

## FIOS "CAPTORES" EM DETECTORES DE FAÍSCA

Josemary A.C. Gonçalves<sup>1</sup>, Marcello Damy S. Santos<sup>1,2</sup>  
e Carmen C. Bueno<sup>1,2</sup>

(1) IPEN-CNEN/SP - C.P.11049 - CEP 05508-900 - SP

(2) PUC/SP - C. P.02384 - CEP 01303-010 - SP

### RESUMO

O estudo da resposta de detectores de faísca com um fio anodo ladeado por dois fios de maior diâmetro (fios captoreiros ou de guarda) para partículas alfa do  $^{241}\text{Am}$  evidenciou um aumento de 25% na eficiência de detecção dos contadores nessa geometria. A análise dos impulsos dos fios captoreiros em relação aos do anodo mostrou ser possível determinar a posição de incidência da radiação com o uso de um sistema eletrônico simples.

### INTRODUÇÃO

Os contadores de faísca [1-3] operam em regime de descarga auto-mantida, que é induzida pela ionização colunar produzida pela interação de partículas carregadas pesadas no seu gás de enchimento; essa descarga é interrompida pela queda de tensão provocada pela corrente de ionização através de uma resistência de valor elevado ( $\approx 10\text{M}\Omega$ ), de forma que há a formação de uma descarga em faísca (ou disruptiva) de curta duração, para cada partícula incidente entre os eletrodos do contador.

Por essas razões, esse tipo de detector apresenta algumas características especiais: a) os impulsos observados têm tempo de subida inferior a 20ns e a amplitude de alguns milhares de volts - o que permite sua utilização em medidas de coincidência rápida ou com altas taxas de contagem com um sistema eletrônico bastante simples; b) é praticamente insensível à radiação de fundo beta e gama, mesmo em níveis elevados dessas radiações; c) usa como gás de enchimento, entre outros, o ar à pressão atmosférica.

Por outro lado, como consequência da distribuição das linhas de força do campo elétrico aplicado entre o fio anodo e a placa metálica (catodo), somente as partículas incidentes nas vizinhanças do fio anodo - onde o campo é mais intenso - serão detectadas, conferindo a esses contadores um caráter extremamente seletivo em função do ângulo e posição de incidência da radiação de interesse e portanto um pequeno volume sensível.

Com o objetivo de aumentar a eficiência de detecção desses contadores, permitindo sua utilização em medidas de monitoração ambiental, de fluxo de nêutrons em reatores e de íons pesados provenientes de aceleradores, estudou-se as suas condições de operação com vários fios anodos sensíveis, que podiam estar ligados independentemente ou não (fio único). Em todas as medidas a distância entre o anodo e o catodo do contador foi de 1,5mm e utilizou-se o ar à pressão atmosférica como gás de enchimento [4].

### DETECTORES COM CONFIGURAÇÃO MULTIFIOS

a) **Fios Independentes.** Inicialmente construiu-se um arranjo onde dois fios anodos, distantes de 2,0mm entre si, eram ligados de forma que os impulsos correspondentes eram observados, para cada fio anodo, mediante o emprego de resistências de extinção separadas. A irradiação do detector, com uma fonte alfa de  $^{241}\text{Am}$  sem colimador, mostrou que sua eficiência de detecção com dois fios era menor do que a contagem esperada (duas vezes maior do que para um fio único). Esse comportamento deve-se em princípio ao fato de que a estrutura com fios independentes origina uma grande capacidade de acoplamento entre os fios paralelos. Com isso, quando ocorre a passagem da faísca em um determinado fio, os fios vizinhos têm seu potencial de funcionamento diminuído pela indução de cargas de sinal oposto durante o tempo de recuperação do impulso da faísca ( $\gg 10^{-6}\text{s}$ ).

b) **Fio Contínuo.** Com o intuito de eliminar a interferência eletrostática entre dois fios próximos, construiu-se um arranjo com um fio contínuo, formando uma grade que cobre o catodo do contador, de modo a se obter dez fios anodos paralelos e coplanares, espaçados de 2,0mm entre si (Fig. 1). Esse método é mais cômodo quando se deseja uma grande área de detecção e em princípio, detectará a radiação alfa do  $^{241}\text{Am}$  com maior sensibilidade.

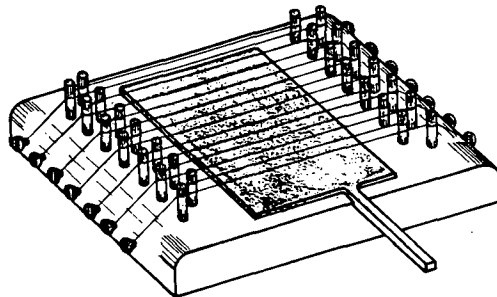


Fig. 1 - Detector de Faíscas com vários fios anodo (fio contínuo).

A curva característica para esse contador, com a fonte de  $^{241}\text{Am}$  sem colimador, incidência normal e a 30,0mm da placa metálica está representada na Figura 2. Esta mostra a existência de um patamar de 1,1kV de extensão com inclinação de 0,025%/V, mostrando que, para uma fonte extensa, a eficiência aumenta com o potencial aplicado.

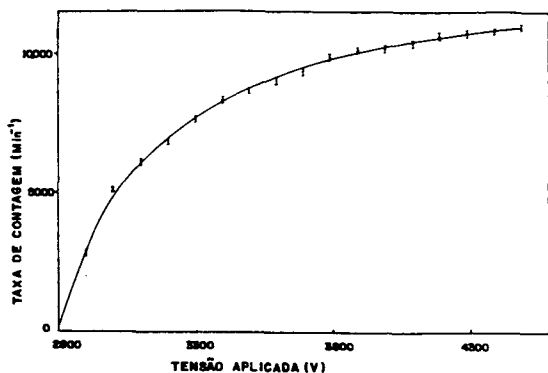


Fig.2 - Curva Característica do Contador com dez fios anodo (fio contínuo).

A seguir, para verificar a sensibilidade desse contador para os fios anodo, mediu-se a taxa de contagem para cada fio com a fonte de  $^{241}\text{Am}$  colimada, nas mesmas condições anteriores, e com o detector operando com 4,0kV aplicados. A Figura 3 representa os dados obtidos e evidencia uma uniformidade de resposta do contador nessas condições, devida à inexistência de perturbação eletrostática entre os fios.

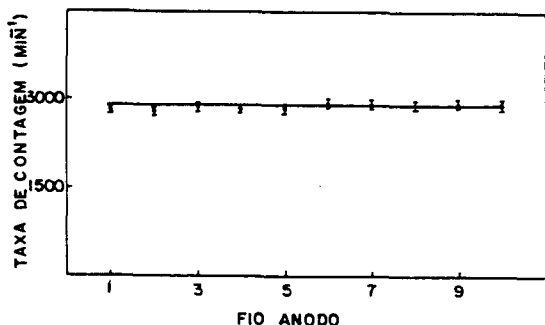


Fig. 3 - Variação da Taxa de Contagem para cada fio anodo do arranjo multifios (anodo contínuo).

### FIOS "CAPTORES" OU DE GUARDA

Uma alternativa encontrada para a obtenção de um ângulo sólido maior (e consequente aumento da eficiência de detecção) foi estudar a resposta do detector com o fio anodo de tungstênio ( $\phi=127\mu\text{m}$ ) cercado por dois fios coplanares de maior diâmetro, no caso de nióbio ( $\phi=250\mu\text{m}$ ), chamados de fios captadores ou de guarda. Esses fios, ligados ao potencial negativo (terra) através de uma

resistência, funcionam como um catodo auxiliar e aumentam a região sensível do contador no plano horizontal, como será visto adiante.

A curva característica para o arranjo mais simples, com um fio anodo sensível e dois fios captadores equidistantes de 2,0mm do fio anodo central (a fonte de  $^{241}\text{Am}$  estava colimada e a 30,0mm da placa) está representada na Figura 4(a). Esta, quando comparada à Figura 4(b) - onde não são usados os fios captadores-, revela que a presença dos fios de guarda aumenta em cerca de 25% a eficiência de detecção do contador, além de diminuir sua tensão de operação. A Figura 4(b) mostra também as excelentes condições de funcionamento do contador com um patamar de 1,5kV de extensão e apenas 0,01%/V de inclinação.

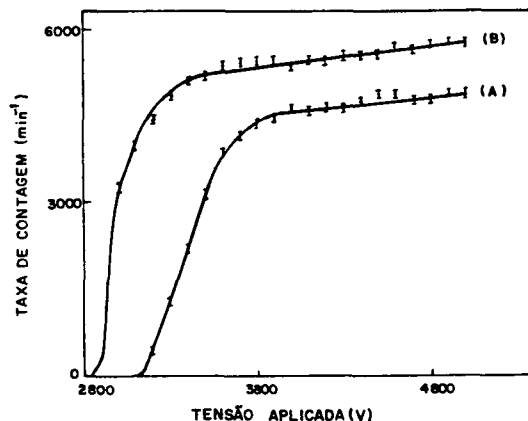


Fig. 4 - Curva Característica do Contador (a) sem os Fios Captadores; (b) com os Fios Captadores.

Esse comportamento decorre da geometria do campo elétrico para cada arranjo (Figuras 5 e 6 respectivamente), e no caso dos captadores (Figura 6) a conformação das linhas de campo é tal que favorece a detecção de partículas incidentes mesmo em regiões mais afastadas do anodo (região de menor campo elétrico). Isto se confirma pelo fato de que a curva de distribuição angular nessa geometria dos eletrodos tem um decréscimo suave na eficiência de detecção pois para ângulos de incidência da radiação superiores, as faíscas que se formam do anodo para o fio captador compensam (até certo ponto) a diminuição da ocorrência das descargas do fio para a placa. A figura 7 que mostra a variação da taxa de contagem em função do ângulo de incidência das partículas alfa ( $\theta$ ) para o arranjo com os fios captadores e sem os captadores representa bem esse fato.

**Localização da Faísca.** A análise dos impulsos do captor, aterrado através de uma resistência de valor adequado, mostrou uma flutuação de suas amplitudes, o que corresponde a impulsos de faísca produzidos fora da região de campo máximo - o que mostra um aumento da área sensível do contador. Uma análise eletrostática simples da influência das cargas induzidas mostra que a medida dessa amplitude

corresponde ao efeito das cargas induzidas pela ionização ao longo do canal da descarga: quando elas ocorrem mais próximas ao fio anodo, seus impulsos são maiores e a relação das amplitudes permite localizar o evento ionizante pela teoria da influência do baricentro das distribuições das cargas estudada por Radeka [5].

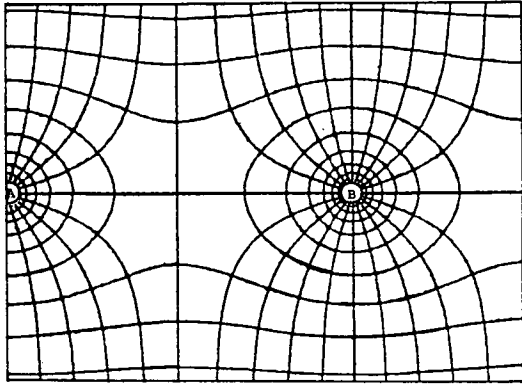


Fig. 5 - Linhas de Força e Superfícies Equipotenciais para dois fios anodo (A e B) de diâmetros iguais.

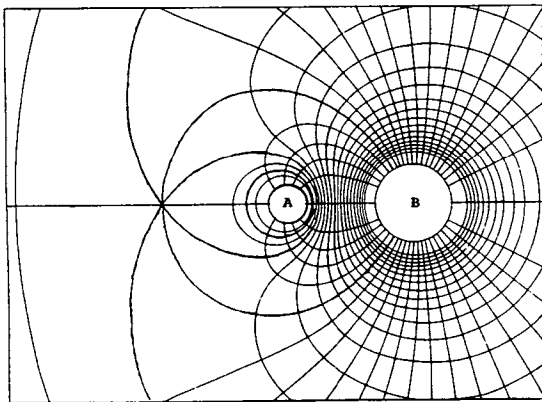


Fig. 6 - Linhas de Força e Superfícies Equipotenciais para um fio anodo (A) e um fio captor (B).

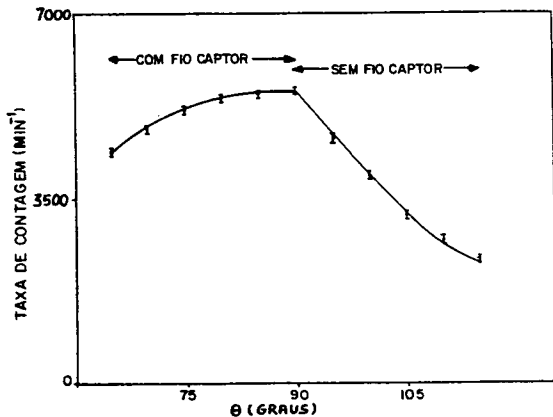


Fig. 7 - Variação da Taxa de Contagem em função da Posição Angular ( $\theta$ ) da Fonte com Fio Captor; o resultado sem o uso do Captor é apresentado para comparação.

**Tensão Mecânica Aplicada aos Fios.** Ao longo das medidas verificou-se que se a tensão mecânica de cada fio anodo não for suficientemente elevada ( $\approx 12,5g$ ), durante o funcionamento do contador com uma fonte alfa intensa, o fio oscila com tal amplitude que chega a desaparecer visualmente. Essas oscilações são devidas à interação das correntes que percorrem o fio e a faísca com os campos magnéticos devidos a essas correntes. A tensão mecânica exerce papel importante também para evitar a oxidação no ponto de contato entre o pino ligado à fonte de alta tensão e os fios anodo, permitindo uma perfeita distribuição do potencial aplicado nos diferentes fios.

## CONCLUSÃO

A utilização dos fios captadores, além de melhorar a eficiência de detecção do contador em 25%, indicando que essa configuração é a mais favorável para utilização desse tipo de detector, principalmente quando se tem vários fios anodos sensíveis, abre um novo método para a localização da posição da incidência da partícula estudada sem as complicações do sistema eletrônico encontradas, por exemplo, nos contadores proporcionais multifios.

## AGRADECIMENTOS

Ao Eng. José Carlos Sabino, do IPEN-CNEN/SP, pela construção do detector usado em nossas medidas.

## REFERÊNCIAS

- [1] CHANG, W. V. and ROSENBLUM, S. A Simple Counting System for Alpha Ray Spectra and the Energy Distribution of Po Alpha Particles. *Phys. Rev.*, **67**: 227-7, 1945.
- [2] CONNOR, R. D. The Properties of Spark Counters of the Rosenblum Type. *Proc. Phys. Soc.*, **64B**: 30-44, 1951.
- [3] PESTOV, Yu. N. The Status of Spark Counters with a Localized Discharge. *Nucl. Instrum. Meth.*, **A265**: 150-6, 1988.
- [4] GONÇALVES, J. A. C., TOBIAS, C. C. B. E SANTOS, M. D. S. Estudo de um Detector de Faísca para Detecção de Partículas Alfa. In: *Proceedings of the IV General Conference on Nuclear Energy*. (Rio de Janeiro, RJ, Brazil, July 5-9, 1992). Rio de Janeiro, Furnas Centrais Elétricas S.A., 1992, Vol.2.p. 615-7.
- [5] RADEKA, V. Low Noise Techniques in Detectors. *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.*, **38**: 217-77, 1988.

## ABSTRACT

Our experiments with spark counters have shown that by surrounding the anode wire with two wires of a larger diameter, an increase of the detection efficiency of about 25% is observed. The analysis of the amplitudes of the pulses in those guard wires with the coincident pulses in the anode wire show that it is possible to determine the position of the incidence of the ionizing particle with rather simple and conventional electronic circuitry.