

0

CACT μ S Ground Test Equipment

Rapporto Interno N. 344

IASF-Sezione Bologna

Agosto 2002

E. Caroli, A. Donati, G. Landini
F. Schiavone, J.B. Stephen, G. Ventura

Istituto IASF-Sezione di Bologna/CNR

Via Gobetti, 101-40129 Bologna

Sommario

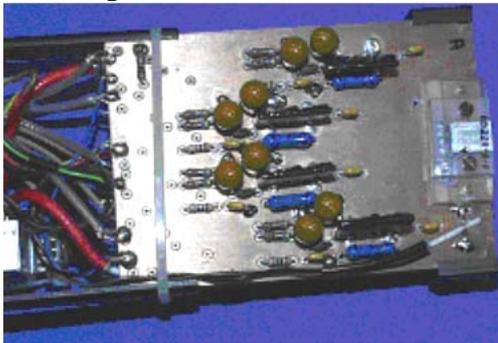
1.	Introduzione e scopi	3
2.	Sistema di Ground Test Equipment (GTE) di CACT μ S	4
3.	Formato di telemetria	5
4.	Dati scientifici	5
5.	HW di acquisizione dati	7
	5.1 HW dedicato	7
	5.2 HW commerciale SW programmabile	8
6.	SW di acquisizione dati	10
7.	SW di Off-line analysis dei dati scientifici	11
8.	Conclusioni	12
9.	Riferimenti	15
A.	Harness	16
B.	Manuale d'uso del SW CACT μ S GTE	17
	B.1 Specifiche del linguaggio SW utilizzato	17
	B.2 CACT μ S GTE	19
C.	Manuale d'uso del SW di off-line Ground Calibration	26
D.	Calibration Plan	29
E.	Logbook delle misure	32

1. Introduzione e scopi.

CACT μ S (Compact Array of CdTe μ -Spectrometers) è un piccolo prototipo sperimentale totalmente progettato e realizzato dal gruppo “Rivelatori a stato Solido” dello IASF-Sezione Bologna per verificare se future applicazioni di questo tipo di rivelatori nel campo della X- γ astronomia [Rif. 1] sono possibili e scientificamente ragionevoli.

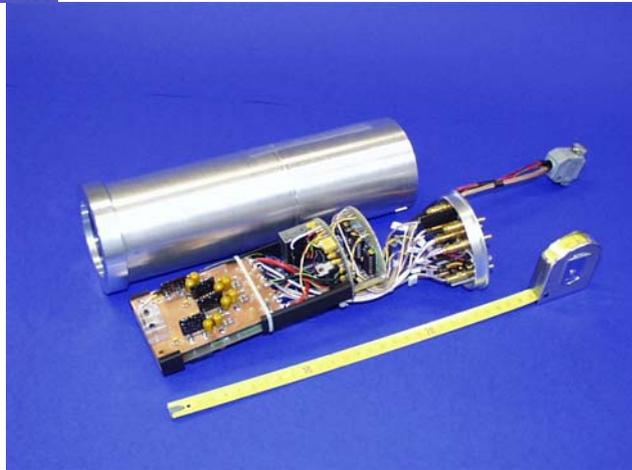
L'apparato sperimentale di CACT μ S, cablato con l'esperimento Baby (IASF –Sezione Palermo) sulla stessa struttura meccanica, ha volato con successo su un pallone stratosferico dalla base ASI di Tp-Milo (TP) l'11 Luglio 2002.

Le tre immagini seguenti mostrano alcune dettagli dell'apparato di rivelazione. Altre immagini del sistema di controllo dell'esperimento sono riportate nel [Rif. 1].



Detector CdTe ed elettronica di front-end.

Assemblaggio elettrico e meccanico del sistema di rivelazione a CdTe.



Assemblaggio del plastico di Anticoincidenza, dei fotomoltiplicatori e del modulo di HV.

Lo scopo che si propone questa Nota Tecnica è di descrivere l'apparato di controllo GTE sviluppato per eseguire i test funzionali di CACT μ S sia in laboratorio che in fase pre-lancio.

In particolare saranno esposti gli aspetti HW per l'acquisizione dei dati dall'apparato sperimentale in condizioni di volo e SW per la gestione dell'analisi dei dati scientifici.

2. Sistema di Ground Test Equipment (GTE) di CACT μ S

La Figura 1 mostra lo schema a blocchi funzionale del GTE usato durante le operazioni di test ed integrazione pre-volo di CACT μ S.

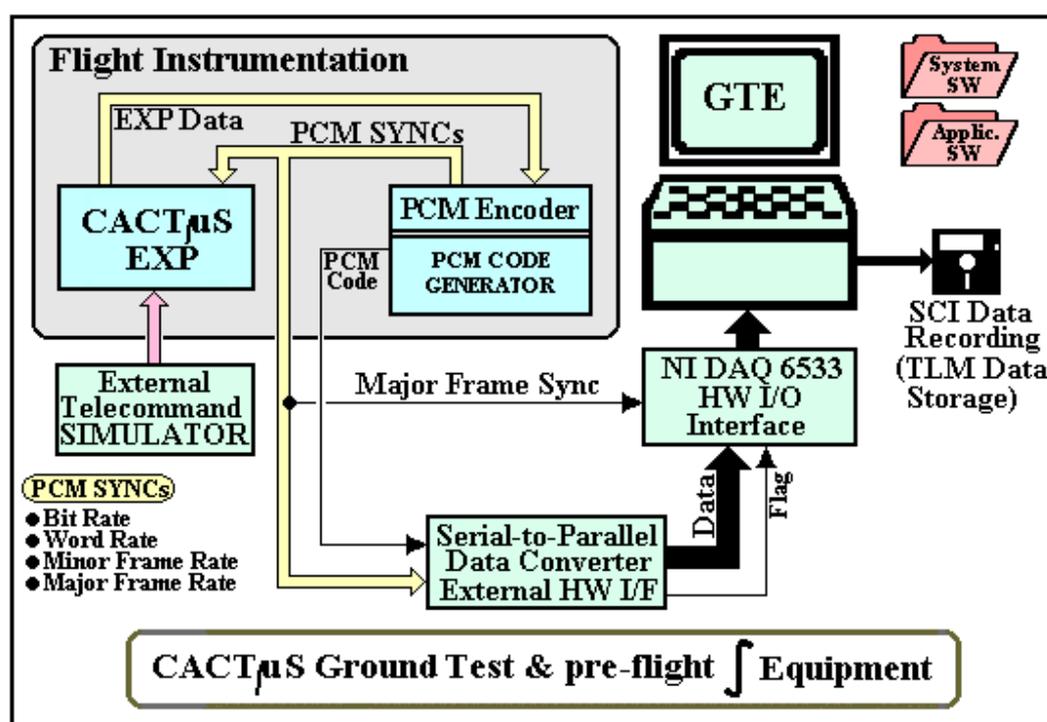


Fig.1 GTE dell'esperimento CACT μ S.

L'intenzione iniziale di CACT μ S sarebbe stata quella di utilizzare lo stesso SW sia durante i test preliminari al volo sia durante il volo. Questo avrebbe permesso durante il volo di seguire le informazioni ritenute più importanti per monitorare lo stato di funzionamento dell'esperimento e, nel contempo, di registrare in quasi real-time i dati dell'intero formato di TLM.

Tuttavia non vi è stata la disponibilità da parte dei responsabili del trattamento-dati della base ASI di mettere a disposizione degli sperimentatori lo stream seriale (NRZ PCM Code) ricevuto a terra durante il volo. La mancanza di accessibilità dei dati scientifici in fase di volo non ha eliminato la necessità di poter disporre di un sistema di controllo a terra dell'esperimento.

Il GTE sviluppato è incentrato su un PC che svolge principalmente funzioni di acquisizione e raccolta dei dati di TLM di CACT μ S ed analisi “off-line” dei dati registrati differita rispetto alla raccolta dei dati.

Per rendere possibile l’invio dei dati all’unità centrale a partire dallo stream seriale dei dati di TLM dell’esperimento è stato necessario sviluppare un’unità di HW dedicata ed impiegare un’unità di HW commerciale per l’acquisizione dei dati in PC. Questi due sottosistemi rappresentati in Fig. 1, saranno descritti in dettaglio nel capitolo 5.

3 Il formato di telemetria

Il formato di TLM di CACT μ S è descritto compiutamente nel [Rif. 2].

L’Encoder del PCM che genera il formato fornisce durante il volo alla sottoportante IRIG il codice seriale NRZ già adeguatamente prefiltrato per essere modulato e trasmesso sul link telemetrico.

In fase di test-integrazione pre-volo è consigliabile eseguire i controlli dell’esperimento utilizzando lo stesso stream di dati che viene trasmesso durante il volo secondo quanto indicato in Fig. 1.

L’Encoder PCM fornisce oltre al codice seriale NRZ, che contiene tutte le informazioni scientifiche di CACT μ S, anche i sincronismi del formato TLM usando i quali si facilita l’acquisizione dei dati in PC senza dover ricorrere all’uso di un bit Synchronizer per il riconoscimento del bit pattern di formato [EB_H, 90_H].

Codice seriale NRZ e sincronismi di formato sono prelevati dall’Encoder PCM ed inviati all’HW dedicato sviluppato per riportare i dati in forma parallela come mostrato in Fig. 1.

4 Dati scientifici

Ad eccezione dei dati scientifici, che sono supercommutati due volte in ogni Main Frame, tutte le informazioni sono codificate con la risoluzione di 8 bit.

Siccome ogni dato scientifico richiede un numero di bit superiore ad 8 per essere rappresentato, per ogni dato scientifico sono usati due byte del formato.

Inoltre per ogni interazione γ sul rivelatore sono eseguite due tipi di analisi di ampiezze che forniscono informazioni rispettivamente sulla componente lenta e componente veloce della raccolta di carica nel CdTe [Rif. 1]. Quindi ogni evento singolo è digitizzato nel formato di TLM con 32 bit (16 bit per la componente lenta, 16 bit per la componente veloce); in ogni formato TLM sono trasmessi 32 eventi “a doppia analisi” (64 dati a 16 bit ciascuno). Dunque per ogni interazione γ nel rivelatore sono

riservate nel formato di TLM quattro parole consecutive D1, D2, D3, D4 il cui significato è mostrato in Fig. 2a.

[D1, D2] = componente lenta dell'evento

[D3, D4] = componente veloce dell'evento

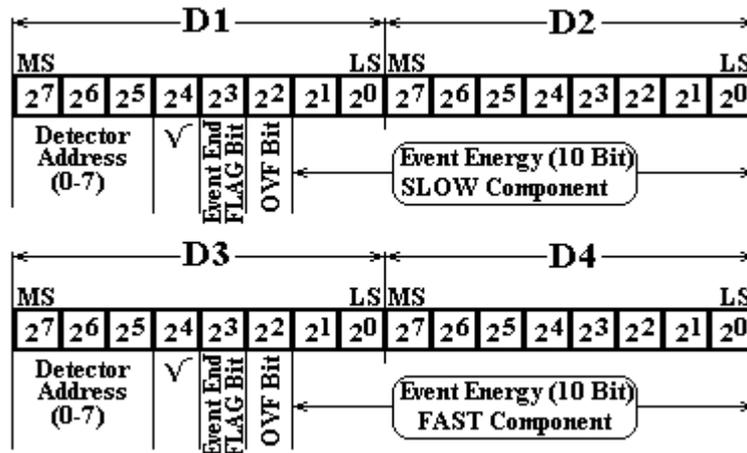
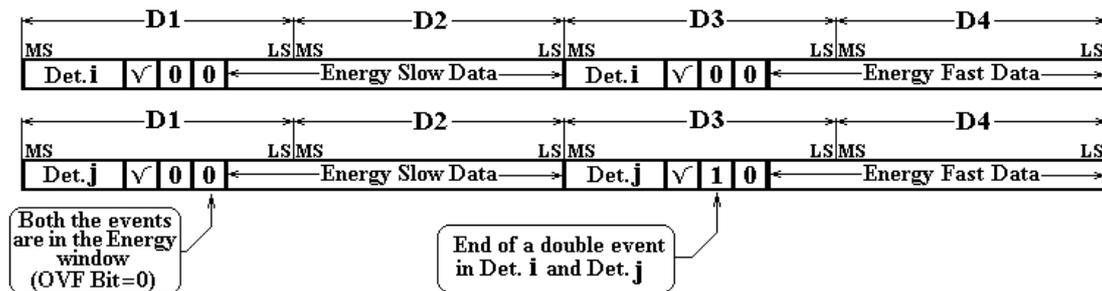


Fig. 2a Struttura di un dato scientifico nel formato TLM.



Four Bytes for a single event Data X-mission
 Eight Bytes for a double event Data X-mission
 Twelve Bytes for a triple event Data X-mission

Fig.2b Esempio di un dato scientifico trasmesso in telemetria corrispondente ad un evento γ che ha interessato due rivelatori (evento doppio).

Nel caso in cui un'interazione γ interessi più di un rivelatore (ad esempio due CdTe) l'informazione completa dell'evento è costituita da due quaterne di byte ciascuna organizzata come indicato in Fig. 2b.

5 Hardware di acquisizione dati

Come esplicitamente mostrato in Fig. 1 e sommariamente enunciato nel capitolo 2 l'hardware assemblato per l'acquisizione-dati è costituito da due unità:

- hardware dedicato
- hardware commerciale.

5.1 HW dedicato

Facendo riferimento alla Fig. 1, l'HW dedicato sviluppato e realizzato allo IASF è costituito da un convertitore serie-parallelo.

L'unità riceve dall'Encoder PCM i dati seriali codificati in NRZ-L (TTL) ed i sincronismi di CLOCK (bit rate) e Word rate. La logica cablata fa uso di un semplice shift register per parallelizzare i dati e presentarli alla I/F direttamente connessa al PC con il corredo di un segnale (Flag) che segnala la disponibilità di dati stabili.

Lo schema elettrico di questa I/F è mostrato in Fig. 3.

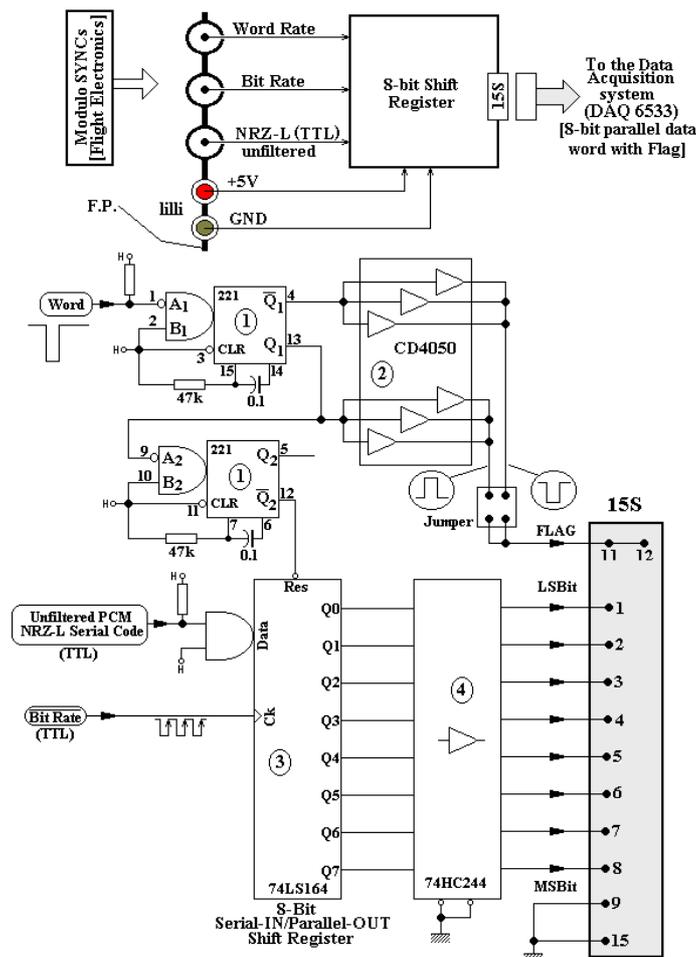


Fig. 3 Schema elettrico dell'interfaccia Seriale/Parallela sviluppata allo IASF/BO.

La Fig. 4 mostra le forme d'onda e la logica impiegata per presentare al PC di acquisizione i dati paralleli in sincronia col formato di TLM, byte-by-byte.

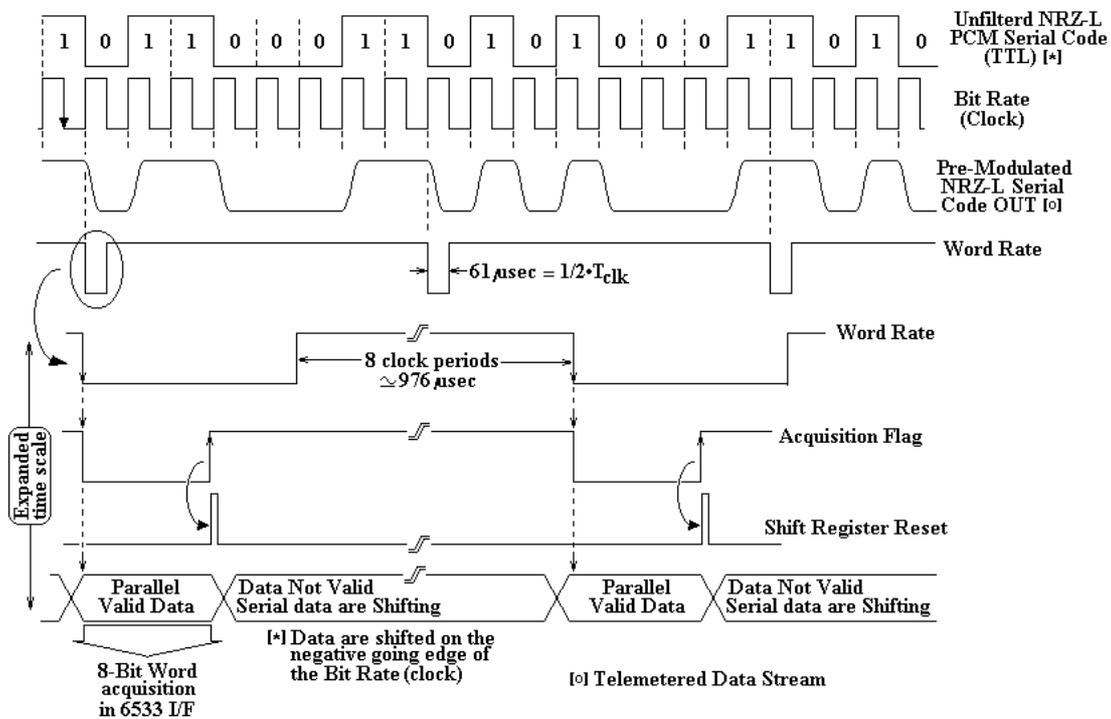


Fig. 4 Temporizzazioni del circuito di Fig. 3.

5.2 HW commerciale SW programmabile

La gestione dell'acquisizione in PC (Fig. 1) è affidata ad una scheda National I/O DAQ 6533 per le cui caratteristiche tecniche si rimanda al [Rif. 3].

Il controllo dell'acquisizione dei dati del GTE di CACT μ S adottato lavora in double buffer in modalità Pattern I/O con direzione Input, che permette di acquisire strutture di dati alla frequenza gestita da un clock esterno (Flag da Serial to Parallel I/F di Fig.1).

Inoltre per sincronizzare i dati con l'inizio del MAJOR FRAME (ovvero con i sincronismi [EB_H, 90_H]) in modo che in PC i dati siano immediatamente organizzati in buffers fisicamente identici (o multipli) del formato di TLM di CACT μ S, si è eseguita (Fig. 1) la connessione HW tra un input della scheda di I/F DAQ 6533 ed il sincronismo di MAJOR FRAME. L'acquisizione procede ad una velocità pari al clock esterno (nel nostro caso è la word rate che capita ogni 1/8 della bit rate del segnale NRZ = 1024w/s).

In tabella è mostrata la combinazione della porta e del controllo delle temporizzazioni selezionati in base all'ampiezza dei dati di CACT μ S.

Transfer Width	Possible Port Combinations	Timing Controllers That Can Be Used
8 bits	Port 0 – (DIOA<0-7)	Group 1 (Input)

Tab.1 Combinazione della Porta.

La porta parallela da 8 bit, configurata in Input/Gruppo 1, è denominata 0 nel software e A nell'hardware.

In Appendice A sono mostrate le connessioni dei segnali digitali in input al connettore I/O della scheda DAQ.

Come anticipato nel paragrafo precedente nel GTE di CACT μ S l'acquisizione è controllata da due specifici segnali provenienti dall'elettronica dell'esperimento:

- Flag (clock)
- MAJOR FRAME (sincronismo).

Le varie modalità di trasferimento Pattern I/O permettono l'acquisizione di segnali di controllo quali un clock esterno e di un trigger hardware in input alla DAQ 6533.

All'interno della scheda tali segnali assumono il significato di:

- REQ (clock esterno)
- Start Trigger (inizia un pattern I/O su ricevimento di un trigger hardware).

Nella scheda le temporizzazioni di

- REQ / Flag
- Start trigger / MAJOR FRAME

sono settate via SW (vedi Fig.15 e 16) e rispettano le strutture iniziali.

I segnali sono connessi ai pin REQ1 e ACK1 del connettore a 68 pin in input alla scheda DAQ (Fig.10 Appendice A).

6. SW di acquisizione dati

Il software è stato progettato per soddisfare i seguenti requisiti principali:

- acquisizione dei dati;
- controllo dell'acquisizione;
- archivio dei dati.

Il diagramma funzionale in Fig. 5 mostra le scelte (percorso evidenziato) adottate nel programma *Cactus.vi* per la caratterizzazione del protocollo rispetto allo schema guida di Pattern I/O proposto dalla National Instruments. Il software sviluppato in ambiente LabVIEW è strutturato in diagrammi funzionali. I diagrammi sono denominati *Virtual Instrument (vi)*, in Appendice B sono descritte le specifiche del linguaggio.

I rettangoli rappresentano i nomi degli strumenti virtuali, di seguito elencati, chiamati dal programma e i rombi i punti di *if*.

- DIO Config
configura il timing del segnale di REQ (Flag)
- Digital Trigger Config
configura il timing del segnale di Start trigger (sincronismo)
- DIO Start
avvia l'acquisizione in modalità continua
- DIO Read
legge i dati dal buffer interno
- DIO Clear
riazzerà lo stato della DIO.

Nel diagramma di flusso si distingue il loop corrispondente alla fase di lettura e acquisizione dati da parte della NI DAQ 6533. La caratterizzazione e descrizione delle funzioni sopra elencate è descritta nel Manuale d'uso del SW di GTE allegato in Appendice B1

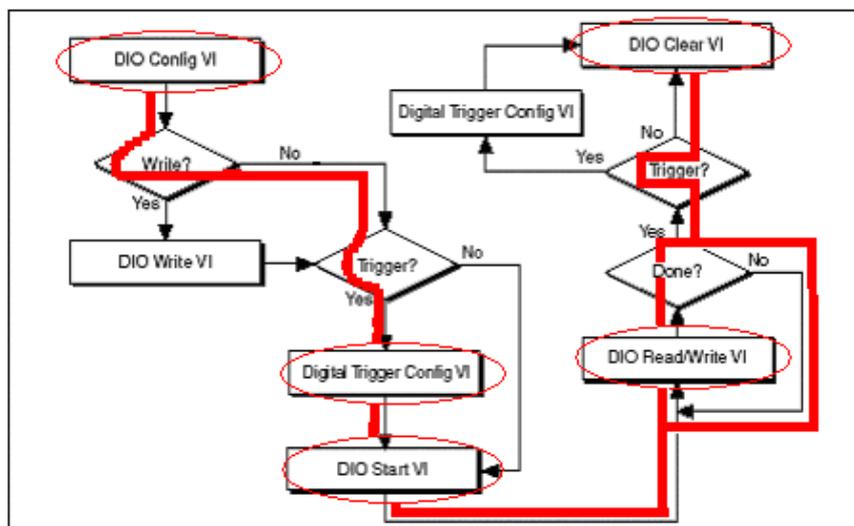


Fig. 5 FlowChart del SW di acquisizione in modo "Pattern Input".

7. SW di Off-line analysis dei dati scientifici

Il software di off-line Ground Calibration è stato sviluppato per il controllo in *near-real time* dei dati scientifici, dei test funzionali e delle calibrazioni di CACTuS effettuati in laboratorio e in fase pre-lancio.

Il programma soddisfa i seguenti requisiti:

- selezione del canale o dei canali eccitati
- indicatore del canale o dei canali selezionati
- menu di apertura dei file
- lettura di file ASCII
- decodifica delle parole scientifiche del formato (D1, D2, D3, D4, D5)
- selezione eventi singoli, doppi, multipli o totali
- accumulazione degli spettri del/dei canale/i selezionati
- visualizzazione degli spettri *fast* e/o *full*
- visualizzazione del numero di formati letti
- visualizzazione dei valori dei contatori integrali (ratemeters) accumulati sui formati letti.

Il software è attualmente in sviluppo e prevede l'analisi di tutti i dati scientifici compresi quelli di volo, incluso l'applicazione dell'algoritmo di correzione degli effetti di intrappolamento delle cariche.

8. Conclusioni

Il sistema hardware/software descritto nei capitoli precedenti ha permesso la realizzazione delle calibrazioni funzionali e scientifiche che caratterizzano l'esperimento secondo lo schema descritto nel documento Calibration plan allegato in Appendice D, in particolare:

- test elettrici per la valutazione della soglia con impulsatore
- test scientifici per la determinazione con sorgenti radioattive della soglia energetica e dell'offset relativo (ch/E).

Nelle figure 6,7,8 e 9 sono mostrati gli spettri di alcune misure tipiche realizzate, rispettivamente Am^{241} , Co^{57} , Cs^{137} , Na^{22} .

Si rimanda in Appendice C per un'interpretazione dettagliata di tutti i parametri illustrati.

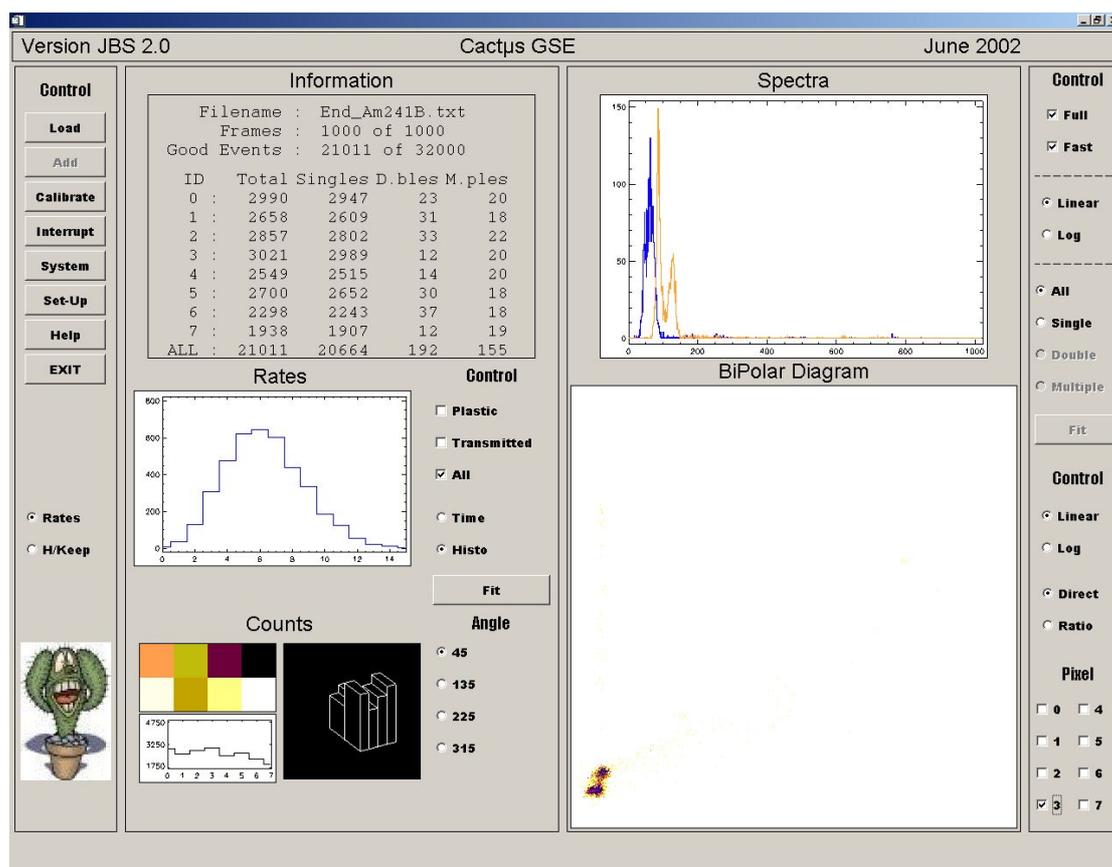


Fig. 6 Crab della videata finale del software di off-line Ground Calibration.

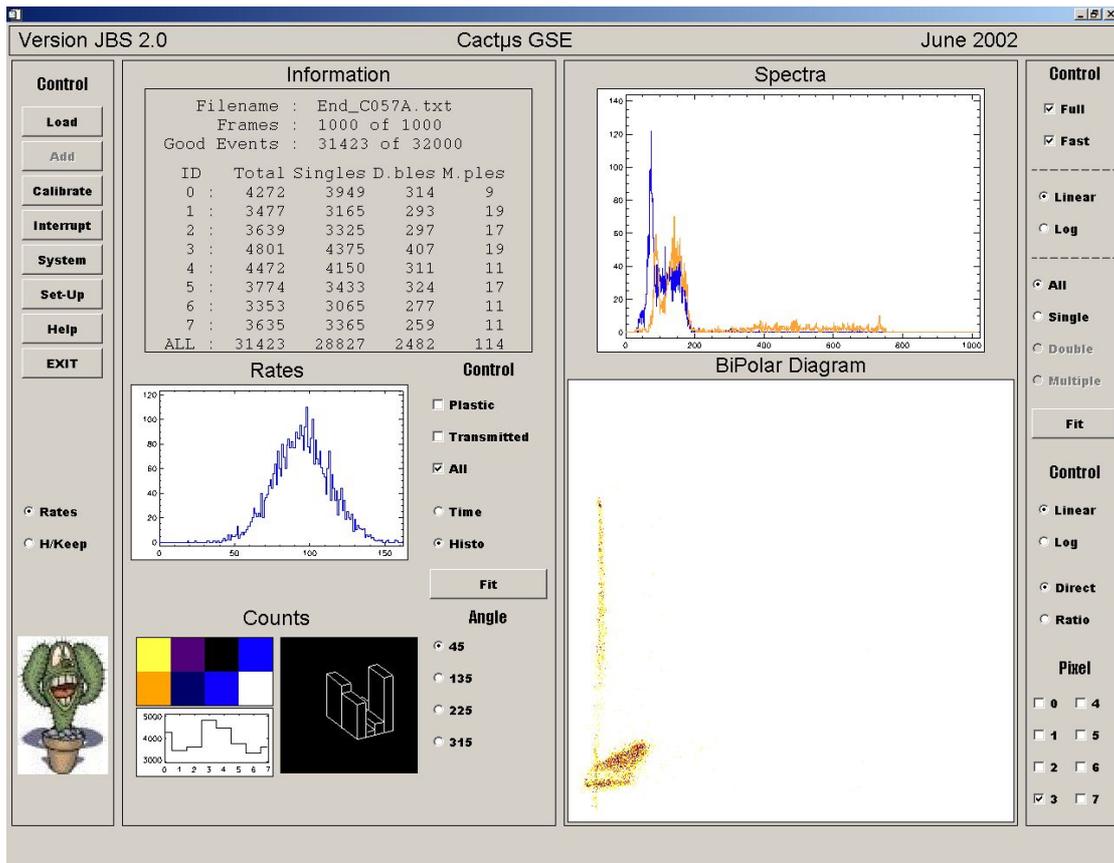


Fig. 7 Crab della videata finale del software di off-line Ground Calibration.

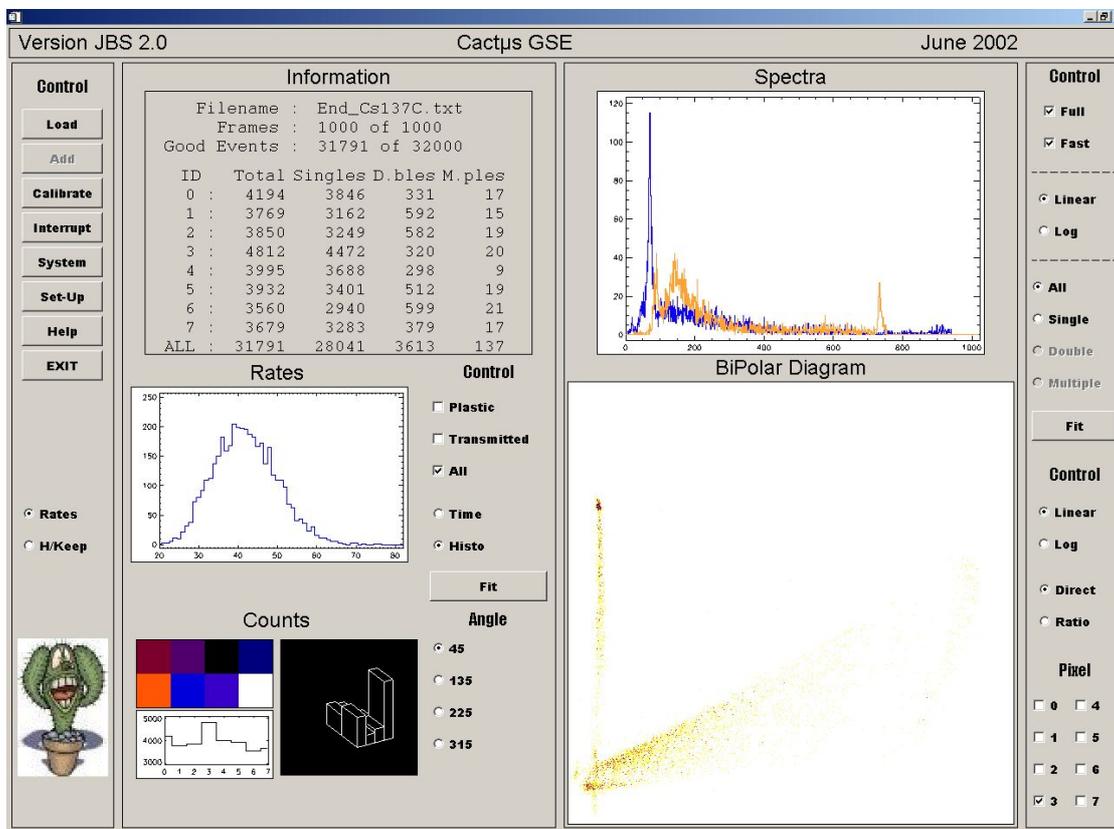


Fig. 8 Cs137 della videata finale del software di off-line Ground Calibration.

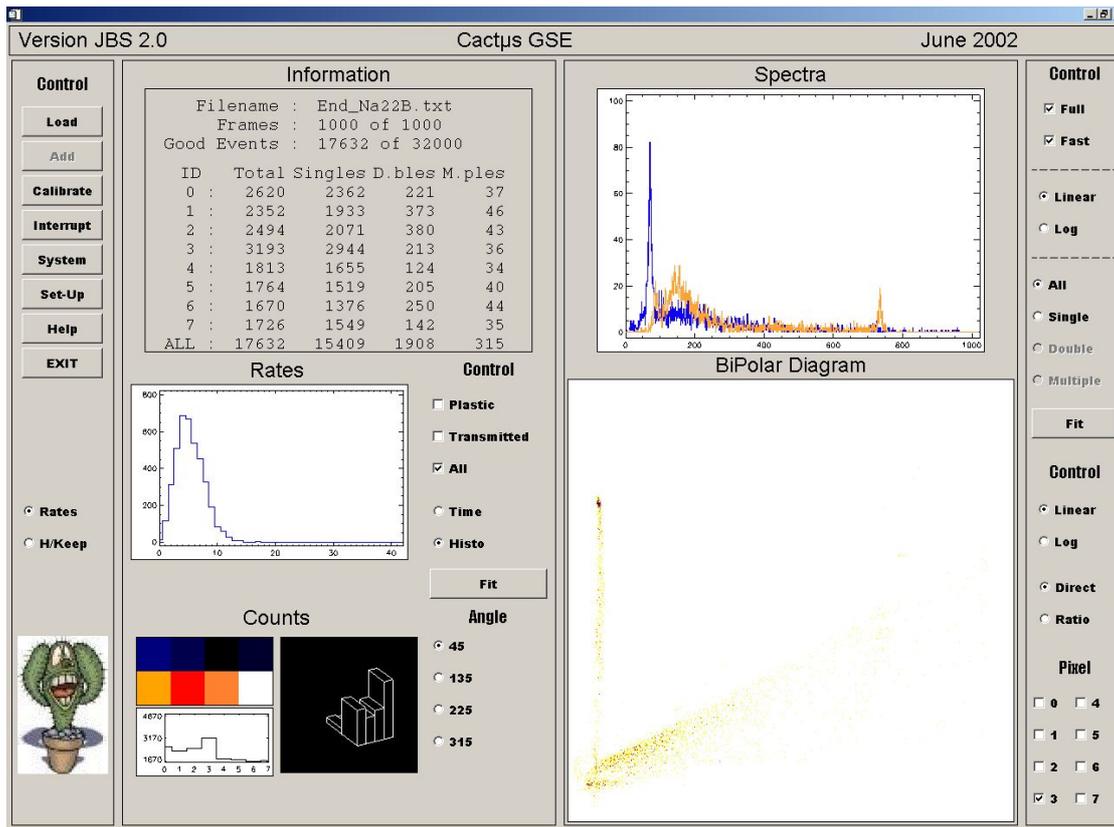


Fig. 9 Crab della videata finale del software di off-line Ground Calibration.

Tali misure sono state effettuate nei laboratori IASF a Bologna durante l'assemblaggio dell'esperimento (in Appendice E è riportato il logbook relativo) e sono state ripetute a Milo nella fase pre volo con lo scopo di verificare lo stato di CACTuS dopo lo spostamento alla base di lancio e l'integrazione sulla gondola.

Si intende effettuare un'ulteriore verifica delle condizioni dell'esperimento dopo il recupero *post flight* e il trasferimento in IASF.

Il confronto dettagliato delle calibrazioni pre e dopo il volo è in corso e sarà descritto nel rapporto delle analisi delle misure di volo.

9. Riferimenti

1. E. Caroli, A. Donati, G. Landini, J. B. Stephen, G. F. Taiocchi, G. Ventura, “CACT μ S: a Compact Array of CdTE μ -Spectrometers (a balloon-borne small CdTe detector prototype to evaluate applications in hard X-ray Astronomy)”, Te.S.R.E-CNR Internal Report N. 313, May 2001.
2. A. Donati, G. Landini, G. Ventura, “Elettronica di servizio (SE) dell’esperimento CACT μ S: linee di progetto, realizzazione e note di cablaggio”, Te.S.R.E-CNR. Internal Report N. 314, May 2001.
3. E. Caroli, R.M. Curado da Silva, A. Donati, F. Schiavone, J.B. Stephen, G.F.Taiocchi, G. Ventura, “PolCA-Polarimetria con CdTe Array”, IASF/Bologna Rapporto Interno N. 345, Agosto 2002.

A Harness

Pin function connettore 68 pin di input della I/O Acquisition Card NI DAQ 6533.

La figura 10 mostra la destinazione sul connettore dei segnali ACK1(sincronismo), REQ1(Flag) e dei dati digitali provenienti dall'Interfaccia esterna che converte i data da seriali a paralleli.

I bit sono associati alla porta A nell'ordine DIOA7/MSB - DIOA0/LSB.

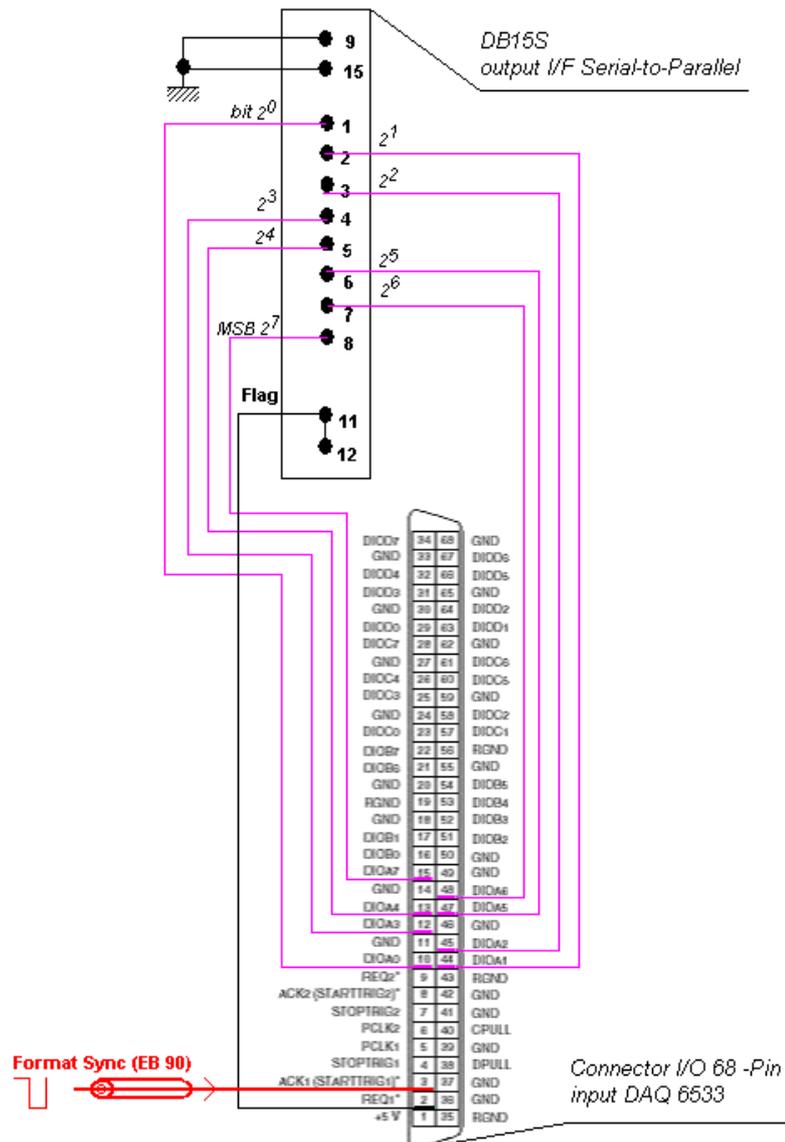


Fig.10 Associazione segnali.

B Manuale d'uso del SW CACT μ S GTE

B.1 Specifiche del linguaggio SW utilizzato

Il software di gestione dell'acquisizione è stato sviluppato in linguaggio di programmazione LabVIEW (versione 6.1).

Il Personal Computer sul quale è caricato il codice deve necessariamente prevedere l'installazione dell'ambiente National Instruments comprensivo del pacchetto Measurement & Automation Explorer e dei driver NI-DAQ della scheda di acquisizione.

Il software deve risiedere in un direttorio denominato CACT μ S e i file di output vengono salvati automaticamente nel direttorio Misure (Fig. 11).

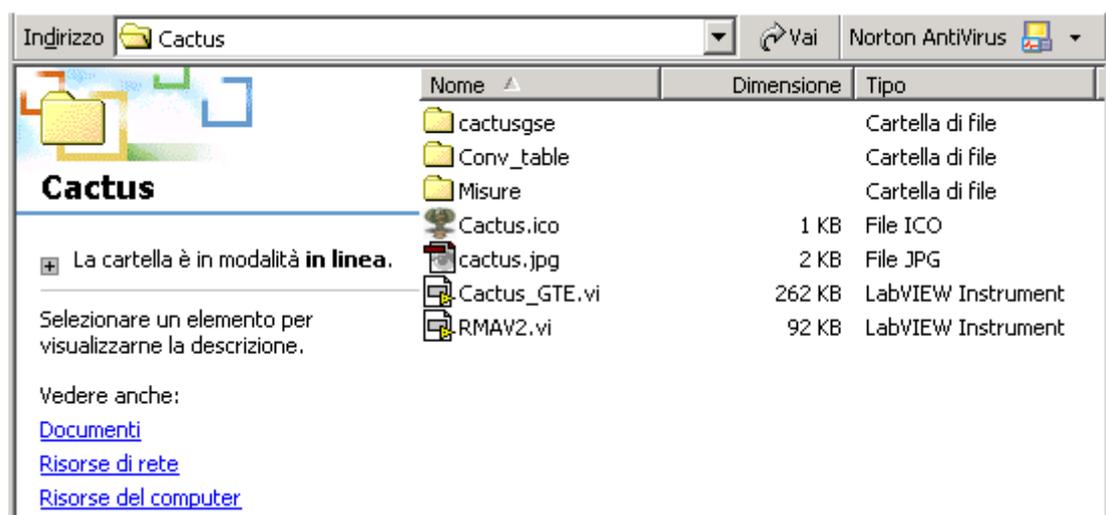


Fig. 11 Path di Cactus.

LabVIEW utilizza un' interfaccia di tipo grafico (detto *linguaggio G*) strutturato in diagrammi a blocchi. Ogni diagramma è addetto allo svolgimento di un compito, ed un programma (chiamato *vi*, cioè "virtual instrument") può essere composto di più diagrammi di questo tipo, può cioè contenere più *vi* al suo interno (che in questo caso vengono chiamate *sub-vi*).

Il *vi* è costituito da uno o più pannelli di controllo quale interfaccia grafica del software attraverso cui impostare le informazioni necessarie per il suo svolgimento. Il pannello può contenere anche indicatori che mostrano i valori delle variabili. La programmazione si esegue nel diagramma a blocchi, che contiene, sotto forma di simboli grafici, tutte le informazioni riguardanti la struttura del programma.

B.1.2 Descrizione del programma

Il programma configura la scheda DAQ, acquisisce i dati e monitorizza alcune informazioni scientifiche in real-time.

B.1.3 Struttura del programma

Il programma principale *Cactus_GTE.vi* è sempre attivo e gestisce i sottoprogrammi che vengono chiamati secondo la struttura ad albero mostrata in figura.

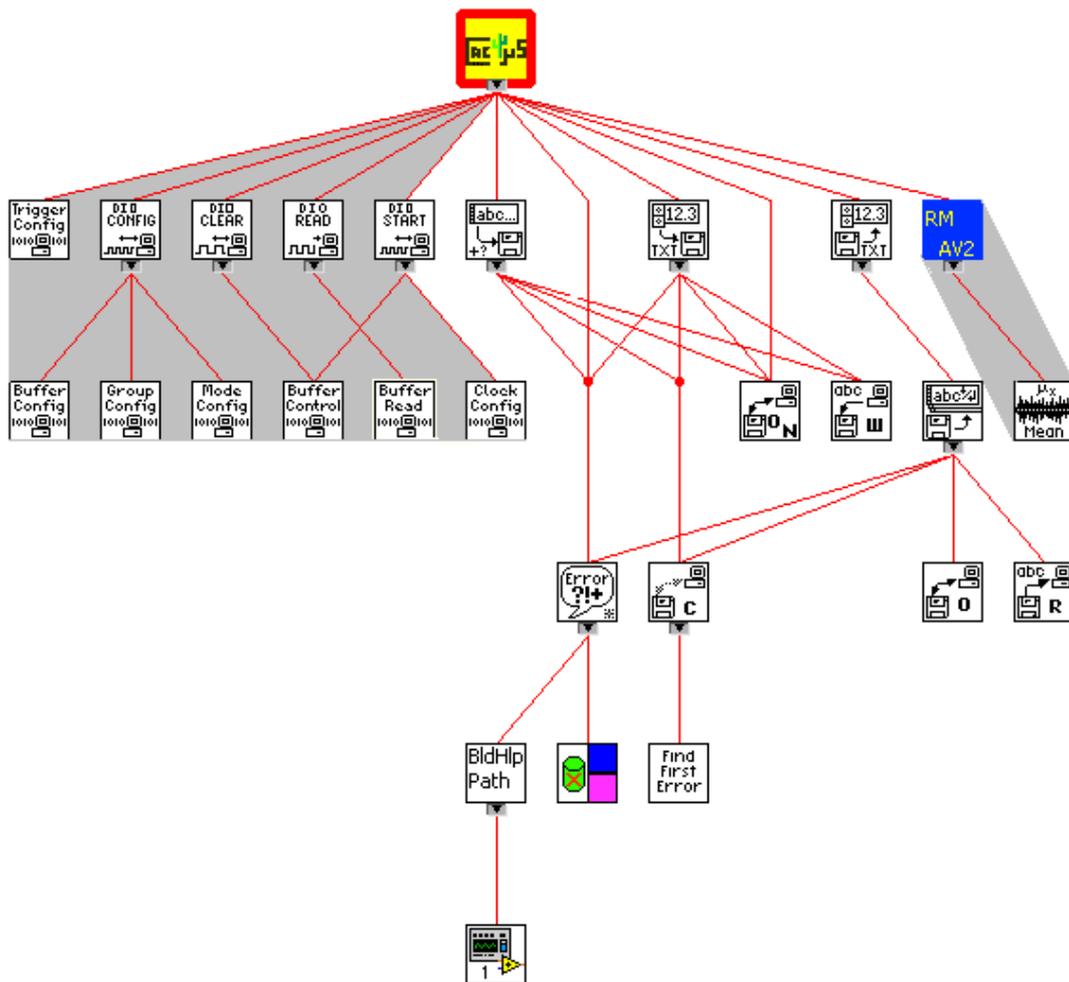


Fig. 12 Gerarchia sottoprogrammi intermedie.

Nello schema di Fig. 12 si distinguono le *subvi* intermedie che configurano l'hardware, quelle di sistema che gestiscono i file di I/O e gli errori, e le funzioni matematiche che permettono la decodifica e la visualizzazione dei dati scientifici.

B.2 Cactus_GTE

Il programma Cactus_GTE lavora con una scheda NI PXI 6533 in modo Pattern I/O e necessita, per l'acquisizione, di un segnale di clock esterno e di un segnale di trigger hardware.

B.2.1 Pannello frontale

Nel pannello frontale (Fig. 13) è possibile impostare i parametri necessari all'esecuzione del programma e controllare l'andamento della misura.

Input

Nella sezione *Storage*

scegliere il codice desiderato (dec/hex/bin) per la scrittura dei dati su file;

scrivere il nome del file (l'estensione e il percorso su disco in cui viene salvata la misura viene inserito automaticamente);

scrivere un eventuale commento sulle condizioni di misura, tali informazioni andranno ad integrare il file log.

Nella sezione *Acquisition*.

scegliere se terminare l'acquisizione al raggiungimento di un determinato numero di formati impostando il valore desiderato.

Se l'opzione è ignorata la misura termina quando viene premuto il bottone di STOP.

Durante tutta la durata dell'acquisizione resta acceso il led verde.

Controllo

La sezione *System Control* permette all'utente il controllo dell'acquisizione in tempo reale.

In *Data* si leggono le caratteristiche che contraddistinguono i dati:

bit rate

numero formati letti

numero di letture

stato di scaricamento del buffer (Scan Backlog)

numero del detector eccitato

sincronismi [EB_H, 90_H].

La sezione grafica monitorizza gli housekeeping:

analogici

tensioni di alimentazione

temperature

digitali

ratemeter dei rivelatori.

E' possibile inoltre impostare i valori limiti di ogni temperatura monitorata, il cui superamento abilita un allarme visivo.

Output

Al termine dell'acquisizione viene salvato un file testo di header che contiene il nome del file comprensivo di path, numero di formati letti, data/ora del termine dell'acquisizione e commento eventuale introdotto dall'utente sulle condizioni di misura.

Il nome di tale file (*measures.log*) è impostato di default dal programma e risiede nel direttorio Misure.

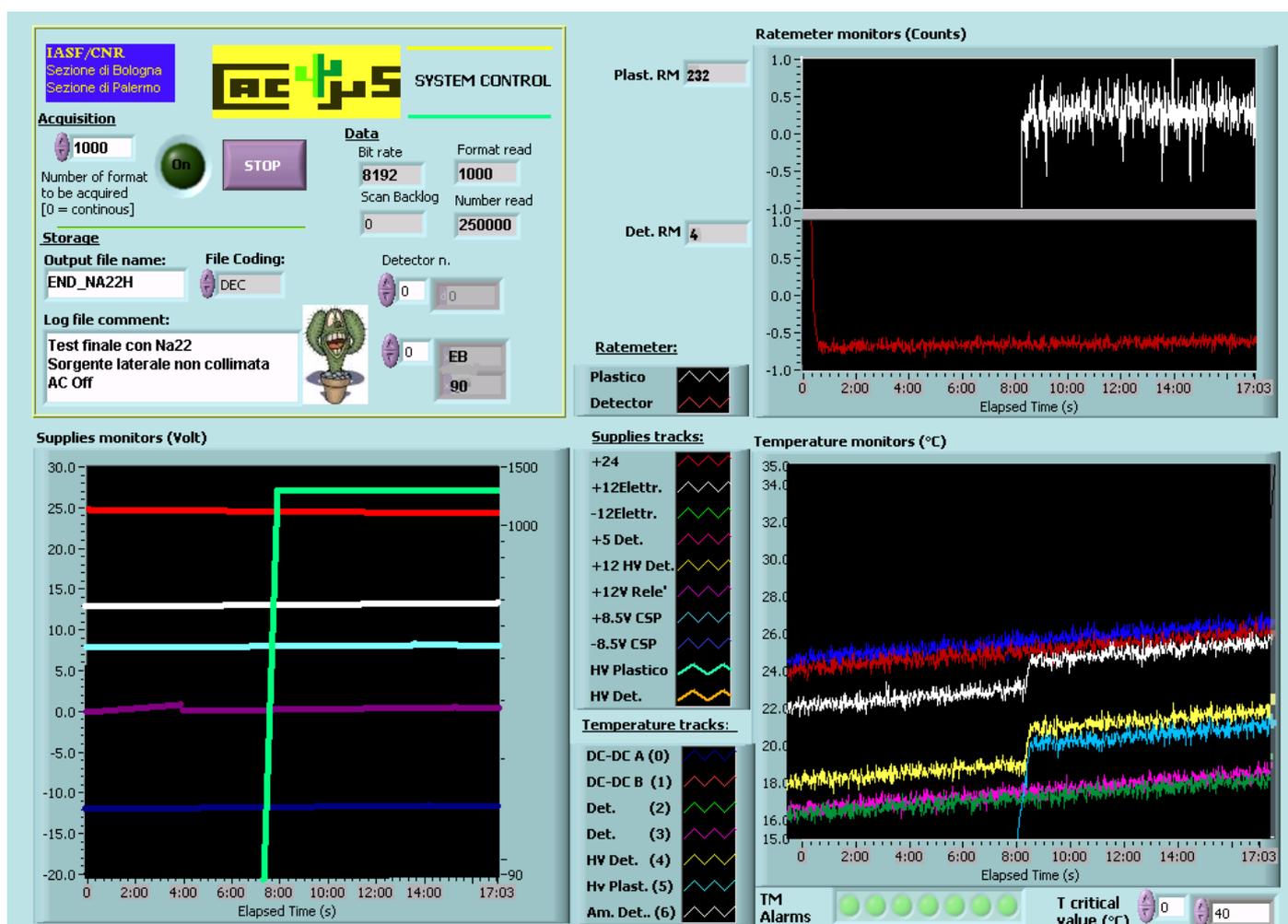


Fig. 13 Pannello frontale.

B.2.2 Diagramma

La descrizione seguente elenca nell'ordine di esecuzione i blocchi di lavoro, identificati in sezioni in Fig. 14, costituenti il codice di acquisizione. E' affidato al paragrafo successivo "Dettagli software" l'approfondimento di alcune funzioni attraverso delle note specifiche.

La sezione **(1)** imposta i parametri iniziali:

configura il timing, del segnale di REQ, che abilita il trasferimento dei dati (Fig. 10) con il VI DIO Config. (*Nota 1*);

configura lo Start trigger come in Fig. 11(*Nota 1*);

configura il path in cui salvare i file di output;

crea o apre il file di log sul quale aggiunge progressivamente tutte le misure fino a quando l'utente non cambia il nome del file;

crea o apre il file di misura.

Inizializza gli shift register del ciclo while relativi ai ratemeter e agli housekeeping.

Avvia, nella sezione **(2)**, il trasferimento dati con DIO Start in modalità continua.

Ciclicamente nella sezione **(3)**:

legge con DIO Read i dati;

scrive il formato in output su file (*Nota 2*) nella codifica selezionata;

svuota il buffer;

decodifica (*Nota 3*), nella sezione **(4)**, i dati letti per la monitorizzazione su schermo degli:

housekeeping analogici

(Detector, tensioni di alimentazione, temperature AV)

housekeeping digitali (ratemeters in un separato VI).

Visualizza inoltre le seguenti informazioni:

n. detector, word read, format read, buffer status

(backscan log), data words ($[EB_H, 90_H]$ synch).

Interrompe l'acquisizione, nella sezione **(5)**,

allo stop dell'utente;

al raggiungimento del parametri impostato (numero di acquisizioni).

Legge, nella sezione **(6)**, il tempo di stop della acquisizione.

Scriva e salva il file log (*Nota 4*).

Riazzera lo stato della DIO.

1. Before starting,
 - create/open the log and measure files
 - set the handshake parameters
 - configures the trigger condition
2. Start transfer w/DIO Start
3. In the while loop
 - read in max("scans to read at a time", "scan backlog") w/DIO Read
 - write data to the .txt file as fast as possible and empty the buffer.
4. At the same time,
 - a) display the chart plots:
 - digital housekeeping (ratemeters)
 - analogic housekeeping (supplies, temperature AV in a separate VI)
 - b) display the detector n., word read, format read, buffer status (backscan log), data words (EB9D synch)
5. Stop acquisition based on:
 - stop button status
 - number of format acquired
6. Write the log file when user stops the program.



Bit rate
8192 File

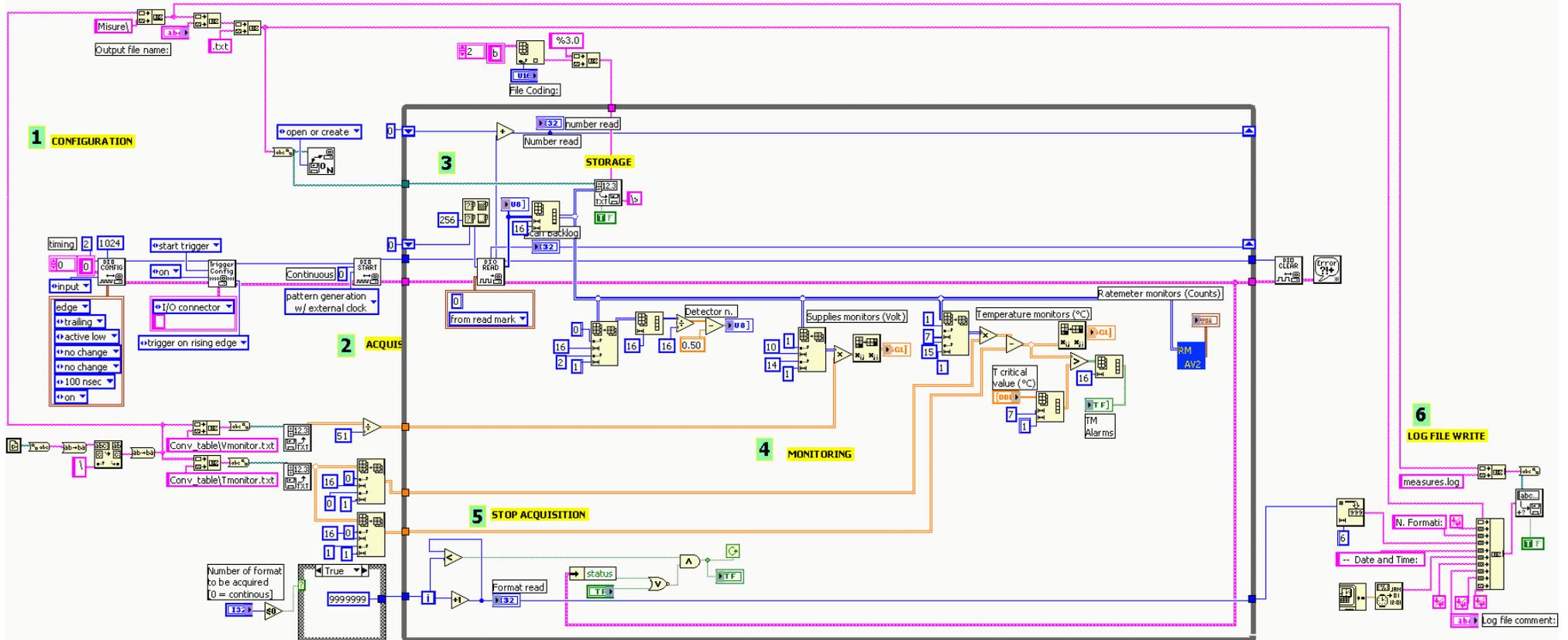


Fig.14 Diagrammi a blocchi.

B.2.2.1 *Dettagli software*

❖ *Nota/Timing*

La temporizzazione dei segnali REQ1 (Flag) e ACK1 (MAJOR FRAME di sincronismo) di Fig. 1 è impostata via SW.

Il VI DIO Config, di cui si allega la caratterizzazione, permette di descrivere il segnale di Flag alla scheda. I parametri possono essere impostati sul pannello della *subvi* (Fig.15a) ma si è deciso di fissare, nel diagramma generale di Cactus_GTE, come default la configurazione adottata di cui si riporta il dettaglio software (Fig.15b). Nel connettore in input alla scheda DAQ 6533 il segnale di Flag è connesso al pin 2 (REQ1).

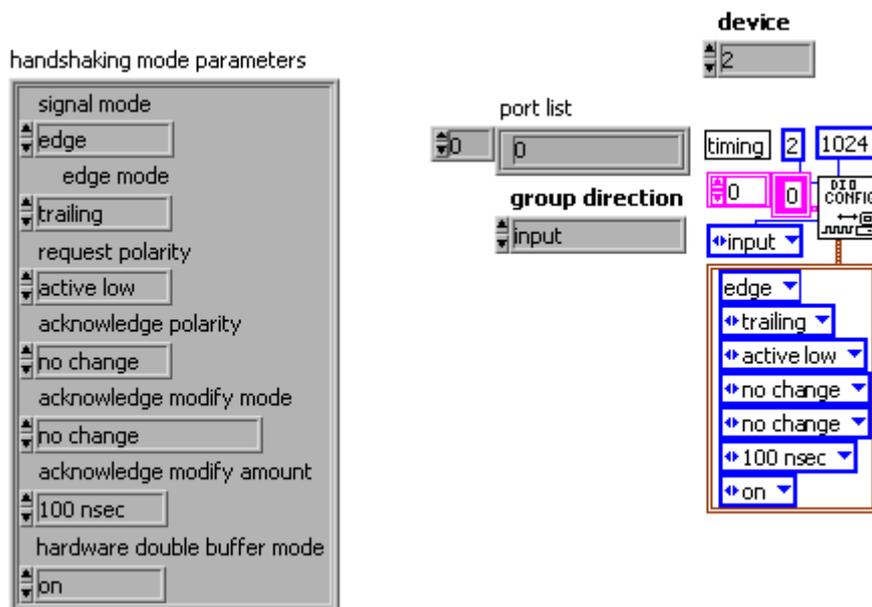


Fig.15a/b Setting SW del segnale di Flag.

Il segnale hardware di sincronismo che avvia il trasferimento dati è di tipo *Start trigger* ed è configurato a livello SW nel VI Trigger Config secondo la modalità illustrata in figura 16.

Nel connettore in input alla scheda DAQ 6533 è connesso al pin 3 (ACK1).

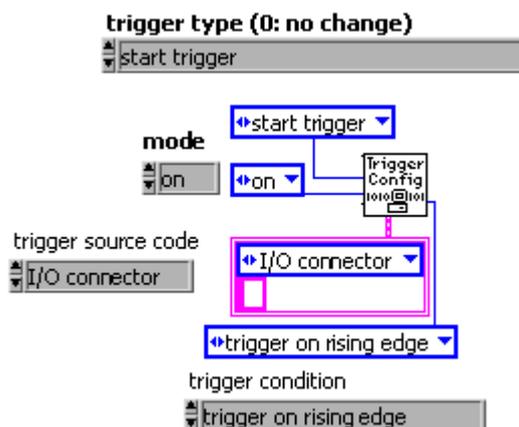


Fig. 16 Setting Trigger esterno.

❖ *Nota 2/File Output*

Il nome del file di misura è impostato dall'utente all'inizio di ogni acquisizione.

Il software aggiunge automaticamente, dopo ogni lettura, i dati nel file.

Se il nome del file di output di una misura terminata non viene cambiato i dati dell'acquisizione successiva saranno aggiunti al file precedente.

Il file ASCII di output è organizzato in buffers fisicamente identici del formato di TLM ricostruito.

In Fig. 17 è mostrato il contenuto di un file di misura, in cui si sono evidenziati i valori decimali dei Sincronismi di inizio formato, del FORMAT COUNTER, del Contatore di frame, dei Sincronismi negati e l'inizio del formato successivo.

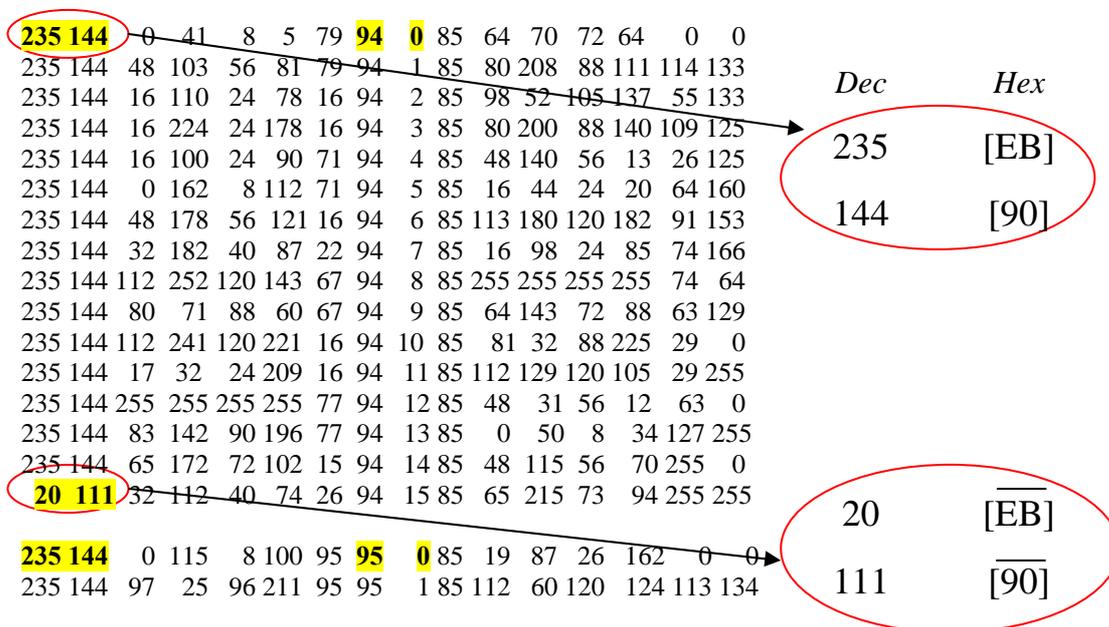


Fig. 17 Formato file *meas_test_AC_on_off.txt*.

❖ *Nota 3/Decodifica dei dati*

Il VI DIO Read legge i dati in pattern da 256 parole che il software suddivide in 16 righe ricostruendo, come array (16x16), il formato di telemetria che viene registrato come output su disco (sezione 3).

La lettura, dal buffer dei dati (buffer size=1024), successiva inizia dal *read mark* impostato come puntatore di read location.

La parte di Data Decoding frammenta l'array che ha assunto il significato di Major Frame ed estrae la parola voluta. Come anticipato nel paragrafo relativo alla descrizione del Diagramma le informazioni che si è scelto di monitorare sono gli HK analogici e digitali.

<i>Word</i>	<i>Informazione estratta</i>
02 (D1)	n. del detector eccitato
0E (VMn)	monitors delle tensioni di alimentazione
0F(TSn)	monitors delle temperature dell'esperimento
06 (D5)	ratemeters

I valori di monitors delle tensioni e delle temperature sono poi calcolati accedendo a due file, letti dal SW, contenenti i fattori di conversione. L'HK digitale dei ratemeters è costituito da una quaterna di bytes che viene sottocommutata.

Ogni byte contiene un conteggio integrale:

D5 (Frame 00, 01, 04, 05, 08, 09, 0C, 0D) = conteggi f AC (plastico o plastici sommati)

D5 (Frame 03, 07, 0B, 0F) = conteggi f Det. "A"+"B" in finestra non anticoincisi, ovvero conteggio degli eventi convertiti.

Queste informazioni sono decodificate (estratte, sommate e mediate) nel *subvi* RMAV2 che presenta in uscita al programma i valori da visualizzare nell'interfaccia grafica del pannello frontale del programma.

❖ *Nota 4/File log*

Il file prevede le informazioni relative al path, nome file, n. di formati, data, tempo ed eventuali commenti introdotti dall'utente sulle condizioni di misura. Il file è scritto in ASCII ed è editabile.

Si riporta parte di un file log a titolo di esempio in Fig. 18.

```
C:\Users\Milena\Misure\AC_OnOff_test.txt
N. Formati: 286 -- Date and Time: 22-May-02 13:26:12
AC ON/OFF test, Co 57 non collimata, dovrebbero essere presente anche il calibratore

C:\Users\Milena\Misure\AC_OnOff_test.txt
N. Formati: 54 -- Date and Time: 22-May-02 13:27:45
AC ON/OFF test, Co 57 non collimata, dovrebbero essere presente anche il calibratore

C:\Users\Milena\Misure\AC_OnOff_test.txt
N. Formati: 8000 -- Date and Time: 22-May-02 13:28:46
AC ON/OFF test, Co 57 non collimata, dovrebbero essere presente anche il calibratore,
4kformati ON, 4kformati OFF
```

Fig. 18 Sezione di un file measures.log.

C Manuale d'uso del SW di off-line Ground Calibration

Il programma è stato sviluppato in IDL 5.4 utilizzando la programmazione a *widget*.

Il programma Cagse.pro permette il controllo dei dati scientifici delle calibrazioni attraverso un'interfaccia grafica, mostrata in Fig.22, che legge i file ASCII acquisiti con il programma Cactus.vi.

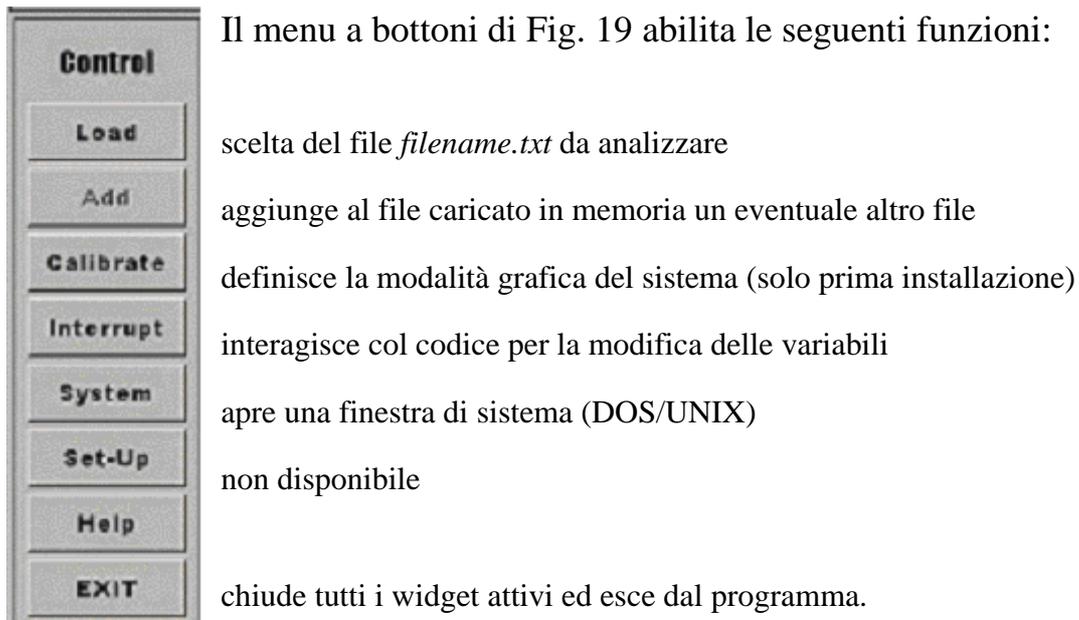


Fig. 19 Sezione Control del SW Cagse.pro.

La selezione *H/Keep* non è attualmente abilitata.

Il bottone *Load* apre una finestra di dialogo che permette di selezionare il file da aprire. I dati vengono letti fino alla fine del file o a blocchi di *n* frames con *n* impostato dall'amministratore.

Al termine della lettura del file il programma visualizza, nella sezione **INFORMATION** (Fig. 20) un dettaglio della misura analizzata:

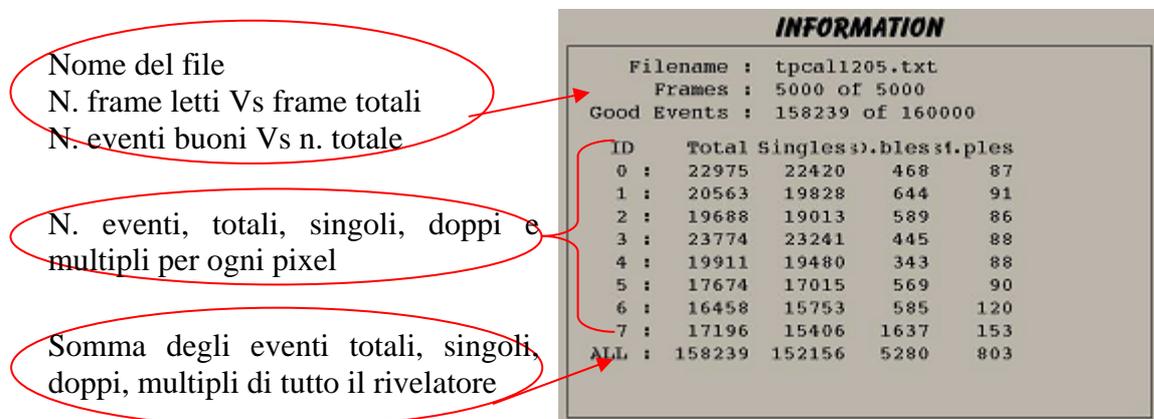


Fig. 20 Sezione Information del SW Cagse.pro.

I ratemeters totali e/o del plastico e/o trasmessi possono essere anche visualizzati inoltre nella sezione **RATES**, in forma di istogramma o in funzione del tempo (default).

E' possibile selezionare sulla finestra grafica un range di eventi, solo nella funzione tempo, che aggiorna i diagrammi SPECTRA e BIPOLARE con il puntatore del mouse.

Il bottone *Fit*, attivo in modo istogramma e con un Rate di un solo tipo applica un fit gaussiano i cui risultati sono visibili nel codice di sviluppo del software.

La sezione **COUNTS** visualizza il n. di conteggi dei pixel in tre diverse rappresentazioni, falsi colori, grafica, assonometria isometrica (è selezionabile anche l'angolo di vista).

Nella sezione **SPECTRA** si può osservare lo spettro integrato, nelle modalità Full e/o Fast dei pixel.

❖ *Nota: Le modalità Full e Fast rendono conto della componente lenta e componente veloce della raccolta di carica nel CdTe, infatti si ricorda che per ogni interazione γ sul rivelatore sono eseguite due tipi di analisi di ampiezze che forniscono informazioni rispettivamente sulla raccolta dell'intera carica elettroni/lacuna e della carica degli elettroni.*



E' possibile abilitare uno o più pixel nel pannello in Fig.21.

La selezione effettuata è attiva nei diagrammi SPECTRA e BIPOLARE.

Fig.21 Selezione pixel.

Il controllo grafico della finestra SPECTRA permette ulteriori selezioni, quali la scelta della scala delle ascisse (lineare o logaritmica) e il tipo di eventi da visualizzare.

L'immagine visualizzata nella sezione **BIPOLAR DIAGRAM** mostra una mappa delle due componenti energetiche nei modi *Direct* e *Ratio*.

Nel modo Direct la mappa è visualizzata con l'asse x corrispondente alla componente Fast e l'asse y alla componente Full.

Nel modo Ratio la mappa rende conto, in ordinata, del rapporto Fast/Full normalizzato a 1024.

Attualmente la versione non prevede la stampa di un file di output finale o un archivio dei risultati.

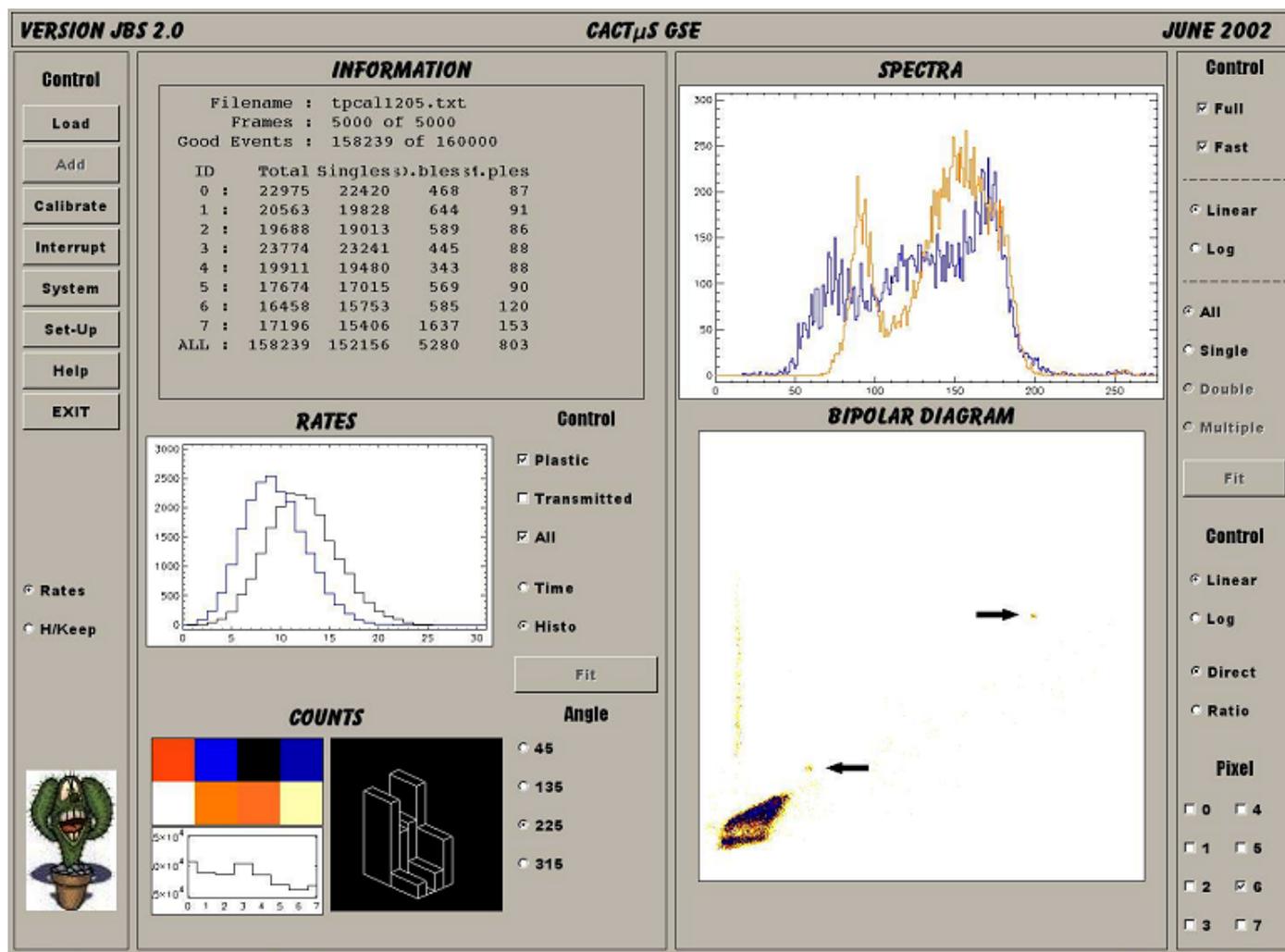


Fig.22 Calibrazione pre-volo con una sorgente di Co^{57} (122 keV).

D Cactus Calibration Plan

Version 1.0 (2nd May 2002)

Attività:

- 1) Verifica del corretto posizionamento dei dati scientifici nel Formato di Telemetria:
D1,D2,D3,D4 (4x8 bit) dati scientifici. Super commutati (2 volte) nello stesso frame.
D5 (8 bit): ratemeters (RM A, RM B, RM A+B, RM PL). Il valore dei singoli contatori viene aggiornato nella stessa parola ciclicamente ogni 4 frame.
Pacchetto da utilizzare: Cactus GSE s/w (LABVIEW + NI DIO 6533)
- 2) Impulsare un canale alla volta per verificare che nei 4 bit più significativi della parola D1 ($2^7, 2^6, 2^5, 2^4$) sia riportato il valore corretto del canale.
Pacchetto da utilizzare: Cactus GSE s/w (LABVIEW + NI DIO 6533)
- 3) Utilizzando l'impulsatore interno della Elettronica di Taiocchi, verificare il guadagno e offset di ogni canale (8 canali). In base ai valori aggiustare i guadagni di ogni canale e quindi verificare il risultato.
Pacchetto da utilizzare: Cactus GSE s/w + Cactus SC (IDL)
- 4) Utilizzando il sistema biparametrico di Taiocchi e sorgenti radioattive di energia diversa si effettua la regolazione della soglia inferiore a livello di elettronica.
- 5) Verifica dei conteggi integrali in telemetria durante le misure con sorgenti radioattive e i test con impulsatore. Per il contatore integrale del plastico (PL) si procede ad impulsare dall'esterno il canale corrispondente.
Pacchetto da utilizzare: Cactus GSE s/w (LABVIEW + NI DIO 6533)
- 6) Accumulazione di spettri ottenuti irradiando il rivelatore con sorgenti radioattive (^{241}Am , ^{57}Co , ^{122}Na o ^{137}Cs) sia collimate su un canale che non collimate su tutti gli otto canali. Con queste misure si procede alla calibrazione in energia del rivelatore e si può effettuare un aggiustamento della soglia minima in energia in particolare per i rivelatori più rumorosi.
Pacchetto da utilizzare: Cactus GSE s/w + Cactus SC (IDL)

Requisiti della Cactus Scientific Console (SC):

- a) Selezione del canale o dei canali
- b) Indicatore del canale o dei canali selezionati
- c) Menu di apertura dei file
- d) Lettura di file ASCII o binari
- e) Decodifica delle parole scientifiche del formato (D1,D2,D3,D4,D5)
- f) Selezione eventi singoli, doppi o multipli.
- g) Accumulazione degli spettri del/dei canale/i selezionati
- h) Visualizzazione degli spettri
- i) Visualizzazione del numero di formati letti
- j) Visualizzazione dei valori dei contatori integrali (ratemeters) accumulati sui formati letti.

Decodifica delle parole scientifiche del formato di Telemetria

Dati Scientifici

I dati scientifici sono composti dalle parole D1,D2,D3,D4 supercommutate (ripetute 2 volte in ogni frame).

D1

7	6	5	4	3	2	1	0
Indirizzo rivelatore (0-7)				0	Overflow Full Energy	MSB valore Full Energy ($2^9, 2^8$)	

D2

7	6	5	4	3	2	1	0
Valore Full Energy (2^7-2^0)							

D3

7	6	5	4	3	2	1	0
Indirizzo rivelatore (0-7) (uguale a D1)				Flag fine evento (1=true)	Overflow Fast Amplitude	MSB valore Fast Amplitude ($2^9, 2^8$)	

D4

7	6	5	4	3	2	1	0
Valore Fast Amplitude (2^7-2^0)							

Ratemeters (contatori digitali)

I contatori digitali sono inseriti una volta a frame. Il significato della parola D5 cambia a secondo del frame su un ciclo di 4 frame. Il valore dei contatori riporta gli integrali accumulati nel tempo di 4 frame ($256 \cdot 8 / (4 \cdot \text{TLM Freq})$ s.); alla frequenza di trasmissione nominale di 8192 bps questo tempo risulta di 62.5 ms)

D5

7	6	5	4	3	2	1	0
Valore (0-255) Contatori digitali Frame 0,4,8,12: Conteggi integrali Plastico Frame 1,5,9,13: Conteggi integrali Plastico (ridondati) Frame 2,6,10,14: Conteggi integrali del rivelatore (A+B) trasmessi Frame 3,7,11,15: Conteggi integrali del rivelatore (A+B) convertiti a bordo							

Housekeeping Analogici

Voltage Monitors

Ci sono 16 canali del formato di telemetria allocati a controlli di tensione. Ogni monitor di tensione è sottocommutato e si presenta una volta per ogni formato nella parola 14 del frame.

Frame	VM N.	TLM Ch.	Description	Monitor Nominal (V)	Conversion Factor FC	Decimal Value (Bi) _{DEC}
0	1	7	Marker (0)	0	0.0196	0
1	2	8	+24 V General	+2.2	10.9	115
2	3	9	+12 V Electronics	+1.1	10.93	56
3	4	10	-12 V Electronics	+2.1	-5.61	109
4	5	11	+5 V Elettronica digitale	+0.54	9.11	28
5	7	12	+12 V HV Detector	+1.3	9.27	66
6	8	13	+12 V keep-alive Relè	+1.82	6.58	93
7	9	14	+8.5 V CSP	+1.48	5.63	77
8	10	15	-8.5 V CSP	+1.49	-5.55	78
9	12	16	Monitor HV Plastic AC	+2.25 (1100 V)	996	64-65
10	13	17	Monitor HV Detector	+0.55 (110 V)	200	28-29
11	14	18	Monitor HV Detector	+0.55 (110 V)	200	28-29
12	6	19	Marker (1)	+1.25	0.0196	63
13	11	20	Marker (2)	+2.5	0.0196	127
14	15	21	Marker (3)	+5	0.0196	255
15	16	22	Marker (3)	+5	0.0196	255

Formula di conversione:

$$\text{Monitored Voltage (V)} = Fc \times (Bi)_{DEC} / 51$$

dove Fc è il fattore di conversione riportato in tabella e (Bi)_{DEC} è il contenuto decimale della corrispondente parola nel formato di telemetria.

Temperature monitors

Ci sono 16 canali del formato di telemetria allocati a controlli di temperatura. Ogni monitor di temperatura è sottocommutato e si presenta una volta per ogni formato nella parola 15 del frame.

Frame	TM N.	TLM Ch.	Description	Monitor Nominal (V)	Conversion Factor Fc	Decimal Value (Bi) _{DEC}	Sensor Type
0	1	23	Marker (0)	0	0.0196	0	
1	2	24	DC-DC (Detector A)	+2.25	0.392	115	TMP-01
2	3	25	DC-DC (Detector B)	+2.25	0.392	115	TMP-01
3	5	26	Detector	+2.13	0.417	108	Pt-100
4	6	27	Detector (redundant)	+2.13	0.417	108	Pt-100
5	8	28	HV Detector	+2.25	0.392	115	TMP-01
6	11	29	Detector environment	+2.25	0.392	115	TMP-01
7	12	30	HV Plastic AC	+2.25	0.392	115	TMP-01
8	4	31	Marker (1)	+1.25	0.0196	63	
9	7	32	Marker (2)	+2.5	0.0196	127	
10	9	33	Marker (0)	0	0.0196	0	
11	10	34	Marker (3)	+5	0.0196	255	
12	13	35	Marker (0)	0	0.0196	0	
13	14	36	Marker (3)	+5	0.0196	255	
14	15	37	Marker (0)	0	0.0196	0	
15	16	38	Marker (3)	+5	0.0196	255	

Per i sensori di tipo TMP-01 si hanno le seguenti caratteristiche:

Range = [-25 °C ÷ +75 °C]

Sensitivity ≅ 50 mV/°C

Formula di conversione:

$$T (°C) = Fc * (Bi)_{DEC} - 25$$

dove Fc è il fattore di conversione riportato in tabella e (Bi)_{DEC} è il contenuto decimale della corrispondente parola nel formato di telemetria.

Per i sensori di tipo Pt-100 si hanno le seguenti caratteristiche:

Range = [-25 °C ÷ +80 °C]

Sensitivity ≅ 47 mV/°C

Formula di conversione:

$$T (°C) = Fc * (Bi)_{DEC} - 25.4$$

dove Fc è il fattore di conversione riportato in tabella e (Bi)_{DEC} è il contenuto decimale della corrispondente parola nel formato di telemetria.

Marker

I valori dei marker servono ad un controllo fine del funzionamento e non sono richiesti nel quick-look dei dati di telemetria.

E Logbook delle misure

misura_cs137(_1_2).txt

N. Formati: (55000/25000) -- Date and Time: 13-May-02 (13:34/14:20)
Test con Cs137

misura_Co57(_1_2).txt

N. Formati: 4000 -- Date and Time: 13-May-02 (14:54/15:04)
Test con Co57 non collimato

Misura_Co57(_3_4).txt

N. Formati: 4000 -- Date and Time: 13-May-02 (15:10/15:17)
Test con Co57 non collimato

misura_Am241(_1_2).txt

N. Formati: (4000/10000) -- Date and Time: 13-May-02 (15:28/15:39)
Test con Am241 non collimato

misura_Co57_Coll.txt

N. Formati: 10000 -- Date and Time: 14-May-02 8:31
Test con Co57 collimato

misura_Am241_Coll.txt

N. Formati: 10000 -- Date and Time: 14-May-02 9:16
Test con Am241 collimato

misura_Cs137_Coll.txt

N. Formati: 10000 -- Date and Time: 14-May-02 10:06
Test con Cs137 collimato

per_reg_soglia.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 07:02
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia2.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 07:35
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia3.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 07:42
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia4.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 07:49
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia5.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 07:57
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia6.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:06
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia7.txt

N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:12
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia8.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:21
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia9.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:26
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia10.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:32
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia11.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:37
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia12.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:44
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia13.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:52
Regolazione soglia E min.

per_reg_soglia14.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 08:57
Regolazione soglia E min. finale.

Meas_Am241_A.txt
N. Formati: 500 -- Date and Time: 15-May-02 09:13
Test con Am241 non collimato

Meas_Co57_B.txt
N. Formati: 1500 -- Date and Time: 15-May-02 09:51
Test con Co57 non collimato

Meas_Na22_B.txt
N. Formati: 5000 -- Date and Time: 15-May-02 10:54
Test con Na22 non collimato

Meas_Cs137_B.txt
N. Formati: 1500 -- Date and Time: 15-May-02 10:54
Test con Cs137 non collimato

durata.txt
N. Formati: 4000 -- Date and Time: 15-May-02 15:45
Misura di fondo

meas_test_AC_on_off(_a/_b/_c/_d).txt
N. Formati: 5500 -- Date and Time: 15-May-02 16:32
Test AC on/off con sorgente (Co57 o Cs137) in diverse posizioni
rispetto al plastico e al rivelatore

sedici_may_Co.txt
N. Formati: 20000 -- Date and Time: 16-May-02 09:20
Test lungo con Co57

test_16th_may.txt
N. Formati: 15500 -- Date and Time: 16-May-02 14:30
Test lungo con Co57

C:\Users\Milena\Misure\AC_TestA.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 21-May-02 08:48:37
Test elettrico AC, Co57, Out Plastico ANA = IN CH A1, altri canali sconnessi, AC "ON", formati 0-500, AC "OFF" formati 500-1000

C:\Users\Milena\Misure\AC_OnOff_test.txt
N. Formati: 8340 -- Date and Time: 22-May-02 13:28:46
AC ON/OFF test, Co 57 non collimata, dovrebbero essere presente anche il calibratore, 4kformati ON, 4kformati OFF

C:\Users\Milena\Misure\AC_On_test.txt
N. Formati: 5002 -- Date and Time: 22-May-02 14:27:46
AC ON/OFF test, Cs137 non collimata di lato, dovrebbero essere presente anche il calibratore, AC on

C:\Users\Milena\Misure\AC_Off_test.txt
N. Formati: 5000 -- Date and Time: 22-May-02 14:49:07
AC ON/OFF test, Cs137 non collimata di lato, dovrebbero essere presente anche il calibratore, AC off

C:\Users\Milena\Misure\post_potting.txt
N. Formati: 1500 -- Date and Time: 27-May-02 08:57:42
test post potting, Cs137 uncollimated, 1500 formati, primi 1kformati con PL On, ultimi 500 formati PL Off

C:\Users\Milena\Misure\End_CsA.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 10:08:11
Test finale con Cs137, sorgente non collimata a distanza centrale a 7 cm, 1kformati

C:\Users\Milena\Misure\End_CsB.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 10:16:50
Test finale con Cs137, sorgente non collimata laterale, 1kformati, Pb wrap IN, 500 formati AC On, 500 formati AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_C057A.txt
N. Formati: 1409 -- Date and Time: 28-May-02 10:24:17
Test finale con Co57, sorgente non in posizione centrale non collimata adistanza cm, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_C057B.txt
N. Formati: 1456 -- Date and Time: 28-May-02 10:31:51
Test finale con Co57, sorgente in posizione laterale non collimata, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_Cs137C.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 10:42:08
Test finale con C137, sorgente in posizione centrale non collimata a 7 cm, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_Am241A.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 10:47:10
Test finale con Am241, sorgente in posizione laterale non collimata, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_Am241B.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 10:52:47
Test finale con Am241, sorgente in posizione centrale non collimata a 7 cm, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_Na22A.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 11:02:25
Test finale con Na22, sorgente in posizione centrale non collimata a
7 cm, 1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off

C:\Users\Milena\Misure\End_Na22B.txt
N. Formati: 1000 -- Date and Time: 28-May-02 11:07:23
Test finale con Na22, sorgente in posizione laterale non collimata,
1kformati, Pb wrap IN, 50% AC On, 50% AC Off