



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ESTUDO DE TÉCNICAS PARA A DETECÇÃO DE FALTAS DE ALTA IMPEDÂNCIA EM UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Catherine M. de Freitas

Acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do estado do Rio Grande do Sul
catherine.mf@hotmail.com

Gustavo C. Lucca

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do estado do Rio Grande do Sul
gusc.lucca2@gmail.com

Gabriel C. Santana

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do estado do Rio Grande do Sul
gabriel_csantana@hotmail.com

Maurício de Campos

Professor Mestre do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do estado do Rio Grande do Sul
campos@unijui.edu.br

Paulo S. Sausen

Professor Mestre do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do estado do Rio Grande do Sul
paulosausen@gmail.com

Resumo. *Os sistemas elétricos de potência estão susceptíveis a falhas. Entretanto faltas de alta impedância se apresentam ainda como um desafio e não podem ser detectadas pelos métodos tradicionais. O presente trabalho apresenta o estudo de cinco técnicas para a detecção de faltas de alta impedância em um sistema de distribuição de energia elétrica. Essas técnicas foram aplicadas em dois cenários diferentes, onde foram analisados e comparados seus resultados. Conclui-se que as técnicas empregadas possuem bom desempenho, porém, tem suas limitações, não se tornando adequadas para a detecção de faltas de alta impedância.*

Palavras-chave: *Falta de alta impedância. Falta de baixa corrente. Sistema de distribuição de energia elétrica.*

1. INTRODUÇÃO

De uma forma geral sistemas elétricos de potência estão sujeitos a falhas. Uma falha em um sistema de potência é uma condição anormal, que envolve uma falha elétrica na operação de algum tipo de equipamento, Tleis [1].

Conforme Zamora, *et al.* [2] para as faltas que apresentam um incremento no fluxo de corrente de um sistema, já existem diversos dispositivos de proteção disponíveis. Quanto maior o nível do aumento de corrente do sistema mais fácil é a detecção da falta. Entretanto as faltas de baixa corrente, também conhecidas como faltas de alta impedância se apresentam ainda como um desafio e não podem ser detectadas pelos métodos tradicionais.

As faltas de alta impedância se caracterizam na maioria das vezes pelo contato de um condutor energizado em solos de baixa condutividade, galhos de árvores balançando e encostando-se a linhas de transmissão, isoladores poluídos entre outros.

Este trabalho apresenta a comparação de cinco técnicas, e as testa em um sistema de distribuição. Foram criados dois cenários e para cada um deles as técnicas escolhidas foram aplicadas e seus resultados analisados.

2. METODOLOGIA

A partir de um modelo de um sistema de distribuição elétrica apresentado por Ref. [2] ilustrado na Fig. 1 foi simulado no Matlab®, as cinco técnicas. A fim de tornar o sistema apresentado mais próximo ao sistema de distribuição brasileiro foram feitas algumas alterações.

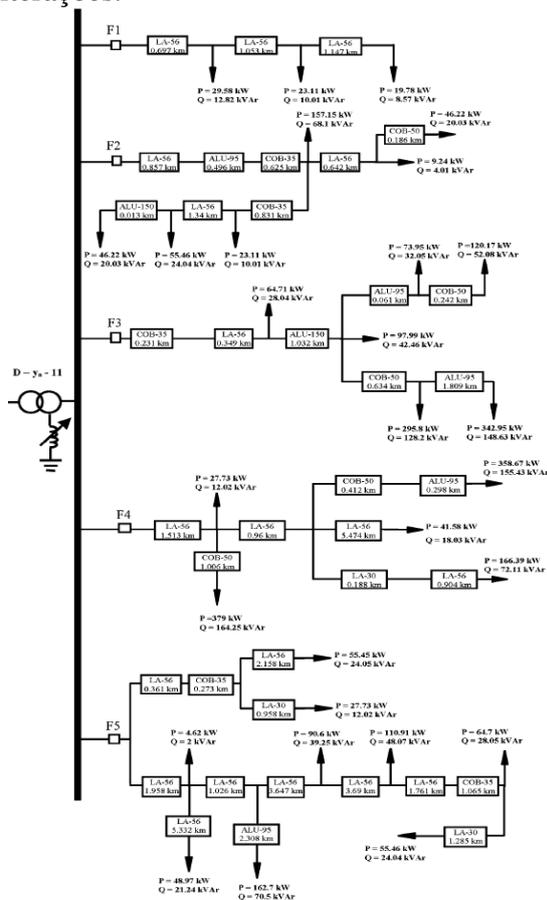


Figura 1 - Modelo de sistema de distribuição

Existem diversas técnicas propostas para a detecção de faltas de alta impedância. Neste trabalho foram escolhidas cinco delas para que fosse realizada uma comparação entre o seu desempenho. As técnicas utilizadas foram: Transformada de Wavelet, Redes Neurais Artificiais, Método de componentes de baixa frequência em sequência zero, Método de componentes de baixa frequência em sequência negativa e Transformada de Fourier Janelada.

Para a realização deste estudo, foram criados dois cenários diferentes utilizando o sistema da Fig. 1. Esses cenários foram utilizados para verificar a capacidade das técnicas em diferenciar eventos de faltas de alta impedância.

No primeiro cenário, foram aplicadas duas faltas de alta impedância distantes da subestação. A primeira no final do ramal 1 próximo a última carga, a segunda falta no final do ramal 3. Ainda, foi adicionado um evento considerado normal ao sistema caracterizando o chaveamento de um banco de capacitores no final do ramal 2.

Em relação ao segundo cenário, foram aplicadas duas faltas de alta impedância uma no ramal 1 e outra no ramal 3. Foi adicionado um banco de capacitores no ramal 2. E ainda, uma variação de carga no ramal 4 do sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para escolha dos métodos utilizados, foram utilizados os seguintes critérios, dois deles que apresentam o melhor resultado nos artigos científico numa vasta gama de aplicações (Transformada de Wavelet e Redes Neurais Artificiais), outros dois baseados na facilidade de implementação (Método de componentes de baixa frequência em sequência zero e Método de componentes de baixa frequência em sequência negativa) e um quinto método que é bastante criticado nos artigos que é o método de detecção de faltas através da Transformada de Fourier Janelada.

3.1 Primeiro Cenário

Para o primeiro cenário, aplicando a Transformada de Wavelet (TW), obteve-se o resultado da Fig. 2. Conforme se pode observar o método, consegue perceber o instante inicial de cada uma das faltas. Entretanto o chaveamento de um banco de capacitores é percebido, ainda com mais intensidade e com uma resposta muito semelhante à falta.

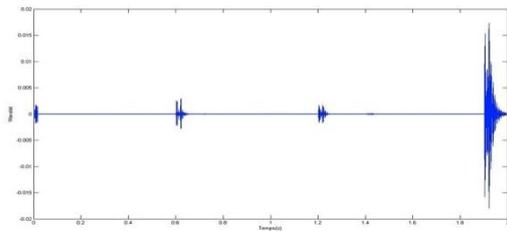


Figura 2 - Resultado da TW para o cenário 1

Na Fig. 3 está empregado a técnica de detecção utilizando uma Rede Neural Artificial (RNA). Esta RNA foi treinada utilizando como base os dados deste primeiro cenário apresentando um bom resultado.

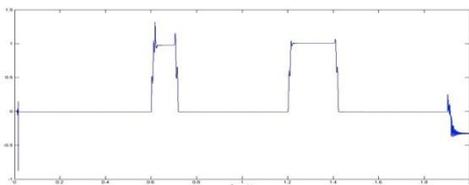


Figura 3 - Aplicação de RNA no cenário 1

O terceiro método utilizando Sequência de Zero foi implementado e está ilustrado na Fig. 4. Pode-se observar que para a primeira falta a técnica é sensível apenas ao instante final da falta, não percebendo seu início. Já a segunda falta é percebida com boa precisão. Ainda, o chaveamento do banco de capacitores não é percebido neste caso.

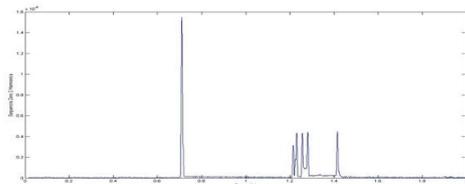


Figura 4 – Sequência de Zero para cenário 1

A técnica que utiliza a Sequência Negativa para a detecção de faltas de alta impedância foi implementada para este cenário. Na Fig. 5 os resultados desta técnica são apresentados. Neste caso, a técnica percebeu ambas as faltas, mas foi bastante sensível também para o chaveamento do banco de capacitores.

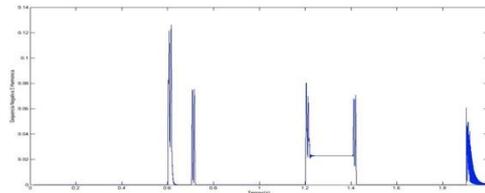


Figura 5 - Sequência Negativa no cenário 1

A última técnica testada foi a Transformada de Fourier Janelada (TFJ), a implementação desta técnica está exposta na Fig. 6. Como se pode observar esta técnica apresenta uma boa percepção às faltas aplicadas ao sistema, entretanto o sistema aqui apresentado possui baixa quantidade de ruídos.

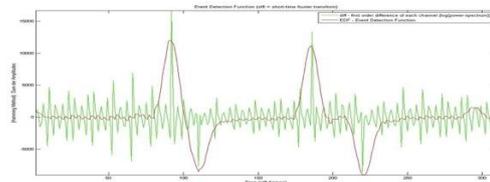


Figura 6 - TFJ cenário 1

3.2 Segundo Cenário

Pode-se observar os resultados da aplicação da técnica da Transformada de Wavelet na Fig. 7. O instante inicial de cada uma das faltas é percebido, entretanto a variação de carga e o acionamento do banco também apresentam uma assinatura neste sinal.

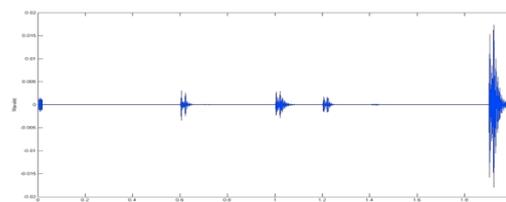


Figura 7 - Resultado da TW, cenário 2

Utilizando a técnica de detecção através de uma Rede Neural Artificial (treinada a partir das informações geradas pelo primeiro cenário) temos os resultados mostrados na Fig. 8. Neste caso os valores detectados também não convergem para os resultados do treinamento, mesmo assim, as faltas apresentam variações na resposta.

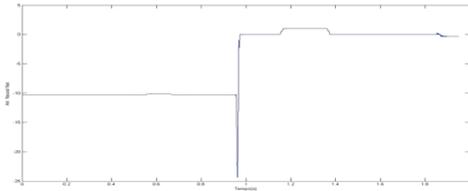


Figura 8 - Aplicação de RNA no cenário 2

Para este segundo cenário pode-se observar o resultado da implementação do terceiro método na Fig. 9. Novamente esta técnica em alguns casos, consegue apenas perceber o instante final da falta não percebendo o início da mesma.

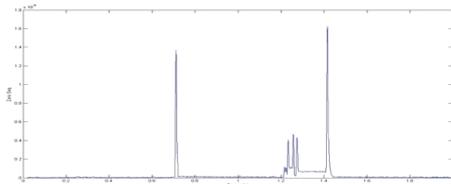


Figura 9 – Sequência de Zeros, cenário 2

Na Fig. 10 tem-se a implementação da técnica Sequência Negativa para este cenário. Neste caso, para esta técnica, a variação de carga apresenta um incremento significativo na informação, e ainda, as faltas foram detectadas corretamente.

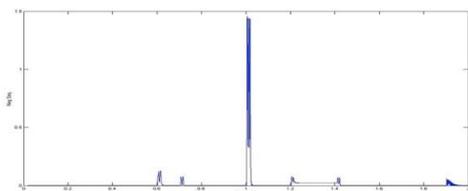


Figura 10 - Sequência Negativa, cenário 2

Finalmente, na Fig. 11 pode-se observar para a técnica utilizando a Transformada de Fourier Janelada que se tem uma boa percepção das faltas aplicadas ao sistema.

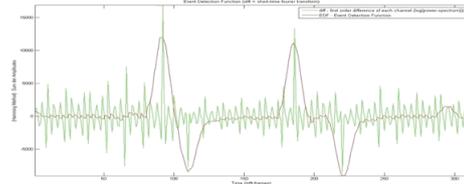


Figura 11 – TFJ, cenário 2

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram definidos dois cenários diferentes de possíveis faltas e eventos normais que podem ocorrer em um sistema de distribuição de energia elétrica. Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que nenhuma das técnicas aqui estudadas apresenta um comportamento ótimo em relação à detecção de faltas de alta impedância.

Uma avaliação, verificando mecanismos de combinação das técnicas apresentadas, se apresenta como um estudo que pode contribuir no sentido de se propor um mecanismo mais eficiente na detecção das faltas de alta impedância.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Unijuí, Fapergs e ao GAIC pelo apoio financeiro, pela disposição de laboratórios e pela bolsa de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica.

5. REFERÊNCIAS

- [1] N.D. Tleis, "Power Systems Modelling and Fault Analysis – Theory and Practice". Oxford: Elsevier Ltd., 2008. p. 650. 978-0-7506-8074-5.
- [2] I. Zamora, A.J. Mazón, K.J. Sagastabeitia and J. Zamora, "New Method for Detecting Low Current Faults in Electrical Distribution Systems." IEEE Transactions on Power Delivery. October 2007, Vol. 22, Issue: 4, pp. 2072.