

INFLUÊNCIA DE WAVELETS-MÃES E DA ORDEM DELAS NO DESEMPENHO DE UM LOCALIZADOR DE FALTAS

Maryson da S. Araújo – marysonsa@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Av. Augusto Correa, Nº 1; CEP: 66075-110 – Belém – Pará
José A. L. Barreiros – barreiro@ufpa.br
Orlando F. Silva – orfosi@ufpa.br
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Elétrica

Resumo: *Este trabalho apresenta a utilização de diferentes famílias wavelets e ordens delas em um algoritmo de localização de faltas por ondas viajantes para verificação da influência dessas wavelets no desempenho do mesmo. São utilizadas como ferramentas para obtenção dos resultados: o ATP/EMTP, para modelagem da topologia de parte de um sistema de potência da Eletrobrás-Eletronorte e obtenção dos sinais de faltas a serem processados, cujas dinâmicas são fortemente não-lineares; e a transformada modal de Clarke, a teoria das ondas viajantes (OVs) e a transformada wavelet discreta, via análise multiresolução, como as ferramentas matemáticas e teóricas para o processamento dos sinais e estimação do local do defeito. Embasando-se nos erros médios, absolutos, relativos e máximos e mínimos, além de informações de outros trabalhos envolvendo a temática, conseguiram-se resultados satisfatórios na localização de faltas para uma diversidade de contingências, e determinaram-se as wavelets-mães e ordens com maiores exatidões ao algoritmo do localizador e, por conseguinte à análise de sinais faltosos. Obteve-se daí também, toda uma metodologia para estudo de fenômenos transitórios em sistemas de potência e o desenvolvimento de uma ferramenta de software no ambiente MATLAB para auxiliar na instrução dos alunos de Engenharia Elétrica em disciplinas como, por exemplo, transmissão de energia e análise e proteção de sistemas de potência.*

Palavras-chave: Localização de faltas, Wavelets, ATP, Ondas viajantes, Ferramenta de instrução.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade é notória a necessidade de um localizador de faltas com grande acurácia, justo que cada vez mais os sistemas elétricos devem ficar o menor tempo possível fora de operação, posto que as multas aplicadas às concessionárias são muito dispendiosas devidas às legislações vigentes. Além disso, localizadores de faltas auxiliam na manutenção, reduzindo o tempo para se chegar ao local da contingência (até 60% do tempo de restabelecimento do sistema está na localização do ponto da falta); eles podem detectar pontos com perda de isolamento em determinados locais da linha de transmissão (LT); podem determinar pontos de maior suscetibilidade a descargas atmosféricas, possibilitando execução de uma proteção mais eficaz a essas áreas; dentre outras benevolências para o sistema elétrico.

Embora já sejam comercializados localizadores empregando ondas viajantes – sinais não-estacionários propagados a altas frequências – e processamento wavelet, os pesquisadores

ainda não conseguem especificar qual seria a wavelet-mãe mais apropriada à detecção dos fenômenos transitórios. Algumas características presentes nos sinais elétricos são citadas e norteiam para certas wavelets-mães (TORRENCE & COMPO, 1998; DOMINGUES *et al.*, 2003; ELHAFFAR, 2008), dadas as características delas como: grau de suavidade (associado ao número de momentos e proporcional ao número de coeficientes dos filtros); orto, bi ou não-ortogonalidade; simetria ou assimetria; função real ou complexa; com ou sem suporte compacto; e etc. Mas nada que possibilite deter-se a uma família e a uma ordem específica para processamento de um determinado tipo de sinal. Dessa forma, este trabalho fará uso de famílias wavelets discretas de diferentes ordens para determinar qual (ou quais) são as mais apropriadas à determinação dos locais das faltas aplicadas a um sistema de potência simulado.

2 METODOLOGIA DE LOCALIZAÇÃO

Essa metodologia contempla desde a modelagem de um sistema elétrico para obtenção dos sinais a serem desacoplados e analisados no intuito de determinar parâmetros temporais, até a estimação dos locais de falta pelo uso desses parâmetros no equacionamento oriundo da teoria das ondas viajantes. Tal metodologia é apresentada nas subseções a seguir.

2.1 Sistema elétrico modelado

Para se obter os sinais faltosos para o localizador, um sistema elétrico já utilizado em outros trabalhos na UFPA (SOUZA, 2007; BATISTA & ARAUJO, 2008) teve sua topologia modelada e simulada no ATP/EMTP. O *Alternative Transient Program* (ATP) é uma ferramenta de simulação digital específica para fenômenos transientes eletromagnéticos em uma ampla faixa de frequências, permitindo a simulação de redes polifásicas com configuração arbitrária.

Foi modelado no ATPDraw (Interface amigável do ATP), o sistema ELETROBRÁS-ELETRONORTE, abrangendo os estados do Pará e Maranhão. Ele possui dentre os principais componentes: geradores tipo SM59_NC (23 de 350MVA e 10 de 390MVA); linhas de transmissão trifásicas transpostas, a parâmetros distribuídos e independentes da frequência do tipo LINEZT_3; transformadores tipo SATTRAFO, trifásicos e com curva de saturação; cargas estáticas trifásicas tipo RLC3 com parametrização independente para cada fase; reatores shunt trifásicos tipo RLC3Y; bancos de capacitores e compensadores série trifásicos tipo RLC3; compensadores síncronos tipo SM59_NC; e chaves de tempo controlado tipo SWIT_3XT, com as quais são impostas as diversas contingências. Os TCs e TP não foram modelados e os *probes* trifásicos de tensão do simulador foram usados para “aquisitar” os sinais a serem processados no MATLAB®. Parte desse sistema é mostrada na “Figura 1”.

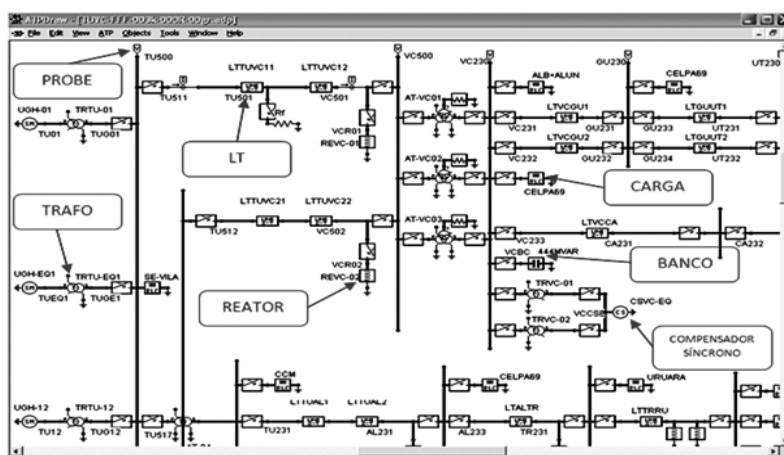


Figura 1 – Sistema modelado no ATPDraw

Do sistema assim modelado e aplicados os diversos tipos de contingências – diversos tipos de faltas, diversas distâncias da falta (relativas a Tucuruí), diversas resistências de falta e diversos ângulos de incidência, além das duas frequências de amostragem dos sinais –, conforme apresenta a “Tabela 1”, obtiveram-se os sinais de tensão trifásicos de características distintas nos terminais local (barra de Tucuruí) e remoto (barra de Vila do Conde) da linha de transmissão de 328,7km e a 500kV.

Tabela 1 – Características dos arquivos de falta simulados

Tipo de falta	Distância (km)	Resistência de falta (Ω)	Ângulo de incidência (grau)	Amostragem (MHz)	Total de arquivos
Monofásica (AT, BT, CT)	3, 10, 25, 55, 100, 150, 164, 200, 180, 315, 325	0, 1, 5, 15, 30, 50, 100	0, 45 e 90	1/4, 1	1386
Bifásica (ABT, ACT, BCT)	3, 10, 25, 55, 100, 150, 164, 200, 180, 315, 325	0, 1, 5, 15, 30, 50, 100	0, 45 e 90	1/4, 1	1386
Trifásica (ABC)	3, 10, 25, 55, 100, 150, 164, 200, 180, 315, 325	0, 1, 5, 15, 30, 50, 100	0, 45 e 90	1/4, 1	1386

2.2 Algoritmo de localização das faltas

Da metodologia utilizada para detecção e localização de faltas: O algoritmo foi programado no MATLAB, fazendo a leitura das tensões trifásicas das barras de Tucuruí e de Vila do Conde obtidas (“amostradas”) a ¼ ou 1MHz a partir do simulador ATP; a seguir é realizada a transformação modal de Clarke dessas tensões para tornarem-se desacopladas e o sistema poder ser tratado como três sistemas monofásicos distintos, impedindo assim que contingências em uma das fases da linha de transmissão possam interferir nas informações das demais, dado o acoplamento entre fases existente no sistema trifásico; depois disso a velocidade de propagação do modo alfa da OV é calculada a partir dos parâmetros (capacitância e indutância) de seqüência positiva da LT, conforme a “Equação (1)” emergente das equações da onda para LTs aéreas;

$$v_1 = 1/\sqrt{L_1 C_1} \quad (1)$$

Após isso os modos aéreos alfas são transformados para o domínio wavelet discreto a fim de serem analisados nos domínios tempo-frequência para obtenção dos instantes de reflexão, isto é, momento de chegada das ondas viajantes aos terminais da linha de transmissão; finalmente utiliza-se a diferença entre esses instantes de reflexão t_d para determinar, a partir da “Equação (2)”, oriunda do diagrama de Bewley Lattice (LATTICE, 1963) da teoria das ondas viajantes, a distância d do terminal local ao ponto da falta em uma LT de comprimento l .

$$d = (l - v_1 t_d)/2 \quad (2)$$

Resumidamente, o método de localização está descrito no diagrama de blocos, “Figura 2”, correspondendo a área laranja à aquisição e sincronização dos sinais, e a área azul ao processamento matemático dos mesmos.



Figura 2 – Diagrama de blocos do localizador

O sistema com GPS na “Figura 2” torna síncrona a base de tempo de aquisição para ambas as OV’s, evitando erros de localização devidos a esse tipo de discrepância, visto que o GPS tem erro inferior a $1\mu s$ (SAHA *et al.*, 2010), que neste caso acarretaria em um erro de aproximadamente 292m, devido a velocidade de propagação modal para o sistema modelado.

2.3 Aquisição dos sinais de tensão

Na “Figura 2” há uma amostragem e uma sincronização das tensões. Como essas informações são obtidas de uma simulação, os *probes* do ATPDraw fazem essa “aquisição” de sinais; e não há necessidade de GPS, posto que o momento do registro de todas as seis variáveis é simultâneo, aquisição síncrona. Do exposto, essas etapas não têm relevância aqui, porém são extremamente importantes e complexas em pesquisas e implementações em campo.

2.4 A transformada modal de Clarke

Só difundida por Clarke em 1938, ela é definida a partir do teorema fundamental das componentes simétricas com o operador $\alpha = 1e^{j120^\circ}$ e fatorando-se as partes real e imaginária (ROBBA, 1973). Disso se averiguam então as componentes modais zero, alfa e beta, dados pela relação matricial de transformação da “Equação (3)”, sendo esta equivalente para se obter as correntes modais.

$$\begin{bmatrix} \bar{V}_0 \\ \bar{V}_\alpha \\ \bar{V}_\beta \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -1 \\ 0 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{V}_A \\ \bar{V}_B \\ \bar{V}_C \end{bmatrix} \quad (3)$$

A importância dessas componentes aqui reside no exposto na subseção 2.2.

Opta-se por utilizar o modo alfa, pois qualquer que seja o tipo de falta afetá-lo-á de alguma forma. Já o modo zero (terra) apresenta-se somente quando de faltas à terra.

2.5 Wavelets e a transformada wavelet

A transformada wavelet é amplamente difundida em trabalhos sobre análise de transitórios em sistemas de potência – (MACHADO, 2003; SOUZA, 2007; ELHAFFAR, 2008; BATISTA & ARAUJO, 2008; SAHA *et al.*, 2010) – e em diversas áreas e subáreas da ciência nas quais a sua propriedade de resolução tanto no tempo quanto na frequência se faz

necessária, como em (SOARES *et al.*, 2007; ARAUJO, 2009), dadas as suas operações de escalamento e translação. Por definição, sua forma contínua realiza uma transformação de um domínio unidimensional para um bidimensional, cujos valores dos coeficientes obtidos são uma correlação das diversas partes do sinal com uma wavelet-mãe transladada e escalada, chamadas wavelets-filhas. Assim, o sinal é descrito por uma família de funções base, caso análogo ao da Transformada de Fourier (TF), porém sem as funções periódicas seno e cosseno, mas com wavelets, oscilantes e de rápido decaimento, como as Daubechies, as Coiflets, a Dmey, e etc, definidas genericamente pela “Equação (4)”.

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right); a, b \in \mathbb{R}, a \neq 0 \quad (4)$$

A necessidade de analisar sinais não-estacionários, caso dos transitórios eletromagnéticos e ondas sísmicas, demanda ferramentas de análise em multiresolução (AMR) – análise de altas frequências em pequenas escalas (grande resolução) e de baixas frequências em grandes escalas (pequena resolução) –, algo não obtido da TF, causa explicada pelo princípio da incerteza de Heisenber, e nem de sua forma modificada, a Transformada de Gabor ou Janelada de Fourier, devido as janelas desta serem de tamanho fixo, mas conseguida por Morlet através da Transformada Wavelet (TW).

A sua forma discreta – transformação de números em outro conjunto de números – é denotada pela “Equação (5)”.

$$TWD_x(j, k) = \frac{1}{\sqrt{a_0^j}} \sum_n x(n) \psi\left(\frac{n - kb_0 a_0^j}{a_0^j}\right) \quad (5)$$

Onde: a_0^j e $kb_0 a_0^j$ são os coeficientes de passo discreto de escala e de translação com $j, k \in \mathbb{Z}$ (ARAUJO, 2009). Usualmente $a_0 = 2$, tornando as sub-bandas de frequências diádicas, isto é, com metade da máxima frequência da sub-banda anterior a cada aumento de escala. Já $b_0 = 1$, dando uniformidade à divisão de tempo na escala selecionada (RADUNOVIC, 2009).

A AMR é obtida da TWD via algoritmo de otimização de processamento, no qual o sinal é passado por filtros wavelets de decomposição ou reconstrução, podendo ser visto em várias escalas (sub-bandas) de frequência, obedecendo a $f_h = (2^{m_{max}-m}) \frac{f_s}{N}$ (MACHADO, 2003). A “Figura 3” apresenta a AMR em 1ª escala, sub-banda f_1 , detectando as reflexões das OV's.

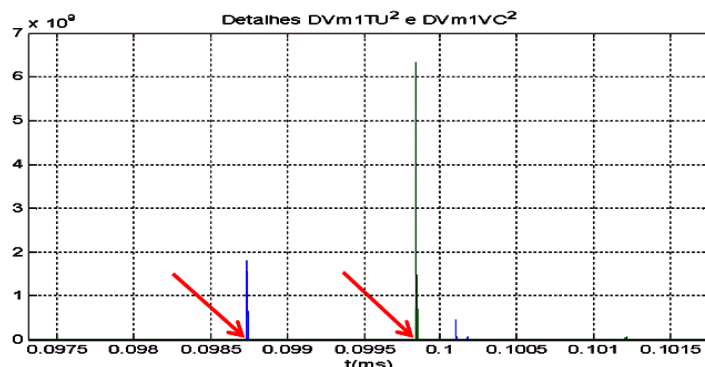


Figura 3 – Instantes de reflexão das OV's obtidos via AMR (escala 1 de detalhe)

2.6 As ondas viajantes

Distúrbios que causem alterações na condição de regime permanente de um sistema de energia elétrica geram ondas viajantes trafegando com velocidades de propagação modais

finitas (SOUZA, 2007). Portanto, no ponto onde incide uma falta numa LT surgem impulsos eletromagnéticos a altas frequências que se propagam para ambos os extremos desta, refletindo e refratando neles e nas discontinuidades da linha até as ondas viajantes de tensão ou corrente serem completamente atenuadas pelas perdas da linha ou extinção da contingência. O Diagrama de Bewley Lattice, “Figura 4”, explana simplificada os modos de reflexão e refração dessas ondas e possibilita a dedução de equações, tal qual a “Equação (2)”, para localizadores de falta baseados em OV’s. Se as ondas de ambos os terminais puderem ser obtidas precisamente, o ponto da falta pode ser determinado através de uma proporção da diferença entre os momentos de chegada ($t_b - t_a$) dos picos delas aos terminais da LT.

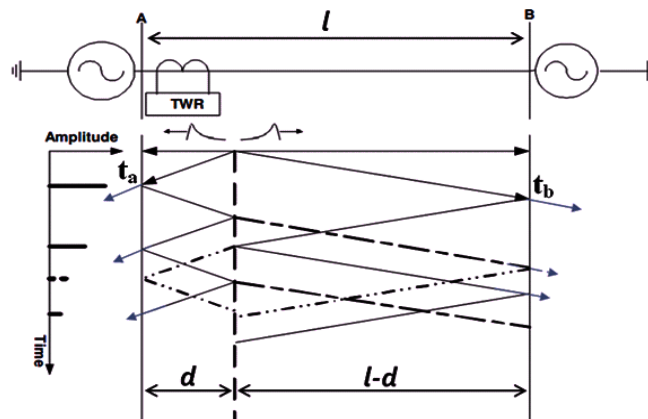


Figura 4 – Diagrama de Bewley Lattice

3 RESULTADOS

Tendo sidos processados os arquivos de falta da “Tabela 1” no MATLAB, o local do defeito foi calculado e os erros obtidos foram armazenados em arquivos de texto (.txt) para posterior análise estatística via Microsoft Excel. Neste, o localizador foi avaliado consoante a “Equação (6)” e a “Equação (7)” e máximos e mínimos desta última.

$$ER_d = \frac{|d - d_{calc}| \cdot 100}{l} \quad (6)$$

$$DPR = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (ER_{dn} - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (7)$$

Na “Equação (6)” ER_d é o erro relativo ao comprimento da LT (l), e d e d_{calc} são as distâncias real e calculada. Já na “Equação (7)” DPR é o desvio padrão relativo, N é o número de faltas de um dado tipo para o cálculo da média \bar{x} dos respectivos ER_d .

3.1 Família Biortogonal: da Bior1.1 à Bior6.8

Família inadequada à aplicabilidade, visto que, na maioria das vezes, os erros absolutos das biortogonais são muito maiores que o comprimento total da LT (por exemplo, Bior2.2, 2.6 e 4.4), enquanto que o erro absoluto máximo admissível estipulado para a aplicação foi de 250m (metade da distância entre duas torres da LT). Desempenho esse similar aos das Rbio1.1-6.8, com erros de até 50 vezes o comprimento da LT.

3.2 Família Coiflets: da Coif1 à Coif5

As Coiflets de ordens 3, 4 e 5 tiveram desempenho equivalente para todos os tipos de falta, com desvio padrão relativo máximo de 0,06% e erros absolutos mínimos e máximos de 1,6 e 203m, respectivamente, em média 66m. Desempenho análogo teve a Dmey, que só tem uma ordem. Tais desempenhos podem ser explanados através da “Figura 5”.

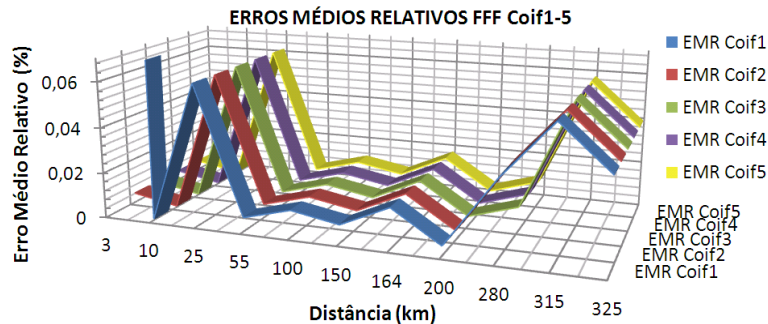


Figura 5 – Desempenho FFF da família Coiflets

3.3 Família Daubechies: da Db1 à Db20

Algumas ordens são de desempenho tão ruim quanto as Bior e Rbio (Db1, 2 e 3) e outras satisfatórias (Db6, 7, 11, 12, 14, 15 e 19), mas com erros relativos máximos quase 5 vezes maiores que os da Db15; a de melhor desempenho de todas as wavelets analisadas, tendo erro relativo máximo médio de 0,0089%, ou 29,4m. O desvio padrão relativo foi de 17,5m. Assim, o erro absoluto máximo foi de 57,6m, com desempenhos análogos para todos os tipos de falta, assim como apresenta a “Figura 6”.

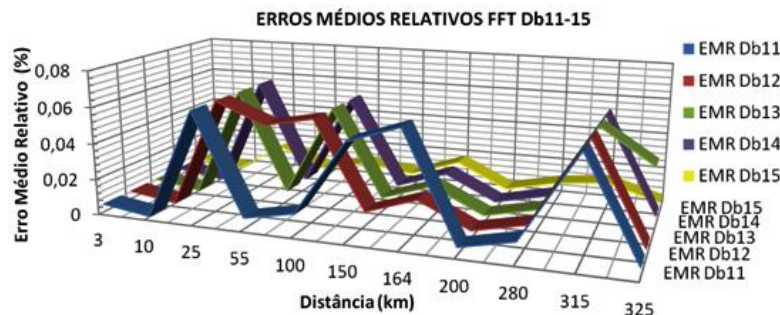


Figura 6 – Desempenho FFT das wavelets Db11-15

3.4 Família Symlets: da Sym1 à Sym20

Dentre as Symlets de performance aceitável, a Sym17 sobressai-se com erro absoluto máximo de 184m, mas essa elevada ordem demanda maior tempo de processamento dos sinais (34 coeficientes de filtros), sendo este acréscimo temporal quase exponencial a partir da ordem 15 dessa família.

3.5 Concepção do software

Para análise dos sinais faltosos e verificação do desempenho do localizador frente às wavelets, foi desenvolvida uma interface GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*) usando o MATLAB, “Figura 7”. Ela auxiliará na explanação a respeito dessa metodologia de análise, além de ser uma IHM para o localizador, propiciando ao usuário do

software que desconhece a linguagem do MATLAB fazer análise dos resultados através de formas de onda das tensões trifásicas e de suas componentes modais, além de poder realizar a análise wavelet multiresolução (AMR) destas últimas, tendo a justificativa do porquê a ferramenta Transformada Wavelet é tão utilizada para análise de sinais não-estacionários.

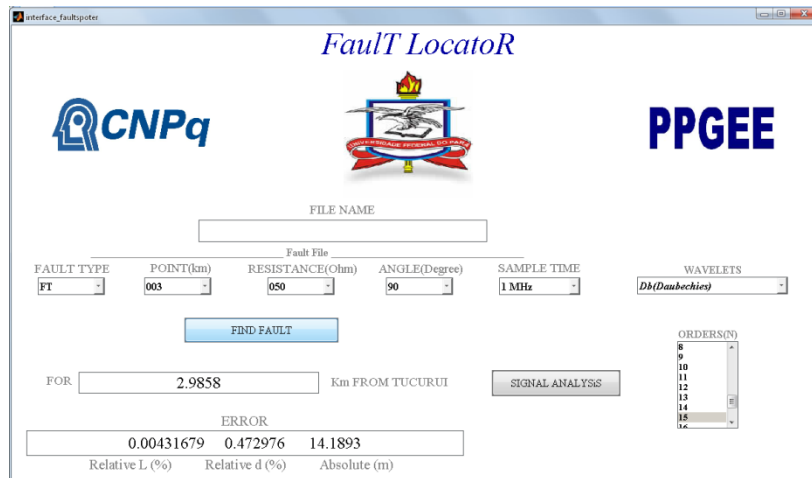


Figura 7 – Interface do localizador em MATLAB

A partir do botão “Signal Analysis” na “Figura 7”, o software concebe, conforme solicitado pelo usuário, a análise dos sinais de falta evocados na interface do localizador, consoante a “Figura 8” e a “Figura 9”.

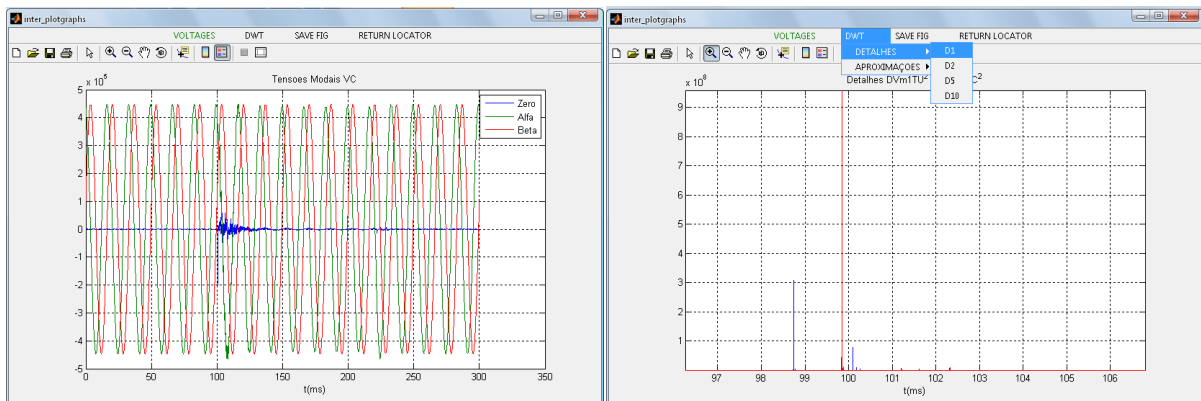


Figura 8 – Tensões modais (à esquerda) e escala 1 de detalhe wavelet dos modos alfa

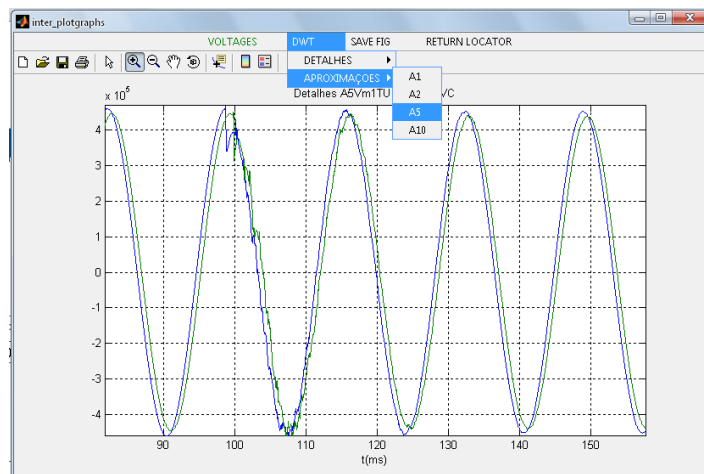


Figura 9 – Coeficientes wavelets de aproximação da escala 5 dos modos alfa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo abordou a utilização de diversos ordens de diversas famílias wavelets em um localizador de faltas a fim de identificar qual dessas wavelets confere-lhe maior exatidão. Das 76 que foram analisadas, conseguiram-se resultados aceitáveis para muitas delas, com erros absolutos inferiores a 203m. Porém as de melhor desempenho foram a DB15 e a Sym17, com erros absolutos máximos de 57,6m e 184m, respectivamente, quando da amostragem dos sinais a 1MHz. Comparativamente, contrastando com as wavelets usadas em (BATISTA & ARAUJO, 2008), o uso da DB15 traz precisão 3,5 vezes maior ao localizador.

Deve-se salientar que para erro não-admissível em um único caso de falta, isso resulta na ineficácia do localizador, fato este acontecido, por exemplo, com a Bior6.8, família essa mais adequada às análises de (ELHAFFAR, 2008).

Há wavelets de processamento mais ou menos lento, porém com mesmo desempenho, caso da Db6, quatro vezes mais veloz que a Sym18. Com a DB15 a localização deu-se em 66 centésimos de segundo, sendo os arquivos de falta de 8 megabytes.

Wavelets muito usadas na análise de sinais transitórios como a Db4 (MACHADO, 2003), Db8 (SOUZA, 2007) e Haar (BATISTA & ARAUJO, 2008), não apresentaram localização adequada. (ELHAFFAR, 2008) mostra erros máximos da ordem de 10^{-15} pela utilização de uma ou outra wavelet na reconstituição dos sinais faltosos de suas análises de transitórios, o que não acontece para esse localizador, salientando-se que o método aqui proposto não foi aplicado a sinais ruidosos e que ele realiza localização do tipo *off-line*.

Futuramente propõe-se a aplicabilidade desse localizador com a DB15 em subestações que ainda não dispõem desses dispositivos, mas têm os sinais amostrados via RDP ao menos a 0,5MHz para verificar a performance do localizador proposto com sinais reais e aplicar possíveis aprimoramentos no mesmo. Além disso, será sugerida aos professores de disciplinas de sistemas de potência da Universidade Federal do Pará a utilização das funcionalidades dessa ferramenta a fim de sanar possíveis abstrações deixadas pelas metodologias de ensino utilizadas atualmente para explicar os temas abordados no presente trabalho.

Agradecimentos

Ao CNPQ pelo apoio financeiro de parte dessa jornada e ao amigo Diego Rosal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, G. J. M. de. **Transformada Wavelet aplicada à detecção de Vazamentos em oleodutos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Natal: UFRN, 2009.

BATISTA, D. A. R.; ARAUJO, M. da S. **Avaliação do Desempenho de um Localizador de Faltas Baseado em Transformada Wavelet Considerando a Variação do Tipo e Freqüência de Amostragem**. Trabalho de Conclusão de Curso. Belém: UFPA, 2008.

DOMINGUES, M. O.; MENDES, O. J.; COSTA, A. M. **Algumas aplicações wavelet na análise de sinais atmosféricos**. Vol. 2. São José dos Campos-SP: DINCON, 2003.

ELHAFFAR, A. M. **Power transmission line fault location based on current traveling waves**. Doctoral Dissertation. Finland: Helsinki University of Technology, 2008.

LATTICE, V. B. **Travelling Waves on Transmission Systems**. 2nd ed. Mineola, New York: Dover Publications, 1963. Chapters 1–4.

MACHADO, R. N. das M. **Detecção, classificação e quantificação automática de variações de tensão de curta duração para aplicação em análise de pós-operação em sistemas de energia elétrica.** Tese de Doutorado. Belém: UFPA, 2003.

RADUNOVIC, D. P. **Wavelets From Math To Practice.** Belgrade: Academic mind (Springer), 2009.

ROBBA, J. E. **Introdução a Sistemas Elétricos de Potência:** componentes simétricas. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

SAHA, M. M.; IZYKOWSKI, J.; ROSOLOWSKI, E. **Fault Location on Power Networks.** Springer, London: 2010.

SOARES, F.; PAZOS, R. E. P.; FROZZA, R. **Aplicação da Análise de Multiresolução Wavelet e de Redes Neurais Artificiais no Mercado de Ações.** Belém-PA: CNMAC, 2007.

SOUZA, T. B. P. de. **Análise de Ondas Viajantes em Linhas de Transmissão para Localização de Falhas: Abordagem via Transformada Wavelet.** Dissertação de Mestrado. Belém: UFPA, 2007.

TORRENCE, C.; COMPO, G. P. **A practical guide to wavelet analysis.** Bulletin of the American Meteorological Society. Vol. 79, No. 1, January 1998.

INFLUENCE OF MOTHER WAVELETS AND THEIR ORDERS IN THE PERFORMANCE OF A FAULT LOCATOR

Abstract: *This work shows the use of different wavelets families and their orders in an algorithm of fault location for traveling waves to evaluate of the influence of those wavelets in the performance of the one. They are used as tools for obtaining of the results: ATP/EMTP, for modelling of the topology of part of a power system of Eletrobrás-Eletronorte and obtaining fault's signals to be processed into locator, whose dynamics are strongly non-linear; and the Clarke Modal Transform, the theory of the traveling waves (OVs) and Discrete Wavelet Transform, through multi-resolution analysis, as the mathematical and theoretical tools for the processing of the signals and estimate of the defect place. Being based in the medium, absolute, relative and maxima and minimum mistakes, besides information of other works involving the thematic, satisfactory results were gotten in the fault location for a diversity of contingencies, and they were determined the mothers wavelets and orders with larger accuracies to the algorithm of the localization and, consequently to the analysis of faulty signals. It was obtained then also, an entire methodology for study of transitory phenomena in power systems and the development of a software tool into MATLAB using its language to aid in the instruction of Electrical Engineering students' in disciplines as for instance power transmission and power systems analysis and protection.*

Key-Words: Fault location, Wavelets, ATP, Traveling waves, Instruction tool.