

EFEITO DA TAXA DE CONTAGEM EM DETECTORES PROPORCIONAIS DE CATODO RESISTIVO

Carmen C. Bueno, Josemary A. C. Gonçalves e M. Damy de Souza Santos

Depto. de Aplicações na Engenharia e Indústria
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Caixa Postal 11049 - 05508-900 - São Paulo - SP

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a utilização de um contador proporcional com catodo resistivo - um tubo de vidro revestido externamente por uma fina camada de aquadag (catodo externo) - para detecção e espectrometria de partículas alfa. Durante sua operação, uma força eletromotriz (f.e.m.) aparece na superfície interna do vidro, cuja intensidade aumenta com o aumento da tensão aplicada entre os eletrodos do contador e com a intensidade da fonte radioativa. Os resultados obtidos com esse tipo de contador, preenchido com a mistura P-10 (90% Ar e 10% CH₄) em fluxo contínuo de gás, foram comparados com os de um contador convencional de mesma geometria e mostraram um patamar mais extenso e de menor inclinação. A resolução em energia encontrada para as partículas alfa do ²⁴¹Am, FWHM=132,8keV, mostra que sua utilização é recomendada sempre que a identificação de emissores alfa for necessária.

INTRODUÇÃO

Detectores gasosos operando em regime proporcional têm sido largamente empregados em pesquisas de física nuclear [1-5], física de altas energias, astronomia de R-X, etc, devido fundamentalmente às suas características de fácil construção, baixo custo (comparado com semicondutores) e melhor resolução em energia do que os detectores de cintilação. Entretanto, um dos maiores problemas decorrentes do uso destes detectores reside na deterioração de suas condições de funcionamento como consequência da alteração das propriedades de seus eletrodos e das misturas gasosas empregadas. Este fenômeno tem sido estudado por vários pesquisadores [6-12] que observaram uma alteração no fator de multiplicação gasosa e uma consequente deterioração da resolução em energia.

Para evitar ou atrasar o aparecimento de tais efeitos, construímos um contador proporcional cujo catodo foi constituído por um cilindro de vidro alcalino, revestido externamente com uma fina camada de grafite coloidal e, como anodo, um fio de tungstênio fixado por uma peça de vidro em uma das extremidades do detector. O funcionamento deste contador é equivalente ao de um contador convencional cujo catodo é conectado em série com um circuito constituído por uma resistência em paralelo com um condensador, devido à parede de vidro interposta entre o catodo e o terra.

Como a resistividade do vidro é relativamente elevada ($10^9 \Omega \cdot \text{cm}$), as cargas positivas produzidas durante

as avalanches Townsend acumulam-se na face interna do cilindro aumentando o seu potencial e, em consequência, a diferença de potencial entre anodo e o catodo torna-se menor do que o potencial aplicado. Este efeito depende da condutividade do vidro, da tensão externa aplicada e da atividade da fonte radioativa utilizada.

Para avaliar este efeito nas condições de resposta do detector proporcional, comparou-se os resultados obtidos com o de catodo externo com aqueles encontrados com outro detector proporcional convencional de geometria idêntica.

ARRANJO EXPERIMENTAL

O contador proporcional de catodo externo (I) foi obtido a partir de um cilindro de vidro alcalino de 0,8mm de espessura, 47,4mm de diâmetro e 106mm de comprimento, revestido externamente por uma fina camada de aquadag (Acheson-114). Um tubo de aço-níquel de 3,6mm de diâmetro foi usado como tubo de guarda para evitar os efeitos de borda e delimitar a região sensível do detector.

O contador proporcional convencional (II) foi simplesmente obtido inserindo no interior do contador de vidro uma fina camisa de cobre que desempenhava o papel de catodo interno do contador. Todas as medidas foram feitas com a mistura P-10 (90% Ar e 10% CH₄) em regime de fluxo contínuo.

Uma fonte de ^{241}Am foi suportada em um disco de fibra de vidro que permitia a fixação de colimadores de diferentes diâmetros, cuja função era a de variar a intensidade da radiação que atingia o volume sensível do detector.

Os impulsos de tensão, gerados em uma resistência de $2,2\text{M}\Omega$ ligada ao anodo do detector, eram enviados a um pré-amplificador sensível à tensão (especialmente projetado para esse fim) e, deste, enviados ao amplificador ORTEC-572 com constante de tempo ajustada em $3,0\mu\text{s}$. Estes sinais eram, em seguida, enviados ao analisador multicanal (ORTEC- Spectrum Ace) que fornecia os espectros de energia. Nas medidas da variação da taxa de contagem em função da tensão aplicada, os pulsos amplificados eram enviados a um analisador monocanal (ORTEC-406A) e, deste, seguiam para um scaler (ORTEC-994).

RESULTADOS OBTIDOS

A amplitude dos impulsos provenientes dos contadores (I) e (II), para a mistura P-10, em função da tensão aplicada, estão representadas na Fig. 1. A análise destas curvas mostra claramente que, para tensões inferiores a 3000V , ambos contadores possuem impulsos praticamente de mesma amplitude. Entretanto, para tensões acima deste valor, existe um decréscimo na amplitude dos impulsos provenientes do contador (I) em comparação ao contador (II). Este comportamento pode ser explicado pelo aumento da carga positiva na face interna do vidro, a qual aumenta com a tensão aplicada, decrescendo, portanto, a diferença de potencial efetiva entre o anodo e o catodo externo. Assim, o contador proporcional de catodo externo opera em tensões mais elevadas do que as do detector convencional e atinge a região de Geiger-Muller apenas para potenciais de 4200V .

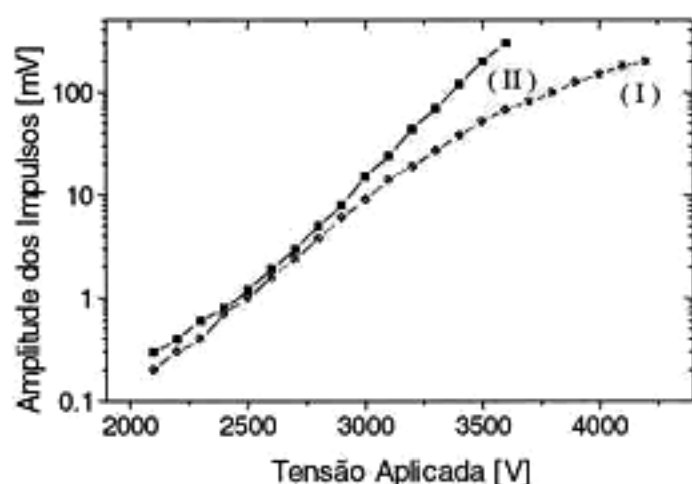


Figura 1. Curva da Variação da Amplitude dos Impulsos em função da Tensão Aplicada nos Contadores I e II.

O comportamento dos contadores (I) e (II) como detectores de partículas alfa foi estudado medindo-se a taxa de contagem em função da tensão aplicada. Os

resultados obtidos, representados na Fig. 2, mostram que o detector (I) tem um patamar de 15000V enquanto o do detector (II) está limitado a 12000V . As inclinações medidas, de $6,2 \times 10^{-2} \%$ para o contador (I) e $5,8 \times 10^{-2} \%$ para o contador (II), mostram que a presença de impulsos espúrios é praticamente desprezível.

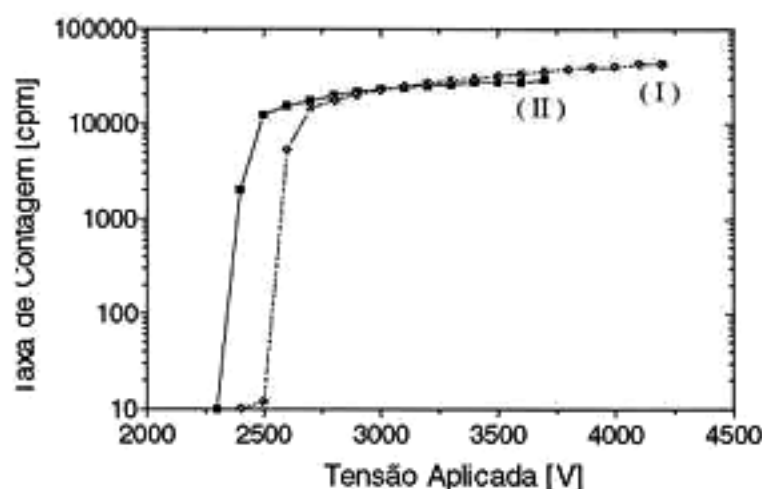


Figura 2. Curvas Características dos Contadores I e II.

A fim de estudar a influência deste efeito de contra-tensão na amplitude dos impulsos em função da taxa de contagem, colimadores de diferentes diâmetros foram usados para variar a intensidade de partículas que penetravam no volume sensível do detector. Para uma tensão aplicada de 3500V , o decréscimo percentual das amplitudes dos pulsos medidos diretamente nos anodos dos contadores (I) e (II) está representado na Fig. 3. Nesta é possível observar que, dentro da faixa de taxa de contagem medida, o detector (II) não apresentou variação alguma nas amplitudes dos pulsos, enquanto o detector (I), para taxas de contagens acima de 100cpm , mostrou um decréscimo significativo na amplitude dos impulsos devido ao decréscimo da tensão efetiva existente entre seus eletrodos. Deve ser salientado que este efeito se manifesta para taxas de contagens muito inferiores às necessárias para reduzir o fator de multiplicação em contadores proporcionais convencionais [13,14].

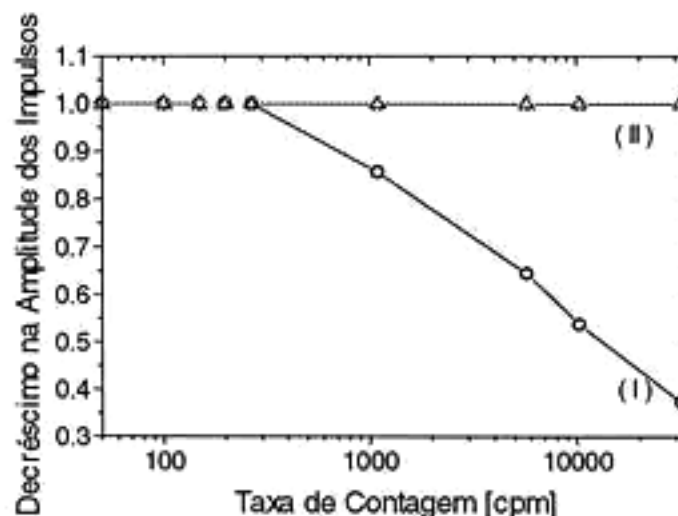


Figura 3. Variação da Amplitude dos Impulsos dos Contadores I e II em função da Taxa de Contagem.

As condições de resposta dos detectores (I) e (II) para a espectrometria de partículas alfa foram estudadas para o ^{241}Am . Os resultados obtidos são similares nos dois contadores. A Fig. 4 mostra o espectro registrado no contador (I) para uma tensão de 3500V e a resolução encontrada, FWHM = 132,8keV para a linha alfa de 5,486MeV, mostra que este detector pode ser usado em problemas de identificação de emissores alfa.

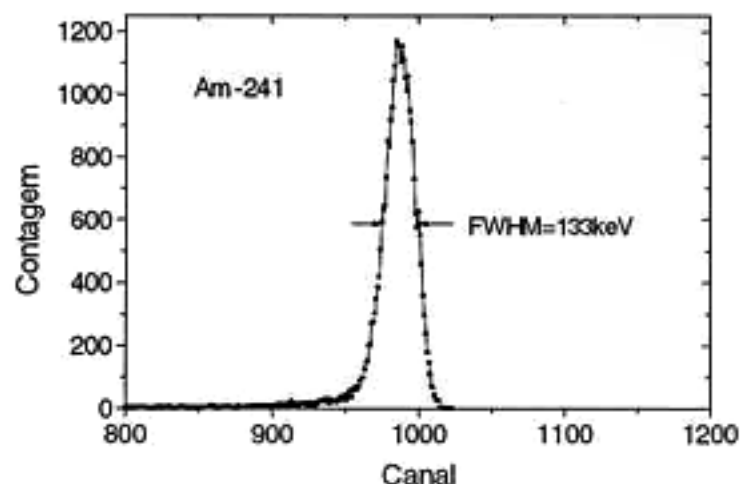


Figura 4. Espectro de Energia das Partículas Alfa do ^{241}Am com o Contador I (3500V).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que, em contadores proporcionais de catodo externo, o efeito de contra-tensão, originado pelo acúmulo de cargas positivas associadas às avalanches Townsend nas paredes internas do vidro, acarreta uma pequena diminuição na amplitude dos impulsos quando se trabalha com taxas de contagens superiores a 1000cpm.

Por outro lado, dentre as inúmeras vantagens que estes detectores apresentam em relação aos contadores proporcionais convencionais, como longa vida, baixo "background alfa" e facilidade de descontaminação, a sua resolução em energia recomenda a sua aplicação na espectrometria de emissores alfa.

REFERÊNCIAS

- [1] R. A. Boie, et al., **High Resolution X-Ray Gas Proportional Detectors with Delay Line Position Sensing for High Counting Rates**, Nucl. Instrum. and Meth., A201(1982)93.
- [2] J. Marzec and Z. Pawlowski., **Proportional Counter with a Uniform Electric Field in the Zone of Avalanche Multiplication of Electrons**, Nucl. Instrum. and Meth., A200(1982)355.
- [3] A. Othman., **Gas Amplification Factor in Neon-Nitrogen Filled Proportional Counters**, Nucl. Instrum. and Meth., A270(1988)492.

- [4] R. Winkler and G. Rosner., **Proportional Counter for Low-Level Pu-241 Measurement**, Nucl. Instrum. and Meth., A274(1989)359.
- [5] S. Danshin, et al., **Small Gas Proportional Counters Filled with an Ar-CO₂ Mixture for counting of Ultra-Low Activities of Ar-37**, Nucl. Instrum. and Meth., A349(1994)466.
- [6] M. Atac., **Wire Chamber Aging and Wire Material**, IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-34(1) (1987) 476.
- [7] S. P. Beingessner et al., **Influence of Chemical Trace Additives on the Future Aging of the UA1 Central Detector**, Nucl. Instrum. and Meth., A272(1988)669.
- [8] J. A. Kadyk., **Wire Chamber Aging**, Nucl. Instrum. and Meth., A300(1991)436.
- [9] J. Va'vra., **Wire Chamber Gases**, Nucl. Instrum. and Meth., A323(1992)34.
- [10] M. Capéans, et al., **Aging Properties of Straw Tubes with a Xe-CO₂-CF₄ Gas Mixture**, Nucl. Instrum. and Meth., A337(1993)122.
- [11] A. Algeri, et al., **Anode Wire Aging in Proportional Counters: The Problem of Analog Response**, Nucl. Instrum. and Meth., A338(1994)348.
- [12] J. A. C. Gonçalves, et al., **New Advances in Spark Detectors**, Nucl. Instrum. and Meth., A349(1994)418.
- [13] C. Mori, et al., **Self-Induced Space Effect on Gas in Proportional Counters**, Nucl. Instrum. and Meth., A196(1982)49.
- [14] T. Z. Kowalski., **The Influence of the Concentration of the Quench Gas on the Count Rate Effect in Proportional Counters**, Nucl. Instrum. and Meth., A239(1985)551.

ABSTRACT

The possibility of using a proportional gas counter with a resistive cathode- a tube of soda glass covered by a thin layer of aquadag (external cathode)- for the detection and spectrometry of alpha particles has been investigated. During its operation, an eletro-motive force (emf) appears on the internal surface of the glass which increases with both the external voltage applied between the electrodes and the radioactive source intensity. The obtained results with this counter filled with a P10 gas mixture at atmospheric pressure under a continuous flow, were compared with those obtained with a conventional cylindrical counter of the same geometry and have shown a wider and flatter plateau. Its measured energy resolution (FWHM = 132,8keV for the ^{241}Am alpha particles) shows that it can be used whenever the identification of the alpha-emitters is required.