

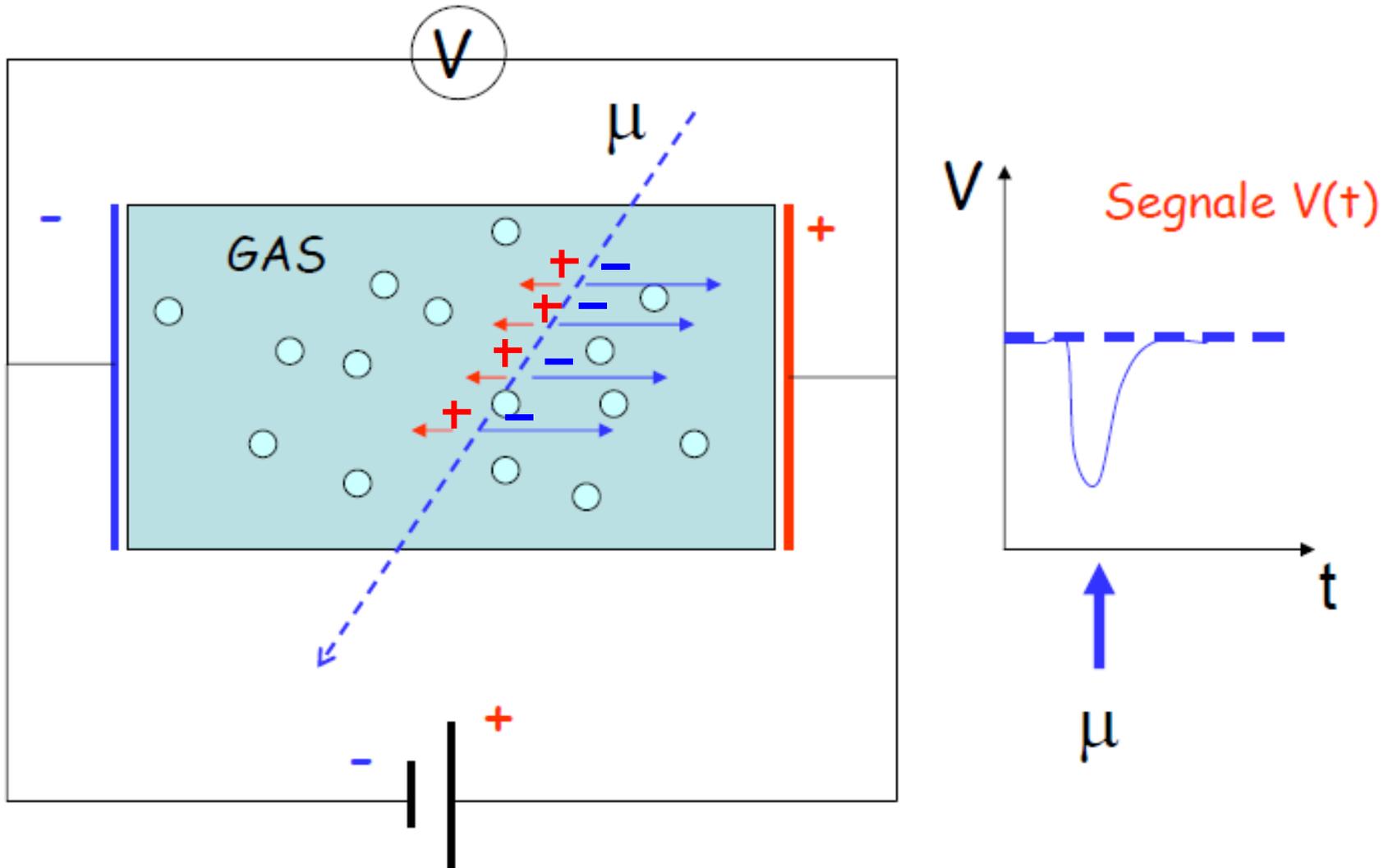


Il trigger e la misura dell'efficienza del telescopio

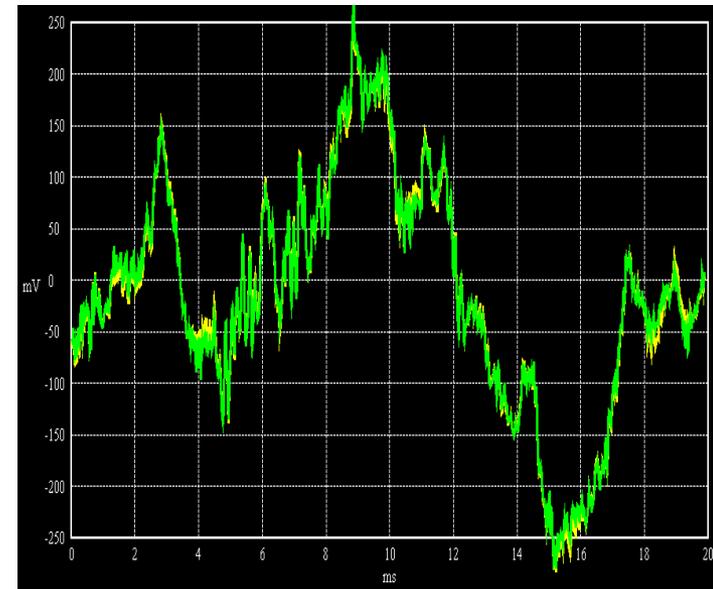
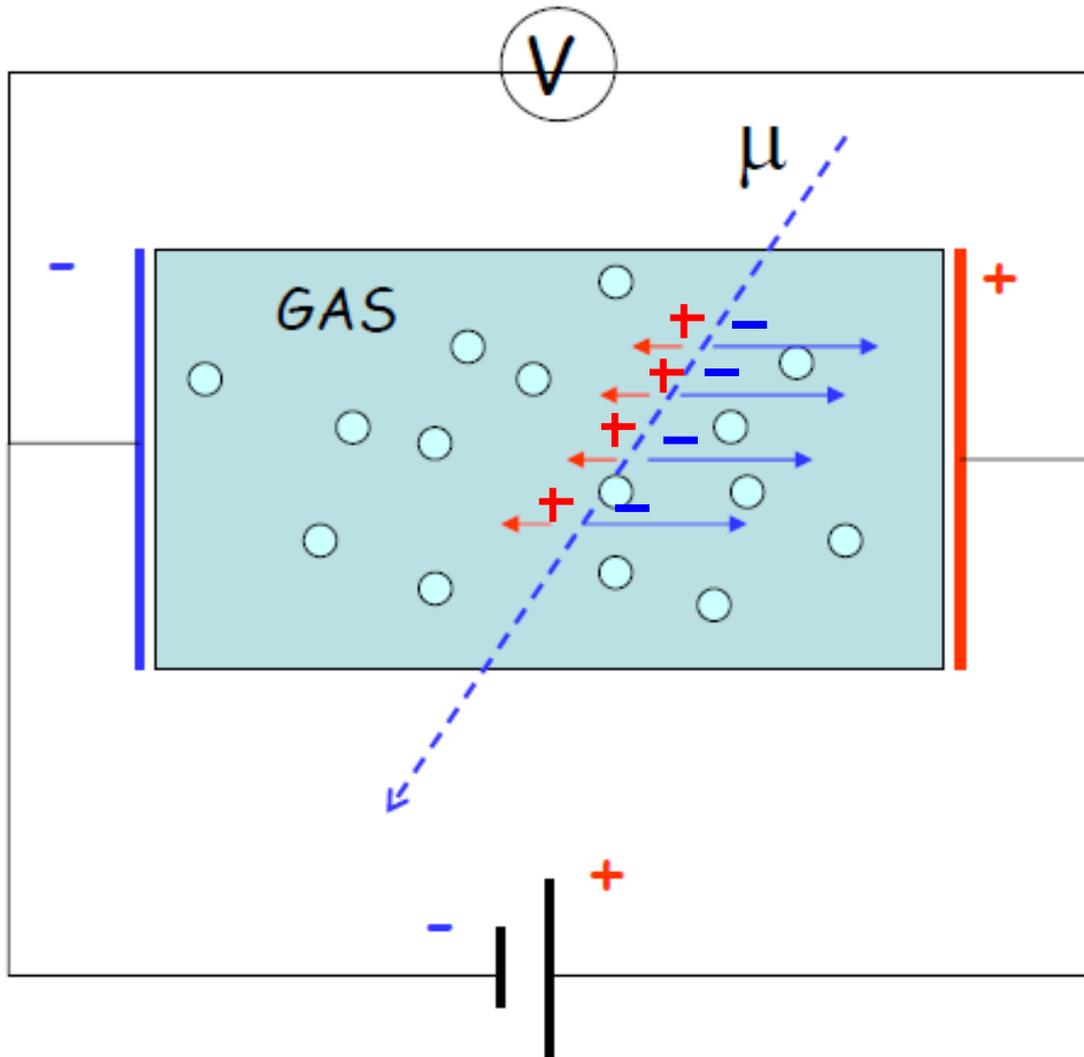
Edoardo Bossini

Museo Storico della Fisica e Centro di Studi e Ricerche Enrico Fermi
&
Istituto Nazionale Fisica Nucleare – Sezione di Pisa

Il principio di rivelazione

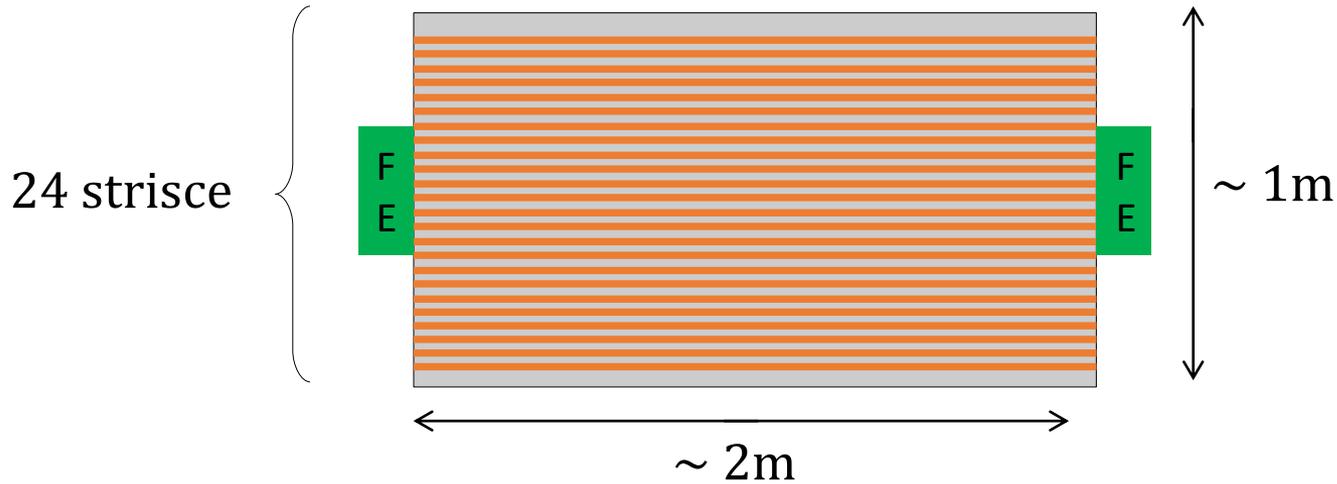


Il rumore



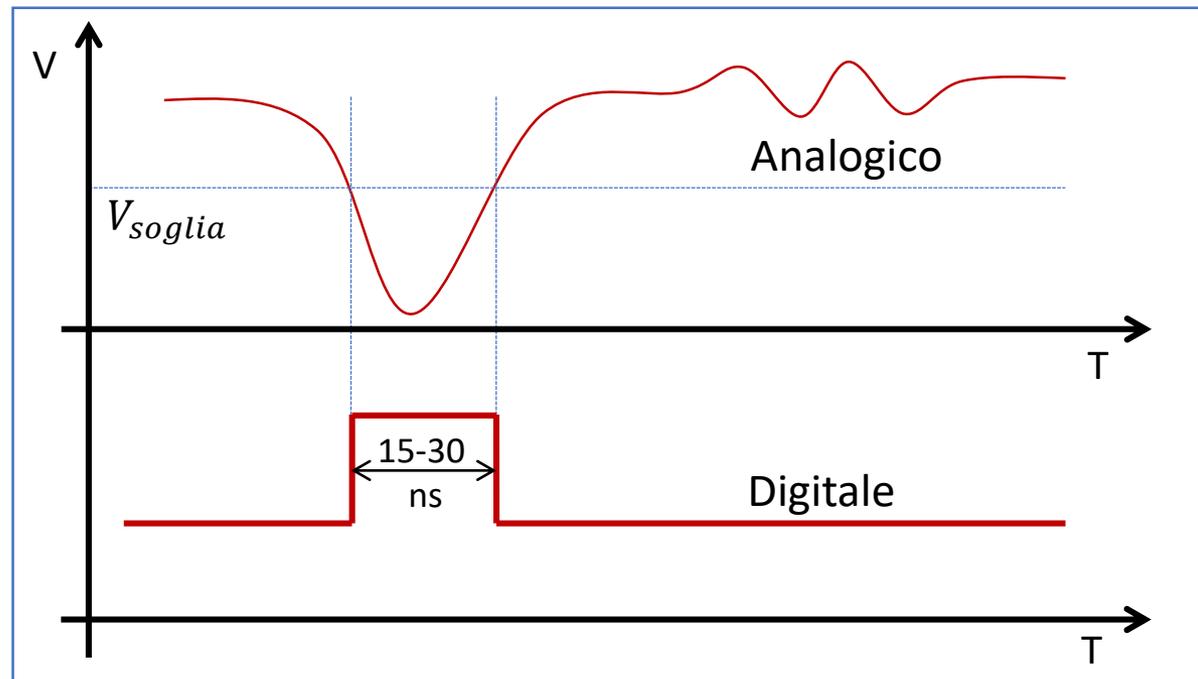
- Discriminatore
- Trigger

Abbattere il rumore

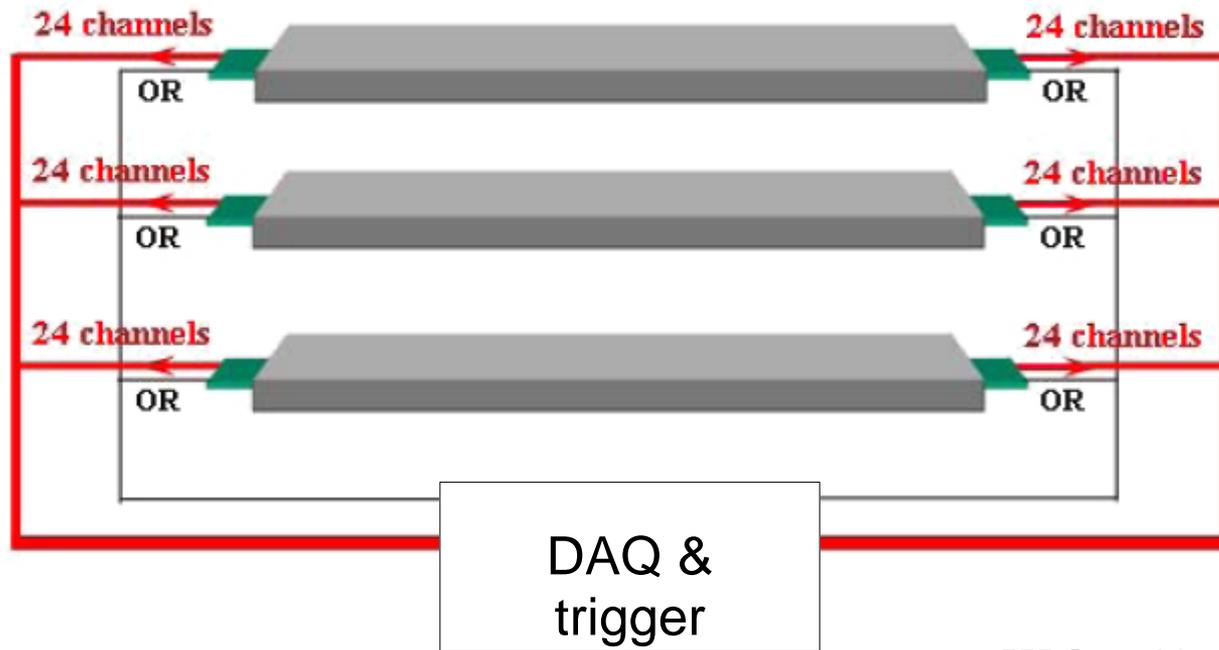
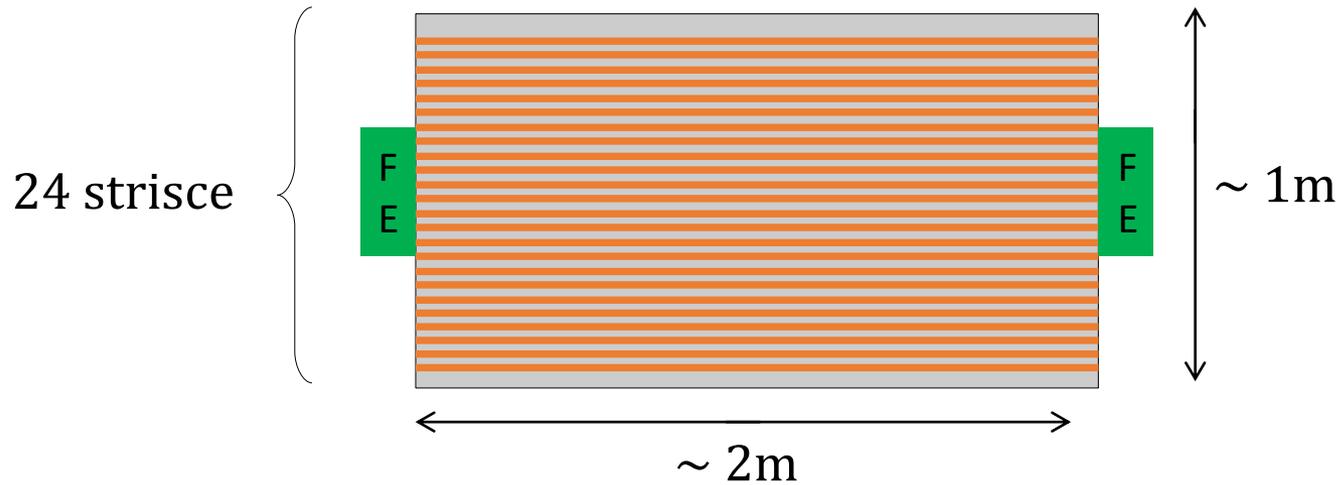


Front End:

- Discriminazione e digitalizzazione (24 segnali)
- 'Or' delle strisce (1 segnale)



Abbattere il rumore



Il Trigger

Frequenza raggi cosmici: ~ 50 Hz

Frequenza segnali di rumore (post-FE): > 10 kHz

Non è possibile registrare tutto quanto su disco ed analizzare a posteriori.

Il Trigger

Frequenza raggi cosmici: ~ 50 Hz

Frequenza segnali di rumore (post-FE): > 10 KHz

Non è possibile registrare tutto quanto su disco ed analizzare a posteriori.

Si deve selezionare solo gli eventi potenzialmente interessanti. Serve una strategia semplice e veloce!



Richiediamo la coincidenza (“AND”) di tutti i 6 segnali di “OR” generati dal front end.

Tali segnali vengono allungati (50-100 ns) per compensare i ritardi di propagazione dovuti alla camera e al punto di impatto.

Tale richiesta è anche detta trigger di «tripla», poiché richiede che tutte e tre le camere abbiano contemporaneamente dei segnali sopra soglia

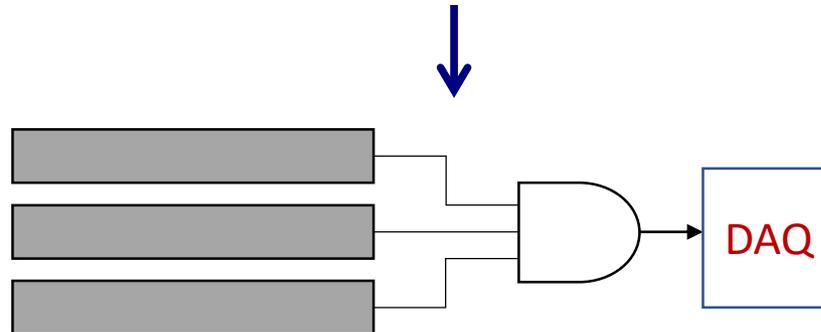
Il Trigger

Frequenza raggi cosmici: ~ 50 Hz

Frequenza segnali di rumore (post-FE): > 10 Khz

Non è possibile registrare tutto quanto su disco ed analizzare a posteriori.

Si deve selezionare solo gli eventi potenzialmente interessanti. Serve una strategia semplice e veloce!



Poiché i segnali generati dai due lati della stessa camera sono molto spesso coincidenti per semplicità oggi li assumiamo identici

Triple o doppie?

Perché non utilizzare la coincidenza tra due camere (trigger di «doppia»)?

Possiamo stimare qual è la probabilità di avere simultaneamente degli eventi di rumore (non generati dal passaggio di una particella) in due camere?

Ovviamente sì....

$$f_{acc} \approx W f_1 f_2 = W f^2$$

f_{acc} = frequenza coincidenze accidentali

W = ampiezza del segnale

$f_{1,2}$ = frequenza del segnale

Risultato: richiedendo la «doppia» (utilizzate i valori delle slide precedenti) si raggiungono facilmente alcune decine di Hz di segnale accidentale, con conseguente aumento del volume di dati prodotti (ma non utili!)

Usando la «tripla» il numero di coincidenze triple accidentali è trascurabile

Efficienza

Se da un lato dobbiamo lottare contro il rumore, dall'altro dobbiamo valutare se e con quale frequenza eventi reali non vengano registrati. Vi possono essere molteplici cause:

- Strip danneggiate/disconnesse
- Canali di acquisizione non funzionanti
- Non uniformità del campo elettrico
- Segnale generato troppo piccolo (ricordate che il segnale generato non è sempre lo stesso, ma soggetto a fluttuazioni statistiche)
- Tensione di lavoro troppo bassa (segnali mediamente più piccoli)
- ...

Per effettuare una misura assoluta del flusso devo trovare un modo per misurare e correggere tutti questi effetti!

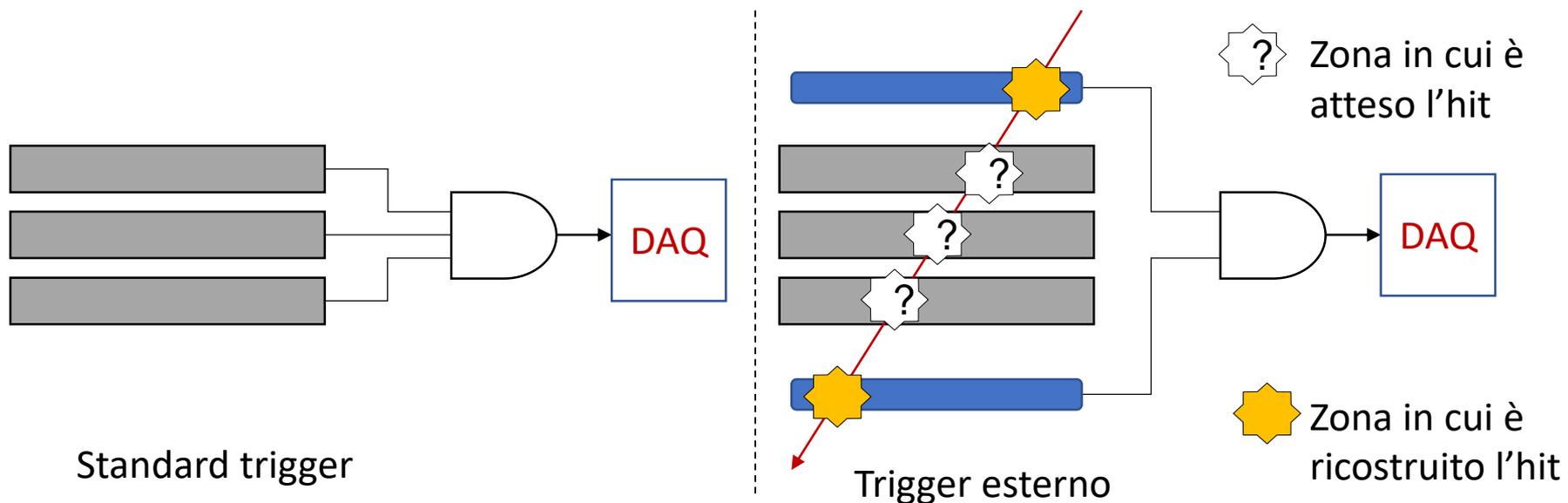


Utilizzo di un rivelatore di riferimento (i.e. scintillatori)



Utilizzo di due camere per determinare l'efficienza della terza

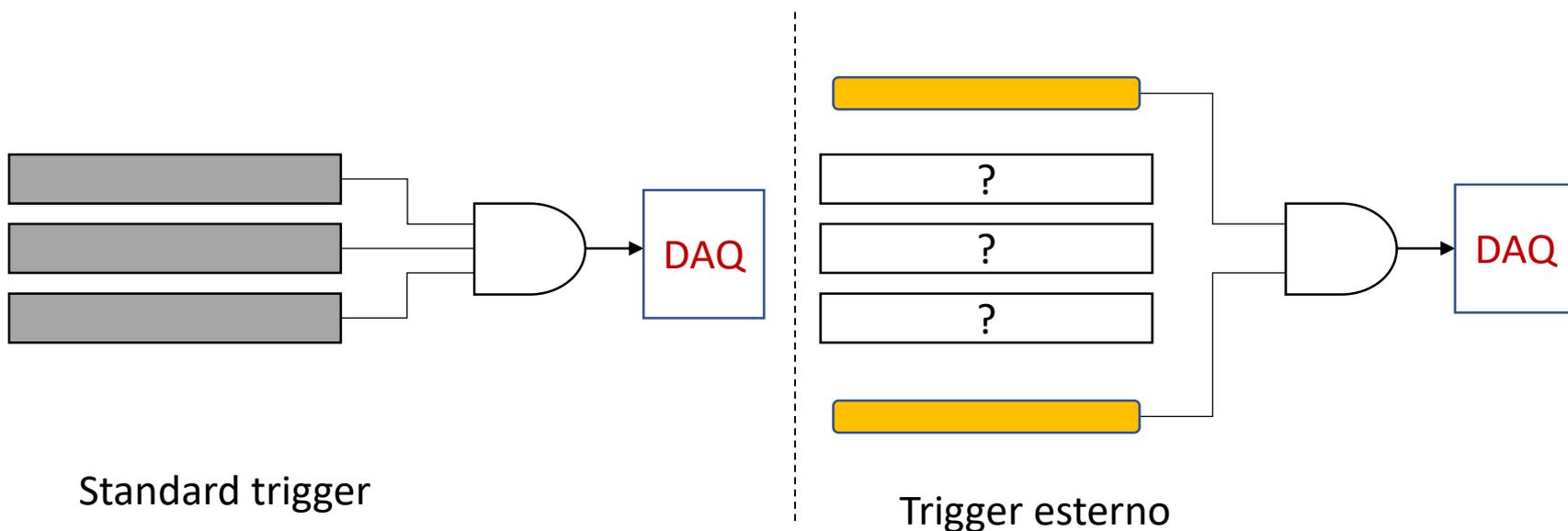
Rivelatore esterno



- Il rivelatore esterno segnala il passaggio di una particella ed il sistema di acquisizione registra i dati provenienti dalle camere EEE.
- Offline si controlla se la camera sotto studio ha effettivamente rivelato la particella.
- L'efficienza di una camera verrà definita come:

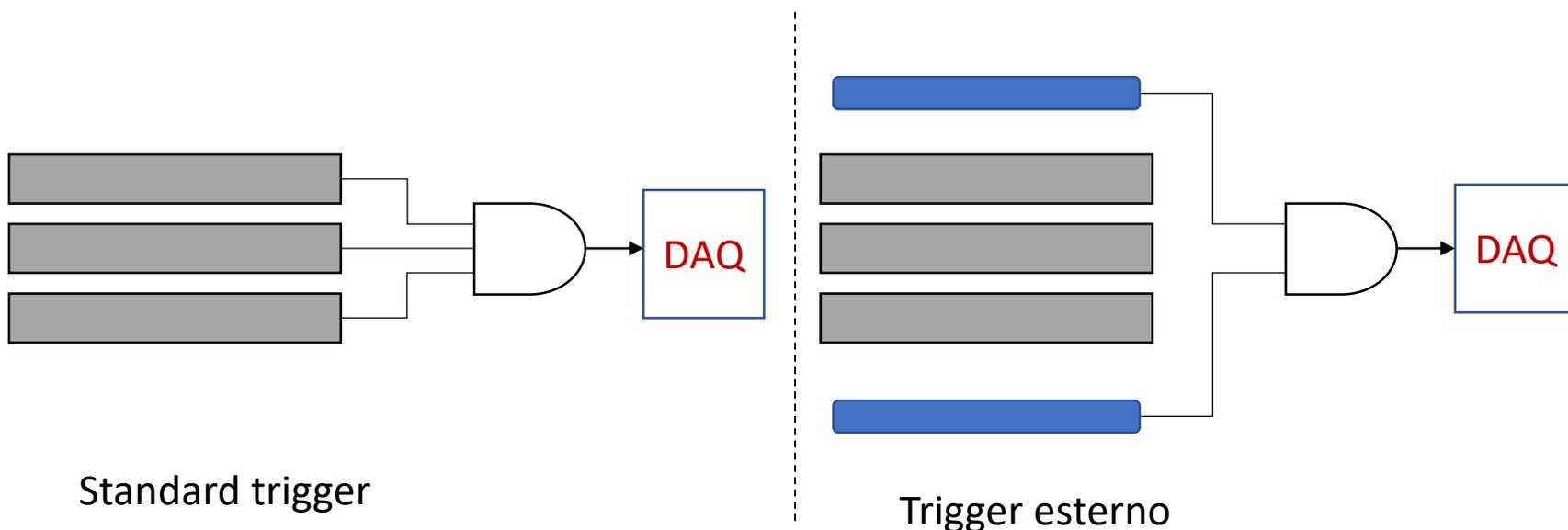
$$eff = \frac{N_{riv}}{N_{trigger}}$$

Rivelatore esterno



Tipicamente sono utilizzati scintillatori, rivelatori semplici da utilizzare e con una bassa frequenza di rumore. Risulta tuttavia complesso ricostruire il punto di passaggio della particella.

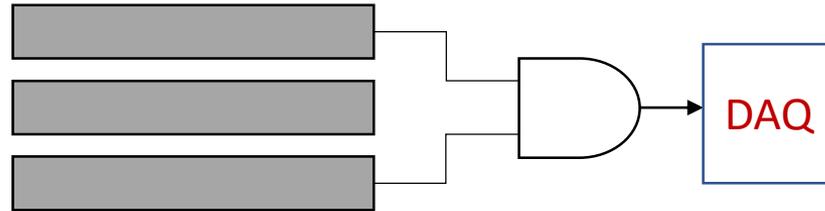
Rivelatore esterno



- Misura molto affidabile
- Poche correzioni da effettuare
- Semplice effettuare la misura sulle 3 camere simultaneamente
- Richiede la presenza e l'utilizzo di un altro rivelatore
- Possibilità di tracciatura dipende dal rivelatore utilizzato
- Necessario del lavoro sul sistema per far «accettare» il nuovo trigger

Da utilizzare in fase di test ma non per operazioni periodiche nelle scuole

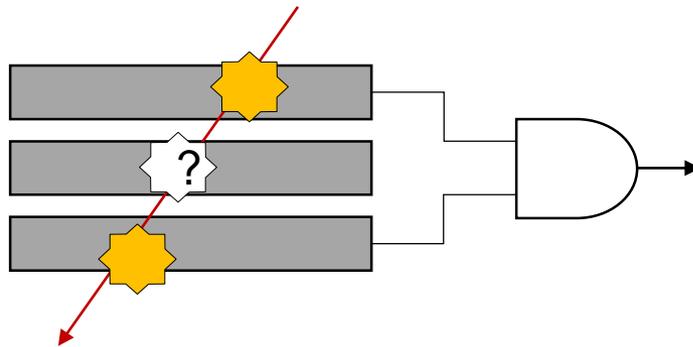
Auto-efficienza



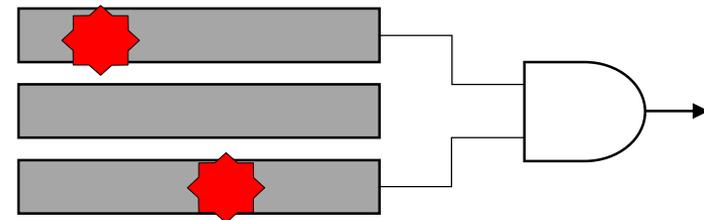
$$eff = \frac{N_{riv}}{N_{trigger}}$$

Due camere sono utilizzate come «rivelatore esterno», mentre la terza viene analizzata per verificare che abbia rivelato la particella.

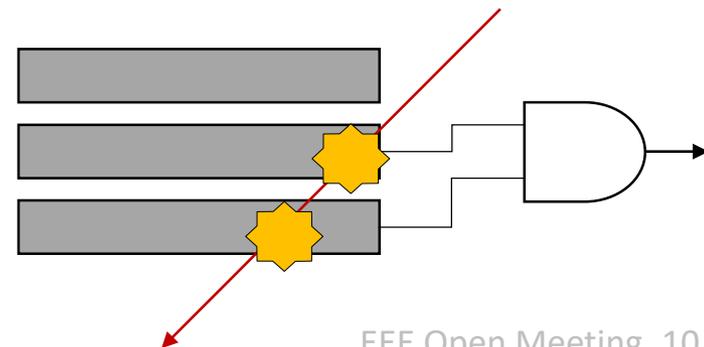
Ma ci sono gli eventi di rumore accidentale!! Inoltre si deve tener conto dell'accettazione geometrica quando si studiano le camere esterne



Evento da analizzare



Evento da non considerare



Con tutte le varie combinazioni, sebbene più rare...

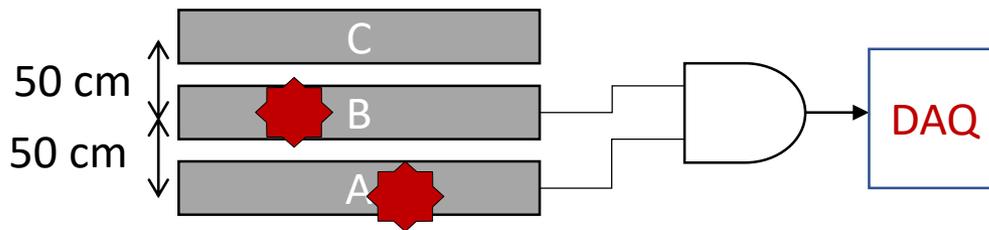
Richieste sull'evento

Possiamo utilizzare le capacità di tracciatura e la precisione temporale del nostro apparato per selezionare gli eventi da includere nel conteggio del valore $N_{trigger}$

Una volta ricostruito l'hit sulle due camere usate nel trigger si richiede che:

1. La traiettoria ricostruita a partire dalle due camere usate per il trigger intersechi la camera sotto analisi
2. Si richiede che i tempi di impatto nelle due camere siano compatibili con una particella che si muova con velocità $\sim c$

Es. analisi della camera C. Trigger impostato su camera A & B:



$$\Delta T_{12} = 100ns$$

Condizione 1 → OK

Condizione 2 → NO

Evento da scartare. Differenza temporale incompatibile

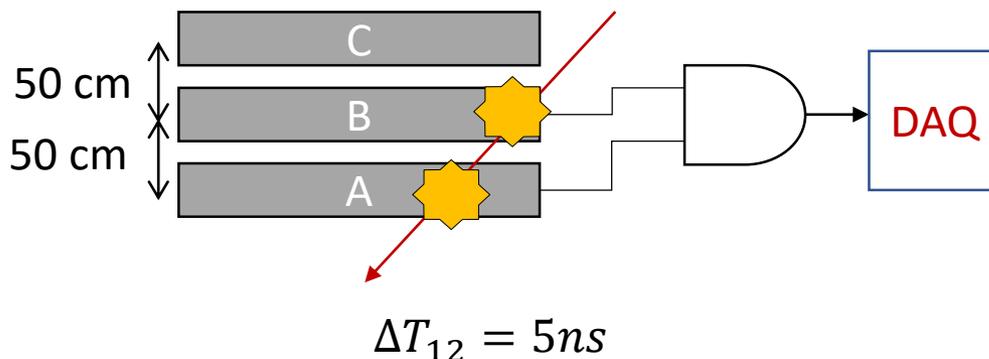
Richieste sull'evento

Possiamo utilizzare le capacità di tracciatura e la precisione temporale del nostro apparato per selezionare gli eventi da includere nel conteggio del valore $N_{trigger}$

Una volta ricostruito l'hit sulle due camere usate nel trigger si richiede che:

1. La traiettoria ricostruita a partire dalle due camere usate per il trigger intersechi la camera sotto analisi
2. Si richiede che i tempi di impatto nelle due camere siano compatibili con una particella che si muova con velocità $\sim c$

Es. analisi della camera C. Trigger impostato su camera A & B:



Condizione 1 → NO

Condizione 2 → OK

Evento da scartare. Particella fuori accettazione dalla camera C

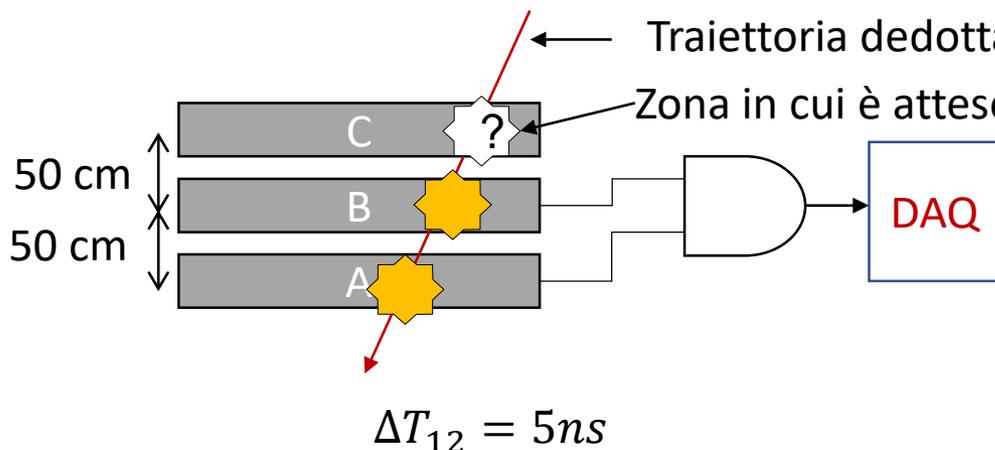
Richieste sull'evento

Possiamo utilizzare le capacità di tracciatura e la precisione temporale del nostro apparato per selezionare gli eventi da includere nel conteggio del valore $N_{trigger}$

Una volta ricostruito l'hit sulle due camere usate nel trigger si richiede che:

1. La traiettoria ricostruita a partire dalle due camere usate per il trigger intersechi la camera sotto analisi
2. Si richiede che i tempi di impatto nelle due camere siano compatibili con una particella che si muova con velocità $\sim c$

Es. analisi della camera C. Trigger impostato su camera A & B:



Condizione 1 → OK

Condizione 2 → OK

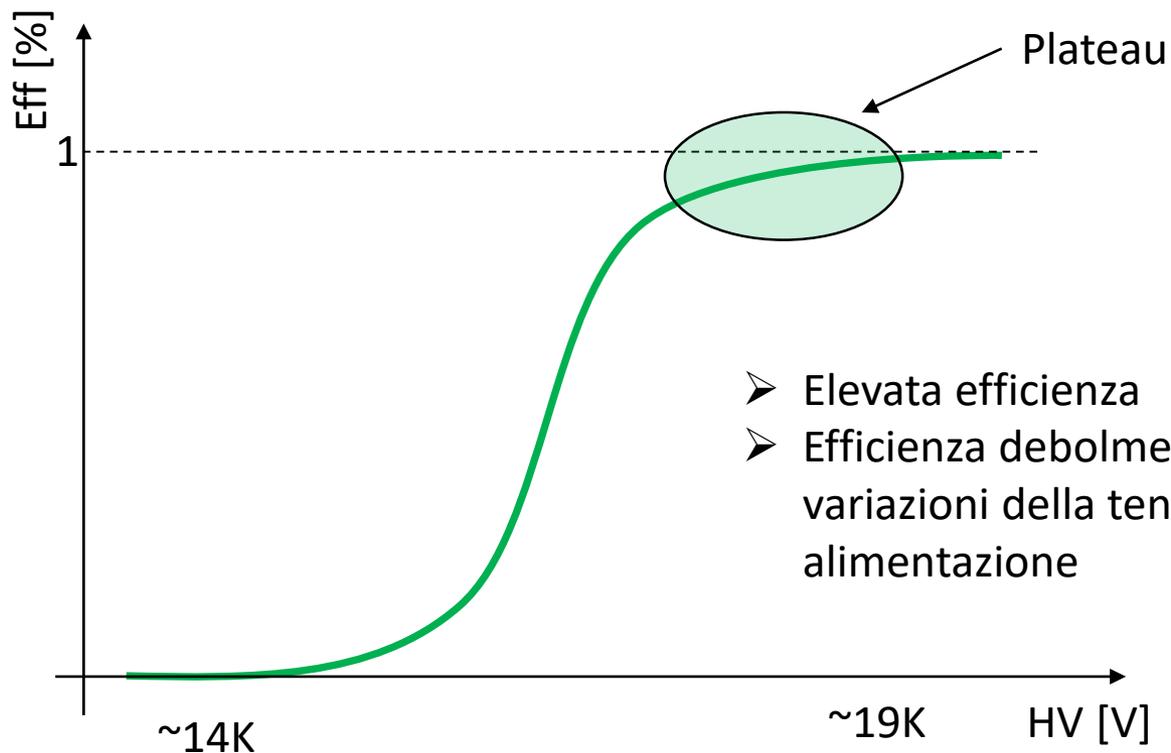
Evento da valutare nell'analisi. Si verifica se la camera C abbia o meno un hit nella regione attesa. Se presente l'evento sarà conteggiato anche in N_{riv}

Curve di efficienza

L'efficienza di rivelazione è fortemente dipendente dalla tensione di alimentazione



Curve di efficienza



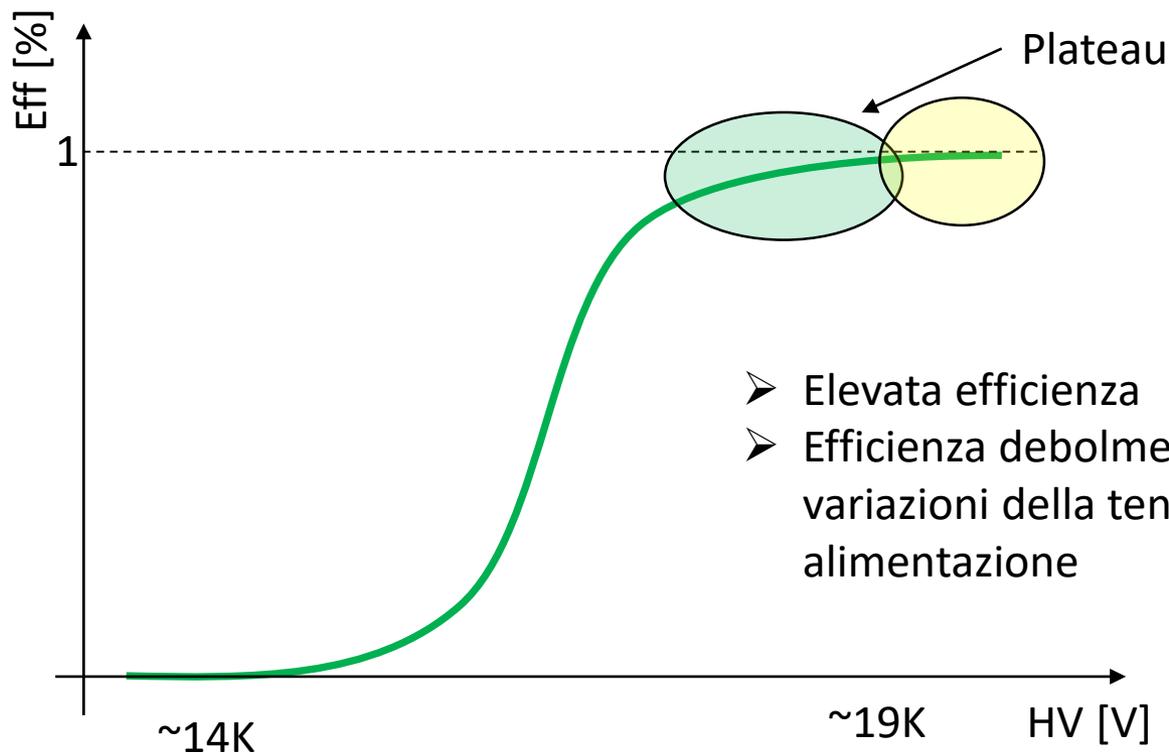
- Elevata efficienza
- Efficienza debolmente affetta da variazioni della tensione di alimentazione

Curve di efficienza

L'efficienza di rivelazione è fortemente dipendente dalla tensione di alimentazione



Curve di efficienza



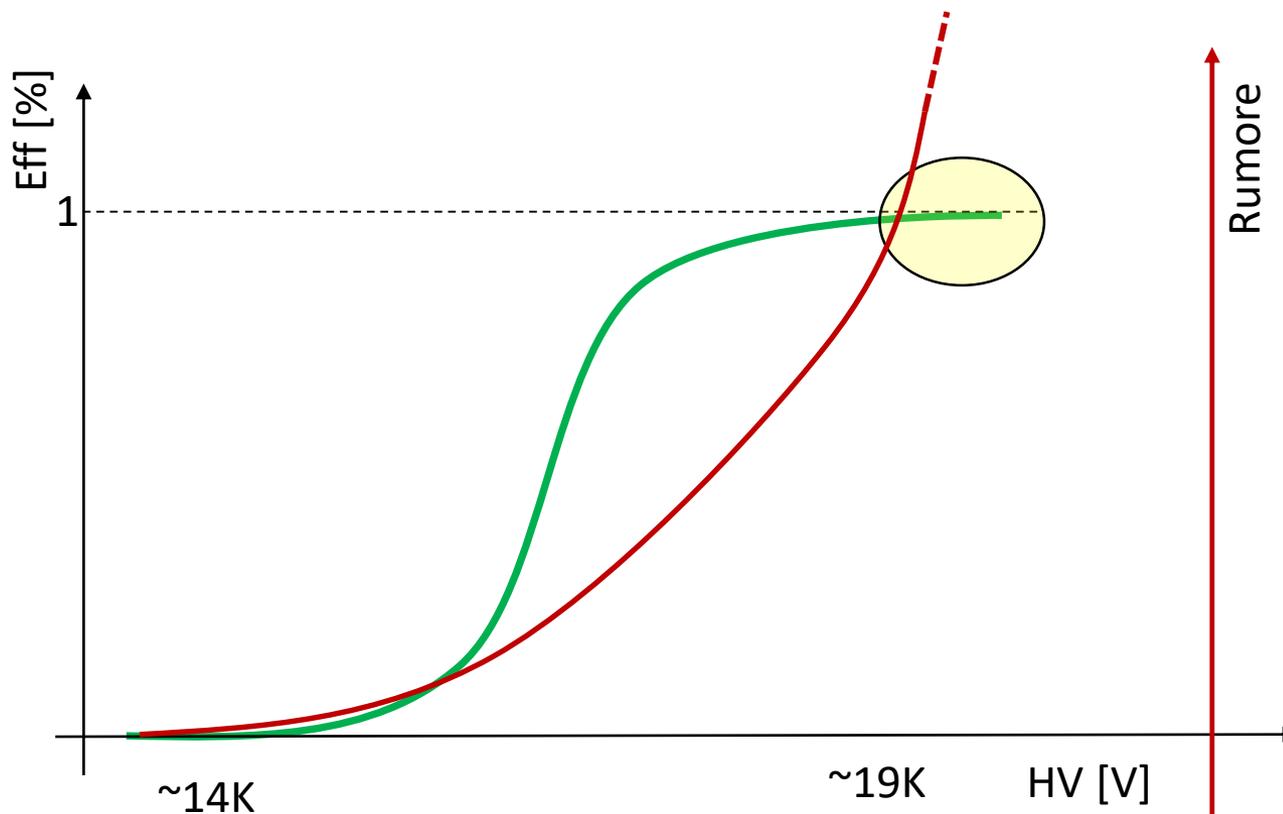
Perché non lavorare alla massima tensione?

Curve di efficienza

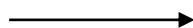
L'efficienza di rivelazione è fortemente dipendente dalla tensione di alimentazione



Curve di efficienza



Aumento esponenziale del rumore (e delle molteplicità)



- Peggiora qualità di ricostruzione
- Guadagno in efficienza trascurabile

La misura

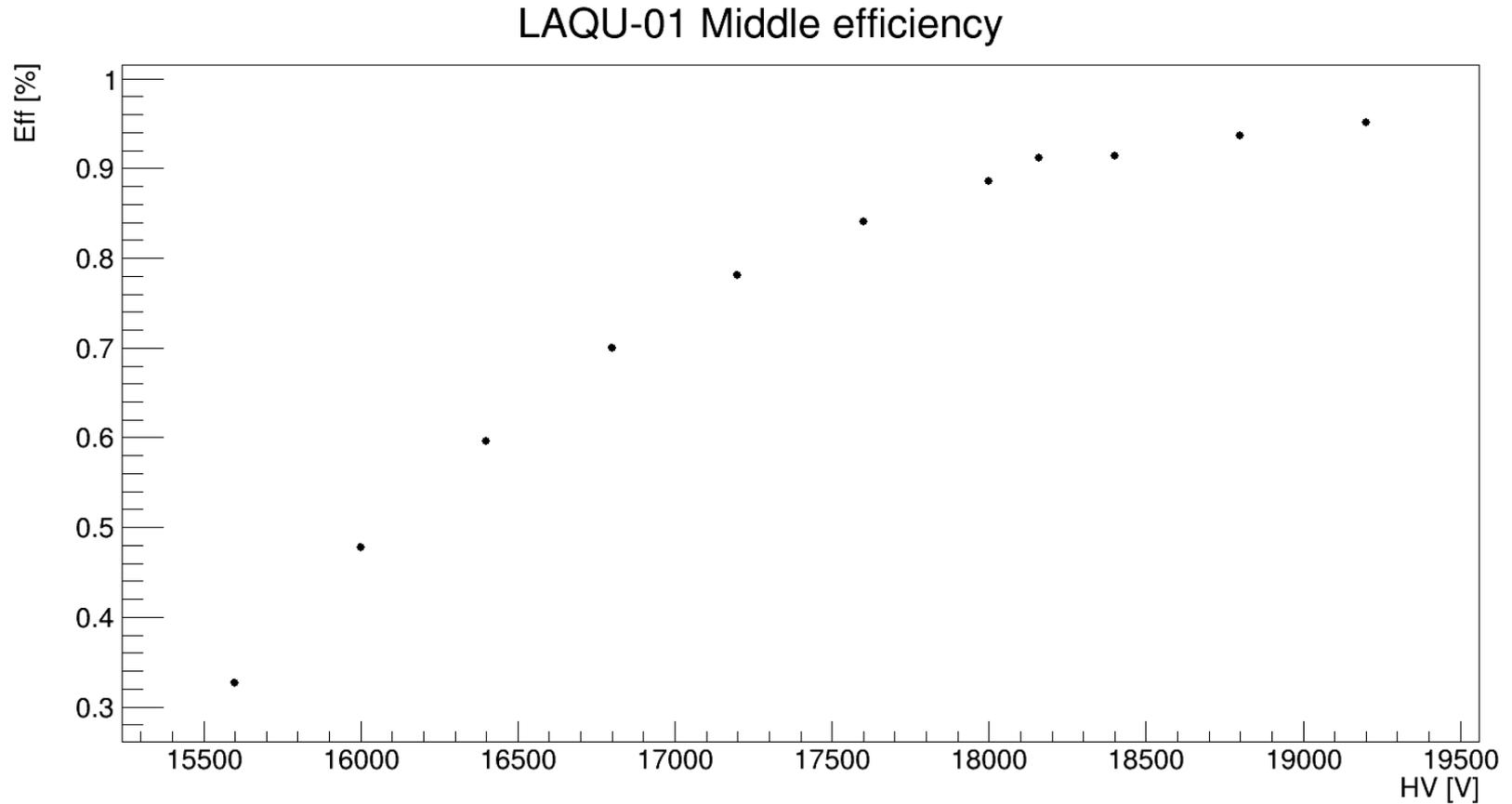
Prerequisiti:

- Modifica delle tensioni
- Avvio del DAQ
- Avvio/interruzione del trasferimento dati
- Creare file Excel e directory nella cartella dati

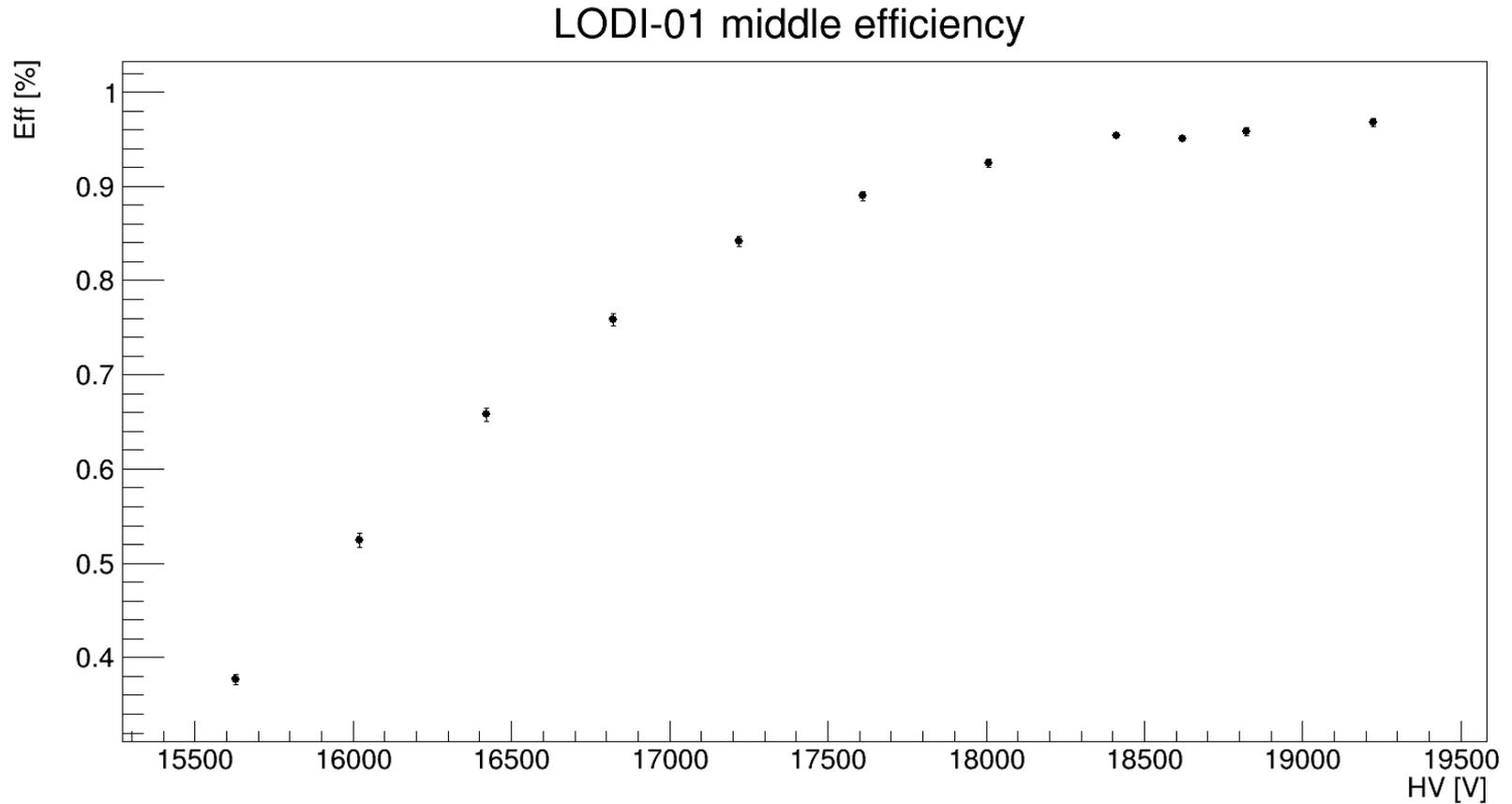
Procedura (in sintesi):

- Creare una cartella dedicata («Efficiency») nella cartella di destinazione dati
- Impostare il DAQ per scrivere al suo interno
- Selezionare il trigger di «doppia» in accordo con la camera che vogliamo analizzare (contattare il referente!)
- Fare una serie di acquisizioni (da 15.6 kV a 19.2 kV, passi da 400 V) dati da ~25 minuti impostando tensioni diverse nella camera in analisi (attendere 10 minuti dopo ogni cambio)
- Fare un'acquisizione tre volte più lunga alla tensione tipicamente utilizzata durante il run
- Riempire il foglio Excel con tutte le info richieste per l'analisi e salvarlo nella cartella di acquisizione
- Ripristinare l'acquisizione standard

Alcuni risultati

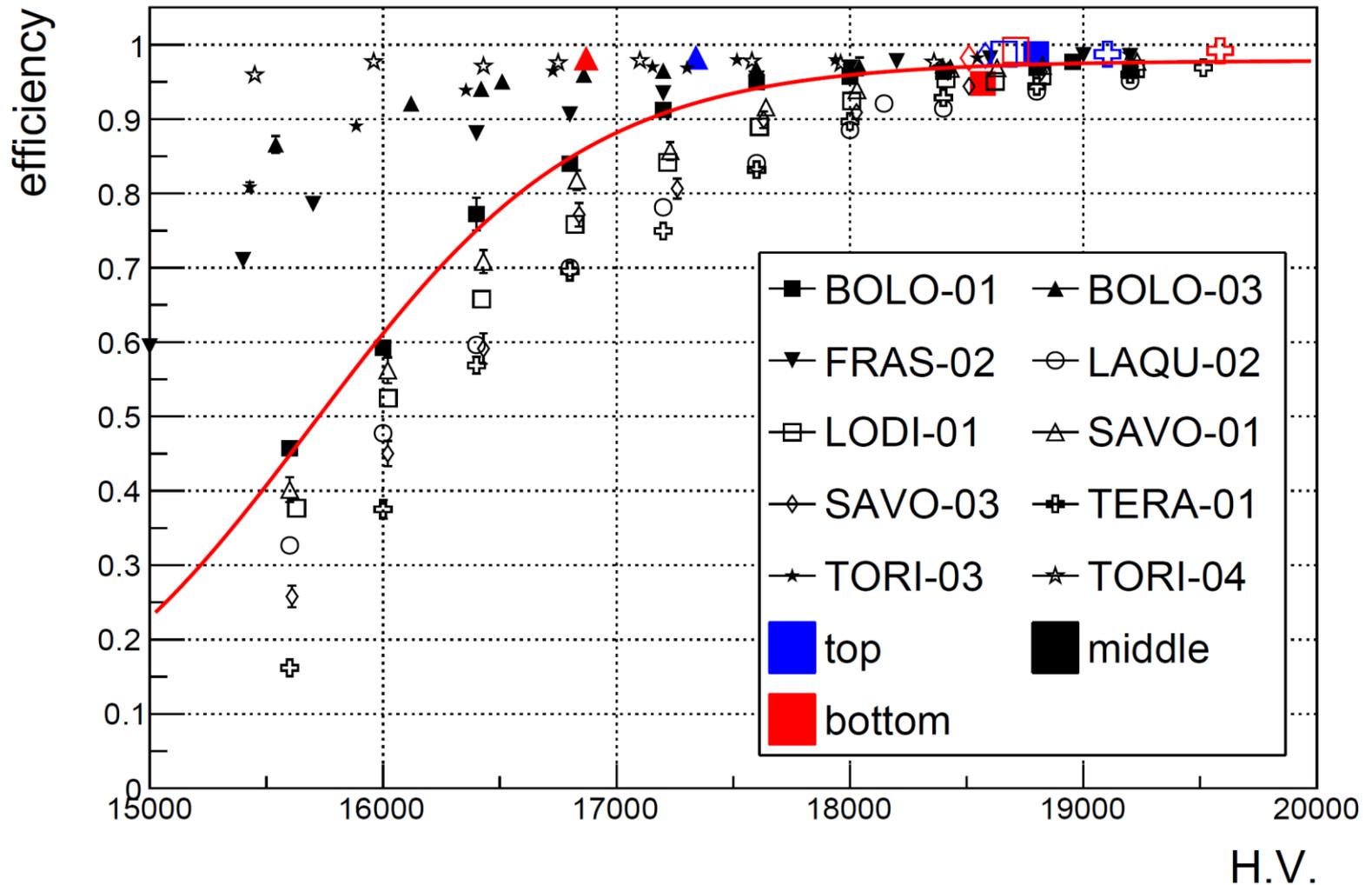


Alcuni risultati



Alcuni risultati

Efficiency scan in middle chambers



Sommario

Cos'è e a cosa serve il «trigger»?
Come viene generato in EEE?
Perché non si richiedono le «doppie»?

Come si può determinare l'efficienza di un rivelatore?
Perché non utilizziamo rivelatori esterni?
Quali sono le principali problematiche legate all'utilizzo di due camere per misurare l'efficienza della terza?
Come possiamo rimediare?

Perché è necessario una misura a diverse tensioni?
Come si identifica il punto di lavoro ottimale (plateau)?
Se tutte le camere hanno efficienza al 90%, qual è l'efficienza complessiva del telescopio?