

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E BLOQUEIO PARA PREVENÇÃO DE LIGAÇÕES CLANDESTINAS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA

Pedro Henrique Pellizer Lopes – RA: 235384
Stefany Oliveira Pinto – RA: 180134

Vinicius Riello Guazzelli – RA: 235021
William Alves da Silva – RA: 102253

Professor: Heverton Bacca Sanchez

INTRODUÇÃO

O furto de energia elétrica no Brasil tem crescido significativamente, gerando prejuízos bilionários às distribuidoras e repasses de custos aos consumidores. Em 2023, as perdas superaram a produção da usina de Belo Monte, com destaque para cidades como Magé e São Gonçalo, onde quase 40% da energia distribuída foi furtada. Diante disso, a ideia do projeto visa o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento e bloqueio automático de ligações clandestinas, utilizando sensores de corrente e microcontroladores, visando coibir fraudes e melhorar a segurança das redes elétricas.

OBJETIVOS e ODS

O objetivo do projeto visa minimizar as perdas não técnicas de energia, causadas por furtos e fraudes, que são um grande desafio para as concessionárias, chegando a ultrapassar 15% da energia distribuída em algumas regiões do Brasil. Além dos prejuízos financeiros, essas práticas comprometem a qualidade do serviço e aumentam os riscos de acidentes. Por isso, o desenvolvimento de tecnologias como IoT, inteligência artificial e sistemas de monitoramento em tempo real têm se mostrado promissor no combate a essas irregularidades, permitindo a detecção eficiente de fraudes por meio de algoritmos de aprendizado.

ODS 7: Energia Acessível e Limpa: Melhoria na distribuição e redução de perdas.

ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura: Uso de tecnologia para modernização de redes elétricas.

MÉTODOS

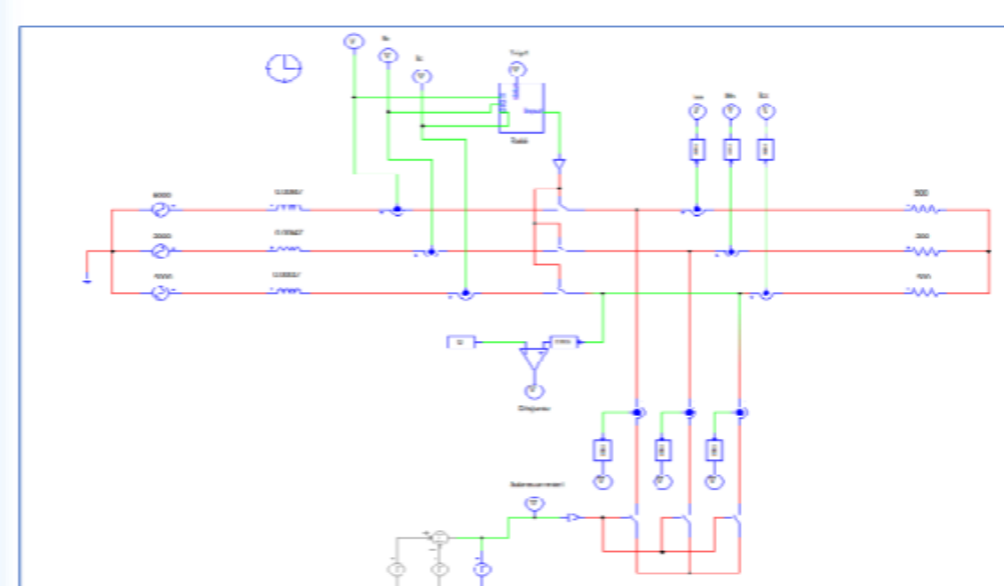
Figura 1 – Etapas do método utilizado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

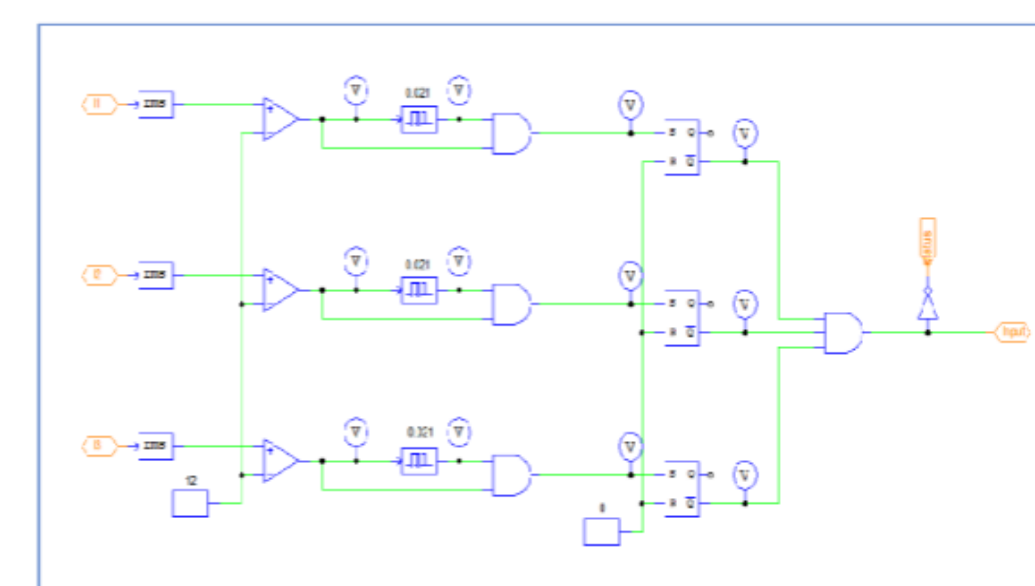
- O levantamento bibliográfico buscou entender o cenário atual das perdas não técnicas no setor elétrico brasileiro e identificar tecnologias utilizadas para combater fraudes e ligações clandestinas. Foram analisadas fontes científicas e técnicas como SciELO, IEEE Xplore, Google Scholar e em portais especializados dos últimos cinco anos, com foco em temas como smart grid, IoT, automação de redes, detecção de anomalias e medição inteligente.
- O sistema proposto para o projeto visa detectar automaticamente ligações clandestinas em redes elétricas, com uma arquitetura modular, de baixo custo e fácil implementação. Ele integra hardware embarcado, sensores de corrente e conectividade IoT para permitir monitoramento remoto e atuação em tempo real.
- Para validar a lógica de funcionamento e a eficácia do sistema proposto, foram realizadas simulações computacionais, utilizando o software PSIM. Essa ferramenta é amplamente reconhecida por sua capacidade de modelar e analisar sistemas de eletrônica de potência e controle. A lógica de controle que foi implementada para monitorar continuamente as três fases (Ia, Ib e Ic) utilizando medições RMS. Caso a corrente de qualquer fase ultrapasse o valor de 12 A por mais de 0,02 segundos, um sinal de ativação é enviado ao sistema de disparo (Trip), acionando o relé de corte.
- As simulações computacionais confirmaram a viabilidade técnica do sistema proposto para detectar e bloquear ligações clandestinas. A lógica implementada identificou com precisão condições simuladas de sobrecorrente, com tempo de resposta inferior a 0,4 segundos, atendendo aos padrões de redes de baixa tensão. A atuação automática e estável dos módulos validou a eficácia da solução, indicando seu potencial para aplicação prática em áreas com alta incidência de fraudes, contribuindo para reduzir perdas e melhorar a qualidade do fornecimento elétrico.

Figura 2 – Lógica de controle no software PSIM.



Fonte: Elaborado pelos autores.

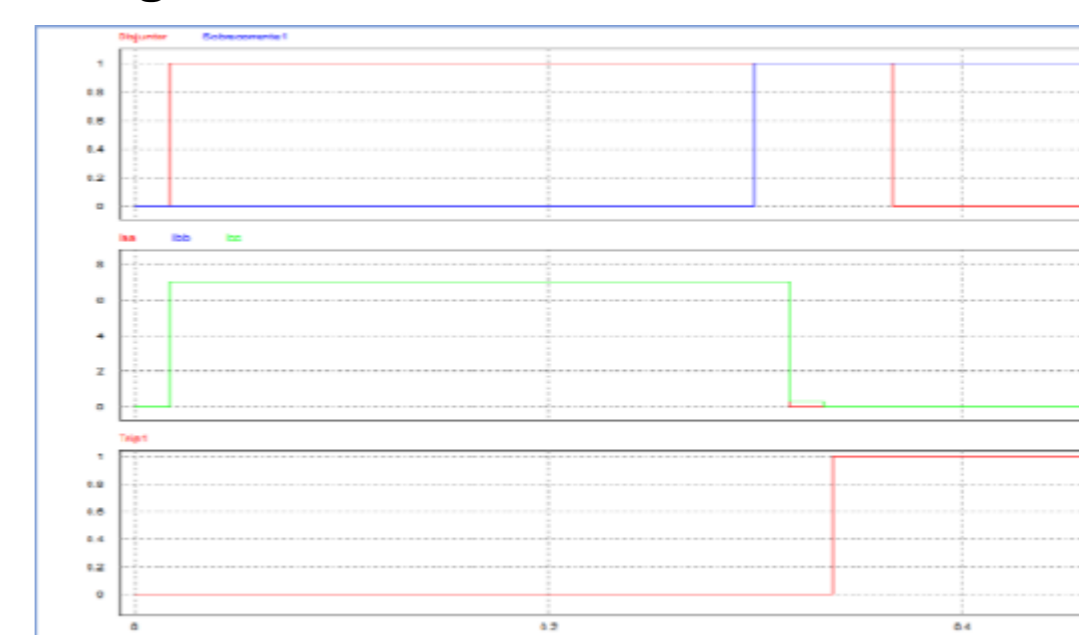
Figura 3 – Lógica de controle do relé no software PSIM



Fonte: Elaborado pelos autores.

O gráfico da figura 4 mostra a atuação coordenada entre o sensor, o bloco lógico e o relé que foram eficazes em bloquear automaticamente a alimentação elétrica em caso de detecção de consumo anômalo. O sinal de controle disparado evidencia o tempo de resposta do sistema, o qual é compatível com aplicações reais de prevenção de fraudes em tempo quase real.

Figura 4 – Gráficos dos valores obtidos.

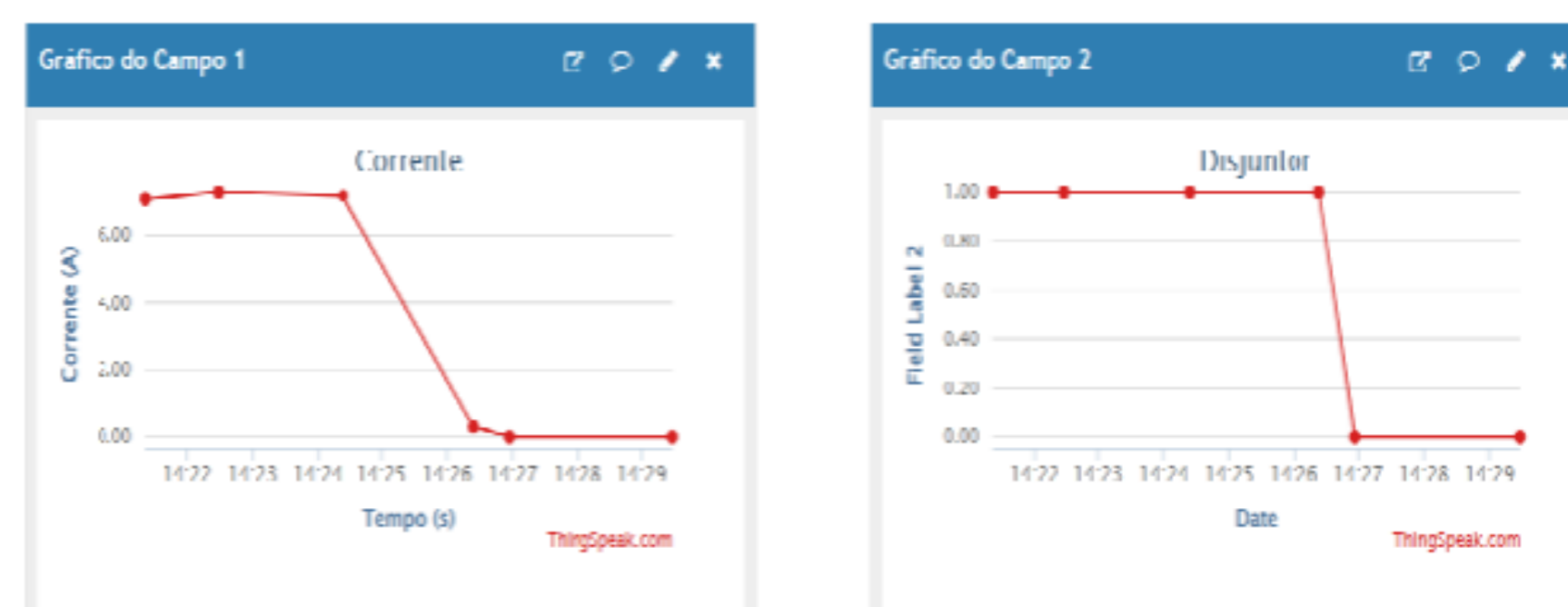


Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E VALIDAÇÃO

Os resultados dos testes foram feitos com o envio de dados em tempo real à nuvem por meio da plataforma ThingSpeak, com o objetivo de validar a funcionalidade do módulo de comunicação e da interface de monitoramento, por meio de dois gráficos provenientes dos campos configurados no painel da aplicação. O Gráfico do Campo 1 representa a corrente elétrica, exibindo uma redução abrupta de aproximadamente 6,6 A para valores próximos de zero entre os horários de 14:26 e 14:27, indicando a atuação do relé de corte. Já no Gráfico do Campo 2, correspondente ao estado do disjuntor, mostra a transição do circuito fechado para um circuito aberto exatamente no mesmo instante.

Figura 5 – Gráficos de corrente e estado do disjuntor no ThingSpeak..



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÃO

O projeto apresentou o desenvolvimento e validação de um sistema inteligente de monitoramento e bloqueio automático de ligações clandestinas, como solução de baixo custo e escalável para reduzir perdas não técnicas no setor elétrico. Utilizando sensores de corrente, microcontroladores e IoT, o sistema demonstrou resposta rápida e atuação precisa em simulações, além de monitoramento remoto via ThingSpeak. Os resultados comprovam sua viabilidade, e recomenda-se, para futuros estudos, testes em ambientes reais e o uso de inteligência artificial para aprimorar a detecção de fraudes.