

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

DESENVOLVIMENTO DE HARDWARE DE DISPOSITIVOS DO SIDAI: UM SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIOS BASEADO EM TECNOLOGIAS DA IOT

MARIA LUIZA T. LEAL¹, OSVANDRE ALVES MARTINS²

¹ Graduanda em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Votuporanga, m.tomaz@aluno.ifsp.edu.br.

² Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, IFSP, Campus Votuporanga, osvandre@ifsp.edu.br.

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

RESUMO: Uma série de soluções para detecção e alarme de incêndios se mostram disponíveis e a exemplo de opções mais modernas e avançadas nota-se a tendência de dispensar o emprego de cabeamento, bem como requerer níveis menos elevados de conhecimento técnico para instalação e manutenção, características estas relacionadas à cultura DiY (*Do-it-Yourself*). Nesse sentido, ações de pesquisa e desenvolvimento vêm sendo realizadas com o objetivo de obter uma alternativa denominada SiDAI (Sistema de Detecção e Alarme de Incêndios). Esta prima pela aplicação de tecnologias de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia, como algumas empregadas no campo da IoT (*Internet of Things*), e busca atender requisitos de facilidade implantação, utilização e manutenção. Como parte importante da metodologia de empregada, cita-se a prototipagem de dispositivos especificados e esboçados em ações anteriores. Sendo assim, este documento apresenta detalhes do desenvolvimento do hardware de protótipos dos principais componentes do SiDAI, representados por acionador manual, detector de fumaça, detector de temperatura, sirene de alarme e central de operação. Destaca-se a aplicação de tecnologia *ZigBee*, selecionada como uma primeira alternativa, em investigação, para suportar a integração dos dispositivos que compõem a referida solução.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de detecção e alarme de incêndio, comunicação sem fio, IoT, prototipagem de dispositivos, dispositivos de baixo consumo de energia.

HARDWARE DEVELOPMENT OF SIDAI DEVICES: A FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM BASED ON IOT TECHNOLOGIES.

ABSTRACT: A series of solutions for fire detection and alarm are available and, like more modern and advanced options, there is a tendency to avoiding the use of cabling, as well as requiring lower levels of technical knowledge for installation and maintenance, characteristics that are related to DiY (*Do-it-Yourself*) culture. In this sense, research and development actions have been carried out with the objective of obtaining an alternative called SiDAI (Fire Detection and Alarm System). This excels through the application of wireless communication technologies and low energy consumption, such as some used in the field of IoT (*Internet of Things*), and seeks to meet requirements for ease of implementation, use and maintenance. As an important part of the applied methodology, there is the prototyping of devices specified and outlined in previous actions. As such, this document presents details about the hardware development of prototypes of the main SiDAI components, represented by manual trigger, smoke detector, temperature detector, alarm siren and central alarm. The application of *ZigBee* technology stands out, selected as a first alternative, under investigation, to support the integration of the devices that make up the aimed solution.

KEYWORDS: fire detection and alarm systems, wireless communication, IoT, device prototyping, low energy devices.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de detecção, alarme e combate a incêndios são utilizados em diversas instalações para a mitigação a riscos de sinistros. Jones Jr. (2019, p.300) apresenta uma classificação inicial para sistemas de detecção e alarme de incêndios, dividindo-os em convencionais e endereçáveis. Os convencionais são mais simples e proporcionam uma identificação menos imediata e precisa, sendo utilizados em zonas com menor cobertura. Já os endereçáveis possibilitam monitorar áreas extensas com fornecimento de informações precisas acerca dos dispositivos do sistema.

Em ambas as classes, a comunicação de dados é necessária e a utilização de redes de comunicação sem fio se mostram promissoras, uma vez que redes cabeadas, apesar de se mostrarem mais baratas, se esbarram nos custos do cabeamento e do serviço para sua instalação. Atualmente, existem algumas empresas que trabalham com esse tipo de sistema, são elas: Delta Fire ([20--]), Firebee ([20--]) e Walmonof ([20--]). No entanto, observa-se que soluções baseadas em comunicação sem fio trabalham de forma proprietária e fechada, exigindo elevado conhecimento técnico para instalação e manutenção.

Frente ao exposto, iniciaram-se, há cerca de dois anos, ações para conceber e dar início ao desenvolvimento de uma solução tecnológica no campo de IoT (*Internet of Things*) e que possui como premissa apresentar características de uso associadas à cultura DiY (*Do it Yourself*), provendo facilidades à instalação e manutenção, dispensando conhecimentos e habilidades técnicas elevadas. Assim, especificações, esboços e desenhos técnicos foram produzidos e, conforme planejamento, necessitam ser alvos de prototipagens para verificar e validar abordagens, bem como a seleção de tecnologias. Dentre elas, destacam-se aquelas voltadas a proporcionar a comunicação de dados sem fio e com baixo consumo de energia, classificadas como LE (*Low Energy*).

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada no desenvolvimento deste trabalho considera a aplicação de técnicas e práticas referentes a: gestão ágil de projetos; levantamento do estado da arte dos conceitos e tecnologias fundamentais do campo de aplicação da solução pretendida; análise de requisitos para projeto de sistemas; pesquisas bibliográficas, levantamento de alternativas e estudos dirigidos; explorações de técnicas e tecnologias aplicáveis; elaboração de desenhos técnicos ao projeto da solução tecnológica em hardware e em software; prototipagens em hardware e em software embarcado; testes funcionais e suplementares de protótipos; análise de resultados; e documentação técnico-científica, viabilizando transferência de tecnologia para empresa apoiadora e representante do setor produtivo local.

No suporte à aplicação da metodologia do trabalho científico, ampara-se nas definições e técnicas relatadas por Prodanov e Freitas (2013) e Severino (2002). Os métodos e técnicas de pesquisa científica, possuem atenção e permeiam a execução das atividades planejadas, somando-se a conceitos e práticas concernentes a metodologias e processos de gestão ágil de projetos e de desenvolvimento de sistemas, principalmente quanto ao desenvolvimento iterativo e incremental de soluções tecnológicas na forma de sistemas informatizados.

Deste modo, considerou-se a revisão da solução SiDAI e de cada dispositivo que a constitui, bem como a revisão e complementação de desenhos técnicos de cada um dos dispositivos em forma de diagramas e projetos de ligação de componentes e placas de circuito impresso. Ademais, foi realizada a exploração e seleção de componentes eletrônicos úteis a implementação dos protótipos.

Assim, prototipagens em hardware e software embarcado vêm sendo realizadas, com foco na exploração de tecnologias e provas de conceito. Para tanto, empregam-se técnicas e ferramentas, principalmente para produção de esquemáticos e placas de circuito impresso. Como materiais, citam-se componentes eletrônicos diversos, sensores e emissores de sinais, botões, soquetes de interface, plataformas de prototipagem em hardware (SBM - *Single Board Microcontroller* e SBC - *Single Board Computer*), módulos de comunicação, software de programação, de diagramação e de redação para produção de documentação pertinente. Um tipo de SBM que se mostra aplicável é a plataforma Arduino, dada sua popularidade e ampla comunidade de usuários. Alternativamente, caso seja necessário maior poder de processamento, consideram-se alternativas como a ESP32 e o SBC *Raspberry Pi*, também populares. O suporte ao emprego de tais tecnologias parte das obras de Schwartz (2016) e de Waher (2018).

Tecnologias que viabilizam a implementação de comunicação de dados sem fio foram analisadas em trabalhos anteriores e dentre elas selecionou-se a *Zigbee* para realizar uma primeira iteração de prototipagens voltadas a verificar e validar a sua escolha como possível tecnologia de implementação. Tal tecnologia de comunicação de dados foi selecionada por possuir estrutura flexível, baixo consumo de energia, alto alcance, respostas rápidas e grande capacidade de rede e, embora possua um custo relativamente maior quando comprada a demais soluções, a tecnologia *Zigbee* possui maior número de propriedades que atendem aos requisitos da solução pretendida.

Iniciaram-se, portanto, a produção de circuitos, integrando componentes para a construção de protótipos dos dispositivos que constituem o SiDAI. Para tanto, consideram-se as obras de Farahani (2008a, 2008b) e de Wang, Jiang e Zhang (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As especificações de requisitos da solução SiDAI e de cada dispositivo que a constitui, elaborados em trabalhos anteriores conforme os modelos preconizados pelo RUP, foram revisados e constatou-se que as funções e configurações pré-estabelecidas não necessitam de ajustes. Em decorrência desta revisão, houve a complementação de dispositivos constituintes da solução, produzindo-se novos esquemáticos contemplando componentes reais para a construção de um Acionador Manual, Detector de Temperatura, Detector de Fumaça, Sirene e uma Central de alarme. Destaca-se que os componentes escolhidos são para uma primeira iteração de prototipagem, podendo não ser utilizados no protótipo final.

De modo a otimizar e modularizar a solução, optou-se por projetar um módulo de controle e comunicação (MCC) a ser utilizado em todos os dispositivos, exceto a Central de alarme. Este módulo é composto por um SBM Arduino nano, um módulo *Zigbee* e uma bateria de 5V. É válido ressaltar que optou-se por utilizar o Arduino nano nos dispositivos, pois de acordo com Kurniawan (2019), este SBM além de possuir tamanho compacto, conta com baixo consumo de energia e oferece um alto nível de segurança quando se trata de IoT. A Figura 1 ilustra o MCC projetado.

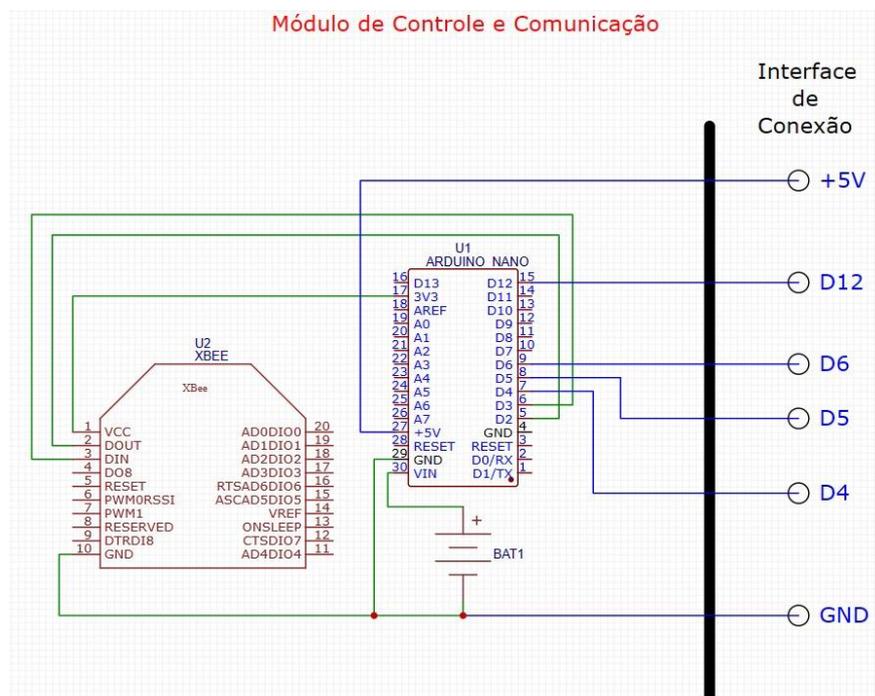


Figura 1- Esquemático do Módulo de Controle e Comunicação (MCC) obtido através do software Easy Eda.

Para cada um dos dispositivos constituintes da solução, projetou-se um esquemático com os respectivos componentes específicos a serem conectados ao MCC da Figura 1. No que se refere ao

Acionador Manual, considerou-se uma prototipagem com base em LEDs, chave tátil e resistores. No tocante ao Detector de Temperatura, utilizou-se LED, resistores e um Sensor de Temperatura Digital DS18B20. Segundo experimentos realizados por Martinazzo e Orlando (2016), este sensor apresentou leituras extremamente precisas, sendo o mais estável quando comparado a outros sensores do mercado.

Quanto ao Detector de Fumaça, optou-se por uma prototipagem utilizando, LED, resistores e um sensor de fumaça MQ2. Já para a sirene, decidiu-se utilizar resistores e um *Buzzer* TFM-53a. Este *Buzzer* se mostrou adequado por operar em uma tensão de 5V e por possuir um nível de pressão sonora de 80db quando trabalhando nessa tensão.

A Figura 2 ilustra um mosaico dos diagramas de ligações obtidos através do Software EasyEDA de cada um dos dispositivos citados. Salienta-se que as Figuras não primam pela legibilidade, mas sim por ilustrar a existência de resultados parciais dos esquemáticos.

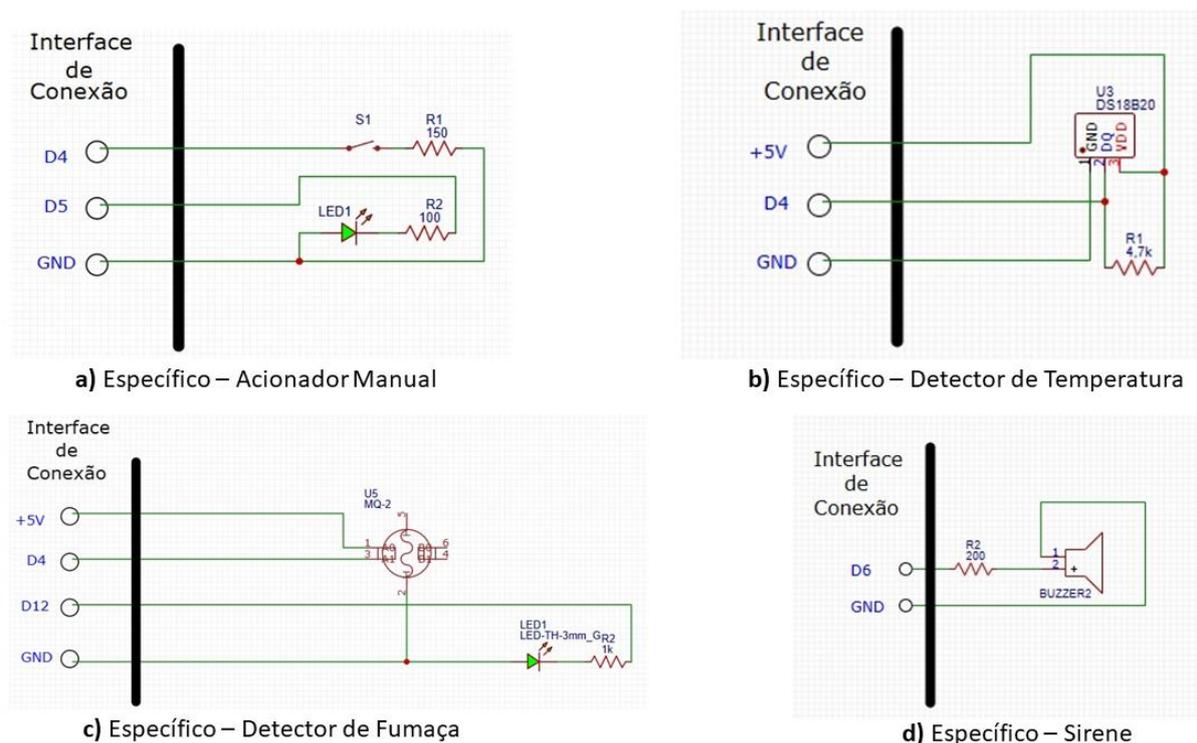


Figura 2 – Mosaico dos esquemáticos específicos de cada dispositivo.

Por fim, para a central de alarme elaborou-se um diagrama contendo um SBM ESP 8266, módulo *Zigbee*, bateria de 5V, resistores, chaves tácteis, display LCD e um módulo registrador de data e hora DS1307. Por se tratar de um dispositivo coordenador, o ESP 8266 se mostrou mais adequado devido a sua maior capacidade de armazenamento, bem como a capacidade de comunicação Wi-Fi. Quanto ao registrador de data e hora, este se faz necessário para disponibilizar informações mais precisas em caso de disparo. A Figura 3 apresenta o esquemático da central de alarme obtido através do software EasyEDA.

O trabalho relatado neste documento se encontra em andamento e tendo como foco a realização de prototipagens de dispositivos projetados para constituir uma solução tecnológica na forma de sistema de detecção e alarme de incêndio. Esta solução prima pela comunicação de dados sem fio e pelo baixo consumo de energia, lançando mão, portanto, de tecnologias específicas conhecidas como LE. Neste caso, relatou-se aqui os detalhes de projeto de dispositivos empregando a tecnologia *Zigbee*. Como próximos passos, planeja-se a produção de placas de circuito impresso e montagem dos dispositivos, viabilizando a execução de testes e análise dos resultados. Posteriormente planeja-se realizar nova iteração de prototipagens considerando tecnologias alternativas como LoRa (*Long Range*).

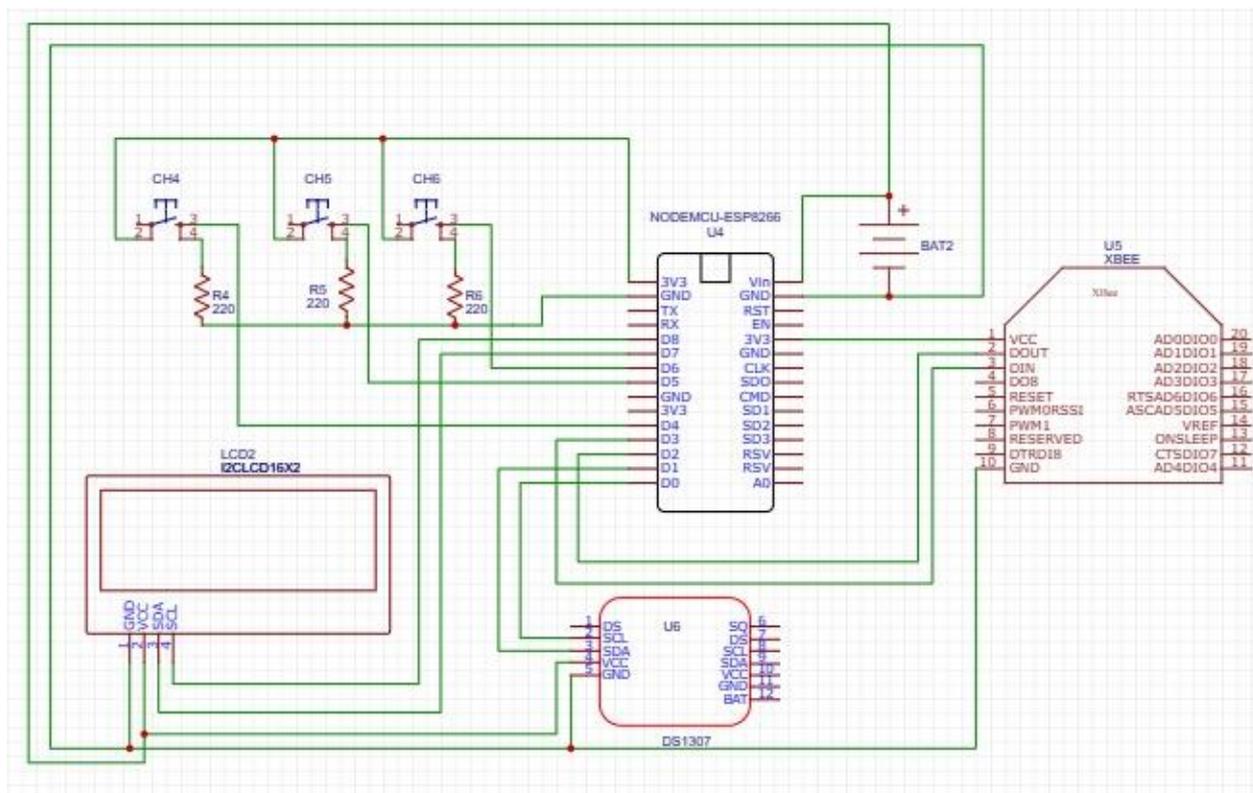


Figura 3 – Esquemático da Central de Alarme obtido através do software EasyEDA.

CONCLUSÕES

Este resumo expandido apresentou detalhes referentes e resultados parciais do desenvolvimento de uma solução tecnológica para detecção e alarme de incêndios, primando pela comunicação de dados sem fio e por tecnologias atuais aplicadas no campo da Internet das Coisas (IoT). Destaca-se aqui, desenhos de hardware de protótipos funcionais dessa solução, denominada SiDAI, representando passos importantes para a viabilização da continuidade dos trabalhos quanto ao projeto e a implementação de software embarcado, visando níveis mais elevados de prototipagem. Preza-se por implementar características que elevem a usabilidade da solução, tornando questões de instalação e configuração simplificadas e automáticas.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

M. L. T. L. representa a principal responsável pelos resultados de pesquisa e desenvolvimento relatos.

O. A. M atuou como orientador e supervisor da produção realizada.

AGRADECIMENTOS

À empresa Previne Incêndios Ltda, pelo apoio à esta iniciativa.

REFERÊNCIAS

DELTA FIRE. **Delta Fire Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio Wireless.** , [20--]. Disponível em: <https://www.deltafire.com.br/>. Acesso em: 1 out. 2023.

FARAHANI, S. Chapter 1 - ZigBee Basics. *Em*: FARAHANI, S. (org.). **ZigBee Wireless Networks and Transceivers**. Burlington: Newnes, 2008a. p. 1–24. *E-book*. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750683937000017>.

FARAHANI, S. Chapter 2 - ZigBee/IEEE 802.15.4 Networking Examples. *Em*: FARAHANI, S. (org.). **ZigBee Wireless Networks and Transceivers**. Burlington: Newnes, 2008b. p. 25–32. *E-book*. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750683937000029>.

FIREBEE. **Firebee - alarme de incêndio sem fio**. , [20--]. Disponível em: <https://firebee.com.br/>. Acesso em: 1 out. 2023.

JONES JR., A. M. **Fire Protection Systems**. 3rd. ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, LLC, 2019.

KURNIAWAN, A. **Arduino Nano 33 IoT Development Workshop**. Depok: PE Press, 2019.

MARTINAZZO, C. A.; ORLANDO, T. **Comparação entre três tipos de sensores de temperatura em associação com Arduino**. , 2016. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_587.pdf. Acesso em: 8 ago. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SCHWARTZ, M. **Internet of Thing with Arduino Cookbook**. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2002.

WAHER, P. **Mastering Internet of Things: Design and create your own IoT applications using Raspberry Pi 3**. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2018.

WALMONOF. **Walmonof Engenharia Comércio e Eletricidade**. , [20--]. Disponível em: <https://walmonof.com.br/>. Acesso em: 1 out. 2023.

WANG, C.; JIANG, T.; ZHANG, Q. **ZigBee Network Protocols and Applications**. Estados Unidos: Taylor & Francis, 2014.