



Edição: MÚSICA

Número 26



# MECATRÔNICA

APRENDENDO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**JOVEM**



Garrafone  
Synthplasma  
Realejo Eletrônico  
Metrônomo com a Pi Pico  
Piano com KMI(ESP32)  
Bateria Eletrônica de MDF

Revista Mecatrônica Jovem  
Ano 4 N°26 2026  
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 #mecatronica jovem 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

Nesta edição especial dedicada à música, foi notável observar o envolvimento dos nossos colaboradores e participantes do chat, mesmo entre aqueles que nunca tiveram contato direto com um instrumento musical. O entusiasmo coletivo resultou em uma seleção de artigos variados, combinando explicações claras sobre eletrônica e fundamentos de música, refletindo a essência multidisciplinar do Clube da Mecatrônica Jovem.

Agradeço sinceramente a todos que contribuíram — seja nas lives do canal do Instituto Newton C. Braga, seja enviando textos, sugestões e experiências. A dedicação de vocês fortalece nossa missão de divulgar tecnologia e incentivar a troca de conhecimento.

Se você ainda não faz parte do Clube da Mecatrônica Jovem, este é um excelente momento para participar, aprender, compartilhar e também se divertir. Nossa comunidade está sempre aberta para quem deseja crescer junto.



**Luiz Henrique Correa Bernardes**

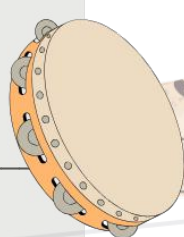
Conforme vocês sabem, nossas edições da revista Mecatrônica Jovem são temáticas, dando assim oportunidade aos que colaboram de desenvolverem todos os projetos na mesma área e assim trocar suas experiências, o que normalmente fazemos pela nossas lives do Clube da Mecatrônica. Esta é mais e em especial nos toca muito pois muitos dos projetos são baseados em coisas que publicamos nas nossas revistas e livros do passado. Ela trata de Instrumentos Eletrônicos, instrumentos musicais que vão desde circuitos simples experimentais, até versões mais elaboradas e artigos relacionais para os amantes da música eletrônica, desde os que simplesmente ligam sua guitarra a um amplificador, até os que montam instrumentos com circuitos microprocessados e com a ajuda de recursos digitais.



**Newton C. Braga**

# ÍNDICE

- 04 - BATERIA ELETRÔNICA DE MDF
- 10 - O GARRAFONE
- 16 - METRÔNOMO COM A RASPBERRY PI PICO
- 20 - REPRODUZIR ÁUDIO MP3
- 26 - MONTANDO INSTRUMENTOS MUSICAIS  
ELETRÔNICOS
- 42 - STUDIO.MOISES.AI
- 46 - PIANO COM KMI (ESP32)
- 50 - REALEJO ELETRÔNICO
- 58 - MÚSICA, PAIXÃO E BYTES
- 62 - SYNTHPLASMA
- 67 - GSSA - GERADOR SENOIDAL DE SINAIS  
AMORTIZADOS





# BATERIA ELETRÔNICA DE MDF

**JULIAN C. BRAGA**

Este projeto ficou muito legal, onde temos uma bateria feita de canos de pvc e mdf que ligada ao computador vira uma bateria eletrônica real. Acompanhe a seguir o passo a passo da montagem.

## Material e montagem

Para este projeto utilizamos madeira MDF cortada conforme o estilo da bateria que desejar, LDR, LEDs brancos o CI LM324, a placa TC206 ou MK104 que você encontra em teclados, o 4066, um piezoelétrico, alguns resistores, conectores RCA e uma placa de circuito para montarmos o nosso sistema de optoacopladores e o circuito do chimal.

Na **figura 1** temos um diagrama simplificado do projeto.

Podemos obter a placa TC206 como a MK104, desmontando teclados antigos de computadores, estas placas são responsáveis em “pegar” os sinais vindos dos teclados que foram pressionados num código que representa a tecla pressionada. Se olharmos o layout do teclado veremos que ela forma uma matriz com coluna e linha.

Para melhor entendimento, vamos tomar a tabela da **figura 2**, nesta tabela temos as linhas “Rs” e as colunas “Cs”. Ao pressionarmos a tecla “A”, o contato da linha R2 fecha o circuito (pulso alto) e a coluna “C1” também fecha o contato, assim a placa saberá que a tecla pressionada foi a letra “A” e enviará o comando para o computador, e assim acontece com cada uma das teclas.

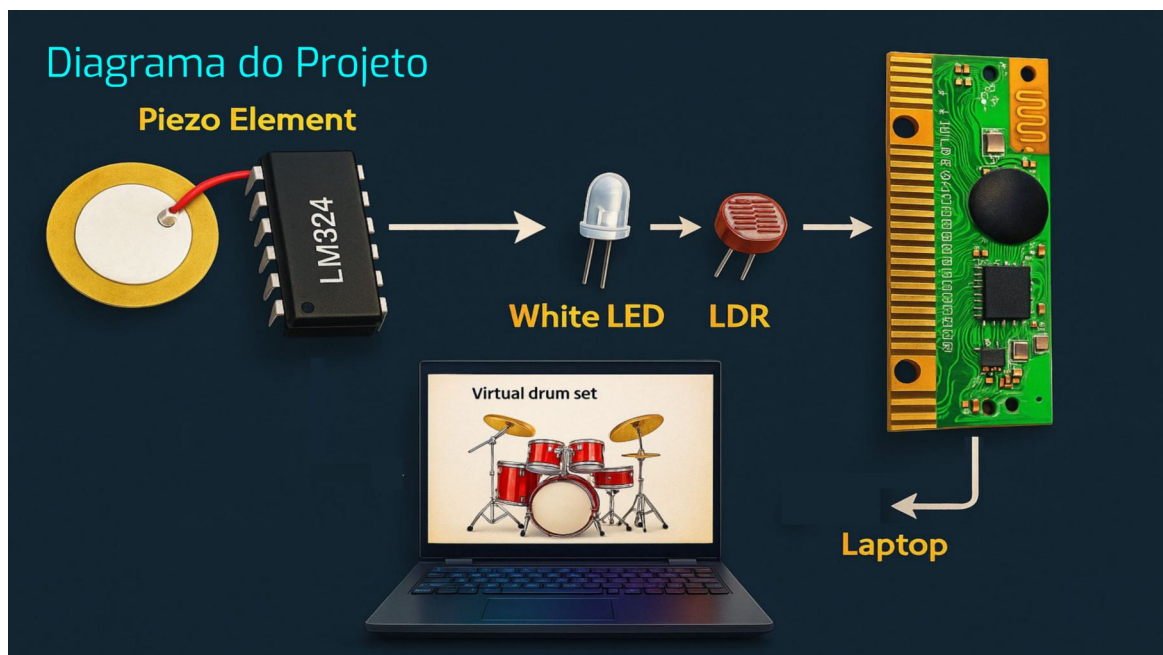


Figura 1 – Diagrama do projeto.



Mapeamento das teclas do teclado

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C14	C13	C12	C11	C15	C10	C8	C9	C0	C16	C17	
R0	Q	W	E	R	U	I	O	+	9	8	7				P	Scroll Lock	Pause Break	P	
R1	Tab	Caps F3	T	Y	[	F7	,	6	5	4	Shift	Back			0	Win			
R2	A	S	D	F	J	K	L	Enter	3	2	1	Shift			Ç				
R3	Esc	\	F4	G	H	F6	Δ		0	Space		F11	~	Alt					
R4	Z	X	C	V	M	,	*	/	Num Lock	Enter	]				Ctrl				
R5				B	N	/	Print	◀		▶	▼			F12	;	Alt Gr			
R6		F1	F2	5	6	=	F8	Home	Page UP	Insert	Delete			F9	-	Ctrl			
R7	Q	2	3	4	7	8	9	End	Page Down					F10	0	Print Screen	F5		

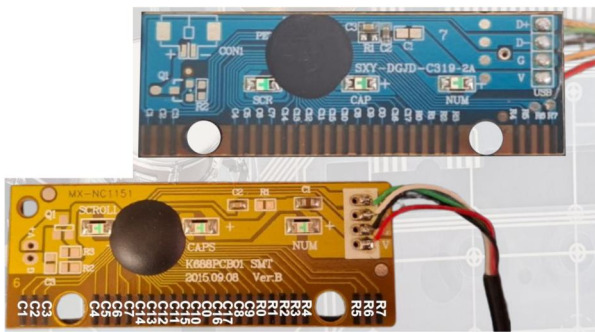


Figura 2 – O TC206 e o MK104. O autor do projeto analisou a linha x coluna para cada tecla e gerou está tabela.

Para que possamos obter um sinal elétrico quando batemos em qualquer peça da bateria, vamos utilizar o piezoelétrico, mas antes precisamos entender o que é o efeito piezoelétrico. Este efeito é um fenômeno físico que ocorre em certos materiais sólidos, onde a aplicação de uma pressão mecânica gera uma carga elétrica. Ou seja, ao batermos no MDF o piezoelétrico é pressionado, e assim ele gera uma pequena carga elétrica que acende um LED por um pequeno espaço de tempo. Cada um dos itens da nossa bateria terá um LED e um piezo, menos os pedais que detalharemos mais a frente. Mas precisamos amplificar o brilho do LED para que possamos mudar a resistência de um LDR, para isso usaremos o amplificador LM324, como podemos ver no esquema da **figura 3**.

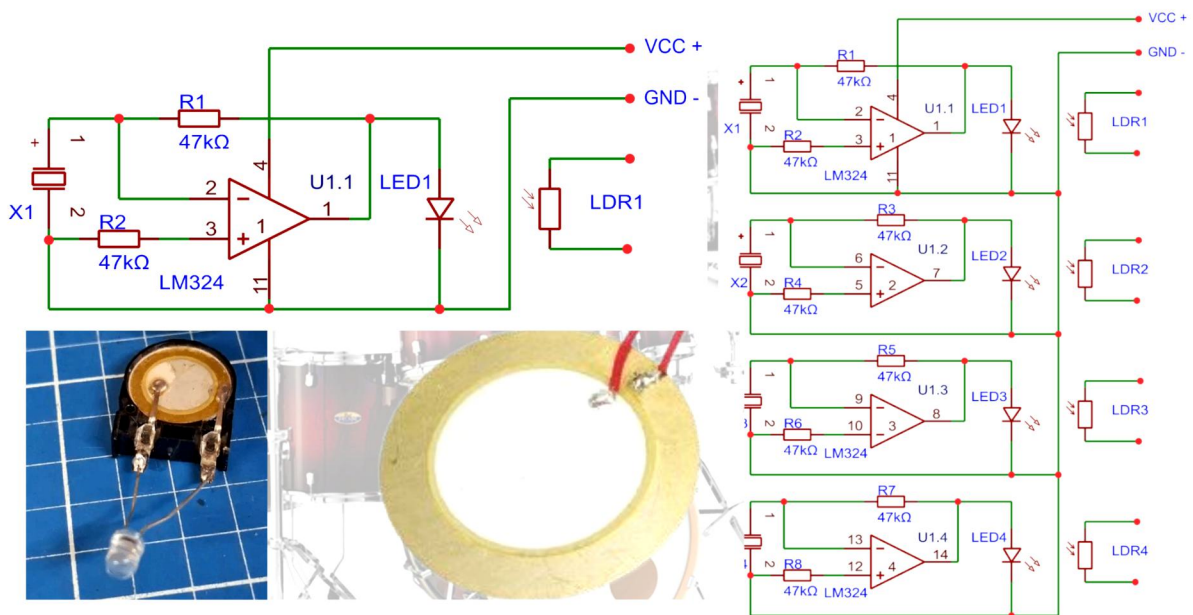
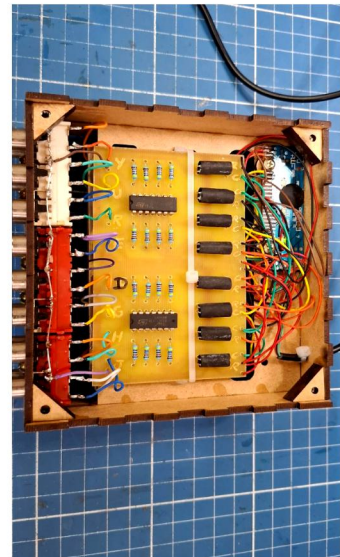
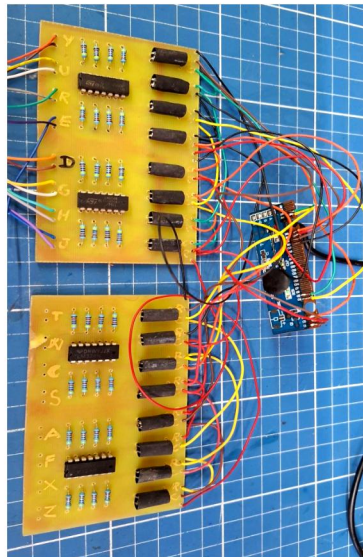
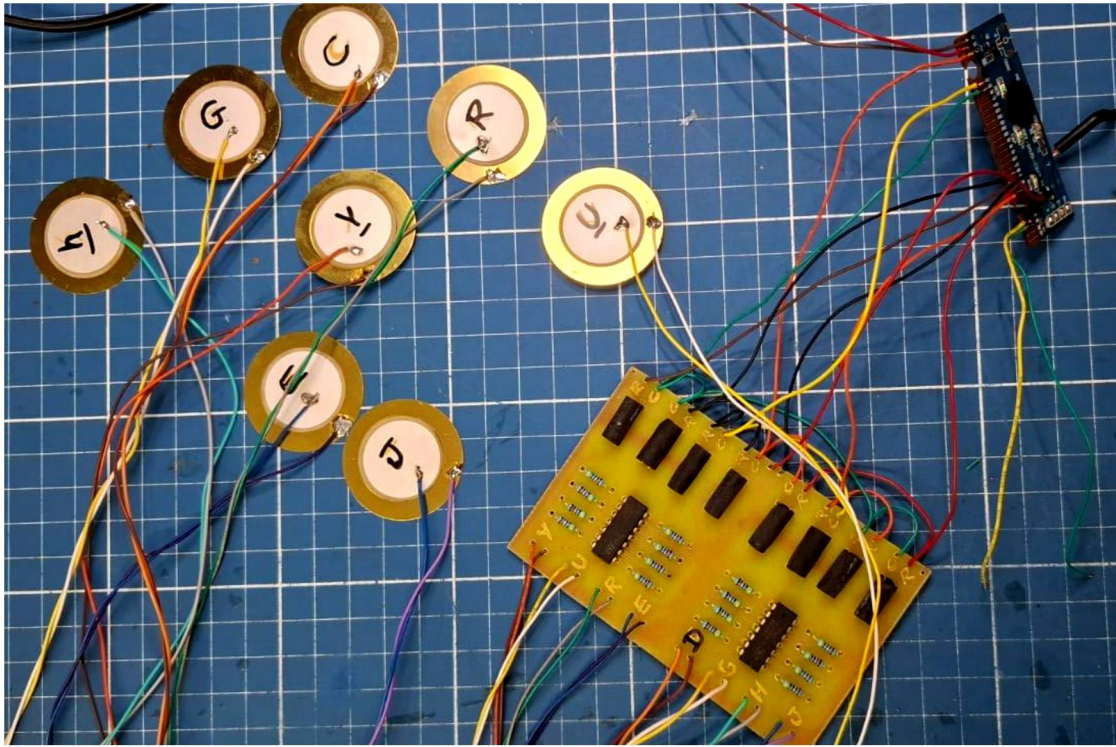


Figura 3 – Esquema do módulo piezo.



*Figura 4 – A montagem do sistema.*

Na **figura 4** temos todos os componentes do projeto conectados e dentro de uma caixa de MDF feita sob medida. Note que cada piezo temos uma letra anotada, pois elas representam as teclas que deverá ser acionada no aplicativo simulador de bateria, pois se para tocar o prato no aplicativo for a tecla “A”, o piezo deverá acionar a linha e coluna correspondente à letra “A”.

Nos pedais colocamos chaves comuns de contato ao invés de um piezoelétrico, isso porque o pedal precisa ficar pressionado ou não, diferente das demais peças onde só precisa registrar uma batida. Isso porque o instrumento muda se o pedal estiver pressionado ou não.

Conhece o Canal do Julian C. Braga ? Então siga para mais projetos bacanas.  
<https://www.youtube.com/@juliancbraga>



Para resolver esta mudança de instrumento, foi adicionado um circuito extra usando o 4066. Note na **figura 5** que se a chave do Pedal C não estiver acionado e o piezoelétrico da letra “E/R” (chimbal) for acionado a letra “E” é enviada para o computador, mas se a chave do Pedal C estiver acionado, a batida no piezoelétrico “E/R” a tecla acionada será a letra “R”.

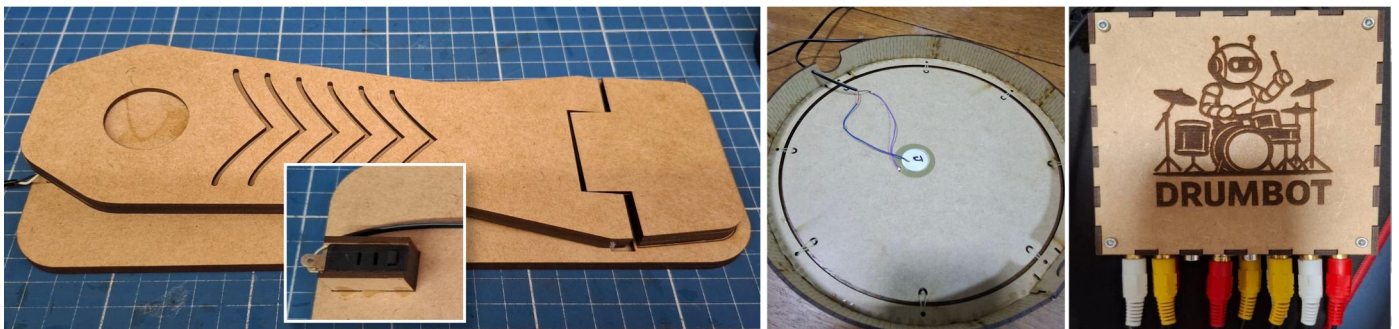
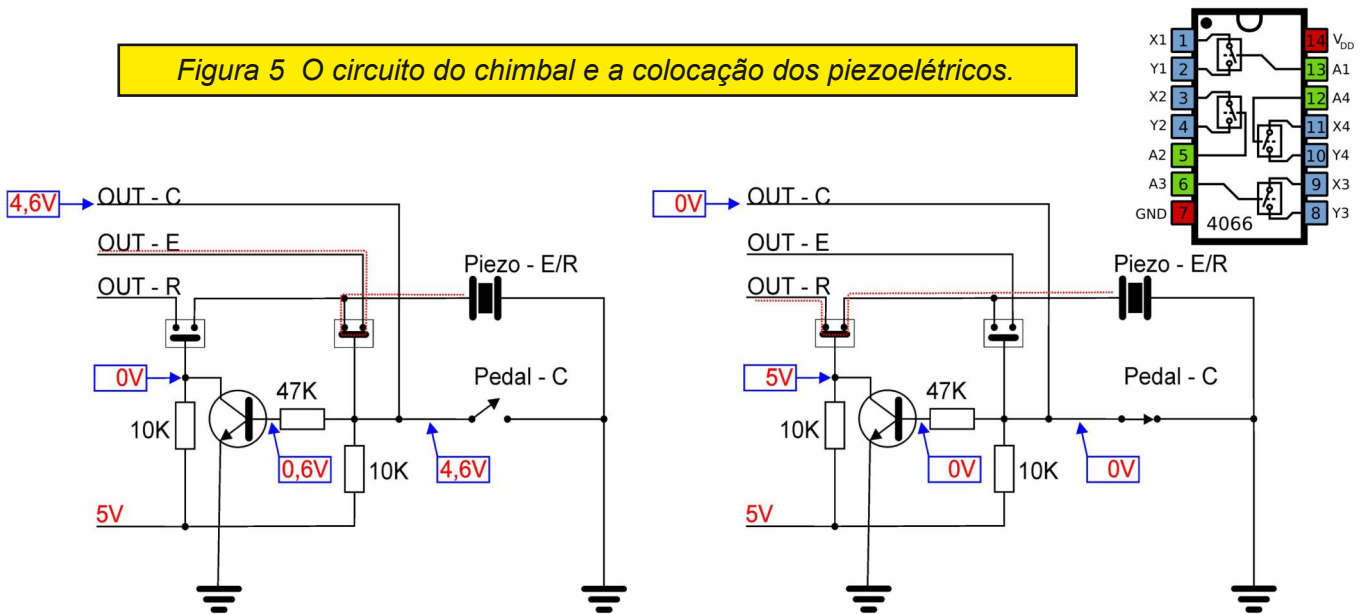
Para fazer um teste do seu sistema, abra um programa qualquer de texto e acione ou bata em cada um dos instrumentos e veja se a letra correspondente é digitada.

### Os simuladores

É possível encontrar uma gama de simuladores de baterias em sites ou lojas de aplicativos, que são tocados com o teclado normal, lembrando que o sistema que acabamos de montar ainda é um teclado que possui um “formato diferente”.

No seu simulador, configure as teclas referentes as letras que você escolheu no sistema e “bora pro show”.

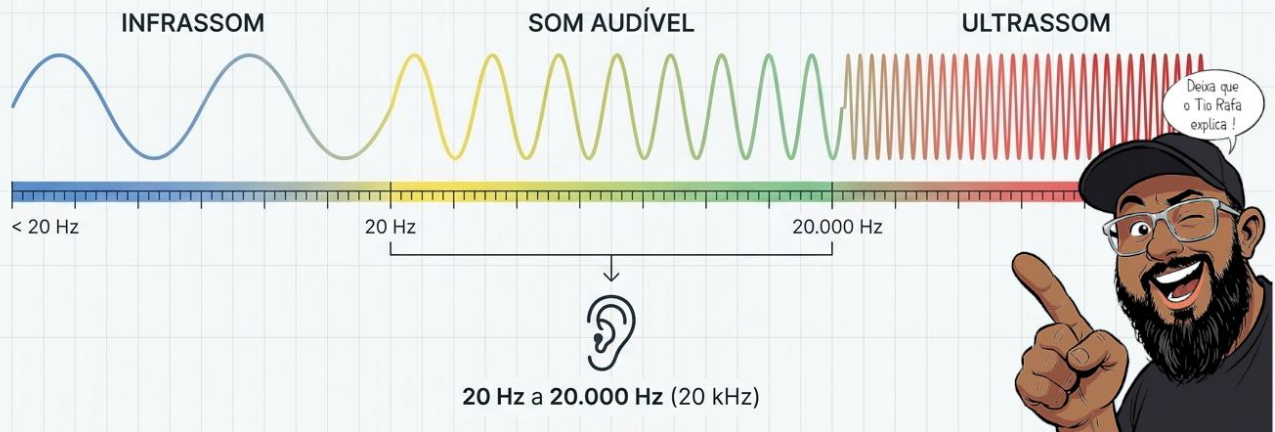
**Figura 5** O circuito do chimbal e a colocação dos piezoelétricos.



## O Som Como Fenômeno Ondulatório

O som se propaga em ondas através de diversos meios, possibilitando nossa percepção.

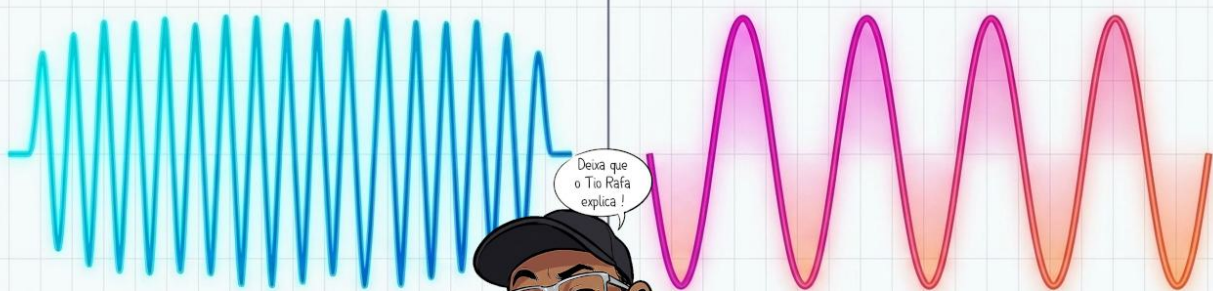
Frequência = Quantidade de ciclos (vibrações) em 1 segundo, expressa em Hertz (Hz).



## Decodificando a Frequência: Agudo vs. Grave

SOM AGUDO

SOM GRAVE



**Vibração:** Rápida  
**Frequência:** Alta (Ondas curtas e nítidas)  
**Exemplo Prático:** Voz feminina típica (fina)

**Vibração:** Lenta  
**Frequência:** Baixa (Ondas profundas e ressonantes)  
**Exemplo Prático:** Voz masculina típica (grossa)



# O GARRRAFONE

**DANIEL JÚNIOR**  
**PROFESSORA INAIARA**  
**RENATO PAIOTTI**

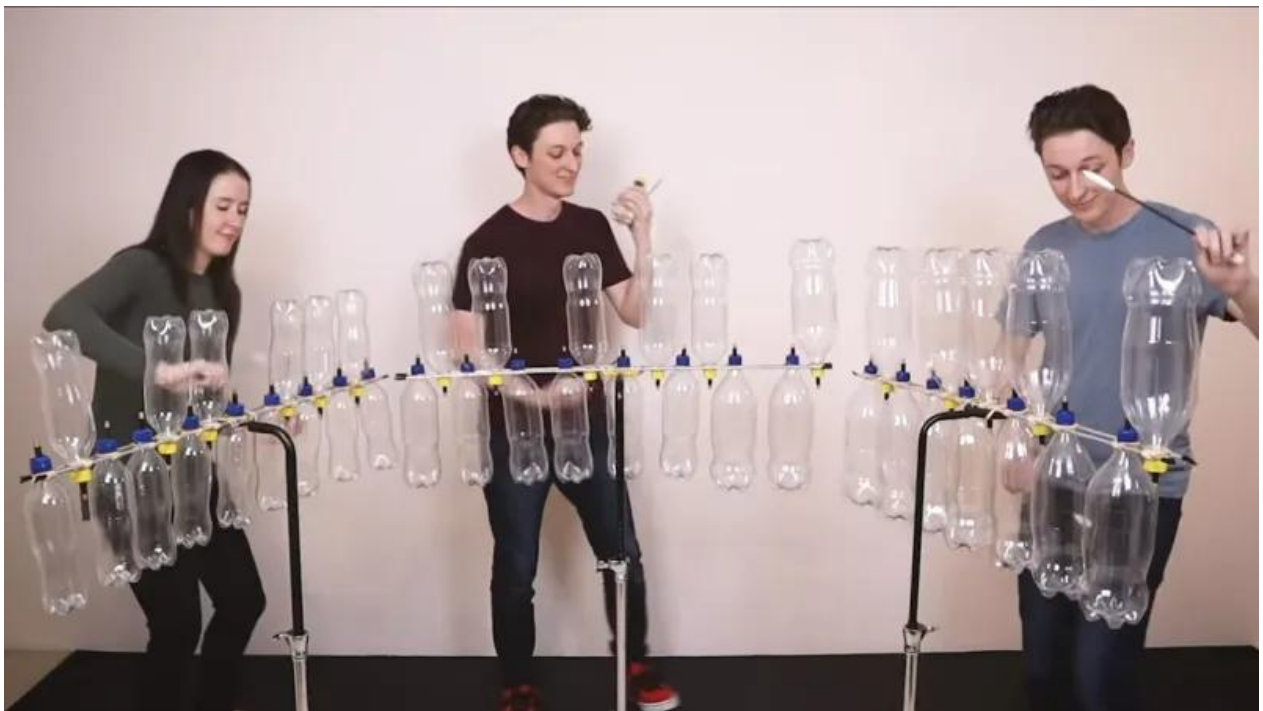
Um projeto simples e fácil onde temos um xilofone de garrafas PETs onde podemos envolver música, reciclagem e impressão 3D. O segredo aqui é extrair determinadas notas musicais de garrafas PETs cheias de ar na quantidade certa.

## O xilofone

O xilofone é um dos instrumentos de percussão mais icônicos da família dos idiofones (instrumentos cujo som é produzido pela vibração do próprio corpo). Embora sua presença seja garantida em orquestras sinfônicas modernas, sua história e construção revelam uma sofisticação que vai muito além de um "brinquedo musical".

## A Proposta

A proposta era tornar mais fácil a montagem do xilofone de garrafa PET que já existe no mundo acadêmico e musical. Como podemos ver na **figura 1**, a montagem depende do ajuste de um suporte de madeira ou ferro para segurar as garrafas em sequência. Porém este processo é um pouco trabalhoso devido ao tamanho do xilofone. Quando a Inaiara apresentou em nossas lives a ideia de desenvolver o INAphone, eu e o Daniel (Droidman) aceitamos o desafio de montarmos algo que fosse prático e pudesse ser replicado numa impressora 3D. Na **figura 2** temos as duas soluções encontradas e podem ser baixadas e impressas numa impressora 3D.



*Figura 1 - Um Xilofone de garrafa PET [1].*

Eu pensei em construir algo que pudesse prender a garrafa na carteira da sala de aula, então pensei em juntar uma morsa com um sistema de prender a garrafa de forma inclinada. O Daniel pensou num sistema em que a garrafa fosse presa numa folha de madeira compensada com furos nela.

### Montagem

Depois do material impresso, é preciso montar o material, onde temos uma forquilha no formato “U”, um parafuso e a peça maior, a morsa. Coloque o parafuso na peça maior e leve para o canto da mesa, aperte o parafuso até a peça ficar bem presa. Coloque a garrafa no bocal e coloque a forquilha até ouvir o “TEC”, a garrafa está presa a mesa (**figura 3**).

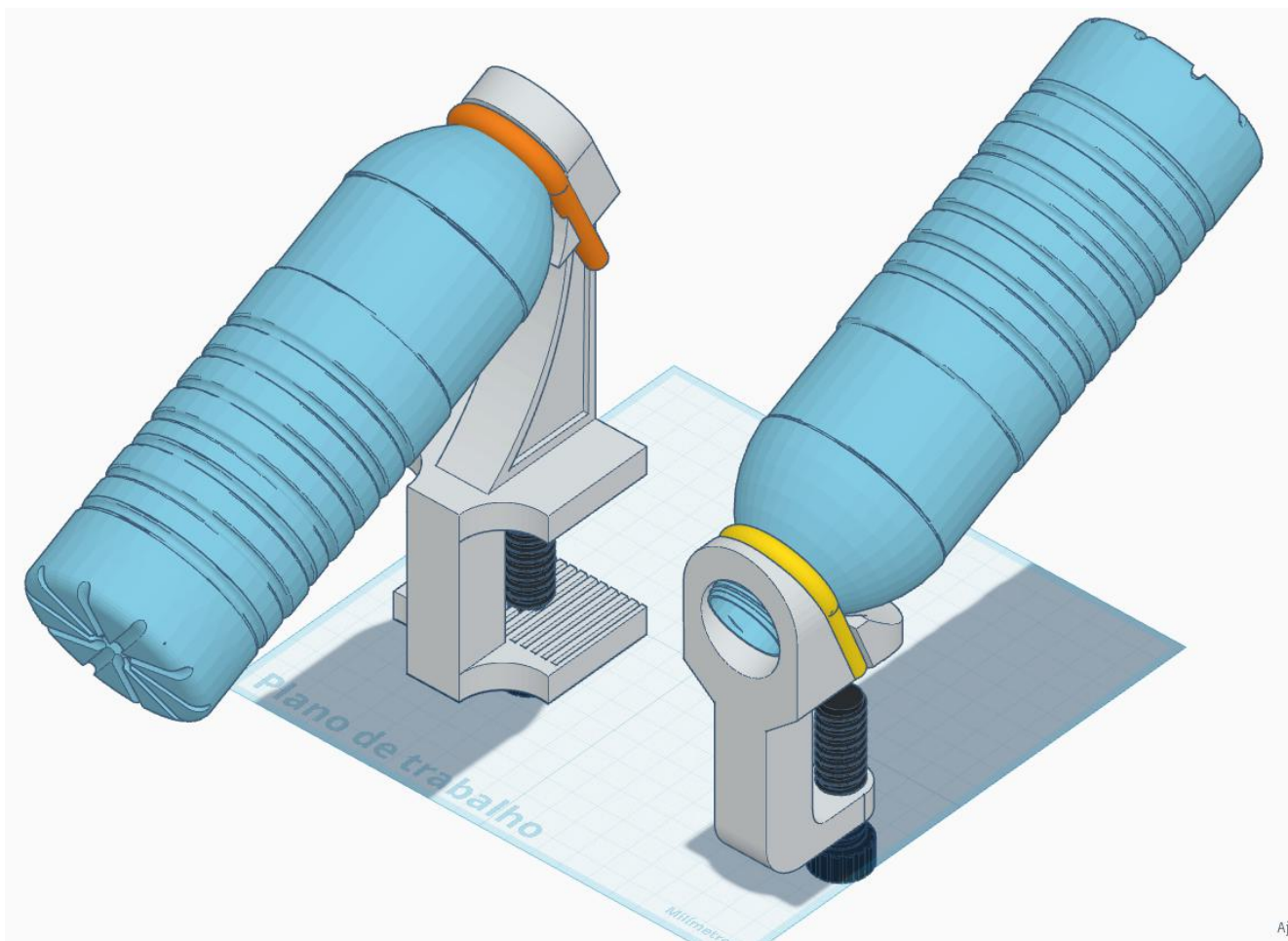


Figura 2 - Nossa proposta em 3D [2].

Para que o ar fique dentro da garrafa na medida certa, é preciso colocar na tampa um bico de pressão, aqueles usados em pneus de carros. Normalmente os borracheiros tem aos montes em sua oficina. Faça um furo na tampa com a furadeira (lembrando que é necessário a ajuda de um adulto) e passe o pino por ele, como podemos ver na **figura 4**.

Se a vedação da garrafa estiver bem feita, vamos com uma bomba de encher pneu de bicicleta, encher a primeira garrafa, que será a nota "Dó". Mas para sabermos se ao batermos na garrafa com uma baqueta ou régua é realmente a nota que queremos, vamos utilizar o celular. Digite "afinador" na busca do Google que automaticamente ele abrirá um afinador online, habilite o microfone e bata na garrafa. Encha de ar a garrafa até



*Figura 3 - Como a forquilha segura a garrafa.*



*Figura 4 - A montagem da tampa.*

chegar a nota desejada, caso precise retire o ar de dentro dela. Faça isso com todas as garrafas até completar a escala musical.

Pronto... agora é tentar tocar as suas músicas favoritas acompanhando as notas musicais.

### **Conclusão**

Este projeto é bem interessante pois temos uma forma de montar o próprio aparelho e regular as notas com ar. Neste projeto, além de envolver o lado artístico (Educação artística e Música), temos aqui uma ótima aula de pneumática (volume e pressão).

Espero que tenha curtido esta montagem e mande para nós as fotos da sua montagem para que possamos mostrar aqui no Clube da MJ.

### **Referências**

[1] Pouring Creativity Into Musical Upcycling Of Plastic Bottles - Roger Cheng

<https://hackaday.com/2020/04/23/pouring-creativity-into-musical-upcycling-of-plastic-bottles/>

[2] Arquivo no Tinkercad - <https://www.tinkercad.com/things/i51brwC8Bje-garrafone>



*Figura 5 - O afinador do Google.*

# MOOGA

## SPEED

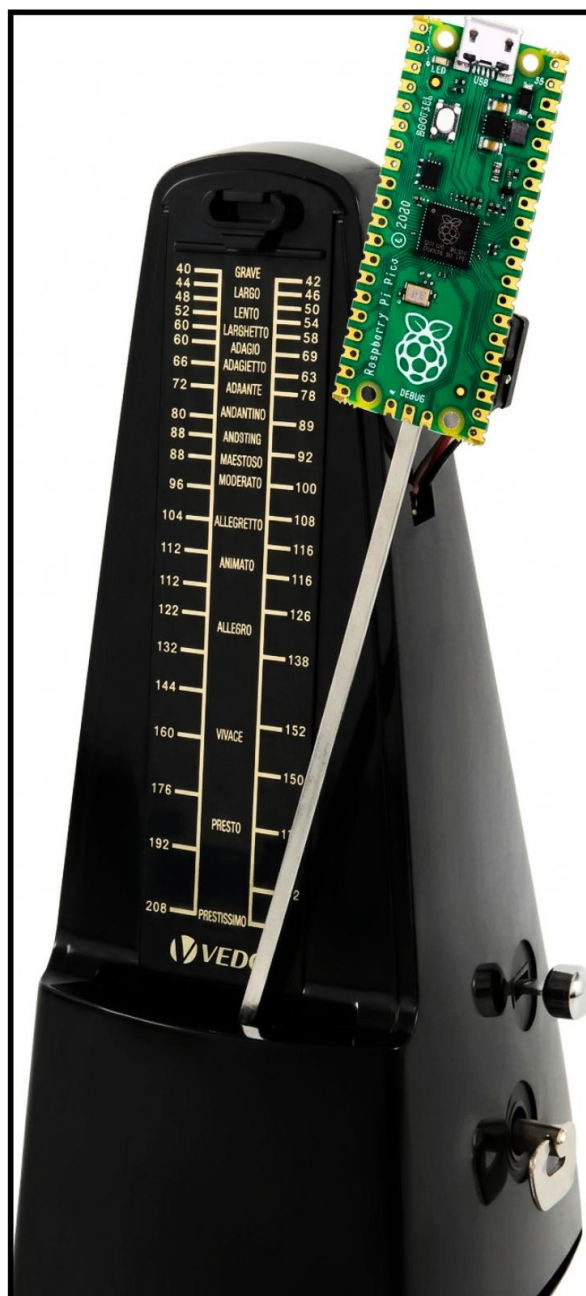


UM JEITO **MAKER**  
DE INTERAGIR COM  
A SUA TURMA



SAIBA MAIS  
ACESSANDO  
O QR-CODE

TQRCG



# METRÔNOMO COM A RASPBERRY PI PICO

LUIZ HENRIQUE CORRÊA BERNARDES

## O que é um metrônomo?

O metrônomo é um dispositivo projetado para produzir pulsos sonoros regulares — o famoso “click” que marca o tempo. A grande vantagem desse aparelho está no controle preciso da velocidade,

Figura 1 Metrônomo.

ajustada em BPM (batidas por minuto). Ao definir um valor, o metrônomo mantém esse ritmo de forma absolutamente constante.

Essa regularidade funciona como uma referência externa confiável. Durante o estudo, ela ajuda o músico a perceber oscilações naturais de velocidade, corrigir desvios e desenvolver uma pulsação interna mais estável. Com o tempo, essa prática melhora a precisão rítmica e contribui para a execução segura de qualquer peça musical, desde exercícios básicos até repertórios mais complexos. A **figura 1** ilustra um metrônomo mecânico.



Na edição sobre projetos dos anos 80, foi apresentado um circuito de um Metrônomo montado com componentes eletrônicos discretos, uma montagem famosa do Newton C. Braga nos anos 80. ( **figura 2** - montagem em ponte de terminais )

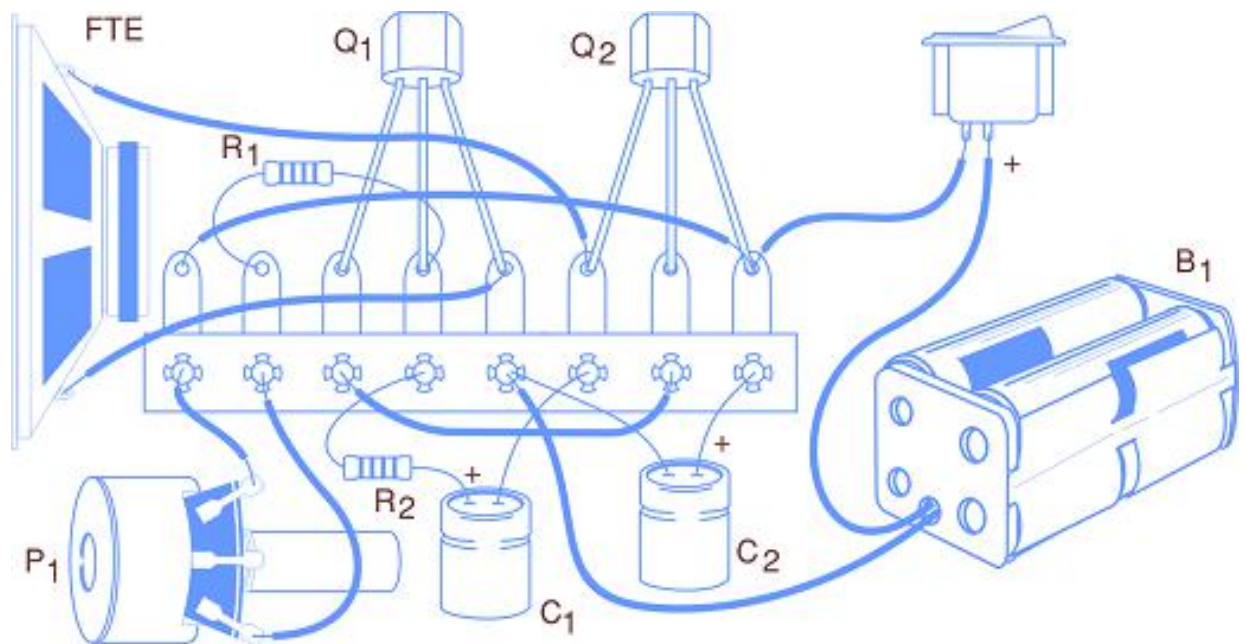
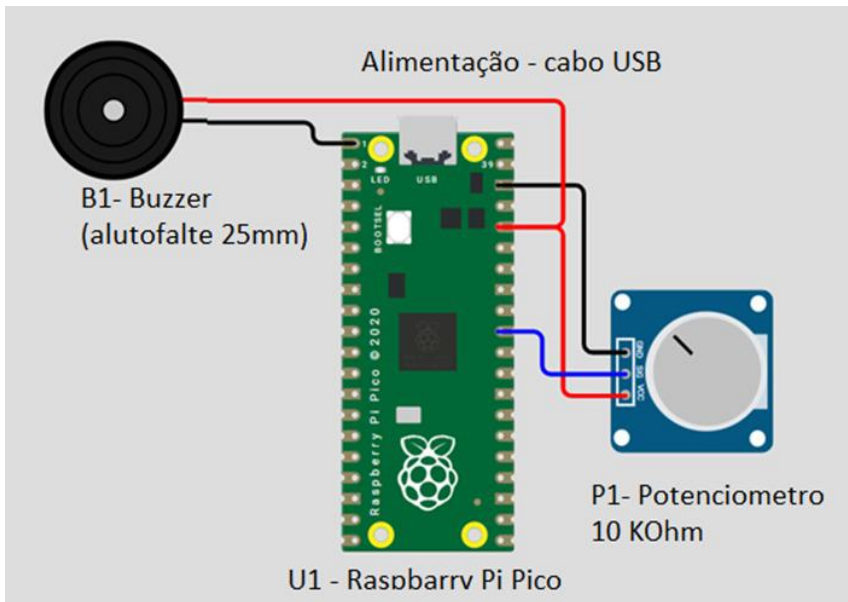


Figura 2 - Montagem em ponte de terminais.

Figura 3 - Circuito elétrico da montagem.



Que tal fazer o mesmo metrônomo usando o módulo Raspberry Pi Pico ? Veja o circuito na **figura 3**.

fazendo uma rápida comparação , a montagem com Raspberry Pi Pico utiliza poucos componentes,

note também que para a montagem estamos usando uma fonte externa de 5V que vem pelo cabo USB .

Fizemos um programa simples em micropython (código no final do artigo), de loop infinito onde lê o valor do potenciômetro calcula BPM e o intervalo entre as batidas . Na batida é acionado o Buzzer ( ou alto-falante de 25mm) e o Led .

Abaixo as principais linhas de código :

Leitura do potenciômetro:

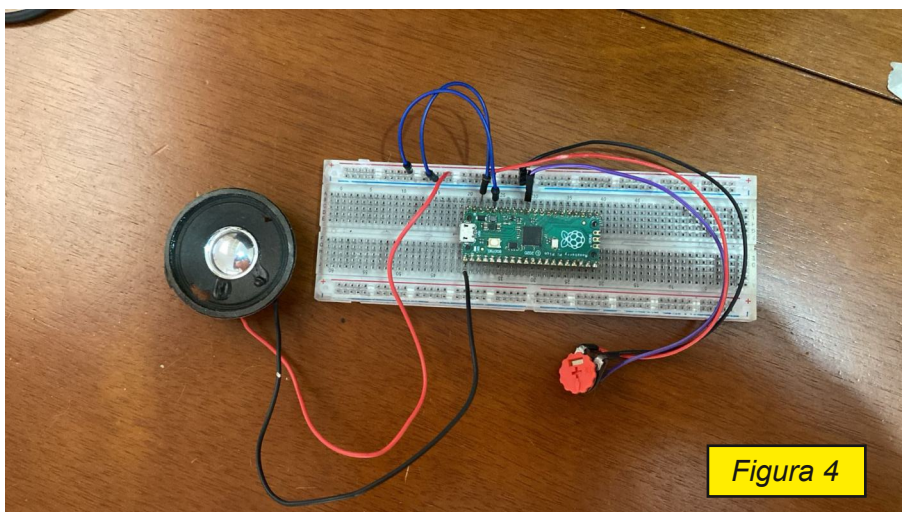
```
leitura = pot.read_u16()
```

Converte para Batidas Por Minuto:

```
bpm = int((leitura / 65535) * (MAX_BPM - MIN_BPM) + MIN_BPM)
```

Calcula o intervalo de segundos entre as batidas:

```
intervalo = 60 / bpm
```



Gostou da ideia de fazer um instrumento usado por músicos ? E da ideia de usar a Raspberry Pi Pico? Então agora mão na massa boa montagem e se fizer alterações não deixe de nos falar, até a próxima montagem.

### Código em Micropython:

```

from machine import Pin, ADC, PWM
from time import sleep

# Pinos
pot = ADC(26)      # ADC0
led = Pin(25, Pin.OUT) #led do módulo
buzzer = PWM(Pin(0))

# Configurações
BEEP_FREQ = 1000  # frequência do beep
BEEP_TIME = 0.05  # duração do beep (segundos)
MIN_BPM = 40      #mínimo BPM
MAX_BPM = 200     #máximo BPM

while True:
    # Lê potenciômetro (0-65535)
    leitura = pot.read_u16()
    # Converte para BPM – Batidas Por Minuto
    bpm = int((leitura / 65535) * (MAX_BPM - MIN_BPM) + MIN_BPM)
    #bpm = 40 #fixar bpm para 40 (teste)
    print("BPM = ",bpm)
    # Intervalo entre batidas
    intervalo = 60 / bpm
    # LED ON
    led.value(1)
    # Beep
    buzzer.freq(BEEP_FREQ)
    buzzer.duty_u16(30000)
    sleep(BEEP_TIME)
    # LED OFF e buzzer OFF
    led.value(0)
    buzzer.duty_u16(0)
    # Espera até a próxima batida
    sleep(intervalo - BEEP_TIME)

```



#### O que é sustenido?

Sustenido é quando a nota sobe um pouquinho.

Exemplo:

- Dó# é um som um pouco mais alto que Dó
- Fá# é um som um pouco mais alto que Fá

#### O que é bemol?

Bemol é quando a nota desce um pouquinho.

Exemplo:

- Réb é um som um pouco mais baixo que Ré
- Solb é um som um pouco mais baixo que Sol

#### As notas musicais são 7, mas existem 12 sons diferentes no total.

Entre algumas dessas notas, existe um som "do meio". Esse som pode ser chamado de sustenido ou bemol.

As 7 notas	As 12 notas
•Dó	•Dó
•Ré	•Dó# / Réb
•Mi	•Ré
•Fá	•Ré# / Mib
•Sol	•Mi
•Lá	•Fá
•Si	•Fá# / Solb
	•Sol
	•Sol# / Láb
	•Lá
	•Lá# / Sib
	•Si

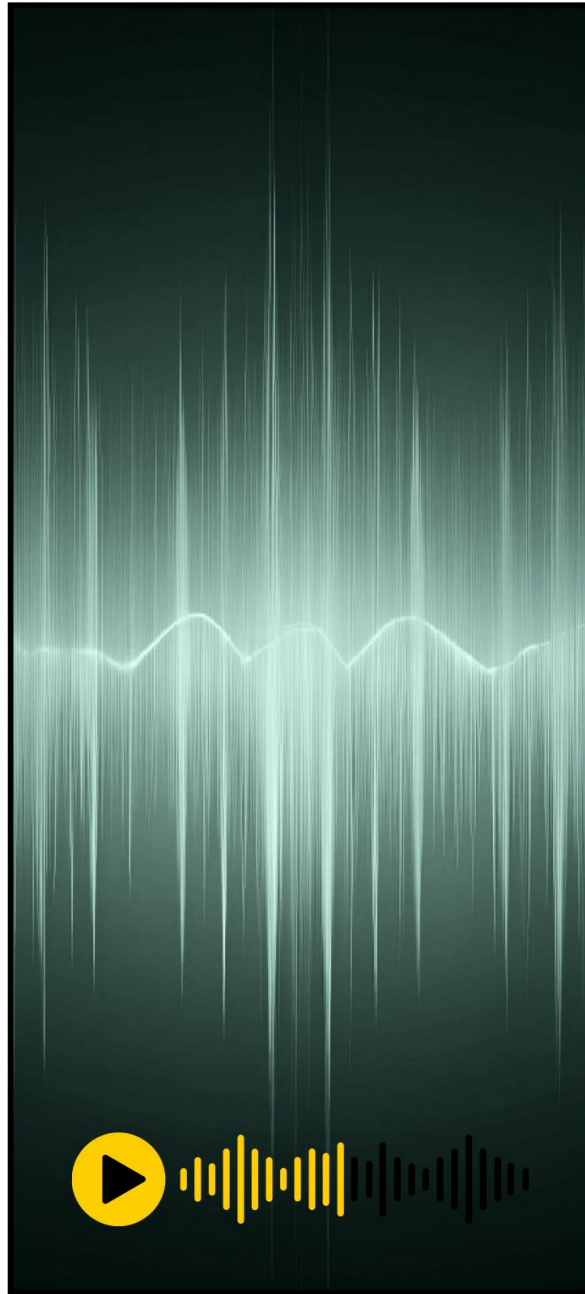
Algumas notas têm os dois nomes:

- Dó# é o mesmo som que Réb
- Ré# é o mesmo som que Mib

Ou seja:

- sustenido = sobe
- bemol = desce
- são 12 sons, mas com 7 nomes principais





# REPRODUZIR ÁUDIO MP3

MAURO MIYASHIRO

## **O protocolo MP3**

MP3 é um formato de compressão de áudio digital que reduz o tamanho dos arquivos sem eliminar completamente a qualidade sonora. Ele funciona removendo sons que o ouvido humano dificilmente percebe, permitindo armazenar músicas e outros áudios de forma mais leve e prática, mantendo uma boa fidelidade.

Em resumo: MP3 = áudio compactado, menor espaço, boa qualidade.

### Armazenamento em SDcard

O áudio no formato MP3 pode ser gravado em SDcard.

Um MP3 gravado em SDcard é simplesmente um arquivo de áudio compactado no formato MP3 armazenado em um cartão de memória SD. Isso permite levar músicas ou gravações em um dispositivo pequeno, portátil e de fácil acesso, sem ocupar muito espaço.

Em poucas palavras: MP3 no SDcard = música portátil, leve e prática.

### Reprodução do MP3

Um MP3 gravado em SDcard se relaciona com celulares, câmeras e sistemas de som porque esses aparelhos possuem entradas ou leitores de cartão SD que permitem acessar os arquivos de áudio.

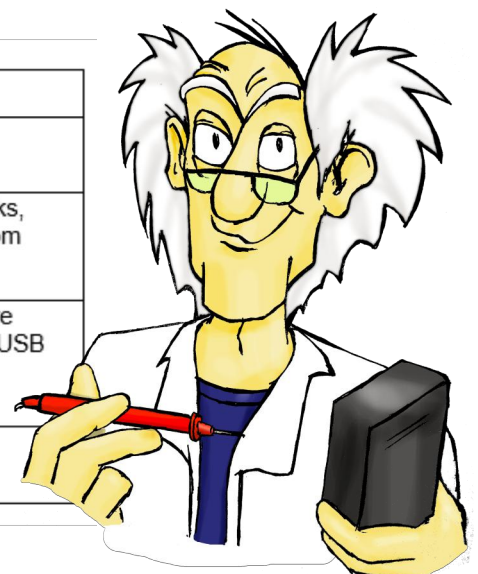
- Celulares: podem reproduzir diretamente as músicas armazenadas no cartão, funcionando como um player portátil.
- Câmeras: além das fotos e vídeos, podem guardar gravações em MP3, úteis para áudio ambiente ou narração.
- Sistemas de som: muitos modelos aceitam SDcards, permitindo tocar músicas sem precisar de CDs ou conexão com internet.

Em resumo: o SDcard funciona como um meio físico de transporte e armazenamento de MP3, tornando fácil ouvir ou usar o áudio em diferentes dispositivos.

MP3 em SDcard e em pen drive.

Resumo comparando MP3 em SDcard e MP3 em pen drive:

Aspecto	SDcard	Pen drive
Tamanho físico	Muito pequeno, leve, discreto	Maior, mas ainda portátil
Compatibilidade	Usado em celulares, câmeras, alguns sons automotivos	Usado em PCs, notebooks, TVs, sistemas de som com porta USB
Uso típico	Armazenar músicas junto com fotos/vídeos em dispositivos móveis	Transportar músicas entre computadores e players USB
Praticidade	Precisa de leitor de cartão SD	Basta uma porta USB



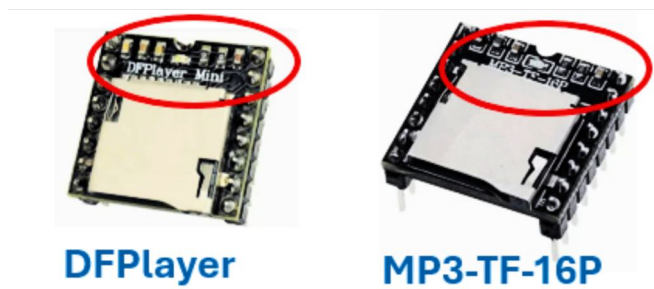


Figura 1 - Indicação do DFPlayer.

Resumo: O SDcard é mais comum em aparelhos móveis (celulares, câmeras), enquanto o pen drive é mais versátil em computadores e sistemas de som com USB. Ambos cumprem a mesma função: levar seus arquivos MP3 de forma prática.



Figura 2 - O módulo DFPlayer

### Reproduzir MP3 em SDcard com o módulo DFPlayer

Atenção: O DFPlayer tem um similar conhecido como módulo WP3-TF-16P. As indicações podem ser encontradas na **figura 1**.

O módulo DFPlayer Mini é um reproduutor de MP3 compacto que lê arquivos diretamente de um cartão microSD e pode ser controlado por microcontroladores como o Arduino. Ele é muito usado em projetos de som, alarmes, brinquedos interativos e sistemas de aviso, pois dispensa conversores complexos e já possui saída para alto-falantes pequenos.

Principais características do DFPlayer Mini

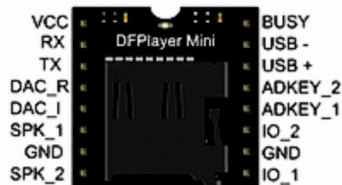
- Formato suportado: MP3 (sem necessidade de conversão).

- Memória: cartões microSD até 32 GB, formatados em FAT16 ou FAT32.

- Taxas de amostragem: suporta de 8 kHz até 48 kHz.

- Saída de áudio: pode alimentar diretamente alto-falantes de até 3W, sem amplificador externo.

- Controle: via comandos seriais (RX/TX) ou pinos específicos, permitindo integração com Arduino e outros microcontroladores.



Pin	Description	Note
VCC	Input Voltage	DC3.2-5.0V;Type: DC4.2V
RX	UART serial input	
TX	UART serial output	
DAC_R	Audio output right channel	Drive earphone and amplifier
DAC_L	Audio output left channel	Drive earphone and amplifier
SPK2	Speaker-	Drive speaker less than 3W
GND	Ground	Power GND
SPK1	Speaker+	Drive speaker less than 3W
IO1	Trigger port 1	Short press to play previous (long press to decrease volume)
GND	Ground	Power GND
IO2	Trigger port 2	Short press to play next (long press to increase volume)
ADKEY1	AD Port 1	Trigger play first segment
ADKEY2	AD Port 2	Trigger play fifth segment
USB+	USB+ DP	USB Port
USB-	USB- DM	USB Port
BUSY	Playing Status	Low means playing /High means no

Figura 3 - Pinagem do DFPlayer.

- Funções adicionais: ajuste de volume (30 níveis), equalizações pré-definidas (6 modos), e suporte a até 100 pastas de áudio com 255 arquivos cada.

### **Como funciona na prática**

- Cartão SD: você grava os arquivos MP3 no microSD, insere no DFPlayer e ele já está pronto para reproduzir.
- Controle básico: pode tocar faixas em sequência, repetir, ou selecionar músicas específicas por comandos.
- Integração com sensores: por exemplo, tocar um som quando um sensor de movimento é acionado ou emitir um aviso sonoro quando uma temperatura limite é atingida.
- Projetos comuns: sistemas de aviso em elevadores, brinquedos que falam, alarmes personalizados, caixas de som DIY.

### **Vantagens**

- Simplicidade: não precisa de software complexo para decodificar MP3.
- Custo baixo: acessível para projetos educacionais e hobby.
- Portabilidade: pequeno e leve, fácil de embutir em qualquer circuito.
- Versatilidade: funciona tanto em aplicações simples (botão toca música) quanto em sistemas mais elaborados (controle via Arduino).

### **Limitações**

- Potência limitada: ideal para pequenos alto-falantes; para caixas maiores, é necessário amplificador externo.
- Formato restrito: suporta apenas MP3 (não lê WAV ou FLAC).
- Dependência de cartão SD: precisa que os arquivos estejam bem organizados e nomeados corretamente para evitar falhas.

Em resumo: o DFPlayer Mini é uma solução prática e barata para reproduzir MP3 em projetos eletrônicos, especialmente quando se deseja integrar áudio a sensores ou microcontroladores sem complicações.



### Montagem:

P1-1 (VCC) – Switch Play (centro)  
P2-2 (GND) – Switch Play (-)  
P2-3 (GPIO15) – Switch Play (S)

P2-1 (VCC) – Switch Selecionar (centro)  
P2-2 (GND) – Switch Selecionar (-)  
P2-3 (GPIO16) – Switch Selecionar (+)

P3-2 (GND) - DFPlayer (GND)  
P3-3 (GPIO17) - DFPlayer (RX)  
P3-4 (GPIO16) – DFPlayer (TX)  
Vin (-) – DFPlayer (GND)  
Vin (+) – DFPlayer (VCC)

Alto-falante (+) – DFPlayer (SPK\_1)  
Alto-falante (-) – DFPlayer (SPK\_2)

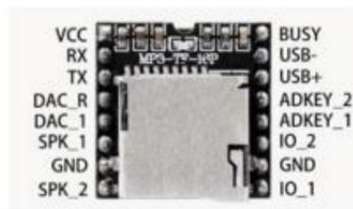


Figura 7 - As conexões entre os módulos.



Link para download (manual e código)  
<https://kitmodulariot.com.br/kmi-esp32.html>



<https://kitmodulariot.com.br/>

## CURSO ONLINE DE ELETRÔNICA



Estude onde e quando quiser...

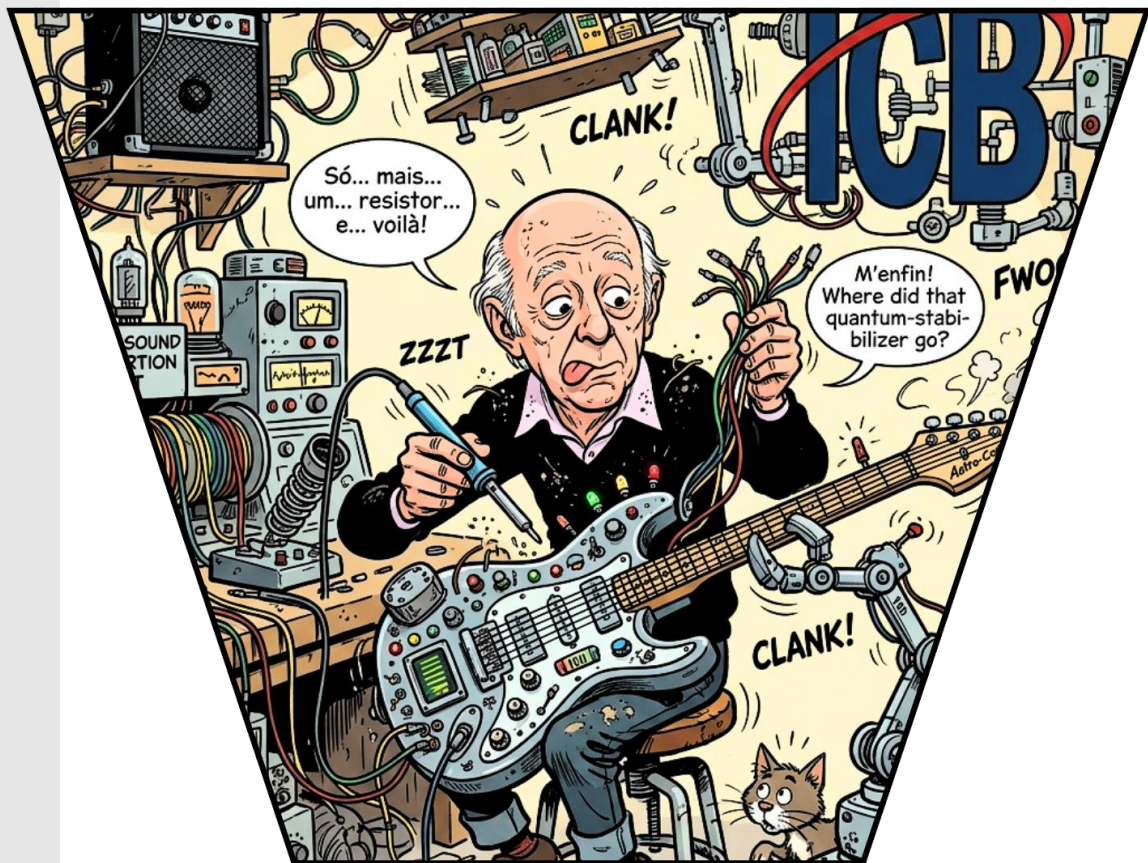


MAIS DE 30 ANOS DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE ELETRÔNICA À DISTÂNCIA



SAIBA MAIS





# MONTANDO INSTRUMENTOS MUSICAIS ELETRÔNICOS

NEWTON C. BRAGA

Fazer música vem de longe. Os homens pré-históricos provavelmente batiam objetos ou sopravam bambus para produzir sons. Isso evoluiu e a técnica de se produzir sons harmoniosos levou à música e nos nossos tempos, através de recursos eletrônicos e até da inteligência artificial. Como criar circuitos para fazer música?

Como agregar eletrônicos aos instrumentos tradicionais? O que podemos fazer de interessante com os recursos que temos hoje e, é claro, sem gastar muito e sem precisar conhecer muito. Tendo publicado centenas de projetos de instrumentos e efeitos, além de ter uma seção sobre o assunto na Revista Saber Eletrônica e autor do livro Curso Prático de Eletrônica – Som e Acústica, tenho muita coisa interessante para ensinar nesse artigo.

### **Um pouco de história**

No vácuo o som não se propaga. Uma experiência tradicional que mostra que isso é verdade consiste em se fazer funcionar uma campainha dentro de um vidro, do qual se retira todo ar. O silêncio é absoluto, pois onde não há meio para o som se propagar ele não pode ser ouvido, conforme o leitor poderá ver na **figura 1**.



*Figura 1 - No vácuo o som não se propaga.*

### **A natureza dos sons e a música**

Na lua seria impossível uma conversação, já que ela não possui atmosfera e os "sons de explosão" no espaço que vemos nos filmes de ficção consistem numa aberração, pois lá tudo é silêncio. No ar, o som se propaga na forma de ondas de compressão e descompressão, conforme mostra a **figura 2**.



Figura 2 - As ondas sonoras.

A quantidade de vibrações que ocorre em cada segundo quando um som é produzido determina sua frequência. O modo como ocorrem essas vibrações determina o timbre. Você pode saber muito mais sobre isso através do artigo que temos no site.

A natureza nos dotou de órgão para sentir os sons que são produzidos na natureza e esse órgão é seletivo. Pode-se reconhecer as frequências e com o tempo passamos a perceber que determinadas

frequências dos sons quando produzidas em certa ordem eram nos traziam uma sensação agradável.

Surgia a música e os recursos para produzir esses sons, foram criados dispositivos os mais diversos. Surgiam os instrumentos musicais. Saiba mais no artigo do link e veja quais são as frequências dos sons que são usadas na música e qual o motivo.

<https://www.newtoncbraga.com.br/eletronica-basica/2730-cbe008.html>

### Os instrumentos não eletrônicos

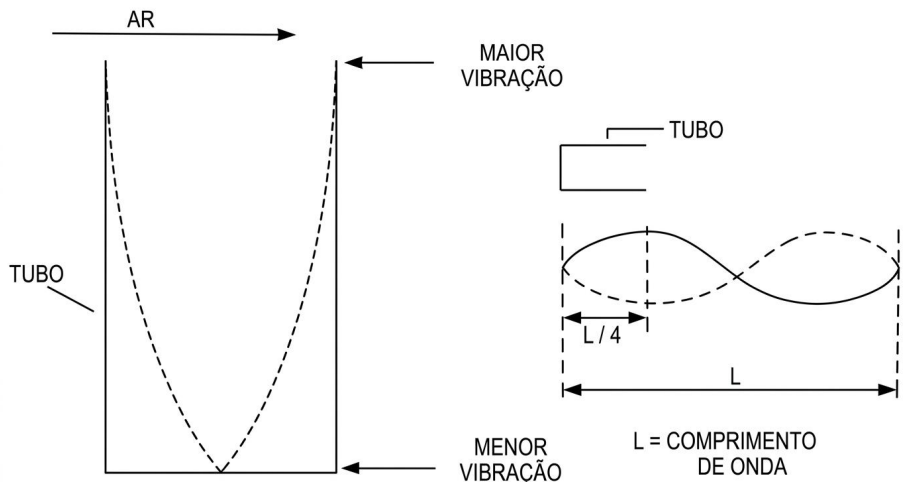
Bater em objetos, soprar em tubos ou outros objetos ocos, fazer cordas presas pelas extremidades produziam sons e estes foram os recursos utilizados para criar os instrumentos musicais não eletrônicos. São os chamados instrumentos mecânicos, quando na realidade deveriam ser denominados instrumentos físicos.

Assim, numa divisão simples, por categorias, podemos dividir os instrumentos musicais mecânicos em sopro, corda e percussão.

### O fenômeno da ressonância

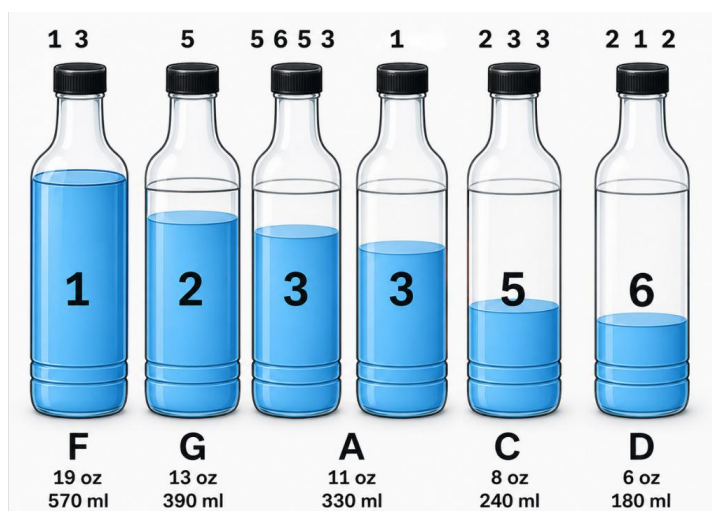
O que possibilita a construção dos instrumentos musicais mecânicos é o fenômeno físico dos sons denominado ressonância. Todos os corpos quando excitados de forma mecânica tendem a vibrar numa única frequência.

Essa frequência depende das dimensões do corpo, do espaço em que as ondas sonoras podem se propagar numa cavidade que ele contenha, da natureza do objeto e outras características físicas.



**Figura 3 - A ressonância de um tubo aberto e de uma corda que vibra.**

Isso explica o motivo pelo qual ao bater num cálice com água ele produz um som que depende das suas dimensões e quanto de água ele contém. Os órgãos de garrafas aproveitam esse efeito.



**Figura 4 - A escala e a quantidade de água na garrafa.**



**Figura 5 - Um órgão de garrafas.**



Veja mais no artigo:

<https://www.newtonbraga.com.br/como-funciona/19491-ressonancia-art3125.html>

Os antigos perceberam que uma corda presa pelas extremidades vibra numa frequência que depende de seu comprimento. Também perceberam que um tubo quando soprado faz com que o ar vibre numa frequência que depende de suas dimensões e do modo de vibração.

Mas, observando que o comprimento do tubo influenciava a nota produzida, criaram a flauta em que o modo de vibração pode ser controlado pelos dedos nos furinhos por onde a vibração é gerada. O dedo no furinho determina o comprimento do tubo em que a vibração é produzida.

E, é claro, perceberam também que batendo em objetos como tabuinhas ou peças de metal o som dependia de suas dimensões criando as marimbas.

A harpa pode ser considerada a primeira criação de instrumento com a aplicação direta da matemática no cálculo de seus elementos, o comprimento das cordas vibrantes.

Foi Pitágoras quem viu as relações matemáticas entre o comprimento das cordas vibrantes (que determinavam sua frequência) e os sons agradáveis que permitiam fazer música. Essa relação é que leva seu formato básico.

Essa escala é baseada no fato de que cada nota deve ter  $1/8$  da frequência da nota anterior a mais que sua frequência. E como valores intermediários, denominados semínimas, podemos intercalar algumas notas com  $1/16$  da frequência anterior, resultando assim no teclado típico de um instrumento, no tamanho das folhas de uma marimba ou das cordas da harpa.



Figura 6 - A flauta.



Figura 7- Uma marimba primitiva.

Na figura a seguir temos um gráfico com o início das oitavas, dos sons mais graves aos mais agudos.

Onde tudo isso é importante? As frequências exatas dos sons de um instrumento determinam sua afinação e isso é importante no caso dos instrumentos mecânicos no cálculo de suas partes e na eletrônica, conforme veremos, no cálculo de seus circuitos.

Algo mais que determina se um som é agradável ou não: o timbre.

A maneira como um objeto vibra ou oscila pode fazer com que ele não emita um som perfeito. Mas, o que é um som perfeito. Um som perfeito é o que tem uma forma de onda senoidal. Um dos modos mais perfeitos de se obter um som é através do diapasão. Uma forquilha cortada na dimensão certa para a nota de 440 Hz produz um som que serve para afinação dos instrumentos.



Figura 8 - A harpa e as conexões com a matemática

55.0 Hz	A		58.3 Hz
61.7 Hz	B		
65.4 Hz	C2		69.3 Hz
73.4 Hz	D		77.8 Hz
82.4 Hz	E		
87.3 Hz	F		92.5 Hz
98.0 Hz	G		103.8 Hz
110.0 Hz	A		116.5 Hz
123.5 Hz	B		
130.8 Hz	C3		138.6 Hz
146.8 Hz	D		155.6 Hz
164.8 Hz	E		
174.6 Hz	F		185.0 Hz
196.0 Hz	G		207.7 Hz
220.0 Hz	A		233.1 Hz
246.9 Hz	B		
261.6 Hz	C4		277.2 Hz
293.7 Hz	D		311.1 Hz
329.6 Hz	E		
349.2 Hz	F		370.0 Hz
392.0 Hz	G		

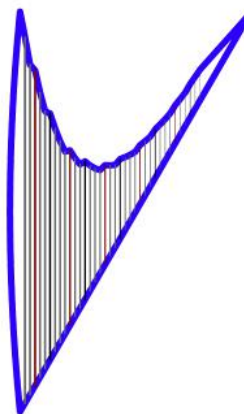
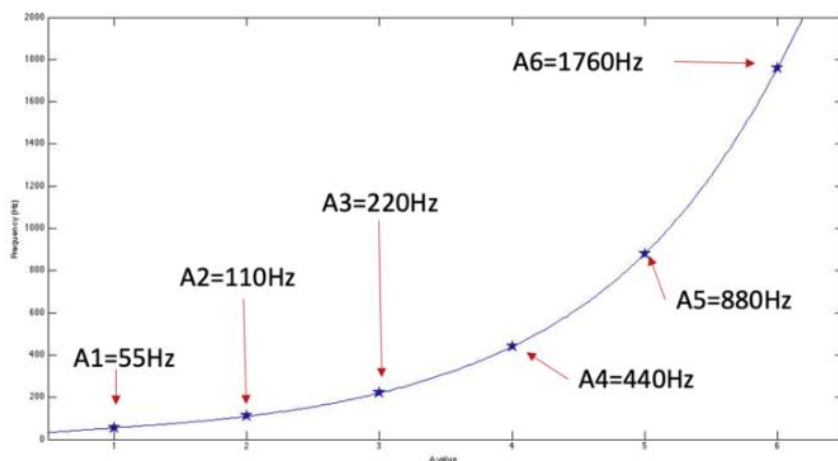


Figura 9 - Formato básico da harpa que está relacionado com a escala musical que usamos até hoje.

Figura 10 - A escala musical - 3 oitavas são cobertas

Figura 11 - Representação gráfica da escala musical com 6 oitavas.



### Timbre

O timbre é a característica que nos permite diferenciar a mesma nota musical emitida por dois instrumentos diferentes. Podemos dizer que se trata da “coloração” ou

“personalidade” do som. Do mesmo modo que as oscilações podem ser suaves, provocadas por um movimento de vai e vem de um cone de alto-falante, também podemos produzir sons a partir de movimentos bruscos ou irregulares de um objeto.

Colocando os dois tipos de sons e mesmo outros num gráfico, vemos que para os movimentos suaves que correspondem a um som puro, a representação é uma senoide. No entanto, para outros sons, as vibrações podem ser representadas de outras formas.

Nossos ouvidos conseguem perceber as diferenças entre dois sons que tenham a mesma frequência, mas que tenham modos de vibrações ou timbres diferentes. Assim, as mesmas notas de diversos instrumentos possuem a mesma frequência e até mesmo a mesma intensidade, mas como possuem timbres diferentes, podemos saber



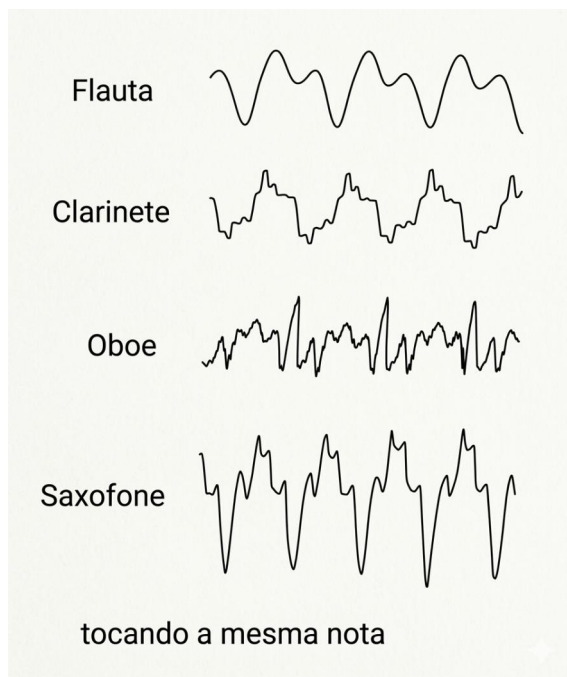
Figura 12 - Meu diapasão.

Veja mais no artigo (com vídeo).

[https://](https://www.newtoncbraga.com.br/meio-ambiente-e-saude/17621-barulhos-no-ceu-ma146.html)

[www.newtoncbraga.com.br/  
meio-ambiente-e-saude/  
17621-barulhos-no-ceu-  
ma146.html](https://www.newtoncbraga.com.br/meio-ambiente-e-saude/17621-barulhos-no-ceu-ma146.html)





Veja mais no artigo (com vídeo).  
<https://www.newtoncbraga.com.br/meio-ambiente-e-saude/17621-barulhos-no-ceu-ma146.html>



**Figura 13 - Timbres de alguns instrumentos tocando a mesma nota.**

de que tipo de instrumento provém. A nota dó de um violão é diferente do dó de um piano pelo timbre! Veja na **figura 13** o que ocorre com alguns instrumentos.

Quando um amplificador reproduz um som alterando sua forma de onda original, nossos ouvidos conseguem perceber isso, o que resulta num efeito indesejável que é a distorção.

Já sabemos que as ondas sonoras não podem se propagar no vácuo, mas, além desta propriedade, elas possuem algumas outras importantes.

Você pode saber muito mais através de artigos de nosso site e até mesmo de um livro que temos:

<https://www.newtoncbraga.com.br/?view=article&id=10904&catid=42>



**Chega a Eletrônica – A história**

Como em outras tecnologias, a chegada da eletrônica foi gradual. Primeiro uma transição com partes elétricas que depois se tornaram eletrônicas, e finalmente a adoção total da eletrônica.

Acompanhando a história vemos episódios bastante interessantes de que trataremos agora. Podemos dizer que a primeira transição ocorreu com a adoção de motores elétricos para atuar em compressores usados nos órgãos de tubos.

Figura 14 - Órgãos de tubo antigos.



Os órgãos de tubos ainda são encontrados em igrejas e salões de concertos. São formados por uma grande quantidade de tubos ressonantes nas notas que devem emitir e que pelo seu tamanho não poderiam ser soprados por humanos. É preciso usar um soprador mecânico. Os primeiros órgãos que existiam eram acionados por foles manuseados por uma pessoa que ficava bombeando ar enquanto o músico tocava.

Os bombeadores de órgãos eram chamados de “Calcantes” e em alguns casos não bastava um! A Catedral de Winchester do século 10 precisava de 70 homens para funcionar! Os tubos podiam alcançar mais de 10 metros de altura.



Figura 15 - Órgão de catedral de Westminster (Inglaterra) - Compare o tamanho da pessoa indicada pela seta em vermelho.

Com a chegada da eletricidade e dos motores começou a transição. Partes dos instrumentos começaram a se tornar elétrica e depois chegou a eletrônica.

Em primeiro lugar entrou em cena a possibilidade de se amplificar o som de um instrumento mecânico comum e fazer sua reprodução com maior intensidade num amplificador.

Um instrumento desse tipo pode ser visto num artigo da revista Radio Craft de agosto de 1933, o violino elétrico (na verdade eletrônico). O artigo mostrava como colocar um captador eletrônico para as vibrações das cordas e jogar o sinal num amplificador. Hoje isso é comum em shows em que os violinistas não tocam o instrumento tradicional.

Figura 16 - Violino elétrico de 1933.

Uma versão um pouco mais moderna é mostrada na capa dela em que a caixa de ressonância, importante nesse tipo de instrumento, deixa de ser usada pois a amplificação ficava por conta do amplificador eletrônico.

### Os osciladores

Quando a eletrônica desenvolveu os osciladores, logo se percebeu a possibilidade desses circuitos serem utilizados em instrumentos musicais. Seria possível gerar sinais cujas formas de ondas e frequências correspondem a dos sinais dos instrumentos musicais e, aplicando-os aos alto-falantes obter os sons correspondentes.

Uma série de instrumentos desse tipo apareceu nos anos 40 e nos seguintes como o trombone eletrônico dessa época, também mostrado num artigo da Rádio Craft conforme a figura.

O trombone eletrônico ou tromboard que era um oscilador Hartley em que a frequência era controlada pelo movimento do núcleo na bobina osciladores.

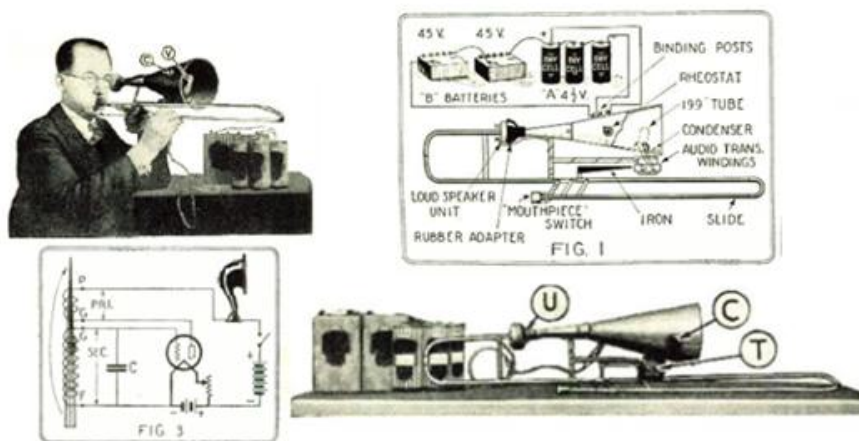
Mas, se esse tinha partes mecânicas, aos poucos elas deixaram de estar presentes como o Electro-Musical Trombone de uma Radio Craft de 1934. Era um oscilador controlado por uma fotocélula e incluía o amplificador.

Muita criatividade nessa época levou à criação dos mais estranhos instrumentos musicais como podemos pelas imagens de uma revista de 1944 que mostra alguns tipos mecânicos como o Cello com harpa e outros que nunca pegaram.



Figura 17 - O violino eletrônico de 1940.

Figura 18 - O trombone eletrônico (valvulado).



Um dos instrumentos puramente eletrônico mais extraordinário da época e que até hoje faz sucesso foi o Theremin ou

Teremim se usarmos o termo aportuguesado. O theremin foi criado em 1928 pelo russo que ficou conhecido no ocidente por Leon Theremin, cujo nome verdadeiro era Lev Sergeevich Termen.

Podemos dizer que o teremim é o único instrumento em que o músico toca sem tocar, isto é, sem encostar em qualquer parte do instrumento. O princípio de funcionamento está no fenômeno do batimento (beat) que ocorre quando sinais de frequências diferentes

são aplicados a um mesmo circuito e da capacitância do corpo humano. Este mesmo princípio é aproveitado nos receptores de rádio super-heteródinos.

Quando dois sinais de frequências diferentes se combinam, ocorre um fenômeno de interferência nos quais são gerados dois sinais adicionais, correspondentes à soma e diferença das frequências dos sinais originais. Estes sinais são denominados batimentos.

Assim, se dois sinais de estações próximas na faixa de ondas médias ou curtas passarem pelo circuito de sintonia, eles podem combinar-se gerando batimentos. O batimento de maior frequência (soma), normalmente é bloqueado pelas etapas seguintes

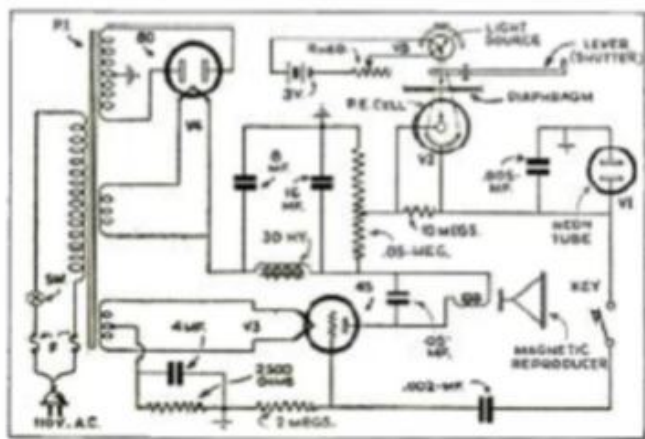


Figura 19 - Que tal fazer o seu transistorizado? Veremos isso mais adiante.

de um receptor, mas o sinal de menor frequência (diferença), pode cair na faixa de áudio, gerando assim um apito contínuo no alto-falante.

Você nota este fenômeno quando sintoniza duas estações de frequência muito próximas na faixa de ondas médias ou curtas e um forte apito é ouvido no alto-falante.

### **A eletrônica avança**

Logo os circuitos dos instrumentos musicais eletrônicos se tornaram mais complexos com a chegada dos órgãos eletrônicos capazes de produzir acordes (duas notas tocadas ao mesmo tempo) e efeitos como trêmulos e vibratos.

E esses instrumentos se tornaram ainda mais perfeitos com a chegada de recursos de processamento dos sinais como microprocessadores, DSPs e outros, além da interface Midi.

MIDI ou Musical Instrument Digital Interface foi um padrão para um protocolo de comunicação para interfaces digitais, conectores que permitia conectar ou utilizar o computador para fazer música.

Nessa época, nos anos 90, surgiram circuitos integrados dedicados que forneciam os sinais básicos das frequências musicais possibilitando a elaboração de órgãos e outros instrumentos musicais de maneira simples.



*Figura 20 - Instrumentos esquisitos.*

Veja mais: <https://www.newtoncbraga.com.br/?view=article&id=12524:mais-sobre-o-theremin-art2988&catid=52>



Figura 21 - anúncio na revista Science and Invention em que Leon Theremin anuncia sua invenção em 1928. No artigo ele anunciava um instrumento que qualquer um podia fazer música simplesmente agitando as mãos.

## Have You "Musical Fingers"?



Hoje contamos com os recursos dos microcontroladores e dos DSPs que trabalham com sinais na forma digital, podendo assim ser usados para criar sons a partir de algoritmos matemáticos.

### Nossos projetos e o que você pode fazer

Para o maker que resultados imediatos e de maneira simples, existe hoje ainda a possibilidade de se fazer a montagem de circuitos eletrônicos de instrumentos que produzam sons tradicionais e, é claro, com a criatividade criar coisas que até hoje ainda não foram feitas.

- Que tal um instrumento musical em que as notas sejam criadas pelos sinais de seu próprio cérebro?
- Que tal criar um instrumento que seja controlado pelo canto de um pássaro integrando-o à natureza?

- Que tal criar um instrumento que você tocar pelo movimento de seu corpo por um efeito diferente do teremim?

As inovações são ilimitadas e quem sabe você pode criar alguma coisa que tenha o potencial para um produtor comercial.

### Os circuitos

Mas, para você que deseja fazer experimentos imediatos o



Figura 22 - Órgãos publicados por nós que fizeram sucesso no passado.

melhor é conhecer os circuitos que você pode usar. As possibilidades são infinitas, mas podemos partir de circuitos simples e imediatos que eu utilizei numa enorme quantidade de projetos que foram publicados nas nossas revistas do passado e até recentemente.

#### 1. Oscilador de duplo T

Sem dúvida, para quem gosta de experimentos simples com som, o circuito mais indicado é o oscilador de duplo T. Com apenas um transistor, ele consegue gerar sinais senoidais tanto de forma contínua como de forma amortecida. Assim, é possível gerar com um único circuito simples sons de instrumentos de percussão como sinos, gongos, triângulo, blocos e muito mais.

Na **figura 24** as formas de onda que podem ser obtidas. Basta ligar sua saída a um amplificador e até usar circuitos externos de disparo para se obter efeitos.

Na **figura 25** temos um circuito prático. O ajuste do amortecimento que leva aos sons dos instrumentos é feito num trimpot. Os componentes do duplo T determinam a frequência.

Veja no link o projeto completo de um oscilador desse tipo para você criar seu próprio instrumento musical. Com três deles você faz uma bateria com os tambores e o prato ou triângulo.

<https://www.newtoncbraga.com.br/projetos/16417-oscilador-de-duplo-t-art1810.html>  
<https://www.newtoncbraga.com.br/projetos/1919-art283.html>

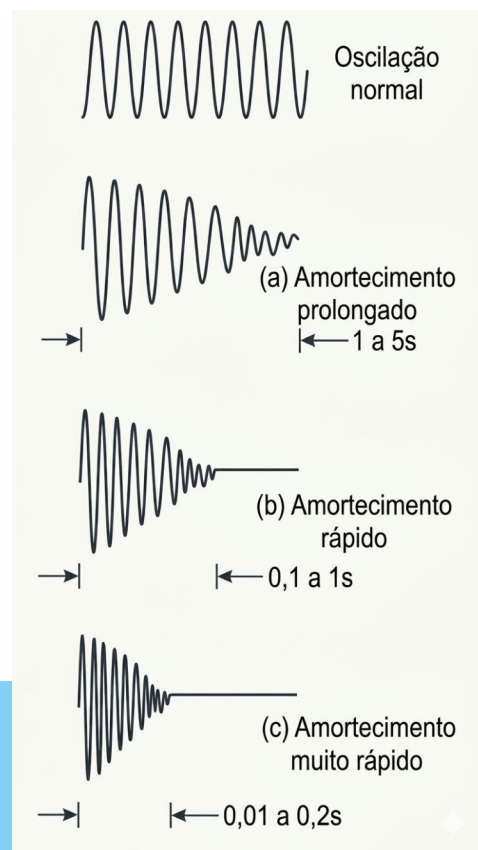


Figura 24 - As formas de onda do duplo T.

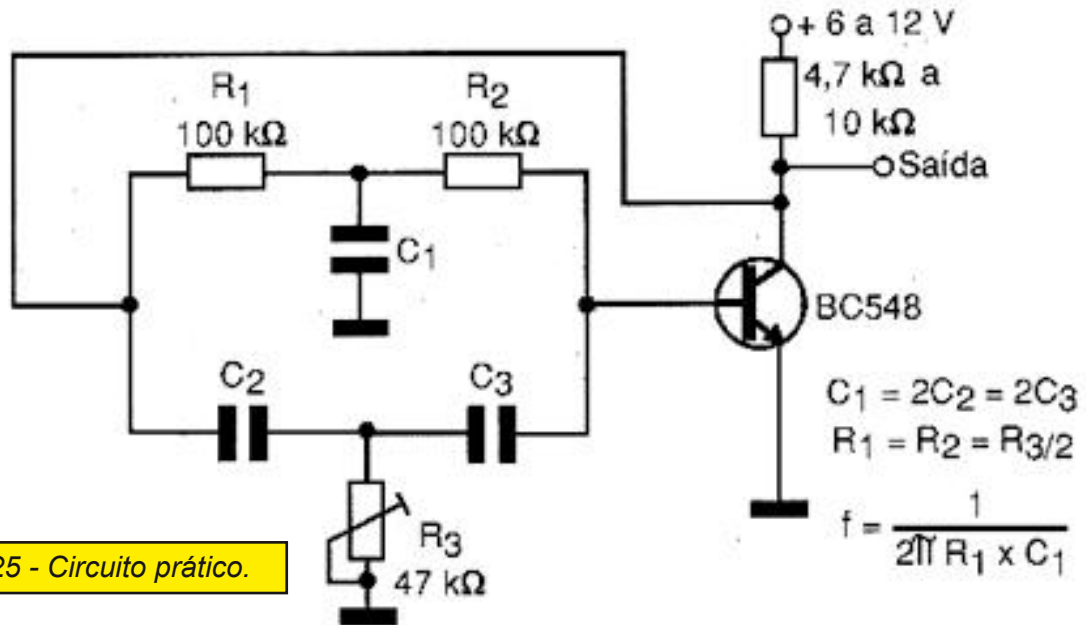


Figura 25 - Circuito prático.

### Oscilador Unijunção

Um outro circuito que utilizamos muito no passado foi o oscilador de relaxação com unijunção. Seu som não é tão agradável como o do duplo T, pois fornece um sinal triangular, mas tem muita versatilidade para elaboração de circuitos.

Hoje, o transistor unijunção não é tão usado, mas existem soluções alternativas que estaremos em breve utilizando em artigos e projetos novos.

Conforme mostra a **figura 26**, podemos fazer coisas muito simples com ele como um órgão modulado com o efeito de trêmulo usando apenas dois deles. O circuito básico é simples e pode ser usado em brinquedos musicais, sirenes e outros.

No site temos diversos circuito, bastando digitar unijunção na busca. Nossa sugestão é o do link.

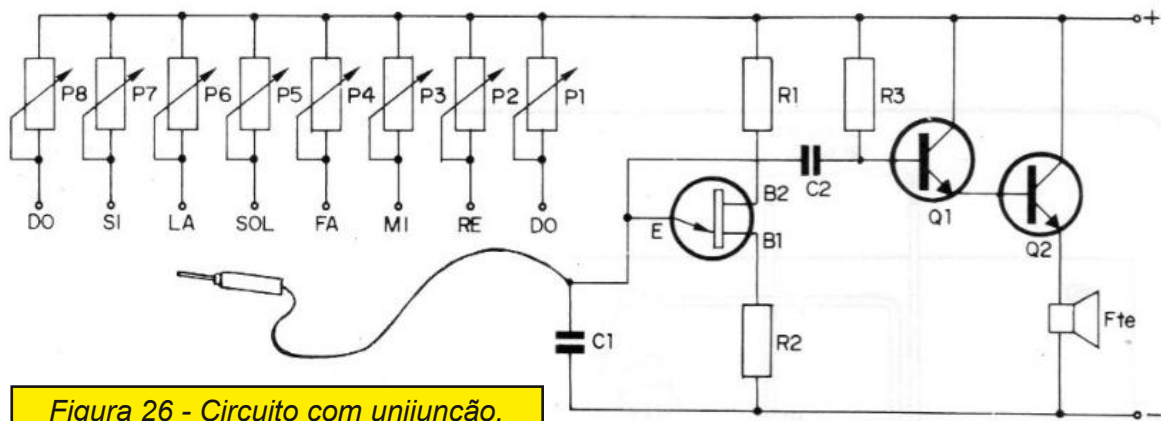


Figura 26 - Circuito com unijunção.

<https://www.newtoncbraga.com.br/projetos/19870-um-orgao-eletronico-art2820.html>



## 555

Outro componente ideal para quem deseja fazer experiências com sons e efeitos é o 555. Não precisamos falar da infinidade de projetos que temos com esse circuito integrado e até livros sobre o assunto que podem ser adquiridos através da seção de livros do site.

Temos diversos projetos de instrumentos musicais mostrando sua versatilidade na função de gerador de sons e efeitos. O sinal é retangular e eventualmente dente de serra, mas nada impede que sejam criados filtros para modificar.

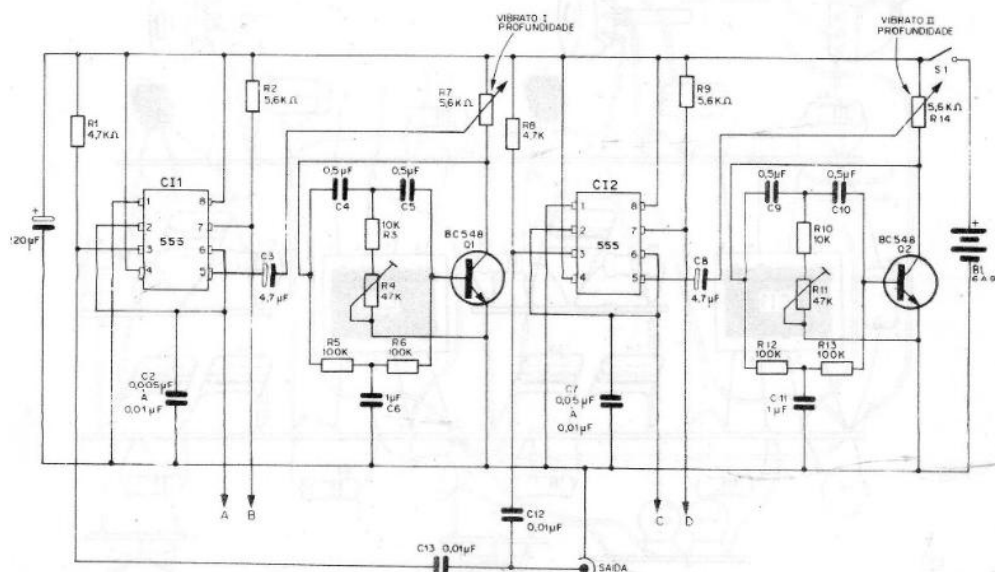
Na figura 27 temos um exemplo de órgão com efeito, o “Dual Vox” que foi sucesso do passado em nossas revistas, mas que ainda pode ser montado.

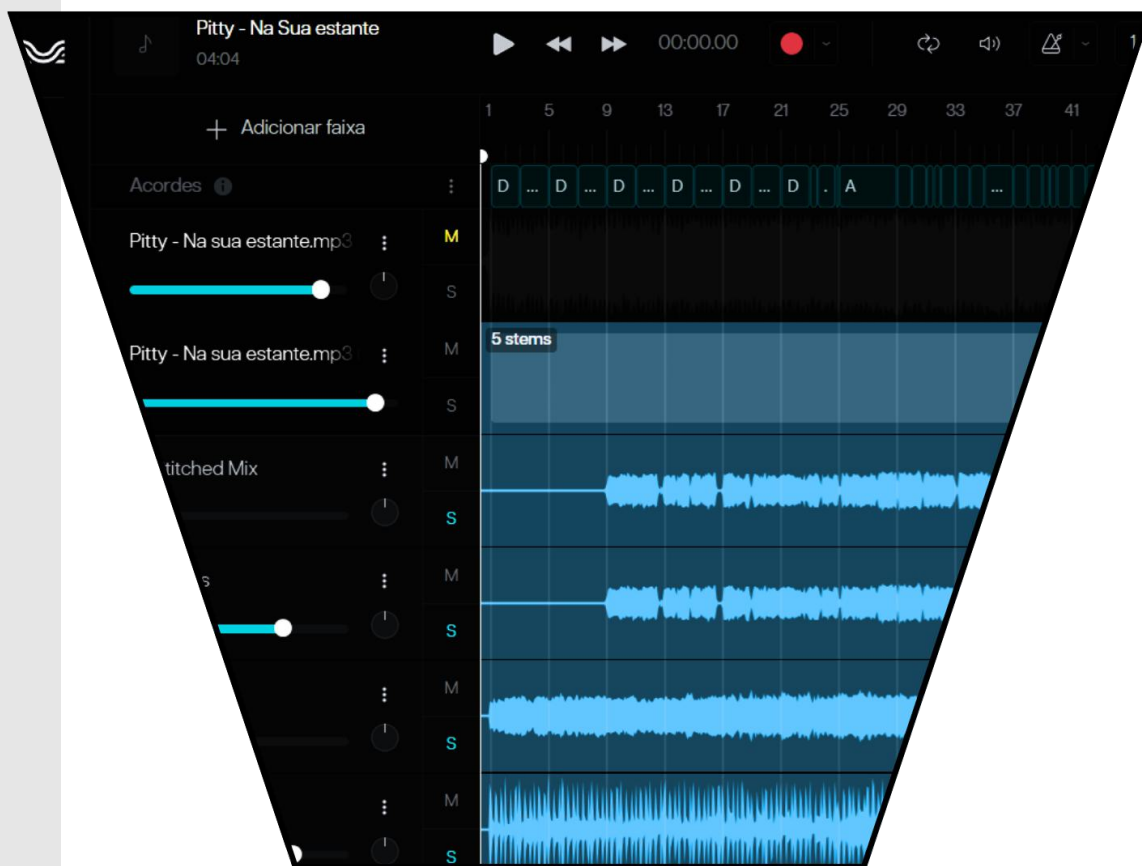
## Outros

Para os que gostam de experimentar, outras configurações e componentes podem ser interessantes para a criação de instrumentos eletrônicos. Podemos citar os multivibradores, osciladores do tipo Hartley, Collpits e outros, além dos microcontroladores.

O que fazer e onde chegar depende da imaginação de cada um. Explore nosso site.

Figura 27 – O Dual Vox. <https://www.newtoncbraga.com.br/projetos/19363-orgao-eletronico-dual-vox-art2745.html>





# STUDIO.MOISES.AI

PROF. ENG. VANDER DA SILVA GONÇALVES

## **Vander e Andréia voltam aos palcos com apoio da inteligência artificial**

A música ao vivo sempre teve um papel especial nos barzinhos e eventos da região, criando momentos únicos e conectando pessoas. Agora, esse cenário ganha um importante reforço: a tecnologia.

Marcando o retorno às apresentações, Vander e Andreia chegam com uma proposta moderna e inovadora, utilizando o Moises AI Studio como aliado na construção de suas performances musicais.

O Moises AI Studio é uma plataforma online que utiliza inteligência artificial para separar os elementos de uma música, como voz, bateria, baixo e outros instrumentos.

Com isso, conseguimos criar versões personalizadas das músicas do repertório, trazendo mais liberdade artística e adaptando cada canção ao estilo da dupla.

Na prática, isso permite:

- Ajustar o tom para melhor encaixe vocal;
- Remover ou destacar instrumentos;
- Criar bases exclusivas para apresentações;
- Deixar cada música com identidade própria.

Um novo formato para apresentações em barzinhos

Para músicos que atuam em bares, muitas vezes o desafio é oferecer uma experiência completa com poucos recursos. É exatamente nesse ponto que a tecnologia faz a diferença.

Utilizando o Moises AI Studio, eu e minha parceira Andréia conseguimos:

- Criar playbacks sem voz com qualidade profissional;
- Adaptar arranjos conforme o ambiente e o público;
- Enriquecer o som mesmo em formações reduzidas.

O resultado é um show mais envolvente, dinâmico e com qualidade superior.

### **Retorno com inovação**

Mais do que simplesmente voltar aos palcos, eu e minha esposa Andréia retornamos com uma proposta atualizada, unindo experiência musical com inovação tecnológica.

Essa combinação amplia o repertório, permite explorar novos estilos e proporciona apresentações mais profissionais, mesmo em ambientes intimistas.

A inteligência artificial não substitui o músico — ela potencializa o talento.

No caso de nós, o Moises AI Studio funciona como uma extensão criativa, facilitando processos, economizando tempo e abrindo novas possibilidades musicais.

### Conclusão

Nosso retorno mostra como a música está evoluindo junto com a tecnologia. Com o apoio do Moises AI Studio, conseguimos unir praticidade, qualidade e personalidade em cada apresentação.

E assim, entre acordes, vozes e inovação, voltamos a fazer o que mais gostamos: levar música e emoção ao público.

Acesse a plataforma: <https://moises.ai/pt/>

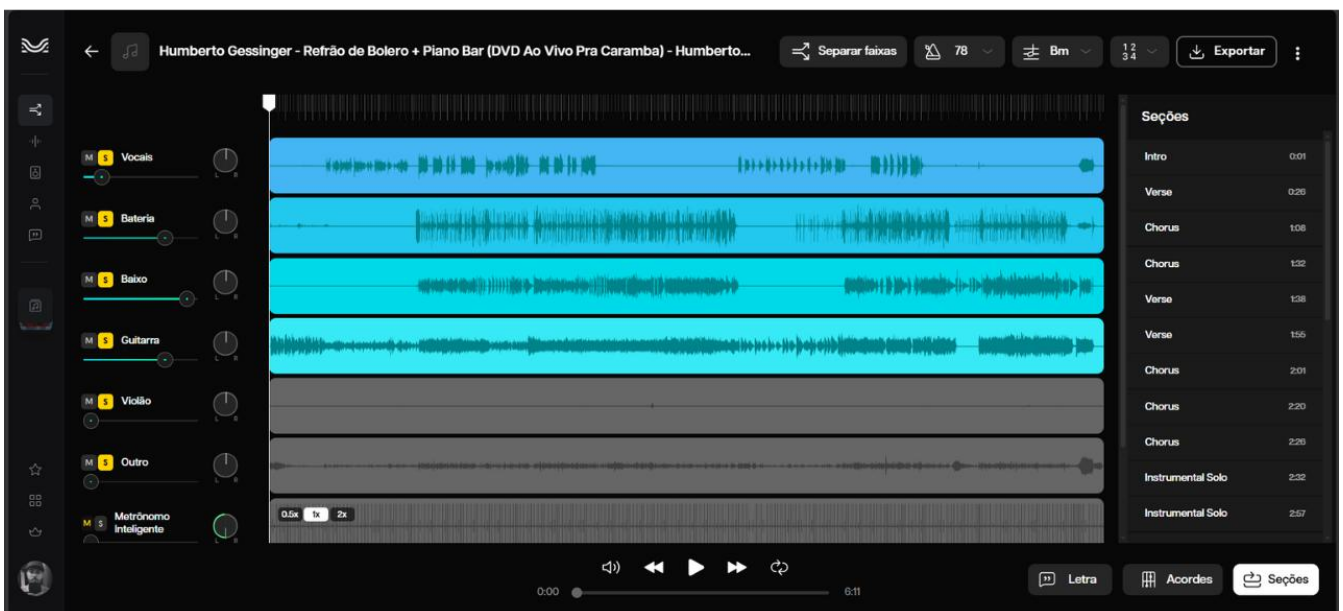


Figura 1 - Studio Moises.IA

# 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**

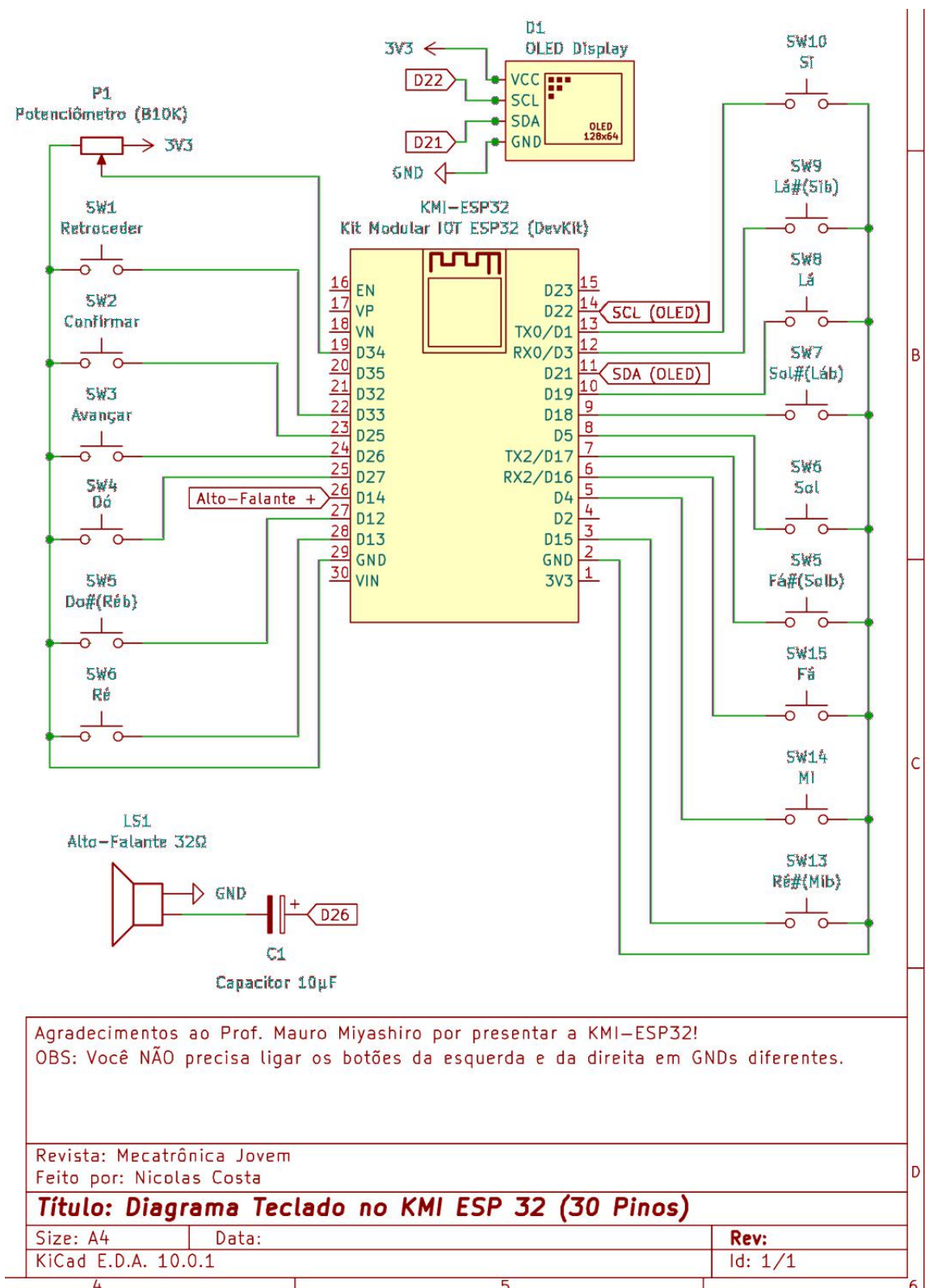


# PIANO COM KMI (ESP32)

NICOLAS COSTA

Neste projeto o Nicolas Costa utilizou como base o Kit Modular IoT para construir um piano digital. Na matriz de contatos foi montado um teclado com botões simples de contato e um potenciômetro para selecionar em qual escala as notas seriam tocadas. A matriz estava conectada ao KMI que tem uma ESP32 e um display, o qual exibe o menu principal e as notas que estavam sendo tocadas.

O esquema elétrico pode ser visto na figura 1, onde tem a parte visual da montagem como o esquema elétrico feito no KiCAD.



Agradecimentos ao Prof. Mauro Miyashiro por apresentar a KMI-ESP32!  
 OBS: Você NÃO precisa ligar os botões da esquerda e da direita em GNDs diferentes.

Revista: Mecatrônica Jovem  
 Feito por: Nicolas Costa

**Título: Diagrama Teclado no KMI ESP 32 (30 Pinos)**

Size: A4  
 KiCad E.D.A. 10.0.1

Data:  
 Rev:  
 Id: 1/1

**Figura 2 - O esquema elétrico da montagem.**

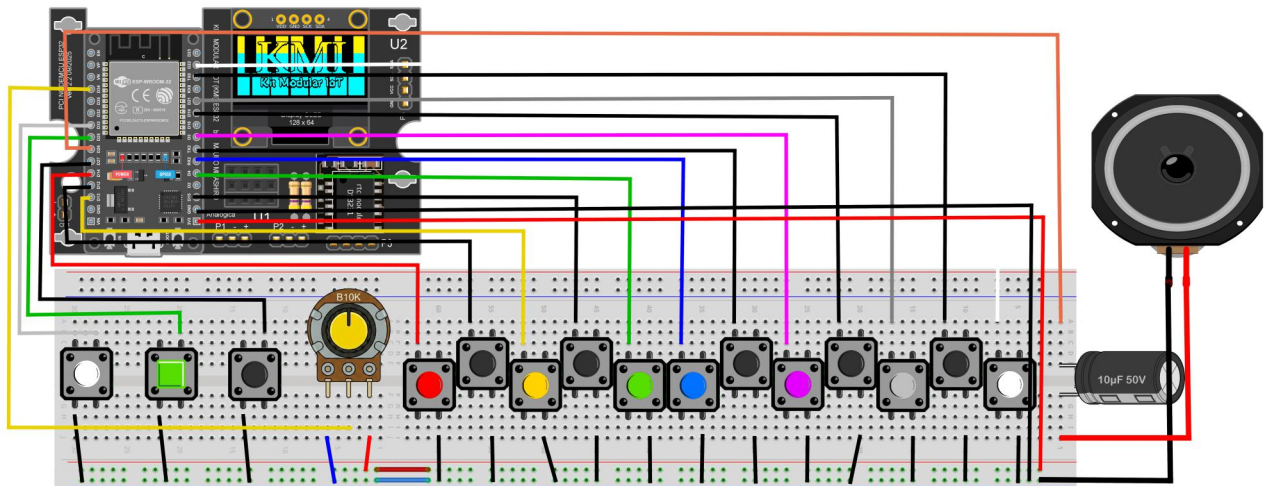


Figura 2 - A aparência da montagem.

### O Código Fonte

O código fonte deste projeto é o que chama a atenção, pois o Nicolas foi desenvolvendo a programação semana após semana durante as nossas lives. No começo o display exibia somente a nota tocada, no final da nossa saga, já possuía um menu, tela de entrada, as notas eram exibidas numa partitura em sequência conforme eram tocadas.

Um extra que o Nicolas adicionou ao sistema foi uma forma do piano gravar as notas enquanto são tocadas para depois serem reproduzidas novamente. O código fonte pode ser baixado no link do qr-code.

- Lista de material**
- 1 Placa KMI
  - 1 - Módulo ESP32
  - 1 - Display 128 x 64
  - 1 - Capacitor eletrolítico 10 uF x 50 V
  - 1 - Potenciômetro de 10 k
  - 15 - Botões
  - 1 - Alto-falante com amplificador



Código - GitHub

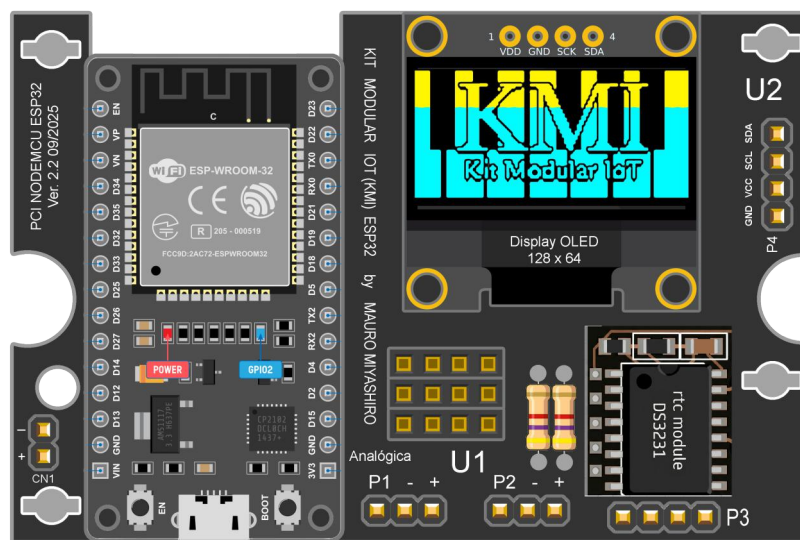
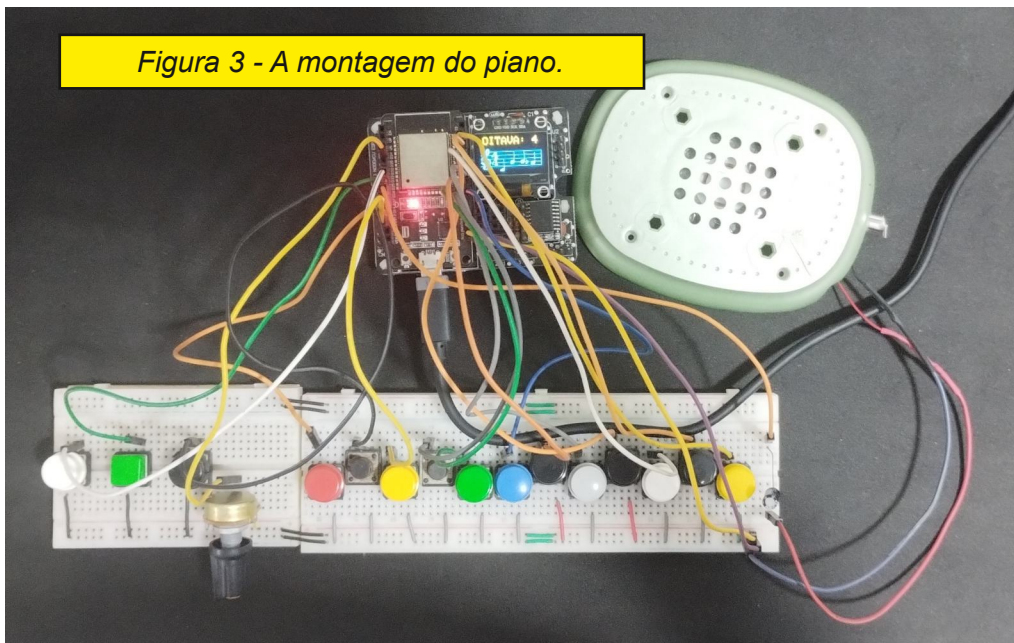


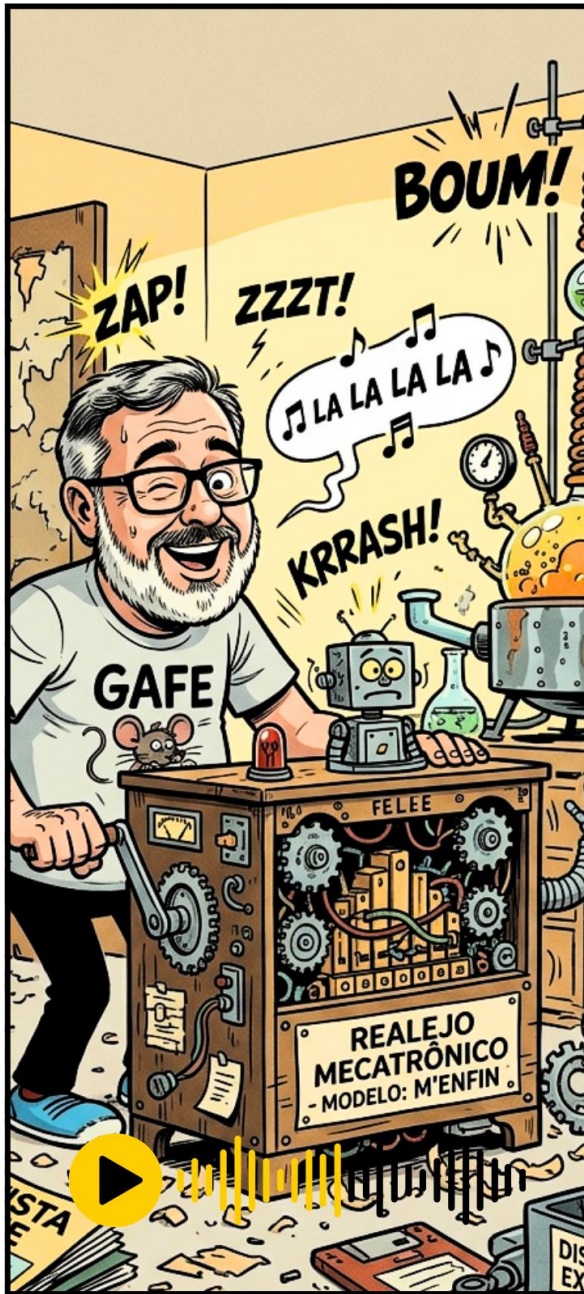
[http://newtoncbraga.com.br/arquivos/piano\\_nicolas.zip](http://newtoncbraga.com.br/arquivos/piano_nicolas.zip)

## O Teste

Depois da montagem física do projeto (**figura 3**) e a compilação do código no arduino, o display deverá acender e apresentar o menu de configurações, como é visto na **figura 4**.

Configure o piano para tocar e movimente o potenciômetro para selecionar a oitava que vai tocar. Pressione todas as teclas (botões) e veja se as notas tocam na sequência. Depois gire o potenciômetro e repita a ação. Verifique que todas as notas tocam, se o potenciômetro modificou o tom. Depois modifique as configurações do setup e verifique se todos funcionam.





# REALEJO ELETRÔNICO

CICERO JÚNIOR

Para esta edição sobre instrumentos musicais, resolvi visitar um projeto incrível que saiu na clássica revista Experiências e Brincadeiras com Eletrônica, lá nos anos 80. E olha... não é qualquer projeto, não!

Ele é especial porque junta duas coisas que a gente adora: eletrônica e a construção do gabinete — e o mais legal é que uma parte conversa diretamente com a outra. Ou seja, não é só montar circuito nem só fazer caixinha bonita... é tudo integrado!

No fim das contas, estamos falando de um verdadeiro projeto mecatrônico raiz, daqueles que dão gosto de montar e ainda mais de ver funcionando.

O resultado desse projeto passou por algumas mudanças importantes ao longo do caminho — e não foi à toa. Entre testes, ajustes e aquelas clássicas tentativas que a gente faz pensando “agora vai!”, cada etapa ajudou a lapidar o resultado final.

E claro, não dá pra deixar de destacar: as lives de quinta-feira foram simplesmente essenciais nesse processo. Além de produtivas, elas trouxeram ideias, sugestões e aquele apoio que faz toda a diferença. Foi um verdadeiro trabalho em equipe, cheio de troca e colaboração — do jeitinho que a gente gosta!

### Como funciona

O nosso realejo tem um princípio de funcionamento relativamente simples, que pode ser entendido com a ajuda de um diagrama de blocos original da época.

Nesse diagrama, cada bloco representa uma função específica do sistema, e cada uma dessas funções é realizada por determinados componentes — sejam eles eletrônicos ou até eletromecânicos. Dessa forma, fica muito mais fácil visualizar como todas as partes trabalham juntas para fazer o projeto funcionar.

O ponto importante aqui é que a gente manteve firme e forte a etapa de programação e os ajustes das notas musicais — nada escapou!

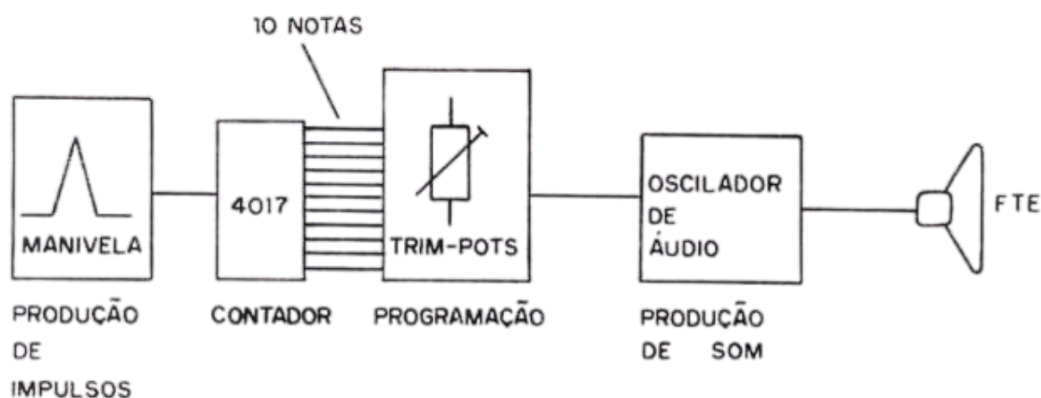
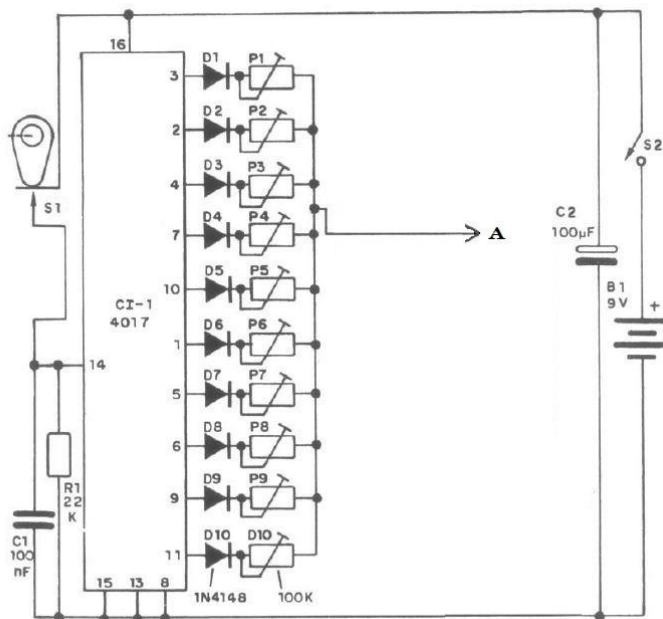


Figura 1

Figura 2



Mas, por outro lado... a parte de reprodução de áudio passou por uma transformação completa! Foi praticamente um “reboot” geral do sistema, e ficou tudo bem diferente do que era antes, como dá pra ver nas figuras ao lado e abaixo.

O circuito estabelece a conexão entre o ponto A e o ponto B, garantindo o correto funcionamento do sistema como um todo.

Já o projeto apresentado na **figura 3** corresponde ao desenvolvimento completo realizado pelo Prof. Léo Corradini,

do blog Potássio 40, servindo como base e referência para esta implementação.

### Montagem

Na **figura 4**, temos o layout da placa de circuito impresso — ainda “no papel”, todo organizado e cheio de promessas!

Já na **figura 5**, ele aparece na vida real, devidamente confeccionado e pronto para a ação, fazendo a tão importante união entre o circuito A e o circuito B.

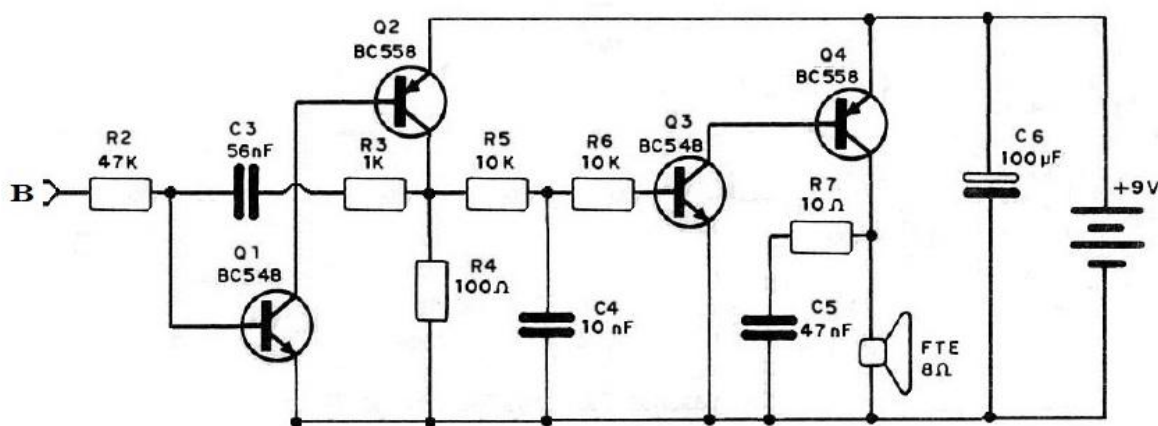
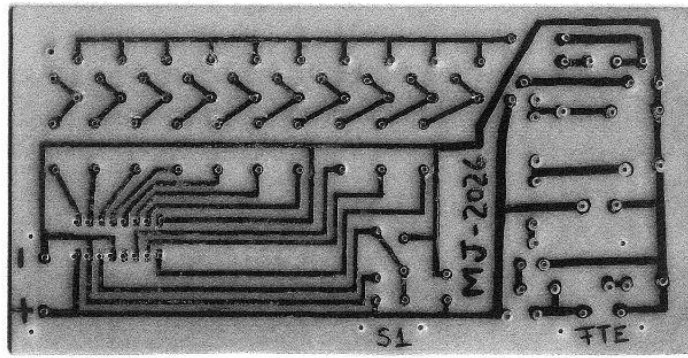


Figura 3

Figura 4



E agora... chega o momento mais esperado: mãos à obra!

Vamos para a montagem dos componentes e dar vida de vez ao projeto!

Vejam vocês mesmos que projeto mais bonito! Sinceramente, dá até orgulho de olhar assim pronto.

E eu já estou contando os minutos para a melhor parte: afinar cada um desses trimpots e finalmente tirar as notas musicais dele!

Agora é aquela fase mágica em que a eletrônica começa a “tocar música” de verdade — literalmente!

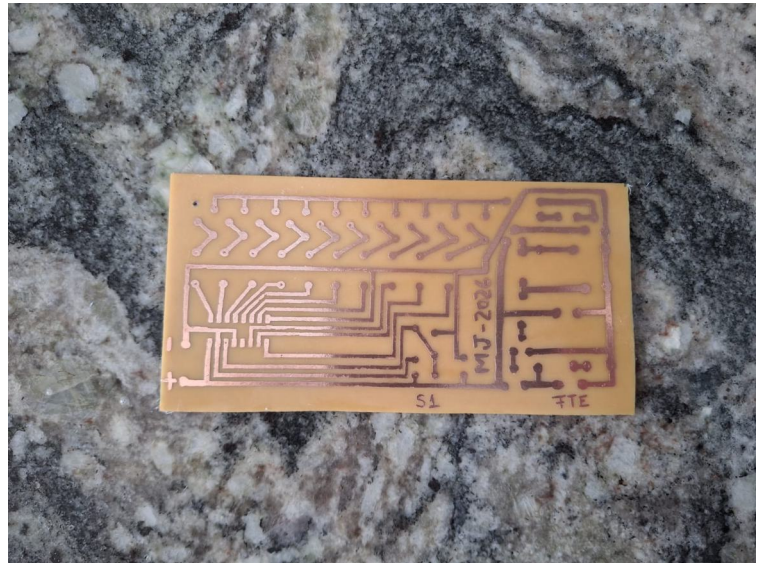


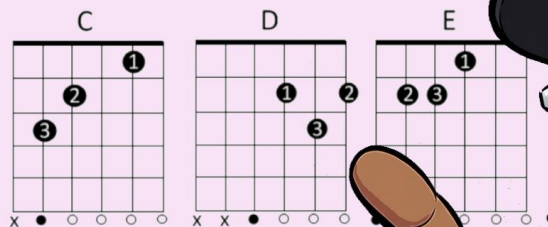
Figura 5

## A cifra

A cifra é uma forma mais simples de escrever música. Ela não mostra todos os detalhes como a partitura, mas indica os acordes que devem ser tocados. Ela é muito usada em violão, guitarra e teclado.

### Exemplo:

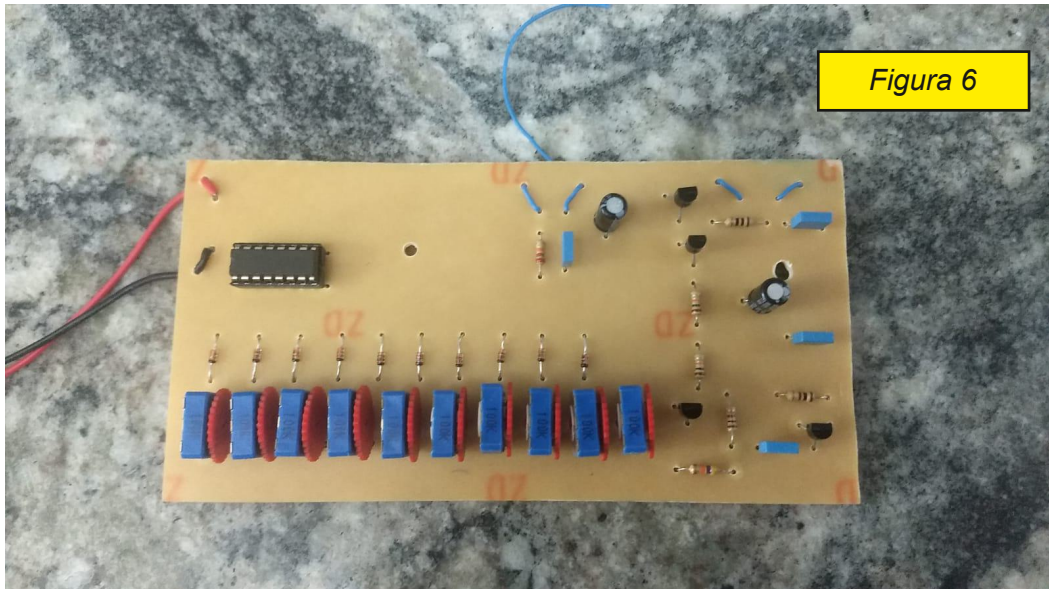
C = dó maior  
G = sol maior  
Am = lá menor



**Acordes** são combinações de notas musicais que soam simultaneamente, criando harmonia. São essenciais na música, pois formam a base de melodias e progressões harmônicas.

Deixa que o Tio Rafa explica !





Vejam só: eu acabei criando um case totalmente old school para ele — sim, usando madeira mesmo!

Ficou com aquela cara clássica, meio retrô, que combina muito bem com a proposta do projeto.

Mas claro... isso não é regra! Você pode (e deve!) dar a sua própria identidade ao projeto. Por exemplo, dá pra modernizar tudo e fazer um gabinete super atual usando uma impressora 3D — fica com aquele visual mais limpo, personalizado e totalmente “cara de projeto contemporâneo”.

No fim das contas, o importante é justamente isso: deixar o projeto com a sua cara!

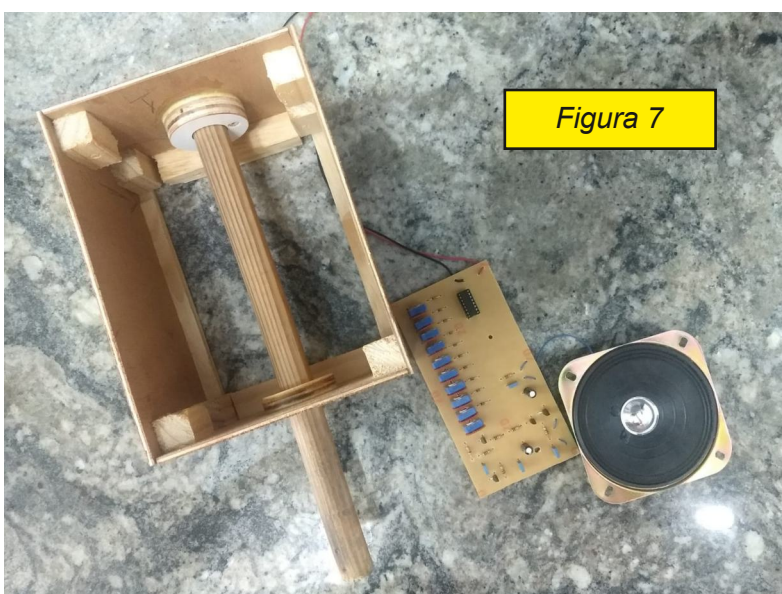
Como base do projeto vejam sugestões originais da movimentação da manivela.

E não se esqueçam: continuem acompanhando as lives de quarta e quinta-feira, porque esse projeto ainda vai passar por umas

atualizações simplesmente incríveis no acabamento final dessa caixa de madeira!

Vai ter melhoria, ajuste, ideia nova surgindo ao vivo... basicamente um “modo evolução contínua” ativado.

Sinceramente? Eu mesmo já não vejo a hora de começar essas alterações todas — porque quando a gente mexe com um bom projeto, sempre dá vontade de melhorar mais um pouquinho!



## Lista de material

Abaixo está a listinha de materiais — tudo fácil de encontrar, seja nas lojas ou na internet

CI-1	4017	Circuito Integrado CMOS
Q1 , Q3	BC548	Transistor NPN
Q2 , Q4	BC558	Transistor PNP
D1 a D10	1N4148	Diodos de silício
P1 a P10	100K	Trim-pots de 100K
C1	100nF	Capacitor Poliéster
C2 , C6	100uF x 16V	Capacitor Eletrolítico
C3	56nF	Capacitor Poliéster
C4	10nF	Capacitor Poliéster
C5	47nF	Capacitor Poliéster
R1	22K	Resistor 1/8W
R2	47K	Resistor 1/8W
R3	1K	Resistor 1/8W
R4	100 Ohms	Resistor 1/8W
R5 , R6	10K	Resistor 1/8W
R7	10 Ohms	Resistor 1/8W
S1	Reed Switch	Chave Acionamento Realejo
S2		Chave Liga / Desliga
FTE	8 Ohms	Alto Falante 8 Ohms
Imã		Imã redondo de Neodímio

## Prova e uso

Agora vem a parte mágica.

No meu caso, ao dar só um “toquezinho” com o ímã de Neodímio no Reed Switch, plim!... a primeira nota já toca!

Aí é só brincar de maestro: vou ajustando o trimpot correspondente até chegar na nota musical que eu quero. Depois, tiro o ímã, repito esse processo umas 10 vezes... e pronto!

No final, todas as notas ficam afinadinhas, só no ajuste fino dos trim-pots — quase como afinar um instrumento, mas versão hacker .

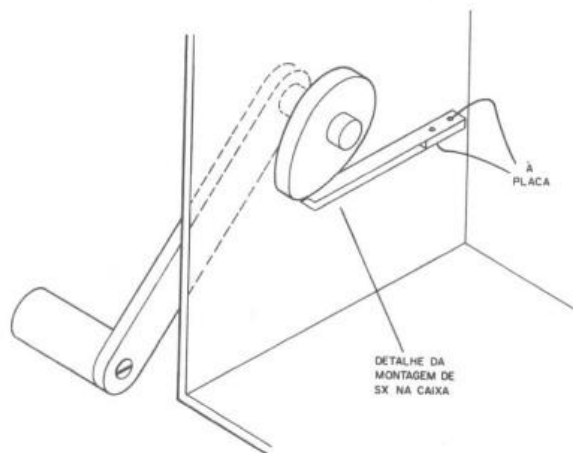
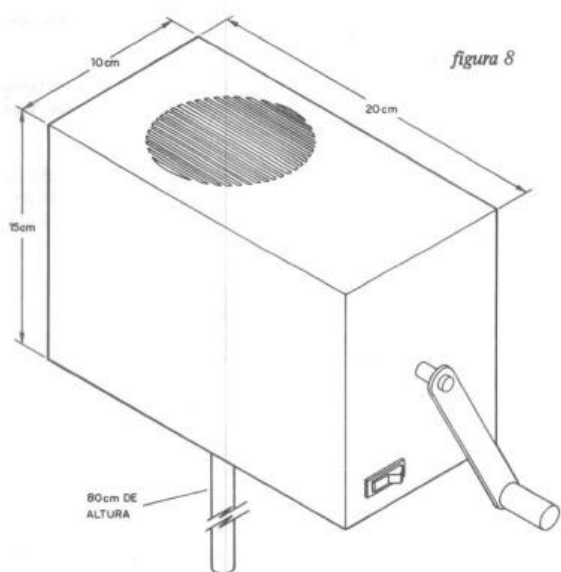
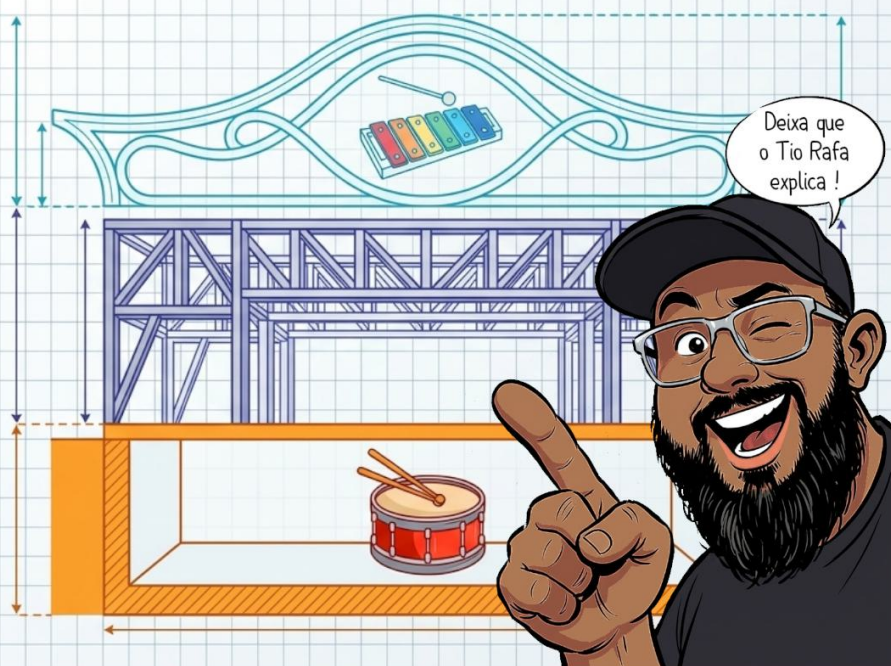


Figura 8

## A Tríade Musical



### Melodia (A Linha Principal)

A sequência de notas que forma o "tema" da música, aquilo que conseguimos cantar ou assobiar.

### Harmonia (A Base e Emoção)

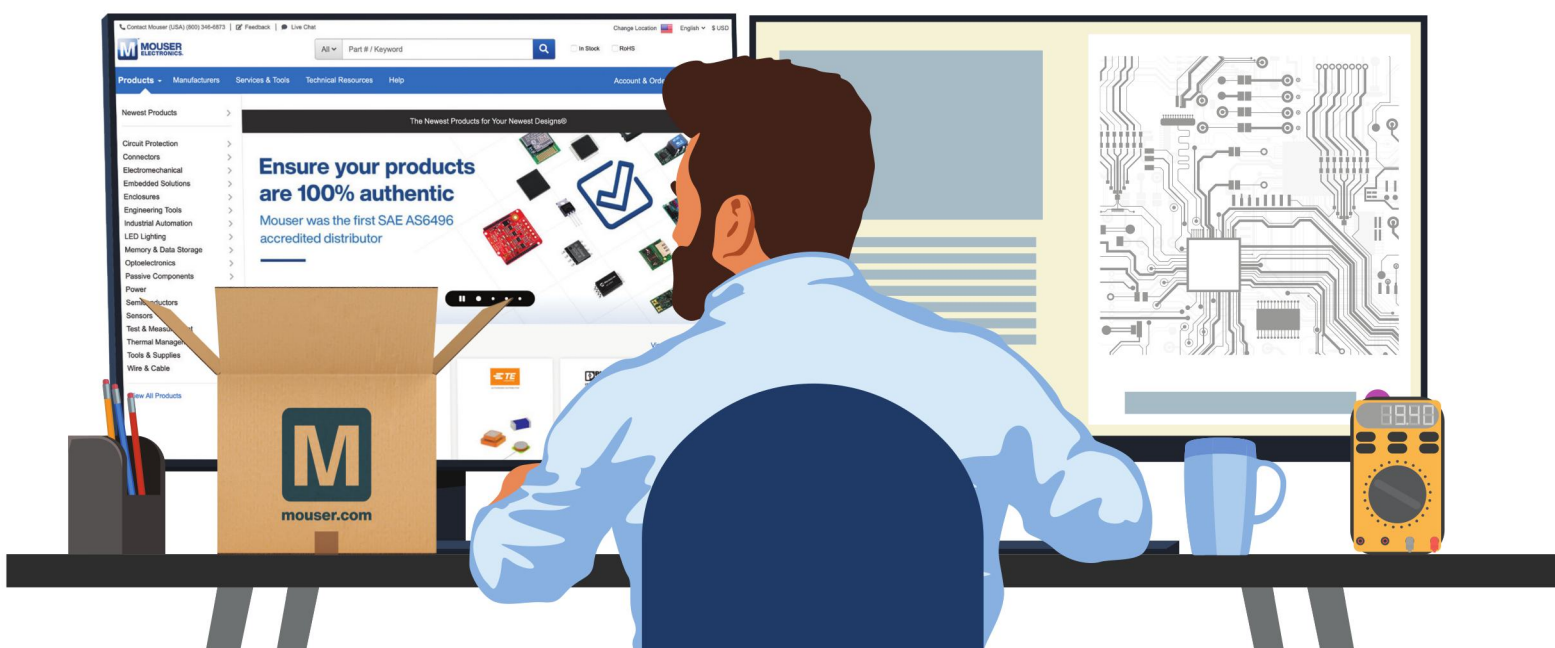
O conjunto de acordes que acompanham a melodia, dando profundidade e sensação emocional (alegria, tensão, tristeza).

### Ritmo (A Pulsação)

A organização do tempo: batida, pulsação e duração das notas. É o que faz você bater o pé no chão.

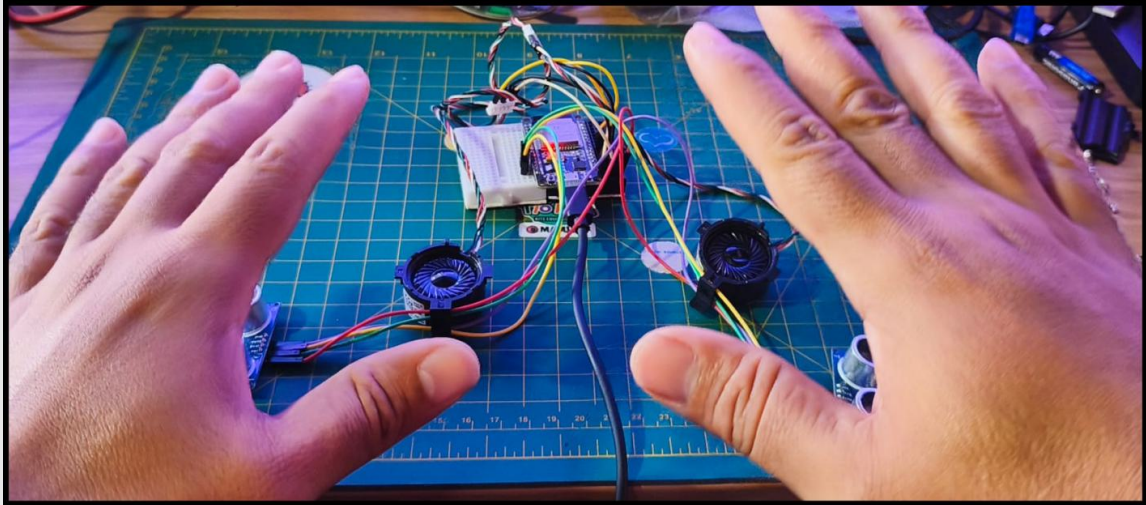
# Você projeta. Nós fornecemos.

Os Mais Novos Componentes para os  
Seus Mais Novos Projetos®



[br.mouser.com/new](https://br.mouser.com/new)





# MÚSICA, PAIXÃO E BYTES

**PROF. CRISTIANO TEIXEIRA**

DiY - Sigla em inglês para Faça Você Mesmo, é sem dúvida uma das grandes contribuições do movimento punk do final de 70 começo de 80 ajudou a consolidar entre jovens que não tinham acesso às coisas que gostariam ou sobre os assuntos que gostavam. Mas o que isso tem a ver com Arduino, eletrônica e programação?

Vamos lá!

Sou professor de cursos técnicos voltados para área de Tecnologia da Informação, mas antes disso fui um jovem que desde cedo tive contato básico com eletrônica devido ao meu pai tentar fazer um curso por correspondência em uma famoso Instituto que divulgava em Gibis... Eu também era fã de gibis e na juventude passei a gostar de música e arranhar um contra baixo e violão.

Quando professor fui apresentado à plataforma do Arduino, mas apesar da empolgação inicial ainda rolava por nós professores um pensamento como fazer o aluno se interessar por isso também? Uma coisa é um tiozão que já tem histórico de gostar de inventar coisas, outra é um aluno jovem ou adulto aprender a gostar de inventar coisas.

Então ao ver algumas iniciativas, como o famoso Flaptron que tocava a Marcha Imperial com drives de disquetes velhos, comecei a brincar por esse caminho também, comecei com um alto falante pequeno retirado de um gabinete de PC velho e um Arduino a transportar músicas com tons polifônicos originalmente feitas em C para que pudessem ser tocadas no Arduino com a biblioteca tone. Em iniciativas de divulgação do nosso curso que precisava de mais inscritos começamos a fazer divulgações públicas em eventos, em um específico de animes aproveitei o auge da Série Game of Thrones para fazer meu Arduino tocar a música tema da Série, intercalando com Marcha Imperial e temas do Mario Bros e Pantera Cor de Rosa. Essa parte era fácil as sequências e notas já estavam lá muitas vezes já codificadas o trabalho seria só adaptar o código.

Fiquei então conhecido com o “Professor dos Barulhinhos” com muito eufemismo pois por vezes o barulho era alto.

Mas eu queria fazer uma coisa própria, alias muitas. Dentre as várias coisas que eu realmente queria faz estavam uma forma de transportar qualquer música para toques no Arduino, desde transpor partituras que daria muito trabalho, até transpor tablaturas que seria um trabalho relativamente mais fácil. Destaco aqui o trabalho do Robson Couto que faz algo assim em: <https://github.com/robsoncouto/arduino-songs> .

Foi o momento que parei e me lembrei do instrumento chamado Themerin usado no clipe e música do Pato Fu, no álbum Ruído Rosa chamada “Eu”. E pensei não consigo fazer de forma fácil um leitor de

espectro eletromagnético, mas consigo calcular a distância com o ultrassom a cada intervalo de distância o Arduino executaria uma nota. Legal fácil de fazer, minha primeira versão. Mas ele daria só a nota tônica se eu quisesse fazer algo um pouco mais complexo não dava. Não dava mesmo, até pensei em usar dois sensores e dois buzzers/auto falantes, mas o Arduino tinha uma limitação de não conseguir duas saídas de tons ao mesmo tempo. Pensei, beleza vou então usar dois Arduinos uma para uma oitava outra para outra oitava acima. Funcionou, eu tinha a terceira Versão do meu “Falso Themerin”, mas ainda não estava como eu gostaria. A chave de virada foi começar a brincar com o ESP32 ele não tem várias limitações que o Arduino possui e com ele foi possível evoluir para a versão atual o “Falso Themerin versão 5.0” disponível em:



<https://wokwi.com/projects/408820738448394241>

Mas ainda assim era o “Professor do Barulhinhos” eu tive um ganho muito bacana no processo, tive que estudar um pouco mais de teoria musical para tentar transformar partituras em música, aprimorei minha lógica de programação com vetores e listas para trabalhar as frequências das notas combinadas com o intervalo que elas tocariam.

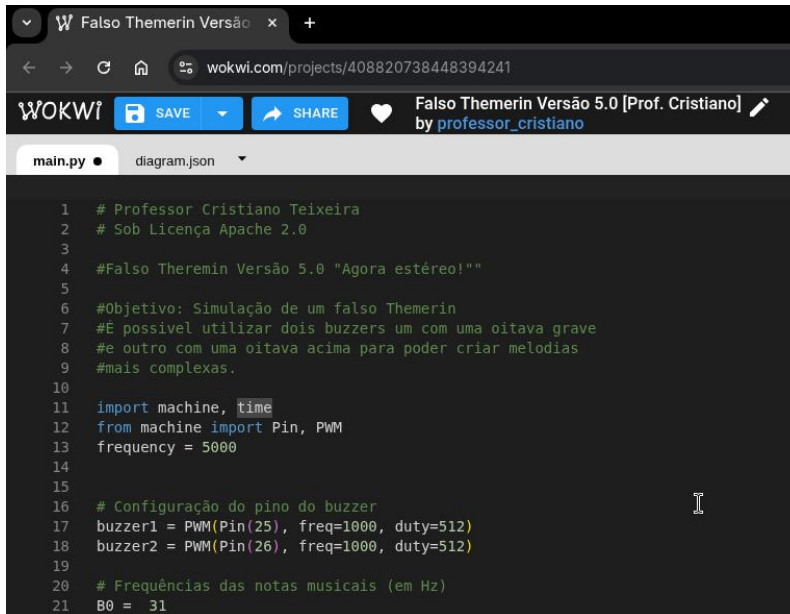
Mas meu objetivo inicial, que era fazer algo interessante também para os alunos, não foi atingido. Eu aprendi no processo. Eu me diverti no processo. Isso por si só já justifica gastar um tempo com as coisas que você gosta. É tudo bem se for só isso.

Um dia em um momento mais tranquilo de reunião com meu colega Rafael o “Tio Rafa”, que também gosta de música é é um músico mais competente, mostrei o protótipo, ele gostou e pediu autorização para mostrar para outras pessoas, eu disse “Software Livre! É claro que você pode mostrar para quem quiser”.

E para meu espanto não era só “barulho”. Uma instituição que trabalha com crianças com deficiências enxergou a possibilidade de usar aquele “instrumento” para musicalizar crianças com dificuldades motoras, algo que nunca me passaria pela cabeça.

Moral da história: Faça o que você ama. Isto vai te fazer bem. E você pode descobrir que o que você faz pode fazer bem a outras pessoas que você nunca imaginou que alcançaria. E isso pode te fazer um bem maior ainda.

Estude! Pratique! Erre! Acerte! Divirta-se! Se empolgue com tudo que fizer! Vai valer a pena!



```
1 # Professor Cristiano Teixeira
2 # Sob Licença Apache 2.0
3
4 #Falso Theremin Versão 5.0 "Agora estéreo!"
5
6 #Objetivo: Simulação de um falso Themerin
7 #É possível utilizar dois buzzers um com uma oitava grave
8 #e outro com uma oitava acima para poder criar melodias
9 #mais complexas.
10
11 import machine, time
12 from machine import Pin, PWM
13 frequency = 5000
14
15
16 # Configuração do pino do buzzer
17 buzzer1 = PWM(Pin(25), freq=1000, duty=512)
18 buzzer2 = PWM(Pin(26), freq=1000, duty=512)
19
20 # Frequências das notas musicais (em Hz)
21 B0 = 31
```

Figura 1 - Tela do IDE Workwi.

**Professor Cristiano Teixeira**  
<https://www.linkedin.com/in/cristiano-teixeira-63b03b55/>  
<https://github.com/ProfessorCristiano>

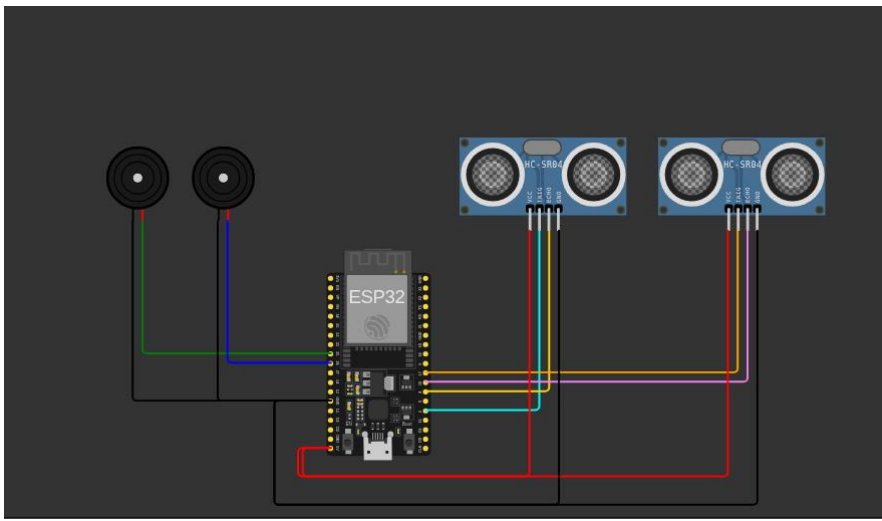
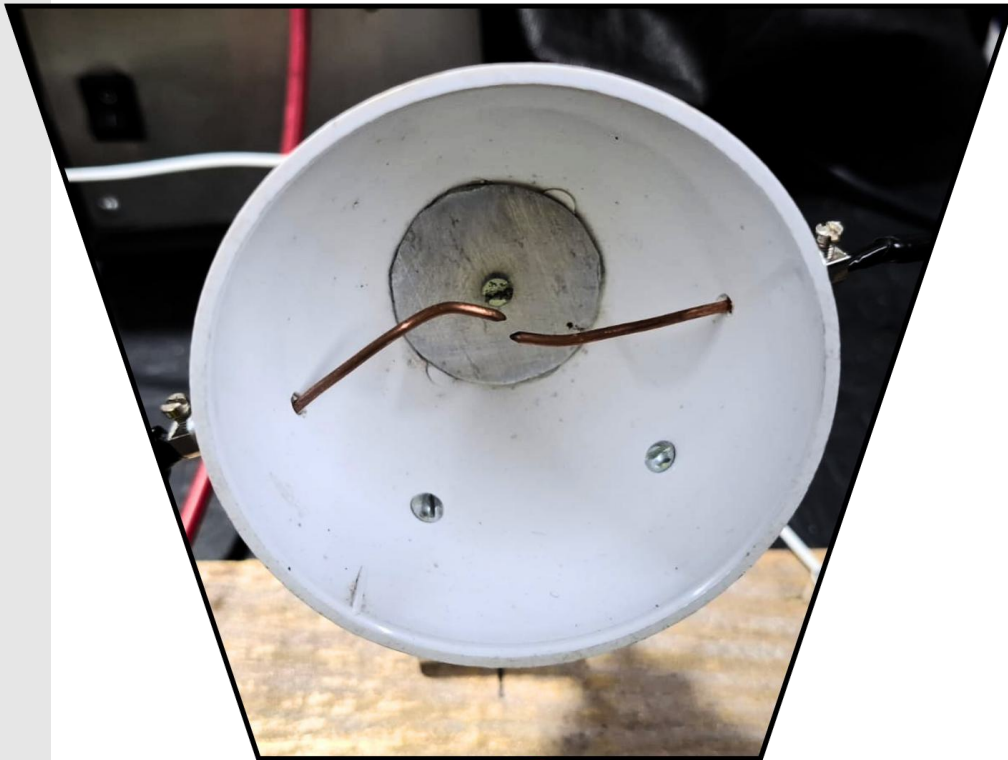


Figura 2 - Esquema elétrico da montagem.



# SYNTHPLASMA

WANDERLEY BORGES

Sabia que é possível gerar sons com raios de alta tensão? Além de possível, também é perigoso se você não tiver conhecimento sobre o assunto, por isso, este projeto necessita de um profissional da área de eletroeletrônica, pois ele saberá tomar todos os cuidados possíveis para não sair ferido.

Mas nada impede de você saber como eu fiz este projeto, na foto no começo do artigo mostra a peça que serviu para amplificar o som gerado pelas faíscas que sai das duas pontas do fio de cobre. Isso acontece porque as faíscas aquecem o ambiente ao seu entorno, expandindo o ar, assim como acontece com os raios gerado em dias de tempestades, porém, o ruído gerado é bem mais grave e intenso.

Mas você deve estar se perguntando como o raio é gerado entre duas pontas de fio de cobre. O que acontece aqui é o que chamamos de diferença de potencial, para entendermos vamos tomar como exemplo os choques que você toma ao tocar em maçanetas: Um belo dia frio e seco, você caminha carregando o seu corpo com cargas elétricas conforme você vai se agitando. Com o seu corpo carregado de eletricidade e cheio de cargas positivas, você toca na maçaneta que está com uma carga menor que a sua, logo as cargas tendem a se igualar, e neste momento um estalo, uma faísca e o CHOQUE. Neste experimento, a diferença de potencial gerada entre as duas pontas do fio de cobre, que o espaço entre elas não é suficiente e os elétrons saltam de uma ponta à outra gerando o raio.

### **Tocando música no Symplasma**

Mas agora vem o mais interessante deste projeto: Imagina modificar os sons emitidos pelos raios?

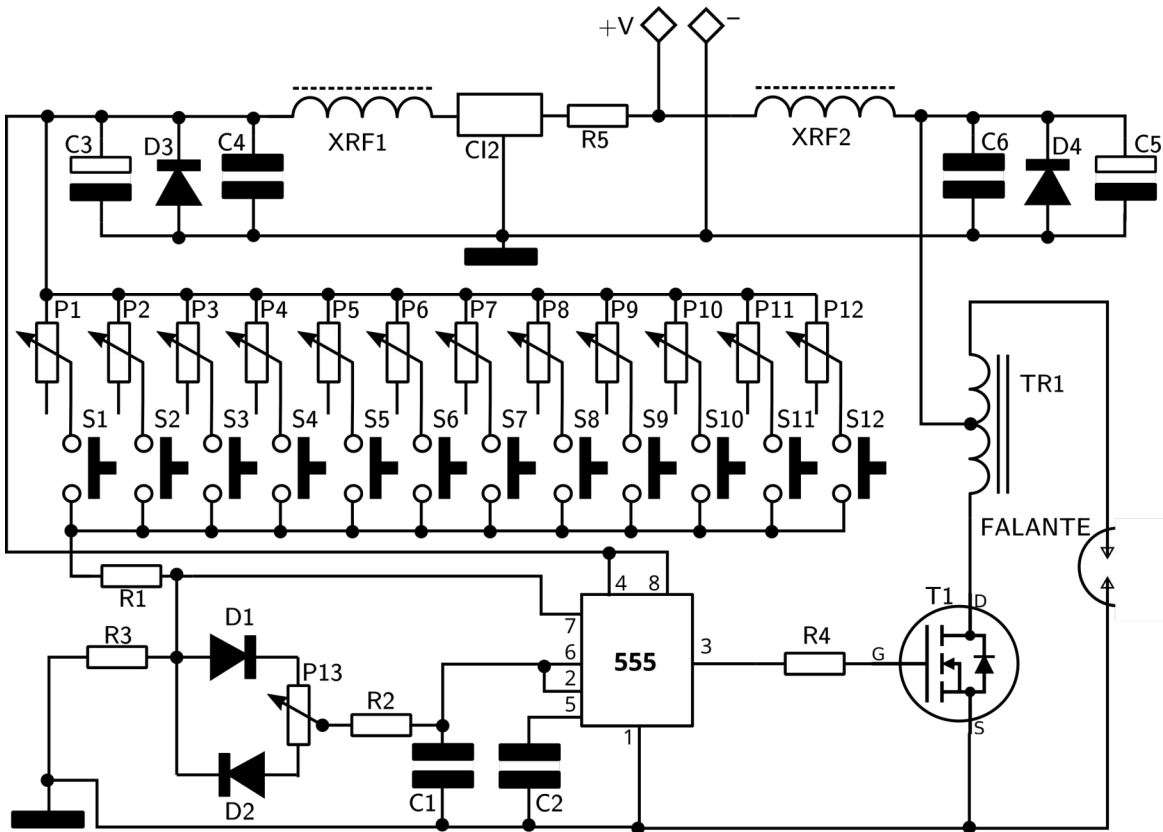
Para isto precisaria de algo para oscilar os raios de formas diferentes, que fosse possível diferenciar as notas que forem tocadas. Para isso conectei num circuito oscilador e num circuito amplificador de tensão umas teclas de um órgão antigo (**figura 1**).



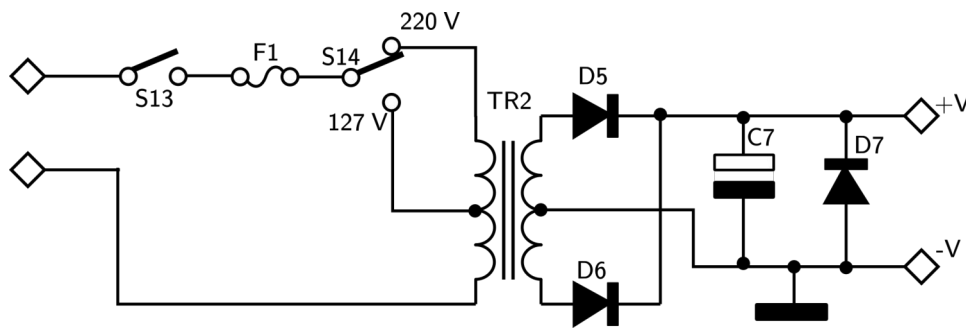
*Figura 1 - Meu teclado é ajustado com um trimpot em cada uma das teclas.*

Na **figura 2** temos o diagrama elétrico do circuito elétrico que montei, já na **figura 3** o esquema elétrico da fonte.

Em nossas lives fui explicando a montagem de cada passo do projeto, então é só ver (ou rever) as lives e curtir a aventura de montar este projeto até a conclusão final. Na lista de materiais temos detalhes das partes usadas.



*Figura 2 - Diagrama elétrico do projeto.*



*Figura 3 - Diagrama elétrico da fonte*

## Quadro

Eu simulo os meus projetos com papel e caneta, e deixo os meus projetos todos anotados no meu caderno.

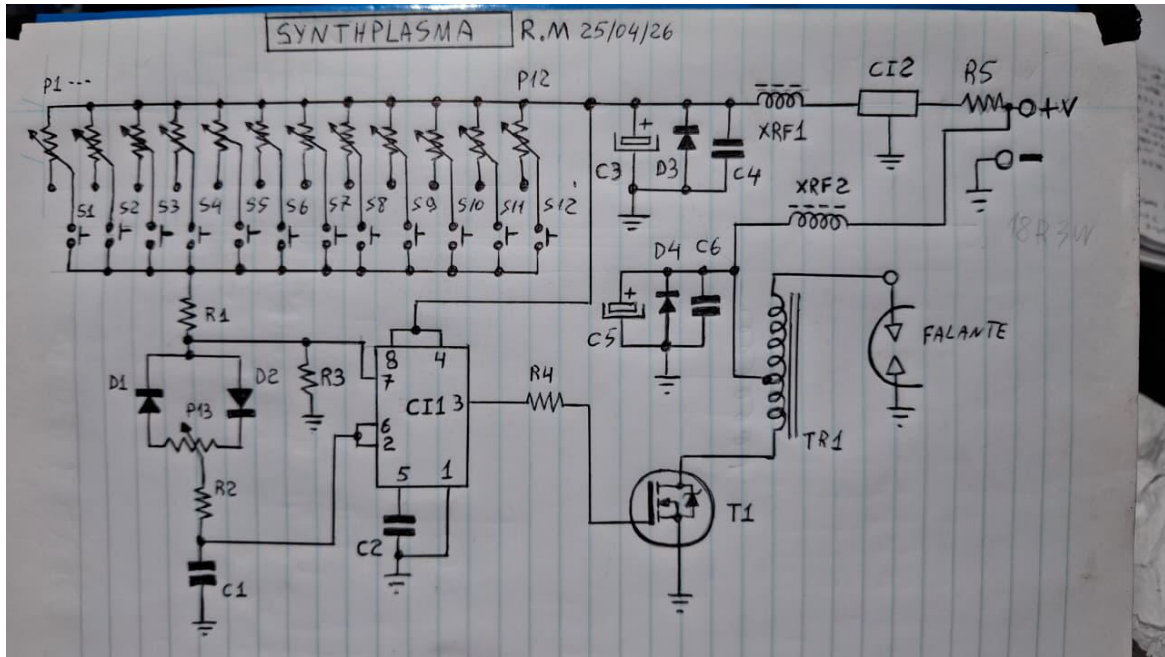


Figura 4

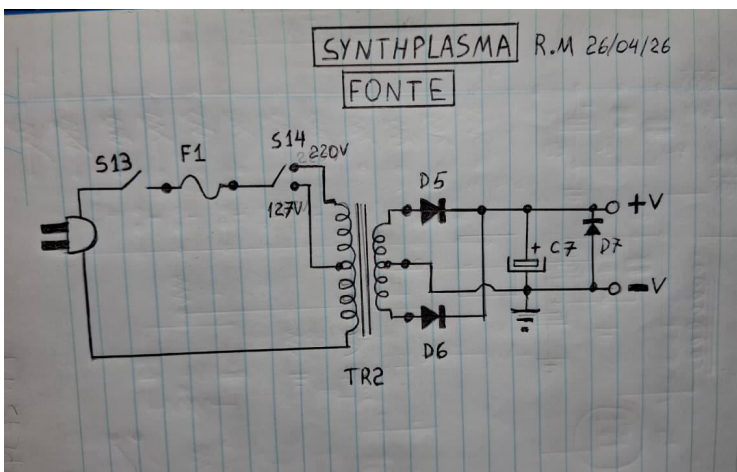
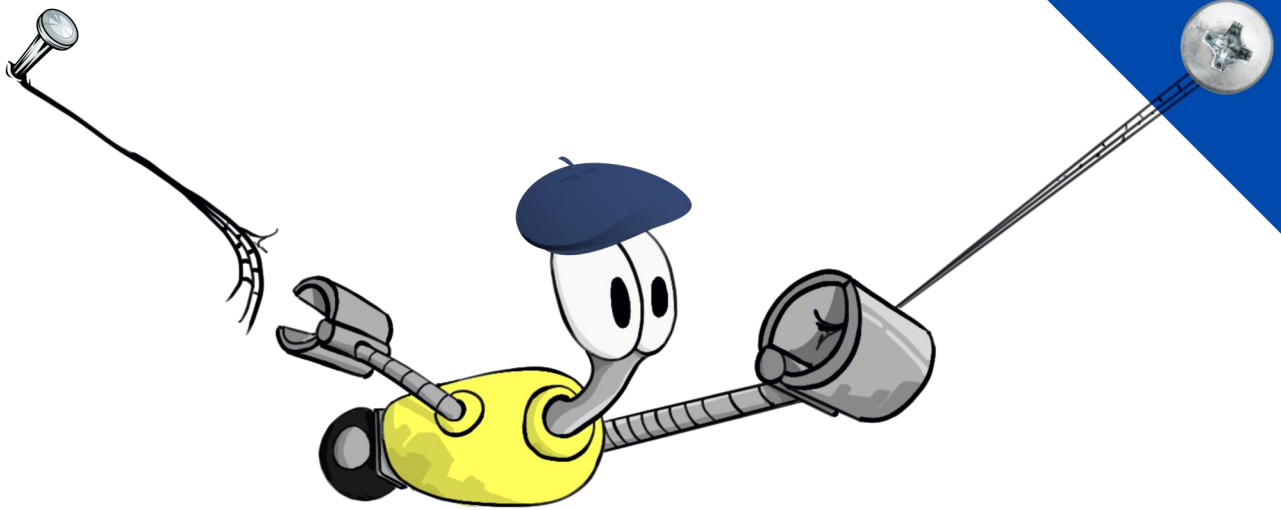


Figura 5





### **Lista de Materiais**

- \* C11 – LM555
- \* C12 – 7812
- \* T1 – IRFP240
- \* D1 - D2 – 1N4148
- \* D3 - D4 - D7 – 1N5401 DIODO DE COMUTAÇÃO (PODEM SER USADOS DE FONTES CHAVEADAS, POR EXEMPLO DE COMPUTADORES OU OUTROS TIPOS).
- \* D5 - D6 – 6A10 OU EQUIVALENTE (6A x 1000V)
- \* TR1 – TRANSFORMADOR (BOBINA) USADO P/ GERAR A ALTA TENSÃO E FAÍSCA. FOI USADO O DO FUSCA MAS OUTROS PODEM SER TESTADOS.
- \* TR2 – TRANSFORMADOR DE 12+12V (OU 13+13V) x 3A.
- \* R1 – 1K x 1/8W
- \* R2 – 5K6 x 1/8W
- \* R3 – 1M x 1/8W
- \* R4 – 47R x 1/8W
- \* R5 – 18R x 3W
- \* P1 a P12 – POTENCIÔMETROS DE 680K ATÉ 1M (OU TRIMPOTS).
- \* P13 – 100K POTENCIÔMETRO LINEAR
- \* C1 – 1NF (POLIÉSTER)
- \* C2 – 10NF (POLIÉSTER)
- \* C4 - C6 – 100 nF (POLIÉSTER)
- \* C3 - C5 – 1000 uF x 35V
- \* XRF1 - XRF2 – 50 VOLTAS DE FIO ESMALTADO 24 AWG SOBRE UM NÚCLEO DE FERRITE DE 1 CM DE DIÂMETRO E 3CM DE COMPRIMENTO.
- \* S1 a S12 – CHAVES DE PRESSÃO N.A.
- \* S13 – CHAVE LIGA/DESLIGA DO CIRCUITO
- \* F1 – FUSÍVEL DE 5A



# GSSA - GERADOR SENOIDAL DE SINAIS AMORTIZADOS

PROF. LÉO CORRADINE

Este projeto do Prof. Léo Corradini começou a ser desenvolvido em nossas lives, tendo como objetivo, recriar um circuito dos anos 80 do Prof. Newton C. Braga, chamado de Bongô Eletrônico. Quando o Prof. Léo Corradine terminou o circuito, ele viu que daria para ir além e aperfeiçoar todo o sistema, onde é possível criar diversos tipos de sons amortecidos.

A qualidade do som ficou perfeita e o ajuste pode ser feito tanto girando o potenciômetro, como também alterando os valores de alguns componentes. Abaixo temos a fórmula aplicada para que possamos modificar a frequência gerada.

$$f = 106 / (2\pi R1 C1)$$

*f* - Frequência em Hertz

*R* - Resistores em ohms

*C* - Capacitores em microfarads

$$R1 = 100000$$

$$C1 =$$

1,5nF - 1060Hz

2,2nF - 720Hz

4,7nF - 340Hz

5,6nF - 280Hz

10nF - 160Hz

22nF - 72Hz

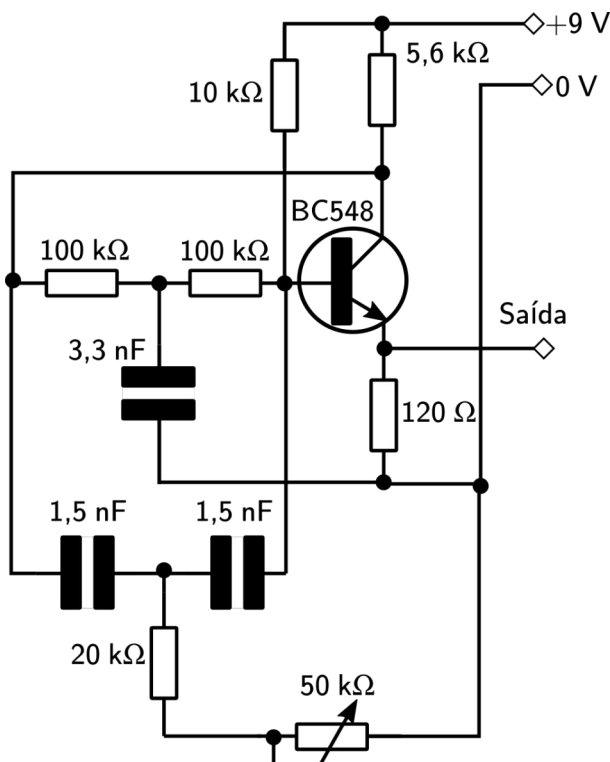
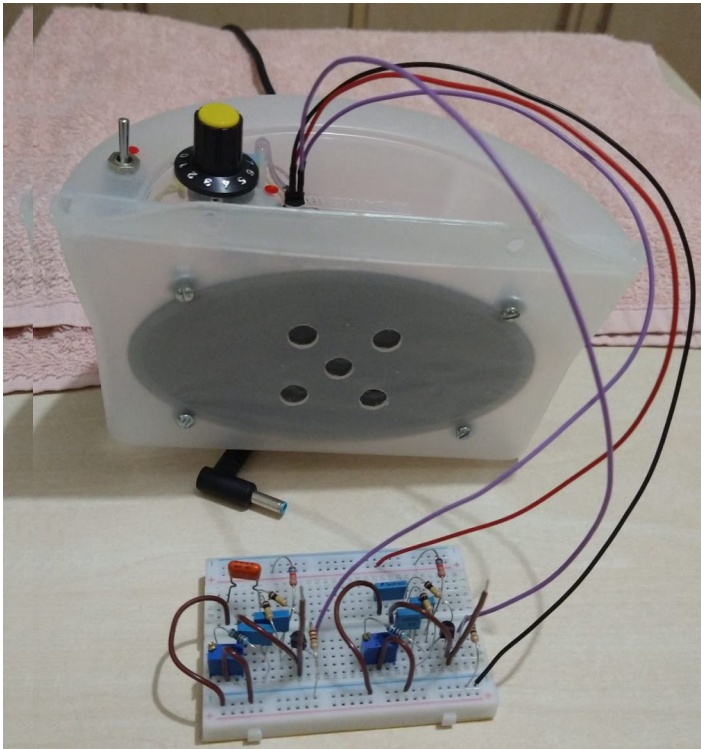


Figura 1 - Diagrama elétrico do GSSA.

Na **figura 1** temos o diagrama elétrico da montagem. Para tornar o projeto ainda mais interessante, o Prof. Léo Corradini colocou todo o sistema dentro de um “saleiro”, fazendo as furações corretas para a colocação do alto falante, da bateria e do circuito com a chave liga e desliga e o potenciômetro.

Na **figura 2** temos a montagem onde temos duas etapas do circuito da **figura 1**.

Neste projeto foi utilizado um alto falante comum, e por este motivo foi acrescentado ao circuito, um outro circuito amplificador,



*Figura 2 - Montagem no Saleiro.*

mas é possível utilizar uma caixa amplificada ao sistema.

O projeto foi desenvolvido em nossas lives o qual você poderá rever no link abaixo.

<https://www.youtube.com/watch?v=UKd6esP7UIY>

