



PROTÓTIPO DE UM SISTEMA BASEADO NA IOT PARA MONITORAMENTO DE SENSORES NO COMBATE DE FURTOS DE CABOS DE ENERGIA ELÉTRICA

AUTORES

Marcos André Pisching, Germano Dolwitsch Coelho, Lucas Zimmermann, Vinicius Carpes De Freitas

RESUMO

O projeto desenvolve um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) e Serviços Web para prevenir furtos de cabos de energia elétrica em caixas de passagem subterrâneas e redes aéreas. A solução integra sensores, transmissão de dados via protocolo MQTT e análise de dados por meio de um serviço Web, gerando alertas e visualização em tempo real. Os resultados obtidos validam a arquitetura proposta e indicam as funcionalidades para um produto mínimo viável.

PALAVRAS-CHAVE

Furto de cabos, Internet das Coisas, MQTT, Serviços Web, Rede Elétrica.

GRANDE ÁREA

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (10000003)

ÁREA

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (10300007)

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O modelo de urbanização da sociedade brasileira acompanhado do adensamento da malha elétrica dos centros, trouxeram dificuldades a serem enfrentadas, como o furto de cabos elétricos. A Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) registra até os primeiros quatros meses de 2025, cerca de 198 casos de furto no estado de Santa Catarina (alarmante, visto os 232 casos registrados em 2024). Diante desse cenário, este trabalho apresenta uma solução inovadora baseada em IoT e Serviços Web para detecção e prevenção de furtos de cabos de energia. De acordo com Saleem et al. (2019), a IoT aliada às tecnologias de informação e comunicação é capaz de proporcionar o desenvolvimento de sistemas de segurança para prevenir furtos de cabos de energia elétrica. O sistema desenvolvido integra sensores inteligentes, comunicação sem fio de longo alcance (LoRaWAN) e uma plataforma de monitoramento em tempo real, permitindo uma resposta rápida a tentativas de violação. A abordagem adotada visa contribuir com o bem estar socioeconômico, fortalecendo a confiabilidade dos serviços elétricos que impactam diretamente a vida de todos.

Visando a realização do projeto, os objetivos da etapa atual voltam-se para hardware e software, sendo estes 1) desenvolver novos protótipos de coleta de sinais e otimização do módulo físico de sensoriamento; 2) análise do sistema de software e seus requisitos funcionais e não funcionais; 3) integrar back-end e front-end a partir das considerações da análise de software.

METODOLOGIA

A pesquisa em tela tem caráter aplicado e adota uma abordagem de prototipação tanto para o desenvolvimento de hardware e software. O objetivo metodológico da atual etapa é evoluir a solução de uma prova de conceito para um Produto Mínimo Viável (MVP), focado em dispor soluções contra o furto de cabos. O processo de desenvolvimento foi dividido em duas frentes (hardware e software) e gerenciado por práticas ágeis baseadas no Scrum, visando a produtividade e entregas constantes.

Para o desenvolvimento do hardware, partiu-se da prototipagem em protoboard para um hardware funcional desacoplado do Arduino, visando afinidade com modelos de mercado. Este processo incluiu modelos digitalizados de circuitos para testagem dos componentes.

Para a desenvolvimento de software, seguiu-se pela análise e revisão dos requisitos funcionais e não funcionais elaborados em etapas anteriores do projeto, Desta forma, é possível reconhecer melhor as funções e limites do sistema. Visando as implementações, adota-se o trabalho em duas frentes:

Back-end: Reformulação do serviço web (coleta, análise e geração de alertas). A substituição do broker ThingSpeak pelo protocolo MQTT visando maior eficiência, confiabilidade na comunicação e controle pela equipe.

Front-end: Desenvolvimento de um protótipo de interface web para monitoramento, capaz de emitir alertas e visualizar ocorrências em mapa georreferenciado.

Ademais, a experiência nas duas frentes oferece recursos para elaboração da etapa de desenvolvi

RESULTADOS

Conforme o desenvolvimento, foi possível implementar uma aplicação web funcional, seguindo a técnica de construção model-view-controller (MVC), cumprindo com os requisitos propostos na fase de levantamento e análise de requisitos, além de uma reestruturação no aplicativo mobile que se fez necessária visto a reestruturação do webservice e a adoção de novas tecnologias de comunicação.

_x0001_Esta mesma aplicação web, que mobilizou diferentes níveis de conhecimentos em diferentes tecnologias (Java, JavaScript, html, css) e suas diferentes bibliotecas (thymeleaf e bootstrap), mostrou-se promissora na função de consumo do back-end em Java elaborado pela equipe. A API em questão foi desenvolvida na perspectiva de arquitetura REST, sendo organizada para servir pontos de acesso de dados em um formato facilmente convertido para o front-end da aplicação. Desta forma, a técnica de websocket foi a base para o funcionamento da ligação entre as duas pontas do projeto de software.

Por outro lado, o aplicativo mobile foi pensado em tecnologias voltadas para o Android, considerando que este é o sistema operacional mais utilizado em dispositivos móveis. Desta forma, as tecnologias aplicadas foram soluções nativas da Google para Android, como Jetpack Compose (interface) e Kotlin (linguagem de programação). Atualmente é possível consultar no app os alertas já emitidos, além de receber notificações em tempo real referente aos alertas gerados pela API.

_x0001_Ademais, o empenho na nova solução de hardware, cujo intuito é a criação de um MVP (Minimum Viable Product), ou produto mínimo viável, conta com avanços significativos no repertório da equipe quanto ao protocolo LoRaWAN e as suas formas de comunicação com os componentes físicos de hardware.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto demonstrou-se promissor tanto em sua execução quanto nas perspectivas de continuidade. A integração entre hardware, software e serviços web apresentou resultados consistentes, indicando a viabilidade técnica da proposta. A solução desenvolvida contribui para mitigar furtos de cabos de energia elétrica, trazendo benefícios diretos à sociedade e reforçando a importância da pesquisa aplicada no IFSC. Como desdobramentos futuros, pretende-se aprimorar o sistema com mecanismos de autenticação, ampliar os experimentos em campo, incorporar técnicas de inteligência artificial para análise preditiva e otimizar os alertas.

LINK DO VÍDEO

<https://drive.google.com/file/d/190ef9GJ5KrJpO1utQx-FwDrYtZ6VKTyD/view?usp=sharing>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SALEEM, Y. et al. Internet of Things-Aided Smart Grid: Technologies, Architectures,

Applications, Prototypes,
and Future Research Directions. IEEE Access, v. 7, p. 62962–63003, 2025.

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.