

Ricostruzione delle tracce dei muoni raccolte con il Cosmic Ray Cube:

La decodifica dei dati.

Carbone C.,Lucci G.,Siano R.

Liceo Galileo Galilei, Napoli

carbone.carla@liceogalileinapoli.edu.it

lucci.giorgia@liceogalileinapoli.edu.it

siano.riccardo@liceogalileinapoli.edu.it

Il processo di decodifica delle tracce consiste nell'analisi e nell'interpretazione dei segnali registrati, al fine di estrarre le informazioni in esse contenute, come la direzione di arrivo del muone, ricavata dall'inclinazione della traccia rispetto agli assi del cubo. Questo procedimento può variare a seconda del tipo di traccia e del contesto in cui viene applicato, coinvolgendo tecniche specifiche per garantire un'accurata ricostruzione dei dati originali.

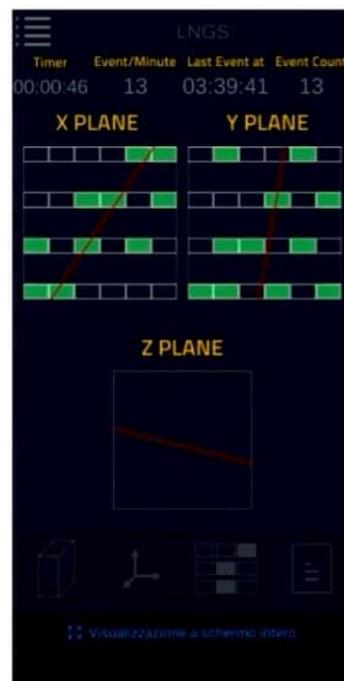
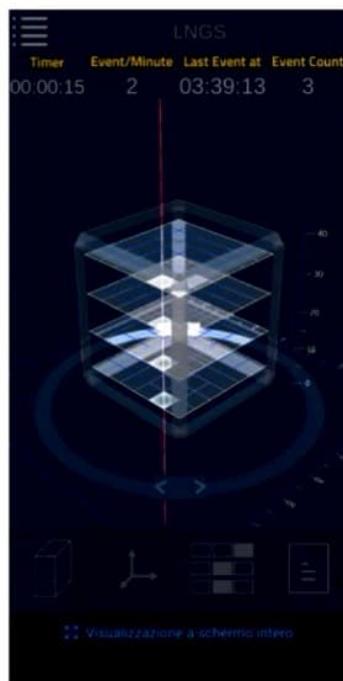
1. Introduzione

I muoni sono particelle elementari simili agli elettroni, ma con massa maggiore, che penetrano facilmente la materia e vengono prodotti nei raggi cosmici. Per rilevarne il passaggio, si utilizza un rivelatore di particelle chiamato CRC, costituito da più piani di barre scintillanti, lette da fotorivelatori (SiPM). La decodifica delle tracce dei muoni raccolte con il CRC in posizione verticale (0°) consiste nell'analisi dei dati registrati dai rivelatori per ricostruire il percorso delle particelle. Il processo inizia con la raccolta dei segnali generati dall'interazione dei muoni con i diversi strati del rivelatore. Ogni segnale corrisponde a un punto di attraversamento, e combinando più punti si può ricostruire la traiettoria della particella. Poiché i muoni arrivano principalmente dall'alto, essendo prodotti dall'interazione dei raggi cosmici con gli strati superiori dell'atmosfera, sono più facilmente rilevati quando attraversano verticalmente il rivelatore. In questo modo, si formano tracce tendenzialmente rettilinee e perpendicolari al suolo. La tabella della decodifica contiene i dati fondamentali per l'analisi delle tracce. Ogni riga rappresenta un evento di rivelazione e include informazioni come il tempo di registrazione (timestamp), l'identificativo degli strati colpiti e le coordinate spaziali del passaggio del muone. Alcune tabelle

riportano anche l'intensità del segnale, utile per distinguere eventi reali da possibili disturbi. I dati raccolti vengono elaborati per individuare correlazioni tra i punti registrati e ricostruire la direzione di arrivo delle particelle.

2. Ricerca

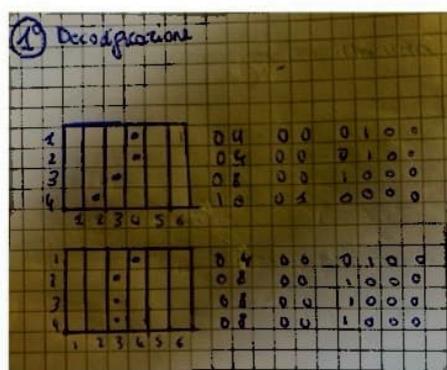
Il processo di analisi dei dati acquisiti da un rivelatore di particelle inizia con la decodifica delle informazioni grezze, rappresentate in un formato numerico. Questi dati vengono tradotti in una matrice che rappresenta i segnali registrati nei vari piani del rivelatore. Ogni piano contiene una serie di elementi sensibili che possono essere attivati dal passaggio di una particella. Dopo aver decodificato i dati, si ottiene una distribuzione spaziale dei segnali, che permette di identificare quali elementi del rivelatore sono stati colpiti. Questi dati vengono quindi organizzati in una matrice che corrisponde alla struttura del rivelatore, eliminando eventuali colonne di dati non necessarie. Successivamente, si estraggono le coordinate spaziali dei punti in cui è stato rilevato un segnale. Conoscendo la geometria del rivelatore, si può assegnare a ciascun punto una posizione in uno spazio tridimensionale, traducendo i dati del rivelatore in coordinate fisiche reali. Infine, utilizzando questi punti, si determina la traiettoria della particella attraverso il rivelatore. Questa traiettoria viene descritta da una funzione matematica che rappresenta al meglio l'andamento dei dati rilevati. L'equazione ottenuta consente di ricostruire il percorso della particella e di analizzare le sue caratteristiche, fornendo informazioni utili per lo studio dei fenomeni fisici coinvolti.



3. Risultati

Per quanto riguarda la nostra esperienza, una volta ricevute le tracce da decodificare, abbiamo utilizzato la tabella della decodifica per analizzare i dati raccolti. È importante precisare che i dati originali erano forniti in formato esadecimale, e che il primo passaggio fondamentale è stato quello di convertirli in codice binario. Ogni valore esadecimale è stato trasformato nel suo equivalente binario a 8 bit (es. F = 1111, 4 = 0100, ecc.). A quel punto, ogni bit con valore 1 indica un sensore acceso (cioè attraversato da una particella), mentre uno 0 indica un sensore spento. Questo ci ha permesso di identificare con precisione quali luci LED si sono accese al passaggio del muone. Successivamente, abbiamo costruito una nostra tabella personalizzata a 4 righe per 6 colonne, nella quale abbiamo riportato la posizione delle luci accese nei diversi piani del rivelatore. Ogni riga della tabella rappresenta un punto nello spazio attraversato dalla particella e indica se un determinato LED è stato registrato come acceso. In questo modo, siamo riusciti a ricostruire la traiettoria della particella, associando ad ogni piano del rivelatore le coordinate spaziali x, y e z rilevate.

Questi sono i risultati ottenuti dalla decodifica delle tracce:



x(cm)	z(cm)	y(cm)	z(cm)
14	28	14	28
14	21	10	21
10	14	10	14
6	7	10	7
Mx	Mz	My	Mz
11	17,5	11	17,5

4. Conclusione

Questo lavoro rientra nell'ambito della fisica delle particelle e dello studio della radiazione cosmica, fornendo un esempio pratico di come l'analisi dei dati possa essere utilizzata per comprendere fenomeni fisici invisibili a occhio nudo, ma fondamentali per l'esplorazione della struttura dell'universo. Nel nostro lavoro, abbiamo analizzato le tracce dei muoni raccolte con un rivelatore in posizione verticale, utilizzando una tabella di decodifica per ricostruire il percorso delle particelle. I dati grezzi sono stati trasformati in una matrice, identificando i punti di attraversamento dei muoni nel rivelatore e ricostruendo le loro traiettorie. Abbiamo escluso i valori non necessari per concentrarci sui dati essenziali, quindi abbiamo organizzato le informazioni in una tabella 4x6 per localizzare le luci accese dai muoni. Questa analisi ci ha permesso di visualizzare chiaramente il passaggio delle particelle, comprendendo meglio il loro comportamento e le deviazioni dalla traiettoria attesa. Il nostro lavoro contribuisce alla fisica delle particelle e alla comprensione della radiazione cosmica, utilizzando i dati per esplorare fenomeni fisici invisibili, ma fondamentali per l'esplorazione della struttura dell'universo.

Nei prossimi passi, ci concentreremo sull'approfondimento dell'analisi delle traiettorie e sull'integrazione di ulteriori dati per migliorare la precisione delle ricostruzioni.

References

<https://web.infn.it/OCRA/>