

aniquilação pelos dois cristais posicionados frontalmente, sob e sobre o contador proporcional. A eletrônica utilizada é a convencional para este tipo de medida, sendo que para o registro das taxas de contagem, foi utilizado um método desenvolvido pelo LMN, o qual utiliza um conversor de tempo em altura de pulso "Time to Amplitude Converter (TAC)" associado a um analisador multicanal. As expressões das taxas de contagem para as vias de detecção do sistema de coincidência são dadas por:

$$N_{\beta} = N_0 a [\epsilon_{\beta} + (1 - \epsilon_{\beta}) I \epsilon_{\beta\gamma}] + N_0 b \epsilon_{X,A} \quad (1)$$

$$N_{\gamma} = N_0 a I \epsilon_{\gamma} \text{ e } N_c = N_0 a \epsilon_{\beta} \epsilon_{\gamma}$$

Onde:

N_0 é a taxa de desintegração da fonte,

a é a probabilidade de emissão beta,

ϵ_{β} é a eficiência beta,

I é a probabilidade de emissão gama,

$\epsilon_{X,A}$ é a eficiência do detector beta para elétrons Auger, raios-X,

$\epsilon_{\beta\gamma}$ é a eficiência do detector beta para a radiação gama.

b é a probabilidade de desintegração pelo o ramo de captura eletrônica,

ϵ_{γ} é a eficiência do detector de NaI(Tl)

N_{β} e N_{γ} são as taxas de contagem observadas nos detectores empregados, corrigidas para radiação de fundo, tempo morto e decaimento do modo usual.

N_c é a taxa de coincidências observadas,

Combinando-se a equação de N_{γ} e N_c obtém-se as expressões para a eficiência ϵ_{β} . Da razão de N_{β} e N_{γ} sobre N_c obtém-se (N_0)

A atividade da solução (N_0) foi determinada pela técnica de extrapolação da eficiência beta. Esta técnica consiste em analisar a razão das contagens em função do parâmetro de ineficiência o qual foi variado por discriminação eletrônica no intervalo de 99% a 86%.

A curva de extrapolação é obtida pelo ajuste linear dos dados experimentais pelo método de mínimos quadrados. A atividade é o coeficiente linear da curva correspondente ao parâmetro de ineficiência igual a zero. Os resultados da atividade obtidos para os dois intervalos de energia selecionados apresentaram um bom acordo entre si dentro da incerteza experimental.

[02/09/2001 - Painei]

Estudo de Métodos de Interpolação para Curvas de Eficiência Obtidas com Detectores Semicondutores de HPGe

VANDERLEI CARDOSO, MAURO DA SILVA DIAS, MARINA FALLONE KOSKINAS
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares: IPEN/CNEN - SP

A técnica de espectrometria gama, utilizando detectores de HPGe, tem sido amplamente empregada em diversas áreas de pesquisa, em razão do excelente poder de resolução em energia apresentado por estes tipos de detectores [1]. Numerosos métodos tem sido utilizados para modelar a função que relaciona a eficiência para o pico de absorção total e a energia da radiação gama ou X [1-4]. Porém, embora haja uma multiplicidade de funções apresentadas na literatura, nenhum método em particular tem sido recomendado para modelar esta relação física, utilizando detectores de HPGe [2]. O presente trabalho propõe que seja ajustada uma função, na qual o logaritmo da eficiência é obtido em função do logaritmo da razão entre a energia do nuclideo e uma energia referencial, que são duas, E_1 e E_2 . Portanto, a função tem um ajuste diferenciado para três intervalos de energias. Para energias de 50 keV até E_1 é ajustada uma parábola com parâmetros a_1, a_2 e a_3 . Para o intervalo de energias entre E_1 e E_2 , outra parábola com parâmetros a_1, a_2 e a_4 e por fim para energias superiores a E_2 , uma terceira parábola é ajustada com parâmetros a_1, a_2 e a_5 , totalizando sete parâmetros. Como dados de entrada, o programa lê os parâmetros iniciais da função proposta, juntamente com os limites dos intervalos de energia, além das energias e eficiências

obtidas experimentalmente. Os erros estatísticos e sistemáticos são considerados, determinando assim uma matriz de covariância para os dados de entrada. Com os parâmetros iniciais as eficiências de pico são calculadas pela função proposta em função de energias conhecidas. Após o cálculo do Qui - Quadrado obtido em função dos parâmetros iniciais, o programa determina incrementos nos parâmetros pelo processo de expansão parabólica, aplicado ao Método dos Mínimos Quadrados. Ao obter os novos parâmetros, o programa calcula novas eficiências, e novo Qui-Quadrado o qual é comparado com o anterior. Caso o Qui-Quadrado seja maior que o anterior, os sinais dos acréscimos são trocados e novos parâmetros e eficiências são calculados. O processo é repetido, até que o Qui-Quadrado mínimo seja atingido. Foi realizado um ajuste desta função para o intervalo de energia de 59.54 keV a 2754,03 keV, e chegou-se a valores de eficiências com valor de Qui - Quadrado satisfatório. Os resultados foram comparados com os obtidos por meio de um ajuste polinomial entre o logaritmo da eficiência e o logaritmo da energia.

Referências

1. "Radiation Detection and Measurement", G.F.Knoll, 2nd Edition, John Wiley & Sons, (1989).
2. "Evaluation of energy efficiency fitting functions for HPGe detectors", R.S. Seymour, M.S. Andreaco, J. Pierce, Journ. of Radioan. and Nucl. Chemistry, Vol. 123, No. 2, p.529, (1988).
3. "International comparison of Interpolation Procedures for the Efficiency of Germanium Gamma-ray Spectrometers" W.L. Zijp, A. N. Poole, H.J. Nothenius, K. Debertin, 5th ASTM EURATOM Symposium on Reactor Dosimetry, Geesthacht, F.R. Germany, Sept. 24-28, (1984).
4. "HPGe Detector Efficiency Calibration for Extended Sources in the 50-1400 keV Energy Range", L. Venturini, V.R. Vanin, Appl. Radiat. Isot., Vol.44, No. 7, p. 999, (1993).

[02/09/2001 - Painel]

Automatização de um Sistema de Medidas de Correntes Produzidas por Câmaras de Ionização

FRANCO BRANCACCIO, MAURO DA SILVA DIAS, MARINA FALLONE KOSKINAS

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP)

Câmaras de Ionização, operando em modo de corrente, têm sido amplamente empregadas em diversas áreas de pesquisa, em razão da sua excelente estabilidade e pela relativa simplicidade na eletrônica envolvida [1].

Os sistemas utilizando Câmaras de Ionização de Poço têm sido considerados como padrões secundários para medidas de atividade de radionuclídeos [2], possibilitando a transferência da calibração obtida em um sistema de padronização primário, usualmente utilizando coincidências $4\pi\beta\gamma$ [3], com, praticamente, a mesma exatidão. A calibração no sistema primário é demorada, enquanto que a medida em um sistema de Câmara de Ionização é mais simples e rápida.

Uma dificuldade apresentada nesta calibração é a necessidade de medir correntes muito baixas, na faixa de 10 pA a 1 fA [4], exigindo a utilização de um sistema de medidas de corrente de alta sensibilidade, linearidade e reprodutibilidade. É desejável que o sistema opere de modo automático.

O Laboratório de Metrologia Nuclear (LMN) do IPEN-CNEN/SP possui dois sistemas de Câmara de Ionização de poço $4\pi\gamma$ para medida de atividade, que permitem a calibração de fontes radioativas com atividades desde algumas dezenas de kBq até dezenas de MBq. Estes sistemas têm sido operados de modo semi-automático, por meio de uma interface que comanda a operação de um eletrômetro Keithley Modelo 616, associado a um cronometro, um voltímetro digital e uma impressora. Este sistema apresenta uma série de limitações que dificultam o processo de medida, tais como: necessidade de efetuar medidas para ajuste do sistema; os dados são impressos, devendo ser digitados em um programa de cálculo etc.

O presente trabalho visa superar estas dificuldades, automatizando os sistemas com Câmaras de Ionização do LMN. O sistema utiliza um computador pessoal, associado a circuitos eletrônicos e programas, especialmente desenvolvidos.

A corrente é medida pelo método de Taxa-de-Deriva ("Rate-of-Drift") [4,5]. A corrente da Câmara é integrada por um eletrômetro. Mede-se o tempo decorrido entre dois valores de tensão pré-definidos. Assim, obtém-se a corrente da Câmara, proporcional à atividade da fonte radioativa medida. A atividade é determinada de forma relativa, comparando-se a corrente obtida àquela fornecida por uma fonte padrão, denominada de MONITOR, descontando-se a corrente de fundo e corrigindo-se para decaimento.

A parte eletrônica desenvolvida inclui:

- Gerador de tensões de referência ($V_1 = 2,0V$ e $V_2 = 8,0V$);
- Circuito Comparador;
- Circuito Lógico;
- Gerador de rampas de teste;