

TE128 - Activitati de procesare digitala avansata a semnalului si reconstructie in cadrul Observatorului Pierre Auger

Etapa I

Procesare avansată a semnalului în cadrul AERA și dezvoltare de coduri de reconstrucție și infrastructura de comunicații necesare pentru integrarea detectorului de miuoni în infrastructura de achiziție a Observatorului Pierre Auger. Partea I

REZUMAT

În cadrul acestei etape am efectuat studii în cadrul celor patru activități, detaliate mai jos, în cadrul Observatorului Pierre Auger.

Activitatea 1.1, *Estimarea avansată a raportului semnal-zgomot bazat pe fluența energetică (partea I)*, se concentrează pe investigarea unui nou mod de a stabili care dintre stațiile care înregistrează semnal într-un eveniment pot fi utilizate în etapa de reconstrucție a câmpului electric. În prezent, în funcție de raportul semnal zgomot unele stații sunt rejectate din reconstrucția de date deoarece amplitudinea semnalului este considerată a fi mult prea mică în comparație cu zgomotul.

În cadrul acestei activități încercăm o estimare a contribuției pe care o poate aduce semnalul înregistrat considerând, în loc de raportul semnal-zgomot bazat pe amplitudinea tensiunii măsurate, fluența energetică a semnalului și a zgomotului.

Pentru început am analizat fluența energetică reconstruită din simulări CoREAS.

Activitatea 1.2., *Curațarea digitală a semnalului în timp și frecvență, utilizând analiza Fourier, pentru semnale înregistrate de antene multiple în același eveniment sau în evenimente separate (partea I)*, implică mai multe proceduri de curățare a semnalului radio. În prima etapă am efectuat o procedură de corectare a semnalului în funcție de temperatura ambientală măsurată cu ajutorul stației meteo plasate în cadrul sub-ansamblului AERA. Dependența de temperatură a câștigului în amplitudine al LNA (Low-Noise-Amplifier) și FA (Filter-Amplifier), două componente ale AERA, este cunoscută. În această etapă am inclus, cu succes, corecția cu temperatura în codul Offline, utilizat în cadrul colaborării pentru reconstrucția datelor, o corecție care va modifica amplitudinea semnalului măsurat cu 2-7% pentru perioada investigată.

Activitatea 1.3., *Metoda 'forward-folding' pentru reconstrucția semnalelor radio (partea I)*, prezintă o nouă abordare a reconstrucției câmpului electric din datele măsurate cu ansamblul experimental AERA, din cadrul Observatorului Pierre Auger. În prezent reconstrucția standard se obține prin convoluția semnalului măsurat cu tensorul ce descrie răspunsul antenei. Această abordare prezintă dezavantajul că influența zgomotului este semnificativă și, de aceea, multe antene vor fi rejectate din analiză (vezi activitatea 1.1). Metoda forward-folding, sau metoda analitică, presupune cunoașterea în prealabil a formei pulsului radio, în domeniul frecvență. Aceasta formă, obținută din calcule teoretice, are patru parametri liberi care vor fi fixați pentru a putea reproduce semnalul observat. În cadrul acestei etape am studiat aplicarea metodei forward-folding pe un set restrâns de simulări AERA care include și zgomot.

Activitatea 1.4., *Caracterizarea răspunsului detectorului prin simulări GEANT4 și scrierea codurilor ROOT pentru analiza de date și reconstrucția evenimentelor*, implică scrierea de coduri pentru reconstrucția datelor, atât măsurate cât și simulate, efectuarea de simulări GEANT4 pentru determinarea caracteristicilor detectorului și antrenarea codurilor de reconstrucție. În acest scop am efectuat simulări GEANT4 utilizând geometria reală a detectorului și un flux de muoni atmosferici care respectă distribuția reală a acestor particule secundare.

Diseminare:

- prezentare orală la conferința internațională Carpathian Summer School of Physics 2021, Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics (VIII). Physics with small accelerators, 18-27 August, Sinaia, Romania, Digital signal reconstruction for AERA simulations, M. Dobre, A. Saftoiu

Outreach:

- prezentare orală invitată "Introduction to Cosmic Rays", A. Săftoiu, Carpathian Summer School of Physics 2021, 18-27 August, Sinaia, Romania

- prezentare orală "Introduction to Muography", D. Stanca, Carpathian Summer School of Physics 2021, 18-27 August, Sinaia, Romania

TE128 - Signal processing and reconstruction activities in the frame of the Pierre Auger Observatory

Stage 1

Advanced signal processing, data reconstruction and detector integration within the Pierre Auger Observatory framework. Part I

SUMMARY

In this stage we have worked at the four activities within the work plan, in the frame of the Pierre Auger Observatory.

Activity 1.1, *Advanced signal to noise ratio estimation based on energy fluence (part I)*, focuses on finding a new way to decide which stations, that have recorded a signal, should be used electric field reconstruction. Currently, this decision is based on the signal-to-noise ration, based on signal amplitude, and stations that have a ratio lower than 10 are rejected. In this activity we investigate the use of energy fluences rather than amplitudes for the estimation of signal quality. For the beginning we have analyzed energy fluences reconstructed from CoREAS simulations.

Activity 1.2., *Signal cleaning in time and frequency for multiple antennas (part I)*, involves several signal cleaning procedures. In the first part we have implemented a correction procedure of the

signal that eliminates temperature dependencies due to temperature influence within the AERA set-up. Temperature affects recorded signal by changing the gain of two electronic components of the antenna, the LNA (Low-Noise-Amplifier) and FA (Filter-Amplifier) and this dependence is known. In this activity we have successfully worked to include this temperature correction in the Observatory reconstruction software framework, Offline. This correction will determine a 2-7% change in the recorded signal amplitude within the investigate time period.

Activitaty 1.3., The *'forward-folding' method for radio signal reconstruction (part I)*, presents a new possibility to reconstruct electric fields from data measured with the AERA experimental set-up, within the Pierre Auger Observatory. Currently, standard reconstruction is done by convoluting the recorded signal with the antenna response. This procedure is influenced by noise. The *'forward-folding'*, or analytic, method starts from the theoretically known shape of the pulse in the frequency domain. This shape depends on four free parameters that are fit to the measurement/simulation to reproduce the observed signal. In this activity we have applied the forward-folding method on AERA CoREAS simulations including also realistic noise, using the Offline framework.

Activitatea 1.4., *Characterization of detector response by GEANT4 simulations and writing of ROOT analysis and event reconstruction scripts*, involves writing software for data reconstruction, measured and simulated, and determination of detector characteristics based on GEANT4 simulations. For this purpose we have developed GEANT4 simulations using realistic detector geometry and incident muon flux. Data reconstruction software has also been developed and tested on simulations.

Dissemination:

- Oral presentation at the international conference Carpathian Summer School of Physics 2021, Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics (VIII). Physics with small accelerators, 18-27 August, Sinaia, Romania, Digital signal reconstruction for AERA simulations, M. Dobre, A. Saftoiu

Outreach:

- invited oral presentation "Introduction to Cosmic Rays", A. Săftoiu, Carpathian Summer School of Physics 2021, 18-27 August, Sinaia, Romania
- oral presentation "Introduction to Muography", D. Stanca, Carpathian Summer School of Physics 2021, 18-27 August, Sinaia, Romania