

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Padova

INFN/TC-86/9
12 Maggio 1986

G. Pitacco:

16 DISCRIMINATOR AND 16 STROBED COINCIDENCE ECL

Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati

INFN/TC-86/9
12 Maggio 1986

16 DISCRIMINATOR AND 16 STROBED COINCIDENCE ECL
Giorgio Pitacco
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Padova

ABSTRACT

Le particolari esigenze del read-out hanno imposto la progettazione e la costruzione di discriminatori e coincidenze in cui venissero privilegiate le caratteristiche di compattezza ed economia pur non sacrificando oltre misura la versatilità di impiego. Le caratteristiche elettriche dei circuiti infatti, pur essendo condizionate dalla loro particolare destinazione, non ne precludono un utilizzo più generale.

Nel paragrafo 1) è previsto il sistema di read-out;

2) le caratteristiche richieste ai circuiti e le prestazioni ottenute;

3) i dettagli di progettazione.

Tutto il sistema è in funzione da due anni in modo soddisfacente.

1. - DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA

In una MWPC è possibile misurare con grande precisione la coordinata parallela ai fili sense prelevando i segnali in carica indotti sui catodi segmentati in strisce indipendenti, perpendicolari ai fili e di larghezza circa uguale alla gap della camera.

Una tipica distribuzione della carica indotta sulle strisce dal passaggio di una particella ionizzante è mostrato in fig. 1.

La coordinata è ricostruita valutando il baricentro della carica indotta sulle diverse strisce.

Questo tipo di lettura richiede la conversione AD del segnale indotto

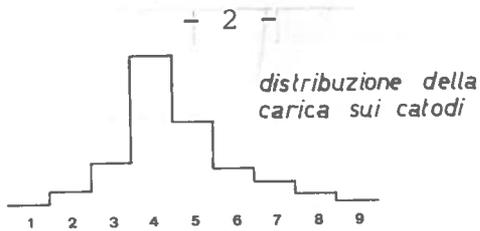


fig. 1

su ogni striscia. Nell'esperimento APPLE il rivelatore centrale è costituito da un sistema di 4 camere concentriche con lettura catodica per un totale di 2560 canali.

L'elettronica di lettura è suddivisa in 160 gruppi di 16 canali contigui; la conversione AD del contenuto di ogni gruppo è eseguita serialmente da un flash ADC a 6 bits dopo un Sample & Hold parallelo. Il S&H è comandato da un segnale "somma" dei 16 canali di ingresso e può essere consentito in presenza di uno "strobe" più generale proveniente dalla logica veloce dell'apparato. (fig. 2)

In presenza di un S&H, il tempo che intercorre tra il passaggio della particella ionizzante e la fine della conversione AD di tutti i canali è di circa 1,4 μ sec.

Il sistema nonostante i soli 6 bit consente una risoluzione di 200 μ m

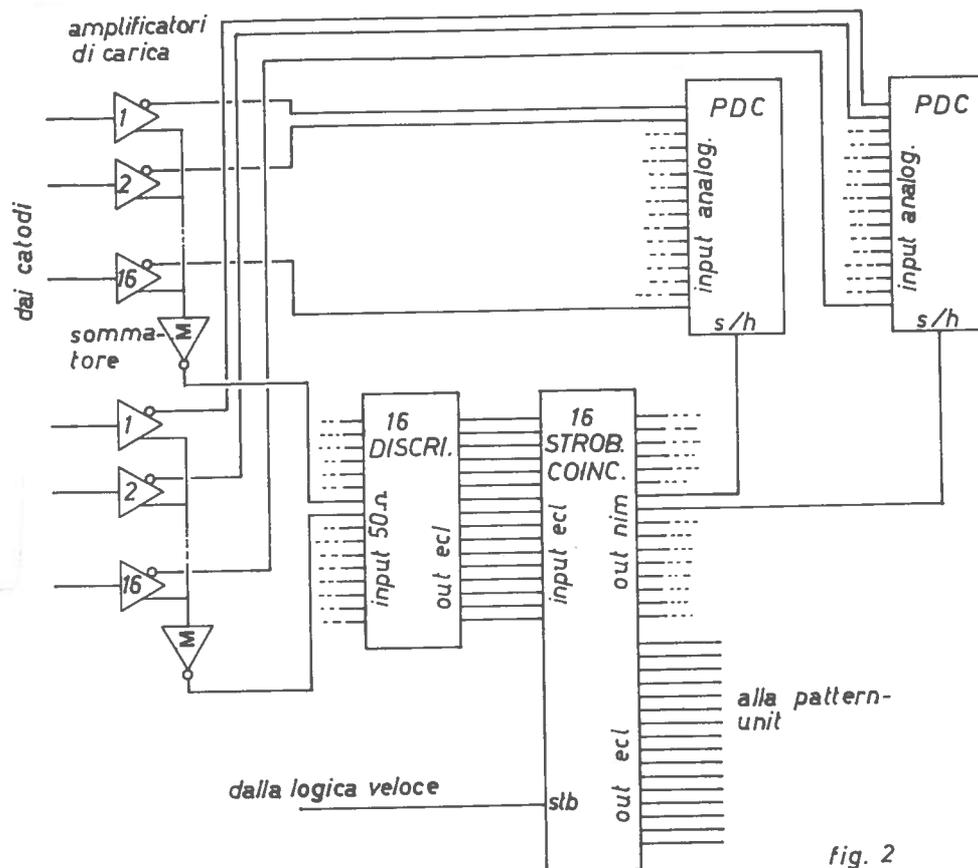


fig. 2

nella coordinata parallela ai fili sense.

La struttura del read-out è stata determinata da 3 esigenze:

- i) la possibilità di essere usato sia con camere proporzionali che a deriva;
- ii) la necessità di rendere minimo il numero di parole per evento;
- iii) sopportare l'elevatissima rate prevista per l'esperimento: fino a 100KHz continui per gruppo di 16 strips (10^6 annichilazioni $\bar{p}p$ al secondo).

Il modulo di conversione AD è descritto in dettaglio altrove (NIM 223 (1984) pag. 113-121) qui vengono presentati il discriminatore e la coincidenza.

Nelle condizioni sperimentali il segnale in uscita dell'amplificatore di carica (Alcatel, sensibilità 160 mV/pC progettato da J.C.Santiard) raggiunge il valore di picco in circa 80 ns. Il "flat-top" (tempo in cui il segnale è compreso entro il 2% del valore di picco) è risultato di soli 30 nsec. Esso è più breve del jitter intrinseco della camera (60 nsec) e di quello tra il sistema di camere del rivelatore e il trigger di logica veloce (≈ 80 nsec).

Una misura sufficientemente accurata del valore di picco del segnale richiede quindi che l'istante in cui viene inviato il comando di S&H sia controllato dal segnale stesso. Questo è stato possibile usando il segnale di somma dei gruppi di 16 canali ed ha portato alla decisione di costruire 160 canali di discriminazione e coincidenze cui venivano chieste soprattutto compattezza ed economicità.

2. - CARATTERISTICHE GENERALI

Discriminatori e coincidenze sono montati in cassette NIM di una unità: ogni cassetto contiene 32 canali di discriminazione o coincidenza oppure 16 canali di discriminazione e 16 di coincidenza. L'uscita dei discriminatori e l'ingresso delle coincidenze seguono lo standard ECL.

Ogni canale di discriminazione ha una uscita ECL di larghezza fissa: per maggiore flessibilità d'uso, la soglia non è comune a tutti i 32 ingressi ma ha due comandi separati su 2 gruppi di 16 canali.

Ogni canale di coincidenza, con ingresso ECL, ha invece due uscite di durata regolabile (con due comandi separati su gruppi di 16 canali) tra 80 e 250 nsec. Una uscita (NIM) va a comandare il S&H, l'altra (ECL) è disponibile per pattern recognition.

L'ingresso ai moduli di discriminazione e le uscite NIM delle coincidenze avvengono per gruppi di 16 canali su connettori AMP. L'uscita dai discriminatori e l'ingresso alla coincidenza è su connettori Ansley su twisted pairs, fig. 4. Questo per ragioni di ingombro ed economia. Per controllo e calibrazione, i discriminatori hanno due ingressi LEMO-00 in cui è

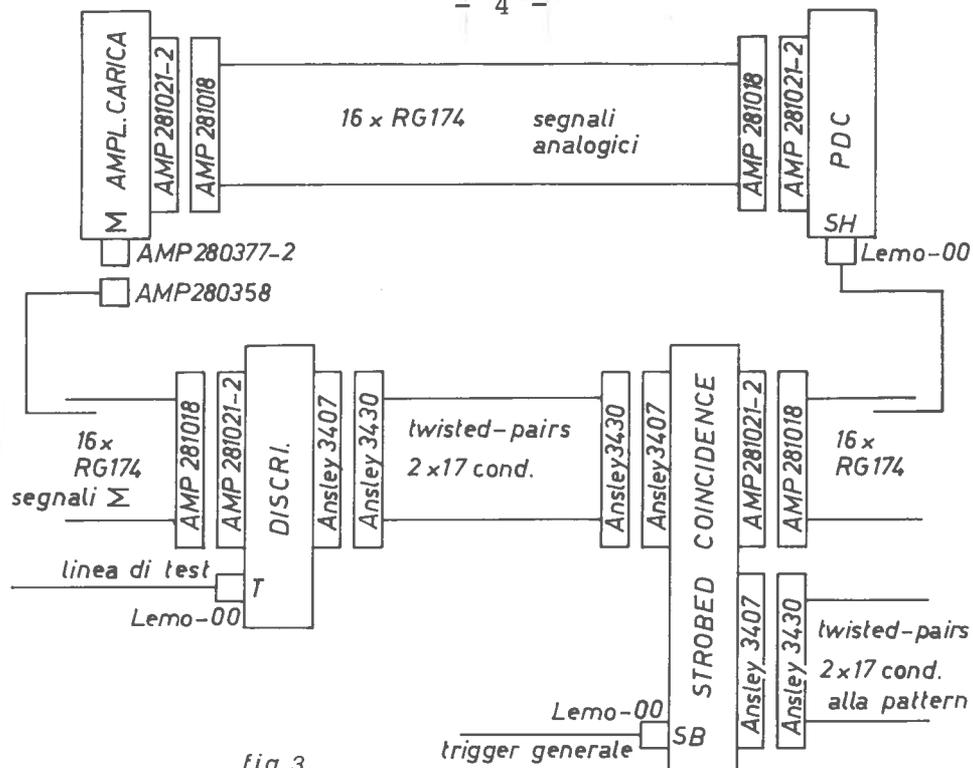


fig.3

possibile iniettare un segnale che si presenta contemporaneamente su tutte le uscite.

PRESTAZIONI

La precisione della misura dipende dalla corretta temporizzazione del segnale di Hold; questo coincide con la risalita del segnale di larghezza opportuna, generato dai canali di coincidenza in presenza di un segnale proveniente dal relativo discriminatore e dall'abilitazione della logica veloce, fig. 4.

Con riferimento alla fig. 4 è chiaro che le cause di incertezza sono: a) incertezza sul segnale del discriminatore dovuta a effetti di soglia; b) tempi di propagazione diversa all'interno del discriminatore in funzione della dinamica del segnale di ingresso e tra i vari canali a parità

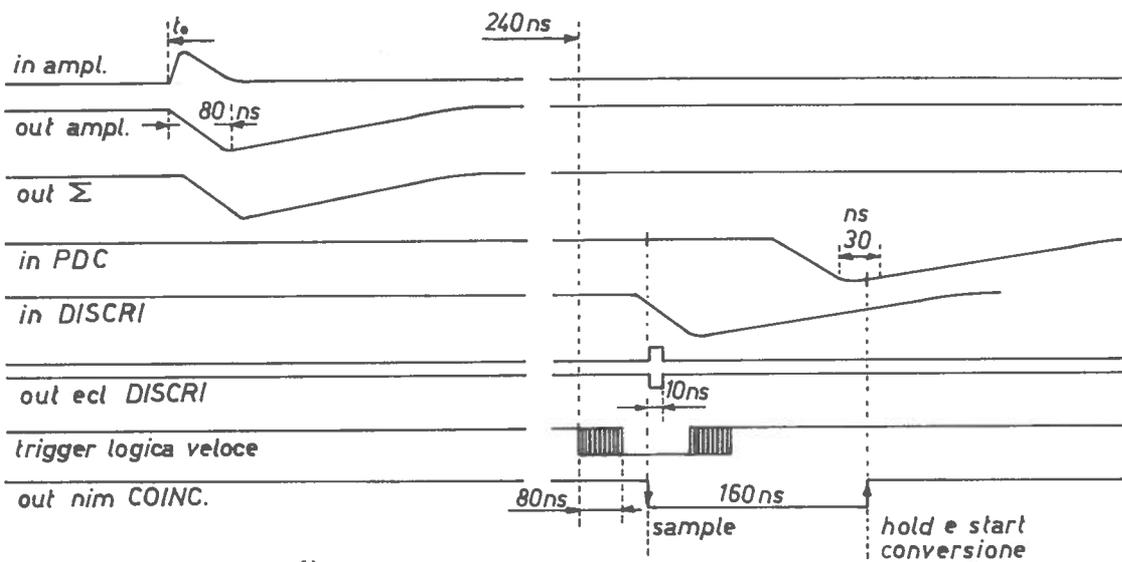


fig.4

di altre condizioni;

c) la durata nei segnali d'uscita e la dispersione tra i vari canali nei moduli di coincidenza fig. 5.

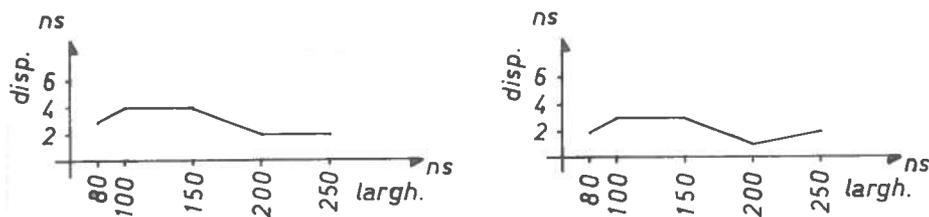


fig. 5

La causa a) dipende solo dal tempo di salita e dalla dinamica dei segnali provenienti dai preamplificatori; b) e c) dipendono dalla circuizione interna dei due moduli.

L'effetto a) è stato valutato provocare una incertezza di ± 10 nsec con una soglia di discriminazione pari a $1/4$ del valore medio del segnale d'ingresso (situazione corrispondente a una efficienza del 98%).

I circuiti sono stati realizzati in modo da mantenere piccola l'incertezza dovuta ai punti b) e c): nel discriminatore:

nel discriminatore: per un segnale due volte la soglia, il tempo di propa-

gazione dei 32 canali ha una dispersione massima di $\pm 1,5$ nsec.

La differenza in tempo di transito interno di uno stesso canale tra due segnali, uno di ampiezza doppia e l'altro decupla rispetto alla soglia è di 3 nsec. (tempo di salita dei due segnali 1,5 nsec).

E' invece notevole la dispersione nella larghezza dei segnali d'uscita che è compresa tra 8 e 12 nsec, ma la durata del segnale del discriminatore è irrilevante per il timing, vedasi fig.

4;

nella coincidenza: sono importanti la durata dei segnali di uscita e la dispersione in tempo di transito. La larghezza è variabile con continuità da 80 a 250 nsec e quindi regolabile con facilità entro ± 2 nsec;

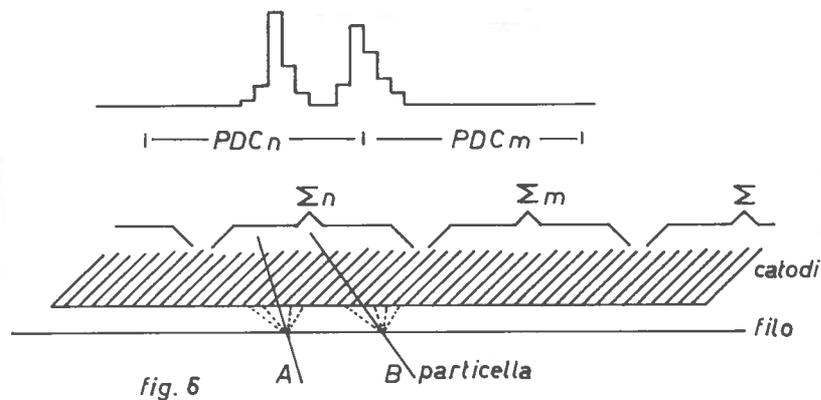
la stabilità in temperatura è di $0,2$ nsec/ $^{\circ}$ C.

In conclusione, se si assume che tutte queste fluttuazioni siano correlate tra loro e tra i vari canali e si assume $\sigma = 1\sqrt{3}x$ (semi intervallo di oscillazione) la dispersione in tempo introdotta dalla coppia discriminatore-coincidenza è $\sigma \approx 2,5$ nsec.

Quindi l'incertezza in tempo del segnale di Hold è determinata solo dagli effetti di soglia e dal tempo di salita del segnale d'ingresso.

E' interessante osservare che la dinamica del segnale d'ingresso è in realtà maggiore di quanto ci si può attendere a prima vista perchè il segnale può essere suddiviso tra due schede contigue (come è illustrato nel-

la fig. 6) in quanto l'immagine della valanga sul catodo ha una larghezza di circa il doppio della gap. Nel nostro caso sono tipicamente interessati 3÷4 canali per traccia. A parità di ionizzazione quindi se una traccia in A dà una $\sum_n=1$, in B darà $\sum_n=0,5$ e $\sum_m=0,5$.



Nel caso B per poter ricostruire il baricentro della distribuzione di carica bisogna memorizzare i segnali di entrambe le schede. Un dimezzamento del segnale corrisponde ad un abbassamento "fittizio" dell'alta tensione della camera di circa 150 Volt. Queste zone di inefficienza apparente si presentano ogni 16 strips che corrispondono a 64 mm.

Il problema è stato affrontato in due modi:

- i) accoppiando il discriminatore in DC in modo da evitare qualsiasi attenuazione del segnale che si avrebbe inevitabilmente in un accoppiamento AC a causa del processo di differenziazione;
- ii) raddoppiando il contributo al segnale di somma dei due canali esterni di ogni scheda.

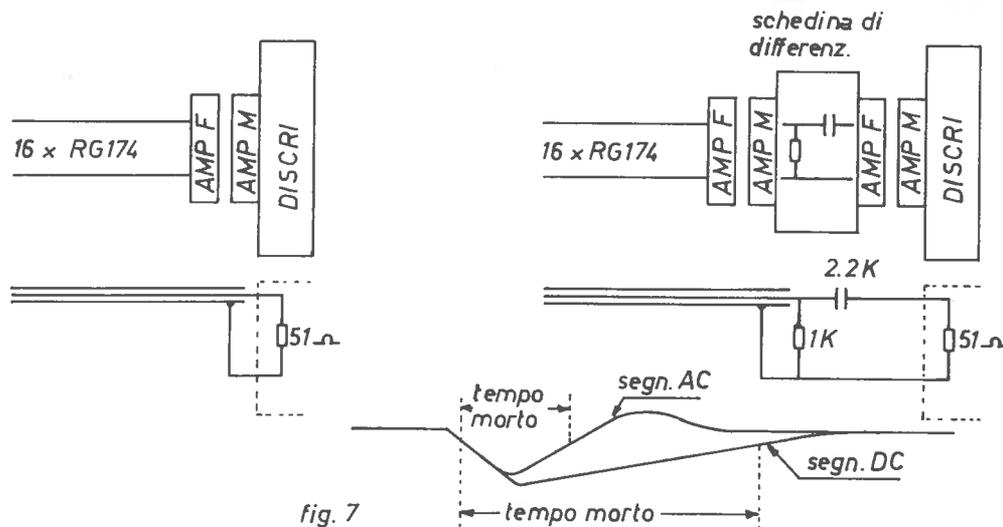
I risultati sono stati più che soddisfacenti e la perdita di efficienza generata dalla camera per questo effetto è contenuta in meno del 2%. Si noti comunque che è ben raro che una particella attraversi più di una delle quattro camere alla giunzione di due schede.

L'accoppiamento in DC dei discriminatori può provocare inefficienza nelle situazioni di alta densità di flusso a causa del gran numero di particelle di basso momento, e quindi alta ionizzazione, provenienti dagli eventi a molti corpi nello stato finale. I discriminatori sono infatti non-updating e una volta che il segnale d'ingresso abbia passato il valore di soglia sono inabilitati finché il segnale stesso non sia sceso sotto soglia. Per segnali provenienti da ionizzazioni di tre o quattro volte il minimo, questo introduce un tempo morto dell'ordine del micro secondo; questo effetto è voluto e tende ad evitare doppi scatti del discriminatore che possono provocare problemi alla logica interna di S&H.

Ad alti flussi i tempi morti dovuti all'accoppiamento in DC provocano però un calo apparente nell'efficienza delle camere.

In questi casi è previsto l'inserimento di una schedina di differen-

ziazione tra la fine del cavo e l'ingresso del discriminatore. (fig.7)



3. - DESCRIZIONE DEI CIRCUITI

Il discriminatore è costituito da un comparatore quadruplo MVL406L della Lecroy capace di sopportare un rate di 40 MHz. La soglia è data da un partitore resistivo e può variare da -20mV a -300mV in 4 step di 10mV fino a -50mV, poi in 6 step esponenziali fino a -300mV. La corrente nel partitore è stata scelta più di 10 volte maggiore della I bias (40µA per canale) e più di 100 volte maggiore della I offset (4µA per canale) tra gli ingressi dei comparatori e risulta essere di 10mA.

Poichè la durata del segnale di uscita non è importante nello schema generale si è scelta una larghezza di 10 nsec. per semplificare al massimo lo stadio di formazione. Il formatore fa uso di una porta MC10104P e una costante di tempo RC (560Ω e 150pF). Lo stadio di uscita ha lo standard ECL complementare per pilotare la piattina twisted-pair.

L'unità di coincidenza ha 32 ingressi ECL per i segnali dei discriminatori e un ingresso NIM, di strobe.

Il front-end ECL usa il receiver MC10115P e una coppia di resistenze fa 56Ω: il segnale di strobe viene convertito in ECL per mezzo di un transistor MPS3640 connesso a emettitore comune con soglia.

Le due resistenze di collettore (130Ω e 270Ω) definiscono l'escursione in tensione.

La funzione di coincidenza viene espletata dal circuito integrato MC10104P, quando ambedue gli ingressi sono alti (-0,8V):

La funzione di Sample & Hold richiede un segnale la cui durata deve essere regolabile con precisione; allo scopo si sono usate le quattro porte dell'integrato MC10102P.

Due di queste porte costituiscono il flip-flop RS, una porta abilita e disabilita la carica del condensatore C (270pF) attraverso la resisten-

za R (2.2K) mentre l'ultima porta funziona da comparatore a soglia. (vedere fig. 9).

Il flip-flop è pilotato dai fronti positivi dei segnali provenienti nell'ordine dall'integrato MC10104P e dal comparatore.

L'uso delle quattro porte di uno stesso circuito integrato elimina le fluttuazioni dovute a fenomeni termici nei componenti attivi; la stabilità della larghezza dipende allora solo dalla qualità della capacità C, dalla resistenza R, mentre le tensioni di alimentazione possono variare del $\pm 5\%$.

Si fa presente che la corrente assorbita da questi moduli fai -6 Volt è alta e quindi se si pensa di usarne molti sullo stesso crate NIM è necessario collegare un booster, inoltre hanno bisogno della ventilazione.

CONCLUSIONI

L'alternativa ai circuiti descritti nelle pagine precedenti era l'uso di moduli di elettronica commerciali; queste scelte avrebbero però comportato costi e ingombri inaccettabili. La rinuncia ad alcune caratteristiche generali quali molteplicità degli ingressi e delle uscite, di larghezze d'uscita regolabili, etc...., in favore delle sole prestazioni effettivamente necessarie ha consentito la realizzazione di un sistema compatto e affidabile e con un costo di circa 20 kL/canale sia per la coincidenza che per il discriminatore.

Il sistema funziona nell'esperimento APPLE dal 1983 in maniera soddisfacente.

Si ringraziano il Prof. F.Gasparini per aver seguito attentamente la fase di sviluppo e test ed il sig. M.Negrello per aver curato la fase di montaggio.