

# INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

---

LNF-87/84(NT)

28 Agosto 1987

M. Lindozzi e E. Guido:

**L' ACQUISIZIONE DEI DATI NELLE MISURE DI FLUSSO NEUTRONI  
NEL TUNNEL DEL GRAN SASSO**

## **L' ACQUISIZIONE DEI DATI NELLE MISURE DI FLUSSO NEUTRONI NEL TUNNEL DEL GRAN SASSO.**

M. Lindozzi e E. Guido  
INFN - Laboratori Nazionali di Frascati, P.O.Box 13, 00044 Frascati (Italy).

### 1.- INTRODUZIONE

L' acquisizione dei dati all' interno dei Laboratori sotterranei del Gran Sasso presenta, in genere, notevoli difficoltà. L' elevato grado di umidità, la tensione di rete sporca e soggetta a notevoli variazioni ed interruzioni, costringono ad un controllo continuo dell' apparato di misura. Le necessità quindi di limitare il piu' possibile la perdita di dati e di semplificare al massimo le operazioni di settaggio iniziali, ci hanno portato alla realizzazione di un sistema di controllo di acquisizione.

### 2.- STRUMENTAZIONE

Strumento base dell' acquisizione nell' esperimento FLUNE é l'analizzatore multicanale (MCA) CATO della Silena, il quale essenzialmente fornisce uno spettro delle ampiezze degli impulsi presenti al suo ingresso. Il range delle tensioni di ingresso è suddiviso in 4096 intervalli di 1mV, a ciascuno dei quali corrisponde un registro della memoria interna. Questo analizzatore è

dotato di una interfaccia seriale fino a 9600 baud, che consente lo scambio di dati e la ricezione di comandi dal controllore. Per controllore è stato usato il microprocessore CANDI 2 dotato della nuova scheda floppy disk controller e relativo sistema operativo, con 2 disk driver da 5.25" con capacità di 600 Kbyte formattati ciascuno. Un modulo orologio-calendario CAMAC con batteria tampone, assicura la conoscenza del tempo reale al controllore. Un terminale, il monitor grafico RGB e la stampante grafica completano il sistema di acquisizione. Il tutto è alimentato tramite un gruppo di continuità che, in mancanza di rete, può sopperire fino ad 1 ora. Lo stato di carica delle batterie è controllato costantemente, tramite un circuito comparatore, dal microcomputer il quale, prima di raggiungere il livello di scarica, provvede tramite una routine di interrupt, a salvare i dati.

### 3. - LE ROUTINE DI BASE

La programmazione delle funzioni dell' MCA e l' acquisizione dei dati comportano la soluzione di due problemi: la gestione dello handshaking tra MCA e controllore, e la codifica/decodifica di dati e comandi. Il primo implica sia la considerazione di temporizzazioni che tengano conto delle necessità dell' analizzatore sia la corretta programmazione dei dispositivi di interfaccia. Il secondo coinvolge le caratteristiche strutturali dell' interscambio (struttura dei comandi, lunghezza, ordine e codice dei dati) e problematiche legate alla memorizzazione dei dati nella memoria del controllore. Sia in un caso che nell' altro esiste la necessità di eseguire elaborazioni in tempi brevi. In particolare sarà necessario che l' handshaking avvenga nei brevi tempi che sono a disposizione, e la codifica/decodifica dei dati dovrà essere rapida a causa della quantità dei dati stessi. Questi requisiti temporali, insieme alla necessaria flessibilità nella interazione con l' hardware di interfaccia, ci hanno indotto a scegliere l' uso del linguaggio assemblativo per la realizzazione delle procedure che svolgono queste funzioni di base. Si è provveduto innanzitutto a scrivere tre primitive che si occupassero del livello fisico dello handshaking:

TRAN: invia un byte all' MCA

RECIV: legge un byte inviato dall' MCA

SETUART: predispose il dispositivo di I/O seriale.

Queste sono usate dagli altri programmi che completano l' insieme delle routine di base. La TRAN e la RECIV sono dotate di opportuni controlli che permettono di evitare attese indefinite nel caso di malfunzionamento o errata predisposizione dell' analizzatore. I comandi da inviare alla MCA hanno la seguente struttura:

@ <LC> <COD> [<PAR>]

dove: <LC>=lunghezza complessiva del comando, intesa come numero di byte che lo compongono.

<COD>=codice che identifica il comando.

<PAR>=parametro che specifica l'azione del comando.

La routine COMM si occupa dell'invio dei comandi e richiede l'indirizzo della stringa composta dal codice e i parametri. I dati dei 4096 canali dell'MCA sono inviati e ricevuti come sequenza di 4096 gruppi di 6 caratteri ASCII ciascuno. I caratteri dell'i-esimo gruppo sono la rappresentazione decimale (il digit più significativo è il primo) del conteggio relativo dell'i-esimo canale. Questa rappresentazione dei dati è troppo ingombrante (6x4096= 24 Kbyte) e lascia poco spazio per i programmi che devono poi elaborarli, inoltre la codifica ASCII è comoda per visualizzare il numero dei conteggi ma è scomoda se, come nel nostro caso, occorre effettuare operazioni aritmetiche (somma, differenza, integrali, valori medi). Si è scelto di memorizzare i dati sotto forma di numeri binari. In questo modo ogni dato occupa solo 3 byte, con una occupazione complessiva di soli 12 Kbyte, e le successive operazioni risultano semplificate.

L'aver dimezzato l'occupazione di memoria di uno spettro permette anche di raddoppiare il numero degli spettri memorizzabili sul disco, il che implica minore necessità di intervento nelle misure automatiche a lungo periodo. La conversione da ASCII in binario è effettuata sommando ogni nuovo valore inviato dall'MCA al precedente risultato moltiplicato per 10, mentre la conversione opposta è realizzata per scansione dei bit e somma decimale dei valori contenuti in una tavola delle potenze di 2. Le operazioni di trasferimento e conversione dei dati sono effettuate dalle seguenti routines:

COLL: legge un blocco di dati (data collection) dell'MCA, lo converte in binario e lo memorizza in pagina 1

UNPACK: invia all'MCA i dati contenuti in memoria (pagina 1) dopo averli riconvertiti da binario in ASCII.

L'insieme di queste routine di base si occupa quindi di tutte quelle operazioni che sono critiche oppure hanno necessità di efficienza, come la conversione ASCII-binario e viceversa.

#### 4. - LA PARTE INTERATTIVA

Il sistema di acquisizione (analizzatore multicanale e controllore di acquisizione) deve avere, per quel che riguarda il livello più alto, due caratteristiche principali:

1) Una gestione interattiva delle operazioni, che raggiunga il duplice scopo di essere semplice di uso per un utente non esperto e di essere "a prova di errore", nel senso che deve rifiutarsi di

eseguire sequenze di comandi errate che creerebbero perdita di dati.

2) La possibilità di essere predisposto in modo da eseguire sequenze cicliche di misure su lunghi periodi di tempo, con nessun intervento da parte dell'operatore e tenendo una traccia del lavoro svolto. Il primo obiettivo è stato raggiunto realizzando un programma che fa' uso esteso di:

- 1) Menù gerarchicamente organizzati.
- 2) Controlli di validità dell'input.
- 3) Conferma visiva all'utente delle scelte effettuate.
- 4) Coerenza grafica e funzionale.
- 5) Variabili di stato, in base alle quali è possibile decidere della liceità di un comando. La periodicità dei cicli automatici ottenuto con l'uso di un real-time clock quarzato. La traccia del lavoro svolto è costituita da un file indice sul quale sono indicate, per ciascuna delle misure presenti sul disco, data e ora del termine e durata del periodo di acquisizione.

Tale file indice è usato dal sistema per riprendere il lavoro di acquisizione (ad esempio mancanza della tensione di rete), dal punto in cui era arrivato, ed evitare così incongruenze e perdita di dati. Questa parte interattiva è stata scritta in un linguaggio ad alto livello (il BASIC residente su CANDI 2) essenzialmente per i seguenti motivi:

- 1) Non è necessaria una grande velocità di risposta del sistema: è sufficiente rimanere nell'ordine di grandezza delle reazioni umane.
- 2) Il Basic residente consente di effettuare modifiche "in loco", dove non è disponibile il cros-assemblatore del VAX.
- 3) La gestione dello schermo e dell'input da tastiera è molto più semplice.

## 5. - FUNZIONI SVOLTE

Il menù principale permette di scegliere 3 funzioni principali:

- A) SETUP CATO MCA
- B) DATA ACQUISITION
- C) GRAPHIC

La prima opzione (SETUP MCA) permette di predisporre tutte le funzioni e le costanti che caratterizzano l'analizzatore. Di ciascun parametro viene presentato il valore di default (memorizzato in un opportuno file), valore che può essere cambiato e registrato permanentemente mediante un'ulteriore scelta. Ogni costante di funzionamento dell'MCA può essere temporaneamente cambiata, e a tale scopo vengono presentati tutti e solo i valori possibili. A scelta

effettuata, vengono inviati all' MCA i comandi di predisposizione. La seconda opzione del menù principale (DATA ACQUISITION) consente di effettuare l' acquisizione vera e propria. Le possibili operazioni sono:

- A) Partenza acquisizione
- B) Fine acquisizione
- C) Azzeramento memoria MCA
- D) Preselezione del tempo di misura
- E) Scrittura su disco della misura acquisita
- F) Ciclo automatico di acquisizione
- G) Visione del file che contiene l' indice delle misure effettuate
- H) Caricamento di uno spettro nella memoria dell' MCA. Le sequenze di operazioni errate (per es. il comando di fine acquisizione che non é stato preceduto da un comando di partenza) sono segnalate come errore e non vengono eseguite.

Quando una misura viene salvata su disco, viene aggiornato il file indice sul disco stesso e inviato all' MCA il comando di salvataggio sulla memoria a cassette incorporata. Questa duplicazione dei dati (disco e cassetta) ha per scopo quello di aumentare la sicurezza di non perdere, per un motivo qualunque, una o più misure che possono corrispondere anche a diversi giorni di acquisizione. Il ciclo automatico di acquisizione permette di evitare anche per molti giorni, di dover eseguire manualmente le operazioni. I vantaggi sono numerosi e facilmente intuibili:

- 1) Maggiore precisione nella definizione del periodo di acquisizione, in quanto il real-time clock permette di definirlo con una risoluzione di 1/25 di secondo.
- 2) Garanzia di non commettere errori nelle operazioni di setup, start, stop, ecc.
- 3) L' apparato di misura può essere controllato anche da personale non specializzato.
- 4) Lunga autonomia del sistema.

L' inizializzazione del ciclo automatico richiede solo di indicare il periodo in ore e minuti, e se si desidera terminare la misura in corso o aggiungerla al primo dei cicli automatici. La terza opzione del menù principale (GRAPHIC), consente di fare l' istogramma delle misure effettuate. Ciò é estremamente utile per poter osservare l' eventuale picco di neutroni e stabilire che l'apparato di misura funzioni regolarmente. E' anche possibile fare una copia a colori su carta dello istogramma. Ferma restando la rappresentazione lungo l' asse x di tutti i 4096 canali, é possibile scegliere la larghezza delle barre (livello di integrazione) e la scala sull' asse y. Sulla hard-copy é possibile inserire eventuali commenti come documentazione del grafico.