

A APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA DETERMINAR A SEÇÃO FALTOSA EM UMA LINHA DE TRANSMISSÃO COM COMPENSAÇÃO SÉRIE E NA PRESENÇA DE GERAÇÃO EÓLICA

Autor: Matheus do Val Oliveira

Leonardo da Silva Lessa

Orientador: Prof. Assoc. Dr. Mário Oleskovicz

Universidade de São Paulo

matheusdoval@usp.br; leonardolessa@usp.br; olesk@sc.usp.br

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de Redes Neurais Artificiais (RNAs) para determinar a porção em falta em uma Linha de Transmissão (LT) de dois terminais com compensação série via um TCSC (*Thyristor Controlled Series Capacitor*). A operação da LT foi considerada com e sem a presença de Geração Eólica (GE). O sistema elétrico em análise foi simulado no ATP (*Alternative Transients Program*), e as situações de faltas monofásicas aplicadas formaram um banco de dados representativo. As informações foram pré-processadas via a Transformada Discreta de Stockwell (TDS) e aplicadas para o desenvolvimento de uma RNA. A RNA deve apontar como saída a porção em que a falta ocorreu sobre a LT considerada. Os resultados obtidos foram promissores e denotam a viabilidade de aplicação da abordagem.

Métodos e Procedimentos

O sistema elétrico estudado foi modelado no *Software* ATP via a sua interface gráfica ATPDraw. A Figura 1, ilustra o sistema elétrico analisado com o TCSC localizado no meio da LT. Para cada situação de falta monofásica simulada, foram registradas as tensões e as correntes monofásicas nas Barras 1 e 2. Foi utilizado somente o segundo ciclo pós-falta, sendo aplicada a TDS, conforme Stockwell, Mansinha e Lowe (1996) para o

pré-processamento dos sinais. Posteriormente, a teoria das Frequências Dominantes (FDs) foi considerada, como apresentado em Souza (2015).

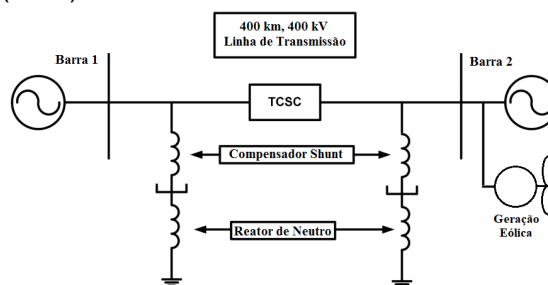


Figura 1: Sistema elétrico analisado (adaptada de Sahoo e Samantaray (2017))

Para cada um dos 4 sinais (dois de tensão e dois de corrente), foram medidos três picos associados a cada FD, e estes 12 valores resultantes serviram como entrada para a RNA proposta. A fim de representar os extremos de operação do sistema elétrico, foi gerado um conjunto de dados com 162 situações de falta sem a GE, e mais 162 situações com a GE em operação nominal. Destes casos, 80 % foram utilizados para o treinamento e 20 % para a validação cruzada. Posteriormente, foram gerados 168 novos e distintos casos, representando situações com e sem a GE, para testar a RNA treinada.

Resultados

Empregando-se uma rede perceptron de múltiplas camadas, é proposta a RNA da

Figura 2, na qual é possível observar 12 elementos na camada de entrada, 13 na primeira camada escondida, três na segunda camada escondida, e um na camada de saída. A unidade de saída deverá fornecer o resultado 0 (zero) caso a falta ocorra no Trecho 1 (antes do TCSC), ou 1 (um), caso a mesma ocorra no Trecho 2 (depois do TCSC). Na figura as variáveis $V_{i,j}$ e $I_{i,j}$, são os valores dos picos das tensões e correntes, respectivamente, obtidos pela TDS no Trecho i , $i = \{1,2\}$, com o pico j , $j = \{1,2,3\}$, com 1 sendo o maior valor de pico, e 3, o menor.

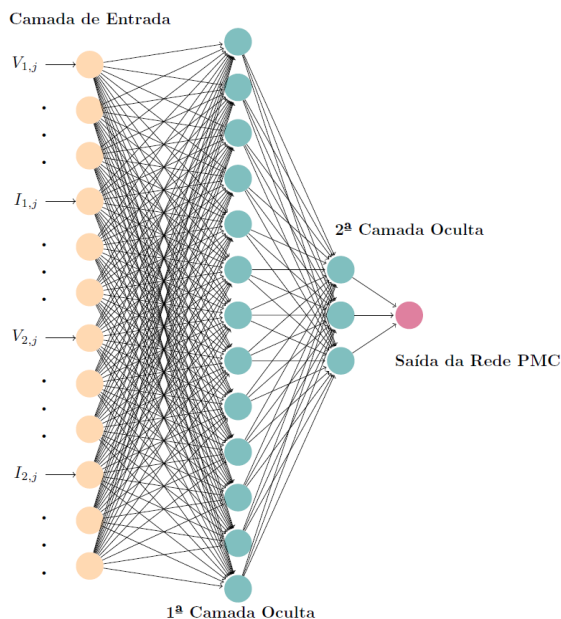


Figura 2: Topologia da RNA treinada

Já em relação aos resultados, tem-se a Figura 3, com as respostas da RNA para as situações de falta sem (em azul) e com (em vermelho) a presença da GE. Foi adotado que resultados da RNA menores do que 0,3 serão considerados como 0 (zero), e maiores do 0,7, como 1 (um). Na figura, os casos de 1 a 42 ilustram as respostas para as situações de falta no Trecho 1, e de 43 a 84, para o Trecho 2, ambos sem a presença da GE, situações as quais a RNA obteve 100 % de acerto. Os casos de 85 a 126 dizem respeito às faltas no Trecho 1, e de 127 a 168, no Trecho 2. Ambos com a presença da GE, sendo que houve 100 % de acerto para o primeiro, mas somente 90,48 % de acerto para o segundo, indicando uma

possível necessidade de se aumentar o número de casos de treinamento para a RNA.

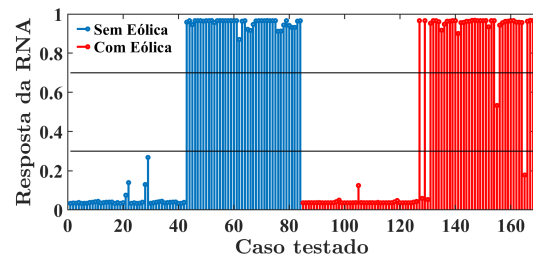


Figura 3: Resultados da RNA projetada

Conclusões

Tendo em vista 100 % de acerto para todos os casos sem a presença da GE, 100% de acerto para o Trecho 1 com a GE, e aproximadamente 90,5% de acerto para o Trecho 2 na presença da GE, constata-se que a metodologia empregada é promissora. Mesmo assim, os resultados iniciais abrem espaço para um estudo mais aprofundado no que diz respeito à utilização da TDS com foco no pré-processamento das informações e também em relação à implementação e desenvolvimento das RNAs. Como trabalho futuro, pode-se também estender o estudo para a obtenção de um sistema de proteção digital de LTs mais elaborado, envolvendo a detecção, classificação, e atuação do sistema de proteção, com a posterior localização das situações faltas.

Referências Bibliográficas

- SOUZA, S. Uso de redes neurais artificiais e transformada de Stockwell na localização de faltas em linhas de transmissão. 2015. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) — Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- STOCKWELL, R. G.; MANSINHA, L.; LOWE, R. P. Localization of the complex spectrum: the s transform. IEEE Transactions on Signal Processing, v. 44, n. 4, p. 998–1001, 1996.
- SAHOO, B.; SAMANTARAY, S. R. An enhanced travelling wave-based fault detection and location estimation technique for series compensated transmission network. In: COLLEGE OF ENGINEERING PUNE, 7., 2017, Pune, India. 2017 7th International Conference on Power Systems (ICPS). Pune: IEEE, 2017. p. 61–68.