

## Introduzione all'analisi dati di un odoscopio per raggi cosmici

Federico Pilo - INFN Sezione di Pisa



# Cosa misura un odoscopio per raggi cosmici

1. Rivelare il passaggio di un raggio cosmico
2. Ne determina la direzione di provenienza

## VOCABOLARIO

### odoscòpio

odoscòpio s. m. [comp. di odo- e -scopio]. – In fisica, telescopio di contatori di particelle ionizzanti che consente la visualizzazione della traiettoria delle particelle o indirettamente (su schermo, carta, ecc.), mediante l'elaborazione elettronica...

### òdo-

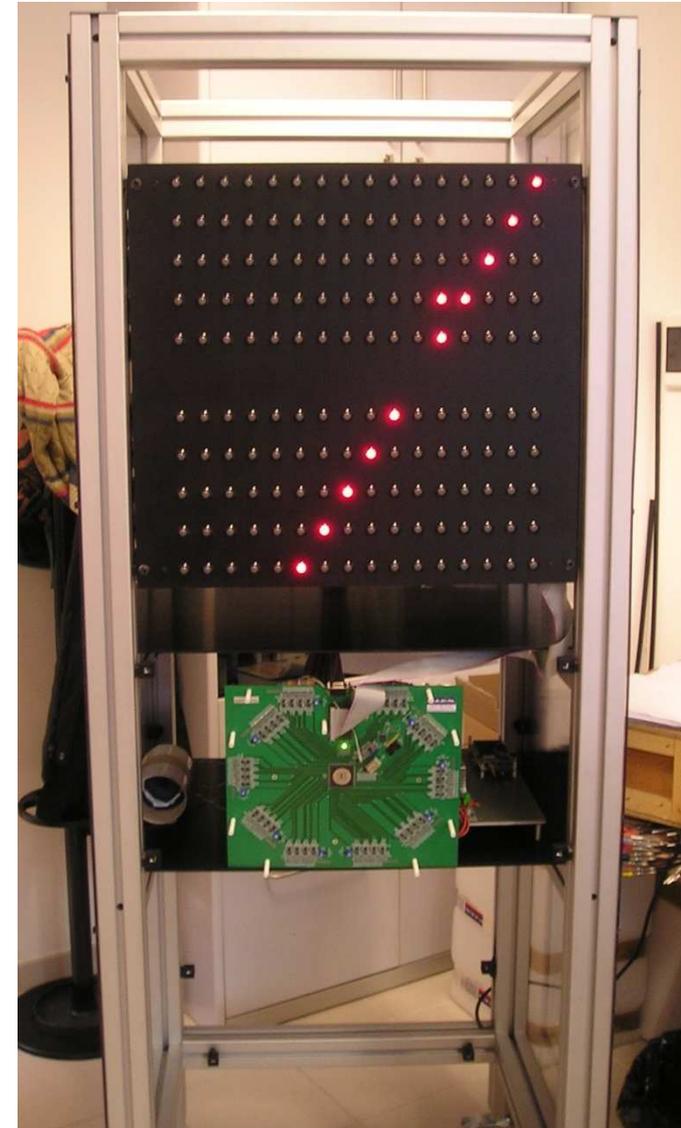
òdo- [dal gr. ὁδός «strada»]. – Primo elemento di parole composte, derivate dal greco o formate modernamente, col sign. di «via, strada» (per es., onomimia, ononomastica) e più spesso di «cammino, percorso» (odòcrono, odometro, odoscòpio).

[http://treccani.it/enciclopedia/odoscopio\\_\(Dizionario-delle-Scienze-Fisiche\)/](http://treccani.it/enciclopedia/odoscopio_(Dizionario-delle-Scienze-Fisiche)/)

# Come si rivela un raggio cosmico in un odoscopio

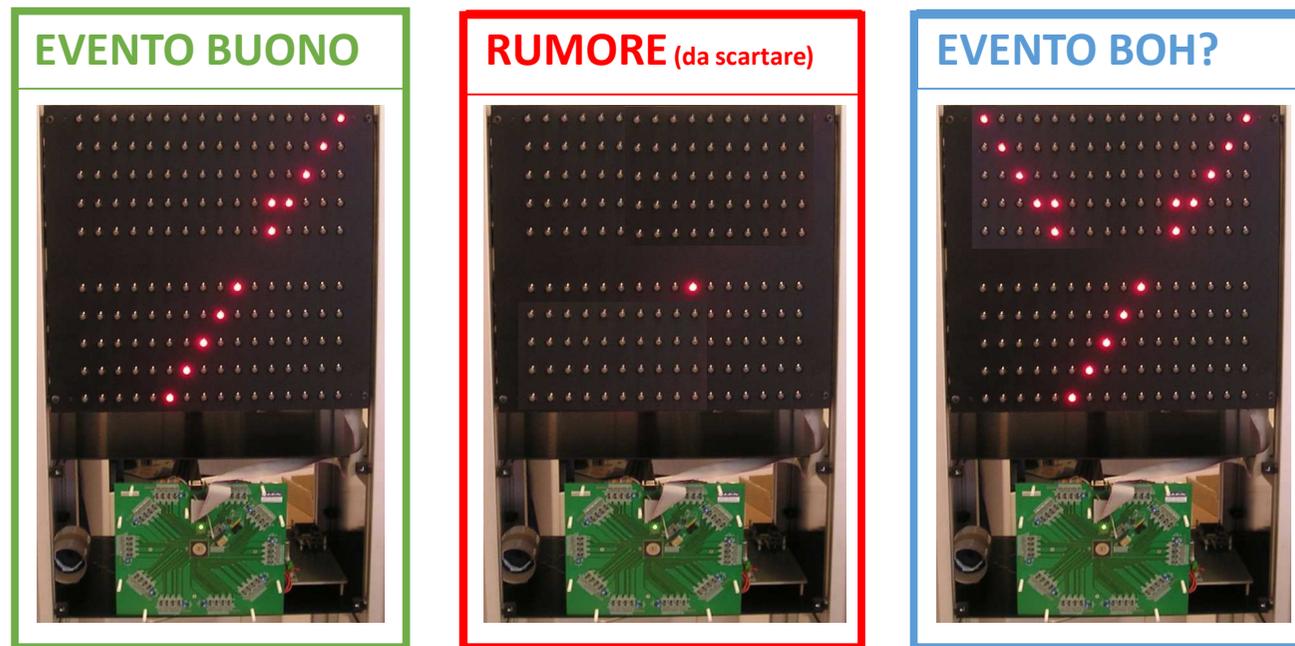
1. Lo strumento è costituito da **molteplici piani** costituiti da rivelatori di radiazione ionizzante
2. Ciascun piano deve poter essere attraversato dal raggio cosmico incidente senza interromperne o modificarne la traiettoria

**Perchè molteplici piani?**



# Il rumore e la selezione dei segnali “buoni”

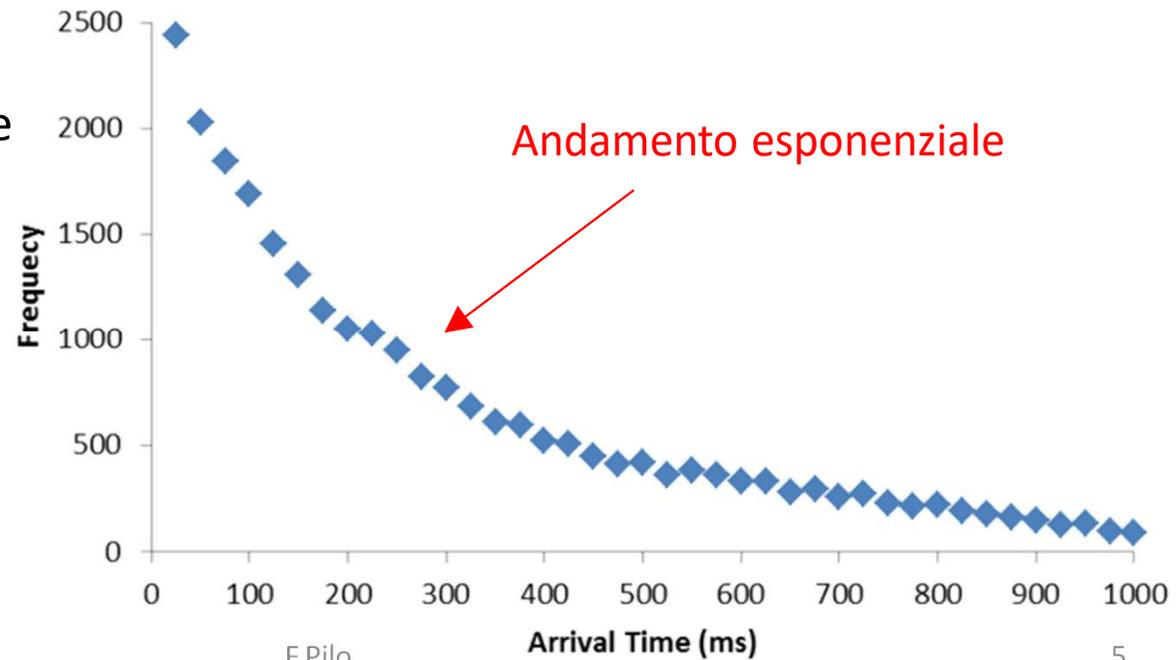
- I rivelatori per radiazioni ionizzanti producono segnali spuri (cioè non dovuti al passaggio di particelle cariche), spesso con alta frequenza (100-1000 Hz)
- Al passaggio di un raggio cosmico, **più piani** dell'odoscopio emetteranno un segnale **contemporaneamente** (cioè all'interno di finestre temporali dell'ordine di 100 ns)



# Controprova: la distribuzione della distanza temporale tra due eventi consecutivi

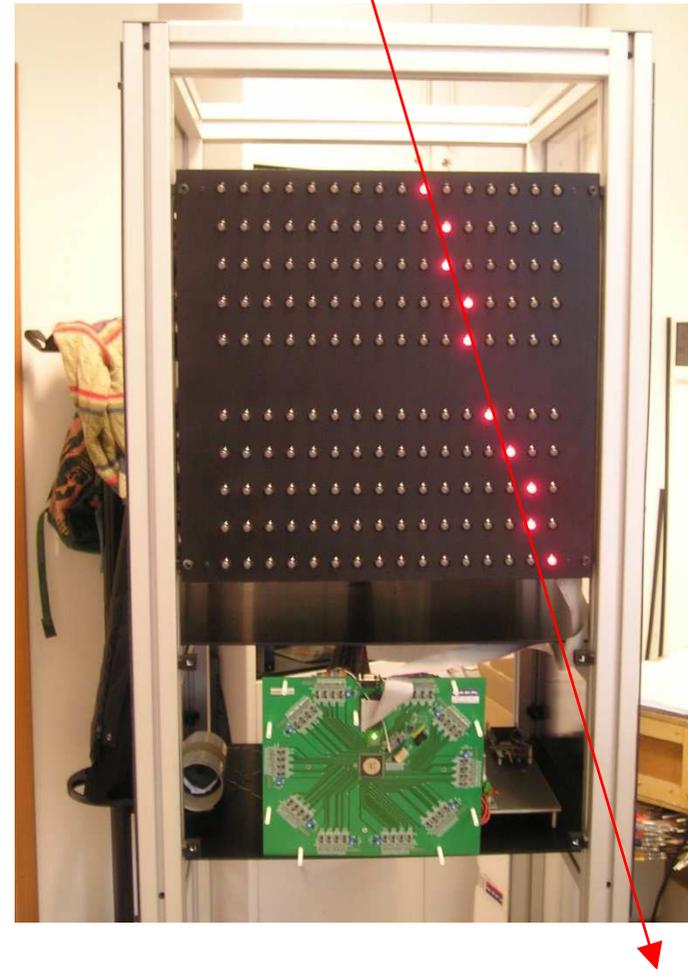
1. L'arrivo di un raggio cosmico sull'odoscopio è un evento completamente **scorrelato** dall'evento che lo precede o lo segue (processo random)
2. Il numero N di eventi indipendenti in un dato intervallo di tempo segue una **distribuzione di Poisson**

3. La distanza temporale tra due eventi successivi deve seguire una distribuzione caratteristica (Erlang)



# Determinazione della direzione di incidenza

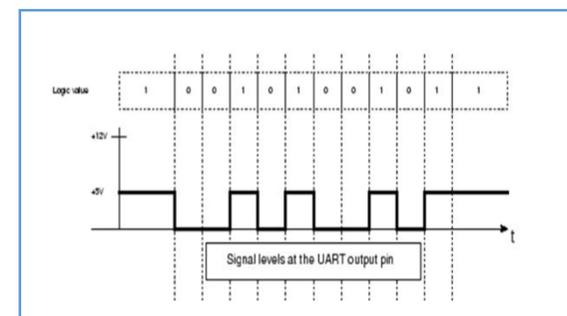
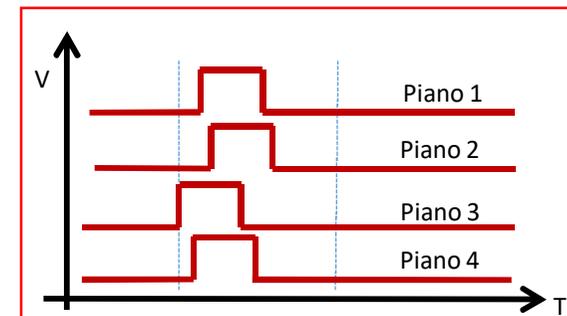
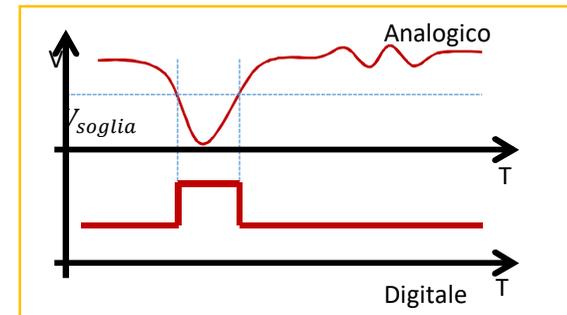
1. In un odoscopio ciascun piano del telescopio è suddiviso in «celle» in modo da determinare con precisione il punto di impatto del raggio cosmico
2. Interpolando la posizione delle celle «accese» in ogni piano, è possibile determinare con precisione la direzione di arrivo del raggio cosmico



# Sistema di acquisizione dati

Il sistema di acquisizione dati permette:

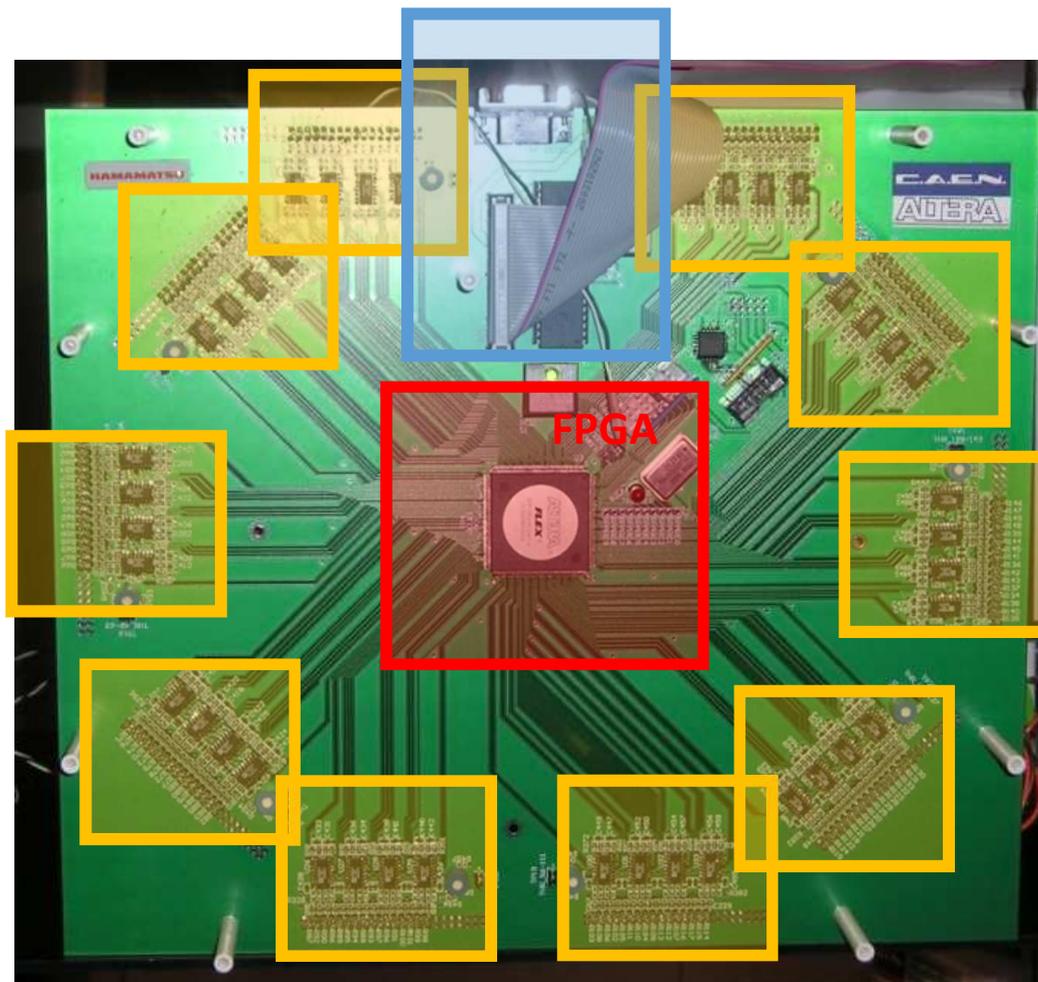
1. la conversione del segnale «analogico» di ciascuna cella in un segnale digitale - **DISCRIMINATORI**
2. la raccolta dei dati da ciascuna «cella» e la gestione della logica di coincidenza tra piani (quanti piani accesi in un dato intervallo temporale) - **FPGA**
3. Il trasferimento di tutti i dati che descrivono ciascun evento - **PORTA SERIALE, DISPLAY A LED**



# Sistema di acquisizione dati

PORTA SERIALE, DISPLAY A LED

DISCRIMINATORI

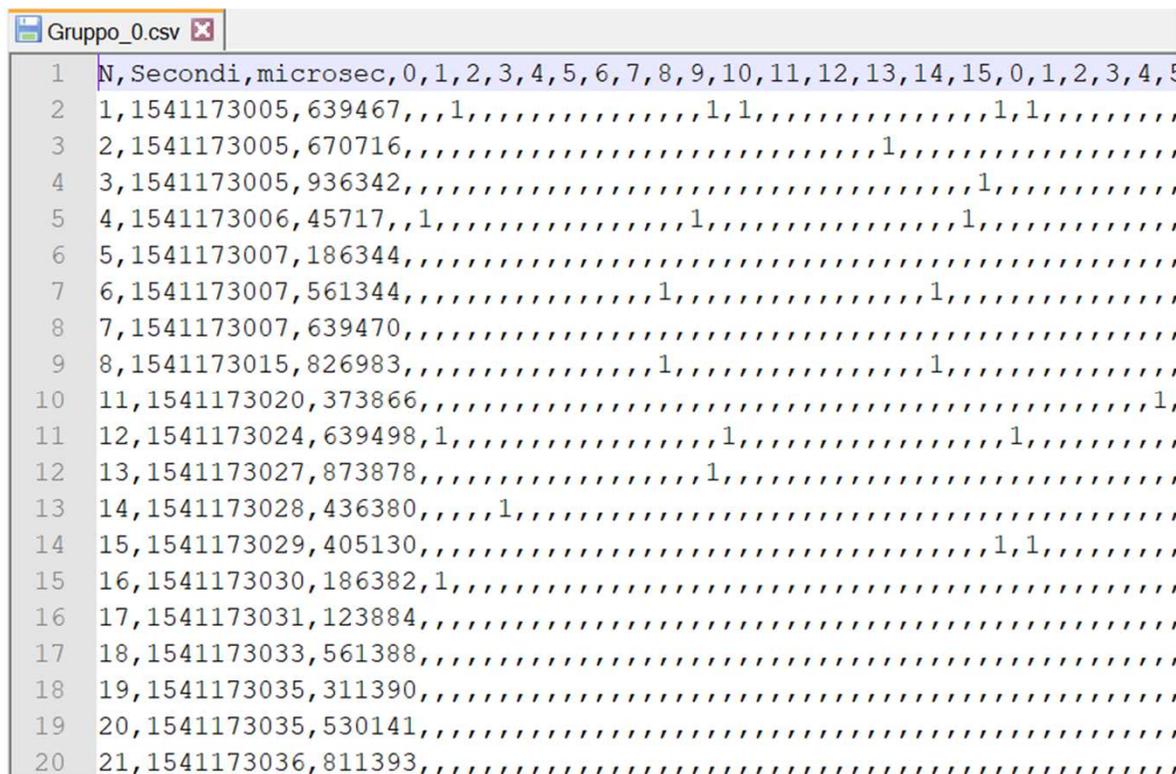


# Raccolta e formato dati

L'odoscopio, connesso tramite porta seriale ad un PC invia i dati raccolti in formato binario (utilizzando il protocollo RS232) ad un apposito software che li formatta e salva in un file di testo (.csv)

Ogni riga contiene un evento. Ogni evento è descritto dai seguenti campi:

- numero progressivo dell'evento
- istante (in sec.) di acquisizione dell'evento
- istante (in msec.) di acquisizione dell'evento
- cella colpita identificata con una numerazione da 0-15 lungo ogni piano, i piani sono numerati da 0 a 9 partendo dall'alto



```
Gruppo_0.csv
1 N,Secondi,microsec,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,0,1,2,3,4,5
2 1,1541173005,639467,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,1,,,,,,,,
3 2,1541173005,670716,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
4 3,1541173005,936342,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,
5 4,1541173006,45717,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,
6 5,1541173007,186344,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
7 6,1541173007,561344,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,
8 7,1541173007,639470,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
9 8,1541173015,826983,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,
10 11,1541173020,373866,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,1,
11 12,1541173024,639498,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,
12 13,1541173027,873878,,,,,,,,,,,,,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
13 14,1541173028,436380,,,,,1,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
14 15,1541173029,405130,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,1,1,
15 16,1541173030,186382,1,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
16 17,1541173031,123884,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
17 18,1541173033,561388,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
18 19,1541173035,311390,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
19 20,1541173035,530141,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
20 21,1541173036,811393,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
```

# La logica di trigger

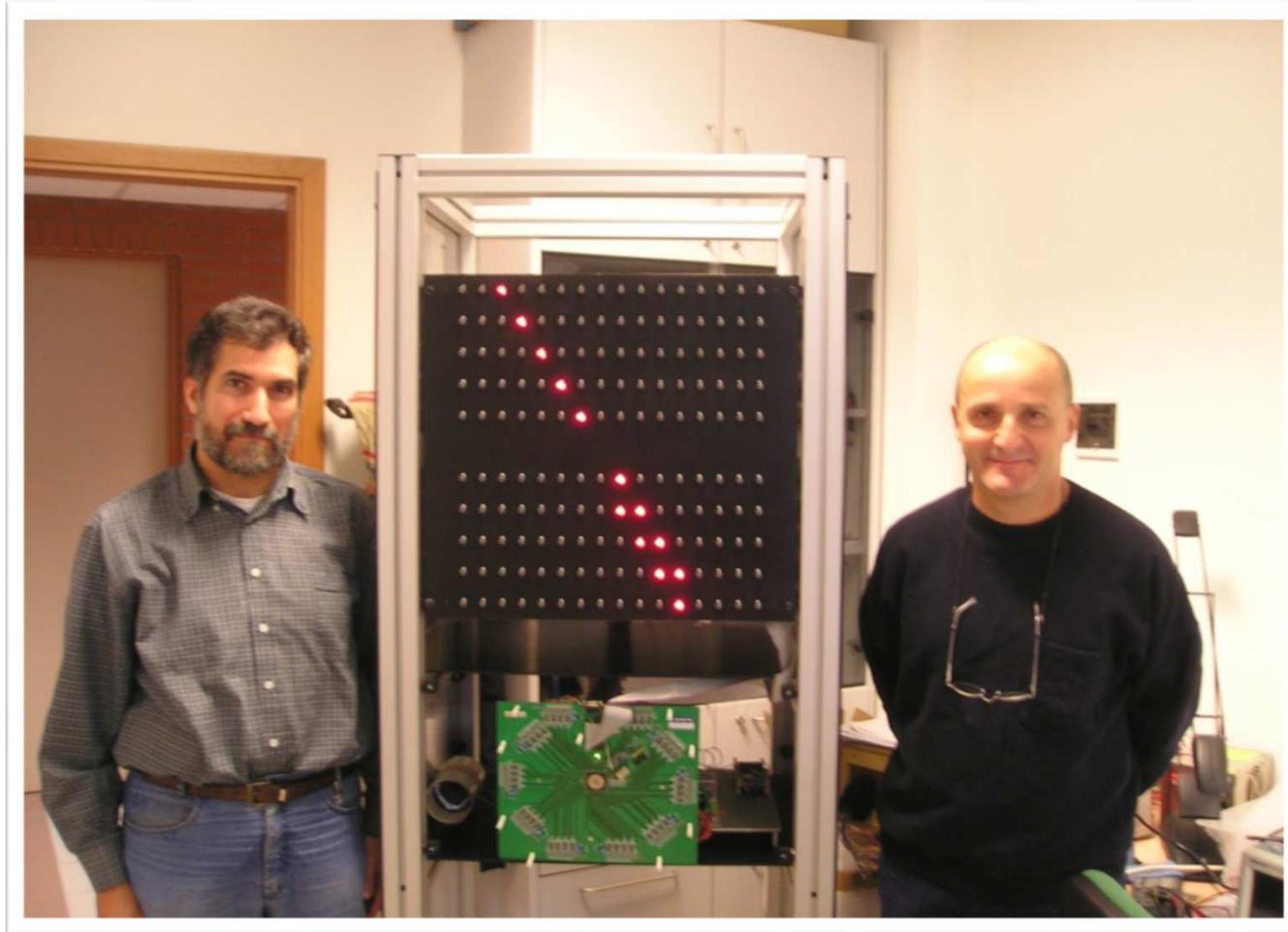
**NON È POSSIBILE REGISTRARE TUTTI GLI EVENTI SU DISCO ED ANALIZZARE A POSTERIORI**

E' possibile migliorare la qualità dei dati raccolti scartando a «priori» gli eventi spuri?

Sì, è necessario implementare una logica di **TRIGGER** registrando ad esempio solo gli eventi con almeno due celle “accese” in due piani differenti



# Adesso tocca a voi!!



## Buon lavoro e buon divertimento (?)