

Determinação Experimental de β_{eff} , $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$, Λ e Reatividade Subcrítica Utilizando o Método das Densidades Espectrais

Djalma Rodrigues Filho e Ricardo Diniz
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A análise e controle de acidentes de um reator nuclear, assim como a conversão do período em reatividade, requerem um conhecimento apurado da fração efetiva de nêutrons atrasados β_{eff} e do tempo de geração de nêutrons prontos Λ , obtido neste trabalho como $(\beta_{\text{eff}})/(\beta_{\text{eff}}/\Lambda)$, sendo interpretado como o tempo necessário para que uma geração completa de nêutrons seja substituída no núcleo do reator nuclear. O parâmetro $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ é interpretado fisicamente como a constante de decaimento dos nêutrons prontos. Dentre as muitas técnicas experimentais "in pile" existentes para a determinação dos parâmetros nucleares β_{eff} e $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ utilizamos a técnica das densidades espectrais, pois possui a vantagem de não perturbar o sistema nuclear, não ocorrendo excitação de harmônicos ou multiplicação residual, com o reator operando sempre no estado crítico[1].

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste na busca de um suporte experimental forte e de qualidade para os parâmetros efetivos de nêutrons atrasados, fazendo com que a utilização desse suporte seja tão alta quanto suportes relacionados a segurança de criticalidade e blindagem[2].

METODOLOGIA

A tomada de dados foi realizada após a familiarização com a instrumentação e sistemas de tomada de dados do reator, como Picoamperímetros, Filtros

Amplificadores e Analisador Dinâmico de Sinais, onde foram levantadas 50 CPSD's e suas respectivas coerências.

A obtenção das densidades espectrais APSD (Auto Power Spectral Density) e CPSD (Cross Power Spectral Density) no reator IPEN/MB-01 foi realizada utilizando dois detectores de nêutrons, do tipo Câmara de Ionização Compensada CC-80 de 38,4cm de comprimento, posicionados cerca de 15cm das primeiras varetas combustíveis, sendo dispostos na face Leste do núcleo do reator. Utilizando dois detectores obtemos a APSD de cada um deles e a CPSD correspondente ao cruzamento dos sinais dos dois detectores simultaneamente. As varetas combustíveis foram arranjadas na forma padrão de 28x26 elementos combustíveis. O reator atingiu a criticalidade a uma potência de 10W, mostrada na mesa de controle.

Os picoamperímetros Keithley modelo 6485 converteram os sinais de corrente, fornecidos pelos detectores, em sinais de tensão que eram enviados a dois filtros amplificadores (de fabricação própria do IPEN) cuja finalidade é a remoção da componente DC e amplificação da componente AC, ou das flutuações dos sinais de tensão. Os sinais AC amplificados eram enviados ao analisador dinâmico de sinais Agilent 35670A que realiza as operações matemáticas necessárias para transformá-los em densidades espectrais APS (Auto Power Spectrum) e CPS (Cross Power Spectrum), sendo armazenadas em um computador tipo PC. Os espectros foram obtidos com amostragem de 50 Hz, 200 linhas de

resolução, janelamento Hanning e 200 médias RMS.

RESULTADOS

Após obtermos as CPS's (Cross Power Spectrum) e suas respectivas coerências, normalizamos essas CPS's para 1Hz dividindo pela largura de banda 0,375, obtendo assim as CPSD's correspondentes. O erro percentual foi calculado no programa OriginLab através da seguinte equação[3]:

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{\gamma_{kl} N}} \quad (1)$$

onde, gama é a média das 50 coerências e N é o número de médias que é igual a 200.

Utilizando 50 CPSD's de 2 a 40Hz (pois fora desse intervalo os dados não são bem representados pela teoria), calculamos $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ ajustando a equação teórica para CPSD[1]:

$$\Phi_{kl}(f) = \frac{A}{(2\pi f)^2 + B^2} \quad (2)$$

onde, A é uma constante e $B = \beta_{\text{eff}}/\Lambda$. A partir desses ajustes foi construído o gráfico a seguir:

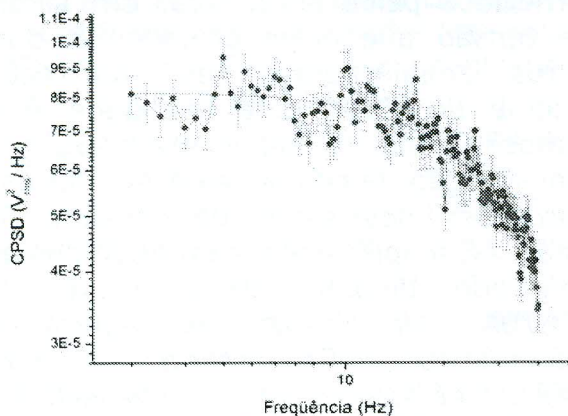


Figura 1: CPSD de 2 a 40Hz com a equação (2) ajustada.

Uma vez obtidos os 50 valores de $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$, tiramos a média desses valores e encontramos $\beta_{\text{eff}}/\Lambda = 246,33 \pm 7,11 \text{s}^{-1}$.

CONCLUSÕES

O valor encontrado não é coerente com valores anteriormente obtidos, mas o problema que causou essa discrepância foi descoberto e ações foram tomadas para verificar se os dados anteriores estavam corretos ou não. Descobriu-se que os eletrômetros apresentaram algum problema relacionado com a frequência ao converter sinal de corrente em tensão. A solução neste caso seria a substituição dos eletrômetros para continuar experimentos de análise de ruído, utilizando detectores em modo corrente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DINIZ, R.; DOS SANTOS, A., "Experimental determination of the decay constants and abundances of delayed neutrons by means of reactor noise analysis", Nucl. Sci. Eng. 152 (2), 125-141, São Paulo (2006).
- [2] BRIGGIS, J.B., "International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments", September ed. Nuclear Energy Agency, NEA/NSC/DOC(95)03/1, Paris, (2004).
- [3] DINIZ, R.; "Obtenção das Constantes de Decaimento e Abundâncias Relativas de Nêutrons Atrasados Através da Análise de Ruído em Reatores de Potência Zero", Tese de Doutorado - IPEN 62-65, São Paulo (2005).

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNEN e CNPq/PROBIC.