

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 $4\pi\beta\text{-}\gamma$ [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 $4\pi\text{-}\gamma$ 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;

- Placa de Aquisição CAD12/32 (Lynx Tecn. Eletrônica Ltda.).

O circuito Comparador compara a tensão de integração do eletrômetro às tensões de referência (V1 e V2), gerando sinais de início e término de medida de tempo.

O circuito Lógico produz um sinal padrão TTL (GATE), que determina o período de contagem de tempo, entre V1 e V2.

O Gerador de rampas de teste simula o sinal de integração de um eletrômetro, com a finalidade de possibilitar testes, tanto na parte eletrônica como nos programas, de maneira rápida e sem a necessidade da utilização dos sistemas de medidas Câmara/Eletrômetro.

O cartão CAD12/32 contém diversos recursos (oscilador de base de tempo, portas de I/O digitais, canais de leitura de sinais analógicos, contadores) que facilitam a implementação do projeto, gerando os sinais de controle, possibilitando a leitura de sinais importantes (tensões: referências, eletrômetros e alimentação) e proporcionando o interfaceamento do sistema com o microcomputador.

Os programas desenvolvidos são:

- Interface gráfica (plataforma Windows 9.x);
- Programa de Cálculo da Atividade da fonte radioativa (DOS).

A interface gráfica permite:

- determinar os parâmetros da aquisição (descrição da medida, número de ciclos da aquisição de dados etc.);
- executar comandos de arquivo (abrir, salvar, imprimir);
- executar comandos de teste e de aquisição: (iniciar, suspender, cancelar);
- o controle da aquisição, propriamente dita;
- executar chamada da rotina de cálculos (conexão ao programa utilizado pelo LMN).

As medidas preliminares realizadas indicaram que o sistema possui boa precisão e linearidade:

- precisão da ordem de 0,1% em uma medida (para tempos de integração de 600s);
- linearidade melhor que 0,7% (integrações de ~1s a ~30s).

A precisão foi obtida a partir de aquisições de 100 medidas (repetitividade), em tempos de integração de 0,6s, 60s e 600s. A precisão melhora com tempos de integração maiores, concordando com a teoria [1] (~4,0% em 0,6s e ~0,1% em 600s, por medida).

A linearidade foi avaliada a partir da medida das correntes produzidas durante o decaimento do ^{18}F . O valor calculado da meia-vida concorda com a literatura:

Meia-vida do ^{18}F (horas):

- medida realizada: $1,823 \pm 0,012$;
- valor da literatura: $1,828 \pm 0,002$ [6].

Por estes resultados, pode-se concluir que a automatização desejada para os sistemas de medida de atividades com Câmaras de Ionização do LMN foi alcançada. O sistema apresenta a precisão e reprodutibilidade exigidas em Metrologia Nuclear, não introduzindo erros sistemáticos relevantes.

Referências Bibliográficas

1. KNOLL, G. F. Radiation detection and measurement. John Wiley & Sons, 1989.
2. WOODS, M. J.; KEIGHTLEY, J. D.; CIOCANEL, Intercomparisons of ^{67}Ga and ^{123}I Assays in UK Hospitals. 1996. Appl. Radiat. Isot. Vol. 49, No 9-11, pp1449-1452, 1998.
3. BAERG, A. P. Measurement of radioactivity desintegration rate by the coincident method. Metrologia, 2 (1), p: 23-32, 1966.
4. SIMOEN, J. P.; OSTROWSKY, A. Mesure de très faibles courants continus. Application en métrologie des rayonnements ionisants. Bulletin BNM, No. 32, Avril 1979.
5. GHIHO, J. P. et alii. Mesure des courants faibles au Laboratoire de Metrologie de Rayonnement Ionisants. C.E.A., Saclay. CEA-R-4637, Décembre 1974.
6. NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. International Intercomparison of ^{18}F Activity. U.K., 2000.