

ALIMENTATORE CAMPIONE \pm 50 V c.c. AD ALTA
STABILITA' PER IL RICEVITORE DEL RADIOTELE-
SCOPIO " CROCE DEL NORD ".

P. Cova, S. Montebugnoli, R. Barbieri

I.R.A. 57 /82

INDICE

Introduzione	Pag.	2
Principio di funzionamento	Pag.	3
Alimentatore ± 12 V c.c.	Pag.	4
Comparatore e riferimento	Pag.	5
Alimentatori + 15 V e - 15 V	Pag.	8
Raddrizzatore, filtro, regolatore	Pag.	9
Protezione del carico da sovratensioni	Pag.	10
Realizzazione meccanica	Pag.	11
Risultati e considerazioni finali	Pag.	12
Ringraziamenti	Pag.	14

1) Introduzione

Tutti gli alimentatori in c.c. del Radiotelescopio hanno uno stesso riferimento di tensione in modo tale da rimanere tutti aggan-
ciati al comportamento di questo unico riferimento.

Le alimentazioni sono duali, per cui occorrono due riferimen-
ti di tensione: un +50 Vc.c. che fa da riferimento per gli alimen-
tatori che forniscono una tensione regolata negativa e un -50 Vc.c.
per gli alimentatori con tensione positiva.

Viene qui descritto il nuovo alimentatore campione ± 50 Vc.c.
realizzato in sostituzione degli ormai obsoleti + 200 V e - 155 V
non più affidabili, i cui alti livelli di tensione erano legati
ad esigenze non più esistenti da parecchi anni (apparecchiature a
valvole ecc.).

2) Principio di funzionamento

Gli schemi di principio sono mostrati in fig. 1 per la tensione positiva e in fig. 2 per quella negativa.

Il principio di funzionamento si basa sul fatto di ottenere la " tensione di errore " per pilotare il transistor regolatore, dalla comparazione della tensione di riferimento campione con quella di uscita fatta attorno allo zero e questa comparata, a sua volta, con il potenziale di massa. Come si può vedere negli schemi di fig. 1 e 2, col potenziometro si cerca il punto in cui c'è potenziale nullo rispetto a massa e lo si compara, tramite IC, col potenziale di massa stesso.

Questo è un sistema usuale ormai da molti anni per gli alimentatori stabilizzati in c.c. in uso nel ricevitore del Radiotelescopio. Ponendo i transistori regolatori in serie al collegamento di massa, anzichè a quello positivo & negativo, si ha la possibilità di far lavorare i comparatori IC, alimentati a ± 12 V, quasi esattamente al centro della loro dinamica, con grandi miglioramenti per la stabilità del sistema.

Gli schemi a blocchi sono mostrati in fig. 3 per la tensione positiva e in fig. 4 per quella negativa.

Procediamo con la descrizione dei singoli blocchi.

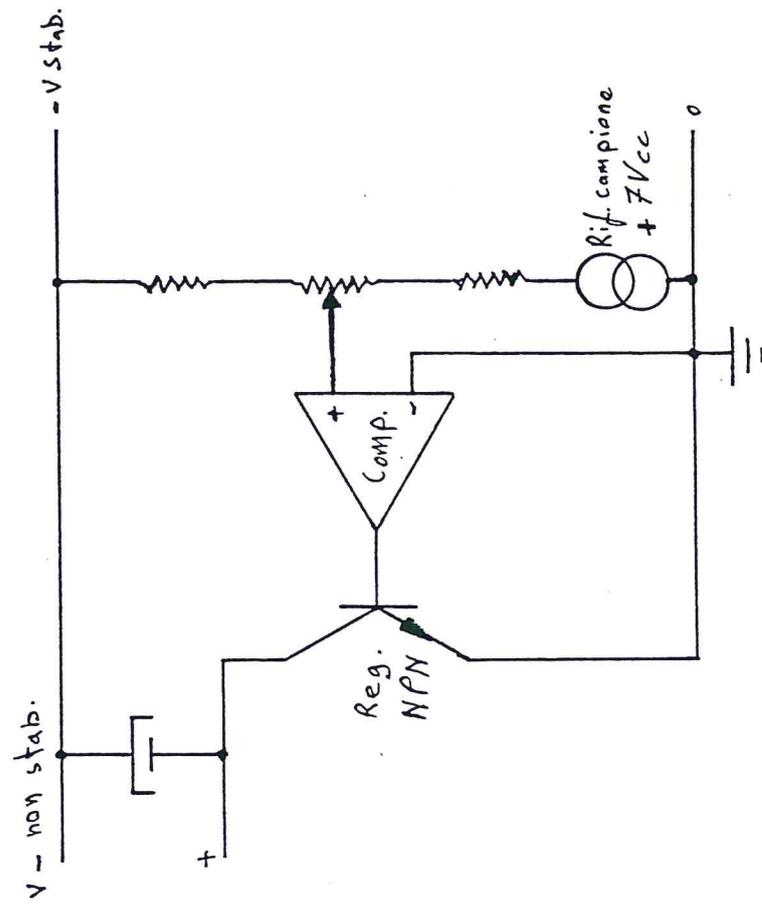


Fig. 2

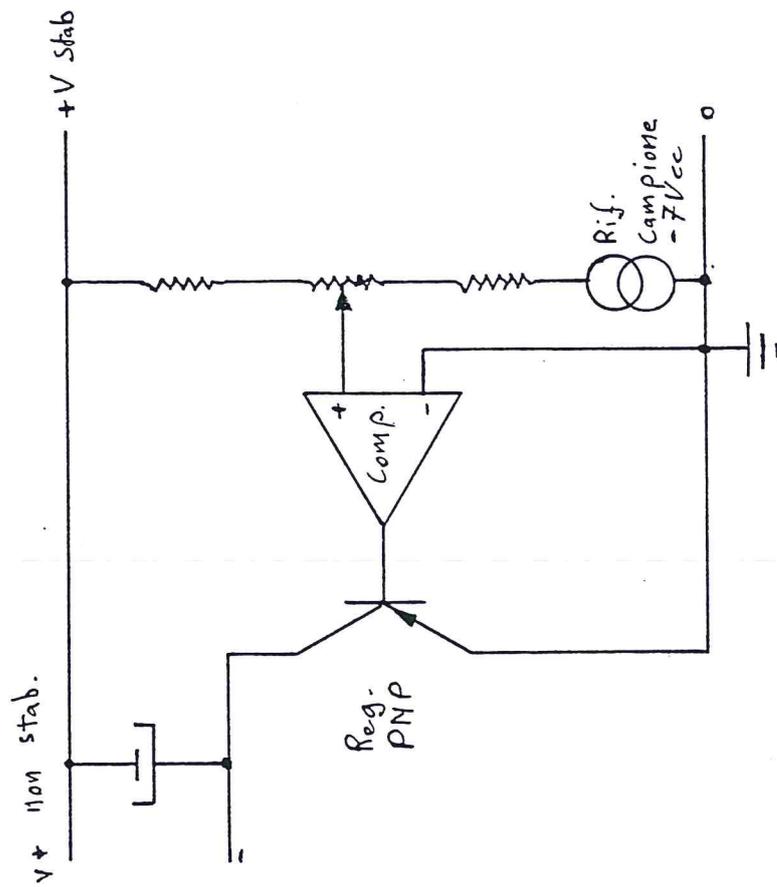


Fig. 1

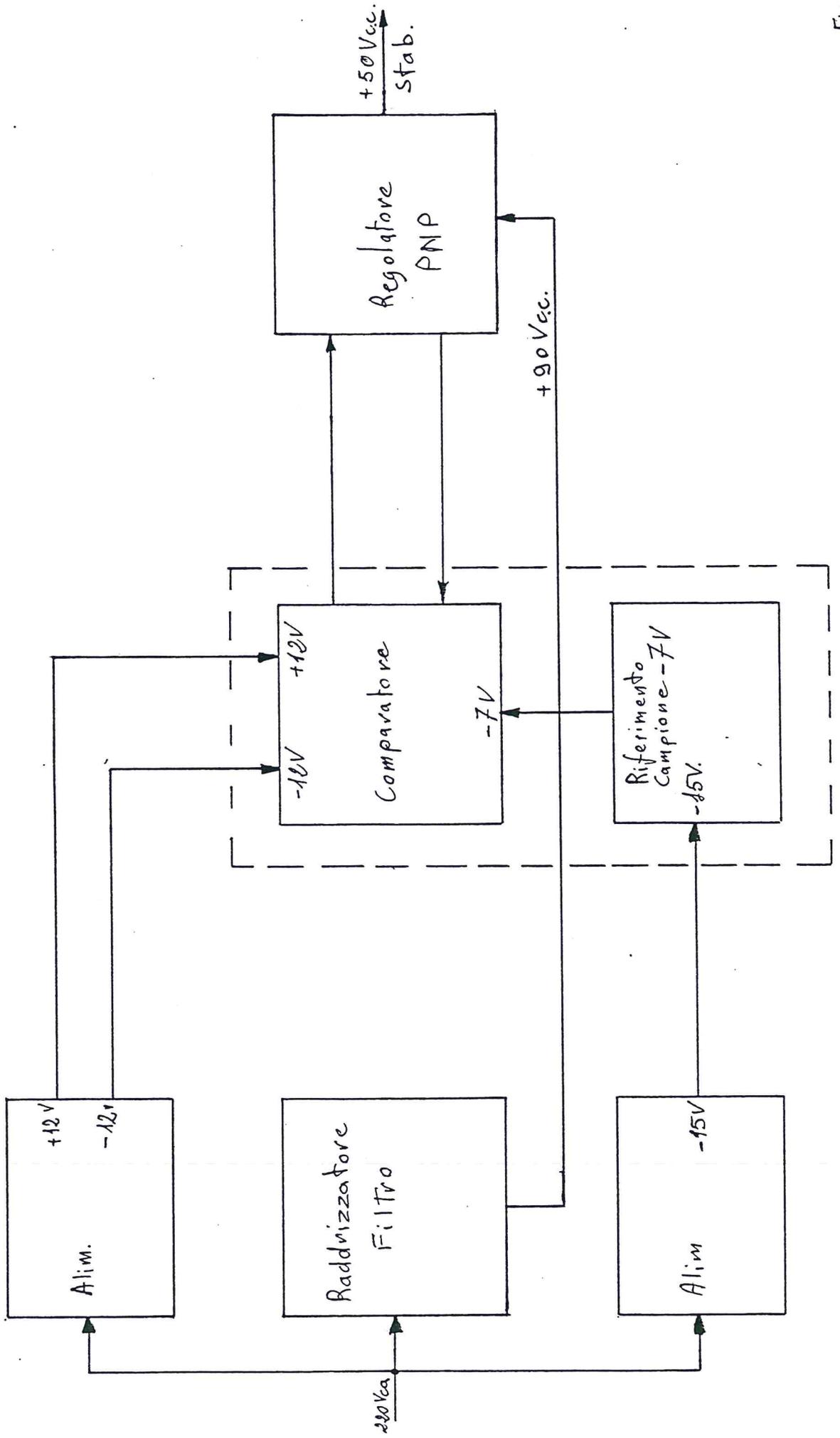


Fig. 3

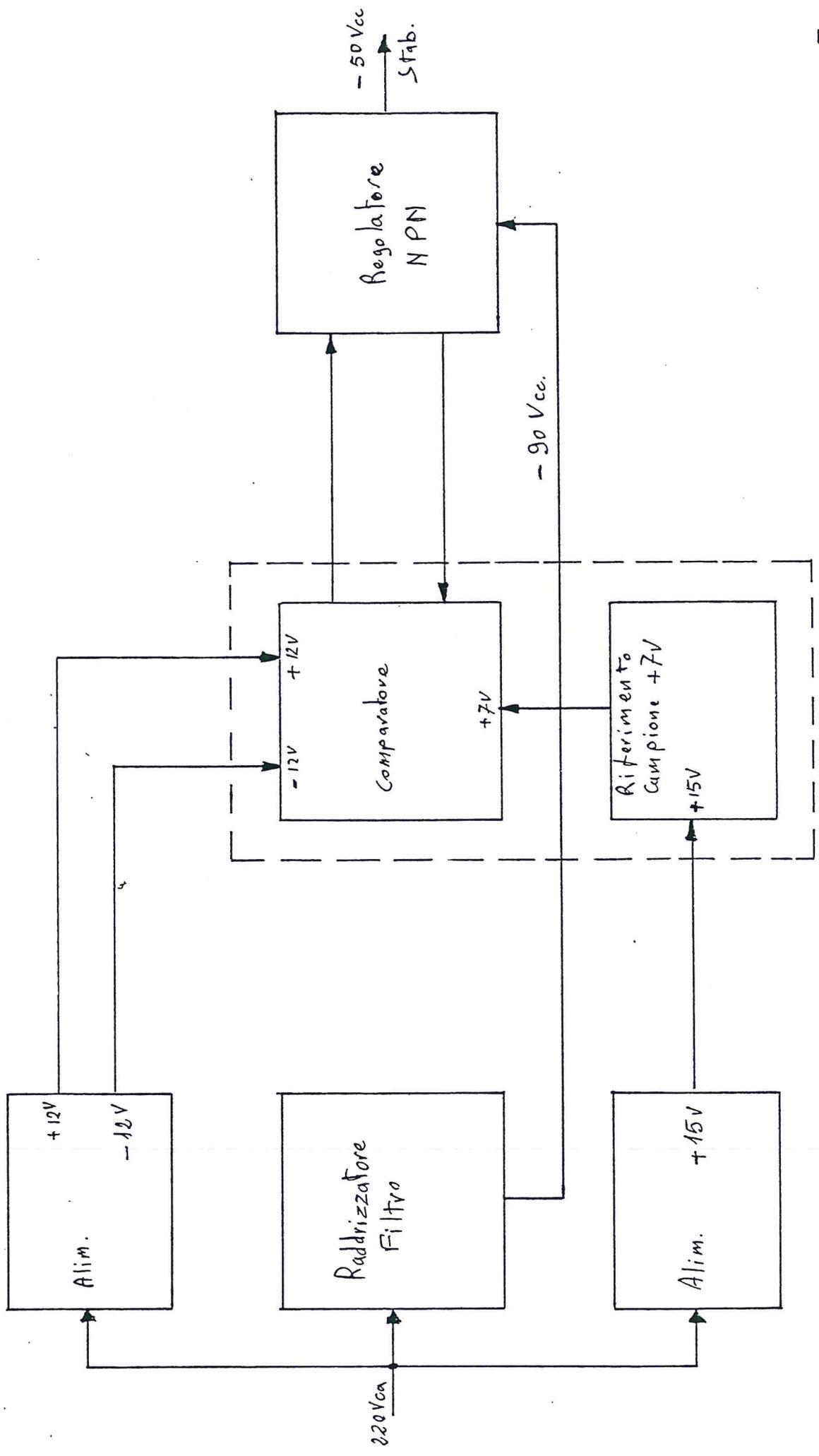


Fig.4

3) Alimentatore \pm 12 V c.c.

Questo circuito è identico per ambedue le tensioni campione e serve per alimentare l'integrato IC 1426 della Teledyne che esplica le funzioni di comparatore della tensione di errore.

Lo schema è riportato in fig. 5. Questo schema è tratto dalle " Application notes " del uA 723.

Nella fase di cablaggio sono state curate in particolare le connessioni di massa, adottando, per queste, della calza di rame tolta da cavo schermato RG 58, schiacciata in modo da formare una piattina e quindi stagnata.

La sezione dei cavi percorsi dalla corrente di carico è stata largamente sovradimensionata per ridurre al minimo le cadute di tensione e migliorare in tal modo la " load regulation ".

Morsettierra Baseletta
 Lato Rame

1-2-3	-12Vcc
5	270Vca } -12V
6	270Vca }
9-10-11-12-13-14	Massa
17	17,5Vca } +12V
18	17,5Vca }
20-21-22	+12Vcc

Plug-in AMP

9	220Vca
42	220Vca
87	Terra
2	+12Vcc
35	-12Vcc
17	Massa

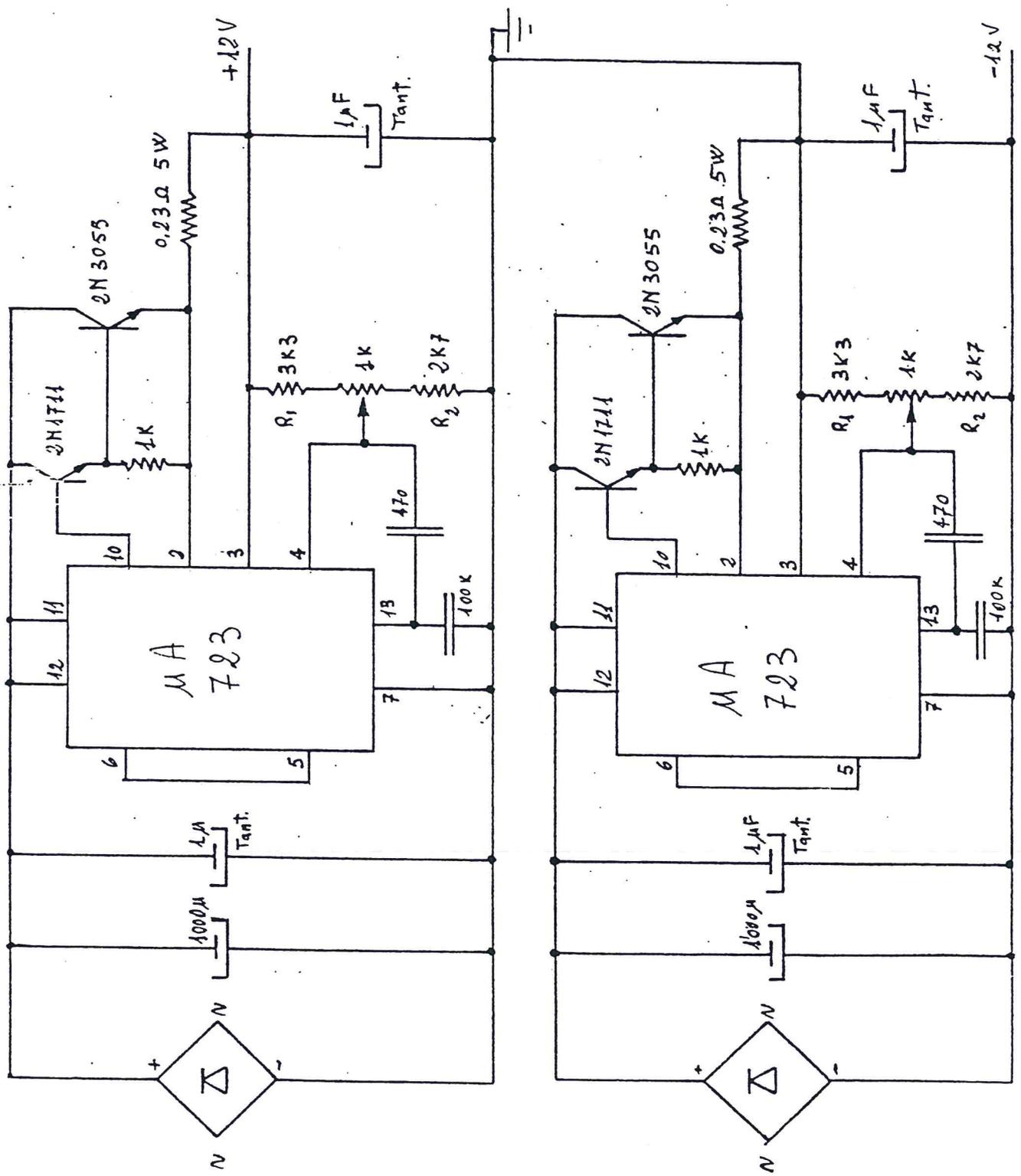


Fig. 5

4) Comparatore e riferimento relativi al - 50 Vc.c.

I componenti chiave di questo circuito, che è il cuore dello alimentatore, sono il comparatore, IC 1426 Teledyne, e il riferimento campione di tensione, LM 199 National.

Prima di analizzare lo schema elettrico, è doveroso soffermarsi sulle caratteristiche di questi due componenti e, soprattutto, sulle attenzioni da prestare nel cablaggio de riferimento LM 199.

L' IC 1426 Teledyne è un operazionale pin compatibile con il più comune uA 741, ha un drift di $5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, un voltage gain in c.c. ad anello aperto di circa 100 dB e una impedenza di ingresso di 10^{12} ohm con 30 pF in parallelo sia nel modo differenziale che nel modo comune.

Il riferimento di tensione LM 199 garantisce una stabilità di $1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ a lungo termine ed è costituito da due circuiti distinti racchiusi nello stesso contenitore e isolati termicamente con l'esterno. Il primo circuito è quello del riferimento vero e proprio e contiene un diodo Zener a " struttura sepolta "; in esso la scarica a valanga avviene nel corpo del Silicio e non sulla superficie come invece accade nella maggior parte degli Zener. Questo artificio permette di ottenere riduzioni sensibili del rumore e un notevole miglioramento della stabilità a lungo termine.

Altra caratteristica di questo riferimento è la bassissima impedenza dinamica, 0,5 ohm, per cui può operare con qualsiasi corrente di polarizzazione compresa tra 0,5 mA e 10 mA senza che varino minimamente sia il coefficiente di temperatura sia la tensione di riferimento. Negli Zener " di superficie ", invece, la impedenza dinamica è dell'ordine di $10 \div 100$ ohm per cui ogni variazione della corrente di polarizzazione causa una variazione della tensione di uscita e del coefficiente di temperatura che è generalmente compreso tra 5 e 100 ppm/°C. Poichè, come si è detto, nello LM 199 la corrente di polarizzazione non altera questi due parametri, il circuito di polarizzazione si riduce ad una

sola resistenza.

Il secondo circuito costituisce un riscaldatore di precisione. E' formato da un elemento riscaldante pilotato da un termostato di precisione che mantiene l'intera piastrina ad una temperatura rigorosamente costante nel contenitore che la isola termicamente dall'esterno. Praticamente, nel cablaggio, non si deve assolutamente esporre lo LM 199 ad un flusso d'aria diretto, come quello proveniente da un ventilatore. Una tale corrente d'aria aumenterebbe del 100 % la dissipazione di potenza, degradando in tal modo la regolazione termica e peggiorando notevolmente il drift. Inoltre la corrente necessaria al termostato non deve mai fluire attraverso i conduttori che alimentano lo Zener o il suo ritorno di massa ma tramite conduttori separati. Se non venisse rispettato questo accorgimento, insorgerebbero errori assai più gravi di quelli imputabili alla deriva dello LM 199 stesso, dovuti alle ampie variazioni che la corrente del riscaldatore subisce in relazione alla temperatura ambiente. Altri errori possono essere causati da effetti di termocoppia; infatti l'adduttore dello LM 199 e la pista di rame del circuito formano una termocoppia; poichè il contenitore viene riscaldato, vi è un flusso di calore attraverso l'adduttore stesso. Se il rame del circuito stampato presenta sezioni diverse dall'adduttore, si verifica una diversa dispersione di calore per cui si instaura un gradiente termico nel punto di giunzione; ciò introduce, per differenze di 1°C, una tensione di termocoppia di circa 30 uV. Questa tensione si riduce a 15 uV con sezioni simili.

L'integrato deve essere montato il più possibile aderente al circuito stampato per minimizzare il flusso d'aria tra gli adduttori che provoca effetti di termocoppia; correnti d'aria tra i terminali si manifestano come rumore a bassissima frequenza di circa $10 \div 20$ uV sull'uscita. Nella progettazione del circuito stampato è necessario tener conto della resistenza ohmmica delle piste che può peggiorare la deriva del riferimento; poichè il co-

efficiente di temperatura del rame è di circa $0,004\%/^{\circ}\text{C}$, per ogni mV di caduta si ha una deriva addizionale di $40\text{ uV}/^{\circ}\text{C}$.

Lo schema elettrico del comparatore e riferimento è riportato in fig.6. Come si può notare, si è fatto largo uso di condensatori di disaccoppiamento per evitare che residui, di rete o di radiofrequenza, possano peggiorare il ripple della tensione di uscita. E' solo il caso di notare che il Radiotelescopio sorge a pochi chilometri da ripetitori per onde medie della RAI con vari KW di potenza di uscita, per cui residui di radiofrequenza si riscontrano ovunque.

Tutte le considerazioni sopra esposte valgono, ovviamente, anche per il comparatore e riferimento relativi all'alimentatore con tensione $+50\text{ Vc.c.}$, il cui schema è riportato in fig. 7.

* Resistenze alta stabilità:

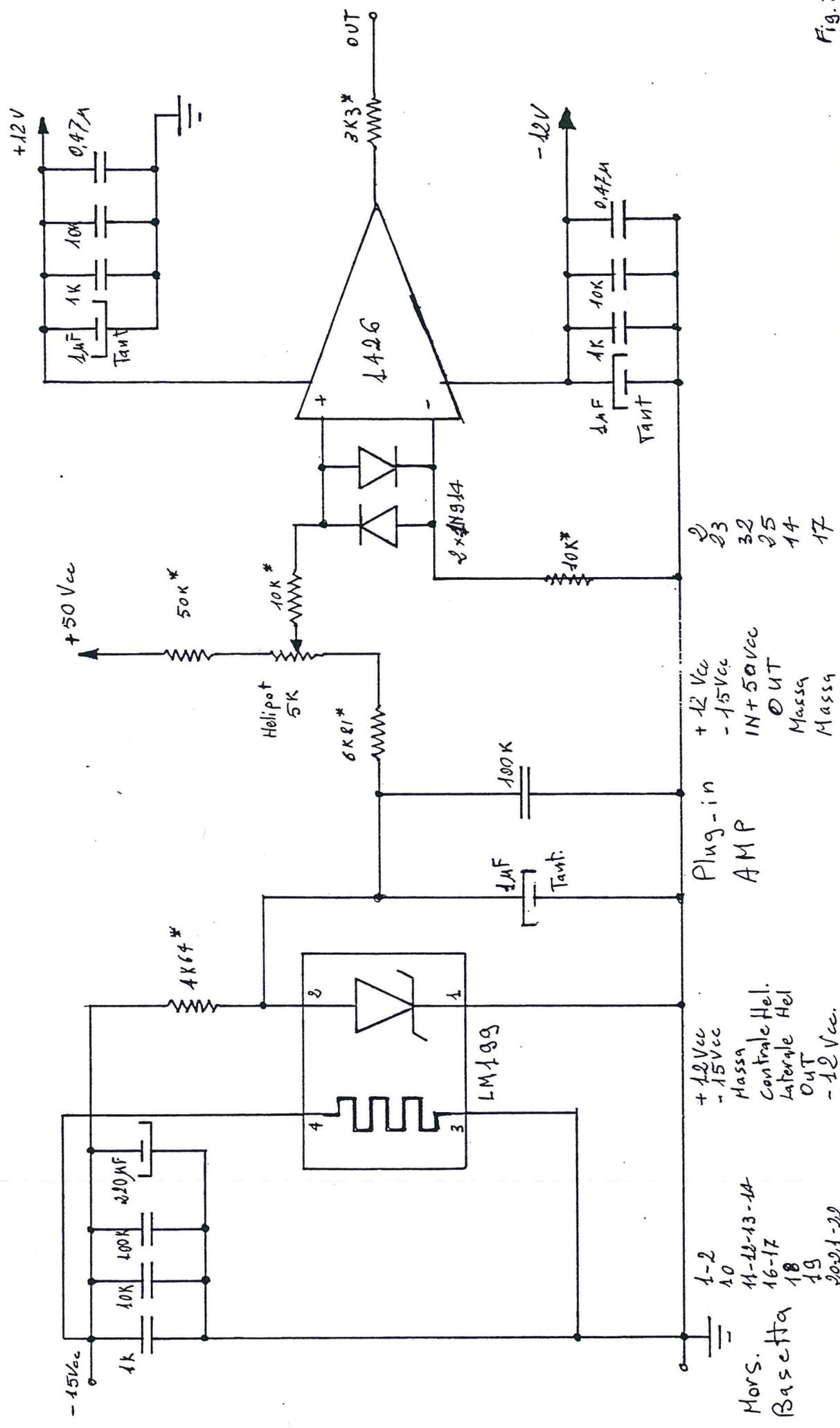


Fig. 7

5) Alimentatori + 15 V e - 15 V per i riferimenti LM 199

Questi due alimentatori sono stati inseriti per prestabilizzare la tensione di alimentazione dei riferimenti e migliorare così la stabilità di tutto il sistema. Come solito si è fatto largo uso di condensatori di disaccoppiamento e particolare cura è stata posta nel dimensionamento dei conduttori e delle masse, per le considerazioni fatte in precedenza.

Gli schemi sono tratti dalle " application notes " dell'IC uA 723 e sono mostrati in fig. 8 per il + 15 Vc.c. e in fig. 9 per il - 15 VC.c..

Mansettiera Basetta
Lato Rame

3-1-5-6-7-8 Massa
11 22Vca
12 22Vca
18-19-20-21-22 +15Vcc

Plug-in AMP

9 220Vca
42 220Vca
27 Terra
24 +15Vcc
17 Massa

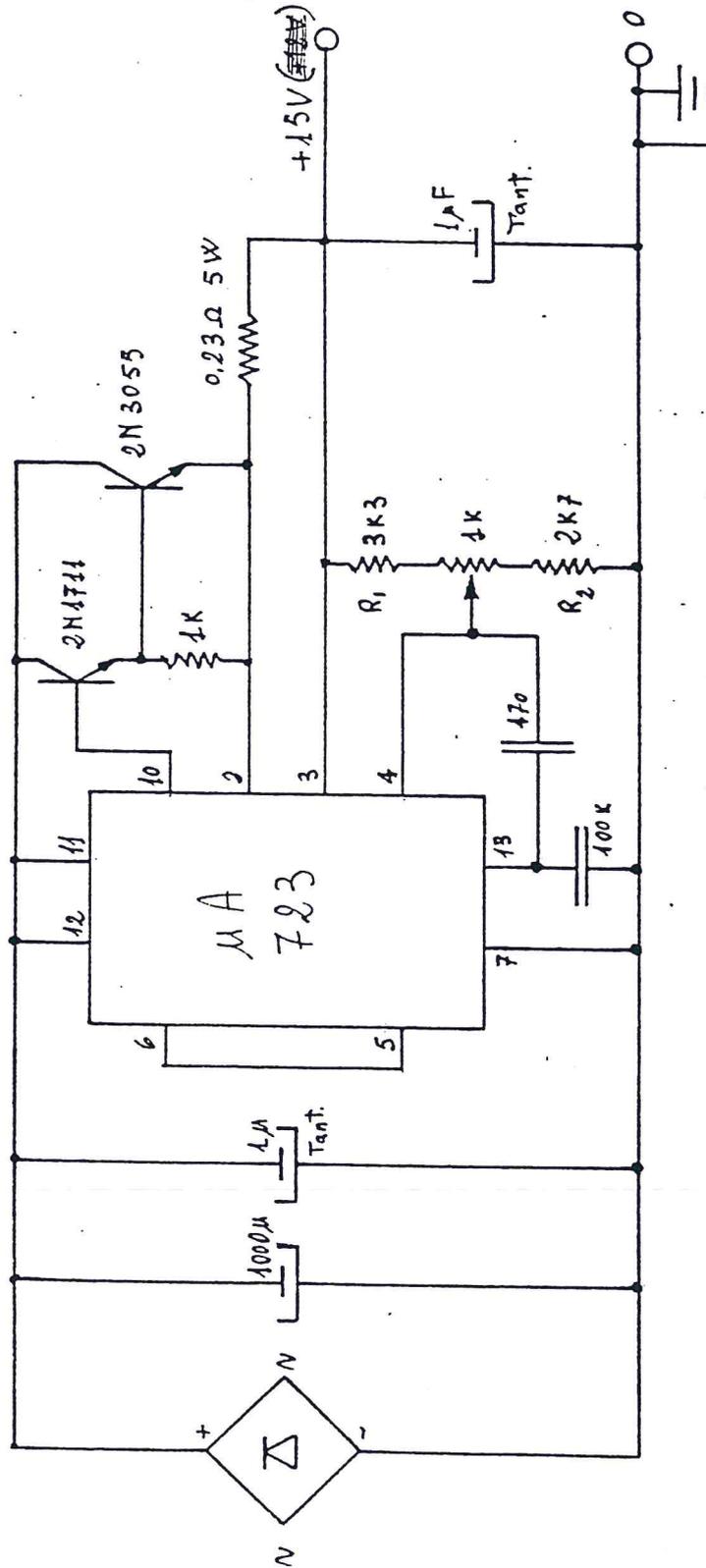


Fig. 8

Morsetiera Baseffa
Lato Ramo

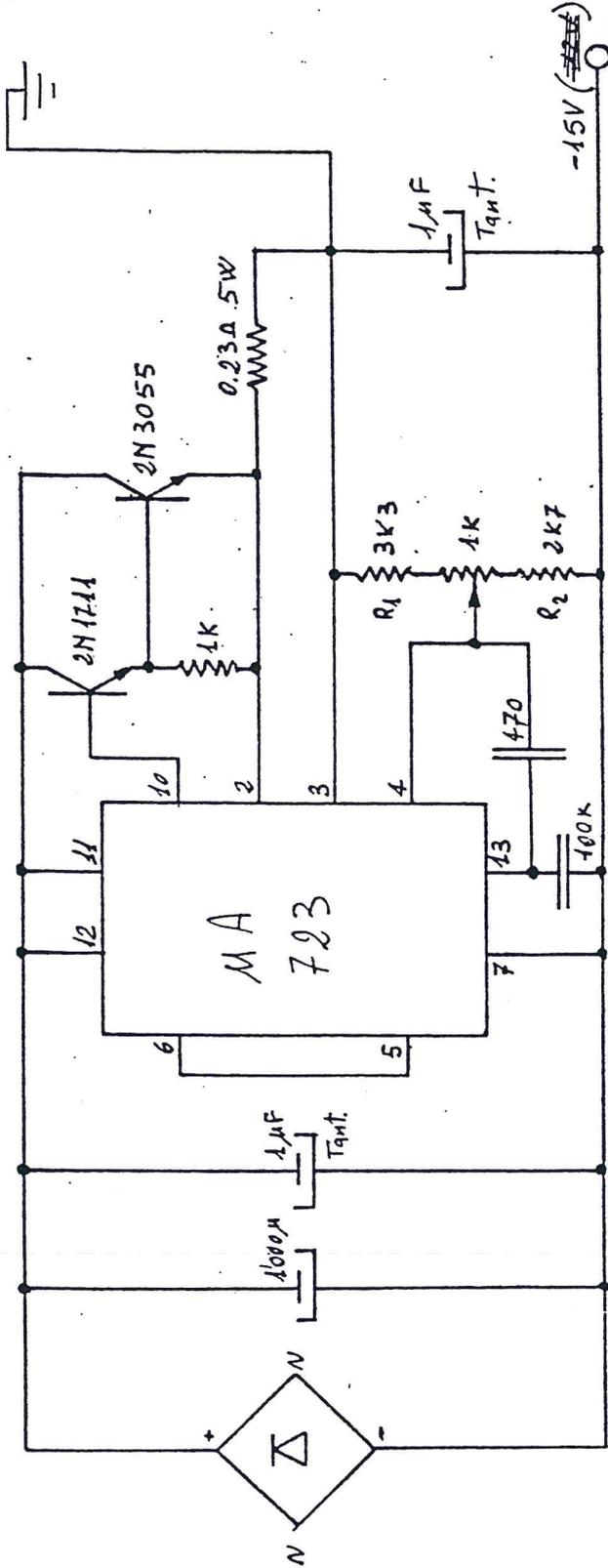
3-4-5-6-7-8
11
12
18-19-20-21-22

Massa
22 Vcc
22 Vcc
-15 Vcc

Plug-in AMP

9
42
27
23
17

220 Vcc
220 Vcc
Terra
-15 Vcc
Massa

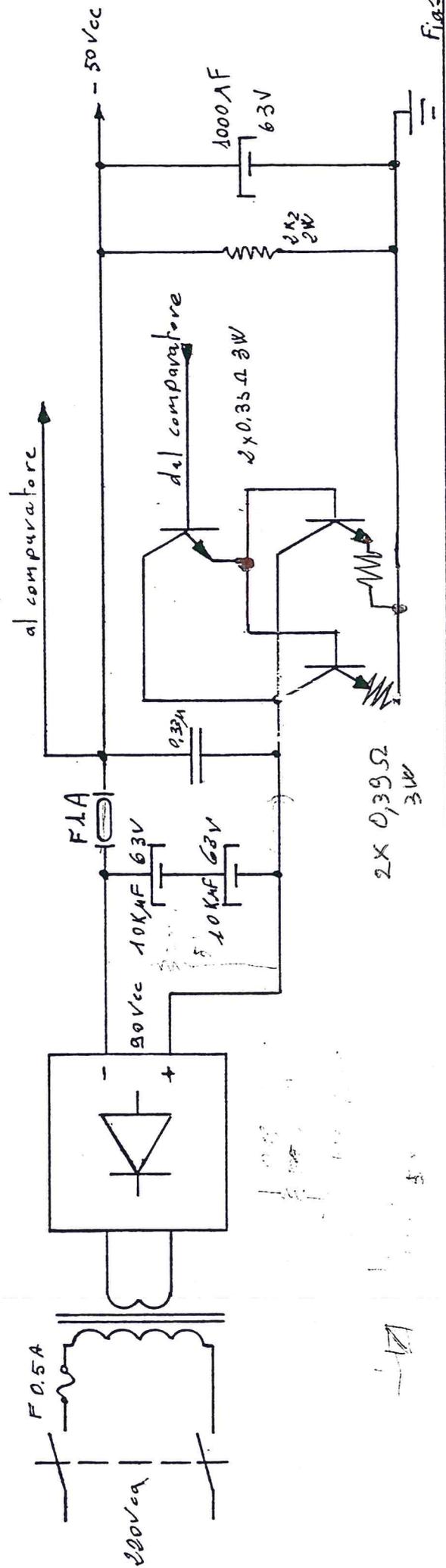
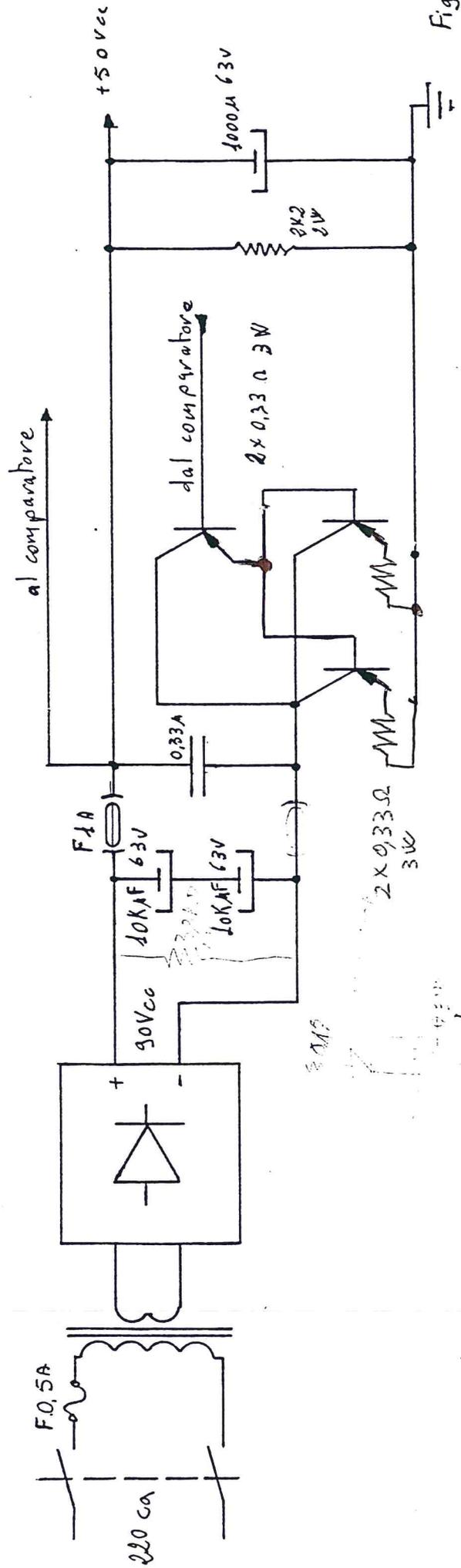


6) Raddrizzatore, filtro, regolatore (-50 Vc.c. + 50 Vc.c.)

Lo schema relativo al - 50 Vc.c. è mostrato in fig. 10, Quello relativo al + 50 Vc.c. in fig. 11.

Si è abbondato nel dimensionamento degli elettrolitici di filtro per ridurre al minimo l'ondulazione residua, in parallelo ai quali sono stati posti condensatori di bassa capacità per fuggire a massa i residui di radiofrequenza.

I transistors di potenza impiegati sono del tipo BDW 51 per il - 50 Vc.c. e del tipo 2N 4502 per il + 50 Vc.c. che hanno una Vce max largamente superiore a quella di funzionamento, circa 40 Volt, così come per la Ic max.



7) Protezione del carico da sovratensioni

Per proteggere il carico da sovratensioni, dovute al corto circuito dei transistor di regolazione, sono stati inseriti, sulla linea di alimentazione 220 Vc.a. degli stadi raddrizzatori ecc. di cui al punto precedente, due circuiti elettromeccanici, auto-trattenuti, pilotati da sensori posti sulle tensioni ± 50 Vc.c.; quando una delle due tensioni di riferimento supera i ± 68 V, tensioni che non producono danni agli alimentatori asserviti, i relè autotrattenuti si eccitano interrompendo la linea a 220 Vc.a.

Il ripristino della linea, dopo la rimozione delle cause del corto circuito, avviene tramite il semplice spegnimento e riaccensione dell'interruttore di linea principale.

Nello stesso contenitore sono alloggiato pure le visualizzazioni delle tensioni di riferimento, realizzate mediante due voltmetri digitali a $4\frac{1}{2}$ digits della Gossen, così come il distributore delle tensioni ai carichi.

Lo schema è mostrato in fig. 12.

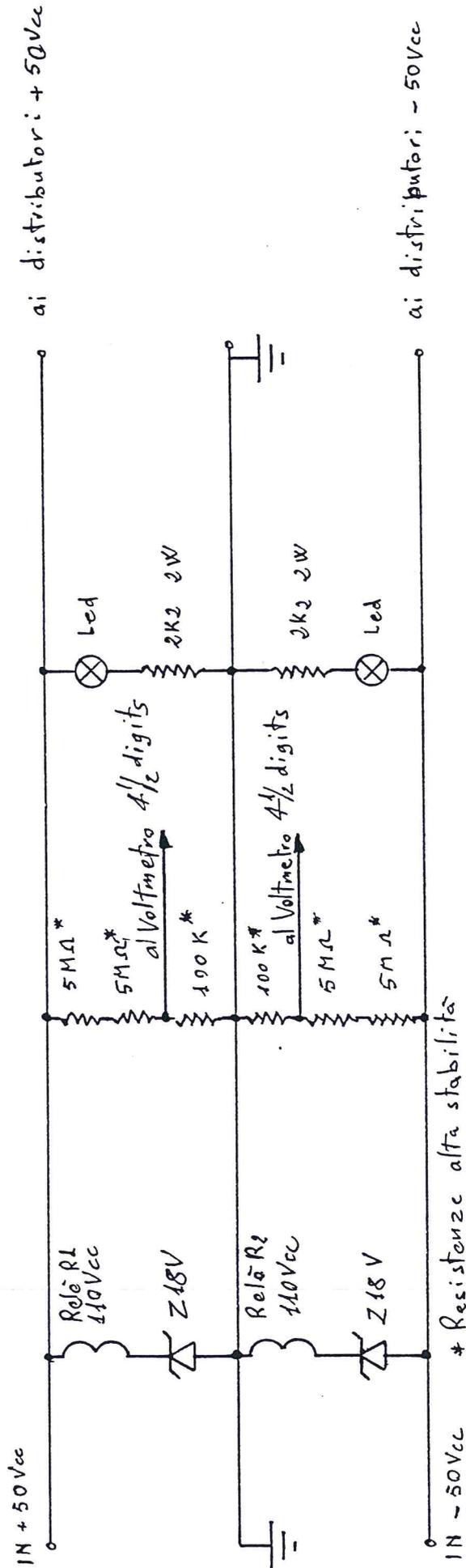
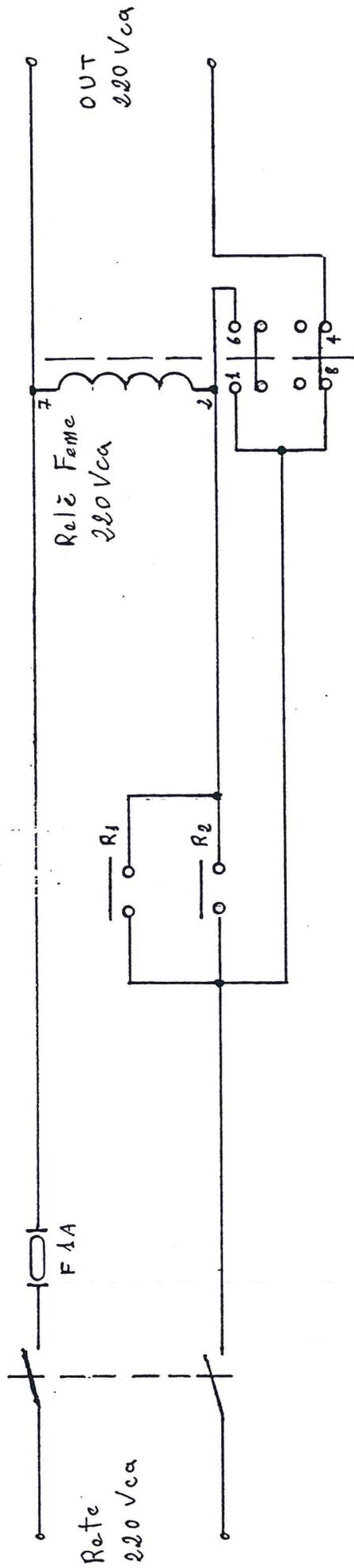


Fig. 12

8) Realizzazione meccanica

Per disaccoppiare meglio i circuiti di potenza da quelli di riferimento e comparazione, ogni alimentatore campione ± 50 Vc.c., è stato realizzato utilizzando tre contenitori standard rack 19" da quattro unità cadauno:

il primo contiene l'interruttore di linea 220 Vc.a., protezione del carico e visualizzazione delle tensioni campione;

il secondo i raddrizzatori, i filtri e i transistors di potenza per entrambe le tensioni;

il terzo i comparatori, i riferimenti e i relativi alimentatori.

Per quest'ultimo è stato utilizzato un contenitore, della ditta Del Turco, a cassette modulari estraibili, interconnessi tramite contattiere posteriori a plug-in dorati della AMP.

I circuiti sono realizzati su basette di vetronite con morsettiere maschio dorata, le morsettiere femmina sono della AMP a contatti dorati. I collegamenti tra comparatori e transistors regolatori sono effettuati con cavo schermato multiplo e connettori dorati Bendix con innesto a vite.

9) Risultati e considerazioni finali

I risultati ottenuti con questi componenti e con questo tipo di tecnica di realizzazione si possono considerare ottimi.

Da prove eseguite per circa cinque mesi, la stabilità di ogni tensione campione è risultata essere di 1×10^{-6} a breve termine, un giorno, e di 1×10^{-5} a lungo termine, due mesi. Il ripple, con un carico di 1 A, non è rilevabile con un oscillografo a 2mV/div, Tequipment D 34. Ciò è valido anche per il secondo prototipo.

Utilizzando la stessa tecnica, è stato realizzato anche un prototipo che eroga + 12 Vc.c. a 2.5 A max., realizzato in un unico contenitore da quattro unità rack 19', della Del Turco, a cassette modulari.

Oltre al trasformatore, l'unica modifica è consistita nella sostituzione, nel partitore del comparatore, della resistenza da 50 K con una da 12 K (vedi schema in fig. 7).

Poichè è estremamente probabile che questo alimentatore sia adottato per l'alimentazione dell'elettronica del nuovo Radiotelescopio VLBI, su questo prototipo sono state eseguite prove ancora più accurate e complete; questi i risultati:

con carico di 2 A stabilità a breve e a lungo termine come per le tensioni campione, con carico di 2.5 A ripple non misurabile con oscillografo da 2mV/div, load regulation da 0 A (12.000V) a 2.5 A - 10 mV, con carico di 1 A line regulation da 170 a 270 Vc.a.

0.000, a 430 Vc.a. - 9 mV. I grafici relativi alla load e line regulation sono riportati in fig.13 e fig. 14 rispettivamente.

La load regulation può essere ulteriormente migliorata pren-

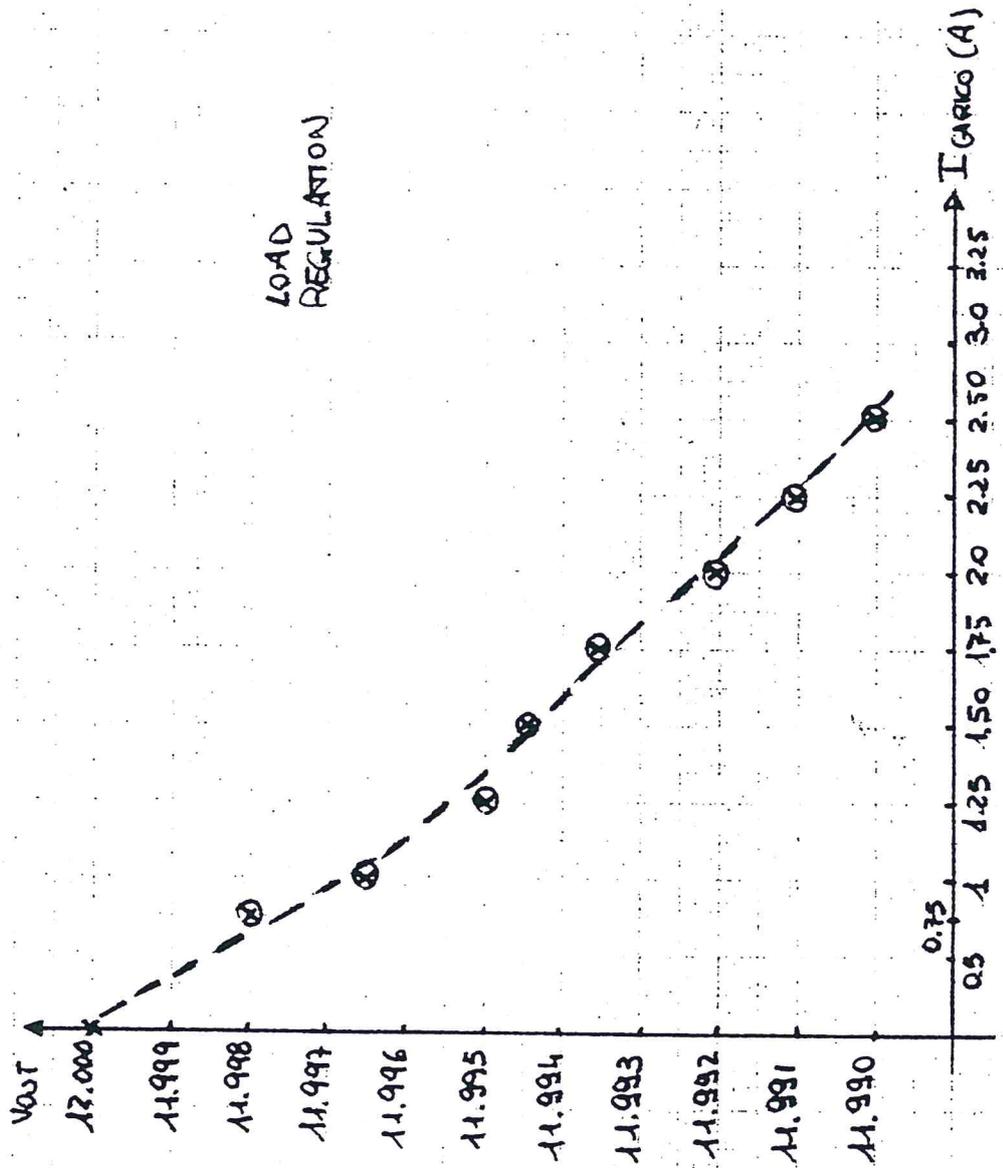


Fig. 13

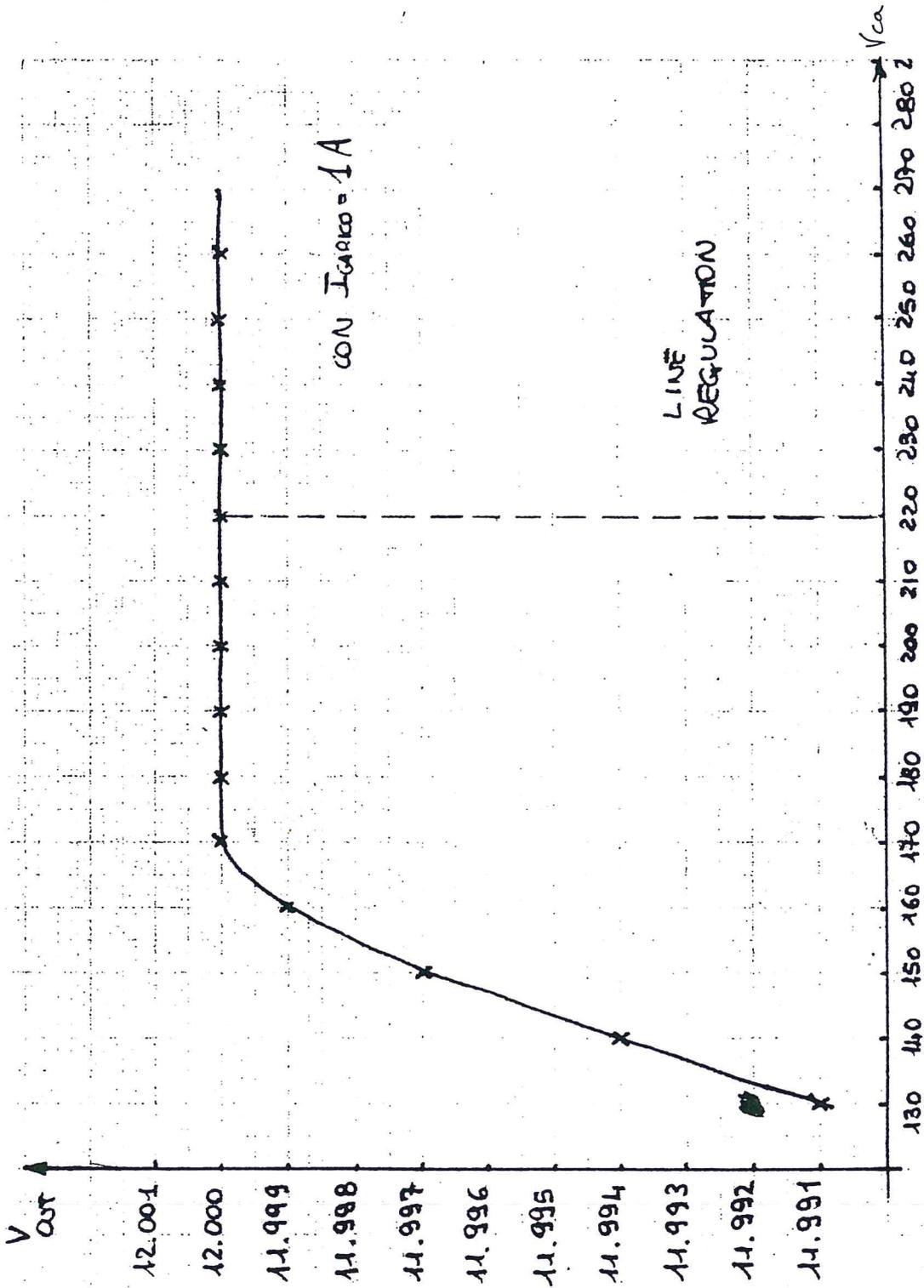


Fig. 14

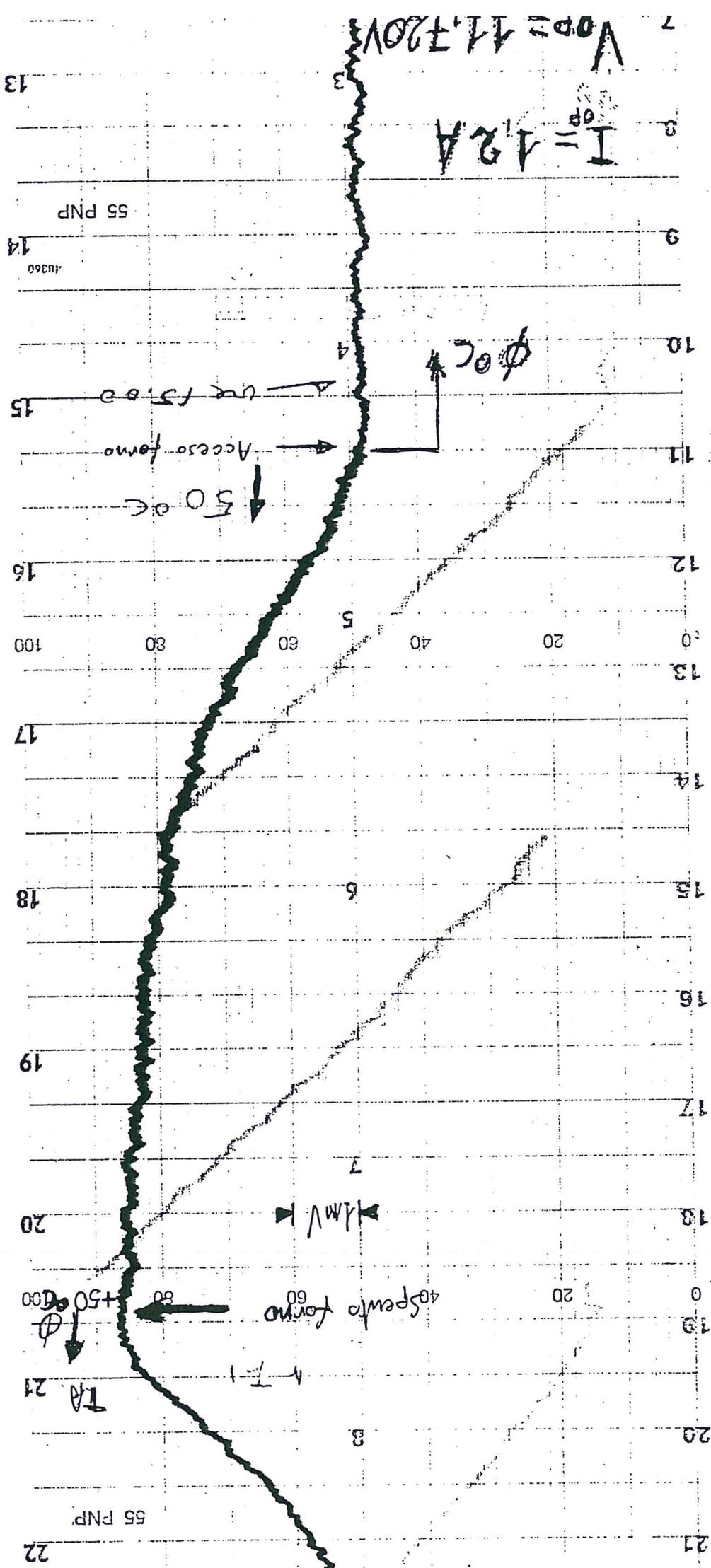
dendo la tensione per il comparatore direttamente dal morsetto di uscita in modo tale da inserire tutta la "circuiteria" nel loop di controllo.

E' stata eseguita, in apposito forno, una prova di stabilità al variare della temperatura. Il diagramma di fig. 15 ne mostra i risultati: con una escursione termica da 0°C a + 50°C, la tensione di uscita è variata di circa 4 mV da cui risulta un drift di circa 60 uV/°C per tutto il sistema. Questi dati sono ragionevolmente estrapolabili per gli alimentatori campione ± 50 Vc.c..

In fig. 16 sono riportati alcuni spezzoni di registrazioni su carta eseguite confrontando le varie tensioni con quella di una batteria al piombo.

Durante le prove sono stati utilizzati i seguenti strumenti:
Multimetro digitale Keytley mod. 135 a $4\frac{1}{2}$ digits,
Oscillografo Telequipement mod. D. 34,
Registratore a carta Linseis Serie 2000.

Fig. 15



LA PENDENZA DIPENDE DALLA
SCARICA DELLA BATTERIA DI
RIFERIMENTO!

①
Pannello 100V
Riferimento

1000V

100V

28-2-82

L13/P8

Fig. 16

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Goliardo Tomassetti dell' I.R.A. per le accurate prove effettuate sul prototipo nella camera termostica.