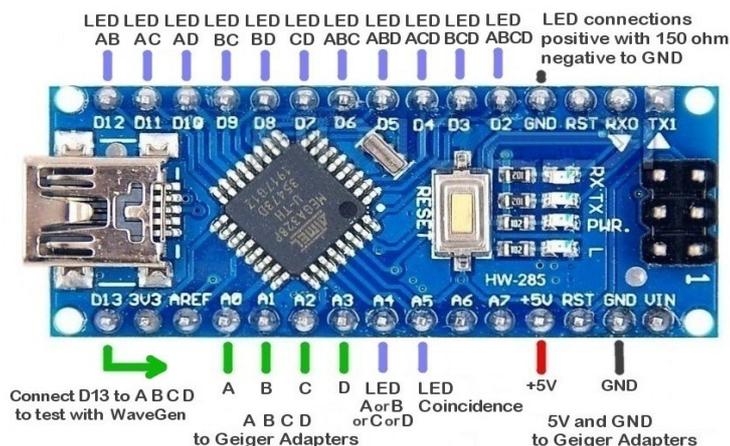


# theremino

•the•real•modular•in-out•

## Sistema theremino

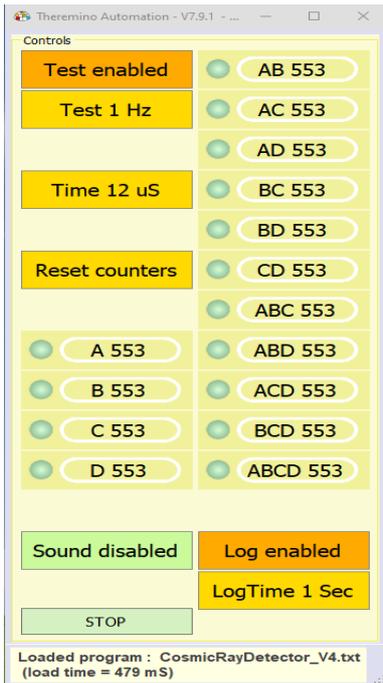


# Theremino Cosmic Ray Detector

# Cosmic Ray Detector - Software

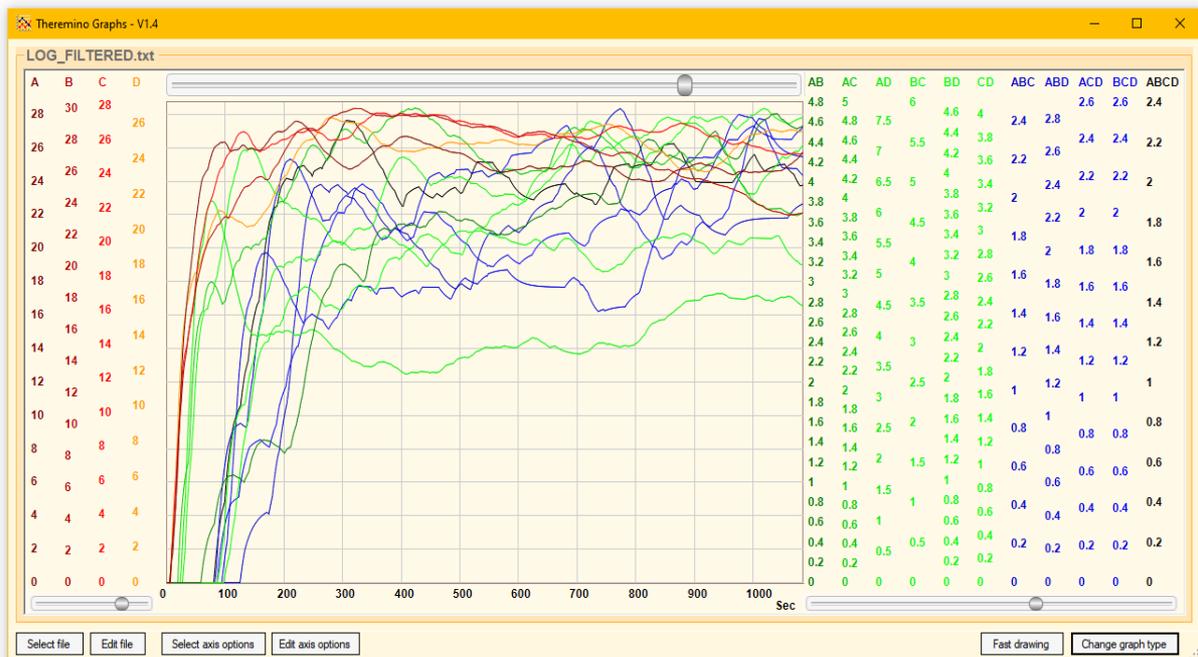
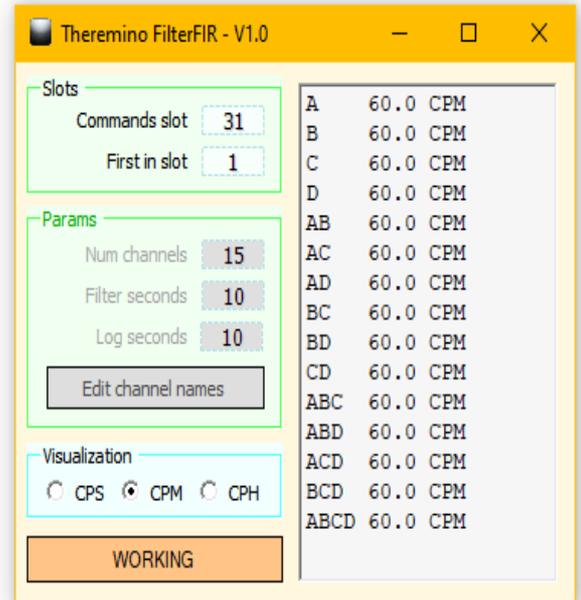
Il sistema Cosmic Ray Detector è composto dai seguenti software:

- Un programma CosmicRayDetector che gira su Theremino Automation.
- Una applicazione Theremino SlotViewer
- Una applicazione Theremino FilterFIR
- Una applicazione Theremino Graphs



SlotViewer - V5.3.1

1	Counter A	959
2	Counter B	959
3	Counter C	959
4	Counter D	959
5	Coincid. AB	959
6	Coincid. AC	959
7	Coincid. AD	959
8	Coincid. BC	959
9	Coincid. BD	959
10	Coincid. CD	959
11	Coincid. ABC	959
12	Coincid. ABD	959
13	Coincid. ACD	959
14	Coincid. BCD	959
15	Coincid. ABCD	959
16	MicrosecA	41096
17	MicrosecB	41100
18	MicrosecC	41104
19	MicrosecD	41108

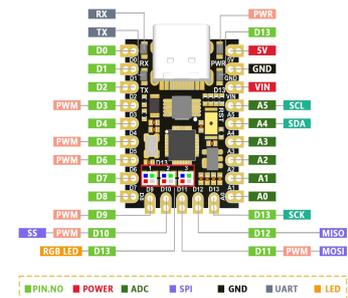
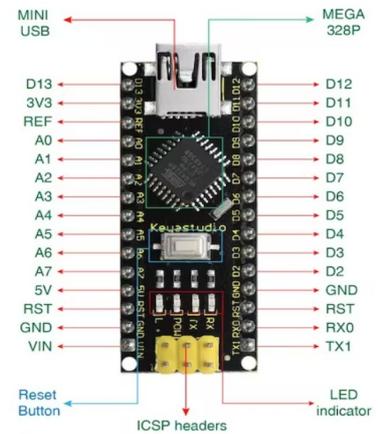
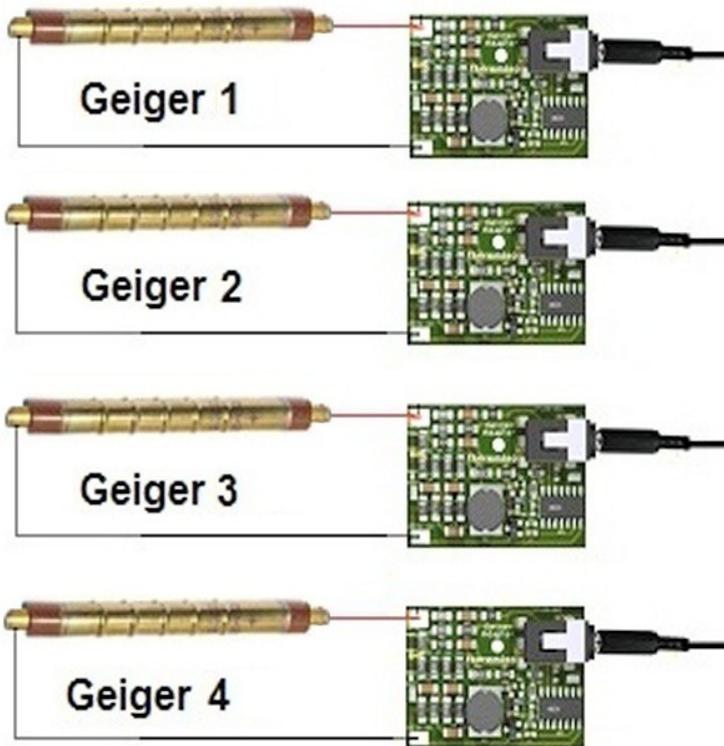


# Cosmic Ray Detector - Firmware e Hardware

Il sistema Cosmic Ray Detector è composto dai seguenti firmware e hardware:

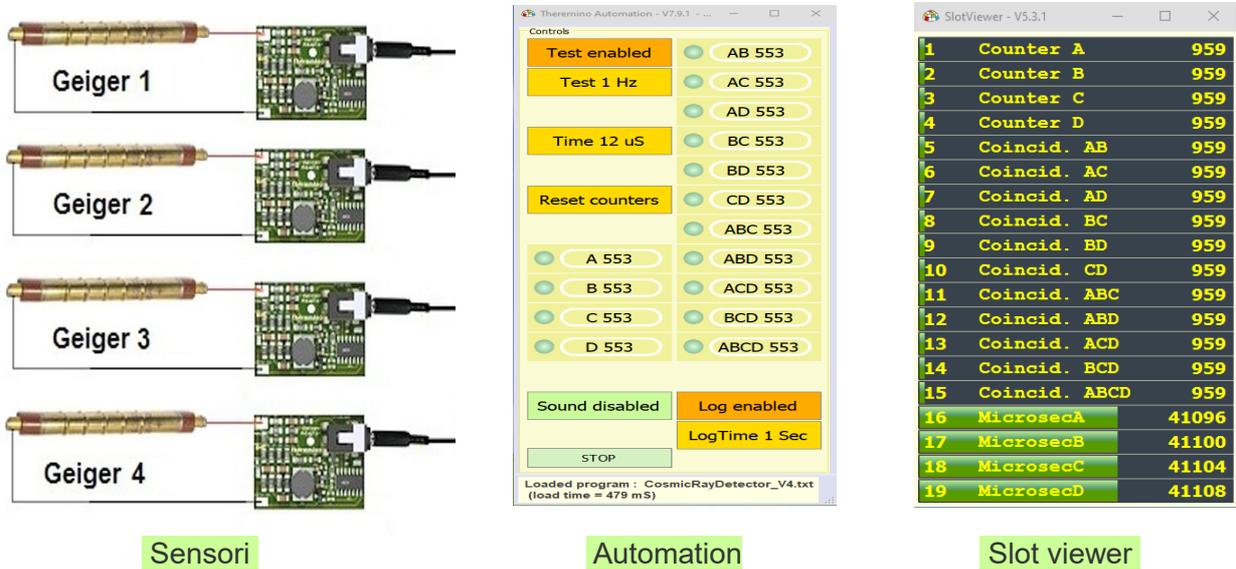
- Un firmware CosmicRayDetector\_ABCD per il modulo Nano.
- Un modulo Nano classico oppure un Nano Super Mini (V1 o V2).
- Fino a quattro tubi Geiger collegati con moduli GeigerAdapter al modulo Nano.

```
1  
2 // =====  
3 // This program reads 4 inputs coming from Geiger-Adapter signals  
4 // =====  
5  
6 // =====  
7 #include <PinChangeInterrupt.h>  
8  
9 // =====  
10 // NANO PINS  
11 // =====  
12 // LedTime max = 400 milliseconds (time is approximative)  
13 #define LedTime 100  
14  
15 // LEDs to show input and coincidence signals (rising edge)  
16 #define LedPinSingleEvent A4  
17 #define LedPinCoincidence A5  
18 #define LedPinCoincidenceAB 12  
19 #define LedPinCoincidenceAC 11  
20 #define LedPinCoincidenceAD 10
```



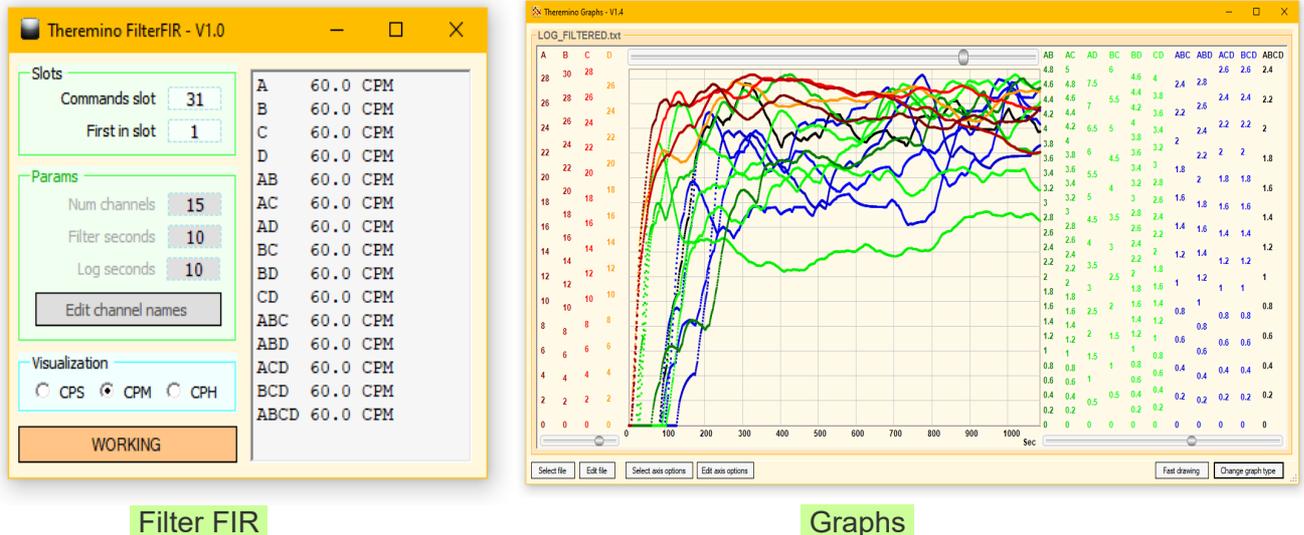
# Struttura delle comunicazioni

Questo schema mostra come i segnali vanno dai sensori fino ai file di LOG e ai grafici.



La applicazione **Automation** legge i segnali in arrivo dai sensori e invia i conteggi grezzi agli **Slot**, che possono essere visualizzati dallo **Slot Viewer** e che vengono poi utilizzati dalla applicazione **Filter FIR**.

Se si abilita il pulsante "Log enabled" **Automation** scrive anche il "LOG\_FILE.txt" che contiene i conteggi grezzi. I conteggi nel LOG\_FILE sono scritti una riga per volta con data e ora e crescono indefinitamente senza limiti di grandezza.



La applicazione **Filter FIR** legge i dati grezzi dagli Slot, li filtra e li invia al file "LOG\_FILTERED.txt", una riga per volta con data e ora.

La applicazione **Graphs** legge il file "LOG\_FILTERED" e visualizza i dati.

# Il programma Cosmic Ray Detector

Questo programma comunica con il modulo Nano e legge i conteggi e i tempi misurati.

I primi due pulsanti servono per abilitare gli impulsi di test sul pin 13 del Nano e per variare la loro frequenza.

Il terzo pulsante imposta i microsecondi validi per le coincidenze.

I conteggi ripartono da 0 ogni volta che si riavvia il modulo Nano o che si preme il pulsante "Reset counters".

Le quattro caselle A, B, C e D indicano quanti impulsi sono arrivati dai Geiger.

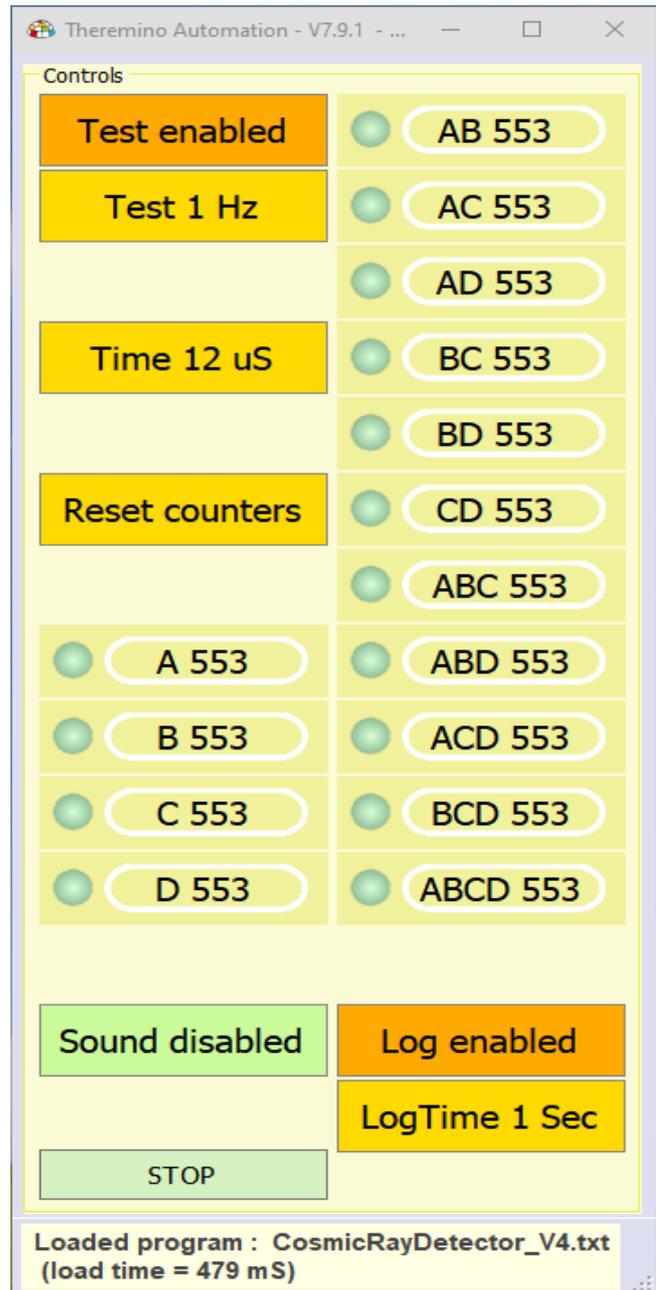
Le undici caselle a destra indicano quante coincidenze sono state contate.

Se si abilita la casella "Sound" verrà emesso un breve suono ad ogni nuovo impulso in arrivo dai Geiger.

Nelle prime righe del programma si può modificare la frequenza e la durata del suono.

Se si abilita la casella "Log" viene scritta una nuova riga ogni 1, 10, 30, 60, 120, 180, 300 o 600 secondi nel file che si trova nella cartella LOGS.

Se si fanno misurazioni di mesi o anni, i conteggi in questo file di LOG possono crescere senza limiti di grandezza.



Qui non vengono mostrati i tempi di ricezione degli impulsi ma se necessario li si potrà vedere nella finestra dello Slot Viewer che è mostrato nella prossima pagina.

I tempi sono in microsecondi e sono relativi agli istanti di rilevazione degli eventi di ionizzazione dei tubi geiger.

Tutti i numeri vengono inviati sugli Slot da 1 a 19 modulo 65536 (16 bit). In altre parole crescono fino a 65535 e poi ripartono da 0 e questo permette di scrivere negli Slot anche conteggi molto alti senza perdere di precisione.

Se necessario la applicazione CosmicRayFilters, e eventuali altre applicazioni, ricomporranno conteggi progressivi che crescono sempre.

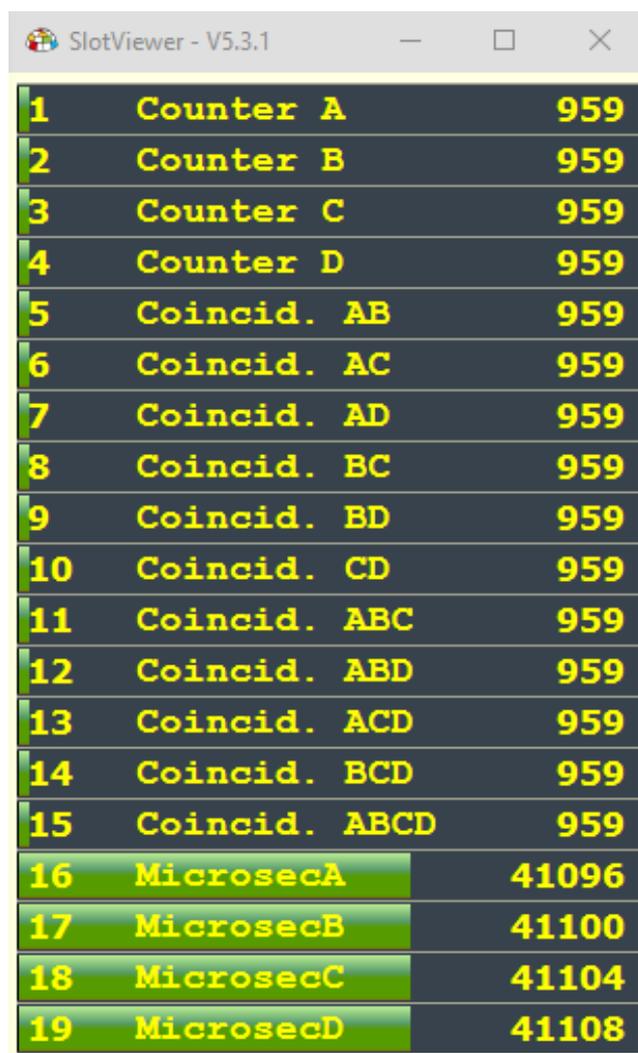
# La applicazione Slot Viewer

Lo Slot Viewer mostra i valori scritti negli Slot dal programma Cosmic Ray Detector.

Non è necessario usare questa applicazione perché tutti i valori vengono già visualizzati nella applicazione principale.

Quando non serve la si minimizza e ricorderà questa impostazione anche in seguito.

- I quattro conteggi CounterA/B/C/D indicano il numero di impulsi che sono arrivati dai moduli Geiger.
- Le righe Coincid. AB/AC/AD... ecc.. indicano il numero di coincidenze contate.
- I quattro tempi MicrosecA/B/C/D sono i tempi di arrivo degli impulsi in microsecondi.

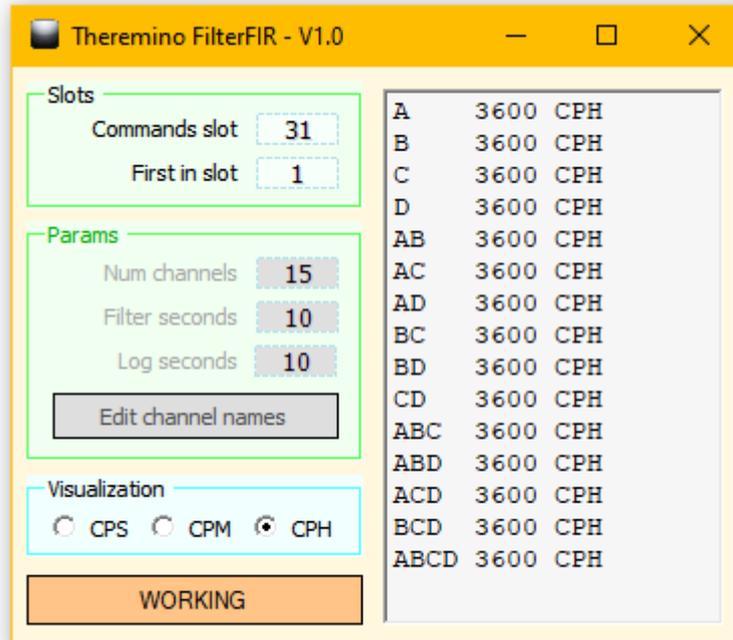


Slot	Label	Value
1	Counter A	959
2	Counter B	959
3	Counter C	959
4	Counter D	959
5	Coincid. AB	959
6	Coincid. AC	959
7	Coincid. AD	959
8	Coincid. BC	959
9	Coincid. BD	959
10	Coincid. CD	959
11	Coincid. ABC	959
12	Coincid. ABD	959
13	Coincid. ACD	959
14	Coincid. BCD	959
15	Coincid. ABCD	959
16	MicrosecA	41096
17	MicrosecB	41100
18	MicrosecC	41104
19	MicrosecD	41108

Tutti i tempi e le barre colorate indicano i valori con modulo 65536 (16 bit), come spiegato nella pagina precedente.

# La applicazione Theremino FilterFIR

Questa applicazione applica i filtri FIR (Finite Impulse Response) ai dati di conteggio e coincidenze prodotti dal Cosmic Ray Detector.

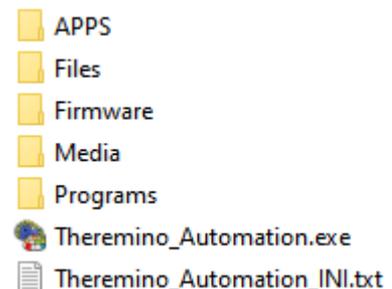


Dopo aver calcolato le medie per tutti i canali questa applicazione scrive anche un file con nome **LOG\_FILTERED.txt**

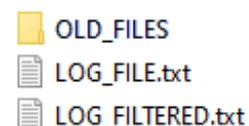
Il file di LOG contiene per ogni riga la data e ora e i dati mediati di tutti i canali e può essere utilizzato da applicazioni come Excel e Theremino Graphs.

Utilizzando Theremino Graphs si può vedere il grafico in tempo reale mentre il LOG viene scritto.

Il file di LOG viene creato nella cartella **LOGS** sempre con lo stesso nome per facilitare i programmi di visualizzazione in tempo reale come Graphs, ma c'è un meccanismo di sicurezza che evita di perdere i file precedenti sovrascrivendoli.



Ogni volta che viene generato un nuovo file di LOG quello precedente viene copiato nella cartella **OLD\_FILES** con la aggiunta di data e ora, come in questo esempio: **LOG\_FILTERED\_2025-01-12\_17-59-48.txt**



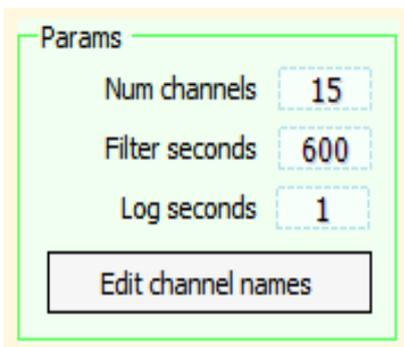
# Regolazioni di Theremino FilterFIR



**Commands slot** - Serve per ricevere comandi da altre applicazioni. In questo modo tutti i parametri possono venire regolati da altre applicazioni se necessario.

**First in slot** - Indica da quali Slot leggere i conteggi e le coincidenze prodotte dal CosmicRayDetector.

Deve essere lo stesso valore che è impostato nella variabile FirstOutputSlot all'inizio del programma CosmicRayDetector eseguito da Automation.



**Num channels** - Per leggere tutti i canali prodotti dal CosmicRayDetector si imposta questa casella con 15.

**Filter seconds** - Si può fare la media nel tempo che si preferisce, impostando questa casella da 1 a 9999 secondi.

Se si imposta un tempo breve, ad esempio 10 o 60 secondi si avrà una risposta più rapida alle variazioni, ma i dati saranno più rumorosi.

Normalmente per i raggi cosmici si imposta con 3600 secondi ( un ora ) che è un buon compromesso per avere dati stabili e una velocità di risposta ragionevole.

**Log seconds** - Questo valore imposta ogni quanti secondi (da 1 a 600) viene scritta una nuova riga nel file di LOG. Normalmente si usa da 1 a 60 secondi.

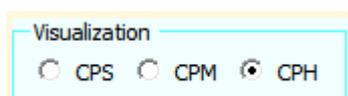
Non utilizzate tempi troppo lunghi altrimenti la applicazione Graphs sarà lenta a iniziare. Guardate nella prossima pagina la tabella che indica le lunghezze del file.

**Edit channel names** - Con questo pulsante si apre il Notepad con i nomi dei canali, uno per riga.

Per il CosmicRayDetector sono: A B C D AB AC AD BC BD CD ABC ABD ACD BCD ABCD. Fate attenzione a scriverli uno per ogni riga.

i dati filtrati vengono visualizzati nel riquadro a destra e per allinearli bene si aggiungono più o meno spazi nei nomi, a seconda della loro lunghezza.

Nel riquadro "Visualization" si può scegliere la scala dei dati in conteggi per secondo (CPS), per minuto (CPM) o per ora (CPH).



Questa scelta verrà utilizzata anche per i dati scritti nel file di LOG.

A	3600	CPH
B	3600	CPH
C	3600	CPH
D	3600	CPH
AB	3600	CPH
AC	3600	CPH
AD	3600	CPH
BC	3600	CPH
BD	3600	CPH
CD	3600	CPH
ABC	3600	CPH
ABD	3600	CPH
ACD	3600	CPH
BCD	3600	CPH
ABCD	3600	CPH

# Il file di LOG

Il file di log contiene per ogni riga la data e ora e i dati mediati di tutti i canali.

Nella prima parte del file troviamo:

- La data e ora di inizio della registrazione (Anno, Mese, Giorno, Ore, Minuti, Secondi)
- Il numero di canali ( per il Cosmic Detector si tiene sempre a 15 )
- I secondi su cui viene fatta la media FIR dei dati ( da 1 a 9999 )
- Ogni quanti secondi viene scritta una riga di LOG ( da 1 a 100 )
- La unità di misura in cicli per unità di tempo, che può essere CPS, CPM o CPH
- I nomi dei canali

Ecco un esempio di come può iniziare un file di LOG

```
# -----  
# Session start: 2025/01/14 13:02:27  
# -----  
# Num channels: 15  
# FIR Seconds: 10  
# LOG Seconds: 1  
# LOG Type: CPS  
# -----  
A;B;C;D;AB;AC;AD;BC;BD;CD;ABC;ABD;ACD;BCD;ABCD  
# -----  
2025/01/14 13:02:28;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00  
2025/01/14 13:02:29;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00  
2025/01/14 13:02:30;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00  
2025/01/14 13:02:31;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00;0.00  
....  
....
```

Ecco una stima della lunghezza del file di LOG, si tratta di una stima **approssimativa**, il valore esatto dipende da quanti eventi avvengono nella unità di tempo scelta (CPS, CPM o CPH) e quindi dalla lunghezza dei numeri memorizzati in ogni riga.

Log seconds	Per giorno	Per settimana	Per mese	Per anno
1	6 mega	40 mega	150 mega	2 giga
10	600 K	4 mega	15 mega	200 mega
60	100 K	600 K	2.5 mega	36 mega
600	10 K	60 K	250 K	4 mega

Utilizzate tempi oltre i 60 secondi solo se fate LOG lunghi molti mesi, altrimenti la applicazione Graphs sarà lenta ad aggiornare i dati in tempo reale.

Ma non utilizzate nemmeno tempi troppo corti che porterebbero a file di molti megabyte perché in questo caso la applicazione Graphs diventerebbe lenta durante le visualizzazioni, se succede impostatela in "Fast drawing" o per limitare il numero di linee.

# Descrizione del metodo di calcolo e filtraggio

I "Filter seconds" sono i conteggi che stanno nel buffer.

Se ad esempio il buffer è lungo un'ora, cioè Filter seconds = 3600, e hai una attività di 110 conteggi per ora, allora mediamente ce ne sono 110 nel buffer.

All'inizio il buffer non è lungo un'ora ma un secondo e poi due secondi e poi tre... e cresce fino a diventare 3600 secondi.

E quindi durante questo tempo i conteggi che stanno nel buffer aumentano, prima uno, poi due... fino ad arrivare a circa 110.

Poi quando il buffer è arrivato a 3600 secondi i conteggi più vecchi iniziano a uscire dalla coda del buffer. E altri nuovi iniziano a entrare dalla testa.

In questo modo all'inizio si riescono ad avere letture anche nei primi minuti. Sono più imprecise e rumorose ma almeno si vede qualcosa.

Poi, man mano che il buffer si riempie, la precisione aumenta fino a quando il buffer è lungo come stabilito.

Si stabilisce una lunghezza massima del buffer e i campioni più vecchi si eliminano perché se non si facesse così il buffer si allungherebbe a dismisura e non sarebbe più possibile rilevare variazioni e una volta che il buffer fosse lungo settimane poi ci vorrebbero altre settimane per modificare il valore medio.

## Come si effettua la media con un Buffer FIFO

Il buffer è un FIFO che viene aggiornato ogni secondo con il numero di eventi che sono stati ricevuti in quel secondo.

Supponiamo che sia lungo 3600 secondi...

Ogni secondo:

- Se ci sono dati nuovi vengono aggiunti all'inizio.
- Se ci sono dati il cui tempo supera i 3600 secondi vengono tolti dalla fine.
- Si contano i valori e li si scrivono nella casella.
- Si sommano di tutti i valori e si divide per 3600 per ottenere i CPS
- Si moltiplica per 60 per ottenere i CPM e nuovamente per 60 per ottenere i CPH.

Se il FIFO è lungo diversamente da 3600 si fanno rapporti diversi per ottenere la unità di misura impostata (CPS, CPM o CPH).

Il tipo di media che si produce facendo queste operazioni è chiamata FIR (Finite Impulse Response).

# La applicazione Theremino Graphs

Questa applicazione visualizza ogni genere di file di LOG ma la trovate già impostata per visualizzare quelli prodotti da Theremino FilterFIR

Di base troverete due file di opzioni, uno che visualizza i dati come sono e uno che li visualizza con un po' di smoothing (interpolazione tra i valori in sequenza).



I comandi sono pochi e intuitivi:

**Select file** - Scelta del file da visualizzare

**Edit file** - Apre il file scelto con Notepad per esplorarlo

**Select axis options** - Scelta del file delle opzioni di visualizzazione

**Edit axis options** - Apre il file delle opzioni (vedere la prossima pagina)

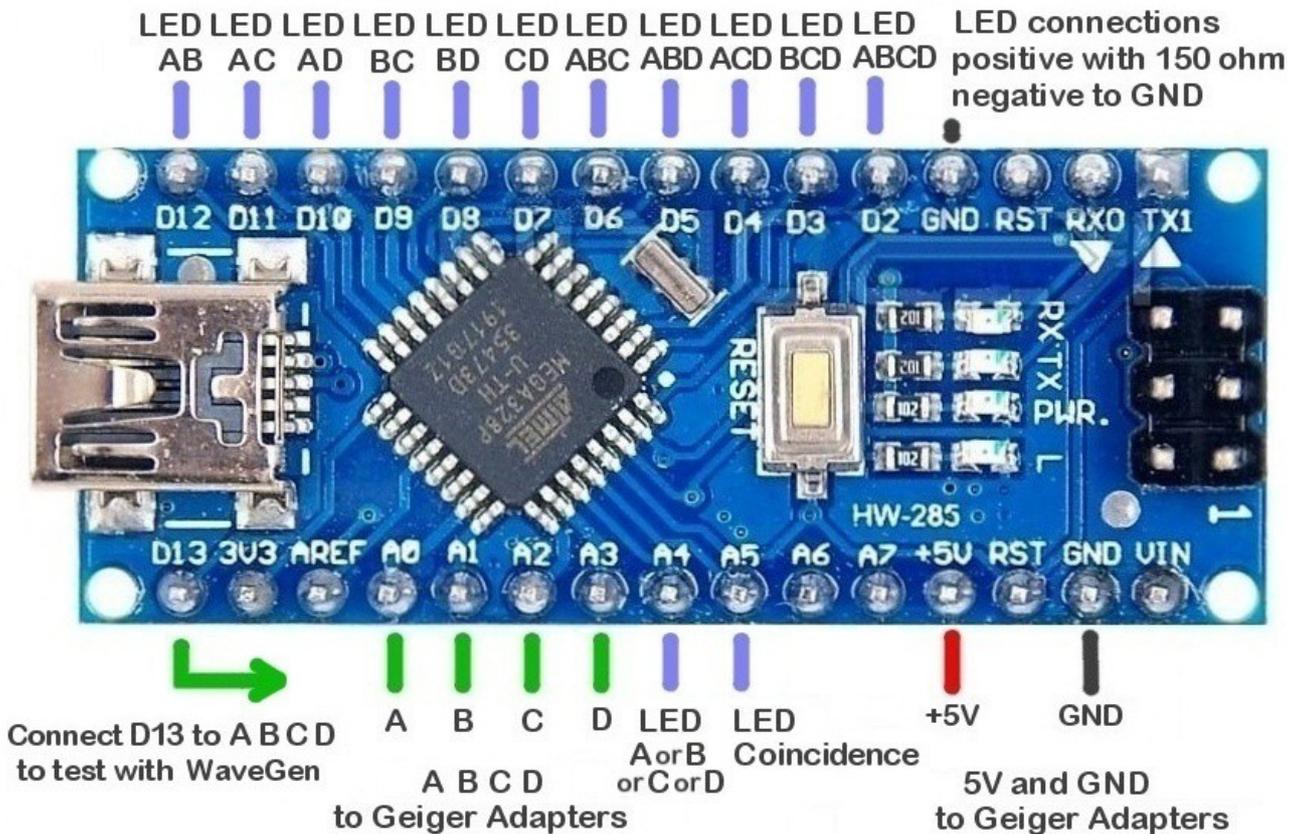
**Fast drawing** - Rende più veloce la visualizzazione in caso di file molto grandi

**Change graph type** - Cambia modo di visualizzazione (a righe o quadratini)

Le istruzioni complete sono nel file **Theremino\_Graphs\_Help**

# Collegamenti al modulo Nano

Questo schema indica dove collegare i fili in arrivo dai moduli Geiger Adapter e i fili che vanno ai LED.



Se non si collegano quattro geiger ma solo tre li si collegheranno ad A, B e C  
Se i geiger sono solo due li si collegano ad A e B.

I fili C e D eventualmente non usati vanno collegati a GND.

Tutti i LED vanno collegati con il negativo a GND e ogni LED deve avere un resistore da 150 ohm tra il suo positivo e la sua uscita marcata LED sul modulo Nano.

Le uscite della parte superiore si attivano se ci sono coincidenze.

La uscita LED ABCD, collegata ad A4, si attiva se arriva un impulso su uno qualunque dei quattro ingressi A/B/C/D.

La uscita LED Coincidence, collegata ad A5, si attiva se avviene una qualunque delle coincidenze.

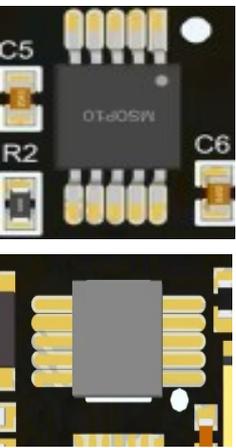
Non è necessario collegare i LED perché il programma principale mostra già tutto. Volendo si potrebbe collegarne solo qualcuno, ad esempio i due della parte inferiore.

# Usare i moduli "Nano Super Mini"

Al posto del modulo Nano si possono usare i Super Mini che sono più piccoli e più comodi da posizionare.

Esistono due versioni di questi moduli, noi le chiamiamo V1 e V2 ma quando li acquistate il venditore non vi scriverà di quale versione si tratta.

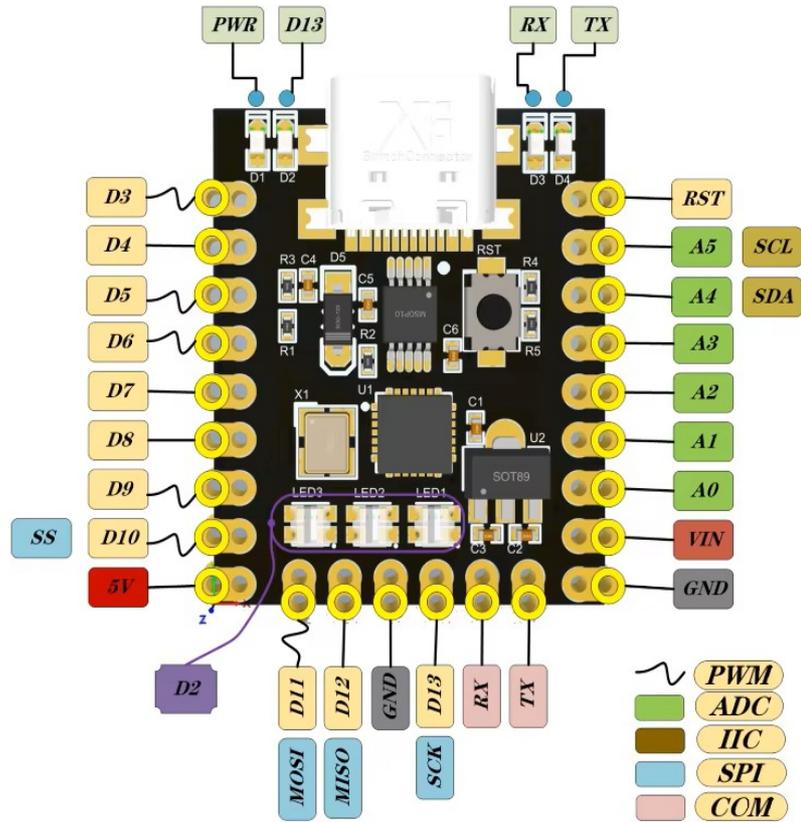
Per riconoscerle guardate queste due immagini la prima è la V1 e la seconda è la V2.



Per distinguerle facilmente guardate l'integrato superiore.

Nella versione V1 ha i piedini sopra e sotto,

Mentre nella versione V2 li ha a destra e sinistra.

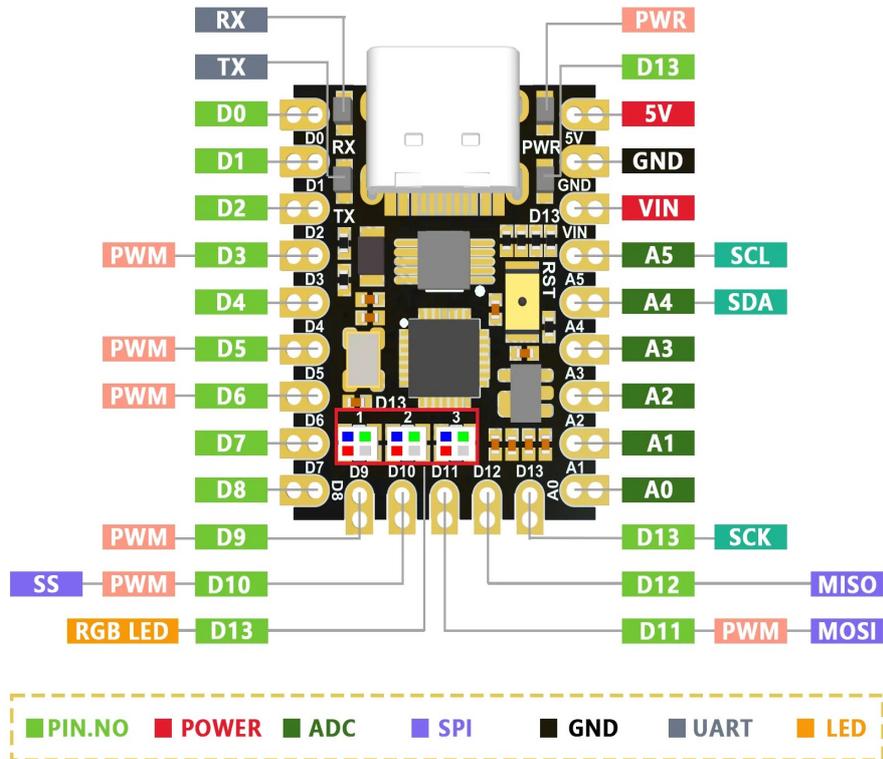


Pur essendo piccoli questi moduli hanno tutti i collegamenti necessari.

La versione V2 li ha proprio tutti ma nella V1 mancherebbe il Pin D2 che servirebbe per collegare il LED Coincidence ABCD.

Come già abbiamo scritto i LED non sono necessari, ma se proprio li volete, e li volete tutti, scegliete il modello V2.

Per i collegamenti si fa come spiegato nella pagina precedente. I pin sono in posizioni diverse ma i nomi sono gli stessi.





# Tubi Geiger e moduli Geiger Adapter

I tubi geiger si connettono al modulo Geiger Adapter con due fili.

Fate attenzione che sui tubi c'è un segno + e lo si deve collegare al positivo (filo rosso in queste immagini).

Possibilmente tenete più corto il filo positivo, mentre il negativo (GND) può essere lungo a volontà.

In uscita dal modulo Geiger Adapter avrete tre fili GND +5V e Segnale.

Tutti i GND vanno insieme al GND del Nano.

Tutti i +5 vanno insieme al +5V del Nano.

E i quattro segnali vanno ciascuno a uno degli ingressi A, B, C e D del Nano.

