

LNF - 68/71
28 Novembre 1968

F. Pandarese e M. Spinetti:
UN SISTEMA DI ANALISI MULTIDIMENSIONALE. -

LNF - 68/71

Nota interna: n. 420
28 Novembre 1968

F. Pandarese e M. Spinetti: UN SISTEMA DI ANALISI MULTIDIMENSIONALE. -

I. - CONSIDERAZIONI GENERALI. -

Uno dei maggiori problemi nell'acquisizione dei dati con un sistema digitale è quello di riuscire ad utilizzare appieno lo spazio di memoria con sacrifici limitati nel tempo medio di accettazione dei dati.

Nella spettrometria nucleare, come è ben noto, questo problema assume particolare importanza in quegli esperimenti ove occorra effettuare misure utilizzando spettri a più dimensioni. In questo caso, anche limitandosi a risoluzioni piuttosto modeste, si ha necessità di un numero di canali che largamente supera le dimensioni di memoria di un analizzatore multicanale di tipo tradizionale.

Per risolvere tali problemi si ricorre all'impiego di sistemi di analisi, quale quello che sarà descritto appresso (v. § II), facenti uso di calcolatori in linea. Anche in questo caso le dimensioni della memoria sono comparabili a quelle dei multicanali. Però la maggiore flessibilità del calcolatore permette un migliore impiego delle memorie a disposizione.

Caratterizzare quantitativamente questa flessibilità è piuttosto difficile. Per darne una idea, seppure solo approssimativa, ci si limiterà a due esempi che si riferiscono a due casi limite complementari: spettri con picchi marcati ed occupanti una zona ristretta

2.

ta rispetto al campo di analisi e spettri essenzialmente piatti con basso contenuto di eventi per canale.

Per il primo tipo di spettro si impiega il metodo dell'analisi associativa che, pur essendo di validità del tutto generale, è particolarmente vantaggioso in questo caso. In questo metodo⁽¹⁾ le parole del calcolatore vengono occupate da gruppi di bits (descrittori) che descrivono ciascun evento nell'ordine (casuale) in cui si presenta. Associato a ciascuno di questi descrittori vi sono una o più parole di memoria che memorizzano il numero di volte che lo evento si è presentato. Allorchè un evento si verifica, il suo descrittore viene paragonato con tutti i descrittori già memorizzati. Se un evento dello stesso tipo è stato già in precedenza ricevuto, si aumenta il contenuto della parola di conteggio associata a quel descrittore. Se l'evento invece non si è verificato in precedenza, il suo descrittore viene memorizzato. L'operazione di accertare se il tipo di evento si è già presentato oppure no, richiede programmi piuttosto complessi e di conseguenza la velocità media di acquisizione degli eventi non può, nei casi più favorevoli, superare $\sim 10^4$ eventi/sec. L'efficienza di programmazione^(x) può variare dal 50% al 80% circa⁽²⁾.

L'altro tipo di impiego, con caratteristiche ed aspetti complementari a quelle dell'esempio precedente, verrà descritta in dettaglio nei paragrafi che seguono con riferimento all'esperimento di fotoproduzione di η .

Infatti poichè l'esperimento è a bassa velocità di conteggio il numero di canali effettivamente utilizzati è $\sim 5-10\%$ del totale, con contenuto medio di ciascuno di essi che differisce di poco dall'unità (~ 1.05).

In queste condizioni è risultato più conveniente adottare un criterio di memorizzazione progressiva dei descrittori degli eventi nell'ordine con cui si presentano, anche nel caso in cui lo stesso descrittore sia stato precedentemente memorizzato.

II. - DESCRIZIONE DEL SISTEMA. -

Lo schema a blocchi del sistema è riportato in fig. 1. Esso è costituito da 4 convertitori analogici-digitali (Laben VF 961) da 128 canali che digitalizzano ampiezze d'impulso e da un circuito ausiliario per la lettura di 4 bits di informazione binaria.

Le uscite di ciascun convertitore (7 bits + 1 bit di sovrappiù) sono inviate ad un'unità di adattamento elettrico dei livelli

(x) - Per efficienza di programmazione si intende il rapporto fra lo spazio di memoria occupato dai dati e quello totale disponibile nel calcolatore.

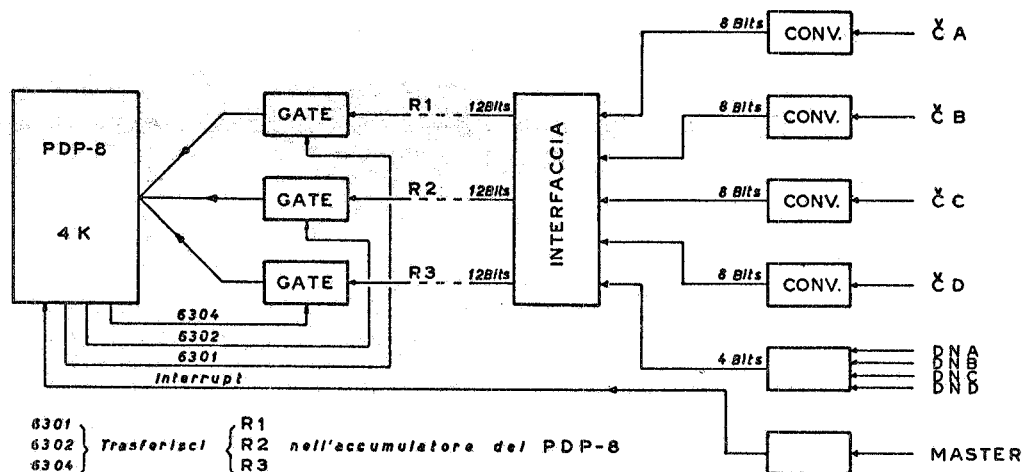


FIG. 1 - Schema a blocchi del sistema di analisi

logici. Quest'ultima unità, è collegata a 3 gruppi di gates (all'interno del calcolatore) tramite un cavo telefonico della lunghezza di ~ 250 m^(x). I 3 gruppi di gates vengono aperti a comando dal calcolatore mediante 3 ordini distinti (v. fig. 1), per il trasferimento dei dati all'interno del calcolatore stesso. Lungo lo stesso cavo viene inviato un segnale di "interrupt" che serve al calcolatore per iniziare una sequenza di trasferimento di dati.

Nella fig. 2 è riportata la corrispondenza tra i bits dei 4 convertitori ed i bits dei 3 gruppi trasferiti al calcolatore.

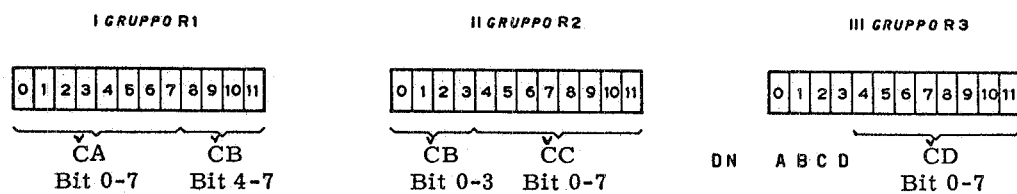


FIG. 2 - Allocazione dei bits di informazione

I tempi caratteristici di questi trasferimenti sono :

- 2 μ sec : inizio conversione analogico-digitale;
- 50 μ sec : fine conversione analogico-digitale e presenza dei livelli logici al circuito di interfaccia;
- 16 msec : presenza dei livelli logici all'ingresso del calcolatore e trasferimento all'interno del calcolatore dei li-

(x) - Tale cavo si è reso necessario data l'ubicazione in due edifici diversi del calcolatore e dell'elettronica dell'esperimento.

4.

velli stessi;
200 μ sec : elaborazione e memorizzazione dei dati.

Da questi tempi si desume che la parte più cospicua del ritardo è originata dai tempi caratteristici del cavo dovuti alle forti capacità distribuite tra i fili del cavo stesso.

La massima velocità di acquisizione del sistema risulta quindi di circa 50 eventi/sec.

Nel caso in cui fosse possibile l'eliminazione del cavo la velocità di acquisizione potrebbe essere spinta ad un valore compreso fra 1 e 10 Kcicli/sec a secondo del tipo di elaborazione necessaria per ciascun evento.

III. - DESCRIZIONE DELL'UTILIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ANALISI NELL'ESPERIMENTO DI FOTOPRODUZIONE DI η SU NUCLEI. -

L'esperimento che utilizza il sistema si propone la misura della sezione d'urto di fotoproduzione di η su idrogeno e su alcuni nuclei complessi⁽³⁾.

Per questa misura si utilizzano 2 contatori di Cerenkov (con piccola apertura angolare, ~ 12 msterad) in coincidenza e opportunamente disposti rispetto al fascio incidente di γ . Questi contatori selezionano e misurano l'energia dei 2 fotoni del decadimento $\gamma\gamma$ dell' η . Ciascun evento si presenta quindi come un punto in una ben determinabile zona del piano sui cui assi vengono riportate le energie dei 2 fotoni di tale decadimento.

Queste energie vengono misurate analizzando l'ampiezza di impulso dei Cerenkov mediante convertitori analogico-digitali.

In pratica nell'esperimento i Cerenkov sono 4 (contrassegnati con A, B, C, D); ciò allo scopo di ottenere una velocità di conteggio doppia ed inoltre un mutuo controllo fra le due coppie (AB e CD) di contatori in coincidenza. Si rende pertanto necessaria la raccolta contemporanea di dati relativi a due spettri bidimensionali (AB e CD).

Un possibile evento da analizzare viene segnalato al calcolatore a mezzo di un segnale di "interrupt" generato da una coincidenza (Master) quando in almeno 2 dei 4 Cerenkov vengono rivelati dei fotoni.

Altre 4 coincidenze (DNA, DNB, DNC, DND) hanno lo scopo di segnalare al calcolatore, per mezzo di circuiti ausiliari, quale dei 4 Cerenkov è stato attivato.

Sulla base di questa informazione, il calcolatore, a mezzo del programma di misura, effettua la selezione e classifica dei dati utili.

Poichè è essenziale ai fini dell'analisi dei risultati conoscere la relazione canali-energia per tutte e 4 le catene d'analisi, ciascuno dei 4 Cerenkov viene periodicamente sottoposto a misure di calibrazione.

Tali misure vengono effettuate mediante elettroni monocromatici di energia nota, selezionati per mezzo di uno spettrometro a coppie. Per una fissata energia E_0 degli elettroni, si determina la posizione del massimo dello spettro monodimensionale di forma gaussiana che si ottiene a causa della risoluzione finita in energia dei Cerenkov. Si ha così, al variare di E_0 , una "curva di calibrazione" per ciascun contatore.

Durante la taratura il sistema si comporta essenzialmente come 4 analizzatori da 128 canali ma ha una maggiore flessibilità poichè gli eventi provenienti dai 4 convertitori possono essere accumulati a scelta su 8 diverse zone di memoria. Le uscite sono costituite da spettri stampati o in forma numerica o in forma di istogramma. Tali operazioni vengono effettuate dal programma di taratura.

IV. - PROGRAMMA DI MISURA. -

Questo programma consta essenzialmente di 3 parti: una, il cui schema a blocchi è riportato in fig. 3, che controlla l'accettazione e selezione dei dati; un'altra, riportata in fig. 4, per la stampa degli spettri bidimensionali relativi alla coppia di contatori interessante; una terza parte, infine, che sovrintende alla decodifica degli ordini da macchina da scrivere e ad altre operazioni di servizio. Le operazioni effettuate dalla prima parte (v. fig. 3) del programma sono le seguenti:

- a) lettura delle coincidenze DN e accettazione dei soli eventi caratterizzati da una coincidenza del tipo AB o CD;
- b) lettura del contenuto binario del rispettivo convertitore, con controllo del sovrafflusso;
- c) rigetto degli eventi la cui energia non supera una soglia prefissabile;
- d) memorizzazione dell'evento su una tavola. Il contenuto massimo di questa tavola è di ~ 1600 eventi corrispondenti a 4 ore di misura continuata alla massima velocità di conteggio.

Nella seconda parte del programma (v. fig. 4), in sequenza ordinata vengono generati tutti i possibili descrittori a partire dalle soglie minime predisposte nella acquisizione dei dati. Ciascun descrittore viene confrontato con tutti quelli memorizzati e se nella memoria vengono trovati uno o più descrittori uguali, esso vien stampato assieme al numero di volte in cui si è presentato.

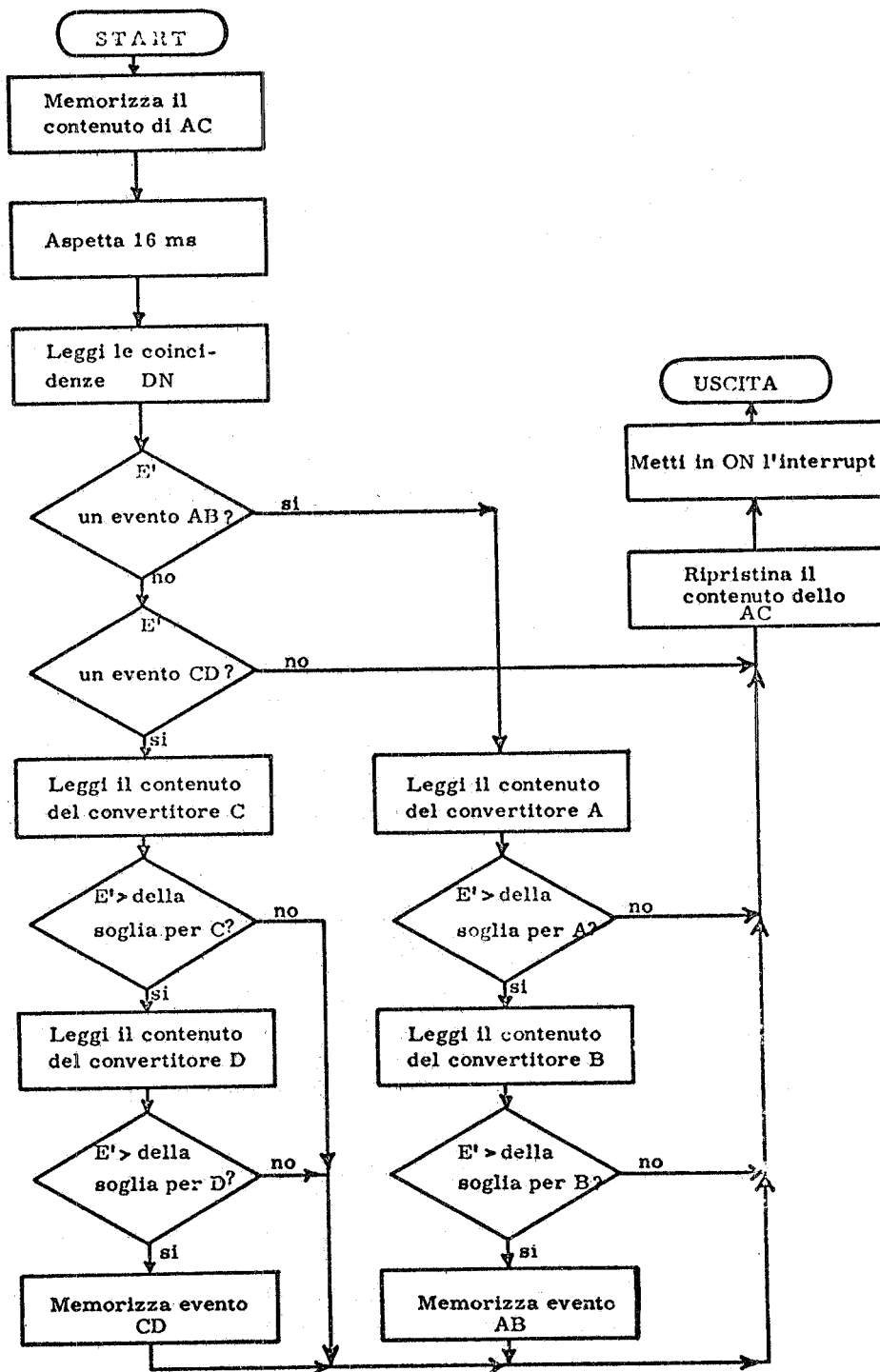


FIG. 3 - Schema a blocchi del programma di accettazione e selezione dati di misure.

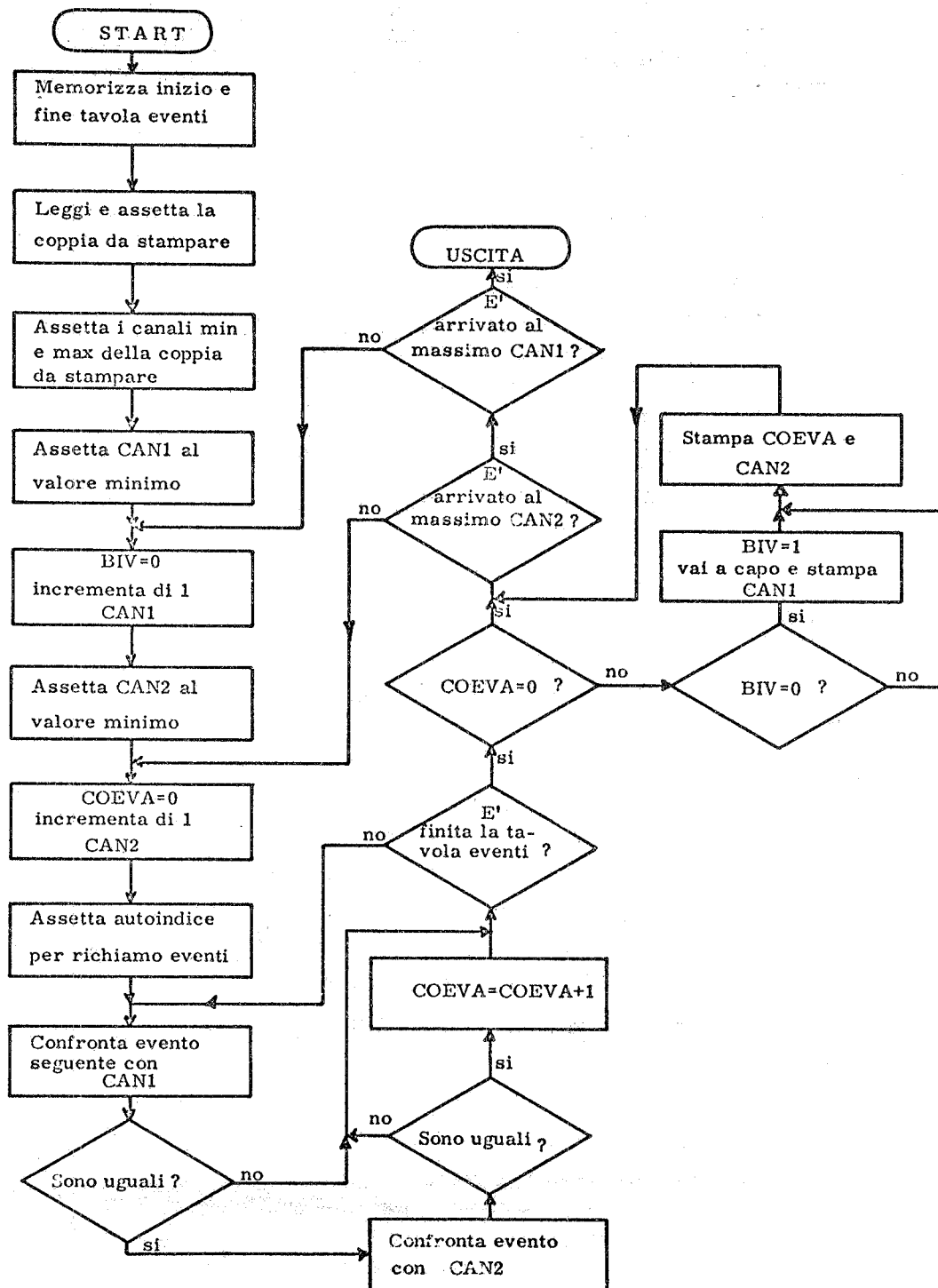


FIG. 4 - Schema a blocchi del programma di stampa spettri bidimensionali.

8.

Se non vi è in memoria alcun evento di quel tipo, non vien stampato nulla. Questa forma di stampa, è stata preferita a quella di grafico bidimensionale, in quanto oltre ad abbreviare il tempo di stampa, mette i dati nella forma più adatta alle successive elaborazioni.

I comandi da macchina da scrivere a disposizione dell'utente sono i seguenti :

M = inizio raccolta eventi con azzeramento della tavola e venti;
H = fine raccolta dati;
SAB, SCD = stampa spettro bidimensionale relativo alle coppie, rispettivamente, AB e CD;
P = pausa alle operazioni in corso;
C = continua le operazioni interrotte da P;
/ = scrittura di commenti vari.

L'efficienza di programmazione è, in questo caso, dell'88 %.

V. - PROGRAMMA DI TARATURA. -

Le operazioni effettuate da questo programma sono le seguenti :

a) Acquisizione, selezione e classifica su 128 canali dei dati provenienti da uno qualunque dei convertitori o, a scelta, da tutti e 4 contemporaneamente con accumulo su 4 zone distinte di memoria. Il relativo schema a blocchi è riportato in fig. 5.

b) Stampa del contenuto di una zona di memoria sotto forma numerica o di istogramma (v. fig. 6). Le zone di memoria a disposizione per la memorizzazione dei vari spettri sono 8.

I comandi da macchina da scrivere per il controllo delle operazioni sono i seguenti :

R(A, B, C, D) = preselezione del convertitore da leggere;
RF = preselezione per gli spettri dai 4 convertitori, contemporaneamente;
Mi = inizio accettazione dati e memorizzazione sull'i-sima zona;
MZi = come Mi ma con azzeramento della zona i-sima;
H = Halt alla accettazione dati;
Zi = azzeramento della zona i-sima;
Si = stampa in forma numerica del contenuto della i-sima zona;
Ii = istogramma del contenuto della i-sima zona;
Tij = trasferimento di uno spettro dalla zona i-sima a quella j-sima;

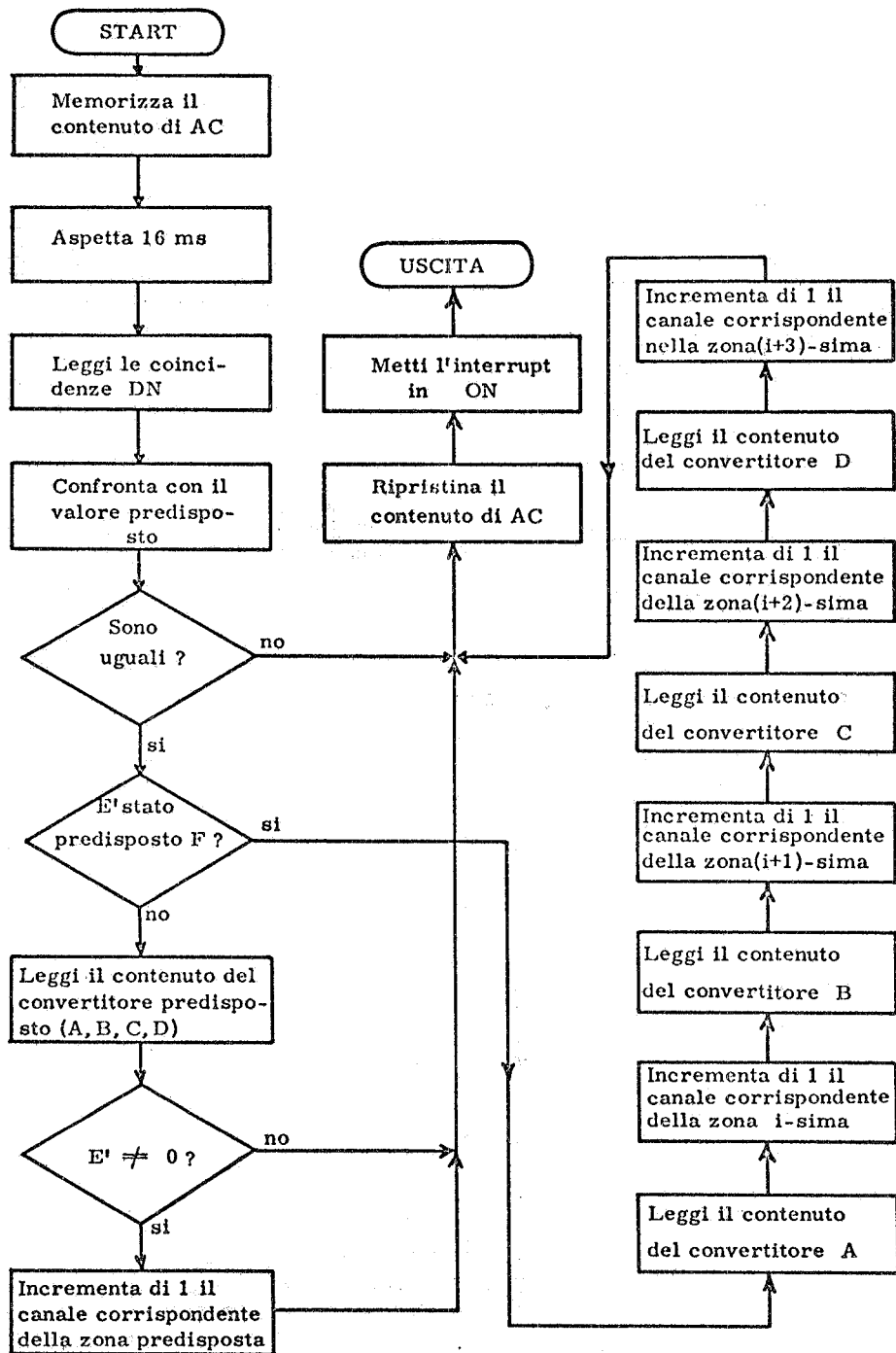


FIG. 5 - Schema a blocchi del programma di taratura.

P = pausa delle operazioni in corso;
 Ci = continua l'operazione precedente;
 / = scrittura di commenti.
 P = pausa delle operazioni in corso;
 Ci = continua l'operazione precedente;
 = scrittura di commenti.

RINGRAZIAMENTI. -

Gli autori desiderano ringraziare i componenti del Gruppo Frascati ² per la collaborazione prestata.

Gli autori desiderano ringraziare i componenti del Gruppo Frascati ² per la collaborazione prestata.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - B. Soucek, IEEE Trans. 13, n. 3, 571 (1966).
- (2) - G. C. Best, IEEE Trans. 13, n. 3, 566 (1966).
- (3) - C. Bacci, C. Baldini-Celio, C. Mencuccini, A. Reale, M. Spinetti and A. Zallo, Phys. Rev. Letters 20, 571 (1968).