

Desenvolvimento de Técnicas para Redução de Perdas em Cabos Pára-raios OPGW

L.A.M.C. Domingues, CEPEL R. Farizele, CEPEL O.Régis Júnior, CHESF

Resumo - Este artigo apresenta os desenvolvimentos técnicos efetuados no Projeto P&D desenvolvido por CEPEL e CHESF visando desenvolver métodos e técnicas para redução de perdas de potência em cabos pára-raios OPGW. São discutidos diversos estudos referentes à análise do desempenho de cabos pára-raios OPGW instalados em linhas de transmissão e é apresentado um estudo do desempenho de diferentes procedimentos visando a redução de perdas nestes cabos.

Palavras-chave: Linhas de Transmissão, Pára-raios, Perdas de Potência.

I. INTRODUÇÃO

A utilização de cabos pára-raios OPGW em Linhas de Transmissão, visando a transmissão de dados, pode criar alguns problemas para a operação dessas linhas.

Em primeiro lugar pode haver perda de proteção em virtude da diferença de flechas entre os cabos OPGW e os cabos EHS (aço) utilizados nos projetos originais das linhas. Em função dessa variação na flecha dos cabos a posição relativa entre os pára-raios e os condutores de fase vai variando ao longo do vão, podendo gerar falhas na proteção das linhas.

Em segundo lugar ocorre um aumento expressivo na perda ôhmica das linhas. Isto deve-se ao fato de os cabos OPGW, para maior proteção e integridade da fibra óptica, não serem seccionados e aterrados com ligação "T", de modo a evitar a formação de laços de corrente induzida, como ocorre com os cabos de aço. Além disto os cabos OPGW têm menor impedância, pelo que os valores de corrente induzida pelas correntes da linha ser relativamente elevada. Em consequência as perdas nos cabos pára-raios, que deveriam ser relativamente baixas, podem atingir valores consideráveis.

Neste artigo apresentam-se os estudos desenvolvidos para avaliar cada um destes aspectos, finalizando com a

apresentação de uma técnica para redução de perdas em cabos pára-raios OPGW.

II. ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ÓTIMO DOS CABOS PÁRA-RAIOS

O posicionamento dos cabos pára-raios com relação aos condutores de fase afeta diretamente o desempenho da LT em dois aspectos principais:

- O número de desligamentos por descargas atmosféricas, uma vez que a proteção proporcionada pelos pára-raios varia com a sua posição relativa aos cabos condutores;
- As perdas de potência, pois as correntes induzidas nos pára-raios dependem do grau de acoplamento eletromagnético com os condutores, e portanto do posicionamento dos pára-raios.

Inicialmente foi desenvolvido um estudo do desempenho global dos pára-raios, em função do seu posicionamento geométrico, considerando desligamentos e perdas. Neste estudo foram analisadas configurações típicas em 138 kV, 230 kV e 500 kV. Nas figuras 1 a 3, a seguir, apresentam-se resultados ilustrativos do desempenho de uma LT 230 kV com disposição horizontal de fases.

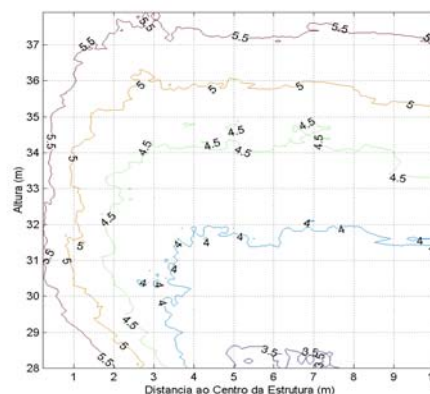


Figura 1. Variação do número de desligamentos/ano em função da posição dos cabos pára-raios.

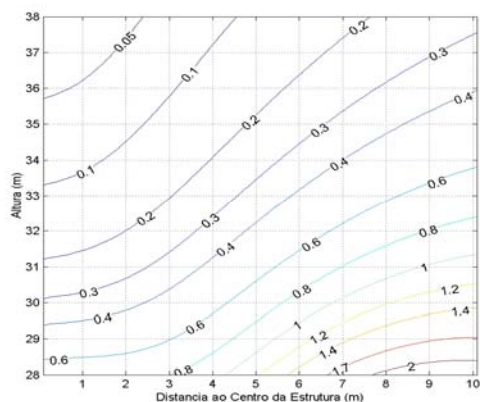


Figura 2. Variação das perdas de potência por indução em função da posição dos cabos pára-raios.

Pode-se verificar que as perdas podem atingir valores elevados em função do posicionamento dos pára-raios. A título ilustrativo foram levantados alguns patamares máximos de perda ao longo de 1 ano para algumas das configurações analisadas e apresentam-se a seguir, a título de exemplo, alguns destes valores:

- LT 138 kV, 150 km: 34 MWh
- LT 230 kV, 250 km, 1 GWh
- LT 500 kV, 500 km, 20 GWh.

Ao combinar os resultados anteriores, conforme exemplificado na figura 3, a seguir, pode-se perceber claramente que é possível identificar uma região ótima onde se pode garantir um bom desempenho, do ponto de vista da proteção da LT contra descargas atmosféricas, com perdas reduzidas. Este tipo de estudo pode ser utilizado, na fase de projeto da LT, visando um desempenho otimizado.

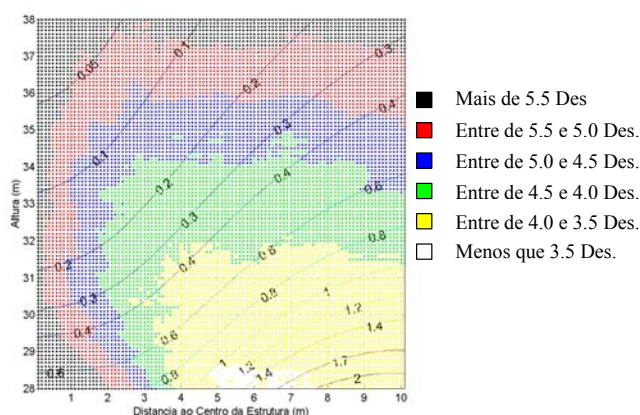


Figura 3. Análise combinada do desempenho dos cabos pára-raios (perdas x desligamentos).

III. ANÁLISE DA PROTEÇÃO AO LONGO DO VÃO

Na fase seguinte do estudo foi analisado o efeito da variação da proteção proporcionada pelos pára-raios ao longo do vão, em função das flechas diferenciadas dos cabos de fase, pára-raios de aço e OPGW. Isto decorre do fato de os pára-raios convencionais de aço, serem geralmente mais tracionados

do que os cabos ACSR utilizados nas fases, resultando em flechas menores. Devido a essa diferença entre as flechas dos cabos, há um aumento da distância entre os cabos pára-raios e os cabos das fases à medida que se caminha para o meio do vão, resultando na modificação do Modelo Eletrogeométrico

Já os cabos OPGW, por terem características mais próximas dos ACSR, também são lançados com menor tração, resultando em flechas comparáveis às dos cabos de fase, o que implica em modificação da posição relativa dos pára-raios com relação aos condutores ao longo do vão, com consequente alteração da proteção contra descargas atmosféricas.

Este efeito é agravado no caso de tempestade com vento, quando pode ocorrer alteração da posição das cadeias móveis e dos cabos em função do balanço por ação do vento, modificando adicionalmente sua posição relativa.

Neste estudo foi analisado o desempenho de configurações de LT em 138 kV, 230 kV e 500 kV utilizando o modelo eletrogeométrico e variando a seção de análise ao longo do vão, corrigindo as posições relativas pela consideração da flecha de cada cabo e do balanço por ação do vento.

Na figura 4, a seguir, apresenta-se o resultado do estudo feito aplicando o modelo eletrogeométrico ao longo do vão, numa seção a 100 m da estrutura mais próxima, onde se percebe a perda de proteção de um dos pára-raios.

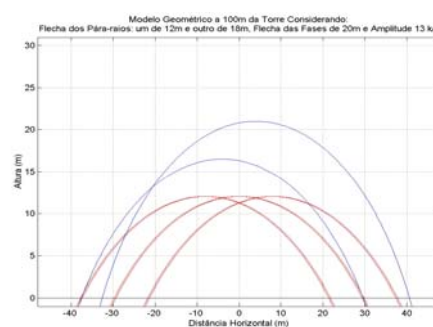


Figura 4. Influência da flecha na proteção oferecida pelos pára-raios (um EHS e outro OPGW).

Nas figuras 5 e 6, a seguir, ilustra-se o resultado do efeito da ação do vento no número de descargas que atinge os cabos pára-raios.

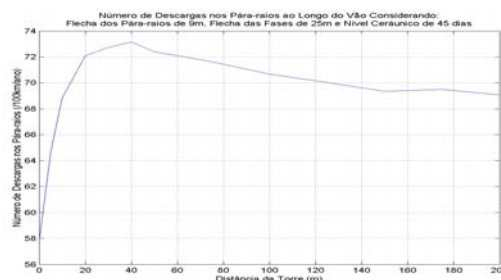


Figura 5. Descargas diretas nos pára-raios (/100km/ano), sem ação do vento.

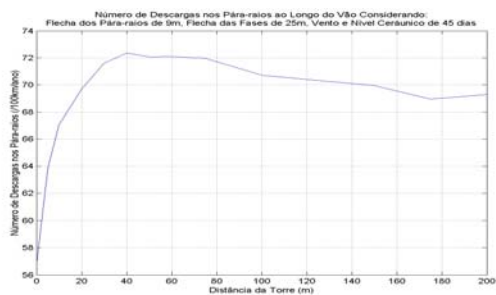


Figura 6. Descargas diretas nos pára-raios (/100km/ano), com ação do vento.

Os estudos apresentados mostram que no caso da utilização de pára-raios com características diferentes, e conseqüentemente com flechas distintas, numa linha de transmissão, a proteção por eles proporcionada é modificada, sendo recomendável que os estudos levem em consideração a variação da geometria ao longo do vão.

Ao se incluir o efeito do vento nos cálculos ocorre uma modificação adicional da geometria relativa dos cabos de fase e pára-raios, alterando o efeito da proteção da linha frente a descargas atmosféricas. Por este motivo é recomendável que nos estudos do desempenho de linhas de transmissão frente a descargas, se leve em consideração a ação do vento.

IV. TÉCNICAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS

Na etapa final da pesquisa foram analisados diferentes mecanismos para redução de perdas no pára-raios OPGW. Por se considerar que o procedimento de seccionamento dos mesmos é complexo do ponto de vista operacional, aumentando as exigências de manutenção, pelos cuidados que requer a fibra óptica, não foram propostos métodos baseados no seccionamento dos pára-raios e tão somente diferentes processo de conexão e inserção de impedâncias entre pára-raios e estruturas de suporte.

Na Tabela I, a seguir, apresenta-se uma comparação de diferentes sistemas de conexão e isolamento dos pára-raios OPGW, sempre considerando o cabo convencional, EHS, seccionado e aterrado em “T”. Verifica-se que o caso de melhor desempenho, considerando a redução de perdas, consiste em isolar o OPGW da estrutura e aterrã-lo em torres determinadas, sendo o número de vãos nos quais de isola o OPGW determinado pelo estudo de elevação de tensão, como no caso do cabo pára-raios convencional. Na figura 7 apresenta-se um esquema ilustrativo desta técnica de conexão dos cabos OPGW que se revelou ótima para redução de perdas.

Tabela I – Comparação do desempenho de sistemas de redução de perdas.

CASO	PERDAS
0	2808,941 (66,063) W
1	7632,808 (-49,794) W
2	456,459 (55,236) W
3	12365,787 (86,849) W
4	405,340 (72,8475) W
5	6297,8902 (83,424) W
6	46,7447 (74,2544) W
7	2980,159 (126,894) W

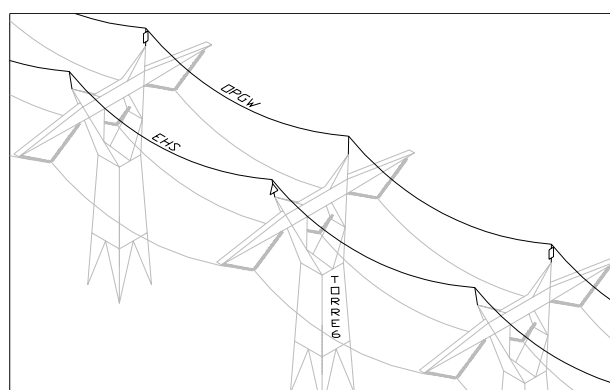


Figura 7. Esquema de conexão dos pára-raios que apresentou melhor desempenho na redução de perdas.

V. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foram verificados diversos aspectos que merecem consideração nas fases de projeto, construção e operação de Linhas de Transmissão:

- As perdas nos pára-raios OPGW sem a adoção de um procedimento ou técnica específica podem atingir valores elevados.
- Foi apresentada uma metodologia de estudo que permite otimizar o desempenho dos pára-raios ao manter a proteção elevada contra descargas atmosféricas e buscar a minimização das perdas. Esta metodologia pode ser utilizada na fase de projeto da LT.
- Mostrou-se que a adoção de cabos pára-raios com flechas diferenciadas requer um estudo adicional em função da modificação da proteção oferecida e também da variação nas perdas da LT. É recomendável no estudo do desempenho da LT considerar o efeito do vento pela modificação das posições relativas entre cabos de fase e pára-raios.
- Foram analisados diferentes procedimentos de conexão direta, conexão através de uma impedância e isolamento dos

cabos OPGW visando a redução de perdas. Foi identificado um sistema que reduz consideravelmente as perdas de potência nos pára-raios OPGW, o qual consiste em isolar o OPGW da torre ao longo de uma seqüência de estruturas e aterrará-lo de tempo em tempos, para evitar a elevação indesejada da tensão induzida.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Domingues, L.A. M. C. et alii – “Estudo da perda Joule nos Pára-Raios de Linhas de Transmissão considerando o seu desempenho frente a descargas atmosféricas”, CEPEL, 2004.

[2] Domingues, L.A.M.C. et alii – “Modelo Eletrogeométrico Aplicado na Proteção Contra Descargas Atmosféricas em Linhas de Transmissão Considerando o Efeito do Vento”, CEPEL, 2005.

[1] Domingues, L.A. M. C. et alii – “Utilização de Impedâncias na fixação dos Cabos Pára-Raios nas Torres de Linhas de Transmissão para redução da perda por efeito Joule”, CEPEL, 2005.

[4] L. L. Grigsby – “The Electric Power Engineering – Handbook”, 1998.

[5] EPRI - Transmission Line Reference Book – 345 kV and Above”, Second Edition, 1982.

[6] Working Group 33.01 (lightning) – “Guide to Procedures for Estimating The Lightning Performance of Transmission Lines”, 1991.

[7] Carlos M. Portela – “Regimes Transitórios” -Vol. I, COPPE/UFRJ.

[8] “Coletânea de Normas Linha de Transmissão”, NBR – 5422/1985.

[9] Roberto Vaisman – “Desempenho de Linhas de Transmissão Frente a Surtos de Manobra”, CEPEL – Relatório Técnico, 1987.