



Solução de Sensoriamento das Redes de Distribuição para redução da duração das faltas de energia II

Tema: Sistemas de Controle, Automação e Proteção

Autores: Nilton Branco; Danilo Porfirio Vilela

Co-Autores: Ricardo Yukio Hayashi; Janailton Zumba de Melo

Empresa: EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A

Resumo

Novas tecnologias de equipamentos de proteção das Redes de Distribuição e a chegada de novos dispositivos de monitoramento com o emprego da Internet das Coisas - IoT, estão contribuindo para a melhora dos indicadores de fornecimento das distribuidoras de energia. Com metas de qualidade impostas pela ANEEL cada vez mais exigentes, se faz necessário o emprego pelas distribuidoras de novas soluções e a adoção de novas práticas para o aumento da eficiência das turmas de manutenção da rede. Esse artigo demonstrará como a EDP São Paulo tem conseguido gradativamente melhorar seus indicadores de fornecimento e aumentando a satisfação de seus cliente com uma energia mais confiável.

1. Introdução

Embora têm se falado muito de Redes Elétricas Inteligentes ou SmartGrids há 2 décadas, o que vemos atualmente no Brasil são redes de distribuição que foram apenas populadas com muitos Religadores. O emprego de Religadores foi algo recorrente entre todas as distribuidoras do país e têm contribuído com a melhora dos indicadores de qualidade delas ano após ano. No entanto, a partir de uma certa quantidade de religadores por alimentador, o seu incremento já não reflete na melhora dos índices de disponibilidade e eficiência nas redes de distribuição. A EDP de São Paulo, frente a este cenário, passou a adotar uma nova filosofia para ter resultados melhores, que foi o emprego de Bases Religadoras com o monitoramento de um dos Elos Fusíveis (do segundo estágio), para tentativa mecânica de religamento de ramais importantes dos alimentadores e a manutenção preventiva a partir da informação da queda do fusível do segundo estágio. A queda ou desarme dos elos fusíveis das Bases Fusíveis (ou Chaves Fusíveis) tem sido o principal ofensor para os indicadores de qualidade das distribuidoras. Muitas vezes, a partir do toque das arvores nos cabos elétricos, principalmente na ocorrência de vendavais e chuvas torrenciais (algo que tem acontecido com maior frequência decorrente das mudanças climáticas) os elos desarmam para proteção dos troncos dos alimentadores, evitando que o curto-circuito se propague e impacte um trecho maior da rede. Nestes casos, os Religadores não atuam, pois a falta se limitou ao ramal protegido pela BF, e os Centros de Operação acabam desconhecendo a falta de energia no ramal, até que algum consumidor entre em contato com a distribuidora por meio dos canais de atendimento ao cliente para relatar a falta de energia.

Muitas vezes, essas faltas de energia acabam ocorrendo a noite e a maioria dos consumidores nem percebem a falta de energia, o que dificulta ainda mais as distribuidoras de terem consciência da ocorrência. Por isso, as ocorrências de queda do elo fusível acabam refletindo em altos índices de DEC. Com o emprego de Bases Religadoras, muitas destas ocorrências acabam sendo resolvida com a simples atuação mecânica que conecta o ramal ao segundo elo fusível, após a queda do primeiro estágio que protegeu a rede principal do alimentador do curto-circuito. Como em muitos casos o fator desencadeador do curto é o toque da árvore na rede por causa do vento forte, por exemplo, o curto cessa e a rede se estabelece com o religamento pela Base Religadora.



Figura 1 - Base Religadora na Rede com a presença do Koala

Mas a distribuidora continua sem saber que a Base Religadora atuou, e que há apenas mais uma tentativa de religamento para aquela fase. Com o sensoramento do segundo elo, e o envio dessa informação para os sistemas da distribuidora, então é possível ter ciência de que a próxima tentativa de proteção irá interromper o fornecimento para aquele ramal. Dessa maneira, o Centro de Manutenção da Rede poderá criar uma ordem para que uma equipe leve das unidades regionais possa ser deslocada até a Base Religadora para rearmar ou trocar os elos fusíveis e garantir assim novamente o ciclo de proteção (2 tentativas) sem que provoque o corte no fornecimento de energia do ramal.

2. Desenvolvimento

A solução partiu da adoção de dispositivos para monitoramento de desarme de fusíveis das Bases Fusíveis. A EDP adotou a solução da Tecsys, Monitor de Desarme de Base Fusível, o Koala / TS300. Essa solução já foi adotada em escala na Enel SP, Equatorial e na EDP SP está em operação desde 2019 e atualmente conta com cerca de 3 mil unidades espalhadas em toda área de concessão da EDP SP.

O Koala é um dispositivo de IoT de Monitoramento de equipamentos de Proteção Elétrica, que em conjunto com o Sistema de Supervisão Habitat, monitora esses equipamentos em redes de distribuição de energia de média tensão (13,8 kV a 34,5 kV). O TS300S Koala é extremamente versátil, podendo ser aplicado em diversas situações, e seu sistema de acoplamento permite a instalação sem interrupção no fornecimento de energia, o que reduz custos operacionais e simplifica o processo. Por ser bem leve, de dimensões reduzidas e simples, é um produto que facilita muito o seu manuseio e a rápida expansão e escalada.

Equipado com uma variedade de sensores internos, o TS300S monitora múltiplos parâmetros essenciais, detectando eventos como rompimento de elos fusíveis, temperatura do ambiente, ausência ou presença de corrente, nível de tensão da bateria, entre outros. Essas informações são transmitidas em tempo real por meio de uma rede sem fio de baixa potência e longa distância (LPWAN - Low Power Wide Area Network) diretamente para o Centro de Operações de Distribuição. Assim, além de monitorar o status de proteção das Bases Fusíveis (Chaves Fusíveis) é possível também monitorar o estado de operação do próprio sensor, auxiliando a sua gestão operacional.



Figura 2 - Foto do Monitor de Desarme de Bases Fusíveis - Koala

O Koala possui um invólucro resistente e robusto que o torna apto para enfrentar as mais severas condições ambientais, desde locais com altas temperaturas (de -15°C a até 65°C), até em ambientes de muita umidade, comprovado na prática pelo seu emprego nas regiões litorâneas do estado de São Paulo onde tem se mostrado muito resiliente. O Grau de Proteção mecânica é IP-65, ou seja, ele possui resistência contra poeira e jatos d'água e também a irradiação ultravioleta (UVA/UVB). É um dispositivo com bateria de Lítio de longa duração que o capacita a ter uma autonomia de 10 a 15 anos e totalmente independente (não faz

uso de indução de corrente para se energizar) o que o torna permanentemente operacional, mesmo em ramais de baixíssimas correntes.

O Koala possui versões tanto para trabalhar na rede Lora como na rede Sigfox. A adoção da tecnologia Lora permite o uso dual do dispositivo, ou seja, ele pode tanto funcionar em redes Lora disponibilizadas por operadoras de redes IoT, como também em redes estruturadas pela própria concessionária, permitindo que os dados trafeguem apenas em enlaces dedicados e privados o que aumenta a segurança cibernética da aplicação como um todo.

As mensagens geradas pelo TS300S são processadas, armazenadas e gerenciadas pelo Sistema de Supervisão Habitat, que oferece visualização segura e confiável por meio de uma interface web intuitiva. Além de monitorar os eventos em tempo real, o Habitat também realiza a gestão dos dispositivos conectados, sendo escalável conforme a demanda da operadora. O Habitat é capaz de operar simultaneamente com milhares de detectores Koala instalados na rede elétrica, garantindo eficiência em larga escala. As mensagens recebidas dos Koalas são convertidas para o Protocolo de Rede Distribuída (DNP3), um padrão amplamente utilizado em sistemas SCADA (Controle Supervisório e Aquisição de Dados). Todos os canais, dispositivos e mapas de pontos do protocolo podem ser configurados de acordo com as necessidades específicas do cliente.

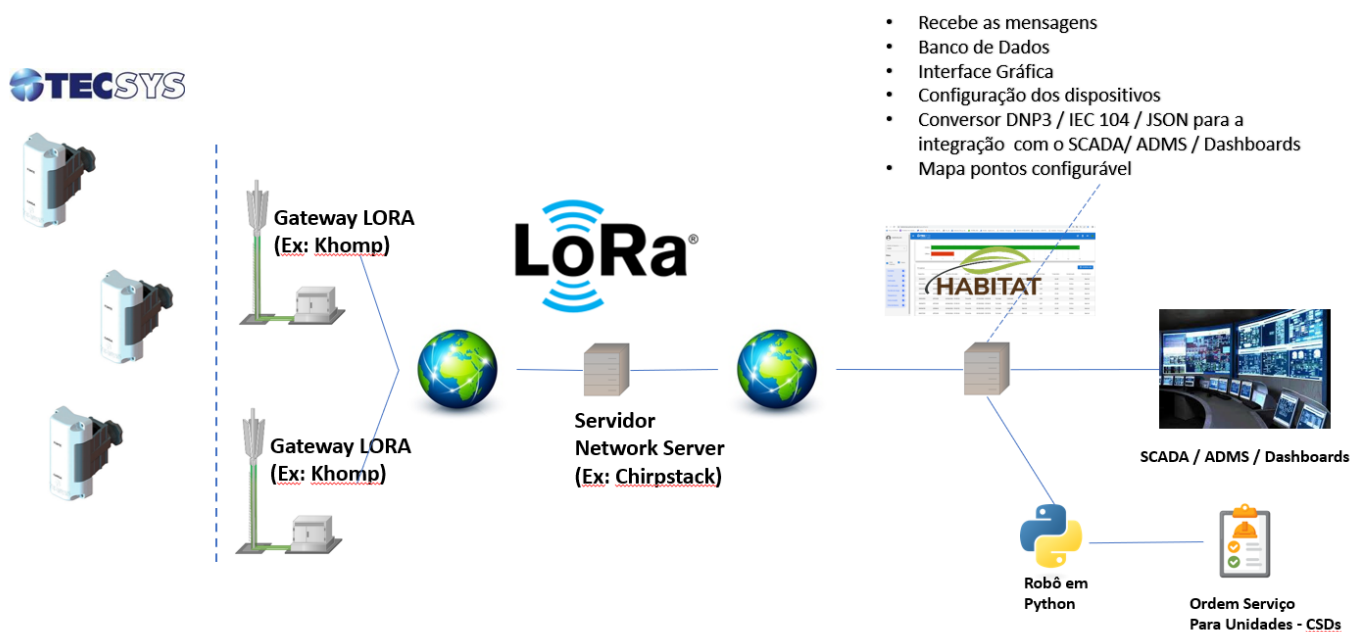


Figura 3 - Arquitetura da Solução

O Habitat possui interfaces para disponibilizar as informações coletadas para outros sistemas de análise (analytics) como o Power BI ou as exporta em forma de planilhas no formato CSV a partir de recurso de baixar arquivos (download). Na EDP, a partir de interface REST / API, os dados são disponibilizados e então um robô em Python realiza a análise para identificar informações que houveram alterações de status nas últimas 24 horas. Assim, é possível detectar não apenas as Bases Religadoras que teve o segundo estágio desarmado (queda do elo fusível) em alguma das 3 fases, mas também a queda do primeiro estágio a partir da detecção da corrente do mesmo Koala instalado no segundo estágio.

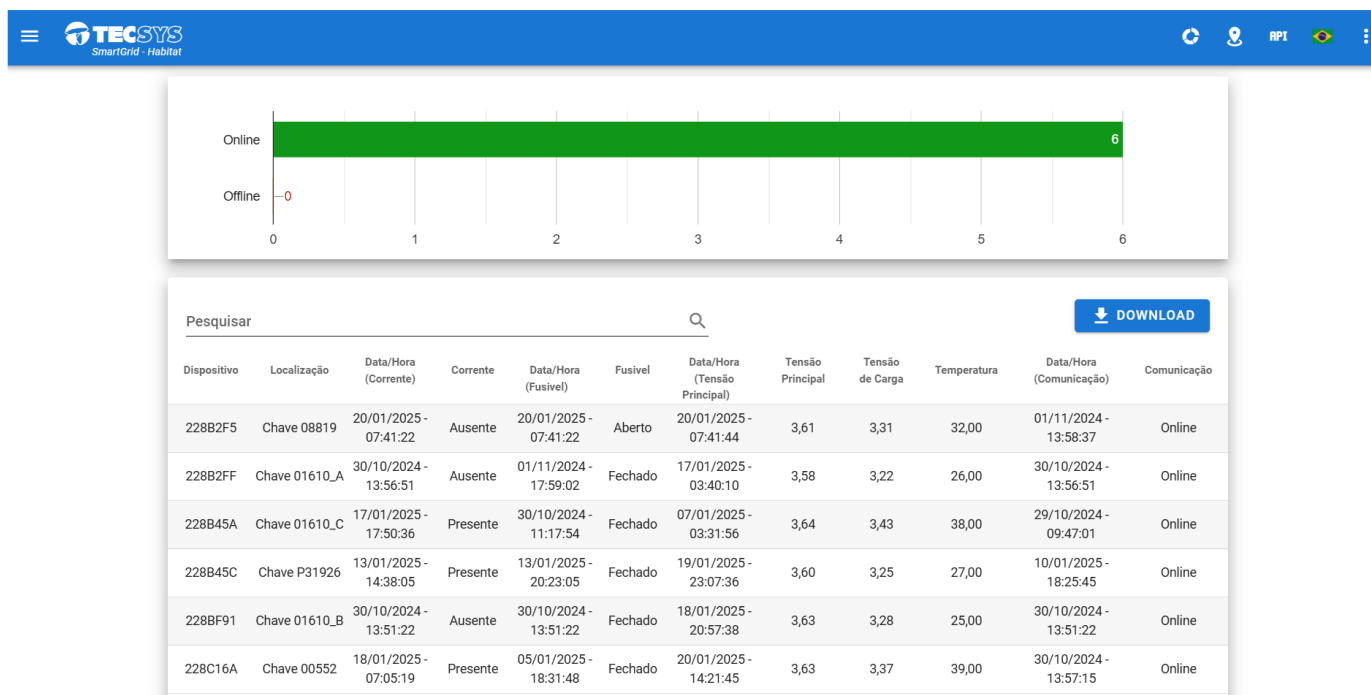


Figura 4 - Tela de consulta do software Habitat para identificar status dos Koalas

Essas mudanças de status dessas 2 informações servem de gatilho para o disparo de abertura de ordens de serviços para as unidades responsáveis respectivamente das Bases Religadoras impactadas, e as unidades, por sua vez, programam uma equipe de manutenção de rede para realizar o rearme dos fusíveis, reiniciando o ciclo de proteção dessas Bases, e capacitando para que a proteção do ramal possa atuar em plenas condições. Além de poder adotar uma manutenção preventiva dos equipamentos de proteção dos ramais, melhorando a disponibilidade da rede, essas mesmas equipes atuam também para identificar possíveis causas das faltas ocorridas no ramal, relatando ao Centro de Operações as possíveis causas, e programando equipes para, por exemplo, realizar a poda de árvores nos ramais que possam ser os prováveis ofensores das faltas. Como resultado, a EDP está tornando suas redes muito mais resilientes, mesmo enfrentando cenários mais desafiadores devido aos eventos climáticos extremos.

Atualmente a EDP SP conta com cerca de 1.600 (Hum mil e seiscentas) Bases Religadoras ao longo de toda sua área de concessão. A quantidade de BRs vem crescendo gradativamente ao longo dos anos e já há análises que comprovam a eficácia de sua adoção, principalmente em conjuntos que necessitam de melhora nos indicadores de qualidade da energia entregue. Abaixo segue um mapa com locais (agulhas na cor amarelo) onde estão instalados as Bases Religadoras nos municípios de Mogi das Cruzes e Suzano.

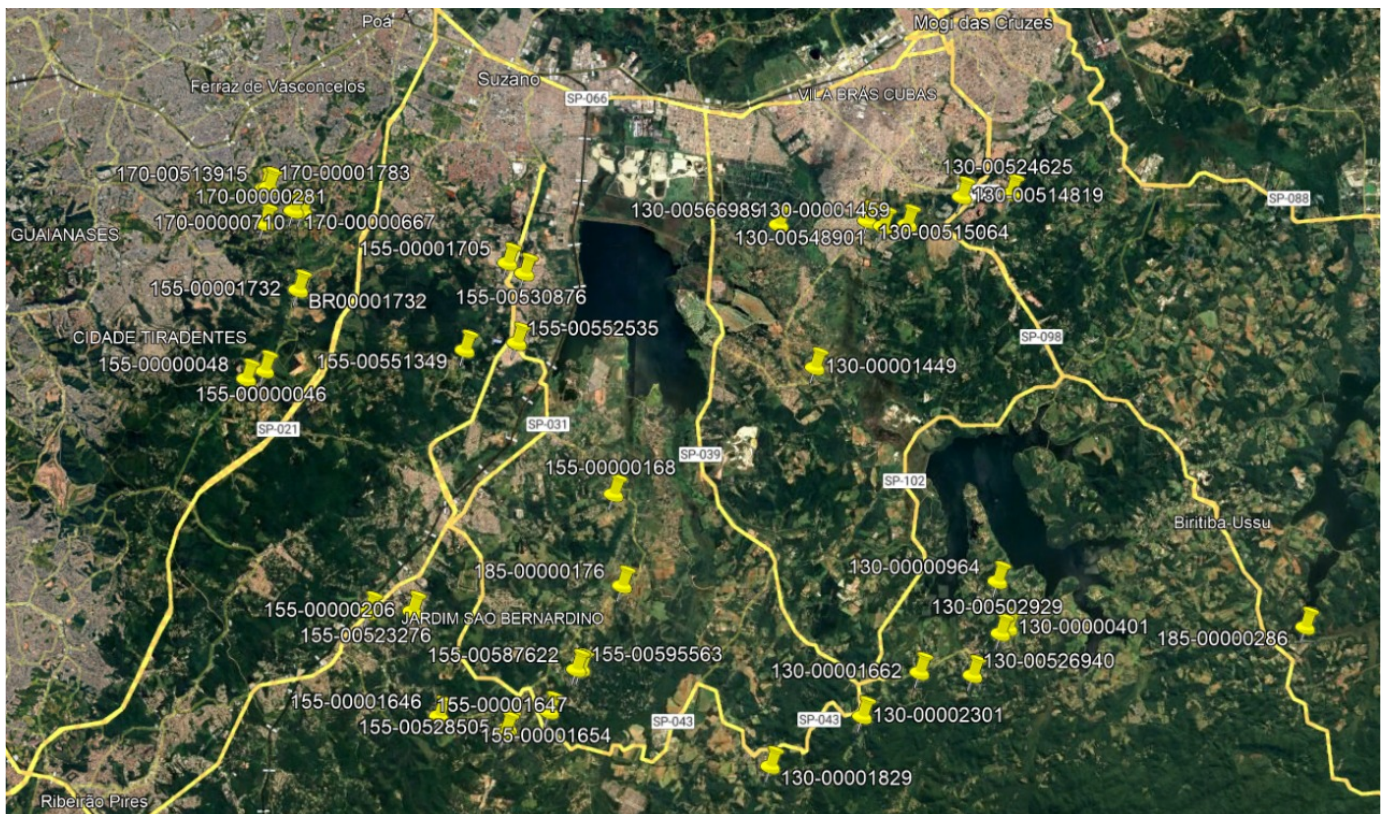


Figura 5 - Mapa com a distribuição das Bases Religadoras em Mogi das Cruzes e Suzano

3. Conclusão

As ações focadas no monitoramento dos desarmes do fusível do segundo estágio das Bases Religadoras se iniciaram a partir do quarto trimestre de 2024, permitindo uma resposta mais ágil às ocorrências e maior eficiência na manutenção preventiva. Atualmente, com o monitoramento de 203 Bases Religadoras (BRs), abrangendo um total de 18.686 clientes, foram registradas 587 ocorrências ao longo de 2024. Com base nesses dados, estima-se que essa tecnologia tenha potencial para evitar o desligamento de aproximadamente 42.504 clientes.

Esses valores podem variar conforme a quantidade de equipamentos monitorados e podem ser escalonados para abranger um número ainda maior de consumidores, desde que as manutenções sejam realizadas conforme os alertas gerados. A implementação dessa solução demonstra como o uso inteligente de tecnologias de monitoramento pode contribuir significativamente para a redução do impacto das interrupções no fornecimento de energia e para a melhoria da confiabilidade do sistema elétrico, bem como a satisfação dos clientes.

4. Referências bibliográficas

1. Desenvolvimento e implantação de um sistema integrado piloto de telemedição, monitoramento e controle remoto de redes de distribuição de baixa tensão, baseada nos conceitos de Smart Grid, desenvolvido pela CEMAR;

2. Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento para Implantação de um Piloto de Redes Inteligentes (Smart-Grid) para Automação do Sistema Elétrico, desenvolvido pela COELCE;
3. Desenvolvimento de Modelo Referência para Empresas de Distribuição, fundamentado na experimentação de aplicações de conjunto de tecnologia SmartGrid, projeto piloto a ser implantado em Parintins-AM, desenvolvido pela Manaus Energia – ELETROBRAS;
4. Modelo de Referência para Implantação de Redes Elétricas Inteligentes (Smart Grid), desenvolvido pela ELEKTRO.
5. CEPISA - 2011 - Detecção de falhas iminentes em transformadores utilizando redes neurais e comunicação sem fio
6. CEMAT - 2011 - Sistema Integrado de Monitoração On-Line de Transformadores de Distribuição Aérea - TODA
7. ANATEL, *Anexo à Resolução No 305, de 26 de Julho de 2002*; Resolução 305 ANATEL, julho 2002
8. BURKE, J J; LAWRENCE D J, "Characteristics of fault currents on distribution systems", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol PAS-103, Jan 1984
9. CHUEIRI, I. J.; "Invólucro para alojamento de sensores e sinalizadores de grandezas elétricas e de temperatura", PI 0501687-8; 10 maio, 2005
10. CHUNG J; POWERS, E.J.; GRADY, W.M.; BHATT, S.C.; "Power disturbance classifier using a rule-based method and wavelet packet-based hidden Markov model"; IEEE Trans. On Power Delivery; Vol 17, Issue 1, Jan. 2002 Page(s):233 – 241
11. DIAS R. A.; MENDONÇA I. T. M.; STEINBACH R.; ROLIM R. B. AND TEIXEIRA L. F.; "Tele Supervisão Remota do Sistema de Distribuição de Energia Empregando Web Services e Tecnologia GPRS"; in *IV Citenel*, Araxa (MG), 2007
12. Flite 116-SA. "Radio fault passage indicator for overhead networks";. *Schneider Electric 2004*. [Online]. Disponível: <http://www.easergy.com/en/index.html>
13. *IEEE-1159 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, IEEE Std 1159™-2009, Jun 2009
14. JUN ZHU; LUBKEMAN, D.L.; GIRGIS, A.A; "Automated fault location and diagnosis on electric power distribution feeders"; *IEEE Transactions on Power Delivery v. 12, Issue 2, April 1997* Page(s):801 -- 809
15. KLINGUELFUS M C., ZAMBENEDETTI V C; " Dispositivo sensor de corrente e tensão aplicável para localização de faltas em redes aéreas de distribuição de energia elétrica", PI 9802938-0; 28 agosto, 1998
16. LI L.; REDFERN M.A; "A review of techniques to detect downed conductors in overhead distribution systems", *Developments in Power System Protection, 2001, Seventh International Conference on (IEE)* 9-12 April 2001 Page(s):169 – 172

17. SANTANA F. J. R.; ALMEIDA L AND COSTA F, "Optimal positioning of geo-referenced sensors for fast fault finding using genetic algorithm" in *Proc. 2008 IEEE International Symposium on Industrial Electronics – ISIE'08.*, CD 007099.
18. SANTANA F. J. R.; ALMEIDA L. A. L DE; FONTANA M; "SISLOG - Sistemas de Localização de Faltas Georeferenciada" in *IV Citenel*, Araxa (MG), 2007
19. SWINKA FILHO. S; ROBERT, R, "Desenvolvimento de um sensor de campo elétrico alternado com transmissão por fibra-óptica"; *Revista de Física Aplicada e Instrumentação*, vol. 13, no. 3, Setembro, 1998
20. ZAMBENEDETTI, V. C., KLIMKOWSKI, M., FRISCH, A. C., "Sistema de Localização de Faltas em Redes de Distribuição Utilizando um Sensor de Baixo Custo", *Anais do III CONLADIS Congresso Latino Americano de Distribuição de Energia Elétrica*, USP - São Paulo, Brasil, setembro de 1998;