



## **MODELO ELETROTÉRMICO APLICADOS A PÁRA-RAIOS DE ZnO**

### **Edson Guedes da Costa**

Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Engenharia Elétrica - Av. Aprígio Veloso, 882  
- Campina Grande-PB - CEP 58 109 970. [edson@dee.ufpb.br](mailto:edson@dee.ufpb.br)

### **S. R. Naidu**

Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Engenharia Elétrica - Av. Aprígio Veloso, 882  
- Campina Grande-PB - CEP 58 109 970. [naidu@dee.ufpb.br](mailto:naidu@dee.ufpb.br)

### **Aleksandro Guedes de Lima**

CEFET-PB – Departamento de Mecânica - João Pessoa - PB

***Resumo.** Os pára-raios são utilizados nos sistemas elétricos na proteção contra surtos de tensão. Sua função primária consiste em detectar e limitar transitórios de tensões transformando parte da energia elétrica proveniente do surto em energia térmica. O calor gerado internamente deve ser transferido para o ambiente o mais rápido possível antes que um novo surto o atinja em condições extremamente desfavoráveis. A avaliação experimental do desempenho eletrotérmico de um pára-raios completo (inteiro), quando possível, apresenta um custo bastante elevado, decorrente da necessidade de laboratórios com capacidade de reproduzir as condições de operação no campo ou mesmo as exigências das normas técnicas. Para superar estas dificuldades são utilizados os modelos eletrotérmicos. Eles são seções (partes) representativas do pára-raios ou são simulações por modelagem matemática (circuitos elétricos ou representações computacionais). Este trabalho estuda o comportamento térmico de um pára-raios de ZnO completo e de um pára-raios hipotético quando submetidos a esforços elétricos e térmicos. A propagação de calor foi analisada por simulações, utilizando-se o método de diferenças finitas, formato implícito, e por medições experimentais.*

***Palavras-chave:** pára-raios, modelo eletrotérmico, transferência de calor, diferenças finitas.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A avaliação experimental do desempenho de um pára-raios completo (inteiro) quando possível, apresenta um custo bastante elevado, decorrente da necessidade de laboratórios com equipamentos com capacidade de reproduzir as condições de operação no campo ou mesmo as exigências das normas técnicas. Para superar estas dificuldades são utilizados os modelos eletrotérmicos. Modelos eletrotérmicos são seções (partes) representativas do pára-raios ou são simulações por modelagem matemática (circuitos elétricos ou representações computacionais).

Inúmeros são as publicações que descrevem o comportamento térmico dos modelos eletrotérmicos de pára-raios de ZnO. Para estudar a estabilidade térmica de um pára-raios, Tominaga et al (1980) apresentaram um dos primeiros modelos experimental, onde expressava o balanço de energia. Mizuno et al (1981) construíram dois arranjos na tentativa de simular as condições térmicas impostas a um pára-raios completo. Nishiwaki et al (1984) mediram a característica térmica de um pára-raios de 84kV e de 4 modelos experimentais oriundos do pára-raios. Ele estudou o limite de temperatura para a ocorrência do desencadeamento térmico, em tensões pré-estabelecidas.

Lat (1983) apresentou uma modelagem matemática baseada em um circuito elétrico equivalente, onde a corrente elétrica substitui ao fluxo de calor, a tensão à temperatura, e as resistências e as capacitâncias às resistências e capacitâncias térmicas dos elementos não-lineares, do gap de ar e do invólucro. Os parâmetros térmicos foram obtidos por equações matemáticas e não considera o fluxo de calor axial. A modelagem foi validada com pára-raios de distribuição. Lat (1985) complementou o seu modelo eletrotérmico computacional, introduzindo o cálculo computacional da dissipação de calor nos varistores.

Petit et al (1991) desenvolveram um método experimental para determinar os parâmetros de um modelo eletrotérmico similar àquele do Lat (1985). A característica tensão x corrente x temperatura foi obtida experimentalmente e utilizada como entrada principal da modelagem. O método de determinação dos parâmetros térmicos (resistências e capacitâncias) está baseado em um único ensaio experimental - uma descarga de grande intensidade, e na análise de sistemas lineares.

Huang (1993) desenvolveu um modelo computacional baseado nas técnicas das diferenças finitas para simular o comportamento térmico dos pára-raios de ZnO. O modelo proposto foi validado por ensaios com temperaturas relativamente baixas e apresenta deficiências na modelagem dos fenômenos elétricos e foi desenvolvido para uma única configuração de um pára-raios completo e algumas seções de teste.

Stockum (1994) propôs um modelo computacional para o cálculo das temperaturas de um pára-raios utilizando o método híbrido de diferenças finitas e equações polinomiais de 4ª ordem. Ele considerou o pára-raios composto de uma coluna de elementos não-lineares, separada de um invólucro sem aletas por um espaço anelar de ar. A transferência de calor de forma axial não foi considerada. Assim, o seu modelo é praticamente aplicável a uma seção de teste.

Os vários modelos matemáticos/computacionais desenvolvidos até o presente não contemplam, conjuntamente, todas as possíveis configurações de pára-raios e os requisitos necessários à reprodução confiável do seu desempenho. Para avaliar de maneira confiável o desempenho de pára-raios é necessário simular os esforços elétricos e térmicos descritos nas normas técnicas e as condições normais e adversas do campo. A simulação também deve auxiliar na manutenção preditiva, na concepção de novos pára-raios e na verificação da equivalência entre o pára-raios completo e o modelo de seção. As versatilidades da entrada de dados e da concepção de diversas configurações de pára-raios ainda não têm sido desenvolvidas.

Este trabalho apresenta um modelo eletrotérmico computacional versátil baseado no método das diferenças finitas. O modelo é capaz de simular computacionalmente as mais diversas configurações de pára-raios completos. O modelo proposto considera as transferências de calor radial e axial, as variações do calor específico com a temperatura, os parâmetros capacitâncias e resistências térmicas distribuídos, inclusão das aletas, diversidade nos tipos de entrada de energia, entrada simplificada para os dados e configuração do pára-raios. A propagação de calor foi analisada por simulações, utilizando-se o método de diferenças finitas, formato implícito, e por medições experimentais.

## 2. MODELO TÉRMICO

### 2.1. Considerações Teóricas

Para problemas com simetria axial, a equação de condição de calor em coordenadas cilíndricas é dada por:

$$\frac{k}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + q = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

para  $r > 0$  e  $t \geq 0$ . Sendo,  $k$  a condutividade térmica em  $W/(m \text{ K})$ ;  $T$  a temperatura em  $K$ ;  $q$  a potência elétrica de entrada por unidade de volume em  $W/m^3$ ;  $\rho$  a densidade em  $kg/m^3$ ;  $c_p$  o calor específico em  $Ws/(kg \text{ K})$ ;  $r$  o raio em metros;  $dr$  o incremento radial em  $m$ ;  $z$  a coordenada axial em milímetros e  $dz$  o incremento axial em  $mm$ .

A aproximação em diferenças finitas para as equações diferenciais parciais envolve a substituição das derivadas parciais por expressões algébricas tais como:

$$\frac{\partial T}{\partial t} \cong \frac{T_{i,m}^{j+1} - T_{i,m}^j}{p} \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \cong \frac{T_{i,m+1}^{j+1} - 2T_{i,m}^{j+1} + T_{i,m-1}^{j+1}}{\Delta^2 z}, \quad (3)$$

sendo,  $p$  o passo de tempo em segundos;  $t$  o tempo;  $j$  o índice para o passo de tempo;  $m$  o índice de malha na direção  $z$  e  $i$  o índice de malha na direção radial.

Aplicando o princípio do balanço de energia, o primeiro termo da Eq. (1) pode ser re-escrita como:

$$\frac{2pkdz(kn)(T_{i+1}^{j+1} - T_i^{j+1})}{Ln(R_{i+1} - R_i)} + \frac{2pkdz(kn)(T_i^{j+1} - T_{i-1}^{j+1})}{Ln(R_i - R_{i-1})}. \quad (4)$$

Substituindo as Eqs. (2) e (3) dentro do segundo termo da Eq. (1) resulta em:

$$\frac{k_{eqc} A_T (T_{i+n}^{j+1} - T_i^{j+1})}{(dz_n - dz_{n+1})/2} + \frac{k_{eqb} A_T (T_{i-n}^{j+1} - T_i^{j+1})}{(dz_n - dz_{n-1})/2}, \quad (5)$$

sendo,  $k_{eqc}$  e  $k_{eqb}$  são condutividades equivalentes dependendo das áreas, comprimento e condutividades dos segmento em consideração, o segmento acima e o segmento abaixo;  $A_T$  a área transversal em  $m^2$ . Finalmente, o termo do lado direito da Eq. (1) torna-se:

$$\frac{\tilde{n}(i).c_p(i).vol(i) (T_i^{j+1} - T_i^j)}{dt} \quad (6)$$

sendo,  $dt$  o passo de tempo em segundos e  $vol$  o volume em  $m^3$ .

A transferência de calor por radiação e convecção ocorre no espaço anelar (gap) entre a coluna de varistores de óxido metálico e o invólucro de porcelana, preenchido com ar ou gás isolante. A transferência de calor por convecção entre uma superfície sólida na temperatura  $T_1$  e um fluido em contato na temperatura  $T_2$  é dada por:

$$Q_c = h_c A_c (T_1 - T_2), \quad (7)$$

sendo,  $Q_c$  a transferência de calor por convecção em  $W$ ;  $h_c$  o coeficiente de transferência de calor por convecção em  $W/(m^2 \text{ K})$ ;  $A_c$  a área de transferência de calor por convecção em  $m^2$ .

O coeficiente de convecção de transferência de calor por convecção é obtido de dados disponíveis para transferência de calor por convecção entre duas placas verticais paralelas, Ozisik (1994). Similarmente, a transferência de calor por convecção ocorre do invólucro para o ambiente. Neste caso, o coeficiente de transferência de calor é obtido dos dados disponíveis para transferência de calor de uma única placa vertical.

A transferência de calor por radiação de um sólido, segundo Ozisik (1994), é dada por:

$$Q_r = F_e F_G \sigma A_r (T_1^4 - T_2^4) \quad (8)$$

sendo,  $Q_r$  a transferência de calor por radiação em W;  $F_e$  a função emissividade;  $F_G$  a fator de forma geométrica e  $\sigma$  a constante de proporcionalidade, conhecida como constante de Stefan-Boltzmann.

Se  $(T_1 - T_2) \ll T_1$ , então a parcela correspondente à transferência de calor por radiação é aproximadamente dada por:

$$Q_r = 4F_e F_G \sigma A_r T_1^3 (T_1 - T_2). \quad (9)$$

## 2.2. Implementação do Método de Diferenças Finitas

O método de diferenças finitas é aplicado para determinar a distribuição de temperatura em regiões sólidas da seção de teste ou do pára-raios de óxido de zinco. Para aplicar a técnica, o pára-raios é imaginado cortado em fatias horizontais e um conjunto de índices é atribuído para cada fatia. Os índices contêm a informação de cada fatia, tais como: a presença de placa da base, mola, absorvedores de calor em alumínio, espaçadores, espaço anelar de ar, invólucro de porcelana com ou sem saias. A informação do atributo-fatia é fornecida com entrada do programa o qual subdivide cada fatia em anéis elementares na direção radial e aplica as equações algébricas em diferenças finitas. Desse modo, o programa computacional torna-se um programa propósito geral que pode ser aplicado em qualquer arranjo de unidades de pára-raios ou seção de teste.

## 2.3. Arranjo Experimental

Um pára raios completo (inteiro) e um pára-raios hipotético foram utilizados neste estudo. Na Fig. 1 é mostrado um diagrama esquemático de um pára-raios típico, com detalhe interno.

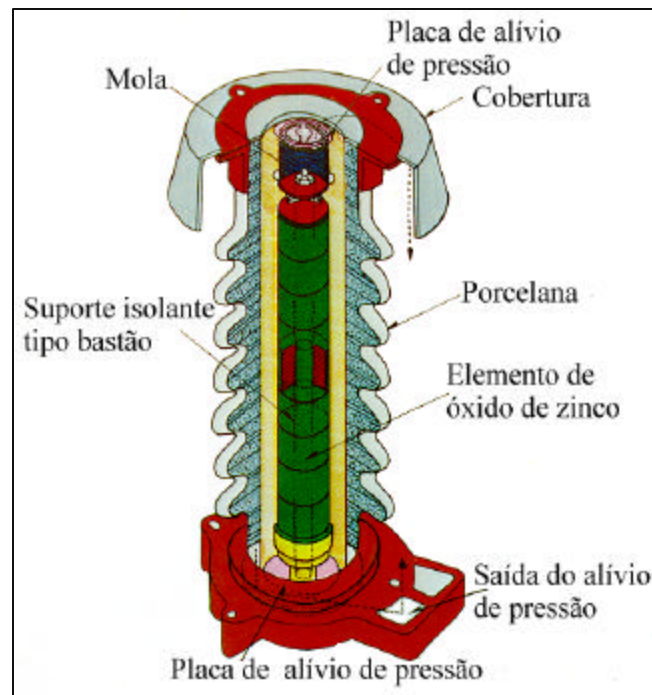


Figura 1- Diagrama Esquemático de um Pára-raios.

A tensão nominal dos pára-raios completo é de 96 kV. O invólucro de porcelana tem altura de 1,38 m, diâmetro interno de 0,142 m e diâmetro externo de 0,254 m incluindo as saias (aletas). A coluna de varistores de óxido de zinco tem um diâmetro de 82 mm e consiste de 37 blocos varistores cilíndricos, com espessura de 24 mm cada. Existem outros componentes que formam o pára-raios tais como: absorvedores de calor de alumínio, mola e placas terminais. As constantes características desses componentes são dadas na Tab. 1.

A tensão aplicada e a componente resistiva da corrente do pára-raios foram medidas através de um osciloscópio digital e os dados medidos foram transferidos para um microcomputador. A energia absorvida foi calculada por integração numérica da potência instantânea. As temperaturas foram medidas com termômetros digitais utilizando termopares tipo k. A exatidão da medição da temperatura é de  $\pm 1\%$ . A Tab. 2 fornece as localizações dos termopares.

Tabela 1 – Constantes usadas nos modelos eletrotérmicos.

Materiais	Valores		
	Condutividade W/(m K)	Calor específico W/(kg K)	Densidade Kg/m <sup>3</sup>
Óxido de zinco	23,0	456,3	5258,0
Alumínio	204,0	896,0	2707,0
Ferro	1,15	473,0	7801,0
Porcelana	1,6	776,0	2400,0
Ar	0,02624	1,0057	1,177

Tabela 2 - Localizações dos termopares.

Nº (Ponto da Simulação)	Localização (m)	Observação
T1 (2309)	1,16	Varistores, na região próxima dos absorvedores de calor
T2 (2320)	1,16	Superfície externa do invólucro
T3 (479)	0,30	Superfície interna do invólucro
T4 (130)	0,13	Superfície externa do invólucro
T5 (526)	0,28	Extremidade externa da saia
T6 (489)	0,30	Superfície externa do invólucro

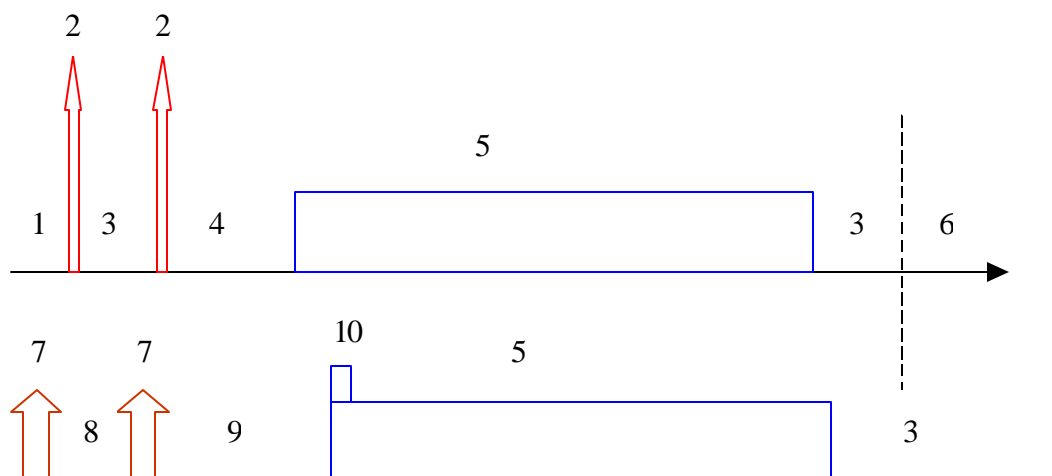
## 2.4. Configuração hipotética

A tensão do pára-raios hipotético é de 96 kV. O invólucro de porcelana tem altura de 1,25 m, diâmetro interno de 0,11 m e diâmetro externo de 0,22 m incluindo as saias (aletas). A coluna de varistores de óxido de zinco tem um diâmetro de 64 mm e consiste de 30 blocos varistores cilíndricos, com espessura de 24 mm cada. Os outros componentes que formam o pára-raios tais como: absorvedores de calor de alumínio, mola e placas terminais. As constantes características desses componentes são dadas na Tab. 1.

As simulações das configurações se constituem em modificações das características térmicas, das dimensões físicas e das temperaturas iniciais e ambiente. As simulações foram efetuadas em configurações de um pára-raios completo e em uma secção de teste. Para as implementações das simulações nas configurações foi utilizado, como esforço elétrico-térmico, um ensaio de estabilidade térmica descrito em uma das especificações técnicas de uma grande concessionária de energia elétrica do Brasil. Na Fig. 2 é mostrado, de forma esquemática, o esforço elétrico-térmico do ensaio de estabilidade térmica. A Tab. 3 fornece as localizações dos pontos de observação da temperatura obtidos nas simulações.

Tabela 3 - Localizações dos pontos simulados no pára-raios.

Ponto da Simulação	Observação
2008	Face externa do varistor sem aleta à 1,13m da base.
2009	Face interna do invólucro sem aleta à 1,13m da base.
2134	Face externa do varistor sem aleta à 1,13m da base.
2135	Face interna do invólucro sem aleta à 1,13m da base.



- 1 – Fixando todas as temperaturas;
- 2 – aplicação de um impulso de corrente de 100 kA, com forma de onda 4/10  $\mu$ s;
- 3 – resfriamento natural para a temperatura ambiente;
- 4 – resfriamento natural por 2 minutos;
- 5 – aplicação da tensão do MCOV do pára-raios por 30 minutos (152 kV);
- 6 – aquecimento para a temperatura de 60 °C;
- 7 – aplicação de uma descarga de linha com tensão de descarga 514 kV, tensão nominal do pára-raios de 192 kV, capacitância da linha 8,8 nF por km, comprimento da linha de 400 km e impedância de surto de 400 Ohms;
- 8 – resfriamento por, no máximo, de 1 minuto;
- 9 – resfriamento natural por, no máximo, 5 segundos e
- 10 – aplicação da tensão nominal do pára-raios por 10 segundos (192 kV).

Figura 2 - Diagrama Esquemático do Ensaio de Estabilidade Térmica.

## 2.5. Experimentos e Simulações

**Experimentos** - Dois experimentos foram realizados no pára-raios completo e os experimentos foram simulados usando o programa computacional. No primeiro experimento, uma tensão alternada de 106 kV (rms) foi aplicada por 10 minutos e desconectada. A temperatura média nos blocos varistores atingiu 103 °C. Após o tempo inicial de aquecimento causado pela aplicação da sobretensão, as temperaturas foram monitoradas nas localizações indicadas na Tab. 2. No segundo experimento, 97 kV (rms) foi aplicado no pára-raios completo por 45 minutos seguindo por 90 kV por 15 minutos. A tensão foi novamente aumentada para 97 kV e se manteve neste nível por 25 minutos. Para os próximos 15 minutos, a tensão foi reduzida para 90 kV. A fonte de tensão foi subsequentemente desconectada e o resfriamento do pára-raios foi monitorado.

**Simulações** – Na primeira simulação, o comportamento da temperatura no pára-raios hipotético, é analisado, sob o esforço do ensaio de estabilidade nas temperaturas ambientes de 15 °C, 27 °C e

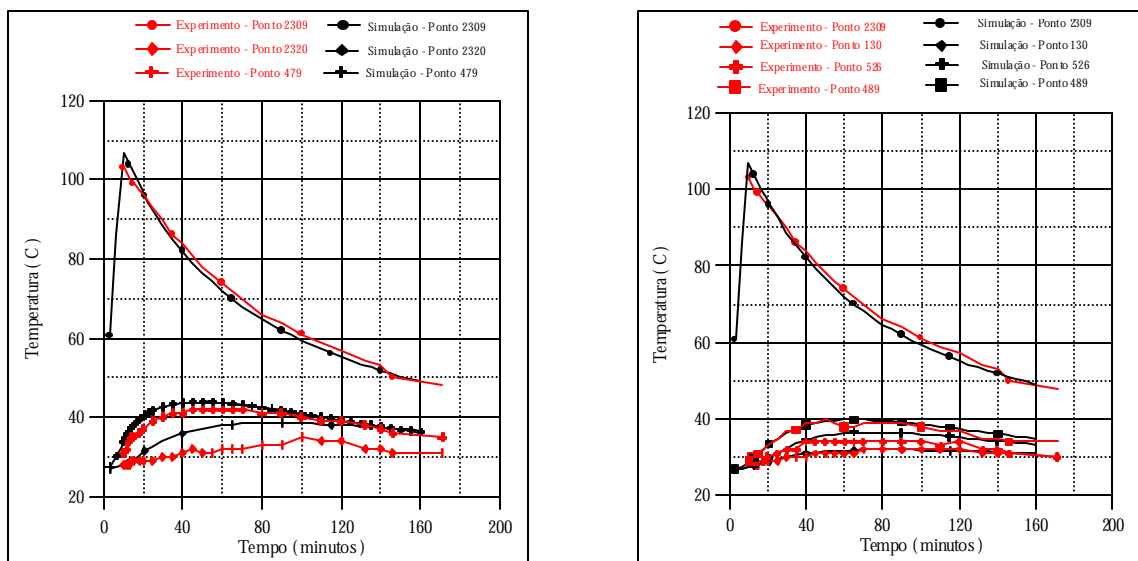
35 °C. Por simplicidade, escolheu-se um único ponto da simulação para análise. Na segunda configuração simulada, o comportamento da temperatura no pára-raios hipotético é analisado, sob o esforço do ensaio de estabilidade, quando a condutividade térmica da porcelana varia de 1,6 W/m°C para 1,0 W/m°C e os diâmetros do invólucro interno e externo variam de 110 mm e 160 mm para 90 mm e 140 mm, respectivamente. Assim, o espaçamento anelar fica reduzido a 12,9 mm.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

**Experimentos** – Nas Figs. 3a e 3b são mostradas as variações experimental e computacional das temperaturas durante o primeiro experimento. Nas Figs. 4a e 4b são mostrados os resultados referentes ao segundo experimento. Os perfis das temperaturas axiais, em vários instantes de tempo, na superfície da coluna de varistores e na superfície interna do invólucro de porcelana são mostrados nas Figs. 5a e 5b. Das Figs. 3a e 3b pode ser observado que as variações de temperaturas obtidas por simulações computacionais no tempo concordam muito bem com as temperaturas obtidas nas medições experimentais, Costa et al (1999).

**Simulações** – Na primeira simulação, o comportamento da temperatura no pára-raios hipotético, é analisado, sob o esforço do ensaio de estabilidade nas temperaturas ambientes de 15 °C, 27 °C e 35 °C. Na Fig. 6 é mostrado o comportamento da temperatura com o tempo, onde se pode observar que quanto maior for a temperatura ambiente, obviamente, maior será a dificuldade da transferência de calor, Costa et al (1999).

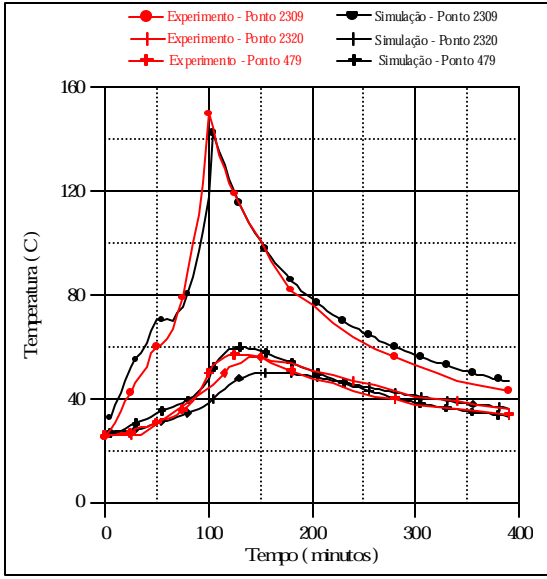
Na segunda configuração simulada, o comportamento da temperatura no pára-raios hipotético é analisado, quando a condutividade térmica da porcelana varia de 1,6 W/m°C para 1,0 W/m°C e os diâmetros do invólucro interno e externo variam de 110 mm e 160 mm para 90 mm e 140 mm, respectivamente. Assim, o espaçamento anelar (gap) fica reduzido a 12,9 mm. Na Fig. 7, mostra o comportamento da temperatura com o tempo, onde se pode observar que a redução do espaço anelar contribuiu para a propagação de calor. Isto ocorreu pela diminuição do coeficiente de transferência de calor por convecção no espaçamento anelar, dificultando a transferência de calor para o invólucro de porcelana. Na Fig. 7 também é mostrada que a redução no espaço anelar aumentou um pouco a temperatura na face interna do invólucro (Pontos 2009 e 2135). Isto seria um contra-senso se os elementos anelares não fossem menores e a capacidade térmica do invólucro não fosse também menor, isto é, a energia utilizada na absorção foi menor.



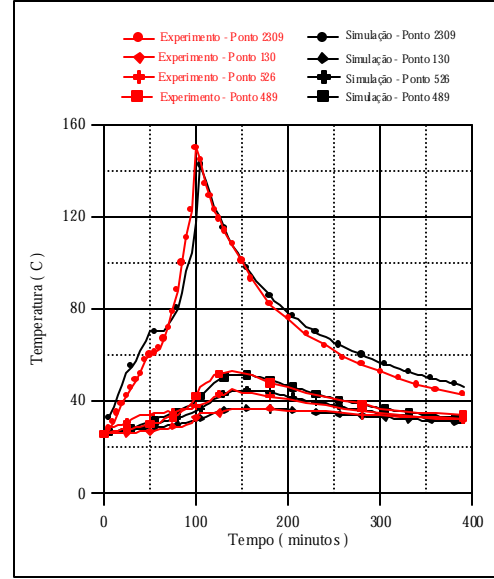
a)

b)

Figura 3 – Temperaturas experimentais e simuladas do primeiro experimento.

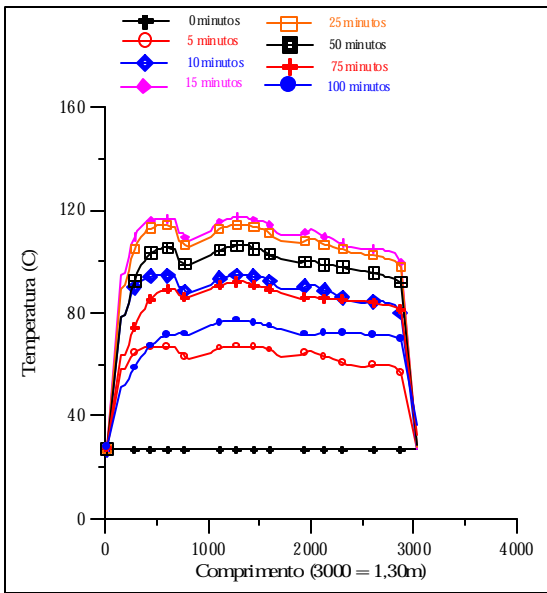


a)

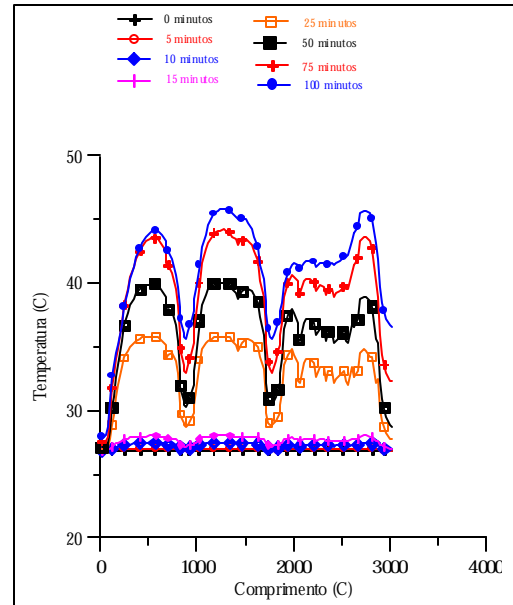


b)

Figura 4 – Temperaturas experimentais e simuladas do segundo experimento.



a)



b)

Figura 5 - Perfis das temperaturas axiais. a) superfície da coluna de varistores. b) na superfície interna do invólucro de porcelana.



## 4. CONCLUSÃO

Este trabalho estudou o comportamento térmico de um pára-raios de ZnO completo quando submetidos a esforços elétricos e térmicos. A propagação de calor foi analisada por simulações, utilizando-se o método de diferenças finitas, formato implícito, e por medições experimentais.

As transferências de calor radial e axial, a variação do calor específico com a temperatura, a distribuição natural das resistências e capacitâncias e presença de saias no invólucro de porcelana têm sido consideradas no programa computacional.

Outras configurações constituem-se em modificações virtuais das características térmicas, das dimensões físicas e das temperaturas iniciais e ambiente. O modelo eletrotérmico também foi eficiente nas simulações das configurações propostas.

O programa proposto é geral e é capaz de simular outras configurações de pára-raios.

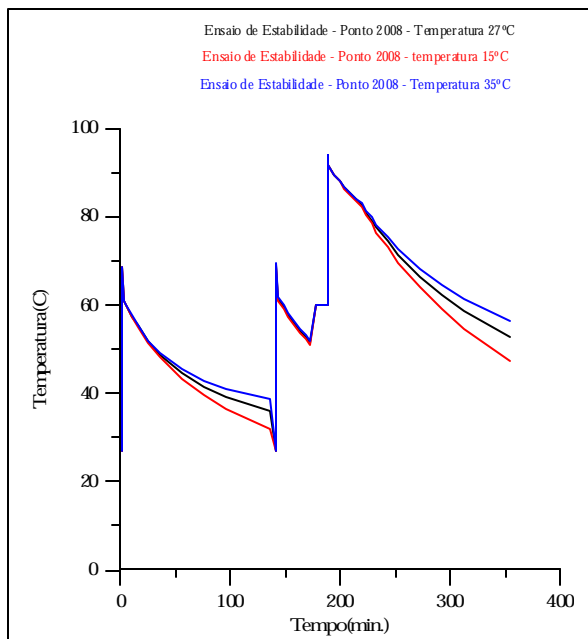


Figura 6 - Simulação do Ensaio de Estabilidade em função da temperatura ambiente.

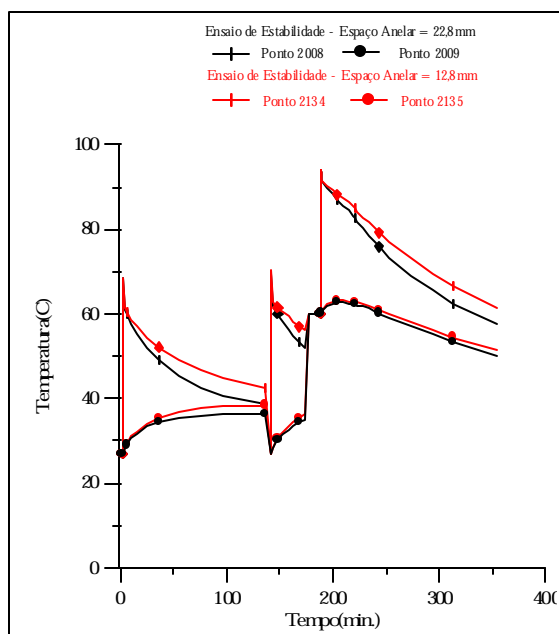


Figura 7 - Simulação do Ensaio de Estabilidade em função do espaçamento anelar.

## 5. REFERÊNCIAS

- Costa, E. G., Lima, A. G. e Naidu, S. R., "An Electrothermal Model for Complete Metal Oxide Surge Arresters", XI International Symposium on High Voltage Engineering, 22-27 august 1999, London, U. K..
- Huang, L., "Electro-thermal simulation of MOSA and derivation of thermal equivalent test sections", M. S. Thesis, Faculty of Electrical and Computer Engineering, University of Manitoba, April, 1993.
- Lat, M. V., "Thermal properties of metal oxide surge arresters", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. 102(7), pp.2194-2202, July 1983.
- Lat, M. V., "Analytical method for performance prediction of metal oxide surge arresters", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. 104(10), pp.2665-2674, October, 1985.
- Mizuno, M.; Hayashi, M.; Mitani, K. "Thermal stability and life of the gapless surge arrester", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. 100, n. 5, p. 2664-2669, May, 1981.

- Nishiwaki, S., Kimura, H., Satoh, T., Mizogushi, H., Yanabu, S., "Study of thermal runaway/equivalent prorated model of a zno surge arrester", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. 103, n. 2, p. 413-421, February, 1984.
- Petit, A., Do, X. D., St-Jean, G., "An experimental method to determine the electro-thermal model parameters of metal oxide surge arresters", IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 6(2), pp715-721, April 1991.
- Ozisik, M. N., "Finite Difference Methods in Heat Transfer", Boca Raton, CRC Press, 1994.
- Stockum, F. R., "Simulation of nonlinear thermal behaviour of metal oxide surge arresters using a hybrid finite difference and empirical model", IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 9(1), pp306-313, January 1994.
- Tominaga, S., Azumi, K., Nitta, T., Nagai, N., Imataki, M., Kuwahara, H., "Reliability and application of metal oxide surge arresters for power systems", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. 98, n. 3, p. 805-816, May/June, 1979.

## 6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

### ELECTROTHERMAL MODEL APPLIED FOR METAL OXIDE ARRESTERS

#### **Edson Guedes da Costa**

Federal University of Paraíba - Department of Electrical Engineering - Av .Aprígio Veloso, 882 - Campina Grande-PB - CEP 58 109 970. - [edson@dee.ufpb.br](mailto:edson@dee.ufpb.br) .

#### **S. R. Naidu**

Federal University of Paraíba - Department of Electrical Engineering - Av .Aprígio Veloso, 882 - Campina Grande-PB - CEP 58 109 970. - [naidu@dee.ufpb.br](mailto:naidu@dee.ufpb.br)

#### **Aleksandro Guedes de Lima**

CEFET-PB – Department of Mechanical Engineering - João Pessoa - PB

**Abstract.** *Lightning arresters are used in electric power systems as protection against voltage surges. Its primary function is to detect and limit transient voltages by transforming a part of the electrical energy contained in the surge into thermal energy. The heat generated in the lightning arrester should be rapidly dissipated to the ambient before another voltage surge strikes it. Experimental determination of the electrothermal performance of a complete lightning arrester is expensive and it requires a laboratory which can reproduce the operating conditions specified by the standards. To overcome these difficulties, electrothermal models are used. These are either scaled sections of the complete arrester or mathematical models capable of simulating the arrester's performance. This paper presents a study of the thermal performance of a complete ZnO surge arresters and another hypothetical arrester, when subjected to electric and thermal stresses. The heat propagation has been analysed by simulations using the implicit finite difference technique and also by experimental measurements.*

**Palavras-chave:** *Surge arrester, Electrothermal Model, heat Transfer and Finite difference.*