

AMD5 & ASTRORAD

Handbook



In copertina: tracce di adroni rilasciate in una lente in polimero plastico (CR-39), durante un esperimento con palloni stratosferici (M. Arcani 2019)¹.

¹ https://www.academia.edu/37860501/Plastic_traps



Rivelatore di muoni AMD5 e AstroRad

Astroparticle Muon Detector 5

Descrizione:

Il funzionamento del rivelatore AMD5 è affidato a due tubi Geiger Müller (GMT) che lavorano in coincidenza. Il segnale generato dai GMT, viene inviato al circuito elettronico di coincidenza (una porta "and"), quindi un buffer di uscita permette il collegamento con la porta USB e con l'uscita audio.

Il rivelatore è provvisto di 3 luci LED, due utilizzate per monitorare il corretto andamento dei tubi GMT e il terzo per il controllo del circuito di coincidenza; utilizzando l'uscita audio, collegata a esempio a un amplificatore o allo smartphone, lo strumento può essere usato anche stand-alone (senza computer) per semplici dimostrazioni o mostre.

Collegando AMD5 a un computer (previa installazione dei driver), il suo funzionamento viene gestito dal programma AstroRad, i dati raccolti possono essere "plottati" a video su grafici e contemporaneamente registrati in tabelle e su file. In questo modo è anche possibile esportare i dati al termine delle misure e analizzarli con, software di calcolo e analisi come Excel, MATLAB, Maxima, SciLAB e tanti altri.

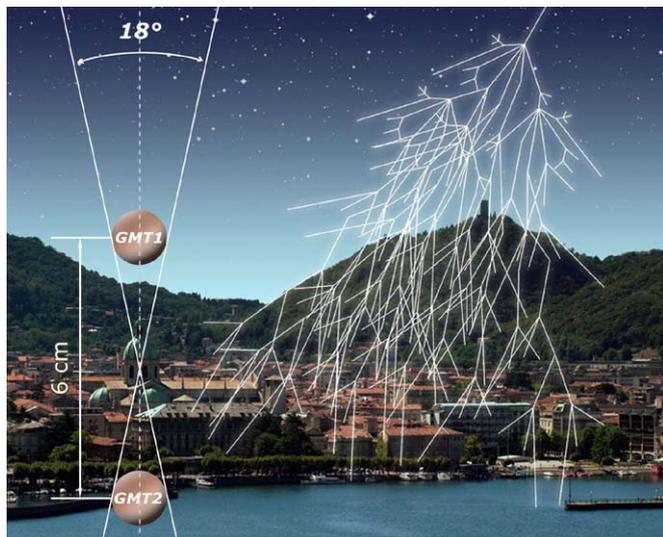


Figura-1: Rappresentazione artistica di uno sciame di raggi cosmici e geometria di AMD5.

Il posizionamento dei due tubi Geiger nello strumento ne stabilisce anche la geometria "ottica"(Figura 1); essendo distanziati di 6 centimetri, la finestra di cielo visibile è di circa 18° (considerando 1 cm di diametro) per circa 105° (considerando i 10 cm di lunghezza) con un angolo solido complessivo di circa 0,52 sr.

Oltre al conteggio del flusso di particelle, con questo strumento è possibile fare altri interessanti lavori come quello della misura del flusso in funzione dell'angolo di zenit (pensiamo all'International Cosmic Day di DESY), oppure dell'assorbimento dei raggi cosmici nei materiali che consiste nel sovrapporre lastre di metallo di spessore sempre più grande e tracciare i dati dei risultati ottenendo le note curve di Rossi.

Una ricerca interessante può essere quella del confronto tra il flusso dei muoni rilevati e il flusso del vento solare, per evidenziare come l'attività del nostro Sole, in particolare l'effetto Forbush, influenza i raggi cosmici a terra. I dati del vento solare sono facilmente reperibili da varie fonti

come dal sito della sonda SOHO (<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>).

Altri esperimenti di confronto possono riguardare pressione e temperatura atmosferica, sempre in relazione al numero di particelle misurate a terra.

Un'altra applicazione può essere quella della verifica della provenienza dei raggi cosmici o effetto est-ovest, che consiste nell'orientare il rivelatore (di conseguenza i GMT) in direzione sud-nord e inclinarlo progressivamente verso Est e poi verso Ovest, per dimostrare e comprendere l'effetto geomagnetico. Un esperimento che ha più probabilità di successo a basse latitudini e ad alta quota, ma utilizzando molti dati e molta statistica è possibile evidenziarlo anche alle latitudini più alte.

Installazione del software AstroRad 5:

Astrorad è compatibile con tutte le versioni di Windows, da XP alla 10¹.

Prima di collegare il rivelatore con un *personal computer*, installare il *driver USB* e il *software*.

Installazione del driver USB:

- Inserire il *DVD* e aprire la cartella "Driver".
- Fino a **Windows 7²**: fare doppio click sul file "CP210x_VCP_Win_XP_S2K3_Vista_7".
Da **Windows 7 in poi**: dalla cartella CP210x_VCP_Widows utilizzare il file CP210xVCPInstaller_x64 (per i sistemi a 64 bit) oppure CP210xVCPInstaller_x86 (per i sistemi a 32 bit). Seguire le indicazioni a video fino a installazione terminata.

Si può installare il software sia tramite *setup*, sia tramite *drag & drop* (copia e incolla).

1. Dal *DVD* aprire la cartella "Software\Astrorad5"
2. Se si vuole utilizzare il primo metodo avviare il file "AstroRad502_setup.exe" e seguire le istruzioni a schermo.
3. Se si vuole utilizzare il secondo metodo, copiare tutta la cartella "Astrorad_v502_binary" sul disco fisso del computer in c:\programmi\ (oppure c:\programmi(x86)\)
4. Rinominare la cartella solo come: Astrorad_v502
5. Selezionare il file eseguibile astroradv502.EXE col tasto destro e selezionare invia a desktop.
6. Sul desktop del computer apparirà l'icona relativa (eventualmente sostituire l'icona di default con quella contenuta nella cartella del software).

Installazione software orologio atomico (solo per Windows xp):

1. Dal *DVD* aprire la cartella "Software" e poi "Atomic-clock".
2. Provare a fare doppio click sull'icona "AtomicTimeSynchronizerSetup"
3. Se l'installazione inizia, proseguire con le indicazioni a video e saltare i punti 11 e 12, se invece richiede la presenza nel sistema di "Microsoft .NET Framework", annullare.
4. Fare doppio click sull'icona "NetFx20SP2_x86" (cartella Software\Atomic-clock) oppure andare sul sito Microsoft e scaricare la versione più appropriata.
5. Al termine dell'installazione fare doppio click su "AtomicTimeSynchronizerSetup" e proseguire con le indicazioni a video.
6. (solo per XP) Mettere un collegamento in esecuzione automatica, in modo che l'orologio riparta a ogni avvio del computer.

Per Windows 7 e successivi:

7. Cliccare col tasto destro sull'orologio di Windows e selezionare Modifica data/ora
8. Posizionarsi sulla scheda ora internet e poi su cambia impostazioni.
9. Controllare che sia spuntata la casella "sincronizza..." e che sia selezionato un server es: "time.nist.gov"
10. Cliccare "ok" e "ok".

Impostazione formato ora (solo Windows 7 e successivi):

11. Cliccare di nuovo col tasto destro sull'orologio di Windows e selezionare Modifica data/ora

1 Con le ultime release di windows 10 si sono riscontrati problemi relativi ai permessi di esecuzione e autorizzazioni di sicurezza che vanno risolti caso per caso.
2 Windows 7 è compatibile con entrambi i driver.

12. Cliccare su "Cambia le impostazioni del calendario", si apriranno due finestre indipendenti
13. Chiudere la finestra "Personalizza formato" e posizionarsi sulla finestra "Paese e lingua"
14. Dai menu a comparsa "ora breve e ora estesa" scegliere rispettivamente il formato **HH.mm** e **HH.mm.ss**, dare "ok", "ok", "ok"

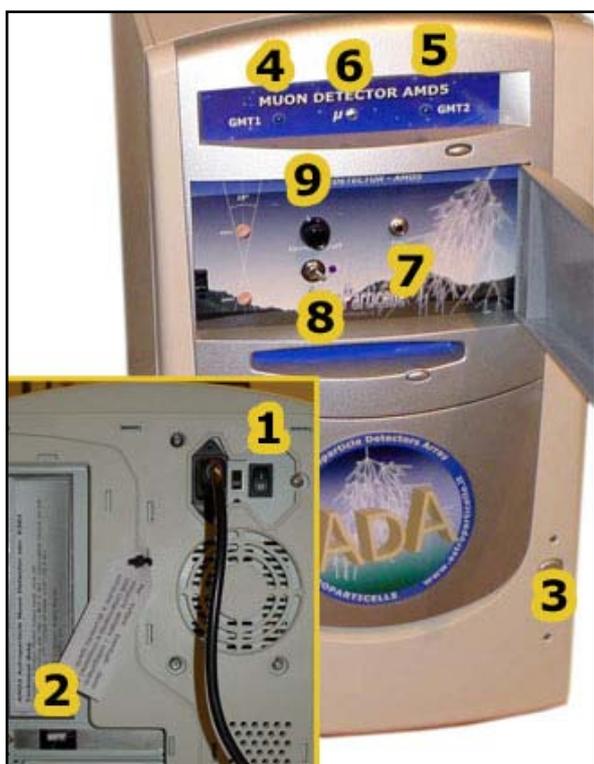
Collegamento dei cavi e accensione:

(Le indicazioni seguenti sono di carattere generale e potrebbero variare a seconda del modello di involucro)

Inserire il cavo di alimentazione sul retro.

Collegare il cavo *USB* tra il rivelatore e il computer, *per evitare problemi eseguire sempre questa procedura a computer e strumento spenti e con la spina di alimentazione di quest'ultimo disinserita.*

Accendere il computer e lo strumento tramite l'interruttore sul retro, dopo qualche istante di vedrà l'accensione dei *LED* sul frontale che segnalano l'attività radioattiva (il passaggio di particelle).



Descrizione comandi di AMD5 (figura 2):

- 1) Accensione
- 2) Collegamento USB (attenzione non forzare)
- 3) LED accensione alimentazione
- 4) LED relativo al funzionamento del GMT1
- 5) LED relativo al funzionamento del GMT2
- 6) LED relativo al circuito di coincidenza
- 7) Presa audio per collegamento ad amplificatore
- 8) Selettore del tempo di coincidenza (vedi pag. 17)
- 9) Switch di esclusione della coincidenza

Altre eventuali prese (e comandi) presenti sul pannello non sono utilizzate.

Figura-2: Versione di AMD5 dal 2016.

Utilizzo del software AstroRad:

Per eseguire il programma cliccare sull'icona AstroRad posizionata precedentemente sul *desktop*.

Impostazione porta di comunicazione COM: tramite l'icona a forma di "spina", presente in alto a destra di ogni schermata (5 figura 4, pagina 7) richiamare la finestra di dialogo (figura 16) da cui è possibile impostare il numero della porta di comunicazione. Sono disponibili anche le istruzioni dettagliate passo-passo *online*: <http://www.astroparticelle.it/setcom-1.html>

Se la porta è installata correttamente inizieranno a lampeggiare anche gli indicatori nella finestra del *software* (figura 3 e 4 e altre - punti 8).

Per una descrizione del *software* vedere anche la pagina:

<http://www.astroparticelle.it/muon-detector-sw.asp>

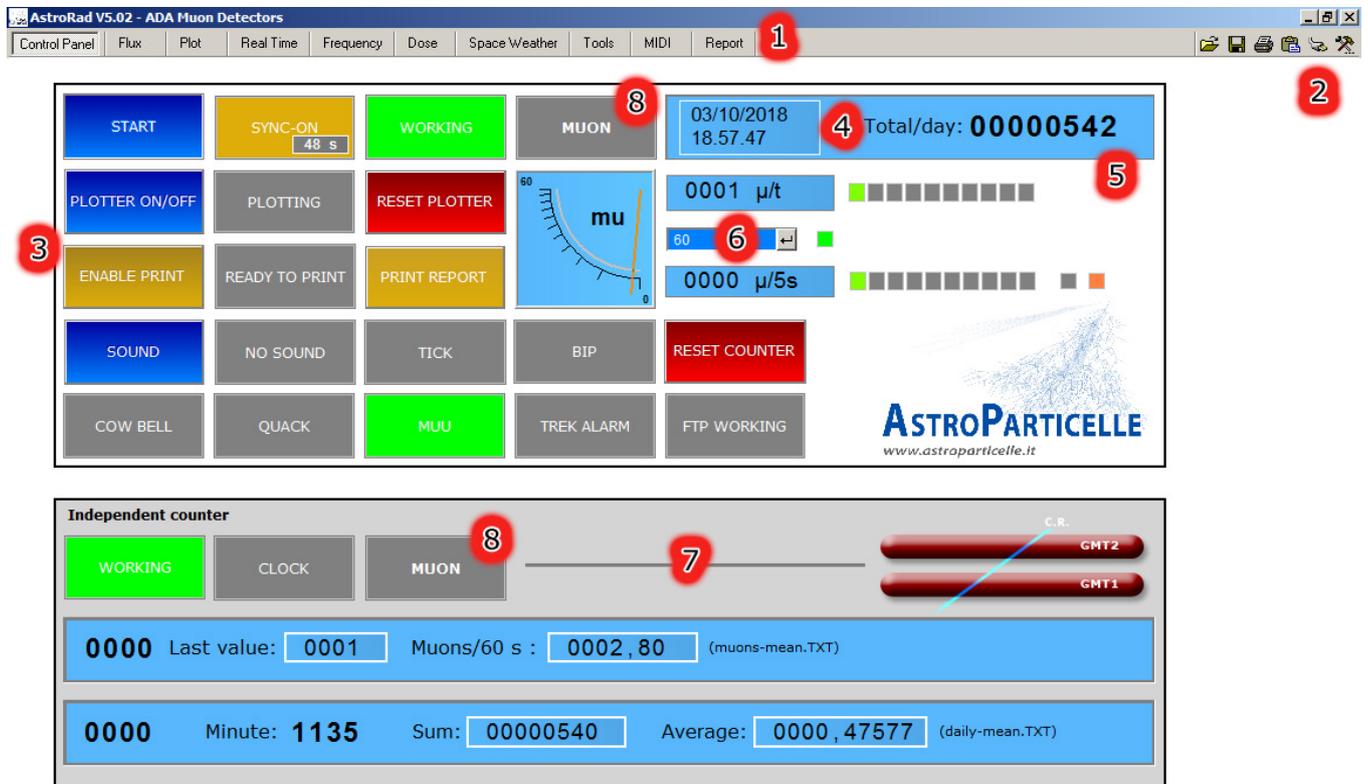
Il *software* è suddiviso in diverse schede: **Control Panel, Flux, Plot, Real-Time, Frequency, Dose, Space Weather, Tools, MIDI** e **Report** visibili nella barra in alto (figura 3 - punto 1).

Scheda Control Panel:

A differenza delle versioni precedenti all'avvio del programma, il conteggio parte automaticamente, quindi per avviare la registrazione dei dati non è necessario azionare alcun comando, in pratica il pulsante *START* (figura 3 - area 3) viene premuto automaticamente e una successiva pressione su questo comando interromperà il conteggio. Il software inizierà i conteggi automaticamente allo scadere del primo minuto dall'accensione (al secondo "00"), l'avvio sarà confermata dall'accensione delle spie *SYNC-ON* e *WORKING*. L'avvio automatico dovrebbe garantire il sincronismo temporale con tutti i rivelatori della rete ADA, inoltre in caso di interruzione della rete elettrica il sistema potrebbe ripartire senza interventi esterni. Quando il conteggio è attivo, premendo su start, il segnale luminoso su *SYNC-ON* si spegnerà e al secondo "00" il conteggio terminerà, ripremendo *START*, *SYNC-ON* si riaccenderà e il conteggio ripartirà nuovamente al conteggio "00".

I dati memorizzati dal software vengono registrati sia nelle tabelle visibili nelle varie schede, sia nei file "*.TXT" che vengono scritti nella cartella : c:\programmi\AstroRad_v502\Data.

Questi file sono utili per fare analisi e servono per i rilevamenti *online* relativi al progetto ADA (*Astroparticle Detector Array*). Come vedremo in seguito essi sono: daily-data.TXT, daily-mean.TXT, dd5sec.TXT, dose.TXT, frequency.TXT, mobilaver.TXT, muons-mean.TXT, realtime.TXT e time.TXT.



AstroRad - Muon Detector AMDx

V 5.02 by Marco Arcani - www.astroparticelle.it

Figura-3: Scheda "Control Panel"

Il conteggio del rivelatore può essere fatto partire anche automaticamente tramite il timer/orologio (figura 3 - punto 4), presente sempre nella scheda *Control Panel*; facendo doppio click sul timer stesso appare la finestra di dialogo relativa (in pratica il *timer* sostituisce il selettore *start*).

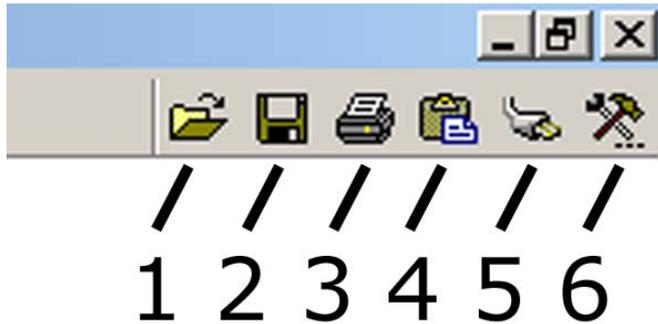
Il punto 7 di figura 3 indica un contatore indipendente che fa il conteggio del flusso al minuto e la media aritmetica degli ultimi 5 minuti, oltre alla media totale giornaliera; questo contatore produce i file: muons-mean.TXT, time.TXT, mobilaver.TXT e daily-mean.TXT.

Il totalizzatore (figura 3 - punto 4) conta gli eventi totali al giorno o da quando viene acceso lo strumento, esso è azzerabile tramite il pulsante *RESET COUNTER*, inoltre si azzerava automaticamente ogni giorno alle 00.00.

La base dei tempi del campionamento è selezionabile tramite un selettore (figura 3 - punto 6) e un secondo selettore modifica la base dei tempi del plotter (figura 8 - punto 12, scheda *PLOT*), per un corretto funzionamento dovrebbero essere entrambi impostati sullo stesso valore³.

Oltre che dai segnali luminosi (punti 8 in tutte le schede), il passaggio delle particelle può essere evidenziato tramite un segnale sonoro attivabile attraverso il pulsante *SOUND* (figura 3 - area 3). A ogni pressione del pulsante si attiva un diverso suono tra sei diverse possibilità (dalla più sobria alla più bizzarra), per poi tornare alla modalità silenziosa.

Impostazioni generali



Le icone presenti in alto a destra in ogni schermata (Figura 4), servono per impostare il funzionamento del programma. Alcune impostazioni del software possono essere salvate e successivamente richiamate tramite le icone 2 (salvataggio) e 1 (caricamento). Il salvataggio della configurazione avviene tramite file proprietari (*.EST). Tramite l'icona 3 si controllano le impostazioni per la stampante e si può stampare la schermata visualizzata, mentre l'icona 4 copia in memoria l'immagine della schermata. L'icona 5 serve per configurare l'hardware, come la porta di comunicazione (COM). L'ultima icona, 6 attiva una finestra di dialogo (Figura 5) da cui è possibile

Figura-4: Impostazioni di sistema

attivare un web server (opzionale e proprietario)⁴, inoltre è possibile modificare alcune impostazioni "avanzate" e personalizzare ulteriormente il software, ad esempio i segni di spunta su "load setting" e "save setting", permettono di mantenere in memoria i parametri impostati e i pulsanti attivati durante l'ultimo utilizzo.

Scheda Flux:

In questa scheda sono stati inseriti due strumenti visuali che segnalano il numero di eventi registrati (figura 7 - punto 10); i primi due sono relativi al contatore principale diviso in eventi da 0 a 10 e da 0 a 100 e il terzo strumento relativo al campionamento a 5 secondi. Con la versione di AstroRad 3.02 era stato introdotto questo contatore supplementare con base dei tempi fissa a 5 secondi che genera il file *dd5sec.TXT*, questo serviva per un'analisi più accurata dei dati nel caso di eventi coincidenti tra più rivelatori, tuttavia il suo scopo originale - nelle versioni successive del software - è stato sostituito dalla scheda *Realtime* (file *realtime.TXT*). Il contatore a 5 secondi rimane unicamente per motivi storici, può comunque essere utile per particolari attività.

A fianco di questi strumenti ci sono le relative tabelle (figura 7 - punto 11) che raccolgono i dati alfanumerici. In alto a destra compare la sezione FTP per l'invio dei dati in rete *web*.

Sezione FTP (figura 7 - punto 9):

Il *timer-orologio* presente in questa scheda è impostato per aggiornare i dati in locale e *online* (relativi al progetto ADA). Ogni giorno intorno alle ore 00:00 esso esegue una determinata procedura (rinomina i file dei rilevamenti del giorno con la data del giorno stesso e li invia su *server web*), il *timer* non dovrebbe essere toccato salvo diverse indicazioni. Tramite il pulsante *FTP-TEST* è possibile inviare i dati manualmente al *server* (serve solo per diagnostica).

³ Per il progetto ADA la base dei tempi di campionamento (di selettori) dovrà essere la stessa per tutti i rivelatori della rete, ovvero impostato su 60 secondi.

⁴ L'applicativo web-server è venduto dalla ditta tedesca Abacom (www.electronic-software-shop.com)

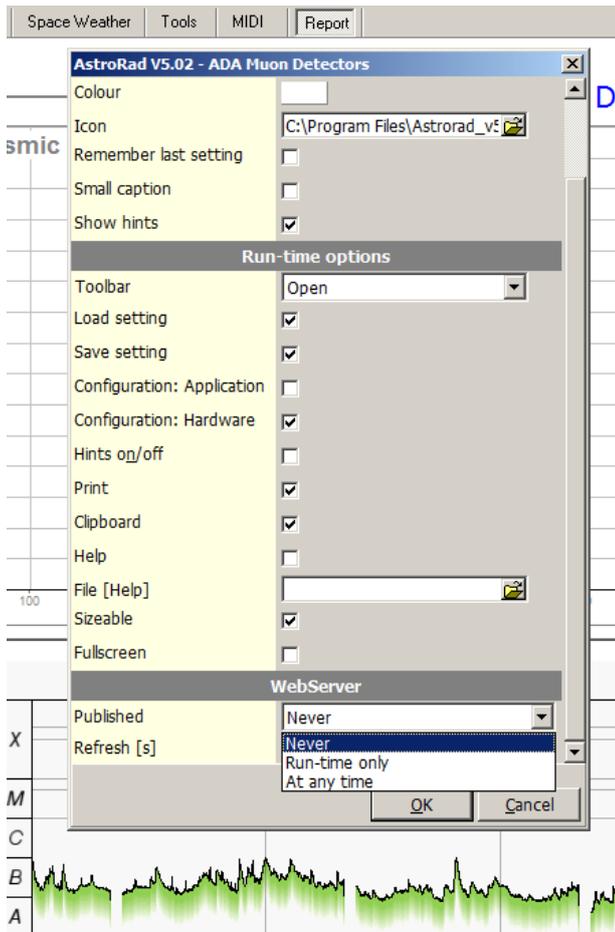


Figura-5: Impostazioni "avanzate"

segnala che i dati sono stati trasferiti o meglio che la procedura è terminata, infatti attualmente non c'è un vero e proprio controllo di *feedback* (ovvero il messaggio compare anche se per qualche motivo i dati non sono stati inviati). Se la procedura è andata a buon fine la finestra *DOS* e il messaggio si chiudono automaticamente.

Impostazione del proprio sito web:

Il *webmaster* del sito che ospiterà i dati dello strumento dovrà creare una cartella dedicata: ad esempio www.miosito.it/raggicosmici/.

Si dovrà modificare quindi il file del software AstroRad presente nella cartella: `c:\programmi\Astorad_v502\data\upload.arc`. Posizionandosi sul file `upload.arc` con il tasto destro del mouse selezionare "apri con"... e usare il notepad.

Troverete all'inizio del file questa lista di istruzioni:

```
open ftp.mysite.com
mylogin
myPSW
bin
lcd
cd mysite.com/myfolder
prompt
.....
.....
```

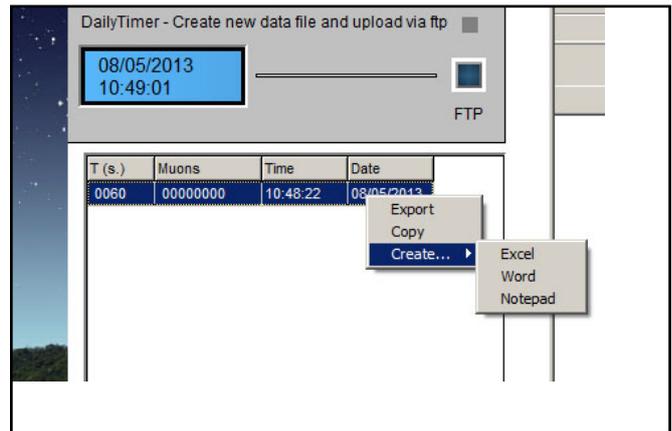


Figura-6: Opzioni di esportazione dei dati

Utilizzo in modalità locale:

Utilizzando il rivelatore in locale i dati sono registrati nelle tabelle 11 (figura 7). Ogni tabella può registrare un massimo di 16000 righe. Per esportare i dati al termine delle misure, col tasto destro del mouse scegliere 'create'... e selezionare il formato desiderato (figura 6).

Impostazione per il funzionamento online:

Il software è programmato per inviare ogni 15 minuti i dati a un *web-server*, quindi ogni quarto d'ora comparirà una schermata "nera" *DOS* con la procedura di invio, seguita da un messaggio che

Sostituire solamente i dati che appaiono in grassetto: **mysite.com**, con il nome del dominio del vostro sito, **mylogin**, **myPSW** sono *login e password* ftp del sito, dati che deve fornirvi il vostro *webmaster*, **myfolder** è il nome scelto per la cartella (e.g. raggiosmici) che ospiterà i dati sul vostro web server. Dopo avere modificato questi dati, lasciando intatto il resto, chiudere il file salvandolo.

È possibile provare se l'invio sul server funziona utilizzando il tasto 9 di figura 7.

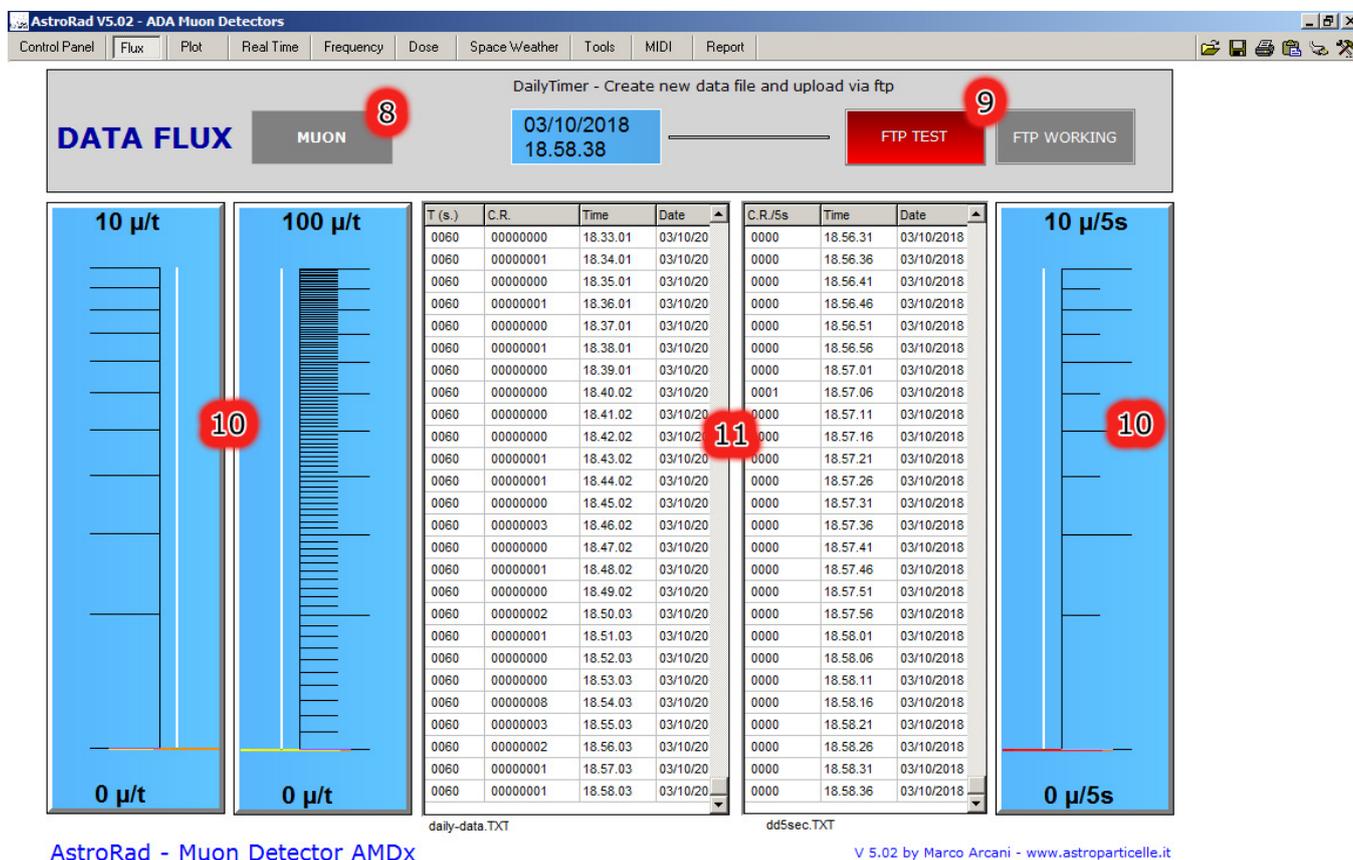


Figura-7: Scheda "Flux"

Scheda Plot:

La scheda plot riporta il grafico temporale del flusso dei raggi cosmici per unità di tempo (minuto). I comandi del plotter sono indipendenti e accessibili dal suo pannello di controllo (punto 12 di figura 8), comunque i comandi di avvio e di arresto del plotter sono duplicati e presenti anche nella scheda "Control Panel", (area 3 di figura 3) gli altri comandi presenti nel suo pannello riguardano la visualizzazione, il salvataggio e la lettura dei file del plotter in formato proprietario.

Per registrare un grafico in locale attivare il tasto *PLOTTER ON/OFF* (figura 3, area 3), inizierà la stampa del grafico a video visualizzabile dalla scheda *Plot* (occorre qualche minuto), per fermare il grafico azionare di nuovo *PLOTTER ON/OFF* e attivare il pulsante *RESET PLOTTER*. Il plotter è provvisto di diverse opzioni dove è possibile salvare o visualizzare i grafici salvati.

Scheda Real Time:

Dalla versione 4.01 di AstroRad è stato implementato un sistema che permette la rivelazione del tempo esatto di arrivo della particella, al millesimo di secondo.

A ogni evento registrato (particella), la tabella 16 (figura 9) raccoglie ora, minuto, secondo e millesimo, seguita di nuovo dall'orario e data (di sistema). Gli stessi dati sono raccolti nel file realtime.TXT.

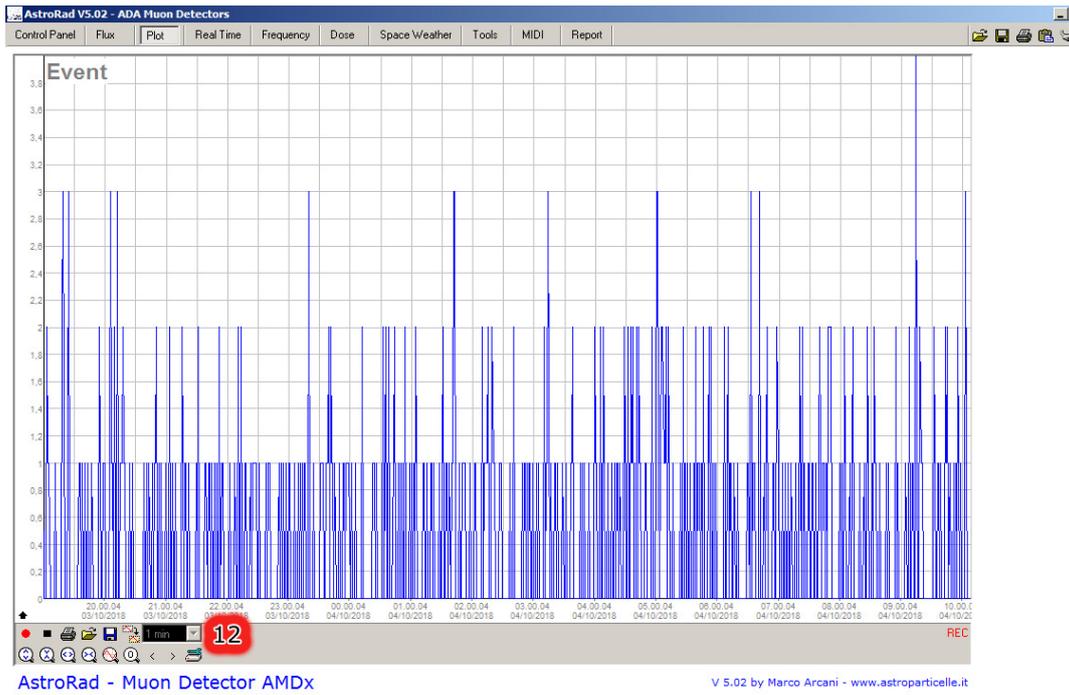


Figura-8: Scheda "Plot"

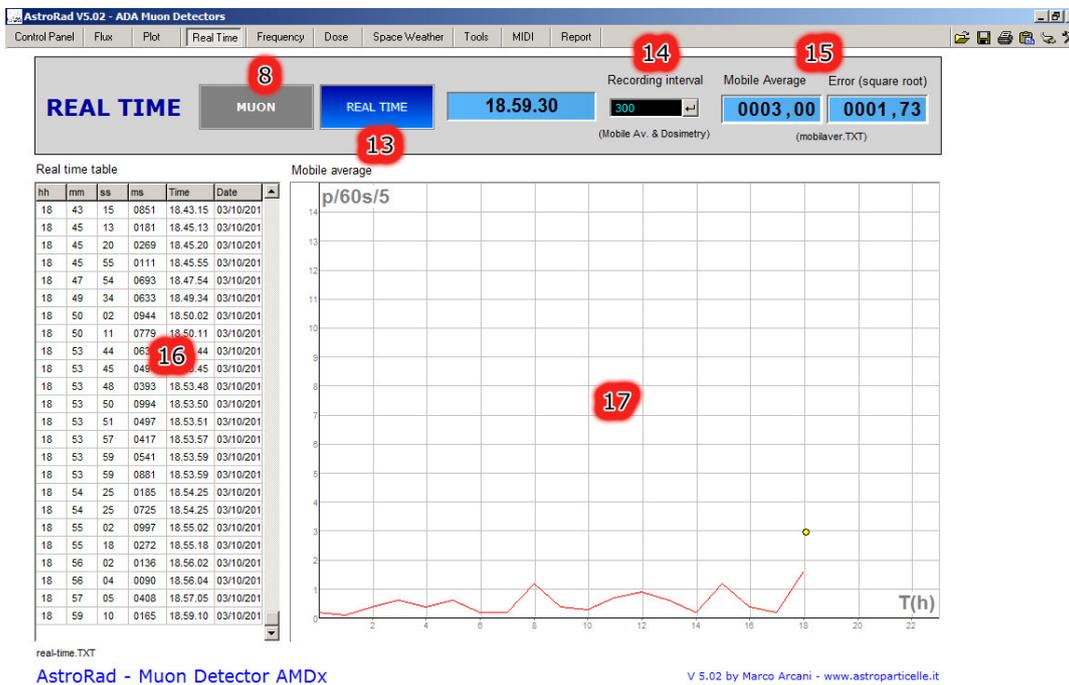


Figura-9: Scheda "Real Time"

Da notare che il tempo registrato nella tabella e nel file possono differire di qualche millisecondo (il software dà la precedenza al file txt). Il file realtime.TXT registra anche il numero di particelle eventualmente arrivate entro il secondo (per questioni tecniche a volte può comparire uno 0 che è da interpretare come = 1).

N.B. Nel caso si utilizzi il rivelatore per misure di elementi radioattivi (vedi scheda dose) i selettori (13 figura 9, 18 figura 10) relativi a realtime e frequenza dovrebbero essere azionati per arrestare il conteggio. Infatti le misure del tempo reale di arrivo e della frequenza in questo caso non hanno senso, inoltre l'alto numero di eventi attesi dal decadimento dei materiali radioattivi non permette la registrazione di un tale flusso di dati su file, in modo affidabile.

Il pannello Real Time riporta anche il grafico giornaliero (17 figura 9) della media mobile (asse y) aggiornato ogni ora (asse x). Per media mobile si intende la media (del campionamento al minuto) degli ultimi cinque minuti registrata dal contatore indipendente (7 scheda control panel di figura 3). Il valore della media mobile è indicato anche dal display (15 di figura 9) insieme all'errore determinato dalla semplice radice quadrata. Nel file mobilaver.TXT la media mobile è aggiornata secondo il tempo impostato in secondi dal selettore 14 di figura 9 (default 5 minuti) da cui è possibile eventualmente ricavare grafici più o meno risolti.

Scheda Frequency:

Questa sezione serve per misurare l'intervallo di tempo di arrivo tra una particella e l'altra. Il valore è espresso sia in cicli al secondo (Hz) che in secondi (1/f) ed è riportato in tabella e su un grafico (figura 10).

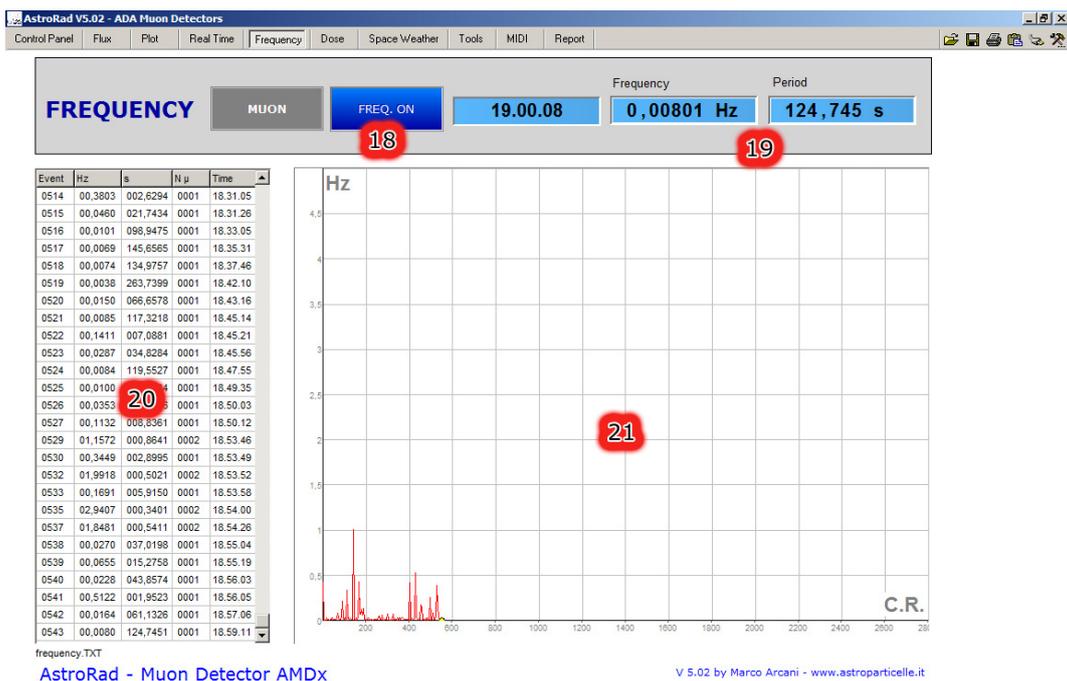


Figura-10: Scheda "Frequency"

La tabella 20 registra: il numero sequenziale dell'evento registrato dal totalizzatore (5 figura 3), il valore in Hz e secondi dell'intervallo tra le ultime due particelle, il numero di particelle (per questioni tecniche a volte può comparire uno 0 che è da interpretare come = 1) nel caso ne arrivi più di una entro il secondo, e come sempre ora e data della registrazione.

I dati sono anche riportati dal grafico 21 con il numero dell'evento in ascisse e la frequenza in ordinate. In questo caso però, per sua natura il grafico non riesce a riportare sempre tutti i dati come invece avviene sulla tabella 20. Il file frequency.TXT riporta i dati relativi alla tabella 20.

Scheda Dose:

Questa sezione serve per fare misure di radioattività. Il valore normalmente espresso dagli strumenti 25 (di figura 11) è quello relativo alla radioattività e dose prodotta dai soli raggi cosmici. Se si vuole invece misurare la radioattività ambientale per qualche ora o giorno, sul rivelatore deve essere esclusa la coincidenza tramite l'apposito interruttore (9 figura 2), inoltre il valore del selettore 22 (di figura 11) va impostato su 2. Allo stesso modo, nel caso di rilevamenti su minerali, sostanze od oggetti radioattivi il rivelatore va impostato in modalità non coincidente e il selettore 22 va impostato su 2. Gli elementi da analizzare si possono posizionare in prossimità dell'alloggiamento dei GMT di AMD5 (indicativamente vedere figura 12, tenendo presente che se l'involucro del rivelatore è metallico bloccherà la radiazione β). Il selettore 23 regola la sensibilità dei GMT, a seconda dell'elemento da analizzare il valore può essere impostato tra 22 e 29 per i sensori SBM 20 e tra 100 e 200 per i sensori SBM 19 (vedere sezione "La fisica di AstroRad e AMD5").

I valori esposti dagli strumenti 25 (di figura 11) sono espressi in: cps (count per second), cpm (count per minute), milli-Röntgen/h, micro-Gray/h (per la dose assorbita in aria e per la dose assorbita in tessuto) e micro-Sievert/h per la dose equivalente in aria e in tessuto. Per la conversione dalla dose assorbita a quella equivalente va inserito il valore di ponderazione che è impostabile tramite il selettore 27 (di figura 11) seguendo i valori esposti nella tabella 26 (di figura 11). Anche in questa sezione i dati della radioattività sono plottati sul grafico 28 espressi in micro-Röntgen/h sull'asse y e in funzione dell'ora (asse x). I dati in ordine: mR/h, $\mu\text{Gy/h}$ (aria) $\mu\text{Gy/h}$ (tessuto) e $\mu\text{Sv/h}$ (aria) $\mu\text{Sv/h}$ (tessuto) vengono scritti anche nel file dose.TXT dove sono aggiornati secondo il tempo impostato in secondi dal selettore 14 di figura 9 (default 5 minuti) da cui è possibile eventualmente ricavare grafici più risolti.

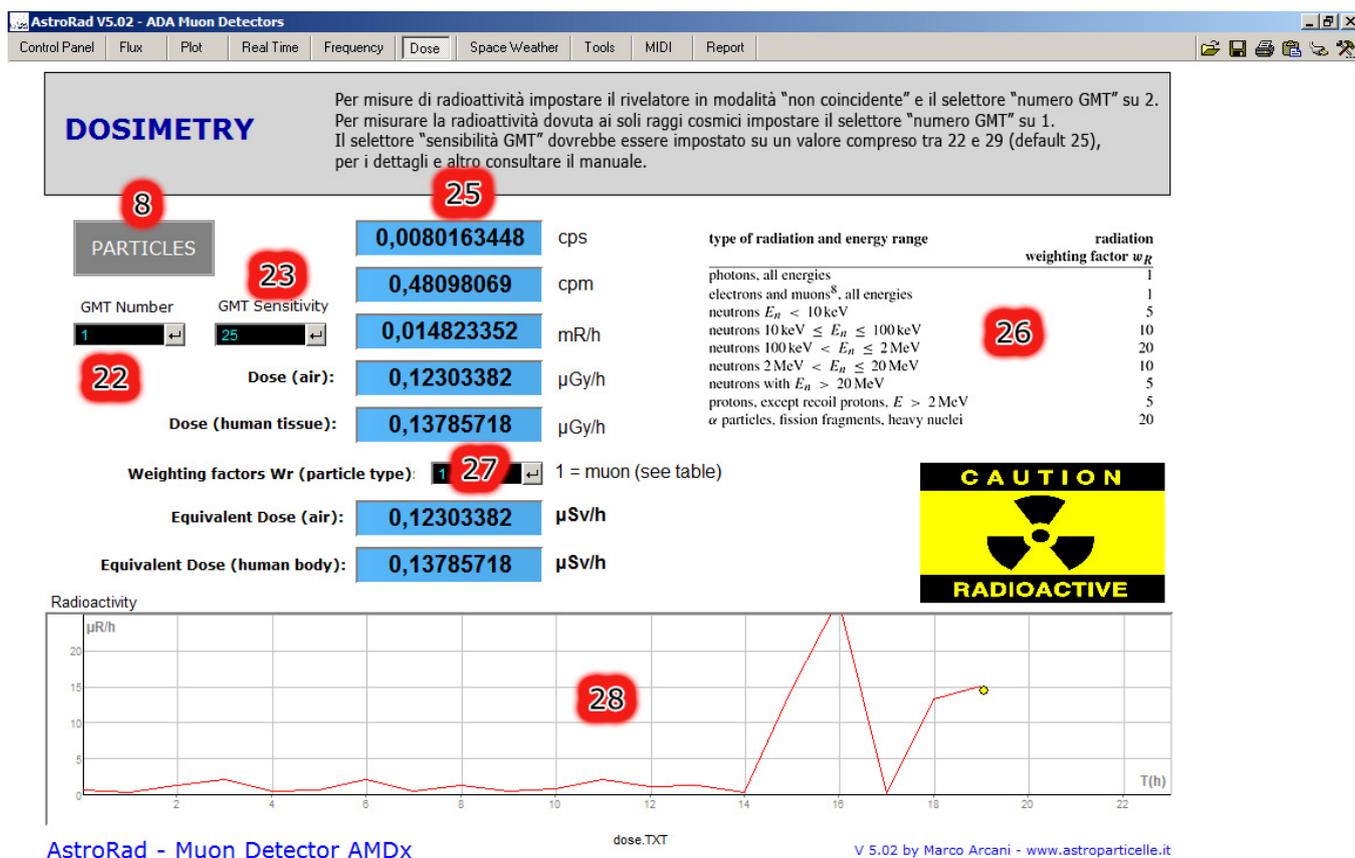


Figura-11: Scheda "Dose"



Figura-12: Misure di radioattività

- AURORA FORECAST La situazione dell'ovale aurorale (Personalizzabile con altra pagina)
- SOHO HMI Le immagini del Sole prodotte dalla sonda SOHO della NASA (Visibile)
- SOHO EIT 284 (Raggi X)
- SOHO C3 (Coronografo solare a largo campo)
- STEREO K (Coronografo della sonda Stereo)
- SWEPAM (Vento solare e magnetogramma)
- NAIRAS CUTOFF RIGIDITY (Rigidità magnetica)

Queste immagini sono utili per avere un'anteprima delle attività solari e geomagnetiche che possono modulare il flusso di raggi cosmici misurati dagli strumenti AMD5.

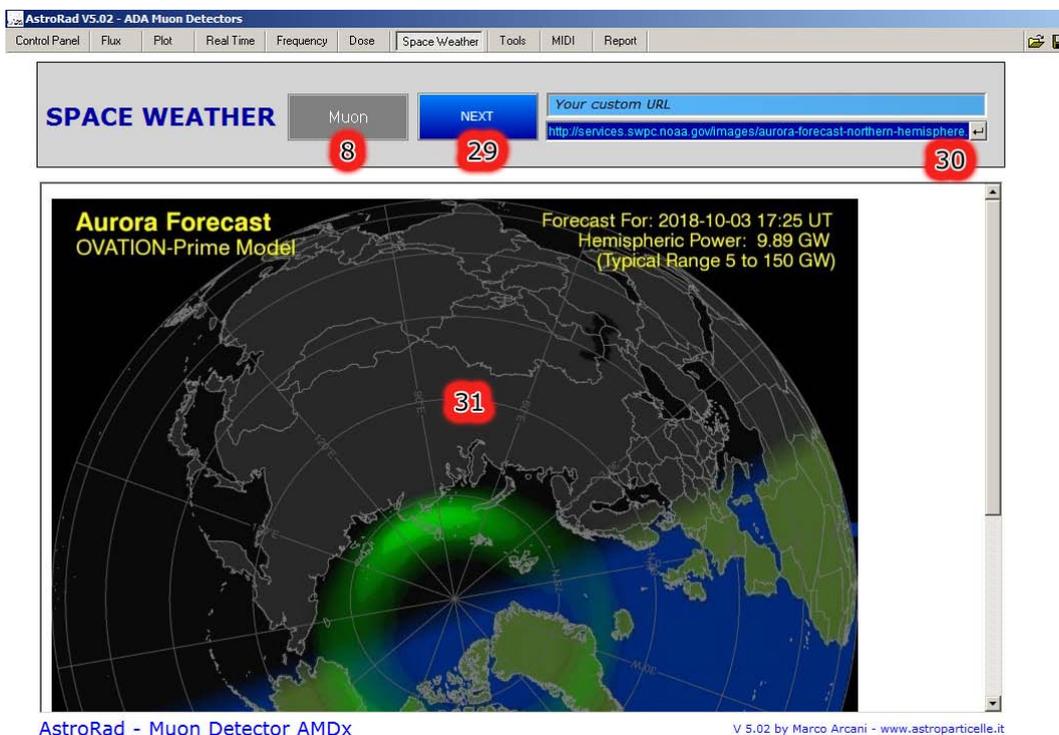


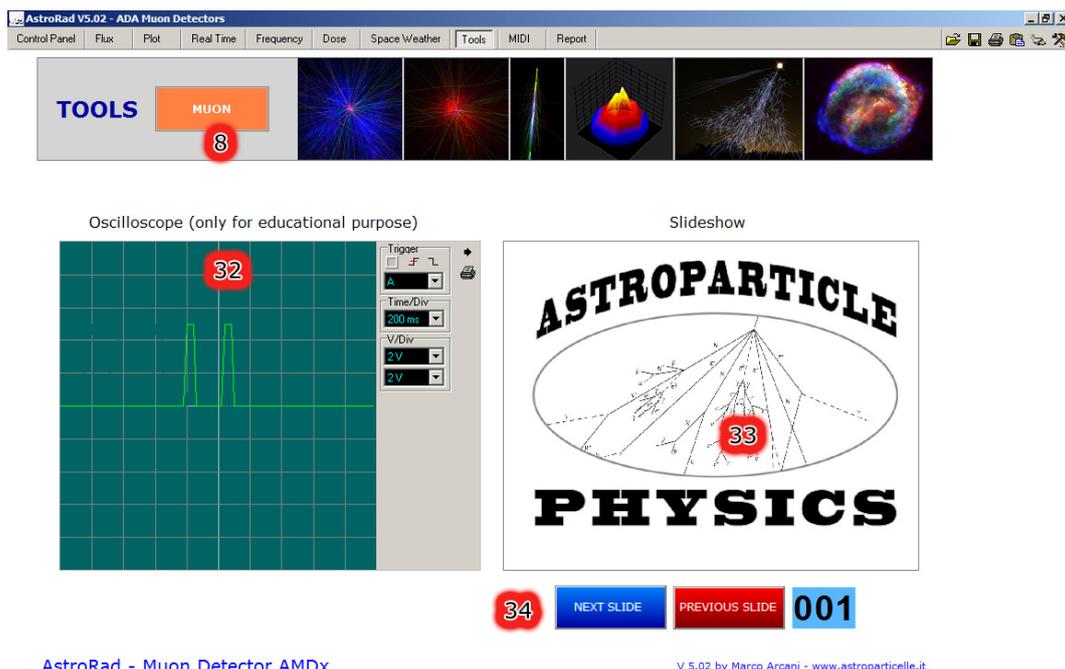
Figura-13: Scheda "Space Weather"

Scheda Tools

In questa scheda sono presenti due strumenti che possono essere utili per la didattica: un oscilloscopio virtuale (32 figura 14) e un proiettore di immagini (33 figura 14).

L'oscilloscopio mostra gli impulsi reali in arrivo dal rivelatore, anche se la durata degli stessi è determinata dal software, tramite i suoi comandi è possibile introdurre i concetti di base di utilizzo di un oscilloscopio.

Il proiettore di immagini può essere utilizzato per illustrare brevi presentazioni. Facendo doppio click sull'immagine preimpostata compare il menù da cui è possibile aggiungere le slide desiderate. Il pulsante NEXT SLIDE consente di avanzare all'immagine successiva, il pulsante PREVIOUS SLIDE azzerla la presentazione che riporta la visualizzazione sull'immagine di partenza.



AstroRad - Muon Detector AMDx

V 5.02 by Marco Arcani - www.astroparticelle.it

Figura-14: Scheda "Tools"

Scheda MIDI

La scheda MIDI (Musical Instrument Digital Interface) è stata ereditata da una delle precedenti versioni del software. Prima di tutto bisognerà impostare l'hardware del computer, tramite l'icona a forma di "spina", presente in alto a destra di ogni schermata (5 figura 4, pagina 7), si richiamerà la finestra di dialogo di figura 16 da cui è possibile impostare la scheda hardware corretta. La musica, così come la fisica delle particelle elementari è anche matematica, quindi tramite opportuni artifici i dati registrati da diversi strumenti possono essere tramutati in segnali sonori e con opportuni algoritmi essere convertiti in musica. Questa è una pratica conosciuta come *sonification*.

AstroRad converte i segnali del rivelatore collegato in "musica" utilizzando un semplice espediente: il numero di particelle per campionamento imposta lo strumento MIDI selezionato, mentre ogni particella attiva una nota, inoltre la frequenza delle particelle determinano la base dei tempi. Il selettore a rotazione (35 figura 15) attiva la scheda MIDI, tramite i due potenziometri rotativi a fianco è possibile adattare la base dei tempi, aumentando o diminuendo la velocità di esecuzione (a seconda del tipo e flusso del rivelatore); se la musica risultasse troppo monotona (quasi sempre), si può impostare una nota *random* utilizzando il selettore 36 (figura 15). La scheda MIDI di un normale PC di solito utilizza un limitato numero di strumenti musicali (pianoforte e batteria), qualche musicista potrebbe espandere le potenzialità collegando una periferica MIDI esterna al computer.

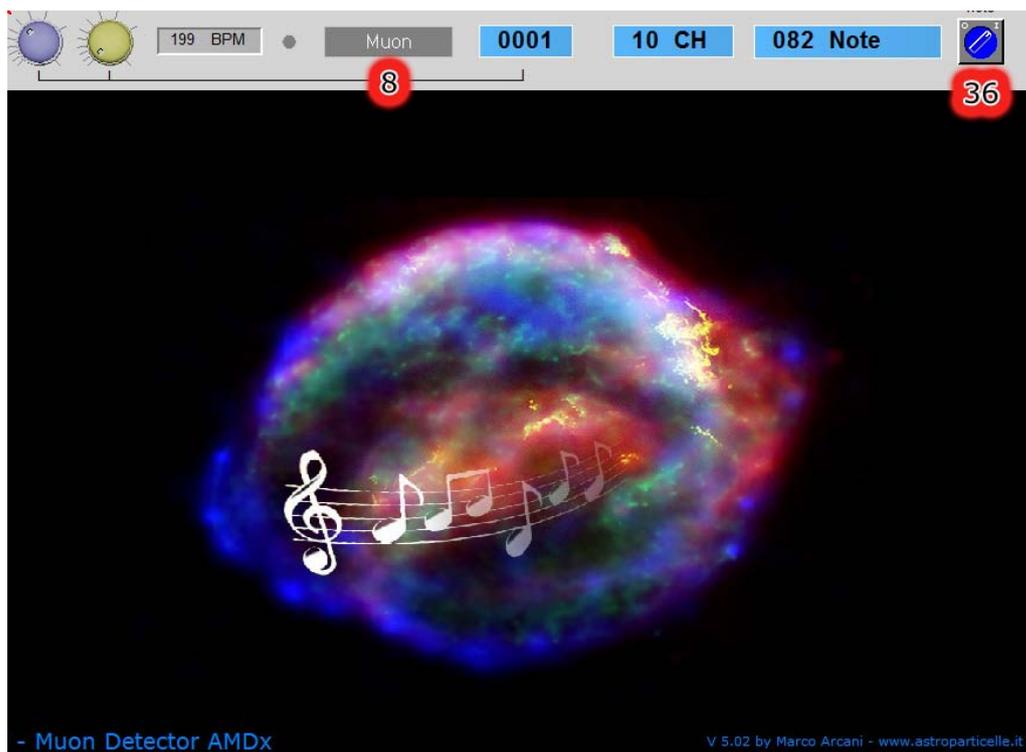


Figura-15: Scheda "MIDI"

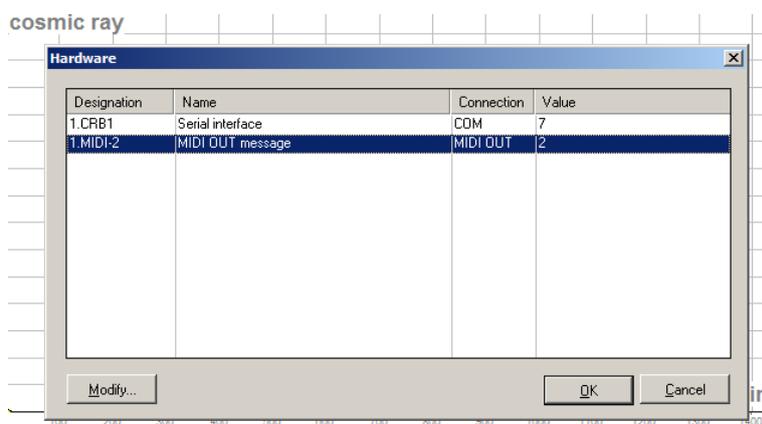


Figura-16: Impostazioni Hardware COM e MIDI

Scheda Report

Questo pannello riporta alcuni dati riassuntivi dell'attività giornaliera del rivelatore, la scheda report infatti è stata concepita con l'idea di essere stampata a fine giornata e avere sotto mano i dati essenziali delle misure, inclusa l'attività solare. La scheda riporta (37 figura 17): il numero di eventi registrati (Cosmic rays today), la loro media (Cosmic rays average), la deviazione standard espressa più semplicemente come radice quadrata della media (Standard deviation), la radiazione ionizzante dovuta ai raggi cosmici espressa in $\mu\text{R}/\text{h}$ (Radiation from c. r.). Nella scheda sono presenti anche due grafici, quello dell'andamento del flusso al minuto (37 figura 17, indipendente dalla scheda Plot) e quello dell'attività solare e geomagnetica (38 figura 17, <https://services.swpc.noaa.gov/>).

Stampa Report

Prima di stampare qualsiasi schermata è bene impostare l'area che si desidera stampare in base al formato della propria stampante, si accede alle impostazioni di stampa tramite l'icona a forma di stampante, presente in alto a destra di ogni schermata (3 figura 4, pagina 7). Una volta presa confidenza con la finestra di setup della stampante (figura 18) fare click su OK e il software memorizzerà le impostazioni.

La stampa della schermata Report può avvenire automaticamente o manualmente, oltre che tramite la finestra di dialogo di figura 18. La stampa manuale o automatica, deve essere prima abilitata attraverso il pulsante ENABLE PRINT (3 figura 3) della scheda Control Panel. Quando la spia READY TO PRINT è accesa la stampa automatica avverrà alle ore 00.00. La stampa manuale del Report invece si può ottenere sia tramite il pulsante 40 di figura 17, sia tramite il pulsante PRINT REPORT (3 figura 3) dal pannello di controllo, i due pulsanti per la stampa manuale saranno azionabili solo se è attiva la spia READY TO PRINT.

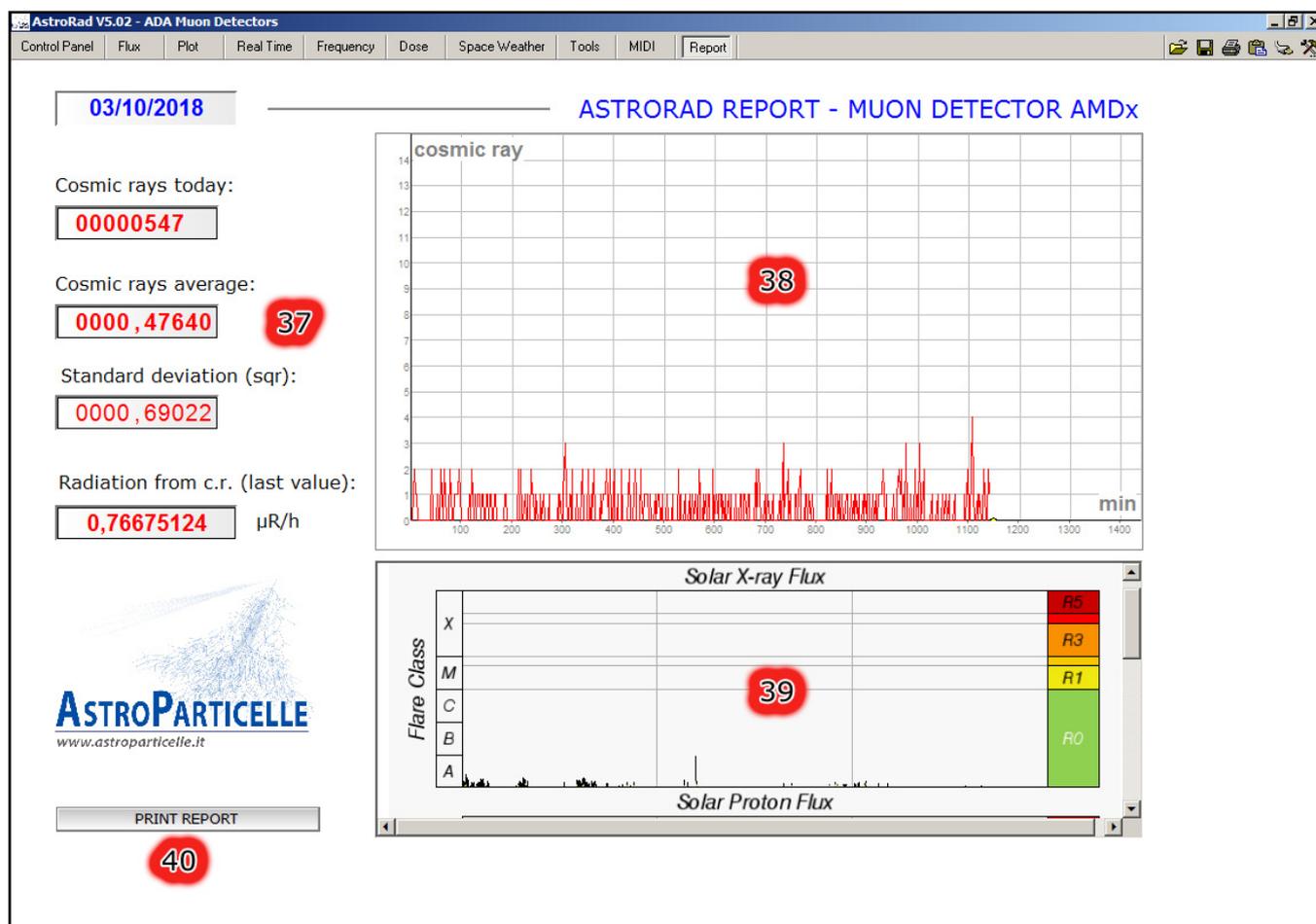


Figura-17: Scheda "Report"

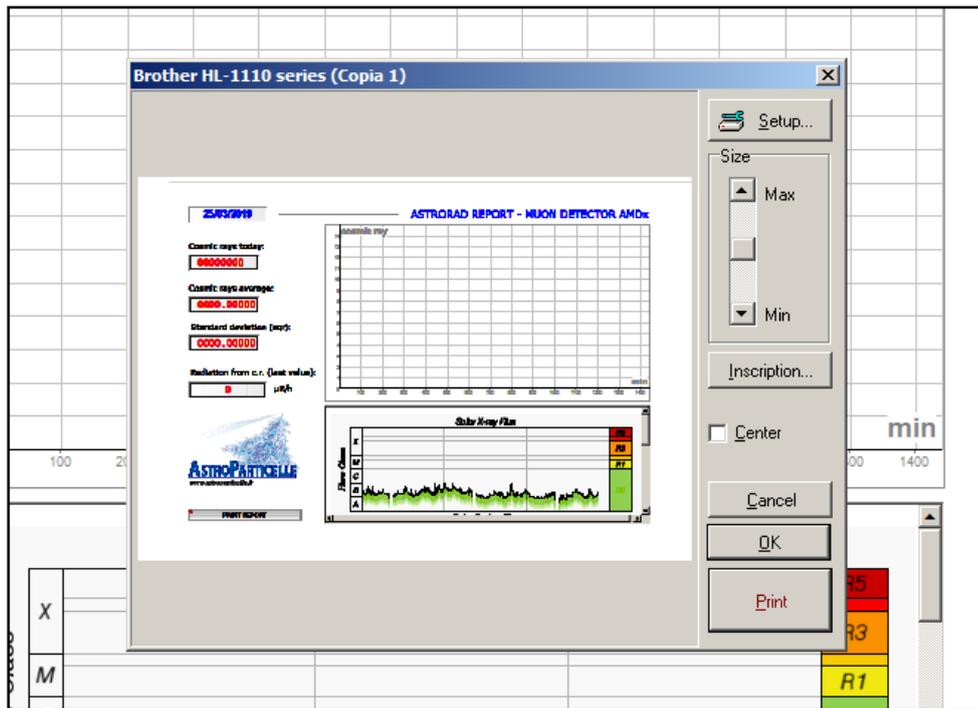


Figura-18: Impostazioni di stampa

Archiviazione dei file per funzionamento continuo (progetto ADA)

Ogni quindici minuti il software trasferisce su *web-server* i file (daily-data.TXT, muons-mean.TXT, time.TXT...) contenuti nella cartella "data" del *computer*, esso trasferisce inoltre i file creati (alle ore 00.00 circa) giorno per giorno (date_aaaammgg_hhmmss.TXT...).

L'aumento progressivo del numero di questi file (giorno per giorno) rende più lunga la procedura di trasferimento ftp. Siccome tale procedura intercorre ogni quindici minuti, si potrebbe arrivare a un punto in cui il tempo di trasferimento supera l'intervallo dei quindici minuti stessi, questo può provocare il rallentamento del computer o altri malfunzionamenti. Per evitare questo problema è stato implementato uno spostamento - del tutto automatico e trasparente - dei file già inviati su server (i vari: date_aaaammgg_hhmmss.TXT...) in una cartella del computer dedicata all'archivio di questi file, ovvero la cartella "archivio" all'interno della cartella "data".

N.B. Il sistema di spostamento dei file, funziona solo se si tiene perennemente acceso il computer, in quanto avviene dopo la generazione dei file giornalieri (circa alle ore 00.00).

In alternativa può essere ancora utilizzata la funzione "operazione pianificata" in Windows come avveniva nelle versioni precedenti del software.

Per agevolare questa attività era stato creato un file scaricabile dal seguente indirizzo internet (ora non più presente su DVD): <http://www.astroparticelle.it/public/svuota.zip>

Il file contiene le istruzioni per creare un'attività pianificata in Windows e una mini applicazione (*file batch*) che sposta automaticamente i file nella cartella prestabilita ogni giorno.

Opzioni per i plotter dei dati a video:

I plotter xy 17 (figura 9), 21 (figura 10), 28 (figura 11), 38 (figura 17) registrano i dati come indicato, la traccia permane a video solo se i valore di x e y cambiano a ogni step. Cliccando due volte in un punto qualsiasi del grafico compariranno i valori di x e y in quel punto (e.g. figura 19). Cliccando invece col tasto destro del mouse - sempre in un punto qualsiasi del grafico - comparirà una finestra di dialogo (figura 21) da cui è possibile: stampare (Print), copiare negli appunti (Clipboard ovvero salvare) o azzerare (Reset) il grafico. La voce "Properties" invece apre un'altra finestra di dialogo

(figura 20) in cui è possibile cambiare i valori limite pre impostati sull'asse x e y (n.b. in questo caso il grafico viene azzerato ma i valori impostati vengono mantenuti fino allo spegnimento del software).

Per visualizzare le tracce create fuori dall'area visibile, ci si può posizionare sull'asse x e y e trascinare il mouse nel momento in cui il cursore assume la forma della doppia freccia. Tenendo premuto il tasto *Shift* (maiuscolo) sulla tastiera è anche possibile traslare la scala dei valori senza perdere il grafico.

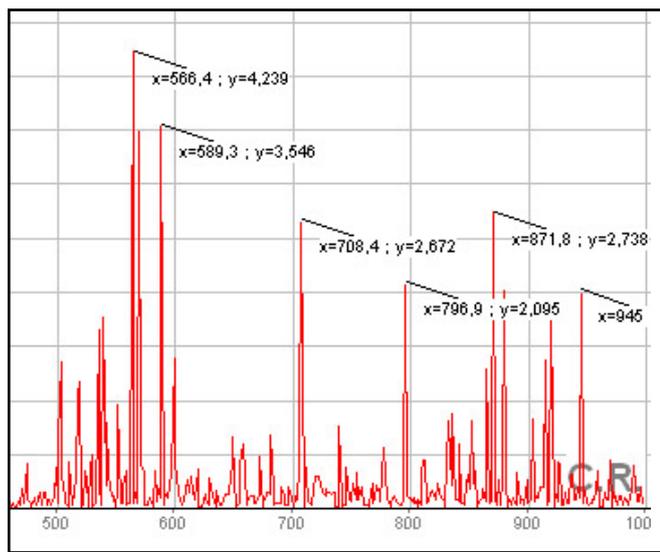


Figura-19: Dati x e y per i grafici

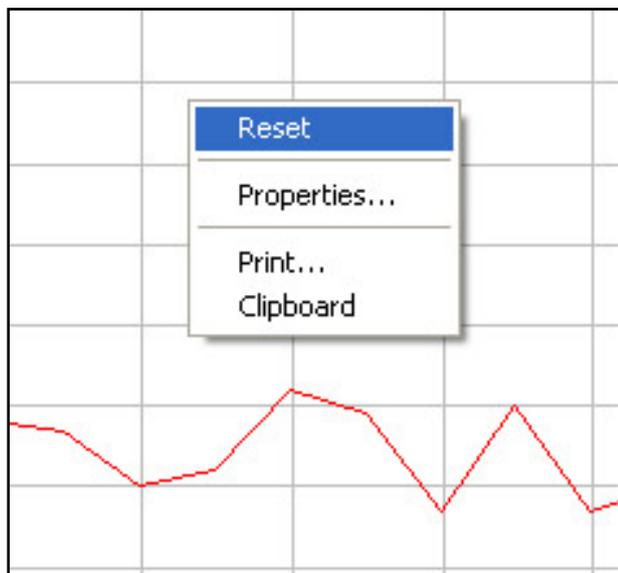


Figura-21: Opzioni dei grafici

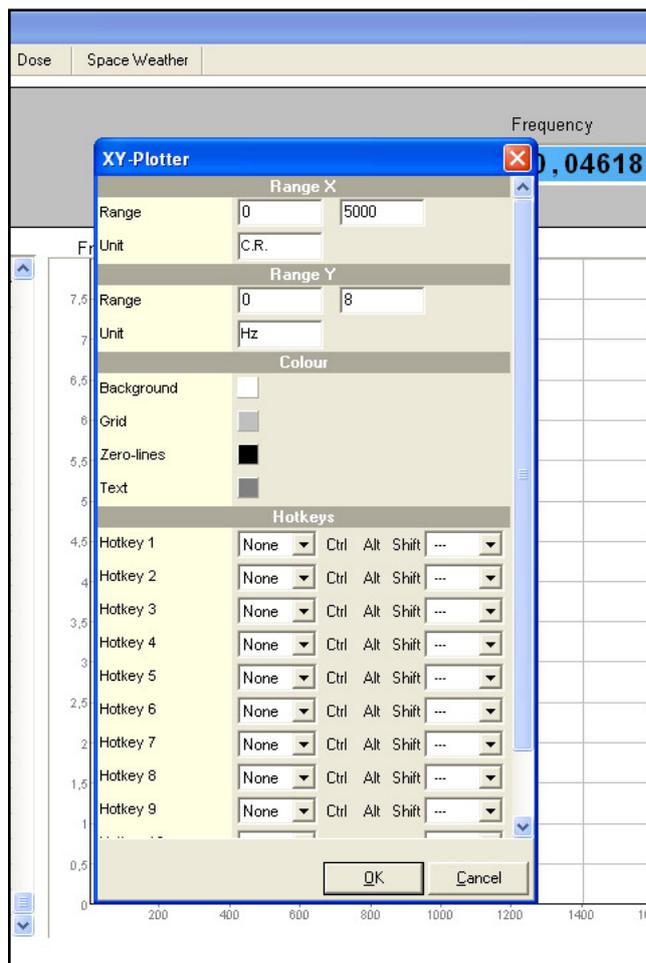
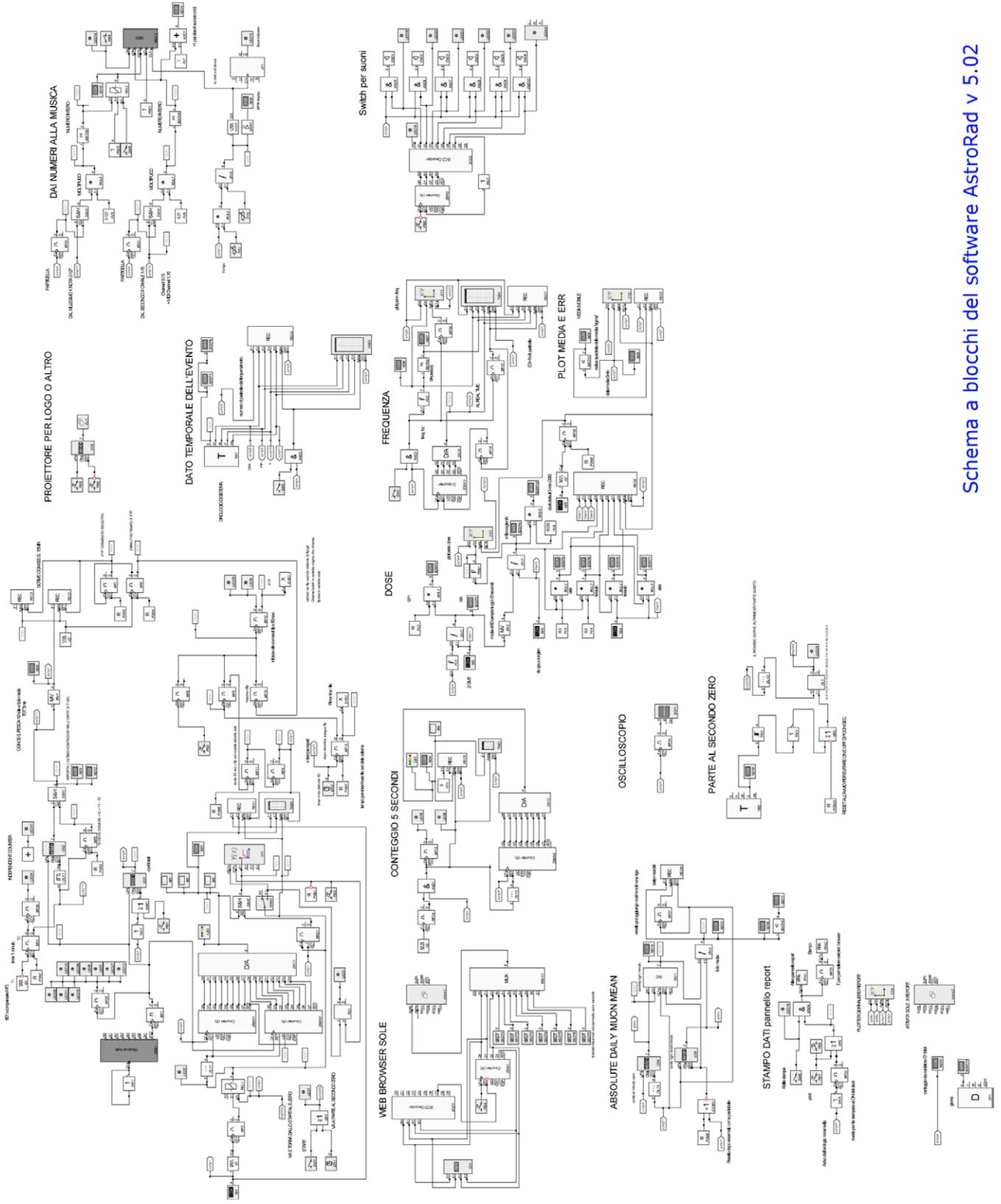


Figura-20: Impostazioni generali del grafico



Rivelatore AMD5



Schema a blocchi del software AstroRad v 5.02

La fisica di AstroRad e AMD5

Astroparticle Muon Detector 5

Coincidenze

I rivelatori della serie AMDx, utilizzati per rivelare i raggi cosmici funzionano considerando come particella cosmica, la coincidenza dei segnali prodotti dai tubi Geiger Müller. Una particella che viaggia a velocità relativistiche produce segnali di brevissima durata attraversando i materiali di poco spessore, quali sono i GMT. La cascata Townsend prodotta dalla ionizzazione del gas nei GMT per fortuna amplifica tale durata. Nonostante questo, il segnale generato, di durata dell'ordine dei micro secondi (figura 23) potrebbe essere comunque troppo breve per essere percepito dall'elettronica. Per questo motivo la maggior parte dei rivelatori di particelle cosmiche utilizzano delle finestre temporali di acquisizione (figura 24). Quando la particella attiva il primo GMT, l'elettronica aziona un temporizzatore della durata t' , se il segnale del secondo GMT (il quale anch'esso attiverà un temporizzatore t'') arriva entro la durata di t' la coincidenza è confermata e l'elettronica conta tale segnale come particella (muone) che ha attraversato entrambi i GMT.

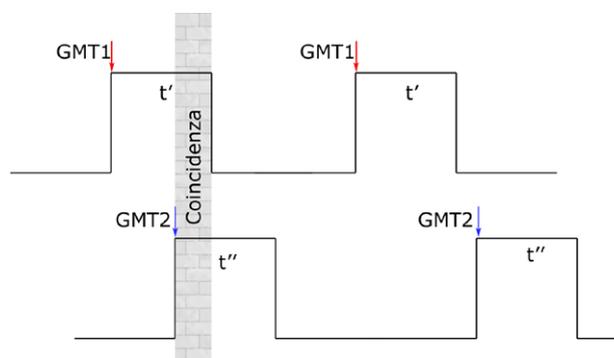


Figura-22: Coincidenze tra segnali

Nei rivelatori AMD5 costruiti fino al 2015 il tempo di queste finestre temporali $t' = t''$ è stato impostato a 66 ms (figura 22). Gli AMD5 costruiti dal 2016 in poi utilizzano due finestre di coincidenza selezionabili. La modifica si è resa necessaria per migliorare la discriminazione tra radiazione naturale e cosmica, in particolare per risolvere il problema del radon riscontrato in alcuni siti.

Per un utilizzo standard il selettore dedicato (punto 8 di figura 2 a pag. 5) può rimanere sull'impostazione con la finestra temporale più lunga (che chiameremo C_1), per esperimenti selettivi o in cui è richiesta una maggiore precisione (oppure un tempo più breve di misura) verrà impiegata la finestra temporale più corta che è impostata a circa 190 μ s (e che chiameremo C_2). L'utilizzo del tipo di impostazione è a propria discrezione, in base agli esperimenti da condurre.

L'accorgimento di utilizzare le coincidenze, ideato nel 1929 da Walther Bothe e perfezionato nel 1930 da Bruno Rossi⁵ permette di escludere buona parte della radiazione naturale misurando principalmente quella cosmica. Un espediente ulteriore sarebbe quello di aggiungere un foglio di piombo tra i due rivelatori. La coincidenza tra GMT non può in qualsiasi caso escludere due accidentali particelle che nello stesso preciso istante attraversino i due GMT (i.e. effetto shower nei tubi affiancati).

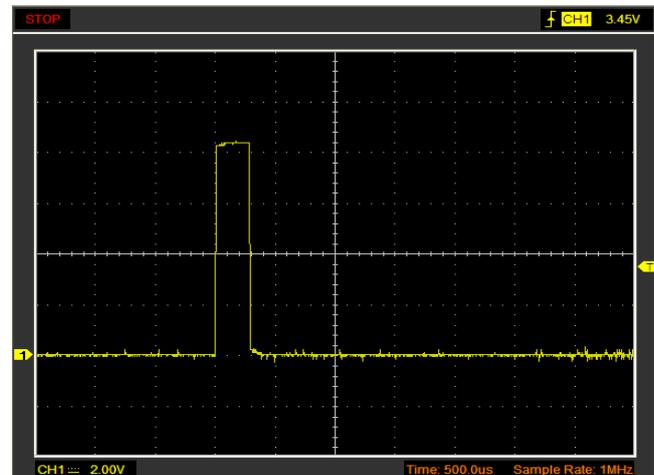
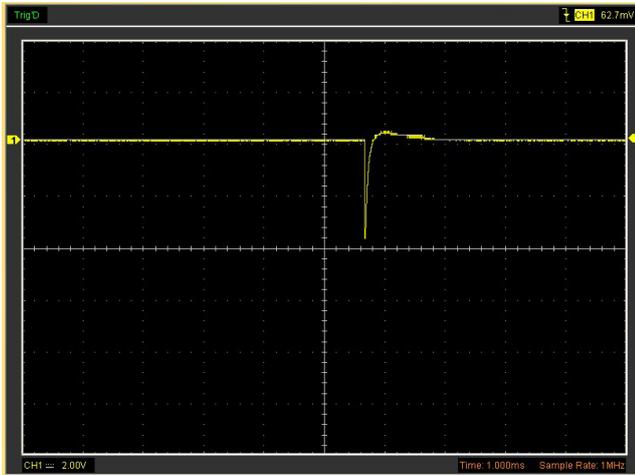


Figura-23: Impulso elettrico in uscita dal GMT **Figura-24:** Impulso "allungato" dall'elettronica, ovvero finestra di acquisizione temporale.

I GMT SBM20

I tubi impiegati nel rivelatore AMD5 sono di produzione sovietica: modello SBM 20, essi finora (li utilizziamo dal 2011) hanno dato prova di buona affidabilità e stabilità. Questi GMT sono stati prodotti tra gli anni ottanta e novanta in quantità inimmaginabili e poi abbandonati in magazzini militari in Russia, quelli reperibili oggi sono tutti nuovi e provenienti da paesi dell'ex Unione Sovietica. Il modello SBM20 è uno dei pochi di cui siano note le caratteristiche fisiche ed elettroniche e per questo sono attualmente adottati in molti contatori Geiger commerciali. Tali caratteristiche sono riportate qui di seguito (figure 25-26-27).

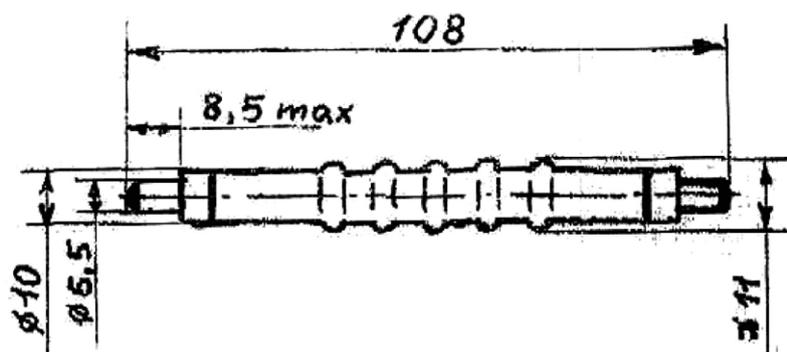


Figura-25: Geometria dei GMT

⁵ M. Arcani, *Astroparticelle, in viaggio tra i raggi cosmici*, Simple 2013 p.41

γ изл от 10 мкР/ч до $100(200) \text{ мР/ч}$



Счетчик жесткого бета и гамма излучения СБМ-20

Технические условия ОДО. 339.172 ТУ

Номинальное рабочее напряжение	400 в
Протяженность плато счетной характеристики	не менее 100 в
Наклон плато счетной характеристики	не более 0,1% на 1 в
Диапазон регистрируемых мощностей экспозиционных доз гамма-излучения	
P_{min}	0,004 мкр/сек ($44 \frac{\text{мкР}}{\text{ч}}$)
P_{max}	40 мкр/сек ($444 \frac{\text{мкР}}{\text{ч}}$)
Чувствительность к гамма-излучению	
Ra^{226} мощностью 0,1 Р max	420 \pm 20 имп/сек
Собственный фон	не более 1 имп/сек ?
Амплитуда импульса	не менее 50 в
Наибольший допустимый ток	20 мка
Ресурс работы не менее	2×10^{10} имп
Диапазон рабочих температур	$-50 \div +70^\circ\text{C}$
Счетчики допускают эксплуатацию при температуре в течение 125 час.	$\pm 85^\circ\text{C}$
Изменение чувствительности счетчика в течение всего ресурса не превышает 20% при эксплуатации как в импульсном и токовом режиме.	

Штамп ОТК

000000

60181

Заказ 2453. Тираж 50 000 экз. Тип. «Красный Октябрь».

Figura-26: Datasheet originale dei tubi SBM20

GENERAL SPECIFICATIONS

Parameters	SBM-20 / SBM-20U
Gas Filling	Ne + Br2 + Ar
Cathode Material	Stainless Steel, 50 mkm
Maximum Length (mm)	108 / 101
Effective Length (mm)	91.0 / 83.5
Maximum Diameter (mm)	11
Effective Diameter (mm)	10
Connector	Pin
Operating Temperature Range °C	-60 to +70

WALL SPECIFICATIONS

Parameters	SBM-20 / SBM-20U
Areal Density (mg/cm ²)	40
Thickness (mm)	0.05

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Parameters	SBM-20 / SBM-20U
Minimum Anode Resistor (meg ohm)	1.0
Recommended Anode Resistor (meg ohm) circuit diagram	5.1
Recommended Operating Voltage (volts)	400
Operating Voltage Range (volts)	350 - 475
Initial voltage (volts)	260 - 320
Plateau length (volts)	at least 100
Maximum Plateau Slope (%/100 volts)	10
Minimum Dead Time (at U=400V, micro sec)	190
Working range (mkR/s)	0.004 - 40
Working range (mR/h)	0.014 - 144
Gamma Sensitivity Ra ²²⁶ (cps/mR/hr)	29
Gamma Sensitivity Co ⁶⁰ (cps/mR/hr)	22
Inherent counter background (cps)	1
Tube Capacitance (pf)	4.2
Life (pulses)	at least 2*10 ¹⁰
Weight (grams)	10 / 9

Figura-27: Caratteristiche dei GMT SBM20**Curva di lavoro di AMD5**

Per avere un'idea dei parametri di funzionamento di AMD5 è stata tracciata la curva di lavoro dei suoi GMT. Il tubo di Geiger e Müller fa parte della categoria dei tubi a gas, una tipica curva è riportata in figura 28. La polarizzazione del tubo dipende dal livello di tensione elettrica applicata ai suoi capi, ad esempio alcuni tubi possono funzionare in regime proporzionale (Proportional Region), cioè applicando la giusta tensione ai capi del tubo, l'ampiezza dell'impulso elettrico generato in uscita sarà direttamente proporzionale all'energia della particella che lo attraversa. Sfortunatamente i tubi di questo tipo di solito sono molto delicati e hanno un impulso che è difficile da misurare senza una appropriata amplificazione. I tubi dei rivelatori della serie AMD invece sono polarizzati per lavorare nella regione Geiger-Müller e la tensione tipica di lavoro è tra i 380 e i 400 Volt. Come si può notare dalla figura 29, i GMT iniziano a funzionare già poco sopra i 200V, e tra 200 e 280 Volt circa si ha una zona che possiamo definire "proporzionale", la zona Geiger-Müller si trova tra circa 295 e 400 Volt, e in effetti si può vedere che entro questa zona i conteggi di particelle registrati rimangono pressoché costanti, salendo oltre con la tensione, il conteggio inizia a salire e proseguendo ancora si va pericolosamente verso la zona di rottura del tubo.

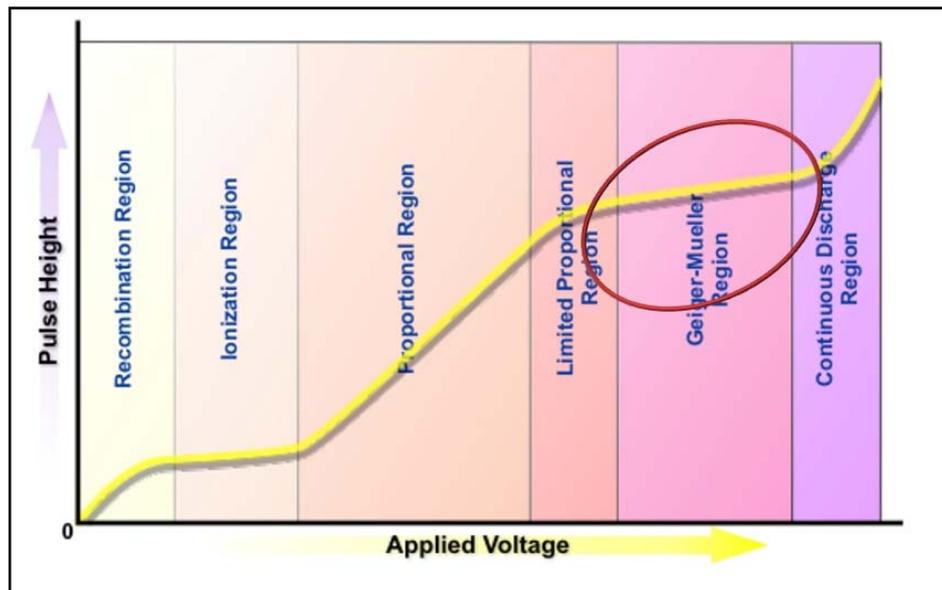


Figura-28: Curva generica di un tubo a gas

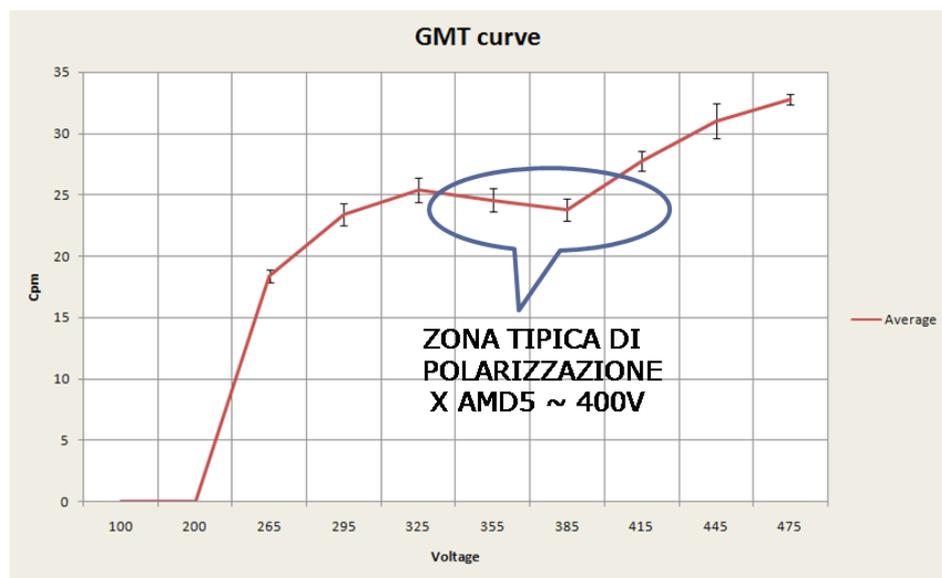


Figura-29: Curva di AMD5

La geometria di AMD5

La geometria di AMD5 è stata scelta in modo abbastanza arbitrario e l'angolo solido coperto dal rivelatore è pari a 0,52 sr, come già visto in apertura. La figura 30 riporta i conteggi di raggi cosmici (coincidenza tra i GMT) in funzione alla distanza tra i GMT, tra circa 2 e 20 cm. Si può vedere che il conteggio (curva in blu) è massimo quando i tubi sono praticamente sovrapposti, per poi scendere asintoticamente a zero quando la distanza tra i tubi aumenta progressivamente. Sul lato destro delle ordinate è riportato anche il valore di angolo solido in sr (curva in rosso) che ovviamente ricalca i conteggi delle coincidenze tra i GMT. Si può anche notare che durante questi test (durati 6 minuti per ogni valore di distanza), la distanza di 6 cm tra i tubi - che è lo standard per AMD5 - ha prodotto una media di circa 5 particelle per minuto (la media reale dello strumento è più vicina a 2 cpm).

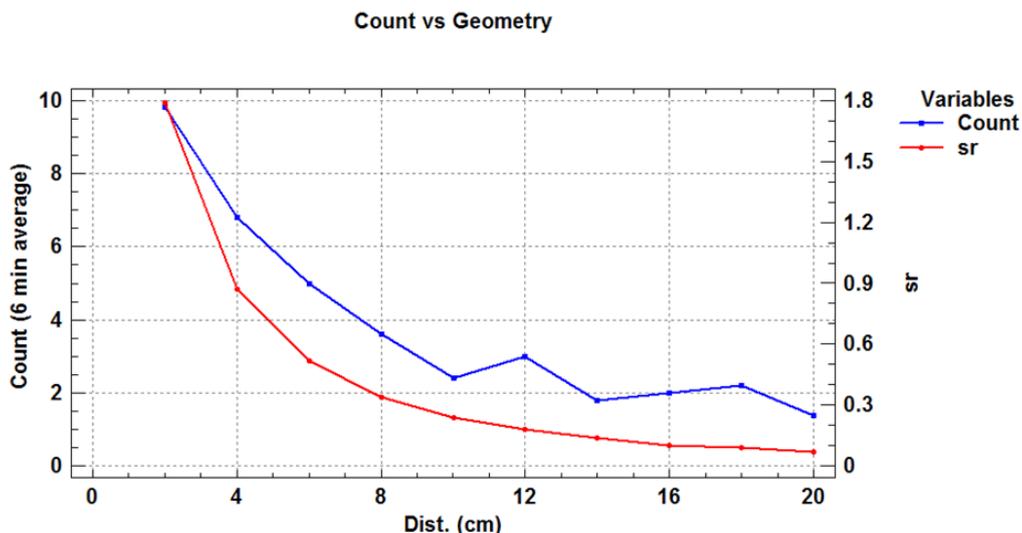


Figura-30: Conteggi in funzione della geometria del rivelatore

Precisione reciproca

E' stato constatato che tutti i rivelatori AMD5 costruiti restituiscono risultati simili entro un margine di tolleranza intorno al 10-20%. La precisione reciproca, intesa come restituzione di valori uguali tra un rivelatore e l'altro dipende quasi esclusivamente dalle caratteristiche dei GMT e dall'impedenza della rete di alimentazione. Ogni scheda di alimentazione infatti riceve una 'taratura' dedicata che dipende dai valori di impedenza dei GMT, la quale può variare a seconda del lotto di produzione.

Misure di radioattività

Quando si fanno misure di radioattività bisogna impostare correttamente i selettori (22,23,27) descritti a pag. 12. Il selettore 22 definisce il numero di tubi considerati, se lavorano in coincidenza vanno considerati come singolo GMT e il valore deve essere impostato su 1. Per tutte le altre misure di radiazione ionizzante, la coincidenza deve essere esclusa (switch al punto 9, figura 2, pag.5) e il selettore 22 deve essere impostato su 2.

Il valore di sensibilità che dipende dalle caratteristiche dei GMT si inserisce tramite il selettore 23 (figura 11 a pag. 12). La tabella di figura 27 dei GMT modello SBM20 fornisce questi valori relativamente a due isotopi: Radio 226 e Cobalto 60; a seconda del tipo di elemento da analizzare si può perciò affinare la misura impostando il valore che più somiglia come tipo di emissione (decadimento) a Ra-226 o Co-60. Per misure generiche o ambientali si può utilizzare un valore intermedio come quello scelto di default (25). Per rivelatori AMD che adottano i tubi SBM19 o SI22G il valore da inserire è stato dedotto empiricamente ed è risultato essere di circa 200 (cps/mR/h).

Per quanto riguarda le misure di dose (assorbita ed equivalente) si tiene conto di studi condotti negli anni quaranta e cinquanta in cui è stato constatato che 1 Röntgen di radiazione in aria deposita un valore di densità di energia pari a circa 95 Erg per grammo su un piccolo campione di tessuto posto nel punto di emissione⁶ (questo vale per un certo *range* di energia trasportata dalle particelle). Una

⁶ Michael F. L'Annunziata, Handbook of Radioactivity Analysis, Second Edition Elsevier Science (USA) p.1169

definizione che prende nome di REP (Röntgen Equivalent Physical) e in seguito di RAD (Radiation Absorbed Dose, 1 RAD =100 Erg/g). I valori qui adottati per la conversione da Röntgen a Gray sono di: 83 Erg/g per l'aria e 93 Erg/g per il tessuto⁷.

Per quanto riguarda il calcolo della dose assorbita equivalente va preso in considerazione il fattore di ponderazione w_R esposto nella tabella di figura 31 (e punto 26 del software, figura 11 a pag. 12) , per la radioattività ambientale andrebbe inserito il valore 1 (β / γ) o 2 ($\beta + \gamma$), per isotopi noti specifici va fatta la somma seguendo la relazione⁸:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

(dove H_T sta per dose equivalente e $D_{T,R}$ dose assorbita) utilizzando sempre la tabella di figura 31, tenendo presente che i GMT SBM20 non sono sensibili a radiazione neutronica o alfa.

Nel pannello "dose" di AstroRad il valore di radioattività viene calcolato dalla media continua di 60 campioni ogni 10 secondi, questo significa che i valori sono più attendibili dopo qualche minuto dall'accensione, o dalla variazione dell'impostazione dei selettori 22, 23 e 27 (figura 11).

type of radiation and energy range	radiation weighting factor w_R
photons, all energies	1
electrons and muons ⁸ , all energies	1
neutrons $E_n < 10 \text{ keV}$	5
neutrons $10 \text{ keV} \leq E_n \leq 100 \text{ keV}$	10
neutrons $100 \text{ keV} < E_n \leq 2 \text{ MeV}$	20
neutrons $2 \text{ MeV} < E_n \leq 20 \text{ MeV}$	10
neutrons with $E_n > 20 \text{ MeV}$	5
protons, except recoil protons, $E > 2 \text{ MeV}$	5
α particles, fission fragments, heavy nuclei	20

Figura-31: Il fattore di ponderazione w_R per diversi tipi di particelle. [Claus Grupen; Introduction to Radiation Protection, Springer]

I risultati ottenuti confrontando le misure raccolte da un dosimetro commerciale e AMD5 sono esposti nella tabella seguente:

$\mu\text{Sv/h}$	Dosimetro (media di 4 misure)	AMD5+AstroRad $\beta + \gamma$ ($w_R=2$) (media percepita a monitor)	
		aria	tessuto
Campione radioattivo	1.35	1.29	1.44
Radioattività ambiente	0.14	0.22	0.40

7 National Research Council (U.S.). Conference on Glossary of Terms in Nuclear Science and Technology American Society of Mechanical Engineers, 1957 p.146

8 Alba Zanini, Dosimetria di NEUTRONI, Applicazioni Mediche, Applicazioni Ambientali, INFN Torino

Limiti tecnici

Il rivelatore al passaggio delle particelle attiva i timer per la finestra di coincidenza, anche se la coincidenza è disattivata tramite l'apposito selettore (switch al punto 9, figura 2, pag.5). Questo vuol dire che non riuscirà a misurare campioni radioattivi che emettano radiazioni con periodo superiore a circa 66 ms (nel caso di C1), ovvero che può misurare un valore di radioattività massima di 15 cps (particelle al secondo) o 900 cpm (particelle al minuto). Per un utilizzo didattico comunque questo non è un problema, perché valori così alti di particelle inizierebbero a essere pericolosi. Questo limite è comunque superabile nel caso dell'utilizzo della finestra di coincidenza più breve (C2, vedi pag. 21), in questo caso i valori massimi (teorici) misurabili saranno di circa 5000 cps (vedere anche la pag. web: <https://www.astroparticelle.it/radiazione-terrestre.asp>).

I file csv in dettaglio

Di seguito la descrizione dettagliata del contenuto dei vari file di testo generati da AstroRad. Ogni file di testo è di tipo csv (comma separated value) e contiene una riga per ogni evento divisa in diverse colonne, il simbolo di separazione per le colonne è il punto e virgola (;).

File daily-data.TXT

Esempio di singola riga:

0060; 0003;4.21.21;09/04/2015

- colonna 1 = numero relativo ai secondi di campionamento (punto 12, figura 8 p. 10)
- colonna 2 = numero relativo al numero di particelle contate
- colonna 3 = orario *CET* (Central European Time)
- colonna 4 = data

File daily-mean.TXT

Esempio di singola riga:

0001,90726;09/04/2019

- colonna 1 = media assoluta del numero di particelle contate al minuto durante la giornata
- colonna 2 = data

File dd5sec.TXT

Esempio di singola riga:

0005; 0002;0.13.39;09/04/2015

- colonna 1 = numero relativo ai secondi di campionamento (fisso a 5 secondi)
- colonna 2 = numero relativo al numero di particelle contate nell'intervallo di tempo
- colonna 3 = orario *CET* (Central European Time)
- colonna 4 = data

File muons-mean.TXT

Questo file è composto di una singola riga:

Muons= 1,30 (il valore non è sempre visibile in locale)

Il valore indicato è il conteggio degli ultimi 5 minuti (punto 7, figura 3 p. 6).

File time.TXT

Questo file è composto di una singola riga:

UTC= 0;11.38.53;09/04/2015

Indica il valore di ora e data della media registrata dal file muons-mean.TXT (l'ora è sempre CET, per questioni `storiche` del software è rimasta la dicitura UTC).

File real-time.TXT

Esempio di singola riga:

0001_particle_at; 00; 13; 35; 0148;0.13.35;09/04/2015

- colonna 1 = numero di particelle contate entro un secondo (se compare 0000_ va considerato come 0001_)
- colonna 2 = ora
- colonna 3 = minuto
- colonna 4 = secondo
- colonna 5 = millesimo di secondo
- colonna 6 = orario
- colonna 7 = data

(tutto sempre in CET)

File mobilaver.TXT

Esempio di singola riga:

0002,30; 0001,52;11.19.44;09/04/2015

- colonna 1 = media di particelle al minuto negli ultimi 5 minuti
- colonna 2 = errore del valore precedente determinato dalla radice quadrata ($\sim\sigma$)
- colonna 3 = orario *CET* (Central European Time)
- colonna 4 = data

File frequency.TXT

Esempio di singola riga:

0649; 00,0796; 012,5564; 0001;7.03.54;09/04/2015

- colonna 1 = numero progressivo di evento (totalizzatore 4, figura 3, p. 6), da quando acceso lo strumento o dalle 00.00 (si azzerà ogni giorno alle 00.00)
- colonna 2 = frequenza in Hz
- colonna 3 = periodo in secondi
- colonna 4 = numero di particelle contate entro un secondo (se compare 0000 va considerato come 0001)
- colonna 5 = orario *CET* (Central European Time)
- colonna 6 = data

File dose.TXT

Esempio di singola riga:

01; 25; 01; 0000,0028; 0000,0230; 0000,0258; 0000,0230; 0000,0258;3.54.35;09/04/2015

- colonna 1 = numero impostato sul selettore GMT (punto 22, figura 11 p. 12)
- colonna 2 = numero impostato sul selettore sensibilità GMT (punto 23, figura 11 p. 12)
- colonna 3 = numero impostato sul selettore Wr (punto 27, figura 11 p. 12)
- colonna 4 = valore radioattività in mR/h
- colonna 5 = valore dose assorbita (aria) in $\mu\text{Gy/h}$
- colonna 6 = valore dose assorbita (tessuto) in $\mu\text{Gy/h}$
- colonna 7 = valore dose equivalente (aria) in $\mu\text{Sv/h}$
- colonna 8 = valore dose equivalente (tessuto) in $\mu\text{Sv/h}$
- colonna 9 = orario CET (Central European Time)
- colonna 10 = data

Caratteristiche Hw e Sw necessarie al funzionamento del programma AstroRad 5

Astrorad è stato testato su Windows XP, 7 (consigliati), e anche su Win. 8 e 10 (solo prime release, es. 10.0.10586), per il suo funzionamento richiede caratteristiche *hardware* e *software* minime:

- Windows XP con SP3 (importante)
- Con XP aggiornare il browser con Chrome (o altro browser recente che supporti XP)
- Processore almeno da 1.6 Ghz
- 1 Gb di RAM
- *Hard Disk* qualsiasi (l'installazione occupa pochi Mb e i dati generati occupano circa 200 Mb di spazio all'anno)
- La scheda video non richiede particolari caratteristiche
- Lettore DVD (opzionale, il software si può eventualmente installare tramite chiavetta)
- Scheda di rete
- Porte USB

Un esempio delle risorse di sistema utilizzate è riportato nella figura 32.

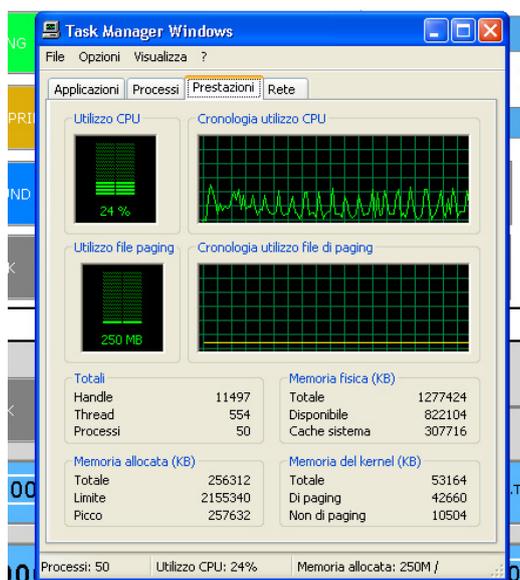


Figura-32: Risorse di di sistema utilizzate in pc con Win. XP, 1.9 GHz di processore e 1 Gb di ram

Alcune raccomandazioni nell'utilizzo del rivelatore AMD5:

Non aprire il rivelatore AMD5 quando collegato alla tensione elettrica, il circuito contiene un convertitore cc-cc da oltre 400 V in corrente continua. In caso di necessità prima di intervenire spegnere il rivelatore, scollegarlo dalla rete elettrica e attendere dieci minuti prima di aprire l'involucro.

La connessione USB utilizza un convertitore TTL-USB, è emerso che tale componente è molto sensibile a scariche elettromagnetiche, prima di collegare o scollegare il cavo USB al computer spegnere computer e rivelatore. Durante il funzionamento tenere il rivelatore AMD5 lontano da fonti di disturbi radio o elettromagnetici.

Il software AstroRad e il rivelatore AMD5 sono sempre in fase di migliorie e perfezionamenti, finora non sono mai stati osservati problemi di nessun tipo, né ai computer a essi collegati né danni derivanti dall'utilizzo del rivelatore o del software.

Malgrado questo l'autore, astroparticelle.it e i suoi collaboratori non si assumono alcuna responsabilità per eventuali malfunzionamenti dei computer, o per danni di qualsiasi natura insorti dall'utilizzo del software AstroRad o del rivelatore AMD5.

AMD5 & AstroRad Handbook

v5019 Copyright © Marco Arcani 2019

L'opera comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sui diritti d'autore.

www.astroparticelle.it