

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Rotina numérica para simulação de transitórios eletromagnéticos utilizando ambiente Python

Caio Vinícius Colozzo Grilo¹
 Aghatta Cioquetta Moreira²
 Thainá Guimarães Pereira³
 Juliana Seriramis Menzinger⁴
 Afonso José Prado⁵

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de São João da Boa Vista, SP

Uma rotina numérica é utilizada como base para simulação de transitórios eletromagnéticos aplicando circuitos π em cascata. Normalmente para essas simulações, são utilizados programas específicos do tipo EMTP, ou aplicativos matemáticos como Matlab. Entretanto, tais opções têm um alto custo para obtenção de licenças.

Este trabalho tem como objetivo realizar as mesmas simulações em ambiente Python, analisando custo de máquina e custo de aquisição de licenças, uma vez que o Python é um ambiente livre e universal, podendo trazer redução de custos num projeto e até mesmo levar à otimizar o processamento da mesma. As simulação e análises de transitórios eletromagnéticos em linhas de transmissão têm como base a utilização de matrizes numéricas. O Sistema linear é descrito por [1,2,3]:

$$\dot{x} = Ax + Bu \tag{1}$$

Sendo:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{G}{C} & -\frac{2}{C} & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \frac{1}{L} & -\frac{R}{L} & -\frac{1}{L} & 0 & \dots & \dots & \vdots \\ 0 & \frac{1}{C} & -\frac{G}{C} & -\frac{1}{C} & 0 & \dots & \vdots \\ \vdots & 0 & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 & \frac{1}{L} & -\frac{R}{L} & -\frac{1}{L} \\ 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \frac{2}{C} & -\frac{G}{C} \end{bmatrix}$$

¹grilocaio@hotmail.com
²aghattamoreira@gmail.com
³thainaguimaraes16@hotmail.com
⁴ju_menzinger@hotmail.com
⁵afonso.prado@sjbv.unesp.br

$$x = [i_1 \ v_1 \ i_2 \ v_2 \ \cdots \ i_n \ v_n]^t \quad B = [\frac{1}{L} \ 0 \ 0 \ \cdots \ \cdots \ \cdots \ 0]^t$$

Para tais simulações, foi aplicada a integração trapezoidal, reduzindo oscilações de Gibb's. Assim, a integração de uma função é aproximada por trapézios infinitesimais, usando a seguinte fórmula,

$$x_{(k+1)} = x_{(k)} + \frac{\Delta t}{2} [\dot{x}_{(x+1)} + \dot{x}_{(k)}] \quad (2)$$

Isto permite analisar de maneira rápida sem lastros, como necessitaria o método de Euler, trazendo uma precisão melhor. Transitórios em linhas de transmissão é um fenômeno que não pode ser descrito por transformadas de Fourier ou Laplace, pois a função é desconhecida. Portanto, é realizada análise numérica, ou seja, é aplicado método de integração numérica. Entretanto, o sistema em (1) é referente a análise de toda a cascata de circuitos π . Tal análise pode ser fracionada em n matrizes 2×2 substituindo a utilização de uma matriz $2n \times 2n$ com muitos elementos nulos [1,3].

O Python é uma linguagem básica, simples, e semelhante a outros programas no quesito de utilização da mesma lógica de programação, e universal, o que favorece que o código possa ser interpretado por um grande número de pessoas. Apesar de já existir ferramentas do tipo EMTP para tais simulações de transitórios, é apresentada uma alternativa que pode ser utilizada para tais simulações, reduzindo gastos nos projetos e custo de máquina. O método numérico foi apresentado empregando ferramentas básicas que podem favorecer estudos de aprimoramento do modelo numérico e do tipo de representação da linha de transmissão utilizados para a simulação de fenômenos transitórios.

Agradecimentos

Este trabalho tem apoio financeiro da FAPESP por meio dos seguintes processos de bolsas de iniciação científica: 2017/05995-1, 2017/03948-6, 2017/05988-5, 2016/02559-3.

Referências

- [1] A. I. Chrysochos, G. P. Tsolaridis, T. A. Papadopoulos, and G. K. Papagiannis, *Damping of oscillations related to lumped-parameter transmission line modeling*. Conf. on Power Systems Transients (IPST 2015), 7 pp, 2015.
- [2] R. M. Nelms, G. B. Sheble, S. R. Newton, L. L. Grigsby, *Using a personal computer to teach power system transients*. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 4, n° 3, 1293-1297, August, 1989.
- [3] A. J. Prado, L. S. Lessa, R. C. Monzani, L. F. Bovolato and J. Pissolato Filho. *Modified routine for decreasing numeric oscillations at associations of lumped elements*. Eletric Power System Research, vol. 112, pps 56-64, São Paulo, July 2014.