode se misturar com a arte e a apresentação visual.

### **Lista de Materiais**

Aqui estão todos os componentes que usei para montar minha bobina de Tesla com som. A maioria são peças simples e fáceis de encontrar em lojas de eletrônica:

1 - IRF540 – MOSFET de potência, o "coração" do chaveamento com dissipador de calor.

1 - TIP41 – Transistor NPN para ajudar na oscilação com dissipador de calor.

2 - Resistores de 10k $\Omega$  – Usados no gate do MOSFET e na base do TIP41.

2 - Resistores de 2k $\Omega$  – Uma delas faz parte da realimentação do circuito.

1 - Resistor de 150 $\Omega$  – Para limitar corrente (por segurança).

2 - LEDs – Indicadores visuais (ou decorativos).

2 - Capacitores de poliéster "105" – Filtros para o circuito.

1 - Capacitor eletrolítico de 1 $\mu$ F / 16V – Acoplamento de áudio.

1 - Pedaco de fio isolado (L1) – Para a bobina primária (1 ou 2 voltas).

1 - Bobina de Tesla (L2) – Cerca de 300 a 350 voltas de fio esmaltado AWG34 em tubo de PVC.

1 - Arduino Nano (ou similar) – Para gerar os sons em onda quadrada.

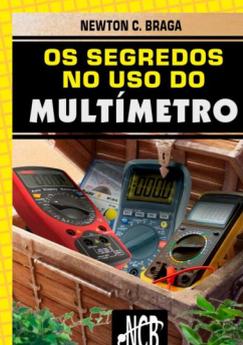
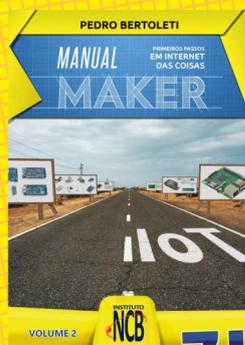
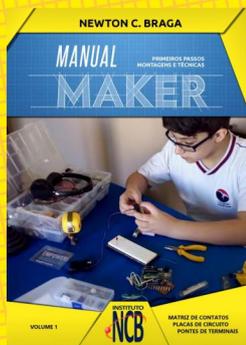
1 - Fonte de 15V – Para alimentar o circuito com energia suficiente.

Jumpers para conexão do som – Para ligar a saída do Arduino ao circuito.

# APRENDA ELETRÔNICA



No formato  
Impresso e e-Book  
[newtoncbraga.com.br/livros](http://newtoncbraga.com.br/livros)



## **Explicação Eletrônica do Funcionamento**

O circuito funciona com uma combinação de oscilação forçada, realimentação e o efeito ressonante da bobina de Tesla. Aqui está como cada parte contribui.

### **Oscilação e Efeito Capacitivo no MOSFET**

- O MOSFET IRF540 oscila devido à realimentação entre o drain e o gate. A resistência de  $2\text{ k}\Omega$  e o capacitor de entrada criam uma condição onde o sinal de saída retorna ao gate, formando um tipo de oscilador.

- A capacitância entre o gate e o drain do MOSFET (capacitância parasita interna) também influencia. Quando o MOSFET liga e desliga, há um pequeno atraso por causa dessa capacitância — isso contribui para a formação de pulsos de alta frequência.

- Esse é o "efeito capacitivo" que o professor mencionou: o circuito usa (e sofre com) essas capacitâncias internas do MOSFET para sustentar a oscilação.

Modulação de Amplitude (AM):

- O som que entra pelo capacitor é uma onda quadrada ou senoidal, e modula o gate do MOSFET. Isso faz com que a intensidade dos pulsos do MOSFET varie de acordo com o som.

- Como resultado, a descarga elétrica (o arco) na ponta da bobina oscila em intensidade conforme o som, o que gera uma modulação de amplitude (AM). A variação da corrente reflete o volume e tom do som, e isso faz com que o arco emita som audível — como se fosse um alto-falante de plasma.

- Ou seja, o arco plasma da bobina está "tocando" o som, modulando a energia de alta frequência com a forma de onda de áudio.

### **Oscilação na Bobina (Ressonância)**

- A bobina secundária da Tesla (várias voltas) está em ressonância com o campo criado pela bobina primária (2 voltas), e isso gera alta tensão por indução.

- A ligação entre a base do TIP41 e o início da bobina secundária funciona como realimentação do sinal de

oscilação para manter o transistor funcionando no ritmo certo.

- O TIP41 ajuda a "dar forma" ao sinal da primária, permitindo pulsos mais fortes no coletor, o que reforça a ressonância da secundária.



## APRENDA ELETRÔNICA COM OS LIVROS DO INCB

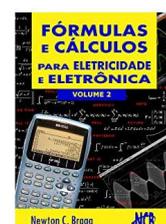


## SÃO MAIS DE 160 LIVROS



acesse agora --- [newtoncbraga.com.br](http://newtoncbraga.com.br)

Nos Formatos:  
Impresso e e-book



# Urna Eletrônica Via Chat do Youtube



*Vanderlei Alves*



## Programação por indução

No universo da tecnologia e da educação interativa, jogos que unem automação, programação e participação coletiva têm conquistado cada vez mais espaço. Inspirado por essa tendência, desenvolvi um projeto inovador que transforma o simples ato de interagir em um chat on-line em uma experiência física e visualmente impactante. Trata-se de um jogo interativo controlado pelo público em tempo real, no qual espectadores de uma transmissão ao vivo no YouTube podem enviar comandos através do chat e influenciar diretamente o movimento de um ponteiro instalado em um painel físico.

Essa proposta une criatividade e engenharia: o sistema utiliza um Arduino UNO, programação em Python e integração com a API de chat do YouTube para criar uma dinâmica de competição divertida e inédita.

Cada comando digitado pelo público representa um voto que movimenta o ponteiro para um lado ou para outro, resultando em uma verdadeira disputa coletiva ao vivo. O efeito visual é imediato e marcante,

proporcionando não apenas entretenimento, mas também uma demonstração prática das infinitas possibilidades que surgem ao integrar IoT, programação e interação social.

## Programação arduino (Firmware)

### O firmware

“YouTubeController.ino” roda no ATmega328P (Arduino UNO) e é responsável por:

1. Inicializar hardware (driver de motor de passo, botão de iniciar, fita de LEDs e linhas de status);

2. Executar homing botão de iniciar o jogo;

3. Receber comandos pela Serial (115200 bps - baud rate), montar linhas por `\r\n` e entregar para o handler `processarComando(...)`;

4. Gerar pulsos de passo/direção para posicionar o ponteiro do painel (funções `MotorGame(...)`, `MotorPosition(...)` e `MotorRun(...)`);

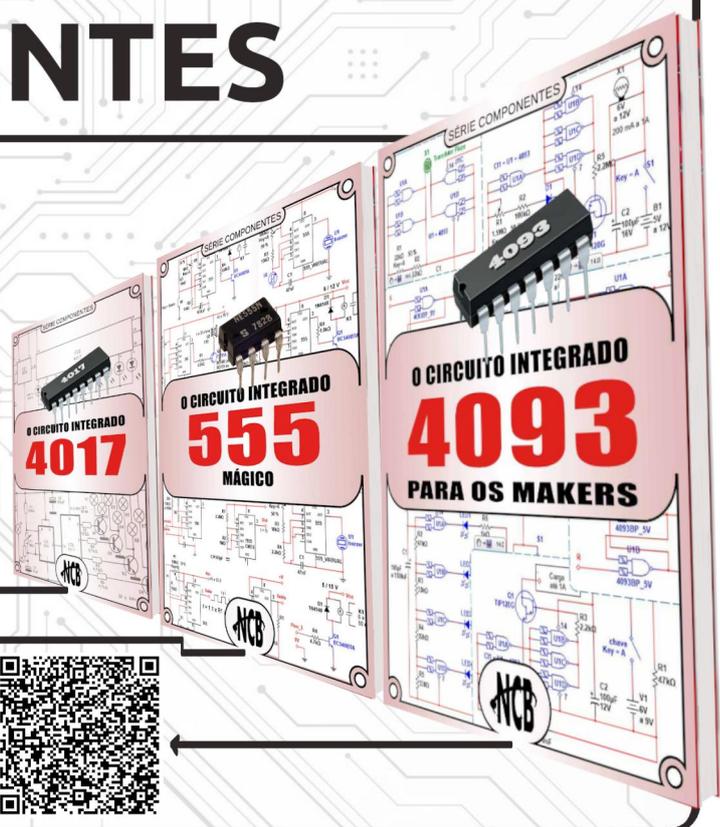
5. Dar feedback visual via fita de LEDs (função `BarraLeds()` e efeito de boot `EfeitoLeds()` e LEDs fim de curso (`LD_A` e `LD_B`).

SÉRIE DE LIVROS

# COMPONENTES

Conheça o funcionamento e os principais circuitos onde os componentes mais utilizados do mercado são aplicados.

No formato e-Book e Impresso



## Mapeamento Elétrico (Registradores e Pinos)

O projeto controla o hardware manipulando diretamente DDR/PORT/PIN dos bancos B e D do ATmega328P:

Observação: o código usa máscaras bitwise (ex.: #define PIN\_STEP (1<<DDB4)) para configurar direção (DDR) e estado (PORT), o que dá eficiência e previsibilidade temporal — adequado para sistemas mecatrônicos.

Na coluna Port/Bit da tabela, em parênteses, temos os números dos pinos da placa Arduino UNO (ex.: D8 corresponde ao pino digital 8 do Arduino).

A constante PPV define pulsos por volta do motor de passo (aqui, 200), base para converter “ângulo desejado” em pulsos de STEP conforme micro passo configurado no driver.

## Camada de Movimento (Motor de Passo)

A interface com o driver é feita pelas rotinas prototipadas:

1. *LigaDesligaMotor(bool en):* controla EN do driver (nível baixo = habilitado, alto = desabilitado).

2. *DirectionMotor(bool dir):* seta DIR.

3. *MotorRun(unsigned long t, bool dir):* gera passo(s) por t unidades de tempo (pulso) na direção desejada (típico stepping constante).

4. *MotorPosition(int ang, int ppv, unsigned long t, bool dir):* posicionamento absoluto/relativo convertendo ângulo → pulsos usando ppv.

5. *MotorGame(int ang, int ppv, unsigned long t, bool dir):* função de alto nível usada no “modo jogo” (aplica regra de disputa para “pender” o ponteiro).

Tabela

Sinal	Porta/Bit	Direção	Função
<b>PIN_ENAB</b>	PORTB0 (D8)	Saída	Enable (EN) do driver (nível alto = motor desabilitado no A4988/DRV8825)
<b>PIN_STEP</b>	PORTB4 (D12)	Saída	Pulso de STEP do driver
<b>PIN_DIR</b>	PORTB3 (D11)	Saída	Direção do motor
<b>LED_R</b>	PORTB2 (D10)	Saída	LED vermelho
<b>LED_G</b>	PORTB1 (D9)	Saída	LED verde
<b>LED_B</b>	PORTB5 (D13)	Saída	LED azul
<b>BTN_INIT</b>	PORTD5 (D5)	Entrada	Botão iniciar o jogo
<b>LD_A</b>	PORTD4 (D4)	Saída	Linha auxiliar para LED/display
<b>LD B</b>	PORTD3 (D3)	Saída	Linha auxiliar para LED/display

No jogo foi feito uso apenas das funções 1, 4 e principalmente da 5, a qual contém a lógica do jogo e faz o ponteiro se mover para um dos lados. As demais foram deixadas no arquivo a fim de auxiliar o leitor a fazer melhorias no jogo.

Nota temporal: para movimentos mais suaves (ponteiro grande), recomenda-se rampa (aceleração/desaceleração). Quando necessário, essa rampa pode ser implementada com variação do tempo de alto/baixo do STEP ou migrando a geração de pulsos para Timer1 com ISR — reduzindo jitter e liberando CPU para o parser serial. Mas esse tipo de alteração deixaremos para quem quiser aperfeiçoar e deixar mais otimizado esse código.

Os arquivos do código estão disponíveis no repositório: ---

Luzes.ino - [https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica\\_Jovem/blob/main/Luzes.ino](https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica_Jovem/blob/main/Luzes.ino)

Motor.ino - [https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica\\_Jovem/blob/main/Motor.ino](https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica_Jovem/blob/main/Motor.ino)

Processamento.ino - [https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica\\_Jovem/blob/main/Processamento.ino](https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica_Jovem/blob/main/Processamento.ino)

YouTubeController.ino - [https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica\\_Jovem/blob/main/YouTubeController.ino](https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica_Jovem/blob/main/YouTubeController.ino)

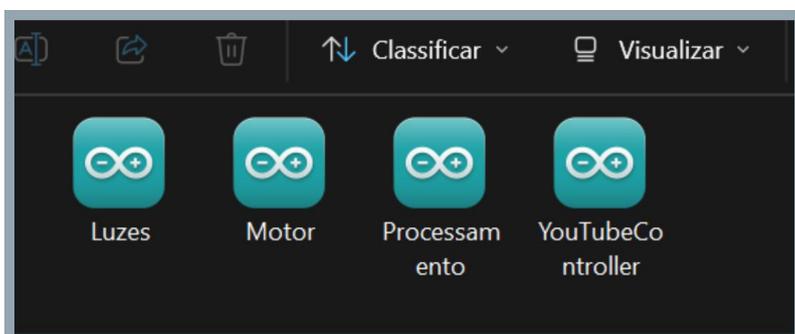


Figura 1 - Os quatro arquivos que compõem o firmware para o Arduino. Todos devem permanecer na mesma pasta.

O firmware é composto por quatro arquivos do tipo ino e todos devem se manter dentro da mesma pasta para que seja possível realizar o upload para a placa.

## Circuito Eletrônico

Como dito no início, o circuito conta como “cérebro” a placa de prototipagem Arduino UNO, por ser uma das mais fáceis de encontrar e pelo projeto não exigir poder de processamento e nem alto armazenamento de dados. Para auxiliar no funcionamento de todo o sistema foram utilizadas placas e componentes auxiliares, tanto para o controle do motor de passo, como para o controle do jogo de luz da fita de LEDs.

### Para o motor de passo

O motor utilizado foi o NEMA 17, mas pode ser outro motor de passo que seja suportado pelo driver, o qual contamos com o A4988 e para que ele funcionasse perfeitamente foi necessário realizar o ajuste de

corrente em seu minúsculo trimpot. Veja a imagem:

**ATENÇÃO!** Nunca ligue a alimentação do driver sem o motor, isso poderá elevar a corrente nos pinos de saída e danificar a plaquinha. Sempre que for ligar, certifique-se de que o motor está instalado perfeitamente.

### Para a fita de LEDs

Para comandar a fita de LEDs foram utilizados transistores bipolares de junção, BC337, e para poder alimentar adequadamente os nove LEDs presentes em nosso pedaço de fita, foi usada uma placa step up, a qual eleva a tensão de 5V para 18V, o que é suficiente para alimentar todos os LEDs. O circuito de comando dos LEDs é composto por três fontes de

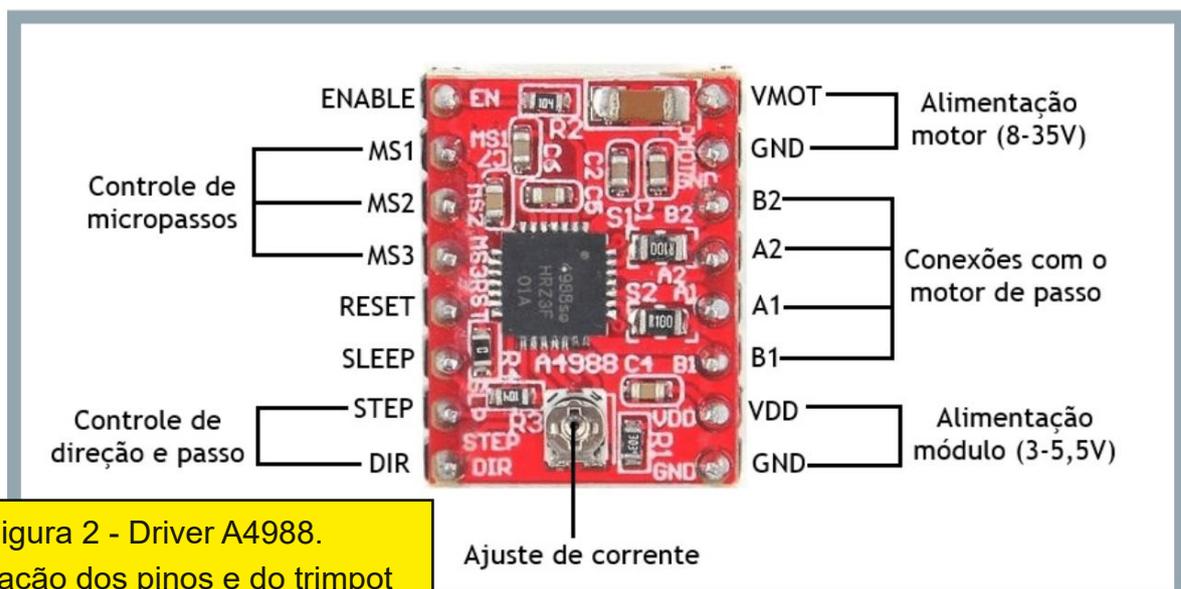


Figura 2 - Driver A4988. Apresentação dos pinos e do trimpot para ajuste de corrente.

corrente controladas pelo Arduino, sendo uma para cada cor (RGB – vermelho, verde e azul).

Sugestão: Para eliminar esse circuito do projeto, você poderá usar uma fita de LEDs endereçáveis e adaptar o firmware para poder comandá-la.

Na **figura 3** você consegue ver esquema eletrônico do circuito de comando dos LEDs:

Observando bem, perceba que este circuito é constituído por três espelhos de corrente transistorizados, o que faz com que os LEDs recebam exatamente a mesma corrente e a tensão exata para o funcionamento de cada um, com o melhor aproveitamento de seus brilhos.

Para não estender muito o assunto nesta revista, não será explicado os detalhes de funcionamento do espelho de corrente.

Figura 3 - Circuito de comando dos LEDs. Fonte: Autorial própria.

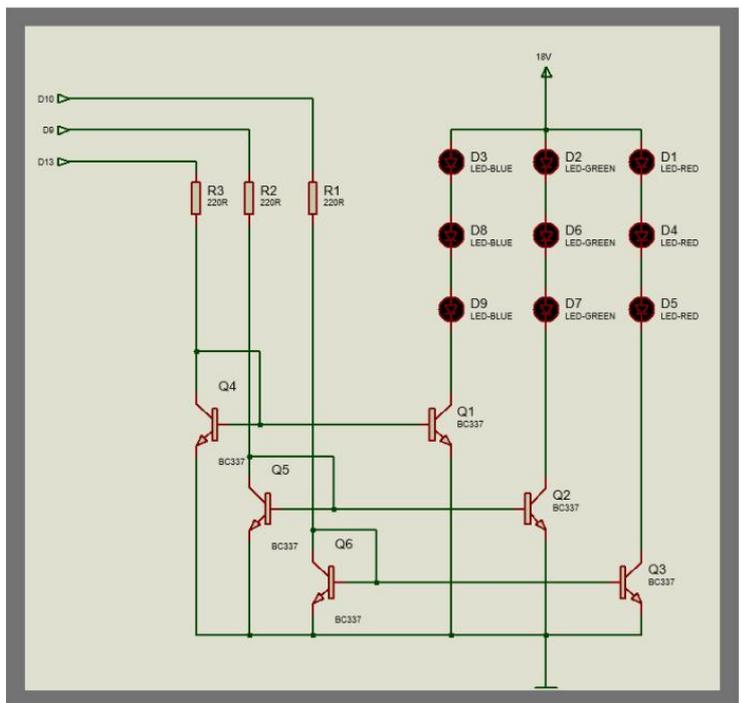


Figura 4 - Exemplo de espelho de corrente. REF é a resistência de referência, e que define o valor da corrente nos LEDs, seu valor para o Arduino é em torno de 220R. A alimentação principal depende da quantidade de LEDs e do valor de tensão de alimentação de cada um. Fonte: Autorial própria.

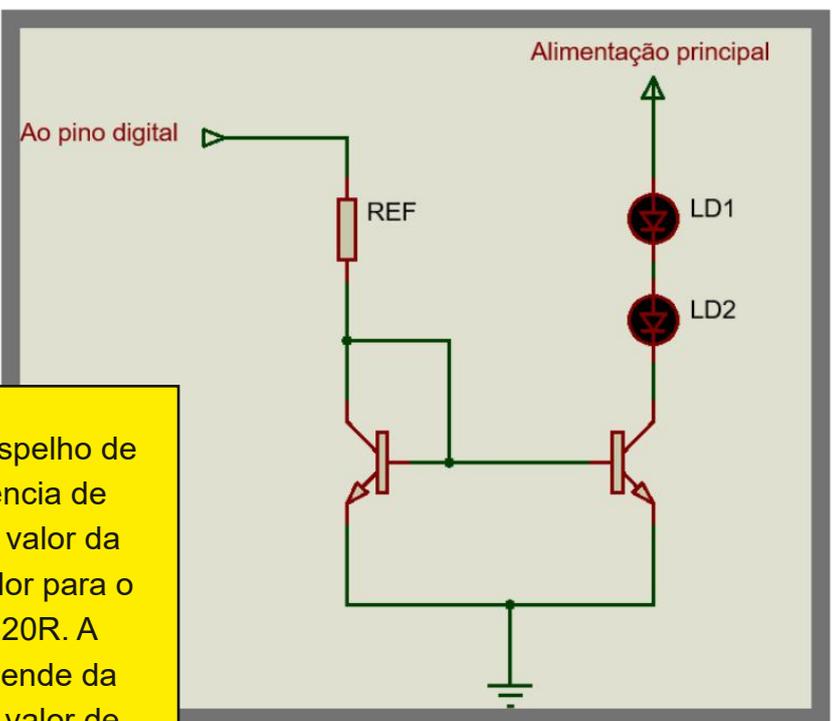
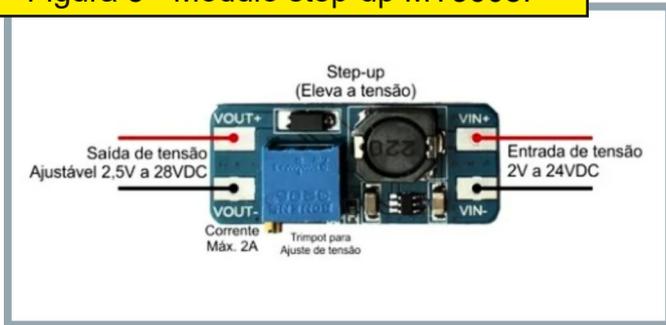


Figura 5 - Módulo step-up MT3608.



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/regulador-de-tensao/regulador-de-tensao-ajustavel-mt3608-step-up-saida-25v-a-28vdc-2a-4489.html?srsltid=AfmBOop9gJpwDbSm2YuHuy1mybqaOvFTJO4pWy3bEXiTo8zT-Fulj9S4>

demais LEDs pertencem ao pedaço de fita de LEDs com nove deles.

### Código Python (Software Desktop)

O código de programação Python está disponível para download em [https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica\\_Jovem/blob/main/live\\_controller.py](https://github.com/InstitutoNCB/Mecatronica_Jovem/blob/main/live_controller.py) e depois de baixar alguns ajustes deverão ser feitos para o perfeito funcionamento.

Nosso código é formado pelos seguintes blocos:

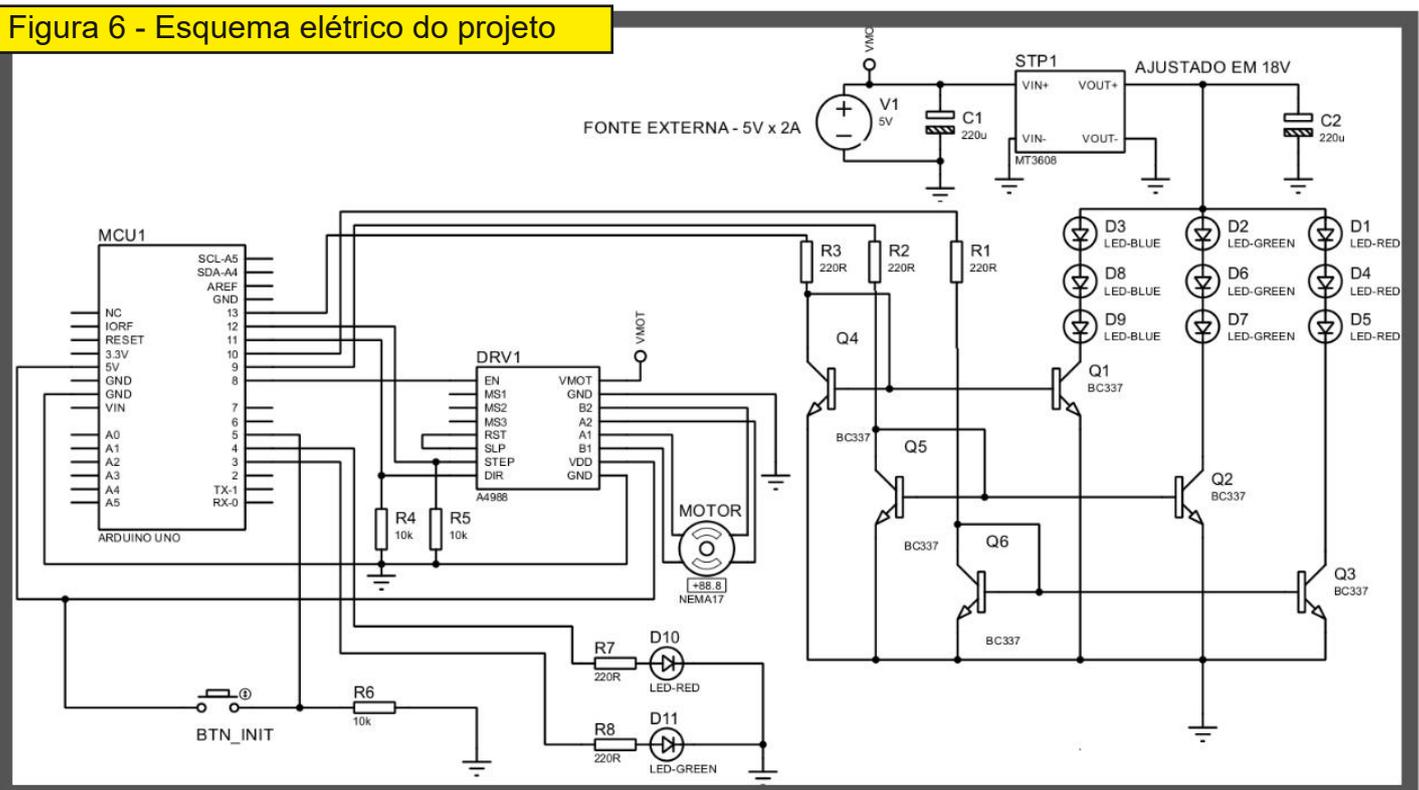
**CONFIGURAÇÃO:** Onde encontramos os parâmetros que precisam ser ajustados para o perfeito funcionamento. Os principais são:

Como o Arduino só consegue fornecer 5V e uma corrente baixa, então foi utilizado um módulo Step-Up, MT3608, para elevar a tensão para 18V e assim conseguir alimentar os LEDs, mas não foi alimentado com a tensão fornecida pelo Arduino e sim de uma fonte de 5V externa, com capacidade para 2A de corrente. Essa fonte também servirá para alimentar o motor de passo através do driver A4988.

Na figura 6 podemos ver o esquema eletrônico do circuito completo com o Arduino UNO.

Os LEDs D21 e D22 são os representados como LD\_A e LD\_B no código do Arduino. Os

Figura 6 - Esquema elétrico do projeto



VIDEO\_ID – Seu valor corresponde ao id da live no YouTube, é a parte final da URL. Exemplo:

<https://www.youtube.com/watch?v=HPTKnvfaK4M>

Para a URL apresentada, o id é HPTKnvfaK4M e esse é o valor que deverá ser atribuído à constante VIDEO\_ID.

SERIAL\_PORT – Essa constante deverá conter o valor de baud rate da comunicação serial. Aqui o valor é de 115200 e esse deverá ser o mesmo valor no código Arduino.

SCORE: Variáveis para acúmulo de pontuações.

COMANDOS: Aqui temos um array que relaciona comandos que deverão ser escritos no chat durante a live com os comandos que serão enviados para o

Arduino via comunicação serial.

SERIAL – É o bloco que contém os métodos que possibilitam a comunicação serial com o Arduino.

SOM LOCAL – Possibilita a emissão de um bip no computador toda vez que uma votação for computada.

ANTISPAM – Evita que um mesmo usuário envie mais de um voto em um curto intervalo de tempo.

PROCESSAMENTO DE MENSAGENS – Contém os métodos para realizar a identificação dos comandos recebidos da live e os feedbacks provenientes do Arduino via serial.

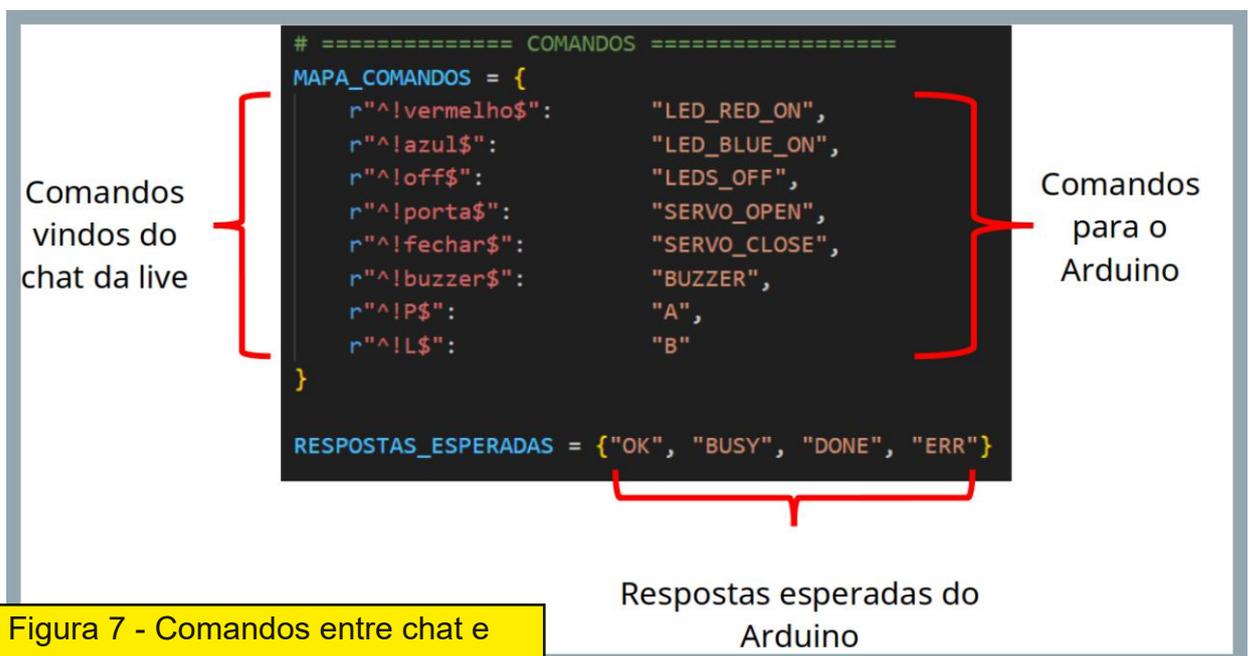


Figura 7 - Comandos entre chat e Python e entre Python e Arduino.

LOOP PRINCIPAL DO CHAT  
– É onde a mágica toda acontece. É onde temos o código realizando a lógica de funcionamento.

#### UM POUCO SOBRE A ESTRUTURA FÍSICA

O painel foi feito com um pedaço de MDF de 15mm com largura e comprimentos iguais de 30 cm.

O ponteiro e as bases que sustentam o painel, bem como o suporte do motor foram feitos com impressão 3D e os arquivos STL também estão disponíveis para download.

A fita de LEDs deverá ficar dentro do ponteiro, conforme as figuras 9 e 10.

Observe que o motor fica preso ao painel pelo suporte feito em impressão 3D.

#### Lista de materiais

- 1 - Arduino UNO
- 5 - Resistores 220R (vermelho, vermelho, marrom)
- 3 - Resistores 10k $\Omega$  (marrom, preto, laranja)
- 6 - Transistores bipolares BC337
- 1 - Módulo Step-Up MT3608
- 1 - Driver para motor de passo A4988
- 1 - Motor de passo NEMA 17
- 1 - Pedaço de fita de LEDs com 9 LEDs
- 1 - LED vermelho 5mm
- 1 - LED verde 5mm
- 2 - Capacitores eletrolíticos 220uF x 16V
- 2 - Filamentos para impressão 3D – Branco e outra cor de sua preferência

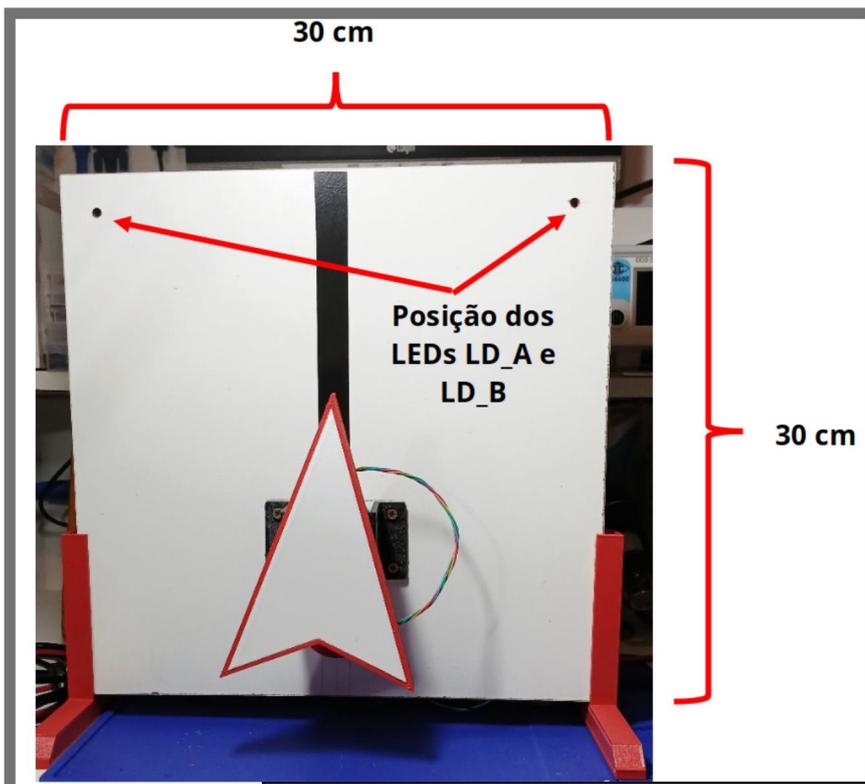


Figura 8 - Estrutura física da urna eletrônica e suas medidas.

Figura 9 - Fita de LEDs no interior do ponteiro.

1 - Protoboard ou placa de circuito impresso.

E é isso, espero que tenha curtido e não deixe de assistir e participar de nossas lives todas as quartas-feiras e quintas-feiras, a partir das 20:00h no canal do Instituto Newton C. Braga e também no canal Vandertronic.

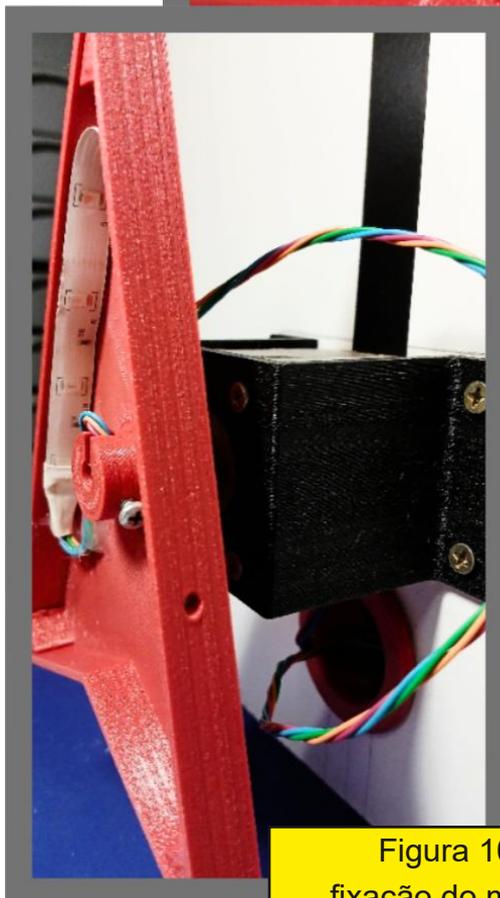
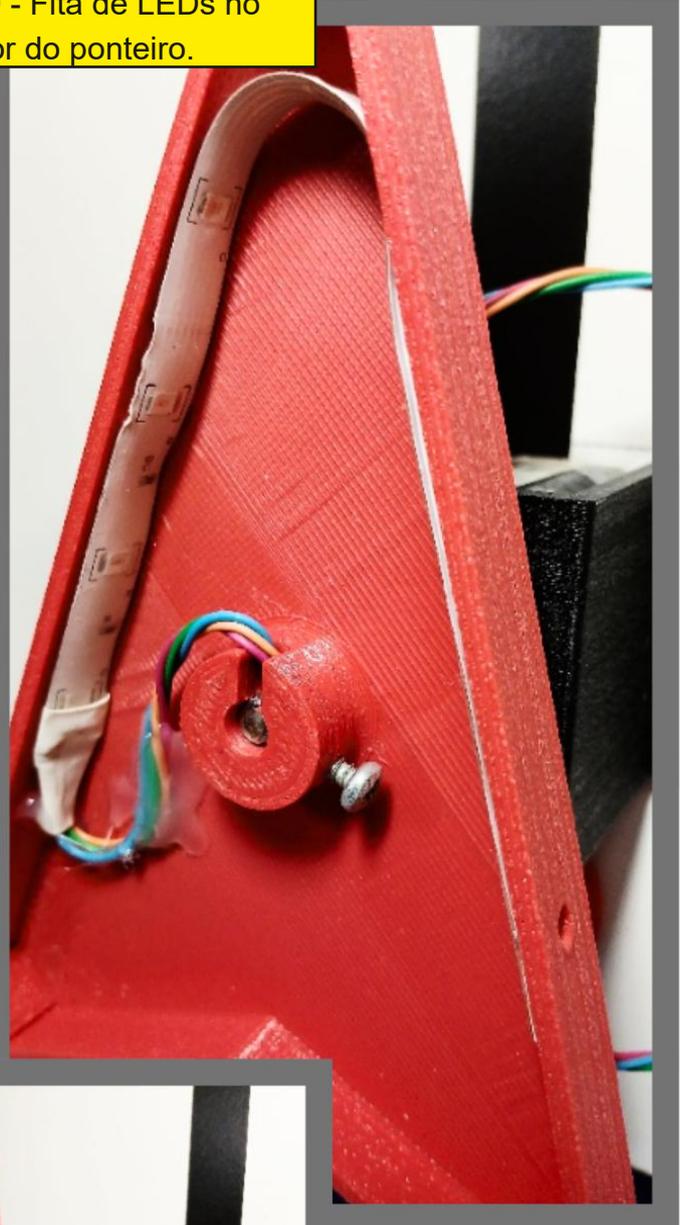
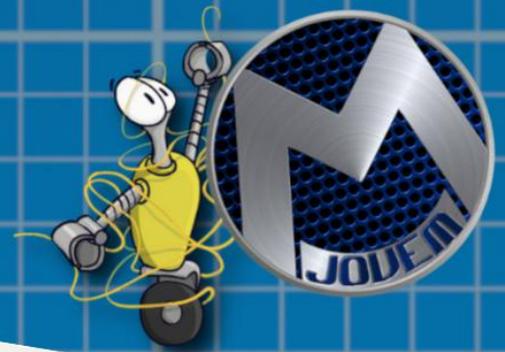


Figura 10 - Suporte de fixação do motor ao painel.

# 4 ENCONTRO MECATRÔNICA JOVEM



SENAI Anchieta - R.Gandavo, 550 - Vila Mariana

# 4 ENCONTRO MECATRÔNICA JOVEM



# A História da Eletrônica

Acompanhe em seu tocador de podcast preferido a saga da História da Eletrônica narrada pelo Prof. Newton C. Braga.



**Toda semana um novo episódio**