ALTA TENSÃO:
MODELOS ELÉTRICOS

Vital Pereira Batista Júnior

A minha noiva Angélica Mariana.

Agradecimentos

Quero agradecer a todas as pessoas que me dizem que sou um exemplo de persistência e determinação.

SUMÁRIO

Prefácio ____ ***5***

Capítulo 1 ____ 6

Estudos de Transitórios ____ 6

Capítulo 2 ____ 25

Método de Levenberg-Marquardt ____ 25

Capítulo 3 ____ 40

Circuitos Discretos ____ 40

A modelagem usando 1/3 de Simpson fica: ____ 47

Para o resistor será o próprio resistor. ____ 47

Para o Indutor pelo método de 1/3 de Simpson: ____ 47

Para o capacitor pelo método de 1/3 de Simpson: ____ 49

Capítulo 4 ____ 60

Falta em uma Linha de Transmissão ____ 60

Referências ____ 85

Prefácio

Este livro vem trazer alguns estudos sobre os tópicos: sistemas elétricos de potência, onde estudos transitórios são levantados, métodos para solucionar problemas de potência, circuitos discretos e simulação usando software ATP para falta em linhas de transmissão.

Capítulo 1

Estudos de Transitórios

VECTOR FITTING

Em todo sistema linear a função de transferência de um sistema é um modelo matemático muito usado para expressar a equação diferencial que relaciona a variável de saída à variável de entrada, fornecendo uma descrição completa das características dinâmicas do sistema. Com isso, é possível obter um modelo matemático que ajuste de forma apropriado um determinado sistema, através do método Vector Fitting. Esse método foi desenvolvido por Bjorn Gustavsen e Senior Member.

O Vector Fitting consiste em uma aproximação da função de transferência de um sistema físico. A rotina computacional do Vector Fitting disponibiliza a representação de N(s) no espaço de estados,

logo, se pode utilizar tal representação para estudar o comportamento do sistema no domínio do tempo.

Salientando que o número de amostras utilizadas foram 50 amostras sendo divida frequência, módulo e fase. Nesse tipo de trabalho faz-se necessário fazer a escolha apropriada da ordem a ser utilizada, no caso foi percebido que a ordem que descreve o sistema sem perdas de informação foi ordem 6, pois como pode ser percebido nos gráficos mostrados nas Figuras 1 e 2, apresenta pequeno desvio entre a curva ajustada e a curva de referência, sendo a Figura 1 representando a magnitude *versus* a frequência e a Figura 2, fase *versus* frequência.

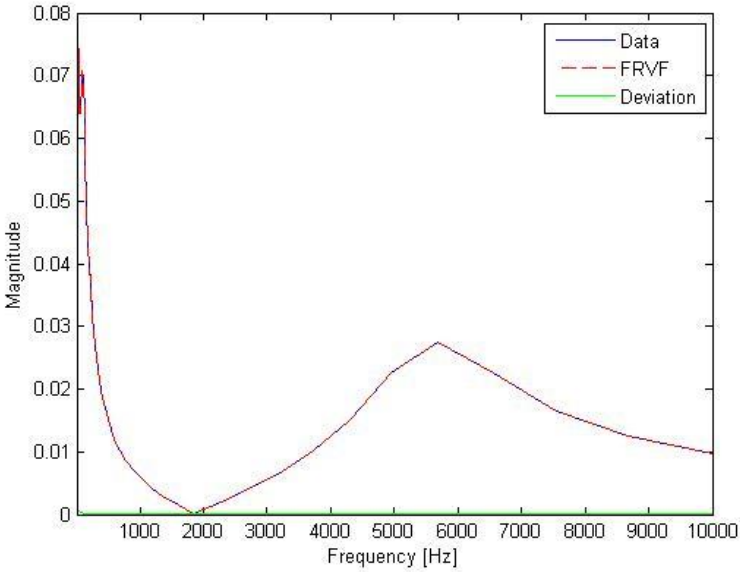

Figura 1: Ajuste da curva magnitude *versus* a frequência

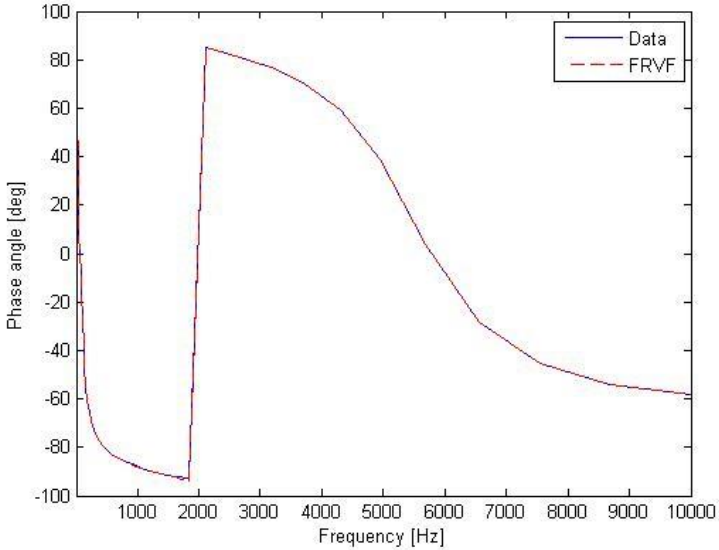

Figura 2: Ajuste da curva fase *versus* a frequência

O Vector Fitting fornece as matrizes de estado na forma canônica diagonal, o que facilita os pacotes computacionais para estudo de transientes. A representação no espaço de estados é dada por:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

Onde A, B, C e D são, respectivamente, matriz de estado, matriz de entrada, matriz de saída e matriz de transmissão direta. Os vetores $\dot{x}, x, u \; e \; y$ são as variáveis de estado, o vetor de estado, o vetor de entrada e de saída, respectivamente.

Os valores encontrados pelo Vector Fitting foram:

$$A = \begin{bmatrix} -113 + i259 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -113 - i259 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -315 + i503 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -315 - i503 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -7232 + i34390 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -7232 - i34390 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$