



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 2, volume 5, artigo nº 04, Julho/Dezembro 2019  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n2a4>

## **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NÃO CONVENCIONAL PARA MAIOR ACESSIBILIDADE E CONFORTO DE PESSOAS PORTADORAS DE NECESSIDADES ESPECIAIS**

**Victor da Silva Santos**

Graduando do curso de Engenharia Elétrica

**Rafael Lima de Oliveira**

Mestre em Engenharia Elétrica

**Resumo:** Este trabalho apresenta um sistema de automação residencial não convencional e de baixo custo, projetado para oferecer maior conforto e acessibilidade as pessoas portadoras de necessidades especiais. A automação funciona em paralelo com o sistema de acionamento convencional proporcionando acessibilidade e segurança, pois em caso de pane no sistema de automação, o usuário não perde o controle das funções básicas de sua residência, as quais podem ser acionadas de modo convencional, ou seja, manualmente. O sistema é baseado em comunicação wireless e permite, facilmente, sua implementação em residências que não apresentem infraestrutura, previamente preparada, para receber a automação. O projeto não utiliza plataformas ou placas de empresas existentes no mercado, desde modo, não está à mercê de tecnologias patenteadas e permiti uma redução de custos. O trabalho alcançou os objetivos propostos: menor custo de implementação, facilidade de instalação, múltiplos sistemas de acesso e controle, além de funcionar harmonicamente com o sistema de acionamento convencional. Por fim, a construção da estante didática possibilitará o ensino de automação residencial nas disciplinas de Eletrônica, Instalações Elétricas e Sistemas Digitais.

**Palavras-chave:** Automação, Acessibilidade, Segurança.

**Abstract:** This work presents an unconventional and low cost residential automation system, designed to offer greater comfort and accessibility as a people with special needs. The automation system works in parallel with the conventional system, which gives accessibility and safety, because in the case of a break down on automation system, the user does not

lose the control of basic functions, such as can be operated in a conventional way, that is, manually. The system is based on wireless communication and easily allows its implementation in residences that are not, pre-prepared to receive an automation. The project doesn't use cards or PCBs already on the market, so it is not at the mercy of patented technologies and allows a reduction of costs. The work succeeded the proposed objectives: lower implementation cost, ease of installation, multiple access and control systems, in addition to working harmonically with the conventional system. Finally, the construction of didactic stand made possible the teaching of residential automation in the disciplines of Electronics, Electrical Installations and Digital Systems.

**Keywords:** Automation, Accessibility, Safety.

## INTRODUÇÃO

Em uma breve revisão histórica é possível perceber que os sistemas para automação residencial surgiram após seus similares nas áreas industrial e comercial. Os primeiros a serem desenvolvidos foram os sistemas para automação industrial, seguidos pelos sistemas para automação de edifícios comerciais, voltada às áreas patrimonial e institucional. Por fim, surgiram os sistemas para automação residencial os quais têm apresentando crescente notoriedade no âmbito mundial.

No contexto industrial o conceito de automação baseia-se no uso da tecnologia para facilitar e/ou automatizar tarefas repetitivas. Em seu uso moderno, a automação pode ser definida como uma tecnologia que utiliza comandos programados para operar um dado processo, combinados com retroação de informação para determinar que os comandos sejam executados corretamente, frequentemente utilizada em processos antes operados por seres humanos, ou seja, é a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir o uso de mão-de-obra em qualquer processo, especialmente através do uso de robôs nas linhas de produção. Assim, a automação industrial diminui os custos e aumenta a velocidade de produção, proporcionando maior controle e redução de erros, além de, fidelidade de informações, elementos essenciais para um gerenciamento eficaz.

No contexto residencial a automação baseia-se no uso da tecnologia para facilitar e/ou automatizar tarefas residenciais habitualmente realizadas pelos seus moradores. O conceito de Automação Residencial tem sido moldado de acordo com as necessidades da sociedade, e atualmente visa proporcionar uma melhoria no conforto e segurança das residências, assim como, proporcionar maior acessibilidade aos portadores de necessidades especiais. Hoje tem-se disponível uma gama de possibilidades práticas e econômicas que

utilizam a automação, desde a mais básica até as mais abrangentes, onde sistemas de integração são implementados para diversos ambientes. O resultado disto é um ambiente prático, confortável, agradável, mais bonito, valorizado e seguro.

O termo “Domótica” tem se destacado nos últimos anos e vem ganhando muitos adeptos. Este termo resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo). A ideia base é a mesma da automação residencial, a diferença está no contexto para o qual o sistema é projetado. Normalmente são feitos controles para todas as funções encontradas no ambiente, tais como: controle de temperatura ambiente, iluminação e som, integrando seus acionamentos e visando sempre a praticidade, simplicidade e objetividade dos comandos, distinguindo-se dos controles normais por ter uma central de controle acoplada a internet.

## **OBJETIVO**

A Domótica está facilitando, a cada dia mais, a vida das pessoas. A redução no custo de implantação do sistema de automação permitirá levar essa tecnologia para um número maior de pessoas.

Portanto o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um sistema de automação residencial que proporciona maior acessibilidade e conforto as pessoas portadoras de necessidades especiais, visando a redução dos custos, a facilidade de instalação e múltiplos sistemas de acesso e controle dos dispositivos elétricos e eletrônicos da residência. Além disso, a segurança também foi abordada através da implementação da automação em paralelo com o sistema convencional de acionamento.

Almeja-se a redução do custo com o desenvolvimento de uma placa que permita a comunicação entre os acionadores e a central de controle através da transmissão de dados sem fio. Esse dispositivo facilitará a instalação evitando alterações na infraestrutura de residências que não foram previamente preparadas para receber automação.

Tem-se por objetivo ainda, a construção de uma estante didática que representará uma residência com o novo sistema de automação instalado. Esta estante será utilizada no laboratório do Centro Universitário Redentor para ministração de aulas das seguintes disciplinas: Instalações Elétricas, Eletrônica e Sistemas Digitais.

Por fim, o objetivo de desenvolver um sistema automatizado instalado em paralelo com o sistema convencional de acionamento será de evitar que o usuário fique

impossibilitado de realizar suas tarefas devido a uma pane ou mau funcionamento do sistema automatizado.

## **DESENVOLVIMENTO**

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas. Primeiro realizou-se a pesquisa e testes de tecnologias para transmissão de dados sem fio. Em seguida, buscou-se por técnicas de produção de placas de circuito impresso (PCB). Por fim, realizou-se a montagem da estante didática para execução dos testes para o sistema de automação desenvolvido. Em todas as etapas de pesquisas e testes, buscou-se a melhor tecnologia que atendesse as necessidades do projeto e que apresentassem os menores custos possíveis.

### **Transmissão de dados sem fio**

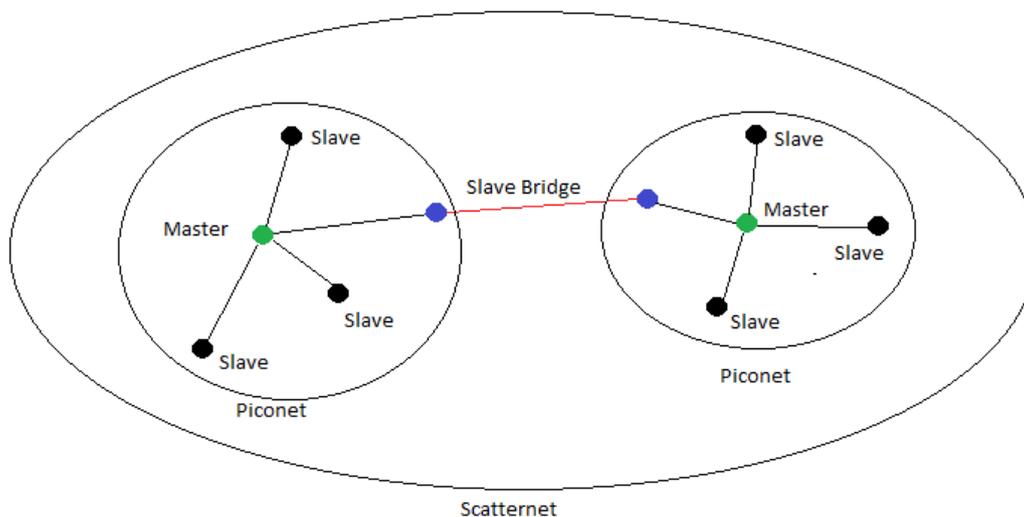
#### **Bluetooth**

A primeira tecnologia para transmissão de dados testada foi a Bluetooth. Essa tecnologia utiliza ondas de rádio de baixa potência, com frequências próximas de 2,4 GHz. Suas especificações indicam um alcance máximo de 100 metros, atendendo as necessidades do projeto. Após diversas pesquisas sobre pareamento e configurações *Master-Slave* e *Master-SlaveBridge-Master*, Figura 3.1, deu-se início aos testes de transmissão de dados. Porém, o dispositivo não atendeu as expectativas e constatou-se através de diversas testes que essa comunicação não atingiu 10% dos 100 metros para as configurações do projeto. Os testes foram efetuados com celulares, notebooks e tablets, atingindo no máximo à 6 metros de distância, entre os dispositivos. Em caso de obstáculos tais como paredes, a perda de sinal é intensificada. Deste modo, a utilização desta tecnologia foi desconsiderada.

#### **Módulo WiFi ESP8266**

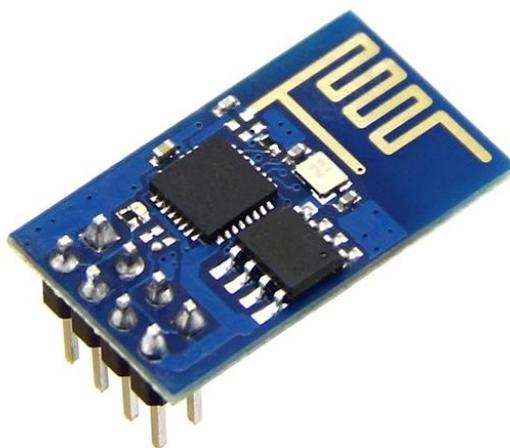
O módulo WiFi ESP8266 foi especialmente desenvolvido para conexão entre o seu microcontrolador e uma conexão WiFi de forma fácil, eficaz e a um baixo preço. Este módulo suporta as redes 802.11 b/g/n, muito utilizadas atualmente. Ele pode trabalhar como Ponto de Acesso (*Acess Point*) ou como uma Estação (*Station*), enviando e recebendo dados. A comunicação do módulo com o Arduino pode ser feita via serial utilizando os pinos RX e TX, podendo ser configurada através de comandos AT. Para facilitar a conexão, foi utilizado o

Adaptador WiFi ESP-01, Figura 3.2, que já possui o conversor de nível de tensão podendo ser conectado diretamente a protoboard, ou ao Arduino.



**Figura 3.1:** Comunicação Bluetooth – Revista MóBILE

<https://arquivo.devmedia.com.br/REVISTAS/mobile/imagens/47/4/1.png>



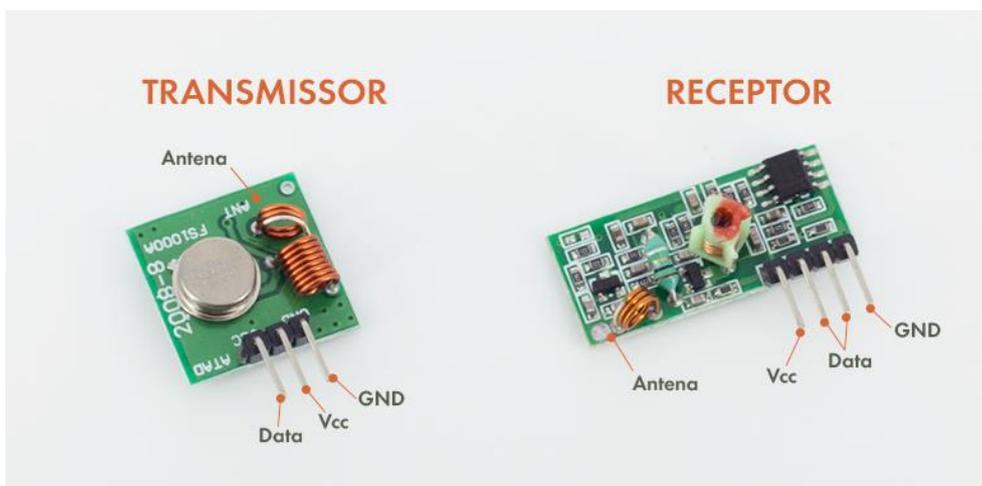
**Figura 3.2:** Módulo ESP8266

<https://uploads.filipeflop.com/2017/07/WiFi-Serial-Transceiver-Module.jpg>

Inicialmente os testes atenderam às expectativas, conseguindo uma transmissão e recepção de dados sem perdas consideráveis ou que pudessem interromper a comunicação. O primeiro problema identificado foi o nível de tensão de trabalho do módulo, pois ele trabalha com 3,3 Vcc, enquanto a maioria dos dispositivos a serem utilizados trabalham com 5,0 Vcc. Esta diferença de tensão de trabalho poderia ser contornada com a utilização de divisor de tensão resistivo ou com regulador de tensão, porém, isso adicionaria custos ao projeto. O segundo problema encontrado foi a redução da intensidade do sinal devido as paredes entre o transmissor e o receptor. Sendo um projeto residencial, esta característica indica grande desvantagem, pois seria necessário a utilização de repetidores para evitar que o usuário precise de se aproximar dos dispositivos de acionamento.

### Módulo RF 433 MHz

O módulo RF 433 MHz, Figura 3.3, é formado por dois dispositivos: transmissor e receptor. Segundo o fabricante este dispositivo pode trabalhar com distâncias de até 200 metros entre transmissor e receptor, sem a necessidade de um repetidor. Os requisitos deste trabalho não preveem distâncias dessa magnitude, porém é necessário que o sinal não apresente perdas consideráveis ao ultrapassar obstáculos como paredes.



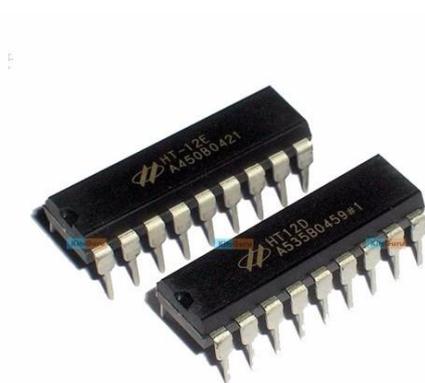
**Figura 3.3:** Módulo RF 433 MHz

<https://uploads.filipeflop.com/2013/10/m%C3%B3dulo-RF-02.png>

Inicialmente os testes foram insatisfatórios, porém, com a instalação de antenas nos módulos, transmissor e receptor, a comunicação foi satisfatória. Baseado no bom funcionamento e baixo custo dos dispositivos deu-se continuidade aos testes. Em seguida, foi necessário superar o obstáculo da interferência entre os módulos, pois todos trabalham na mesma frequência. Para isso, pesquisou-se por codificadores e decodificadores de baixo custo para sinais RF de 433MHz.

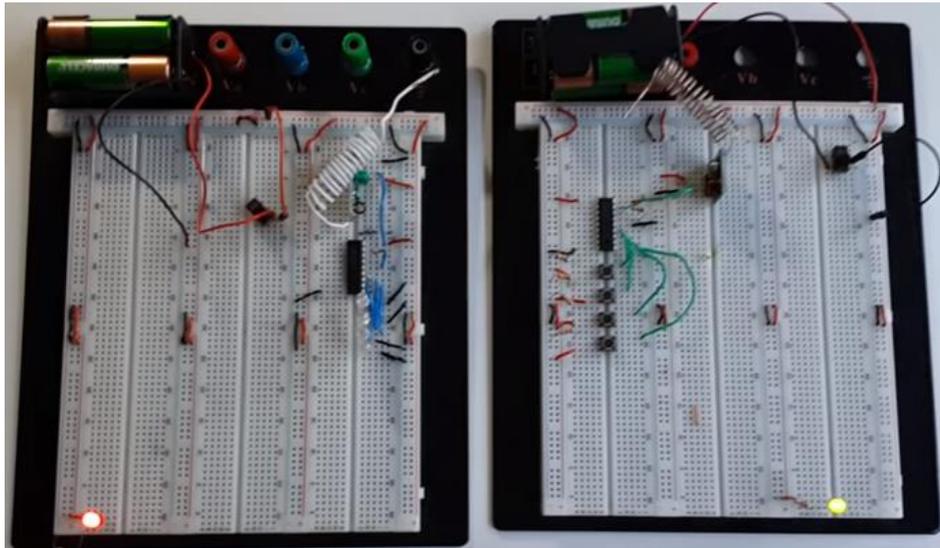
O par de circuitos integrados (CI) selecionados foram HT12D e HT12E, Figura 3.4. O CI HT12E é o responsável por codificar o sinal RF a ser transmitido pelo módulo transmissor, enquanto o CI HT12D é o responsável por decodificar o sinal RF recebido pelo módulo receptor. Cada par de CIs disponibilizam 4 canais de comunicação, o que permitiu a redução do número de CI HT12E no projeto da PCB do transmissor. Deste modo, um único CI HT12E conectado a um módulo transmissor pode ser utilizado para estabelecer comunicação, simultânea, com até quatro dispositivos de acionamento. A Figura 3.5 exibe o circuito experimental para realização dos testes de transmissão e recepção de comando por comunicação RF à 433MHz.

Portanto, esta foi a tecnologia selecionada para a comunicação sem fio a ser utilizada no projeto, pois atendeu aos requisitos de intensidade de sinal apresentando baixo custo de produção.



**Figura 3.4:** HT12E e HT12D

[https://http2.mlstatic.com/kit-ht12e-e-ht12d-encoder-decoder-rf-433-mhz-para-arduino-D\\_NQ\\_NP\\_976429-MLB25860895395\\_082017-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/kit-ht12e-e-ht12d-encoder-decoder-rf-433-mhz-para-arduino-D_NQ_NP_976429-MLB25860895395_082017-F.jpg)

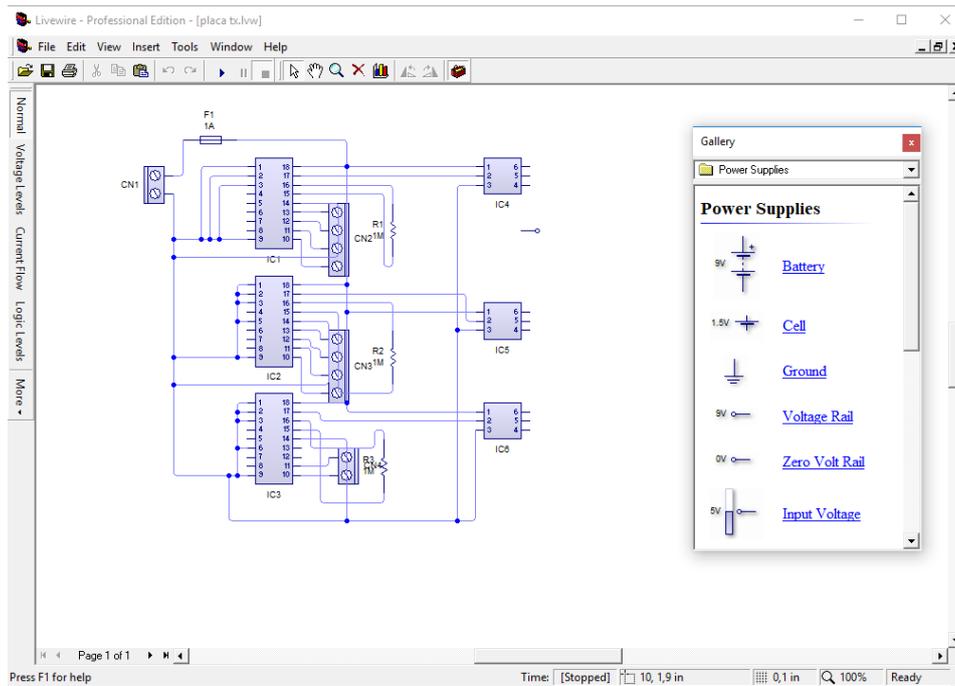


**Figura 3.5:** Teste circuito transmissor e receptor RF 433MHz

Fonte: Autor.

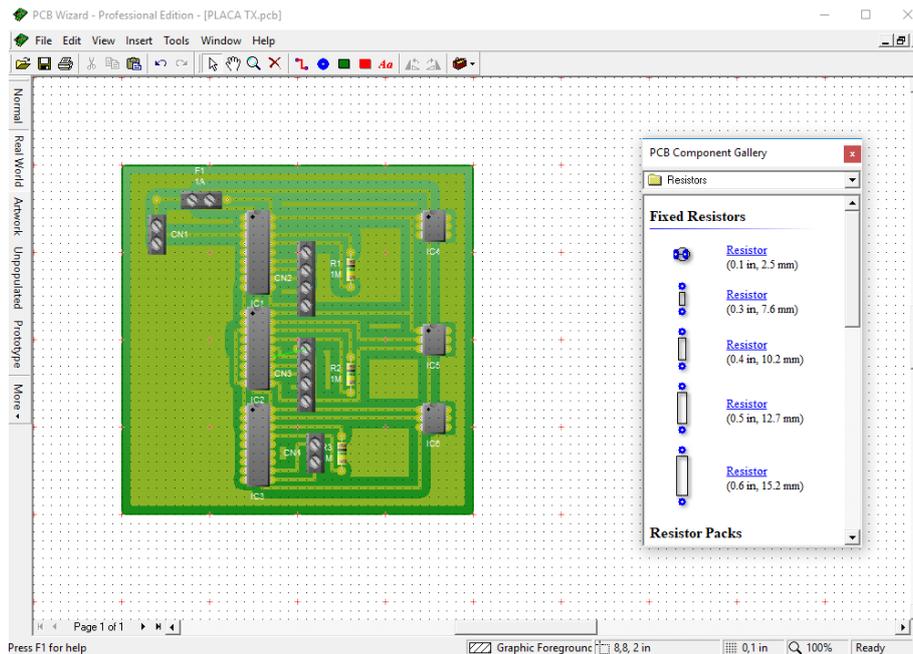
### **Produção de placas de circuito impresso**

As placas foram projetadas com auxílio dos programas Livewire e PCB Wizard, Figuras 3.6 e 3.7. O software Livewire permite ao usuário projetar circuitos usando componentes individuais ao invés de blocos de construção modulares, como visto no Control Studio. Embora esta técnica seja mais difícil do que usar a abordagem modular, circuitos simples e complexos podem ser construídos e simulados no mesmo software. Após uma sequência rigorosa de testes e simulações, o circuito desenvolvido pode ser convertido em um layout de placa de circuito impresso (PCB). Para isso, deve ser selecionada a opção converter no menu TOOLS. Porém, para que o resultado da conversão possa ser visualizado é necessário ter o software PCB Wizard instalado.



**Figura 3.6:** Programa Livewire

Fonte: Autor



**Figura 3.7:** Programa PCB Wizard

Fonte: Autor

Após a definição e impressão do layout da PCB é necessário transferir esse desenho para a placa de fenolite. Para realizar esta tarefa foram testados alguns métodos em busca do melhor resultado a um baixo custo.

### **Transferência térmica com ferro de passar roupa**

Este método aparentemente é o mais simples e menos custoso. Conforme exibido na Figura 3.8, após a impressão espelhada do layout da placa em um papel fotográfico, o papel deve ser colocado sobre a placa de fenolite e com o uso do ferro de passar roupa, em alta temperatura, deve-se realizar a transferência térmica da imagem para a placa de fenolite. Esse método não apresentou sucesso devido à complexidade da placa.

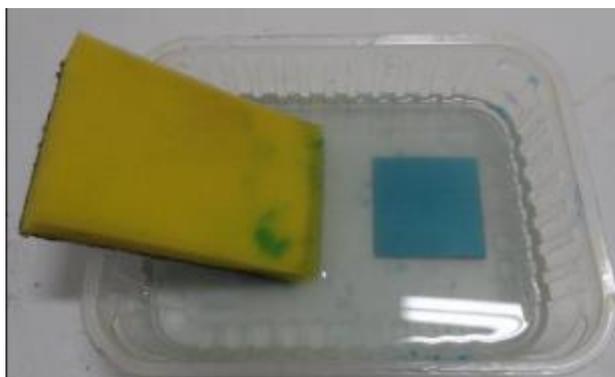
### **Revelação ultravioleta**

Na sequência, testou-se o método da revelação ultravioleta com uso de tinta fotossensível, Figura 3.9. Nesse método a placa de fenolite deve ser pintada com uma tinta fotossensível, de preferência utilizando uma centrífuga para que fique uma camada bem uniforme de tinta. Após a secagem da placa de fenolite, o layout da PCB deve ser impresso em um fotolito e colocado sobre a placa de fenolite. O conjunto deve ser mantido sob luz ultravioleta por cinco minutos. Em seguida, deve ser realizada a revelação da placa em carbonato de sódio. Esta parte do processo foi o grande desafio e a responsável pela desistência desse método, pois apresentou elevado número de falhas com diversas trilhas danificadas, ou não reveladas.



**Figura 3.7:** Transferência térmica (Ferro de passar roupa)

Fonte: Autor



**Figura 3.9:** Revelação ultravioleta com tinta fotossensível

Fonte: Autor

### **Dry Film**

O método de transferência por dry film, Figura 3.10, apresenta o mesmo processo descrito no item anterior, porém não utiliza tinta fotossensível. Durante o processo de revelação com carbonato de sódio apresentou o mesmo problema do método revelação ultravioleta e foi descartado.



**Figura 3.10:** Revelação com Dry Film

Fonte: Autor

### **Transferência térmica com plastificadora**

Retornando para o método de transferência térmica, substitui-se o ferro de passar roupa por uma plastificadora, Figura 3.11. Após imprimir o layout em papel transfer, o mesmo deve ser colocado sobre a placa de fenolite e inserido na plastificadora, previamente

aquecida. Foram realizados diversos testes e todos apresentaram resultados satisfatórios com a plastificadora. Portanto este foi o método selecionada para a transferência do circuito impresso para a placa de fenolite.



**Figura 3.11:** Transferência térmica por plastificadora

Fonte: Autor

### **Montagem das PCBs**

Após a transferência do layout do circuito para a placa de fenolite, inicia-se o processo de corrosão da mesma. Para isso, a placa deve ser inserida em uma solução de percloro de ferro para que todo o cobre não protegido pela tinta do circuito impresso seja corroído. Em seguida, a placa precisa ser lavada em água corrente e após a secagem será realizada a limpeza com palha de aço para retirada de qualquer impureza restante.

A próxima etapa consiste na perfuração da PCB para acomodação dos componentes. Cada furo deve ser realizado de acordo com a espessura dos terminais do componente eletrônico. Em seguida, todos os componentes devem ser soldados e testados. Por fim, é aplicada uma camada de verniz nos contatos da placa proporcionando a devida proteção para maior durabilidade. A Figura 3.12 exibe as etapas da montagem da PCB.



**Figura 3.12:** Montagem da PCB

Fonte: Autor

### **Montagem da estante didática**

A montagem da estante didática, Figura 3.12, foi iniciada com o dimensionamento dos cabos para a instalação elétrica. Conforme requisitos do projeto, a instalação deve ser realizada em conformidade com a NBR 5410, a qual regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão. Foram criados dois circuitos, um para iluminação e outro para as tomadas. O circuito de iluminação foi montado com cabo de  $1,5 \text{ mm}^2$  e interruptor paralelo, enquanto o circuito para as tomadas foi montado com cabo de  $2,5 \text{ mm}^2$  e com tomadas duplas, onde uma tomada é automatizada e a outra convencional. Deste modo, em caso de pane no sistema de automação, o usuário manterá o controle manual das funções básicas da residência.

Concluída a etapa de instalação elétrica e averiguado o seu funcionamento, deu-se início a etapa de implementação do sistema de automação. Para isso, foram instaladas as placas de acionamento remoto de dispositivos e finalizada a instalação da automação com a conexão do arduino e do roteador, os quais permitirão o acesso via internet.



**Figura 3.13-** Estante didática

Fonte: Autor

### **Programação**

Após a conclusão da montagem física da estante didática iniciou-se a programação do Arduino, Figura 3.14, para permitir que o usuário utilize o celular para acionar os dispositivos contemplados pela automação através da internet ou da intranet. Em seguida, foi acoplada ao Arduino Uno uma Shield Ethernet para permitir que o Arduino seja conectado ao roteador e tenha acesso a internet. A página HTML exibida na Figura 3.15 fornece acesso aos controles para os dispositivos de acionamento instalados na estante didática.



**Figura 3.14-** Arduino Uno

Fonte: Autor



**Figura 3.15-** Página HTML – Controle dos dispositivos

Fonte: Autor

## CONCLUSÃO

Este trabalho alcançou os resultados esperados cumprindo com todos os objetivos propostos no desenvolvimento de um sistema de automação com baixo custo de implementação, facilidade de instalação, múltiplos sistemas de acesso e controle, além de, funcionar harmonicamente em paralelo com o sistema convencional de acionamento. O trabalho também resultou no desenvolvimento de uma estante didática para ensino de automação nas disciplinas de Eletrônica, Instalações Elétricas e Sistemas Digitais.

Foi possível alcançar uma redução no custo de implementação do sistema de automação devido ao desenvolvimento de uma PCB sem utilização de placas ou plataformas patenteadas, inclusive utilizando métodos de fabricação eficientes e de baixo custo. Outro responsável pela redução do custo total foi o desenvolvimento de um método de acionamento wireless, permitindo a instalação sem a necessidade de alterações na infraestrutura das residências que receberão a automação.

A Tabela 1 exibe a comparação dos valores de sistemas de automação para acionamento de 10 dispositivos e apresenta como opção mais acessível o sistema desenvolvido neste trabalho. Com isso será possível disponibilizar os benefícios da automação residencial a um preço acessível para pessoas com menor poder aquisitivo, inclusive para pessoas portadoras de necessidades especiais, cujo objetivo é facilitar as atividades do dia a dia.

Tabela 1: Valores de sistemas de automação para 10 dispositivos

<b>Tecnologia</b>	<b>Sem fio?</b>	<b>Valor</b>
Este trabalho	Sim	R\$ 449,00
Sonnof 10 canais	<b>Não</b>	R\$ 530,00
Myway 10 canais	Sim	R\$ 2120,00

O funcionamento do sistema de automação em paralelo com o método de acionamento convencional confere maior segurança ao usuário, proporcionando a possibilidade de controle das funções básicas de sua residência em caso de pane do sistema automatizado.

A conectividade WiFi permite múltiplos sistemas de acesso e controle através da internet e da intranet por meio de uma página HTML que pode ser acessada de notebooks, tablets ou qualquer outro dispositivo móvel com acesso WiFi.

Como trabalhos futuros no quesito de redução de custos, sugere-se a substituição dos componentes da PCB por componentes SMD comprados em grandes lotes, reduzindo assim, o valor unitário.

## REFERÊNCIAS

BOLZANI, Caio Augusto Morais Bolzani. **Residência Inteligente**, Livraria da Física, 1ª edição.2004

DORF, Richard C; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**, 8ª edição.2001

MCRoberts Michael. **Arduino Básico**, 1ª edição.2011

BOYLESTAD Robert L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria dos Circuitos**, 8ª edição.2005

MURATORI José Roberto Muratori. **Automação Residencial Conceito e Aplicações**, Educere, 1ª edição. 2013

MURATORI José Roberto Muratori. DAL BÓ, P.H. **Automação Residencial**. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/fasciculos.html#catid70>.