



Simulação em Tempo Real do Sistema de Distribuição Energia Elétrica Subterrâneo de Porto Alegre ¹

João Gabriel Lopes², Mauricio de Campos³, Airam T. Z. R. Sausen⁴, Paulo S. Sausen⁵, Cristina Schoefer Dessbesell⁶, Gustavo Eckhardt⁷, Nathaly Priscila Müller⁸.

¹ Projeto de Pesquisa desenvolvido na Unijui

² Estudante do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq. joao.gl@sou.unijui.edu.br

³ Professor Doutor do Programa de Pós graduação em Modelagem Matemática e Computacional e Coordenador do GAIC da UNIJUI.

⁴ Professora Doutora do Programa de Pós graduação em Modelagem Matemática e Computacional e Pesquisadora do GAIC da UNIJUI.

⁵ Professor Doutor do Programa de Pós graduação em Modelagem Matemática e Computacional e Coordenador do GAIC da UNIJUI.

⁶ Bolsista PROFAB, estudante do curso de Engenharia Elétrica da Unijui. cristina.dessbesell@sou.unijui.edu.br

⁷ Bolsista PROFAB, estudante do curso de Engenharia Elétrica da Unijui. eckhardt.gustavo@sou.unijui.edu.br

⁸ Bolsista PROFAB, estudante do curso de Engenharia Elétrica da Unijui. nathaly.mueller@sou.unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Um problema dentro dos sistemas de distribuição de energia elétrica subterrâneos, é a imprevisibilidade das faltas, pois elas ocorrem de modo gradativo, começando como faltas incipientes, sem mudanças drásticas, que com o passar do tempo vão progredindo e evoluindo, chegando ao ponto de causar uma falta permanente no sistema, estas que resultam em multas para as concessionárias.

Com base nisso, originou-se a demanda de criar um sistema capaz de “prever” essas faltas incipientes, e para tal, utilizou-se de um software e um processador criados para realizarem simulações “hardware in the loop”, que é uma simulação em “tempo real”, que ocorrem em milissegundos, e é repetida diversas vezes, levando em conta as modificações e estados modificados em cada ciclo, desta forma, ele é capaz de demonstrar modificações causadas pelo tempo

Também é necessário para que o modelo seja preciso, realizar uma pesquisa sobre o funcionamento destas faltas, assim como, métodos e modelos existentes para desenvolver um projeto capaz de demonstrar a ocorrência e desenvolvimento destas faltas na simulação.

METODOLOGIA

As metodologias utilizadas foram a Bibliográfica e a de Campo, buscando artigos e documentos que descrevessem o funcionamento de uma simulação “hardware in the loop”, assim como a realização de simulações.

O principal meio de pesquisa quanto ao funcionamento deste software foi os cursos providos da empresa do simulador, a *OPAL-RT Technologies*, assim como documentos disponibilizados por pesquisadores autônomos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa culminou em um aprendizado quanto aos sistemas de “hardware in the loop”, assim como um profundo conhecimento quanto ao sistema de processamento optado, o OP5650, que é da empresa OPAL-RT, assim como o RT-LAB, que é o software utilizado para se comunicar com o processador.

O software RT-LAB é responsável por comunicar o projeto com o OPAL-RT, o modelo do projeto é feito no Simulink, contudo, é necessário realizar algumas modificações neste projeto para que seja possível realizar uma comunicação ideal.

Com base nisso, foi possível criar um modelo capaz de apresentar resultados dentro do esperado, ele representa uma porção do sistema de distribuição de energia elétrica subterrâneo de Porto Alegre, o sistema é capaz de apresentar as mudanças que ocorrem ao alterar o estados das chaves das câmaras.

A pesquisa também resultou no conhecimento quanto às faltas incipientes e permanentes, que postumamente serão modeladas juntamente ao modelo, para desta forma torná-lo capaz de gerar uma “previsão” quanto a o estado destas faltas.

Segundo OROZCO (2017), a localização de uma falta permanente pode ser realizada a partir de uma inspeção visual e/ou uma da utilização de medidas elétricas que utilizam as grandezas elétricas da rede e registradores, esta segunda forma pode ser dividida em três outras categorias, o método se trata de utilizar da impedância aparente a partir das medições de dos fasores fundamentais dos sinais de tensão e corrente, estes dados podem vir de um ou mais terminais de linha, que realizam uma formulação analítica, para determinar uma impedância aparente, que ao ser comparada com a impedância da rede, é capaz de determinar a distância até a falta, este sistema possui limitações, como quando o sistema é muito ramificado.

Outro método é o do fenômeno das ondas viajantes, que é um fenômeno onde por conta de mudanças bruscas nas condições de operação do sistema, são geradas ondas eletromagnéticas de alta frequência, analisando os intervalos entre as ondas geradas pela falta, é capaz de determinar a distância até a falta, apresentando o mesmo problema do anterior, muitas ramificações causam múltiplas estimativas.



Por fim o último método é o baseado em inteligência artificial, que utiliza de uma AI, que utiliza de técnicas para classificar os dados baseado em sua aprendizagem, estas técnicas dividem o sistema em zonas, as quais são atribuídas etiquetas, com simulações de faltas, as quais são possíveis de localizar com base nas etiquetas.

Vale ressaltar que os métodos acima só são capazes de determinar uma falta e sua localização após ela se tornar permanente, tornando necessário modificar um pouco estes métodos para o modelo desejado.

O objetivo do projeto é que quando estiver completo, ele seja capaz de receber os valores da rede de distribuição de energia elétrica existente em Porto Alegre, utilizá-las como valores base na simulação já existente, que possuirá as faltas modeladas, uma inteligência artificial, irá interpretar estes valores, irá determinar se a simulação está apresentando sinal de falta e em que setor esta falta está localizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As faltas em um sistema de distribuição de potências subterrâneo, são um problema silencioso, de difícil localização e previsão, desta forma, pequenas faltas tendem a se tornarem faltas permanentes com o passar do tempo, ocasionando multas para as concessionárias.

Torna-se então necessário o desenvolvimento e o investimento em modelos de previsão capazes de acompanhar e “prever” estas faltas, para desta forma, acompanhado de outras tecnologias, tornar possível o controle e o investimento em sistemas de distribuição de energia elétrica subterrâneos, reduzindo os riscos em tal modelo de negócios.

O modelo do sistema de Porto Alegre, é importante para mostrar que é possível desenvolver um modelo de um sistema desta extensão, e tornar possível que mais redes de distribuição elétrica subterrâneas se desenvolvam e recebam a devida atenção.

Atualmente, o projeto está com a simulação da parte subterrânea do sistema de distribuição de energia elétrica de Porto Alegre finalizada, portanto, em um momento posterior, deve-se modelar as faltas e adaptá-lo para ser capaz de receber os dados da rede.

Palavras-chave: Hardware in the loop, sistema de distribuição de energia elétrica subterrâneo e faltas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Luiz Cláudio Rego; MACEDO, Alessandra de Souza de; LOPES, Diego



Meireles. SISTEMAS DE REDES SUBTERRÂNEAS DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL. BRAZILIAN JOURNAL OF PRODUCTION ENGINEERING, p.152-169, [S.I], 23/04/2019, Disponível em: https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/V05N02_14, Data do acesso:04/07/2023.

OROZCO, ANDRÉS RICARDO HERRERA; LOCALIZAÇÃO DE FALTAS INCIPIENTES EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM CABOS SUBTERRÂNEOS. Orientador: Dr. Arturo Suman Bretas, Tese de Doutorado(Pós-Graduação em Engenharia Eletrica)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 08/02/2022, Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/157880> , Data do acesso: 06/07/2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; Regras e Procedimentos de Distribuição (Prodist). [SI]. 3 de janeiro de 2022, Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist> , Data do acesso: 01/07/2023.

SANTOS,Janáina da Silva dos; Adequação do sistema de distribuição subterrâneo de Porto Alegre, Orientador: Loureiro, Luiz Tiaraju dos Reis, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica),Universidade Federal do Rio Grande do Sul,2010, disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/33044?locale-attribute=pt_BR&locale=en, data de acesso: 05/07/2023.

CORREIA, Talita de Souza, Aspectos econômicos e ambientais da implantação de redes subterrâneas de energia elétrica, Orientador: Fernanda Amaral Dantas Sobral, Monografia, Curso de Especialização em Gerenciamento Ambiental da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016, disponível em:https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Talita-de-Souza-Correia_Aspectos-econ%C3%B4micos-e-ambientais-da-implanta%C3%A7%C3%A3o-de-redes-subterr%C3%A2neas-de-energia-el%C3%A9trica.pdf, data de acesso: 06/07/2023.