



MECATRÔNICA

APRENDENDO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOVEM

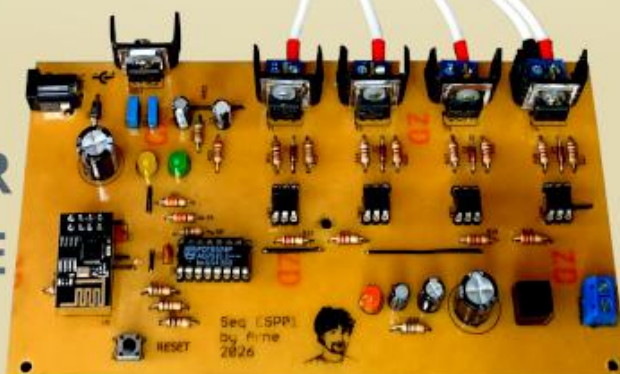
SEQUÊNCIA DE 4 CANAIS COM CONTROLE WI-FI

METRÔNOMO
RELÓGIO VFD



MICROFONE
SELETIVO

CONTADOR
DIGITAL DE
0 A 9



SENSOR DE
TOQUE COM
O ARDUINO

REFLETORES
PARABÓLICOS

uma palavrinha

Revista Mecatrônica Jovem
Ano 4 N° 25 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 live, 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>

Anos 80 , foram anos incríveis! Na eletrônica tivemos a reserva de mercado no Brasil, o que proporcionou o desenvolvimento de mão de obra para o setor. Em uma era onde a internet para o público ainda não existia, as publicações (livros , revistas, catálogos e notas de aplicações de componente) e cursos por correspondência eram as fontes de informações. Para trazer um pouco dessa vivência para os jovens de hoje, nossa equipe de colaboradores se empenharam e fazer vários artigos com temas , circuitos e componentes dos anos 80, alguns são adaptados para uso de tecnologia disponível hoje em dia . Quem quiser pode ver as lives dessa série, que estão no canal do Instituto Newton C. Braga no Youtube. Espero que todos gostem dos artigos e se divirtam com as montagens. Aos professores fica a sugestão de usar o material para mostrar como a tecnologia se desenvolveu e como fazer projetos eletrônicos simples.



Luiz Henrique Corrêa Bernardes

Estamos em 2026, mas se olharmos para o passado, para os anos 80 e mesmo anos 90 vemos uma infinidade de projetos sendo publicados nas revistas técnicas com grande sucesso. Muitos desses projetos foram de minha autoria nas diversas revistas em que trabalhei e até hoje muitos de nossos amigos se lembram deles tanto que, como desafio para o Clube da Mecatrônica Jovem resolvemos justamente relembrar alguns deles, alguns que puderam ser atualizados, modificados e até mesmo servir de ideia para coisas novas. Alguns que usam componentes que ainda podem ser encontrados com facilidade. Eles estão nessa edição para você montar e se divertir tanto ou mais como nos divertimos naqueles velhos tempos.



Newton C. Braga

ÍNDICE

MECATRÔNICA JOVEM - EDIÇÃO 25 - ANOS 80

04 - SENSOR DE TOQUE COM ARDUINO

10 - ALERTA SONORO/VISUAL PARA SAÍDA
DE GARAGEM

20 - CONTADOR DIGITAL DE 0 A 9

24 - SEQUENCIAL DE 4 CANAIS COM
CONTROLE POR WIFI

46 - METRÔNOMO

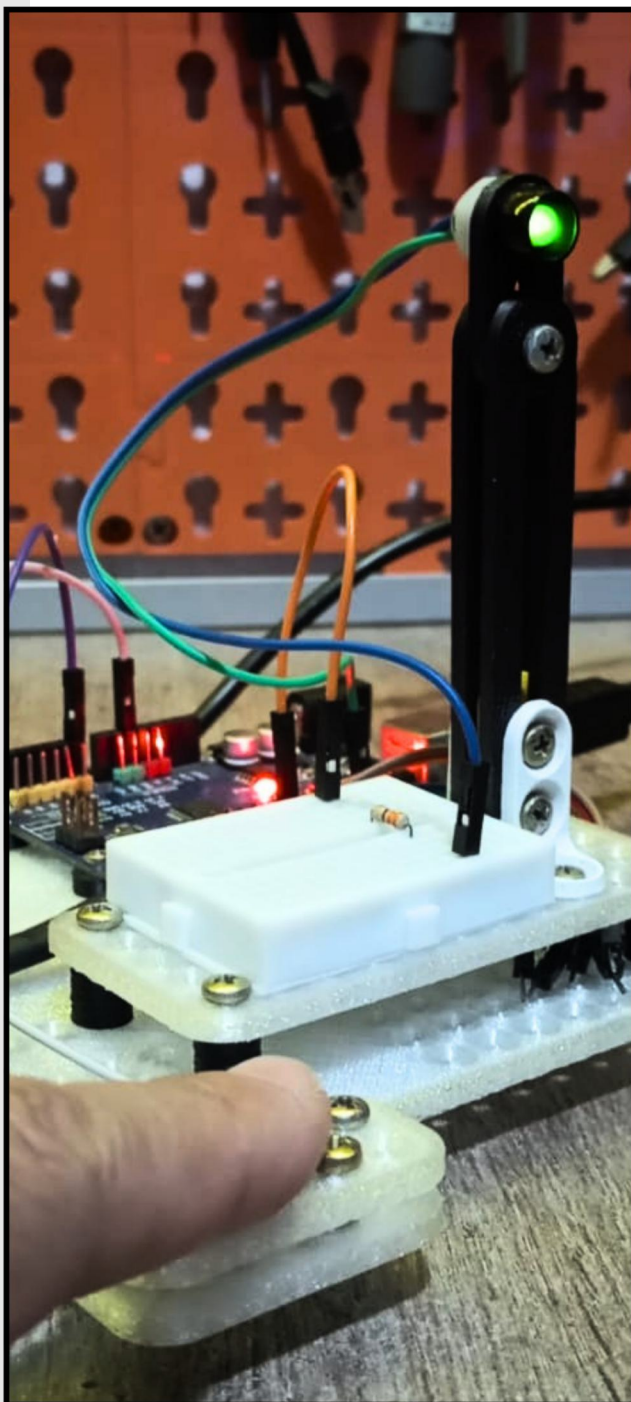
52 - O MICROFONE SELETIVO NA 3D

58 - TRABALHANDO COM REFLETORES
PARABÓLICOS

66 - RELÓGIO COM DISPLAY VFD
CONTROLADO POR ARDUINO E PYTHON



80's



SENSOR DE TOQUE COM ARDUINO

PROF. ENG. VANDER DA SILVA GONÇALVES

A revista *Aprendendo & Praticando Eletrônica*, inicialmente publicada na década de 1980 e dirigida pelo professor Beda Marques, nos traz um projeto muito interessante do Beda Marques chamado “Montagem 269 – Simple e Sensível Alarme de Toque”, **figura 1**. Nesse projeto clássico, o autor utiliza a resistência elétrica do corpo humano para disparar um atuador eletrônico.

Inspirado nessa ideia, vamos recriar o conceito utilizando Arduino, mantendo a simplicidade didática do projeto original, mas adicionando programação e leitura analógica. O resultado é uma excelente atividade para aulas de robótica, eletrônica e pensamento computacional.

Objetivo do Projeto

Detectar o toque do dedo em dois contatos metálicos e acionar um LED piscando algumas vezes, utilizando o princípio da resistência elétrica do corpo humano.

Materiais Utilizados

- 1 Arduino Uno ou Arduino Nano
- 1 LED
- 1 resistor de 330 Ω
- 2 fios ou chapinhas metálicas (sensor de toque)
- Jumpers
- Protoboard
- (Opcional) buzzer

Como o Sensor Funciona

O corpo humano possui uma resistência elétrica que normalmente varia entre 100 k Ω e 1 M Ω . Quando o dedo encosta nos dois contatos metálicos, uma pequena corrente elétrica passa pelo corpo. Essa corrente altera a tensão presente no pino analógico do Arduino. Assim, o Arduino recebe essa variação utilizando seu conversor analógico-digital A0 (ADC).



Figura 1 – Edição n.º51 vendida na época a CR\$ 420,00

O programa compara o valor lido com um valor de referência. Ou seja, quando o toque é detectado, o LED é acionado. Esse princípio é exatamente o mesmo utilizado no projeto clássico da revista, porém agora com a leitura realizada por um microcontrolador Atmega328P.

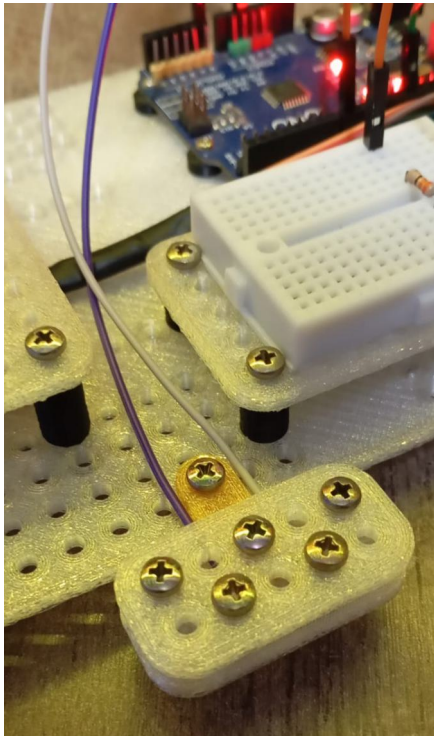


Figura 2 – Sensor de toque.

Montagem do Circuito

Sensor de toque - **Figura 2.**

Um contato metálico → GND

Outro contato metálico → pino A0

LED - Figura 3.

Anodo → pino 8

Catodo → resistor 330Ω → GND

Estrutura do Programa

O funcionamento do código pode ser dividido em quatro etapas principais.

1 - Leitura do Sensor

O Arduino realiza a leitura do sensor através do comando:

analogRead(A0)

Essa função mede a tensão presente no pino e retorna um valor entre 0 e 1023. Para facilitar a observação, esse valor é enviado para o Monitor Serial, **figura 4.**

2 - Comparação do Valor

O programa compara o valor lido com um número de referência chamado limiar (threshold).

Exemplo utilizado no código:

if (valor < 30)

Quando o valor da leitura fica abaixo desse limite, significa que o sensor foi tocado.

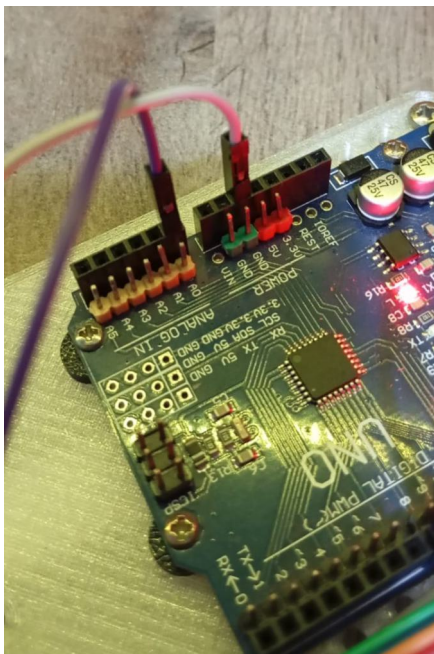


Figura 3 – Jumper roxo no A0 e jumper branco no 5V.



Figura 4 – Nesta condição o LED é acionado.

3 - Execução da Ação

Quando o toque é detectado, o programa executa um laço de repetição:

```
for (int i = 0; i <= 4; i++)
```

Esse laço faz o LED piscar cinco vezes, criando uma resposta visual clara para o aluno.

4 - Controle do LED

Dentro do laço, o LED é ligado e desligado com um intervalo de tempo:

LED ligado

espera 350 ms

LED desligado

espera 350 ms

Esse processo se repete até completar os cinco ciclos, **figura 5**.

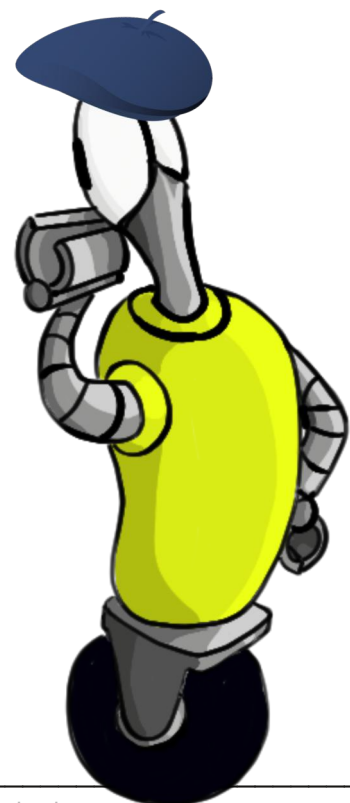
O que Está Acontecendo Fisicamente?

Ao tocar os contatos metálicos, o corpo humano passa a fazer parte do circuito elétrico. Nesse momento ocorre a formação de um divisor de tensão, passagem de uma pequena corrente elétrica, onde ocorre uma variação de tensão no pino analógico, assim ocorrendo a leitura dessa variação pelo Arduino (microcontrolador).

Assim, o toque do dedo passa a funcionar como um sensor resistivo natural.



Figura 6 - Código C++



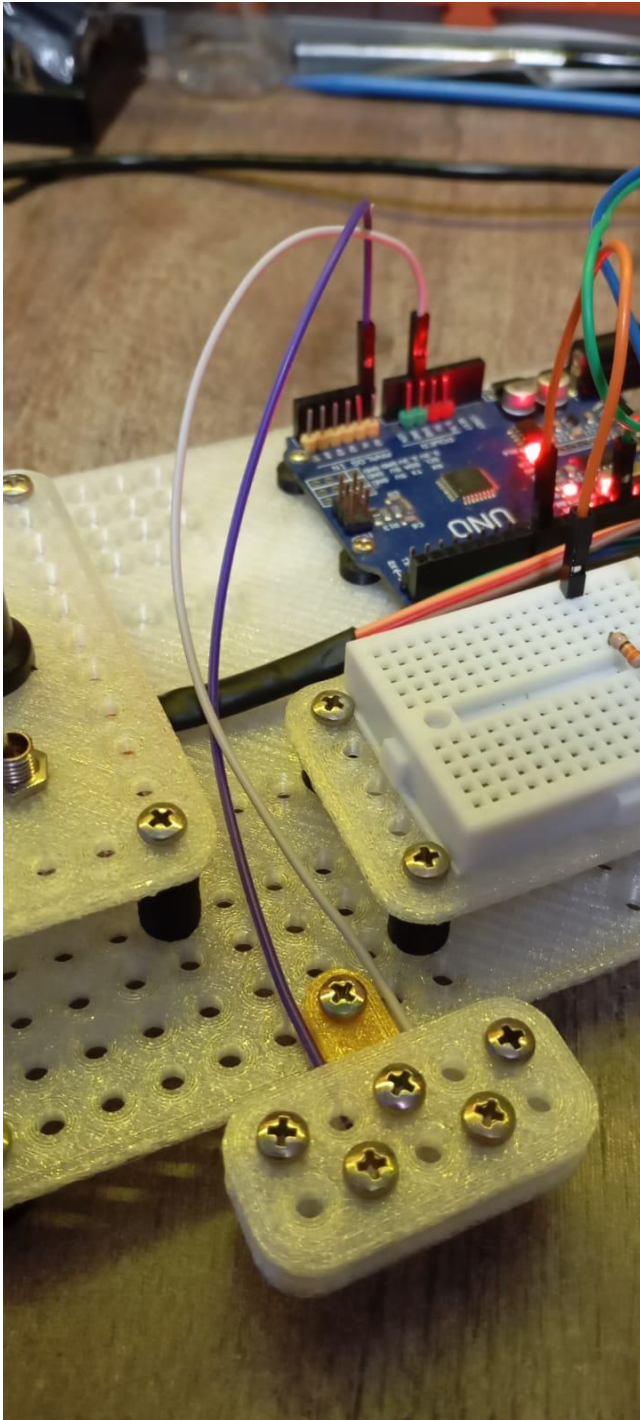


Figura 6

Para Professores - Como Explicar o Projeto em Sala de Aula

Este experimento permite abordar três áreas fundamentais da robótica educacional.

Física

O corpo humano conduz eletricidade devido à presença de água e sais minerais, que permitem a movimentação de íons.

Eletrônica

O circuito utiliza conceitos como:

- divisor de tensão;
- sensor resistivo;
- conversão analógica-digital.

Programação

No código são utilizados conceitos fundamentais de programação:

- variáveis;
- leitura analógica;
- estrutura condicional (if);
- laço de repetição (for);
- controle de saída digital.

Sensibilidade

O número utilizado na comparação (30) pode variar dependendo do sensor e das condições do ambiente.

Por isso é importante observar os valores no Monitor Serial. Nesse caso um valor intermediário como 30 funciona bem.

Possíveis Problemas

Se o circuito não estiver funcionando corretamente, verifique:

- Valor sempre 1023;
- pino analógico está flutuando;

- sensor não está conectado corretamente;
- Valor sempre 0;
- circuito ligado diretamente ao GND;
- Valor varia pouco;
- mau contato nos fios;
- resistência muito alta;
- área de contato pequena.

Aplicações Educacionais

Esse projeto pode ser expandido para diversas atividades didáticas:

- Cofre com toque secreto;
- Mini piano sensível ao toque;
- Campanha eletrônica;
- Experimento sobre resistência do corpo humano;
- Aula prática sobre sensores analógicos.

Conclusão

Este projeto integra eletrônica clássica com Arduino de forma simples e didática. Permite trabalhar conceitos de física, sensores e programação na prática. Os alunos compreendem o funcionamento real de um sensor utilizando o próprio corpo.

Além disso, estimula o raciocínio lógico e a criatividade.

É uma ótima base para projetos mais avançados em robótica educacional. Nos vemos na próxima!

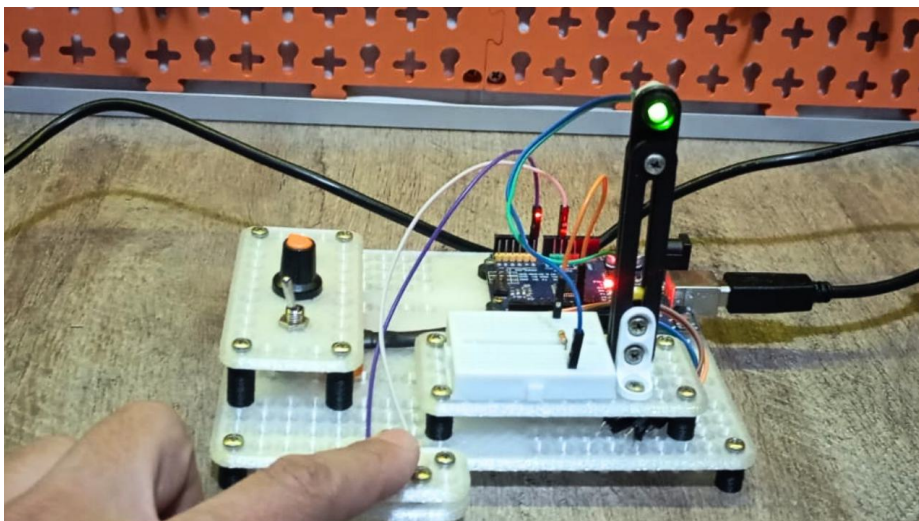


Figura 7



ALERTA SONORO/VISUAL PARA SAÍDA DE GARAGEM

ENG. MÁRCIO JOSÉ SOARES

Que tal montar um circuito com a cara dos anos 1980, hoje chamado de “raiz” por usar apenas transistores?!? Mas não é porque ele é “raiz” que não pode ser aplicado para resolver um problema de segurança em um sistema atual automatizado. Se você curte circuitos simples, mas com alto poder de aplicação, esse artigo é para você. Enjoy!

A proposta

Um dos grandes problemas hoje, seja nas grandes ou pequenas cidades, é a segurança dos pedestres. As companhias de tráfego das cidades gastam parte de suas receitas em propagandas visando aumentar a segurança destes, chamando a atenção dos motoristas para o problema. Porém há um problema que muitas vezes não é tratado nas campanhas de conscientização pelas companhias, mas que pode causar acidentes: a entrada/saída das garagens com portões automáticos. A Internet está cheia de vídeos mostrando pedestres sendo “empurrados” por portões automáticos de casas, condomínios, etc, com alguns demonstrando uma certa gravidade.

Além deste tipo de entrada/saída temos também de lembrar das saídas de alguns estacionamentos “subterrâneos” que são verdadeiras “armadilhas” tanto para os motoristas como para os pedestres já que impedem que estes se “vejam” (saídas muito fechadas sem nenhuma visão lateral).

Em algumas cidades do país existem leis que regulamentam a saída de veículos com o uso de portões automáticos voltados diretamente para as calçadas, obrigando o uso de sinalização visual e sonora para estacionamentos comerciais e condomínios. Porém algumas cidades preveem a isenção do uso destes equipamentos para garagens de casas em bairros residenciais.

Pensando nisso a ideia foi adaptar um circuito muito comum da década de 1980, um oscilador astável com transistores para controlar um conjunto de LEDs (na época utilizamos lâmpadas) e um buzzer bem barulhento para que sempre que o portão estiver abrindo ou fechando possa alertar os que passam sobre a presença de um veículo.

Circuito e cálculos

O circuito pode ser visto na **figura 2**. Ele é composto basicamente por um oscilador astável (multivibrador astável) montado com dois transistores (Q2 e Q3) e uma etapa de potência.

O oscilador gera uma onda quadrada, trocando continuamente dois estados através da alternância da carga e descarga dos dois capacitores C1 e C2. O ciclo ativo da onda quadrada depende do tempo de condução de cada transistor e esse tempo pode ser calculado da seguinte forma:

$$T_{\text{condução}} = R_{(R7/R8)} * C_{(C1/C2)} * \ln(2) \Rightarrow T = 100 * 10^3 * 10^{-6} * 0,693 = 0,693 \text{ segundos ou } \approx 0,7\text{s}$$

Temos então que o período total será:

$$T_{\text{total}} = t_1 + t_2 = 0,7s + 0,7s = 1,4s$$

E a frequência de oscilação será então:

$$F = 1/T_{\text{total}} \simeq 1/1,4 \simeq 0,714\text{Hz}$$

Esse tempo é mais que adequado para a proposta, pois chamará bastante a atenção de quem estiver passando. Porém o leitor poderá alterá-lo se desejar bastando alterar os resistores R7 e R8 e/ou os capacitores C1 e C2 para obter a frequência desejada.

Temos também no circuito uma etapa de potência composta por dois transistores de média potência Q1 e Q4 e seus resistores de polarização R10 e R11, respectivamente. É essa etapa que ativa os LEDs.

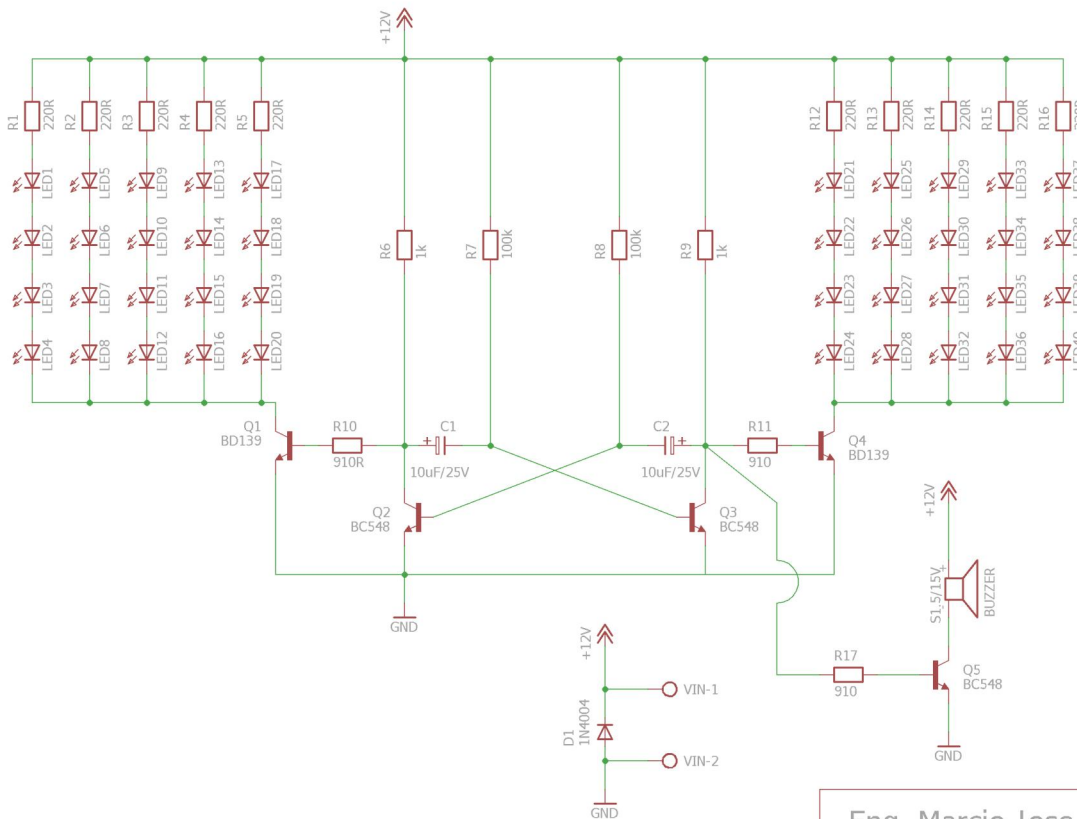



Figura 2 - Diagrama do circuito proposto.

Eng. Marcio Jose Soares		
TITLE: alerta_saida_garagem		
Document Number:		REV: 1.0
Date: 31/03/2026 09:22	Sheet: 1/1	

O circuito conta ainda com um transistor Q5 para ativar um buzzer de 12V com oscilador interno. Ele soará a cada ciclo completo, permanecendo ativado por 0,7s.

O diodo D1 serve para proteger o circuito contra uma possível inversão de polaridade na entrada de alimentação.

Podemos calcular a corrente de coletor nos transistores BCs (Q2 e Q3) da seguinte forma:

$$I_{C(BCs)} = V_R / R$$

$$V_R = [V_{CC} - V_{CE SAT BC}]$$

$$I_{C(BCs)} = [12 - 0,2] / 1k \simeq 11,8 / 1k \simeq 11,8mA$$

Temos então uma corrente de trabalho segura para um BC548 já que sua corrente máxima de coletor é de 100mA.

Para a corrente de coletor de Q1 e Q4, calculamos a corrente de carga nos LEDs. São 4 LEDs enfileirados com um resistor limitador de corrente de 220R, para cada fila. A corrente de carga fica então:

$$I_{carga (fila)} = V_{carga (fila)} / R$$

$$V_{carga (fila)} = V_{CC} - V_{LEDs} - V_{CE SAT (BD139)}$$

Como são 4 LEDs em fila e estamos aqui considerando o LED de 5mm de diâmetro, vermelho difuso (o mais comum), podemos considerar que temos uma queda de tensão de aproximadamente 2V por LED. Então:

$$I_{carga (fila)} = [12 - 8 - 0,2] / 220 = 17,3mA$$

Como são 5 filas, temos então como calcular a corrente total da carga com:

$$I_{carga (total)} = 5 * I_{carga (fila)}$$

$$I_{carga (total)} = 5 * 17,3mA = 86,5mA$$

A corrente de base nos BDs será:

$$I_{B(BD139)} = [V_{CC} - V_{BE (BD139)}] / R_{total}$$

$$I_{B(BD139)} = (12V - 0,7V) / (1k + 910) = 11,3/1910 = 5,9mA$$

Como a corrente de base é de 5,9 mA, o transistor BD139 consegue entrar em saturação, conduzindo bem a corrente e acendendo os LEDs com excelente eficiência.

Podemos agora calcular a potência dissipada nos resistores.

Para os resistores de coletor dos BC's, R6 e R9, temos:

$$P_{(R6 \text{ e } R9)} = R * I^2$$

$$P_{(R6 \text{ e } R9)} = 1000 * (0,0118)^2$$

$$P_{(R6 \text{ e } R9)} \simeq 0,14W$$

Para os resistores de base dos BD's, R10 e R11, temos:

$$P_{(R10 \text{ e } R11)} = R * I^2$$

$$P_{(R10 \text{ e } R11)} = 910 * (0,0059)^2$$

$$P_{(R10 \text{ e } R11)} \simeq 0,032W$$

Para os resistores limitadores de corrente dos LEDs R1 à R5 e R12 à R16, fazemos:

$$P_{R \text{ fila LEDs}} = [V_{CC} - V_{\text{total LEDs}} - V_{CE(\text{sat}) \text{ BD139}}] * I_{\text{carga (fila)}}$$

$$P_{R \text{ fila LEDs}} = 3,8 * 17,3mA = 0,06W$$

Note aqui que o ideal é usar resistores de 1/4 de Watt para todos os resistores, pois os mesmos trabalharão “gelados” e isso é adequado ao circuito, já que o mesmo foi projetado para ser utilizado de forma ininterrupta 7 dias por semana, 24 horas dia.

Montagem

Na **figura 3** o leitor tem o desenho do layout do circuito impresso sugerido pelo autor. Observe que o layout foi dividido em três partes (uma interna com o oscilador e duas externas para os LEDs). Dessa forma o leitor poderá confeccioná-la da maneira que achar melhor (tudo junto ou ainda em partes separadas para uma montagem mecânica maior). Mas nada impede que o leitor faça a montagem em uma placa do tipo padrão, em uma matriz de contatos (para testes) ou ainda crie seu próprio layout.

Obs.: Nesse regime de corrente os transistores de potência não necessitam de dissipadores de calor, pois trabalharão com muita folga.

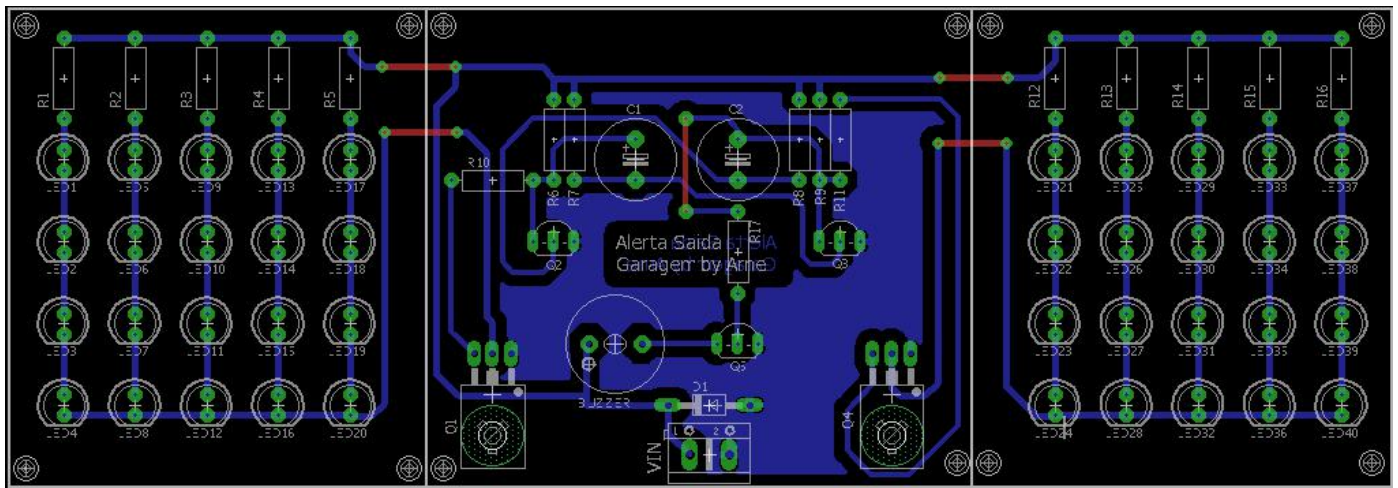


Figura 3 - Layout do circuito impresso.

Comece montando os resistores. Cuidado para não trocar os mesmos, já que temos valores diferentes no circuito. Em seguida, solde os componentes polarizados como os transistores, o diodo, os capacitores, o buzzer e finalmente os LEDs que podem ser de cores diferentes em cada lado (20 vermelhos e 20 amarelos, por exemplo).

As placas com os LEDs são conectadas através de fios que podem ser jumpers feitos com pedaços de terminais que sobraram da montagem dos resistores para o caso da montagem com as partes integradas ou ainda fios 26 ou 28 AWG para o caso da montagem com as partes separadas.

A conexão da fonte de 12VDC / 1A é feita através de um conector tipo KRE de 2 segmentos, mas nada impede que o leitor solde os fios da fonte diretamente à placa.

O buzzer pode ser montado diretamente na placa ou ainda de forma “aérea”. Tudo dependerá do tipo que o leitor tiver em mãos.

Caso o leitor deseje utilizar mais conjuntos de LEDs, poderá preparar mais partes externas do layout sugerido. Desta forma será possível montar os conjuntos de LEDs de acordo com o desejado em uma caixa sinalizadora comercial ou ainda desenhada pelo próprio leitor, por exemplo.

Fique de olho nos canais do autor. Ele poderá apresentar um desenho de caixa a ser impressa em uma impressora 3D ou ainda montada em plástico, madeira ou metal (dependendo exclusivamente das habilidades de cada um).

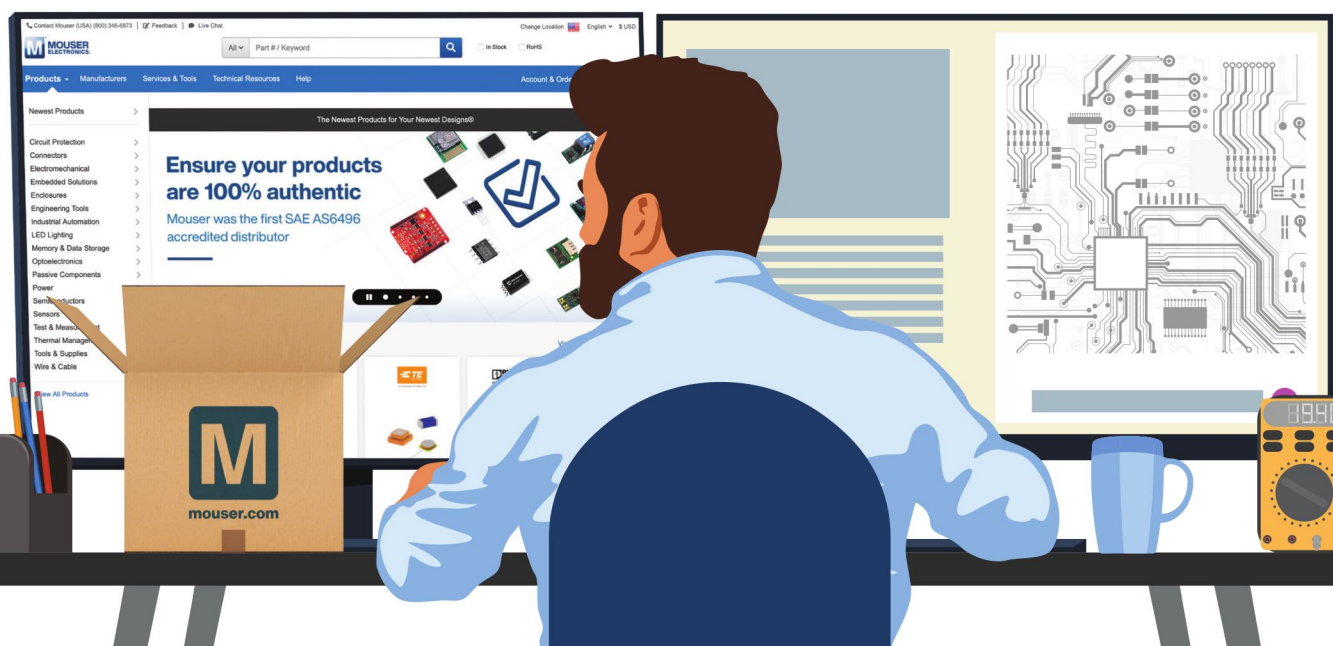
Teste e uso

Após montar o circuito, faça uma verificação minuciosa. Não tenha pressa. Verifique com bastante atenção uma, duas, quantas vezes forem necessárias todo o processo desde a confecção da PCI

Obs.: O leitor poderá utilizar LEDs de vários tipos: azuis, brancos, alto brilho, etc. Os cálculos foram demonstrados e bastará recalcular tudo para saber se algo precisará ser ajustado.

Você projeta. Nós fornecemos.

Os Mais Novos Componentes para os
Seus Mais Novos Projetos[®]



br.mouser.com/new



até a montagem. Qualquer inversão/troca poderá fazer com que o circuito não funcione e/ou ainda danificar algum componente.

Com tudo verificado, basta alimentar o circuito e comprovar o seu funcionamento. Os LEDs deverão piscar alternadamente (LED1 a LED20 e LED21 à LED40) e o buzzer deverá ser acionado quando LED21 à LED40 estiverem acesos. Qualquer fila de LED que não acender pode indicar um LED invertido. Caso os LEDs não pisquem e/ou o buzzer não seja acionado, é sinal que algo não está bem no circuito oscilador. Verifique se os capacitores não foram montados invertidos, além dos transistores, diodo, etc.

Para acionar o circuito através de um portão automático, o leitor poderá utilizar uma chave de fim de curso como a apresentada na **figura 4**. Essa chave deve ser presa próxima ao batente na parte baixa do portão de maneira que quando o mesmo iniciar sua abertura a alavanca da chave seja liberada. Para isso a alimentação deve ser ligada conforme a **figura 5**. Assim, com o portão fechado o circuito



Figura 4 - Chave de fim de curso.

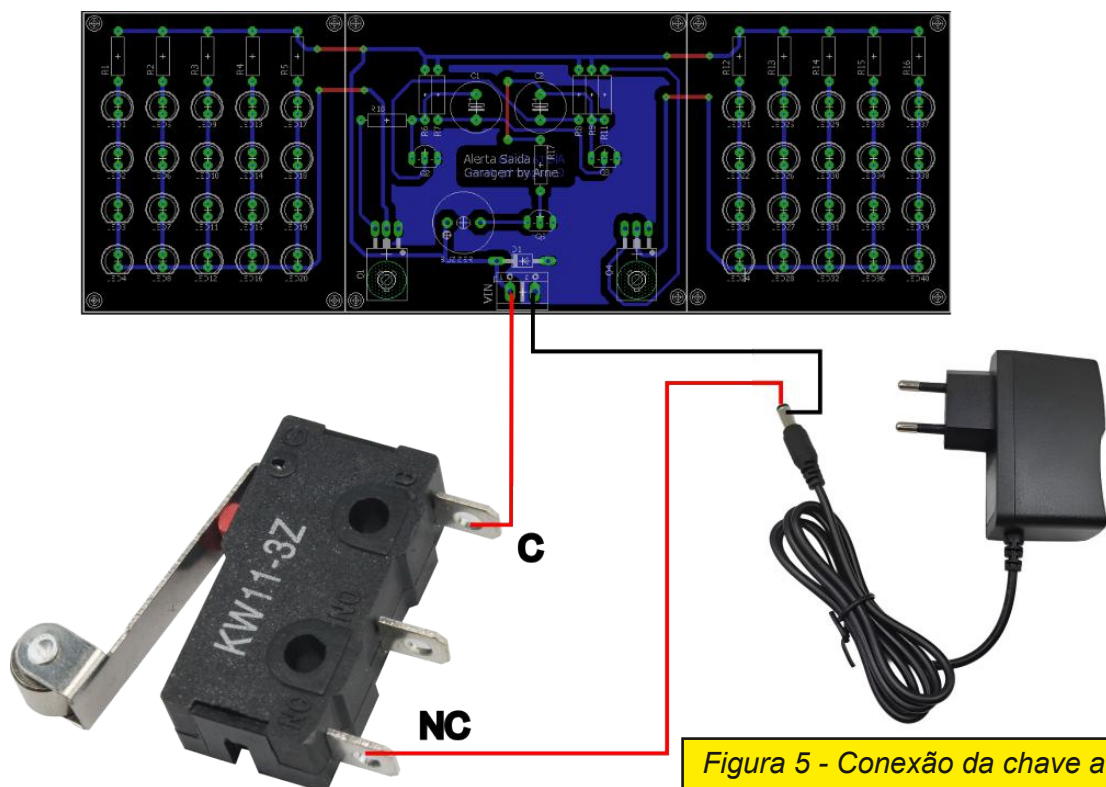


Figura 5 - Conexão da chave ao circuito/fonte

Lista de materiais

Semicondutores:

Q1, Q4 – BD139 – transistor de média potência NPN

Q2, Q3, Q5 – BC548 – transistor NPN de uso geral

D1 – 1N4004 – diodo retificador de 1A

LED1 à LED40 – LED comum, redondo 5mm (diâmetro), vermelho difuso ou outros (veja texto)

Resistores (1/4W):

R1 à R5 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)

R6, R9 – 1k (marrom, preto, vermelho)

R7, R8 – 100k (marrom, preto, amarelo)

R10, R11 – 910R (branco, marrom, marrom)

R12 à R16 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)

R17 – 910R (branco, marrom, marrom)

Capacitores:

C1, C2 – 10uF/25V – eletrolítico radial

Diversos:

1 – placa de circuito impresso face simples com 172 x 60 mm (veja texto)

1 – KRE 2 vias - conector tipo parafusável para PCI (veja texto)

1 – buzzer 12V com oscilador interno (veja texto)

1 – fonte 12VDC / 1A

1 – chave fim de curso (veja texto)

Solda, fios para ligações, etc.

permanece sem alimentação, mas quando o portão é aberto o circuito é alimentado e o alerta passa a ser emitido permanecendo assim até que o mesmo seja completamente fechado.

Para utilizar o circuito em uma saída de estacionamento, basta instalar a chave à cancela do mesmo ou ainda usar um “sensor de passagem” para acionar o circuito. Cuide para que o circuito seja desligado assim que o sensor for desobstruído.

Conclusão

Como o leitor pode ver neste artigo, circuitos considerados antigos podem ainda ser utilizados nos dias atuais com grande margem de sucesso. Muitas vezes usamos um microcontrolador para resolver problemas que poderiam ser resolvidos facilmente com circuitos mais simples e baratos. Com um pouco de trabalho, o circuito apresentado poderá virar um produto e gerar algum ganho para aquele que tiver interesse. Boa montagem e até a próxima!

Para os professores

- Ciências/física: poderá estimular os alunos a pesquisarem mais sobre como funcionam os semicondutores presentes no circuito: diodos, transistores, LEDs, etc;

- Matemática: poderá estimular os alunos a realizarem os cálculos modificando a frequência de operação, além das potências para LEDs com maior brilho e maior consumo de corrente;

- Língua Inglesa: poderá auxiliar os alunos na tradução dos datasheets (folhas de dados) dos componentes utilizados;

- História/Geografia: poderá estimular a pesquisa sobre as campanhas de trânsito em sua cidade e como os condomínios tratam suas saídas de veículos;

- Língua Portuguesa: poderá estimular os alunos a escreverem uma redação sobre o trânsito em sua cidade.

Referências bibliográficas

BRAGA, Newton C. Multivibrador Astável - Cálculo (M002). Instituto Newton C. Braga. Disponível em: <https://newtoncbraga.com.br/matematica-na-eletronica/433-multivibrador-astavel-calculo-m002.html>. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRAGA, Newton C. Projetando um astável de potência (M047). Instituto Newton C. Braga. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/matematica-na-eletronica/1056-m047.html>. Acesso em: 30 mar. 2026.

CIPELLI, Antônio Marco Vicari; SANDRINI, Waldir João. Teoria e desenvolvimento de circuitos eletrônicos. 12. ed. São Paulo: Érica, 1986.

SEBRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. Microeletrônica. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.fal

Contatos

- Página Web – <http://www.arnrobotics.com.br>

- Instagram - <https://www.instagram.com/arnesake/>

- YouTube - <https://www.youtube.com/c/arnesake>

- Thingiverse - <https://www.thingiverse.com/arnesake/designs>



PROJETOS ELETRÔNICOS EDUCACIONAIS COM ENERGIA ALTERNATIVA
Newton C. Braga

PROJETOS DIDÁTICOS PARA OS FUTUROS ENGENHEIROS

No formato Impresso ou e-Book





LUIS CARLOS BURGOS

Este esquema apresenta um Contador Digital de 0 a 9, um projeto clássico de eletrônica digital que utiliza a família CMOS para contar pulsos e exibi-los em um display de 7 segmentos.

O funcionamento pode ser dividido em três blocos principais:

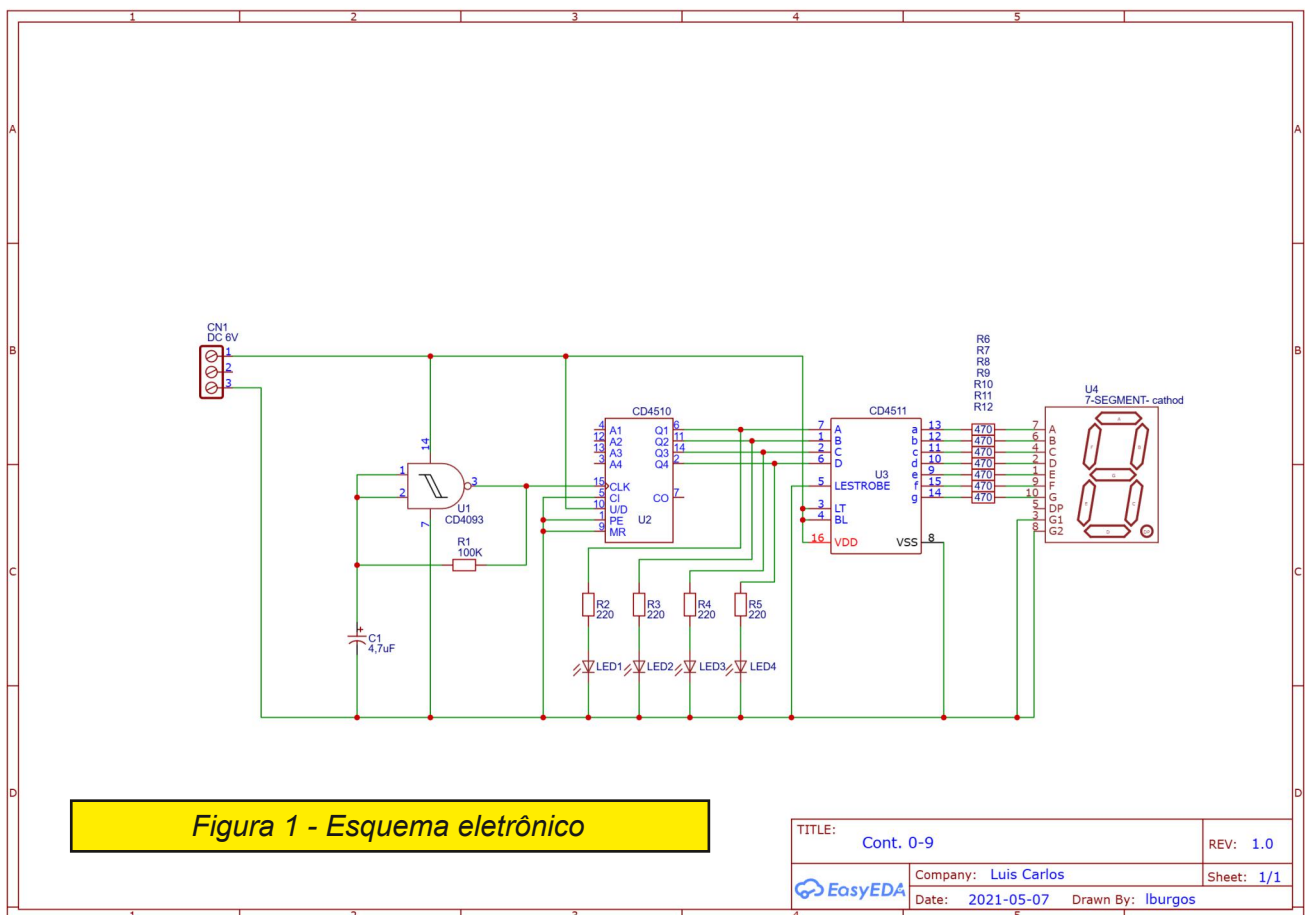
1. Geração de Clock (Oscilador)

O circuito começa à esquerda com o chip CD4093 (U1), que é uma porta NAND com Schmitt Trigger. Ele está configurado como um oscilador astável junto com o resistor R1 (100kΩ) e o capacitor C1 (4,7μF).

- Este bloco gera pulsos quadrados constantes que servem como o "batimento cardíaco" do circuito, definindo a velocidade com que os números irão mudar.

2. Contagem Binária

O coração do processamento é o CD4510 (U2), um contador BCD (Binary Coded Decimal) up/down de 4 bits.



Contatos

-<https://www.youtube.com/@Burgoseletronica05>

Baixar os arquivos

Gerber

https://newtoncbraga.com.br/arquivos/Gerber_Contador-0-9.zip

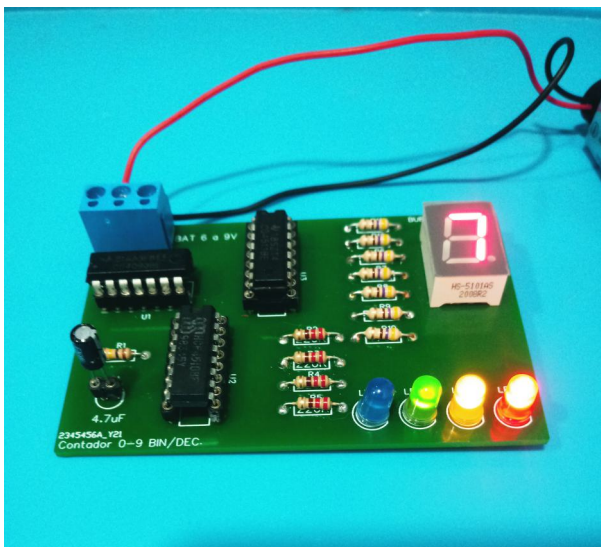


Figura 2 - Projeto montado

- A cada pulso recebido no pino 15 (CLK), ele incrementa um valor binário em suas saídas (Q1 a Q4).

- Neste circuito, as saídas também estão conectadas a quatro LEDs individuais (LED1 a LED4), permitindo que você veja o número em formato binário simultaneamente ao display.

3. Decodificação e Exibição

Como o display de 7 segmentos não "entende" binário puro, entra em cena o CD4511 (U3).

- Ele recebe o código binário do contador e o traduz para os sinais elétricos necessários para acender os segmentos corretos (a, b, c, d, e, f, g) do display.

- Os resistores de 470Ω (R6 a R12) limitam a corrente para proteger o display de queimar.

Resumo do Fluxo

1. O CD4093 cria o pulso.
2. CD4510 é um contador de 0 a 9 em binário .
3. CD4511 é um decodificador BCD para acionamento do display de leds.
4. O Display de Cátodo Comum mostra o número decimal final.

É um circuito robusto e didático, muito utilizado para entender como a lógica binária se transforma em informação legível para humanos!



MOOGA

SPEED

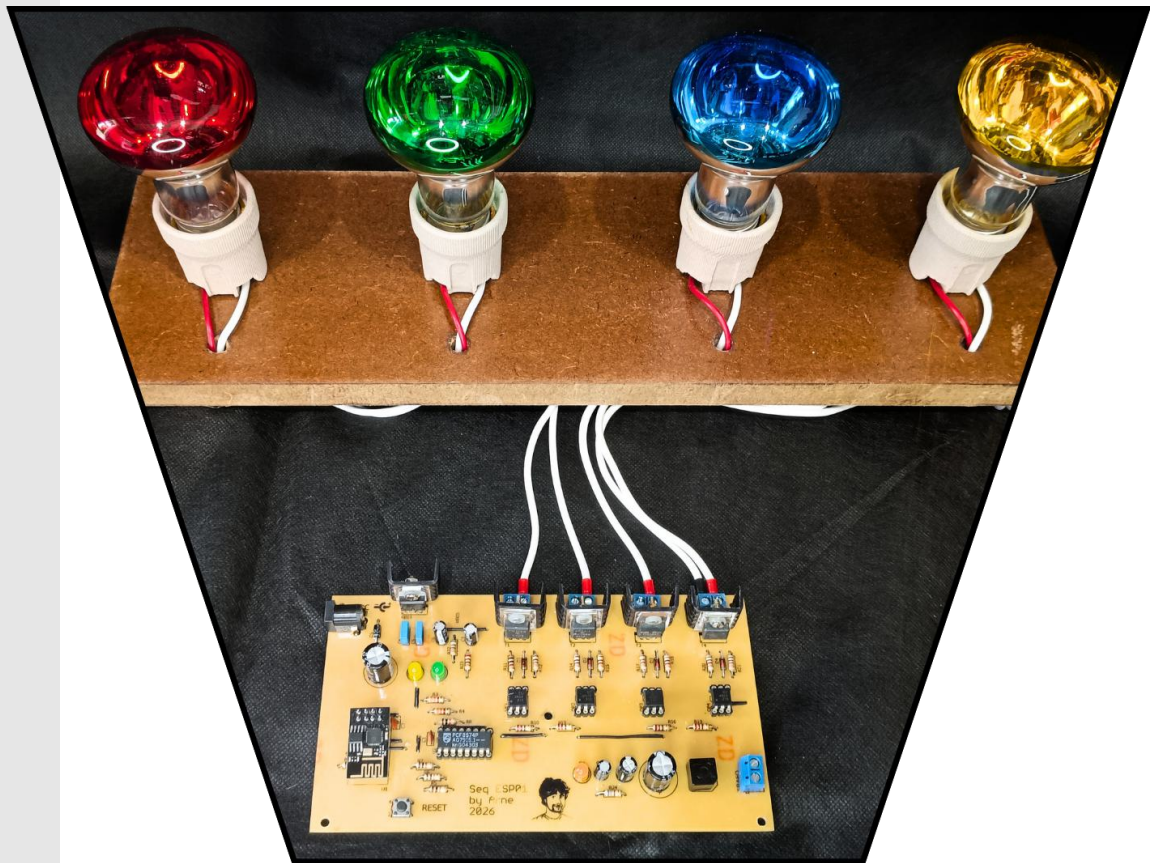


UM JEITO **MAKER**
DE INTERAGIR COM
A SUA TURMA



SAIBA MAIS
ACESSANDO
O QR-CODE





SEQUENCIAL DE 4 CANAIS COM CONTROLE POR WIFI

ENG. MÁRCIO JOSÉ SOARES

Que tal montar um sequencial com 4 canais de até 200W para rede 127V ou 400W para rede 220V para animar suas festas ou ainda a sala/quarto para quando for ouvir aquele som?!? O projeto proposto neste artigo visa demonstrar como montar um sequencial de 4 canais, facilmente ampliável para 8 ou mais (dependendo do número de placas) e tudo com controle WiFi. Se você gosta de circuitos de iluminação, som e afins esse projeto é para você! Enjoy!

A inspiração

Durante as décadas de 1980 eram muito comuns os “bailinhos” feitos entre amigos nas garagens das casas ou qualquer outro espaço disponível (dependendo de onde seria feita a “festa”). A ideia era reunir a turma para conversar, dançar e curtir a vida de maneira saudável. Um amigo trazia a “vitrola”, outro os discos e alguém cuidava da iluminação. E assim, dessa união, nasceu um dos eventos mais famosos daqueles tempos. Você não acredita?!? Então pergunte ao seu pai, mãe ou tio e espere por uma história cheia de nostalgia!

Pois bem, como o tema desta edição é “Projetos da década de 80” nada como reviver um projeto muito famoso e sempre presente nas revistas daquela época: o Sequencial de 4 canais. Veja as **figura 1A**, **1B** e **1C** com alguns dos projetos daquela época.

A nova proposta

Um dos maiores problemas enfrentados por quem era encarregado de preparar a iluminação era justamente a distribuição das várias lâmpadas necessárias pelo ambiente. Além do par de alimentação para a caixa de controle, que ficava junto ao “DJ”, cada lâmpada requeria também um par de fios que ia da caixa até a lâmpada. E se mais lâmpadas estivessem ligadas num mesmo canal, mais pares saíam da caixa. Só para se ter uma ideia, para um sequencial de 4 canais com apenas quatro lâmpadas eram necessários um conjunto de 8 fios para as lâmpadas (mas ninguém usava apenas 4 lâmpadas!). A maior dificuldade enfrentada então era passar os fios de maneira segura, afinal ninguém queria problemas com choques elétricos nos “convidados” ou ainda com um “tropeço” em um dos cabos. Qualquer que fosse o problema, isso poderia acabar com a “festa”.

Pensando nisso e baseado nas novas tecnologias disponíveis, o autor criou algo mais prático. Ao invés do controle das lâmpadas ficar na mesa junto ao “DJ”, este agora fica próximo às lâmpadas e conseqüentemente, apenas um par de fios é necessário para alimentar todo o

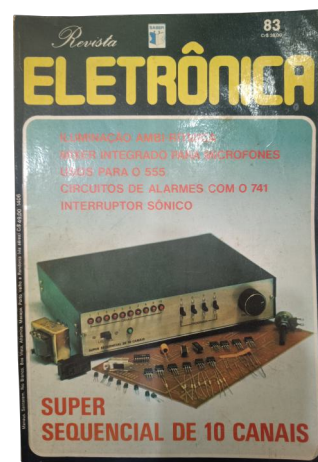


Figura 1A



Figura 1B



Figura 1C - As revistas que serviram de inspiração

conjunto. E o “controle” dos efeitos é feito através da rede WiFi enviados de um notebook ou celular. Diferente não é?!

O circuito

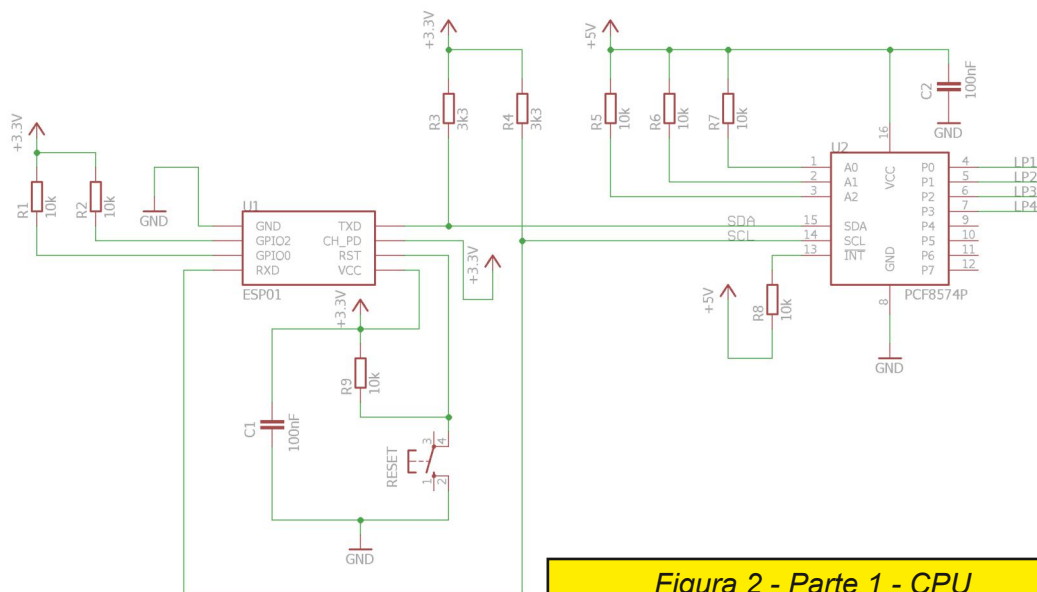


Figura 2 - Parte 1 - CPU

A **figura 2** mostra o “cérebro” (CPU) do nosso sequencial. U1 é um módulo/placa ESP01 da Expressif com 4 pinos de I/O disponíveis e conexão WiFi. U2 é um expansor de I/O's I2C, um PCF8574. Já R1, R2 e R9 são resistores de pull-up necessários para U1. Já R3 e R4 são também resistores de pull-up, mas do barramento I2C. Note que estes estão ligados ao 3,3V para compatibilizar os níveis entre os pinos de U1 e o barramento I2C. Os resistores R5, R6 e R7 são resistores necessários para a montagem do endereço do dispositivo I2C, que neste caso será 27H. R10 é um resistor para não deixar o pino de interrupção de U2 “flutuando” (coletor aberto). C1 e C2 são capacitores de desacoplamento para U1 e U2, respectivamente.

A **figura 3** apresenta a parte de potência do circuito. São 4 blocos iguais e aqui vamos analisar apenas um deles e o leitor poderá estender o que for explicado aos demais. OP1 é um opto acoplador (4N25) que permitirá isolar completamente a parte lógica da parte de potência, já que temos duas fontes distintas no circuito com terras independentes (GND e GNDA). R10 é o resistor limitador de corrente para o LED do opto acoplador. T1 é um SCR do tipo TIC106D. É ele

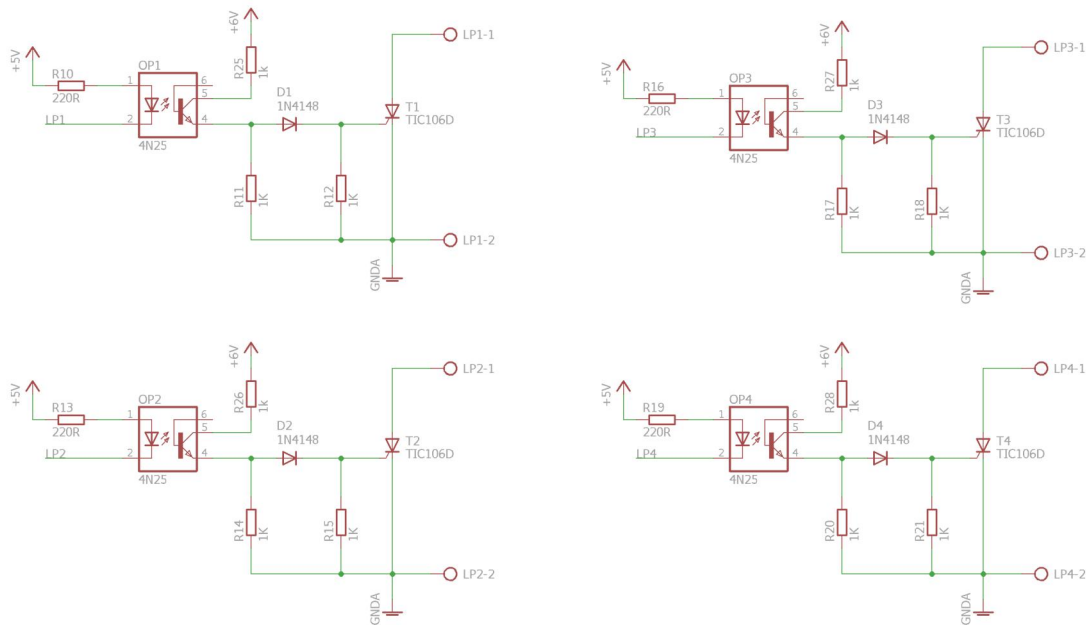


Figura 3 - Parte 2 - Potência

quem controla a(s) lâmpada(s) conectada(s) a cada canal que serão alimentadas diretamente pela rede CA. R25 limita a corrente de gate, enquanto R11 e R12 auxiliam contra qualquer disparo errático do SCR. D1 protege a junção gate catodo contra tensões reversas, garantindo apenas tensões positivas no gate.

Já na **figura 4** temos os circuitos das fontes, tanto para a lógica como para a potência. A fonte lógica alimenta U1, U2 e os LEDs dos optoacopladores. Já a fonte para potência alimenta os fototransistores dos optoacopladores servindo para o acionamento dos SCR. O uso de 2 fontes separadas, garante o máximo isolamento entre a parte lógica e a parte de potência, já que as lâmpadas recebem sua alimentação diretamente da rede CA 110V ou 220V.

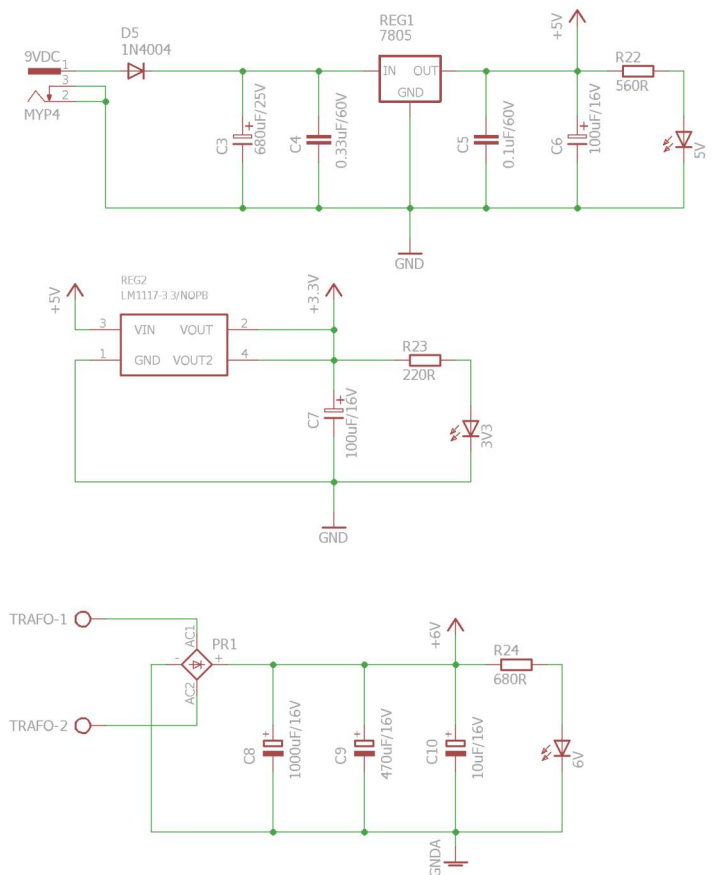


Figura 4 - Parte 3 - Fontes

Obs.: O termo “fonte para potência” é usado aqui porque a mesma serve para disparar os gates dos SCR's, elementos de potência no circuito.

A fonte para parte lógica é composta por REG1 (7805 - regulador de tensão de 5VDC) e REG2 (LM1117-3.3 - regulador para 3,3V). D5 protege a fonte contra inversões em sua entrada de 9VDC, C3 serve como filtro principal da fonte e o mesmo pode ter valores entre 680uF e 1000uF com tensão de trabalho de 25V. Já C4 e C5 são capacitores de poliéster requeridos no manual do regulador REG1. C6 é também um capacitor de filtro de 100uF/16 e serve para aumentar a proteção do circuito contra ruídos. O LED1 (5V) indica a operação desta parte da fonte e R22 é seu resistor limitador de corrente.

A entrada de REG2 está ligada à saída de REG1 que ajuda na baixa dissipação de REG2, mas não chega a ser um “peso” para REG1, já que REG2 alimenta apenas U2 e os LEDs dos opto acopladores. C7 é um capacitor de filtro para a saída 3,3V e o LED2 (3V3) juntamente com seu resistor limitador de corrente R23, indicam a operação desta parte da fonte.

Já a fonte para potência tem em sua entrada um transformador de 0+6V/300mA conectado diretamente a uma ponte retificadora de diodos. C8, C9 e C10 servem como filtros. O LED3 (6V) e seu resistor limitador de corrente R24 informam o funcionamento desta parte da fonte.

Montagem da placa

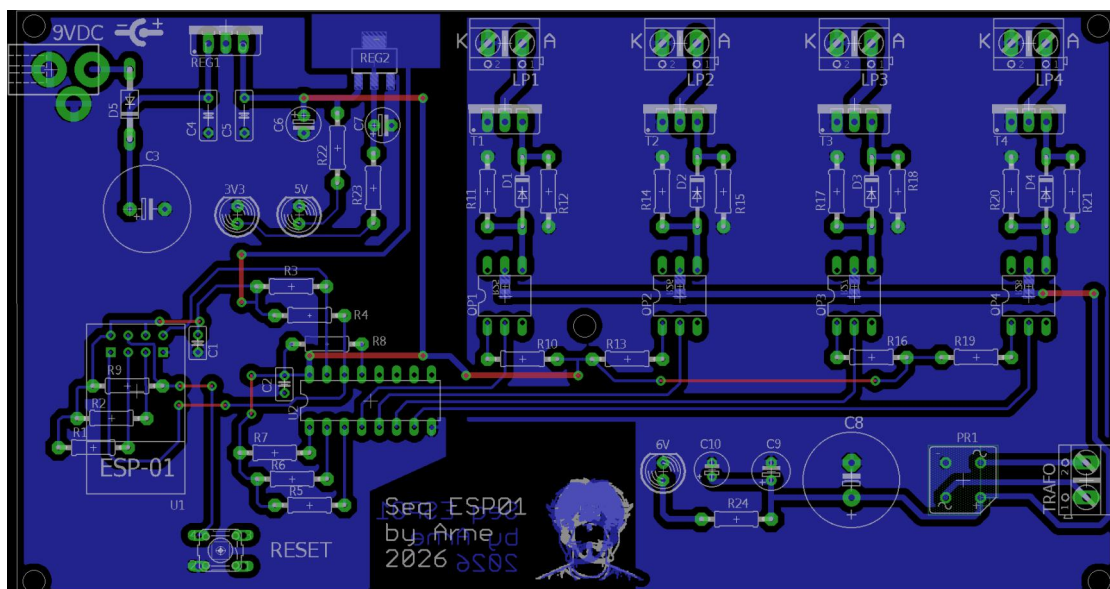


Figura 5 - Layout do circuito impresso (160x85mm)

Na **figura 5** o leitor tem o layout para confecção do circuito impresso. A confecção de uma placa de circuito impresso (PCI) não é algo complexo e pode ser feito em casa pelo próprio leitor. Para auxiliar a preparar sua própria PCI o autor apresentou na revista nr 31 do Instituto Newton C. Braga um método prático que proporciona excelentes resultados. A **figura 6** mostra a placa preparada através deste método.

Comece montando os jumper's que podem ser feitos com pedaços de fio rijido 26/28 AWG ou ainda terminais de componentes pré cortados. Em seguida monte os resistores, capacitores cerâmicos e de poliéster. Eles não são polarizados e não oferecem risco contra possíveis inversões. Agora monte os diodos, ponte retificadora, LEDs e capacitores eletrolíticos. Cuidado pois estes são polarizados e sua inversão poderá causar a queima do componente e/ou o não funcionamento do circuito.

É recomendável o uso de suporte para U2 e OP1 à OP4. Isso facilitará a troca, se necessário. U1 também deve ser montado em um suporte que pode ser feita com um pedaço de barra de pinos fêmea com 8 segmentos.

Monte REG1 e os SCRs T1 a T4 na placa. Cuidado para não invertê-los. Os mesmos precisam de dissipadores de calor do tipo TO-220. Procure, se possível, utilizar mica e bucha isolante para os SCR's. Isso garante que se alguém tocar estes componentes não levará um choque elétrico! A entrada 9VDC é feita através de um conector tipo P4 90°, enquanto que as saídas LP1 à LP4 e a entrada do transformador são feitas através de conectores tipo KRE de 2 segmentos para 10A. Estes conectores podem ser omitidos e a conexão feita diretamente através de fios.

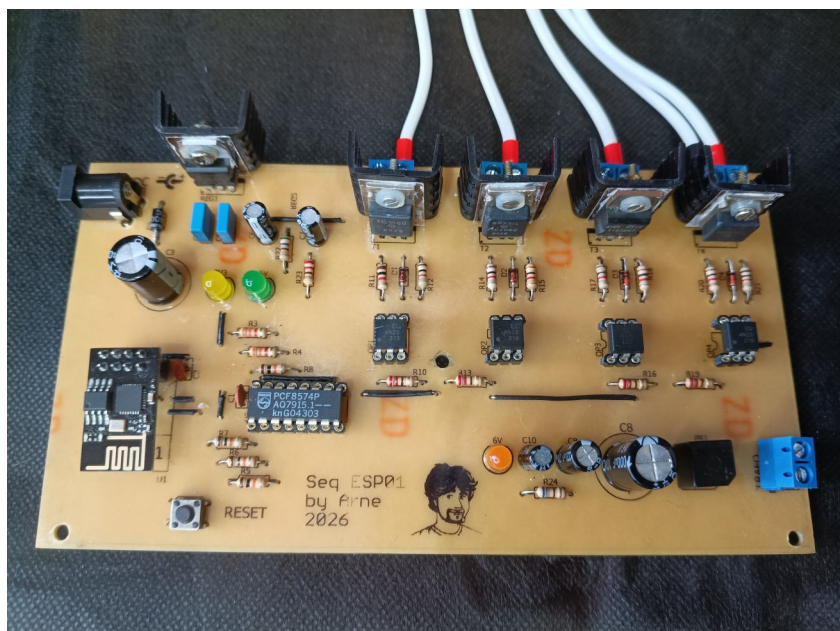


Figura 6 - Placa preparada pelo autor

Nota: Caso você tenha em mãos um ESP01 clássico (2 LEDs) os resistores R1, R2 e R9 são necessários no circuito. Porém caso a sua versão seja a nova ESP01S com apenas um único LED você deverá omitir estes resistores da sua montagem.

REG2 e os resistores R25 à R28 são do tipo SMD e sua montagem deve ser feita na parte de baixo da placa.

Atenção com SCRs TIC106D falsificados!

O TIC106D original (Texas/SID) possui um gate extremamente sensível ($\sim 60\mu A$). Se o seu circuito não disparar com o resistor de 1k (R25 a R28), você provavelmente adquiriu componentes remarcados como o TIC116 ou TIC126, que exigem correntes de gate muito maiores ($\sim 20mA$). Nesse caso, reduza o resistor para 330R ou ainda 100R (a corrente será maior que o suportável por resistores 0805 e recomenda-se o uso de dois resistores de 220R montados em paralelo para substituir um resistor de 100R, por exemplo). Caso o problema persista, substitua o opto acoplador 4N25 por um de maior ganho como o 4N33.

Montagem das lâmpadas

O autor optou por agrupar as 4 lâmpadas em um painel de madeira MDF com 420x120x20 mm, usando soquetes tipo E27 espaçados entre si a cada 105mm. Veja essa montagem na **figura 7**. Isso facilitará a instalação das lâmpadas no teto ou ainda em uma parede. As conexões elétricas da montagem estão na **figura 8**.

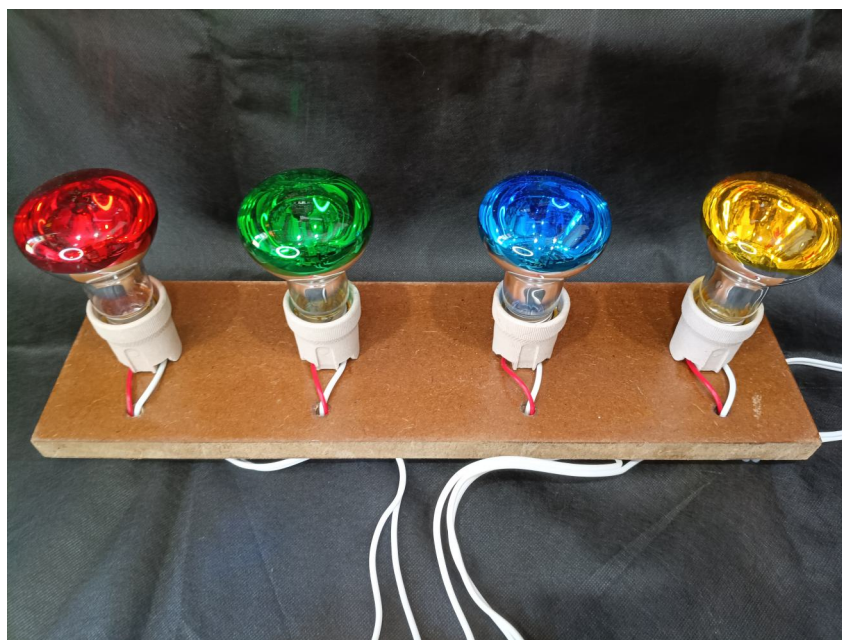


Figura 7 - Painel para lâmpadas

Conectar a

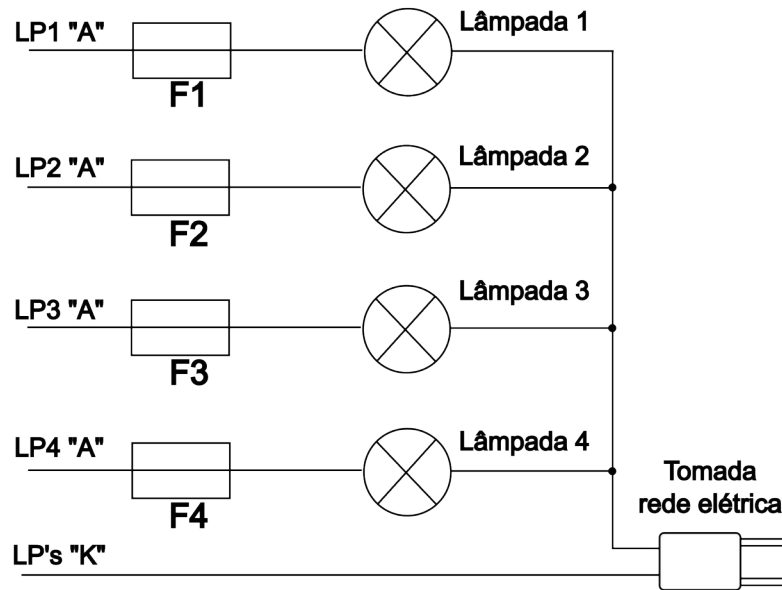


Figura 8 - Conexões elétricas para as lâmpadas

Foram utilizados fusíveis para proteção individual dos canais e a seleção da corrente destes depende da potência total aplicada no canal.

Como calcular a quantidade de lâmpadas por canal?

O TIC106D pode suportar picos de surto (ITSM) de até 30A. Considerando a carga total prevista por canal que é de no máximo 200W para 127V e 400W em 220V e que o SCR só conduz o semiciclo positivo, temos:

$$V_{\text{pico}} = V_{\text{rede}} * \sqrt{2}$$

$$I_{\text{pico}} = V_{\text{pico}} / R_{\text{carga}}$$

$$V_{\text{RMS(meia)}} = V_{\text{pico}} / 2 \text{ (considerando meia onda)}$$

$$I_{\text{RMS(meia)}} = V_{\text{RMS(meia)}} / R \Rightarrow I_{\text{RMS}} = (V_{\text{pico}} / 2) / R \Rightarrow I_{\text{RMS}} = V_{\text{pico}} / 2R$$

$$R_{\text{carga}} = V_{\text{RMS}}^2 / P$$

Obs.: Você pode montar mais de um painel, bastando ligar cada nova lâmpada em seu respectivo canal, junto das demais. Fique de olho nos canais do autor, pois ele poderá postar lá algumas implementações interessantes (novas placas, novas versões dos programas, caixas para o projeto, etc).

Calculando para 127V e máxima potência permitida por canal:

$$V_{\text{pico}} = 127 * \sqrt{2} = 179,6V$$

$$V_{\text{RMS(meia)}} = 179,6 / 2 = 89,8V$$

$$R_{\text{carga}} = 127^2 / 200 = 80,6\Omega$$

$$I_{\text{RMS}} = 179,6 / (2 * 80,6) \simeq 1,11A$$

A maior corrente considerando o pior cenário com o disparo acontecendo no ponto mais elevado da senoide, seria:

$$I_{\text{pico}} = 179,60 / 80,6 \simeq 2,23A \quad (I_{\text{RMS}} \simeq 1,12A)$$

Seja como for, a potência nominal dissipada pela carga por canal será :

$$P_{\text{meia}} = V_{\text{pico}}^2 / 4R \quad (\text{considerando meia onda})$$

$$P_{\text{meia}} = 179,60^2 / 4 * 80,6 \Rightarrow P_{\text{meia}} = 0,557W$$

Lembrando que a tensão RMS cai pela metade da tensão de pico ($V_{\text{pico}}/2$). Para uma lâmpada de 100W, por exemplo, ela brilhará como uma lâmpada de 50W.

Portanto, para uma rede de 127V utilizando o SCR TIC106D, o limite seguro seria de 5 lâmpadas de 40W por canal (200W) e até 10 lâmpadas de 40W (400W) para uma rede de 220V. E por que esse seria o limite? Embora o componente suporte até 5A em regime contínuo, o fator determinante aqui não é a potência de operação, mas sim o surto de corrente inicial (Inrush Current):

$$R_{\text{carga_frio}} = R_{\text{carga_quente}} / 12$$

$$I_{\text{inrush}} = V_{\text{pico}} / R_{\text{carga_frio}}$$

$$R_{\text{carga_frio}} = 80,6 / 12 = 6,7\Omega$$

$$I_{\text{inrush}} = 179,60 / 6,7 = 26,8A$$

1. Resistência a Frio: O filamento de uma lâmpada incandescente ou halogênea tem uma resistência muito baixa quando está frio e por isso ao ligar, a corrente instantânea pode ser 10 vezes maior que a corrente nominal.

2. Limite de Surto (ITSM): O TIC106D suporta um pico máximo de 30A. Se você instalar 10 lâmpadas de 40W (400W), por exemplo, o surto inicial pode ultrapassar os 50A, o que causaria a queima imediata ou a degradação prematura do SCR.

3. Margem de Segurança: Ao limitar a carga em 200W nominais, o surto inicial de corrente fica em torno de 26,8A, mantendo o componente operando dentro da margem de segurança de 30A estipulada pelo fabricante.

Os programas

Na **figura 9** temos o fluxograma do programa de controle para o PC escrito em Python e na **figura 10** o fluxograma do programa de controle para o ESP01 escrito em C. A seguir uma breve descrição do funcionamento de cada um:

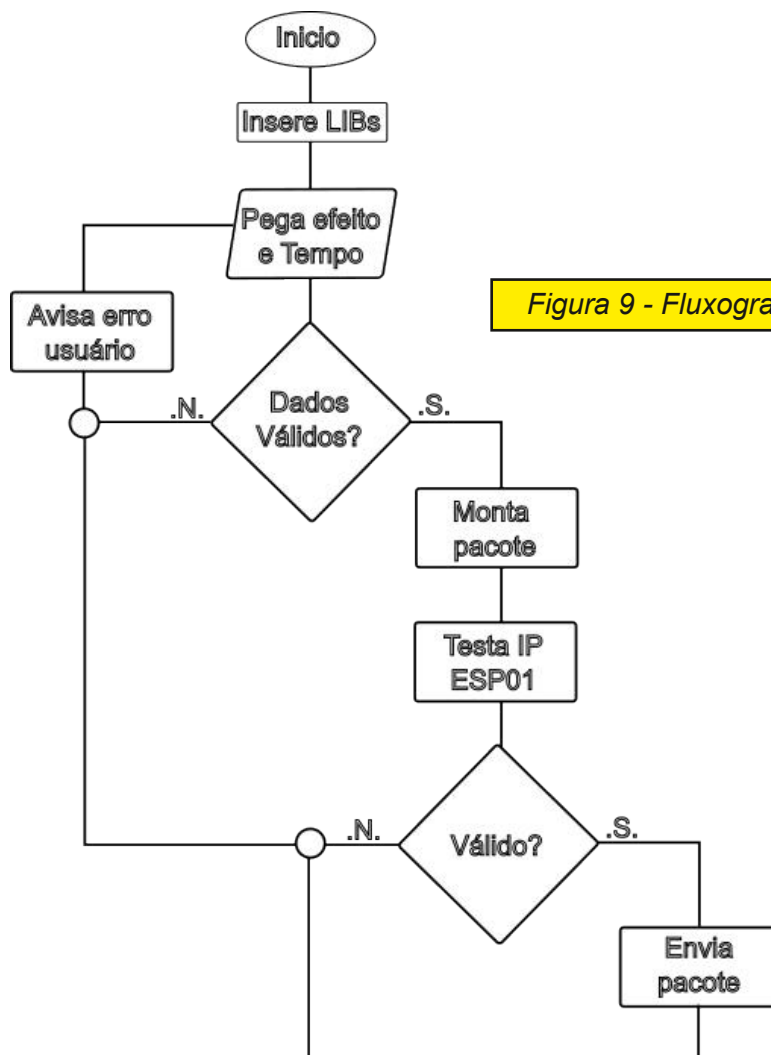


Figura 9 - Fluxograma do programa Python

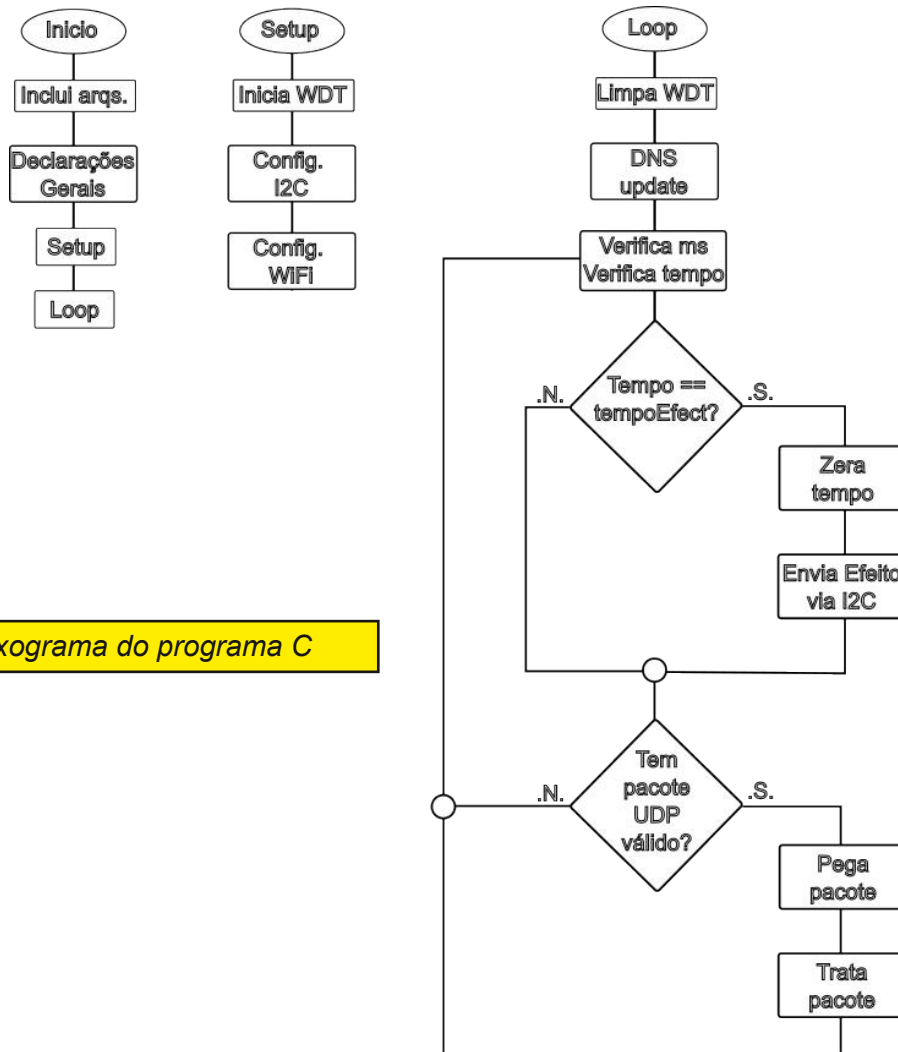


Figura 10 - Fluxograma do programa C

1. Programa PC - Inicia abrindo o console para o usuário selecionar entre os 4 efeitos disponíveis e o tempo (velocidade) desejado para este (entre 50ms à 350ms). Se as entradas forem válidas as mesmas serão enviadas através de um pacote para o IP:porta do ESP01 e um novo ciclo tem início. A cada envio, o programa verifica se o IP do ESP01 está disponível e caso não esteja, tenta descobrir qual é. Isso garante que o ESP01 não precise trabalhar com IP fixo na rede.

2. Programa ESP01- Começa incluindo arquivos, nomeando constantes, variáveis, as instancias necessárias e declarando as funções. Em setup o WDT é habilitado para 4 segundos e o barramento I2C e o WiFi em modo DNS (sem IP fixo) são configurados. Em loop o WDT é limpo, a conexão DNS é mantida e o tempo configurado para o efeito é reduzido a cada 10ms. Se a contagem chegou ao fim, o efeito desejado é enviado via I2C. Além disso, caso um pacote UDP destinado a porta pré-configurada seja recebido, após ser validado o efeito/tempo são alterados.

Na listagem 1 temos o programa de controle em Python para o PC e na listagem 2 temos o programa em C para o ESP01.

Listagem 1 – Programa em Python

```
#!/usr/bin/python3

#-----
# Programa - SeqLuz_UDP.py
# Teste de envio e recepção de pacotes UDP usando Python para Sequencial ESP01
#
# Desenvolvido por: Eng. Márcio José Soares
# versão 1.0 - 27/02/2026
#
# Python 3.12.3
# Para saber o IP do ESP01: # sudo nmap -sn 192.168.1.0/24 | grep -B 2 "Espressif"
#-----

#-----
# Libs incluídas
#-----
import socket
import sys

#-----
# Vars
#-----
ESP_HOSTNAME = "sequencial.local" # Nome definido no ESP01
ESP_IP = None # Começa vazio
ESP_PORT = 2390

# Mapeamento dos seus efeitos (Hex para Decimal amigável)
EFEITOS = {
    '1': 0x2E,
    '2': 0x3E,
    '3': 0x4E,
    '4': 0x8E
}

prima = 0

#-----
# Função para descobrir o IP do ESP01
#
# Entradas - nenhuma
# Saídas - nenhuma
#-----
def atualizar_ip_esp():
    global ESP_IP
    try:
        # Tenta resolver o nome para IP
        ESP_IP = socket.gethostbyname(ESP_HOSTNAME)
        return True
    except socket.gaierror:
        print(f" Não encontrei o dispositivo '{ESP_HOSTNAME}' na rede.")
        return False

#-----
# Função enviar pacotes
#
# Entradas - efeito e tempo
# Saídas - nenhuma
#-----
def enviar_pacote(efeito, tempo):

    global prima, ESP_IP

    # IP do ESP01 não vazio?! tenta descobrir e preenche
    if ESP_IP is None:
        if not atualizar_ip_esp():
            print(" Abortando: IP do ESP01 é desconhecido.")
            return

    # Montando o pacote binário conforme seu protocolo:
    # <HEADER 0x02> <EFEITO> <TEMPO> <CR 0x0D> <LF 0x0A>
    header = 0x02
    cr = 0x0D
    lf = 0x0A

    tempo_msb = (tempo >> 8) & 0xFF # Desloca 8 bits para a direita (pega a parte alta)
    tempo_lsb = tempo & 0xFF # Máscara 0xFF (pega a parte baixa)
    # Criando o array de bytes
```

```

pacote = bytes([header, efeito, tempo_msb, tempo_lsb, cr, lf])

# Criando o socket UDP
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
sock.settimeout(2.0) # timeout para não travar se IP ESP mudar

try:
    print(f"Tentando enviar para: {ESP_HOSTNAME} ({ESP_IP})")
    sock.sendto(pacote, (ESP_IP, ESP_PORT))
    pacote_hex = ' '.join(f'0x{b:02X}' for b in pacote)
    print(f"  Enviado: Efeito=0x{efeito:02X}, Tempo={tempo}ms, Pacote: {pacote_hex}")
    if prima == 0:
        # primeira vez sempre envia duas vezes o pacote!
        sock.sendto(pacote, (ESP_IP, ESP_PORT))
        prima = 1

except Exception as e:
    print(f"  Erro ao enviar: {e}")
finally:
    sock.close()

#-----
# Função main
#
# Entradas - argumentos
# Saídas - nenhuma
#-----
def main(args):

    print("-----")
    print("--- Console de Controle ESP-01 (UDP) ---")
    print("--- by Eng. Marcio Jose Soares - Arne ;) ---")
    print(f"--- Alvo: {ESP_IP}:{ESP_PORT} ---")
    print("-----\n")

    while True:

        print("Escolha o Efeito:")
        print("1 - Sequ. Vai | 2 - Sequ. Vem | 3 - Sequ. Vai e Vem | 4 - Sequ. 2 a 2 | Q - Sair")

        opcao = input("\nOpção > ").upper()

        if opcao == 'Q':
            break

        if opcao in EFEITOS:
            try:
                # tempo deve estar entre 50 e 350
                t = int(input("Tempo (ms): "))

                if 50 <= t <= 350:
                    enviar_pacote(EFEITOS[opcao], t)
                else:
                    print("  O tempo deve ser entre 50 e 350.")
            except ValueError:
                print("  Digite um número válido para o tempo.")
        else:
            print("  Opção inválida!")
            print("-" * 40)

#-----
# Fim
if __name__=="__main__":
    main(sys.argv[1:0])

```

Contatos

- Página Web – <http://www.arnrobotics.com.br>
- Instagram - <https://www.instagram.com/arnesake/>
- YouTube - <https://www.youtube.com/c/arnesake>
- Thingiverse - [https://www.thingiverse.com/arnesake/designs'](https://www.thingiverse.com/arnesake/designs)

Listagem 2 – Programa em C

```
.....
// Projeto Sequencial de Lâmpadas com ESP01 - controle de quatro canais
//
// Desenvolvido por: Eng. Márcio José Soares
// Inspirado nos projetos:
//   Super Sequencial de 10 canais - Revista Saber Eletrônica nr83 de Julho/1979
//   Sequencia de 4 canais - Revista Saber Eletrônica nr105 de Junho de 1981
//   Sequencial de 4 canais com velocidade automática - Revista Eletrônica Total nr09 de 1989
//
//.....
// Recebe comandos via protocolo UDP
//
// Plataforma: ESP01 - ESP8266
// Extra      : PCF8574 para ampliar as I/Os
// Compilador: Arduino-cli (Linux)
// IDE       : Kate (Linux)
//
//.....
// Comandos:
//
// Compilar:
// -/Arduino-cli/arduino-cli compile -v --fqbn esp8266:esp8266:generic SeqLuz_ESP01.ino
//
// Upload:
// -/Arduino-cli/arduino-cli upload -v -p /dev/ttyUSB2 --fqbn esp8266:esp8266:generic SeqLuz_ESP01.ino
//
//.....
// Pinos utilizados
// GPIO01 0 - SDA (PCF8574)
// GPIO03 2 - SCL (PCF8574)
//
//.....
// Arquivos incluídos no módulo
//.....
#include "ESP8266WiFi.h"
#include <WiFiUdp.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
//.....
// Configuração para rede Wifi
//
// Formato do arquivo rede.h
//
// #ifndef STASSID
// #define STASSID "nome da sua rede" (com aspas)
// #define STAPSK "senha da sua rede" (com aspas)
// #endif
//.....
#include "rede.h" //contem informação da rede
//.....
// Pinos de I/O
//.....
#define SDA 1
#define SCL 3
//.....
// Macros para pinos de I/O
//.....
// Outras definições importantes
//.....
#define HEADER 0x02 // protocolo
#define CR 0x0D
#define LF 0x0A

#define POSHEADER 0 // posição dos bytes
#define POSEFFECT 1
#define POSTIMESB 2
#define POSTIMELSB 3
#define POSCR 4
#define POSLF 5
#define TAMPACKET POSLF+1 // tamanho total do pacote de comando
```

```

// Efeitos
#define _ONGO          0x2E          // 46 - vai
#define _ONRET        0x3E          // 62 - volta
#define _BACKFORW     0x4E          // 78 - vai e volta
#define _2by2         0x8E          // 142 - dois a dois

//Temporizações
#define T500ms        50            // tempo de 10ms x 50 = 500ms
#define T15s          30            // tempo de 500ms x 30 = 15s

//I2C
#define PCFADDRESS    0x27          // endereço I2C
#define TIMEI2C       3000         // tempo em ms para aguardar I2C
#define FREQI2C       100000       // 100kHz

//*****
// Constantes
//*****
const char * ssid = STASSID;      // nome da rede wifi
const char * pass = STAPSK;       // senha

const int UDP_PACKET_SIZE = 64;   // tamanho maximo do pacote UDP recebido

const int minTimeEffect = 50;     // tempo mínimo para efeito ms
const int maxTimeEffect = 350;    // tempo máximo para efeito ms

//*****
// Variáveis
//*****
WiFiUDP udp;                      // instancia UDP
unsigned int localPort = 2390;     // porta para bind UDP- msgs enviadas pela central

volatile int time500ms = 0;        // temporizações
volatile int time1s = 0;
volatile int time15s = 0;

char myUDPpacket[UDP_PACKET_SIZE]; // buffer para o pacote UDP
int lenUDPpacket = 0;              // tamanho do pacote UDP
bool wificonnected = false;        // inicia sempre não conectado
uint8_t nrTentativasConect = 0;    // tentativas na conexão

int timeControl = 0;               // tempo de controle
int timeEffect = maxTimeEffect;    // tempo máximo
unsigned long lastCheck = 0;       // usado em millis

uint8_t Efect = _ONGO;             // tipo do efeito
uint8_t bCtrlEfect = 0x01;         // byte de controle do efeito
bool myBackForw = true;            // usado no efeito vai e volta

//*****
// Declara funções do módulo
//*****
void tryToConnect(void);
void configuraI2C(void);
void sendI2C(uint8_t addr, uint8_t data);
void doEfect(int efeito);
void trataUDPpacket(void);

//*****
// Funções
//*****

//*****
// Função para conectar na rede Wifi
//
// Entradas - nenhuma
// Saidas - nenhuma
//*****
void tryToConnect(void){

    nrTentativasConect = 0;         // zera nr de tentativas
    wificonnected = false;         // avisa que não está conectado
    WiFi.disconnect();             // desconecta
    delay(2000);                    // aguarda

    WiFi.mode(WIFI_STA);           // modo
    WiFi.begin(ssid, pass);         // inicia

```

```

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {           // aguarda conectar
  delay(500);                                     // aguarda
  nrTentativasConect++;                           // incrementa
  if(nrTentativasConect >= 50){                 // e verifica se chegou ao nr máximo
    wificonnected = false;                       // avisa que não conectou
    break;                                       // sai
  }
}

if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){              // se está conectado

  if (MDNS.begin("sequencial")) {               // O ESP será encontrado como "sequencial.local"
    Serial.println("mDNS iniciado");
  }

  for(uint8_t i=0;i<4;i++){
    sendI2C(PCFADDRESS,~0xAA);                 // envia dado
    delay(500);                                // aguarda
    sendI2C(PCFADDRESS,~0x00);                 // envia dado
    delay(500);                                // aguarda
  }
  wificonnected = true;                        // avisa que está conectado
  udp.begin(localPort);                       // inicia comunicação udp para receber comandos
}
else{
  wificonnected = false;                      // não conectou
}
}

//*****
// Função para configurar o I2C
//
// Entradas - nenhuma
// Saidas - nenhuma
//*****
void configuraI2C(void){

  Wire.begin(SDA, SCL);                        // TX como SDA (1) e RX como SCL (3)
  Wire.setClock(FREQUI2C);                    // 100kHz
  Wire.setClockStretchLimit(TIMEI2C);         // proteção contra travamento
}

//*****
// Função para enviar dado para o I2C
//
// Entradas - endereço e dado
// Saidas - nenhuma
//*****
void sendI2C(uint8_t addr, uint8_t data){

  Wire.beginTransmission(addr);               // inicia comunicação
  Wire.write(data);                           // envia byte
  byte erro = Wire.endTransmission();         // finaliza transmissão

  if (erro != 0) {
    configuraI2C();                           // reconfigura
    delay(10);                                 // pausa para o PCF8574 "respirar"
    Wire.beginTransmission(addr);             // envia novamnte
    Wire.write(data);
    Wire.endTransmission();
  }
}

//*****
// Função para fazer os efeitos
//
// Entradas - nenhuma
// Saidas - nenhuma
//*****
void doEffect(void){

  sendI2C(PCFADDRESS,~bCtrlEffect);

  switch(Effect){
    case _ONGO:                                // prepara novo byte
      bCtrlEffect <<= 0x01;                  // sequencial ida
      if(bCtrlEffect >= 0x10 || bCtrlEffect == 0) // shift a esquerda
        bCtrlEffect = 0x01;                // chegou ao fim, volta
  }
}

```



```

//*****
// Setup
//*****
void setup(void){

    delay(5000);                // aguarda para evitar lixo no SDA

    ESP.wdtEnable(WDTO_4S);     // Habilita Watchdog - 4 segundos

    configuraI2C();             // configura I2C
    sendI2C(PCFADDRESS,0xFF);  // limpa canal!

    //*****
    // Tenta conectar na rede
    while(!wificonectado){     // se não esta conectado
        tryToConnect();        // tenta conectar
        delay(500);            // aguarda
    }

}

//*****
// Laço principal
//*****
void loop(void) {

    ESP.wdtFeed();              // Alimenta o watchdog no inicio de cada loop

    MDNS.update();              // mantém o serviço ativo via DNS

    if ((millis() - lastCheck) >= 10) { // verifica se passaram 10ms
        lastCheck = millis();        // atualiza
        timeControl++;                // incrementa
        if(timeControl >= (timeEffect/5)){ // agora divite o tempo...
            timeControl = 0;          // zera
            doEffect();                // chama novo ou mantem efeito anterior
        }
    }

    if(udp.parsePacket() > 0){
        memset(myUDPpacket, 0, UDP_PACKET_SIZE); // Limpa o buffer
        lenUDPpacket = udp.read(myUDPpacket, UDP_PACKET_SIZE); // lê p/ buffer
        if(lenUDPpacket >= TAMPACKET)
            trataUDPpacket();          // trata pacote recebido
    }

}

```

Prova e uso

Para testar o sistema basta gravar o ESP01 e instalá-lo na placa. Antes de ligar tudo é sempre recomendável fazer uma verificação de toda a sua montagem. Não tenha pressa. Verifique se não há nenhum componente invertido, se todos os fios estão ligados corretamente, se não há nenhum “curto” na placa, soldas frias, etc. Lembre-se que aqui você está usando a rede CA e qualquer problema aqui poderá provocar a queda do disjuntor da sua tomada, sala ou casa!!! Verifique tudo com atenção!

Após a verificação, conecte pelo menos uma lâmpada em cada canal (mantenha-se dentro dos limites seguros detalhados anteriormente) e ligue ambas as fontes e aguarde. Se o ESP01 conseguir entrar na sua rede, as lâmpadas conectadas às saídas LP2

e LP4 vão piscar por 4 vezes e na sequência o efeito 1 (vai) com tempo default de 350ms poderá ser visto nas lâmpadas. Agora basta rodar o programa Python no console do seu PC usando: “python3 Sequ_ESP01.py” (sem aspas) e alterar os efeitos e velocidades, sempre verificando se o ESP01 responde.

Observe que o programa Python sempre mostra para qual IP está enviando o pacote e também se algo está errado. Se assim acontecer (erro) procure verificar se a inicialização do ESP01 aconteceu conforme descrita e se sua rede está configurada corretamente.

Conclusão

As montagens eletrônicas com efeitos luminosos são sempre interessantes e nunca saem de moda! E a montagem proposta neste artigo é exatamente assim! Quanto mais lâmpadas, melhores os efeitos parecerão! E as possibilidades de alterações e melhorias são muitas! Você poderá, por exemplo, usar os 4 pinos de I/O do PCF8574 vagos para controlar mais 4 lâmpadas e/ou montar mais uma placa, espalhando os “conjuntos de lâmpadas” pelo recinto a ser animado! O programa Python pode e deverá ser alterado para acompanhar suas ideias! Boa montagem e bons “efeitos visuais”!

Para os professores

- Ciências/física: poderá estimular os alunos a pesquisarem mais sobre as diferenças entre corrente contínua e corrente alternada, os fótons, etc.
- Matemática: poderá estimular os alunos na pesquisa sobre cálculos das grandezas elétricas (tensão, corrente e potência);
- Língua Inglesa: poderá auxiliar os alunos na tradução dos datasheets (folhas de dados) dos componentes;
- História: poderá estimular a pesquisa sobre a “batalha das correntes” travada entre Thomas Edison e Nikola Tesla ;
- Língua Portuguesa: poderá estimular os alunos a escreverem uma redação sobre como “era no tempo dos meus pais”.

Lista de materiais

Semicondutores:

U1 – ESP01 – veja o texto
U2 – PCF8574 – Expansor de I/O I2C
OP1 à OP4 – 4N25 – optoacoplador
D1 a D4 – 1N4148 - diodo de sinal
D5 – 1N4004 – diodo retificador
T1 à T4 – TIC106D - SCR
PR1 – SKB 1.2/04 - ponte retificadora 1.2A 400V
REG1 – 7805 – regulador 5V/1A - TO-220
REG2 – LM1117-3.3 – regulador 3.3V/0.8A – SOT-223
LED1 a LED3 – LEDs comum redondo 5mm difuso

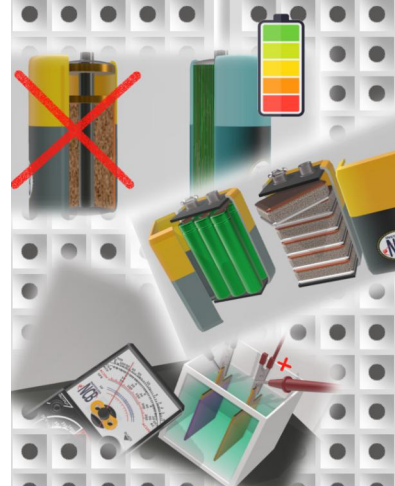
Resistores: 1/8W – PTH (salvo indicação contrária)

R1, R2 – 10k (marrom, preto, laranja)
R3, R4 – 3k3 (laranja, laranja, vermelho)
R5, R6 – 10k (marrom, preto, laranja)
R7, R8 – 10k (marrom, preto, laranja)
R9 – 10k (marrom, preto, laranja)
R10 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)
R11, R12 – 1k (marrom, preto, vermelho)
R13 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)
R14, R15 – 1k (marrom, preto, vermelho)
R16 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)
R17, R18 – 1k (marrom, preto, vermelho)
R19 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)
R20, R21 – 1k (marrom, preto, vermelho)
R22 – 560R (verde, azul, marrom)
R23 – 220R (vermelho, vermelho, marrom)
R24 - 680 (azul, cinza, marrom)
R25, R26, R27, R28 – 102 SMD 0805

Capacitores:

C1, C2 – 100nF – cerâmicos
C3 – 680uF/25V – eletrolítico (veja texto)
C4 – 0,33uF/63V – poliéster
C5 – 0,1uF/63V – poliéster
C6, C7 – 100uF/16V – eletrolítico
C8 - 1000uF/16V – eletrolítico
C9 - 470uF/16V – eletrolítico
C10– 10uF/16V – eletrolítico

CURSO ONLINE DE ELETRÔNICA



*Estude onde e
quando quiser...*



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



**SAIBA
MAIS**



Diversos

- 1 – transformador 0+6V/300mA*
- 1 – suporte para CI 16 pinos*
- 4 – suportes para CI 6 pinos*
- 1 – conector P4 90° para PCI*
- 4 – conectores KRE 2 segmentos 10A*
- 1 – chave táctil 6x6*
- 5 – dissipadores pequenos TO-220*
- 4 – soquetes E27 para lâmpadas*
- 4 – lâmpadas incandescentes R63 40W E27 com tensão de acordo com a rede*
- 4 – porta fusíveis aéreos para fio*
- 4 – fusíveis 3A ou maior (de acordo com a corrente calculada)*
- 1 – placa de circuito impresso virgem 165mm x 85mm*

Fio 2,5mm para ligações, barra parafusáveis para fio 2,5mm, pedaço de madeira com 420x120x20 mm, tomada para rede CA, etc.

Referências bibliográficas

BRAGA, Newton C. Curso Básico de Eletrônica. 5. ed. São Paulo: Saber, 2004.

BRAGA, Newton C. Sequencial de 4 canais. Revista Saber Eletrônica, São Paulo, n. 105, p. 2-12, junho 1981.

BRAGA, Newton C. Sequencial de 4 canais com velocidade automática. Revista Eletrônica Total, São Paulo, n. 09, p. 3-7, 1989.

BRAGA, Newton C. Sequencial de 4 Canais com Velocidade Automática (ART1892). São Paulo: Instituto Newton C. Braga, [s. d.]. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/projetos/16951-sequencial-de-4-canais-com-velocidade-automatica-art1892.html>.

Acesso em: 15 mar. 2026.

BRAGA, Newton C. Super Sequencial de 10 canais. Revista Saber Eletrônica, São Paulo, n. 83, p. 2-16, julho 1979.

CIPELLI, Antônio Marco Vicari; SANDRINI, Waldir João. Teoria e desenvolvimento de circuitos eletrônicos. 12. ed. São Paulo: Érica, 1986.

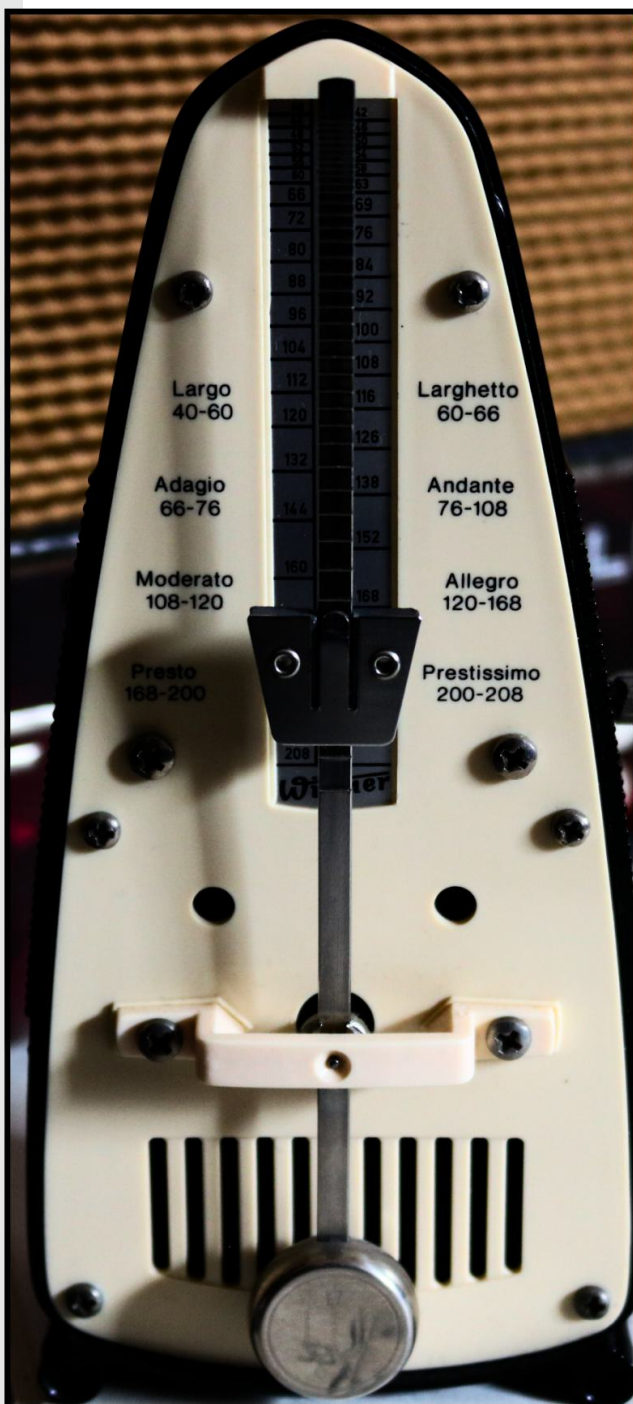
SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. Microeletrônica. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.fal

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



METRÔNOMO

NEWTON C. BRAGA

A finalidade deste circuito é produzir estalos ritmados que servem para dar o compasso ao se tocar algum instrumento musical ou ainda controlar o modo como um exercício de ginástica é feito ou ainda o ritmo de operações numa experiência no laboratório de física. Numa feira de ciências ou ainda como trabalho escolar este circuito pode ser usado para demonstrar o princípio de funcionamento deste aparelho que é usado no ensino de música e em atividades. Outra aplicação

interessante para este aparelho é na a determinação da velocidade de caminhadas ou marchas. Este projeto é um dos muitos que o leitor vai encontrar no livro *Projetos Para Feiras de Ciências e Educação Tecnológica* (ver livros nacionais)

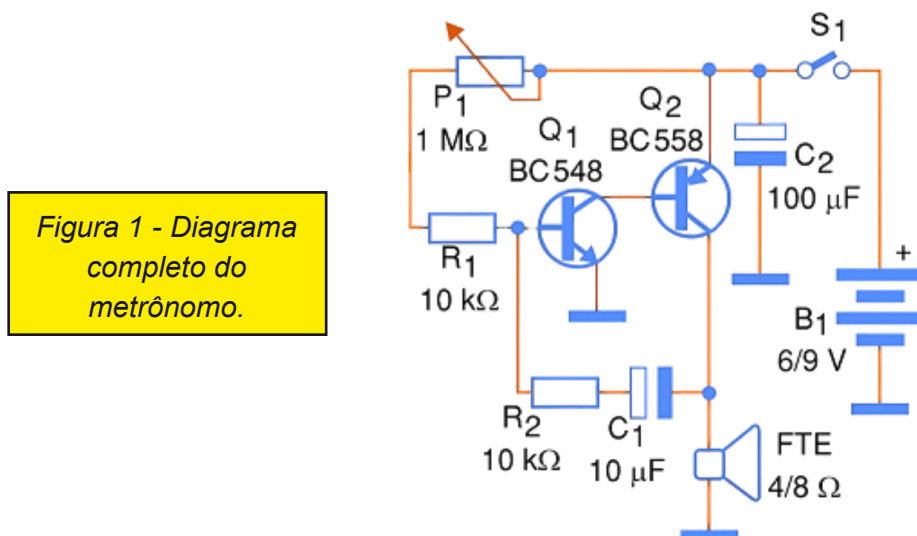
O metrônomo descrito é alimentado por pilhas, bateria ou ainda uma fonte de 6 a 12 volts. A tensão escolhida vai determinar a intensidade dos estalos produzidos. A única alteração no projeto original ocorre se desejarmos alimentar o circuito com 12 volts, caso em que devemos usar um TIP32 em lugar do transistor BC558. O montador, entretanto, deve observar que este componente tem uma disposição de terminais diferente do original. O ajuste da frequência ou velocidade das batidas é feito em P1 que abrange uma enorme gama de valores e que ainda pode ter alterações se trocarmos C1.

Como Funciona

O circuito consiste basicamente num oscilador com dois transistores complementares onde o capacitor C1 juntamente com R2 formam o elo de realimentação. Este elo aplica de volta à entrada do circuito o sinal obtido na saída de modo que ele oscila. Estes componentes, juntamente com P1 e R1 determinam a frequência das oscilações. Como P1 é variável podemos ajustar neste componente a frequência das oscilações. A carga usada no transistor Q2 de saída é um altofalante que reproduz as oscilações na forma de pulsos gerando estalos audíveis de boa intensidade.

Montagem

Na **figura 1** temos o diagrama completo do metrônomo.



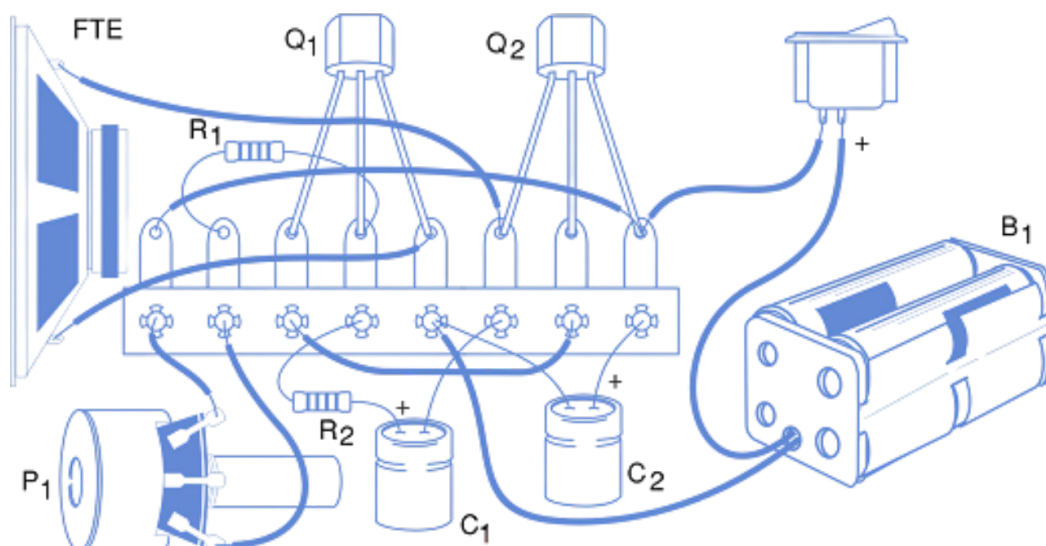


Figura 1 - Diagrama completo do metrônomo.

A disposição dos componentes numa ponte de terminais e placa de circuito impresso é mostrada na **figura 2**.

Os resistores são de 1/8W ou maiores com qualquer tolerância e os transistores admitem equivalentes. Os capacitores eletrolíticos devem ter tensões de trabalho iguais ou maiores que as indicadas na lista de material. O potenciômetro pode ser de qualquer tipo e na realidade seu valor não é crítico podendo ficar entre 470 k ohms e 2,2 M ohms. O alto-falante influenciará no volume obtido. Podem ser usados pequenos alto-falantes de 5 cm para uma montagem portátil, mas para maior intensidade de som é interessante usar um alto-falante maior montado numa caixa acústica. Para a versão de 12 V em que Q2 deve ser um TIP32, este componente deve ser dotado de um radiador de calor que consiste numa chapinha de metal dobrada em "U". Na versão de 9 V não recomendamos o uso de bateria mas sim de 6 pilhas ou fonte já que o consumo é algo elevado.

Simulação no Tinkercad

Você poderá montar o seu metrônomo numa matriz de contatos, como mostra a figura 3. O Tinkercad tem um problema na hora de fazer a simulação, pois ela não tem um alto-falante em sua base de dados, logo podemos fazer um pequeno ajuste, onde colocamos um Piezo para gerar o ruído, e s em série colocamos um pequeno indutor de 1 a 10 kH e um resistor de 8 ohms para simularmos um alto-falante. Na vida real o circuito funciona, mas na simulação não, o C2 até

estoura mas a simulação prossegue. Para você fazer experimentos temos o arquivo disponível para cópia ou teste.

<https://www.tinkercad.com/things/itXjfBOfjgi-metronomo>

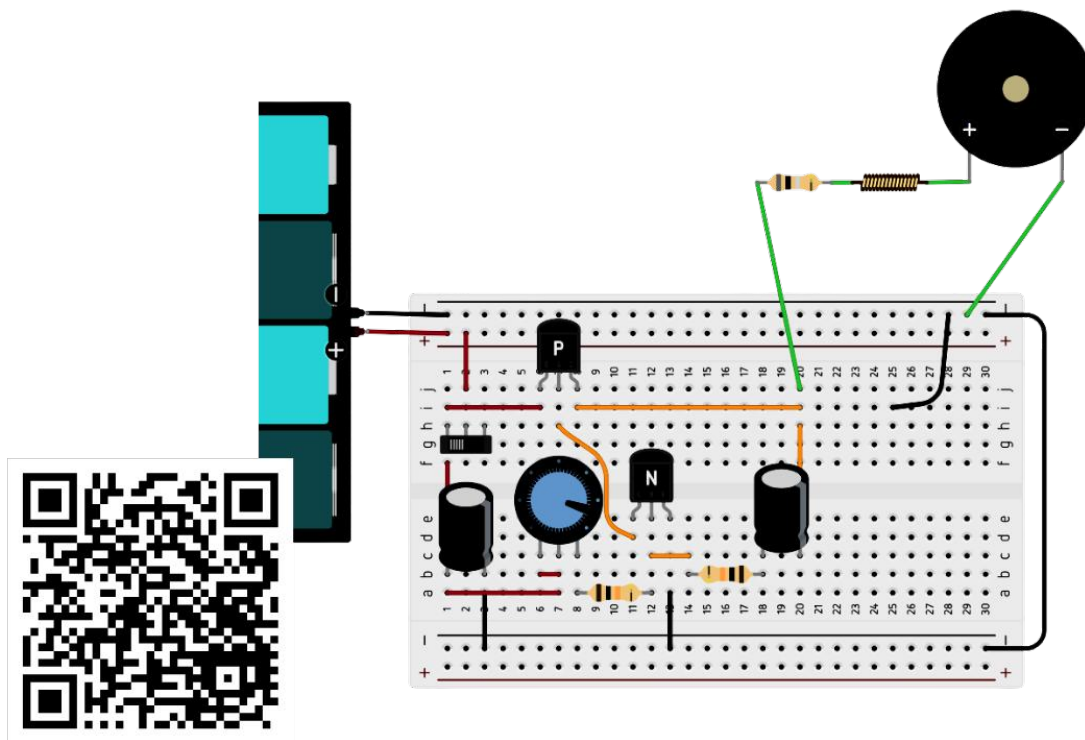


Figura 3 - Simulação no TinkerCad e montagem em matriz de contatos.

Prova e uso

Para testar o aparelho basta colocar as pilhas no suporte ou ligar a alimentação externa observando a polaridade e ajustar P1 para que os estalos ocorram na frequência desejada. Se não alcançar a frequência desejada altere o valor de C1. Se o leitor quiser pode calibrar a escala do potenciômetro com base num cronômetro comum ou ainda um metrônomo de verdade. A escala será feita em número de estalos por segundo. Para usar basta ajustar o aparelho para produzir os estalos na frequência desejada. Se desejar uma montagem portátil, para usar em caminhadas por exemplo, o alto-falante pode ser trocado por um fone de baixa impedância (8 a 32 ohms) e a alimentação feita por duas pilhas pequenas.

O que explicar

Se o projeto for utilizado como trabalho ou numa feira de ciências, o aluno deve pesquisar antes a finalidade dos metrônomos no ensino de música e se possível até conseguir um tipo antigo de vareta (uma vareta que vibra acionada por um mecanismo de mola). Depois, deve explicar o princípio de funcionamento dos circuitos osciladores eletrônicos e comparar com os metrônomos antigos. Faça uma analogia entre o comprimento da vareta que determina a frequência nos tipos antigos mecânicos e o valor do capacitor C1 que determina a frequência no tipo eletrônico. Num trabalho de eletrônica tenha em mãos diversos valores de capacitores para usar em lugar de C1 mostrando então como esse componente influi na frequência do aparelho.

Outras aplicações

Coloque algumas bolinhas de isopor dentro do cone do alto-falante virado para cima. As bolinhas saltarão ritmadamente a cada estalo. Use este experimento para explicar como funcionam os alto-falantes.

Lista de material

Semicondutores:

Q1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral

Q2 - BC558 ou TIP32 - transistor PNP - ver texto

Resistores: (1/8W, 5%)

R1 - 10 k ohms - marrom, preto, laranja

R2 - 10 k ohms - marrom, preto, vermelho

P1 - 1 M ohms - potenciômetro

Capacitores:

C1 - 10 uF/12V - eletrolítico

C2 - 100 uF/12 V - eletrolítico

Diversos:

FTE - 4/8 ohms - alto-falante de 5 a 10 cm

S1 - Interruptor simples

B1 - 6, 9 V - bateria ou fonte - 12 V - fonte - ver texto

Ponte de terminais ou placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilhas ou fonte de alimentação, botão para o potenciômetro, etc.

MANUAL DE MECATRÔNICA

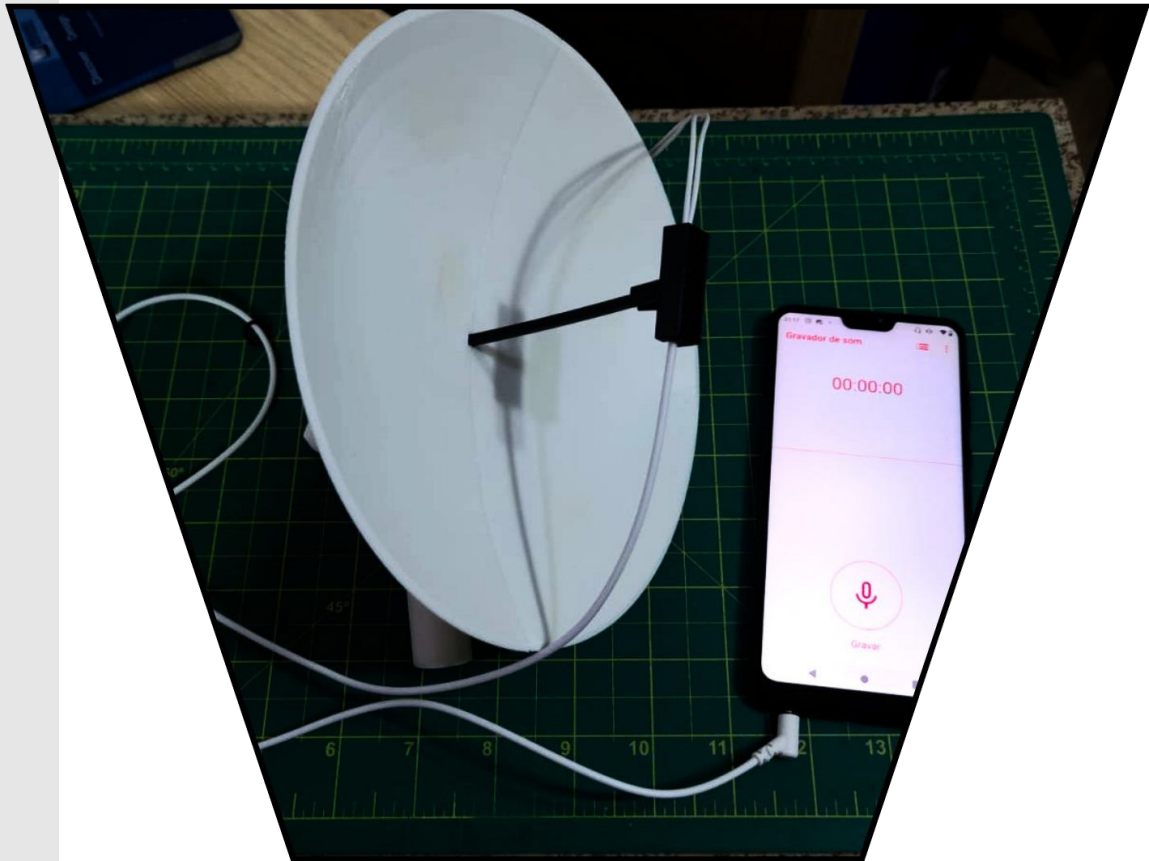
Reunimos neste livro uma enorme quantidade de informações, fórmulas e tabelas para ajudar àqueles que elaboram projetos, fazem instalações ou reparos em máquinas, circuitos, automatismos e muito mais. O autor apresenta de forma didática as ciências por trás de cada uma das áreas que envolvem a Mecatrônica.

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





O MICROFONE SELETIVO NA 3D

RENATO PAIOTTI

Um dos projetos mais interessantes e desenvolvidos não só na década de 1980, mas também nas posteriores, foi o "Superouvido" [5]. A primeira versão foi publicada em 1988 na primeira edição da Eletrônica Total, em 1991 foi publicado o "Microfone parabólico seletivo" que aplicava o mesmo conceito. No entanto, um dos desafios na época era a obtenção da antena ou refletor ideal. Era necessário encontrar uma superfície redonda e, com base no seu diâmetro, calcular a distância exata para posicionar o microfone.



Figura 1 - Capa das versões do superouvido e o microfone seletivo.

Na década de 1990, a popularização das antenas parabólicas simplificou esse processo. Elas já possuíam o foco calculado, bastando substituir o receptor original pelo microfone. Atualmente a tecnologia de impressão 3D permite calcular e projetar a própria antena ou refletor. Foi exatamente isso que decidi fazer neste desafio dos projetos dos anos 80: criei uma antena e, em vez de utilizar um circuito dedicado, optei por empregar um aparelho celular e o microfone do fone de ouvido.

Projetando a antena ou refletor

Para a impressão do refletor parabólico ideal, foi essencial aprofundar os conhecimentos sobre o tema, consultando dois artigos do Professor Newton C. Braga, que serão referenciados no final do artigo [2] [3]. O ponto crucial é determinar o diâmetro desejado para o refletor parabólico; no meu caso, optei por um diâmetro de 20 centímetros. Outra medida relevante é a altura da antena, pois esses valores influenciam diretamente a seletividade do dispositivo. Antenas com maior área tendem a captar um campo de ruídos mais amplo, enquanto uma área menor resulta em um áudio mais seletivo. Para uma melhor aprendizagem sobre o tema, recomendo experimentar diferentes configurações e testá-las em variados ambientes.

DIMENSIONAL SCHEMATIC: 20cm PARABOLIC COLLECTOR WITH INMP441

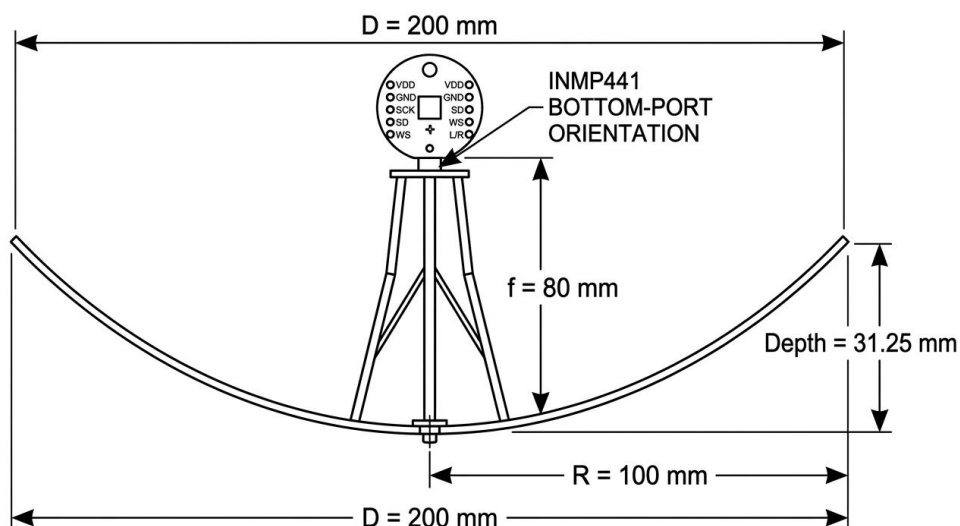


Figura 2 - Esquema do refletor parabólico.

Para este projeto, defini 3,1 cm para a altura do refletor parabólico, e com essas dimensões, apliquei os cálculos explicados nos artigos. Para validação e maior precisão, utilizei também uma calculadora online, cujo link será disponibilizado nas referências [1].

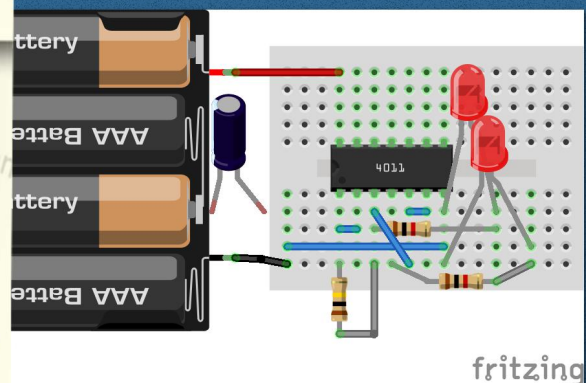
A modelagem foi realizada no Tinkercad [4], onde a peça foi projetada para ser impressa em cinco partes distintas: duas seções para a refletor parabólico a haste, a manopla e o suporte do microfone.

O refletor parabólico foi dividido em duas partes para eliminar a necessidade de suportes durante a impressão 3D, embora o arquivo de modelagem também incluía a opção de uma peça única. A haste deve ser colada à antena/refletor, e a manopla, aparafusada. É importante notar que, dependendo da impressora e da orientação de impressão, o encaixe da rosca e do parafuso pode não ser perfeito inicialmente, exigindo um leve lixamento em uma das peças para um ajuste adequado. O suporte do microfone foi desenhado com duas variações para se adaptar a diferentes tipos de microfones, permitindo modificações conforme a necessidade de encaixe.



Figura 3 - Visão explodida do projeto do TinkerCad.

PROJETOS EDUCACIONAIS DE ROBÓTICA E MECATRÔNICA



e-Book
e Impresso

<-- mais detalhes

Testes

Para testar se o nosso foco está perfeito, eu coloquei papel laminado no refletor parabólico, e debaixo de uma lâmpada fui aproximando o meu dedo, o momento em que temos mais iluminação na ponta do dedo é o melhor foco. O mesmo teste foi feito com uma ponteira a laser, apontando para o refletor parabólico como se fosse a fonte do som, o laser precisa ser refletido no ponto final da haste. Percorra o laser pela área laminada e veja onde é o ponto em que o laser é refletido, lá deverá estar o microfone.

Coloque o microfone em seu devido lugar, abra o aplicativo de gravador de som e grave um áudio movimentando a refletor parabólico para diversos pontos (carros, pessoas falando ao longe, pássaros cantando etc.), depois grave outro áudio mas sem a refletor parabólico, depois compare os dois áudios para ver a diferença.

Para medir a distância que o microfone pode alcançar, peça para um colega ficar a certa distância de você e fale algo como "teste 1", ande dez passos e fale "teste 2" e assim por diante e veja a qual distância o microfone não consegue captar o que o seu colega falar.

Para os professores

Ensinar os efeitos das ondas (sonoras ou não) com um exemplo prático, onde os alunos possam montar o próprio refletor parabólico, fica mais fácil e interessante. Fica a dica para um trabalho exposto na feira de ciências onde os alunos podem mostrar que mesmo dentro de um evento é possível captar o som de alguém do outro lado da quadra.

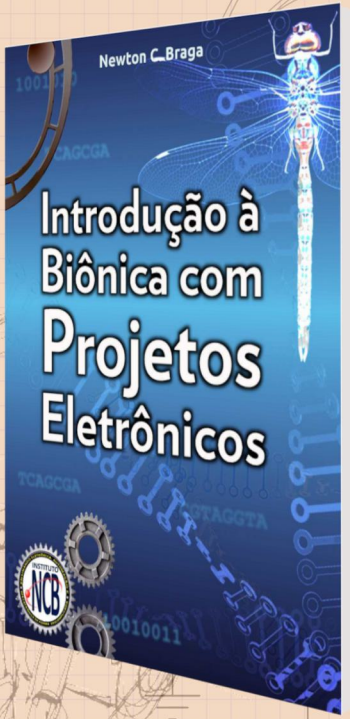
BNCC: EM13CNT306 - EF09CI06



Figura 4 - Testando o foco de captação.

Referências


- [1] Cálculos de parabólicas - acessado 30/03
<http://www.csgnetwork.com/antennaparaboliccalc.html>
- [2] Parabólica (ALM1048) - acessado 30/03
<https://www.newtonbraga.com.br/almanaque-tecnologico/205-p/7905-parabolica-alm1048.html>
- [3] O foco das antenas parabólicas (TEL021) - acessado 30/03
<https://www.newtonbraga.com.br/telecomunicacoes/2132-tel021.html>
- [4] Arquivo no Tinkercad - acessado 30/03
<https://www.tinkercad.com/things/46OB5NOuVXL-superouvido>
- [5] O Superouvido - acessado em 30/03
<https://newtonbraga.com.br/projetos/16967-superouvido-art1909.html>



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





TRABALHANDO COM REFLETORES PARABÓLICOS

NEWTON C. BRAGA

Não são apenas usados como antenas, os refletores parabólicos podem praticamente concentrar diversos tipos de radiação, indo desde feixes de luz funcionando como lentes em telescópios, ondas de rádio, funcionando como antenas, até ondas sonoras como fizemos num interessante projeto dos anos 80 que abordamos nesta edição da nossa revista Mecatrônica Jovem.

Porque parabólica

A ideia de um refletor parabólico vem da necessidade de se concentrar algum tipo de radiação num ponto único para se obter maior ganho e maior intensidade na sua captação.

Essa ideia de se usar um refletor para concentrar os sinais é antiga e justamente partimos da sua utilização para poder concentrar os sinais sonoros que venham de um local distante, num ponto único onde ficaria o microfone. Mas, por que não esférico? Para entender melhor como isso funciona, vamos partir

A física nos mostra que se um objeto vindo de determinada direção bate numa superfície refletora completamente plana ele se reflete de tal forma que ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. Conforme mostra a **figura 1**.

Isso é válido tanto para um raio de luz, para um objeto atirado contra essa superfície como também para ondas sonoras. Evidentemente, uma superfície plana não serve para concentrar as ondas sonoras que venham de uma direção num ponto único, pois após sua reflexão elas continuam espalhadas.

Logo imaginamos que a melhor maneira de se concentrar a radiação (som ou luz) num ponto único seria usar uma concha em forma de esfera, ou seja, um refletor esférico, mas veja o que ocorre. Leonardo Da Vinci sabia disso, conforme mostra a **figura 3** onde temos um desenho seu.

A natureza também sabe disso, como podemos observar nas orelhas de certos animais.



Figura 1



Figura 2 - Reflexão numa superfície plana

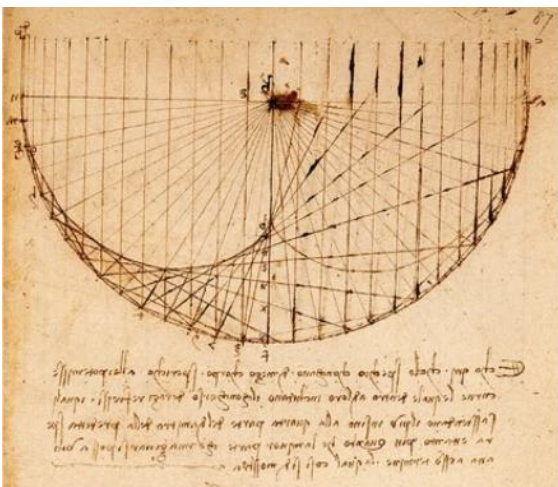


Figura 3 - O espelho côncavo de Da Vinci



Figura 4 - As orelhas servem para concentrar os sons.

Mas, a esfera tem um problema quando usada como refletor. Os raios que vêm de uma única direção ao se refletir num incidem num único ponto, conforme mostra a **figura 5**.

Para que os raios refletidos ou ondas sonoras incidem num único ponto, a superfície refletora deve ter uma curva que siga a equação da parábola, ou seja, deve ser parabólica, conforme mostra a **figura 6**.

Veja que isso só ocorre com as ondas que chegam até o refletor segundo a direção de seu eixo. Se vierem transversalmente isso não ocorre, conforme mostra a **figura 7**.

Por esse motivo um refletor desse tipo, além de concentrar ondas num ponto único, ele apresenta propriedades altamente direcionais fazendo isso somente com as que chegam de uma determinada direção, aquela para a qual ele está apontado.

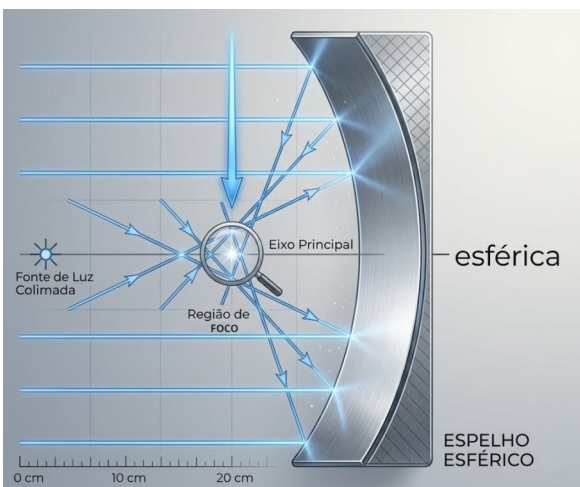


Figura 5 - O refletor esférico.

A parábola

Mas, o que é uma parábola? O que ele tem diferente de uma esfera?

A superfície parabólica ou parabolóide é gerada quando fazemos a rotação de uma parábola que é a curva resultante da equação $y = x^2$ conforme mostra a **figura 8**.

A superfície resultante que é obtida pela rotação da curva em torno do eixo y, mostrada na **figura 9**.

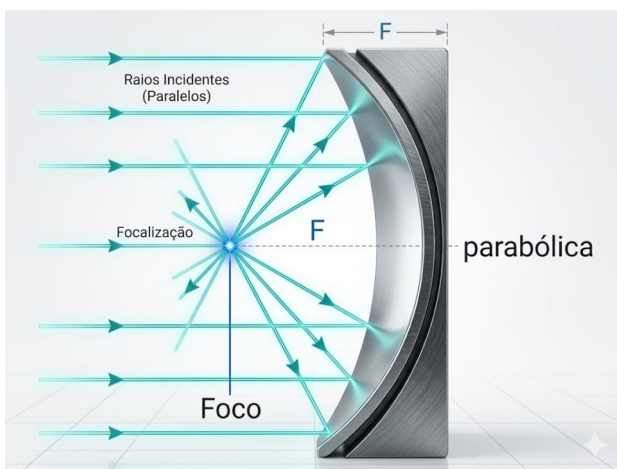


Figura 6 - O refletor parabólico

Mas, aí vem a notícia boa para os projetistas que é a de que ele não é crítico devendo ser usado apenas da forma como obtemos a curva. Ele pode ser cortado de diversas formas, como mostra a **figura 10**.

No plano de corte A, o eixo de captação é mesmo do eixo do refletor e o foco fica na posição indicada pela **figura 11**. É lá que num sistema de refletor de luz, num telescópio, por exemplo você vai posicionar o espelho que desvia a imagem para a ocular. Numa antena é lá que fica a antena propriamente dita como no caso dos satélites que é lá que ficará o dispositivo alimentador que capta e amplifica os sinais. E, no caso de nosso projeto para captar sons, é lá que será posicionado o microfone.

Mas, existe uma solução interessante que é o corte B em que temos um foco lateral, pois o eixo da antena passa pela sua borda, conforme mostra a **figura 12**.

Podemos ver essa solução nas parabólicas de satélites muito comuns hoje que tem o alimentador aparentemente “fora de foco” como mostra a figura 13, mas que tem a vantagem de que ficando mais em pé, não acumulam a água da chuva. A figura mostra o que ocorre. O captador está no foco sim, é que a posição dele é a indicada, conforme vimos pelo corte do refletor parabólico (*)

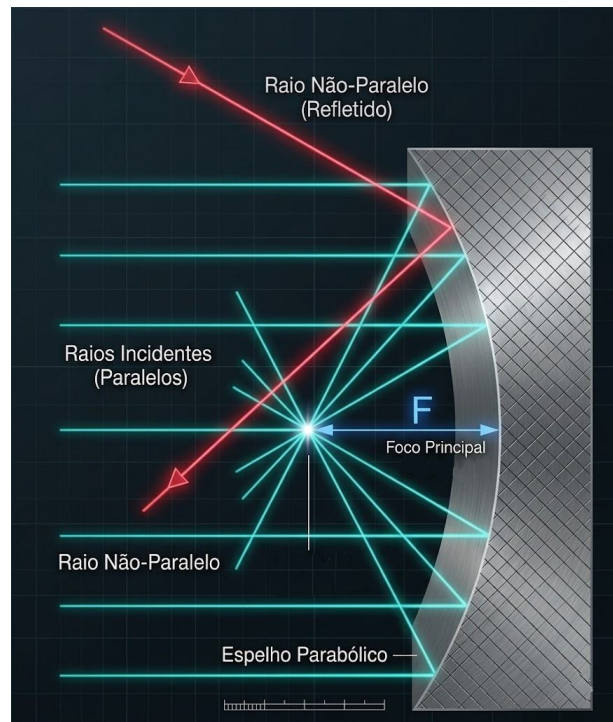


Figura 7 - Um sinal que não venha na direção do eixo reflete, mas não passa pelo foco (em vermelho).

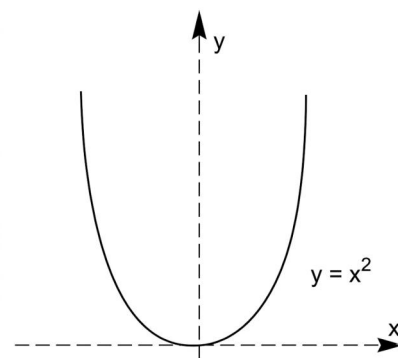


Figura 8 - A parábola (curva de uma equação do segundo grau).

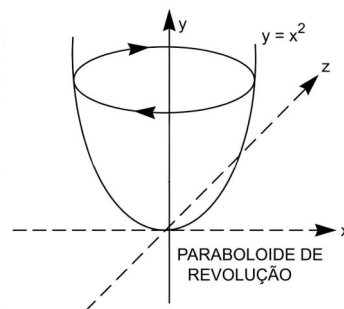


Figura 9 - A superfície parabólica ou parabolóide de revolução.

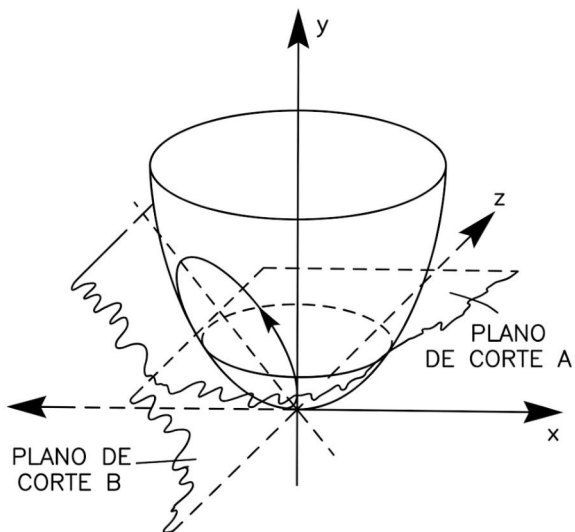


Figura 10 - Cortes possíveis formando refletores parabólicos diferentes.

(*) Uma observação: nas antenas parabólicas, a superfície parabólica não é a antena, mas sim o refletor de sinais que os concentra no foco. No foco fica o alimentador onde está antena.

Veja então que existem muitas alternativas para o projeto, desde que usemos a parábola como referência.

Determinando o foco

Você pode determinar a posição do foco a partir da equação que você usou para a gerar sua superfície em sua impressora 3D como também determinar experimentalmente. Para um trabalho mais elaborado, um TCC por exemplo, a inclusão do processo de cálculo do refletor certamente varia pontos a mais.

Para isso, existem diversos procedimentos encontrados na internet e nos livros de matemática do segundo grau.

Para os que desejam calcular a fórmula é: (veja mais nos livros de matemática).

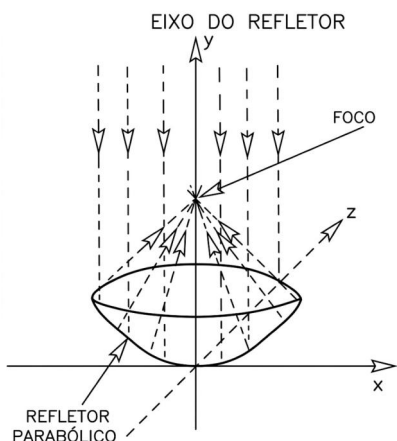


Figura 11 - Sinais para o corte A.

Nosso projeto

A ideia de se colocar um microfone no foco de um refletor, que deveria ser construído com material bom refletor de sons me levou ao projeto que foi capa da revista Eletrônica Total e que fez muito sucesso.

Ele foi uma alternativa para o projeto do superouvido que utilizava uma outra forma de captação de sons que era através de tubos ressonantes. Agrupados conforme mostra a capa da

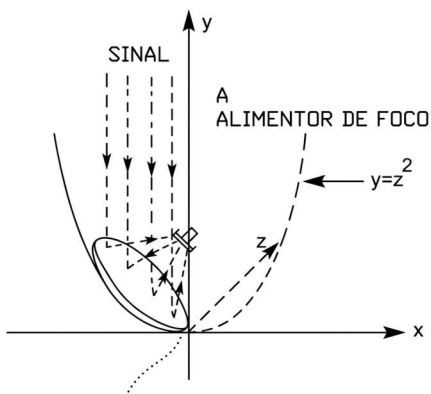


Figura 12 - Antena com foco lateral - Corte B.

revista Eletrônica Total 1, eles tinham características de diretividade, mas não de ganho. Na **figura 14** um captador direcional.

Quando fizemos nosso projeto nos anos 80 não tínhamos a facilidade de hoje de obter as partes prontas exatamente como desejávamos e é óbvio que não existia a impressora 3D.

Assim, depois de pensar em diversos objetos de uso comum como bacias, formas de bolo achamos numa loja da Santa Ifigênia um daqueles globos de espelhos que era muito usado em festas, bailes e shows,

Eram vendidos com duas meias esferas onde eram colados dezenas de pequenos espelhos, conforme mostra a **figura 15**.

Na loja o vendedor não queria vender meia esfera para mim, ficando desconfiado em relação ao que eu faria com metade apenas. Ninguém comprava apenas metade da esfera. Assim, para não ter que dar muitas explicações acabei por comprar as duas metades e assim fiz o projeto.

No caso das ondas sonoras, como o comprimento é alto em relação às dimensões da meia esfera, a reflexão das diversas frequências de diversas direções numa área maior não mudou muito o desempenho e o dispositivo funcionou perfeitamente. Assim, na revista Eletrônica Total 31 de março de 1991 publicamos o microfone

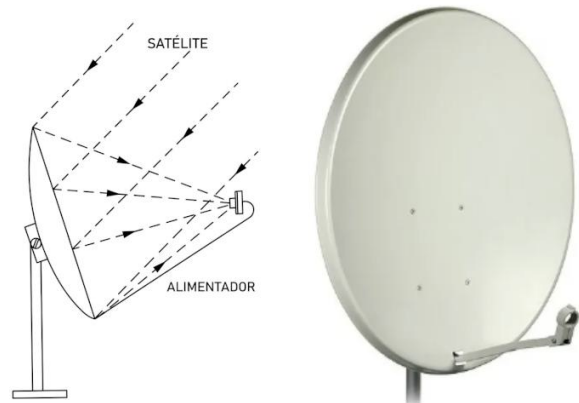


Figura 13 - Foco lateral e seu uso numa antena de satélite.



Figura 14 - O superouvido que é direcional, mas não contra os sons.



Figura 15 - Um globo de espelhos para efeitos em discotecas.



Figura 16 - Capa da revista.

parabólico seletivo que repetimos o projeto modernizado em outro artigo, com a ajuda do Renato Paiotti (figura 16).

Você pode fazer o download da revista gratuitamente no link do Datasette abaixo:

https://datassette.s3.us-west-004.backblazeb2.com/revistas/eletronica_total_031.pdf

Nesse projeto usamos um amplificador operacional configurado como um filtro de modo se poder selecionar a faixa de frequências amplificadas e assim eventualmente cortar ruídos que possam afetar o entendimento da palavra, como ruídos ambientes.

Mas, o projeto pode ser melhorado e muito com o uso de recursos mais modernos como os que sugerimos.

O refletor parabólico

A primeira possibilidade consiste justamente em termos a parabólica perfeita que melhora muito o desempenho. Ela pode ser fabricada numa impressora 3D conforme descreveremos no artigo prático dessa revista.

Mas, também podemos trabalhar com a parabólica com o foco descentralizado, obtendo assim uma montagem muito interessante para uso portátil conforme mostra a **figura 17**.

O dispositivo também pode ser montado num tripé e aí podemos incluir recursos ópticos como uma pequena luneta para focalizar o ponto de onde vem o som que se deseja captar com maior precisão.

A eletrônica

No projeto original montamos o amplificador, utilizando componentes da época, mas hoje temos muitas alternativas.

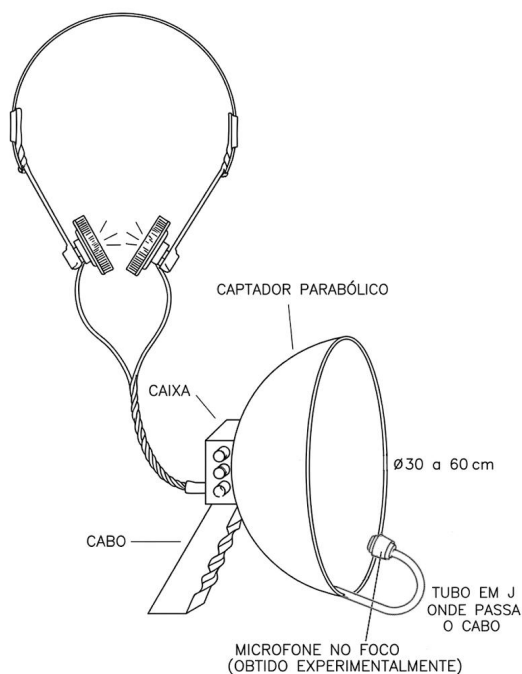


Figura 17 - Parabólica com foco descentralizado.

Uma delas é utilizar qualquer amplificador comum alimentado por pilhas para amplificar o sinal do microfone de eletreto. Existem muitos módulos de pequenos amplificadores à venda na Internet que podem ser utilizados. É claro que nesse caso não teremos o filtro que pode ser montado separadamente, caso o leitor deseje.

Mas, o interessante é que existem plaquinhas desse tipo com o recurso Bluetooth em que você transmite o sinal do microfone ligado a ela para seu celular onde pode fazer a gravação e acompanhar pelo fone a escuta, conforme mostra a **figura 18**. Nessa versão você pode acrescentar o filtro do projeto original.

Finalmente temos a possibilidade direta de se usar um microfone de lapela com Bluetooth que enviam o sinal para seu celular onde você pode fazer a gravação e acompanhamento.

Enfim, uma boa ideia para um TCC, para se divertir ou mesmo um trabalho sério caso você seja um detetive particular ou ainda um explorador da natureza que grava sons da selva como canto de pássaros e outros animais e insetos, conforme mostra a foto na entrada deste artigo.

Artigos de interesse:

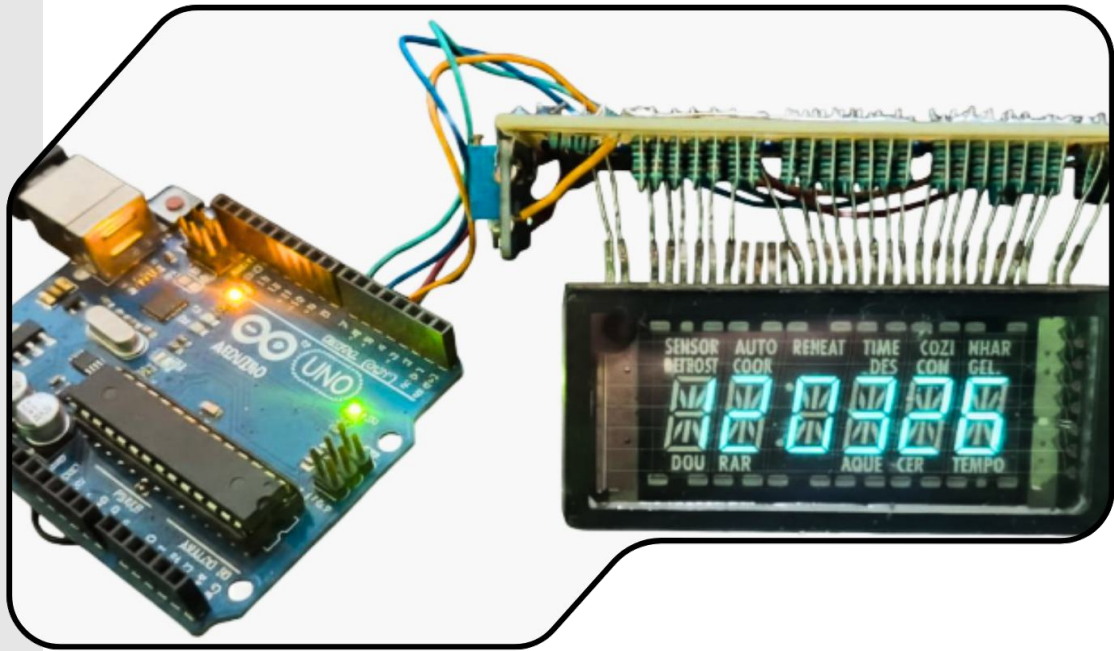
<https://www.newtonbraga.com.br/telecomunicacoes/2132-tel021.html>

<https://www.newtonbraga.com.br/projetos/19669-ouvido-bionico-art4647.html>

<https://www.newtonbraga.com.br/projetos/16967-superouvido-art1909.html>



Figura 18 - Placa com Bluetooth.



RELÓGIO COM DISPLAY VFD CONTROLADO POR ARDUINO E PYTHON

JULIAN C. BRAGA

Este projeto apresenta a construção de um relógio digital utilizando um Display VFD (Vacuum Fluorescent Display), controlado por um Arduino Uno e sincronizado por um software em Python via comunicação serial. O resultado é um relógio funcional, estável e capaz de exibir hora, data e mensagens dinâmicas.

O sistema combina:

- Controle digital com registradores de deslocamento
- Elevação de tensão para acionamento dos segmentos
- Geração de sinal AC para o filamento
- Integração entre hardware embarcado e software de alto nível

Entendendo o Display VFD

O VFD é um dispositivo baseado em princípios termo-eletrônicos, semelhantes às antigas válvulas.

Internamente ele possui **(figura 1)**:

- Filamento (cátodo aquecido)
- Grades (seleção de dígitos)
- Segmentos (formação dos números)

O seu funcionamento é interessante, primeiro o filamento é aquecido e libera elétrons por emissão termiônica.

Quando uma grade recebe tensão positiva e um segmento também é polarizado positivamente,

então os elétrons colidem com o fósforo do segmento, produzindo assim a luz.

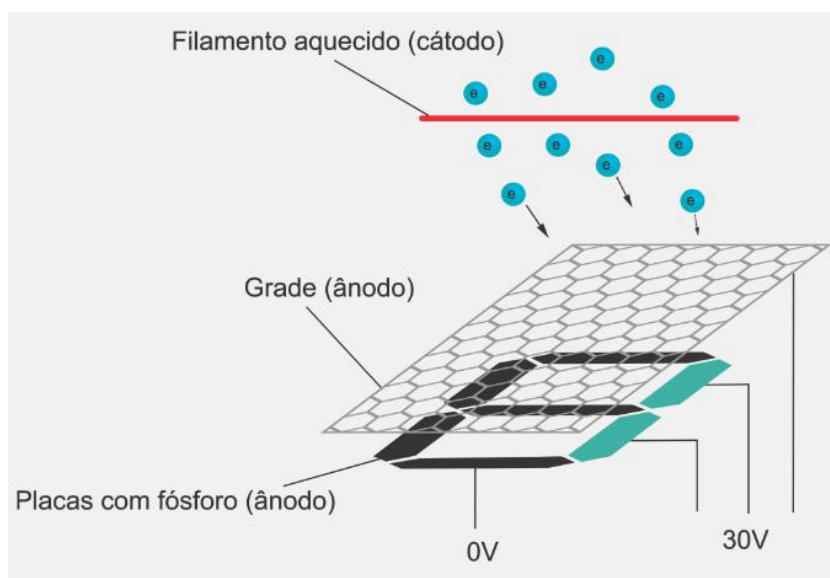
Esse detalhe é crucial pois o VFD não é simplesmente um LED com tensão maior. ele depende do movimento físico de elétrons no vácuo.

Por que o Filamento Precisa de Tensão AC?

O filamento opera em aproximadamente 3V. No projeto, utiliza-se 5V com resistor limitador para controlar a corrente.

A alimentação do filamento é em corrente alternada (AC), gerada por uma ponte H com transistores BC547 e BC557, e isso é importante porque, se fosse aplicada tensão contínua (DC), haveria diferença de potencial ao longo do filamento. Uma extremidade ficaria mais negativa que a outra, causando brilho desigual nos segmentos. O lado mais próximo do potencial negativo ficaria mais intenso.

Figura 1 - Funcionamento do VFD.



Ao aplicar tensão AC:

- A polaridade se alterna constantemente
- A média de potencial ao longo do filamento se equaliza
- O brilho fica uniforme
- O desgaste do filamento é reduzido

Esse detalhe aumenta a vida útil e melhora a qualidade visual do display.

Oscilador com 4093 – Geração da Onda de 1kHz

O CI 4093 contém portas NAND com disparo Schmitt Trigger.

Ele é utilizado para formar um oscilador RC que gera uma onda quadrada de aproximadamente 1 kHz. Essa frequência pode variar devido à tolerância dos componentes (resistor e capacitor), mas isso não é crítico para o funcionamento.

Esse sinal de 1 kHz alimenta a ponte H de transistores.

Resultado:

4093 → gera onda quadrada

Ponte H → transforma em tensão alternada

Filamento → recebe aproximadamente 5 V AC (limitado para operar próximo a 3 V efetivos)

A corrente no filamento pode chegar a aproximadamente 150 mA, sendo o maior consumo do circuito.

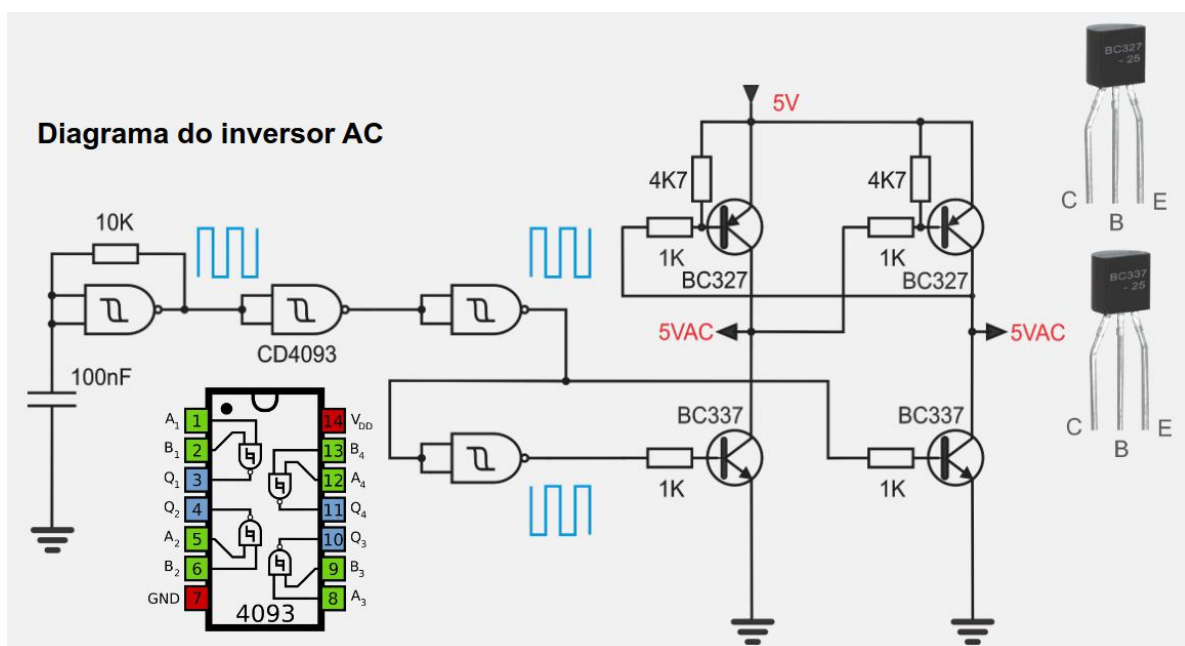


Figura 2 - Diagrama do inversor AC.

Por isso a ponte H foi implementada com transistores capazes de fornecer picos de até 1 A, garantindo margem de segurança térmica e elétrica.

Elevação de Tensão – MT3608

Os segmentos e grades do VFD precisam de tensão elevada, próxima de 30 V.

O módulo MT3608 é um conversor DC-DC Step-Up que:

- Recebe 5 V
- Eleva para aproximadamente 25–30 V

Essa tensão é usada para polarizar grades e segmentos.

Importante:

apesar da tensão elevada, a corrente nesses pontos é muito baixa.

ULN2003 – Interface entre Lógica e Alta Tensão

O ULN2003 é um array de transistores Darlington usado como driver.

Ele é necessário porque:

- O Arduino opera em 5 V
- O VFD utiliza quase 30 V nos segmentos
- É preciso chavear essa tensão com segurança

Mesmo com tensão elevada, a corrente nas grades e segmentos é pequena.

Por isso, resistores de 10 k Ω são utilizados como pull-up nas linhas de alta tensão.

O ULN2003 permite que sinais lógicos controlem cargas em tensão mais alta sem expor o microcontrolador.

Registradores 74HC595

Foram utilizados três CI 74HC595.

O 74HC595 é um registrador de deslocamento com saída paralela.

Ele permite transformar poucos pinos do Arduino em múltiplas saídas digitais.

Figura 3 - Módulo MT36608

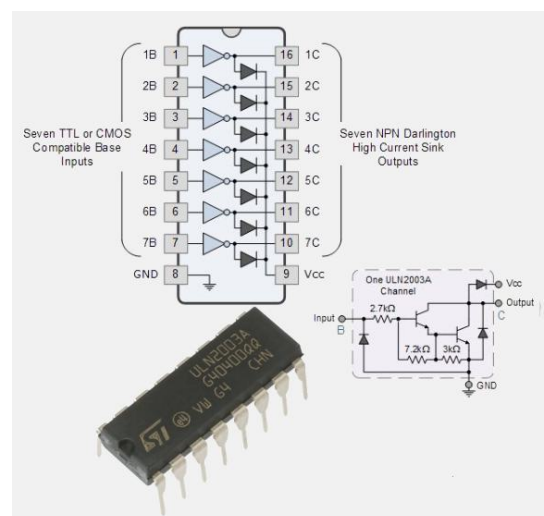
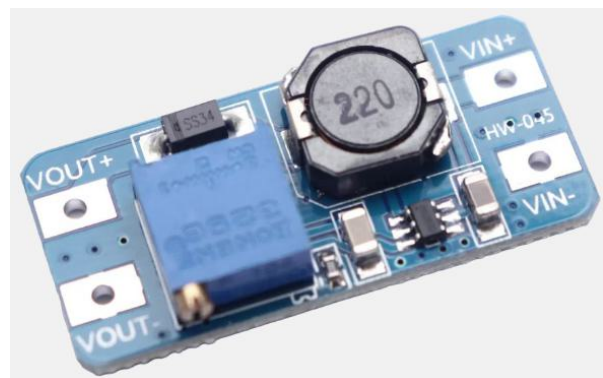


Figura 4 - O ULN2003

Funcionamento:

- O Arduino envia bits em série.
- O 74HC595 converte esses bits em 8 saídas paralelas.
- Os CIs em cascata expandem significativamente o número de saídas disponíveis.

Isso reduz drasticamente o número de pinos necessários no Arduino.

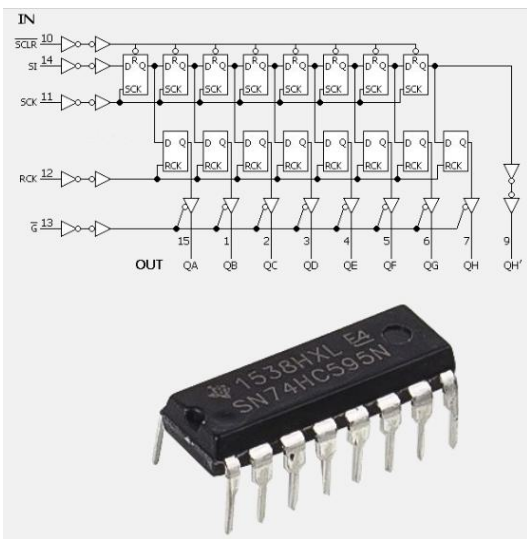


Figura 5 - O 74HC595

Multiplexação do Display

O display não acende todos os dígitos ao mesmo tempo (**figura 6**).

O sistema ativa:

1. Uma grade (um dígito)
2. Os segmentos correspondentes
3. Desativa
4. Passa para o próximo dígito

Esse processo ocorre muito rapidamente.

O olho humano integra essas ativações rápidas e percebe todos os dígitos acesos continuamente. Esse método reduz drasticamente a quantidade de pinos necessários.

Comunicação Serial – Integração com Python

O Arduino executa código em C responsável por:

- Receber dados via Serial
- Interpretar hora, data e mensagens
- Converter números em padrões binários
- Controlar a multiplexação

O software em Python roda no computador e:

- Obtém hora e data do sistema
- Pode integrar APIs externas (como previsão do tempo)
- Envia os dados formatados ao Arduino

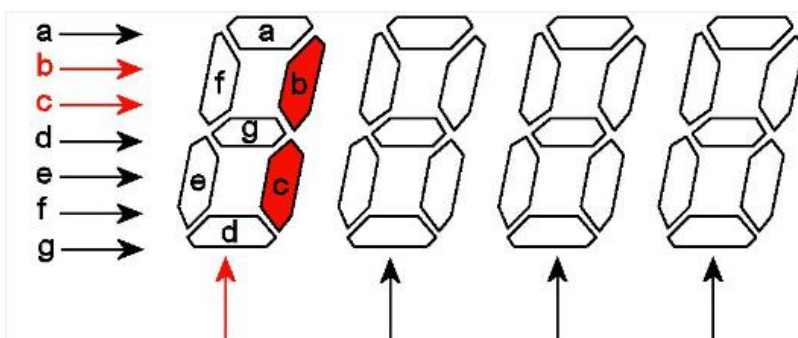


Figura 6 - A multiplexação do display.

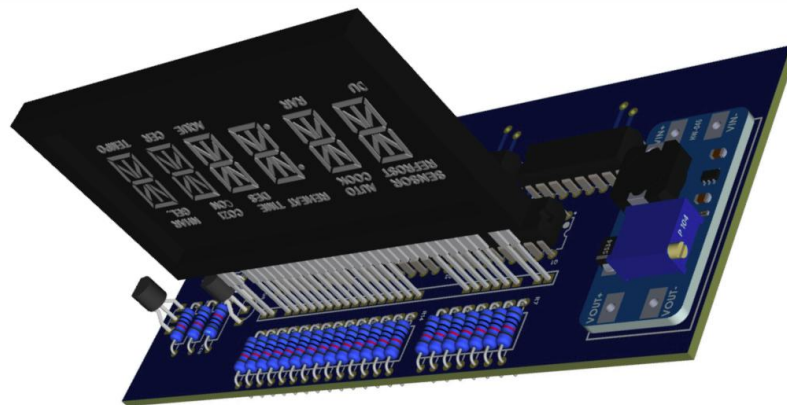
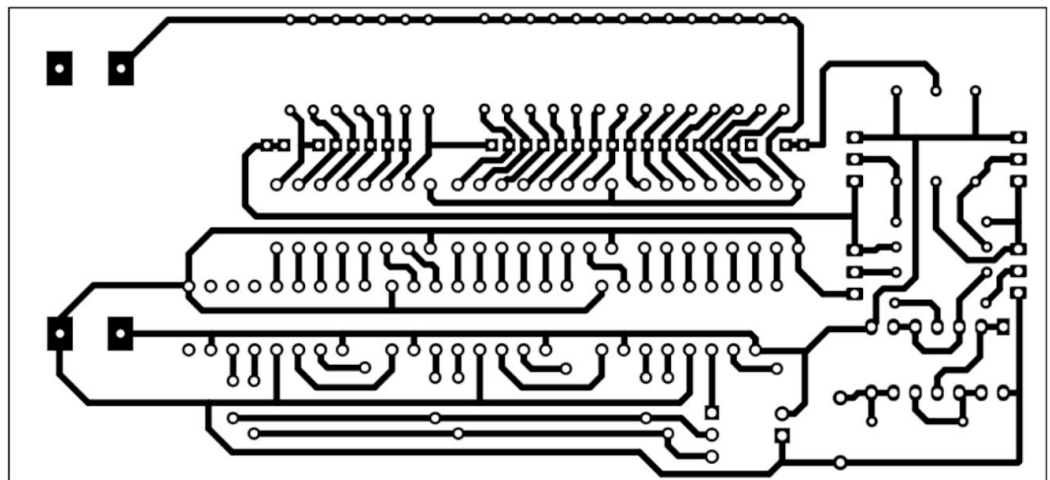
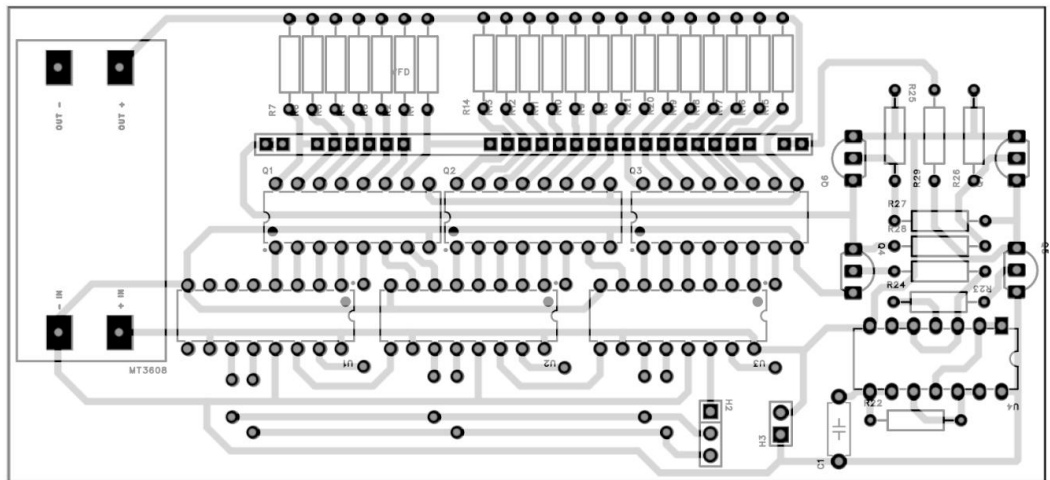


Figura 8 - Sugestão de placa.

Link para a Placa:
 Displays Fluorescentes (VFD) - Revista INCB Eletrônica - Edição 32 Jan/Fev-2026 - Autor Luis Carlos Burgos - <https://www.newtonbraga.com.br/?view=article&id=37942:revista-incb-eletronica-n-32&catid=279>



Segmentos e grades operam com tensão alta (~30V), mas corrente muito baixa, por isso:

- Ponte H foi dimensionada com transistores robustos
- ULN2003 protege a lógica

O projeto mantém estabilidade elétrica mesmo operando com tensões distintas.

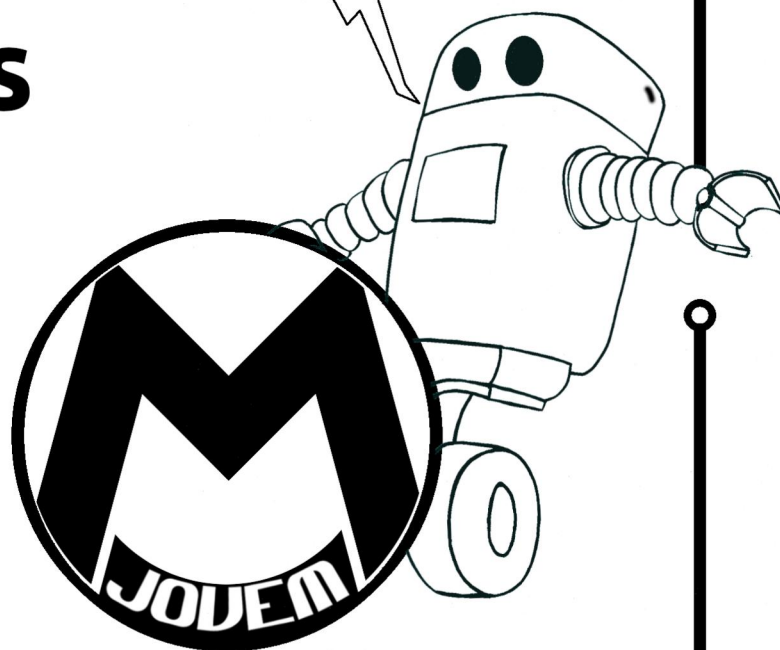
MECATRÔNICA

APRENDENDO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOVEM

**Entre para
este Clube e
venha criar
projetos
tecnológicos
com uma
galera
nota 10**

Montagens,
Dicas,
Desafios,
Histórias,
Eventos e
Bate-Papo



REVISTAS
DOWNLOAD GRATIS



DISCORD



TWITCH

