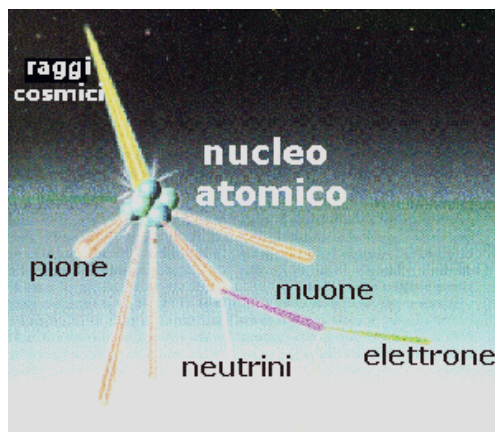


I RAGGI COSMICI



Si tratta di flussi di particelle ad alta energia provenienti dallo spazio, quasi tutte dotate di carica elettrica. È costituito per lo più da ioni di elementi leggeri (idrogeno, deuterio, elio, litio, ecc..) ed elettroni, che si muovono a velocità altissime, prossime a quella della luce. Possiedono energie molto superiori a quelle ottenibili dagli acceleratori di particelle sulla Terra.

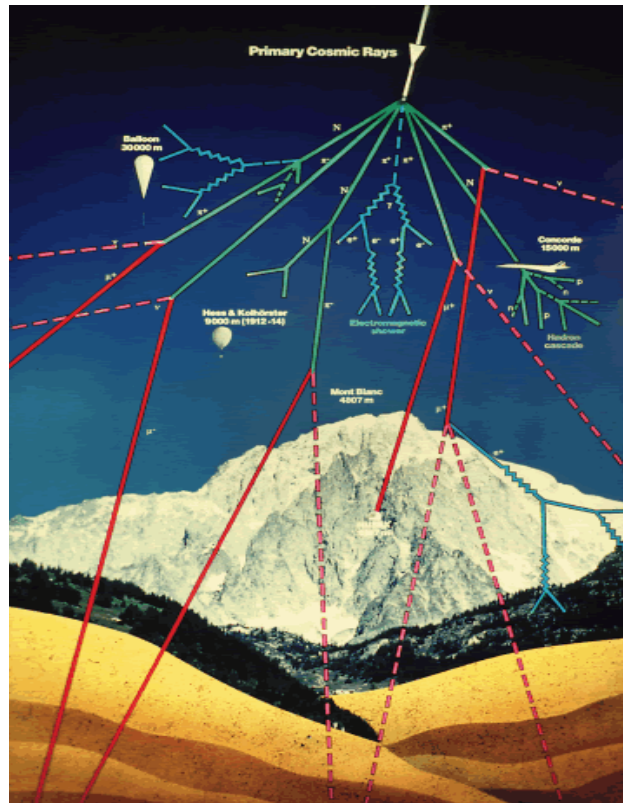
Essi arrivano sulla Terra da ogni direzione dello spazio. Osservati per la prima volta nel 1912, ancora oggi, non esiste una teoria pienamente condivisa da tutti sul modo in cui questi raggi cosmici sono prodotti, o sul "motore" cosmico che riesce ad accelerarli a così grandi energie. Secondo recenti teorie, i raggi cosmici sono emessi dalle stelle o durante alcuni fenomeni che liberano molta energia, come le esplosioni di supernovae. Infatti, queste particelle cariche, urtando il gas interstellare, gli cedono energia, che il gas riemette come radiazione gamma. Un alone di raggi gamma attorno a una galassia ricca di supernovae, indica la presenza di una grande quantità di raggi cosmici. Alcuni hanno origine nel Sole, altri da sorgenti nella Via Lattea, altri ancora da sorgenti esterne alla nostra galassia.

Quando il flusso continuo di raggi cosmici raggiunge la nostra atmosfera da tutte le direzioni dello spazio, le particelle si moltiplicano in una cascata di interazioni successive, creando un'invisibile "pioggia cosmica" che colpisce continuamente ciascuno di noi alla frequenza di circa 4000 particelle cariche al minuto per centimetro quadrato. Questi raggi, urtando le particelle dell'atmosfera, le spezzano in altre più piccole, dette muoni e pioni, che possono essere rivelati sulla superficie terrestre (vedi foto sopra). I muoni sono particelle che hanno la stessa carica elettrica degli elettroni ma sono 210 volte più pesanti, e diversamente dagli elettroni non sono stabili. Infatti dopo una vita media di 2.2 microsecondi (2.2 milionesimi di secondo) il muone subisce un decadimento.

Altri particolari raggi cosmici, come i neutrini, attraversano la materia senza interagire con essa (vedi foto sotto).



Come si rilevano i raggi cosmici?



1. Nello Spazio

Alcune particelle presenti nei raggi cosmici si arrestano nell'atmosfera. Per intercettarle, i fisici sistemarono originariamente rivelatori di particelle in mongolfiere, per raggiungere quote di decine di migliaia di metri. Oggi questi rivelatori vengono installati all'interno di navi spaziali, capaci di analizzare i raggi cosmici nello spazio.

2. Sulla Terra

Altre particelle raggiungono il suolo e possono essere catturate da rivelatori posti sulla superficie terrestre.

3. Sottoterra

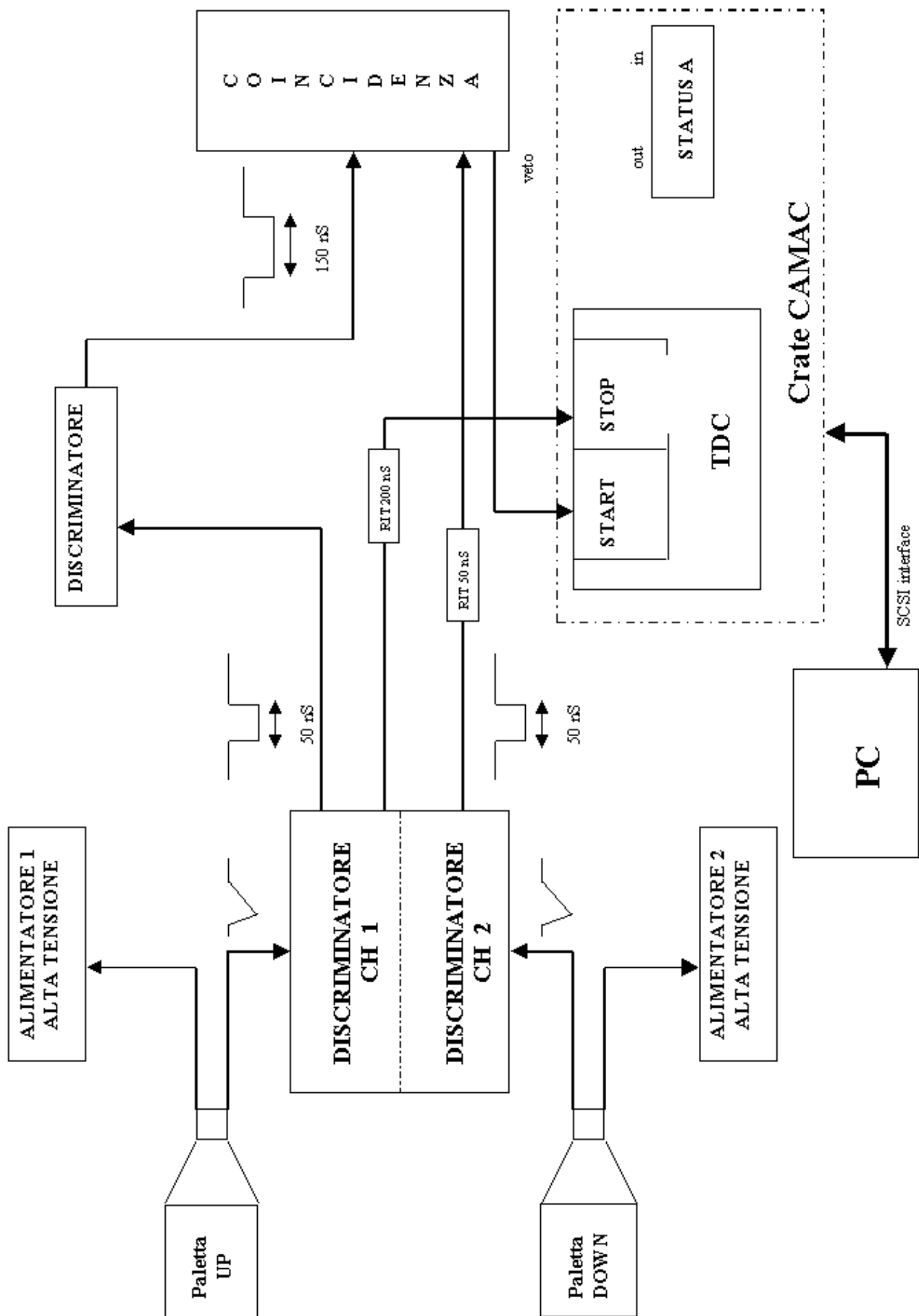
Altre particelle ancora penetrano dentro la terra e vengono intrappolate da dispositivi sotterranei, come il CERN del Gran Sasso, o posti sul fondo del mare.

Lo studio dei raggi cosmici ci permette di indagare il cosmo attraverso segnali di alta energia, di studiare la fisica fondamentale ad energie irraggiungibili negli acceleratori qui sulla Terra, e di ottenere preziose indicazioni sulle prime fasi di evoluzione dell'Universo.

I RAGGI COSMICI E LA LORO MISURAZIONE

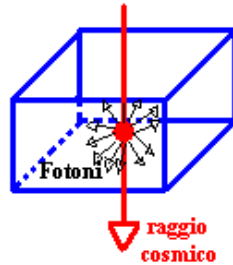
I raggi cosmici attraversano la materia all'incirca senza avere perturbazioni (anche se alcuni sciamano) e arrivano da tutte le direzioni spaziali.

Ma come facciamo a studiare qualcosa che neanche vediamo? Naturalmente per mezzo di apparecchiature apposite, quali lo scintillatore, il fotomoltiplicatore, il discriminatore, il Camac, il Pc e l'oscilloscopio. Ecco lo schema di blocco della nostra strumentazione:

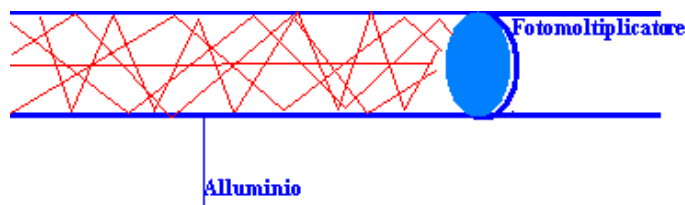


Lo scintillatore

Lo scintillatore è composto da una sostanza drogata (In questo caso Plexiglas drogato al 9% con naftalene) che quando arriva il raggio cosmico emette fotoni , poiché gli elettroni che compongono gli atomi dello scintillatore acquistano energia e compiono un salto quantico e dunque quando tornano al loro livello energetico riemettono l'energia acquistata sotto forma di luce



Una volta creati i fotoni, questi vengono guidati grazie a delle superfici riflettenti (Tipo alluminio) fino al Fotomoltiplicatore



Il fotomoltiplicatore

Il fotomoltiplicatore (PM) è racchiuso in un'ampolla di vetro, che contiene:

- Un **fotocatodo**
- Un' **ottica di ingresso**
- I **dinodi**
- Un **anodo**

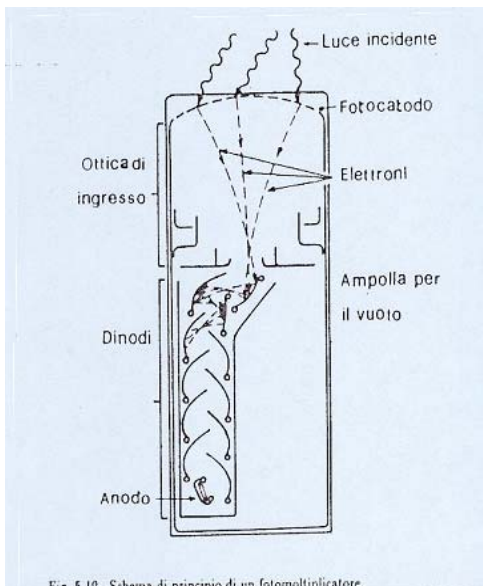
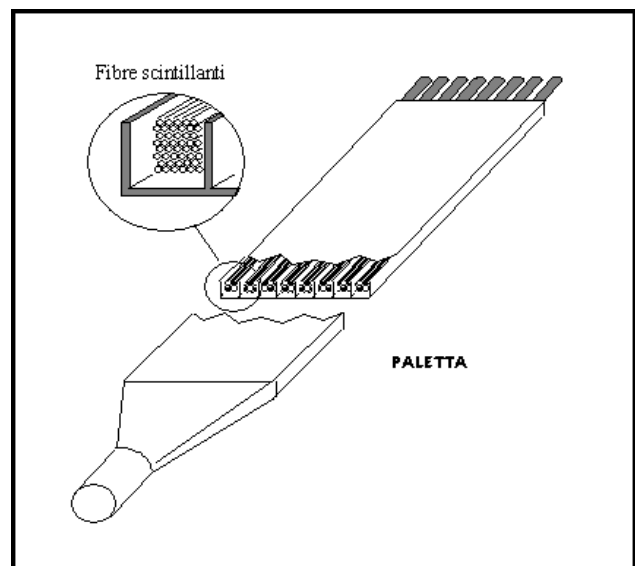
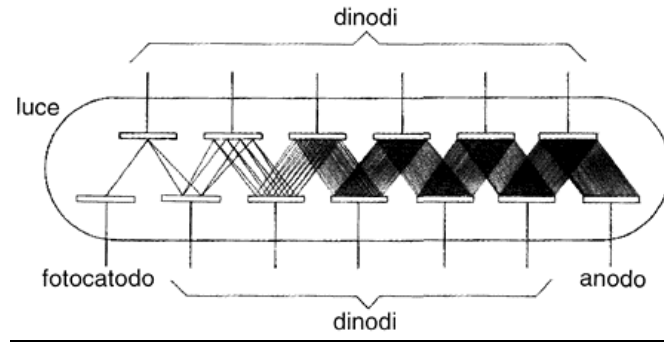


Fig. 5.19 - Schema di principio di un fotomoltiplicatore.



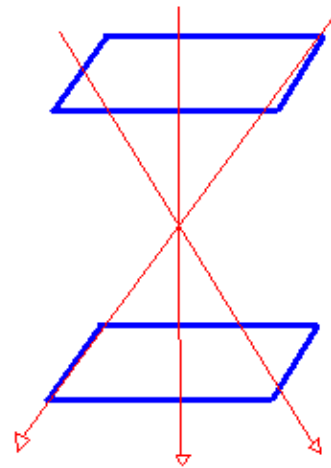
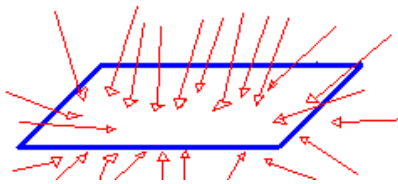
Il fotocatodo converte la luce incidente in una corrente di elettroni (detti fotoelettroni) per mezzo dell'effetto fotoelettrico. Per facilitare il passaggio di questa luce, il materiale fotosensibile è depositato in uno strato sottile all'interno del vetro (o quarzo) della finestra di ingresso del fotomoltiplicatore.

I dinodi sono degli elettrodi di emissione secondaria, posti tra il fotocatodo e l'anodo del fotomoltiplicatore. Servono ad amplificare la debole corrente primaria di elettroni estratti dal fotocatodo per effetto termoelettrico, gli elettroni così moltiplicati giungono all'**anodo**: che raccoglie tutti gli elettroni creati dalle emissioni secondarie.



Descrizione della misura

Noi per studiare i raggi cosmici dobbiamo selezionarli, scegliamo dunque quelli approssimativamente perpendicolari agli scintillatori, ma per fare ciò dobbiamo diminuire la superficie di incidenza dei raggi cosmici, per fare questo utilizziamo due scintillatori (o 3) posti ad una certa distanza

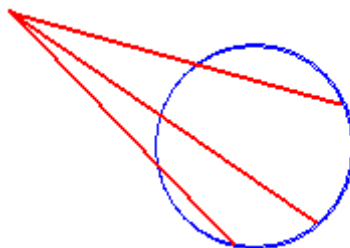


Nel caso a destra abbiamo raggi cosmici che attraversano la paletta solo per un dato angolo d'inclinazione (Angolo solido)

ANGOLO SOLIDO

Si dice angolo solido ciascuna delle due regioni in cui viene suddiviso lo spazio della superficie conica formata dalle semirette passanti per uno stesso punto (detto vertice dell'angolo solido) e per i punti di una curva chiusa semplice tracciata su di una superficie non contenente il vertice.

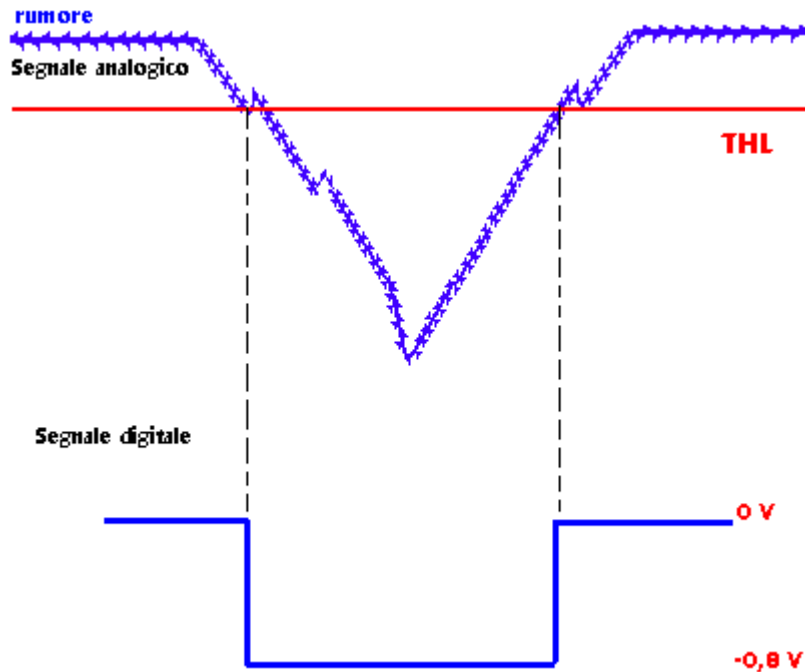
Unità di misura: Steradiante. Esso corrisponde ad un angolo solido unitario (sterangolo), delimitato da un cono che interseca la sfera. Lo sterangolo corrisponde all'angolo solido sotto il quale si vede, dal centro di una sfera di dato raggio, una porzione di superficie sferica pari al quadrato del raggio



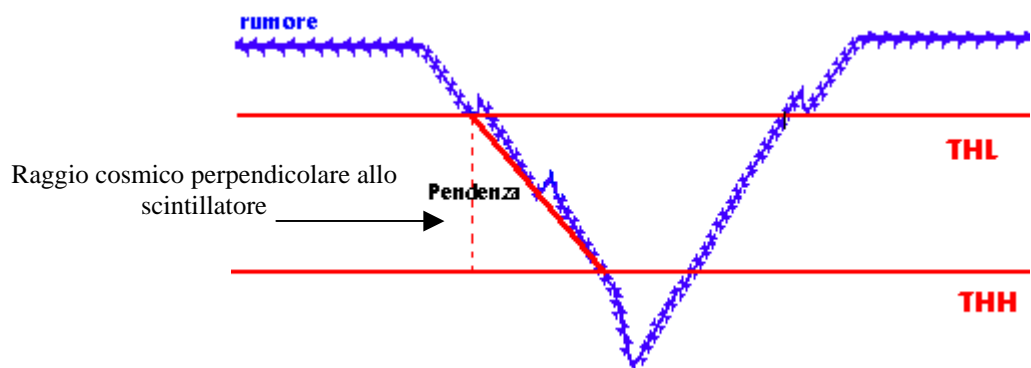
IL DISCRIMINATORE

Il discriminatore e' un dispositivo che genera un segnale in uscita solo quando il segnale d'ingresso(analogico) assume un valore maggiore di una certa soglia(THL) programmabile dall'utente .

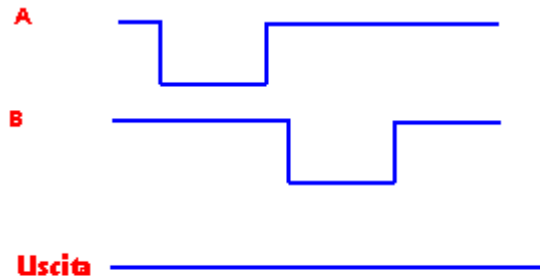
Se l'impulso e' minore del valore della soglia prefissata, il discriminatore non emette alcun segnale di uscita, altrimenti verrà generato un segnale standard(di tipo digitale) di durata programmabile.



La soglia bassa(THL) viene solitamente utilizzata per togliere il rumore ma per ottenere una misurazione più precisa e selettiva utilizziamo un'altra soglia più alta(THH)la quale seleziona il segnale in base alla sua pendenza, infatti un segnale con una grande pendenza rappresenta un raggio cosmico perpendicolare allo scintillatore, come mostra la figura seguente:

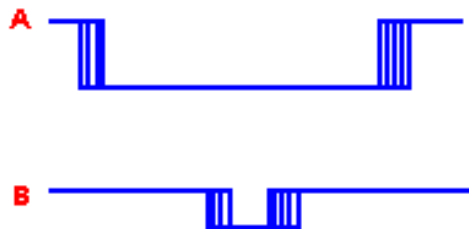


Nel nostro esperimento utilizziamo due scintillatori collegati a due discriminatori differenti, otteniamo due segnali digitali di lunghezza programmabile. Se il raggio cosmico non cade perpendicolare sulle "palette" i due segnali arriveranno in tempi diversi sulla coincidenza e quindi non otterremo alcun segnale in uscita.



Dobbiamo dunque cercare un sistema adeguato per ottenere un segnale in uscita. Inoltre, questo segnale deve avere un errore di jitter il più piccolo possibile. Nel caso della figura precedente, sia il segnale di A che quello di B avevano un jitter e nel caso in cui i 2 segnali sarebbero venuti in coincidenza il segnale in uscita avrebbe avuto un jitter pari alla somma dei jitter in A e in B.

Per risolvere questi problemi, aumentiamo la durata del segnale in A e diminuiamo quella in B in modo tale che il segnale digitale di B sia sempre contenuto nel segnale digitale di A.



Solo in questo modo potremo essere sicuri di avere quasi tutte le coincidenze e un errore abbastanza piccolo. Ovviamente bisogna stare attenti che il segnale A non sia tanto lungo da interferire con gli altri segnali, né tanto piccolo da causare una mancata coincidenza.

IL JITTER

Il jitter è un'instabilità della frequenza istantanea caratteristica di un segnale digitale.

Qualunque segnale digitale è in qualche modo associato ad un clock, in altre parole un'onda quadra avente frequenza prefissata e stabile, che indica la cadenza con cui si succedono i bit del segnale stesso.

E' evidente che la precisione e la stabilità della frequenza del clock sono fondamentali per la corretta interpretazione del segnale digitale cui il clock è associato. Parlare del jitter di un segnale digitale significa in definitiva parlare della stabilità del clock associato al segnale in esame. Il jitter caratterizza la qualità del segnale: maggiore è il jitter, più sarà difficile l'interpretazione del segnale da parte dei circuiti digitali che lo elaborano. Il termine jitter è un verbo inglese che significa "tremare", "agitarsi": difatti, osservando all'oscilloscopio un segnale digitale affetto da jitter, vedremo che esso "trema", mentre un segnale esente da jitter sembrerà "fermo".