UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA UM DETECTOR DE PARTÍCULAS USANDO UM OSCILOSCÓPIO DIGITAL

Elvis Michael Souza Serafim[1]; Germano Pinto Guedes[2]
1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: elvisserafim@ecomp.uefs.br
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: germano@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Detecção de partículas; programação; osciloscópio digital.

INTRODUÇÃO

A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), participa de dois convênios que a incluem na cooperação de grandes projetos na área de detecção de partículas: O primeiro deles é uma colaboração internacional para a construção de um conjunto de 1660 detectores de radiação Cherenkov em uma área de 3000 km2. O segundo acordado tem como objetivo a montagem de um detector de neutrinos para monitoramento de parâmetros relacionados à atividade de reatores nucleares.

Localmente, o Laboratório de Instrumentação Nuclear e Energia Solar (LABENSOL) desenvolve um protótipo de detector que tem como técnica de detecção a medida da radiação Cherenkov, utilizando fotomultiplicadores ou PMTs (do inglês Photo-Multiplier Tube), que convertem o sinal luminoso emitido na passagem de partículas carregadas pelo tanque preenchido com água em um pulso elétrico. Este pulso é levado até uma estação de processamento de sinais, montada com módulos de eletrônica nuclear, a fim de condicionar e processar os sinais dos eventos para o sistema de aquisição de dados. Por fim, será levado para um osciloscópio digital, onde serão exibidas informações importantes do evento captado, como a amplitude e a largura negativa do pulso.

Uma primeira versão do detector já foi anteriormente desenvolvida, porém possuía um grande gargalo na digitalização e aquisição dos dados, o que prejudicava os experimentos realizados devido ao tempo morto de quase 10 segundos durante a transmissão das informações do pulso ao computador, onde seriam feitas as análises dos eventos captados pelo detector.

Dessa forma, o objetivo do projeto de pesquisa foi desenvolver um sistema capaz de realizar a aquisição de dados de um detector de partículas, utilizando o osciloscópio digital como principal instrumento de aquisição dos eventos do Telescópio de Múons, utilizando técnicas e ferramentas para eliminar o atual gargalo e permitir experimentos mais rápidos e eficientes.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

As atividades iniciais se concentraram na pesquisa dos instrumentos que fazem parte do grupo de coleta de dados do detector de partículas. Dentre eles, o componente prioritário foi o osciloscópio digital, que é a principal ferramenta para aquisição de dados do Telescópio de Múons. As seguintes atividades foram realizadas: ajuste de nível de trigger para disparo de eventos, ajuste e obtenção de medidas do sinal elétrico e configuração para aquisição e armazenamento de dados, desenvolvidas utilizando o osciloscópio disponibilizado para o projeto, modelo TDS2024C da Tektronix, com o intuito de adquirir conhecimento e prática com o instrumento.

A próxima etapa do projeto foi construir a aplicação responsável por se comunicar com o osciloscópio e coletar os dados do pulso elétrico que, por sua vez, carrega as informações da partícula. O primeiro passo dado com relação a construção do programa foi planejar e arquitetar todo o processo que o software deveria realizar para um bom funcionamento do sistema de aquisição de dados. Para isso, um fluxograma (figura 1) foi montado utilizando a ferramenta LucidChart, descrevendo todos os requisitos e as etapas necessárias na aplicação principal.

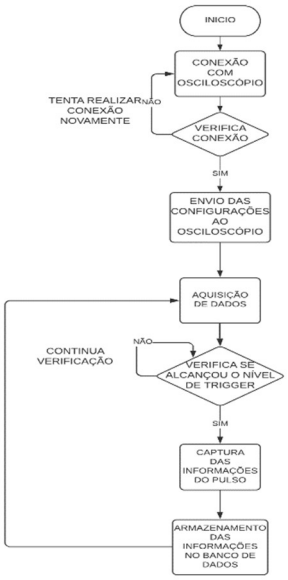

Figura 1: Fluxograma do software responsável pela aquisição de dados.

Com todo o procedimento e fluxo de ações do programa definidos, seguimos para a próxima parte da construção do software: definir quais linguagens de programação seriam utilizadas para o desenvolvimento. A linguagem escolhida foi o C#, devido sua robustez e compatibilidade com a biblioteca utilizada para realizar o acesso ao osciloscópio digital.

De início, foram executados testes para controle do osciloscópio digital, utilizando a primeira versão do software que estava sendo construído desde o mês anterior. O controle do instrumento foi realizado com sucesso, permitindo o envio de algumas configurações através do programa, como ajuste de posição do pulso elétrico e de nível do trigger (valor mínimo da amplitude do pulso para o início da captação do evento).

Após o êxito com os testes iniciais, aprimorar o software do sistema de aquisição de dados era o foco principal. Então, foi desenvolvido a coleta de dados do pulso elétrico emitido durante o evento, colocando o osciloscópio no modo aquisição através do

software e transmitindo os dados assim que um evento alcança o nível de trigger estabelecido para o experimento.

A etapa final do projeto foi realizar testes de aquisição de dados de eventos reais utilizando sistema desenvolvido. Para tal tarefa, foi utilizado um conjunto detector, composto por um cintilador e uma PMT (ou fotomultiplicadora) unidos através de um guia de luz. Para o seu funcionamento, a fotomultiplicadora é alimentada com 1500V por uma fonte de alimentação. A saída da PMT foi então conectada ao osciloscópio digital, o qual foi configurado através do software e possibilitou a visualização das informações dos eventos captados pelo conjunto detector.

Por fim, restava definir qual seria a forma de armazenamento de dados do sistema de aquisição. De início, foi utilizado arquivos de texto para guardar as informações do pulso elétrico. Porém, arquivos tem limitações que poderiam reduzir o desempenho do sistema. Assim, foi usado o banco de dados MYSQL, que possui muita facilidade na integração com projetos e um alto desempenho em inserção e consulta de dados.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

O sistema desenvolvido permite o total controle do osciloscópio digital, possibilitando ao usuário controlar todas as funções do instrumento, desde o ajuste na posição na forma de onda do pulso elétrico, até mesmo realizar o seu armazenamento. A comunicação entre o osciloscópio e o computador é feita de forma veloz ao transmitir comandos e dados, reduzindo drasticamente o tempo morto entre as aquisições e proporcionando experimentos mais rápidos, além de não haver perca de detecções devido ao software contar com um buffer de dados, que guarda a informação até que seja processada.

A função principal do sistema, isto é, a aquisição de dados do Telescópio de Múons foi construída com sucesso. Foi montado um experimento, com duração de 5 dias ininterruptos para a aquisição das informações dos eventos captados pelo detector. O sistema de aquisição em completude pode ser visto em funcionamento na figura 2.

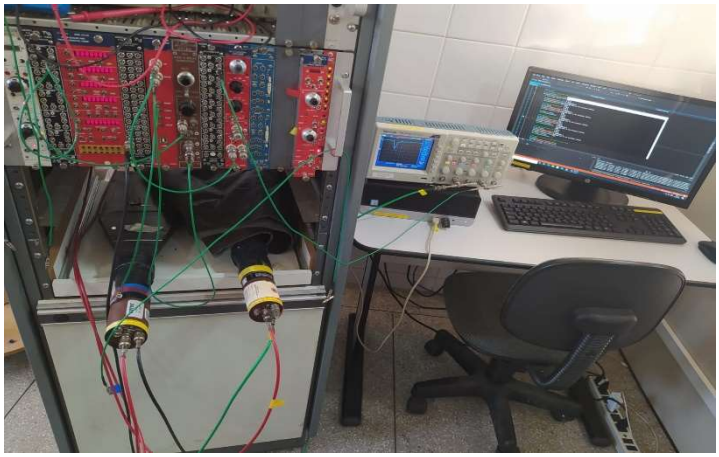

Figura 2: Sistema de aquisição de dados em funcionamento.

Durante os 5 dias, mais de 33 mil medidas de eventos de detecção de partículas foram registrados e armazenados no banco de dados. As informações da partícula

(amplitude, rise-time, largura negativa e fall-time) detectadas foram guardadas juntamente com a data e a hora da aquisição dos dados, dados estes que foram posteriormente transferidos para realizar a análise dos eventos captados durante o experimento. Na figura 8, é mostrado um histograma que contém a relação de contagem de eventos com a amplitude do pulso.

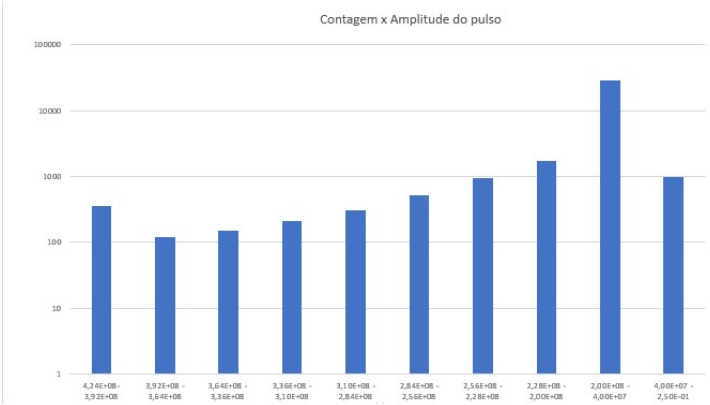

Figura 3: Histograma de Eventos-Amplitude do Pulso

Além disso, com o objetivo de visualizar o rise-time das partículas detectadas durante o experimento, foi montado um histograma, que pode ser visualizado na figura 9. Esse histograma nos traz a informação que uma grande parte das partículas detectadas tiveram um rise-time entre 5,00 a 7,10 nanosegundos.

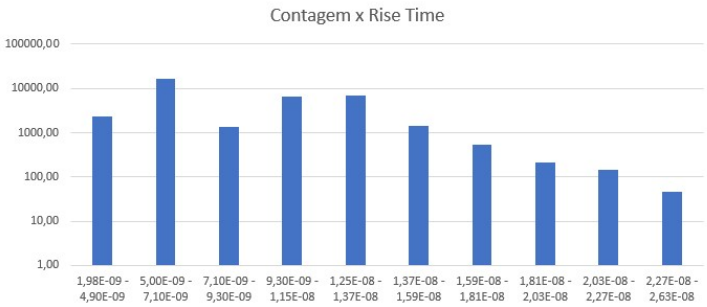

Figura 4: Histograma de Eventos - Risetime

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O sistema desenvolvido permite a aquisição de dados do detector, captando as principais informações da partícula e proporcionando a montagem de experimentos com diversos dias de funcionamento. Ele também possibilita o total controle do osciloscópio digital através da Interface USB, eliminando o gargalo que existia durante a transmissão de dados ao computador para análise e realizando toda a configuração do osciloscópio para o experimento através do software. O armazenamento de dados tem um ótimo desempenho e velocidade durante a tarefa, e é capaz de armazenar grandes quantidades de informações dos eventos detectados, o qual foi comprovado durante o experimento montado que durou 5 dias e captou mais de 33 mil eventos.

REFERÊNCIAS

Fonseca, Thiago de Araujo Franco; Junqueira, Bruno Machado. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ELETRÔNICO PARA O REGISTRO DE SINAIS DE DETECTORES DE FÓTONS. Disponível em: http://www.lee.uerj.br/~jpaulo/PG/2003/PG-Contador-Particulas-2003.pdf . Acessado em 21 de janeiro de 2020.

LEO. W.R., Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, 2nd Ed., Springer-Verlag, 1994;

Oliveira, José R. B.; Nemitala Added Nilberto H.; Ribas Medina Roberto V. Efeito Compton. Disponível em: http://macbeth.if.usp.br/~gusev/compton3.pdf. Acessado em 20 de Outubro de 2020.

TDS2000C Series Digital Storage Oscilloscopes Service Manual. TEKTRONIX.

Photomultiplier Base Operating and Service Manual. ORTEC.

Documentação do C#. Microsoft. 2021. Disponível em: https://docs.microsoft.com/ptbr/dotnet/csharp/. Acessado em 10 de janeiro de 2021