

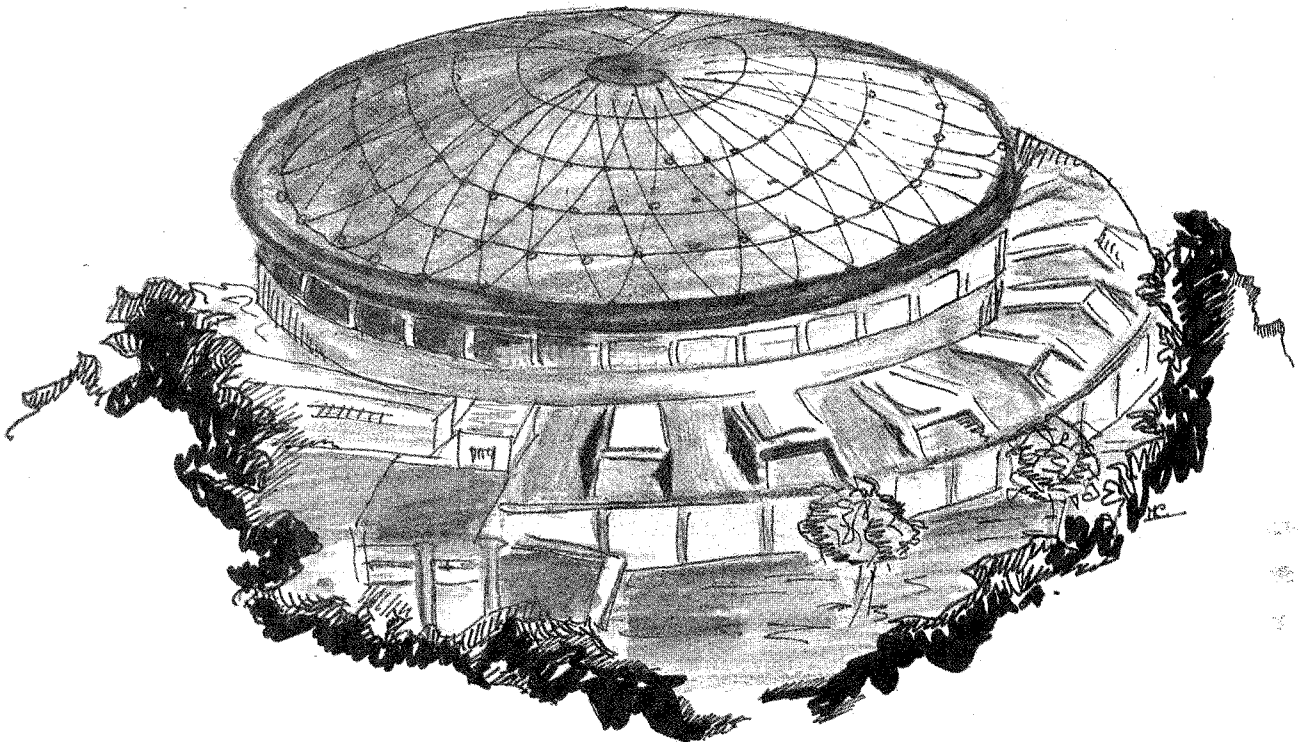


Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-88/35(NT)
13 Giugno 1988

A. Balla, M. Carletti, G. Corradi, G. Felici, G. Nicoletti:

IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE HV UTILIZZATO NELL'ESPERIMENTO ALEPH



Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati
P.O. Box, 13 - 00044 Frascati (Italy)

IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE HV UTILIZZATO NELL'ESPERIMENTO ALEPH

A. Balla, M. Carletti, G. Corradi, G. Felici, G. Nicoletti:
INFN - Laboratori Nazionali di Frascati, P.O. Box 13, 00044 Frascati (Italy)

1. - GENERALITA'

Il calorimetro adronico utilizzato nell'esperimento ALEPH del CERN (v. Fig. 1) è composto da circa 16×10^4 tubi a streamer, 22×10^4 strips e 10^5 pads. Le problematiche coinvolte sia nella messa a punto dell'elettronica di acquisizione, durante il "set-up" dell'esperimento, sia nella identificazione delle parti danneggiate, durante la fase di acquisizione dati, con un apparato di simili dimensioni sono notevoli. Per questo motivo nel progettare l'elettronica di front-end è stata dedicata particolare attenzione all'identificazione di procedure per il test dell'intera catena di acquisizione: dagli elettrodi di pick-up dell'apparato agli ADC in sala controllo.

Una possibile soluzione, in tal senso, è stata ravvisata nella simulazione del processo di induzione di carica sugli elettrodi di pick-up provocato dal passaggio, attraverso la "zona attiva" dei rivelatori, di una o più particelle. Un effetto analogo può, infatti, essere ottenuto impulsando i fili dei rivelatori in modo da indurre un segnale sulle pad e sulle strips grazie alle capacità distribuite filo-pads e filo-strips.

Per la realizzazione pratica del circuito di impulsaggio è stata sfruttata parte del circuito di distribuzione dell'alta tensione. Questo circuito (v. Fig. 2) ha la funzione di ripartire un singolo canale attivo HV fra più utilizzatori, in modo da contenere i costi del sistema globale di alimentazione per l'alta tensione necessaria al funzionamento dei rivelatori (dato l'elevato numero di questi ultimi). I condensatori di disaccoppiamento mostrati nella Fig. 2 sono, generalmente, connessi a dei resistori, riferiti a massa, ai capi dei quali si preleva il segnale generato dal rivelatore. Qualora tuttavia il riferimento di massa venga rimosso, si può sfruttare la rete R-C per iniettare un segnale nel rivelatore, come schematizzato in Fig. 3.

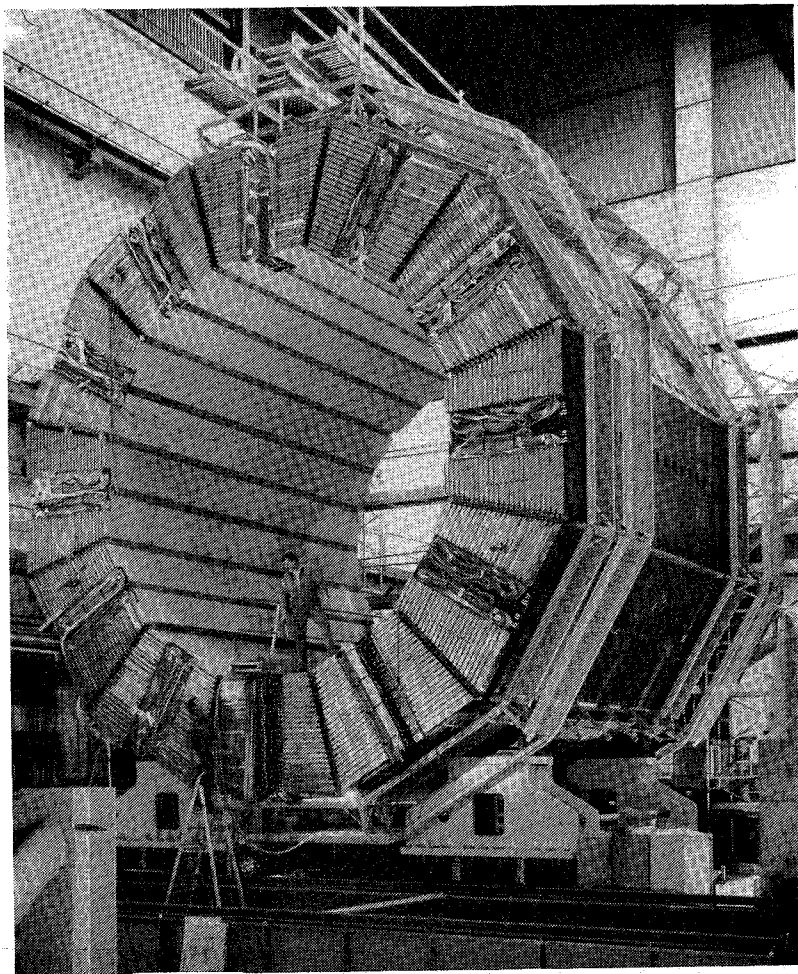


FIG. 1

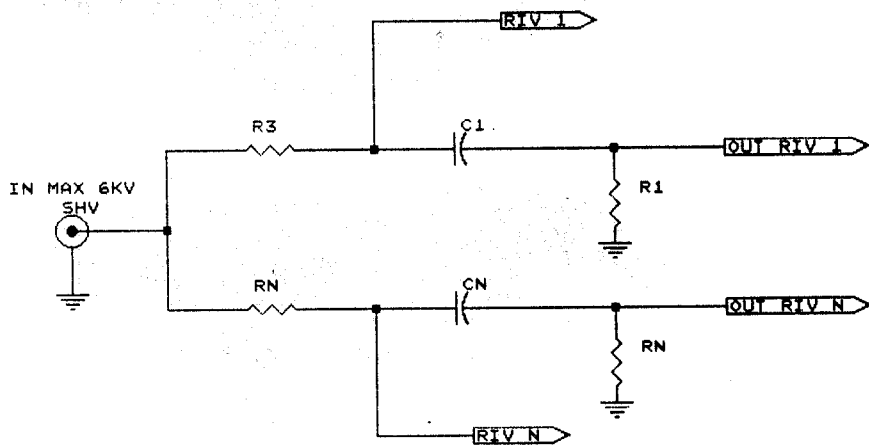


FIG. 2

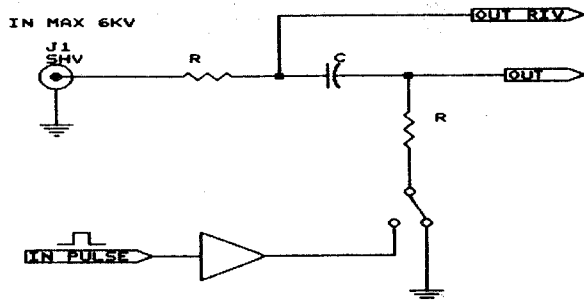


FIG. 3

2. - DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE HV

Ogni sistema (v. Fig. 4) è composto da 15 schede di distribuzione per l'alta tensione e da una scheda di controllo. Le schede HV sono, a loro volta, costituite da due sezioni identiche (per un totale di 13+13 connessioni HV disponibili) ognuna delle quali (v. Fig. 5) contiene la rete per la distribuzione dell'alta tensione, l'elettronica di front-end per la somma e la discriminazione dei segnali provenienti dai rivelatori, nonché il circuito per effettuare l'operazione di test. La scheda di controllo (v. Fig. 6) contiene invece l'elettronica per la selezione del piano dei moduli su cui effettuare l'operazione di test, i circuiti per la trasmissione differenziale dei segnali digitali generati dai discriminatori e per la ricezione, sempre differenziale, della tensione di soglia.

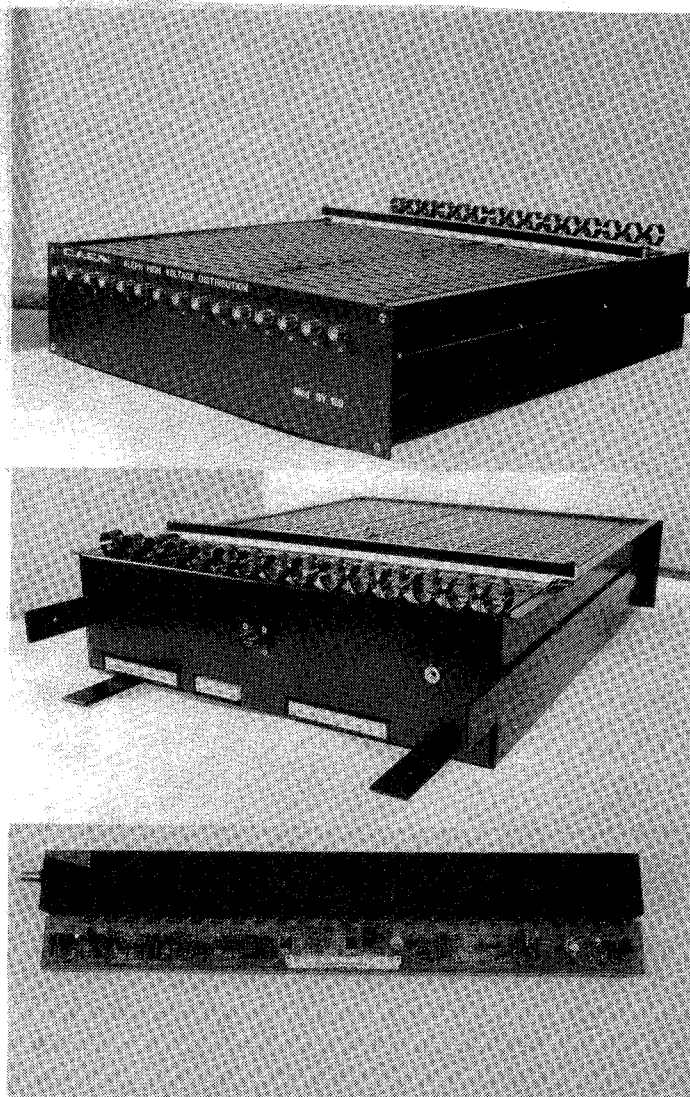


FIG. 4

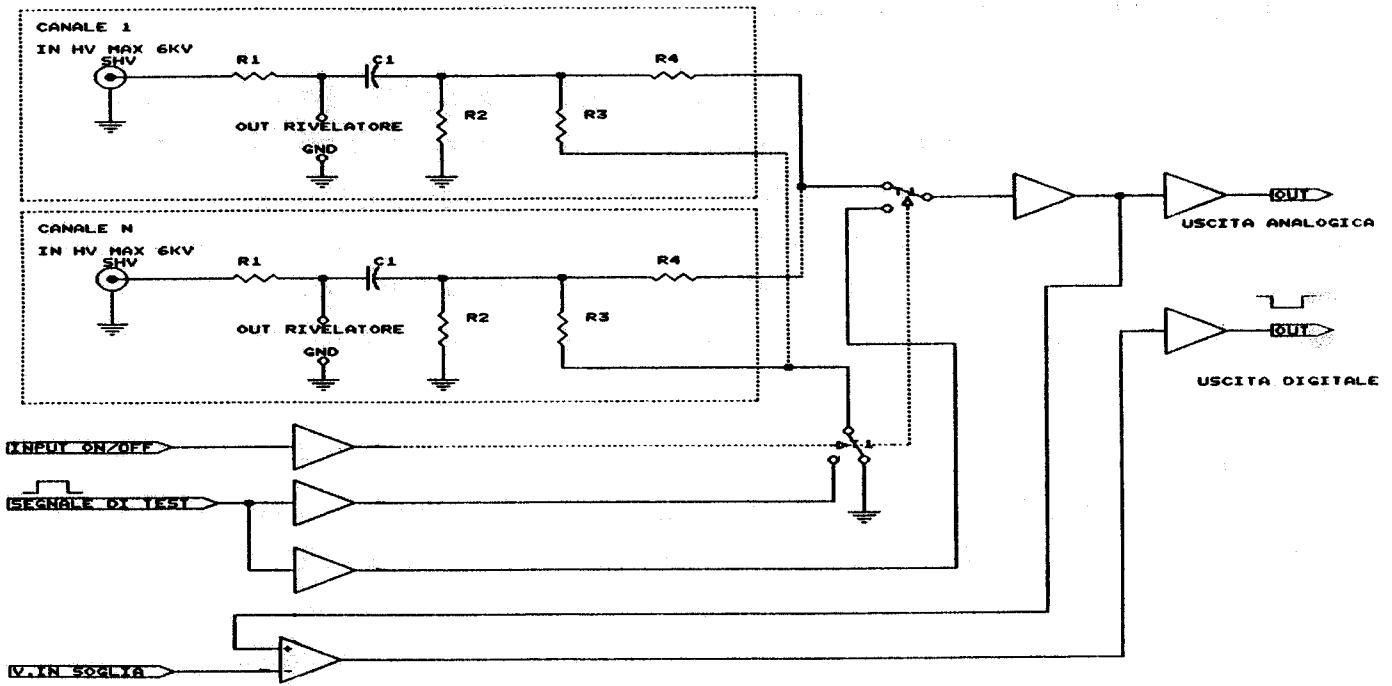


FIG. 5

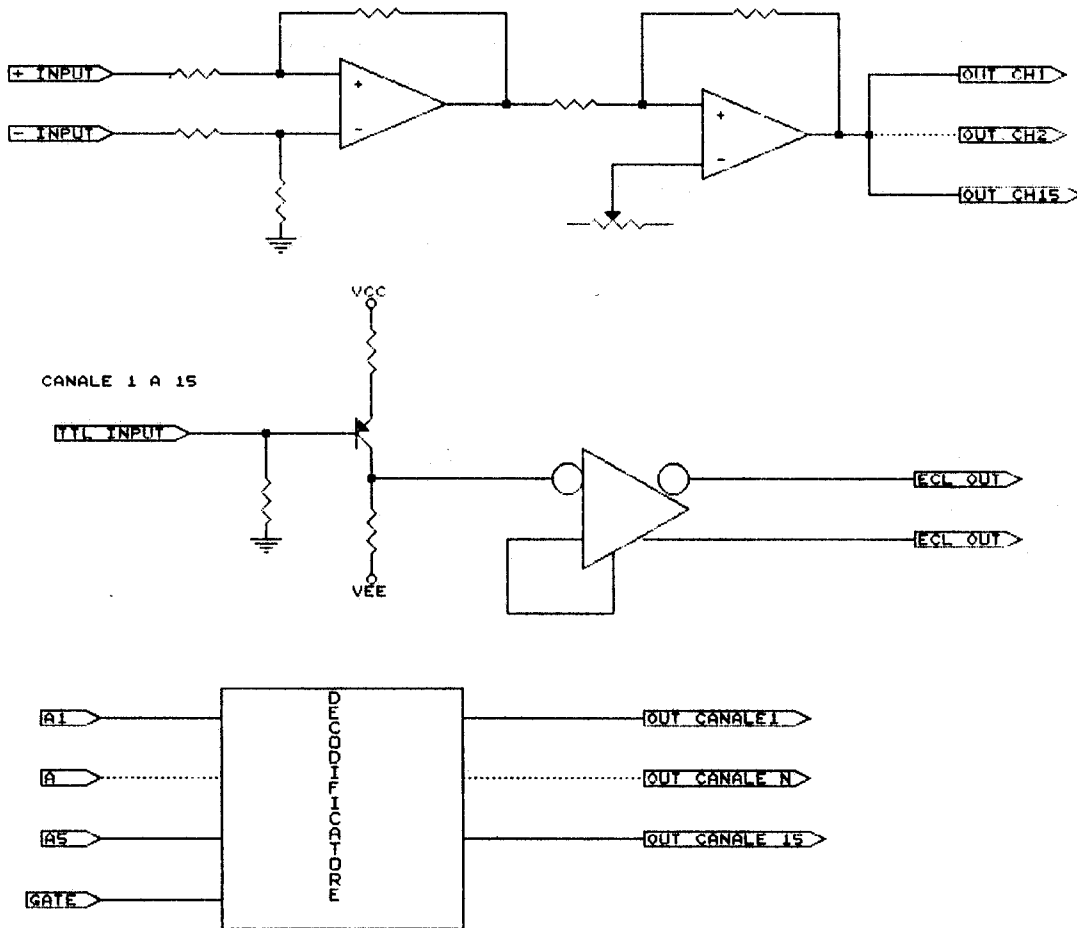


FIG. 6

3. - DESCRIZIONE DELLA SCHEDA HV

Il circuito elettrico di metà carta HV è illustrato in Fig. 7. Come già accennato, la scheda, oltre ad assolvere la funzione di ripartire una singola sorgente di alimentazione fra più utilizzatori, è stata progettata in modo da ricavare, dalla lettura dei fili, informazioni utili per il trigger come, ad esempio, il passaggio attraverso uno o più piani del calorimetro di una o più particelle, ed in aggiunta permettere il test, via computer di tutta l'elettronica di front-end utilizzata per l'acquisizione. Tenendo presente lo schema a blocchi della Fig. 5, il circuito della Fig. 7 può essere scomposto nelle seguenti sezioni:

- *Sommatore*

I segnali provenienti dai fili (13 al max) sono applicati, attraverso i resistori R40-R52 e le capacità di disaccoppiamento C40 e C41, all'emettitore del transistor Q1, un NPN utilizzato nella configurazione a base comune ($Z_{in} \cong 6 \text{ Ohm}$) che ne effettua la somma. Sull'emettitore di Q2 (un PNP utilizzato come buffer*) si avrà pertanto un segnale proporzionale alla somma dei segnali in ingresso a Q1.

- *Driver differenziale*

Poiché per ragioni di costi e di spazio la trasmissione di tutti i segnali in ingresso e in uscita dal calorimetro (fatta eccezione per le linee HV) è effettuata tramite cavi "twisted" il segnale in uscita dallo stadio di somma deve essere trasformato da unipolare a differenziale prima di essere trasmesso al sistema di acquisizione.

Questa operazione è eseguita da U1, un amplificatore differenziale a larga banda il cui guadagno può essere aggiustato (in fase di taratura) attraverso il trimmer PT1.

I segnali in uscita da U1 sono utilizzati per pilotare i due transistori Q3 e Q4 utilizzati come driver di linea**

- *Discriminatore*

Il segnale in uscita da Q4 è anche applicato, opportunamente disaccoppiato da Q5, a UA3 un comparatore al cui secondo ingresso è presente una tensione di soglia settabile esternamente (V_{th}) Questa tensione è comune per tutte le schede HV ed è applicata al comparatore attraverso la rete di attenuazione (1/10) e filtraggio RT4, R75, C76 ed il buffer V2.

* Tale studio è utilizzato per contenere i valori di R57 ed R58 al di sotto dei 100 ohm minimizzando in tal modo il valore della tensione di rumore in uscita da U1.

** U1 non è in grado di pilotare direttamente la coppia "twisted" a meno di una forte penalizzazione nella dinamica dei segnali in uscita.

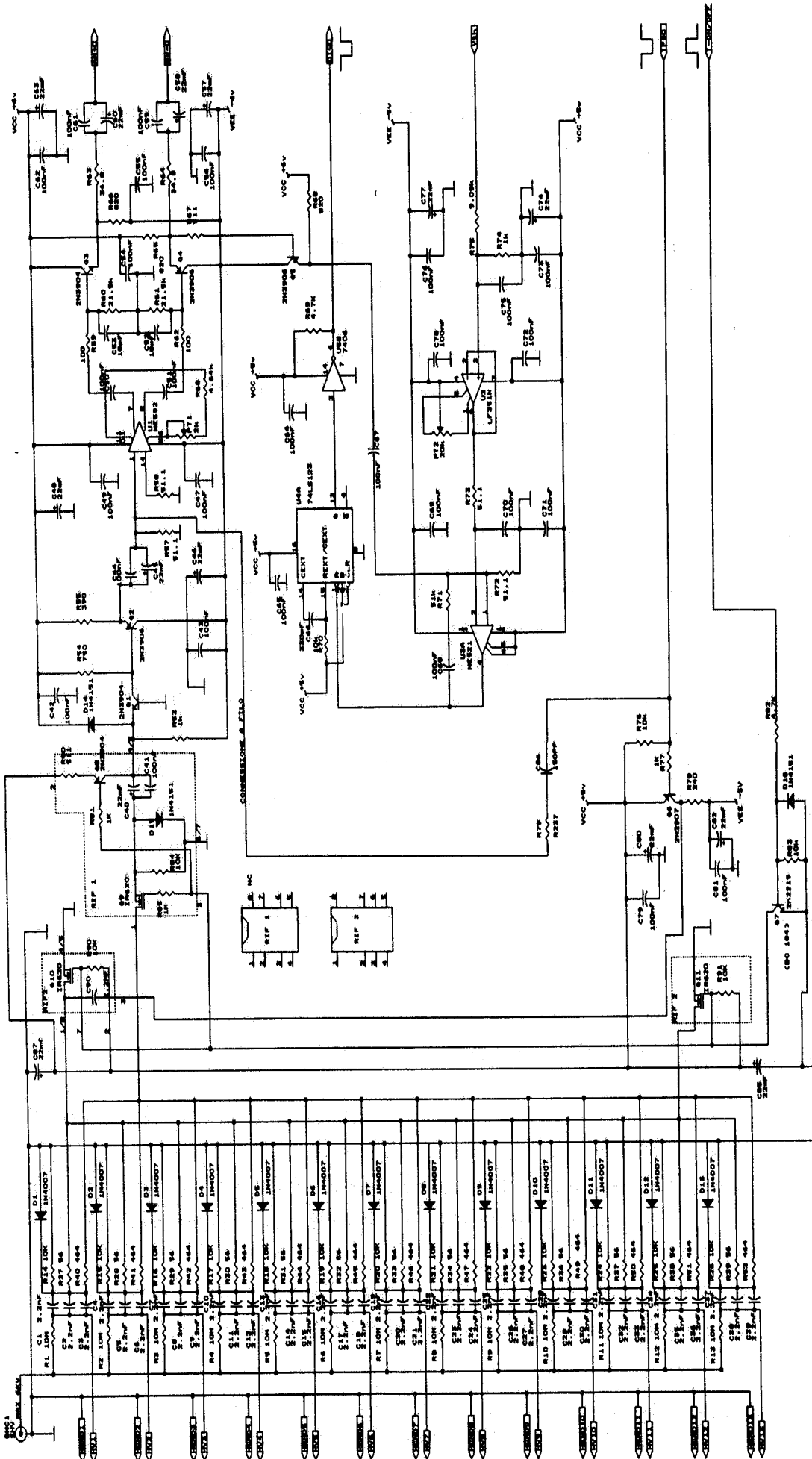


FIG. 7

- *Formatore*

Poiché la durata dell'impulso in uscita dal discriminatore è insufficiente per l'utilizzo dello stesso ai fini del trigger, il monostabile U4A ne effettua la formatura a ~2 uS prima di inviarlo al driver di uscita U5B.

- *Circuito di commutazione per un funzionamento in modo test*

La commutazione in modo test viene realizzata tramite il transistor Q7 ed i due circuiti RIF1 e RIF2***

Q7 pilota gli elettrodi di controllo dei tre transistori MOS Q9, Q10, Q11 in funzione del segnale T-ON/OFF proveniente dalla carta di controllo, connettendo, di conseguenza, i resistori R27+R399 a massa o all'uscita del generatore dell'impulso di test.

4. - FUNZIONAMENTO DELLA CARTA HV

In assenza del segnale di "T-ON/OFF" o quando tale segnale è allo stato "LOW" gli elettrodi di controllo dei due circuiti RIF1 e RIF2 sono nello stato "HIGH" (+5V) e, di conseguenza, i resistori R27+R39 sono connessi alla massa circuitale tramite i circuiti RIF2, mentre i segnali provenienti dai fili, disaccoppiati dai condensatori C1+C39 dall'alta tensione sono connessi, tramite il circuito RIF1, in ingresso al circuito di somma.

Quando il segnale "T-ON/OFF" è attivo (livello "HIGH") gli elettrodi di controllo dei circuiti RIF1 e RIF2 sono nello stato "LOW" (0V) ed i circuiti RIF1 e RIF2 risultano aperti interrompendo, in tal modo, sia in collegamento verso massa dei resistori R27+R39, sia il collegamento fra i segnali in uscita dai rivelatori e l'elettronica di front-end situata sulla carta.

In queste condizioni può essere effettuata, inviando il segnale "TP*" al transistor Q6 la procedura di test del sistema di acquisizione.

5. - DESCRIZIONE DELLA SCHEDA DI CONTROLLO

Anche questa scheda, dallo schema di Fig. 6, può essere scomposta in più blocchi funzionali:

- *Circuito di conversione TTL-ECL*

Poiché anche i segnali digitali, come quelli analogici, devono essere trasmessi con cavi "twisted", il segnale prodotto dal circuito formatore deve essere convertito da unipolare a differenziale prima di trasmetterlo in uscita.

Per la trasmissione differenziale sono stati utilizzati driver ECL previa conversione dei segnali in uscita dallo stadio di formazione da TTL a ECL con il circuito di Fig. 8.

*** Nel progetto iniziale questa funzione era svolta da due relais; problemi sorti dopo la realizzazione del sistema di distribuzione (elevati campi magnetici dispersi) hanno reso necessaria la sostituzione dei relais con dei dispositivi a semiconduttori (RIF1 e RIF2, in Fig. 7).

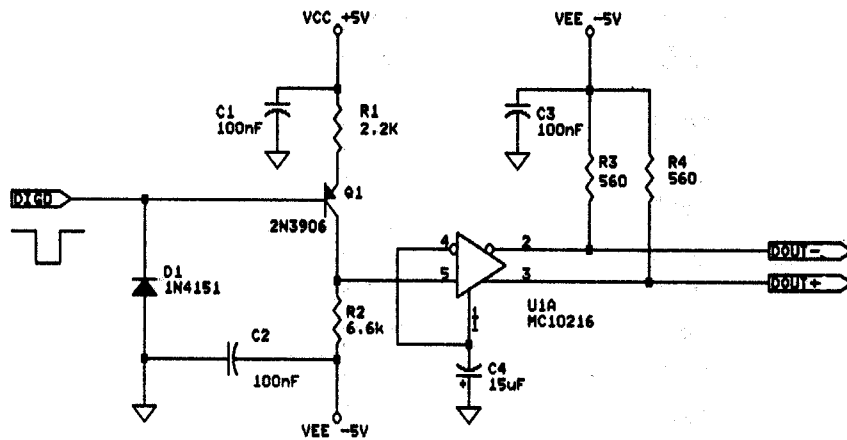


FIG. 8

- *Circuito per la ricezione della tensione di soglia*

Questo stadio (v. Fig. 9), oltre a trasformare la tensione di soglia da differenziale in unipolare (U1-A), è utilizzato anche per compensare l'eventuale offset esistente fra i diversi sistemi di distribuzione (U1-B).

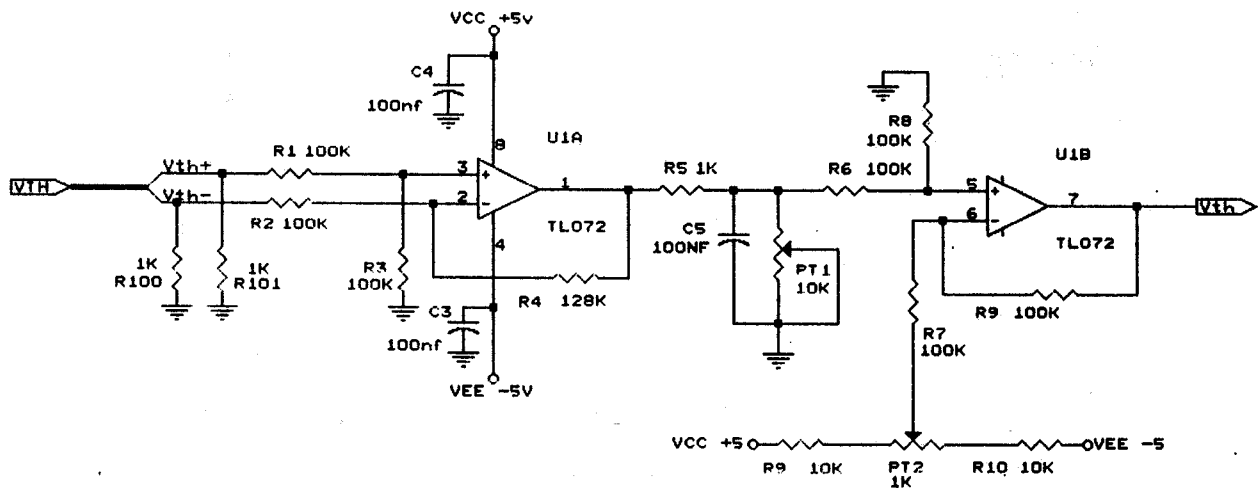


FIG. 9

- *Circuito per la selezione del piano da impulsare*

Data la geometria utilizzata per l'acquisizione dei segnali provenienti dalle "pads", per controllare il funzionamento del singolo canale di acquisizione è indispensabile poter effettuare l'impulsaggio dei vari piani singolarmente; questa operazione è resa possibile dal circuito mostrato in Fig. 10.

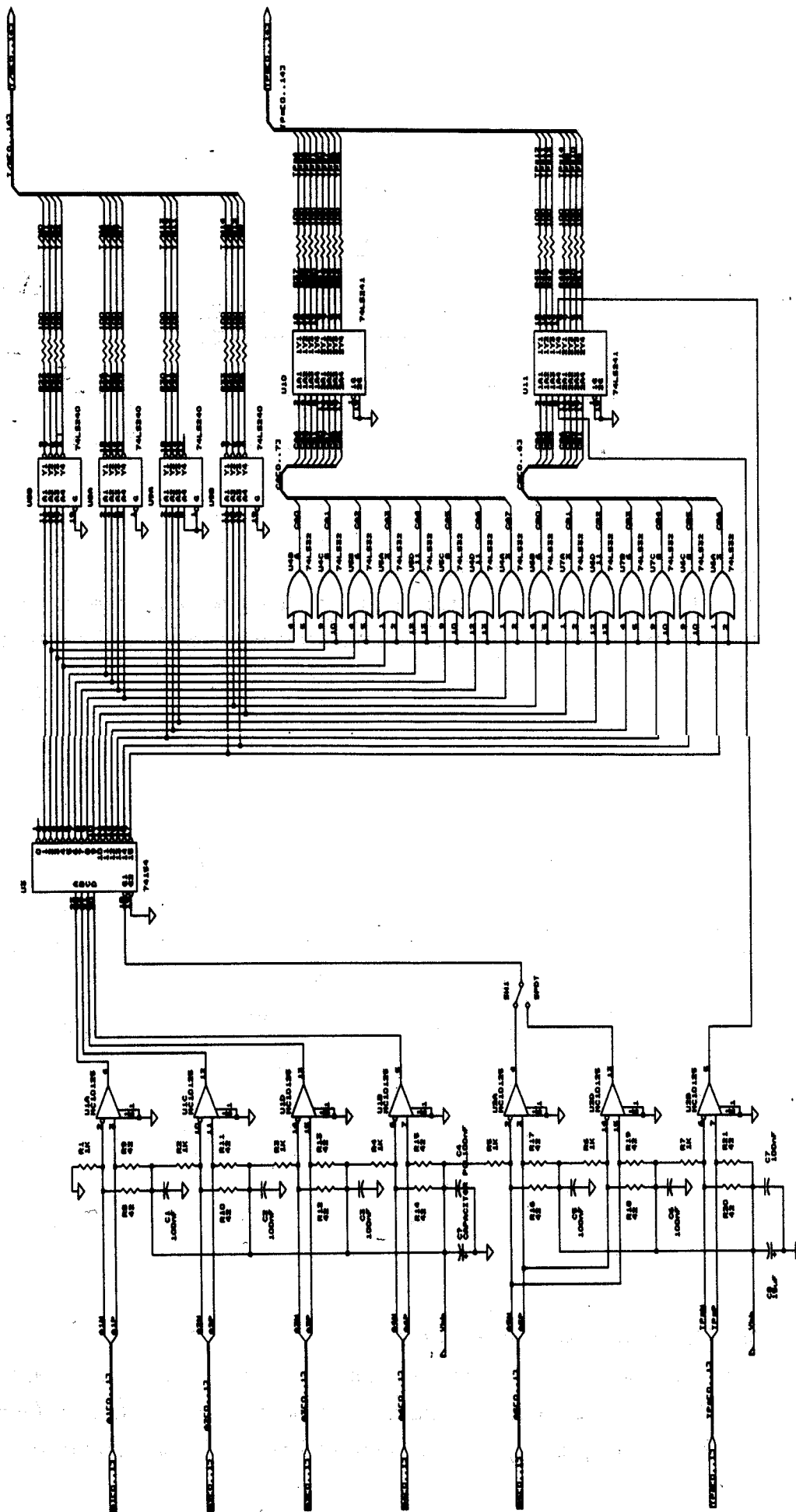


FIG. 10

In assenza del segnale di selezione o quando gli ingressi A1÷A5 sono nello stato "LOW" nessuna delle uscite utilizzate di U3 risulta abilitata, tutti i segnali T/N0 ÷ T/N14 sono nello stato "LOW" e, di conseguenza, l'elettronica di front-end contenuta nel sistema di distribuzione HV risulta settata per la lettura dei segnali provenienti dai fili.

L'operazione di test avviene impostando il numero di piano selezionato sulle cinque linee A1÷A5 dopo aver opportunamente configurato lo switch SW1 presente sulla scheda****.

Una volta selezionato il piano da controllare è sufficiente fornire un impulso all'ingresso TP*; la selezione del piano fa infatti commutare una delle uscite di U3 attivando in tal modo l'operazione di test nella scheda selezionata (v. Fig. 7).

Quindi, per far funzionare il sistema in condizioni di acquisizione risulta necessario:

- settare A1÷A4 = "LOW"
- impostare il valore di soglia desiderato agli ingressi Vth tenendo presente che la tensione di soglia al comparatore è pari a 1/10 del valore impostato.

Se invece si desidera attivare la procedura di test è necessario:

- settare l'opportuno indirizzo agli ingressi A1÷A5
- inviare il segnale TP*.

6. - CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE HV

- Segnali in ingresso/uscita dal sistema:

N. ingressi HV:	15	(su cavi coassiali)
N. uscite HV:	15x13x2=390	(su cavi coassiali)
N. uscite digitali:	30	(su cavi "twisted")
N. uscite analogiche:	30	(su cavi "twisted")
N. segnali di controllo:	7	(su cavi "twisted")

- Caratteristiche della sezione HV

massima tensione applicabile: 6 kV

- Caratteristiche dell'elettronica di front-end

Impedenza di ingresso:	50 Ohm
Impedenza di uscita:	84 Ohm (differenziale)
Massimo segnale in ingresso*****:	1.2 V

**** A causa della modularità utilizzata, per alimentare un intero modulo sono infatti necessarie due box HV e, quindi, la scheda di controllo deve essere configurata in modo da identificare in maniera univoca i singoli piani dei moduli. Tramite lo switch SW1 è possibile fissare l'abilitazione di U3 e, quindi, l'attivazione della procedura di test per A5 = 0 o A5 = 1.

***** Inteso come somma dei tredici ingressi.

Amplificazione (V_{out}/V_{in}):	1.7
Banda passante:	30 MHz
Delay segnali analogici	30 nS (typ)
Delay segnali digitali	60 nS (typ)

- Alimentazioni richieste

Scheda HV	+10 V	160 mA
	-10 V	110 mA
Scheda di Controllo	+10 V	1 A
	-10 V	640 mA

Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. M. Santoni e il Sig. D. Riondino che hanno curato rispettivamente lo sviluppo e la realizzazione della meccanica e dei Masters dell'apparato di cui in oggetto.