



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ENGENHARIA DE SISTEMAS
LABORATÓRIO DE PROJETO II

MANUAL
Polígrafo Digital

Autor:
Igor Petrucci

Matrícula:
2015435632

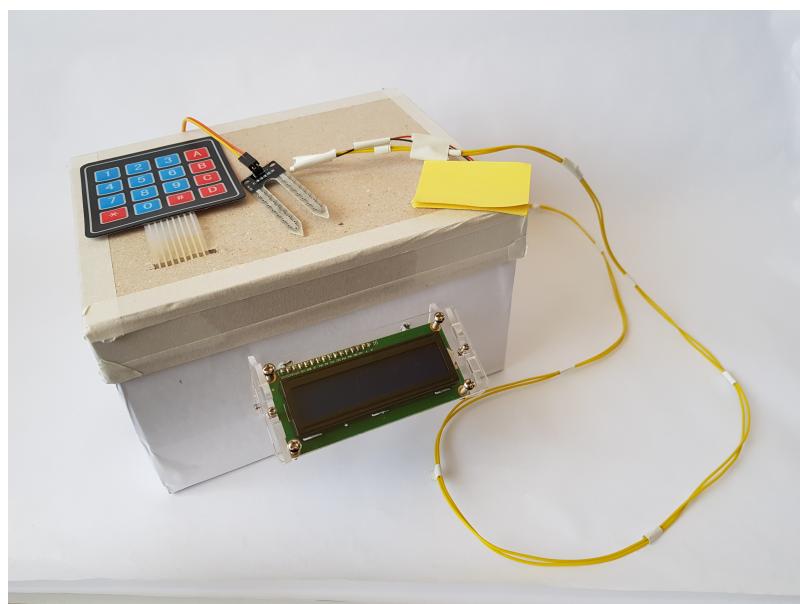
Novembro, 2019

Sumário

1	Produto	2
2	Características Técnicas	2
3	Ajustes	3
3.1	Modo calibração	3
3.2	Perguntas de calibração	3
3.3	Modo detecção	3
4	Diagrama de Casos de Uso	4
5	Componentes	5
5.1	Arduino MEGA 2560	6
5.2	Sensor de umidade	7
5.3	Oxímetro MAX30102	8
5.4	Transdutor / Pastilha Piezoelétrica - 35 mm	9
5.5	Fonte Ajustável Para Protoboard	10
5.6	Display Lcd 16x2 com Backlight Azul	11
6	Circuito	12
7	Algoritmos	13
7.1	Batimento Cardíaco	13
7.2	Umidade	14
7.3	Respiração	14
7.4	Detecção	15
8	Descarte	16
9	Resultados	17
10	Referências	18

1 Produto

O Polígrafo Digital (PD-DM001) monitora os sinais fisiológicos do indivíduo, afim de averiguar alterações na frequência cardíaca, respiração e sudorese das mãos. Ideal para uso investigativo e criminal.



2 Características Técnicas

- Tensão: 100-240 VCA - 50 / 60 Hz - 0.5A;
- Fonte de alimentação: 12 VDC - 1 A;
- Fonte reguladora de tensão: 5 V;
- Temperatura ambiente de operação: TA= 20°C a 40°C;
- Consumo próprio máximo: 0.5 mWatts;
- Dimensões (A x L x C): 10 x 18 x 14 (cm);
- Case de proteção: Papel Calandrado;
- Tipo de programações: Calibração e detecção;
- Transferência de dados: Cabo USB AB - 1,5 m.

3 Ajustes

3.1 Modo calibração

- Vestir a cinta do sensor de respiração no usuário de modo a cobrir a área de respiração aparente.
- Operador deve instruir o usuário o modo do aperto da mão no sensor de umidade.
- Posicionar o dedo indicador da mão esquerda sobre o sensor de frequência cardíaca, localizado dentro da case de proteção, aguardar, em média, 30 segundos, para a averiguação de taxa média dos batimentos por minuto (BPM).

3.2 Perguntas de calibração

- Realizar 4 perguntas de controle, para estabelecer as medições fisiológicas padrões.
- Após a aferência dos dados médios, o operador deve apertar o botão "C" para início da calibração de dados.
- Operador deve inserir os valores de máximo de cada sensor com suas respectivas margem de erro.
- Após cada valor digitado, o operador deve apertar a tecla "*" para confirmar o valor.
- Para recomeçar os ajustes, o operador deve apertar a tecla "A".

3.3 Modo detecção

- O aparelho inicia em modo "VERDADE", exibido no LCD.
- Realizar 5 perguntas de averiguação.
- O aparelho irá monitorar cada sinal dos sensores, caso um deles passe o limiar da margem de erro, o LCD mostrará o aviso de "MENTIRA".

4 Diagrama de Casos de Uso

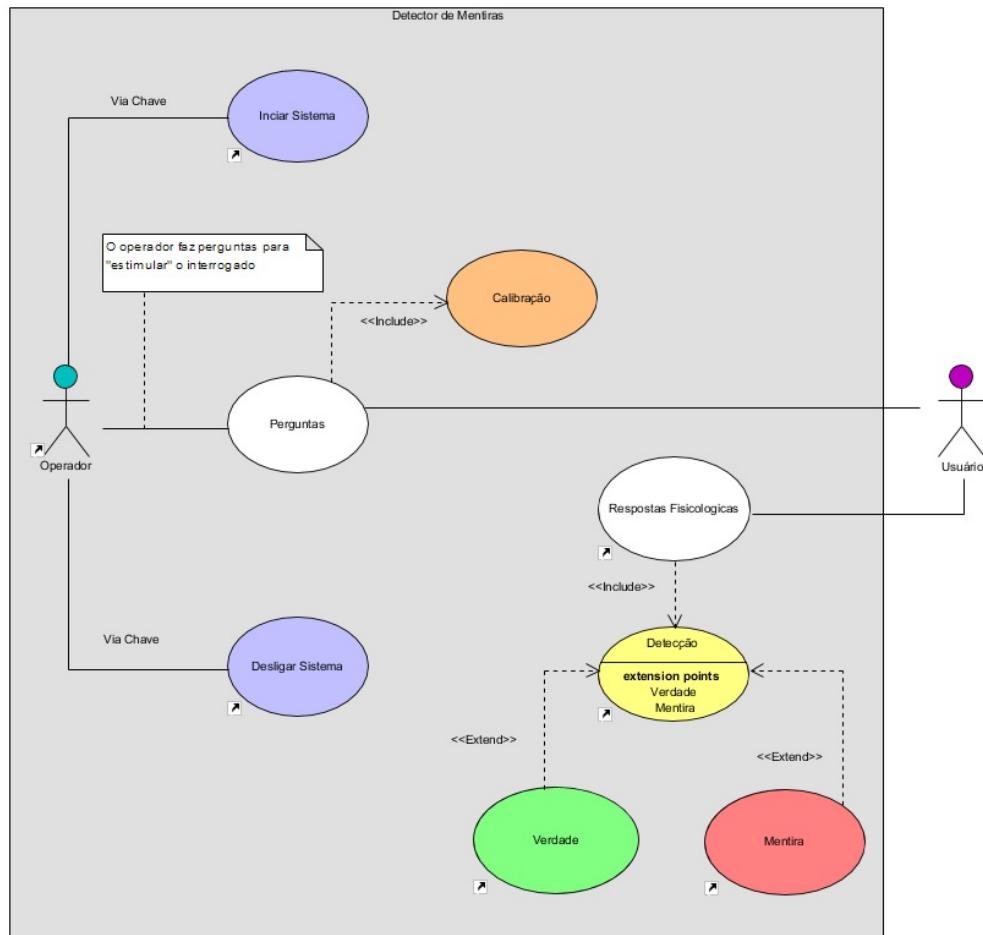


Figura 1: Diagrama de Casos de Uso do Polígrafo digital

5 Componentes

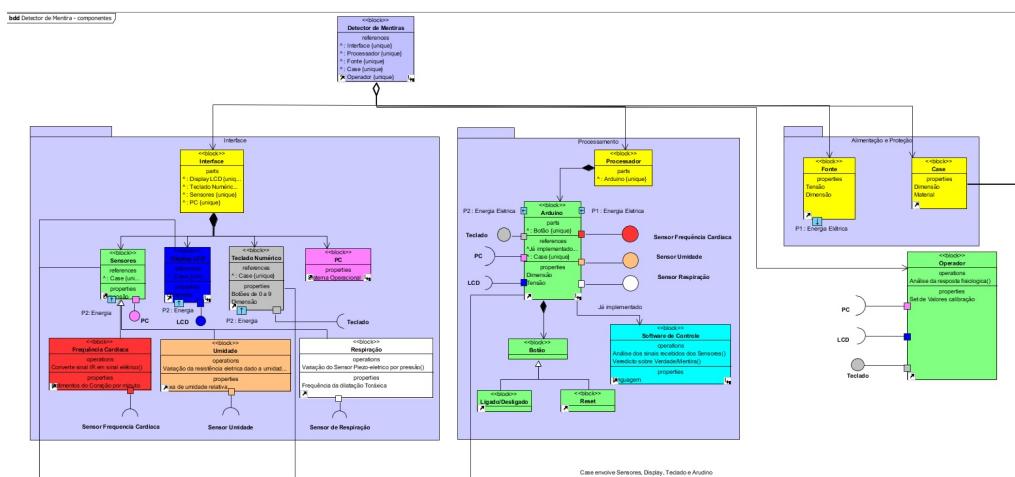


Figura 2: Diagrama de Blocos dos Componentes para o Polígrafo Digital

5.1 Arduino MEGA 2560



Figura 3: Arduino MEGA 2560

Especificações:

Microcontrolador: ATmega2560 (datasheet)

Tensão de Operação: 5V

Tensão de Entrada: 7-12V

Portas Digitais: 54 (15 podem ser usadas como PWM)

Portas Analógicas: 16

Corrente Pinos I/O: 40mA

Corrente Pinos 3,3V: 50mA

Memória Flash: 256KB (8KB usado no bootloader)

SRAM: 8KB

EEPROM: 4KB

Velocidade do Clock: 16MHz

5.2 Sensor de umidade

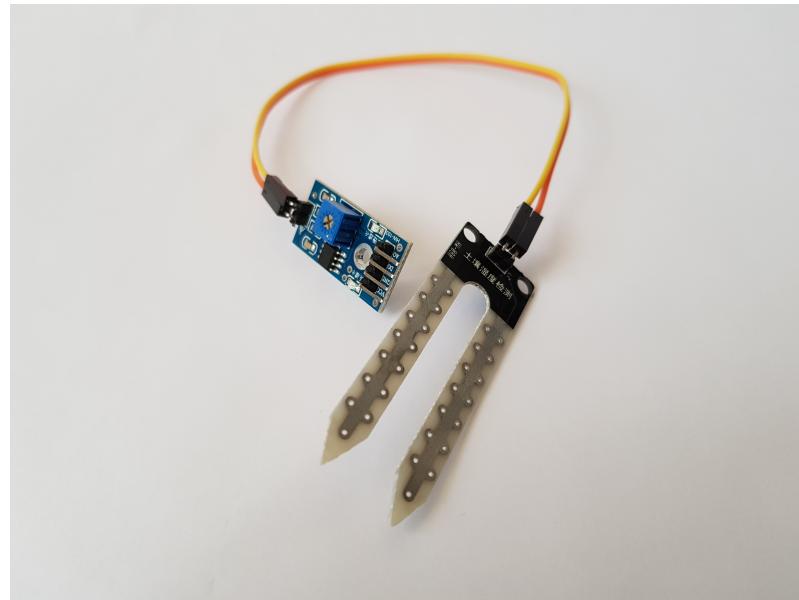


Figura 4: Sensor Umidade

Especificações:

Tensão de Operação: 3,3-5v.

Sensibilidade ajustável via potenciômetro.

Saída Digital e Analógica.

Fácil instalação.

Led indicador para tensão (vermelho).

Led indicador para saída digital (verde).

Comparador LM393.

Dimensões PCB: 3×1,5 cm.

Dimensões Sonda: 6×2 cm.

Comprimento Cabo: 21 cm.

5.3 Oxímetro MAX30102

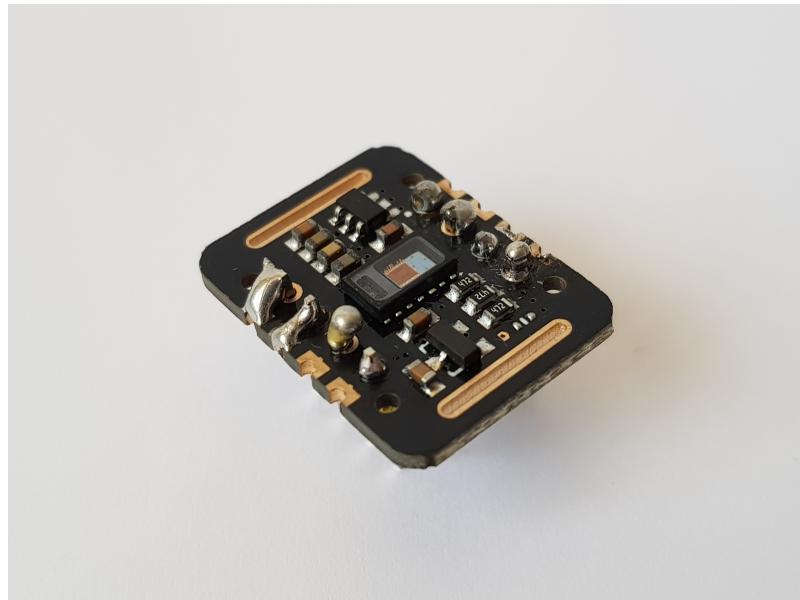


Figura 5: Sensor IR modelo MAX30102 [1]

Especificações:

Pequeno Módulo óptico de 5,6 mm x 3,3 mm x 1,55 mm.
Monitor de freqüência cardíaca de baixa potência ($\pm 1\text{mW}$).
Corrente de desligamento ultra baixa (tipo $0,7\mu\text{A}$).
Faixa de temperatura de operação de -40°C a $+85^\circ\text{C}$
Resistores de 10k para portas SDA e SCL

5.4 Transdutor / Pastilha Piezoelétrica - 35 mm

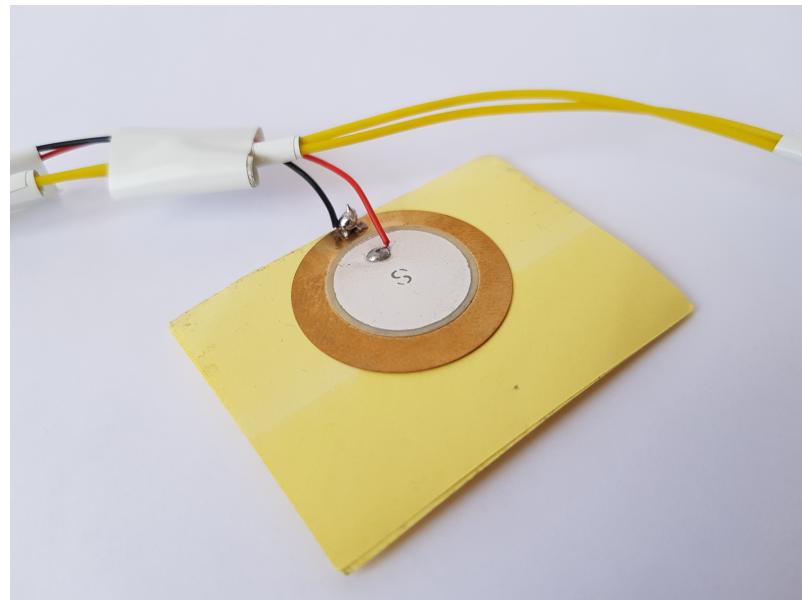


Figura 6: Transdutor / Pastilha Piezoelétrica - 35 mm

Especificações:

Material: Latão

Freqüência Ressonante (kHz) : 4,6 +/- 0,5kHz

Impedância Ressonante (ohm) : 300 max

Capacitância (NF) : 20,0 +/- 30% [1 kHz]

Placa Diâmetro: 35mm

5.5 Fonte Ajustável Para Protoboard

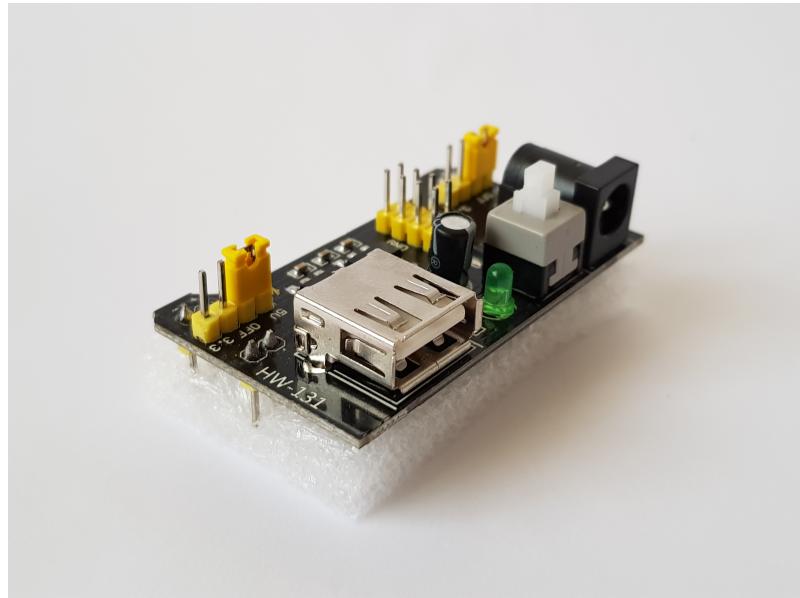


Figura 7: Fonte reguladora de tensão

Especificações:

Tensão de entrada: 7,5 a 12 VDC ou por cabo USB

Tensão de saída: 3,3v e 5v

Corrente máxima de saída: 700mA

5.6 Display Lcd 16x2 com Backlight Azul

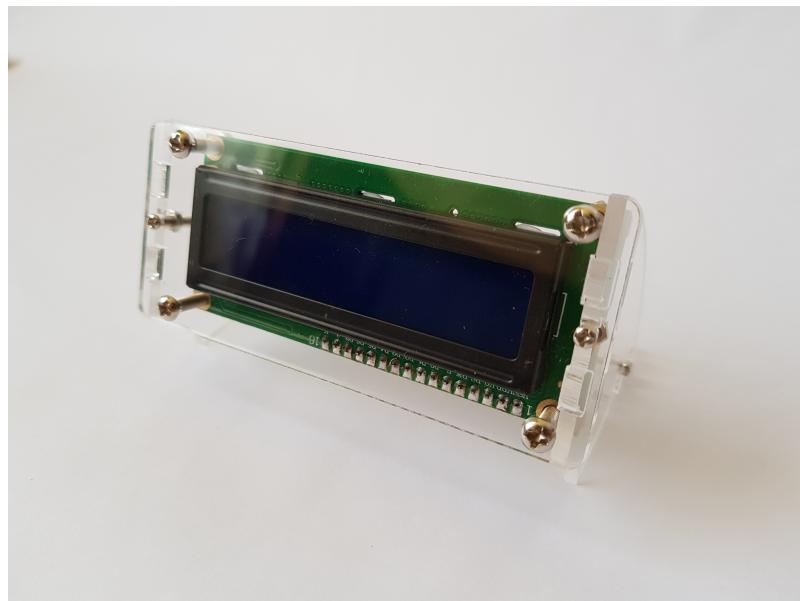


Figura 8: LCD 16x2 com suporte acrílico

Especificações:

Cor backlight: Azul

Cor escrita: Branca

Dimensão Total: 80mm X 36mm X 12mm

Dimensão Área visível: 64.5mm X 14mm

Dimensão Caracter: 3mm X 5.02mm

Dimensão Ponto: 0.52mm X 0.54mm

6 Circuito

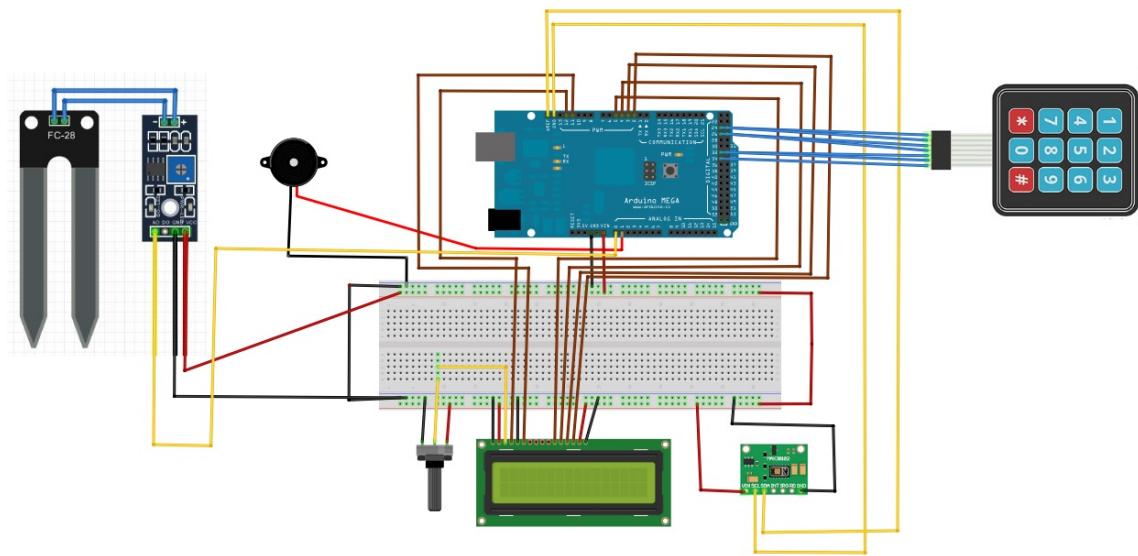


Figura 9: Esquemático do Circuito

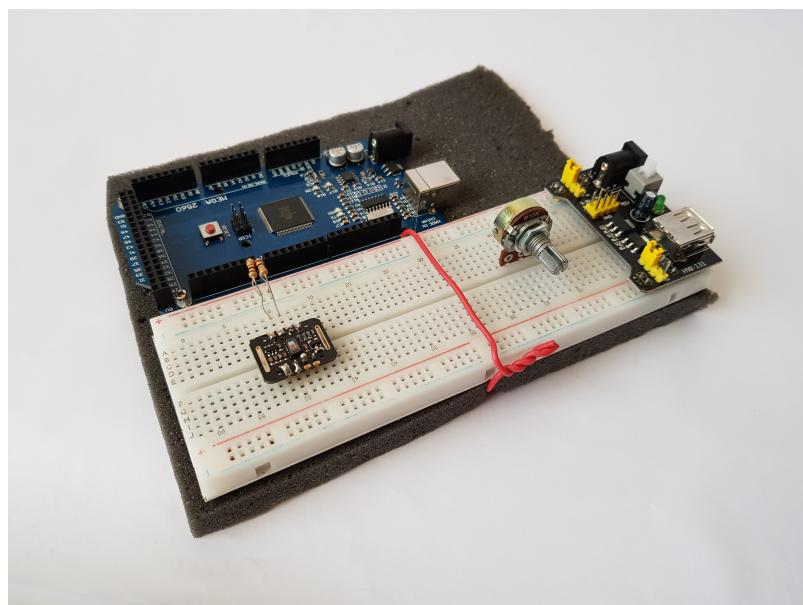


Figura 10: Montagem inicial

7 Algoritmos



Figura 11: Arduino HUB

7.1 Batimento Cardíaco

```

long irValue = particleSensor.getIR();

if (checkForBeat(irValue) == true)
{
    //We sensed a beat!
    long delta = millis() - lastBeat;
    lastBeat = millis();

    beatsPerMinute = 60 / (delta / 1000.0);

    if (beatsPerMinute < 255 && beatsPerMinute > 20)
    {
        rates[rateSpot++] = (byte)beatsPerMinute; //Store this reading in the array
        rateSpot %= RATE_SIZE; //Wrap variable

        //Take average of readings
        beatAvg = 0;
        for (byte x = 0 ; x < RATE_SIZE ; x++)
            beatAvg += rates[x];
        beatAvg /= RATE_SIZE;
    }
}

Serial.print("IR=");
Serial.print(irValue);
Serial.print(", BPM=");
Serial.print(beatsPerMinute);
Serial.print(", Avg BPM=");
Serial.print(beatAvg);

if (irValue < 50000)
    Serial.print(" No finger?");

```

Figura 12: Código para implementação da média do Batimento Cardíaco

7.2 Umidade

```
//Umidade
//Le o valor do pino A0 do sensor
valor_analogico = analogRead(pino_sinal_analogico);
//converte a variação do sensor de 0 a 1023 para 0 a 100
valor_analogico = map(valor_analogico,255,1023,100,0);
//Mostra o valor da porta analogica no serial monitor
Serial.print("Porta analogica: ");
Serial.print(valor_analogico);
Serial.println();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("M:");
lcd.print(valor_analogico);
```

Figura 13: Código para implementação da leitura de umidade

7.3 Respiração

```
//Respiração
//ROTINA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MÉDIA DA RESPIRAÇÃO
if (millis() - lastTime  >= dt)    // wait for dt milliseconds
{
    lastTime = millis();
    // read the sensor and store it in the variable sensorReading:
    sensorReading = analogRead(piezoSensor);
    //Converte a voltagem do sensor para ser lida
    voltage = sensorReading * (10.0 / 1023.0); // this line changed !!

    //Serial.print("SensorValue: ");
    //Serial.println(sensorValue);
    //Serial.print("Last voltage: ");
    //Serial.println>LastVoltage, 4);
    //Serial.print("Current voltage: ");
    //Serial.println(voltage, 4 );

    rate = (voltage-LastVoltage);
    //Serial.print("dV/dt: ");
    //Serial.println(1000*rate/dt, 4);
    Serial.println();

    LastVoltage = voltage;
}
```

Figura 14: Código para implementação da frequência respiratória

7.4 Detecção

```

if(calibrado == false ){
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("CALIBRA");
}
if( ((voltage*1.1) > res_fis_inc[2]) ^ ((valor_analogico*1.1) > res_fis_inc[1]) ^ ((beatAvg*1.1) > res_fis_inc[0]) ) {
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("MENTIRA");
    delay(500);
}
if( (((voltage-(voltage*0.1)) < res_fis_inc[2] ) && (res_fis_inc[2] > (voltage+(voltage*0.1)))) ) && (((valor_analogico-(valor_analogico*0.1))
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("VERDADE");
}
}

```

Figura 15: Código para implementação do monitoramento dos sensores dado ao limiar

A lógico sempre se baseia pelo valor máximo de cada sensor
(frequencia cardiaca = media, sensor respiração = valor de comparação
umidade = valor da umidade real da mão)

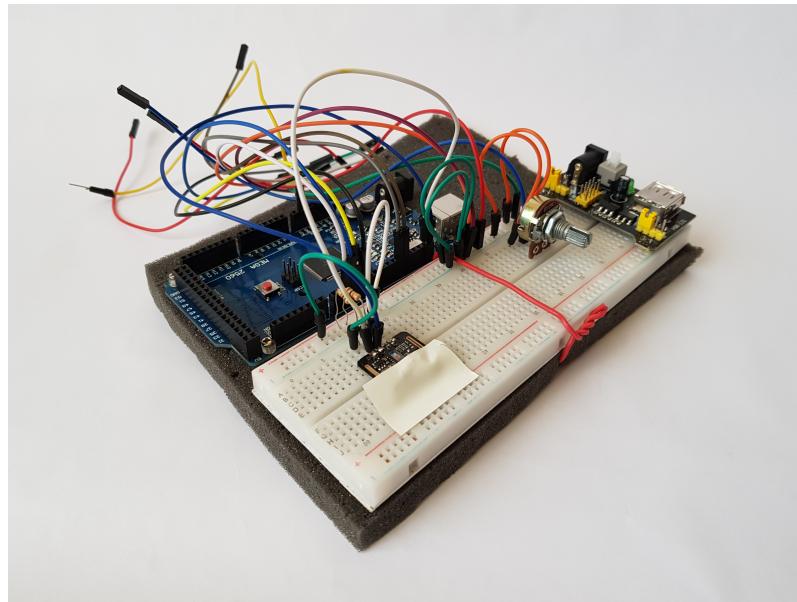
resfisinc[0] - frequencia cardíaca

resfisinc[1] - umidade

resfisinc[2] - respiracao

Todos os requisitos e código do arduino podem ser encontrados no repositório do GitHub: Detector de Mentiras - LINK [5]

8 Descarte



O Polígrafo Digital está classificado, segundo PNRS, Política Nacional de Resíduos Sólidos, como REEE (Resíduos Eletroeletrônicos), na categoria linha verde e marrom. [2] O consumidor deve efetuar a devolução após o uso, ao comerciante ou distribuidor, do produto, para que seja efetuada logística reversa, de acordo com o Art. 33. § 4º da Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010. O fabricante dará destinação ambientalmente adequada ao produto, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente.

Peça	Modo	Norma que define o descarte
Arduino Mega 2560	REEE	NBR16156 [3]
Sensor de umidade	REEE	NBR16156
Oxímetro MAX30102	REEE	NBR16156
Pastilha Piezoelétrica	REEE	NBR16156
Fonte ajustável	REEE	NBR16156
Display LCD	REEE	NBR16156
Protoboard	REEE	NBR16156
Teclado Membrana 4x4	REEE	NBR16156
Case - Papel calandrado	Classe II	NBR 11174 [4]

Tabela 1: Descarte de peças

9 Resultados



Figura 16: Polígrafo em funcionamento

O polígrafo digital funciona com os valores de controles em nível zero, o LCD apresenta a necessidade de calibração com os dizeres "CALIBRA", após a calibração o detector entra em modo de monitoramento com os dizeres "VERDADE", por padrão, no display. Caso ocorra alta variação detectada pelos sensores, o diplasy informará ao operador que houve um evento de possível mentira.

A precisão dos sensores é de 90%

O sensor de batimento cardíaco realiza a média da variação de infravermelho refletida da ponta do dedo.

O Sensor de respiração realiza a conversão da pressão da pastilha piezoelétrica de 0 a 5 volts dado a métrica de 0 a 10.

O sensor de umidade realiza a medição de umidade das mãos dado a métrica 0 a 100.

Todos os requisitos e código do arduino podem ser encontrados no repositório do GitHub: Detector de Mentiras

10 Referências

- [1] <https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/MAX30102.html>
- [2] <https://blog.brpolen.com.br/residuos-de-equipamentos-eletroeletronicos-reeee-definicao-descarte-e-reciclagem/>
- [3] <https://www.target.com.br/setor-eletroeletronico/produtos/normas-tecnicas/42994/nbr16156-residuos-de-equipamentos-eletroeletronicos-requisitos-para-atividade-de-manufatura-reversa>
- [4] <https://www.vgresiduos.com.br/blog/normas-aplicaveis-aos-locais-de-armazenamento-de-residuos-industriais/>
- [5] Detector de Mentiras - LINK GitHub