



TANQUE CHERENKOV PARA ESTUDOS DE TRANSIENTES NO FLUXO DE RAIOS CÓSMICOS

Palavras-Chave: FÍSICA SOLAR, RAIOS CÓSMICOS, DETECTOR CHERENKOV

Autores(as):

MARIANA GUERRA MISCHIERI, IFGW – UNICAMP

Prof. Dr. ANDERSON CAMPOS FAUTH, IFGW - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

As atividades solares, acontecimentos magnéticos que ocorrem na superfície do sol, são intensas e podem gerar tempestades magnéticas quando orientadas à Terra. Estas tempestades, se muito intensas, podem prejudicar, dentre outras coisas, os sinais de comunicação. Desta forma, é essencial monitorar e prever tais acontecimentos, para que se evite catástrofes.

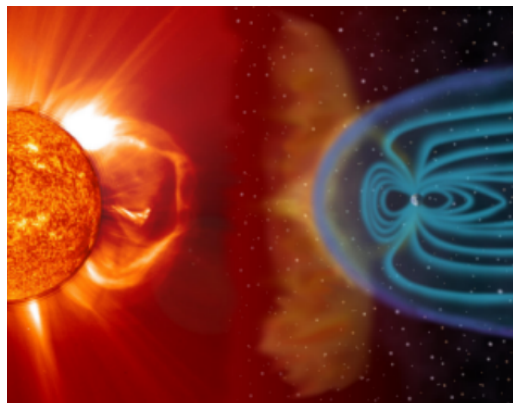


Figura 1: Desenho artístico da massa coronal emitida em direção à Terra [fonte: NASA]

Um fenômeno solar recorrente, é a ejeção de massa coronal, na qual ventos solares energéticos são enviados para o Sistema Solar, e quando se deparam com os raios cósmicos, fazem com que o fluxo destes que incide na Terra seja menor. Este fenômeno é denominado decréscimo Forbush e é detectável ao se inspecionar o fluxo de múons proveniente de raios cósmicos durante um evento de tempestade solar. Ao entrarem na atmosfera, os raios cósmicos interagem com os átomos nela presentes e formam os raios cósmicos secundários. Dentre eles, o múon, que é produzido a 10.000m, atingindo o solo



com uma energia de aproximadamente 5 GeV. Desta forma, é possível detectá-los e monitorá-los utilizando o Tanca (Tanque de Campinas), que está instalado no Laboratório de Léptons da Unicamp e é uma réplica de um dos detectores utilizados no Observatório Pierre Auger, preenchido com 11.400 litros de água ultrapura e deionizada, contida no interior de um saco hermético revestido de Tyvek.

O múon, que é relativístico e tem a velocidade maior do que a luz na água, quando entra em contato com o conteúdo do Tanca, libera fótons Cherenkov, que são refletidos pelo Tyvek até encontrarem com um dos 3 sensores, que são fotomultiplicadoras. Estas PMTs captam fótons e os convertem para sinais elétricos, que passam posteriormente por uma eletrônica de aquisição, que salva estes resultados.

O Tanca foi desativado durante a pandemia, uma vez que a manutenção foi inviabilizada. Além disso, era necessário realizar a manutenção da eletrônica que foi prejudicada devido à alta umidade dentro do tanque e instalar um sistema de desumidificação para que o problema fosse resolvido. Estas atividades são parte dos objetivos desta iniciação científica.



Figura 2: Fotografia do Tanca.



METODOLOGIA E RESULTADOS:

Inicialmente, foi feita a manutenção de 5 placas da eletrônica front-end das fotomultiplicadoras. Para isso, retiramos do Tanca as três placas front-end (uma de cada PMT). Depois de estudá-las, concluiu-se que são compostas por três partes com diferentes funcionalidades: o módulo de alta tensão (linha vermelha), o divisor de tensão (pinos de T1 a T12) e o amplificador de sinal (linha amarela), identificados na figura 3.



Figura 3: Fotografia de uma das placas front-end.

A identificação dos pinos do divisor de tensão (T1 a T12) foi feita comparando a eletrônica com o esquema elétrico, e foi importante para que pudéssemos saber se a tensão de cada dinodo da PMT estava sendo feita corretamente. Os testes dos divisores de tensão e do módulo foram feitos ligando cada placa à fonte de tensão, e medindo para 100V, 400V, 800V e 1200V. Assim, analisamos a resposta da tensão em cada pino em relação ao T12, que era o terra. Deste modo, também concluímos que o módulo de alta tensão está funcionando corretamente, uma vez que só teríamos uma boa divisão de tensão se a tensão original fosse multiplicada até o valor necessário. Concluímos, então, que 2 das 5 placas testadas funcionavam corretamente, enquanto duas delas apresentavam problemas de soldas dos pinos e a outra tinha defeito em um dos capacitores ligados ao módulo. As placas foram consertadas, porém ainda é necessário testar o amplificador de sinal para concluirmos que temos pelo menos 3 placas front-end funcionais para usarmos nas fotomultiplicadoras e fazermos a aquisição de dados.

Além disso, também focamos na instalação do desumidificador, e um Arduino Uno para controlar a umidade, e monitorar temperatura e pressão para que assim fosse resolvido o problema da umidade dentro do tanque. Para isso, nos baseamos no modelo da figura 4.

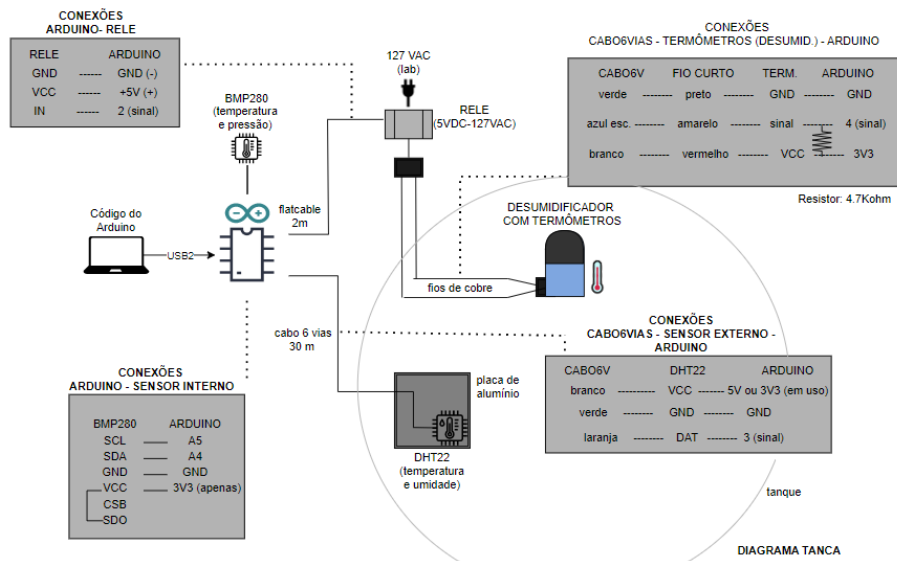


Figura 4: Diagrama da organização do sistema de desumidificação.

Como pode ser visto, o Arduino Uno foi conectado ao sensor BMP280 que monitora a temperatura e pressão no laboratório, e a um sensor DHT22 que monitora a temperatura e umidade no tanque, e a um relé que liga e desliga o desumidificador, dependendo do valor medido da umidade. Além disso, foram instalados 3 termômetros no desumidificador, a fim de corrigir o problema de superaquecimento do aparelho, que havia resultado na queima do fusível térmico anteriormente. Todos estes dados de pressão, temperatura e umidade são lidos e guardados, com o auxílio de programas do Arduino e em Python. Toda a instalação foi concluída, e já obtemos os dados de temperatura, pressão e umidade. Desta forma, podemos concluir que o sistema de desumidificação tem funcionado perfeitamente, e obtemos, assim, uma umidade relativa dentro do tanque abaixo de 60%, o que é excelente para o funcionamento das placas front-end das fotomultiplicadoras.

CONCLUSÕES:

Foi projetado, instalado e verificado operacionalmente o sistema de controle de umidade do Tanca, utilizando um arduino UNO e sensores. Os dados foram processados por um programa em Python, e os resultados ficam claros nas figuras 5, 6 e 7.

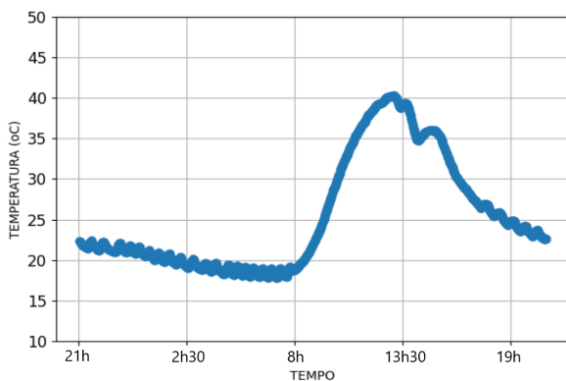


Figura 5: Temperatura X Tempo no Tanca.

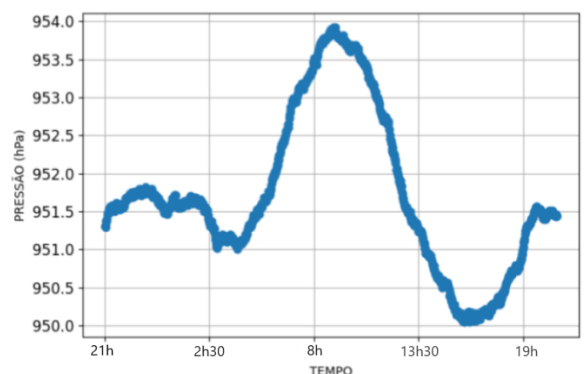


Figura 6: Pressão X Tempo no Tanca.

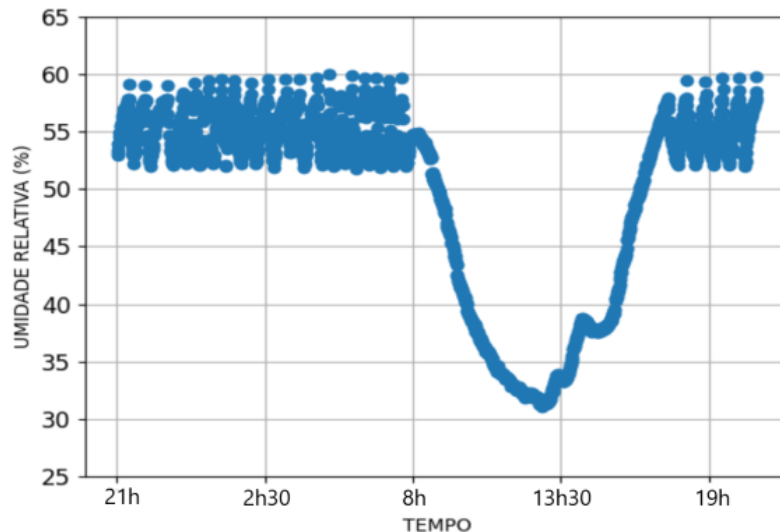


Figura 7: Gráfico de umidade relativa por tempo dentro do Tanca.

Como é possível observar nas figuras 5 e 7, o sistema instalado mantém a umidade abaixo de 60% e a temperatura ficou abaixo de 40°C, o que é ótimo para o funcionamento da eletrônica das placas front-end. Assim, será possível religar o sistema em breve. Além disso, as placas foram testadas e os defeitos identificados. Desta forma, a reinstalação da eletrônica deverá ocorrer no início do próximo semestre. Ademais, a pressão barométrica registrada e exemplificada na figura 6, permitirá determinar o coeficiente barométrico do fluxo de múons.

REFERÊNCIAS:

CANE, H. V. CORONAL MASS EJECTIONS AND FORBUSH DECREASES. *Space Science Reviews*, v. 93, p. 55-77, 2000.

High Energy Astrophysics, vol.1, Second Edition, M.S.Longair, Cambridge Univ. Press (2000)

SIDELNIK, I.; COLLABORATION, LAGO. The sites of the latin american giant observatory. *The 34th International Cosmic Ray Conference*, Vol. PoS (ICRC2015). 2015. p. 665.

CAEN, <https://www.caen.it/products/dt5720/>

ANTCHEVA, I. et al. ROOT—A C++ framework for petabyte data storage, statistical analysis and visualization. *Computer Physics Communications*, v. 182, n. 6, p. 1384-1385, 2011. [7] *Techniques for nuclear and particle physics experiments*, Willian R. Leo, Spring-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha (1994)

Souza, Henrique Vieira de. Estudo da atividade solar com detectores de partículas situados em solo terrestre. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP. 2017.

Consalter, Daniel Martelo. Estudos de raios cósmicos com $E > 10^{18} \text{eV}$ do detector de superfície do Observatório Pierre Auger. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Campinas - Campinas, SP. 2009