

Validação de Respostas Transitórias em Linhas de Subtransmissão

Luiz H. A. de Medeiros, Pedro A. C. Rosas, Zanoni D. Lins, José M. Gurgel Neto, Wagner I.A. Uchôa, Ednardo J.C. Mariano.

Abstract-- Neste trabalho foi realizado uma análise comparativa de três diferentes modelos de linhas de subtransmissão (Pi, Bergeron e J. Martí) quanto às respostas transitórias frente às descargas atmosféricas. Através de simulações realizadas com o software ATPDraw numa linha de subtransmissão de 138kV já existente no sistema CELPE, observando a extensa variedade de estruturas e componentes da linha, além da possibilidade da modelagem do evento de descarga atmosférica em alguns pontos específicos do sistema. O trabalho apresenta também resultado de estudos de coordenação de isolamento para sobretensões originadas por descargas atmosféricas indiretas na linha de subtransmissão, ou seja, incidência no cabo-guarda. Realizou-se algumas comparações entre as modelagens das linhas de subtransmissão quanto à resposta em frequência frente ao surto atmosférico, permitindo tanto o registro dos instantes de tempo quanto às amplitudes das sobretensões impostas às cadeias de isoladores, ao longo da linha de subtransmissão.

Palavras Chaves- linha de transmissão; alta frequência; parâmetros distribuídos; descargas atmosféricas;

I. INTRODUÇÃO

A fim de representar o comportamento integrado dos equipamentos e do sistema como um todo, em diversas situações, torna-se conveniente a modelagem e simulação dos componentes elétricos envolvidos operando juntamente ao sistema. O objetivo para se escolha do modelo em estudo é aprimorar a representação do mesmo ao sistema a ser integrado, por exemplo, se o sistema apresenta uma perturbação, é interessante estudar a resposta a essa perturbação obtida por diversos modelos eletromagnéticos possíveis. Assim, os modelos adotados em [1] dependem da extensão da linha e são indicados para representar as linhas de transmissão através do software ATPDraw. Em regime permanente são comumente representadas pelo modelo PI [2][3].

Este trabalho está associado ao projeto de pesquisa e desenvolvimento que foi desenvolvido entre o Departamento de Engenharia Elétrica-DEE da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE e a Companhia Energética de Pernambuco-CELPE.

Wagner I.A. Uchôa é pesquisador da CELPE (wagner.uchoa@celpe.com.br)

Luiz H. A. de Medeiros é pesquisador da UFPE (luiz.medeiros@ufpe.br)

Pedro A. C. Rosas é pesquisador da UFPE (prosas@ufpe.br)

Zanoni D. Lins é pesquisador da UFPE (zdl@ufpe.br)

J. M. Gurgel Neto é pesquisador da UFPE (neto.gurgel.moraes@gmail.com)

E. J.C. Mariano é pesquisador da UFPE (ednardo_mariano@yahoo.com.br)

Os modelos de linhas de transmissão mais adequados aos estudos de transitórios onde há dependência da frequência na determinação dos parâmetros elétricos dos componentes são os de Bergeron e J. Martí [5][6]. Os modelos de linhas dependentes da frequência propõe minimizar as instabilidades numéricas produzidas pela natureza altamente oscilatória da resposta em frequência de linhas de transmissão [7]. Assim, utilizam funções peso aplicadas às equações de linhas de transmissão e, embora representem a dependência com a frequência dos parâmetros da linha, a matriz de transformação modal é constante com a frequência. Estes modelos consistem basicamente na modelagem de ondas viajantes na linha de transmissão, os quais incorporam a dependência da frequência em todos os parâmetros.

Foram estudados alguns modelos para simulação dos componentes envolvidos no estudo de coordenação de isolamento das linhas de subtransmissão. A metodologia proposta visa encontrar o modelo mais adequado para representação de uma linha de subtransmissão diante da incidência de uma descarga atmosférica da forma que proporcione uma resposta transitória mais fiel possível e resultados mais relevantes.

II. DEFINIÇÕES DO MODELOS UTILIZADOS

Há diversas opções de modelagens das linhas de transmissão envolvendo os estudos de transitórios eletromagnéticos. Basicamente, devemos dividir em três tipos:

Modelos de parâmetros concentrados, de parâmetros distribuídos e de parâmetros dependentes da frequência. Os modelos de linhas de transmissão disponíveis são bastante flexíveis e atendem às necessidades específicas de cada tipo de estudo transitório a ser realizado.

As linhas de transmissão podem ser representadas por uma cadeia de estruturas PI's em série, modelada por parâmetros concentrados [4]. A quantidade de seções de linhas necessárias depende do grau de distorção que será admitido no estudo a ser realizado, sendo muito importante observar a faixa de frequências provocada pelo fenômeno em análise. Assim, uma quantidade maior de elementos produziria menos distorção. Comumente, para a determinação da quantidade de seções de linha, adota-se uma seção de linha a cada 15 ou 30km, conforme o comprimento total da linha e o estudo a ser realizado [8][9][10].

As linhas também podem ser modeladas por parâmetros distribuídos, esta representação tem a possibilidade de ser efetuada com ou sem variação da frequência no cálculo dos

parâmetros elétricos.

As linhas modeladas por parâmetros distribuídos à frequência constante podem ser do tipo "sem distorção" ou do tipo "com distorção". No primeiro tipo apenas os parâmetros L e C da linha são considerados e no segundo tipo a resistência da linha é adicionada, sendo 25% em cada extremidade e 50% no meio da linha. Este procedimento simplifica acentuadamente as equações de propagação na linha.

Os modelos de linhas com parâmetros distribuídos apresentam resultados plenamente satisfatórios e são utilizados na maioria dos estudos de transitórios em sistemas elétricos, não sendo necessária a utilização de modelos de parâmetros dependentes da frequência [11]. No entanto, em algumas situações de estudos a modelagem mais relevante é aquela que leva em conta a variação dos parâmetros com a frequência, havendo inclusive situações em que este efeito é indispensável à obtenção de resultados confiáveis [12][13][14].

Foi desenvolvido diversos métodos e modelos elétricos distintos de um surto atmosférico incidente na linha de 138kV, a fim de efetivar a análise dessa ocorrência com diversos tipos de modelos. Diante deste cenário, o desafio da busca por modelos que considerem a variação dos parâmetros com a frequência torna-se relevante. Contudo, atualmente os modelos mais utilizados ainda são os modelos de parâmetros distribuídos.

III. MODELAGEM DAS LT'S UTILIZADAS

As condições para representar os comportamentos resistivo, indutivo e capacitivo que estão distribuídos por toda a linha, de forma concentrada em um único ponto, dependem das características do sistema, principalmente do comprimento do sistema e do comprimento de onda do sinal aplicado.

O comprimento de onda λ é definido como a relação entre c e f , onde c é a velocidade de propagação do sinal e f a frequência do mesmo. Quando o comprimento da linha é muito menor que um quarto do comprimento de onda permite-se usar parâmetros concentrados.

Com o uso de parâmetros concentrados, os comportamentos resistivo, indutivo e capacitivo da linha não ocorrem distributivamente ao longo da linha, sendo essa a principal limitação desse modelo.

Assim, a alteração de corrente devido à capacitância torna-se contínua no decorrer da linha, e a tensão sofre a influência desses efeitos, portanto o fato de se concentrar os elementos ideais acrescenta um erro no modelo. Esse erro torna-se considerável em linhas longas, criando a necessidade da busca de um modelo que incorpore a distribuição dos parâmetros ao longo da linha ou a possibilidade do uso de mais de um modelo PI para representar a linha, por exemplo, uma linha longa, poderia ser dividida em duas linhas médias utilizando-se dois modelos PI [15].

Na escolha de um modelo para a representação de linhas por parâmetros distribuídos, a melhor opção para o estudo de comportamento da linha considerando a forma não uniforme

da disposição dos condutores diante da variação das estruturas é o modelo PI e ainda a possibilidade de modelos que representem a variação da frequência, J. Martí e Bergeron.

É possível, ainda com estes modelos de parâmetros distribuídos, representar linhas de circuito duplo ou na mesma faixa de passagem. Levando-se em consideração que a representação é aproximada, pois considera os dois circuitos totalmente transpostos e o acoplamento entre os parâmetros de sequência zero de cada circuito.

A. Modelo PI

O modelo PI (π) permite a escolha de uma representação monofásica ou trifásica onde se considera o efeito do acoplamento entre as três fases, como pode ser observado nas Figura 1 e 2.

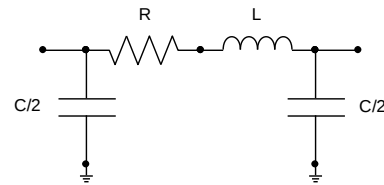


Figura 1. Linha com representação monofásica por modelo π [2].

As grandezas $[R]$, $[L]$ e $[C]$ envolvidas na Figura 2 são matrizes as quais contém a informação do acoplamento entre fases. Caso despreze a matriz capacitância $[C]$, equivale a considerar a linha representada apenas pela impedância série.

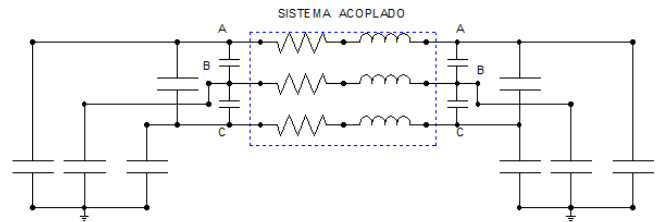


Figura 2. Linha com representação trifásica por modelo π .

As matrizes obtidas deste modelo são simétricas, onde os elementos da diagonal são representados por $R_{ii} + j\omega L_{ii}$ (impedância própria da fase i) e C_{ii} (soma de todas as capacitâncias no terminal da fase i), já os elementos fora da diagonal são representados por $R_{ik} + j\omega L_{ik}$ (impedância mútua entre a fase i e fase k). Assim, o valor R_{ik} será diferente de zero quando a resistividade do solo não for nula.

Podem-se usar vários PI's para representar a linha ao invés de utilizar apenas um deles, assim é possível representar trechos de uma linha transposta como mostrado esquematicamente na Figura 3. Em regime permanente, esta opção é conhecida como "cascaded PI", a qual consiste na associação de vários PI's em série, sendo permitida a inclusão de elementos em série ou em derivação. Este modelo foi desenvolvido para aplicação em estudos de circulação de correntes em cabos para-raios, onde é necessária uma representação detalhada de cada vão da linha.

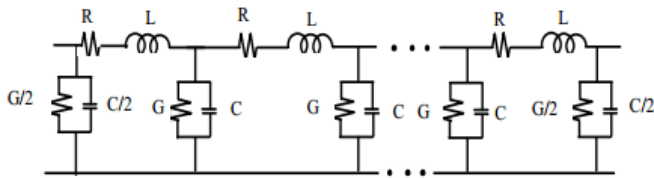


Figura 3. Linha representada por meio de uma cascata de circuitos π [16].

Este modelo é apropriado para linhas curtas ou análise em regime permanente, onde a representação pelo modelo de ondas viajantes abrangeria fenômenos (reflexões de ondas) que acontecem de maneira “instantânea” neste tipo de linha. Além disso, apresenta outras desvantagens como maior tempo e esforço computacional, no caso de várias seções PI e a não praticidade no caso de muitos condutores mutuamente acoplados.

B. Modelo de Bergeron

Este modelo representa os elementos de indutância e capacitância de uma seção PI de forma distribuída. Pode ser visto como um número infinito de seções PI, exceto para resistências, que são tratadas como parâmetros concentrados. O modelo de Bergeron é um método de ondas progressivas, utilizado para calcular parâmetros distribuídos de uma linha de transmissão sem perdas durante um transitório, o qual se baseia em solução de equações diferenciais no domínio do tempo.

O modelo é considerado adequado para estudos em que o principal objetivo é a análise do sistema na frequência relativa ao primeiro harmônico [17].

C. Modelo de J. Martí

Este modelo consiste basicamente na modelagem de ondas viajantes na linha de transmissão, os quais incorporam a dependência da frequência em todos os parâmetros. Esta forma de representação demanda um maior esforço computacional quando comparado com o modelo de Bergeron, contudo é capaz de fornecer maiores detalhes da linha para uma larga faixa de frequências [6].

Os modelos dependentes da frequência devem ser utilizados em simulações que operem em frequências diferentes da fundamental visando à precisão dos transitórios de sobretensões e das análises harmônicas [18] [19].

O modelo de J. Martí é numericamente mais robusto e mais preciso do que qualquer outro método disponível para representação de cabos e linhas [1] [5]. Essa representação envolve maior complexidade e abrangência do espectro de frequência para os equipamentos e fenômenos envolvidos no estudo, além de apresentar excelente estabilidade do mesmo.

IV. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

Para análise dos modelos foram simuladas descargas atmosféricas na LT de 138kV e verificado o comportamento das tensões das fases em conjunto a dissipação da descarga ao longo do trecho. Neste caso foi considerada uma descarga atmosférica incidindo sobre o cabo-guarda. Foi utilizado o modelo simples de aterramento [20] [21] e as extremidades do

circuito estão aterradas, para que inicialmente a linha esteja somente sob efeito da descarga.

A linha em estudo de 138kV possui 56 km de extensão, onde foi possível identificar seis modelos diferentes de estruturas na construção de todo o sistema: GP, YP-AG, CP, HP-P, 3YP-G e YP-AS [22]. A altura dessas torres varia entre 22 e 26m, o que implica em um modelo diferente para cada altura.

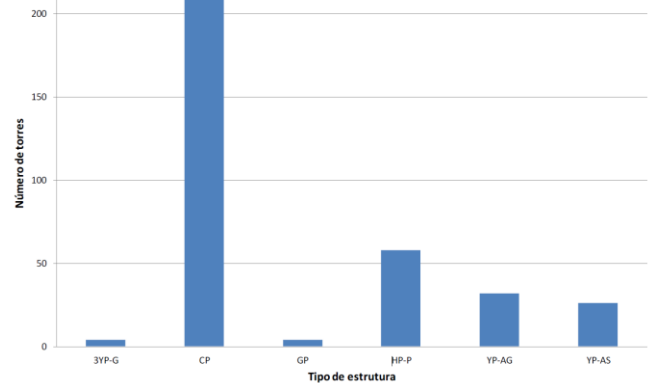


Figura 4. Quantidade e variabilidade das estruturas em toda a extensão da linha de subtransmissão de 138KV.

A simulação da LT Bom Nome-Salgueiro com a utilização do programa ATP é feita nesta seção, onde os parâmetros de entrada dos componentes da interface gráfica ATPDraw, bem como as configurações do modelo são apresentados.

O mesmo evento da incidência de uma descarga atmosférica sobre o cabo-guarda da LT foi simulado para os três modelos em análise: PI, Bergeron e J. Martí conforme representado na Figura 5.

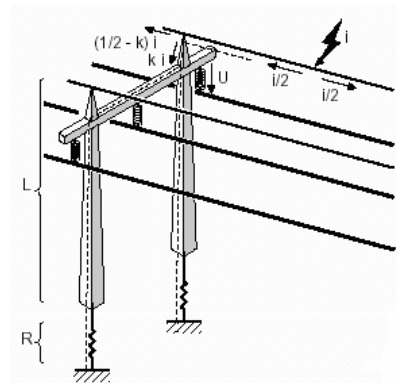


Figura 5. Descarga Atmosférica sobre o Cabo-Guarda da LT [16].

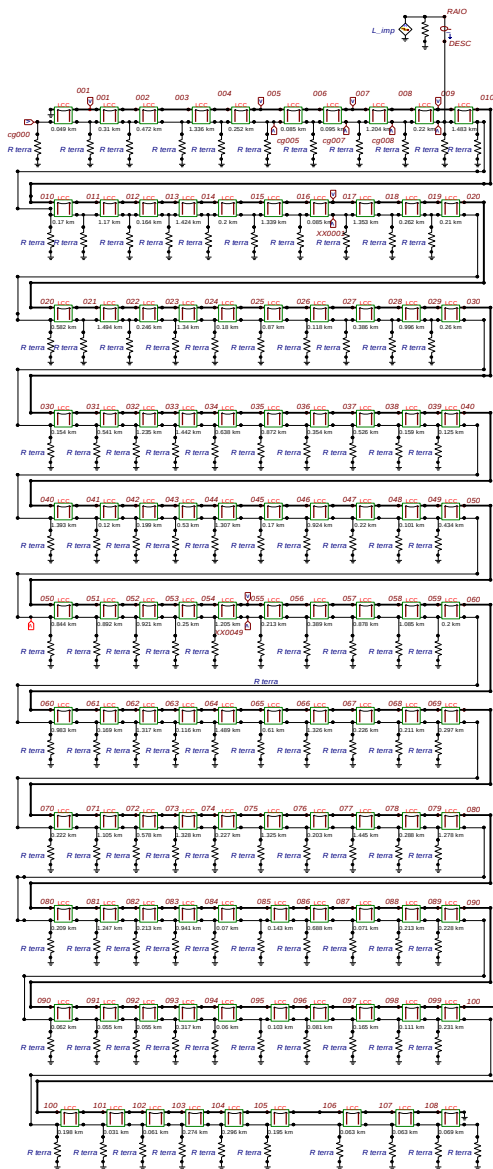


Figura 6. Incidência de um surto atmosférico no cabo guarda da linha de subtransmissão de 138KV com modelo de aterramento simplificado.

A. Modelo PI

Utilizando o modelo PI em toda linha de transmissão em estudo, observa-se na Figura 7 que o surto de tensão medido no cabo-guarda chega a 3MV para uma descarga atmosférica típica de 40kA (v:CG010), como também, as tensões induzidas nas fases A, B e C não ultrapassam o valor de 1,8MV (v:010A, v:010B e v:010C).

Quando a descarga atinge o cabo-guarda, ocorre a atenuação da mesma após alguns trechos subsequentes da linha, devido à dissipação do surto pela impedância da linha e pelo sistema de aterramento (v:CG007 e v:CG009), fenômeno observado na Figura 8. Após uma seção PI subsequente há um redução em torno de 2MV no surto de tensão medido no cabo-guarda.

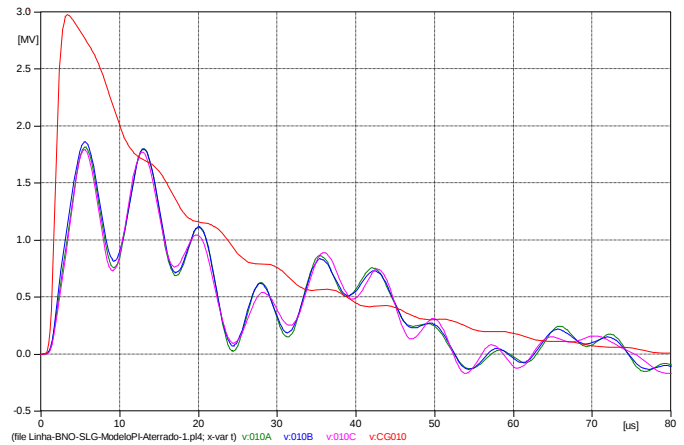


Figura 7. Efeito da descarga atmosférica no cabo-guarda e as tensões induzidas nas fases A, B e C da linha modelada através de seções PI.

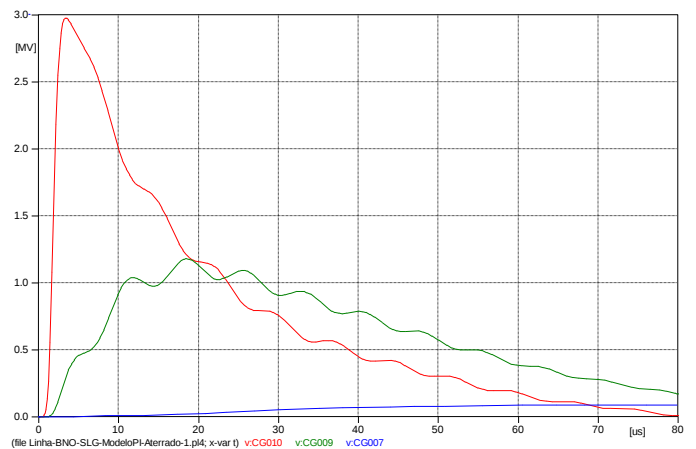


Figura 8. Efeito da descarga atmosférica no cabo-guarda e tensões no mesmo, após alguns trechos subsequentes da linha modelada através de seções PI.

B. Modelo de Bergeron

Para a mesma LT, observa-se na Figura 9 que o surto de tensão medido no cabo-guarda chega a valores próximos 3MV para uma descarga atmosférica típica de 40kA (v:DESC), como também, devido à assimetria da LT obtém-se uma leve diferença do efeito das tensões induzidas em cada fase que não ultrapassam o valor de 1,5MV (v:009A, v:009B e v:009C).

De forma análoga, à dissipação do surto pela impedância da linha e pelo sistema de aterramento ocorre após alguns trechos da LT, fenômeno observado na Figura 10, através das tensões medidas em dois trechos subsequentes, (v:CG005 e v:CG007), utilizando a modelagem de Bergeron.

É importante destacar que como o ponto de análise (v:CG007), localiza-se mais perto da descarga em relação ao outro ponto (v:CG005), o nível de tensão em (v:CG007) é superior ao nível de tensão no ponto (v:CG005).

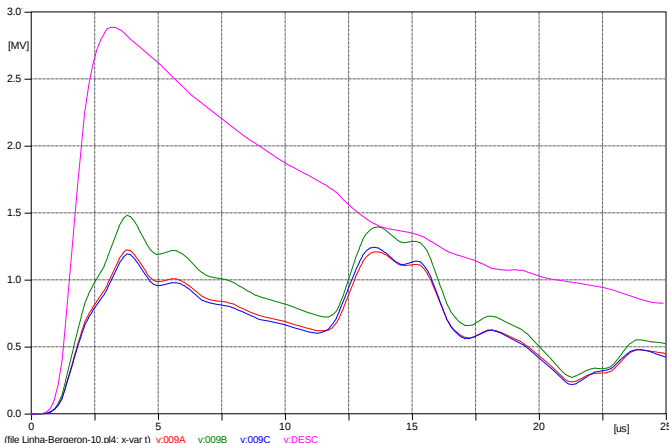


Figura 9. Tensão no cabo-guarda e as tensões induzidas nas fases A, B e C da linha na incidência de uma descarga atmosférica utilizando o modelo Bergeron.

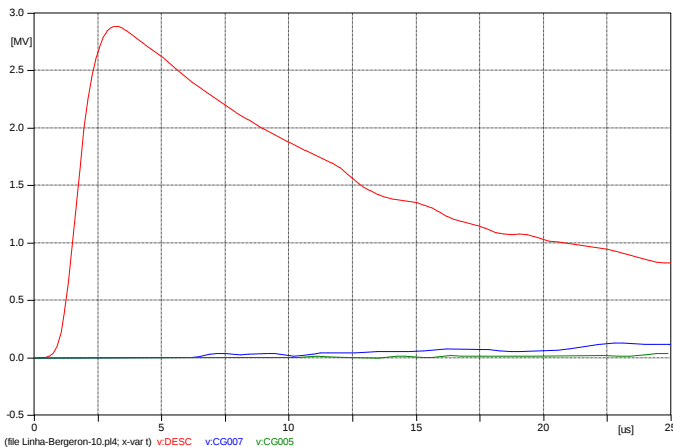


Figura 10. Tensão no cabo-guarda e as tensões induzidas no mesmo após trechos subsequentes da linha na incidência de uma descarga atmosférica utilizando o modelo Bergeron.

C. Modelo J.Martí

Após a simulação da mesma LT, utilizando agora o modelo de J.Martí, observa-se na Figura 11 que o surto de tensão medido no cabo-guarda está em torno de 2,7MV para uma descarga atmosférica típica de 40kA (**v:DESC**), como também, as tensões induzidas nas fases A, B e C não ultrapassam o valor de 0,7MV (**v:009A**, **v:009B** e **v:009C**).

De forma análoga, à dissipação do surto pela impedância da linha e pelo sistema de aterramento ocorre após alguns trechos da LT, fenômeno observado na Figura 12, através das tensões medidas em dois trechos subsequentes, (**v:CG006** e **v:CG008**), utilizando a modelagem de J. Martí.

Novamente, como o ponto de observação (**v:CG008**) localiza-se mais próximo a descarga em relação ao ponto (**v:CG006**), o nível de tensão no ponto (**v:CG008**) é superior ao nível de tensão no ponto (**v:CG006**).

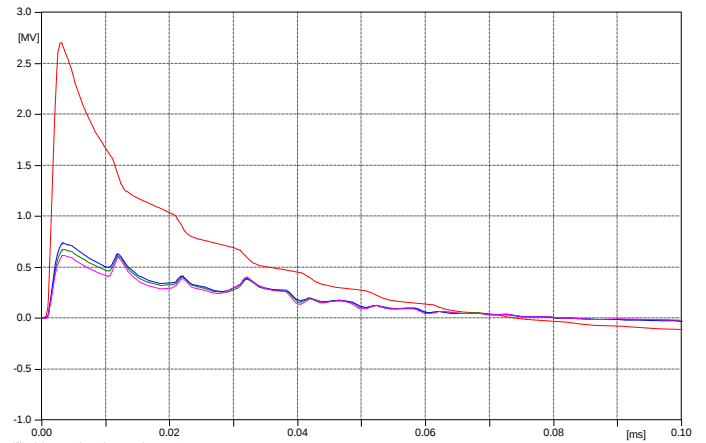


Figura 11. Efeito do surto de tensão frente à descarga atmosférica no cabo-guarda e as tensões induzidas nas fases A, B e C da linha, utilizando o modelo J. Martí.

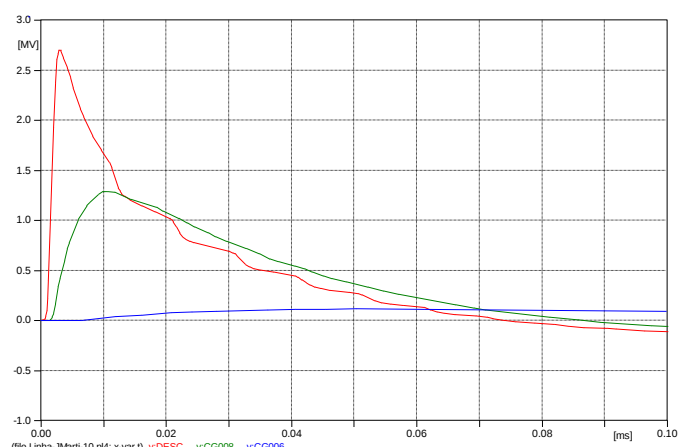


Figura 12. Efeito da descarga atmosférica no cabo-guarda e as tensões induzidas no mesmo após trechos subsequentes da LT, utilizando o modelo J. Martí.

V. CONCLUSÕES

Após realizar uma análise comparativa dos três modelos (PI, Bergeron e J.Martí) para uma mesma topologia de sistema; com os mesmos pontos de monitoramento das tensões em uma LT com blindagem por com cabo-guarda. Pode-se concluir que o sistema com cabo de cobertura tende a melhorar o desempenho da linha na ocorrência de descargas atmosféricas, reduzindo bastante o valor das sobretensões nos condutores fase.

O estudo de desempenho da linha de subtransmissão, reforçou que devido a linha em questão ser muito menor que um quarto do comprimento de onda (1250km), os três modelos elétricos escolhidos PI, Bergeron e J. Martí são adequados para análise do fenômeno apresentando resultados de forma bastante similar. A diferença básica entre os modelos é que o PI e Bergeron não inclui variação das perdas com a frequência, enquanto que o de J.Martí tem em conta a variação das perdas com a frequência.

Os resultados obtidos através dos estudos de caso e simulações comprovam que mesmo com repostas similares, a melhor resposta transitória é a do modelo de J. Martí, onde há o maior amortecimento e maior dependência da frequência.

VI. REFERENCIAS

- [1] O. Hevia, "Comparación de los modelos de línea del atp," Revista Iberoamericana del ATP, Marzo 1999.
- [2] John Grainger and William Stevenson, Power System Analysis, McGraw-Hill Inc., NY, USA, 1994
- [3] Ning Kang; Yuan Liao, "Equivalent PI circuit for zero-sequence double circuit transmission lines," Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE , vol., no., pp.1,6, 22-26 July 2012
- [4] Y. Liao, "Equivalent PI circuit for zero-sequence networks of parallel transmission lines", Electric Power Components and Systems, vol. 37, pp. 787-797, 2009.
- [5] V. P. José, V. M. Ricardo, L. C. José, "Modelos dependentes de la frecuencia para análisis de energización y descargas atmosféricas en líneas de transmisión de 500 kv", ESPOL.
- [6] Fernandes, A. B., Linhas de Transmissão: Modelo Otimizado para Estudos de Transitórios Eletromagnéticos, UFCG, Brasil, 1996.
- [7] A.C. S. Lima, M. P. Pereira, O. Hevia, "Cálculo de Parâmetros de Linhas de Transmissão", Revista Iberoamericana Del ATP, Ano3. Vol.2, Número 3, Setembro, 2000.
- [8] M. P. Pereira Filho, J. A. - "Curso básico sobre a utilização do ATP", CLAUPE, Novembro/1996.
- [9] Curso sobre Aplicação do Programa ATP em Sistemas Elétricos de Potência - CHESF;
- [10] "Alternative Transients Program (ATP) - Rule Book", Canadian/American EMTP User Group, 1987-1998.
- [11] ZANETTA, L. C. Transitórios Eletromagnéticos em Sistemas de Potência. Ed. USP, São Paulo, 2003.
- [12] Pinheiro, Michel G.; Tavares, M. C. (2005). Análise de Sensibilidade de Parâmetros Elétricos de Linhas de Transmissão no Domínio da Frequência. XVIII SNPTTE.
- [13] Marti, J. (1982). Accurate Modeling of Frequency-Depend Transmission Lines in Electromagnetic Transient Simulations. IEEE Transactions on PAS. Vol. PAS-101, No. 1.
- [14] A. Ametani, et al. "Frequency-dependent impedance of vertical conductors and a multiconductor tower model," IEE Proceedings Generation and Transmission Distribution, vol. 141, no. 4, pp. 339-345, July 1994.
- [15] Lemos, J. R. F. "Modelagem de Linhas de Transmissão para Estudos Eletromecânicos".
- [16] S. Kurokawa, F. N. R. Yamanaka, A. J. Prado e J. Pissolato, "Inclusion of the frequency effect in the lumped parameters transmission line model: State space formulation", Electric Power Systems Research, vol. 79 No 7, pp. 1155-1163, July 2009.
- [17] D'Ajuz, Ary - Transitórios elétricos e Coordenação de Isolamento, Aplicação em sistemas de potência de alta tensão - Rio de Janeiro - FURNAS - Universidade Federal Fluminense / EDUFF, 1987;
- [18] IEEE WG on Estimating Lightning Performance of Transmission Lines, "A Simplified Method for Estimating Lightning Performance of Transmission Lines," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-104, no.4, pp.918-932, Jul 1985.
- [19] IEEE Std. 1410-2010: "IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines", 2010
- [20] IEEE (1997). Guide for improving the Lightning Performance of Transmission Lines, IEEE Standard, Std 1243 -1997.
- [21] IEEE (1997). Guide for improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines, IEEE Standard, Std 1410-1997.
- [22] CELPE, Estruturas do tipo "GP, YP-AG, CP, HP-P, 3YP-G e YP-AS", desenho padrão VR01.04-00.010, Projeto de Linha de Subtransmissão de 138 kV, 26 de agosto de 2011.

VII. BIOGRAFIAS



Luiz Henrique Alves de Medeiros é engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal de Santa Catarina (1992), realizou o mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994) e doutorado em Engenharia Elétrica - Institut National Polytechnique de Grenoble (1998). É professor do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPE. Tem experiência em Compatibilidade Eletromagnética, efeitos biológicos dos campos elétricos, magnéticos e qualidade de energia.



Pedro André Carvalho Rosas é engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal de Pernambuco (1996), mestrado em Engenharia Mecânica pela UFPE (1999) e doutorado em Engenharia Elétrica na Universidade Técnica da Dinamarca (2003). É professor do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPE e assessor de projetos em energia renovável do Museu Espaço Ciência. Tem experiência em Geração da Energia, turbinas eólicas, qualidade de energia, conexão elétrica, e integração elétrica de novas fontes.



Zanon Dueire Lins é engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 1985, realizou o mestrado na área de sistemas elétricos de potência na UFPE em 1992 e, doutorado em engenharia elétrica, pela UNICAMP, em 2001, na área de automação de máquinas elétricas. É professor do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPE desde 1993, onde desenvolve pesquisas na área de, eficiência energética, qualidade de energia, sistemas fotovoltaicos e distribuição de energia elétrica.



José Moraes Gurgel Neto é engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2012, realizou a especialização na UFPE em 2015, mestrando na área de eletrônica de potência na UFPE, É professor de Engenharia Elétrica no Universitário no Centro Universitário CESMAC (Campus: Macéio-AL). Tem experiência na área de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Projetos de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão (MPCCS).



Wagner Ignacio de Andrada Uchôa é engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2013. Tem experiência na área de sistemas de aterramento e proteção de linhas de distribuição e subtransmissão frente a descargas atmosféricas, com ênfase em eletromagnetismo e circuitos magnéticos. Possui também experiência na área de Sistemas de Proteção de Redes de Subtransmissão e Redes de distribuição, com ênfase em equipamentos e metodologias de proteção.



Ednardo Jerônimo Cavalcante Mariano é engenheiro eletricitista (ênfase: eletrônica) formado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2007. Mestre em Engenharia Elétrica pela UFPE em 2012 na área de Telecomunicações. Doutorando em Engenharia Elétrica na UFPE. Possui experiência em Circuitos Eletrônicos e Microcomputadores, granulometria, foto-sedimentação, controle de qualidade, redes de computadores, automação e processamento digital de imagens