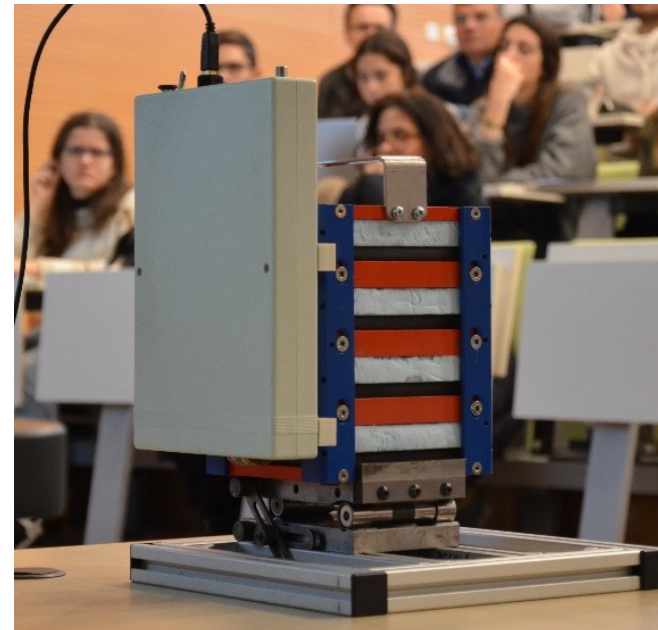
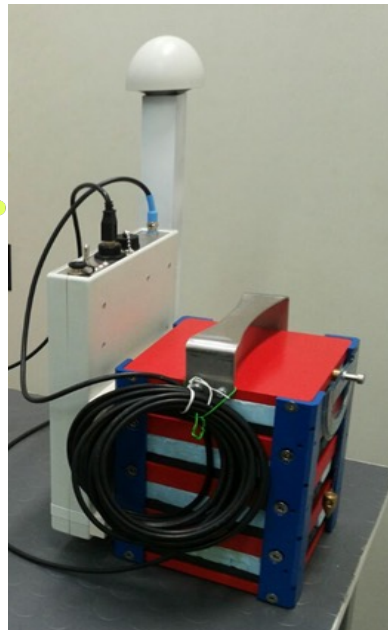


INTERNATIONAL COSMIC DAY – 13 NOVEMBRE 2025

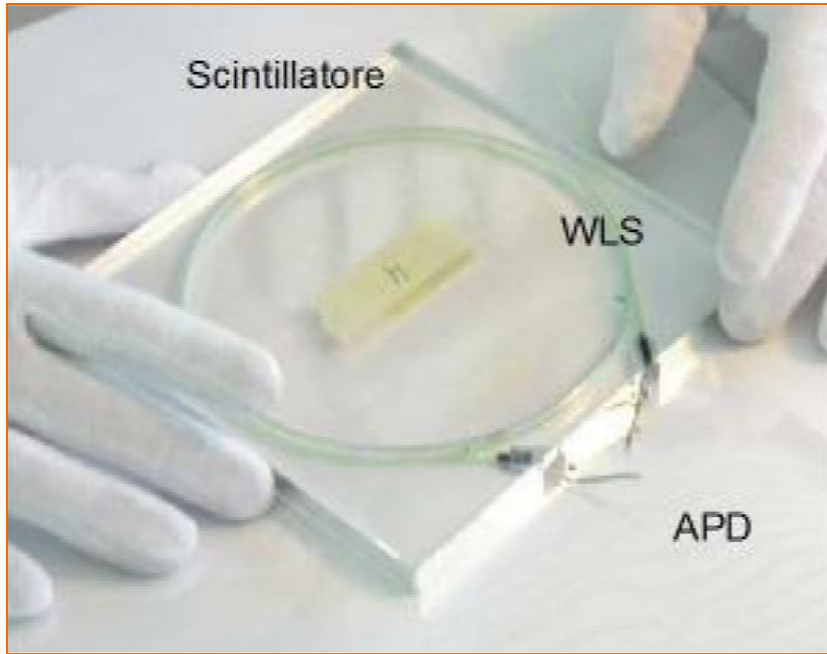
CORAM (COsmic RAY Mission)

**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Lecce**

**Dip.to di Matematica e Fisica “E. De Giorgi”
Università del Salento**



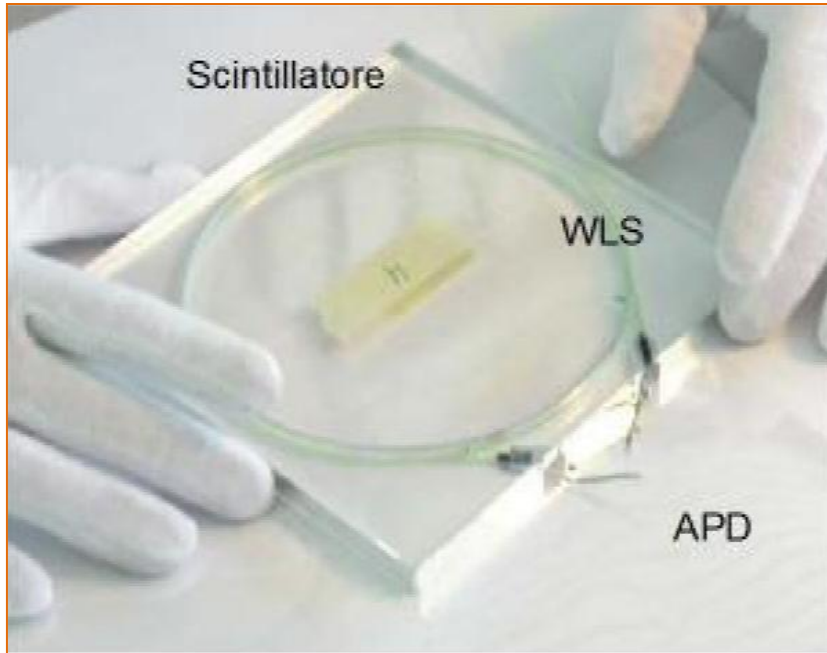
Apparato Sperimentale



Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$



Apparato Sperimentale

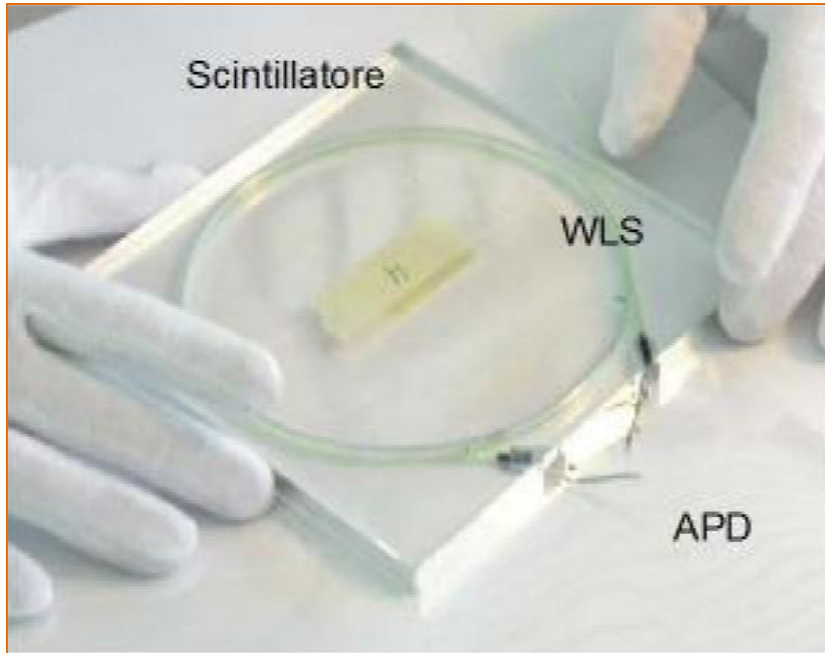


Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$

Rivelatore a Scintillazione

Uno **scintillatore** è un materiale capace di emettere impulsi di luce quando viene attraversato da particelle cariche.

Apparato Sperimentale



Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$

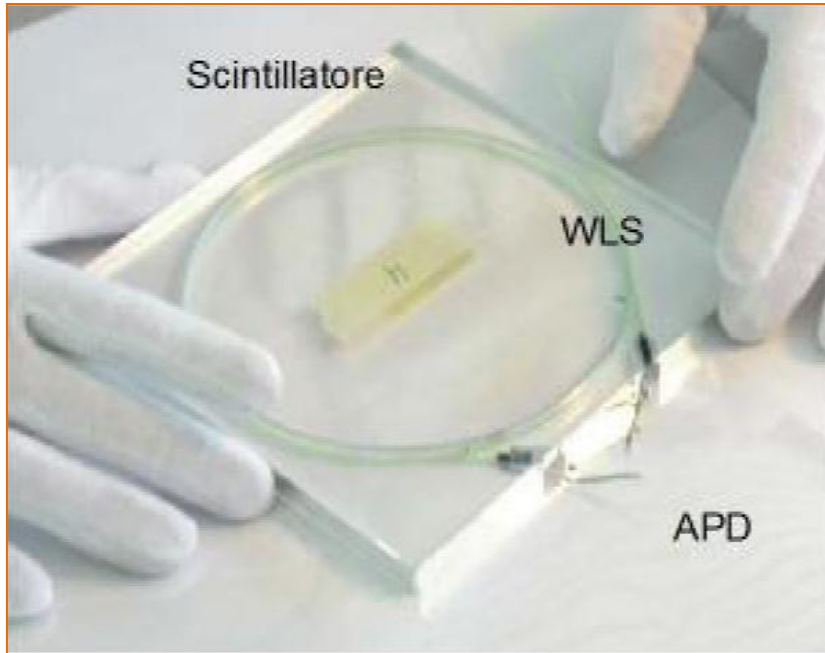
Rivelatore a Scintillazione

Uno **scintillatore** è un materiale capace di emettere impulsi di luce quando viene attraversato da particelle cariche.

si utilizzano delle fibre ottiche (WLS) per raccogliere la luce e convogliarla in due «foto-rivelatori» (APD)



Apparato Sperimentale



Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$

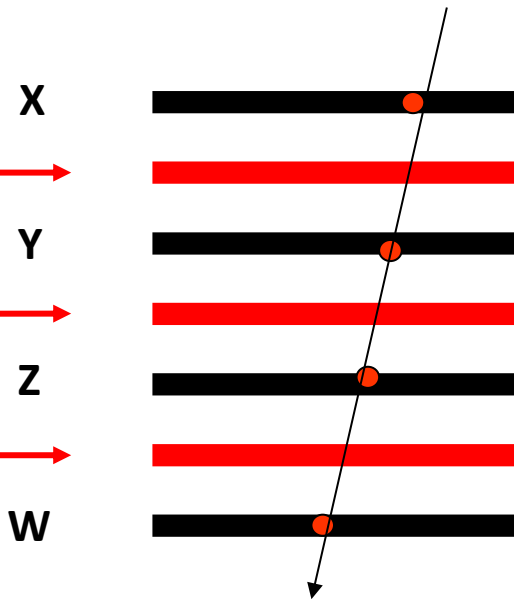
Rivelatore a Scintillazione

Uno **scintillatore** è un materiale capace di emettere impulsi di luce quando viene attraversato da particelle cariche.

si utilizzano delle fibre ottiche (WLS) per raccogliere la luce e convogliarla in due «foto-rivelatori» (APD)

foto-rivelatore è un convertitore di luce in segnale elettrico.

Apparato Sperimentale



Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$

Rivelatore a Scintillazione

Uno **scintillatore** è un materiale capace di emettere impulsi di luce quando viene attraversato da particelle cariche.

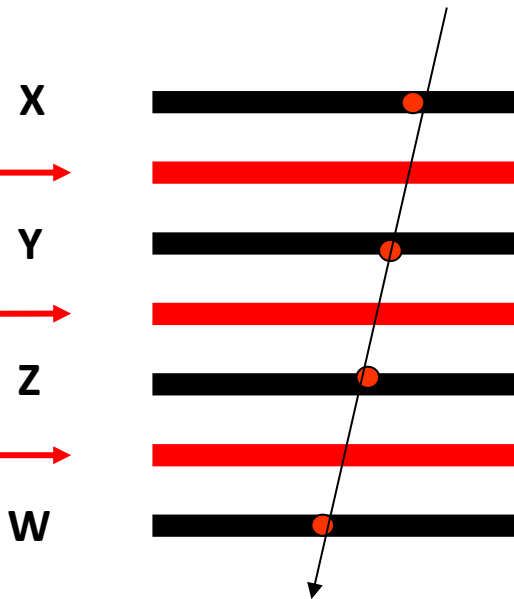
si utilizzano delle fibre ottiche (WLS) per raccogliere la luce e convogliarla in due «foto-rivelatori» (APD)

Tra i piani di scintillatore ci sono degli **strati di ferro**

foto-rivelatore è un convertitore di luce in segnale elettrico.

?

Apparato Sperimentale



Quattro piani di rivelatore a scintillazione di circa $14,5 \times 14,5 \times 1 \text{ cm}^3$

Rivelatore a Scintillazione

Uno **scintillatore** è un materiale capace di emettere impulsi di luce quando viene attraversato da particelle cariche.

si utilizzano delle fibre ottiche (WLS) per raccogliere la luce e convogliarla in due «foto-rivelatori» (APD)

Tra i piani di scintillatore ci sono degli **strati di ferro**

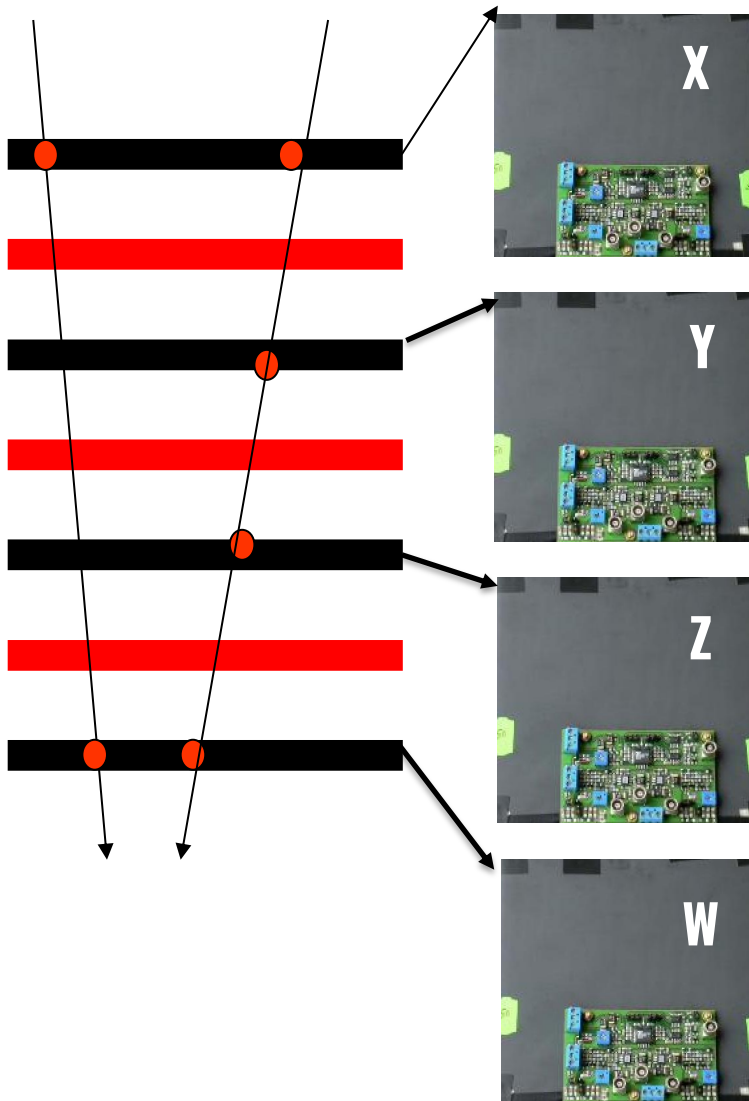
foto-rivelatore è un convertitore di luce in segnale elettrico.

Gli strati di ferro servono a selezionare le particelle più «penetranti»

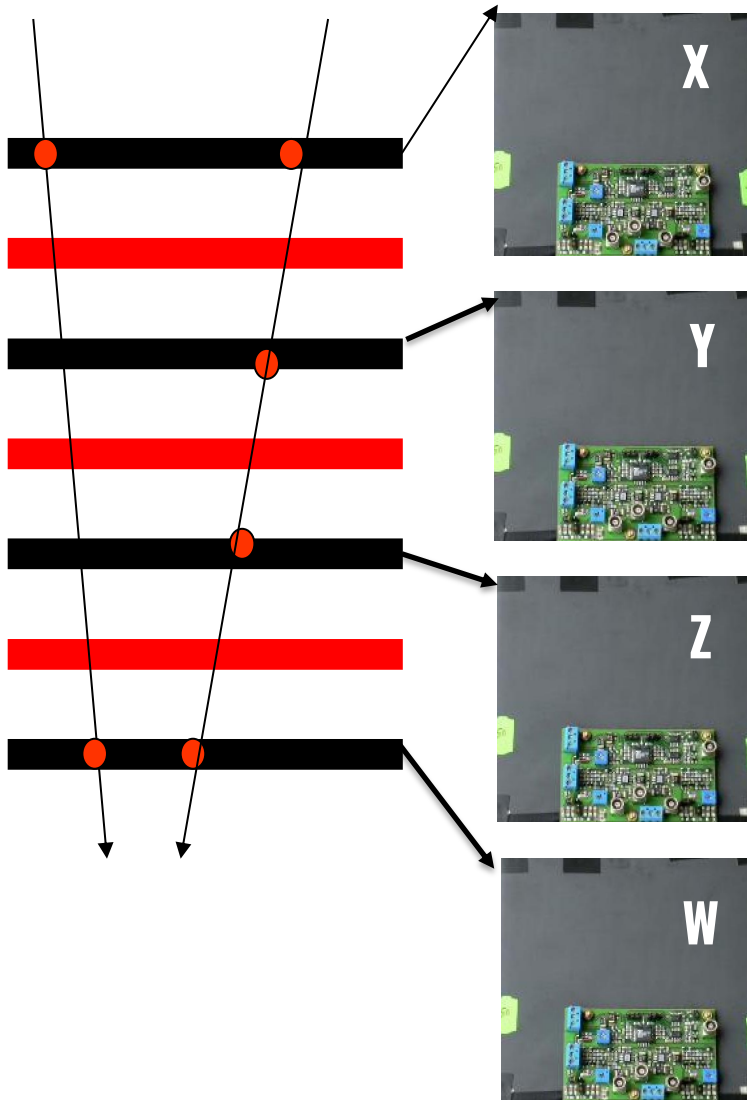
Coincidenza

I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?



Coincidenza



I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?

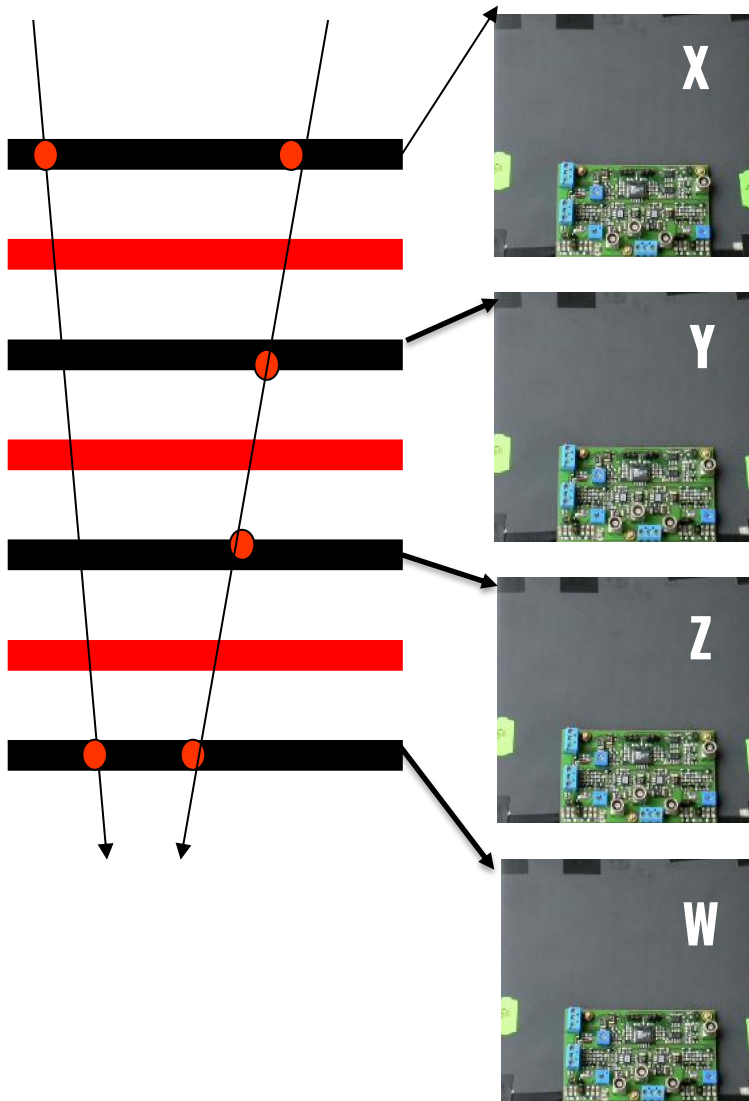
Si definisce un intervallo di tempo ΔT_c (es. 80 ns) si registrano indipendentemente i segnali provenienti da:

- Singole (solo un piano)

Ci sono 4 diversi conteggi di singole:

C_X, C_Y, C_Z, C_W

Coincidenza



I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?

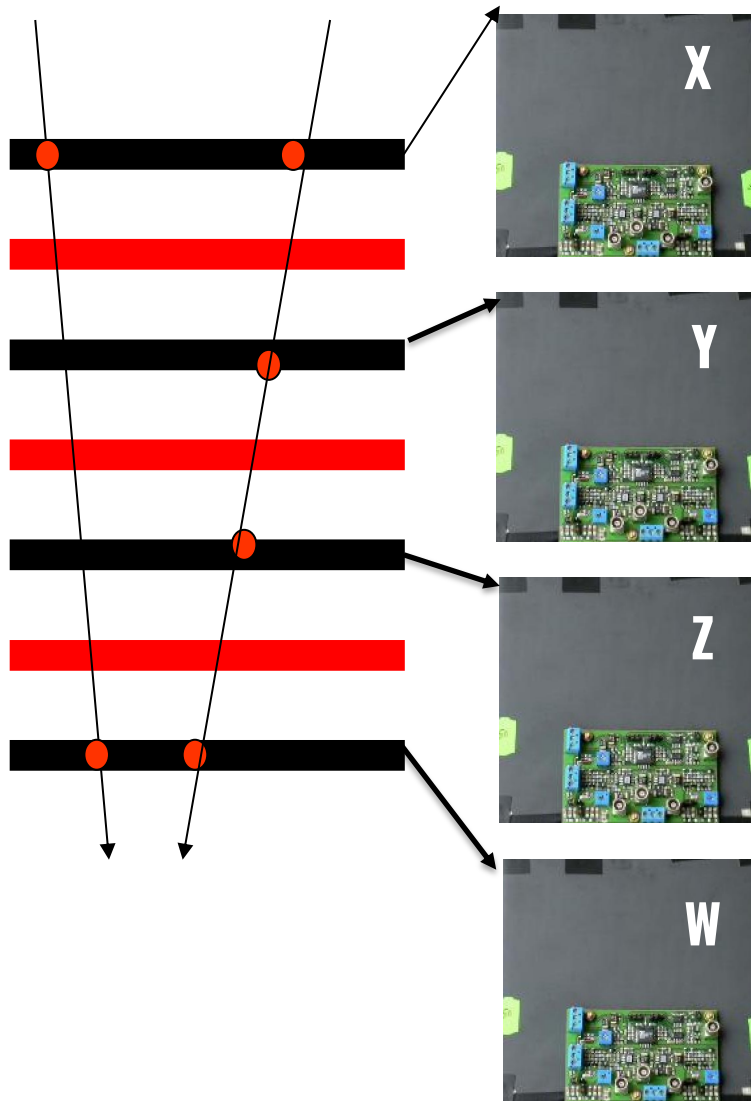
Si definisce un intervallo di tempo ΔT_c (es. 80 ns) si registrano indipendentemente i segnali provenienti da:

- Singole (solo un piano)
- Doppie (due piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)

Siamo interessati solo ai 3 seguenti conteggi di doppie:

$$C_{XY}, C_{YZ}, C_{ZW}$$

Coincidenza



I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?

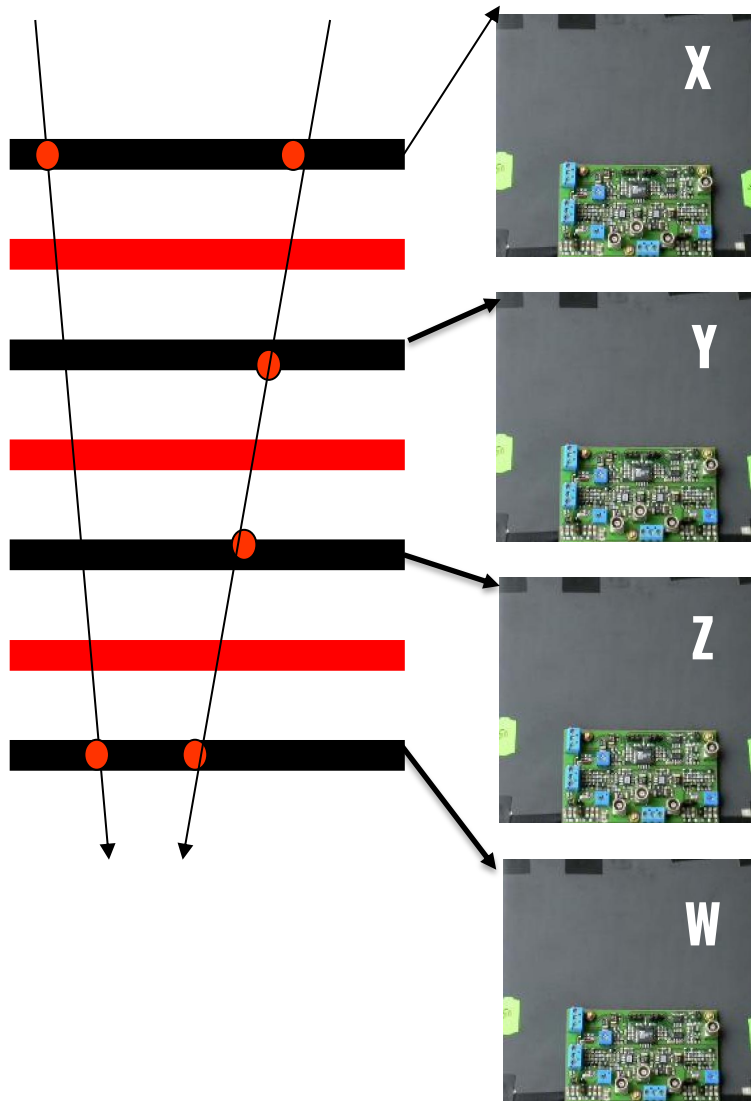
Si definisce un intervallo di tempo ΔT_c (es. 80 ns) si registrano indipendentemente i segnali provenienti da:

- Singole (solo un piano)
- Doppie (due piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)
- Triple (tre piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)

Siamo interessati solo ai 2 seguenti conteggi di triple:

$$C_{XYZ}, C_{YZW}$$

Coincidenza



I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?

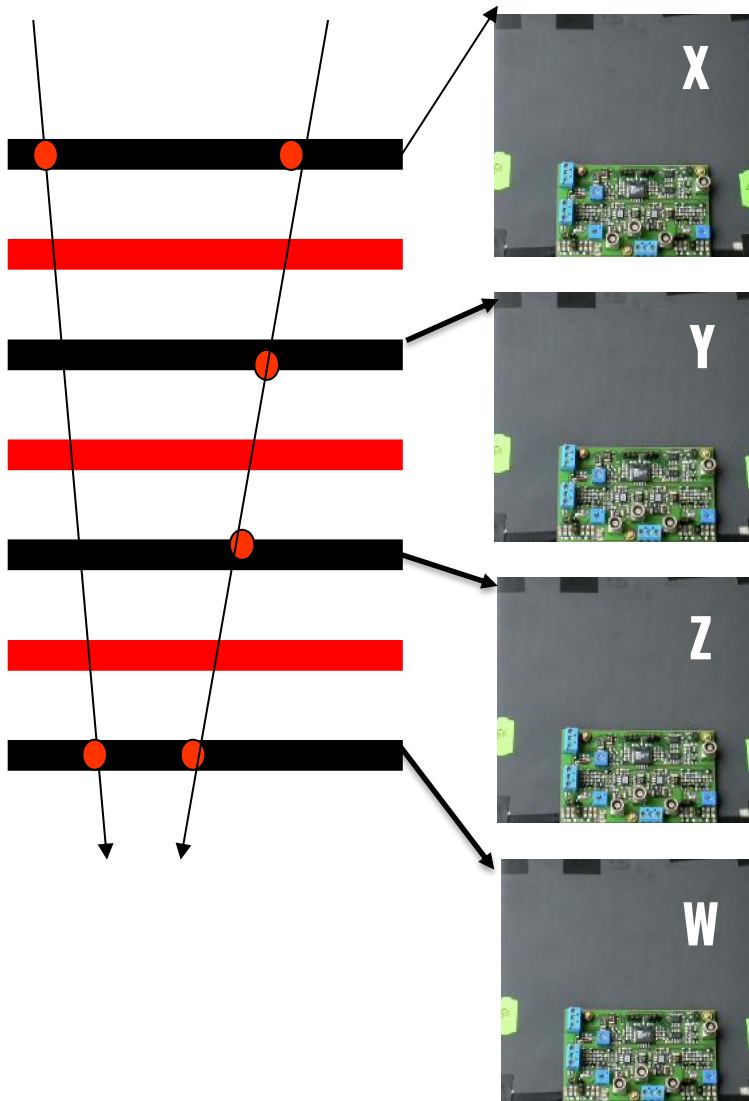
Si definisce un intervallo di tempo ΔT_c (es. 80 ns) si registrano indipendentemente i segnali provenienti da:

- Singole (solo un piano)
- Doppie (due piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)
- Triple (tre piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)
- Quadruple (quattro piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)

Abbiamo un solo conteggio di quadruple:

$$C_{XYZW}$$

Coincidenza



I segnali dei vari scintillatori vengono messi in coincidenza in una certa finestra temporale.

Cosa significa?

Si definisce un intervallo di tempo ΔT_c (es. 80 ns) si registrano indipendentemente i segnali provenienti da:

- Singole (solo un piano)
- Doppie (due piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)
- Triple (tre piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)
- Quadruple (quattro piani adiacenti hanno registrato un segnale entro un tempo ΔT_c)

Tutti i conteggi vengono registrati in un grafico (istogramma) e mostrati tramite l'interfaccia grafica

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?

X



Se una particella interagisce con il nostro rivelatore, questo emette un segnale.

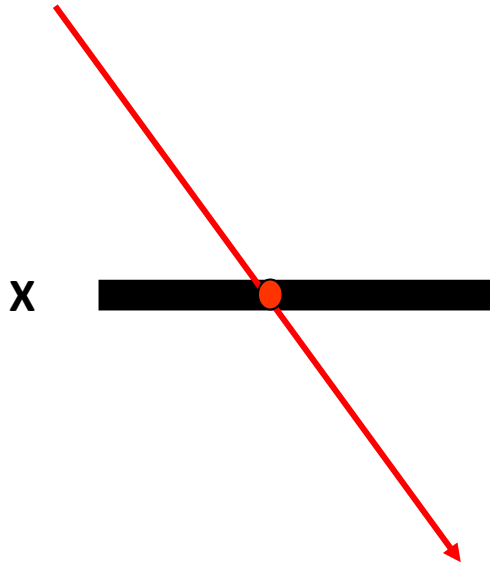
Il conteggio di singola aumenta:

$$C_X = 1, 2, \dots$$

Ma possiamo dire da dove arrivano queste particelle?

Coincidenza

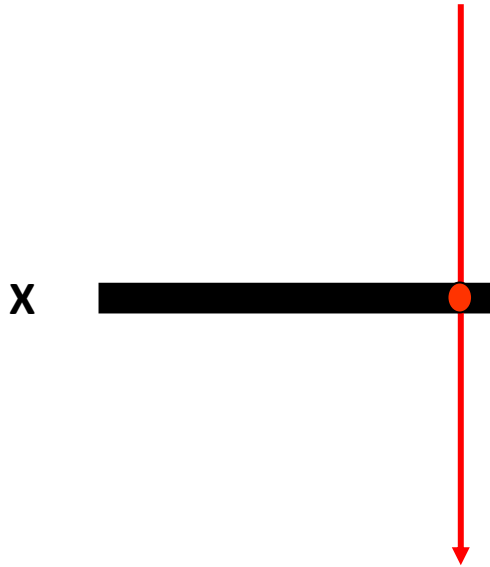
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



Questa?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



O questa?

Coincidenza

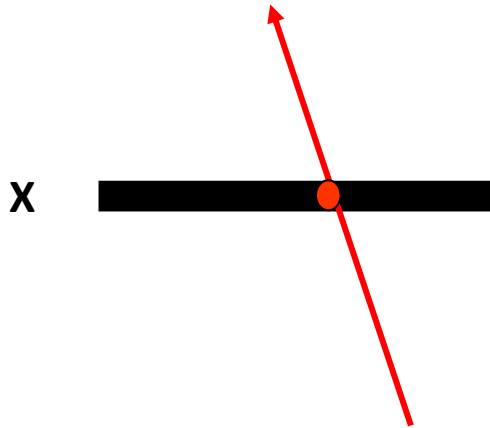
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



O quest'altra?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



Dal basso?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?

X



Così com'è il nostro rivelatore conta solo quanti raggi cosmici lo attraversano. Non possiamo risalire alla traiettoria percorsa dalle particelle.

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



Ma cosa succede se richiediamo la coincidenza tra più piani?

Il conteggio di doppia aumenta:

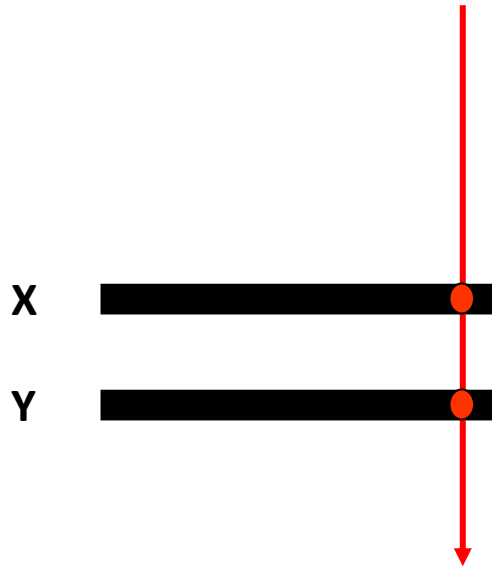
$$C_{XY} = 1, 2, \dots$$

ogni qualvolta una particella attraversa in coincidenza i due piani.

Possiamo dire qualcosa sulla direzione di arrivo?

Coincidenza

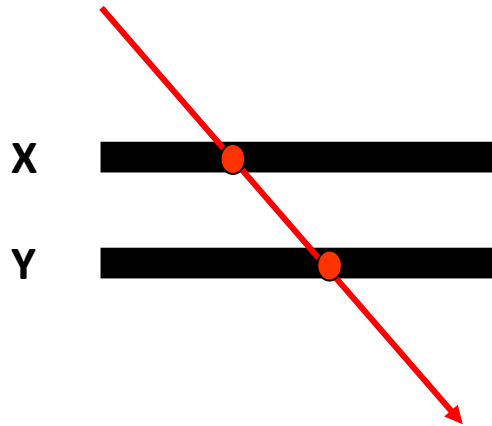
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



Questa?

Coincidenza

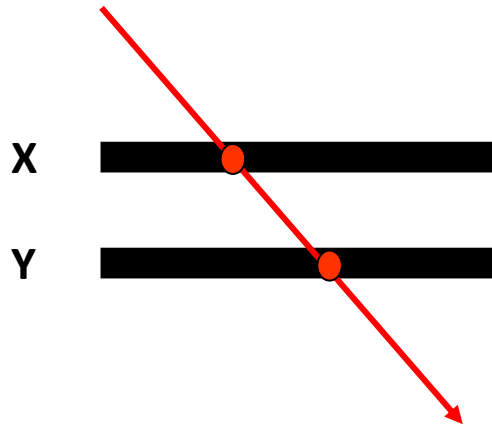
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



O questa?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?

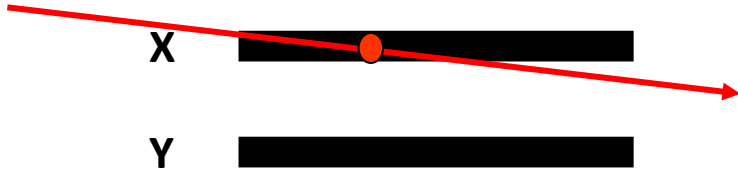


O questa?

Apparentemente possiamo dire ben poco anche qui sulla direzione di arrivo ...

Coincidenza

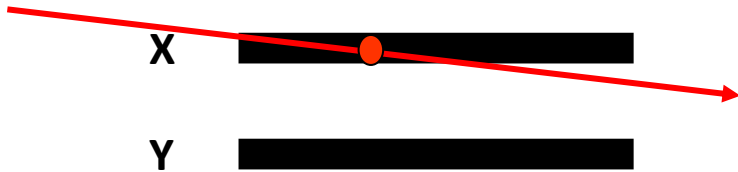
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



Può essere questa?

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



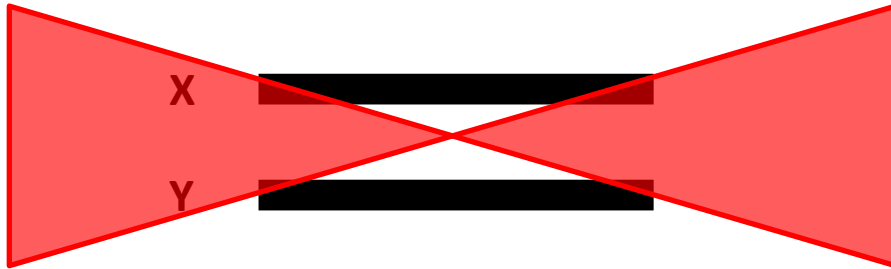
**NO! Altrimenti non avrei
la coincidenza dei due piani**

Richiedendo la coincidenza tra due piani selezioniamo solo una possibile porzione del cielo da cui possono arrivare le nostre particelle, che è funzione della **grandezza del piano di scintillazione** e della **distanza tra i due piani**.

Parliamo di **ACCETTANZA GEOMETRICA**

Coincidenza

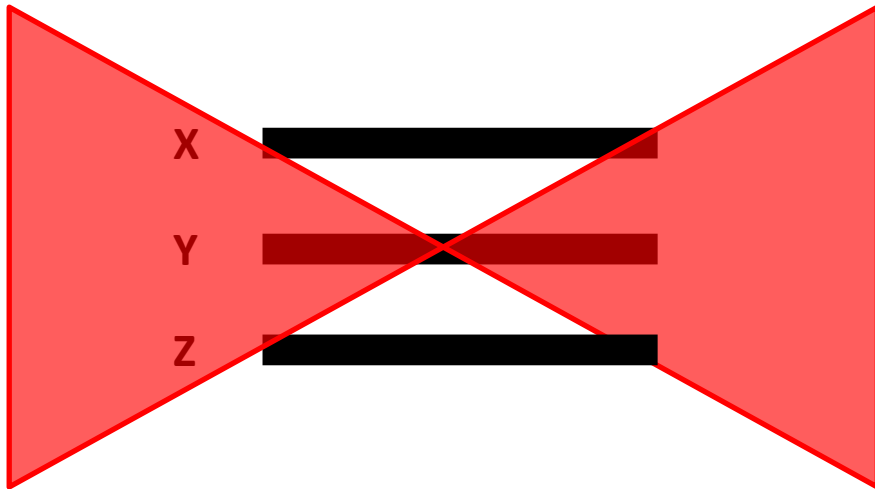
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



In **rosso** : porzione di cielo (angolo solido) da cui **non è geometricamente possibile** generare una coincidenza.

Coincidenza

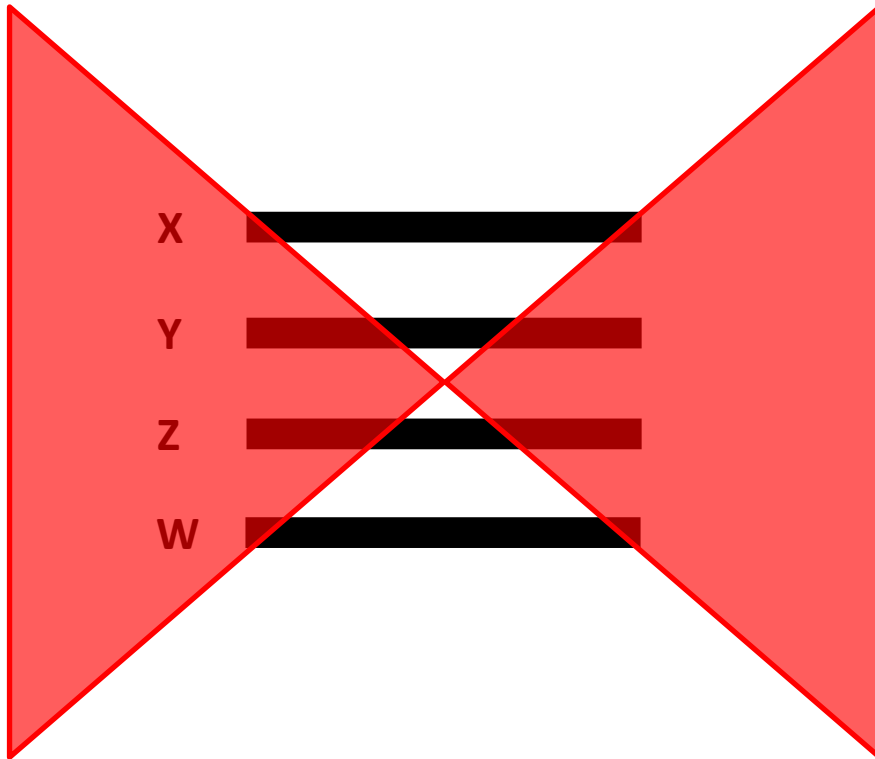
Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



In **rosso** : porzione di cielo (angolo solido) da cui **non è geometricamente possibile** generare una coincidenza.

Coincidenza

Riusciamo a ricostruire con CORAM la direzione di arrivo delle particelle?



In **rosso** : porzione di cielo (angolo solido) da cui **non è geometricamente possibile** generare una coincidenza.

La coincidenza tra i 4 piani, in particolare, è la più selettiva, per cui i conteggi di quadrupla: $C_{XYZW} = 1, 2, \dots$ sono riferiti a particelle che attraversano il rivelatore da una porzione di cielo più selettiva!
(VERTICALE RISPETTO ALL'INTERO RIVELATORE)

Tecnica sperimentale - Misura

Misura

Misureremo il RATE dei raggi cosmici che attraversano il nostro rivelatore al variare dell'ANGOLO DI ZENITH.

- RATE ?
- ANGOLO DI ZENITH ?

Tecnica sperimentale - Misura

Misura

Misureremo il RATE dei raggi cosmici che attraversano il nostro rivelatore al variare dell'angolo di ZENITH.

RATE

Il numero di raggi cosmici (conteggi, **C**) incidenti nel rivelatore in un intervallo di tempo (ΔT) prende il nome di **RATE**:

$$R = \frac{C}{\Delta T} \left(\frac{\text{particelle}}{\text{secondo}} \right)$$

Nella presa dati dobbiamo definire:

- $\Delta T = 3s$

Calcolare il rate per ogni conteggio (singole, doppie, triple, quadruple):

- R_X, R_Y, R_Z, R_W
- R_{XY}, R_{YZ}, R_{ZW}
- R_{XYZ}, R_{YZW}
- R_{XYZW}

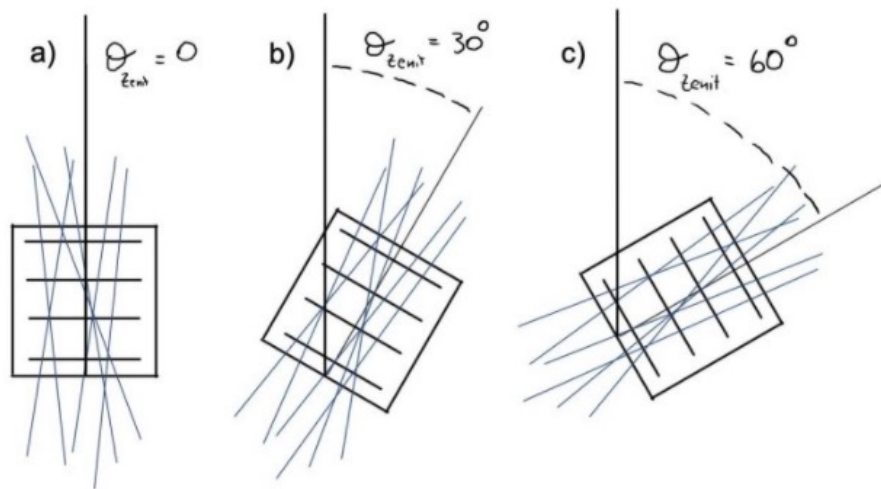
Tecnica sperimentale - Misura

Misura

Misureremo il RATE dei raggi cosmici che attraversano il nostro rivelatore al variare dell'angolo di ZENITH.

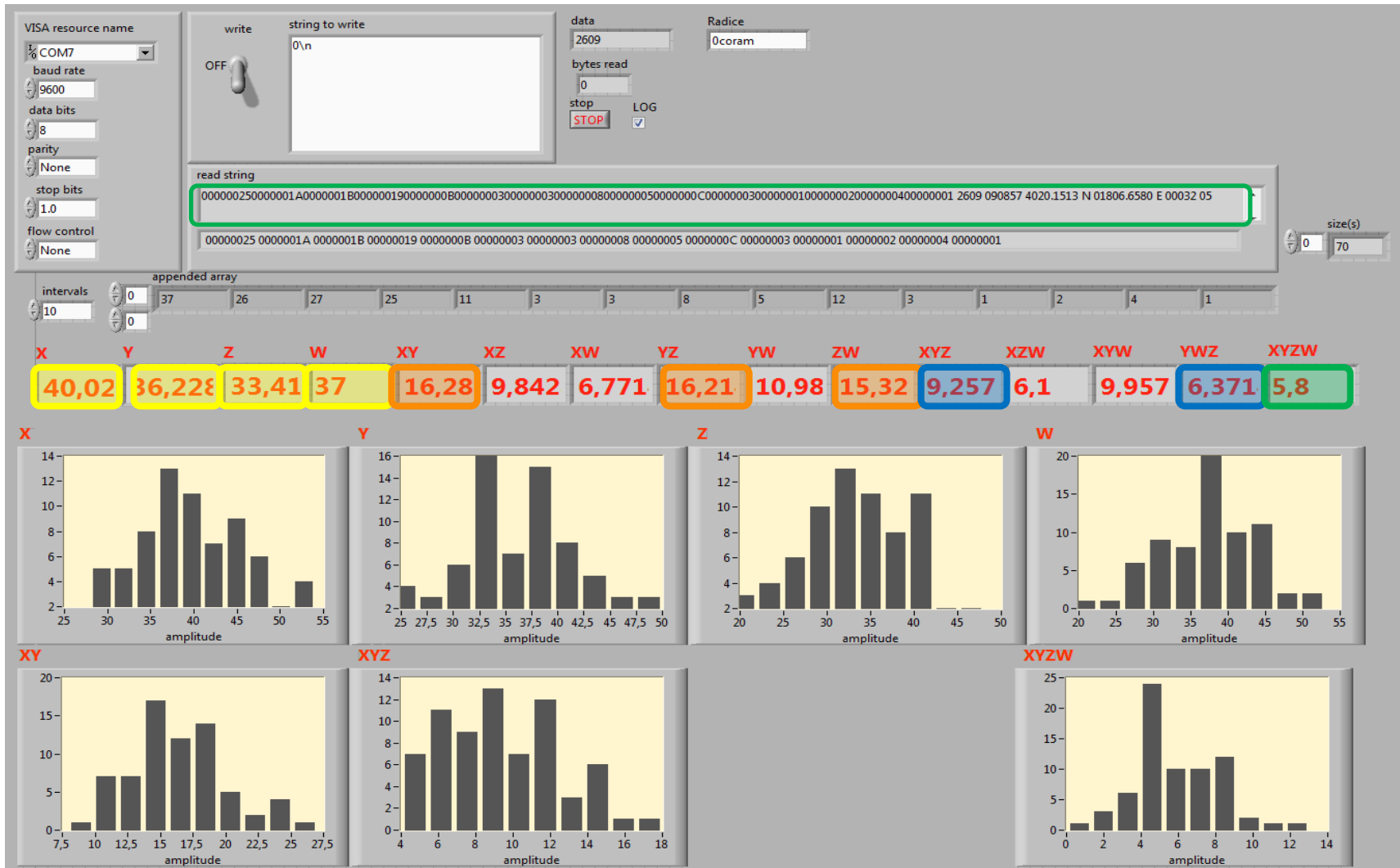
ANGOLO DI ZENITH

L'angolo di zenith θ rappresenta l'angolo di inclinazione rispetto alla verticale.
Se il rivelatore è in posizione verticale $\theta = 0^\circ$,
mentre se è posto in orizzontale $\theta = 90^\circ$.



Misuriamo la dipendenza dei conteggi dall'angolo θ .
Le misure vengono fatte a diversi angoli compresi tra 0° e 90° .

Interfaccia Grafica



SINGOLE

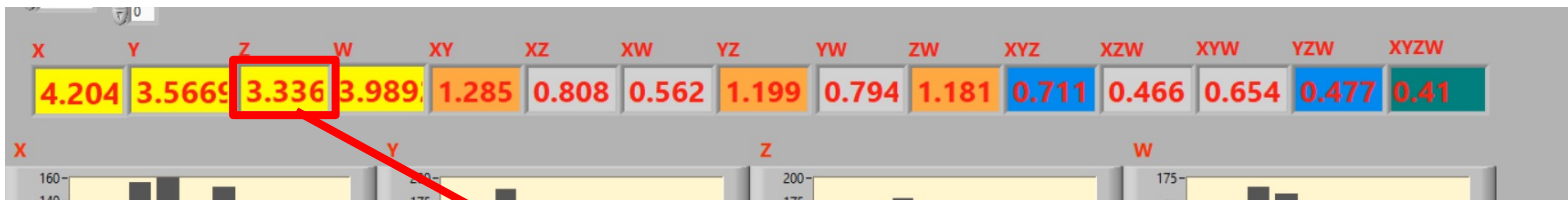
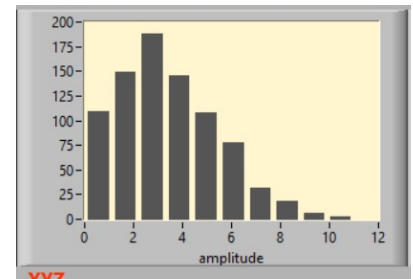
DOPPIE

TRIPLE

QUADRUPLA

Presa Dati

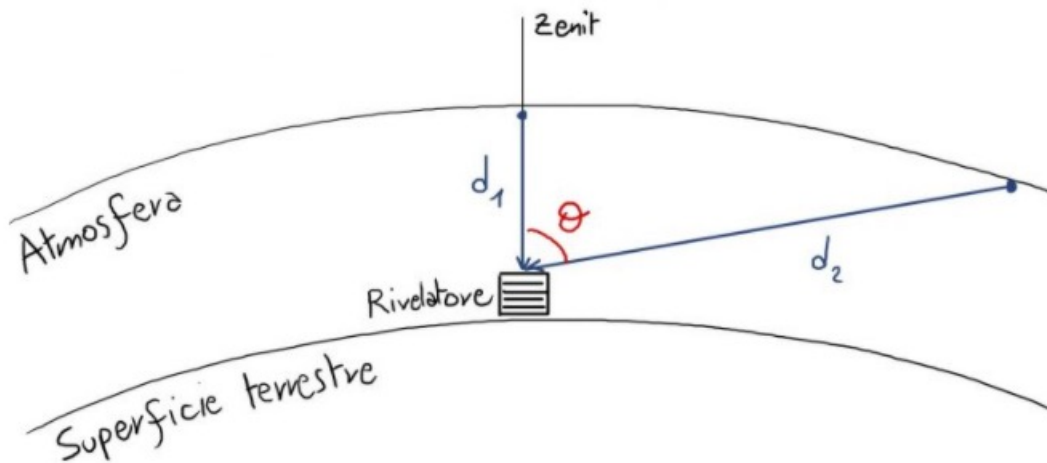
- Per ogni angolo registriamo dati per circa **10 minuti (tempo presa dati)**
- I dati vengono acquisiti dal programma in continuazione e salvati ogni 3 sec
 - Nella distribuzione (istogramma) delle coincidenze i valori sono i conteggi in 3 sec
 - Ogni 3 sec arriva un nuovo dato
 - Il numero rappresenta la media della distribuzione.
 - Dopo 10 minuti ci dice quanti conteggi di raggi cosmici abbiamo in media in un tempo di 3 sec.
- **Per avere il Rate di conteggi in Hz (conteggi al secondo) dobbiamo dividere il nostro numero per 3.**

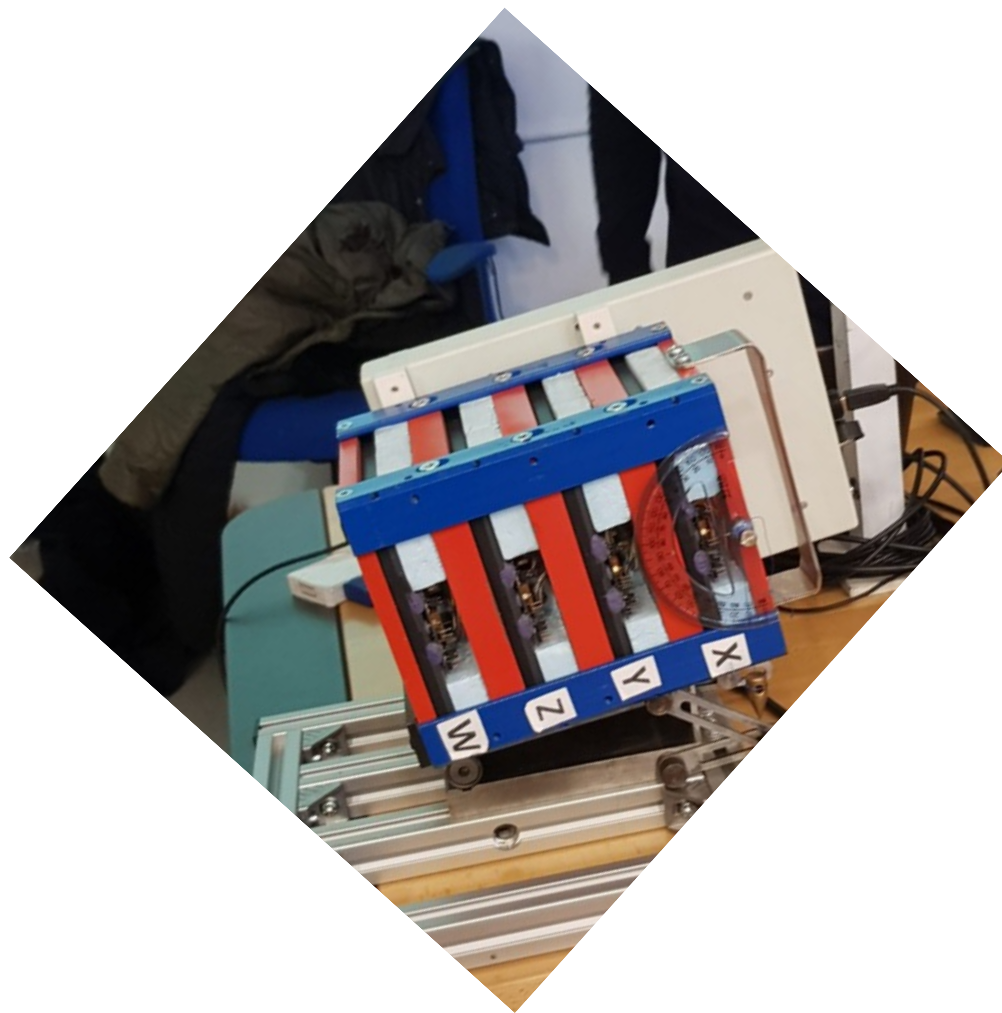
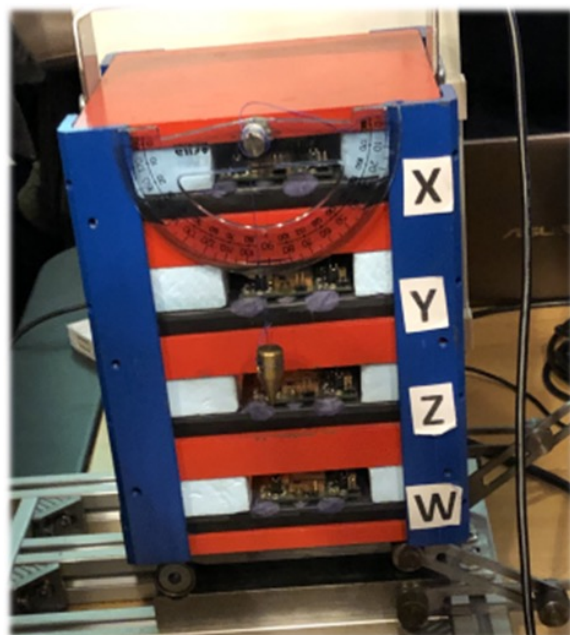


Conteggio di singola sul piano Z: $3.33 : 3 = 1.11 \text{ Hz}$ (conteggi al secondo)

Misura Proposta

COME CAMBIA IL RATE MISURATO IN FUNZIONE DELL'ANGOLO DI ZENITH?





Buon Lavoro!!!