**GSC/002**



**21 a 26 de Outubro de 2001**

**Campinas - São Paulo - Brasil**

**GRUPO X**

**SOBRETENSÕES E COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO**

**CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE CORRENTE DE DESCARGA ATMOSFÉRICA NO**

**BRASIL: DESCONTAMINAÇÃO DO SINAL MEDIDO**

Marco Aurélio de O. Schroeder (\*) Amilton Soares J. Silvério Visacro F.

LRC – Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

em Descargas Atmosféricas

UFMG

RESUMO

Este trabalho é dedicado à análise dos efeitos de

“contaminação” do sistema de medição nas correntes

de descargas atmosféricas, medidas em estações fixas

com torres providas de instrumentos de medição.

Apresenta procedimentos para “descontaminação” de

sinais de corrente medidos, tarefa que corresponde à

determinação da “corrente original” da descarga. Para

tal, foi desenvolvida uma formulação baseada em

teoria de campo que contempla o acoplamento

eletromagnético entre canal, torre e aterramento.

Confere-se ênfase aos dados da Estação de Pesquisas

de Descargas Atmosféricas do Morro do Cachimbo,

integrada ao LRC.

PALAVRAS-CHAVE: Descargas Atmosféricas, Modelo

Eletromagnético para Descontaminação de Sinais de

Corrente, Contaminação da Corrente de Descarga.

1.0 INTRODUÇÃO

A maior parte da informação disponível com relação à

forma de onda da corrente de descargas atmosféricas

foi obtida experimentalmente através de medições em

estações usualmente posicionadas em regiões

montanhosas. Tais estações possuem torres elevadas,

com o objetivo de aumentar a probabilidade de

incidência de descargas (1), (2), (3), (4), (15).

A corrente da descarga que eventualmente atinge a

torre trafega em direção ao solo e é injetada no mesmo

por meio dos eletrodos de aterramento. A

correspondente onda de corrente é registrada por

transdutores, os quais são posicionados no caminho de

corrente entre o topo da torre e o solo.

É sabido que a forma de onda da corrente natural é

modificada pela presença do sistema de medição, o

qual inclui a torre, transdutores de corrente  e

alguns importantes parâmetros associados (tais como

valor de pico e inclinação da frente de onda) são

diferentes daqueles de uma onda de corrente

associada à descarga natural. O principal efeito de

distorção é relacionado às reflexões de onda nas

interfaces ao longo do caminho de corrente (interfaces

canal – topo da torre e base da torre – aterramento) e

pela posição relativa dos transdutores ao longo da

extensão da torre. Designa-se este efeito como

“contaminação da onda”.

Investigações recentes estão sendo realizadas com a

finalidade de computar precisamente estes efeitos e,

assim, permitir a recuperação das ondas originais

através daquelas medidas (tarefa esta denominada

“descontaminação” da onda de corrente). Esta

pesquisa deve incluir o desenvolvimento de modelos

realísticos para o canal de descarga, torre e sistema de

aterramento, nas condições a que estes componentes

são submetidos durante a incidência de uma descarga,

sustentados por avaliações experimentais. Resultados

importantes neste campo, especialmente com relação

a torres muito altas, foram obtidos por alguns

pesquisadores (5), (6), (7). No entanto, os modelos

adotados na literatura, principalmente para a torre e o

aterramento, são relativamente simples: o modo de

propagação TEM (Transverso Eletromagnético) é

assumido para o campo eletromagnético e o

acoplamento entre canal e torre é normalmente

desprezado.

No Brasil, os dados de descargas foram obtidos

através da “Estação de Pesquisas de Descargas

Atmosféricas do Morro do Cachimbo”. Esta

corresponde a uma estação de medição de ondas de

corrente, que possui uma torre com altura de 60m. A

estação está a uma altitude de 1430m, nas

proximidades de Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram

registradas mais de 100 ondas de corrente, no período

de 1985 a 1999. A caracterização estatística das

terminações para o solo. Assim, a onda medida e

LRC - Lightning Research Center – CPDEE - UFMG - Av. Antônio Carlos 6627 - Pampulha - CEP 31.270-901

Belo Horizonte - MG - Brasil. Fone:+55 31 34994872 Fax: +55 31 34995480 LRC@cpdee.ufmg.br

2

**Corrente(kA)**

medições realizadas nesta estação pode ser

encontrada em (8).

Os autores (equipe do LRC) estão envolvidos num

projeto de pesquisa cujo objetivo consiste na definição

de procedimentos para a descontaminação dos sinais

de corrente medidos. Esta pesquisa inclui a

descontaminação adotado foi aquele apresentado na

literatura (5), (6), (7), (9), (10), (11), que emprega um

modelo simplificado, o qual assume um modo de

propagação TEM (Transversal EletroMagnético) para o

campo eletromagnético ao longo dos componentes do

sistema de medição.

modelagem de todos os elementos mencionados

(canal, torre e aterramento) para o processamento dos

registros medidos e, então, obter parâmetros precisos

para as ondas de “corrente originais”. Tal modelagem

considera o acoplamento eletromagnético entre estes

elementos na presença de um solo real (condutividade

finita) (8).

2.0 ONDA DE “CORRENTE ORIGINAL”

Ao se considerar o estudo relativo à descontaminação

das ondas de corrente de descarga atmosférica

medidas diretamente (ou até mesmo indiretamente)

depara-se com uma questão fundamental: “Qual

0

-10

-20

-30

-40

-50

-60

-70

-80

0             10            20            30            40            50            60            70            80            90

Onda de corrente que incide

no topo da torre (real)

Onda de corrente medida em

Cachimbo (real)

**Tempo (**µ**s)**

deveria ser considerada a onda de corrente “original” ?

Como um princípio básico, esta onda original teria que

corresponder àquela que fluiria ao longo do canal de

descarga e torre sem sofrer a influência das

contaminações decorrentes das diversas reflexões

existentes no percurso da mesma.

Com o objetivo de calcular tal onda original, alguns

autores propõem um modelo para a injeção de corrente

de descarga que corresponde  à  injeção desta

diretamente no topo da torre (5), (7). Contudo, como é

sabido, o ponto de conexão ocorre normalmente a

algumas centenas de metros acima da torre. Assim,

para uma representação mais precisa o modelo de

injeção deveria contemplar a injeção de corrente no

canal de descarga justamente no ponto de conexão.

Como é mostrado neste trabalho, a adoção das duas

injeções de corrente gera resultados totalmente

diferentes.

Quando uma descarga atmosférica atinge uma

estrutura, a corrente é sempre submetida a efeitos de

contaminação, uma vez que as descontinuidades

sempre existirão (canal de descarga – estrutura e

estrutura – aterramento). A característica da estrutura é

que determina o perfil de contaminação. Parece

razoável assumir que a corrente medida em estações

fixas com “torre instrumentada” e, portanto,

contaminada,  é  representativa para estudos de

desempenho de linhas de transmissão frente às

descargas atmosféricas, devido a similaridade entre as

estruturas atingidas.

3.0 AVALIAÇÕES PRELIMINARES

Avaliações preliminares realizadas para as ondas

registradas em Cachimbo são ilustradas na Figura 1, a

qual denota uma significativa diferença entre a onda de

corrente original (recuperada ou descontaminada) e a

medida (na base da torre da estação de Cachimbo).

Um excesso de aproximadamente 25% foi observado

para o valor do pico de corrente. O procedimento de

FIGURA 1 – Ondas de corrente (medida e descontaminada)

No entanto, existem restrições à aplicação do modo

TEM para o estudo em questão, o que motivou a

elaboração de um modelo, baseado em Teoria de

Campo Eletromagnético (Equações de Maxwell), para

a representação dos 3 componentes envolvidos no

percurso da onda de corrente. Este modelo, descrito a

seguir, contempla o acoplamento eletromagnético

completo entre os componentes envolvidos. Os

primeiros resultados desta pesquisa comprovaram que

o modo TEM, amplamente utilizado na literatura, é

inadequado para estudos desta natureza (8), (12).

4.0 DESCRIÇÃO DO MODELO DESENVOLVIDO

4.1 Introduçã o

A essência do modelo, desenvolvido no domínio da

freqüência, corresponde a um trabalho anterior,

elaborado para realizar análises transitórias de

aterramento de configurações genéricas (13), (14). A

resposta no domínio do tempo é computada através da

aplicação da Transformada de Fourier Inversa.

Os condutores que compõem o sistema físico a ser

estudado são inicialmente particionados em um

conjunto de N pequenos segmentos. Cada segmento

corresponde a uma fonte filamentar, constituída por

duas correntes: longitudinal (ΙL) e transversal (ΙT). O

acoplamento magnético (indutivo) entre cada par de

segmentos, determinado por ΙL, é calculado com o

auxílio do potencial vetor. O acoplamento elétrico

(capacitivo e condutivo), determinado por ΙT, é

calculado com a utilização do potencial escalar. Dois

sistemas matriciais são construídos. O primeiro

relaciona ΙL e ZL (impedância longitudinal) com ∆V

(queda de tensão em cada segmento) e o segundo

relaciona ΙT e ZT (impedância transversal) com V

(elevação de potencial em relação ao infinito).

Considerando relações entre ΙL e ΙT e entre ∆V e V é

possível calcular tensões e correntes em cada

segmento. Adicionalmente, é possível considerar a

**Obrigado por avaliar o Wondershare PDFelement.**

**Você apenas pode converter 2 páginas na versão teste.**

**Para obter a versão completa, por favor encomende aqui o programa:**

[*http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1159&m=db*](http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1159&m=db)