



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - SECTI
FUNDAÇÃO DE APOIO À ESCOLA TÉCNICA - FAETEC
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FERREIRA VIANA - ETEFV
COORDENAÇÃO DE ELETRÔNICA

Ataécio Mezzavilla Junior
Ezequiel Tavares Ferreira
Guilherme Mendonça Mezzavilla
Júlio César Silva Cruz

AUTOMAÇÃO DA FREQUÊNCIA DISCENTE COM IDENTIFICAÇÃO POR BIOMETRIA

Rio de Janeiro
2024

Ataécio Mezzavilla junior
Ezequiel Tavares Ferreira
Guilherme Mendonça Mezzavilla
Júlio César Silva Cruz

AUTOMAÇÃO DA FREQUÊNCIA DISCENTE COM IDENTIFICAÇÃO POR BIOMETRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
ETE Ferreira Viana, da Fundação de apoio à
Escola Técnica, como requisito parcial para a
obtenção da habilitação profissional de Técnico
de Nível Médio em Eletrônica sob a orientação
do Professor Luis Henrique Monteiro de Castro.

Rio de Janeiro
2024

Ataécio Mezzavilla junior
Ezequiel Tavares Ferreira
Guilherme Mendonça Mezzavilla
Júlio César Silva Cruz

AUTOMAÇÃO DA FREQUÊNCIA DISCENTE COM IDENTIFICAÇÃO POR BIOMETRIA

Aprovado em : ____ / ____ / ____ **Conceito:** _____

Prof. Luis Henrique M. de Castro
ETE Ferreira Viana - Orientador
ID: 2076067-1

Prof. Ricardo Martins
ETE Ferreira Viana - Coordenador de Eletrônica
ID:

Prof. XXXXXXXXXXXXXXXX
ETE Ferreira Viana
ID:

Prof. XXXXXXXXXXXXXXXX
ETE Ferreira Viana
ID:

Rio de Janeiro
2024

RESUMO

MEZZAVILLA JÚNIOR, Ataécio; FERREIRA, Ezequiel Tavares; MEZZAVILLA, Guilherme Mendonça; CRUZ, Júlio César Silva. *Automação da frequência discente com identificação por biometria*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Técnico em Eletrônica, Escola Técnica Estadual Ferreira Viana, Fundação de Apoio à Escola Técnica, Rio de Janeiro, 2024.

O projeto visa a automação da frequência escolar por meio da identificação biométrica utilizando a plataforma Arduino. Através da integração da tecnologia de biometria, pretende-se agilizar e otimizar o processo de registro de presença dos alunos, eliminando a necessidade de métodos manuais. O Objetivo é criar um sistema eficiente e seguro que reconheça a identidade dos discentes de forma rápida e precisa, reduzindo fraudes e erros. A implementação desse sistema automatizado de controle de frequência contribuirá para uma gestão escolar mais eficaz e transparente, proporcionando uma experiência aprimorada tanto para os alunos quanto para a Instituição de Ensino.

Palavras-chave: Biometria, Arduino, Frequência, Identificação; Automação

ABSTRACT

MEZZAVILLA JÚNIOR, Ataécio; FERREIRA, Ezequiel Tavares; MEZZAVILLA, Guilherme Mendonça; CRUZ, Júlio César Silva. *Automação da frequência discente com identificação por biometria*. 2024. Course Completion Work - Electronics Technical Course, Escola Técnica Estadual Ferreira Viana, Fundação de Apoio à Escola Técnica, Rio de Janeiro, 2024.

The project aims to automate school attendance through biometric identification using the arduino platform. Through the integration of biometrics technology, the aim is to speed up and optimize the process of recording student attendance, eliminating the need for manual methods. The objective is to create an efficient and secure system that recognizes student identities quickly and accurately, reducing fraud and errors. The implementation of this automated attendance control system will contribute to more effective and transparent school management, providing an improved experience for both students and the educational institution.

Keywords: Biometrics, Arduino, Frequency, Identification; Automation

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. DESENVOLVIMENTO.....	10
3. CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18
ANEXO A - CÓDIGO ARDUINO.....	19
ANEXO B - DIAGRAMA ELETRÔNICO.....	29

1. INTRODUÇÃO

O registro de frequência escolar desempenha um papel fundamental no ambiente educacional, sendo essencial para monitorar o comparecimento regular dos alunos às aulas e garantir a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, a maneira como a frequência é tradicionalmente registrada, por meio de métodos manuais como a chamada de sala de aula ou à assinatura em listas de presença, apresenta limitações significativas. Esses métodos são suscetíveis a erros humanos, consomem tempo precioso em sala de aula e podem ser propensos a fraudes, comprometendo a precisão dos registros de frequência.

Neste contexto, o presente projeto tem como objetivo central a automação da frequência discente por meio da identificação biométrica, utilizando a plataforma Arduino. A biometria oferece uma abordagem tecnológica avançada e segura para a identificação de indivíduos, baseada em características únicas, como impressões digitais, retina ou reconhecimento facial. Através da implementação de sistemas biométricos, pretende-se revolucionar a maneira como a frequência é registrada, eliminando as desvantagens dos métodos tradicionais.

Delimitação do Tema

A pesquisa se concentra na aplicação de identificação biométrica especificamente em escolas de ensino fundamental e médio. A escolha dessa faixa educacional deve-se à maior necessidade de monitoramento rigoroso da frequência, visando assegurar a presença dos alunos e, conseqüentemente, o sucesso do processo educacional.

Problema de Pesquisa

O problema central desta pesquisa pode ser formulado como: "Como a automação da frequência escolar através de identificação biométrica pode melhorar a precisão e eficiência dos registros de presença em escolas de ensino fundamental e médio?"

Objetivos

Objetivo Geral:

Analisar a eficácia da automação do controle de frequência escolar por meio da identificação biométrica utilizando a plataforma Arduino.

Objetivos Específicos:

1. Identificar as principais limitações dos métodos tradicionais de registro de frequência.
2. Desenvolver e implementar um protótipo de sistema de controle de frequência baseado em biometria.
3. Avaliar a eficácia e eficiência do sistema automatizado em comparação com os métodos tradicionais.
4. Investigar a aceitação e usabilidade do sistema entre alunos e professores.

Justificativa

A relevância deste projeto reside na capacidade de aprimorar significativamente a eficiência do processo de registro de presença dos alunos. Com a automação da frequência, espera-se que os professores e instituições de ensino economizem tempo valioso que pode ser direcionado ao ensino e à interação com os alunos. Além disso, a precisão dos registros de frequência será substancialmente melhorada, uma vez que os sistemas biométricos são conhecidos por sua confiabilidade na identificação de indivíduos. Isso reduzirá a possibilidade de fraudes, garantindo a integridade dos dados de frequência. A implementação deste sistema automatizado não apenas beneficia os educadores, mas também proporciona uma experiência aprimorada para os alunos, aumentando a credibilidade da instituição de ensino e melhorando a gestão escolar de forma geral.

Metodologia

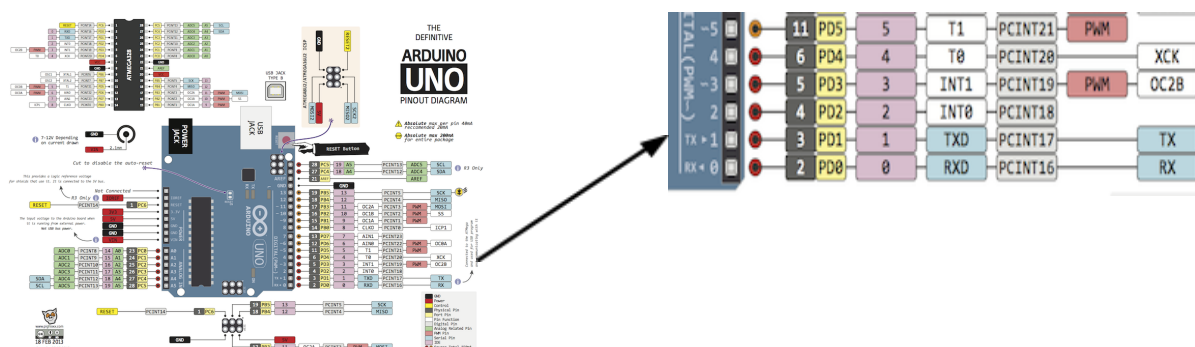
Para alcançar os objetivos propostos, este estudo adotará uma abordagem metodológica mista. Primeiramente, será realizada uma revisão bibliográfica sobre os métodos tradicionais e modernos de controle de frequência escolar, utilizando como fonte Portes et al. (2023) que desenvolveram um projeto final sobre automação da frequência discente com identificação por biometria na ETEFV/FAETEC, Rio de Janeiro . Em seguida, será desenvolvido um protótipo de sistema de identificação biométrica utilizando a plataforma Arduino.

O trabalho de PORTES et al foi concebido a partir da integração com o Arduino para a implementação de um controle de frequência discente com identificação biométrica.

2. DESENVOLVIMENTO

Para realização deste trabalho foi utilizado como referência o projeto realizado pelos alunos da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana da turma 3251/2023, visando aprimorar e implementar um protótipo eficiente.

Inicialmente, foi feita a montagem dos componentes separadamente a fim de realizar os testes de funcionamento dos mesmos. Todos os testes iniciais foram bem sucedidos, porém no decorrer da montagem do protótipo, o leitor biométrico apresentava um erro de sincronia com o arduino e, após conselho/ajuda do professor, foi descoberto que o problema estava na conexão dos pinos RX e TX com as portas escolhidas do arduino. No início da montagem, haviam sido escolhidos os pinos 2 para o RX e 3 para o TX. Na imagem (mapa de pinos) abaixo é possível visualizar que os pinos 2 e 3, associados à interrupção externa 0 (INT0) e à interrupção externa 1 (INT1), respectivamente, interrompiam a comunicação serial entre o arduino e o leitor biométrico. Por este motivo foi necessária a troca das portas para os pinos 11 e 12 do arduino no qual obteve-se sucesso na referida comunicação.



No decorrer do projeto surgiram outros percalços como um dano no regulador de tensão do arduino no qual, após a troca do mesmo, o circuito tornou a funcionar corretamente. Outro componente que aparentava defeito por motivo desconhecido foi o display lcd que se normalizou após sua troca.

Outra questão importante observada foi a alimentação do microcontrolador. Como estava sendo realizada a fase de teste final, percebeu-se que alimentação da placa por meio do cabo de transmissão serial estava ocasionando atrasos e travamentos no programa, impossibilitando seu efetivo funcionamento. Após realizar a troca do cabo serial (5v) por uma fonte de alimentação de 12v 1A notou-se o aumento da velocidade de leitura do programa e a

cessação dos travamentos.

Para a montagem do hardware foram feitas as seguintes conexões:

- Leitor Biométrico DY-50:
 - Pino RX do leitor conectado no pino digital 11 do Arduino;
 - Pino TX do leitor conectado no pino digital 12 do Arduino.
- Display LCD 16x2 com módulo I2C:
 - Pino SDA do display conectado no pino analógico A4 do Arduino;
 - Pino SCL do display conectado no pino analógico A5 do Arduino.
- Teclado matricial membrana 4x4:
 - L1 do teclado no pino 3 do Arduino;
 - L2 do teclado no pino 4 do Arduino;
 - L3 do teclado no pino 5 do Arduino;
 - L4 do teclado no pino 6 do Arduino;
 - C1 do teclado no pino 7 do Arduino;
 - C2 do teclado no pino 8 do Arduino;
 - C3 do teclado no pino 9 do Arduino;
 - C4 do teclado no pino 10 do Arduino.
- LED verde e resistor:
 - Ligar um terminal do resistor no catodo do led e outro terminal do resistor no pino analógico A0;
 - Ligar o anodo do led no GND.
- LED vermelho e resistor:
 - Ligar um terminal do resistor no catodo do led e outro terminal do resistor no pino analógico A1;
 - Ligar o anodo do led no GND.
- Buzzer passivo:
 - Conectar o terminal “+” do buzzer no pino analógico A2 do Arduino;
 - Conectar o terminal “-” do buzzer no GND.

OBS: Como foi necessário aterrar 5 componentes e o Arduino tem apenas 4 pinos de encaixe GND foi feito o uso de uma protoboard tamanho pequeno (170 furos) para poder aterrar todos os componentes.

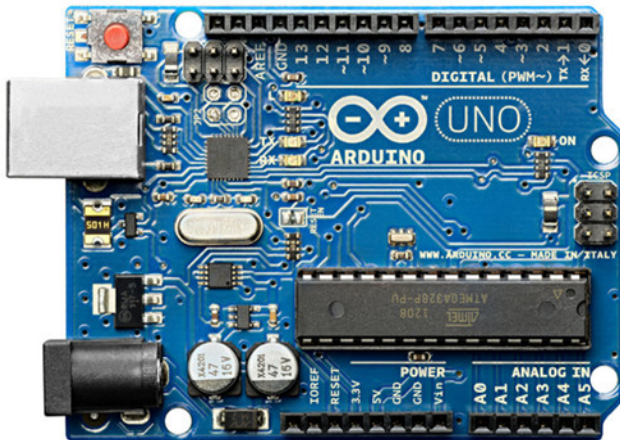
Para a realização do projeto foi utilizado os seguintes materiais:

Relação de materiais utilizados e estimativa de custo

Preços	
Componentes	Valor
01(um) Arduino UNO	R\$ 70,00
01(um) Leitor Biométrico DY-50	R\$ 80,00
01(um) Teclado matricial membrana 4x4	R\$ 20,00
01(um) Display LCD 16x2 com módulo I2C	R\$ 35,00
01(um) Led vermelho 1.8v	R\$ 0,50
01(um) Led verde 2.0v	R\$ 0,50
02(dois) Resistores de 100 Ohms	R\$ 1,00
01(uma) protoboard tamanho pequeno (170 furos)	R\$ 5,00
01(um) Buzzer 12mm 5v	R\$ 10,00
Caixa de madeira com as seguintes dimensões: 22cm comprimento x 12cm largura x 8cm altura	R\$ 15,00
Fonte de alimentação 12v 1A	R\$ 13,00
TOTAL	R\$ 250,00

Contextualização dos componentes utilizados no projeto:

Arduino UNO:



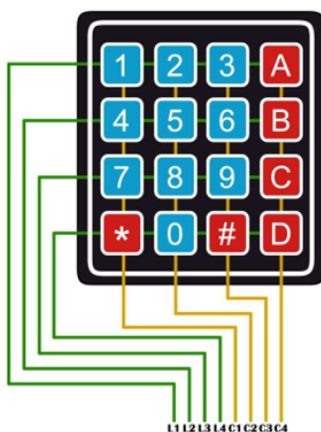
O Arduino UNO é uma placa de desenvolvimento de hardware de código aberto baseada em microcontrolador. Ele possui entradas e saídas digitais e analógicas que podem ser programadas para realizar uma variedade de funções, como acionamento de motores, leitura de sensores e controle de dispositivos. O Arduino UNO é programado através de uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) que utiliza uma linguagem de programação baseada em C/C++.

Leitor biométrico DY-50:



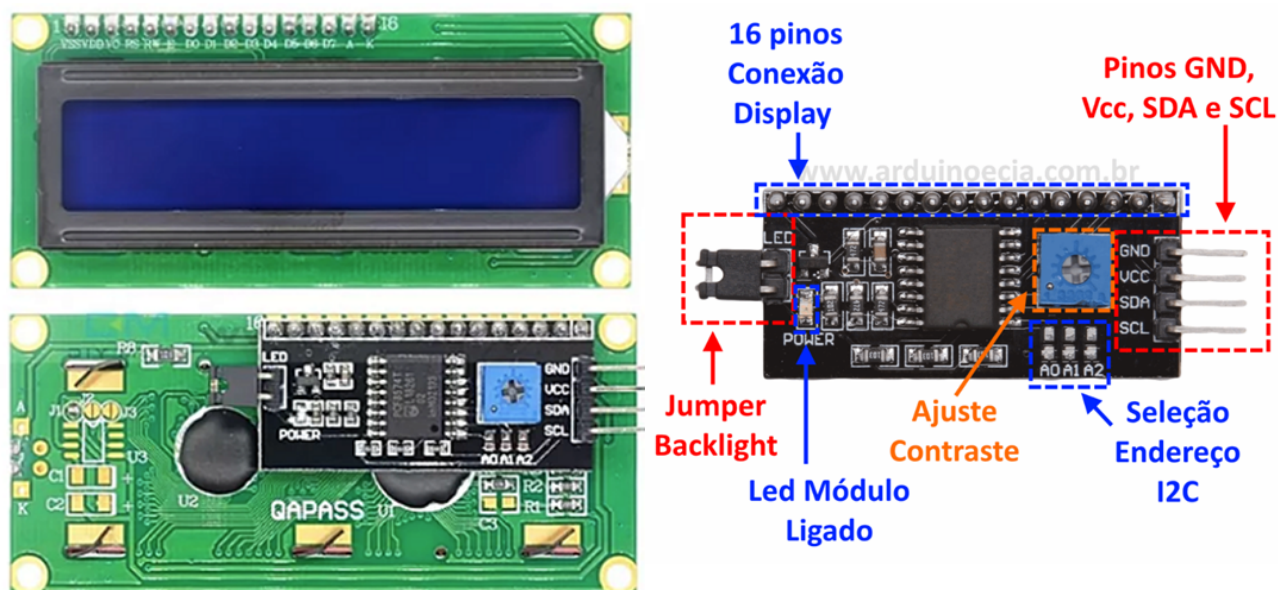
O leitor biométrico DY-50 é um dispositivo que permite a autenticação por meio de impressões digitais. Ele utiliza sensores ópticos para capturar a imagem das impressões digitais e um algoritmo para identificar e verificar a identidade do usuário com base nesses padrões únicos.

Teclado matricial membrana 4x4:



Este teclado consiste em uma matriz de botões dispostos em linhas e colunas. Cada botão tem uma conexão única correspondente à sua linha e coluna. Quando um botão é pressionado, ele fecha o circuito entre uma linha e uma coluna específicas, permitindo que o microcontrolador detecte qual botão foi pressionado com base nas linhas e colunas ativadas.

Display LCD 16x2 com módulo I2C:



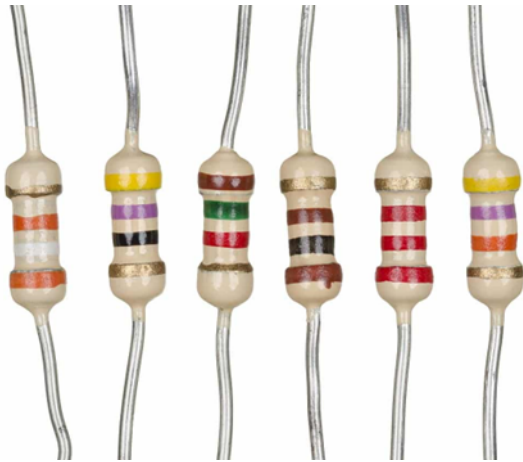
O Display LCD 16x2 é uma tela de cristal líquido que pode exibir até 16 caracteres em duas linhas. O módulo I2C é uma interface de comunicação serial que simplifica a conexão do display ao Arduino, reduzindo o número de pinos necessários. O protocolo I2C permite que o Arduino se comunique com o display enviando dados e comandos para controlar o que é exibido.

LEDs:



Os LEDs (Light Emitting Diodes) são dispositivos semicondutores que emitem luz quando uma corrente elétrica passa por eles. Eles são frequentemente usados como indicadores visuais em projetos eletrônicos, podendo ser ligados e desligados pelo Arduino para sinalizar diferentes condições ou estados.

Resistores:



Os resistores são componentes eletrônicos que limitam o fluxo de corrente em um circuito. Eles são usados para controlar a corrente que passa por outros componentes, como LEDs, evitando danos por excesso de corrente. Os resistores têm um valor de resistência específico, medido em ohms (Ω), que determina a quantidade de corrente que podem limitar.

Buzzer passivo:



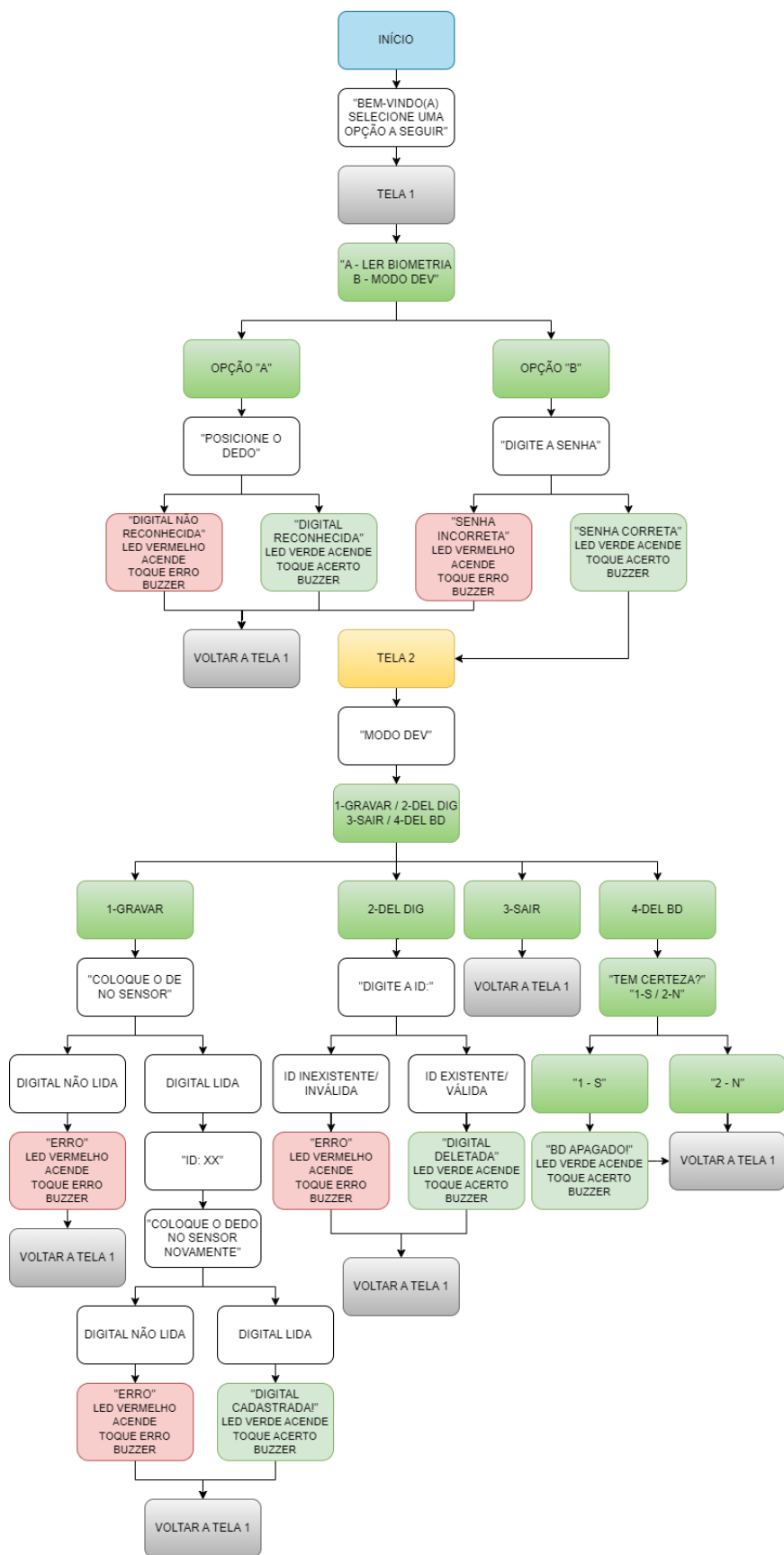
O buzzer é um dispositivo que converte corrente elétrica em som. Ele consiste em um diafragma vibratório ligado a um circuito elétrico. Quando uma corrente elétrica é aplicada ao buzzer, o diafragma vibra, produzindo som. O buzzer pode ser usado para emitir alertas sonoros em projetos eletrônicos.

Protoboard:



Uma protoboard, também conhecida como placa de ensaio ou breadboard, é uma placa plástica com muitos orifícios conectados eletricamente em linhas condutoras. Ela permite que componentes eletrônicos, como resistores, LEDs e fios, sejam facilmente conectados temporariamente para prototipagem e teste de circuitos eletrônicos sem a necessidade de soldagem.

Para melhor compreensão do projeto, foi desenvolvido um fluxograma de funcionamento:



3. CONCLUSÃO

Com esse projeto em desenvolvimento foi possível perceber as várias atuações do arduino no meio escolar, tendo um papel de grande importância para os avanços e melhorias na qualidade e segurança do ensino-aprendizagem, otimizando o tempo e auxiliando a interação do aluno com o meio tecnológico.

Para os estudantes da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana, o protótipo de automação de frequência discente será de grande importância, pois o mesmo foi feito utilizando materiais de estudos nas aulas de laboratório de eletrônica especializada, sendo assim o protótipo possibilitou a integração do aluno com um dos seus principais objetivos de estudos, o arduino, importante ressaltar que para os estudantes essa interação com a tecnologia pode servir de inspiração para a criação de novos projetos.

O sistema registra apenas as digitais presentes na memória do sensor biométrico, evitando assim fraudes na realização da frequência escolar, já que terceiros não são capazes de manipular os dados, o que ocorre no processo de frequência realizados por meio das listas feitas à mão. Esse método é um dos mais eficazes e práticos em relação ao tempo gasto em sala para efetuar a chamada.

Para aprimorar ainda mais o funcionamento do sistema, algumas melhorias são sugeridas:

1. Substituição do display LCD por um display OLED de 2,42 polegadas com resolução de 128x64 pixels que proporciona uma visualização mais rica e nítida das informações.
2. Para facilitar a navegação no display, poderiam ser adicionados dois botões, um para avançar e outro para retroceder nas páginas da lista.
3. Incorporar uma função ao programa que possibilitasse a visualização da lista de presentes diretamente no display e em um diário digital. Esta medida está em consonância com a determinação estabelecida na Lei nº 12.682/2012, que dispõe sobre a elaboração e o arquivamento de documentos em meio digital e tem como objetivo facilitar a tramitação de processos e a gestão documental, promovendo a eficiência administrativa e a economia de recursos. Com essa implementação, o relatório de presença estaria disponível digitalmente,

trazendo praticidade inclusive para os serviços de aprovisionamento e direção de secretaria, entre outros.

4. Criar uma função adicional que automatize o envio da lista de presentes para a secretaria seria extremamente útil, otimizando o processo administrativo e garantindo maior eficiência no gerenciamento dos dados.

Essas melhorias contribuíram significativamente para aprimorar a usabilidade e a funcionalidade do sistema como um todo.

REFERÊNCIAS

DOCUMENTAÇÃO de Referência da Linguagem Arduino em português. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/>. Acesso em 13 mai. 2024.

OLIVEIRA, Cláudio Luís Vieira; ZANETTI, Humberto Augusto Piovesana. *Arduino descomplicado*: Como elaborar projetos de eletrônica. 1ª edição. São Paulo: Editora Érica Saraiva, 2015.

MCROBERTS, Michael. *Arduino básico*. 1ª edição. São Paulo: Editora Novatec, 2011.

PORTES, Nicolas Medeiros; REYNA, Daniel Felipe Lemos; MARTINS, Larissa Araujo Maia; THEOTONIO, Victor Hugo Schmidt; DOS PASSOS, Kayke Justino Procópio. *Automação da frequência discente com identificação por biometria*. Projeto final. Rio de Janeiro: ETEFV/FAETEC, 2023.

ANEXO A - CÓDIGO ARDUINO

```
#include <EEPROM.h>
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
SoftwareSerial mySerial(11, 12); // RX e TX
Adafruit_Fingerprint finger(&mySerial);

const int senha = 351;
const int tempoEspera = 2000;
uint16_t nextID;
int modoDev = 0;
int buzzer = 16;
int som1 = 2352;
int som2 = 2452;
int somTeclado = 1000;

const byte ROWS = 4, COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {{'1', '2', '3', 'A'},
                          {'4', '5', '6', 'B'},
                          {'7', '8', '9', 'C'},
                          {'*', '0', '#', 'D'}};

byte rowPins[ROWS] = {3, 4, 5, 6};
byte colPins[COLS] = {7, 8, 9, 10};

Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
int key;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  pinMode(14, OUTPUT);
  pinMode(15, OUTPUT);

  finger.begin(57600);
  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("Sensor biométrico pronto!");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  Sensor ok!");
  }
}
```

```

    nextID = EEPROM.read(0);
} else {
    Serial.println("Erro ao verificar sensor biométrico!");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Erro no sensor");
    while (true);
}

// Inicializa teclado
keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

exibirMensagemInicial();
}

void loop() {
    char key = keypad.getKey();
    if (key == NO_KEY) return;

    if (key) {
        tone(buzzer, somTeclado);
        delay(100);
        noTone(buzzer);
    }

    switch (key) {
        case 'A': lerBiometria(); break;
        case 'B': modoDesenvolvedor(); break;
        default: handleDevMode(key); break;
    }
}

void exibirMensagemInicial() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" BEM-VINDO(A)");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" A AULA");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1, 0);
    lcd.print("SELECIONE UMA");
    lcd.setCursor(1, 1);
    lcd.print("OPCAO A SEGUIR");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("A - LER BIOMETRIA");
    lcd.setCursor(0, 1);

```

```

    lcd.print("B - MODO DEV");
    modoDev = 0;
}

void mensagemInicial(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("A - LER BIOMETRIA");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("B - MODO DEV");
    modoDev = 0;
}

void lerBiometria() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("POSICIONE O DEDO");

    while (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK);
    if (finger.image2Tz() != FINGERPRINT_OK) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("ERRO");
        toqueDeErro();
        Serial.println("Erro na imagem");
        return;
    }

    if (finger.fingerFastSearch() == FINGERPRINT_OK) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("DIG. RECONHECIDA");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("ID: ");
        lcd.print(finger.fingerID);
        Serial.print("Digital encontrada com confiança de ");
        Serial.println(finger.confidence);
        Serial.print("ID ");
        Serial.println(finger.fingerID);

        digitalWrite(14, HIGH);

        for(int i=0; i<4; i++){
            tone(buzzer, som1);
            delay(75);
            tone(buzzer, som2);
            delay(75);
        }
        tone(buzzer, som1);
    }
}

```

```

    delay(120);
    noTone(buzzer);

    delay(1000);
    digitalWrite(14, LOW);
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" ERRO - DIGITAL");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" NAO ENCONTRADA");
    Serial.println("DIGITAL NAO ENCONTRADA");

    toqueDeErro();
}
delay(tempoEspera);
mensagemInicial();
}

void modoDesenvolvedor() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("DIGITE A SENHA:");
    lcd.setCursor(0, 1);

    int senhaDigitada = 0;
    bool senhaIncorreta = false;
    char key;

    while (true) {
        key = keypad.getKey();

        if (key) {
            tone(buzzer, somTeclado);
            delay(100);
            noTone(buzzer);
        }

        if (key >= '0' && key <= '9') {
            senhaDigitada = senhaDigitada * 10 + (key - '0');
            lcd.print('*');
        } else if (key == '#') {
            break;
        }
        if (senhaDigitada == senha) break;
    }

    if (senhaDigitada == senha) {
        lcd.clear();
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("MODO DEV");
    delay(200);
    toqueDeAcerto();
    delay(1200);
    exhibirMenuModoDev();
    modoDev = 1;
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("SENHA INCORRETA!");

    delay(200);
    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
}
}

void exhibirMenuModoDev() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("1-GRAV 2-DEL DIG");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("3-SAIR 4-DEL BD");
}

void handleDevMode(char key) {
    if (modoDev != 1) return;

    switch (key) {
        case '1': gravarBiometria(); break;
        case '2': deletarBiometria(); break;
        case '3': mensagemInicial(); break;
        case '4': apagarBancoDeDados(); break;
        default: break;
    }
}

void gravarBiometria() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("  GRAVANDO");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("POSICIONE O DEDO");

    if(key == "D"){mensagemInicial();}

```

```

while (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK);

if (finger.image2Tz(1) != FINGERPRINT_OK) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("    ERRO");

    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
    return;
}

int id = nextID;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("NOVA ID: " + String(id));
delay(tempoEspera);

while (finger.getImage() != FINGERPRINT_NOFINGER);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("COLOQUE O DEDO");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("NO SENSOR NOV.");

while (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK);

if (finger.image2Tz(2) != FINGERPRINT_OK) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("    ERRO");

    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
    return;
}

if (finger.createModel() == FINGERPRINT_OK) {
    if (finger.storeModel(id) == FINGERPRINT_OK) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("  ID GRAVADA");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("  SUCESSO!");
    }
}

```

```

    nextID++;
    EEPROM.write(0, nextID);

    digitalWrite(14, HIGH);

    for(int i=0; i<4; i++){
        tone(buzzer, som1);
        delay(75);
        tone(buzzer, som2);
        delay(75);
    }
    tone(buzzer, som1);
    delay(120);
    noTone(buzzer);

    delay(1000);
    digitalWrite(14, LOW);

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("FALHA AO SALVAR");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("A ID " + String(id));

    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
}
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("ERRO AO TENTAR");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("CRIAR MODELO");

    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
}

delay(tempoEspera);
}

void deletarBiometria() {

```

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(1, 0);
lcd.print("DIGITE A ID:");
lcd.setCursor(0, 1);

int idApagada = 0;
String inputText = "";
char key;

while (true) {
    key = keypad.getKey();

    if (key) {
        tone(buzzer, somTeclado);
        delay(100);
        noTone(buzzer);
    }

    if (key >= '0' && key <= '9') {
        idApagada = idApagada * 10 + (key - '0');
        inputText += key;
        lcd.print(key);
    } else if (key == '#') {
        break;
    }
}

if (finger.deleteModel(idApagada) == FINGERPRINT_OK) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("  APAGADA!");

    toqueDeAcerto();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("FALHA AO APAGAR");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("A ID " + inputText);

    toqueDeErro();

    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
}

```

```

    delay(tempoEspera);
}

void apagarBancoDeDados() {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" TEM CERTEZA?");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" 1 - S / 2 - N");

    char choice = 0;
    while (true) {
        char key = keypad.getKey();

        if (key) {
            tone(buzzer, somTeclado);
            delay(100);
            noTone(buzzer);
        }

        if (key == '1' || key == '2') {
            choice = key;
            break;
        }
    }

    if (choice == '1') {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("APAGANDO BANCO");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("AGUARDE...");
        if (finger.emptyDatabase() == FINGERPRINT_OK) {
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print(" BANCO APAGADO");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(" COM SUCESSO!");
            nextID = 0;
            EEPROM.write(0, nextID);

            toqueDeAcerto();

            delay(tempoEspera);
            mensagemInicial();
        } else {
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print("ERRO AO APAGAR");

```

```

        toqueDeErro();

        delay(tempoEspera);
        mensagemInicial();
    }
} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("CANCELADO");
    delay(tempoEspera);
    mensagemInicial();
}
}

```

```

void toqueDeErro() {
    digitalWrite(15, HIGH);
    for(int i=0; i<2; i++){
        tone(buzzer, 200);
        delay(300);
        noTone(buzzer);
        delay(300);
    }
    delay(700);
    digitalWrite(15, LOW);
}

```

```

void toqueDeAcerto() {
    digitalWrite(14, HIGH);
    for(int i=0; i<2; i++){
        tone(buzzer, 5000);
        delay(100);
        noTone(buzzer);
        delay(100);
    }
    delay(700);
    digitalWrite(14, LOW);
}

```

ANEXO B - DIAGRAMA ELETRÔNICO

