

MODIFICHE AL SISTEMA DI MISURE PER LA  
TARATURA DEL RADIOTELESCOPIO " CROCE  
DEL NORD ".

---

R. Barbieri, P. Cova, S. Montebugnoli

I.R.A. 55/82

## INDICE

Introduzione	Pag. 2
Prova B	Pag. 3
Modifiche alla Prova B	Pag. 4
Modifiche alla Prova D	Pag. 6
Alimentazioni	Pag. 12
Bibliografia	Pag. 13

## 1) Introduzione

Fino dalla prima versione, nel ricevitore del Radiotelescopio ci si è serviti per le misure di fase, di ampiezza e guadagno delle catene di amplificazione dei vari canali, relative ai due rami, di un sistema di calibrazione interno. Gli elementi costituenti le catene suddette sono stati gradatamente sostituiti, durante questi ultimi anni, in relazione al progresso tecnologico dei componenti elettronici. Si sono pertanto avute tre generazioni di ricevitori, due di stadi amplificatori di media frequenza, tre di amplificatori integratori ecc... Il sistema delle Prove invece, per vari motivi, ha seguito questo sviluppo della tecnologia dei componenti con un ritardo tale da risultare molto meno stabile delle catene stesse e quindi utilizzabile solo in parte e con risultati poco attendibili. In questi ultimi tempi, infatti, le uniche Prove effettuabili in modo accettabile erano la prova B (fase) e la Prova E (rumore delle catene) : la Prova D (guadagno delle catene) non era attendibile per il fatto che la stabilità delle catene era maggiore di quello del sistema di misura.

Considerando che anche la Prova B poteva essere migliorata si è deciso di rimodernare il " Sistema delle Prove ".

## \* 2) Prova B

La Prova B ci permette di determinare la lunghezza elettrica della linea IF più la catena di amplificazione di ogni singolo canale a meno di un numero intero di mezza lunghezza d'onda.

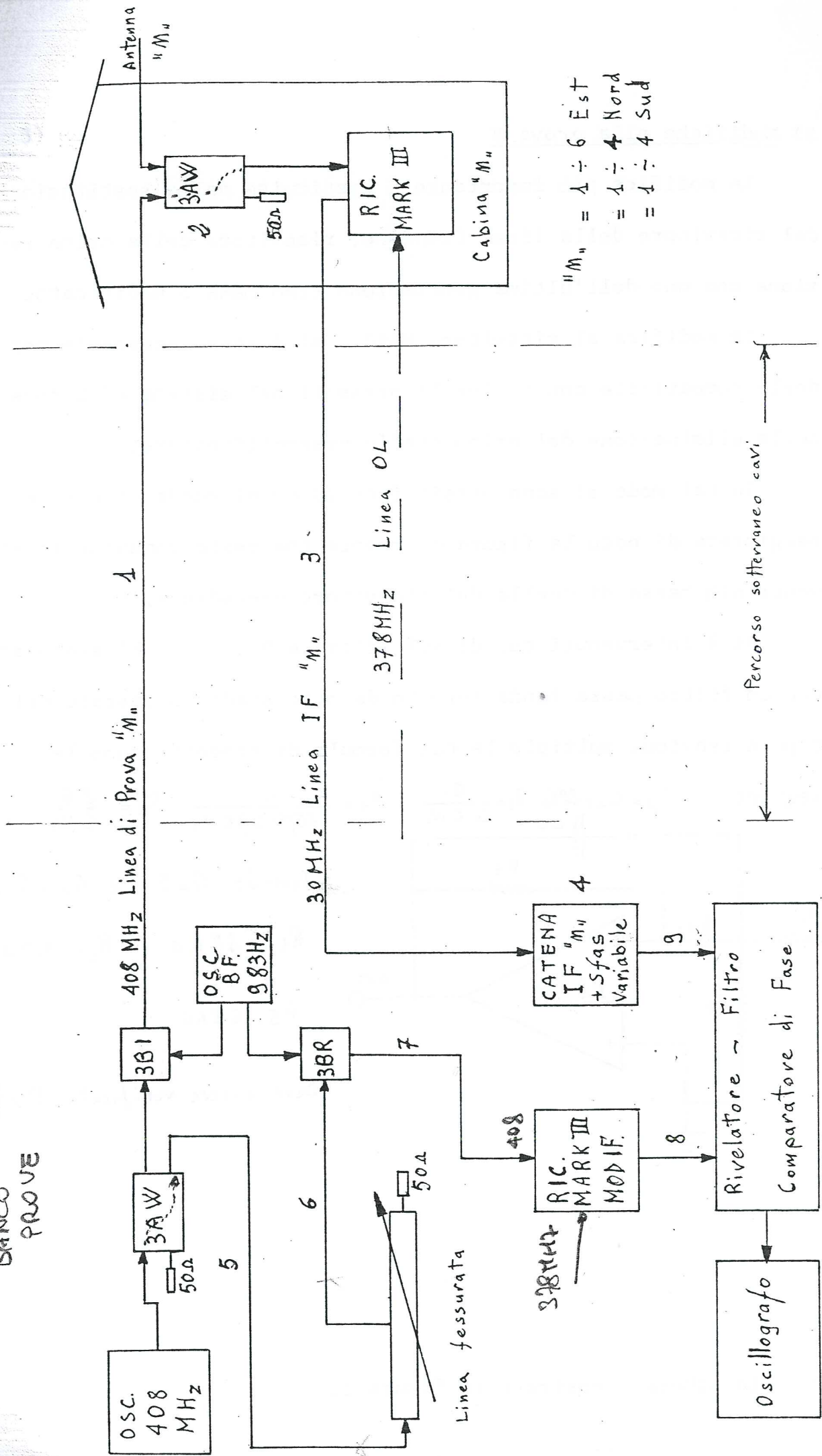
Serve quindi per l'equalizzazione della fase dei vari canali quando questi conservano ancora la propria individualità.

Non è una vera e propria misura di fase, che non ha senso senza un riferimento, perchè il segnale prima di entrare nella catena sotto controllo, percorre un certo cammino attraverso le linee sotterranee di prova. Lo schema di principio per ogni canale è mostrato in figura 1.

Con la linea fessurata si misura a quanti "mm." in aria equivale la differenza di fase fra i percorsi  $1+2+3+4+9$  e  $5+6+7+8$ , all'interno dell'ultima mezza lunghezza d'onda. Non eseguendo più la prova A (misura della lunghezza della linea di prova) non si conosce la lunghezza  $l$  per cui la messa in fase dei canali viene fatta astronomicamente mediante sorgenti campione.

Il comparatore di fase che si nota nello schema a blocchi ci dà l'indicazione dello Zero raggiunta mediante lo spostamento del probe sulla linea fessurata; la differenza di fase dei due percorsi espressa in " mm: " si legge direttamente sul regolo della linea fessurata stessa.

BANCO PROVE



"M" = 1 ÷ 6 Est  
 = 1 ÷ 4 Nord  
 = 1 ÷ 4 Sud

3AW Accoppiatori direzionali  
 3B1 - 3BR Iniettori di modulazione

Fig. 1

### 3) Modifiche alla prova B

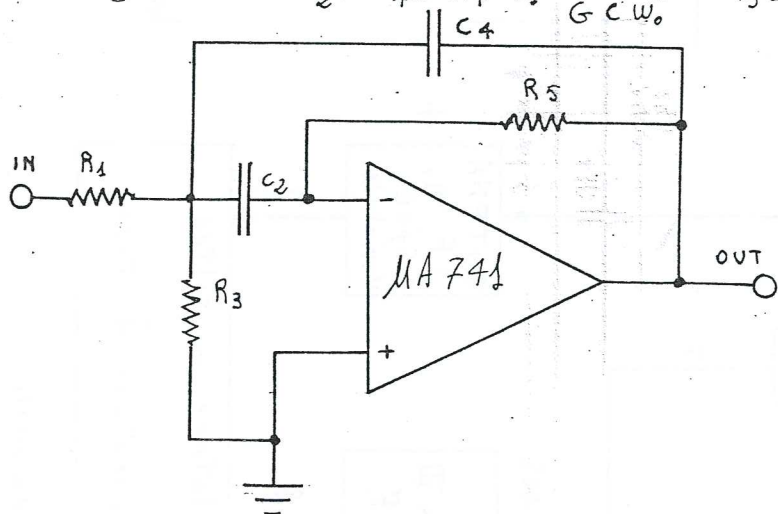
La modifica più importante è costituita dalla sostituzione del ricevitore della linea Campione, ricevitore della prima generazione con uno dell'ultima generazione tipo MARK 3 modificato.

La modifica al ricevitore MARK 3 si è resa necessaria per renderlo compatibile con i livelli presenti nel sistema ed è consistita nella eliminazione del primo stadio preamplificatore.

In tal modo si sono persi circa 20 db di guadagno e si è peggiorata di poco la figura di rumore che resta comunque sensibilmente più bassa di quella del ricevitore precedente.

Si è intervenuti quindi sul filtro a 983 Hz. E' stato sostituito con un filtro passa banda formato da otto stadi in cascata del tipo a reazioni multiple le cui formule di progetto sono le

seguenti:  $C_2 = C_4 = 22 \text{Kp}$   $R_1 = \frac{Q}{G C \omega_0}$   $R_3 = \frac{Q}{(2Q^2 - G) C \omega_0}$   $R_5 = \frac{2Q}{C \omega_0}$



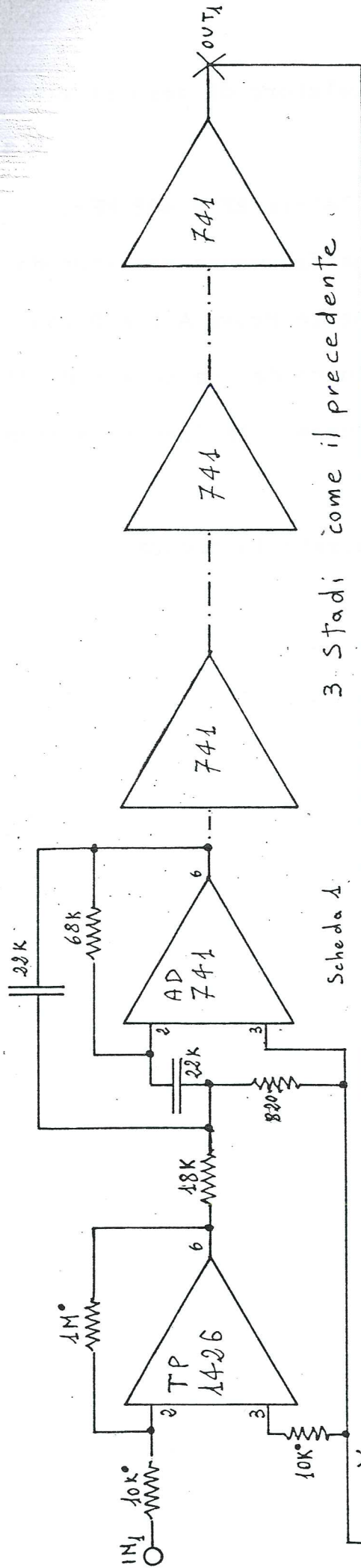
Ponendo  $Q=5$  e  $G=1,8$  si ha

$$R_1 \approx 18 \text{K}\Omega \quad R_3 \approx 820 \Omega$$

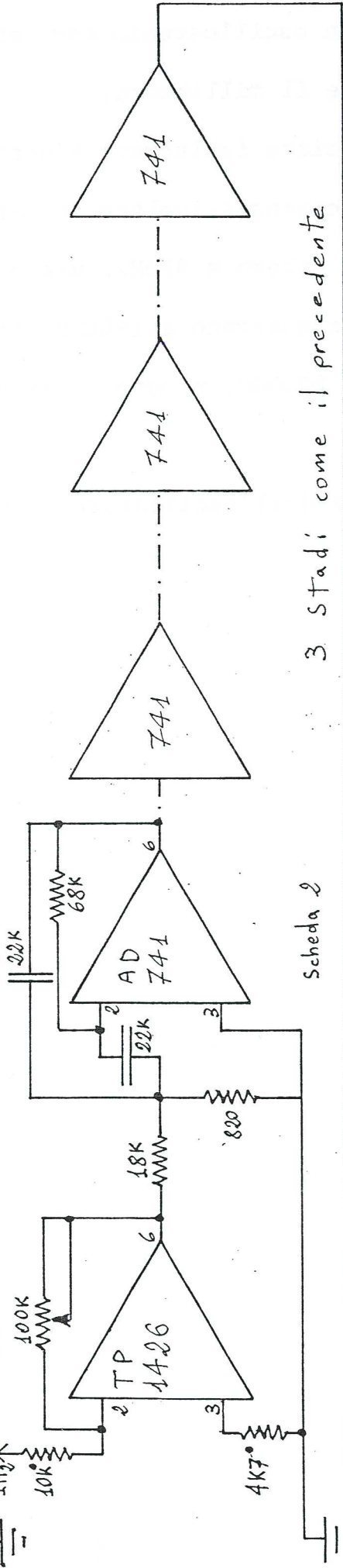
$$R_5 = 68 \text{K}\Omega$$

Deve essere verificata:  $Q > \sqrt{\frac{G}{2}}$

Lo schema è mostrato in figura 2.

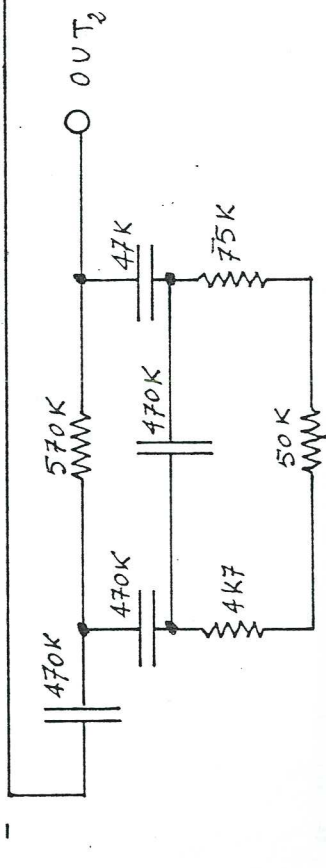


3 Stadi come il precedente.



3 Stadi come il precedente.

- Connessioni morsettiere laboratorio
- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Scheda 1           | Scheda 2                 |
| 1 + 12V            | 1-2 +12V                 |
| 5 OUT <sub>1</sub> | 4-5-6 OUT <sub>2</sub>   |
| 10-11-12-13 Massa  | 10-11-12-13 Massa        |
| 19 IN <sub>1</sub> | 17-18-19 IN <sub>2</sub> |
| 22 -12V            | 21-22 -12V               |



Condensatori da 47Kp

Il circuito è montato su due schede

Fig. 2

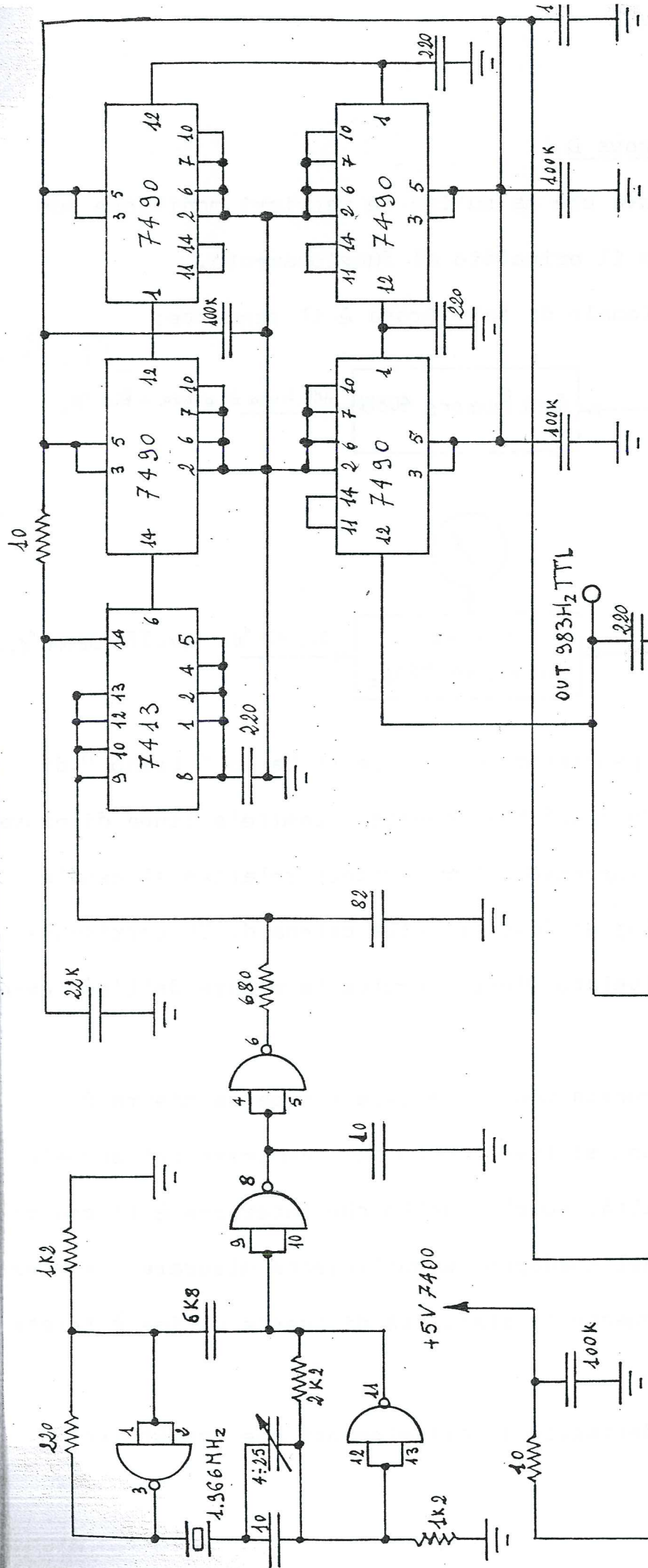
Usando un oscilloscopio come rivelatore di zero si riesce a discriminare il millimetro.

Si è lasciato inalterato l'oscillatore RF a 408 MHz.

Si è intervenuti inoltre in bassa frequenza sostituendo l'oscillatore libero a 980Hz, usato nelle Prove A B e D con un oscillatore quarzato a 1966KHz seguito da una catena di divisione TTL per 20.000 in modo da raggiungere la frequenza finale di 983 Hz.

Lo schema dell'oscillatore è mostrato in figura 3.





Connesioni morsettiera  
 lato rame  
 2 OUT 983Hz Oscillogra  
 5 - 12V  
 7 OUT ZY  
 8 + 12V  
 13 + 5V  
 21 OUT 983Hz TTL  
 22 Massa

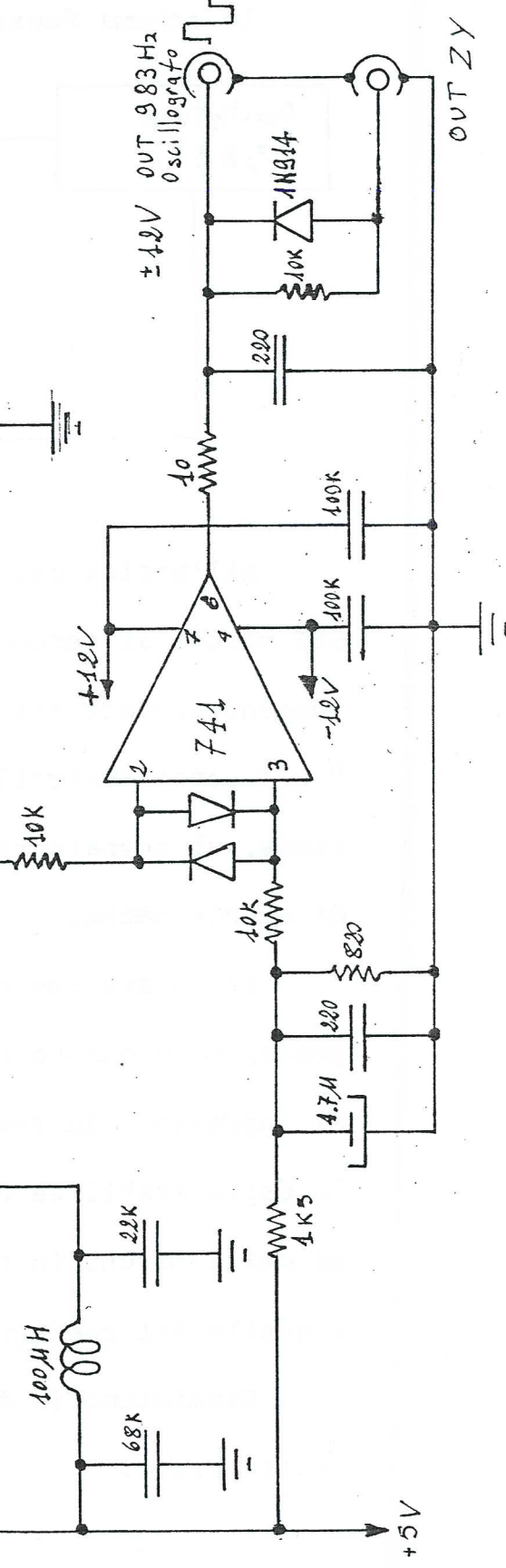
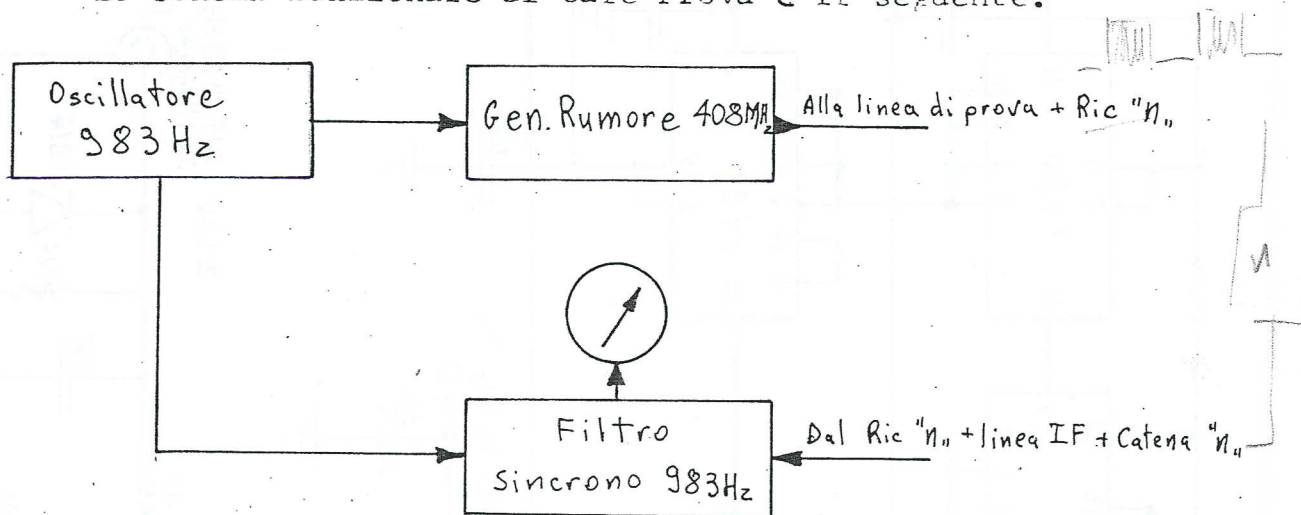


Fig. 3

#### 4) Modifiche alla Prova D

Questa è la Prova che ha subito le maggiori modifiche pur lasciando inalterato il principio di funzionamento.

Lo schema funzionale di tale Prova è il seguente:



All'uscita del generatore di rumore si ha un " treno " di 983 marche al secondo a 408 MHz; queste, tramite la linea di prova vengono inviate all'ingresso del ricevitore relativo al canale " n " sotto controllo; all'uscita della catena di IF corrispondente, sul segnale rivelato viene eseguita la misura dell'ampiezza di queste marche.

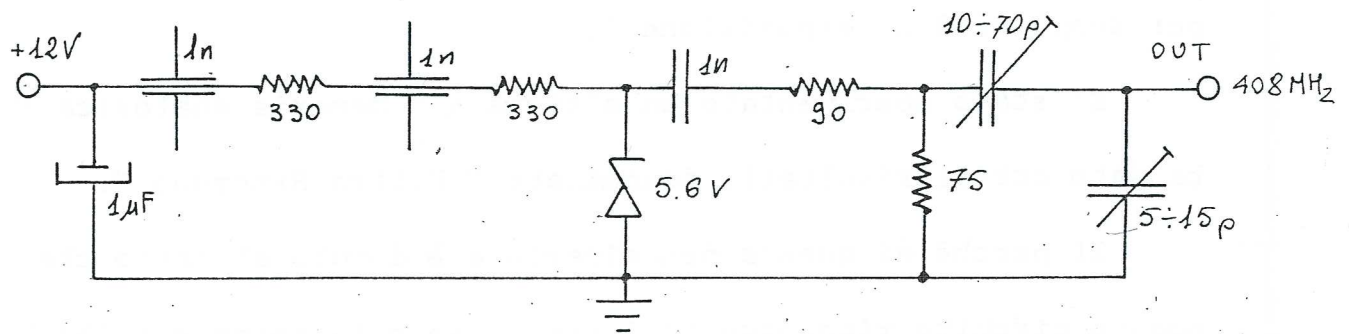
E' chiaro che questa non è una vera e propria misura di guadagno in quanto non si tiene conto dell'ampiezza del segnale di ingresso. In realtà, poichè quello che interessa è il controllo della stabilità del guadagno, è sufficiente misurare l'ampiezza delle marche in quanto la stabilità di queste ultime è legata a quella del guadagno.

Esaminiamo in dettaglio i vari elementi che costituiscono questa Prova:

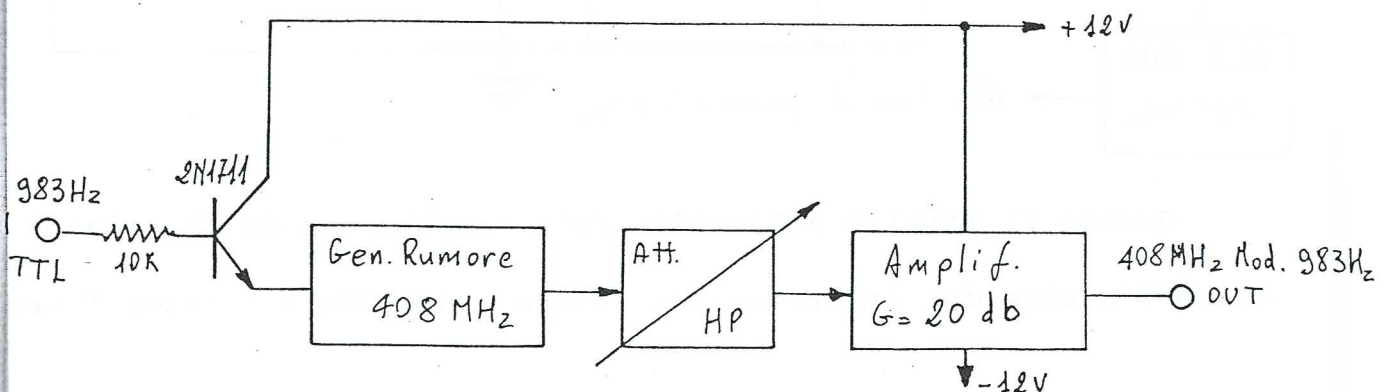
Oscillatore a 983 Hz: è lo stesso usato per la Prova B già descritto in precedenza.

Generatore di rumore: fa uso di un diodo zener da 5.6 Volt seguito da un filtro e adattato Ohm 50; il return loss è di circa 40 db con un E.N.R. di circa 32 db.

Lo schema è il seguente:



Risultando il livello in uscita troppo basso per poterlo immettere direttamente nella linea di prova ( si ricorda che questa ultima perde da 20 a 25 db cui vanno aggiunti i 20 db di perdita dell'accoppiatore direzionale all'ingresso del ricevitore ) è stato inserito in cascata l'amplificatore da 20 db tolto dal ricevitore MARK 3 usato nella Prova B. Tra il generatore e l'amplificatore è stato inserito un attenuatore HP a scatti di 1 db per poter inviare nella linea di prova il maggior segnale compatibile con la dinamica del sistema. Lo schema blocchi è il seguente:

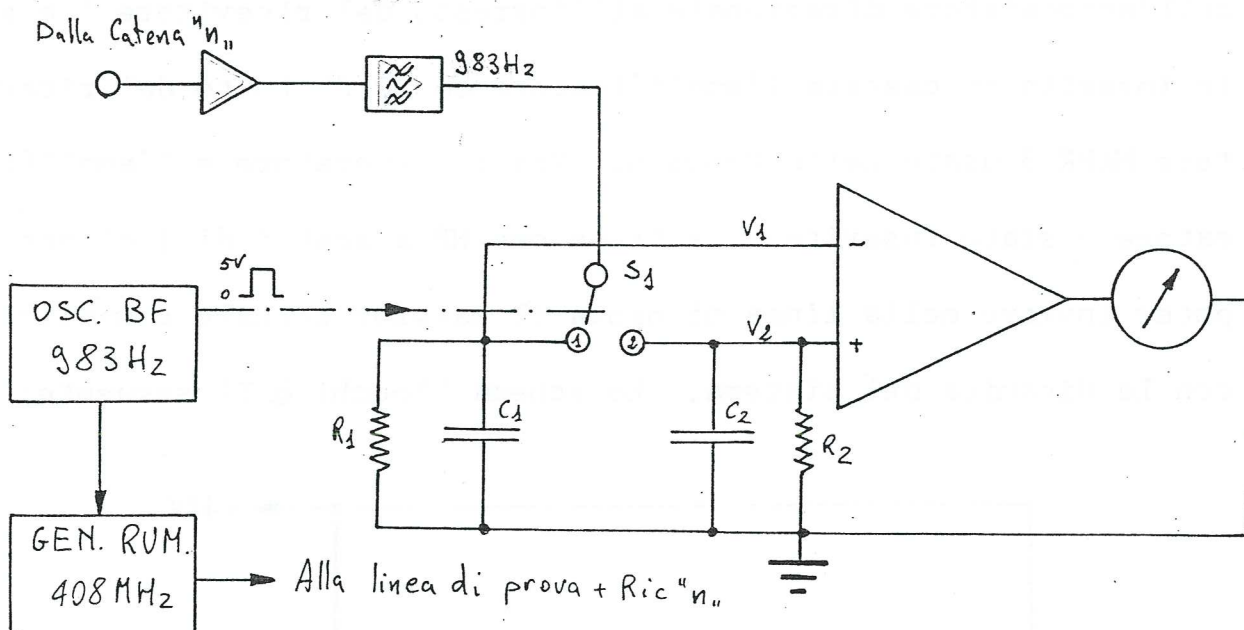


Filtro sincrono: abbiamo visto in precedenza che il controllo della stabilità del guadagno delle catene viene fatto misurando l'ampiezza della marca e verificandone la stabilità nel tempo per cui la precisione di tale verifica è in gran parte dipendente dal sistema di misura della marca stessa ( si ricorda che in effetti si tratta di 983 marche al secondo da misurare; si parla di marca per semplicità di esposizione ).

E' stato sperimentato un sistema a " memoria analogica " che ha dato ottimi risultati, denominato " Filtro Sincrono ".

Il perchè di questa denominazione è dovuto al fatto che questo circuito riconosce in ingresso solo il segnale a 983 Hz essendo sincronizzato con il generatore di rumore a 408 MHz tramite l'oscillatore di BF a 983 Hz.

Questo è lo schema di principio:



Quando il livello all'uscita dell'oscillatore di BF è basso anche l'uscita del generatore di rumore a 408 MHz è " bassa " per

cui, essendo S1 commutato su (1), il condensatore C1 si carica ad un livello di tensione V1 proporzionale al rumore proprio della catena. Appena il livello di uscita dell'oscillatore va alto, il generatore di rumore presenta una marca a 408 MHz all'ingresso della linea di prova, quindi al ricevitore della catena, e nello stesso tempo S1 commuta sulla posizione (2). C2 si carica ad un livello di tensione V2 proporzionale al rumore proprio della catena più la marca amplificata dalla stessa. Essendo le due tensioni memorizzate dai condensatori, tramite un amplificatore differenziale, si ha la possibilità di eseguire, con una opportuna scala, la misura dell'ampiezza della marca.

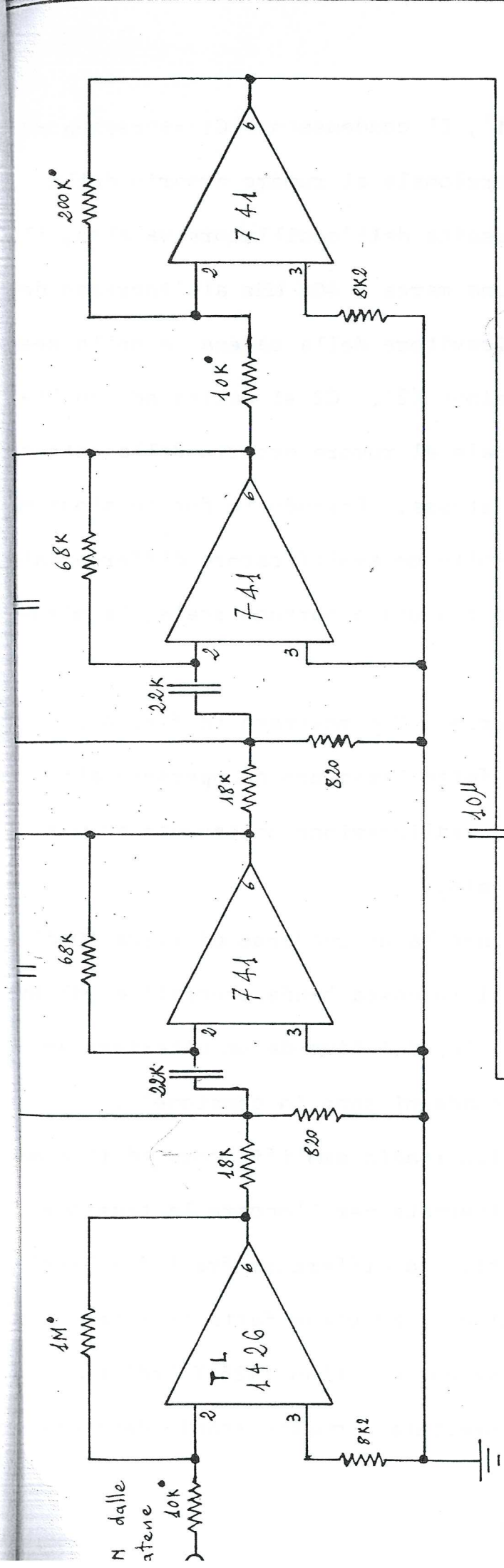
Lo schema del " Filtro Sincrono " è mostrato in fig. 4 .

Si può notare che è stato fatto largo uso di operazionali per facilitare il progetto e la realizzazione unitamente ad una maggiore compattezza del cablaggio.

Il primo stadio amplificatore ha un guadagno di circa 40 db ed è seguito da due stadi di filtro passa banda, centrati a 983 Hz per eliminare più rumore possibile, ed infine da un ulteriore amplificatore da circa 26 db (i guadagni sono in tensione) .

L'accoppiamento tra l'ultimo stadio amplificatore ed il commutatore statico DG 501 è in alternata per bloccare la tensione di offset degli stadi precedenti. La differenza fra i due livelli di tensione dei gruppi C1 R1 e C2 R2 viene fatta tramite un operazionale con elevate prestazioni del tipo 1426 Teledine.

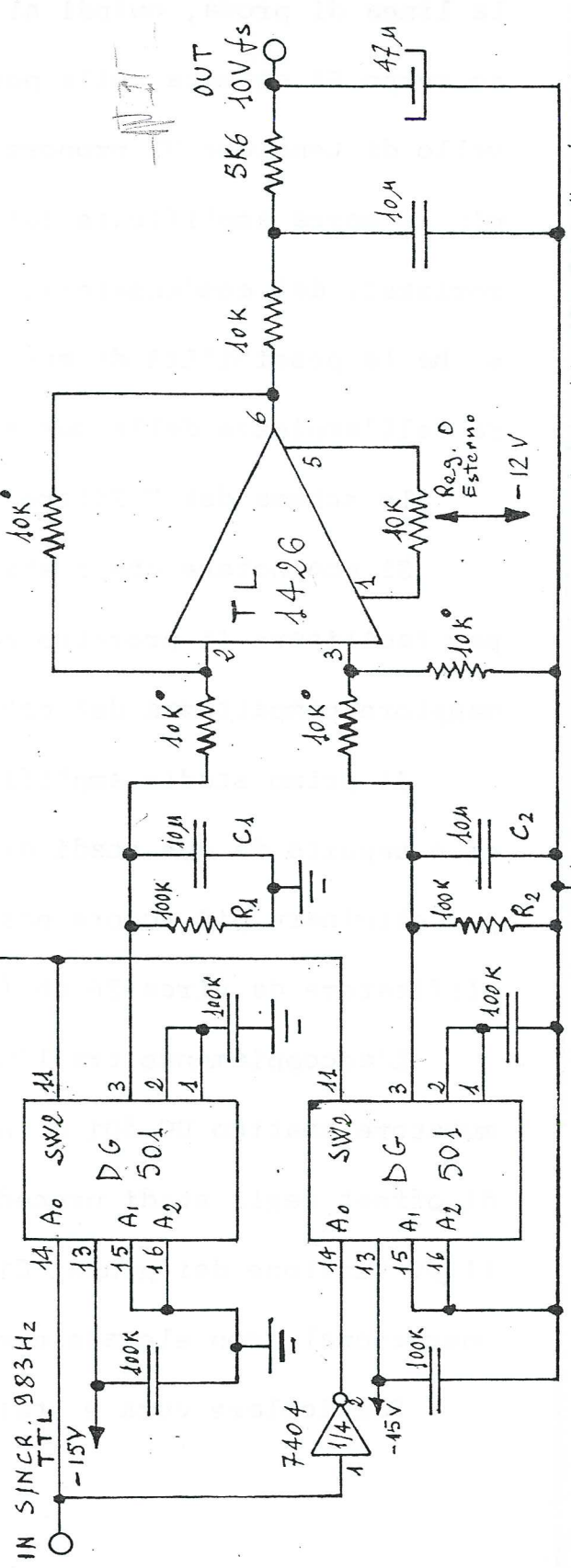
Particolare cura è stata prestata a questo stadio dato che



N dalle catene  
10K

Connessioni: Morsettiera lato Rame

- 1 -12V
- 2 IN dalle Catene
- 4 Massa
- 7 +12V
- 11 Massa
- 13 Estremo Reg. 0
- 14 Centrale Reg. 0
- 15 Estremo Reg. 0
- 16 Massa
- 18 OUT 10V fs
- 19 -15V al. DG 501
- 20 IN sincr. 983Hz TTL
- 22 +5V al. 7404



Condensatori al Tantalo da 0.47uF sulle alimentazioni degli operazionali.

Resistenze Alta stabilita.

Fig. 4

è il principale responsabile della stabilità di tutto il sistema.

E' da notare che lo schema adottato per l'amplificatore differenziale non è il più corretto per il fatto che, in tale configurazione, l'amplificatore non presenta la stessa resistenza agli ingressi falsando in questo modo il valore di  $V_2$  (lieve modifica della costante di tempo  $C_2 R_2$ ). Non dovendo comunque eseguire una misura assoluta, questa situazione è ampiamente tollerabile.

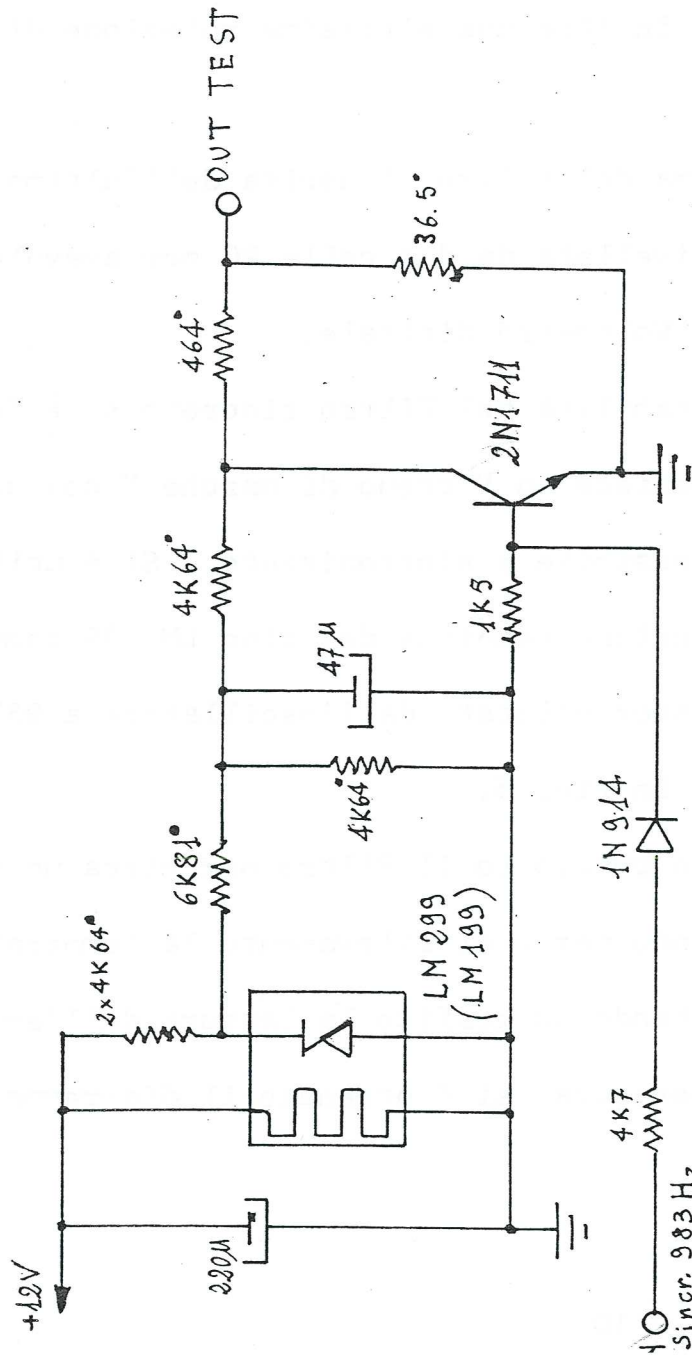
Volendo ovviare a questa piccola imperfezione, si può sostituire il 1426 con un amplificatore differenziale cosiddetto da strumentazione, ottenendo inoltre una altissima reiezione di modo comune.

Ritornando allo schema del filtro, l'uscita dell'ultimo stadio viene ulteriormente livellata da due celle RC per agevolare la lettura del valore sul Voltmetro digitale.

Per controllare la stabilità del Filtro sincrono si è fatto uso di un circuito che fornisce un " treno di marche " con una ampiezza il più stabile possibile e sincronizzate. Si è utilizzato un riferimento di tensione campione del tipo LM 199 commutato a massa da un transistor pilotato dall'oscillatore a 983Hz.

Lo schema è mostrato in fig. 5.

E' stato tenuto sotto controllo il Filtro per circa un mese, con questo sistema, annotando per ogni rilevamento la temperatura ambiente relativa. Riportando su grafico la lettura dell'ampiezza in funzione della temperatura, si è ottenuto il diagramma riportato in fig. 6.



Connessioni morsettiera lato rame. N.B. La scheda contiene anche il circuito di fig. 7

• Resistenze alta stabilità

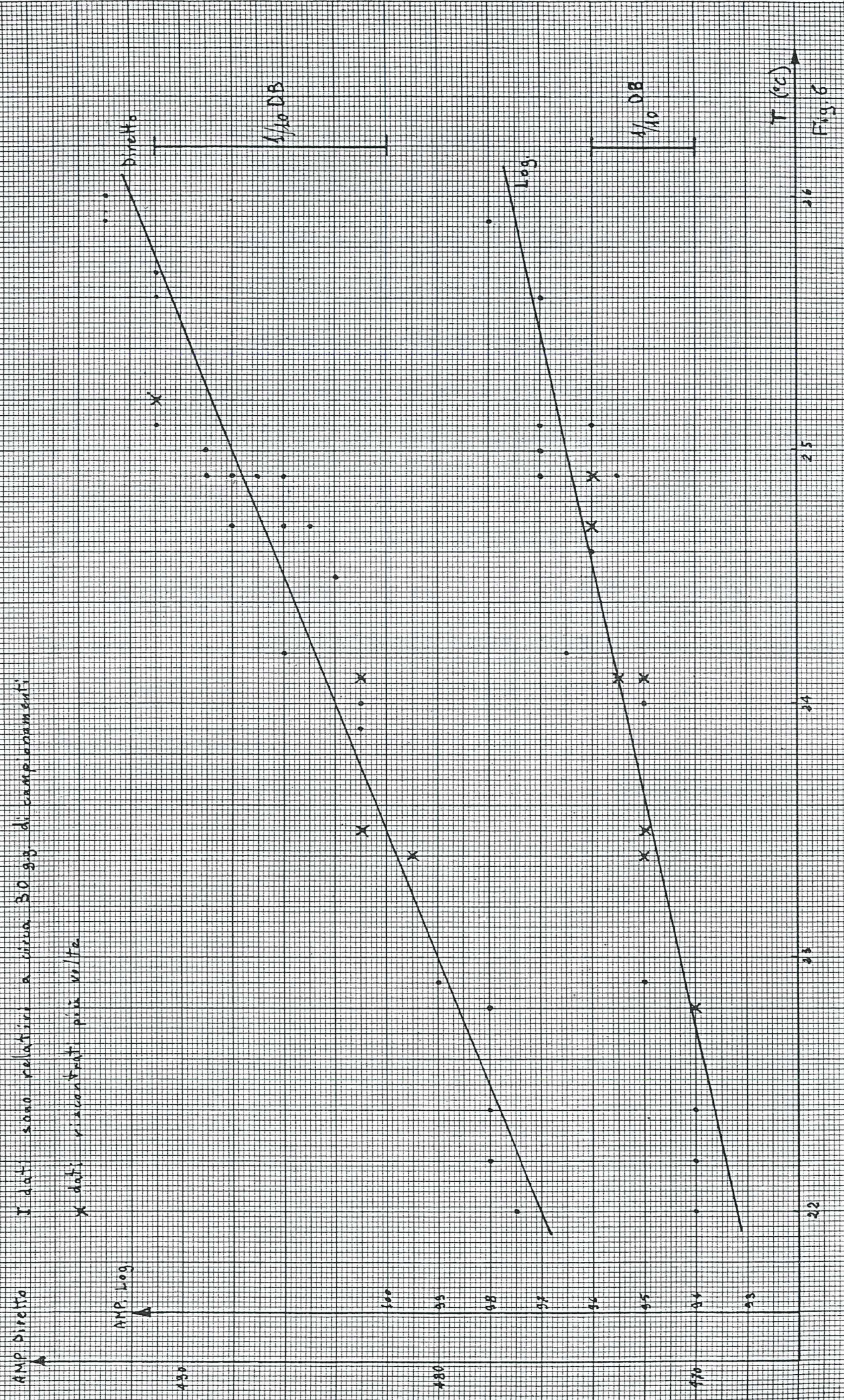
- 1 +12V
- 5 OUT RMS
- 6 OUT DB
- 7 IN Sincr. 983Hz
- 9 OUT TEST
- 10 -11-12-13 Massa
- 19 VIN ZY
- 22 -12V



Il segnale di ingresso è accelerato dall'OUT TEST del circuito A. fig. 5

I dati sono relativi a circa 30 gg di campionamenti

X dati riscontrati più volte



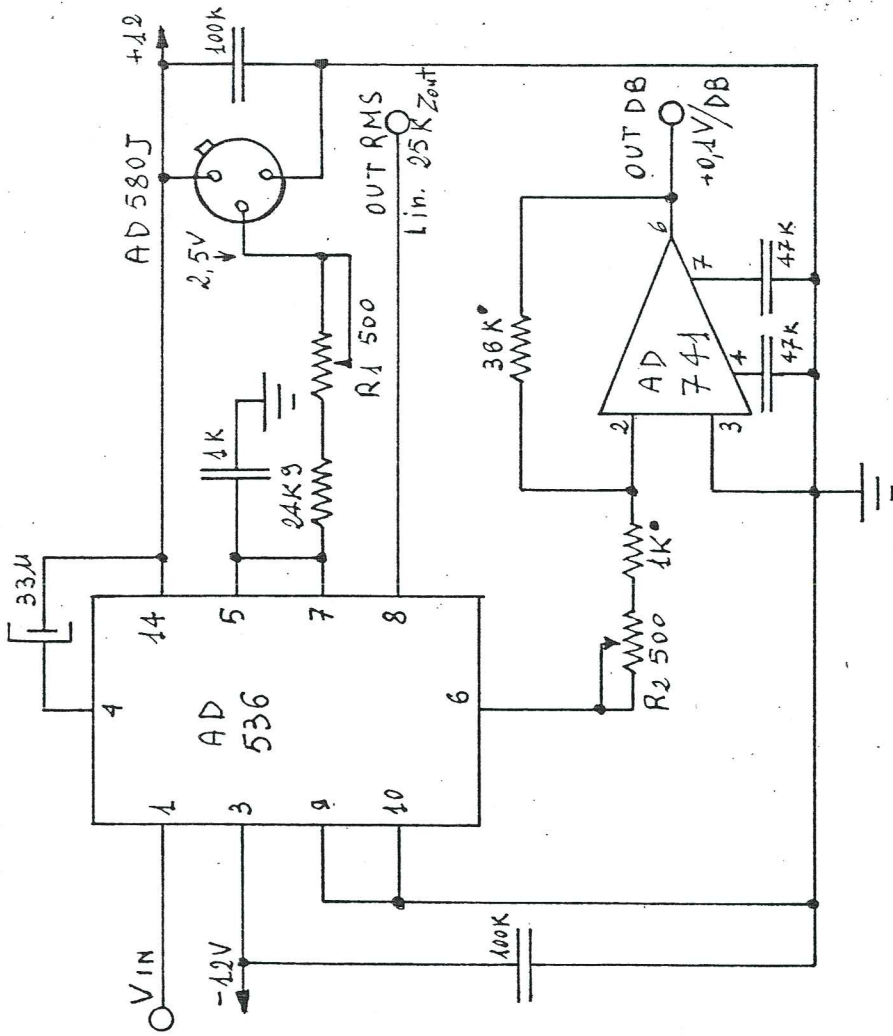
Quando non si esegue la Prova D, è opportuno inserire il "test diretto" che permette il controllo continuo della stabilità del sistema.

Per comodità, è possibile avere una lettura direttamente in db, con scala 0.1 V / db; ciò è stato realizzato mediante l'utilizzo dell'integrato AD 536. Lo schema è riportato in fig. 7.

Per quanto riguarda le varie commutazioni, queste sono riportate nello schema di fig. 8.

Per concludere, nella situazione attuale, le catene controllate mediante questo sistema di misura si sono rivelate stabili entro 0.1-0.2 db nell'arco di circa una settimana.

Poichè molti degli elementi sostituiti o modificati, descritti in precedenza, vengono utilizzati anche nella effettuazione della Prova A, è da ritenere che anche quest'ultima risulti notevolmente migliorata.

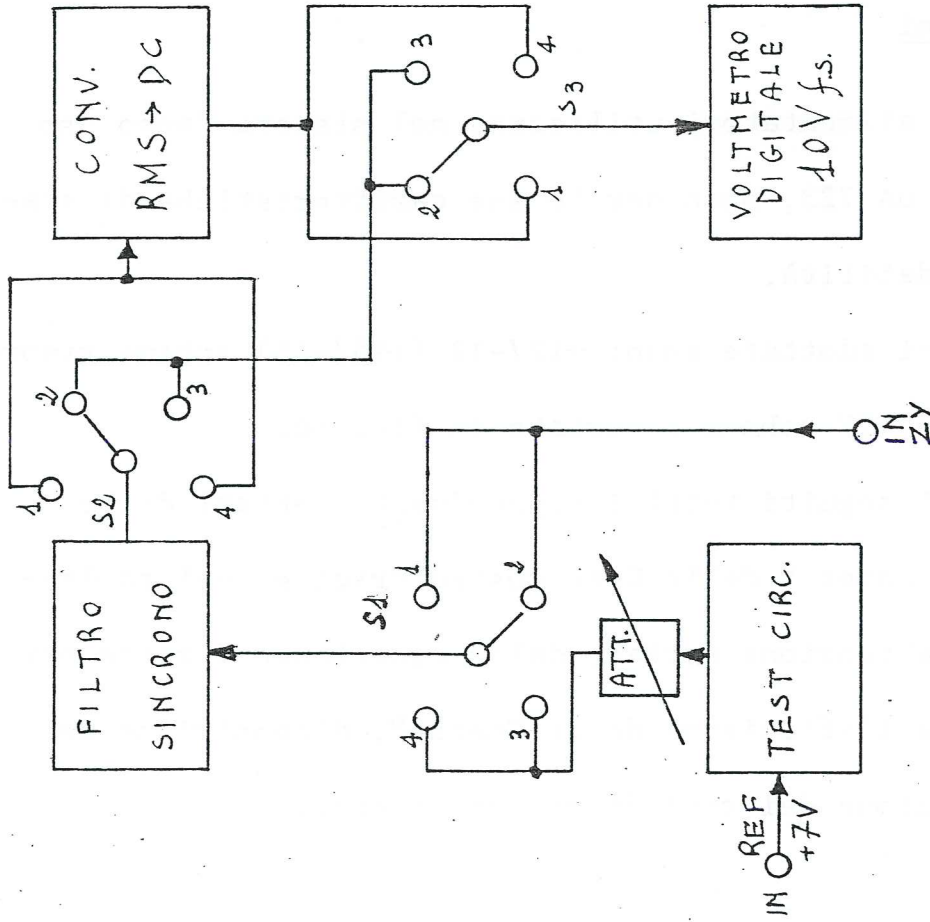


• Resistenze Alta stabilità

Calibrazione DB - Dati Analog Devices - Range 60 DB

- 1) Mettere in IN una  $V_{IN} = 1.000V$
- 2) Aggiustare  $R_1$  per una  $OUT_{DB} = 0.00V$
- 3) Mettere in IN una  $V_{IN} = +0.100V$
- 4) Aggiustare  $R_2$  per una  $OUT_{DB} = -2.00V$

Fig. 7



$S_1 - S_2 - S_3$  Commutatori coassiali;

$V_{Ref. +7V}$  LM 199

- 1 OUT DB
- 2 OUT Diretto
- 3 Test Filtra (diretto)
- 4 Test Filtra + Conv. RMS  $\rightarrow$  DB (7. DB)

Fig. 8

## 5) Alimentazioni

Tutti gli alimentatori utilizzati nel sistema fanno uso dell'integrato uA 723, noto per le sue caratteristiche di stabilità ed affidabilità.

Le tensioni adottate sono: +12/-12 (+15/-15) schema riportato in fig.9 e +5V schema riportato in fig. 10.

Sono stati seguiti tutti i suggerimenti dettati dalle " applications notes " delle Case costruttrici e, nel cablaggio, tutte le attenzioni dettate dalle esperienze dirette per quanto riguarda l'efficienza delle "masse", disposizione dei componenti, sezione dei cavi di giunzione ecc..

Note: La tensione del ponte deve essere circa 10V superiore alla tensione di uscita. Per uscita  $\pm 12$   $R_1 = 2K2$ ,  $R_2 = 3K3$   
 Connessioni morsettiere lato rame

1-2 - 15V (-12)

4-6 A (-15)

8 C } 2N3055 (-12)  
 9 B }  
 10 E }

11-12 Massa

13 E } 2N3055 (+15)  
 14 B }  
 15 C }

17-19 A (+15)

21-22 +15 (+12)

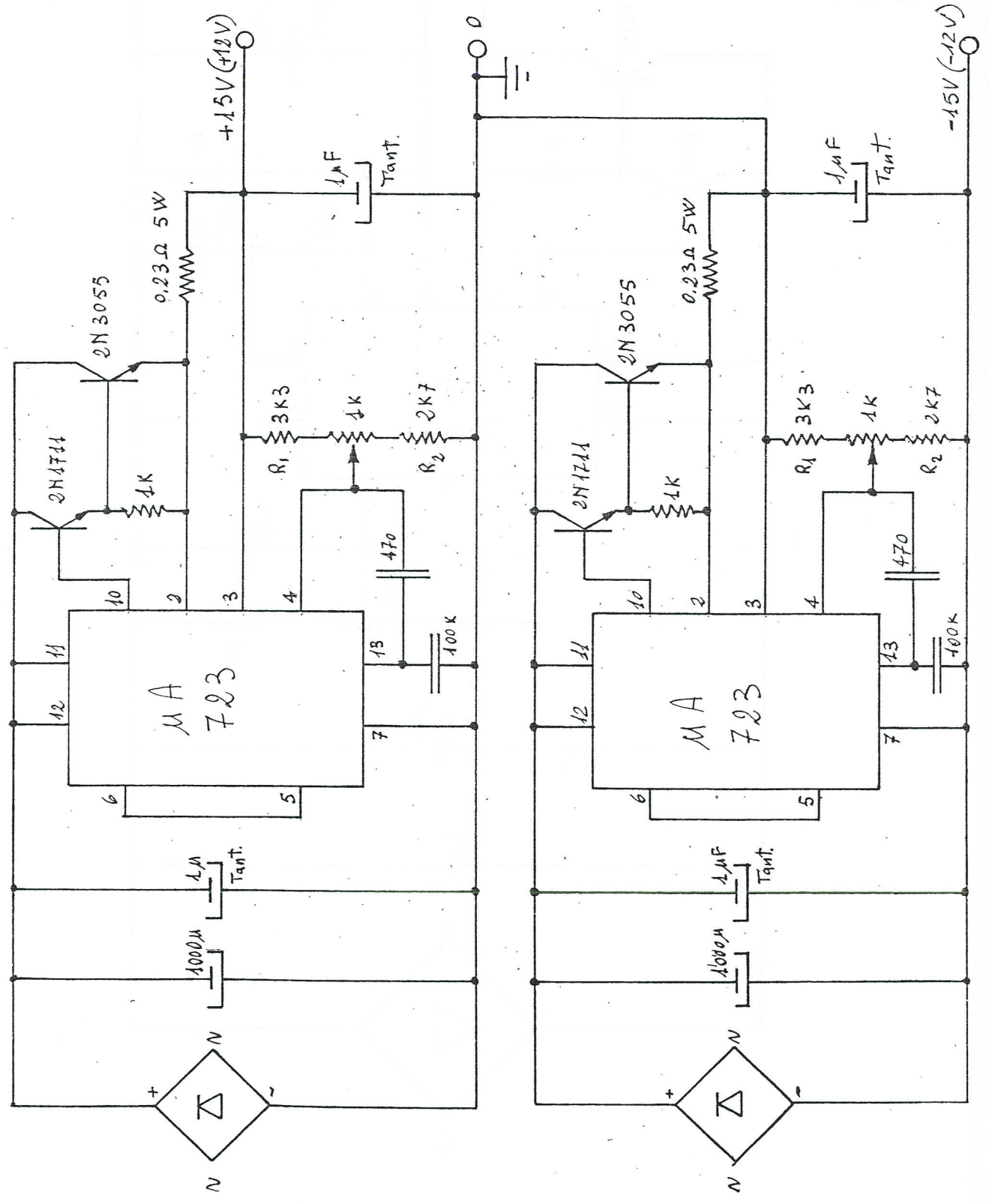


Fig. 9

Connessioni Morsettiera lato rame

1-6 Massa

11-12 A

15 E } 2N3055  
16 B }  
17 C }

18 OUT +5V

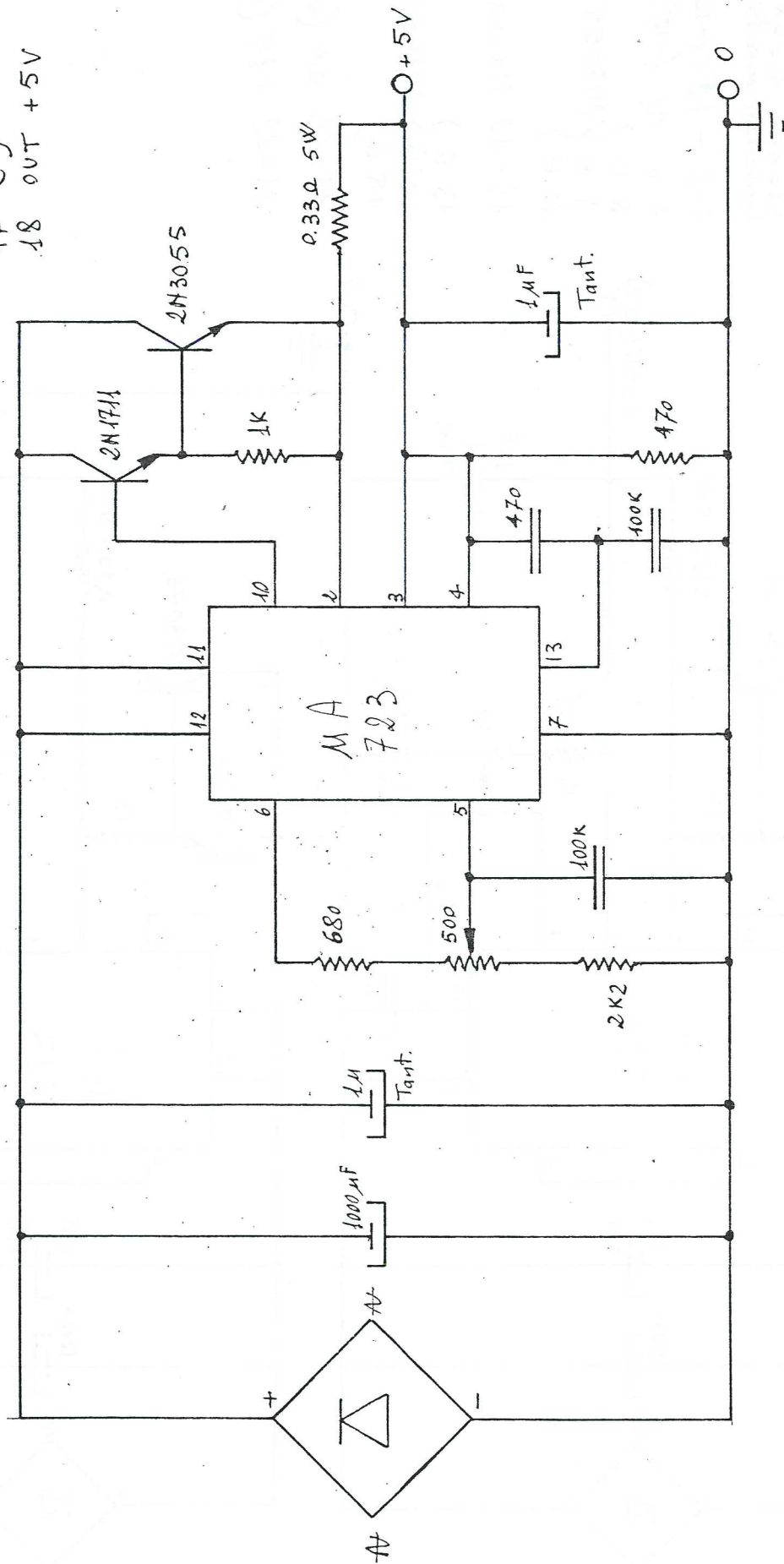


Fig. 10

6) Bibliografia

1) Ambrosini, Tomassetti, Minarelli

"Generatore a diodo zener a 30 e 408 MHz". I.R.A. 50/81

2) Analog Devices product catalog

" AD 536 A application ".

3) National Semiconductor applications guide

