

Detector de Múons

Muon Detector

Arthur Henrique Lemes Guimarães¹, Leonardo de Lima²

RESUMO

Está sendo desenvolvido um detector de múons de mesa de baixo custo, o múon é uma partícula subatômica semelhante ao elétron, porém com maior massa. O detector possuirá em sua composição um plástico orgânico, chamado de Plástico Cintilador, um poliestireno dopado com dois tipos diferentes de flúorofósforo, quando a partícula entrar em contato com o plástico, é excitado os elétrons do Cintilador e emitido um fóton logo em seguida, com isso será utilizado um fotomultiplicador de silício(SIPM) que irá detectar um único fóton de cada vez e emitir um sinal elétrico em sua saída. Assim após um conjunto de etapas com topologias de componentes eletrônicos, como amplificadores, detectores de pico e conversores dc-dc, o sinal elétrico é enviado a um arduíno que fará a leitura e contará cada pulso encontrado, será armazenado cada dado em nuvem, para que possa ser feito o teste em diversos locais e altitudes diferentes para comparação do fluxo de partículas em cada região. O detector de mesa pode ser montado facilmente para fins acadêmicos, de pesquisa e ensino.

PALAVRAS-CHAVE: baixo custo; física de partículas; múons; raios cósmicos.

ABSTRACT

A low-cost desktop muon detector is being developed. The muon is a subatomic particle similar to the electron, but with greater mass. The detector will have in its composition an organic plastic, called Scintillator Plastic, a polystyrene doped with two different types of fluorophosphore. When the particle comes into contact with the plastic, the scintillator's electrons are excited and emits a photon immediately afterwards, with This will use a silicon photomultiplier (SIPM) that will detect a single photon at a time and emit an electrical signal at its output. So after a set of steps with topologies of electronic components, such as amplifiers, peak detectors and dc-dc converters, the electrical signal is sent to an Arduino that will read and count each pulse found, each data will be stored in the cloud, to that the test can be carried out in several different locations and altitudes to compare the flow of particles in each region. The desktop detector can be easily assembled for academic, research and teaching purposes.

KEYWORDS: low cost; particle physics; muon; cosmic ray.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como foco a detecção e contagem do Múon, uma partícula subatômica da mesma classe dos elétrons, os léptons. É uma partícula que difere do elétron apenas pela sua massa, que é cerca de 200 vezes maior. Tais partículas são formadas a partir de Raios Cósmicos num processo chamado chuva atmosférica encontrado na Figura 1, os raios são formados principalmente de Prótons que ao colidir com moléculas de Oxigênio e Nitrogênio produzem outras partículas, entre elas o Múon.

Múons possuem um tempo de vida médio que é de 2,2 microssegundos após o qual decaem em um elétron e dois neutrinos. Um múon com 99 por cento a velocidade da luz, conseguiria percorrer em torno de 660 metros desde a sua formação na atmosfera, e com isso seria impossível se detectar na superfície, porém esse valor é calculado com base no referencial do próprio Múon, o cálculo para um referencial no planeta Terra deve

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo Paraná, Brasil. E-mail: arthurguimaraes@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6659929402030496.

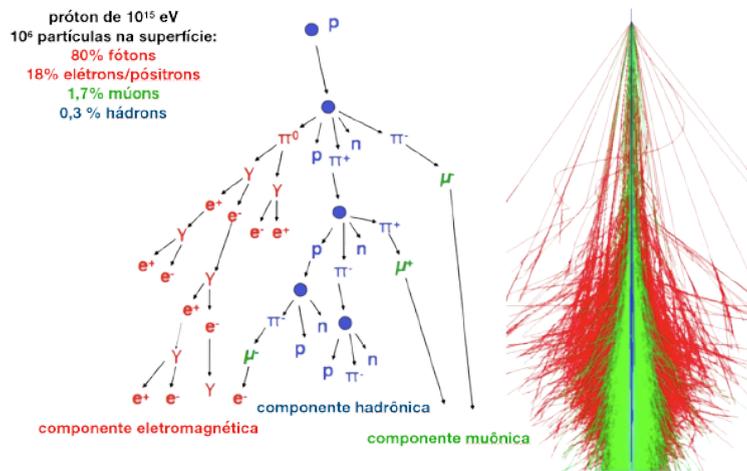
² Docente na Coordenação de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo Paraná, Brasil. E-mail: leonardolima@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0566724884954761.

levar em conta a dilatação temporal, resultando em um tempo de vida de 11 microssegundos e sua distância percorrida se encontra em torno de 3,3 Km.

Com base nisso será utilizado um plástico orgânico, um FotoMultiplicador(SIPM), um conjunto de etapas com topologias de componentes eletrônicos, como amplificadores, detectores de pico e conversores dc-dc e por fim um arduino que irá ler os picos detectados no circuito e contar o fluxo de múons.

Tanto o FotoMultiplicador(SIPM) e o plásticos orgânico serão adquiridos e não fabricados em si, são componentes muito específicos que não será possível fabricar na própria Universidade.

Figura 1 – Chuveiro de Raios Cósicos



Fonte: <https://raioscosmicos.if.usp.br/docs/Fundamentos/anatomia/>

MATERIAIS E MÉTODOS

O plástico Cintilador, é um plástico orgânico, um poliestireno transparente misturado com um dopante primário de 1 por cento em peso de POP(2,5-difeniloxazol) e 0,03 por cento de dopante secundário POPOP (1,4-bis[2-(5-feniloxazolil)]benzeno), dopagens realizadas para melhorar a emissão de luz, e melhor excitação dos elétrons do Cintilador quando o múon atravessa o plástico. Terá espessura de 1 cm e área de 5cm×5cm, emitindo a partir de 400 nanômetros, com pico em 420 nanômetros (Espectro Ultravioleta). Após pesquisas, tal modelo de Cintilador atenderia aos requisitos do projeto porém ainda é esperado qual especificação de Plástico que será adquirido.

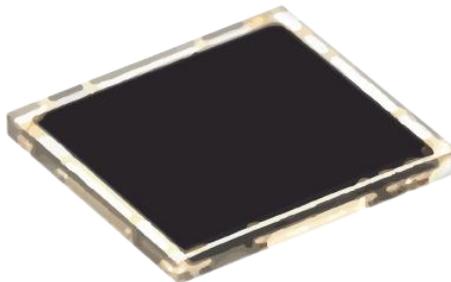
Figura 2 – Plástico Cintilador



Fonte: <https://rrstringer.wordpress.com/page/2/>

O FotoMultiplicador (SIPM) é um componente eletrônico de silício feito de um conjunto de micro-células de fotos-diodos de avalanche que será usado no projeto para detectar o fóton emitido pelo plástico cintilador e gerar um pulso elétrico que será interpretado como cada múon contado após um circuito eletrônico projetado e com um algoritmo em arduino que irá contabilizar e salvar em nuvem os dados, será utilizado o modelo SensL 60035 SMT C-series no tamanho de 6mm×6mm.

Figura 3 – FotoMultiplicador(SensL 60035 SMT C-series)



Fonte: <https://uk.farnell.com/on-semiconductor/microfc-60035-smt-tr1/sipm-ic-35um-cwdfn-4/dp/2949095>

RESULTADOS

Do começo do projeto até o momento foi simulado o pulso elétrico do FotoMultiplicador usando um gerador de sinais e testado em uma placa ilhada o



amplificador e o detector de pico, o algoritmo presente no arduino ainda está sendo desenvolvido. Com o final do projeto é esperado uma diferença nos resultados que serão encontrados nos locais onde serão realizados os testes com altitudes distintas e ambientes diferentes. Será analisado para distinguir onde o fluxo de Múons é mais intenso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao núcleo da Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná(UTFPR) pelo suporte e apoio do projeto nos dias de desenvolvimento, em específico ao meu orientador, Professor Doutor Leonardo de Lima, que acreditou e me deu a oportunidade de participar do projeto de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

AXANI, Spencer N. G. **The Physics behind the CosmicWatch Desktop Muon Detectors**. Massachusetts Institute of Technology, 2019.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2, 5a ed.** Rio de Janeiro: LTC, 2006.