

Modelagem de um sistema de controle para automatização de forno elétrico voltado a pessoas com deficiência

Edimilson Emanuel Fonseca Alves; 0000-0002-5022- 637X

Ellen Cardoso Silva Nascimento; 0000-0003-0980-522X

Matheus de Almeida Silva; 0009-00005-8458-2769

Matheus Flores de Almeida Candido; 0009-0005-9775-4523

Millena Otogalli de Freitas; 0009-0003-0722-8673

Vitor Amadeu Souza; 0009-0002-1857-6799

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
Matheus.almeida0662@gmail.com

Resumo: O presente trabalho propõe a modelagem de um forno elétrico residencial com foco em acessibilidade para pessoas com deficiência (PCD), principalmente visual. Diversos relatos e estudos apontam a dificuldade desse público no uso de eletrodomésticos, exigindo adaptações improvisadas que aumentam riscos de acidentes (AGÊNCIA DO SENADO, 2019). O projeto tem como objetivo criar um sistema acessível, seguro e eficiente, integrando um aplicativo com comando de voz, comunicação via módulo Bluetooth, placa Arduino Nano, relé de acionamento e sensor de temperatura tipo K (MAX6675), em consonância com iniciativas já desenvolvidas em tecnologia assistiva (PEREIRA, 2017; UFRJ, 1993). A metodologia incluiu levantamento bibliográfico, modelagem em softwares de simulação, esquematização de circuito e prototipagem em placa de circuito impresso. Os resultados demonstraram a viabilidade de controlar remotamente o forno por aplicativo, com ajuste de temperatura preciso e acionamento automático da resistência. O custo estimado foi de R\$551,76, representando uma alternativa acessível em comparação a soluções industriais. Conclui-se que a proposta atende aos requisitos da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), oferecendo maior autonomia e segurança para PCDs, além de abrir caminho para inovações futuras em tecnologia assistiva.

Palavras-chave: Acessibilidade. Tecnologia assistiva. Arduino. Automação. Inclusão social.

INTRODUÇÃO

Eletrodomésticos desempenham papel essencial no cotidiano, mas ainda apresentam barreiras de acessibilidade para pessoas com deficiência (PCD). Segundo a Agência do Senado (2019), durante audiência pública, foi ressaltado que grande parte dos eletrodomésticos disponíveis no mercado não atende às necessidades de PCDs, principalmente deficientes visuais. Essa limitação compromete a autonomia, a segurança e a qualidade de vida dessas pessoas.

Na plataforma YouTube, por exemplo, encontram-se diversos relatos de usuários que relatam frustrações no uso de fornos elétricos, devido à ausência de recursos táteis ou sistemas inteligentes de controle. Em muitos casos, a solução encontrada é improvisar adaptações próprias, o que aumenta riscos de acidentes e não resolve plenamente a dificuldade de uso.

A Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) estabelece a obrigatoriedade de garantir igualdade de condições, acesso e uso de tecnologias assistivas, promovendo a independência e a inclusão social das PCDs. Este projeto foi desenvolvido com base nesses princípios, propondo a modelagem de um forno elétrico residencial da marca Mueller. O sistema foi projetado para ser controlado remotamente via aplicativo móvel (Android e IOS), utilizando comando de voz como alternativa acessível.

O aplicativo envia informações por Bluetooth ao Arduino Nano, que processa os dados, aciona um relé responsável pela alimentação da resistência elétrica e monitora a temperatura interna por meio de um termopar tipo K, garantindo precisão no aquecimento. Com isso, pretende-se reduzir a necessidade de adaptações improvisadas e oferecer uma solução acessível, segura e economicamente viável, contribuindo para a independência das PCDs em atividades domésticas.

MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto foi estruturado em etapas sucessivas que envolveram desde a pesquisa teórica até a modelagem. Em um primeiro momento, realizou-se um levantamento bibliográfico e documental sobre acessibilidade em eletrodomésticos,

legislação aplicável, tecnologias assistivas e relatos de usuários, especialmente pessoas com deficiência visual. Essa investigação permitiu compreender as principais limitações enfrentadas e definiu os requisitos mínimos que o sistema deveria atender: acessibilidade, segurança no uso, confiabilidade no controle e baixo custo de implementação.

Para garantir o acompanhamento adequado das atividades, foi elaborado um planejamento por meio de checklist em planilha eletrônica, no qual foram descritas as tarefas, prazos e prioridades. Esse recurso facilitou a organização do grupo e permitiu monitorar a evolução do trabalho.

Na fase de modelagem e simulação, foram utilizados softwares como o Tinkercad e o EasyEDA. O Tinkercad possibilitou simular o funcionamento unitário de cada componente, como sensor de temperatura, relé de acionamento e módulo Bluetooth, permitindo detectar falhas de forma antecipada. Já o EasyEDA foi aplicado na esquematização do circuito eletrônico e na elaboração da placa de circuito impresso (PCI), oferecendo representações bidimensionais e tridimensionais que auxiliaram na visualização do sistema final.

Com base nessas simulações, foi elaborada a placa de circuito impresso que integra todos os componentes necessários, incluindo Arduino Nano, módulo Bluetooth HC-06, sensor termopar tipo K acoplado ao módulo MAX6675, relé de acionamento, resistores, capacitores e regulador de tensão. O forno elétrico escolhido para adaptação foi da marca Mueller, modelo Questo, cujas especificações técnicas atenderam às necessidades do projeto. Para viabilizar a PCI, foi realizada a cotação em diferentes empresas, e os valores variaram de acordo com a quantidade de placas solicitadas, chegando a custos entre R\$ 300,00 e R\$ 4.506,42. Após a consolidação das opções, optou-se pela alternativa de menor custo, resultando em um valor total aproximado de R\$ 551,76 para o protótipo, incluindo componentes, placa e caixa de proteção.

O aplicativo de controle foi desenvolvido na plataforma MIT App Inventor, por permitir a criação de interfaces intuitivas sem necessidade de programação avançada. A interface final apresentou botões de ligar e desligar, caixas de entrada de texto e reconhecimento de voz para seleção da temperatura, além de exibir no visor o valor configurado pelo usuário. O



aplicativo envia os dados via comunicação Bluetooth para o módulo HC-06, que transmite o comando ao Arduino.

A programação embarcada foi realizada em linguagem C/C++ na plataforma Arduino IDE. O código contemplou a leitura contínua do sensor de temperatura, o recebimento do valor de referência enviado pelo aplicativo e o acionamento automático do relé. A lógica implementada possibilitou controlar o forno entre 50 °C e 300 °C, garantindo estabilidade no aquecimento e resposta confiável do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A modelagem do forno elétrico foi validada por meio de simulações, testes unitários e desenvolvimento parcial do protótipo. O diagrama de blocos elaborado demonstrou a lógica geral do sistema: o aplicativo móvel envia a referência de temperatura via módulo Bluetooth HC-06, que transmite os dados ao Arduino Nano. O microcontrolador compara a temperatura de referência com a leitura obtida pelo sensor termopar tipo K, aciona o relé de acordo com a necessidade de aquecimento e, assim, controla a resistência do forno. Essa abordagem confirmou que a integração entre software, hardware e aplicativo foi eficiente, permitindo o funcionamento de forma automatizada e acessível.

Nos testes iniciais realizados no Tinkercad, o sensor de temperatura foi simulado com componentes disponíveis na plataforma. As leituras foram convertidas em sinais digitais que puderam ser monitorados no Arduino por meio de comandos como analogRead e Serial.print, permitindo acompanhar em tempo real o valor detectado. Essa etapa demonstrou que o sistema poderia medir continuamente a temperatura interna e enviar os dados ao microcontrolador para comparação com o setpoint definido pelo usuário. Na segunda etapa de testes, o funcionamento do relé foi simulado com uma lâmpada representando a resistência elétrica. O Arduino enviava sinais digitais para acionar e desligar o relé conforme a lógica de programação. Isso garantiu a validação do controle de carga elétrica, confirmando que o dispositivo era capaz de interromper ou liberar a passagem de

corrente de forma confiável. A programação permitiu ciclos contínuos de acionamento com intervalos definidos, assegurando estabilidade no processo.

O módulo Bluetooth também foi avaliado de forma segmentada, utilizando comandos de envio e recepção de dados simulados por potenciômetro e LED indicador. Os testes mostraram que o dispositivo HC-06 possui alcance suficiente para uso doméstico, em torno de 10 metros, e apresentou comunicação estável entre o aplicativo móvel e o Arduino. Essa etapa foi essencial para validar a integração entre o controle remoto e o sistema embarcado. Após a validação individual de cada componente, foi implementada a programação final unindo os segmentos. O código consolidado possibilitou o acionamento da resistência elétrica com base no setpoint enviado pelo aplicativo, variando entre 50 °C e 300 °C. O sensor termopar, por sua vez, realizou medições contínuas e enviou sinais ao Arduino, que desligava o relé automaticamente quando a temperatura desejada era atingida, restabelecendo-o apenas quando a diferença voltava a ultrapassar o limite estabelecido. Esse ciclo garantiu a estabilidade do sistema e reduziu riscos de superaquecimento.

A placa de circuito impresso foi projetada com dimensões de 108 mm x 72 mm, incluindo todos os componentes previamente selecionados. O EasyEDA gerou, além do diagrama elétrico, o modelo tridimensional da placa, permitindo avaliar a disposição dos elementos e verificar sua compatibilidade com o espaço físico disponível no forno. O uso da PCI trouxe vantagens como maior organização, redução de falhas de conexão e aumento da durabilidade do protótipo. O aplicativo desenvolvido no MIT App Inventor apresentou interface amigável, com botões de ligar e desligar, opções de digitar a temperatura ou selecionar por comando de voz e uma área de exibição para confirmar o valor escolhido. A programação em blocos mostrou-se eficiente para simplificar a interação do usuário com o sistema, principalmente para deficientes visuais, que podem utilizar a função de reconhecimento de fala. Os testes comprovaram que a informação era transmitida corretamente ao Arduino, que por sua vez respondia em tempo real ao comando.

Em termos de viabilidade econômica, o custo final do protótipo foi de aproximadamente R\$ 551,76, incluindo todos os componentes, a placa de circuito e a caixa de proteção. Esse valor mostra-se acessível em comparação com outras soluções assistivas existentes no

mercado, que muitas vezes possuem preços elevados e não atendem plenamente às necessidades do público. A análise geral dos resultados indica que o sistema proposto cumpre seu objetivo de oferecer uma solução prática, segura e acessível para PCDs. Embora o protótipo ainda não tenha sido testado em ambiente real com usuários, a modelagem, simulação e integração dos componentes demonstraram que o projeto é tecnicamente viável. Além disso, abre espaço para futuras melhorias, como a implementação de algoritmos de controle PID ou Fuzzy para maior precisão, uso de Triac para modulação de potência e inclusão de feedback por voz no aplicativo.

Dessa forma, a discussão evidencia não apenas a viabilidade técnica, mas também o impacto social da proposta, ao promover maior independência às pessoas com deficiência, alinhando-se aos princípios de inclusão estabelecidos pela legislação brasileira.

CONCLUSÕES

Mediante as informações apresentadas, destaca-se a importância da tecnologia assistiva na facilitação das atividades domésticas, principalmente para pessoas com deficiência. Devido ao tempo que não foi hábil para testes com o protótipo, através da ideia teórica do projeto apresenta-se que é possível criar um sistema acessível e eficiente, integrando diferentes tecnologias para permitir o controle remoto de eletrodomésticos via Bluetooth com assistência de voz.

Foi também apresentado que existe uma comunicação eficiente entre os dispositivos e o controle preciso da temperatura, promovendo segurança, funcionalidade e possibilidade de replicação em diferentes contextos. Atendeu-se a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência e demonstrou a viabilidade de abrir caminhos para futuras inovações em tecnologia assistiva.

A automação de eletrodomésticos, como demonstrado, pode significativamente melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, oferecendo-lhes mais independência e segurança nas atividades diárias. Durante a elaboração do projeto, observou-se alguns pontos que precisam ser melhorados para que esse projeto se torne cada vez mais tecnológico, como sugestão foi deixado a ideia de integrar um sistema de controle avançado,

como o controle proporcional, integrativo e derivativo (PID), para aprimorar a precisão e a estabilidade da temperatura no forno; aplicar a lógica de controle Fuzzy, que é eficaz para situações em que as condições não são binárias, mas variam continuamente entre 0 e 1; incorporar o componente eletrônico Triac, que permite uma modulação precisa da potência fornecida ao elemento de aquecimento, resultando em um controle mais refinado da temperatura, redução dos picos de correntes, diminuição de perdas e aumentos da eficiência do sistema; integrar um sistema de resposta por voz no aplicativo inventor, para que a temperatura do forno e o término do preparo sejam informados ao usuário; também desenvolver e implementar um protótipo do projeto para validação na prática.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DO SENADO. Pessoas com deficiência visual cobram eletrodomésticos adaptados. Brasília: Senado Notícias, 2019.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência.

PEREIRA, A. C. SISCONT – Sistema de automação de forno elétrico via dispositivo móvel. UTFPR, 2017.

UFRJ. DOSVOX – Sistema para deficientes visuais. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993.

MIT. App Inventor. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>

ARDUINO. Hardware Arduino Nano. Disponível em: <https://www.arduino.cc>.

Material complementar

Todo o material do projeto, incluindo esquemas de circuito, códigos de programação e lista completa de componentes, pode ser acessado no seguinte repositório: <https://github.com/millenaotogalli-prog/Automatiza-o-de-forno-el-trico-para-pessoas-com-defici-ncia>