

# ESTUDO DE UM DETECTOR DE FAISCA PARA DETECÇÃO DE PARTÍCULAS ALFA

JOSEMARY A.C.GONÇALVES<sup>1</sup>, CARMEM C.B. TOBIAS<sup>1,2</sup>, MARCELO DAMY DE S. SANTOS<sup>1,2</sup>

(1) INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
(2) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

## RESUMO

Um estudo sistemático das características de operação de contadores de faísca para detecção de partículas alfa ( $^{241}\text{Am}$ ) foi realizado utilizando-se fios anodos de diferentes composições químicas e diâmetros. As propriedades desse detector, como baixo "background" e sensibilidade negligenciável a raios beta e gama, mostram que ele pode ser utilizado com grande vantagem sobre os contadores convencionais em diversos problemas de Física Nuclear.

## INTRODUÇÃO

A idéia de utilizar uma descarga em faísca para a detecção de radiações ionizantes surgiu em 1934, quando Greinacher [1] descreveu um arranjo onde partículas ionizantes ao passarem pela região sensível entre dois eletrodos (um deles, cilíndrico terminado por uma ponta fina, e outro plano) eram registradas por faíscas que atravessavam o espaço entre eles. Esse contador era sensível a raios gama, assim como a partícula alfa e beta, entretanto, apresentava algumas desvantagens como: ausência de patamar nas características de contagem, "background" muito elevado e tempo de resolução longo (cerca de 0,03s).

Em 1945, Chang e Rosenblum [2] mostraram que estes problemas podiam ser resolvidos utilizando-se uma placa metálica plana como catodo e um fio estendido em frente à placa e a cerca de 1,5mm dela. Esse tipo de contador operava geralmente com ar à pressão atmosférica e, o mais importante, uma descarga era gerada apenas por partículas de grande ionização específica. Outras características desse detector referem-se ao baixíssimo "background" apresentado: cerca de duas contagens em uma hora e é praticamente insensível a raios beta e gama.

Por outro lado, os resultados existentes na literatura sobre esse contador [3] e [4], nem sempre são reprodutíveis e, com frequência até contraditórios. Este trabalho representa parte de um estudo sistemático que vem sendo realizado no IPEN, com a finalidade de alcançar uma compreensão profunda dos mecanismos intrínsecos da formação da descarga disruptiva "breakdown" e de seus efeitos secundários, e assim fornecer um detector robusto, confiável e de fácil manutenção para monitoração ambiental em áreas sujeitas a eventual contaminação por nêutrons ou fontes emissoras alfa (por exemplo, tratamento de minérios de urânio e tório, separação industrial ou urânio, sua metalurgia, produção do hexafluoreto de urânio e enriquecimento e fabricação de elementos combustíveis, etc). Contempla-se também a utilização desse contador em medidas de fluxo de nêutrons em reatores.

## ARRANJO EXPERIMENTAL

Os testes iniciais envolveram o estudo da resposta do contador em geometria fio-plano. Neste caso, o detector consistia de um fio (por exemplo de tungstênio) estendido sobre uma placa de aço inox, plana e opticamente polida, por meio de espaçadores de vidro a distâncias que variavam de 0,5 a 3,0mm. O fio anodo, cujo diâmetro é da ordem de 100 $\mu\text{m}$ , deve ser mantido paralelo à placa metálica a fim de garantir a simetria do campo elétrico nele aplicado. Todo esse sistema era suportado em uma placa de lucite como mostra a figura 1, e permitia o estudo de vários parâmetros do detector como: distância entre fios anodos e entre anodo e catodo (placa metálica), materiais constituintes do anodo e catodo, etc.

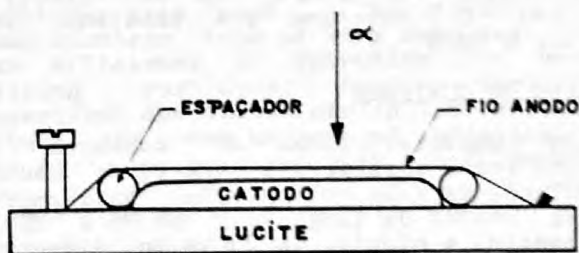


Fig. 1 - Esquema do detector de faísca em geometria fio-plano

Como gás de enchimento utilizou-se o ar à pressão atmosférica, e nestas condições, quando um potencial em torno de 3kV era aplicado (através de uma resistência de extinção de 10M $\Omega$ ) entre o fio e a placa, uma faísca era observada para cada partícula alfa que passava próxima ao fio anodo. Durante a faísca, o potencial no fio sofre uma queda aproximadamente igual a diferença entre o potencial aplicado e o potencial de ionização do gás ( $\pm 15\text{eV}$ ), o que indica uma amplitude de impulso em torno de 3kV. Este pulso era aplicado a um scaler através de um divisor de tensão, de modo que o número de faíscas (ou de partículas alfa que passam

entre o fio e a placa) pudesse ser determinado, conforme mostra a figura 2.

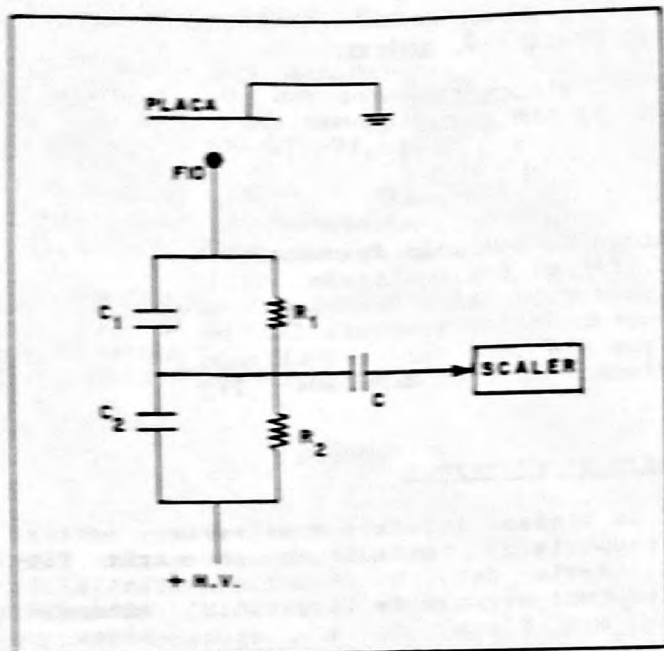


Fig. 2 - Diagrama do divisor de tensão utilizado

O divisor de tensão era composto por duas resistências em série,  $R_1 = 1k\Omega$  e  $R_2 = 10k\Omega$ , shuntadas por dois condensadores,  $C_1$  e  $C_2$ , convenientemente escolhidos de forma que  $R_1C_1 = R_2C_2$  para que os impulsos fossem transmitidos sem deformação. Os pulsos observados no osciloscópio possuíam magnitude uniforme, com duração que depende da constante de tempo RC do circuito associado. O risetime dos impulsos era inferior a 20ns.

#### OPERAÇÃO DO CONTADOR

As características de contagem do detector foram verificadas através da medida da variação da taxa de contagem, utilizando-se fios anodos de tungstênio de 75 e 127 $\mu$ m de diâmetro e nióbio de 250 $\mu$ m de diâmetro, relativa a uma fonte de  $^{241}Am$ , em função do potencial aplicado entre os eletrodos. As figuras 3, 4 e 5 representam as curvas características obtidas que mostram a existência de patamares de até 1800V de extensão, com inclinações praticamente desprezíveis.

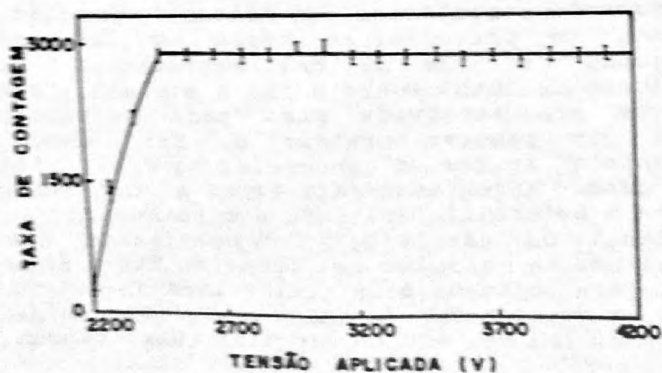


Fig. 3 - Curva característica do contador - fio de tungstênio de 75 $\mu$ m de diâmetro

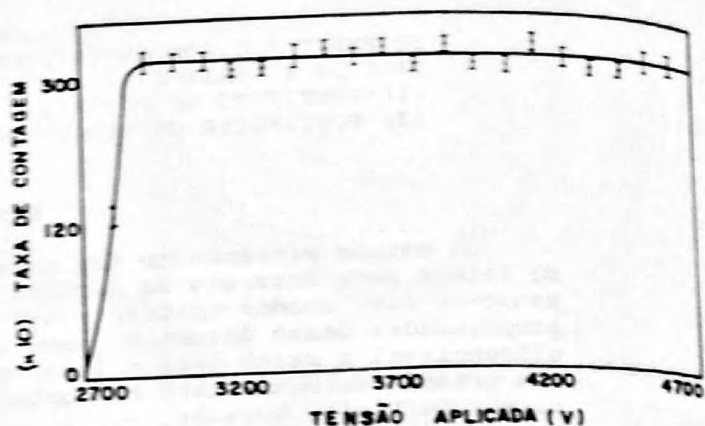


Fig. 4 - Curva característica do contador - fio de tungstênio de 127 $\mu$ m de diâmetro

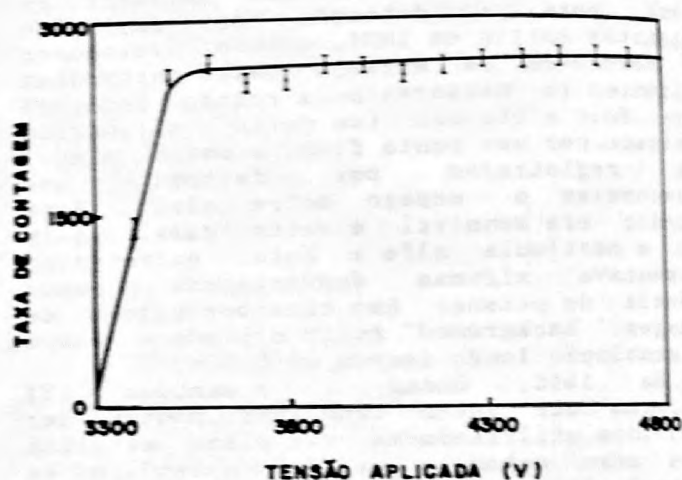


Fig. 5 - Curva característica do contador - fio de nióbio de 250 $\mu$ m de diâmetro

Patamares dessa ordem de grandeza não são apresentados por nenhum outro tipo de detector e demonstram que, nessa região, como o detector funciona em regime de corona, torna-se desnecessária a estabilização da fonte de alta tensão, o que simplifica enormemente a eletrônica a ser usada.

#### PROPRIEDADES DO CONTADOR

Efeito da Ionização Específica. A variação da eficiência do contador em função da ionização produzida pela partícula alfa na região entre o fio e a placa foi estudada. Resultados preliminares evidenciaram que a probabilidade de se desenvolver um "streamer" está vinculada à ionização produzida no gás pela radiação incidente. Esta conclusão foi confirmada pela insensibilidade desse detector à radiação de menor poder de ionização como as partículas beta e radiação gama. A figura 6 representa a curva de alcance integral das partículas alfa que penetram perpendicularmente ao plano do catodo, onde o termo alcance é definido como a distância da fonte à placa de aço inox.

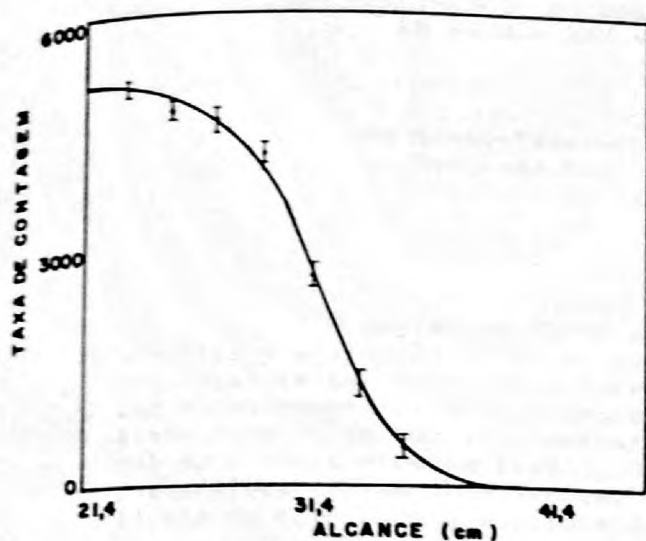


Fig. 6 - Curva de alcance integral das partículas alfa do  $^{241}\text{Am}$  com fio de tungstênio de  $127\mu\text{m}$  de diâmetro.

Esta evidencia que a medida que se afasta a fonte radioativa, aumenta a ionização produzida na região sensível do detector; experimentalmente observa-se o decréscimo da contagem devida ao straggling das partículas alfa, como é notório da curva de Bragg.

**Efeito Direcional.** Outra característica dos detectores de faísca refere-se a sua resposta direcional, ou seja, à existência da formação de uma descarga, e consequentemente o seu registro, apenas para partículas alfa incidentes em uma região muito próxima ao fio, como mostra a curva da sensibilidade transversal (ao fio anodo) representada na figura 7.

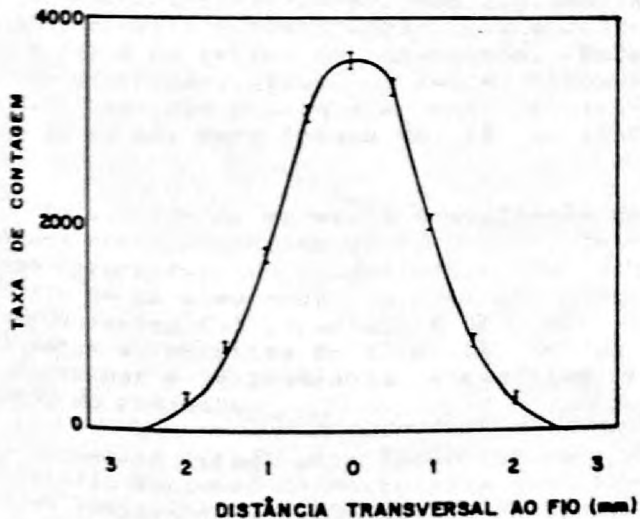


Fig. 7 - Variação da sensibilidade do detector com a distância do feixe de partículas alfa a partir do centro do fio de tungstênio de  $127\mu\text{m}$  de diâmetro.

Essa propriedade é de grande interesse em pesquisas de Física Nuclear onde se deseja excluir partículas incidentes em determinadas direções e também na localização da radiação incidente.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos e a facilidade de registro dos impulsos do contador de faíscas, uma vez que a magnitude desses chega a milhares de volts, antevêm inúmeras vantagens do seu uso para medidas de fluxo de nêutrons, por reações  $(n, \alpha)$ , no interior de elementos combustíveis e no núcleo do reator e também para monitoração ambiental no caso de contaminação por nêutrons, partículas alfa ou fragmentos de fissão; ao lado dessas aplicações estão aquelas relacionadas à Física Nuclear Experimental, onde haja interesse em detectar partículas pesadas provenientes de reações nucleares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Greinacher, H., "Über Einen Hydraulischen Zähler für Elementarstrahlen", *Helv. Phys. Acta*, Vol. 7, pp. 360, 1934.
- [2] Chang, W. V. and Rosenblum, S., "A Simple Counting System for Alpha-Ray Spectra and the Energy Distribution of Po Alpha-Particles", *Phys. Rev.*, Vol. 67, pp. 222, 1945.
- [3] Connor, R. D., "The Properties of Spark Counters of the Rosenblum Type", *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 64B, pp. 30, 1951.
- [4] Aoyama, T. and Watanabe, T., "Some Properties of a Needle Corona Counter with a Preamplification Gap for alpha-Rays", *Nucl. Instrum. Meth.*, Vol. 197, pp. 357-363, 1982.

## SUMMARY

A systematic study of the operation characteristics of Spark Counters with air filling at atmospheric pressure was carried out for alpha particles ( $^{241}\text{Am}$ ). Anode wires of different chemical compositions and diameters were used. The properties of these counters such as very low background, high efficiency of detection for heavily ionizing particles, their directional properties and their negligible efficiency of beta and gamma background radiation show that they can be used with great advantage over conventional counters in several Nuclear Physics problems.