



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

DANIEL TRESSE DOURADO (daniel.tresse.dourado@uel.br)  
MARCELO IGOR FUJII (marcelinho.bras@uel.br)  
NATHAN ANDREANI NETZEL (nathan.andreani@uel.br)  
PEDRO HENRIQUE CRUCIOL PINTO  
(pedrohenrique.cruciol@uel.br)

### **RELATÓRIO FINAL:** Fechadura Eletrônica

Londrina  
2023



# Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

DANIEL TRESSE DOURADO  
MARCELO IGOR FUJII  
NATHAN ANDREANI NETZEL  
PEDRO HENRIQUE CRUCIOL PINTO

## RELATÓRIO FINAL: Fechadura Eletrônica

Relatório apresentado ao Ramo Estudantil  
IEEE da Universidade Estadual de Londrina.

Londrina  
2023

---

Contato do Ramo: [sb.uel@ieee.org](mailto:sb.uel@ieee.org)  
Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE  
Universidade Estadual de Londrina - UEL • Paraná - Brasil



# Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

DOURADO, Daniel Tresse. FUJII, Marcelo Igor. NETZEL, Nathan Andreani. PINTO, Pedro Henrique Cruciol. **Relatório Final:** Fechadura Eletrônica. 2023. 22 folhas. Relatório apresentado ao Ramo Estudantil IEEE da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## RESUMO

O projeto consiste em desenvolver uma tranca eletrônica, onde será utilizado apenas um LCD e um arduino, de forma que possa facilitar o acesso a portas ou até mesmo cofres, com a tranca não seria mais necessário ter chaves, pois ao compartilhar a senha com os integrantes todos teriam acesso, sem a necessidade de possuir uma chave.

**Palavras-chave:** Arduino; fechadura; eletrônica; tranca eletromagnética; senha.



## SUMÁRIO

### 1 INTRODUÇÃO

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 LCD

##### 2.1.1 Funcionamento

##### 2.1.2 Tipos De LCD's

#### 2.2 ARDUINO

##### 2.2.1 O que é Arduino?

##### 2.2.2 Tipos

#### 2.3 TECLADO

##### 2.3.1 O que é?

##### 2.3.2 Teclado matricial 4x4

#### 2.4 MÓDULO RELÉ ARDUINO

##### 2.4.1 O que é?

##### 2.4.2 Tipos

#### 2.5 FECHADURA ELETRÔNICA

##### 2.5.1 O que é?

##### 2.5.2 Tipos

### 3 METODOLOGIA

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5 CONCLUSÕES

#### APÊNDICES.....

#### APÊNDICE A – Código programação



## 1. INTRODUÇÃO

O termo Domótica caracteriza a integração de dispositivos presentes no ambiente residencial a fim de automatizar atividades, facilitando, assim, o cotidiano dos moradores. Sob essa ótica, têm-se desenvolvido inúmeros projetos que visam atender as mais diversas demandas da sociedade, muitas vezes utilizando conceitos simples, porém que otimizados e conectados são capazes de realizar funções não imaginadas pelo cidadão comum.

As fechaduras elétricas fornecem praticidade no controle de acesso de imóveis e um aumento na segurança patrimonial. Seu uso aumenta a cada dia devido às tecnologias aplicadas para a segurança e praticidade de seus usuários, pois não é necessário uso de chaves, assim podendo substituir por senhas ou até mesmo por digital do usuário, facilitando o uso da fechadura, podendo criar várias senhas para diferentes usuários ou uma para todos.

Assim sendo, neste trabalho será desenvolvido um protótipo de sistema de automação residencial que visa implementar uma fechadura eletrônica utilizando como fonte de entrada de dados um teclado de membrana, processados por um Arduino, onde estes serão montados em um protótipo de madeira para que os componentes fiquem visíveis, será codificado funções para criar, guardar, excluir e digitar senhas para abertura e fechamento da tranca, e como componente de saída será utilizado um LCD para exibição da interface da fechadura.



---

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 LCD

#### 2.1.1 O que é?

Esse tipo de dispositivo tem essa sigla que significa Liquid Crystal Display, em português Tela de Cristal Líquido, isso se refere ao fato do mecanismo que essa tela utiliza para emitir informações tais como textos, imagens e vídeos. A tecnologia utilizada por esse aparelho é composta por um líquido polarizador de luz comprimido, controlado por via elétrica, dentro de lâminas transparentes, cada uma delas possui pontos de eletricidade que fazem o campo elétrico se unir ao líquido no interior.

#### 2.1.2 Tipos De LCD's

As telas LCD se dividem em dois tipos, a matriz ativa (Active Matrix LCD) e a matriz passiva (Passive Matrix LCD). A matriz ativa, normalmente utilizam um componente chamado TFT (Thin Film Transistor) que tem por característica aplicação de transistores para cada pixel, dessa maneira, cada pixel pode receber uma tensão diferente, por sua vez, a fabricação desse tipo de tela é mais complexa. Por outro lado, a matriz passiva tem os transistores em linhas e colunas, dessa maneira, quando o pixel é ativado a aplicação de tensão pode afetar os pixels das colunas e linhas das regiões vizinhas, dessa forma, prejudicando a geração de imagem como um todo, um exemplo onde é usado esse tipo de tela são em calculadoras.

### 2.2 ARDUINO

#### 2.2.1 O que é?

Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica com código aberto, ele apresenta um hardware e software de baixo custo para criações de projetos robóticos. O hardware desse dispositivo consiste de um microcontrolador ATMEGA (é um microcomputador de um único circuito, que processa um código desenvolvido pelo criador. O software do Arduino é através de um IDE (ambiente de desenvolvimento integrado), onde são programadas essas placas, utilizando da linguagem C++, as instruções a serem seguidas são colocadas nas funções de setup e loop.



## 2.2.2 Tipos

A versão mais conhecida e comercializada desse dispositivo é o Arduino Uno, ela é simples, porém com várias possibilidades de desenvolvimentos de diferentes protótipos. Apresenta também a versão Arduino Mega, utilizado muitas das vezes na criação de projetos que necessitam de mais pinos ou memória flash e Arduino Nano uma placa pequena e bem versátil.

## 2.3 TECLADO

### 2.3.1 O que é?

Teclado nada mais é do que um dispositivo que contém um conjunto de teclas, quando pressionadas por um usuário são emitidas informações cifradas para o computador e ele mostra o carácter correspondente à tecla no ecrã.

### 2.3.2 Teclado matricial 4x4

Esse tipo de teclado foi desenvolvido para facilitar a entrada de dados em projetos microcontrolados. Ele possui 16 teclas, as quais dez delas são números de (0 à 9), quatro são letras (A, B, C, D) e duas são caracteres especiais (\* e #). Vale lembrar, que essas teclas estão dispostas em 4 linhas por 4 colunas, e que todos os botões do teclado estão conectados a uma linha e a uma coluna, por esse motivo é chamado teclado matricial.

## 2.4 MÓDULO RELÉ ARDUINO

### 2.4.1 O que é?

Relé é um componente eletromecânico que utiliza o princípio eletromagnético para fechar ou abrir contatos a partir de uma bobina em seu interior.

É possível assimilar seu funcionamento ao de uma chave, ligando quando é desejado fechar o circuito e desligando quando é desejado abrir o circuito, impedindo o fluxo de corrente.



## 2.4.2 Tipos

Existem dois tipos de relés Arduino, os normais abertos (NO – Normal Open), ou seja, quando o relé for ligado, seus contatos serão fechados, e os normais fechados (NC – Normal Closed) pois, ao ser acionado, ele fará o papel de abrir o circuito.

## 2.4 FECHADURA ELETRÔNICA

### 2.5.1 O que é?

São tipos de equipamentos de segurança que utilizam tecnologia eletrônica para controlar o acesso a um espaço ou objeto. Em vez de chaves físicas tradicionais, essas fechaduras empregam métodos eletrônicos, como senhas, cartões de acesso, impressões digitais ou até mesmo celulares para desbloquear o acesso da porta.

### 2.5.2 Tipos

Um dos tipos de fechaduras eletrônicas utilizados nesse projeto foi com o método de senhas/pin, o qual exige que o usuário insira um código numérico para destrancar a porta, normalmente apresentam um teclado numérico na própria fechadura. Vale lembrar também das fechaduras que utilizam a biometria, a qual está condicionada a um leitor de impressão digital ou reconhecimento facial para reconhecer o usuário. Não podendo esquecer da fechadura do tipo cartões de acesso, normalmente chamados de tag, que funcionam através quando aproximados ou inseridos em um leitor para permitir acesso. Vale destacar também o método que está atrelado com a utilização do celular como forma de liberação da tranca, um meio que opera através de aplicativos no smartphone conectados por via bluetooth ou Wi-Fi.





## 3. METODOLOGIA

Visando desenvolver este protótipo, foram realizados estudos sobre equipamentos semelhantes já existente no mercado, características e funções implementadas, englobando desde as soluções mais simples até fechaduras com displays e sensores biométricos, além de pesquisas a respeito de trancas elétricas, de todos os componentes tidos como necessários para aplicar as ideias do grupo e do funcionamento de um microcontrolador Arduino.

O projeto em si possui duas fases distintas e com importante relevância, a primeira consiste em desenvolver a interface para o usuário, ou seja, o teclado de membrana, o display LCD e as funções de gerenciador da fechadura, redigindo códigos para controlar os processos do microcontrolador, além da montagem do circuito. Já a segunda etapa consiste na implementação do mecanismo de trava da porta e na construção de uma estrutura para abrigar todos os componentes utilizados, entretanto tal etapa ainda não foi executada, apesar da etapa inicial estar finalizada.

Assim, realizou-se um raciocínio conjunto a fim de determinar funções relevantes ao projeto e, posteriormente, os materiais necessários para transpor tais ideias à prática. A princípio, foi evidente a demanda por um microcontrolador, um teclado para obtenção das senhas digitadas pelo usuário e uma tela LCD capaz de exibir os processos em tempo real. Foi realizado um estudo meticuloso da teoria por trás de teclados de membrana e touchscreen, sobre os componentes disponíveis ao Arduino que replicam tais funções, bem como a respeito das bibliotecas específicas necessárias para utilizar os componentes, a exemplo do Teclado Matricial de Membrana 4x4 que demanda a biblioteca Keypad e do display LCD que utiliza a biblioteca LiquidCrystal. Realizadas as pesquisas, concluiu-se que seriam necessários os componentes descritos na tabela 1, facilmente adquiridos em lojas de componentes eletrônicos.

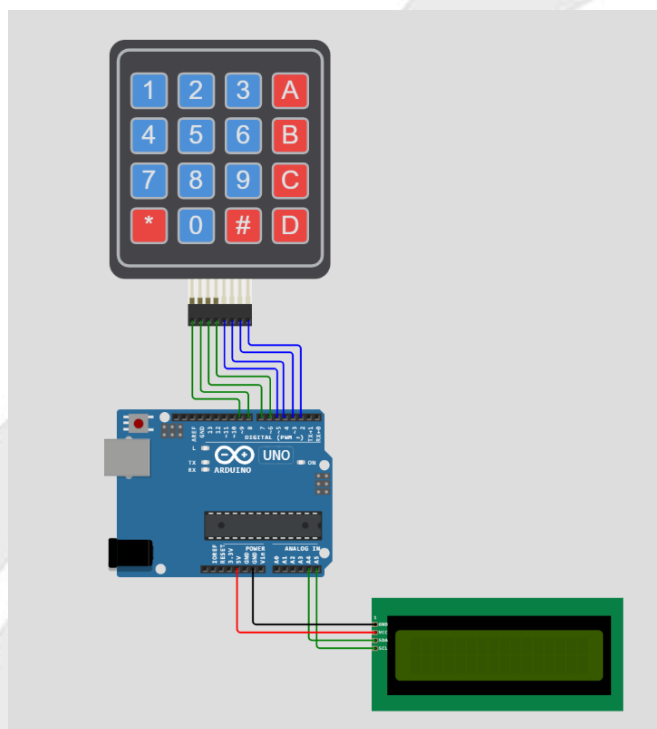
Tabela 1 – Componentes etapa 1.

Componente	Modelo
Placa Arduino + usb	Arduino Uno R3
Teclado Matricial de Membrana 4x4	Teclado Matricial de Membrana 16 Teclas
Display LCD	Display LCD 16x2 com I2C e Backlight Azul
Cabos jumper	-

Fonte: o próprio autor

Dentre os componentes utilizados, cabe destacar a relevância de um. Primeiramente, para acompanhar o display LCD, incluiu-se um módulo I2C a fim de reduzir o número de conexões do elemento com o microcontrolador, partindo de 16 cabos jumper para apenas 4. A montagem dos componentes utilizados e suas respectivas ligações estão apresentados na figura 1, para que seja possível compreender o circuito desenvolvido e as conexões necessárias para o funcionamento efetivo.

Figura 1 – Esquema da interface do usuário

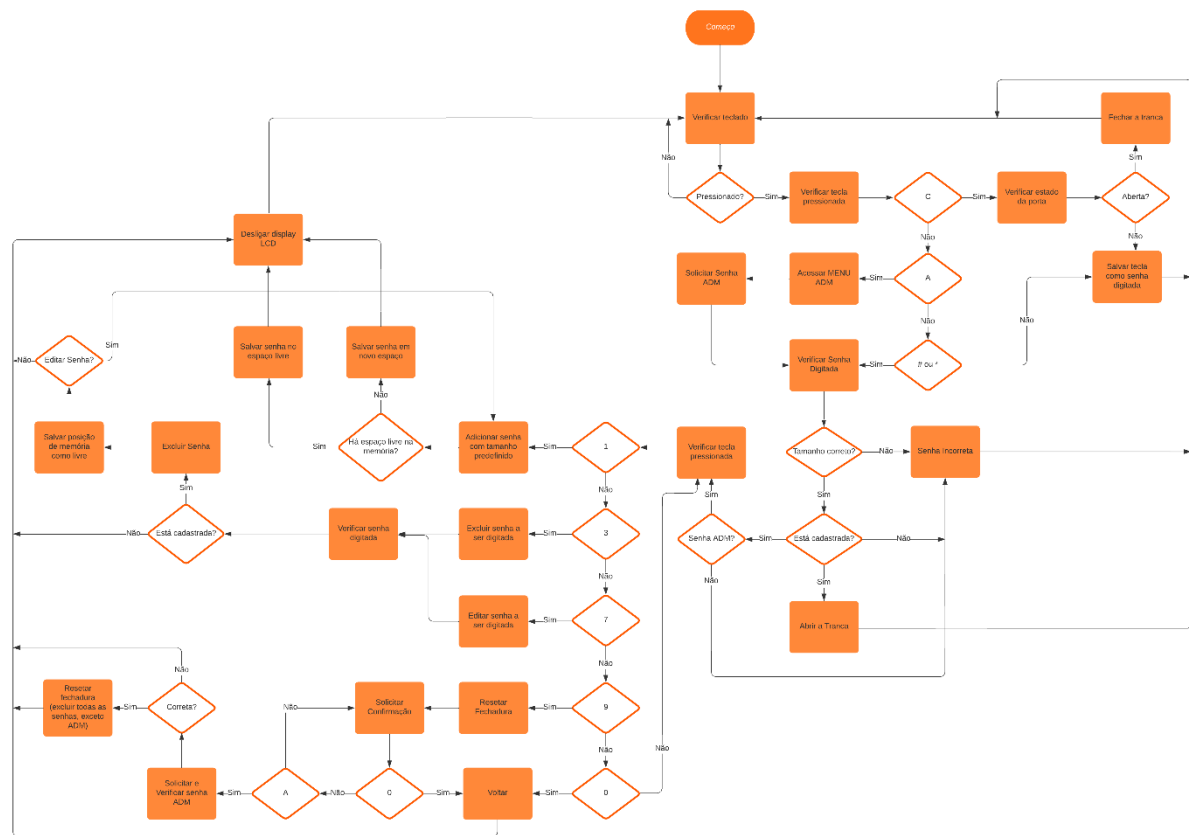


Fonte: o próprio autor

Na sequência, redigiu-se o código de programação responsável por unir todos os componentes acima e executar todo o raciocínio planejado previamente. Para isso, foi preciso consultar fóruns virtuais, visando entender o funcionamento das bibliotecas disponibilizadas pelos fabricantes dos componentes, especialmente quais os comandos necessários para executar as funções relevantes ao projeto.

Com o intuito de facilitar a compreensão das centenas de linhas de programação, o código pode ser representado pelo fluxograma abaixo:

Figura 2 – Fluxograma Etapa 1



Fonte: o próprio autor



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



Constata-se que o ponto de partida para o funcionamento do projeto é a verificação do teclado, visto que a vontade do usuário deve sempre prevalecer, ou seja, a qualquer momento é possível com um simples toque digitar um comando à fechadura via teclado matricial.

Na sequência, sobressai a verificação das teclas, cujas leituras indicam as ações desejadas pelo usuário. Isto é, de acordo com a situação e a tecla digitada, uma ação específica será executada: quando a tranca está aberta e a tecla “C” é a primeira a ser digitada, a tranca é fechada; quando a tecla “A” é a primeira a ser digitada, é acessado o menu de administrador; quando as teclas “#” ou “\*” são selecionadas, a senha digitada é verificada; qualquer outra tecla é registrada como a senha digitada.

Ademais, a verificação da senha segue um processo definido a fim de trazer maior segurança, evitando fornecer informações relevantes a um intruso. Isto se verifica na liberdade de digitar qualquer quantidade de caracteres antes de a senha ser verificada, entretanto, caso o número de caracteres seja diferente da quantidade predefinida para as senhas válidas, a sequência digitada será dada como incorreta apenas após o usuário digitar “#” ou “\*”, não revelando o número de caracteres de uma senha válida.

Outra ferramenta de extrema relevância é o menu de administrador, que para ser acessado exige uma senha única, somente editável através do código fonte do projeto. Nesse recurso se encontram diversas funções úteis ao usuário, porém de uso menos frequente, como adicionar, excluir e editar senhas, assim como resetar a fechadura. A primeira função é a mais simples, bastando ao usuário digitar uma senha e atingido o número de caracteres preestabelecido para as senhas, ela será validada automaticamente. Já as funções excluir e editar exigem que uma senha registrada na memória da fechadura seja inserida, para assim ser possível removê-la ou editá-la, caso a senha não seja encontrada no banco de dados, o usuário é informado. Além disso, a função excluir possui uma peculiaridade, uma vez sendo impossível desaparecer com uma senha existente, o código substitui a posição de memória da

---

Contato do Ramo: [sb.uel@ieee.org](mailto:sb.uel@ieee.org)

Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE  
Universidade Estadual de Londrina - UEL • Paraná - Brasil



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



senha apagada com a senha de administrador, além de salvar o endereço de memória para ser utilizado pela próxima senha que venha a ser adicionada. Por fim, a função resetar exige do usuário uma confirmação dupla antes de ser executada, digitar a tecla “A” e, em seguida, inserir a senha de administrador. Concluídas essas etapas, ocorre basicamente uma sequência de exclusões, substituindo todas as senhas armazenadas pela senha mestra.

Na sequência, um componente não mencionado especificamente no fluxograma é o display LCD, contudo nele são exibidas todos os comandos realizados pelo microcontrolador, como uma tecla apertada, mensagens de aviso (“Senha inválida”, “Senha não encontrada”, “Menu ADM”, “Digite a senha”, dentre outras), além de informar quando a tranca é aberta ou fechada. Ainda, é visível no fluxograma que após o fim de execução de uma interação com o usuário, o display LCD é desligado para diminuir o consumo de energia e preservar as baterias da fechadura.

Por fim, é válido ressaltar que os valores utilizados como parâmetros para execução dos processos não são fixos, podendo ser configurados facilmente nas linhas de código.

Já sobre a etapa de instalação, ela foi planejada inicialmente com a tranca sendo instalada na própria porta da sede do ramo, porém com uma análise do local foi possível observar um método que seria mais simples, seguro e barato.

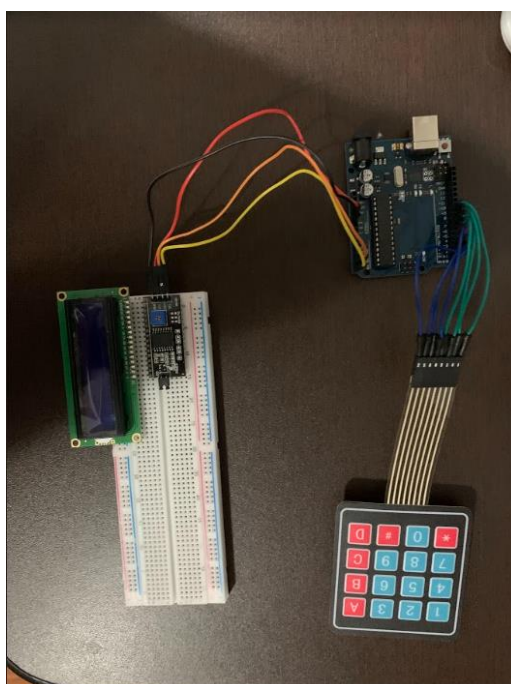
Com a instalação sendo feita na parede ao lado, não é necessário perfurar ou cortar nada. Isto é, pequenas caixas serão instaladas na parede ao lado da porta, uma do lado externo para a interface do usuário e uma interna para o microcontrolador e botão, e conectadas por uma canaleta para passar os fios que ligam a parte externa da tranca à interna.

Por fim, apenas será preciso um novo pedido de materiais, englobando uma canaleta para os fios, e, posteriormente, iniciar o processo de instalação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Concluídos os ajustes da etapa 1 do projeto, seguem algumas imagens ilustrando o funcionamento do protótipo:

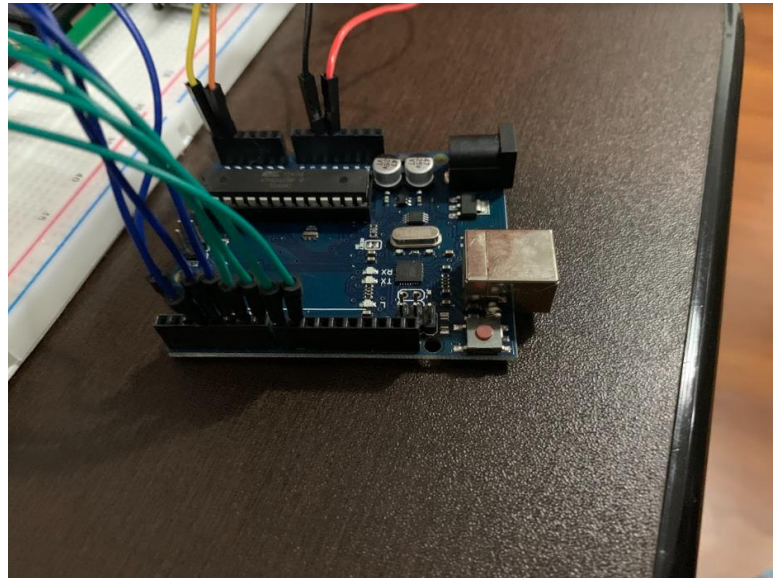
**Figura 3 – Protótipo**



**Fonte:** o próprio autor

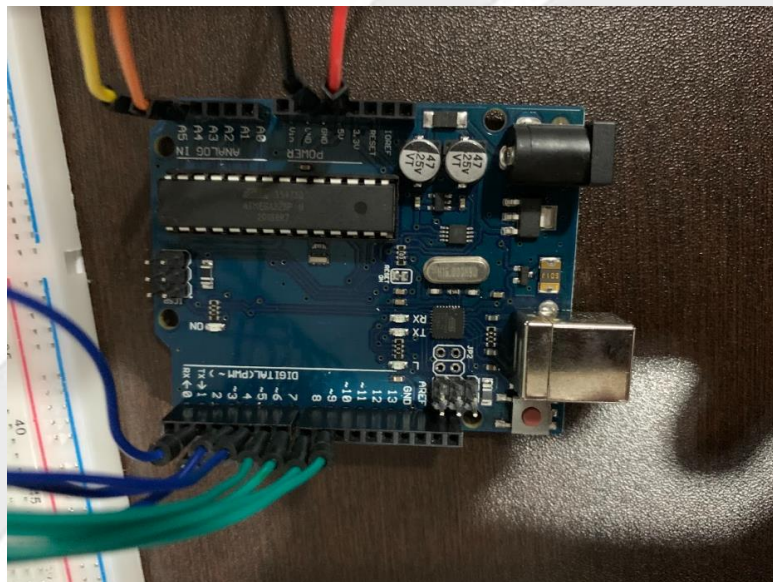
Na sequência, é válido exemplificar as conexões representadas em simulação na imagem 1 no projeto real. Analisando as figuras 4 e 5 abaixo, constata-se um baixo número de fios, uma vez que o módulo i2c utiliza apenas quatro conexões e o teclado outras oito. Ademais, é válido ressaltar o caráter temporário do protótipo, uma vez que os componentes serão reutilizados, posteriormente, para execução de novos projetos. Assim como a utilização de uma protoboard, algo que seria substituído por uma placa de circuito impresso em uma versão comercializável do projeto.

**Figura 4 – Conexões dos Componentes**



Fonte: o próprio autor

**Figura 5 – Conexões dos Componentes**



Fonte: o próprio autor

Como mencionado na metodologia, o display LCD varia a exibição dos dados coletados pelo teclado e as ações executadas pelo dispositivo, assim como representado nas imagens a seguir:

**Figura 6 – Exibição Menu Inicial**



Fonte: o próprio autor

**Figura 7 – Exibição Senha Inválida**



Fonte: o próprio autor



**Figura 8** – Exibição Menu ADM



Fonte: o próprio autor

**Figura 9** – Sub Menu Apagar Senha



Fonte: o próprio autor

Figura 10 – Exibição Fechadura Aberta



Fonte: o próprio autor

Ainda existem diversas outras informações exibidas pelo LCD, entretanto torna-se repetitivo representá-las todas aqui, uma vez que a partir das imagens anexadas já é possível uma boa compreensão do funcionamento do projeto.

## 5. CONCLUSÕES

Por fim, podemos afirmar que o protótipo do projeto está finalizado, porém ainda é necessário fazer a instalação da fechadura na sede e também é possível ter melhorias como trocar o microcontrolador e o sistema de banco de dados, pois nesse sistema atual, é possível ver que é utilizado muito espaço na memória, então como ramificações deste projeto será analisado uma aprimoração do código e também uma estrutura mais confiável para a tranca, já que a atual foi construída com madeira, na qual seria facilmente roubada ou até mesmo destruída por ser frágil.



# Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

APÊNDICES

APÊNDICE A

Código programação etapa 1

[https://github.com/NathanNetzel/Fechadura\\_Eletronica](https://github.com/NathanNetzel/Fechadura_Eletronica)

---

Contato do Ramo: sb.uel@ieee.org  
Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE  
Universidade Estadual de Londrina - UEL • Paraná - Brasil