

TRIGGER, FONDO E AMPIEZZE DI SEGNALE (*ancora...!*)

V.Valente – 17 dicembre 2003

Credo che le presentazioni, e le discussioni, dell'ultimo meeting meritino un qualche approfondimento e spero che questa nota aiuti sulla via di una chiarificazione.

GENERALITA'

L'elettronica di acquisizione "in acqua" assicura che tutti i segnali prodotti dall'apparato vengano trasmessi a terra. Tale flusso e' sostanzialmente formato dai segnali che il fondo di ^{40}K produce nei PM e ammonta a 4096 volte la frequenza di singola: circa 205 mHz per una frequenza do 50 kHz; ogni segnale ha la dimensione di 200 bit.

Il caso dei segnali prodotti dalla bioluminescenza ha caratteristiche diverse: non e' continuo, ha frequenze istantanee molto più alte, forse non interessa tutti i PM. In assenza di una maggiore conoscenza viene per ora ignorato.

Il trigger e' inteso come quell'algoritmo realizzabile nell'elettronica di acquisizione a terra che seleziona un sottoinsieme di segnali che contengono tutti quelli potenzialmente attribuibili ad una traccia, immersi in un numero (maggiore) di segnali di fondo, e li immagazzina attraverso un dispositivo di "event builder" classificandolo come candidato evento.

La necessità di conservare tutti gli ipotetici segnali di traccia presenti obbliga, una volta identificata una condizione di trigger quale che essa sia, ad immagazzinare tutti i segnali che, nelle varie parti dell'apparato, sono temporalmente compatibili con una traccia che avesse prodotto il trigger (criterio di causalità). Le fluttuazione nei tempi di arrivo dei segnali, principalmente dovuta all'allargamento delle zone sorgenti di luce per gli sciami secondari prodotti dal muone, obbliga a finestre di acquisizione piuttosto ampie; già a frequenze di fondo dell'ordine delle decine di kHz ciò equivale ad immagazzinare un numero di segnali almeno dello stesso ordine del numero di PM. In conclusione, la dimensione del candidato evento dipende solo dalla frequenza del fondo mentre la quantità di dati da immagazzinare e mandare all'off-line dipende dalla frequenza del trigger.

Appare pertanto chiaro che il trigger vada scelto in base ai seguenti criteri:

- deve essere fisicamente realizzabile
- deve assicurare la massima efficienza per le tracce dell'energia più bassa
- non deve essere saturato dai trigger casuali del fondo scorrelato.

BASSE ENERGIE E FONDO

E' indispensabile chiarire che tutti i risultati qui riportati, e le conseguenti elucubrazioni, dipendono in maniera sostanziale dalla simulazione utilizzata. Il programma che ho usato e' OPNEMO nella versione che contiene la "vecchia" parametrizzazione della luce da sciami. Sarebbe opportuno che si confrontassero nei dettagli i risultati ottenibili con diversi programmi di simulazione.

Per "nei dettagli" intendo : spettri di correlazioni temporali fra segnali di PM a varie distanze, ampiezze di segnali singoli, numero di segnali prodotti a varie soglie, numero e caratteristiche dei segnali di potassio presenti negli intervalli temporali di acquisizione, ecc.

Il solo confronto di aree efficaci e di risoluzioni angolari nasconde troppe insidie!

Anche all'energia di 1 TeV i segnali prodotti da un muone hanno in gran parte lo stesso spettro di ampiezza dei segnali prodotti dal ^{40}K , come si vede nella Figura 1.

Nonostante tale affermazione, si può ipotizzare l'uso del più semplice dei trigger : la presenza in tutto l'apparato di un solo segnale aldisopra di una data soglia, a partire dal quale si applichino i criteri di causalità (ovvero finestre di acquisizione) e, successivamente, filtraggi atti ad eliminare i segnali casuali presenti.

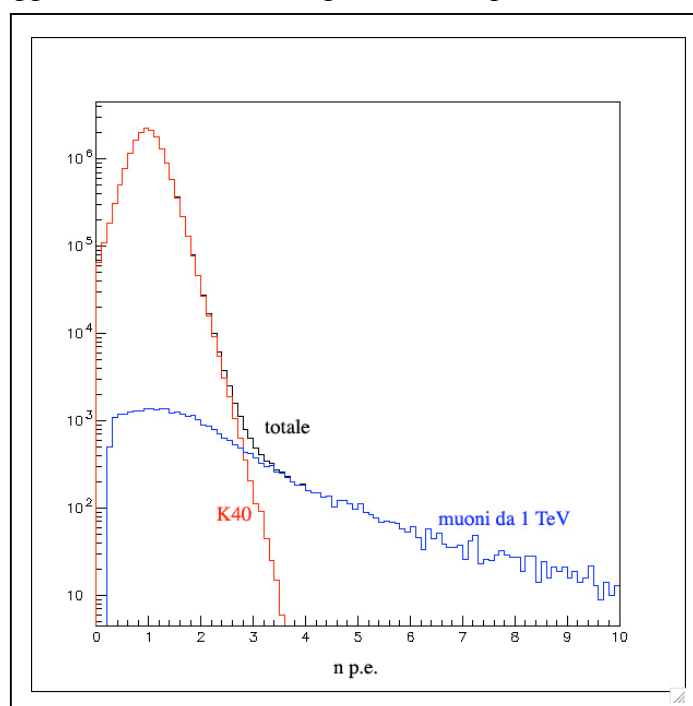


Figura 1 – Distribuzioni delle ampiezze di segnale prodotte da tracce di 1TeV e dal fondo di 40K . Lo spettro del fondo e' sperimentale.

La riduzione prodotta dalla soglia di ampiezza nella frequenza di un trigger casuale di un solo segnale e' riportata in Tabella I. La frequenza di singola e' di 50 kHz.

Tabella I

Soglia in p.e.	Frequenza di trigger in apparato
.25	205 mHz
1	94 mHz
2	802 kHz
2.5	52 kHz
3	4.4 kHz
3.5	360 Hz

Il taglio fra 3 e 3.5 p.e. potrebbe essere praticabile.

D'altro canto, analizzando un file di tracce da 1 TeV, si ottiene la distribuzione della ampiezza massima prodotta riportato in Figura 2: un trigger definito come presenza di almeno un segnale superiore a 3 p.e. può essere indagato.

Da ora in poi, per tutte le analisi, userò sempre lo stesso file di 10000 eventi di tracce con energia di 1 TeV, confrontando il numero di eventi che superano i vari passi.

L'apparato e' quello standard 20-40-200 ed il fondo e' a 50 kHz.

Caso 1 – trigger di apparato

Trigger = almeno un segnale superiore a 3 p.e.; causalità applicata a partire dal segnale di ampiezza massima presente nell'evento; filtraggio standard con IBON.

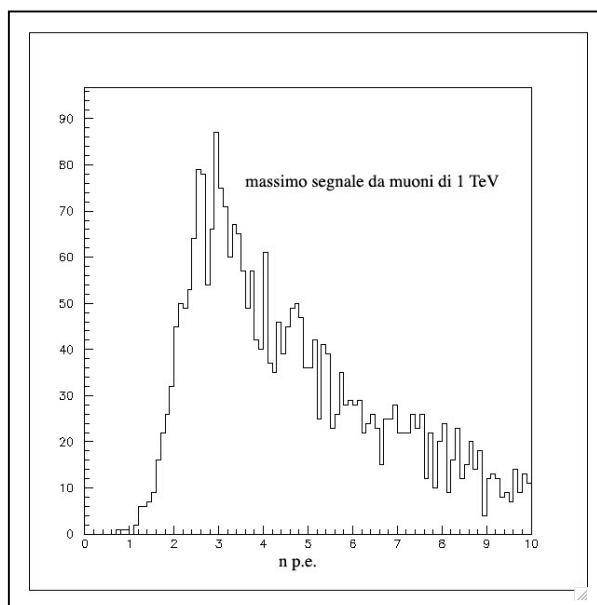


Figura 2 – Distribuzione dell’ampiezza massima prodotta da tracce di 1 TeV.

Tabella II – almeno 1 hit > 3 p.e. in tutto l’apparato

N eventi con trigger ed almeno 5 hit	N eventi > 4 hit dopo causalità	N eventi > 4 hit dopo il filtro	Frequenza Trigger casuali
2476	2269	422	4.4 kHz

Si potrebbe pensare di aumentare l’efficienza dell’apparato sostituendo il trigger di “almeno 1 hit >3” con “almeno 2 hit >x” con $x < 3$, ma, a causa della larga correlazione temporale fra 2 PM qualunque in apparato e dell’elevato numero di combinazioni a 2 PM, la frequenza di trigger casuali diventa proibitiva se $x < 2.5$. Per $x = 2.5$ i trigger casuali sono a circa 33 kHz, ma l’efficienza sulle tracce, invece che crescere, cala del 14% a livello di trigger e del 5% dopo il filtro (Tabella III): evidentemente cambiare la definizione di trigger porta dentro o fuori del campione una parte di eventi con topologie diverse.

Tabella III – almeno 2 hit > 2.5 p.e. in tutto l’apparato

N eventi con trigger ed almeno 5 hit	N eventi > 4 hit dopo causalità	N eventi > 4 hit dopo il filtro	Frequenza Trigger casuali
2078	1927	405	33 kHz

Caso 2 – trigger di torre

Il passo successivo consiste nel tentare di aumentare l’efficienza del trigger abbassando il taglio in ampiezza del segnale e limitando la ricerca ai PM contenuti nella stessa torre.

Limitarsi ad una sola torre per volta vuol dire che si chiedono almeno 2 segnali entro un intervallo di tempo corrispondente alla massima distanza fra 2 PM, circa 2 μ sec.

Il taglio in ampiezza deve essere inferiore a 2.5 p.e., altrimenti il trigger di apparato corrispondente (Tabella III) e’ più efficiente.

Come si vede nella Tabella I, passando da 2.5 a 2.0 p.e. la frequenza del fondo diventa molto alta: cioè comporta che aumentare l’ordine di coincidenza (per esempio da 2 a 3) non riduce la frequenza dei trigger casuali.

L’ipotesi di un trigger costruito con 2 segnali di ampiezza maggiore di 2 p.e. nella

stessa torre da' i risultati di Tabella IV.

Tabella IV – almeno 2 hit > 2.0 p.e. in una torre

N eventi con trigger ed almeno 5 hit	N eventi > 4 hit dopo causalità	N eventi > 4 hit dopo il filtro	Frequenza Trigger casuali
2274	2274	562	660 kHz

Caso 3 – trigger di piano

In un trigger costruito entro un piano o fra due piani contigui e' possibile utilizzare finestre temporali più strette, date le minori distanze fra i PM. In più si può richiedere che la somma dei segnali che sono nelle corrette relazioni di tempo sia superiore ad una soglia fissata. Porre questa ultima condizione e' come chiedere che nel "cluster" già temporalmente stretto ci siano 3 o 4 segnali la cui ampiezza media e' superiore a 1 p.e.

Il caso provato e' quello ormai classico di un trigger che richiede almeno 3 segnali in un piano (TG3), con correlazioni temporali entro 10 e 100 nsec a seconda della posizione dei PM, in OR con la richiesta di 4 segnali (TG2+2), 2 ciascuno in due piani consecutivi; all'interno di ogni piano sono richieste le stesse relazioni temporali di TG3, mentre la relazione temporale fra i due piani e' entro 200 nsec. In aggiunta la somma dei segnali di TG3 deve essere superiore a 3/4 p.e. e quella dei segnali di TG2+2 superiore a 4/5 p.e.

Il risultato e' riportato in Tabella V.

Tabella V – TG3 OR TG2+2

N eventi con trigger ed almeno 5 hit	N eventi > 4 hit dopo causalità	N eventi > 4 hit dopo il filtro	Frequenza Trigger casuali
1866	1860	547	35/400 Hz

Le frequenze dei trigger casuali (ultima colonna della Tabella) si riferiscono alle due ipotesi di taglio sulla somma delle ampiezze dei segnali del trigger sopra riportate e sono state calcolate usando lo spettro completo dell'ampiezza del ^{40}K e simulando anche la somma casuale di 3 e 4 segnali.

Un'ultima notazione: le frequenze dei trigger casuali riportate nelle tabelle hanno dipendenze diverse dalla frequenza del singolo PM e pertanto non possono essere scolate in maniera univoca in funzione di questa.