

**Leonardo Gabriel Silva**  
**Marcus Fellipe José da Silva**  
**Miguel Constantini Cazotto**  
**Nando Gondim dos Santos**

**Projeto Eletrônico:  
Gerador de Funções**

Relatório técnico apresentado ao Curso Técnico em Eletrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientado pelo professor Robson Soares Fractucesso como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

**Santo André - SP**

**2024**

# Resumo

Alguns analistas de circuitos têm como profissão analisar e identificar o erro em circuitos variados; esses que muitas das vezes utilizam um Gerador de Funções, e o projeto tem como objetivo compreender e ajudar o Técnico em Eletrônica a se auxiliar de como fazer um Gerador de Funções “caseiro”. Mesmo sendo um projeto grande, com conhecimento avançado em eletrônica é possível montar e utilizar um em algumas horas.

Sendo assim, este documento explica como funciona um Gerador de Funções, qual foi o processo de montagem, os principais componentes, o esquema tanto no *Tinkercad* quanto no Diagrama de Blocos, sua programação, tabela média de preços e até os testes realizados.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Justificativas.....	3
2. DESENVOLVIMENTO.....	4
2.1 Metodologia .....	4
2.2 Principais componentes .....	4
2.3 Diagrama de blocos do circuito .....	6
2.4 Esquema elétrico do protótipo no <i>TinkerCad</i> .....	6
2.5 Esquema no Proteus do circuito .....	7
2.6 Funcionamento do circuito.....	7
2.7 Programação.....	7
2.8 Tabela de preços .....	9
2.9 Testes .....	10
3. Conclusão .....	10
3.1 REFERÊNCIAS .....	11
3.2 APÊNDICE:.....	12

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente é muito comum na vida de um técnico em eletrônica utilizar diversos dispositivos para a realização de testes, seja ele simples ou complexos, portanto, esses tipos de equipamentos é algo essencial na vida do profissional que atua nesta área. Contudo, esses equipamentos é algo que geralmente não é de fácil acesso para aqueles que estão iniciando sua carreira profissional na área, e muitas das vezes acabam por não terem acesso a esses equipamentos, seja pelo preço ou pela complexibilidade no uso.

### 1.1 Objetivos

Compreender e desenvolver um dispositivo que possa agregar na vida de profissionais da área de eletrônica com um preço acessível para profissionais com pouca experiência.

### 1.2 Justificativas

Desenvolver algo que possa testar os conhecimentos adquiridos durante o curso e desenvolver de forma mais econômica um equipamento bastante utilizado por profissionais da área.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Metodologia

Inicialmente, o grupo tinha a ideia de realizar um projeto totalmente diferente do projeto atual, porém, houve um imprevisto e as ideias tiveram de ser alteradas. Após muitos debates com o orientador, ficou decidido que seria realizado o projeto atual onde foi sugerido por um dos integrantes durante o debate e todos entraram de acordo para que o projeto pudesse ser executado.

### 2.2 Principais componentes

#### Arduino UNO



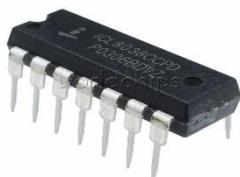
Arduino UNO é o micro controlador ATMEL ATMEGA328, um dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada e com encapsulamento DIP28. Ele conta com 32 KB de *Flash* (mas 512 Bytes são utilizados para o *bootloader*), 2 KB de RAM e 1 KB de EEPROM.

#### LCD I2C



A série WO1602G é um módulo de visualização LCD com interface I2C COG (*Chip-on-Glass*) com conexão de pinos de metal, apresentando um formato de exibição de 16 caracteres x 2 linhas. Este módulo é equipado com um controlador IC ST7032i e suporta a interface I2C.

#### ICL 8038



O ICL8038 É um circuito integrado monolítico, gerador de forma de onda, com capacidade de produzir formas de onda senoidais, quadradas, triangulares, dente de serra e de pulso, de alta precisão e com a mínima utilização de componentes externos.

## TL074



O circuito integrado TL074 consiste num amplificador operacional quadruplo com JFET na entrada, o que lhe dota de características de enorme resistência de entrada. Sendo assim, o amplificador operacional é um componente eletrônico capaz de amplificar sinais e realizar operações matemáticas, como por exemplo soma, subtração, multiplicação, derivação e integração.

## CD4051



O circuito integrado CD4051 é um CI multiplexador e demultiplexador de 8 bits. Possui oito entradas ou saídas binárias ou saídas, três seletores de entradas, uma entrada de habilitação e uma saída ou entrada. Por possuir encapsulamento DIP, é o componente ideal para uso em placas de circuito impresso ou *protoboards*.

## TL072



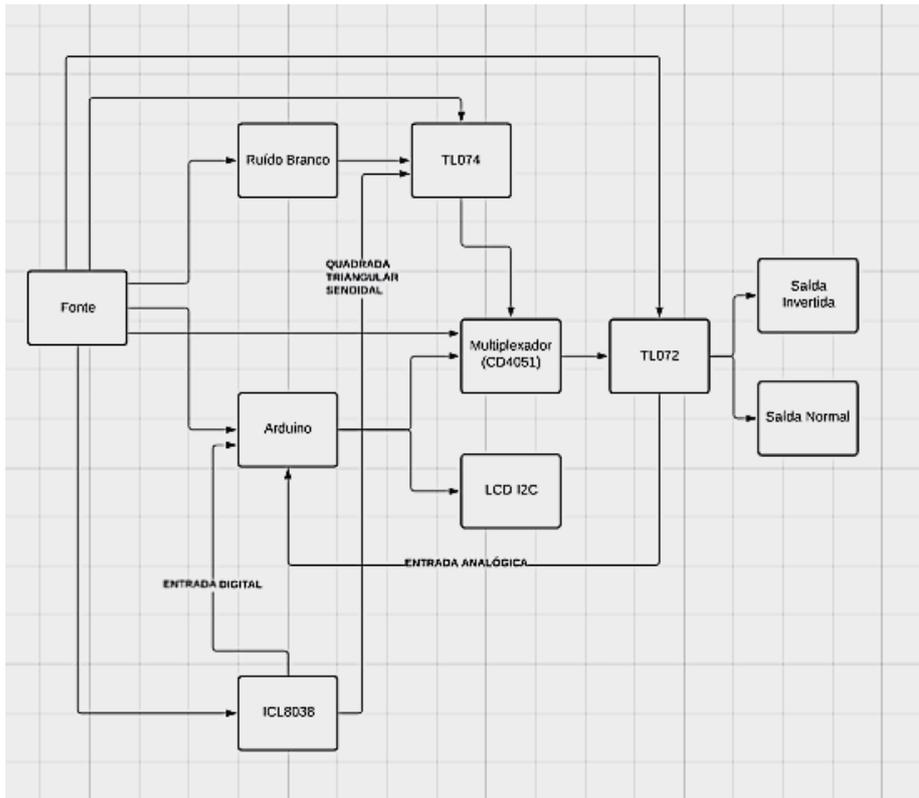
O Circuito Integrado TL072 é um componente eletrônico que pode funcionar como temporizador, amplificador, oscilador, controlador e diversas outras funções. Ele também pode operar em sincronia com os outros componentes do circuito em que ele está inserido, tornando assim, o projeto mais robusto.

## Demais Componentes

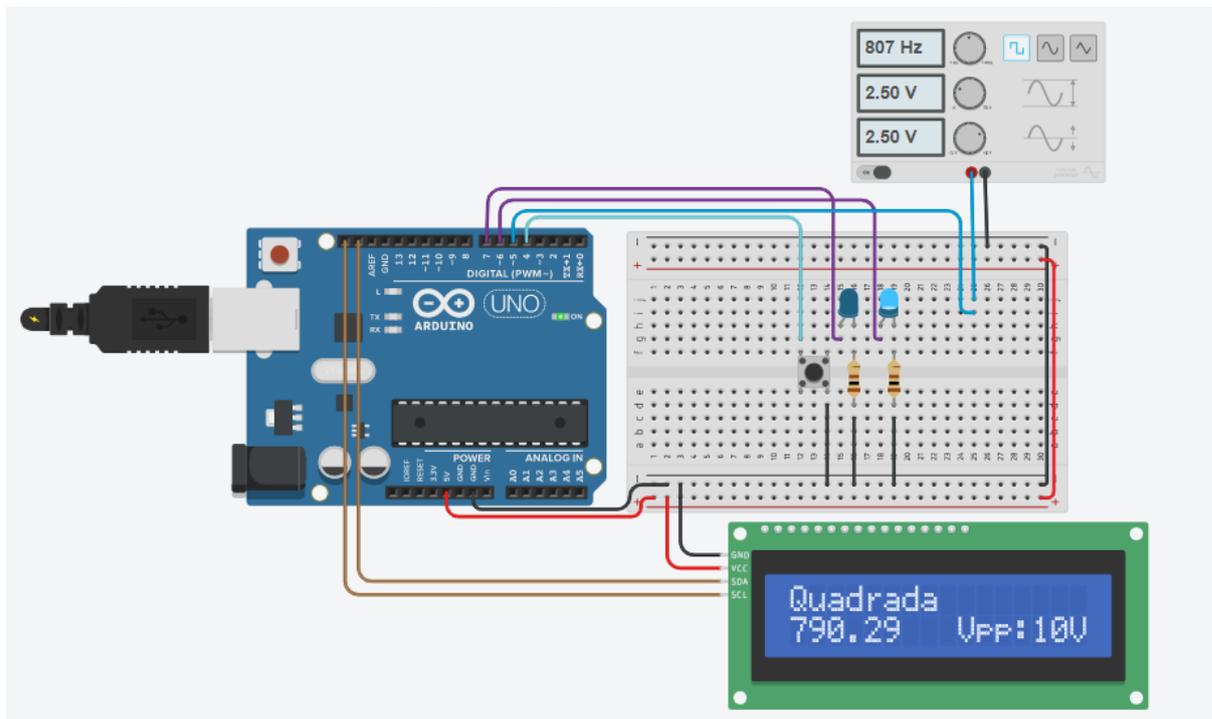


Led, Capacitor, Resistor, Diodo, Botão, Potenciômetro, Trafo.

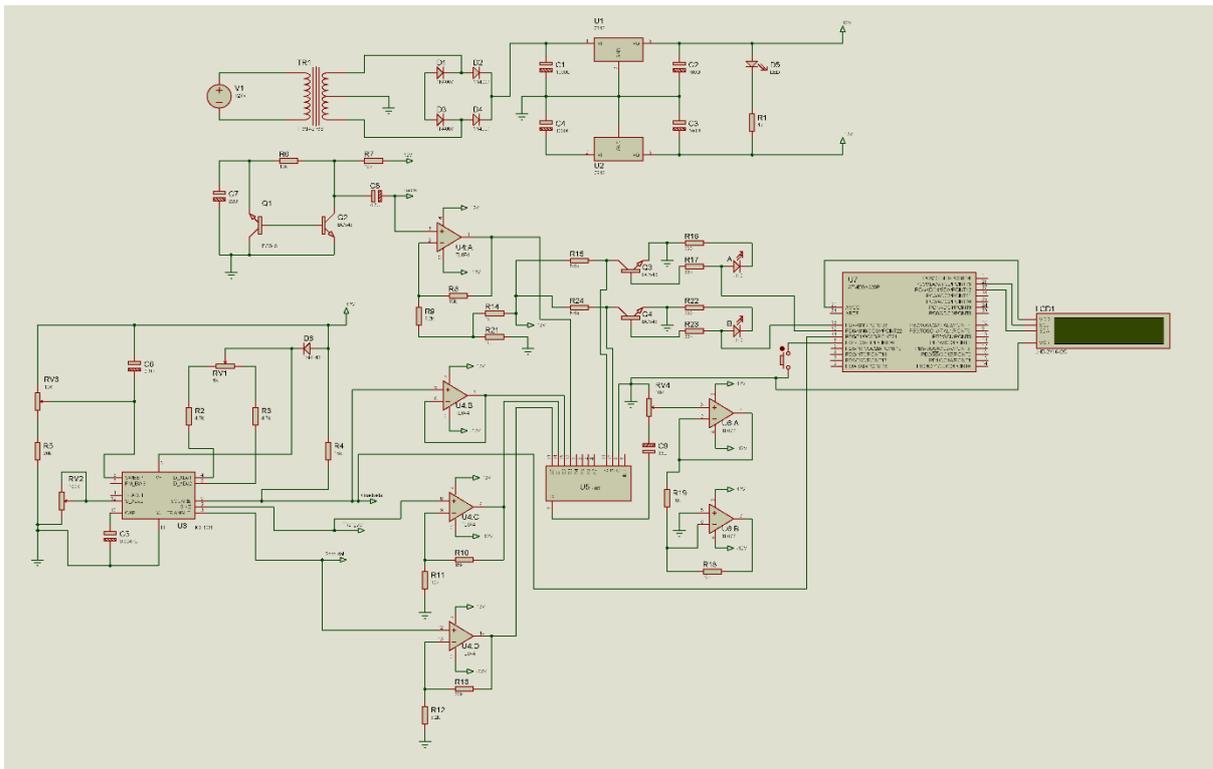
## 2.3 Diagrama de blocos do circuito



## 2.4 Esquema elétrico do protótipo no TinkerCad



## 2.5 Esquema no Proteus do circuito



## 2.6 Funcionamento do circuito

O ruído branco chega até o TL074, passando pelo primeiro *buffer*, chegando então no Multiplexador (CD4051), que afetado por um potenciômetro chega no TL072.

Do ICL8038 sai onda quadrada, senoidal e triangular que juntamente com o ruído branco é direcionado para o TL074 para os demais *buffers*.

O Arduino vai até o Multiplexador (CD4051) e a partir dele que dois *leds* são ligados em numeração binária para a escolha das ondas controlada por um botão. Também é feito a programação para controlar um *Display* LCD I2C para que apareça o nome, frequência desejada e tensão de pico a pico.

Divisores de tensão foram usados para que cada componente tenha sua tensão “própria”, ou seja, para que cada um fique dentro dos conformes de fábrica.

## 2.7 Programação

Utilizamos a biblioteca *LiquidCrystal* para configurar o LCD I2C; Todas as nossas pesquisas/base para a programação vieram do site oficial do Arduino; utilizamos dois *leds* e um botão para “servir” como binário, para cada onda (0,0 para ruído branco; 0,1 para a quadrada; 1,0 para a triangular; 1,1 para a senoidal;), a maior parte da programação foi basicamente para programar o LCD.

```

#include <Wire.h> // frequencia

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

#define Led1 10
#define Led2 9
#define Led3 8
#define Led4 7
#define Led5 6

#define sense 5

#define Bot 4

#define amplitude A1

float time;
float frequency;
int a = 0;

int Valor = 0;
float Tensao = 0;
float Vp = 0;
float Vpp = 0;

//VPP

void VPP(){

Valor = analogRead(amplitude);
Tensao = (Valor * 0.0048828125);
Vp = Tensao * 2;
Vpp = 2 * Vp + 0.7;

if(Vpp < 0)
{
Vpp = Vpp * (-1);

lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("Vpp:");
lcd.setCursor(13,1);
lcd.print(Vpp);
}
else{
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("Vpp:");
lcd.setCursor(13,1);
lcd.print(Vpp);
}
}

}

// frequencia

void Frequency(){

for(a = 0; a<=9999; a++){
time = 0;
frequency = 0;

time = pulseIn(sense, HIGH);
frequency = (1 / (time * 2 * 0.000001)) * 1.055;

delay(500);

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(frequency);

VPP();

if(digitalRead(Bot) == LOW){
a = 10000;
}
}

}

//espera botão

void EspBot(){

while(digitalRead(Bot) == HIGH){
}
while(digitalRead(Bot) == LOW){
}
}
}

```

```

void setup() {
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.clear();

    pinMode(Led1, OUTPUT);
    pinMode(Led2, OUTPUT);
    pinMode(Led3, OUTPUT);
    pinMode(Led4, OUTPUT);
    pinMode(Led5, OUTPUT);

    pinMode(Bot, INPUT_PULLUP);

    pinMode(sense, INPUT);
}

void loop() {
    if(digitalRead(Bot) == HIGH) {
        //senoidal
        EspBot();
        lcd.clear();

        digitalWrite(Led4, HIGH);
        digitalWrite(Led5, HIGH);

        lcd.print("Senoidal");
        lcd.setCursor(0,1);

        Frequency();
    }

    //triangular
    EspBot();
    lcd.clear();

    digitalWrite(Led4, HIGH);
    digitalWrite(Led5, LOW);

    lcd.print("Triangular");
    lcd.setCursor(0,1);

    Frequency();

    //quadrada
    EspBot();
    lcd.clear();

    digitalWrite(Led4, LOW);
    digitalWrite(Led5, HIGH);

    lcd.print("Quadrada");
    lcd.setCursor(0,1);

    Frequency();

    //white noise
    EspBot();
    lcd.clear();

    digitalWrite(Led4, LOW);
    digitalWrite(Led5, LOW);

    lcd.print("WhiteNoise");
}
}

```

---

## 2.8 Tabela de preços

<b>Componentes</b>	<b>Preço</b>
Arduino Uno	R\$ 38,64
<i>Display</i> LCD I2C	R\$ 28,40
TL074	R\$ 2,50
TL072	R\$ 2,50
CD4051 (5 Unidades)	R\$ 17,50
ICL8038	R\$ 3,00
Outros	R\$ 110,92
<b>Total Gasto</b>	<b>R\$ 245,97</b>

## 2.9 Testes

Durante o projeto foram realizados vários testes alguns mais demorados e outros mais átimos, mas testes corriqueiros como na fonte e em todos os C.Is, testes tanto com multímetro quanto com a própria fonte na tomada, testes realizados com osciloscópio para regular a forma de onda na entrada e saída. Depois de diversos testes com o *Display* LCD I2C, escreve perfeitamente a forma de onda escolhida e a *White Noise* (Ruído Branco), mede e mostra a frequência em tempo real e mede e mostra a tensão de pico a pico tanto das ondas quanto do *White Noise*.

## 3. Conclusão

Desde o último teste, o circuito tem funcionado muito bem, é compreensível que melhorias poderiam acontecer como: *offset*, *buffer*, ruído rosa e até outras cores (marrom, azul e entre outros). Durante todo o processo de montagem, programação, e estudos sobre o nosso projeto, nós desenvolvemos todas as habilidades que aprendemos durante todo o curso, e pudemos colocar em prática, tendo um projeto totalmente eletrônico, sabíamos que iria ser mais difícil, mais complicado efetuar tal coisa. Entre testes, C.Is queimados, componentes com defeito, erros na programação, componentes queimados na reta final, a nossa conclusão é que, muitas coisas na eletrônica são difíceis mas nunca impossíveis, passamos por todos os erros que cometemos, por todas as dificuldades que apareciam, e com todo nosso conhecimento teórico e prático, terminamos aqui, positivamente falando que tudo deu certo, todos os testes, a pressa e correria, a calma com cada passo que nós dávamos, as passagens e lições com cada professor, todos os ensinamentos, ao final, valeram a pena. Gostaríamos que fosse mais fácil, com toda a certeza, mas que bom que não foi, porque foram nesses momentos de dificuldade que sabíamos que esse curso que fizemos, não foi desperdiçado.

### 3.1 REFERÊNCIAS

(1)

Eletricidade e Eletrônica - Motores e Geradores Volume 5, Ronaldo Sérgio de Biasi, Record

(2)

Máquinas Elétricas de Fitzgerald e Kingsley

(3)

<https://www.arduino.cc/>

Acesso em 13/06/2024 17:36

(4)

[https://iconline.com/?gad\\_source=1&gclid=EAlaIQobChMliaiyrLDZhgMVOM3CBB20YAs9EAAYAiAAEqLeCvD\\_BwE](https://iconline.com/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMliaiyrLDZhgMVOM3CBB20YAs9EAAYAiAAEqLeCvD_BwE)

Acesso em 11/06/2024 17:44

(5)

#### **Datasheets:**

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26890/TI/CD4051.html>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/67443/INTERSIL/ICL8038.html>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/28775/TI/TL072.html>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/555728/TI/TL074.html>

### 3.2 APÊNDICE:

