

LNF-63/10

28. 2. 1963.

D. Fabiani e M. Fascetti: IMPIANTO A RADIO FREQUENZA A
73,6 MHz PER L'ANELLO DI ACCUMULAZIONE ADA.

Nota interna n. 186

Nota interna: n. 186
28 Febbraio 1963

D. Fabiani e M. Fascetti: IMPIANTO A RADIO FREQUENZA A 73.6 MHz
PER L'ANELLO DI ACCUMULAZIONE ADA. -

L'impianto a radio frequenza degli anelli di accumulazione deve avere speciali requisiti in vista delle particolari prestazioni che gli sono richieste⁽¹⁾.

Infatti il rifornimento dell'energia a radio frequenza che compensa le perdite per irraggiamento del fascio accumulato, deve avvenire in maniera stabile, uniforme e costante nel tempo.

Perciò è stato costruito un impianto a radio frequenza comprendente un generatore, un amplificatore di potenza ed un risonatore per la frequenza di 73.6 MHz (1^a armonica) per l'anello di accumulazione di Frascati (AdA).

Le particolari esigenze di impiego hanno determinato le caratteristiche principali di questo impianto e precisamente:

- 1) La stabilità di tensione e di frequenza per lunghi periodi di tempo (24 ore).
- 2) Possibilità di allineamento con un solo comando su una banda di 1 MHz.
- 3) Variazione della potenza di uscita entro valori assai ampi.
- 4) Risonatore particolarmente stabile sia termicamente che meccanicamente.
- 5) Facilità di manovra e di manutenzione.

L'impianto così realizzato è molto semplice e funzionale; la fig. 1 mostra la fotografia del complesso.

Nel secondo rack partendo dall'alto sono contenuti i pannelli delle seguenti apparecchiature e servizi:

- 1) Polarizzatore-modulatore dell'amplificatore finale; sicurezze e consensi per tutto l'impianto; voltmetro indicatore della tensione a radio frequenza nel risonatore; uscita del segnale a radio frequenza rettificato e non.

- 2) Ventilazione pannello pilota, telecomandi alimentatore B. T. pilota ed alimentatore del polarizzatore-modulatore finale, strumenti indicatori dei medesimi.
- 3) Pilota.
- 4) Amplificatore finale.
- 5) Ventilazione dell'amplificatore finale.

Sul retro del secondo rack sono sistemati partendo dall'alto:

- 1) Stabilizzatore anodica per la RS 1003 e schermo della QBL 5/3500.
- 2) Alimentatore B. T. pilota.
- 3) Alimentatore, polarizzatore-modulatore, dell'amplificatore finale.
- 4) Pannello di distribuzione alimentazioni.

Nel primo rack è contenuto l'alimentatore della A. T. del pilota e dello schermo della valvola finale.

Nel terzo rack si trova l'alimentatore della tensione anodica della valvola finale.

Questi due alimentatori sono di tipo unificato (14 KW).

La fig. 2 mostra lo schema a blocchi complessivo dell'impianto.

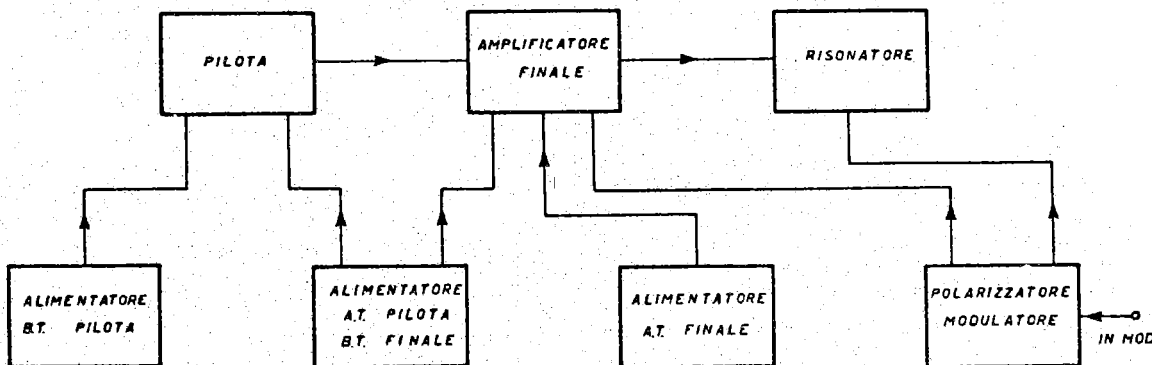


FIG. 2

Il pilota, accordabile su una gamma di frequenza compresa tra 71.5 e 76.5 MHz, è costituito da un tubo oscillatore V_1 accoppiato molto lasca-mente (per non produrre trascinamenti sull'oscillatore) al tubo V_2 ampli-ficatore, capace di fornire una potenza di 85 W su una resistenza di 60 ohm.

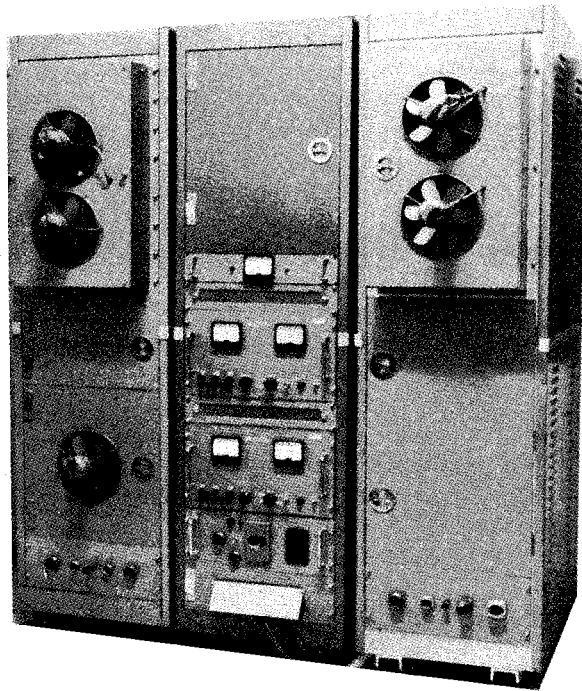
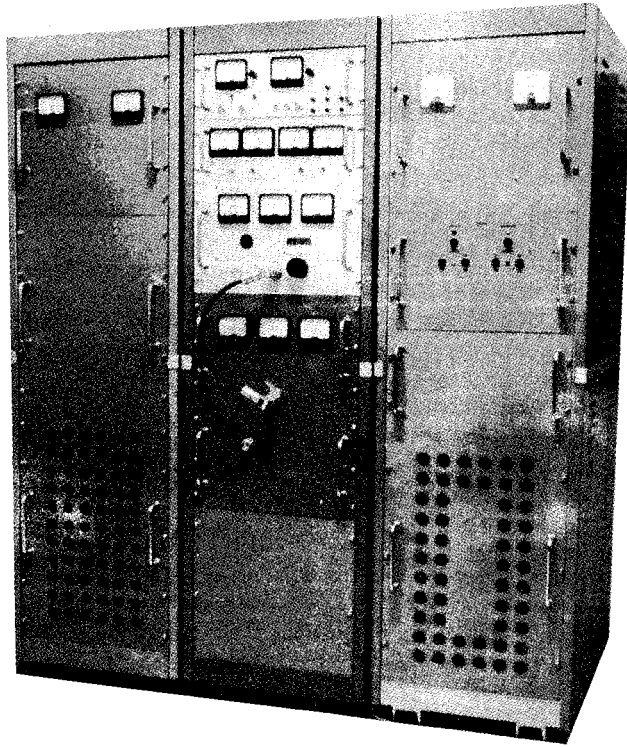


FIG. 1

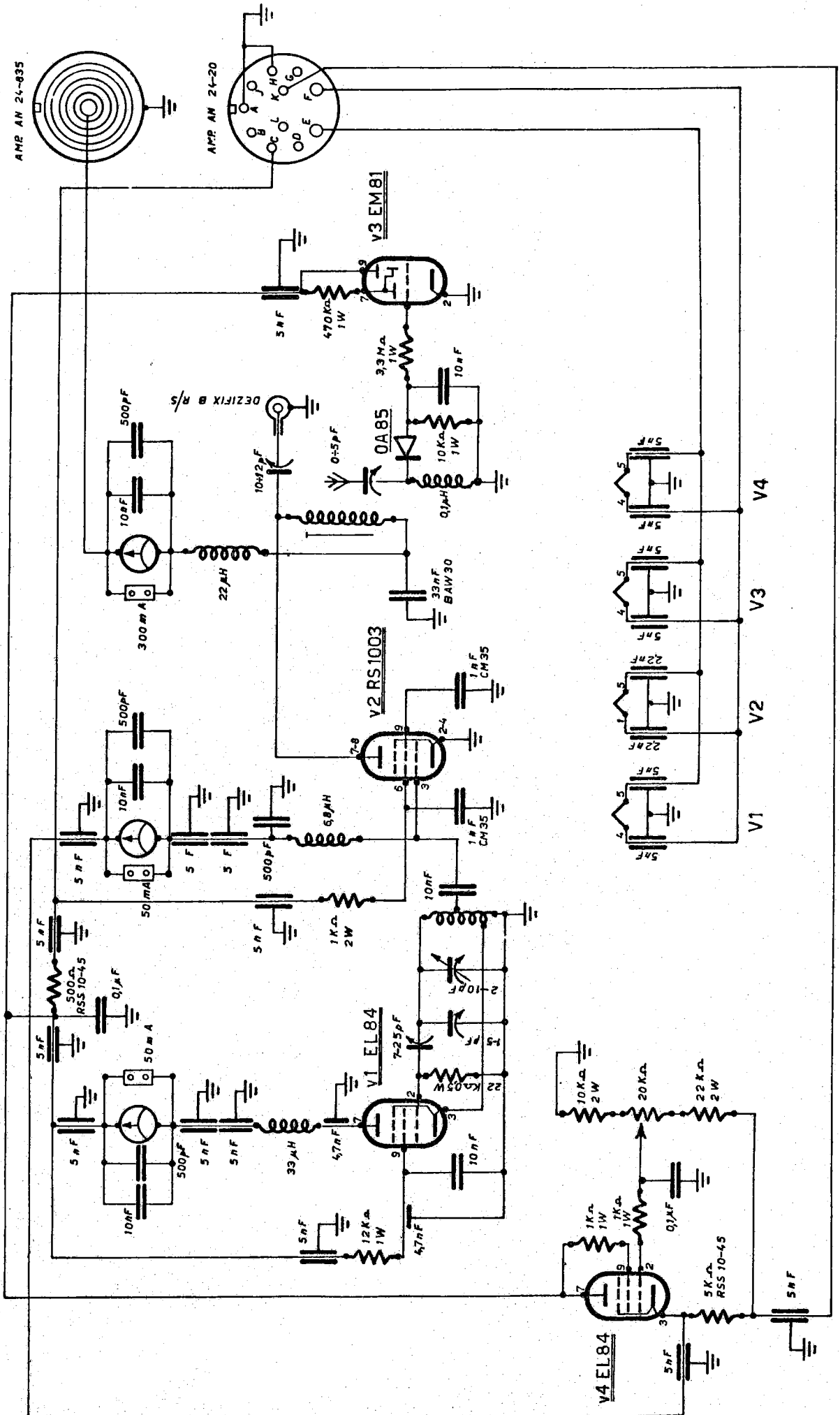


FIG. 3 - PILOTA A. d. A. 73, 6 MHz.

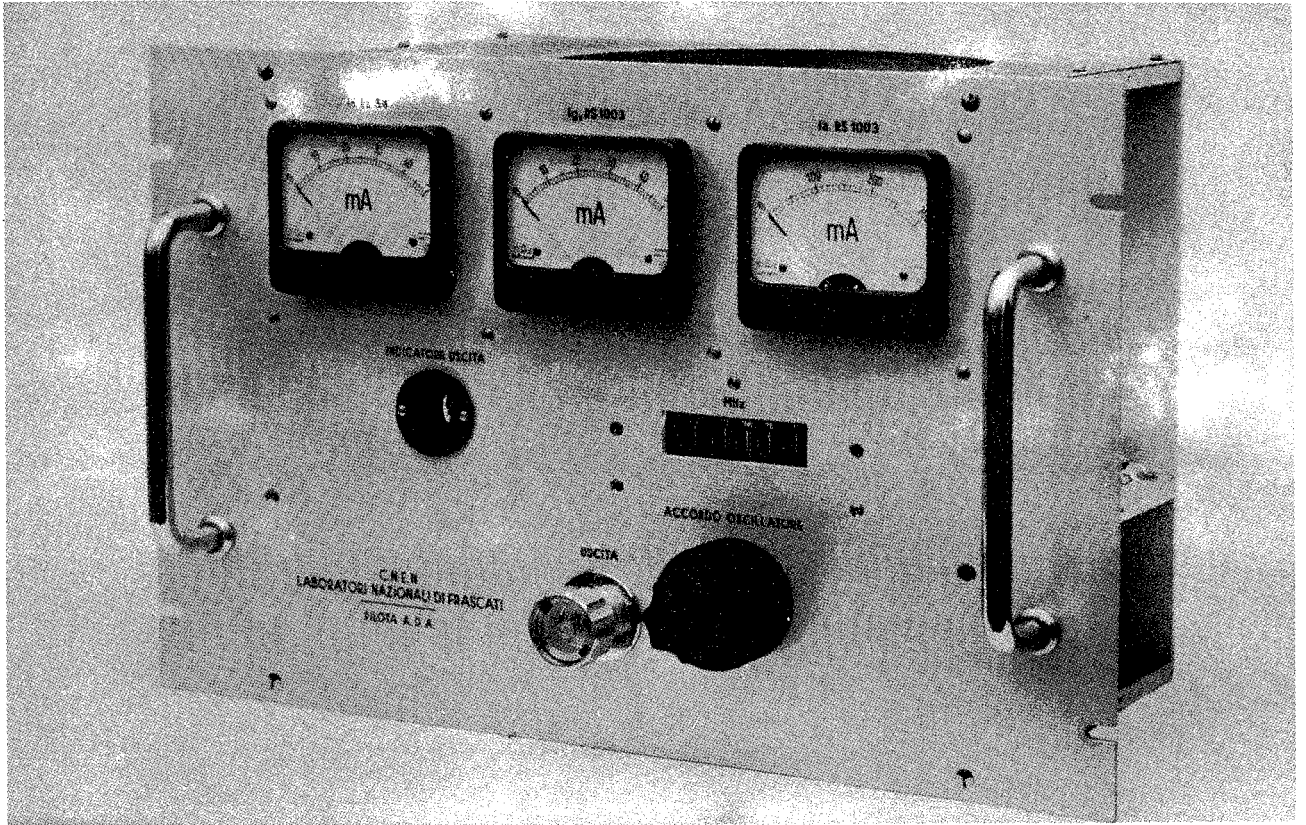


FIG. 4

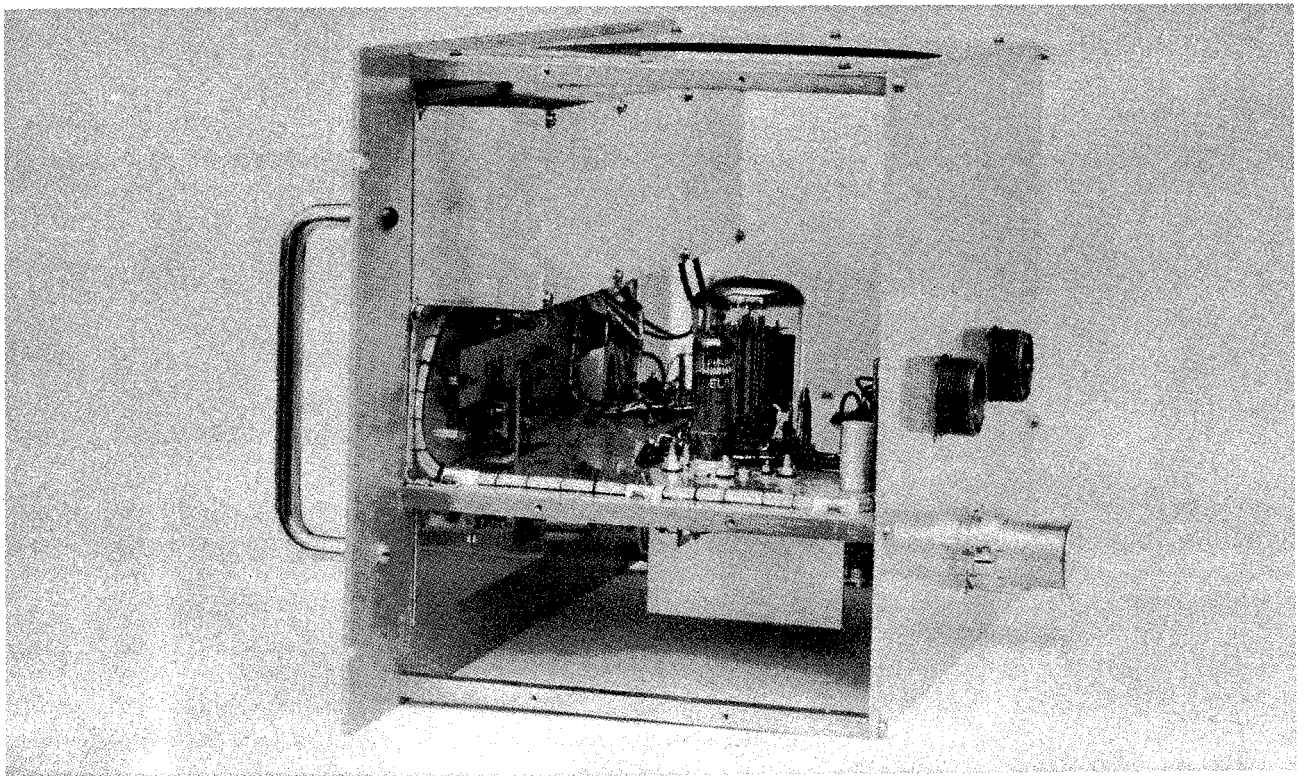


FIG. 5

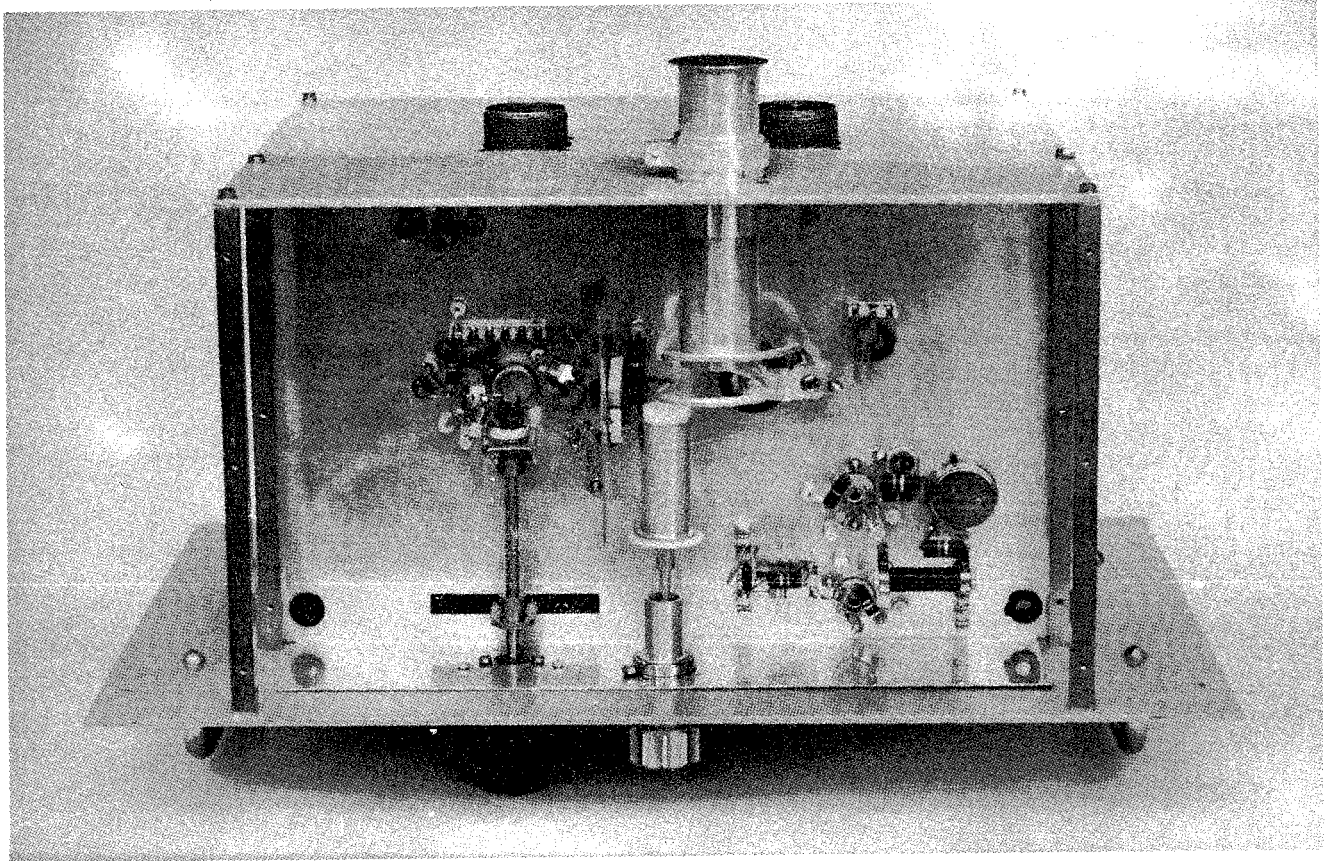


FIG. 6

Il tubo indicatore di accordo V_3 mostra la massima deflessione del fascio elettronico quando il tubo amplificatore V_2 è perfettamente accordato (v. fig. 3).

La fig. 7 dà l'andamento della potenza e della tensione di uscita del tubo amplificatore V_2 , ottenuta variando la frequenza dello stadio oscillatore e mantenendo fermo l'accordo del tubo amplificatore su 73,6 MHz; si può vedere che, per frequenze comprese tra 73,1 e 74,1 MHz, la potenza di uscita varia al massimo del 9,3%.

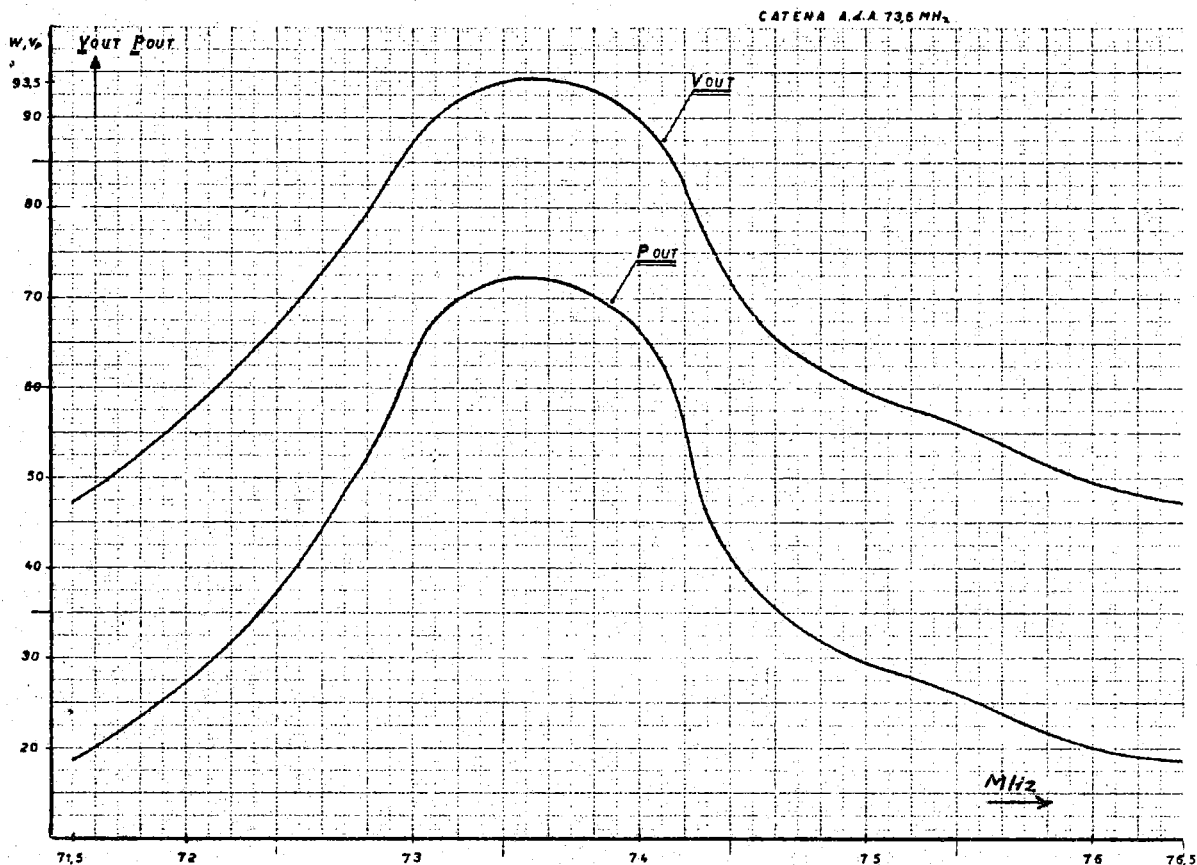


FIG. 7

Il tubo V_4 consente di fornire una polarizzazione fissa alla griglia di V_2 su impedenza molto bassa ($1/gm$)⁽²⁾.

Le figg. 4, 5 e 6 mostrano la disposizione dei componenti; la fig. 3 dà lo schema elettrico del pilota.

Particolarmente curato in questo montaggio è stato l'adattamento dell'impedenza di uscita del tubo amplificatore V_2 (2000 ohm impedenza a nodica RS 1003, 60 ohm impedenza caratteristica del cavo coassiale) (vedi fig. 8)⁽³⁾, onde consentire il massimo trasferimento di energia ed il minimo rapporto di onde stazionarie sul cavo; inoltre, l'accurata scelta dei componenti, la stabilizzazione di tutte le tensioni, la grande rigidezza della struttura meccanica e le schermature, hanno consentito di raggiungere la stabilità in frequenza di 1 parte su 6000 mostrata dalla registrazione di fig. 9, per una durata di 3^h e 50'.

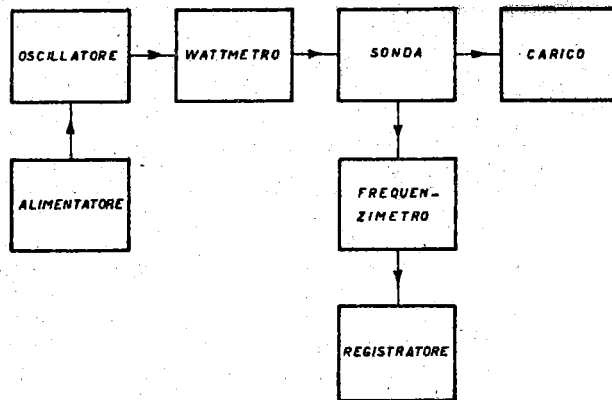
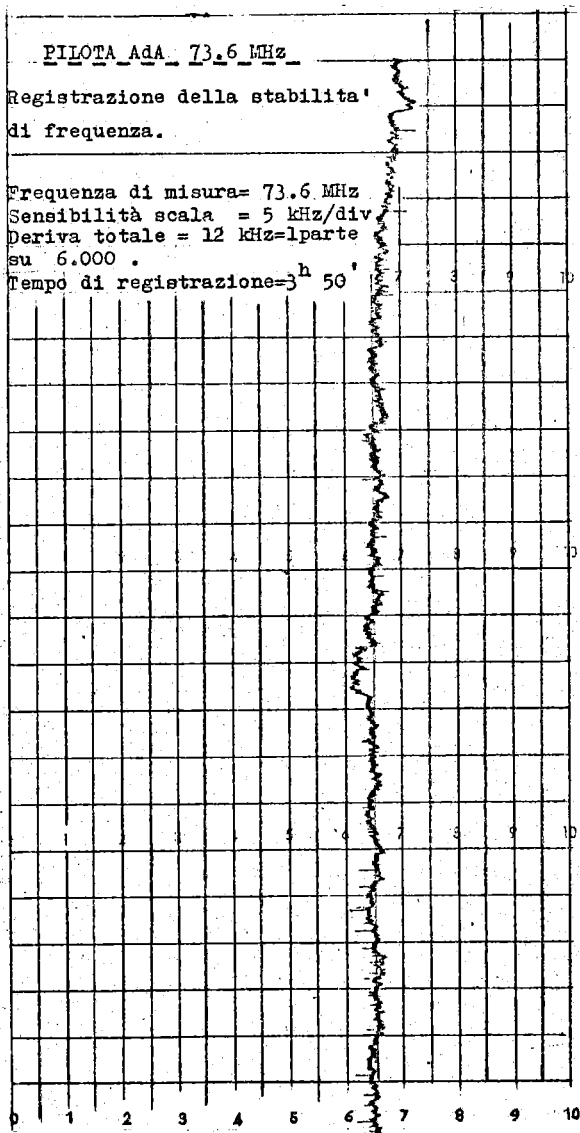


FIG 9

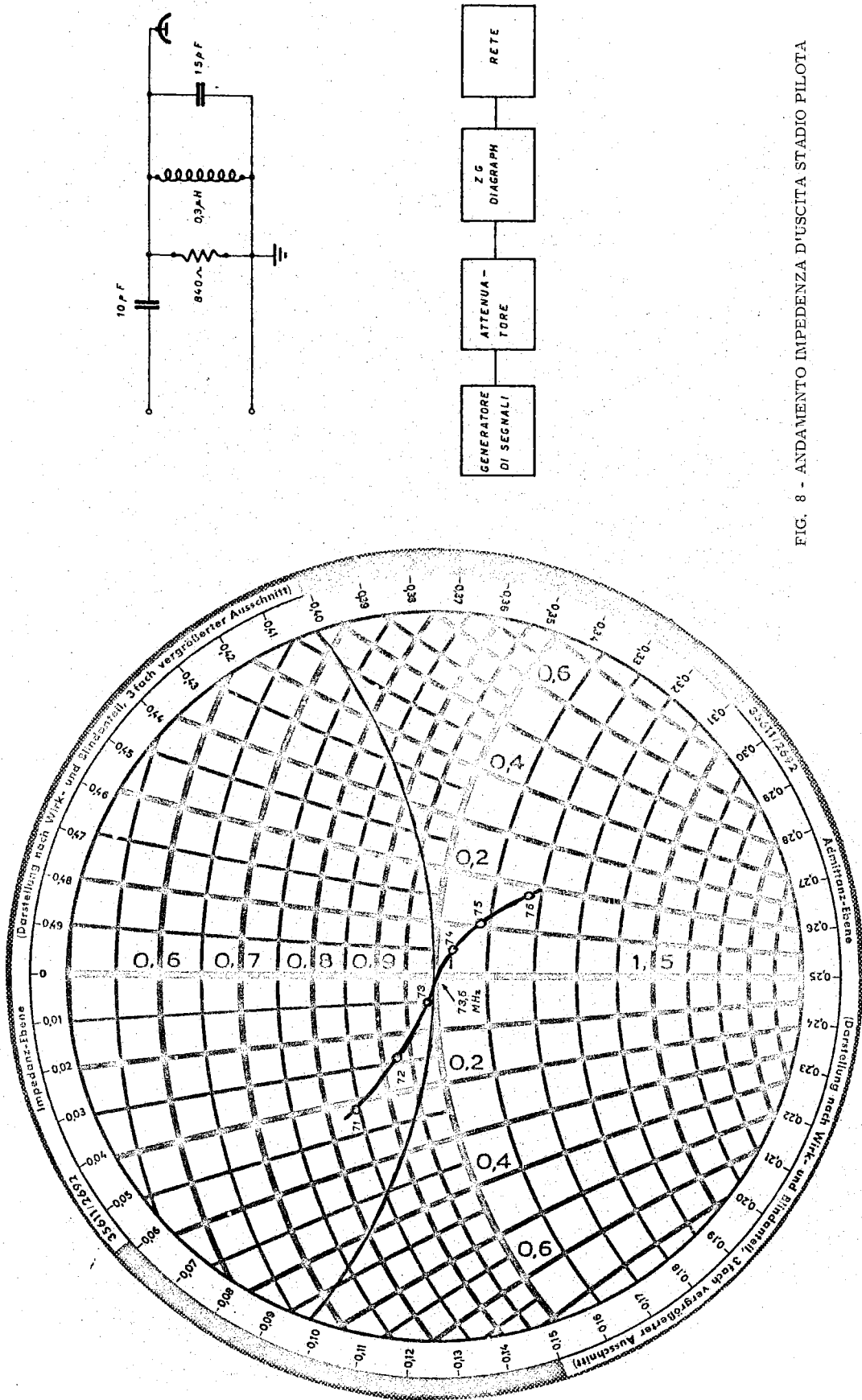


FIG. 8 - ANDAMENTO IMPEPENZA D'USCITA STADIO PILOTA

L'amplificatore di potenza è capace di erogare con continuità la potenza di 1 KW a 73,6 MHz su un carico di 60 ohm.

La fig. 10 dà l'andamento della potenza di uscita, in funzione della frequenza, di tutto l'impianto su un carico di 60 ohm.

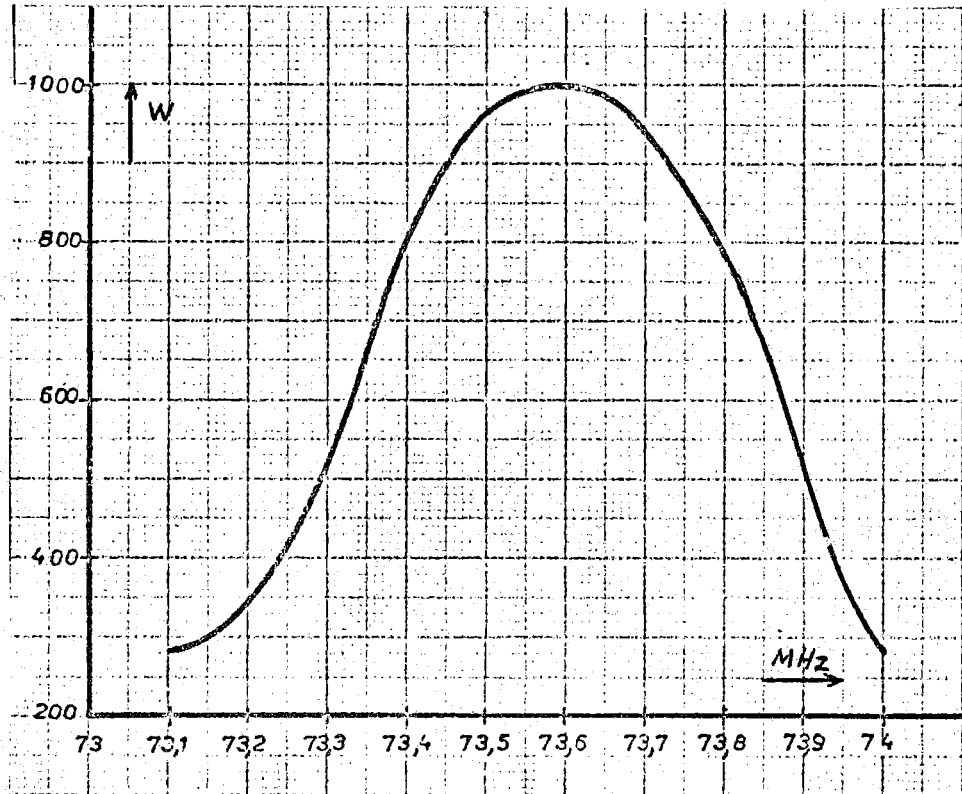


FIG. 10

Le figg. 11 e 12 danno due viste del medesimo.

Sul circuito di ingresso (v. fig. 13) dell'amplificatore di potenza, una rete a pi greco in salita trasforma l'impedenza da 60 ohm a 350 ohm (v. fig. 14)⁽⁴⁾ onde ottenere l'adattamento del cavo che porta il segnale eccitatore ed avere la tensione necessaria per pilotare il tubo di potenza QBL 5/3500 in classe C₂.

Il circuito di uscita è costituito da una rete⁽³⁾ ad L in discesa (3000 ohm, impedenza anodica della QBL 5/3500; 60 ohm impedenza caratteristica del cavo coassiale necessario per portare la tensione a radio frequenza in cavità, fig. 15).

Il circuito della polarizzazione di griglia della QBL 5/3500 è stato particolarmente curato in vista delle necessità di modulazione; abbiamo così potuto ottenere buoni tempi di salita e forme di modulazione praticamente indistorte.

Le figg. 16 e 17 danno la forma dell'onda uscente a 73.6 MHz su

un carico di 60 ohm, per potenze di 1000 e 210 W.

Nel polarizzatore-modulatore dell'amplificatore finale (v. fig. 18) le due EL 34, poste in parallelo e montate come inseguitori catodici, forniscono la tensione di polarizzazione alla griglia controllo della QBL 5/3500 su bassissima impedenza (circa 45 ohm)⁽²⁾. Ruotando il potenziometro P potremo portare la tensione di polarizzazione da -315V a -220V ottenendo così una variazione di potenza da 50 W ad 1 KW (v. fig. 19).

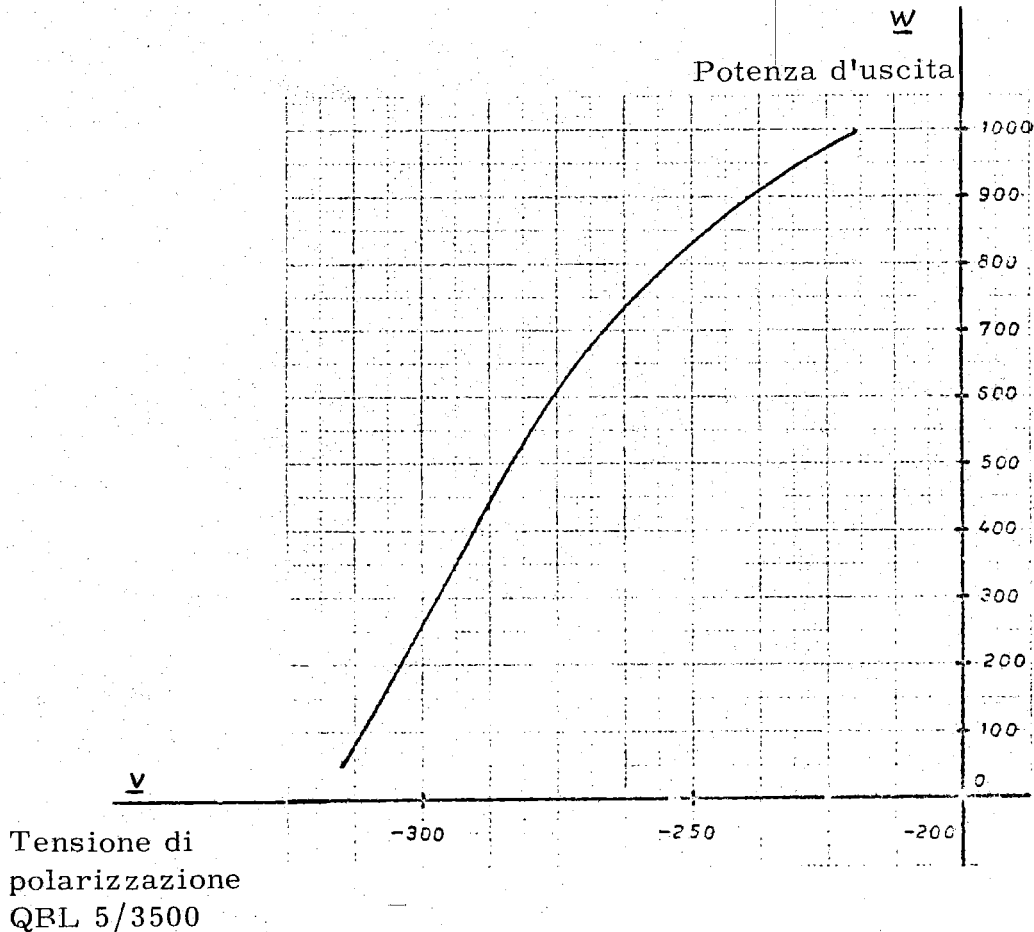


FIG. 19

Il segnale modulante è introdotto sulle griglie controllo delle EL 34 attraverso il condensatore C.

Le figg. 20, 21, 22, 23 e 24 danno, in alto, le forme d'onda ottenute in uscita (su una resistenza di carico di 60 ohm), modulando l'amplificatore finale, e in basso, il segnale di modulazione in ingresso al polarizzatore-modulatore.

Lo schema del circuito modulatore-pilota, montato per queste prove è dato in fig. 25⁽²⁾.

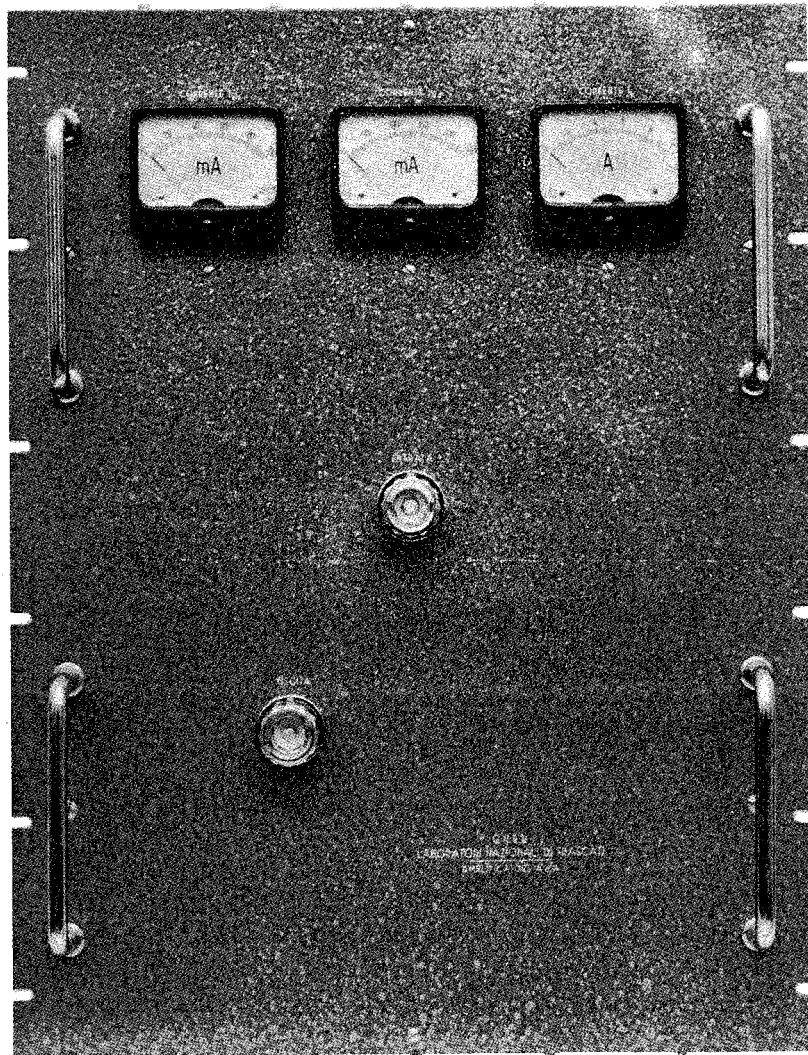


FIG. 11

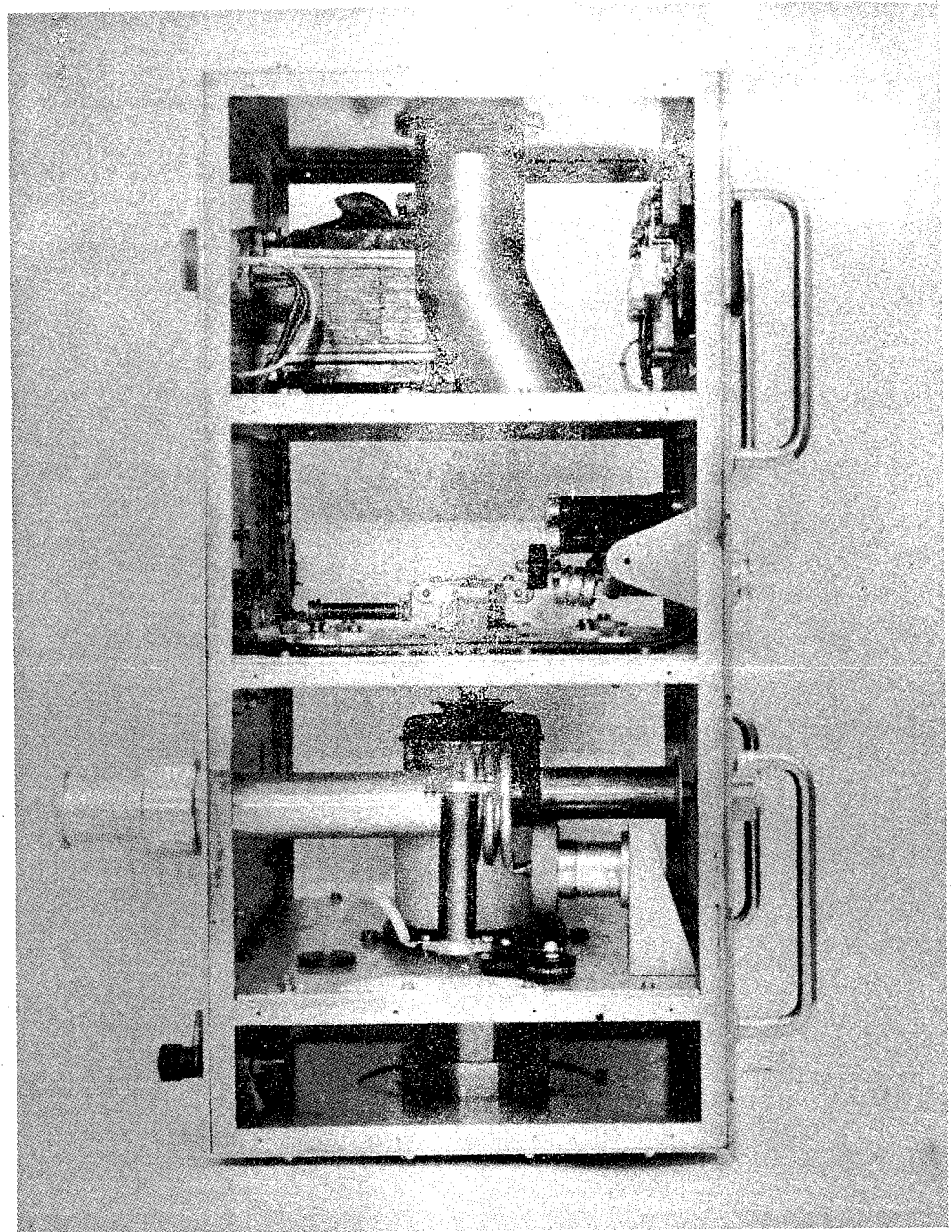


FIG. 12

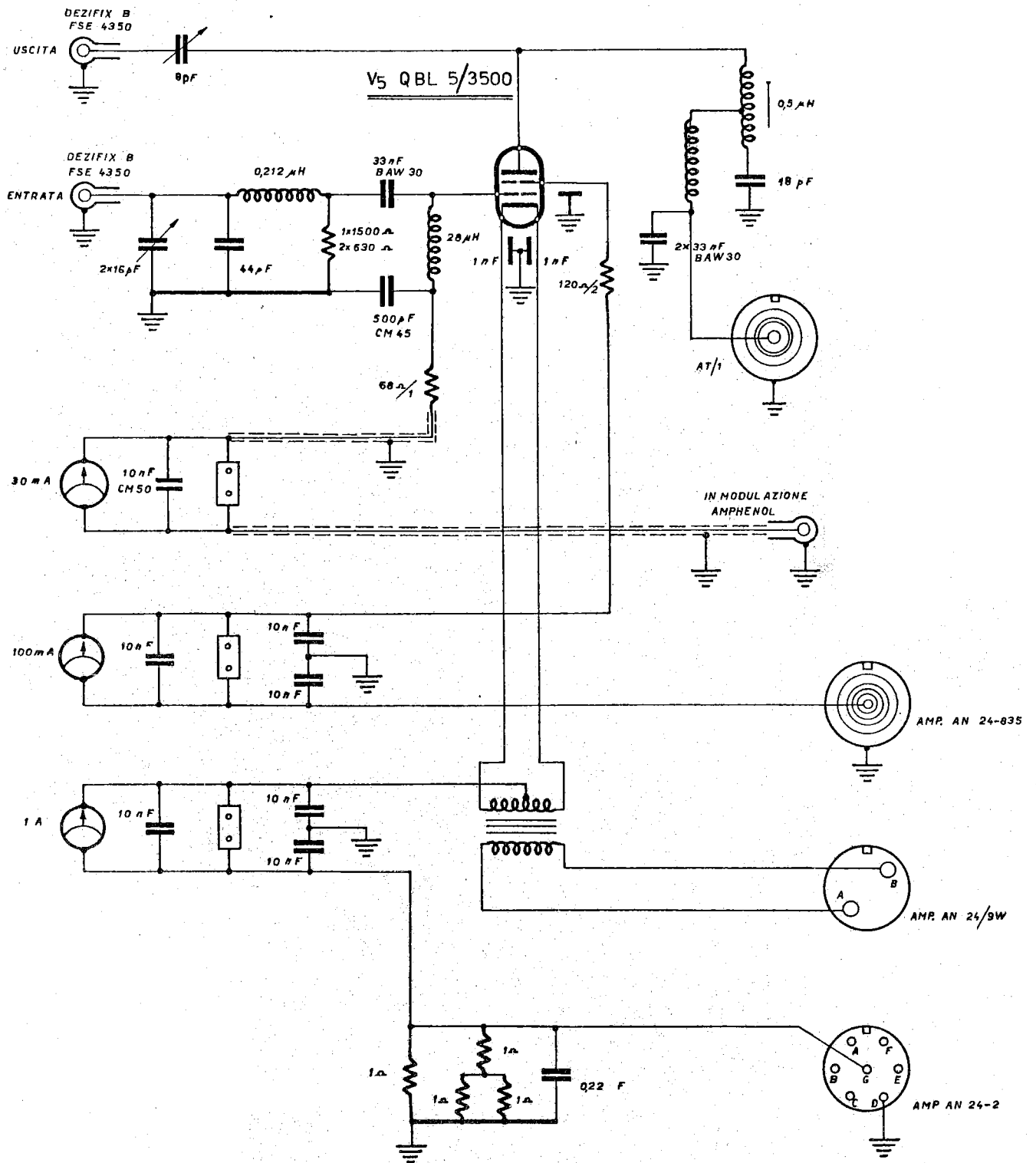


FIG. 13 - AMPLIFICATORE FINALE A. d. A. 73, 6 MHz.

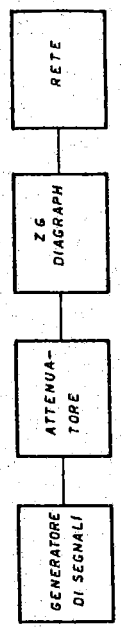
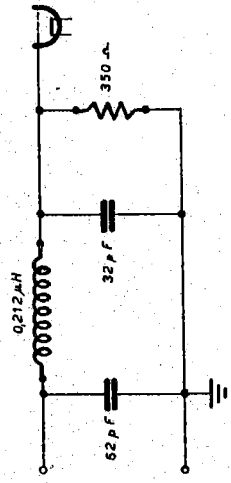
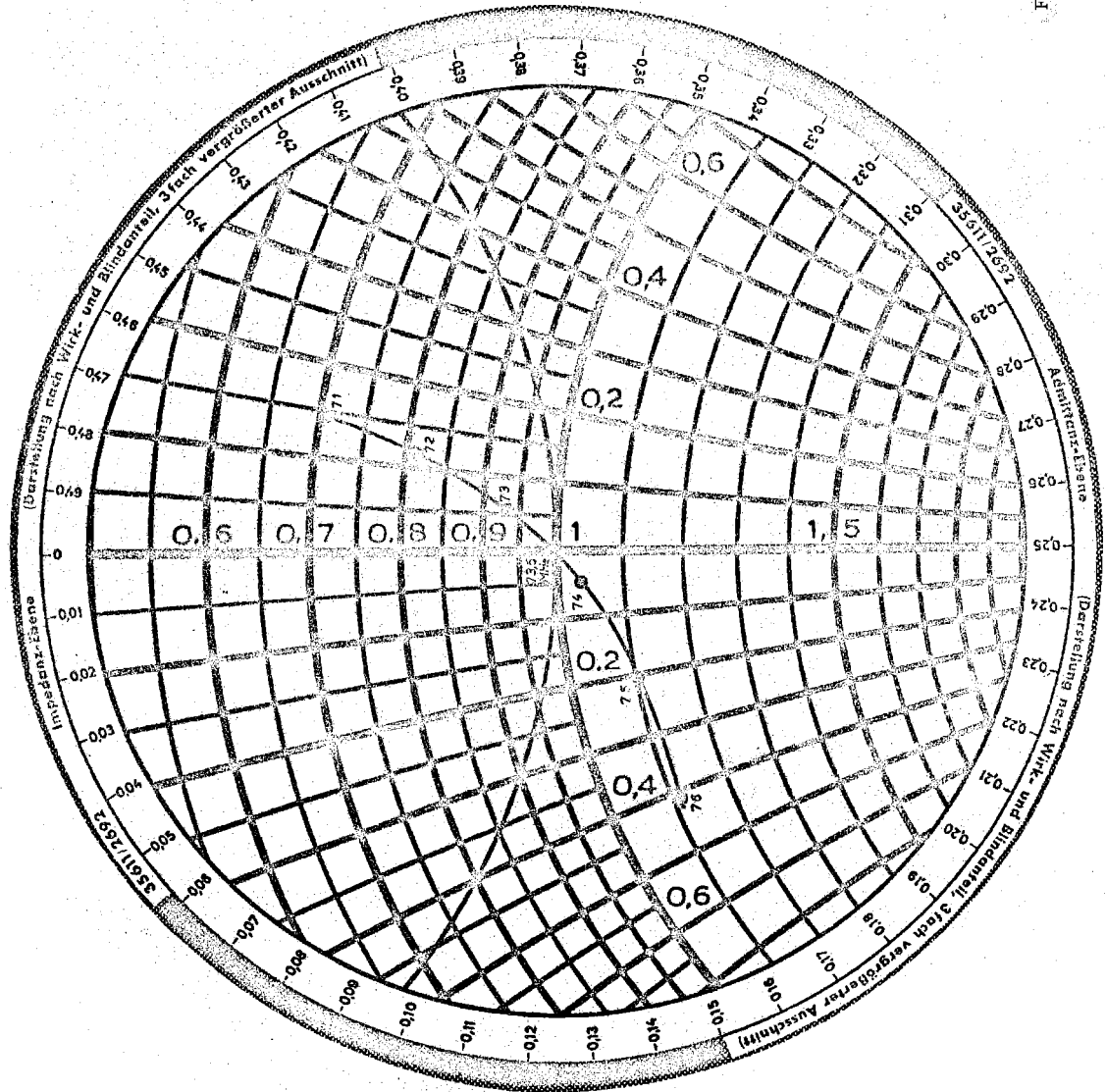


FIG. 14 - ANDAMENTO IMPEDENZA INGRESSO STADIO FINALE

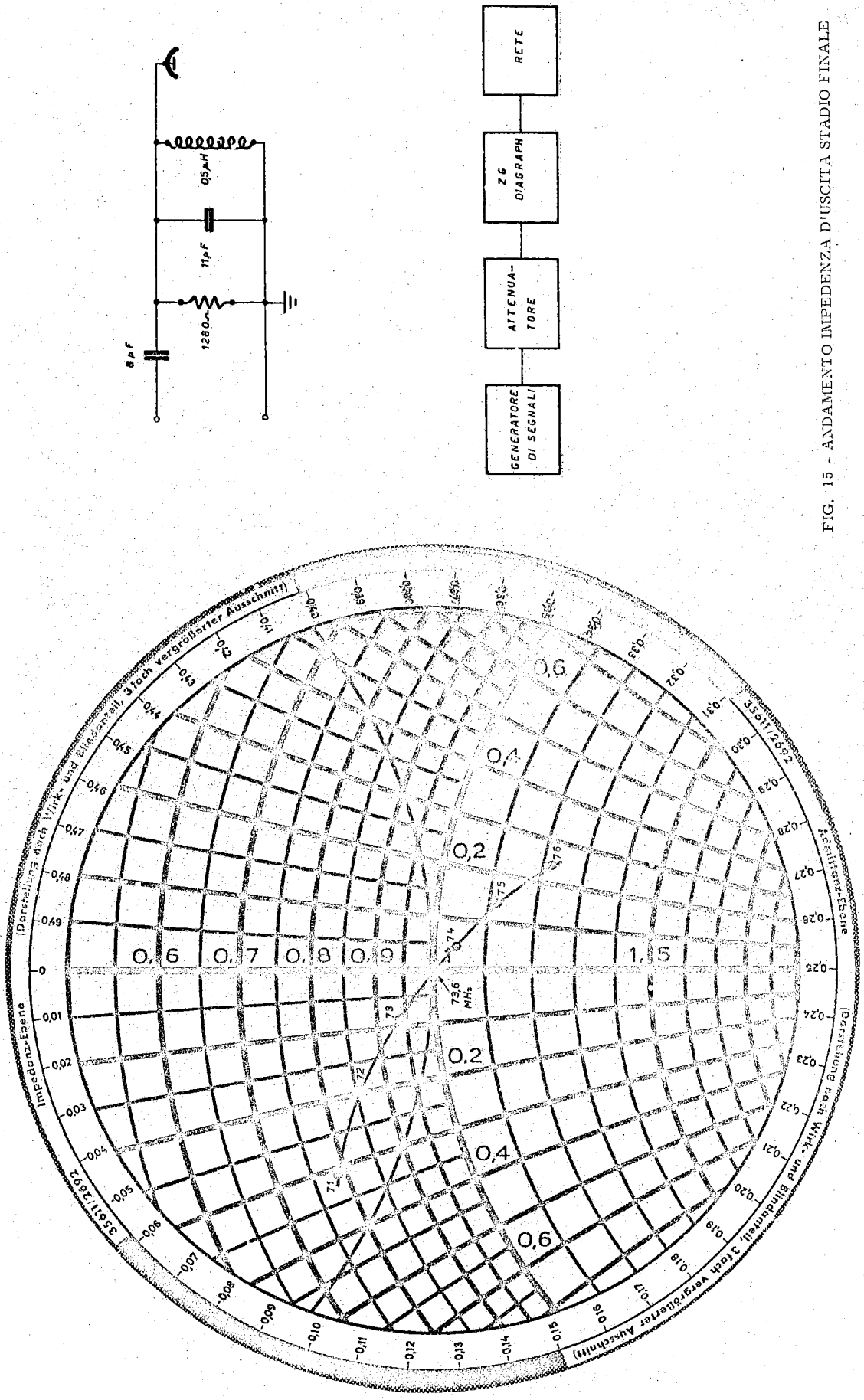


FIG. 15 - ANDAMENTO IMPEDENZA D'USCITA STADIO FINALE

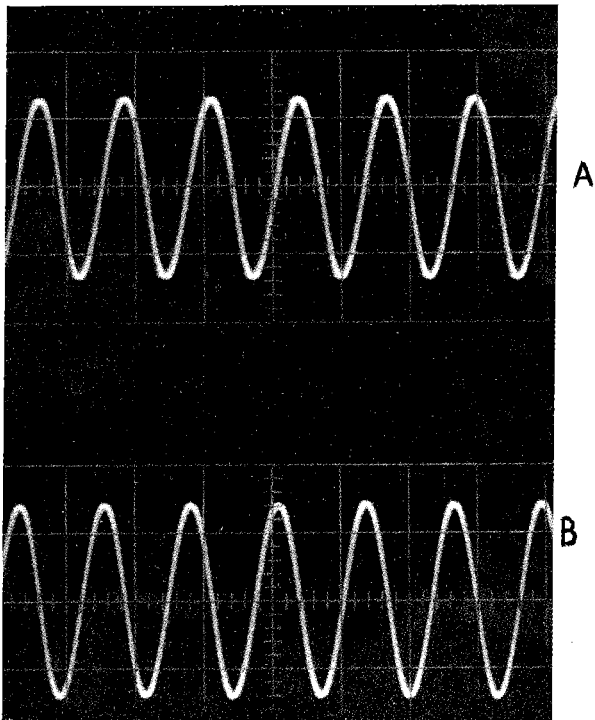


FIG. 16

asse x = 10 nsec/cm

FIG. 17

asse x = 10 nsec/cm

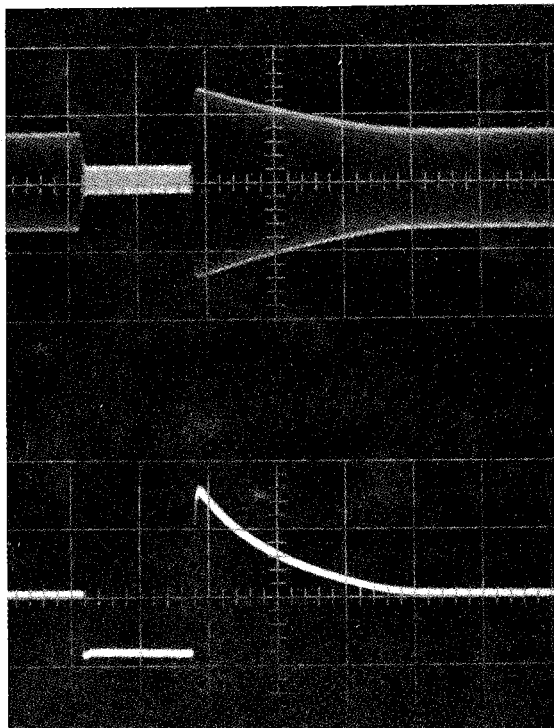
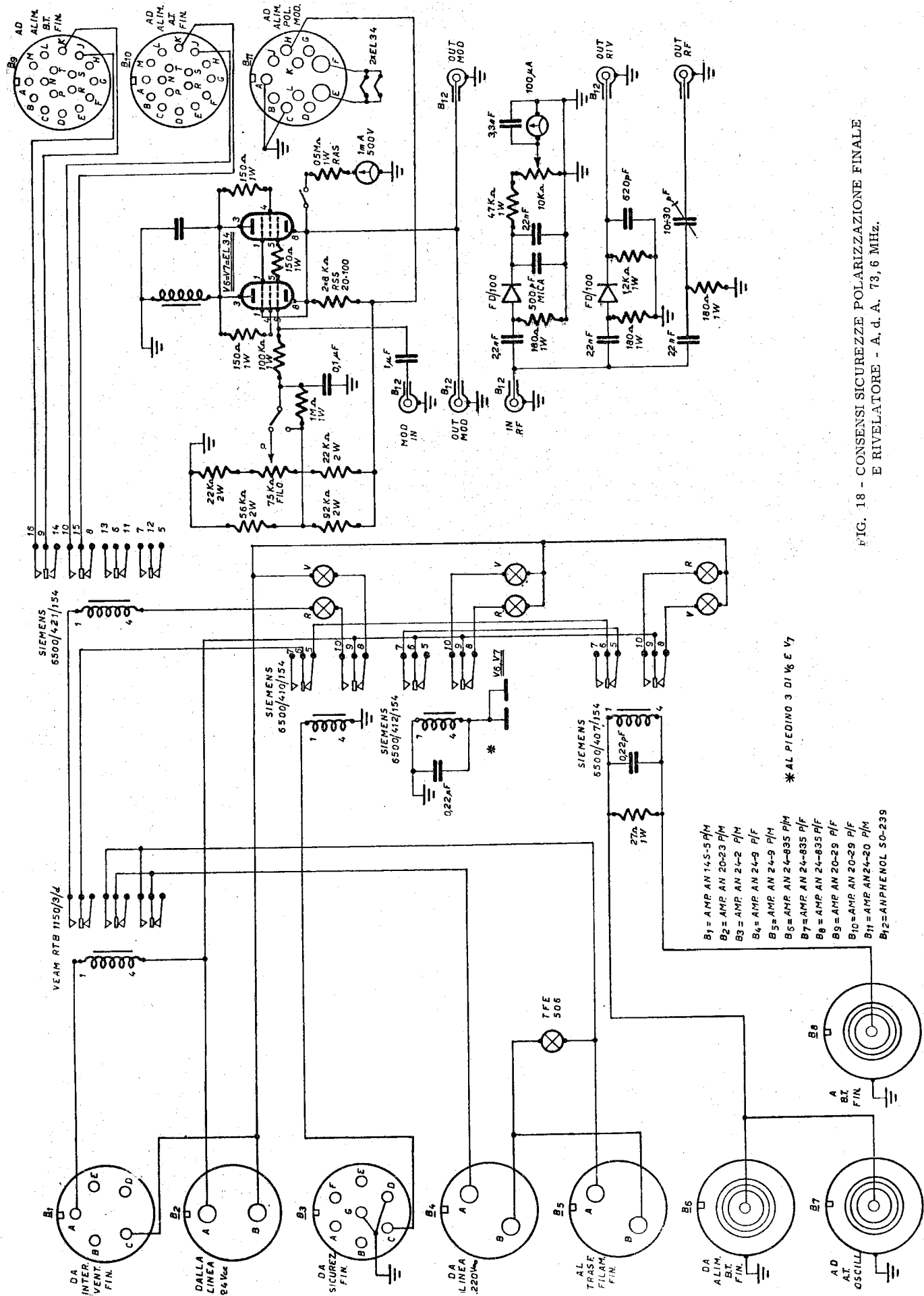


FIG. 20

asse x = 50 μsec/cm

asse x = 50 μsec/cm

asse y = 65 V/cm



- B1 = AMP AN 14S-5 P/M
- B2 = AMR AN 20-23 P/M
- B3 = AMP AN 24-2 P/M
- B4 = AMP AN 24-3 P/F
- B5 = AMP AN 24-9 P/M
- B6 = AMP AN 24-835 P/M
- B7 = AMP AN 24-835 P/F
- B8 = AMP AN 24-835 P/F
- B9 = AMP AN 20-29 P/F
- B10 = AMP AN 20-29 P/M
- B11 = AMP AN 24-20 P/M
- B12 = AMPHENOL S0-239

* AL PIEDINO 3 DI 1/8 E V7

FIG. 18 - CONSENSI SICUREZZE POLARIZZAZIONE FINALE
E RIVELATORE - A. d. A. 73, 6 MHz.

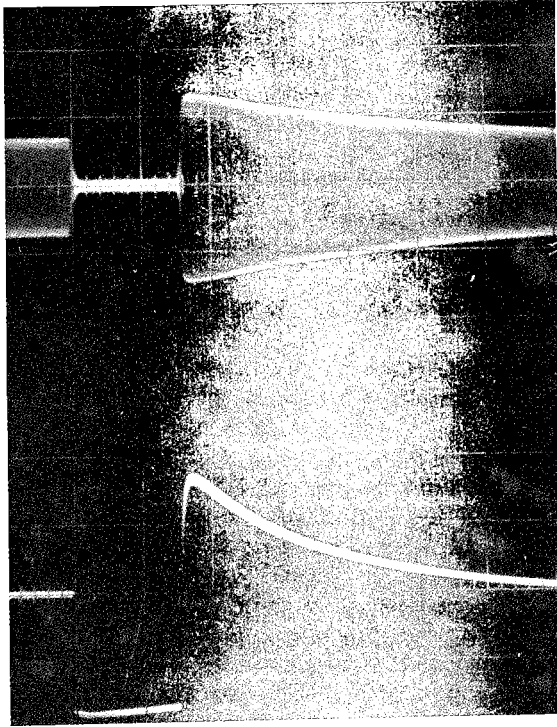


FIG. 21

asse x = 50 μ sec/cm

asse x = 50 μ sec/cm

asse y = 65 V/cm

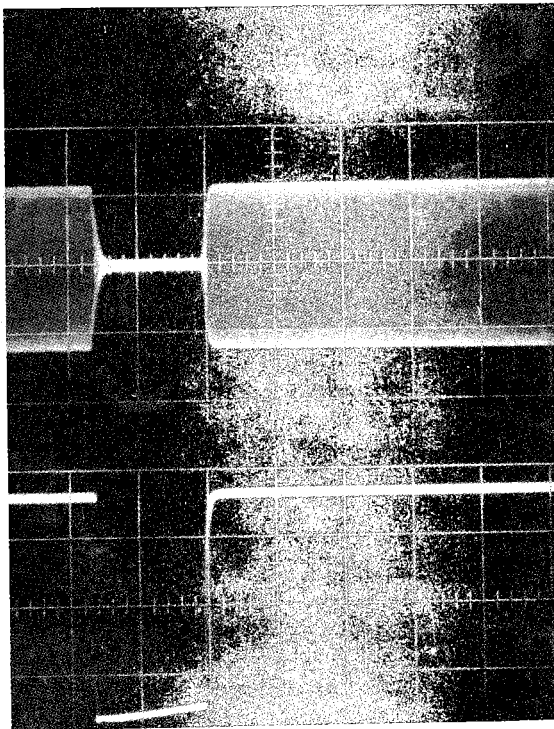


FIG. 22

asse x = 50 μ sec/cm

asse x = 50 μ sec/cm

asse y = 65 V/cm

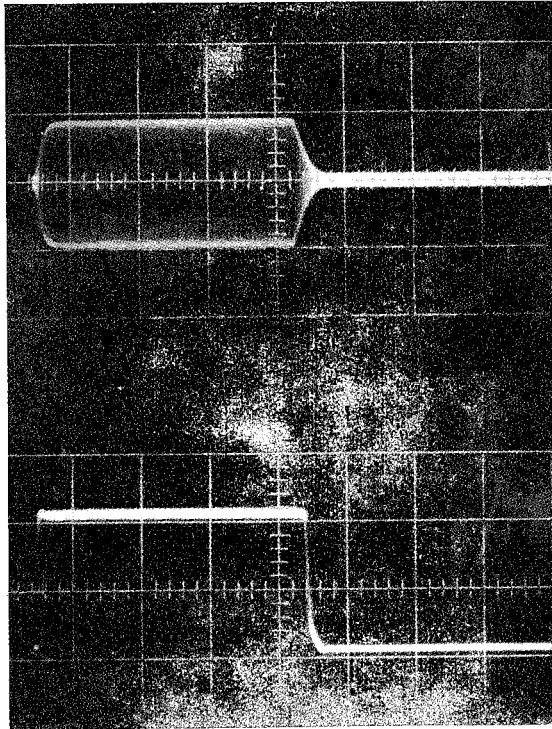


FIG. 23

asse x = 20 μ sec/cm

asse x = 20 μ sec/cm

asse y = 65 V/cm

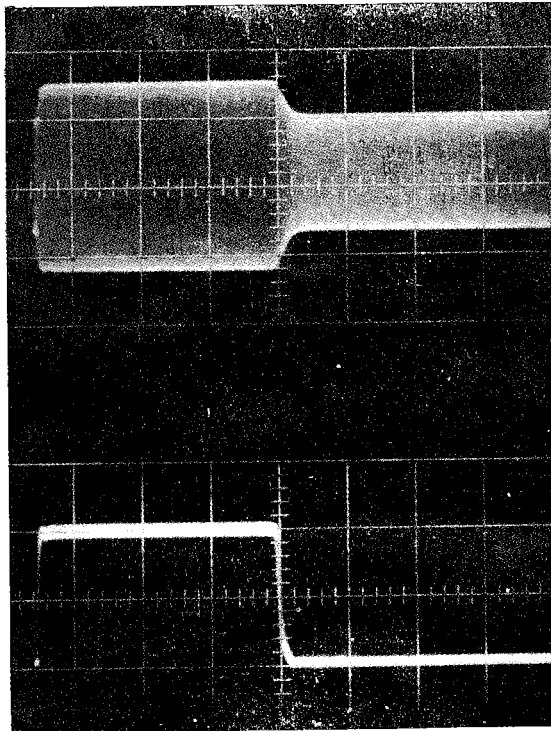
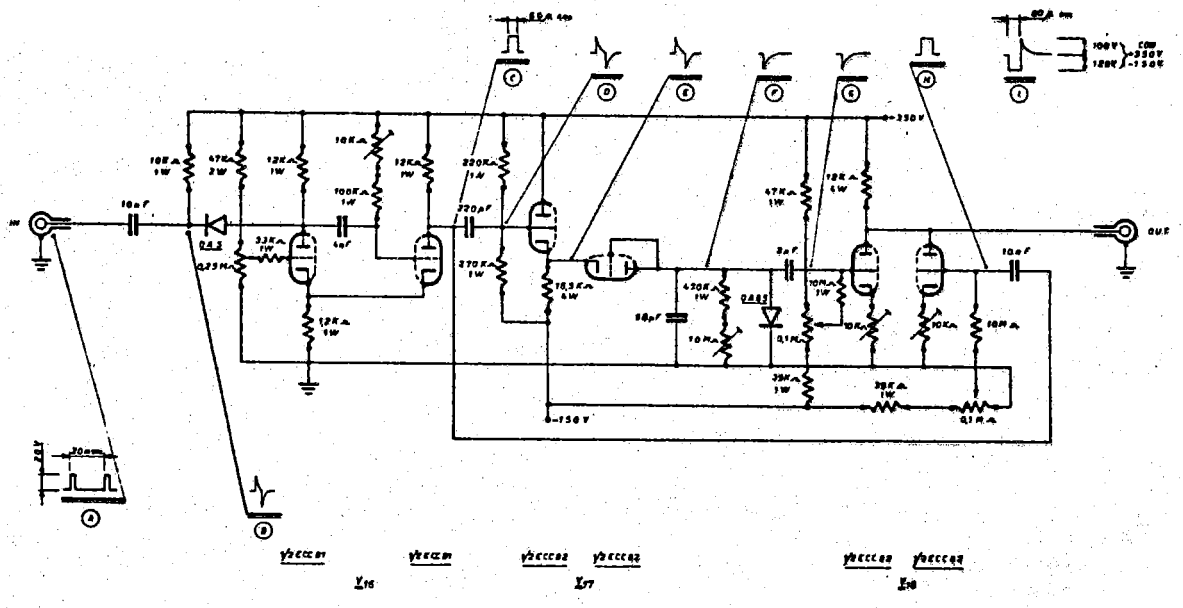


FIG. 24

asse x = 20 μ sec/cm

asse x = 20 μ sec/cm

asse y = 65 V/cm



Modulatore sperimentale per catena AdA 73.6 MHz

FIG. 25

Il risonatore (v. fig. 26) che è del tipo coassiale fortemente carico con capacità, è collegato all'amplificatore di potenza mediante un cavo coassiale con impedenza di 60 ohm⁽⁵⁾.

L'adattamento di impedenza tra cavo coassiale e risonatore è ottenuto con una spira di accoppiamento; la fig. 27 mostra lo schema equivalente⁽⁴⁾.

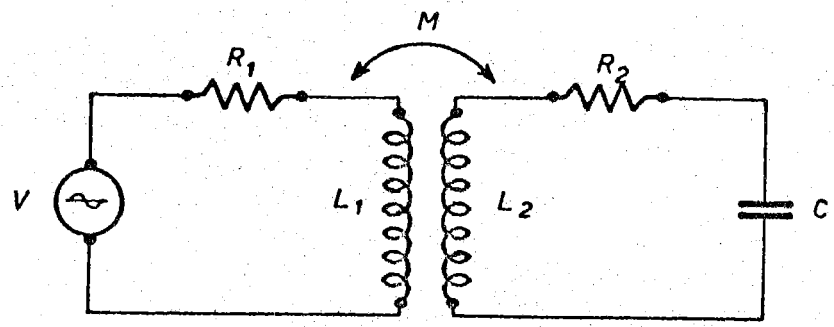


FIG. 27

Nella tabella di fig. 28 sono presentati i dati relativi al prototipo di risonatore costruito.

<i>FREQUENZA = 73,6 MHz</i>
<i>COEFFICIENTE DI MERITO = 900</i>
<i>RESISTENZA PARALLELO = 9 KΩ</i>
<i>RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE TRA LA SPIRA DI ECCITAZIONE E' GAP \approx 40</i>

FIG. 28

Nel progetto meccanico del risonatore sono stati adottati particolari accorgimenti, quali la razzatura del supporto della capacità terminale e l'impiego di acciaio inossidabile, onde ottenere il raggiungimento di alti vuoti.

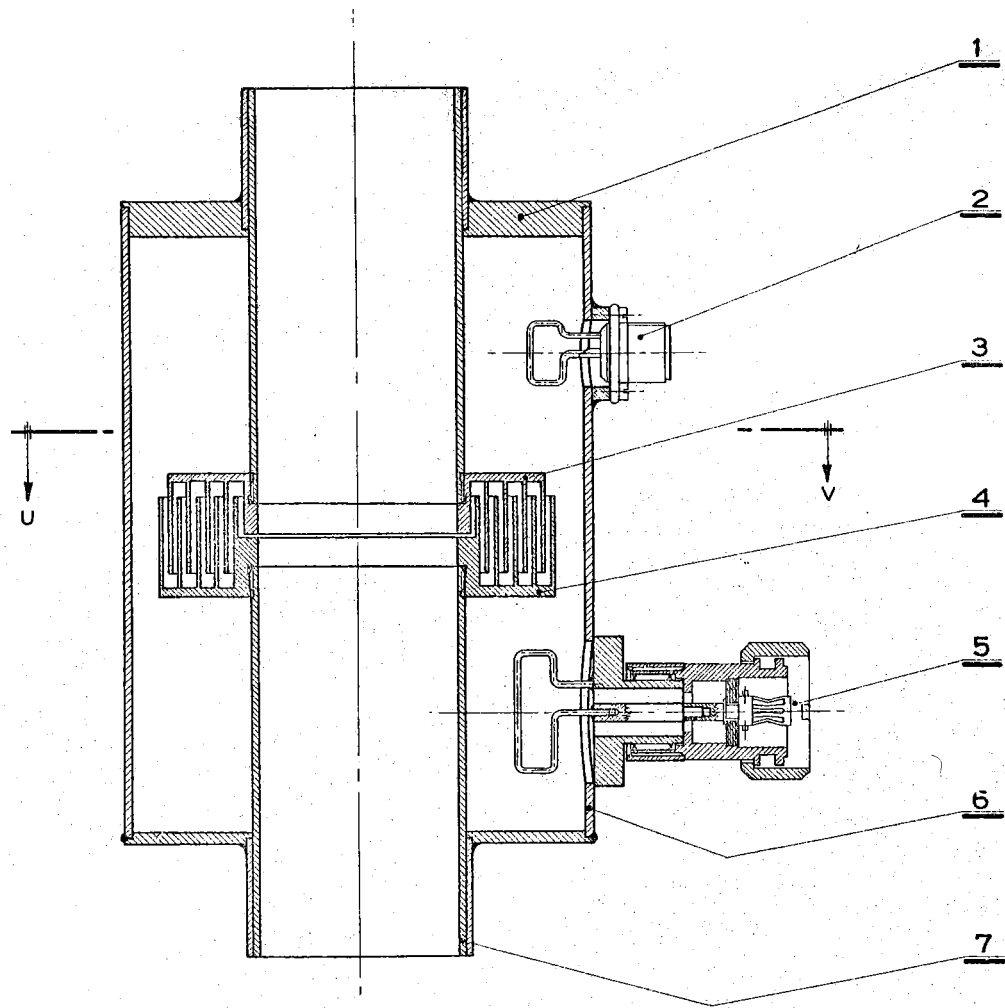
Il risonatore, che risulta compensato termicamente per il particolare tipo di struttura adottato, è comunque raffreddato con circolazione di acqua, onde rendere possibile il raggiungimento di potenze assai alte senza che il vuoto venga peggiorato dal degasamento delle pareti dovuto all'aumento di temperatura.

Dal risonatore è prelevato, mediante una spira, un segnale che viene portato (v. fig. 18) al voltmetro indicatore della tensione a radio frequenza presente alla gap del risonatore.

Sempre dalla stessa spira è possibile inoltre avere un segnale rad drizzato che dia su un sincroscopio la forma d'onda della modulazione, oppure direttamente l'inviluppo del segnale a radio frequenza stesso.

Il pilota e l'amplificatore di potenza sono protetti con un circuito di sicurezza (v. fig. 18) dai sovraccarichi e da eventuali guasti alle alimentazioni o alle ventilazioni.

L'intervento del sistema di sicurezza è segnalato dall'accendersi di lampade rosse; contemporaneamente viene automaticamente sconnessa tutta la parte dell'impianto, che altrimenti verrebbe danneggiata.



SEZ. UV

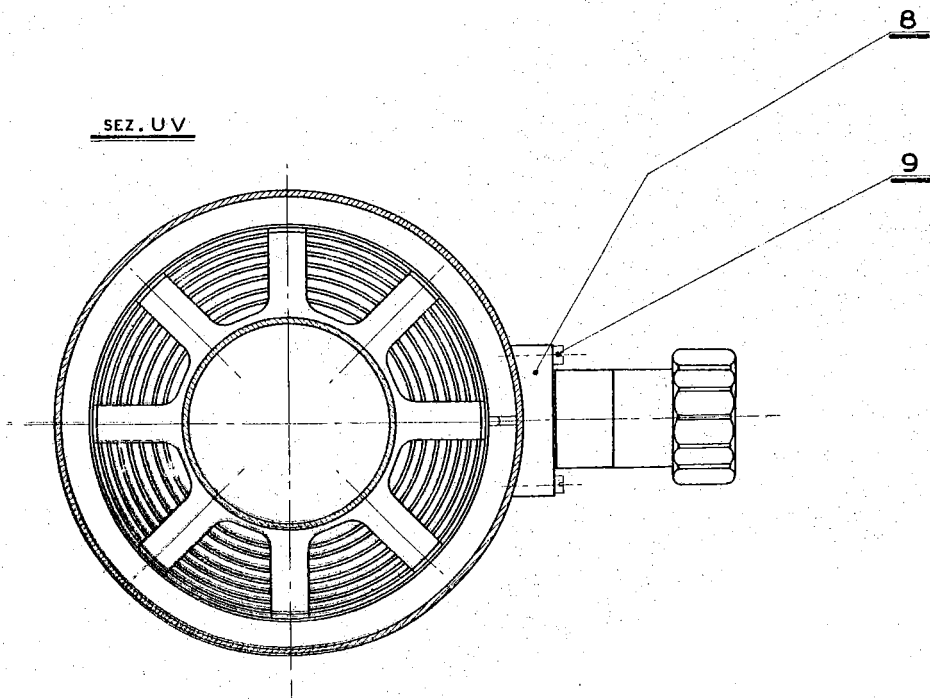


FIG. 26 - CAVITA' A. d. A. 73,6 MHz.

Il sistema di sicurezza protegge inoltre l'impianto da manovre errate (p. ck.).

La fig. 29 dà lo schema elettrico degli strumenti ripetitori e dei telecomandi dei due alimentatori SELO posti sul retro del secondo rack.

In fig. 30 è dato lo schema elettrico dello stabilizzatore della tensione anodica della RS 1003 del pilota e della tensione di schermo della QBL 5/3500 finale.

In fig. 31 è riportato lo schema elettrico del pannello distribuzione rete.

La fig. 32 mostra lo schema generale di collegamento.

Desideriamo ringraziare l'ing. M. Puglisi, per le numerose utili discussioni ed il costante incoraggiamento.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) C. Bernardini, G. Corazza, G. Ghigo, B. Touschek: "AdA, Frascati storage ring", Nuovo Cimento 18, 1223 (1960); C. Bernardini, U. Bizzarri, G. Corazza, G. Ghigo, R. Querzoli, B. Touschek: "Progress report on AdA (Frascati storage ring)", Nuovo Cimento 23, 202 (1962).
- (2) L. B. Arguimbau: "Vacuum tube circuits" (Wiley, New York, 1956); J. Millman, H. Taub: "Pulse and digital circuits" (McGraw, New York, 1956); O. B. Puckle: "Time bases" (Chapman and Hall, London, 1951).
- (3) M. Puglisi: "Un nomogramma per il calcolo di un tipo di adattamento di impedenza", L'elettrotecnica 46, 507 (1959).
- (4) H. H. Meinke: "Einführung in die elektrotechnik hoherer frequenzen", (Springer, Berlin, 1961); E. K. Sandemann: "Radio engineering", vol. I e II (Chapman and Hall, London, 1953).
- (5) T. Moreno: "Microwave transmission data" (Dover Publ., New York, 1958).

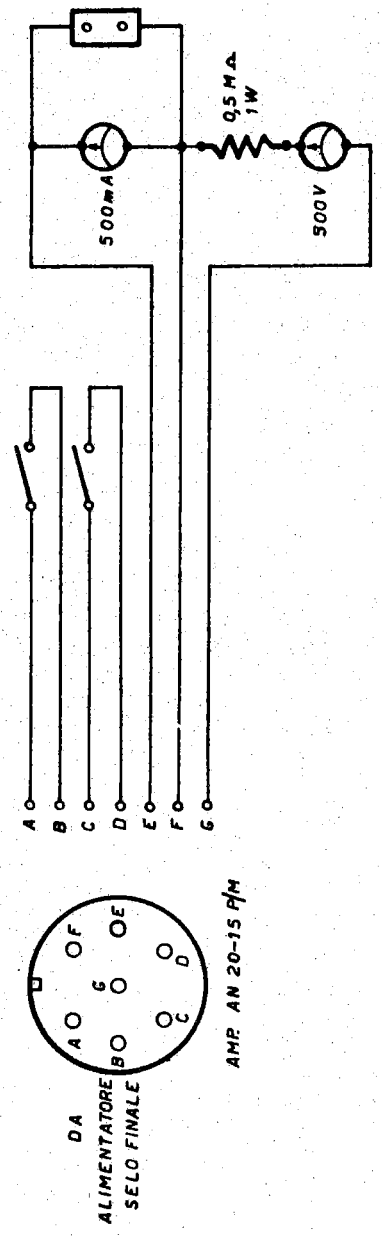
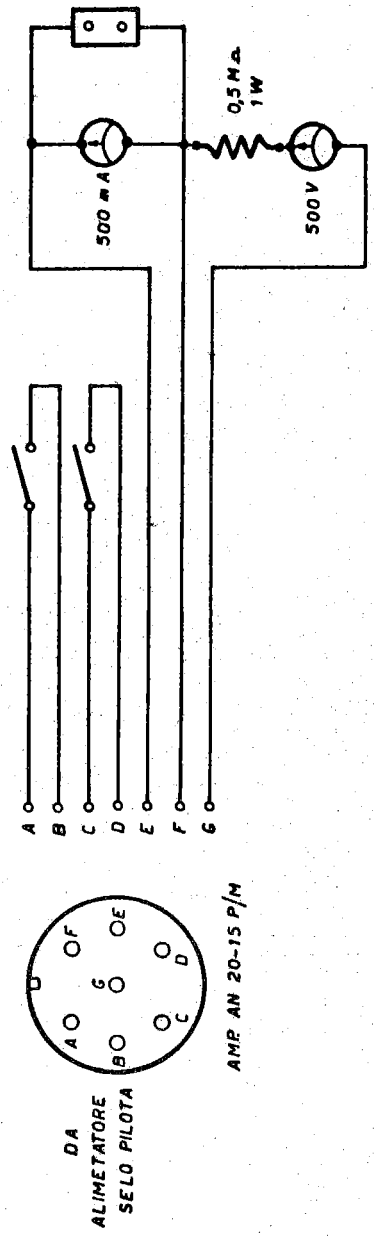
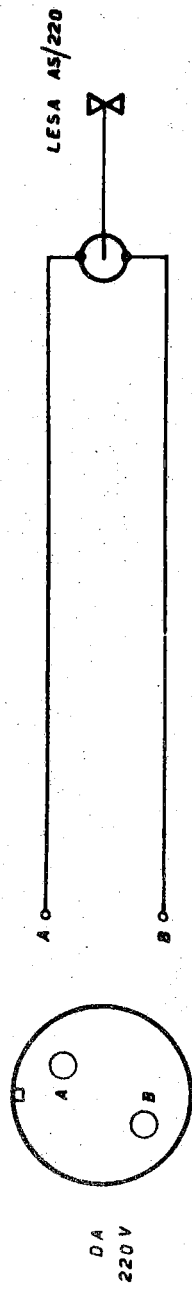


FIG. 29 - PANNELLO VENTILAZIONE PILOTA RIPETITORE E TELECOMANDO
SELO-AdA 73, 6 MHz.

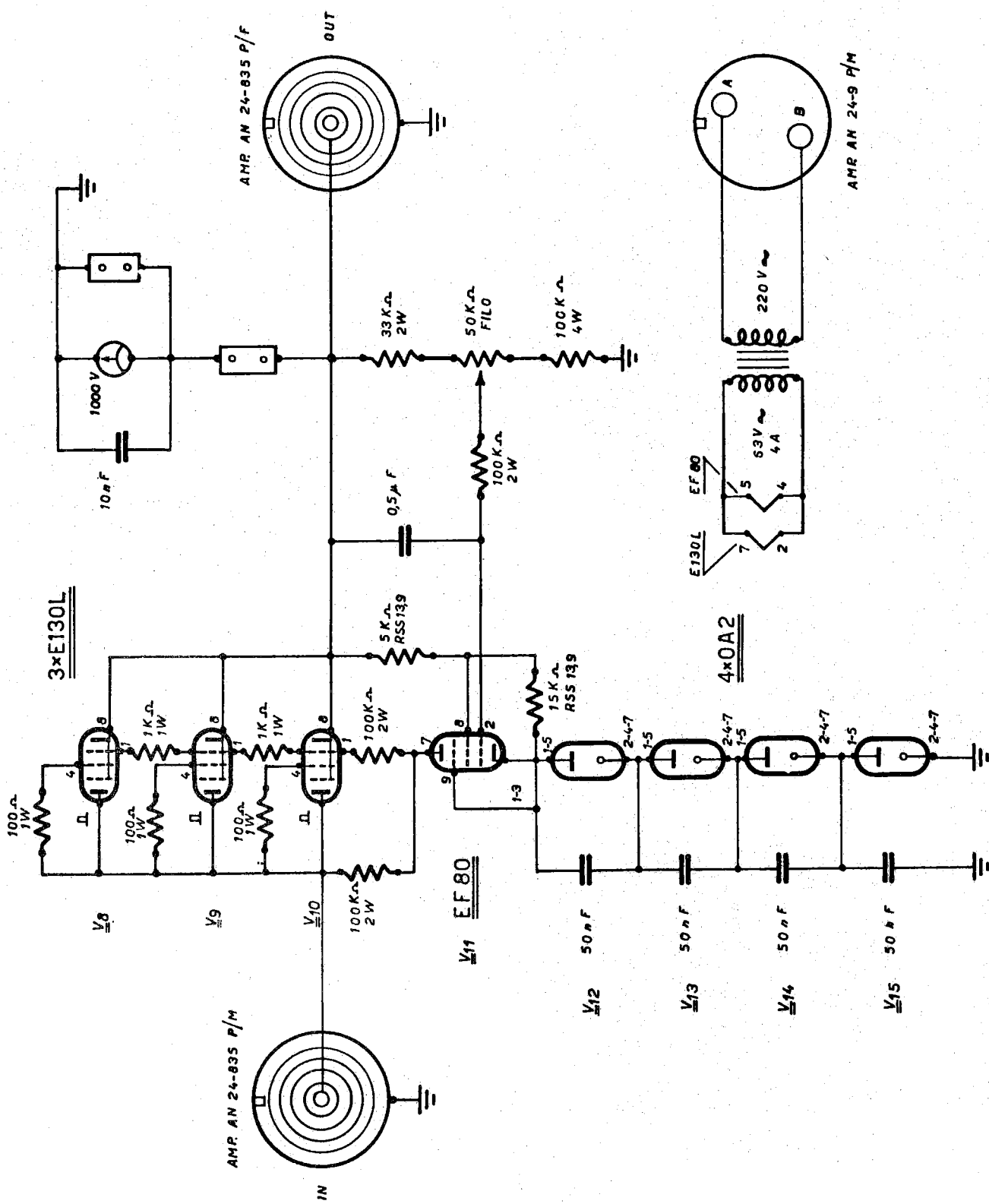


FIG. 30 - STABILIZZATORE ANODICA 1003 E SCHERMO QBL 5/3500 - A. d. A. 73, 6 MHz

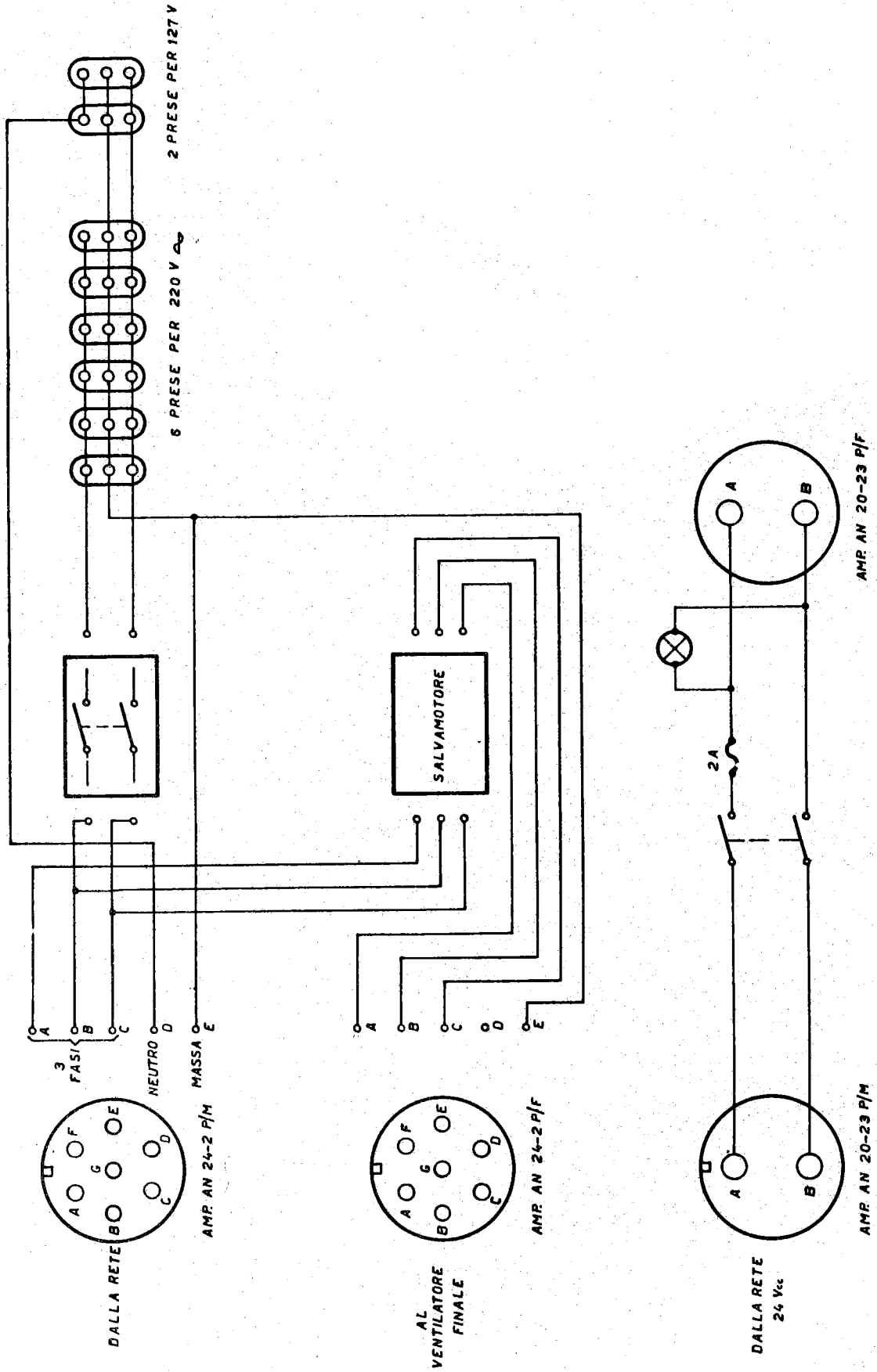
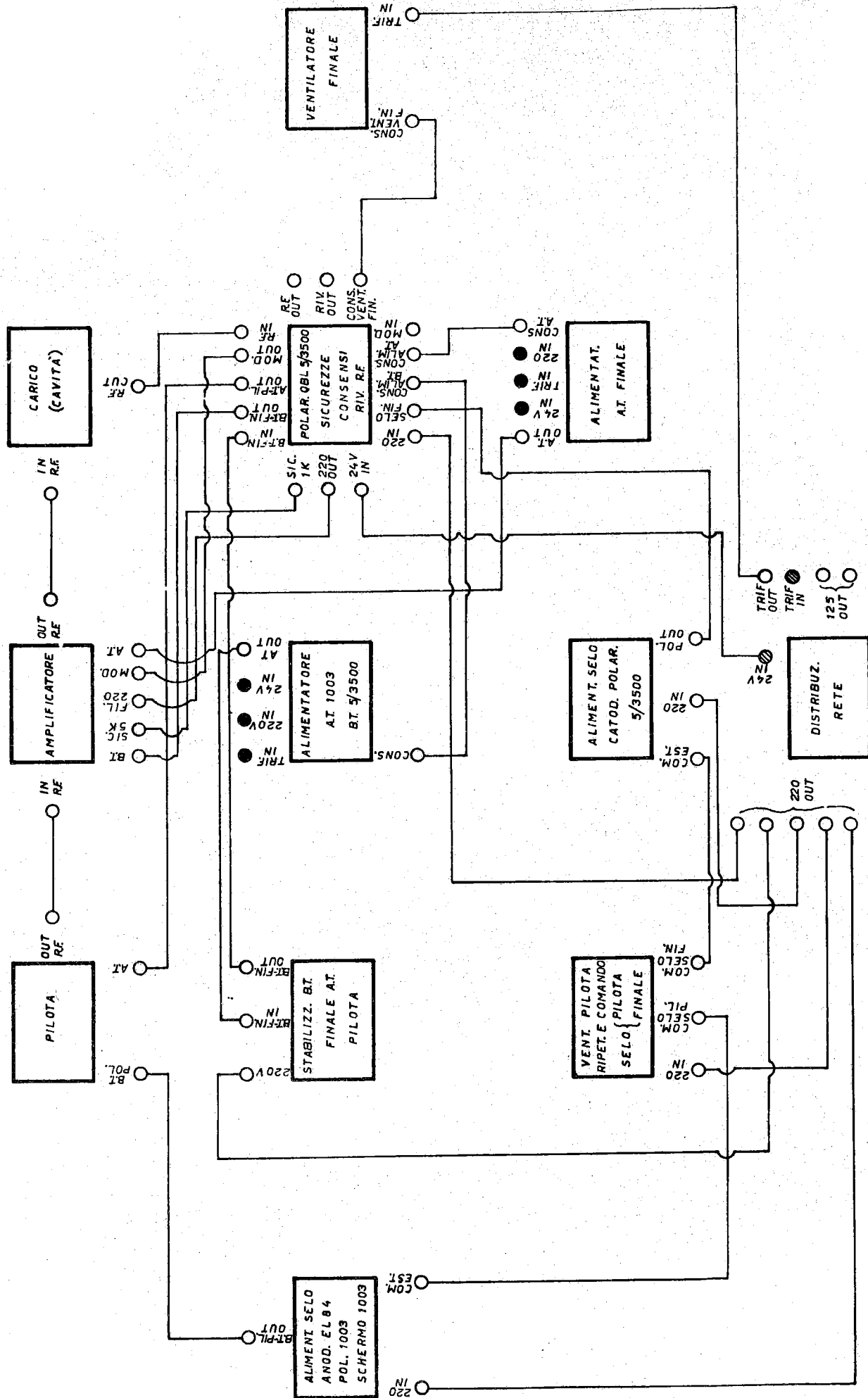


FIG. 31 - PANNELLO DISTRIBUZIONE RETE A. d. A. 73, 6 MHz



● COLLEGAMENTI (ALLA RETE DAL RACK CATENA)

◐ COLLEGAMENTI (ALLA RETE DAI RACK ALIMENTATORI)