Caracterização de fotomultiplicadora multiânodo para o Sistema de veto de múons do Experimento Neutrinos-Angra.

Pedro D. Neto*, Ernesto Kemp.

Resumo

O estudo de neutrinos se mostra muito importante no cenário da física de partículas elementares, pois é a mais valiosa sonda sobre grande número de questões em aberto no setor eletrofraco, como geração e hierarquia de massa, violação de CP e mecanismos de extensão do modelo padrão. Voltado à pesquisa brasileira com neutrinos, temos o projeto de neutrinos de Angra (Neutrinos-Angra), que trabalhará na detecção dos antineutrinos gerados pelo reator Angra II de modo a monitorar o funcionamento do mesmo visando melhorar segurança e eficiência da usina. Este projeto de iniciação científica teve como objetivo a caracterização das fotomultiplicadoras multiânodos usadas no sistema de veto de múons elaborado para o detector de Angra.

Palavras-chave:

Neutrinos, Fotomultiplicadora, Neutrinos-Angra

Introdução

O projeto Neutrinos-Angra¹ tem como objetivo detectar anti-neutrinos eletrônicos gerados nas reações do reator de Angra II. No entanto, existem partículas que podem causar interferência na detecção dos neutrinos, sendo os múons o principal problema neste tipo de detecção, devido ao seu alto poder de penetração. Para resolver esse problema, é proposto um detector para múons de modo a criar um sistema de veto para tais partículas.

Para detectar a cintilação destes múons, utilizam-se fotomultiplicadoras, que são equipamentos ativos baseados em efeito fotoelétrico, capazes de detectar sinais de luz à níveis de fótons. Devido à esta sua sensibilidade de detecção, fotomultiplicadoras são utilizadas em larga escala em experimentos de partículas. O foco deste projeto foi a caracterização de uma fotomultiplicadora multianodo (MAPMT), que pretende-se ser aplicada para a leitura do sinal de multiplas fibras óticas.

Resultados e Discussão

A primeira metade do projeto se resumiu na elaboração e montagem do ambiente experimental. Este foi composto por uma caixa escura, de forma a isolar o equipamento de luminosidades externas, um LED UV conectado a um gerador de funções e a MAPMT com canais conectados à um osciloscópio. Para a aquisição dos dados, o osciloscópio foi conectado a um computador por uma comunicação USB, e controlado por programas escritos em LABVIEW, estes escritos dedicadamente para cada medição.

Na segunda metade, foram realizadas as medidas das principais características da MAPMT. A obtenção de tais características foi baseada na aquisição de medidas elétricas (carga, tensão, corrente) e na análise dos dados utilizando o *framework* ROOT. Os métodos utilizados para análise foram baseados em trabalhos semelhantes² mas adaptados à este projeto. Os resultados obtidos estão na tabela 1.

Tabela 1. Características obtidas da MAPMT.

Parâmetro	Valor
Alimentação Típica	800V
Ganho	4.61×10^5
Uniformidade (c_v)	0.2
Linearidade	4% (1.9mA) e 35% (2.6 mA)
Corrente de escuro média	113.6 μ A
Contagem de escuro média	1.1 min^{-1}
Tempo de subida	9.5 ns
Tempo de descida	17.5 ns
Transit Time	80.0 ns

Conclusão

Ao final do projeto obtivemos características dentro do esperado para a aplicação. Os únicos valores com um desvio significativo foram os de corrente de escuro, no entanto ainda se encontra dentro do aceitável.

Vale ressaltar que o trabalho não só atingiu seu objetivo principal como também propiciou uma ótima aprendizagem em aquisição e análise de dados de detectores, principalmente na área de fotodetecção. Deve-se notar que este último é de extrema importância na participação do Brasil em grandes colaborações como DUNE, onde temos grande atuação em fotodetecção, com projetos inovadores como ARAPUCA³.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro.

¹ ANJOS, J. et al. The Angra neutrino project. *PoS*, p. 116, 2008.

² Artur Batista VILAR. Instrumentação para observação de fluorescência de raios cósmicos com fotomultiplicadora multianódica. PhD thesis, Master Thesis, CBPF, 2009.

³ MACHADO, A. A.; SEGRETO, E. ARAPUCA a new device for liquid argon scintillation light detection. *Journal of Instrumentation*, v. 11, n. 02, p. C02004, 2016.