

## SISTEMA DE AMPLIFICAÇÃO RÁPIDO PARA ESPECTROMETRIA GAMA

E.F.O. Jesus e R.T. Lopes

Laboratório de Instrumentação Nuclear  
Escola de Engenharia e COPPE/UFRJ

### RESUMO

Foi desenvolvido um sistema de amplificação para espectrometria gama com altas taxas de contagem (LIN). O sistema foi construído com amplificadores operacionais. O sistema LIN foi testado e comparado em termos de eficiência e resolução em energia com um sistema convencional ORTEC utilizando-se de uma fonte de  $^{192}\text{Ir}$  de  $9,25 \times 10^{10}$  Bq de atividade e detector de NaI(Tl). O sistema LIN mostrou um melhor desempenho em relação aos parâmetros testados.

### INTRODUÇÃO

Efetuar medidas de espectro de emissão de materiais radioativos, nem sempre exige o emprego de equipamentos eletrônicos que apresentem entre suas características a rapidez de processamento do sinal proveniente de detectores. Entretanto, nas aplicações práticas da radiação ionizante, principalmente quando há pacientes envolvidos, o fator tempo pode ser preponderante, e a necessidade de trabalhos com altas taxas de contagem passa a ser fundamental [1].

Em função dessa necessidade, o Laboratório de Instrumentação Nuclear da UFRJ, tentou importar anos atrás instrumentação rápida para espectrometria, tendo encontrado dificuldades por parte de autoridades de alguns países em concederem licenças de exportação para esse tipo de equipamento.

Decidiu-se então, partir para o desenvolvimento de um sistema de amplificação nacionalizado que pudesse operar com taxas de contagem elevadas sem provocar as distorções que se verificam com equipamentos padrões, permitindo assim obtenção de dados mais rápidos e precisos.

Neste trabalho apresenta-se o sistema de amplificação desenvolvido, com os seus dados operacionais e os seus resultados de desempenho.

### BASES DO SISTEMA

O sistema LIN foi desenvolvido a partir de um modelo de pré-amplificador montado para detectores tipo barreira de superfície utilizando amplificadores operacionais para simplicidade do projeto [2].

O esquema básico do sistema pode ser visualizado na figura 01. Ele foi dividido em dois estágios para permitir uma melhor distribuição de ganho com a correspondente conformação do sinal. Tendo em vista a finalidade de aumentar a taxa de contagem operacional do sistema, e não a obtenção de uma melhor resolução em energia, todos os dispositivos de filtragem e ajustes de linha de base (pz), podem ser removidos.

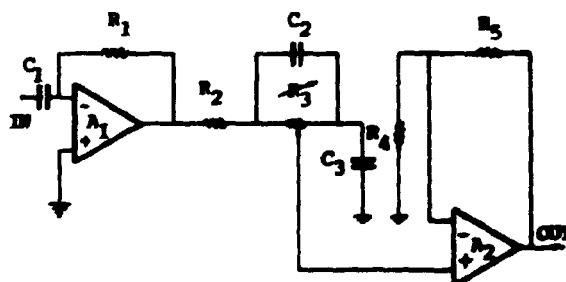


FIGURA 01 - Esquema básico do sistema de pré-amplificação e amplificação.

Os dados operacionais do sistema são os seguintes:

- . Impedância de entrada: 1 M $\Omega$
- . Pulso de entrada: negativo
- . Ganho: 50
- . Linearidade
- . Constante de tempo: 0,5  $\mu\text{seg}$
- . Impedância de saída: 50  $\Omega$
- . Tensão de alimentação:  $\pm 12$  V<sub>DC</sub>

O sistema foi dimensionado para operar com sinal de entrada diretamente da fotomultiplicadora, sendo o sinal de saída no formato bipolar com amplitude variando de 3,0 a 5,0 volts, ajustáveis através de um resistor variável tipo multivolta (figura 02).

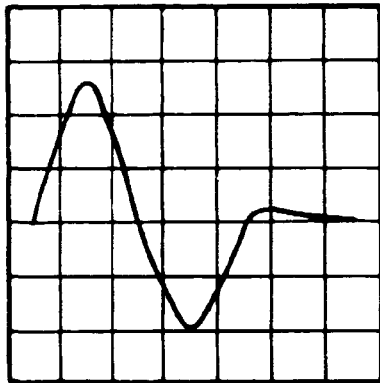


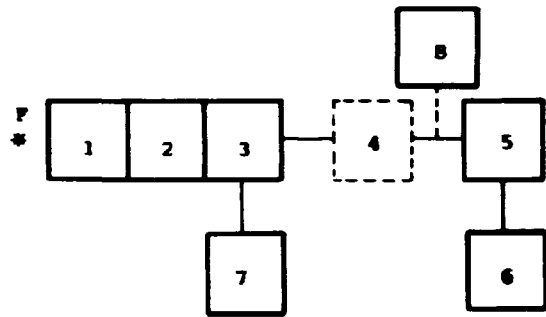
FIGURA 02 - Sinal típico de saída do sistema.

A simplicidade do sistema permite que ele seja montado na própria base da fotomultiplicadora, melhorando o desempenho pela redução da capacitância dos cabos e conectores, e reduzindo em muito o espaço com a instrumentação.

#### AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para verificação do desempenho, além da avaliação dos parâmetros de operação, avaliou-se também sua resposta comparativamente frente a um sistema convencional de amplificação de fabricação ORTEC (USA) [3].

Foram montados dois sistemas de detecção para a realização de testes, esquematizados na figura 03. A fonte utilizada foi de  $^{192}\text{Ir}$  com atividade de  $9,25 \times 10^{10}$  Bq e o detector de cintilação de iodeto de sódio ativado com tálio com dimensões de 50,4mm por 50,4mm, formato cilíndrico acoplado a uma fotomultiplicadora do mesmo diâmetro.



1. Cristal de NaI(Tl)
2. Fotomultiplicadora
3. Base de fotomultiplicadora
4. Amplificador
5. Analisador monocal
6. Contador
7. Fonte de alta tensão
8. Analisador multicanal

FIGURA 03 - Diagrama de bloco dos sistemas de contagem.

No primeiro conjunto foram utilizados os seguintes equipamentos:

- . Base da fotomultiplicadora e pré-amplificador ORTEC-276
- . Amplificador ORTEC-485
- . Analisador monocal ORTEC-406A
- . Contador ORTEC-484
- . Fonte de alta tensão ORTEC-456

No segundo conjunto foram utilizados:

- . Base da fotomultiplicadora ORTEC-266
- . Sistema de amplificação LIN
- . Analisador monocal ORTEC-406A
- . Contador ORTEC-484
- . Fonte de alta tensão ORTEC-456

Os espectros foram obtidos em um analisador multicanal ORTEC ADCAM-100T para os dois sistemas.

#### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nas figuras 04 e 07 podemos verificar o espectro diferencial obtido com os dois sistemas de contagens para baixa e alta taxas de contagem. Os espectros estão centrados no fotopico de energia de 316 KeV da fonte de  $^{192}\text{Ir}$ .



FIGURA 04 - Espectro do fotopico de 316 KeV do  $^{192}\text{Ir}$  com baixa taxa e sistema convencional.

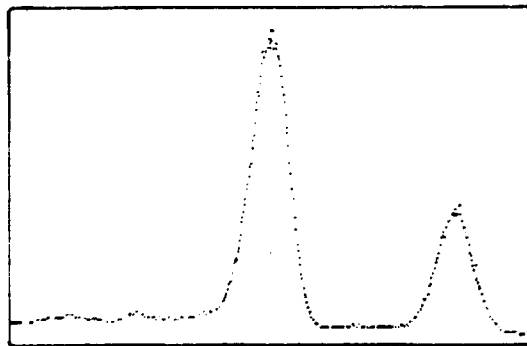


FIGURA 05 - Espectro do fotopico de 316 KeV do  $^{192}\text{Ir}$  com baixa taxa e sistema LIN.

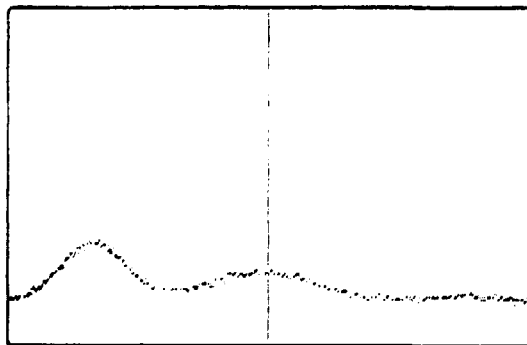


FIGURA 06 - Espectro do fotopico de 316 KeV do  $^{192}\text{Ir}$  com alta taxa e sistema convencional.

Podemos verificar o deslocamento do fotopico no espectro obtido com o sistema convencional, quando a taxa de contagem aumenta de 14.501 para 55.660 cps tomando por base as contagens registradas com o sistema LIN.

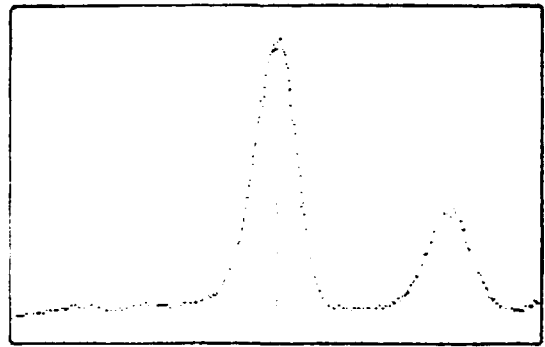


FIGURA 07 - Espectro do fotopico de 316 KeV do  $^{192}\text{Ir}$  com alta taxa e sistema LIN.

Os valores das contagens para ambos os sistemas pode ser verificado na tabela 01.

	convencional	LIN
baixa taxa	12.264 ± 49	14.501 ± 54
alta taxa	24.489 ± 70	55.660 ± 105

TABELA 01 - Valores de contagens por segundo para os dois sistemas.

As contagens foram obtidas ajustando-se uma janela em torno do fotopico correspondente a energia de 316 KeV, mantida constante durante toda a experiência.

O deslocamento do espectro no sistema convencional é devido ao deslocamento da linha de base pelo acúmulo de pulsos, o que é traduzido por uma leitura incorreta de sua amplitude. No sistema LIN, que trabalha com pulsos mais rápidos e com um bom retorno a linha de base, esse efeito é minimizado permitindo a operação em altas taxas, sem distorção do espectro.

### CONCLUSÕES

O sistema de amplificação LIN foi baseado essencialmente no uso de amplificadores operacionais, sendo apto de contar altas taxas de contagem sem deformar o espectro em energia.

O sistema é de baixo custo e de fácil adaptação à sistemas de contagem ou espectrometria gama.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ELL, P.J. and Holman, B.L.; "Computed Emission Tomography", Oxford Univ. Press, New York, 1982.

2. KNOLL, G.F.; "Radiation Detection and Measurements", John Wiley and Sons, New York, 1979.

3. AN34 - "Experiments in Nuclear Science", EG & G ORTEC, USA, 1984.

#### ENDEREÇO PARA CONTATO

Edgar Francisco Oliveira de Jesus  
Laboratório de Instrumentação Nuclear  
Caixa Postal 68509  
21945970 - Rio de Janeiro - RJ  
Fone: (021) 590 1896  
Fax : (021) 290 6626