

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Napoli

INFN/TC-90/09
2 maggio 1990

A. Boiano, A. Candela, A. Perricone:

**SISTEMA DI TEST PER LE SCHEDE DI READ-OUT DELLE STRIP
USATE NELL'ESPERIMENTO "MACRO" PRESSO I LABORATORI
NAZIONALI DEL GRAN SASSO**

**SISTEMA DI TEST PER LE SCHEDE DI READ-OUT DELLE STRIP
USATE NELL'ESPERIMENTO "MACRO" PRESSO I LABORATORI
NAZIONALI DEL GRAN SASSO.**

A. BOIANO¹ - A. CANDELA¹ - A.PERRICONE¹⁻²

- 1) Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sez. di Napoli**
- 2) Dip. di Scienze Fisiche, Università di Napoli**

ABSTRACT

We describe below the system we have built at the INFN Sezione di Napoli to test the 1200 strips read-out board for the "MACRO" experiment. The system uses the "bed of nails" technique. The correct functioning of the board is tested and, furthermore, failed components are uniquely pinpointed.

1. - INTRODUZIONE

"MACRO" (Monopole, Astrophysics and Cosmic Ray Observatory), é uno degli esperimenti attualmente in fase di allestimento presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso. La sua struttura modulare si estende per un'area di 864 mq. (12x72 metri) ed é composta da diversi tipi di rivelatori attivi (camere a streamer e contatori a scintillazione) e da un rivelatore di tipo passivo (track-etch). Ai tubi a streamer dei piani orizzontali dell'apparato é associato un sistema di strips, la cui lettura, simultaneamente a quella dei fili, permette la determinazione tridimensionale dalla traccia. [ref.1].

2. - DESCRIZIONE DELLE SCHEDE DI READ-OUT DELLE STRIP

I segnali sulle strip vengono letti da apposite schede progettate presso la Sezione INFN di Napoli. Ciascuna scheda raccoglie i segnali di 32 strip adiacenti. [ref. 2]

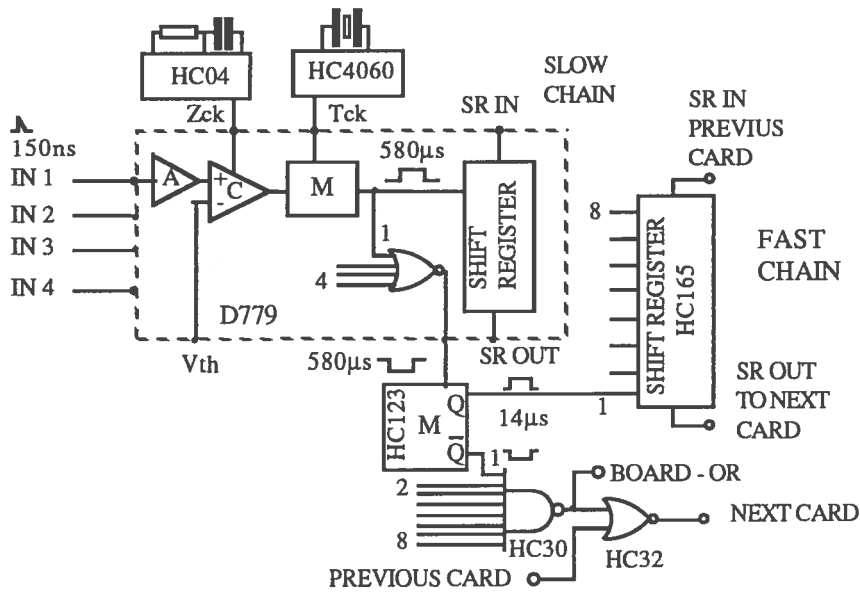


figura 1 - Schema a blocchi di un canale delle schede di read-out delle strip

In figura 1 viene riportato lo schema a blocchi di un singolo canale. Ogni scheda prevede quattro ibridi (IB00/6) su ciascuno dei quali sono montati due integrati custom CMOS (D779) del tipo "surface mounting", prodotti dalla SGS. Ogni D779 elabora quattro segnali d'ingresso i quali vengono amplificati, discriminati e formati a $580\ \mu\text{s}$ e poi caricati in un "4 bit parallel in - serial out shift register" (slow chain). Per poter funzionare, il D779 ha bisogno di due segnali di clock " Tck e Zck ", il primo è un segnale la cui frequenza determina la formazione dei segnali della " slow chain ", mentre il secondo è un segnale di " refresh ", ovvero con esso si evita l'accumulo di cariche all'interno del D779, cosa altrimenti dannosa ai fini della stabilità della tensione di soglia. Quest'ultima (V_{th}), è settabile dall'esterno. La corrispondenza tra la tensione settata (V_{th}) e quella di soglia vista dai discriminatori (per diverse durate del segnale d'ingresso) è presentata in figura 2.

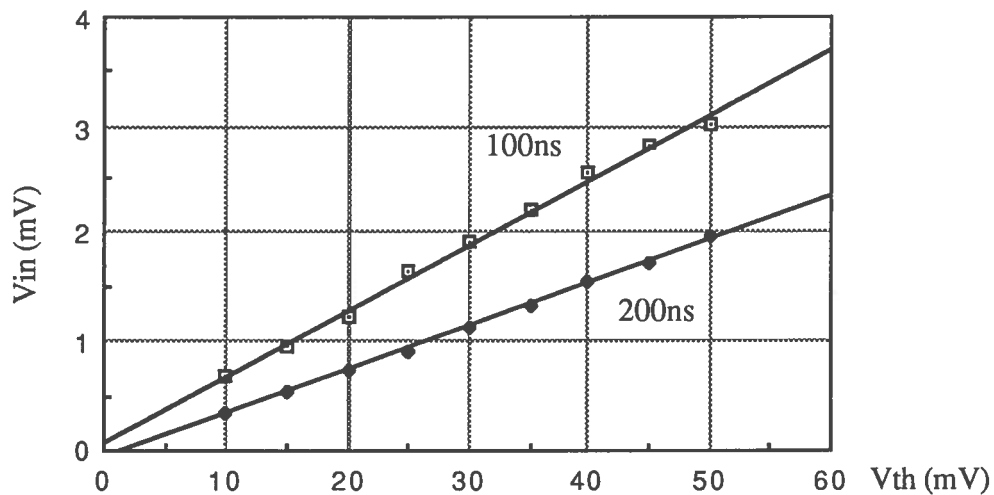


figura 2 - Curve di soglia dei discriminatori per diverse durate di V_{in}

Il D779 prevede un'uscita che é l'OR digitale dei segnali d'ingresso formati a 580 μ s. Si hanno quindi otto segnali i quali fanno da trigger per altrettanti monostabili (74HC123) le cui uscite, formate a 14 μ s, vengono poi caricate in un "8 bit parallel in - serial out shift register" (74HC165). Le uscite " Q negate " degli stessi monostabili fanno da ingresso ad un "8 input nand-gates" (74HC30), la cui uscita é in OR, tramite un 74HC32, con l'OR delle schede precedenti. Cosi' come attualmente montate in "Macro", le schede sono collegate serialmente tra loro, formando catene che permettono di acquisire contemporaneamente piú piani di strip. [ref. 3] In pratica, dal collegamento seriale di n schede si ottengono due tipi di catene: la "slow chain" di n x 32 bit che fornisce, per ogni trigger, la sequenza temporale degli eventi avvenuti in un tempo pari a 580 μ s, e la "fast chain" di (n x 32)/4 bit avente una memoria temporale di soli 14 μ s e, pertanto, meno contaminata dal noise ambientale (80 Hz/mq).

3. - DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI TEST

L'esigenza di effettuare, ancor prima del montaggio, un'accurato, ma al tempo stesso rapido test delle 1200 schede previste per la lettura delle strip dell'intero apparato ci ha portato alla realizzazione di una efficace test-box la quale fa uso del sistema " bed of nails " per il prelievo dei segnali dalla scheda (figura 3).

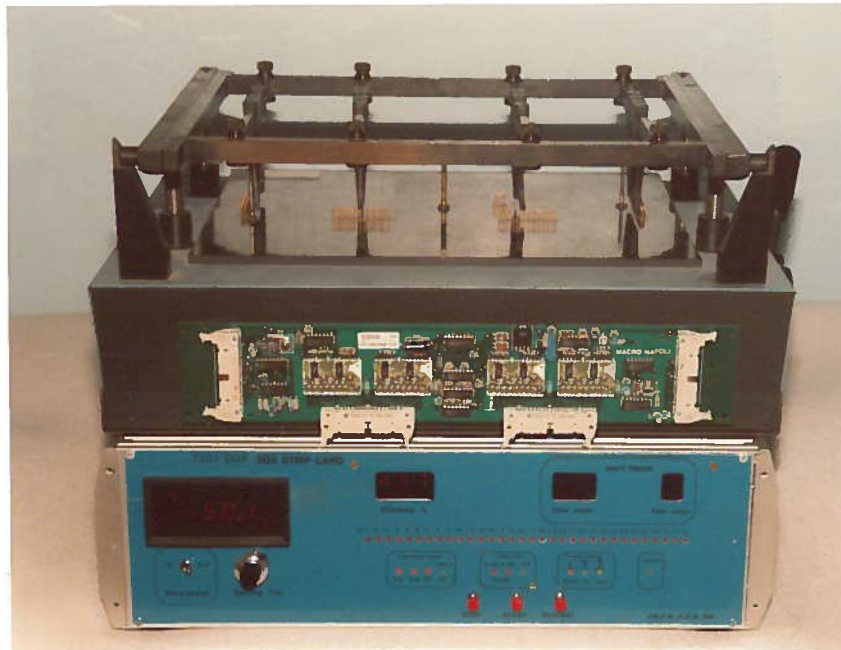


figura 3 - Prototipo della test-box

Questo sistema oltre ad essere rapido ed affidabile offre la possibilità di localizzare in maniera univoca gli eventuali componenti difettosi. I pin utilizzati per realizzare tale sistema sono degli "spring contact probes " con testa tipo " star ". Un semplice sistema meccanico esercita una pressione distribuita sulla scheda che permette un sicuro contatto tra gli aghi e i punti da testare.

Con questo sistema di test é possibile controllare:

- 1) la presenza e l'esatta durata dei segnali di clock generati su ogni singola scheda (Tck e Zck);
- 2) l'efficienza di ciascuno dei 32 canali;
- 3) il corretto funzionamento degli shift-register;
- 4) la logica impiegata per la formazione dell'OR di scheda;
- 5) la presenza di un eventuale cross-talk tra canali;
- 6) la corretta alimentazione degli integrati.

3.1. - TEST DEI SEGNALI GENERATI DALLA SCHEDA

Tck è un segnale avente periodo di $116 \mu\text{s} \pm 2\%$ e duty-cycle del 50%; nel caso in cui un suo semiperiodo abbia una durata diversa da $58 \mu\text{s} \pm 5\%$ la test-box lo evidenzia; in questo modo si verifica la circuiteria che concorre alla formazione del clock (74HC4060) e i componenti passivi associati. Zck é un segnale attivo per un tempo di $\approx 1 \mu\text{s}$ con una frequenza di 13 Hz. La test-box dà un'indicazione di errore se la frequenza è diversa da $13 \text{ Hz} \pm 10\%$. Viene così verificata la rete RC e le tre porte NOT (74HC04) che realizzano l'oscillatore (figura 1). L'OR di scheda viene testato all'uscita del 74HC30 accettando come valido un segnale la cui durata sia pari a $14 \mu\text{s} \pm 10\%$; si verifica così il corretto funzionamento del 74HC30, del 74HC32 e dei 74HC123.

3.2. - TEST DI EFFICIENZA

La tensione di soglia (V_{th}) del D779 viene regolata agendo su un trimmer previsto su ciascuna scheda. Per rendere omogeneo il test tra le varie schede é stata realizzata una opportuna circuiteria che imposta la V_{th} dall'esterno, rendendola indipendente dal valore settato sulla scheda. Per la nostra test-box la tensione V_{th} impostata sugli ibridi è stata fissata a 50 mV per cui la tensione di soglia dei discriminatori risulta essere, per un segnale di 150 nS, pari a $\approx 2.5 \text{ mV}$. Su questo valore sono state tarate tutte le ampiezze degli impulsi generati dal sistema. Il test é stato realizzato generando due serie di 100 impulsi di durata pari a circa 150 ns per ciascun canale. L'ampiezza in un caso è superiore del 10% rispetto al valore di soglia e nell'altro inferiore del 10% e viene verificato il conteggio dell'OR di scheda (BOARD-OR). Il test viene considerato superato se gli impulsi di ampiezza superiore alla soglia determinano almeno il 98% di scatti dell'OR e se quelli di ampiezza inferiore determinano un numero di scatti non superiore al 2%. Nell'ipotesi che una delle due condizioni non si verifichi, il sistema interrompe il ciclo di test indicando il canale fuori tolleranza e la relativa efficienza.

3.3. - TEST DEGLI SHIFT REGISTER

Questo test permette di verificare il corretto funzionamento sia della catena fast che di quella slow. Esso viene eseguito automaticamente subito dopo la fine del test di efficienza. Una sequenza programmata di impulsi é inviata, in fasi successive, a più canali contemporaneamente e fatta shiftare quattro volte all'interno dei registri. Qualora dal confronto seriale tra i dati di uscita degli shift register e quelli di un opportuno pattern immagazzinato in una EPROM, si riscontri un'anomalia, la sequenza di test si blocca (figura 4). Due display, uno per la "fast" e l'altro per la "slow", indicano il canale nel quale si é verificato l'errore. In questo modo si controlla il corretto funzionamento degli shift register interni ai D779, del 74HC4050 e del 74HC165.

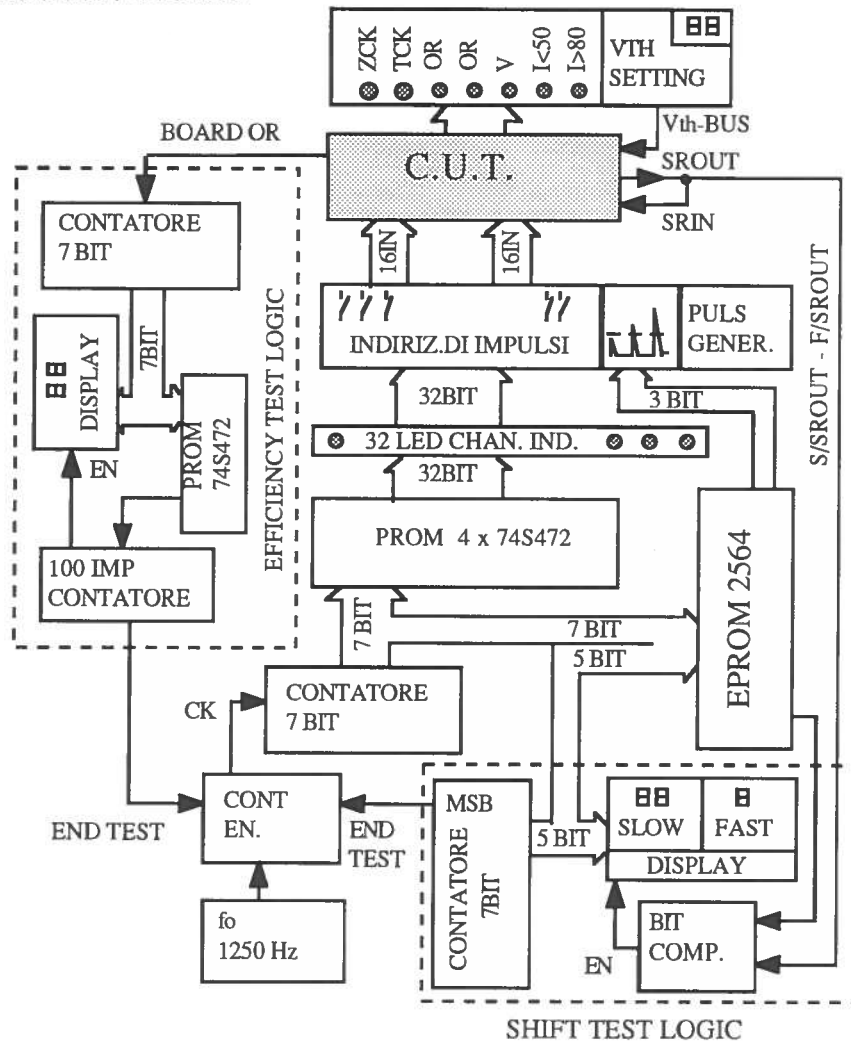


figura 4 - Schema a blocchi della test-box

3.4. - TEST DI CROSS-TALK

Per evidenziare l'eventuale cross-talk tra gli ingressi del D779, essi sono stati impulsati con segnali di 25 mV (10 volte superiori al valore di soglia). Confrontando il "pattern" di uscita dagli shift register con quello inviato in ingresso si può di conseguenza escludere la possibilità di induzione tra canali adiacenti. Dai test finora effettuati su 500 schede é risultato che impulsi di tale ampiezza hanno generato cross-talk solo in una percentuale inferiore al 2% dei casi.

3.5. - TEST DI ALIMENTAZIONE

La test-box prevede dei test sull'alimentazione della scheda, effettuati controllando sia la corretta tensione degli integrati (5V) sia un eventuale anomalo assorbimento di corrente ($I < 50$ mA e $I > 80$ mA).

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Guarino, " Macro: un esperimento per lo studio della radiazione cosmica penetrante " (1989)
- [2] M. Ambrosio, G.C. Barbarino, P. Parascandolo, "Macro, int. memo 24/86 " (1986)
- [3] M. Ambrosio, G.C. Barbarino, A. Boiano, A. Candela, F. Guarino, L. Parascandolo, P. Parascandolo, G.Osteria, " Macro, int. memo 12/88 " (1988)