

Projectos de 4º e 5º ano

2001-02

Desenvolvimento de uma Rede de Detecção de Raios Cósmicos baseada na medida de cascatas de partículas na atmosfera.**Responsável:** Prof. João Varela**Área científica:** Física de Partículas e Astrofísica**Contacto:** joao.varela@cern.ch**Motivação científica**

A observação astronómica de partículas energéticas que incidem na Terra é um tópico de pesquisa recente, complementar das medidas da radiação electromagnética de origem astronómica ou cosmológica realizadas desde há várias décadas. O estudo destas partículas (protões, núcleos atómicos, fótons, neutrinos) deverá fornecer informação relevante para a compreensão do Universo e das suas estruturas.

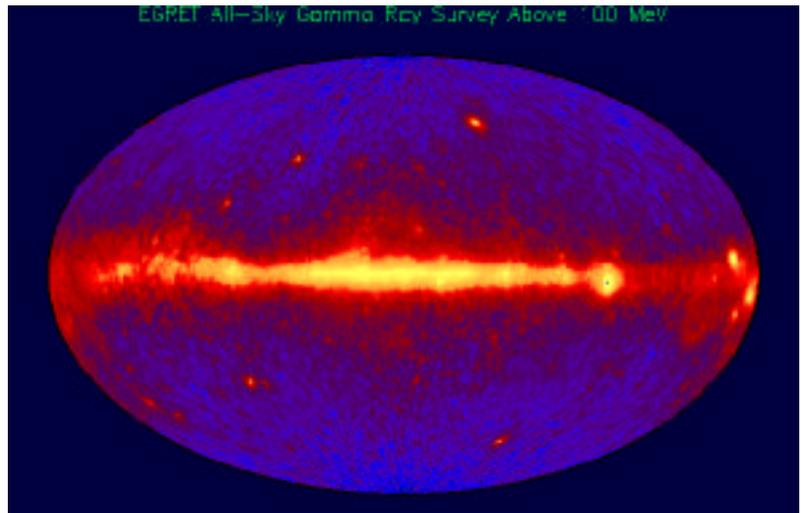
A origem dos raios cósmicos de muito alta energia ($>10^{18}$ eV) é hoje desconhecida. A observação e estudo destes acontecimentos é vital para o desenvolvimento de teorias e modelos. A pesquisa de correlações temporais entre dois ou mais raios cósmicos extremamente energéticos é igualmente de actualidade.

Metodologia científica

A detecção e medida da energia e direcção de raios cósmicos primários baseia-se na amostragem da cascata de partículas secundárias (electrões, fótons, múons, hadrões) iniciada pela interacção da partícula primária nas camadas superiores da atmosfera. O número de partículas carregadas N depende da energia do primário E (expressa em $\text{TeV}=10^{12}\text{eV}$) segundo a relação $E=0.016N^{0.9}$. As dimensões transversas da cascata são da ordem de 10m, 100m, 1000m e 5000m respectivamente para energias do primário de $6 \cdot 10^{13}\text{eV}$, $4 \cdot 10^{15}\text{eV}$, $2 \cdot 10^{18}\text{eV}$ e 10^{20}eV .

A amostragem do número de partículas da cascata realizada por detectores de cintilação dispersos na área característica da cascata permite obter uma estimativa da energia da partícula primária. A comparação dos tempos de chegada da cascata aos vários detectores permite estabelecer uma medida da direcção original dos raios cósmicos.

A distância entre os detectores da rede determina a gama de energias que é possível medir. Distâncias da ordem da dezena a uma centena de metros, características de um edifício no IST, permitem explorar raios cósmicos entre 10^{13} e 10^{15} eV. Distâncias da ordem de 1 a 5 Km características do espaçamento entre escolas permitem aceder aos raios cósmicos no extremo do espectro de energias. Distâncias superiores permitem estudar acontecimentos exóticos com correlação temporal entre raios cósmicos energéticos.



O fluxo de raios cósmicos primários decresce fortemente com a energia. Raios cósmicos de 10^{13} eV atingem a Terra a uma taxa de $6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, de forma que numa área de $10 \times 10 \text{ m}^2$ se detectam cerca de 200 acontecimentos por hora. Raios cósmicos de 10^{15} eV são detectados numa área de $100 \times 100 \text{ m}^2$ a uma taxa de cerca de 100 acontecimentos por dia.

A detecção de raios cósmicos de energia mais elevada exige a cobertura de áreas maiores. A taxa de acontecimentos de energia 10^{18} eV é de cerca de $4 \cdot 10^{-2}$ por dia por Km^2 . Uma área de cerca de $10 \times 10 \text{ Km}^2$, coberta por uma rede de detectores, permite acumular aproximadamente 4 acontecimentos por dia.

Equipamento experimental

O módulo de detecção é constituído por cintiladores plásticos, lidos por fotomultiplicadores equipados na base com um conversor de tensão AC-DC e um amplificador do sinal.

Por forma a detectar a componente electromagnética das cascatas os detectores tem que ser colocados em espaço aberto (no topo dos edificios escolares) e protegidos por estrutura hermética.

Os sinais são digitalizados por conversores analógico-digital de amostragem instalados numa placa de entrada PCI no PC de controlo e aquisição de dados.

O tempo absoluto dos acontecimentos é estabelecido por um sensor GPS instalado no PC por forma a permitir correlacões com os dados de outras estações.

Cada estação de detecção comporta três módulos elementares controlados por um PC. Software de aquisição e de análise de dados, controlo de experiências e de ligação à rede Internet é instalado no PC.

Modos de operação

Os módulos de detecção serão instalados no IST e em várias escolas de ensino secundário das regiões de Lisboa e Beja.

O modo de funcionamento em rede é apropriado para a detecção de raios cósmicos de energias extremas ou para a pesquisa de acontecimentos exóticos. Os dados recolhidos por cada estação são armazenados no disco local do PC e transferidos a um computador central localizado no IST onde se efectua a análise dos dados.

Tópicos de projectos para alunos do 4º ou 5º ano

1. **Simulação:** Modelização de cascatas na atmosfera. Simulação da experiência. Adaptação da metodologia às características da rede de detecção. Concepção detalhada do equipamento experimental.
2. **Desenvolvimento de detectores:** Construção do protótipo da estação de detecção (módulo de detecção). Desenvolvimento da electrónica de aquisição. Desenvolvimento do software de aquisição. Desenvolvimento do software de comunicação.
3. **Análise de dados:** Desenvolvimento dos algoritmos de reconstrução de dados. Desenvolvimento do software de análise e visualização dos dados.
4. **Medidas experimentais:** Testes e medidas experimentais com uma estação de detecção. Instalação da rede. Teste do funcionamento da rede em colaboração entre o IST, LIP e as escolas secundárias.

Os projectos são realizados no âmbito de equipas de investigação do LIP e institutos associados.

Os candidatos seleccionados beneficiarão de uma bolsa de Iniciação à Investigação.