

Interface para automação residencial utilizando controle por gestos

André Garcia Alves, Eduardo Henrique Molina da Cruz

¹Instituto Federal do Paraná – Campus Paranavaí

andrealvesgarcia@gmail.com, eduardo.cruz@ifpr.edu.br

Abstract. *This work presents the development of an embedded device, as part of a home automation system. For its implementation, a feasibility study was carried out, where the necessary functionalities for the software were selected to control other devices via infrared light emission and commands through relays. The device is handled without any physical contact, as the commands are received via hand gestures. The software is being developed with the application of current technologies, such as the C++ language and the Arduino IDE. One of the benefits, through its use, was the peculiar way of carrying out the action of controlling a device at a distance, such as a TV, without physical contact, or even turning on and off other devices connected to the system relays, via mobile application.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispositivo embarcado, como parte de um sistema de automação residencial. Para sua implementação, foi realizado um estudo de viabilidades, onde foram selecionadas as funcionalidades necessárias ao software para comandar outros dispositivos via emissão de luz infra-vermelha e comandos através de relés. O dispositivo é manuseado sem contato físico algum, pois os comandos são recebidos via gestos com as mãos. O software está sendo desenvolvido com a aplicação de tecnologias atuais, como a linguagem C++ e a IDE Arduino. Um dos benefícios, através de seu uso, foi a maneira peculiar de se realizar a ação de controlar um dispositivo à distância, como uma TV, sem contato físico, ou até mesmo ligar e desligar outros dispositivos conectados aos relés do sistema, via aplicação mobile.*

1. Introdução

Durante muito tempo, os homens buscam a realização de invenções que os auxiliem em suas atividades. Para enviar uma simples mensagem, era necessária uma viagem que poderia levar dias até chegar ao seu destino, o que foi parcialmente substituído pelo Telégrafo (utilizando código Morse), e posteriormente o telefone foi utilizado por muitas décadas. Com os avanços tecnológicos, passou-se a usar email e, atualmente, os aplicativos de mensagens instantâneas. Podem ser incluídas também as videoconferências, onde vários integrantes conversam e visualizam-se mutuamente, independente do local onde cada um estiver.

Com as constantes pesquisas e o avanço no desenvolvimento das tecnologias, atualmente dispõe-se de inúmeros recursos para facilitar a vida da população e as demais atividades humanas. Desde simples ações do dia a dia até mesmo elaboradas sequências

de tarefas ou conjuntos de funções que as pessoas executam, quase tudo pode ser automatizado.

Entende-se por sistemas automatizados o conceito de coletar informações através de dispositivos de entrada, que podem ser alguns sensores, a realização de um processamento onde serão analisados e processados os dados e, posteriormente, o envio de informações ou comandos aos atuadores deste sistema, possibilitando a realização de um sistema de controle mais interativo e amigável com as pessoas.

A evolução tecnológica permite a implementação de vários sistemas de automação, acompanhando as novas concepções de tecnologias. Pode-se distinguir, segundo [SILVA 2003], alguns tipos de automação:

- Automação Fixa: uma vez projetada, ela não mais poderá ser alterada, a não ser que se inicie um novo projeto;
- Automação Programável: concebido para possibilitar alterações posteriores ao projeto, ajustando-o de acordo com as necessidades;
- Automação Flexível: extensão da Automação Programável, uma definição exata ainda está em evolução, pois pode envolver todos os níveis de decisão para determinadas linhas de produção.

Automação Residencial, Domótica, Casa Inteligente ou Casa Conectada são os termos que estão em pauta atualmente, pois englobam diversas tecnologias que oferecem conforto, automatização e modernidade para os nossos lares, segundo [Adami 2020]. Existe, na atualidade, uma extensa variedade de lançamentos tecnológicos e, junto a isto, nasce o desejo das pessoas terem acesso às novidades e o contato constante com o mundo da tecnologia.

Já existem muitos estudos relacionados e tecnologias disponíveis para a concretização de dispositivos que podem controlar e monitorar uma residência, bastando aplicar os conceitos ao desenvolvimento de projetos de Sistemas Embarcados, conforme [RILEY 2012].

O presente artigo visa estudar formas de automatizar alguns dos diversos meios de se controlar dispositivos eletroeletrônicos presentes em uma residência. Algumas das possibilidades são a utilização de sensores de gestos manuais ou a voz das pessoas, que pode facilitar o uso, principalmente para pessoas com problemas de mobilidade, bastando a aplicação de sensores adequados ao tipo de projeto que irá comandar as dependências de uma residência; além dos tradicionais sistemas que recebem comandos de aplicações mobile. Desta forma, o objetivo do presente trabalho consta na automatização do controle de dispositivos manuais em uma residência através de sensores presentes em um sistema desenvolvido com uma plataforma de prototipagem, como o NodeMCU ESP8266.

Foi necessária a realização de diversas pesquisas para identificar os sistemas disponíveis atualmente, os tipos de sensores e os atuadores disponibilizados pela indústria eletrônica. Desta maneira, foi possível implementar um protótipo de um sistema para automatizar residências baseado em alguns dos sensores disponíveis, que podem ser manipulados através de gestos manuais, reconhecimento de voz ou aplicativos. Com uma plataforma de prototipagem aberta e de baixo custo para o desenvolvimento de sistemas embarcados, possibilita-se enormemente a realização de diversos testes com a finalidade de verificar a eficácia do sistema implementado.

A introdução do trabalho está na seção 1, seguido do estado da arte da automação residencial, na seção 2. A proposta de sistema de automação residencial de baixo custo está na seção 3, seguida da seção de avaliação do protótipo desenvolvido 4, e finalizando com as conclusões e trabalhos futuros na seção 5.

2. Estado da Arte da Automação Residencial

O trabalho de [FREITAS 2010] estabelece um panorama sobre a diversidade dos sistemas de automação residencial. Descreve o início da jornada na década de 60 com o conceito de casa automática, passando pela atual realidade tecnológica e, logo após, menciona uma perspectiva sobre a automação estar integrada à inteligência artificial, com novas interações com seus usuários.



Figura 1. Dispositivo com sensor de gestos.

Fonte: Mu Design

Um interessante produto foi lançado em 2016 por uma start-up chamada Mu Design¹, fundada em setembro de 2015 por Vivien Muller, em Luxemburgo (um pequeno país europeu rodeado pela Bélgica, França e Alemanha). Chamado de Bearbot, segundo os desenvolvedores, trata-se de um “controle remoto universal fofo ao seu comando”. O dispositivo recebe comandos por gestos manuais e pode controlar diversos aparelhos eletrônicos através de infravermelho, bluetooth, zigbee e rádio, de acordo com [Mu-Design 2016]. Na Figura 1 é possível perceber a exibição de expressões, em uma pequena tela OLED, que lembram um pequeno urso.



Figura 2. Assistente pessoal Google Home.

Fonte: MTG

Uma versão bastante evoluída de um sistema para automação residencial é o Google Home², uma caixa de som com o sistema Google Assistente, que interage com seus

¹<https://mu-design.lu/bearbot-infos>

²<https://www.mtg.com/press-releases/nent-groups-viaplay-on-board-for-scandinavian-launch-of-google-home/>

usuários através de comandos de voz, de acordo com [Ribeiro 2016]. Ele responde a diversas questões, e ainda pode controlar vários outros dispositivos dentro de uma residência. Foi lançado em 2016, em Mountain View, e dentro dele roda um sistema para controlar o entretenimento da casa, ajudar na organização das tarefas do dia e também fazer consultas no Google. Na Figura 2 temos a imagem do Google Home, que não dispõe de sensor de gestos manuais.



Figura 3. Kit de automação residencial.

Fonte: Fibaro

Um outro produto que se fundamenta no controle por gestos é o Swipe, da Fibaro³, na Figura 3, que detecta não apenas movimentos simples, mas também combinações de movimentos, possuindo um sensor de alta resolução para interpretar os comandos mais complexos. O dispositivo lembra um porta-retratos digital ou um tablet, porém possui os sensores para a interação com uma residência e permitir sua atuação nos diversos dispositivos. Pode ficar em cima de alguma mobília, pendurado na parede ou escondido atrás de algum objeto.

Devido à disponibilidade das tecnologias citadas a um custo muito baixo, é possível a realização de um protótipo com algumas das tecnologias citadas acima ou parte dela, tornando viável e, até mesmo, há a possibilidade de resultar em um produto comercial que pode atingir o usuário final em escala ascendente. A curva de aprendizado para a programação do sistema embarcado com Arduino (ou outras plataformas de prototipagem disponíveis) possui alta produtividade, através do vasto conteúdo disponibilizado na internet.



Figura 4. Demonstração na CES 2012/Consumer Electronics Show.

Fonte: Uol Tecnologia

A fabricante Samsung demonstrou sua nova TV, na Figura 4, que pode ser controlada por gestos, voz e reconhecimento facial, durante a CES (Consumer Eletronics Show), que é a maior feira de tecnologia do mundo, que ocorreu em Las Vegas, no ano de 2012. A intenção da empresa foi montar uma espécie de TV intuitiva, proporcionando uma nova experiência para o usuário, que pode ser vista na Figura 5.

³<https://www.fibaro.com/en/products/swipe>



Figura 5. TV Samsung com sensor de gestos.

Fonte: Samsung

Dessa maneira, com o sistema de interação das novas TVs, o usuário pode mudar de canal com um comando de voz e navegar pelo sistema por meio de gestos. O sistema de detecção de gestos é semelhante ao introduzido pelo acessório Kinect, do videogame Xbox 360, mas a novidade da Samsung é que a tecnologia está integrada diretamente à TV. Além disso, o sistema reconhece o rosto de qual usuário da família está de frente à TV e escolhe o perfil pessoal de aplicativos da pessoa.

3. Proposta de Sistema de Automação Residencial de Baixo Custo

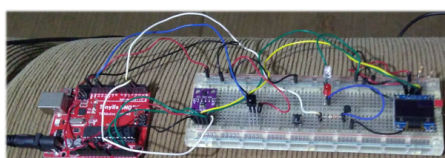


Figura 6. Protótipo inicial usando Arduino.

O projeto engloba tecnologias disponíveis e baratas, pois o custo para a prototipação é muito reduzido se comparado aos projetos das grandes organizações, onde são efetuadas muitas atividades, durante as fases de concepção, até chegar a construção de um protótipo funcional.

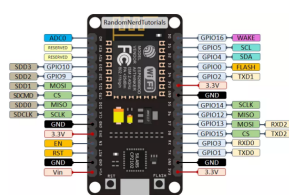


Figura 7. Módulo NodeMCU ESP8266.

Inicialmente o protótipo foi desenvolvido com a plataforma Arduino, conforme Figura 6, por ser mais acessível e que proporciona maior agilidade no desenvolvimento. Porém, surgiu a necessidade de se implementar funcionalidades baseadas na web, então ao invés de inserir shields ou outros módulos para comunicação via wifi, foi decidido a sua substituição por outra plataforma que possui um microcontrolador mais robusto e que já tivesse um módulo wifi embutido: o NodeMCU ESP8266, vista na Figura 7. Mesmo assim, houve a possibilidade de se utilizar o mesmo software e a mesma linguagem de programação do Arduino, de acordo com [Oliveira 2020].

A seguir uma breve explanação dos principais componentes:

3.1. Display: mostra informações ao usuário

Após a substituição da placa principal pelo NodeMCU, foi necessário a troca da biblioteca de gerenciamento do display OLED – na versão para o Arduino foi utilizada a u8glib e, com pequenas alterações no código, foi possível trabalhar com o NodeMCU usando a biblioteca u8g2lib, disponibilizada gratuitamente por [Olikraus 2020].

3.2. Sensor de Gestos: permite a interação do usuário

O sensor de gestos foi a escolha decisiva para a concretização do sistema proposto, pois ele permite a execução de comandos sem qualquer tipo de toque. O dispositivo reconhece seis gestos diferentes, realizados com as mãos, em uma distância aproximada de até 20 cm. Os gestos são os movimentos da mão para cima, para baixo, para esquerda, para direita, para frente e para trás. A placa APDS-9960, produzida pela [SparkFun-Electronics 2020] é muito versátil e, além de perceber gestos, também pode ser usada para realizar medições de distâncias e identificar as cores do ambiente em que se encontra.

3.3. LED Infravermelho: emite ondas luminosas para uma TV

A emissão da luz infravermelha é proporcionada por um LED IR (diodo emissor de luz - infravermelho), visto na Figura 8. Com ele é possível que o dispositivo proposto controle a emissão de uma luz infra-vermelha com vários padrões de código, clonados a partir de um controle remoto da própria TV que vai ser controlada.

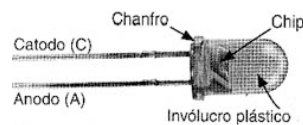


Figura 8. Estrutura típica de um LED.

Fonte: Instituto Newton C. Braga

Devido a suas características elétricas, os LEDs podem ser usados em muitas aplicações práticas, e não apenas para substituir lâmpadas incandescentes comuns como fontes de luz, bem como em outros projetos em que não podem ser usadas as lâmpadas convencionais. Além de possuir tamanho reduzido, sua eficiência na produção de luz é maior, possibilitando que os mesmos produzam radiação monocromática (apenas uma cor) e serem modulados por frequências que possam alcançar vários Mega-Hertz.

3.4. Transistor: amplificar sinais para o LED-IR

Para que a intensidade do sinal emitido pelo LED seja suficiente, é necessário incluir um componente para que seja realizada sua excitação (amplificação) em nível adequado: o transistor, mostrado na Figura 9.

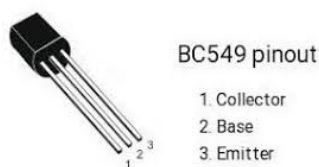


Figura 9. Transistor tipo BJT.
Fonte: Instituto Newton C. Braga

O transistor utilizado foi o BC-549C, do tipo BJT (Bipolar Junction Transistor ou Transistor de Junção Bipolar), polarização NPN, constituído de silício - como a maioria dos semicondutores atuais, com encapsulamento no padrão TO-92, descrito em [MOTOROLA 2001]. Ele é considerado de uso geral, até hoje fabricado e muito conhecido na indústria eletrônica e também pelos hobbystas (entusiastas no assunto).

Na Figura 10 é apresentado um circuito eletrônico com um transistor excitando um LED, que proporciona um aumento considerável no brilho do mesmo.

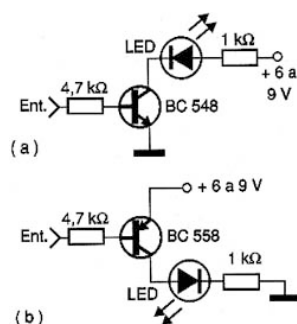


Figura 10. Excitação de LEDs usando transistores.
Fonte: Instituto Newton C. Braga

3.5. Relé: chave comutada através dos comandos do usuário

Também foi adicionado um módulo com relés, similar ao da Figura 12, onde o usuário pode alternar o controle entre TV e relés, possibilitando um maior leque de utilizações dentro de um ambiente residencial.

O relé, mostrado na Figura 11, é um dispositivo de comutação eletromecânica, muito utilizado em projetos onde se necessita isolar o circuito, que comanda o relé, da carga que o relé vai comutar.

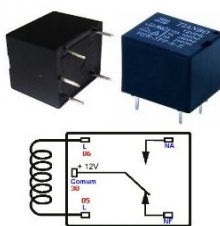


Figura 11. Relé e sua representação simbólica.

Fonte: Instituto Newton C. Braga

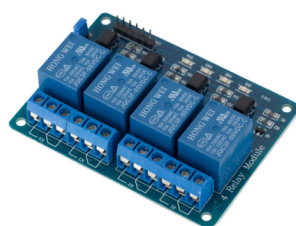


Figura 12. Módulo de relés.

Fonte: FilipeFlop

Aplicando uma corrente elétrica de controle à bobina de um relé, podemos abrir ou fechar os contatos, controlando assim as correntes que circulam por circuitos externos. Conforme [Torres 2019], quando a corrente deixa de circular pela bobina do relé o campo magnético criado desaparece, dessa forma a armadura volta a sua posição inicial, devido a ação de uma mola incorporada internamente.

3.6. Componentes passivos: elementos complementares do circuito

Neste protótipo também foram utilizados outros componentes de apoio, como alguns resistores⁴, similares aos da Figura 13, além de alguns pedaços de fios condutores e uma fonte de alimentação externa.



Figura 13. Exemplos de resistores comuns.

Fonte: Multicomercial

3.7. Funcionamento básico

Utilizando um display OLED de 0,96" na cor branca, para a interação com o usuário, possibilita que o mesmo possa acompanhar a inicialização do dispositivo, visualizar opções

⁴<https://blog.multicomercial.com.br/>

de qual tipo de aparelho será controlado, e monitorar os comandos que foram executados, além de informar quais relés estão ativos ou inativos. O sistema mostrado na Figura 14 oferece um menu logo após a inicialização, podendo ser feita a escolha entre comandar uma TV ou controlar os relés.

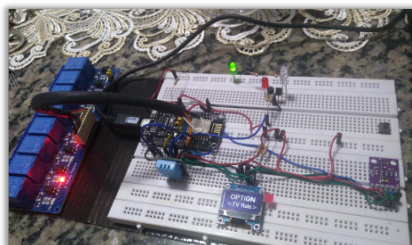


Figura 14. Protótipo utilizando NodeMCU ESP-8266.

O fluxograma pode ser encontrado na Figura 15, onde pode ser melhor compreendido o funcionamento do protótipo, e na Figura 16 está o aspecto real do projeto proposto.

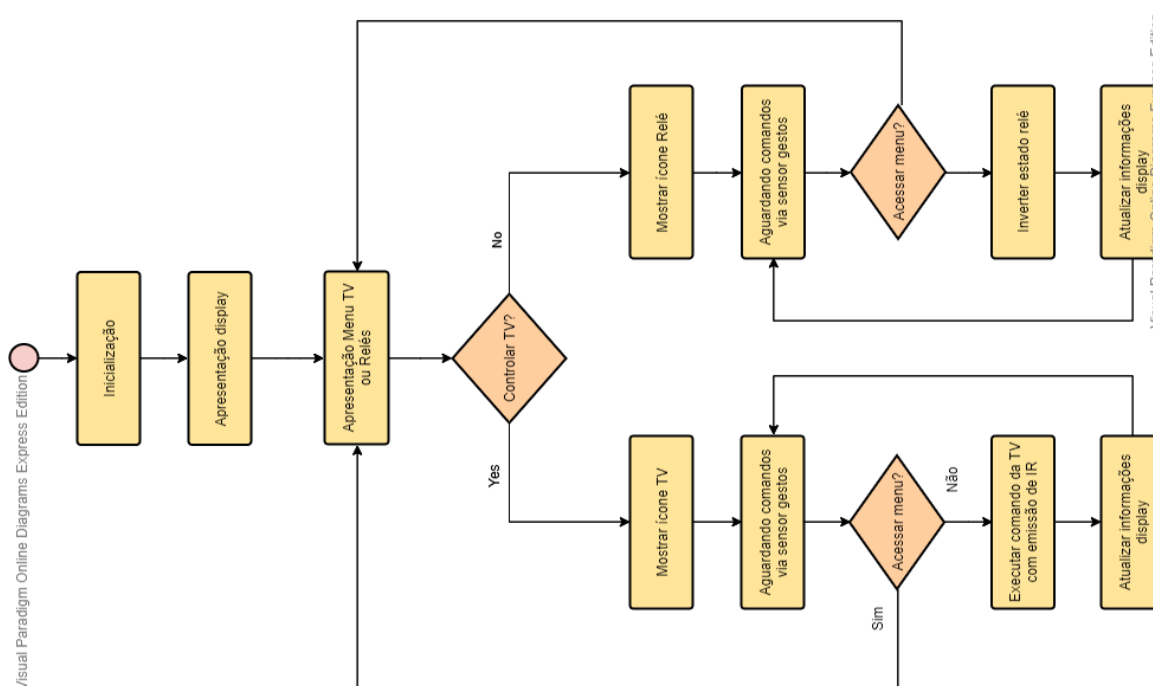


Figura 15. Fluxograma do projeto.

3.8. Controle via Internet

Está em pleno funcionamento o recurso de controle de relés, tanto via sensor de gestos, quanto via aplicativo mobile. Pelo aplicativo, são monitorados quais relés estão ativos ou não, de acordo com a Figura 17. Essa forma de controlar dispositivos à distância proporciona comodidade, segurança, agilidade e ainda pode ser integrado a outros softwares, de modo que sistemas possam controlar outros sistemas, conhecido como IoT (Internet of Things).

A seguir uma lista de todos os componentes utilizados no projeto:

- NodeMCU ESP8266
- Display OLED 0,96” - SH1106 (I2C)
- Módulo de relés
- Sensor de gestos Sparkfun APDS-9960
- Protoboard 1680 furos
- 2 transistores BC549 (NPN)
- LED emissor IR
- LED emissor vermelho
- LED emissor verde
- 2 resistores 4K7 x 1/4w
- 2 resistores 220R x 1/4w
- Fonte de alimentação de 5vcc x 1A
- Fios diversos para interligação entre componentes

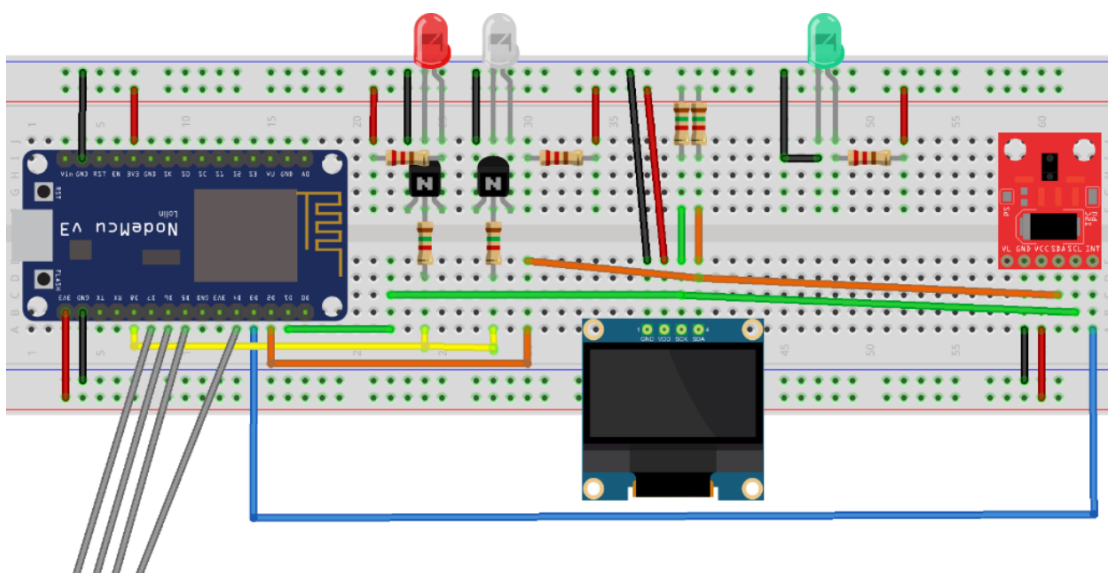


Figura 16. Aspecto real do circuito proposto (protótipo).

Cada porta do microcontrolador é usada de modo específico:

- D1 = GPIO 5 (comunicação I2C - SCL) Sensor Gestos + Display OLED
- D2 = GPIO 4 (comunicação I2C - SDA) Sensor Gestos + Display OLED
- D3 = GPIO 0 (entrada de interrupção) Sensor Gestos
- D4 = GPIO 2 (módulo relés - RL1)
- D5 = GPIO 14 (módulo relés - RL2)
- D6 = GPIO 12 (módulo relés - RL3)
- D7 = GPIO 13 (módulo relés - RL4)
- D8 = GPIO 15 (saída de pulsos) aplicados no led IR e no led vermelho

Informações da pinagem da placa NodeMCU segundo [Santos 2020].

4. Avaliação do Protótipo Desenvolvido

Os testes foram realizados com uma SmartTV usando o protótipo para algumas funções básicas, sem a necessidade do controle remoto original. Outra funcionalidade, integrada com IoT, que também está em pleno funcionamento, se refere ao comando das unidades de relés. Uma vez obtido sucesso nos comandos individuais dos relés, basta interligar suas chaves (NA - normalmente aberto / NF - normalmente fechado) em uma instalação adequada, onde ele irá ligar e desligar qualquer dispositivo que use energia CA (corrente alternada - rede elétrica) ou CC (corrente contínua - provida por pilhas e baterias). A integração ao IoT também permite o controle dos relés via aplicativo mobile. Ao invés de ser desenvolvido um especificamente para este projeto, foi utilizado o MQTT Dash, disponível nas diversas lojas de aplicativos, já configurado com o broker Cloud MQTT, que pode ser visto na Figura 17, em consonância com [Souza 2020].

O modelo de publicação e assinatura define o princípio de funcionamento do protocolo MQTT, que compreende duas entidades na rede: o servidor conhecido como broker e os inúmeros clientes que enviam as mensagens ao servidor, que é o responsável por roteá-las para clientes de destino relevante. Assim que um dispositivo deseja receber uma determinada informação, ele a subscreve, fazendo a requisição para um outro dispositivo na rede capaz de gerir as publicações e subscrições. Em uma rede MQTT, este elemento é o broker. O servidor broker é o responsável por receber, enfileirar e disparar as mensagens recebidas dos publishers para os subscribers. É importante ressaltar que cliente é qualquer dispositivo capaz de interagir com o broker e receber mensagens, como por exemplo um sensor de IoT dentro de uma rede.



Figura 17. Aplicativo MQTT Dash em operação com relés.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Para que este projeto possa ser utilizado com qualquer dispositivo, futuramente deverá ser elaborada uma função para realizar a clonagem de comandos a partir de qualquer controle remoto. Desta forma, o projeto não fica limitado ao realizar o controle de apenas um único dispositivo, e assim poderá ser utilizado com vários outros aparelhos disponíveis em casa.

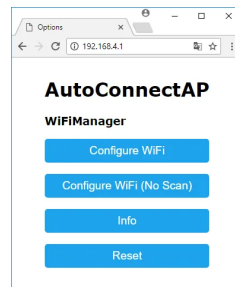


Figura 18. WiFi Manager - via navegador web.

Fonte: Random Nerd Tutorials

Para resolver o problema de ficar alterando, diretamente no código-fonte, as informações de conexão a uma rede local, ao qual o projeto será utilizado, existe a possibilidade de utilizar um sistema de gerenciamento de conexão via Wi-Fi, visto na Figura 18. Assim evitaria de se alterar, via código de programação, o login e a senha para a conexão da placa NodeMCU à uma rede sem fios, cada vez que fosse alterada a rede a ser usada. Basta acessar um determinado endereço local, via navegador web, e realizar as configurações de acesso a qualquer rede wi-fi disponível.

Referências

- Adami, A. (2020). Domótica.
- FREITAS, MESQUITA, P. e. F. (2010). Automação residencial: Uma abordagem em relação as atuais tecnologias e perspectivas para o futuro. *V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação*.
- MOTOROLA (2001). *Bipolar Power Transistor Data*. Literature Distribution Center for ON Semiconductor, Denver, 2 edition.
- Mu-Design (2016). a cute universal remote at your command.
- Olikraus (2020). Biblioteca u8g vs u8g2.
- Oliveira, E. (2020). Nodemcu – configurando a ide do arduino.
- Ribeiro, C. (2016). Google home torna sua casa inteligente com o controle da sua voz.
- RILEY, M. (2012). *Programming Your Home - Automate with Arduino, Android, and Your Computer*. The Pragmatic Programmers, Texas, 1 edition.
- Santos, S. (2020). Esp8266 pinout reference: Which gpio pins should you use?
- SILVA, N. (2003). Automação industrial. *UFRN - Redes para Automação Industrial – DCA2401*.
- Souza, F. (2020). Use o mqtt dash para controlar uma lâmpada remotamente.
- SparkFun-Electronics (2020). Site sparkfun.
- Torres, G. (2019). *Eletrônica para Autodidatas, Estudantes e Técnicos*. Clube do Hardware, Rio de Janeiro, 2 edition.