

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Dispositivo de controle de acesso para ambiente escolar com uso de RFID

BRUNO MACEDO DE MORAIS¹, DAVI CARNIETO²

¹ Discente do Curso Engenharia Elétrica - IFSP - Câmpus Presidente Epitácio, b.morais@aluno.ifsp.edu.br.

² Docente - IFSP - Câmpus Presidente Epitácio, Área Eletrotécnica e Engenharia Elétrica, davi.carnieto@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: A segurança dos ambientes escolares é de grande preocupação, pois trata-se do bem-estar dos estudantes e dos professores além da preservação dos recursos financeiros. O presente trabalho apresenta um projeto embarcado para o controle de acesso às salas de aula pelos docentes, utilizando-se da tecnologia RFID (do inglês *Radio Frequency Identification*) para a validação do acesso. Desta forma, utiliza-se o microcontrolador ESP-32 para o desenvolvimento deste trabalho e a plataforma IDE Arduino (C/C++) para a estruturação do código. Com isso, a tecnologia RFID baseia-se na identificação de *tags*, no qual são códigos únicos inseridos em cartões ou chaveiros tipo *bottons*. Desse modo, cada docente possuirá o seu cartão RFID e será pré-estabelecido as salas de aula que poderá ministrar suas aulas. Com isso, a base de dados (*tags*) é recebida do servidor local via *wi-fi* e armazenada na memória interna do microcontrolador. Assim, cada porta possuirá um ESP-32 com base de dados referente à sala, permitindo ou não o acesso do docente. Caso alguém não possua a *tag* cadastrada na base de dados do microcontrolador, um comunicado é enviado ao servidor, via *wi-fi*, para verificar a possibilidade de liberação ou não da sala ao docente. Por meio disso, garantindo a autenticidade do educador, integridade do ambiente escolar e dos alunos que o frequentam.

PALAVRAS-CHAVE: segurança; autenticidade; validação; comunicação.

Access control device for school environment using RFID

ABSTRACT: The safety of school environments is of great concern, as it concerns the well-being of students and teachers in addition to the preservation of financial resources. This work presents an embedded project to control access to classrooms by teachers, using RFID technology (Radio Frequency Identification) to validate access. Therefore, the ESP-32 microcontroller is used to develop this work and the Arduino IDE platform (C/C++) to structure the code. Therefore, RFID technology is based on the identification of tags, which are unique codes inserted into cards or button-type keychains. This way, each teacher will have their RFID card and the classrooms in which they can teach their classes will be pre-established. With this, the database (*tags*) is received from the local server via Wi-Fi and stored in the microcontroller's internal memory. Thus, each door will have an ESP-32 with a database relating to the room, allowing or not access for the teacher. If someone does not have the tag registered in the microcontroller database, a communication is sent to the server, via Wi-Fi, to check whether or not the room will be released to the teacher. Thereby, ensuring the authenticity of the educator, integrity of the school environment and the students who attend it.

KEYWORDS: security; authenticity; validation; communication.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID, do inglês *Radio-Frequency Identification*) vem ganhando um grande espaço em diversas áreas de pesquisa, assim como no ambiente industrial, comercial e até mesmo pessoal. Essa inovação tecnológica se encaixa em todas as áreas que

necessitam de **automação no processo de reconhecimento dos dados de forma ágil e automática**, e com isso possibilitando a identificação de objetos sem a necessidade de contato físico (Soares, 2018, p.12, grifo nosso).

Segundo Pedroso, Souza e Zwicker (2009, p.15), a tecnologia RFID é baseada na utilização de ondas eletromagnéticas (de rádio frequência) como meio para comunicar os dados de identificação de algum elemento, tais como produtos, componentes, caixas, pallets, containers, veículos, pessoas e máquinas.

O sistema RFID é basicamente composto por etiquetas e/ou *tags* que transmitem informações para o leitor. Desta forma, recebe as informações contidas nas *tags*, através de uma antena e assim transmitindo os dados para um servidor de banco de dados, e com isso, a informação é captada e decodificada na aplicação (Soares, 2018, p.12).

De acordo com o Verma e Tripath (2010, p.6, grifo nosso), um sistema de travamento de porta digital também é implementado e controlado por leitor RFID que **autêntica e valida o usuário e abre a porta automaticamente**. Também mantém o registro de *check-in* e *check-out* do usuário. É muito importante autenticar o usuário antes de entrar em um espaço seguro e o RFID fornece essa solução.

Desse modo, propõe-se um sistema de controle de acesso as salas de aula, utilizando-se o sistema RFID em conjunto a um microcontrolador para validação do acesso de docentes via a leitura de *tags*.

MATERIAL E MÉTODOS

A aplicação do projeto proposto, utiliza-se de componentes eletrônicos, sendo o microcontrolador ESP-32 para o recebimento da base de dados via *wi-fi*, validação do acesso do docente e armazenamento da data e hora quando a liberação é bem-sucedida. Com isso, o ESP-32 possui antena *wi-fi* contida em sua estrutura, conforme a figura (1a). Outro componente utilizado neste aspecto é o sensor RC522 responsável pela leitura das *tags* aproximadas a ele, assim, por meio do protocolo de comunicação SPI (do inglês *Serial Peripheral Interface*), responsável pela transferência do valor de *tag* para a validação no microcontrolador, conforme a figura (1b).



(a) Microcontrolador ESP-32.



(b) Sensor RC522.

FIGURA 1. Dispositivos utilizados para o desenvolvimento do projeto.

A lógica de programação foi desenvolvida na plataforma IDE Arduino (C/C++) e estruturada para o recebimento da base de dados do servidor via *wi-fi*, assim armazenando-as em um endereço da memória *flash* do microcontrolador, conforme a figura (2a). O funcionamento do sistema como um todo possui um escopo de validação e a eliminação de possíveis empecilhos que possam vir, sendo que, quando determinada *tag* não está autorizada para acessar ao ambiente é realizado um contato com servidor para perguntar se em sua base de dados está permitida, conforme a figura (2b).

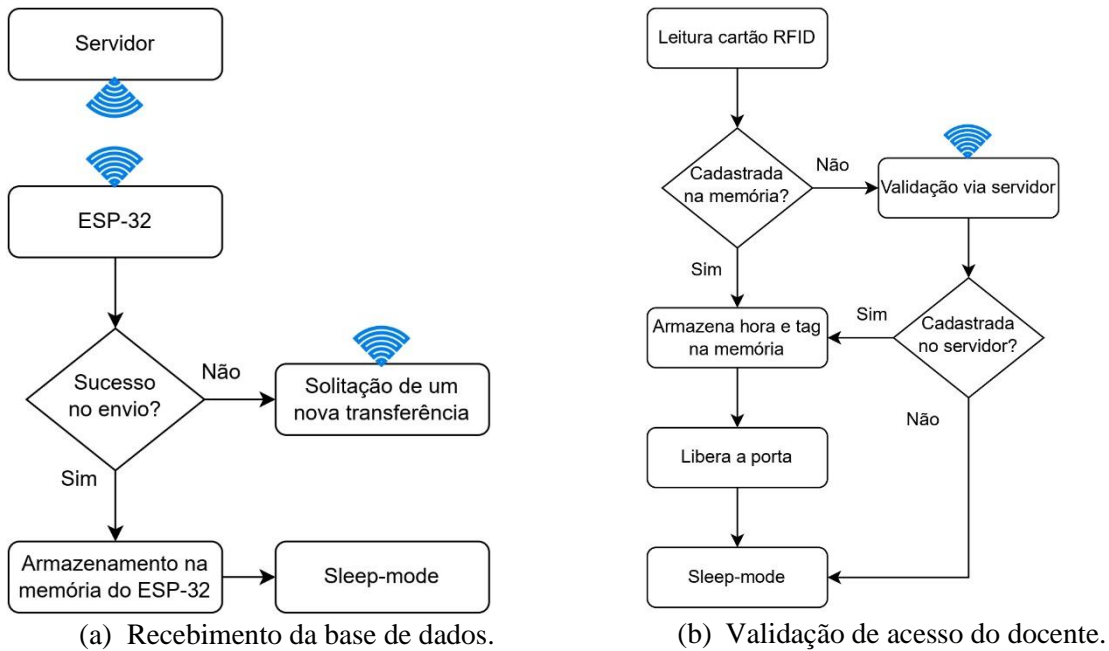


FIGURA 2. Fluxograma da estrutura do código para recebimento da base de dados e validações.

De acordo com a figura (2a), quando o servidor envia a base de dados ao microcontrolador, o código possui a tarefa de verificar se o tamanho em *bytes* da base de dados está de acordo com a transmitida pelo servidor. Com essa verificação, possibilita que possíveis erros não venham a acontecer, como o sinal do *wi-fi* desconectar por exemplo, e garantir a confiabilidade dos dados transmitidos.

Como ilustrado na figura (2b), o valor do cartão RFID sendo permitido pela base de dados do microcontrolador ou servidor, no mesmo instante, armazena-se a hora do acesso e a *tag* em um endereço de memória. Entretanto, ao iniciar os trabalhos, o ESP-32 busca a hora em um site pré-determinado a ele, sendo que, o próprio microcontrolador possui um relógio interno nomeado de RTC (do inglês *Real Time Clock*), que está configurado de fábrica para contar a partir de 01/01/1970, sendo assim, ao buscar a hora atualizada, o RTC toma para si a hora coletada como referência para a futuras datas, com isso, mantendo-as atualizadas mesmo no estado de *sleep-mode*.

Além disso, a função utilizada neste sistema, no qual está presente em grande parte dos sistemas embarcados: *sleep-mode* (modo dormir). Com isso, esta função é aplicada ao microcontrolador ESP-32, e possui como principal atuação deixar todo o sistema em modo soneca, ou seja, nenhum serviço estará ativo nesta ocasião, possibilitando a economia de energia de alimentação ao sistema. Desta forma, a programação deverá, por meio de uma interrupção vinda de um botão, acordar o microcontrolador do sono profundo e efetuando a tarefas determinadas, após esse evento devendo voltar ao modo de *sleep-mode*, conforme apresentado na figura 3.

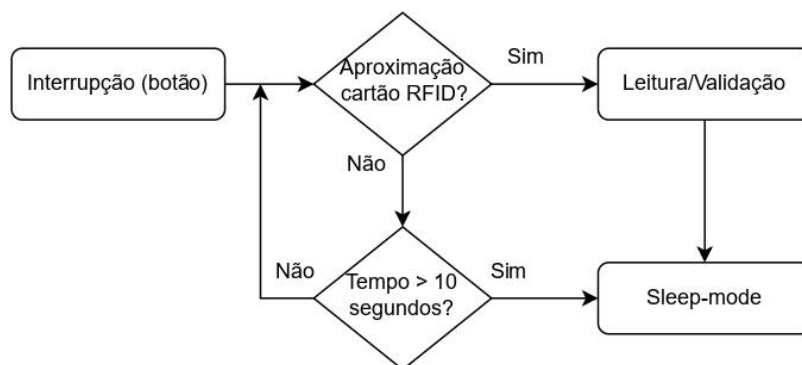


FIGURA 3. Estruturação do código em função do *sleep-mode*.

De acordo com a figura 3, estabeleceu-se uma estrutura de programação para priorizar a economia de energia, sendo que, após interrupção do *sleep-mode* do sistema, uma variável iniciada em zero acrescenta 1 segundo para cada verificação da presença do cartão RFID, desse modo, caso não o encontre, volta ao descanso. Porventura, se a identificação é realizada, atribui-se toda a tarefa de validação, armazenamento, liberação da porta ou não, assim, destinando o sistema para o descanso.

Para tal, após a liberação para o acesso do docente, o sistema guarda o valor da *tag* em um endereço de memória, para que, em algum incidente de aproximação de outro cartão RFID autorizado, não tranque os estudantes dentro da sala de aula, conforme ilustrado na figura 4.



FIGURA 4. Validação para trancar a porta.

Com isso, o valor de *tag* que pode trancar a porta deve ser o mesmo que a abriu.

Por meio disso, todos os valores de *tag* de entrada, saída e respectivas horas, durante o dia são armazenados na memória interna do ESP-32, para que, ao final do expediente, em determinado horário, o sistema acorde do modo de descanso e envie a base de dados desenvolvida. Logo após isso, é efetuado a limpeza dos endereços onde havia dados armazenados referentes aos enviados ao servidor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as folhas de dados (*datasheets*) dos próprios fabricantes, ESP-32 e RC522, correlacionam as ligações viáveis para a conexão e a efetivação do protocolo de comunicação SPI. Sendo que, utilizou-se *proto-board* e *jumpers* para efetuar as ligações dos pinos correlatos, *leds*, resistores de 1 k Ω e um botão, conforme a figura 5. Por meio disso, o *led* amarelo representa a saída do ESP-32 do *sleep-mode* e a permissão para aproximar o cartão RFID, e para representar a validação da *tag*, permitida ou não, de acordo com a base de dados, utilizou-se *led* vermelho e verde, que também serve para sinalizar o comando à fechadura, conforme apresentado na figura (6a) e (6b).

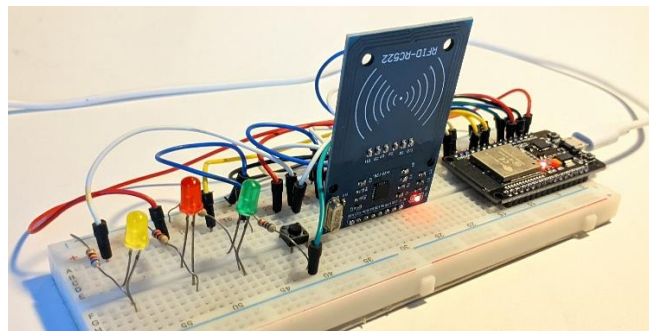
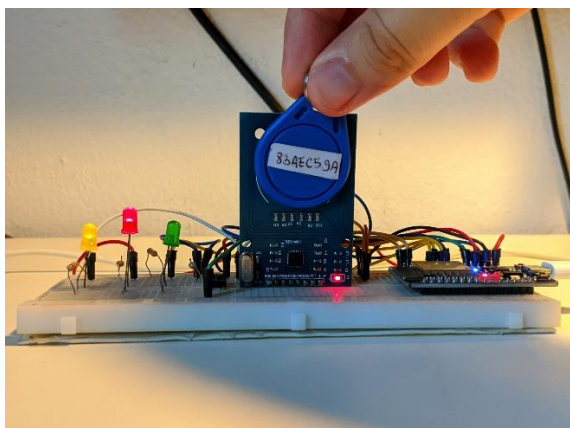
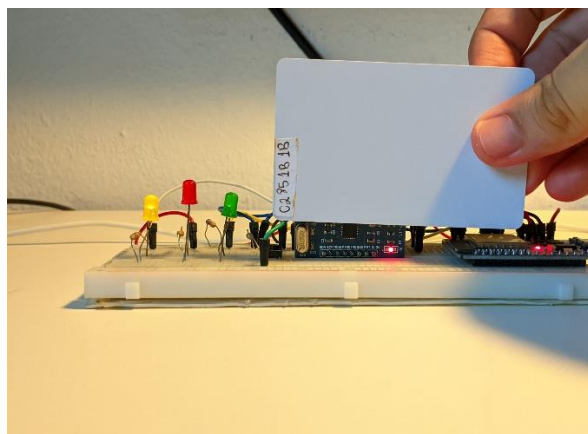


FIGURA 5. Demonstração das ligações do sistema embarcado.



(a) Cartão RFID com *tag* não autorizada para abrir ou fechar porta: led vermelho acende.



(b) Cartão RFID com *tag* autorizada na memória ou servidor: led verde acende.

FIGURA 6. Validações de acordo com a base de dados do microcontrolador ESP-32.

Por meio do monitor serial presente na plataforma da IDE Arduino, é possível observar o armazenamento das *tags* e hora, conforme a figura (7a) e validação para trancar a porta, conforme ilustrado na figura (7b).

Acesso Liberado!

```
12:53:9 12:57:9 13:1:25 13:4:22 1
C2851B1B C2851B1B 83AEC59A 83AEC5
Sleep-mode Ativado!
```

(a) *Tag* e hora armazenados na memória interna.

Tag_Lida: C2851B1B

```
Tag para trancar a porta: 83AEC59A
Não trancar a porta!
Sleep-mode Ativado!
```

(b) *Tag* não autorizada para trancar a porta.

FIGURA 7. Dados relacionados ao acesso do docente.

Com base na figura (7a), a hora e o valor da *tag* de entrada e saída são armazenados na memória *flash* do ESP-32, especificamente no endereço da memória do RTC, pois o ESP-32 em estado de *sleep-mode* apaga todas as informações contidas na memória RAM, *buffer* etc., na memória flash as informações estarão salvas, contudo, o RTC é responsável por garantir que informações coletadas estejam seguras na memória. Sendo assim, a figura (7b) demonstra o comportamento do microcontrolador ao passar um valor de *tag* diferente do que abriu a porta, ou seja, o cartão RFID que abriu a porta deve ser o mesmo para fechá-la.

CONCLUSÕES

Conforme desenvolveu-se neste artigo, é de grande empenho que a segurança e o bem-estar dos alunos e docentes se concretizem no âmbito do acesso nos ambientes de estudo, assim priorizando que apenas professores autorizados o acessem. Desta forma, o projeto consegue realizar comunicação via *wi-fi* com o servidor para o recebimento de dados e validações de *tags*, sendo possível a coleta da hora no RTC do ESP-32. Por meio disso, priorizando a economia de energia durante todo o expediente de funcionamento, no qual o módulo *wi-fi*, bluetooth, portas I/O e todo o tipo de funcionalidade são desabilitados. Sendo assim, os resultados de velocidade de leitura e processamento são satisfatórios, viabilizando mais rapidez no processamento dos dados, no qual a estruturação da programação e seu tratamento influenciaram demasiadamente em tal desempenho. Com isso, a estruturação dos componentes às portas e como controlar a fechadura para obedecer aos comandos provenientes do sistema continuam sendo um objeto de estudos.

REFERÊNCIAS

MARINHO, Ana Beatriz Da Silva. SiCAL-Sistema de controle de acesso laboratorial. 2019.

PEDROSO, Marcelo Caldeira; SOUZA, Cesar Alexandre de; ZWICKER, Ronaldo. Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, p. 12-36, 2009.

SOARES, Rualyson Cavalcante. Aspectos teóricos de segurança em RFID. 2018.

VERMA, Gyanendra K.; TRIPATHI, Pawan. A digital security system with door lock system using RFID technology. **International Journal of Computer Applications**, v. 5, n. 11, p. 6-8, 2010.