

Centro Estadual de Educação tecnológica Paula Souza
Etec Júlio de Mesquita
Curso Técnico em Eletrônica

Alarme com sensor Piezoelétrico

Arthur Alvares da Silva
Felipe Batista de Amorim
Isabele Domingues de Andrade
Jenniffer Alves Siqueira
Lucas Vasconcelos Gonçalves de Souza
Ramona dos Santos Nascimento

Santo André - SP

2022

Arthur Alvares da Silva
Felipe Batista de Amorim
Isabele Domingues de Andrade
Jennifer Alves Siqueira
Lucas Vasconcelos Gonçalves de Souza
Ramona dos Santos Nascimento

Alarme com sensor Piezoelétrico

Monografia apresentada ao Curso Técnico em Eletrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientada pelos Professores Egmar Accetto e Adriana Mariko Yonamine Nakatani, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

Arthur Alvares da Silva
Felipe Batista de Amorim
Isabele Domingues de Andrade
Jennifer Alves Siqueira
Lucas Vasconcelos Gonçalves de Souza
Ramona dos Santos Nascimento

ALARME COM SENSOR PIEZOELÉTRICO

Monografia apresentada ao Curso Técnico em Eletrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientada pelos Professores Egmar Accetto e Adriana Mariko Yonamine Nakatani, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

ConceitoFinal:

Aprovado em.....de.....de.....

BANCAEXAMINADORA

Prof.

Orientadora - Profa. Adriana Mariko Yonamine Nakatani - ETEC Júlio De mesquita

Orientador-Prof. Egmar Accetto-ETEC Júlio De mesquita

Agradecimentos

O desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda da instituição Júlio de Mesquita, que ao proporcionar certos professores e os materiais necessários, foi possível ter uma melhor aprendizagem em eletrônica.

O grupo também quer fazer um agradecimento especial aos professores Adriana e Egmar, que ao longo desses três anos tiveram muita paciência ao ensinar os conteúdos e em relação ao TCC, deram muita assistência em possíveis melhorias.

Resumo

A ideia desse trabalho de conclusão de curso consiste em um sistema de segurança que utiliza a tecnologia *piezoelétrica*. Através de pastilhas em seu interior, será capaz produzir corrente elétrica por meio de uma pressão mecânica (proveniente da pisada de uma pessoa). Desse modo, essa energia gerará um sinal de tensão que irá ser enviado a uma central de alarme (com o arduino), acionando um buzzer e LCD. Assim indicará que há alguém no local onde está instalado esse dispositivo. Esse sistema pode ser utilizado em residências, empresas, depósitos, etc., em horários em que não se encontra nenhuma fiscalização no local. O que diferencia ele dos demais alarmes de segurança é que não fica facilmente visível como câmeras, assim garante que não haja tentativa de desligamento do sistema.

Palavras-chave: sistema de segurança; tecnologia *piezoelétrica*; central de alarme; não fica facilmente visível.

Abstract

The idea of this course conclusion work consists of a security system that uses piezoelectric technology. Through tablets inside it will be able to produce electric current through mechanical pressure (which would be the step of a person), in this way, this energy will generate a voltage signal that will be sent to an alarm center, triggering a buzzer and LCD. This will indicate that there is someone in the place where this device is installed. The places that may need this installation are residences, companies, warehouses, etc., at times when there is no inspection in place. What differentiates it from other security alarms is that it is not easily visible like cameras, thus ensuring that there is no attempt to shut down the system.

Keywords: security system; piezoelectric technology; alarm central; is not easily visible.

Sumário

1. Introdução	
1.1 Objetivos.....	1
1.1.1 Principal.....	1
1.1.2 Secundário.....	1
1.2 Justificativa.....	1
2. Fundamentação teórica	
2.1 Arduino UNO R3.....	2
2.2 Pastilhas <i>piezoelétricas</i>	3
2.3 Buzzer.....	4
2.4 Display LCD.....	4
3. Metodologia	
3.1 Como surgiu a ideia.....	6
3.2 Discussão da equipe.....	6
3.3 Similares a esse projeto.....	6
3.4 Vantagens do sistema de segurança com o <i>piezoelétrico</i>	6
4. Desenvolvimento	
4.1 Sobre o sistema.....	7
4.2 Sobre o processo.....	7
4.3 Fluxograma de funcionamento do protótipo.....	7
4.4 Programação.....	9
4.5 Esquema.....	12
4.6 Diagrama de blocos.....	13
4.7 Custos do protótipo.....	13
4.7.1 Lista de peças e preços.....	14
4.8 Energia consumida.....	14
5. Resultados e discussões.....	16
6. Conclusão e comentários.....	17
7. Referências.....	18

1. Introdução

No mercado consumidor atual são utilizados sistemas de alarmes com sensores mais comuns nessa área tais como infravermelhos, ultrassônicos, magnéticos e outros. No protótipo desenvolvido nesse trabalho foi usado o sensor *piezoelétrico* de uma forma diferenciada, o que dá uma certa originalidade para o projeto.

Originalmente esse sensor é sugerido para o uso em ciclovias, iluminando o percurso dos ciclistas. Já no protótipo montado, esse sensor é usado como sensor para monitoramento de alarme.

1.1 Objetivos

1.1.1 Principal

Montar um sistema de aviso de invasão do ambiente usando os sensores piezoelétricos (discretos, quase invisíveis) para emitir sinais através de um arduino UNO R3 para uma portaria onde, em teoria, haveria um segundo arduino (receptor do sinal) que aciona um display que informa o local da invasão e dispara um buzzer.

1.1.2 Secundário

Usar uma fonte de corrente para transmitir os sinais para o segundo arduino que mostrará o local da invasão do display.

1.2 Justificativa

O aprendizado para o grupo de conhecimentos não testados ainda. Criar um sistema que não dependa da internet.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Arduino UNO R3

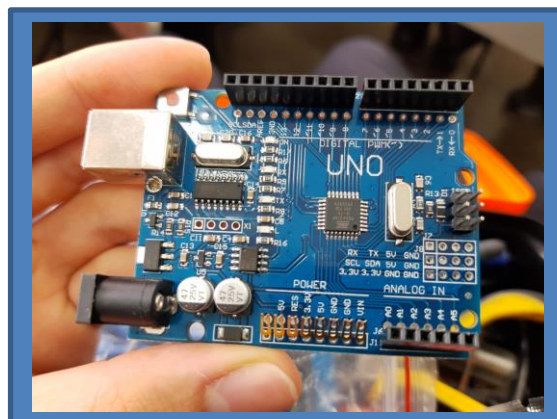
A história de criação da ideia do Arduino surgiu em 2002, quando um integrante docente do Instituto de Design de Interação, Massimo Benzi, se propôs a elaborar, criar um produto que ajudasse seus alunos de design de interação a criar um dispositivo eletrônico acessível a todos os projetistas e estudantes sem experiência na área.

Assim em 2005, Massimo junto com mais 4 pesquisadores (David Cuartielles, Gianluca Martino, Tom Igoe e David Mellis), criaram o Arduino. O primeiro lançado foi o Serial Arduino.

Então em 2010 foi lançado o Arduino Uno, que atualmente é considerado a placa mais recomendada para quem está iniciando na plataforma, porque ele possui quantidade de portas suficientes para a criação de protótipos e módulos e um ótimo custo-benefício.

Também é composto pelo microcontrolador ATmega328P, com 14 pinos de I/O, sendo 6 com função PWM (Pulse Width Modulation) e 6 analógicos e tem um clock de 16MHz. A placa Uno tem 32KB de memória flash, lugar onde os programas ficam armazenados. A conexão com o computador é dada pela utilização de um cabo USB A/B, mas também pode ser alimentado com uma fonte chaveada de 7 a 12 VDC, que é externa. (THOMSEN, 2014)

Figura 1 - Arduino Uno R3.



Dos autores

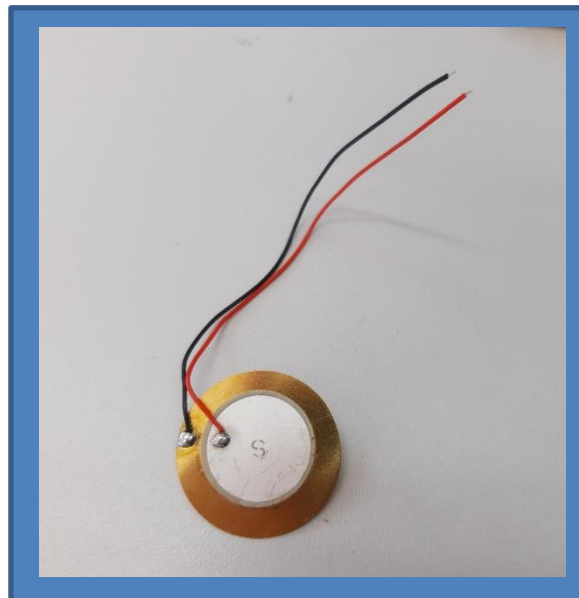
2.2. Pastilhas piezoelétricas

Sua primeira utilização foi feita por Paul Langevin na 1ª Guerra Mundial, no desenvolvimento de sonares; porém foi no ano de 1880 que ela foi descoberta pelos irmãos Jacques e Pierre Curie.

Na guerra, cristais de quartzo ficaram acoplados em massas metálicas para gerar ultrassom na faixa de dezenas de kHz's. Por causa da dificuldade de fabricação de transdutores (dispositivo que transforma um tipo de energia em outro) feitos de quartzo, por dependerem de geradores de alta tensão. Assim, iniciou-se uma busca por matérias *piezoelétricas* sintéticas; executadas nas décadas de 40 e 50 pela URSS, Japão e EUA, como cerâmicas *piezoelétricas*. (VIEIRA, 2017)

Sua funcionalidade consiste por meio da pressão mecânica que produz variações em sua espessura, dessa variação, são resultados movimentos nas faces do cristal, originando as ondas sonoras. Os ecos que voltam a ele produzem vibrações nos cristais, que fazem variar suas dimensões físicas. Por sua vez, estas acarretam o aparecimento de um campo elétrico. (BCEND, 2017)

Figura 2 - Pastilha *piezoelétrica*



Dos autores

2.3 Buzzer

Seu funcionamento consiste na geração de beeps, como aqueles que o computador emite. É através de um oscilador que o buzzer vibra, para emitir sons. Essa oscilação é determinada por uma frequência, assim é gerado um som específico. O Buzzer a ser usado é do tipo ativo (basta alimentar com 5V que o mesmo emite um som).

Figura 3 - Buzzer ativo



Dos autores

2.4 Display LCD

O display LCD (Display de cristal líquido) foi criado por Richard Williams em 1962, nas instalações de pesquisas avançadas de Princeton da RCA. Mas foi George Heilmeier em 1964, que se tornou o “pai do LCD”, resolvendo o problema da alta temperatura de Williams (que para aparecer uma imagem os cristais líquidos tinham que estar aquecidos a 117°C), assim, ele conseguiu abaixar para a temperatura ambiente e descobriu como alterar a exibição de cores dentro do cristal líquido (tecnologia descoberta em 1888, pelo botânico Friedrich Reinitzer).

Depois, em 1967, Richard Klein e o presidente da RCA James Hillier, decidiram em investir mais nessa ideia. (SILVA, 2018)

É um painel fino utilizado para exibir informações como: textos, imagens e vídeos, por via eletrônica. Nada mais é que a tela do celular (porém sem o vidro protetor e a parte de digitalização do touch), do computador, televisor, do relógio digital, calculadora, painel do ônibus, laptops, telefones, etc. (WIKIPÉDIA, 2022)

Abaixo vemos foto do display LCD I2C ou serial.

Figura 4 - Display LCD Serial



(FILIPEFLOP, 2022)

3. Metodologia

3.1 Como surgiu a ideia

A ideia do sistema de segurança com a tecnologia *piezoelétrica* surgiu com o integrante do grupo Arthur, que pesquisou outras alternativas de trabalhos de conclusão de curso, pois o projeto anterior optado era muito complexo de ser realizado no pouco tempo que se dispunha.

3.2 Discussão da equipe

A equipe achou ótima a ideia de trocar de projeto, pois o anterior dava para perceber que iria ficar muito complicado na parte da montagem. Então quando o Arthur apresentou a ideia, a resposta foi imediatamente sim.

3.3 Similares a esse projeto

Não encontramos similares na internet pois, até onde percebemos, esse projeto parece ter alguma originalidade no uso que foi dado ao sensor piezoelétrico.

3.4 Vantagens do sistema de segurança com o *piezoelétrico*

A vantagem do sistema de segurança com o piezoelétrico é que o sensor fica mais oculto em relação ao que é comum no mercado, o que dificulta sua identificação.

4. Desenvolvimento

4.1 Sobre o sistema

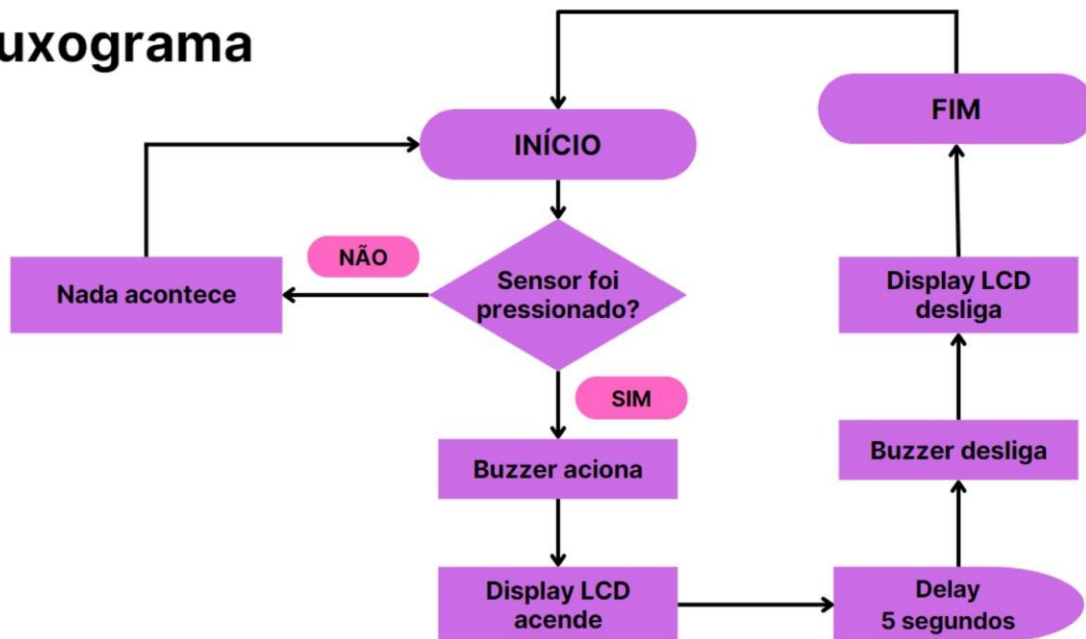
No Alarme com Sensor *Piezoelétrico* foi utilizado a programação em Arduino, com linguagem C++. Utilizou-se uma lógica “if” onde, se o Arduino recebe um sinal de tensão nas entradas analógicas proveniente do sensor *piezoelétrico*, um aviso visual aparece no LCD: “Laboratório 1 invadido”, por exemplo, juntamente com um aviso sonoro de um buzzer, que irá tocar por 5 segundos. Essa lógica é a mesma para os 4 módulos *piezoelétricos* presentes na maquete, com única alteração na mensagem que aparece no LCD, que corresponderá ao laboratório em que o sensor detectou uma invasão.

4.2 Sobre o processo

Inicialmente a equipe pensou em montar o circuito no tinkercad utilizando botões no lugar dos *piezoelétricos*, pois nenhum dos simuladores acessíveis possuía esse tipo de sensor em sua lista de componentes. Essa ideia não funcionou como o esperado, então os botões foram trocados por geradores de tensão para que, dessa forma, fosse possível testar o circuito com diversas tensões a fim de verificar se a programação está correta. Após a troca dos botões pelos geradores de tensão o teste obteve êxito.

4.3 Fluxograma do funcionamento do protótipo

Fluxograma



4.4 Programação.

A programação foi feita na linguagem C++ do Arduino e é mostrada abaixo.

```
//Carrega a biblioteca LiquidCrystal
#include <LiquidCrystal.h>

//Define os pinos que serão utilizados
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);

const int piezoA = A1; // Pino analógico utilizado pelo Módulo Piezoelétrico
const int piezoB = A2; // Pino analógico utilizado pelo Módulo Piezoelétrico
const int piezoC = A3; // Pino analógico utilizado pelo Módulo Piezoelétrico
const int piezoD = A4; // Pino analógico utilizado pelo Módulo Piezoelétrico
const int buzzer = 13; // Pino digital utilizado pelo buzzer

Void setup()
{
  //Define o número de colunas e linhas do LCD
  lcd.begin(16, 2);

  pinMode(piezoA, INPUT);
  pinMode(piezoB, INPUT);
  pinMode(piezoC, INPUT);
  pinMode(piezoD, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  int a = analogRead (piezoA);
  int b = analogRead (piezoB);
  int c = analogRead (piezoC);
  int d = analogRead (piezoD);
}
```



```
}
```

```
Void loop()
```

```
{
```

```
  Int a = analogRead (piezoA);
```

```
  Int b = analogRead (piezoB);
```

```
  Int c = analogRead (piezoC);
```

```
  Int d = analogRead (piezoD);
```

```
  If(a > 100){
```

```
    //Limpa a tela
```

```
    Lcd.clear();
```

```
    //Posiciona o cursor na coluna 3, linha 0;
```

```
    Lcd.setCursor(3, 0);
```

```
    //Envia o texto entre aspas para o LCD
```

```
    Lcd.print("LABORATORIO1");
```

```
    Lcd.setCursor(3, 1);
```

```
    Lcd.print(" INVADIDO");
```

```
    Delay(500);
```

```
    Tone(buzzer,1500);
```

```
    Delay(5000);
```

```
    noTone(buzzer);
```

```
    lcd.clear();
```

```
  }
```

```
  If(b > 100){
```

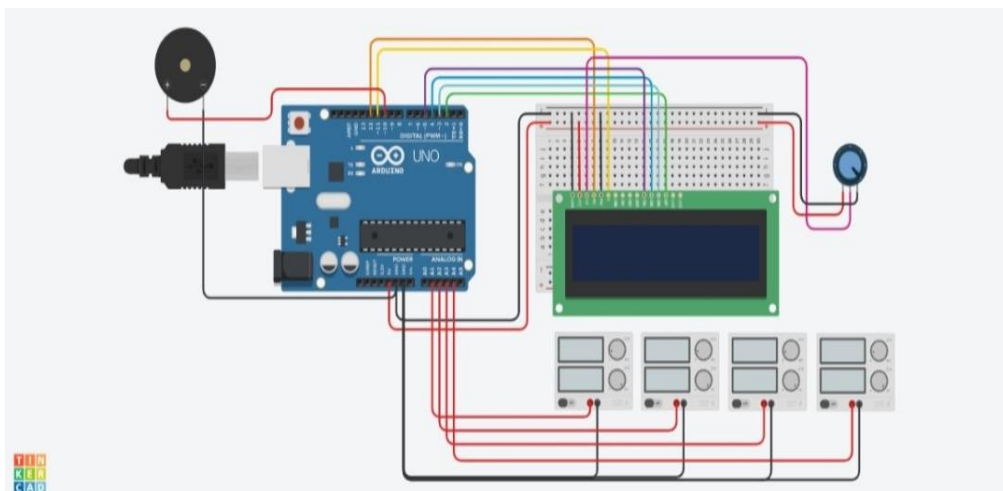
```
    //Limpa a tela
```

```
    Lcd.clear();
```

```
//Posiciona o cursor na coluna 3, linha 0;
Lcd.setCursor(3, 0);
//Envia o texto entre aspas para o LCD
Lcd.print("LABORATORIO2");
Lcd.setCursor(3, 1);
Lcd.print(" INVADIDO");
delay(500);
tone(buzzer,1500);
delay(5000);
noTone(buzzer);
lcd.clear();
}
if(c > 100){
//Limpa a tela
Lcd.clear();
//Posiciona o cursor na coluna 3, linha 0;
Lcd.setCursor(3, 0);
//Envia o texto entre aspas para o LCD
Lcd.print("LABORATORIO3");
Lcd.setCursor(3, 1);
Lcd.print(" INVADIDO");
delay(500);
tone(buzzer,1500);
delay(5000);
noTone(buzzer);
lcd.clear();
}
```

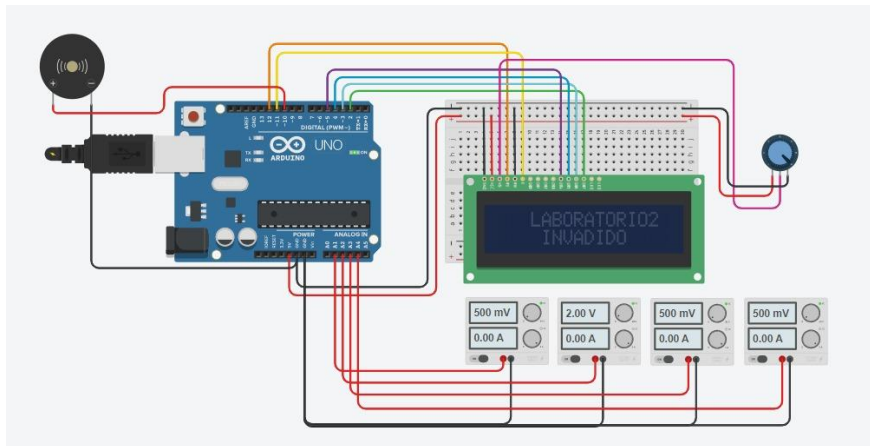
```
if(d > 100){  
  //Limpa a tela  
  Lcd.clear();  
  //Posiciona o cursor na coluna 3, linha 0;  
  Lcd.setCursor(3, 0);  
  //Envia o texto entre aspas para o LCD  
  Lcd.print("LABORATORIO4");  
  Lcd.setCursor(3, 1);  
  Lcd.print(" INVADIDO");  
  delay(500);  
  tone(buzzer,1500);  
  delay(5000);  
  noTone(buzzer);  
  lcd.clear();  
}  
}
```

4.5 Esquema: Desligado



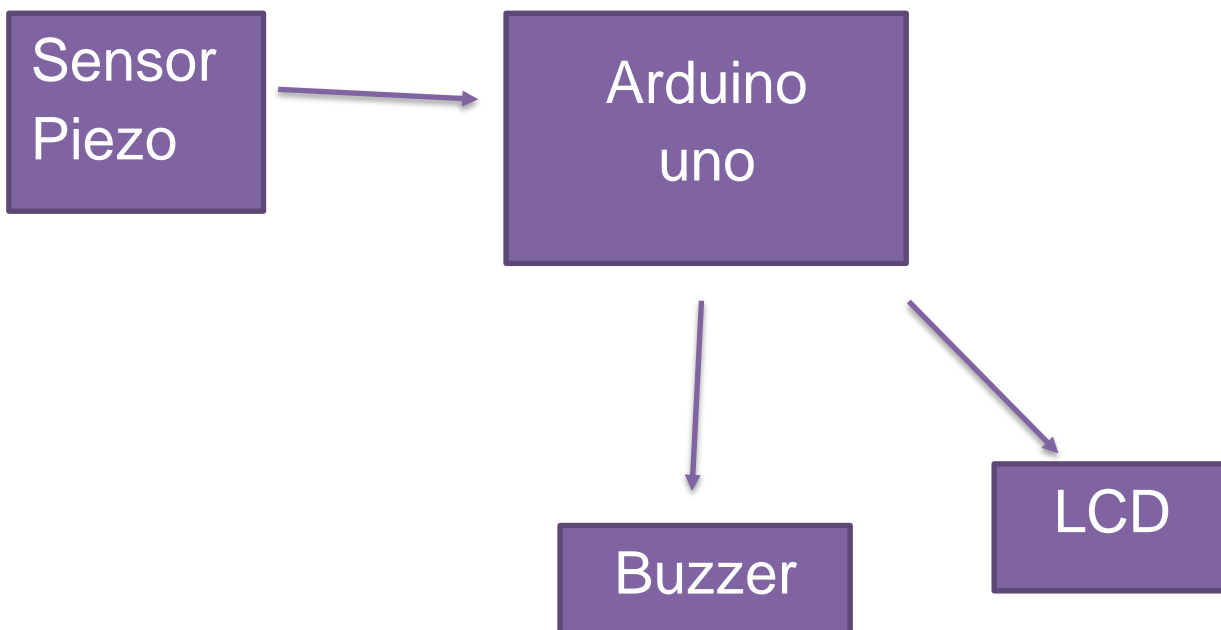
Montado pelos autores utilizando o Tinkercad.

Ligado



Montado pelos autores utilizando o Tinkercad.

4.6 - Diagrama de blocos:



4.7 Custos do protótipo

4.7.1 - Lista de peças e preços:

Módulo Piezoelétrico (4 unidades)	R\$ 53,96
LCD serial (1 unidade)	R\$ 33,99
Buzzer ativo 5V 12m (3 unidades)	R\$ 8,99
Arduino Uno (1 unidade)	R\$ 90,00
Materiais para maquete	R\$ 90,00

Total sem a maquete	R\$ 186,94
Total com a maquete	R\$ 276,94

4.8 - Energia consumida

Potência = tensão de operação x corrente de operação

Módulo

Tensão de operação	Corrente de Operação	Potência Consumida
5V	1mA	0,01W

Arduino

Tensão de operação	Corrente de Operação	Potência Consumida
5V	47mA	0,23W

LCD

Tensão de operação	Corrente de Operação	Potência Consumida
5V	150mA	0,75W

Buzzer

Tensão de operação	Corrente de Operação	Potência Consumida
5V	1mA	0,01W

Total: 1W.

5. Resultados e discussões

O projeto mostra-se funcional e até certo ponto prático em seu desenvolvimento. No momento a equipe conseguiu executar o funcionamento do sensor. Enfrentamos empecilhos com a montagem, principalmente os *piezos*, mas o problema foi resolvido.

A programação também encontrou algumas dificuldades, porém encontra-se finalizada e funcional.

6. Conclusão e comentários

Percebeu-se que o projeto não ofereceu grande complicação. A demonstração será feita com apenas um arduino e a real utilizaria dois arduinos. Há um toque de originalidade no uso do sensor *piezoelétrico* nesse projeto.

A demonstração mostrou-se funcional e correu como o esperado. As partes que mais proporcionaram dificuldades e obstáculos foram respectivamente a de montagem e programação. O protótipo executa com êxito suas propostas e agradou os orientadores do projeto.

7. Referências

THOMSEN, Adilson. **O que é Arduíno, para que serve e primeiros passos [2022]**. 2014. Disponível em < <https://www.usinainfo.com.br/placas-arduino/placa-uno-r3-arduino-cabo-usb-3513.html> > Acessado em 08 set. 2022

VIEIRA, Renato Florentino. **Conhecendo a piezoeletricidade uma nova forma de geração de energia elétrica**. 2017. Disponível em < <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/geracao-de-energia-eletrica> > Acessado em 08 set. 2022

BCEND. **O que é efeito piezoelétrico?**. 2017. BC END - Equipamentos para Ensaio Não Destrutivos. Disponível em < <https://bcend.com.br/o-que-e-efeito-piezoeletrico/> > Acessado em 08 set. 2022

SILVA, Carlos L. A.. **A história perdida do LCD**. 2018. Disponível em < <https://www.codigofonte.com.br/artigos/a-historia-perdida-do-lcd> > Acessado em 08 set. 2022

WIKIPÉDIA. **LCD**. 2022. Disponível em < <https://pt.wikipedia.org/wiki/LCD#Hist%C3%B3ria> > Acessado em 08 set. 2022

FILIFELOP. **Display LCD 16x2 I2C backlight azul**. 2022. Disponível em < <https://www.filipelop.com/produto/display-lcd-16x2-i2c-backlight-azul/> > Acessado em 08 set. 2022

https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/3_jeitos_de_transformar_a_energia_do_movimento_em_eletricidade/

[Geração de energia através da piezoeletricidade.pdf \(aee.edu.br\)](#)

[Piezoeletricidade e suas aplicações no cotidiano – Tesla Jr. \(teslajunior.com.br\)](#)

<https://youtu.be/Y68-EK-HKrk>