

# ESTUDOS DAS CARACTERÍSTICAS DE DETECÇÃO DE NÉUTRONS TÉRMICOS PARA CERÂMICAS PIROELÉTRICAS DO TIPO PZT COM CONVERSORES DE BORO.

Edson A. de Souza, Luiz P. Geraldo e Silvério B. Crestana

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) -  
Supervisão de Física Nuclear, C.P. 11049, Pinheiros, 05422-970 -  
São Paulo - SP.

## INTRODUÇÃO

Recentemente (1,2) foi desenvolvido neste Laboratório uma nova técnica para detecção de nêutrons térmicos utilizando cerâmicas piroelétricas do tipo PZT (Edon-Western Corp. USA), com conversores de urânio enriquecido em 20% do isótopo U-235. A técnica consistiu basicamente em irradiar em um feixe de nêutrons térmicos pulsado a pastilha de urânio acoplada à cerâmica PZT. O calor gerado pela reação de fissão  $^{235}\text{U}(n,f)$  induz uma polarização devido à uma mudança de temperatura na cerâmica. Esta polarização é equivalente a uma fonte de voltagem  $V_0$  em série com a capacitância  $C$  da cerâmica (3). Desta forma, o sistema opera como uma fonte de voltagem cuja amplitude de sinal é proporcional à potência gerada na fissão do urânio que por sua vez é diretamente proporcional à intensidade do fluxo de nêutrons incidente no detector. O sinal  $V_0$  é muito pequeno ( $\mu\text{V}$ ) e para separá-lo do ruído de fundo foi necessário realizar as medidas na forma sincronizada utilizando um sistema amplificador complexo do tipo "lock-in".

O objetivo principal do presente trabalho é o desenvolvimento de um outro sistema detector de nêutrons, similar ao descrito anteriormente, com as seguintes vantagens adicionais:

- utilização de cerâmicas PZT nacional (Thorton Inpec Elet. S/A - Valinhos (SP));
- utilização de conversores de boro natural;
- modo de operação na forma pulsada ou não sincronizada;
- amplificador de pulso de saída muito mais simples;
- sistema de leitura de sinal mais prático através de um voltímetro digital.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As irradiações foram realizadas no canal radial BH-8 do reator de pesquisa IEA-R1(2MW) em uma posição onde o fluxo de nêutrons térmicos é da ordem de  $10^6$  n/cm<sup>2</sup>.s. O feixe de nêutrons, antes de atingir o sistema detector, é pulsado utilizando um "chopper" mecânico de cádmio, cuja rotação é controlada por uma fonte D.C variável de 0 a 9V. Esta modulação do feixe é necessária para que ocorra a polarização da cerâmica (2).

O feixe de nêutrons térmicos pulsado incide na pastilha conversora de boro ( $^9\text{B}_9$ ) natural e o calor gerado na reação  $^{10}\text{B}(n,\alpha)$  provoca a polarização da cerâmica piroelétrica. O sinal de saída do detector é enviado através de cabos coaxiais a um sistema amplificador simples (4), com ganho de tensão 435 e uma impedância de entrada alta ( $\sim 1,5 \text{ T}\Omega$ ). O pulso amplificado passa a seguir por um sistema detector de pico (5), constituído por um seguidor de tensão e um circuito RC de 300 ms. A

finalidade básica deste circuito é alongar o sinal amplificado de forma a permitir uma leitura estável através de um voltímetro digital ou uma registradora do tipo X-Y.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 é apresentada a resposta do sistema detector piroelétrico desenvolvido neste trabalho, para uma densidade de fluxo de nêutrons térmicos da ordem de  $10^6$  n/cm<sup>2</sup>.s e frequência de modulação em torno de 3Hz. Como pode ser visto nesta figura, a amplitude do sinal gerado é praticamente zero Volts quando não há exposição do detector ao feixe de nêutrons (segmento 1 e 3 da figura) e atinge um valor estável próximo de 900 mV com o canal aberto (segmento 2 da figura). Esta amplitude de sinal é muito maior ( $10^3$  vezes) do que aquela obtida anteriormente (1,2) com o sistema detector sincronizado.

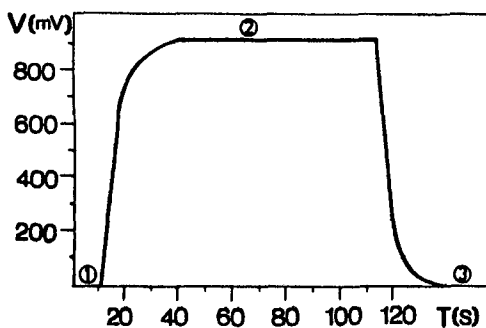


Fig. 1 - Resposta do sistema detector piroelétrico em função do tempo de exposição à um feixe de nêutrons térmicos da ordem de  $10^6$  n/cm<sup>2</sup>.s.

As variações da resposta do sistema detector em função da frequência de modulação e intensidade do fluxo de nêutrons também foram experimentalmente estudados e os resultados estiveram em excelente acordo com as previsões teóricas (2,3).

## CONCLUSÕES

Os resultados preliminares obtidos com o sistema detector de nêutrons pulsado, empregando cerâmicas PZT e conversores de boro natural, mostraram que a técnica é adequada e conveniente para a monitoração de fluxos de nêutrons térmicos. A amplitude alta (0,9V) do sinal gerado pelo sistema detector, para uma densidade de fluxo da ordem de  $10^6$  n/cm<sup>2</sup>.s, indica que fluxos de nêutrons muito inferiores podem ser facilmente monitorados. O limite superior de detecção é, em princípio, ilimitado uma vez que recursos tais como: aumento da frequência de modulação e/ou atenuação do feixe de nêutrons podem ser empregados quando necessários.

## REFERÊNCIAS

- 1) S.B. Crestana - Tese de Doutorado - IFQSC-USP - São Carlos (SP) - 1991.
- 2) S.B. Crestana; S. Mascarenhas, L.P. Geraldo and A. de Carvalho - Nucl. Inst. Meth. A311(1992)558.
- 3) M.W. Geis, K.A. Smith and R.D. Rundel, J. Phys. E8 (1975)1011.
- 4) A. de Carvalho - Tese de Doutorado - IFQSC - USP - São Carlos (SP)-1987.
- 5) J.F.Craib - Eletronics (1951)129.