



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

MFR: Monitoramento de Fechadura Residencial

João Victor de Souza Lima Santos

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 – Brasil

`j.souzalimasantos@gmail.com`

Abstract. With the popularization of the internet and other technological innovations, the levels of industrial production have triggered the emergence of Industry 4.0, in which one of the pillars is the Internet of Things (IoT). Aiming to address one of the main themes about the fourth industrial revolution, this paper was elaborated with the use of bibliographic, documental, and internet research. Considering the several IoT applications, this exploratory research aimed to develop a home automation system that, by means of an application for a mobile device, shows the user when the door is locked, allowing it to be unlocked remotely. This study presents bibliographic research on home automation, programming, and prototyping, a survey of requirements for prototype creation, the making of the prototype with the information collected, and performance of functional tests. After the documental research, the sketch of a prototype containing the programming and components necessary to achieve the objective was made, followed by a stage of prototyping and testing, where it was concluded that the methodology allowed the interaction between theory and practice and that the results reached satisfactory levels, allowing the general objective of the work to be properly achieved.

Resumo. Com a popularização da internet e outras inovações tecnológicas, os níveis de produção industrial desencadearam no surgimento da indústria 4.0, em que um dos pilares é a internet das coisas (IoT). Visando abordar um dos principais temas sobre a quarta revolução industrial, o presente trabalho foi elaborado com o uso de pesquisa bibliográfica, documental e de internet. Tendo em vista as diversas aplicações da IoT, esta pesquisa exploratória teve como objetivo desenvolver um sistema de automação residencial que por meio de um aplicativo para dispositivo móvel mostre ao usuário quando a porta está trancada, permitindo destrancá-la remotamente. Este estudo apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre automação residencial, programação e prototipagem, um levantamento de requisitos para criação de protótipo, a confecção do protótipo com as informações coletadas e realização de testes de funcionamento. Após a realização das pesquisas documentais, foi realizado o esboço de um protótipo contendo programação e componentes necessários para atingir o objetivo, seguido de uma etapa de prototipagem e testes, onde chegou-se à conclusão de que a metodologia permitiu a interação entre a teoria e prática e que os resultados atingiram níveis satisfatórios, permitindo que o objetivo geral do trabalho fosse devidamente alcançado.

1. Introdução

A automação residencial tem ganhado cada vez mais espaço no mercado e se tornando uma tendência em residências modernas. Um dos principais objetivos dessa automação é fornecer segurança aos proprietários, incluindo o controle de acesso às portas.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo criar um protótipo de um sistema de IoT (Internet das Coisas) para controle remoto de abertura e fechamento de portas residenciais por meio do protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). O sistema será composto por uma fechadura elétrica e um aplicativo móvel para o controle da fechadura.

A fechadura elétrica será instalada na porta residencial e conectada ao sistema de IoT, permitindo o controle remoto do seu trancamento e vice-versa. O aplicativo para controle da fechadura será desenvolvido para ser fácil de usar e permitir que os proprietários controlem a fechadura a qualquer momento e de qualquer lugar, através do uso de um smartphone ou tablet.

O protocolo MQTT é ideal para soluções de IoT, pois permite a transmissão de dados em tempo real e é otimizado para ambientes de baixa largura de banda. Isso garante que o sistema de IoT desenvolvido para o controle da fechadura elétrica seja eficiente e confiável, fornecendo aos proprietários segurança e praticidade em suas residências.

Este trabalho visa fornecer uma solução de automação residencial acessível e confiável para o controle remoto de abertura e fechamento de portas residenciais. O protótipo desenvolvido pode ser utilizado como base para aprimorar a automação residencial com o protocolo MQTT e permitir que mais pessoas tenham acesso a soluções de automação residencial personalizadas e acessíveis.

2. Materiais e Métodos

Como microcontrolador para a solução proposta será utilizado o módulo ESP-01, produzido pela empresa chinesa Espressif, que assim como a plataforma Arduino, é uma plataforma eletrônica baseada em hardware e software, tendo como diferencial um núcleo de processamento embutido na placa que permite acesso à conexão WiFi através do ESP8266. Devido a esta característica, a IDE de desenvolvimento é capaz de estabelecer uma conexão com um servidor de protocolo MQTT, para envio de dados com a aplicação gráfica.

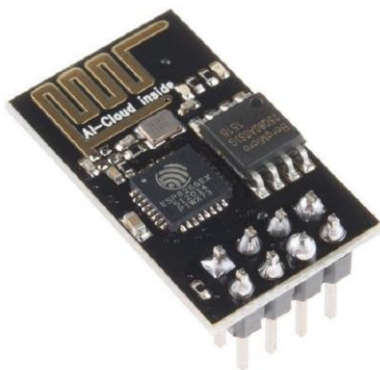


Figura 1- ESP-01

Como atuador para trancar e destrancar a fechadura da porta, foi utilizado um módulo relé de dois canais com alimentação de 5 volts.

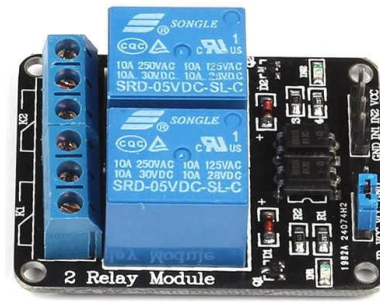


Figura 2- Módulo Relé de 2 Canais

Para o envio de dados e controle da abertura e fechamento da porta, contamos com um sensor de contato seco, que para fins de protótipo será um botão mecânico, que registra se a fechadura está trancada ou não. Teremos o fecho elétrico FEC 91 LA para essa instalação do sensor.



Figura 3- Fecho Eletrônico FEC 91 LA

Para alimentação e chave liga/desliga do circuito do sistema, será utilizado uma placa de alimentação para protoboards MB-102, com tensão 3.3V/5V.



Figura 4- Fonte de Alimentação

Para desenvolvimento do código fonte da aplicação IoT, será utilizado a plataforma de desenvolvimento da Arduino IDE, onde existe o ambiente de interface gráfica somado a estruturação do programa.

3. Modelo de Montagem

O presente capítulo tem como objetivo apresentar ao leitor o processo de criação do protótipo para o funcionamento do dispositivo desenvolvido, com auxílio das ferramentas gráficas visuais SketchUp, Tinkercad, Pritzing e o aplicativo MyMQTT, desde a descrição da localização do dispositivo na porta da casa, passando pelas etapas de circuitos e programação, sendo concluído na simulação do uso do aplicativo.

O protótipo utiliza a conexão WiFi da residência, que através do roteador envia informações transmitidas pelo dispositivo para um servidor de internet em nuvem, que reenvia através de comandos as informações para o dispositivo móvel (Smartphone ou tablet) e vice-versa, conforme ilustra a figura 5.

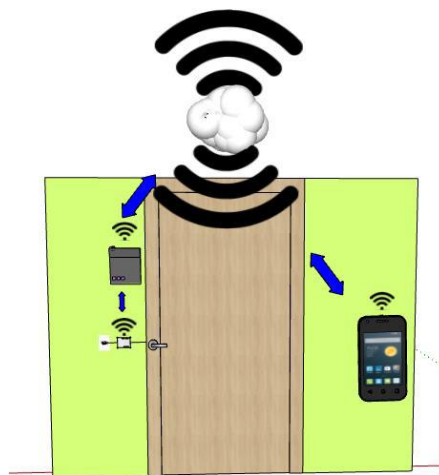


Figura 5 - Funcionamento do sistema

Para realizar a comunicação entre o dispositivo criado, o servidor em nuvem e o dispositivo móvel, utilizou-se um protocolo de comunicação chamado Message Queue Telemetry Transport (MQTT). Santos et al. (2016) definem o MQTT como um protocolo de camadas de transporte de rede da arquitetura TCP/IP2 para dispositivos, esse protocolo utiliza uma estratégia chamada de publish/subscribe para transmitir mensagens, tendo como objetivo principal minimizar a largura de banda da rede e recursos dos dispositivos.

Oliveira (2017) afirma que o MQTT usa o conceito de Broker, que atua como um software servidor recebendo e repassando solicitações, da mesma forma que um servidor Web ou Servidor de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), porém de uma maneira simplificada, repassando apenas dados simples.

Para realizar a programação do ESP-01 foi utilizado a IDE do Arduino, a figura 6 mostra a interface do ambiente de desenvolvimento integrado utilizado, que é possível encontrar para download no próprio site da empresa (ARDUINO, 2020).



Figura 6 - Interface IDE do Arduino

SketchUp é um software para reprodução e modelagem de objetos em 3D de maneira fácil, rápida e intuitiva. O software possui uma versão gratuita que pode ser instalado em qualquer computador que atenda aos requisitos mínimos de funcionamento. Foi utilizado para a criação do fluxograma real de uso da solução.

De acordo com o site oficial do Tinkercad, esta é uma plataforma online que une diversas ferramentas de software para auxiliar as pessoas a pensarem e criarem projetos 3D, circuitos e blocos de códigos. Auxiliou com a criação do circuito final e disposição dos materiais na prática.

O Fritzing é um software gratuito que promove ao usuário um ecossistema criativo, permitindo a criação e documentação de protótipos sobre processamento e Arduino. Utilizado para confecção dos protótipos virtuais do circuito eletrônico e teste de caso de uso dos componentes. Abaixo temos parte da idealização do circuito:

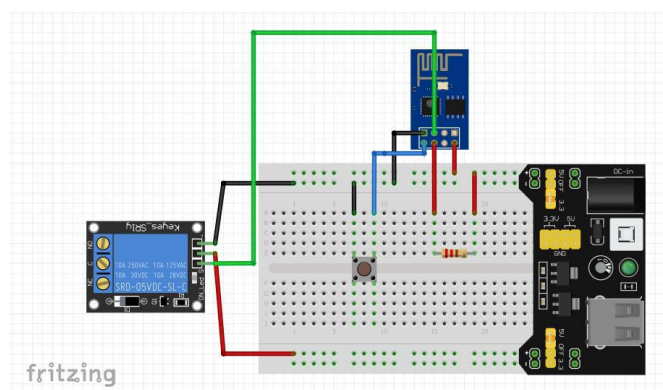


Figura 7 - Circuito Aplicado

O botão na figura acima representa o acionamento da porta, identificando como “porta trancada” se for pressionado e, “porta destrancada” caso contrário. O módulo relé tem a função de atuar o acionador conforme abertura o fechamento da porta. Na esquerda temos o módulo de power supply, que irá alimentar todo o circuito.

Devido à ausência de um cabo adaptador para transmitir informações do computador ao dispositivo, a fim de tornar possível programar o ESP-01, foi necessário utilizar o microcontrolador Arduino.

Na figura 8 é possível verificar os circuitos utilizados para programar o dispositivo a partir do Arduino. O procedimento é ligar os pinos *reset* e *GND* do Arduino transforma-o em um adaptador de comunicação serial com a entrada USB do computador, feito isso basta ligar as pinos *tx* e *rx* do

Arduino com as mesmas portas do ESP-01, usando resistores para converter a voltagem de 5 volts do Arduino para 3.3 volts do ESP-01 e pronto. Em relação aos botões presentes na imagem, o da direita é o *reset* e serve para resetar a leitura do programa do ESP-01, já o da esquerda é o *boot* servindo para que o dispositivo entre no modo de programação.

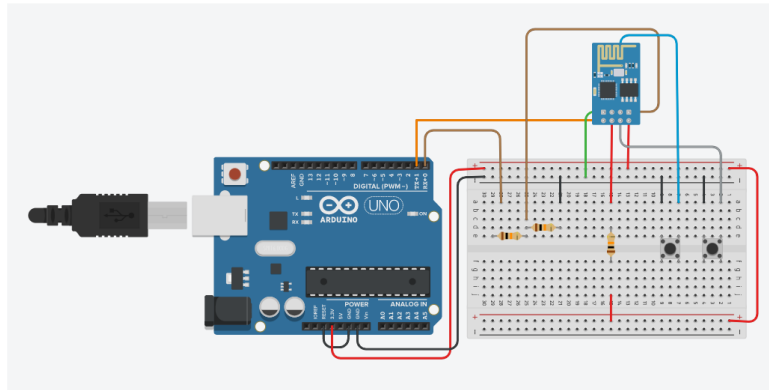


Figura 8 - Arduino para Programar ESP-01

Para a comunicação entre o usuário do dispositivo móvel e o ESP-01 utilizou-se um aplicativo chamado MyMQTT disponível na Google Play, que é uma plataforma de serviços virtuais disponibilizada pela empresa Google LLC (GOOGLE PLAY, 2020).

O Aplicativo MyMQTT, de acordo com a empresa desenvolvedora, instante:solutions OG, foi desenvolvido para o sistema operacional android e tem como objetivo ser um cliente de transporte de dados para Android utilizando o protocolo MQTT nas versões v3.1.1 e v5.0.

4. Resultados

Como prototipação e validação da base teórica, foi confeccionado, em menor escala, o sistema de fechadura mecânica acoplado com a tranca eletrônica, podemos ver nas imagens abaixo a montagem:

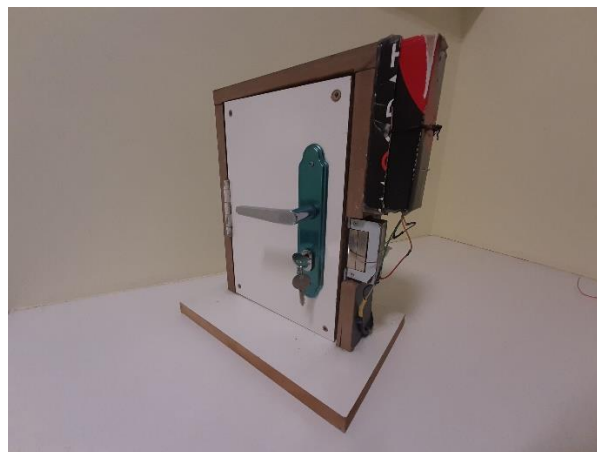


Figura 9- Protótipo

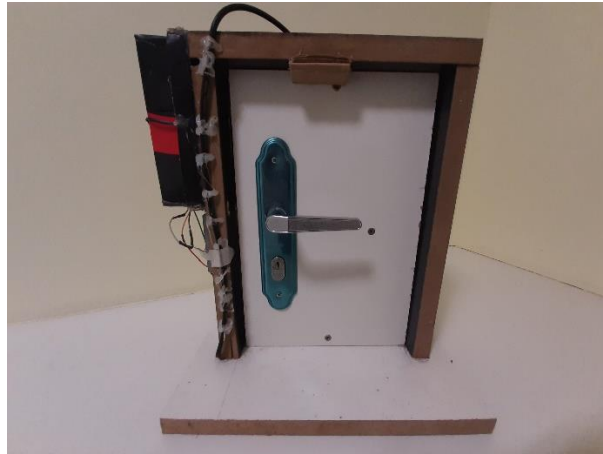


Figura 10 - Protótipo Vista Frontal

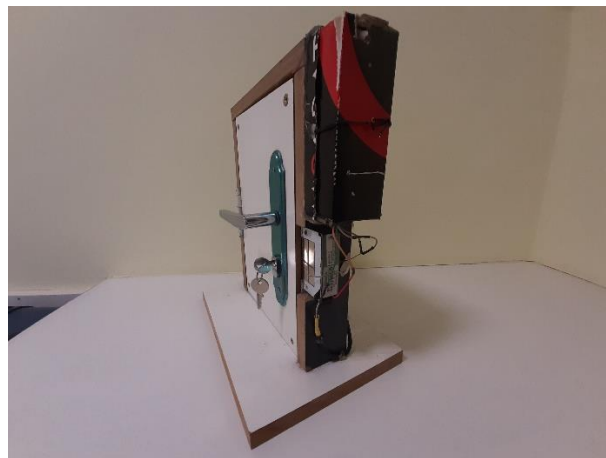


Figura 11 - Protótipo Vista Lateral

Conforme as evidências do sistema, foi feita a estrutura com dobradiças e fechadura de uma porta convencional, adicionando a tranca elétrica como diferencial atuador deste estudo. Para enclausurar o circuito do meio externo, foi criada a caixa de proteção fixada na lateral dos batentes da estrutura, e montado como mostra à figura abaixo:



Figura 12 - Circuito do Protótipo

Por fim foi utilizado o servidor na nuvem do Shiftr.io para realizar a comunicação via MQTT entre o

celular com o aplicativo MyMQTT e o protótipo de automação residencial, descrito neste artigo. Foi feita a subscrição para comunicação através dos tópicos “porta/atuador” e “porta/sensor”. Abaixo podemos ver a interface do servidor MQTT.



Figura 13 - Servidor MQTT (ShiftR.IO)

Referente ao tempo de respostas do atuador, abaixo temos tabelado quatro medições registrando a relação com o sensor e atuador, via protocolo MQTT, base de todo o trabalho.

| Núm. Medida | Sensor | Tempo de resposta |
|-------------|--------------|-------------------|
| 1 | Fim de Curso | 92ms |
| 2 | Fim de Curso | 103ms |
| 3 | Fim de Curso | 89ms |
| 4 | Fim de Curso | 98ms |

| Núm. Medida | Atuador | Tempo de resposta |
|-------------|---------|-------------------|
| 1 | Lingote | 156ms |
| 2 | Lingote | 123ms |
| 3 | Lingote | 108ms |
| 4 | Lingote | 115ms |

Os links para o vídeo de funcionamento do trabalho junto ao repositório do mesmo seguem logo abaixo (obs.: o código da aplicação com o ESP-01 se encontra dentro do repositório também):

Vídeo: https://youtu.be/ahjKSrZd_A8

Repositório: [f-uba/MFR-Mackenzie: Trabalho para o curso de Objetos Inteligentes - Mackenzie \(github.com\)](https://github.com/f-uba/MFR-Mackenzie)

5. Conclusões

As considerações finais estão divididas em quatro momentos, no primeiro momento encontram-se relatos sobre a experiência na realização do trabalho, o segundo trará informações sobre o processo de prototipagem e a relação entre teoria e prática, seguido das conclusões apresentadas pela equipe sobre a pesquisa exploratória e por fim sugestões para trabalhos futuros. Na fundamentação teórica, foi considerada com facilidade em encontrar materiais recentes e confiáveis, proporcionando que o objetivo geral fosse atingido, assim como os específicos. Encontrou-se dificuldades na realização da prototipagem simulada, pois embora existam ferramentas de visualização gráfica e simulação de circuitos, essas ferramentas não possuem suporte para todos os componentes necessários na confecção do protótipo físico, principalmente em relação à comunicação com a internet. Todavia foi possível encontrar soluções plausíveis aos empecilhos encontrados. Com a metodologia aplicada foi possível

associar os conteúdos aprendidos durante todo o curso, modelos e métodos de desenvolvimento de software e lógica aplicada. Ao terminar o presente trabalho integrador conclui-se que atualmente com a indústria 4.0, a tecnologia está acessível e barata, não sendo destinada apenas a aqueles que possuem amplo conhecimento e capital, mas sim para todos que desejam aprender e conhecer novas tecnologias. E que qualquer pessoa pode construir um sistema de automação residencial em casa de baixo custo. Este sistema pode ser expandido para ambientes educacionais, coworking, ou seja, espaços em que há maior fluxo de pessoal, e seria um reforço para a segurança. Percebeu-se também a relevância do trabalho realizado, pois devido ao fato tratar-se de um assunto da atualidade, o mesmo tem influência no desenvolvimento de novos conhecimentos e potencial para o mercado de trabalho futuro.

6. Referências

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: informação e documentação - referências - elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ALAM, S. S.; REZAEI, M. H.; JAMIL, M. et al. Sistema de Monitoramento e Controle sem fio baseado em MQTT. In: 2017 International Conference on Networking, Systems and Security (NSysS), Dhaka, Bangladesh, 2017.

BANYUE, W. Sistema de Monitoramento e Controle IoT baseado no Protocolo MQTT. In: 2017 International Conference on Computer Science and Technologies (ICCST), Krasnoyarsk, Rússia, 2017.

CAI, Z.; YAN, W.; LIU, X. et al. Projeto e Implementação de um Sistema de Casa Inteligente Baseado no Protocolo MQTT. In: 2018 5th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), Shanghai, China, 2018.

ACCARDI, Adonis; DODONOV, Eugeni. Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. Tecnologias, Infraestruturas e software. São Carlos – SP, vol. 1, n. 2. p 156-166, 2012.

ARDUINO. Arduino - Introduction. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>. Acesso em: 30 abr. 2023.

GONÇALVES, Rangel L. M. **Automação residencial**: um estudo de caso da aplicação da internet das coisas. 58 f. Monografia (Graduação) – Universidade do sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

FRITZING. **FRITZING**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#> >. Acesso em: 03 mai. 2020

SHIFTR.IO. **Dashboard**. Disponível em: <<https://shiftr.io/>>. Acesso em: 08 mai. 2020.

MORAIS, Izabelly S. de *et al.* **Introdução a big data e internet das coisas (IoT)**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

GOOGLE PLAY. **Termo de servido do Google Play**. Disponível em: <https://play.google.com/intl/pt_br/about/play-terms/index.html>. Acesso em: 01 mai. 2020.