

***Projeto Final: Simulação de um cofre mecânico na placa de desenvolvimento BitDogLab***

***ALUNO {Joelson Santana Alves} ; MATRÍCULA {tic370101150}  
Bom Jesus da Lapa, 25 de fevereiro de 2025***

**Sumário**

<b>1. Introdução e Escopo do Projeto.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Especificação do Hardware.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Especificação do Firmware.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Execução do Projeto.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Considerações Finais.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Referências.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Links.....</b>	<b>7</b>

# 1. Introdução e Escopo do Projeto

A segurança de informações e objetos valiosos é uma preocupação constante na sociedade moderna. Pensando nisso, este projeto apresenta o desenvolvimento de uma simulação de cofre mecânico baseado na placa BitDogLab, oferecendo uma solução inovadora e eficiente para controle de acesso. A interface é intuitiva, permitindo a digitação de uma senha numérica de seis dígitos através da utilização de dois botões. A validação da senha ocorre instantaneamente, fornecendo feedback visual por meio de uma matriz de LEDs ws2812. Caso a senha esteja correta, um "V" na cor verde é exibido; caso contrário, um "X" na cor vermelha sinaliza a falha. Após um curto período, o sistema retorna ao estado inicial, permitindo uma nova tentativa, sugerindo o bloqueio do cofre novamente. Este projeto combina conceitos essenciais de sistemas embarcados, eletrônica e programação, resultando em um dispositivo funcional, acessível e de grande aplicabilidade.

Um cofre mecânico com segredo é um dispositivo de segurança projetado para proteger objetos de valor por meio de um mecanismo de combinação numérica. Seu funcionamento baseia-se em componentes como o volante, o seletor numérico e, em alguns modelos, uma chave de emergência. Para abrir o cofre, o usuário deve girar o seletor numérico seguindo uma sequência específica de números, alternando direções conforme a combinação predefinida. Após inserir corretamente a sequência, o volante é destravado, permitindo o acesso ao interior do cofre. O presente projeto propõe-se a simular um cofre mecânico com uma senha de 6 dígitos, definida como 112233.

Figura 1 - Imagem de um cofre mecânico



Fonte: [Web](#)

Os objetivos traçados para este projeto são:

- Criar um sistema embarcado seguro para armazenamento de senhas;
- Permitir a entrada de senha via botões de controle;
- Fornecer feedback visual de erro ou sucesso;
- Reiniciar automaticamente após certo tempo da exibição do resultado;

- Adotar o Visual Studio Code como ambiente de desenvolvimento;
- Utilizar a placa de desenvolvimento BitDogLab para executar o projeto.

Para realizar os objetivos citados, o sistema funcionará da seguinte forma:

1. O usuário utiliza o botão A para selecionar os dígitos da senha que segue a sequência iniciando no 1 ao 9, tenho o 0 como último algarismo e depois retorna ao 1;
2. O botão B confirma o dígito escolhido;
3. Após a confirmação dos 6 dígitos, o sistema compara com a senha predefinida (112233);
4. Se a senha for correta, uma animação em "V" na cor verde é exibida;
5. Se a senha for incorreta, uma animação em "X" na cor vermelho é exibida;
6. O sistema retorna ao estado inicial após 3 segundos, simulando o fechamento do cofre pelo usuário.

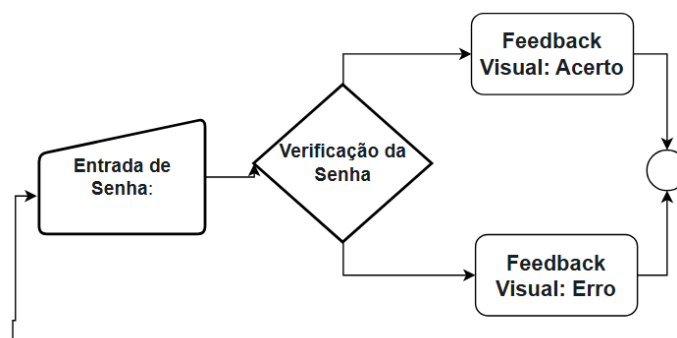
A principal justificativa do projeto é demonstrar o uso de sistemas embarcados para controle do acesso seguro a um cofre por meio de somente dois botões.

Fazendo menção à originalidade deste trabalho, pode ser mencionado a utilização de somente dois botões para inserir uma senha de 6 dígitos. Sendo que a matriz de LEDs poderia até ser dispensada, uma vez que a visualização dos números não é determinante quando o usuário tem a noção de funcionamento do sistema. Em pesquisas na internet não se encontra com essas características.

## 2. Especificação do Hardware

Inicialmente, por meio da criação de um diagrama em blocos pode-se ilustrar a lógica de funcionamento do sistema.

Figura 2 - Diagrama em blocos do sistema



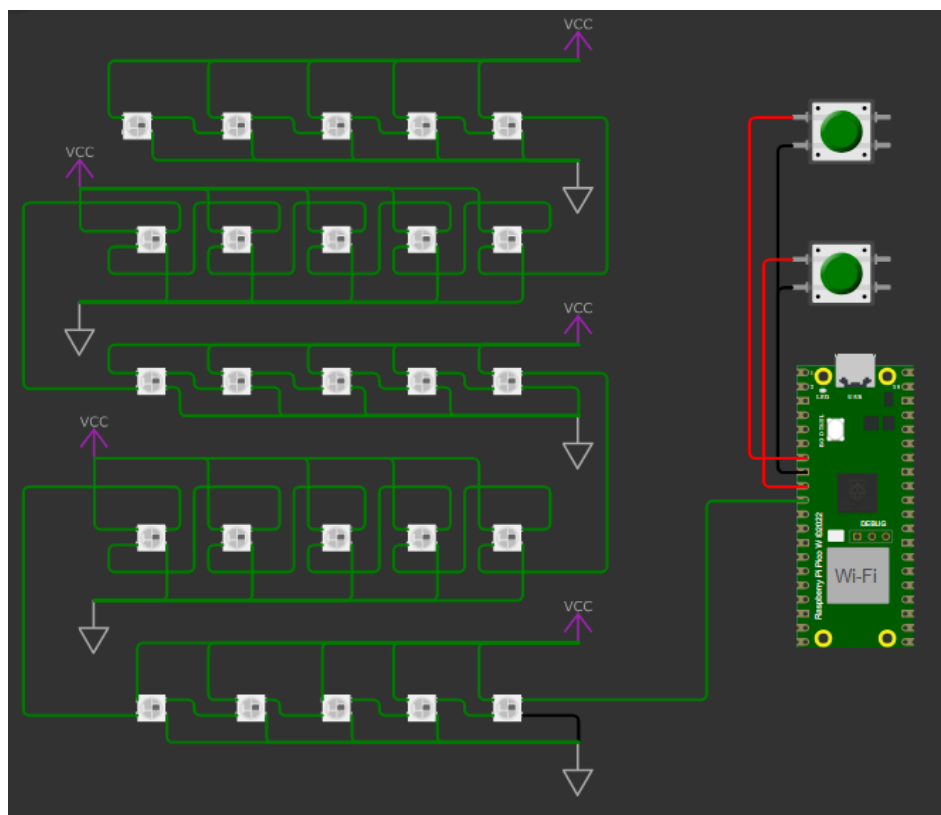
Fonte: Autoria própria

As principais funcionalidades mostradas no diagrama são:

- **Entrada de Senha:** Captura a senha digitada pelo usuário.
- **Verificação da Senha:** Compara a entrada com a senha armazenada.
- **Feedback Visual:** Exibe "X" ou "V" na matriz de LEDs.
- **Reinicialização:** Retorna ao estado inicial após 2 segundos.

A seguir é apresentado o esquema de conexões feito na plataforma WOKWI que serve de base para a realização do projeto. Sendo a matriz de LEDs conectada ao GPIO7, o botão A ao GPIO5 e o botão B ao GPIO6.

Figura 3 - Circuito completo do hardware



Fonte: Autoria própria

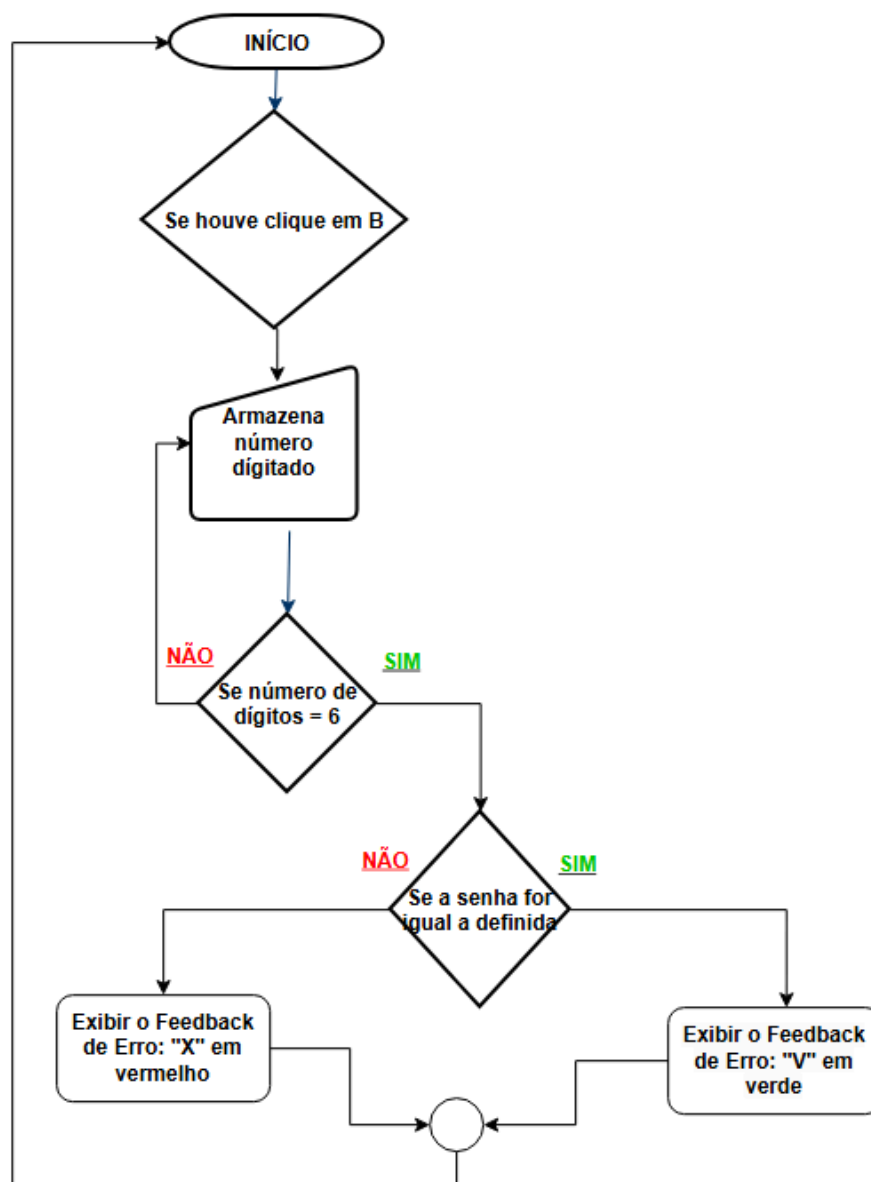
As funções de cada componente são:

- **BitDogLab:** Microcontrolador para processar a entrada e controlar a saída.
- **Botões (A e B):** Entrada de dados para digitação da senha.
- **Matriz de LEDs WS2812:** Exibição visual de feedback.

### 3. Especificação do Firmware

Como é de praxe em programação foi criado um fluxograma detalhado que descreve fielmente a lógica aplicada ao projeto. Vejo-o a seguir na Figura 3.

Figura 4 - Fluxo do projeto desenvolvido



Fonte: Autoria própria

Algumas das variáveis mais importantes dentro do código são:

- `digit`: Armazena o dígito atual.
- `password[6]`: Armazena a senha correta.
- `user_input[6]`: Armazena a entrada do usuário.
- `input_index`: Controle do número de dígitos inseridos.

O código executa as seguintes etapas:

- Configura GPIOs e PIO.
- Define interrupções para os botões.
- Exibe indicação de "aguardando senha" na matriz de LEDs representado por uma seta verde para o botão A.
- Inicialização dos GPIOs.
- Configuração do PIO para LEDs WS2812.
- Definição de debounce para botões.
- Os dados como a senha é armazenada como um array de 4 inteiros.

---

## 4. Execução do Projeto

No tocante à metodologia adotada para este trabalho, inicialmente foi feito um estudo na web sobre o funcionamento de cofres mecânicos e de aplicações de sistemas embarcados no âmbito de segurança de bens materiais. E em seguida, projetou uma forma de simular esse funcionamento em placas BitDogLab. De início, não foi uma tarefa trivial, uma vez que a placa possui muitos periféricos e a recomendação era usar somente eles. Sendo assim, foi necessário refletir bastante, até decidir assertivamente pelo uso de três deles, a matriz de LEDs 5x5 e os Push Button A e B.

Feito isso, foi dado início à programação pelo Visual Studio Code, utilizando-se das bibliotecas do pico SDK e do compilador GCC para uso da linguagem C. Todas essas dependências já estavam previamente instaladas e configuradas.

Para o atingir aos requisitos deste projeto explorou-se bastante as bibliotecas de interrupções (irq) e de tempo (timer), além do uso predominante de estruturas condicionais e da biblioteca base para utilização da matriz de LEDs (ws2812).

Os testes foram realizados de maneira simultânea ao desenvolvimento do código, ou seja, cada parte em fases intermediárias desse desenvolvimento já se faziam testes e validações.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e por de testes finais verificou-se que:

- A interface é responsiva e intuitiva.
- A validação da senha funciona corretamente.

- O feedback visual é claro e eficaz.
- O sistema reinicia corretamente após cada tentativa.

Mais informações sobre o código e do funcionamento na prática deste trabalho estão disponíveis no repositório do GitHub ([link aqui](#)).

---

## 5. Considerações Finais

Este projeto demonstra o uso eficiente de conceitos práticos voltados ao uso da placa de desenvolvimento Bid DogLab, como interrupções para controlar entradas de botões e fornecer feedback visual em tempo real. A combinação de hardware (Bit DogLab e matriz de LEDs WS2812) e software (RP2040 e SDK) permite a criação de sistemas interativos e intuitivos, como a simulação de um cofre mecânico.

Por fim, pode-se concluir que todos os objetivos estabelecidos para este trabalho foram alcançados com sucesso.

## 6. Referências

Descrição do funcionamento de um cofre mecânico com segredo:

<https://schiermoveis.com.br/como-abrir-um-cofre-com-segredo-mecanico/>.

PRATES, R. M. P. pio\_matrix. Disponível em:

<[https://github.com/rmprates84/pio\\_matrix](https://github.com/rmprates84/pio_matrix)>. Acesso em: 25 fev. 2025.

Material didático (aulas, slides e ebooks) do curso de Sistemas Embarcados presentes no Moodle.

Documentação oficial da BitDogLab: <https://github.com/BitDogLab/BitDogLab>.

---

## 7. Links

- **Repositório GitHub:**  
<https://github.com/joelson-santana22/PWM-BitDogLab.git>
- **Vídeo de demonstração:**  
<https://drive.google.com/drive/folders/1tDLsKAY5cJGPg4by1IL1FwRzvay-YOyf?usp=sharing>

