

# Amplificatori lineari per trasmettitori e ripetitori TV in banda III VHF realizzati con i nuovi transistori di potenza BLV 31 e BLV 33.

Vengono descritti due amplificatori entrambi studiati per amplificare i segnali delle emittenti TV in banda III (174 - 230 MHz). Il primo impiega il transistor BLV 31, il secondo il BLV 33. Per ottenere maggiore potenza vengono impiegati in ciascun amplificatore due transistori collegati in parallelo mediante due accoppiatori ibridi. Il primo ( $2 \times$  BLV 31) dà una potenza d'uscita di 12 W con un guadagno di 16,25 dB; la potenza fornita dal secondo ( $2 \times$  BLV 33) è 40 W con un guadagno di 8,5 dB.

I criteri che sono alla base del progetto dei due amplificatori sono pressochè uguali. Per aumentare la potenza si collegano in parallelo due amplificatori identici lavoranti entrambi con lo stesso transistor. L'adattamento degli ingressi e delle uscite dei due amplificatori è realizzato mediante convenzionali accoppiatori ibridi 3 dB-90°.

Gli amplificatori sono a larga banda, capaci cioè di amplificare tutte le emittenti TV lavoranti nella banda III (170 - 230 MHz). I singoli transistori lavorano in classe A. La polarizzazione richiesta viene applicata a ciascun transistor mediante apposito circuito di polarizzazione. Il funzionamento di ciascun amplificatore è lineare lungo tutta la banda amplificata.

Questi due amplificatori, realizzati con transistori di nuova produzione, sono particolarmente adatti per realizzare stadi pilota o addirittura stadi finali di trasmettitori e ripetitori TV.

## AMPLIFICATORE LINEARE DI POTENZA PER BANDA III TV REALIZZATO CON DUE TRANSISTORI BLV 31 IN PARALLELO: POTENZA D'USCITA 10 ÷ 12 W

### Circuito equivalente del BLV 31

Inizialmente, si procede alla valutazione dei principali parametri del transistor (guadagno, impedenza d'ingresso e d'uscita) facendo lavorare il transistor in classe A, e cioè ponendo  $V_{CE} = 25$  V e  $I_C = 0,8$  A.

Misurati alle frequenze qui sotto indicate, questi parametri assumeranno i valori indicati nella tabella 1.

Un circuito equivalente del BLV 31 è riportato in figura 1.

### La rete d'uscita

Alla bobinetta di arresto sul collettore (L9/L10) si assegna un valore di reattanza sette volte superiore alla resistenza equivalente di carica ad essa in parallelo.

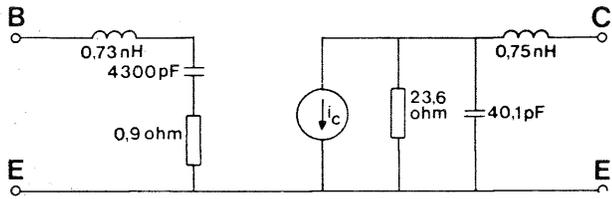


Fig. 1 - Circuito equivalente semplificato del transistor BLV 31.

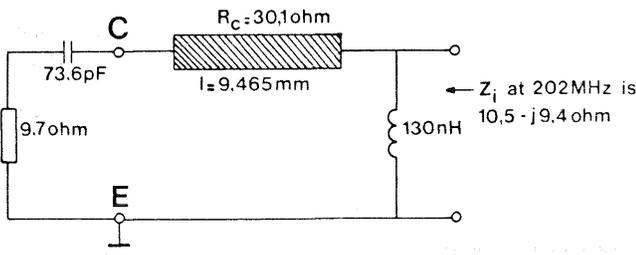


Fig. 1a - Circuito equivalente della rete di uscita con indicazione della bobinetta di arresto (choke) di collettore la quale disaccoppia l'alimentatore dall'amplificatore.

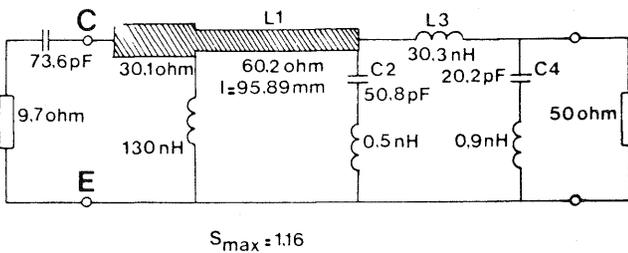


Fig. 2 - L'adattamento del circuito d'uscita del transistor con l'impedenza di 50  $\Omega$  del cavo d'uscita è realizzata con una rete a due sezioni. In figura sono indicati i valori ottimali dei relativi componenti.  $S_{max}$  è il massimo valore del ROS misurato ai capi dei terminali di uscita (50  $\Omega$ )

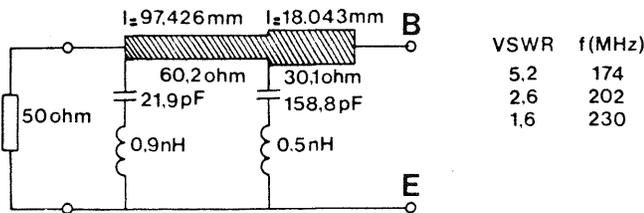


Fig. 3 - Circuito equivalente completo della rete d'ingresso con indicato i valori dei vari componenti nonché quello del ROS per tre differenti valori di frequenza.

<sup>1)</sup> Nel nostro caso, un'uscita dall'accoppiatore fa capo al cavo (50  $\Omega$ ); l'altra viene messa a massa con due resistori da 100  $\Omega$  in parallelo (e cioè 50  $\Omega$ ).

Tabella 1 - VALORI DEI PARAMETRI PRINCIPALI DEL TRANSISTORE BLV 31 PER TRE DIFFERENTI VALORI DI FREQUENZA

f (MHz)	Guadagno (dB)	$R_i + jX_i$ ( $\Omega$ )		$R_L + jX_L$ ( $\Omega$ )	
174	16,5	0,90	0,59	11,4	11,0
202	15,2	0,90	0,75	9,7	10,7
230	14,1	0,90	0,90	8,2	10,2

Per questo motivo, l'induttanza di questa bobinetta (choke) dovrà avere il valore di 130 nH. La sua reattanza sarà quindi così elevata che, praticamente, non influirà minimamente sul funzionamento in r.f. del transistor. Questa bobinetta dovrà essere collegata ad una distanza di 5 mm dal transistor tramite una striscetta di rame (stripline). Il relativo circuito equivalente è riportato in figura 1a.

L'impedenza di 10,5  $\Omega$  viene adattata ai 50  $\Omega$  d'uscita tramite una rete suddivisa in due sezioni. Alla frequenza di 202 MHz, l'impedenza è 10,5 - j9,4  $\Omega$ . La componente negativa (9,4  $\Omega$ ) viene compensata da un uguale valore positivo che dovrà essere aggiunto a quello dell'induttanza L. I valori riportati in fig. 2 sono valori ottimali tali da poter consentire le migliori prestazioni della rete di uscita.

### La rete d'ingresso

Anche la rete d'ingresso è formata da due sezioni (fig. 3). La funzione della prima sezione partendo dal transistor è quella di rendere costante il guadagno entra tutta la banda di lavoro. La pendenza del guadagno del transistor è 6 dB per ottava; di conseguenza, questa prima sezione dovrà avere una pendenza *positiva* di 6 dB per ottava. Il calcolo di questa prima sezione della rete d'ingresso si dovrà fare sul valore massimo di frequenza della banda III, e cioè 230 MHz, con un fattore Q sotto carico, pari a circa 4. Avremo così un'impedenza d'ingresso di circa 15,3  $\Omega$ , e cioè,  $0,9 \times (4^2 + 1)$ .

Compito della seconda sezione è quello di adattare questi 15,3  $\Omega$  all'impedenza d'ingresso dell'amplificatore che è al solito, 50  $\Omega$ . Anche in questo caso, i valori riportati in fig. 3 sono quelli ottimali risultanti da una serie di prove e di misure effettuate a differenti valori di frequenza. Sono indicati anche i differenti valori del ROS (VSWR) (Rapporto Onda Stazionaria) alle varie frequenze.

### REALIZZAZIONE PRATICA DELL'AMPLIFICATORE

L'amplificatore vero e proprio è formato in pratica da due amplificatori singoli collegati in parallelo e accoppiati mediante accoppiatori ibridi (3 dB-90°). Una caratteristica molto importante degli accoppiatori ibridi è che se i loro terminali d'uscita vengono caricati con impedenze dello stesso valore, il rapporto di onda stazionaria (ROS) misurato all'ingresso darà sempre 1'. L'amplificatore è realizzato su una piastra di circuito stampato ricoperta di rame da entrambe le facce. Il supporto dello stampato è costituito da fibra di vetro con costante dielettrica pari a  $\epsilon_r \approx 4,5$ . Lo spessore della piastra è 1/16" ( $\approx 1,56$  mm). Per avere dei buoni contatti tra i rivestimenti rispettivamente superiore e inferiore di rame, ogni tanto converrà inserire dei rivetti forati come si può vedere in fig. 5.

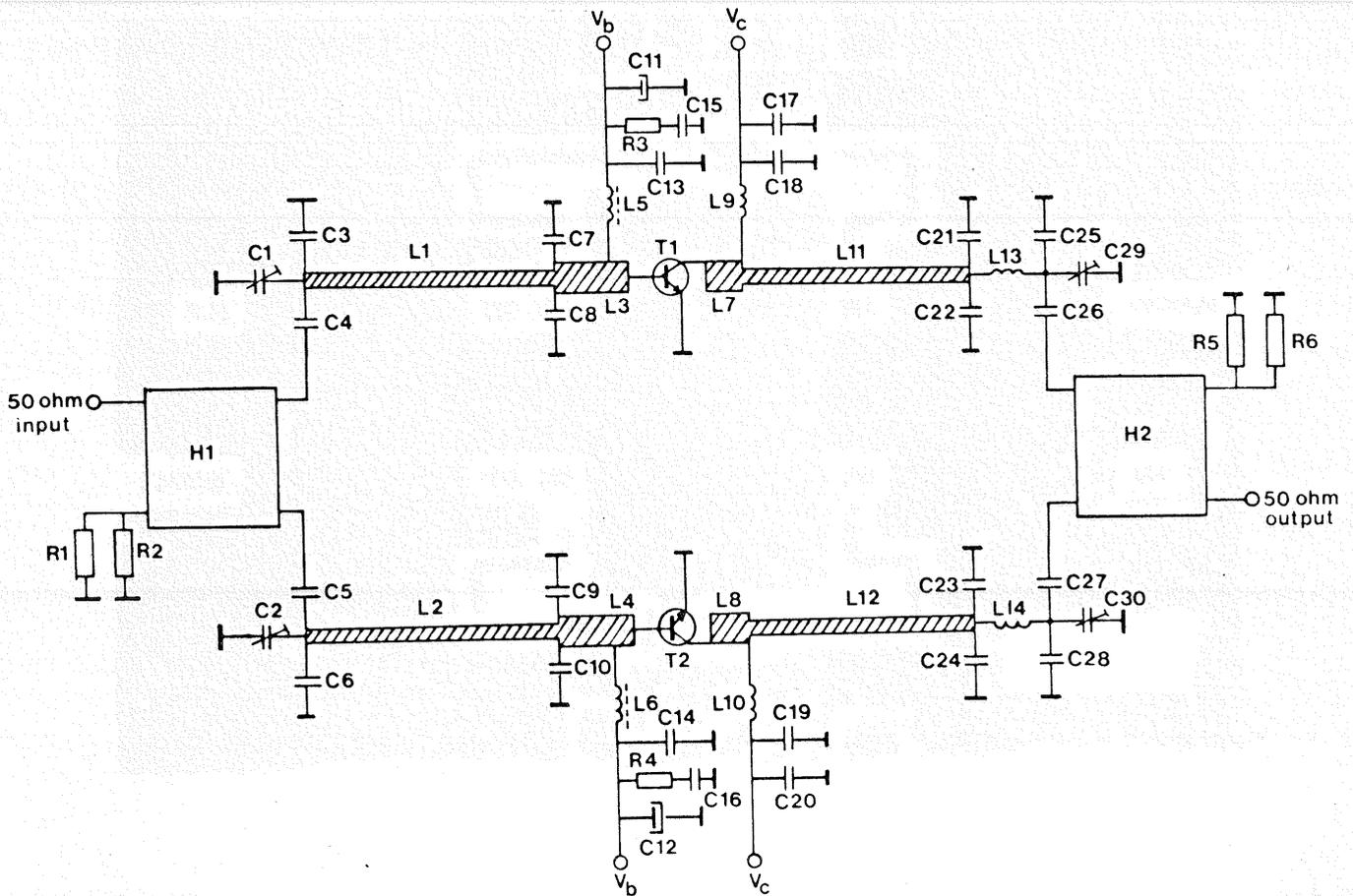


Fig. 4 - Schema elettrico dell'amplificatore per trasmettitori/ripetitori TV operanti in banda III impiegate 2 × BLV 31

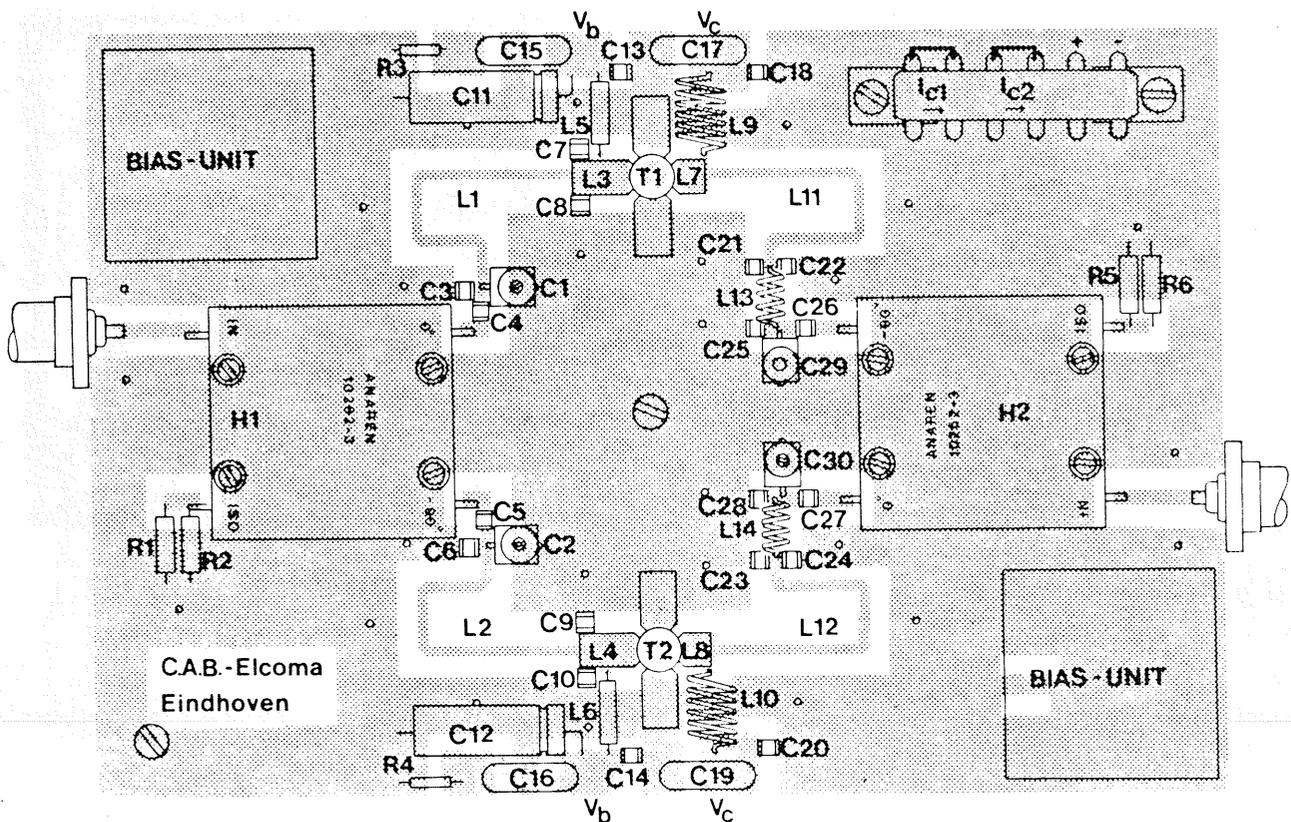


Fig. 5 - Circuito stampato per lo schema di fig. 4 con i componenti montati. Per il valore dei componenti vedi lista a parte. Dimensioni 1 : 1; Bias unit = circuito di polarizzazione

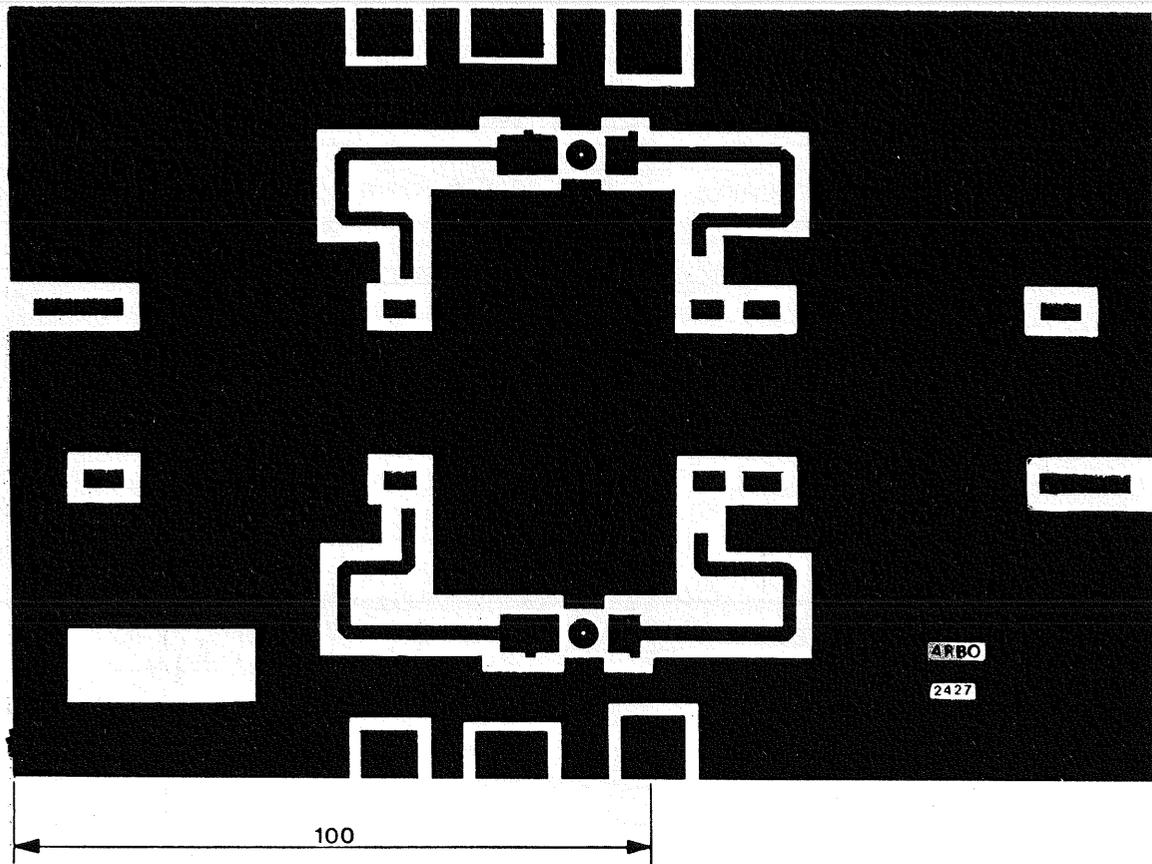


Fig. 6 - Dimensioni della piastra del circuito stampato vista dalla parte dove andranno montati i componenti; dimensioni 1 : 1

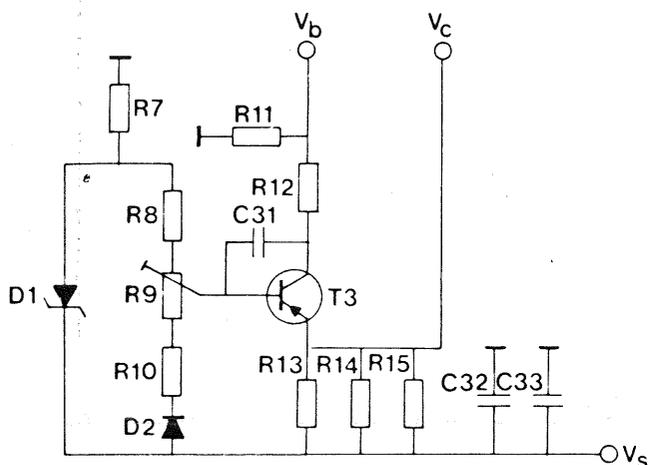


Fig. 7 - Schema del circuito per la polarizzazione dei due transistori. Ne occorre uno per ciascun transistorore. Per il valore dei componenti vedi lista a parte

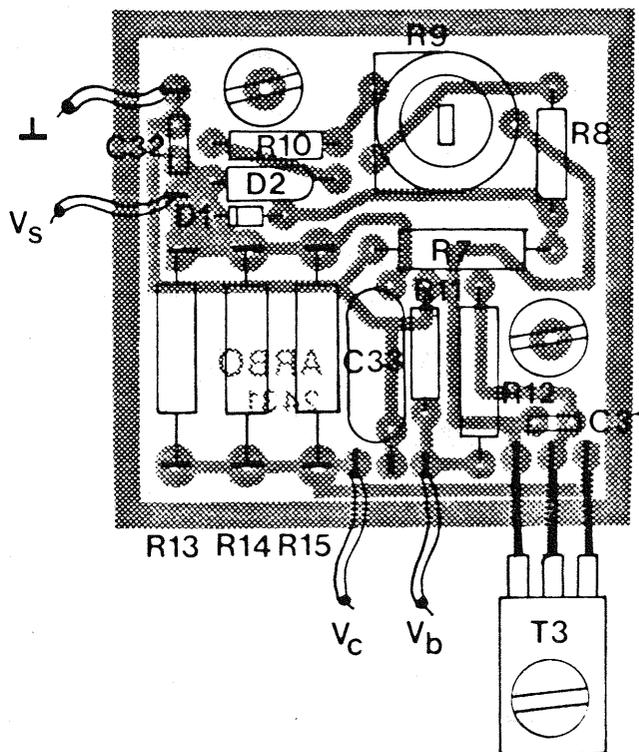


Fig. 8 - Circuito stampato per lo schema di fig. 7 visto dalla parte dei componenti

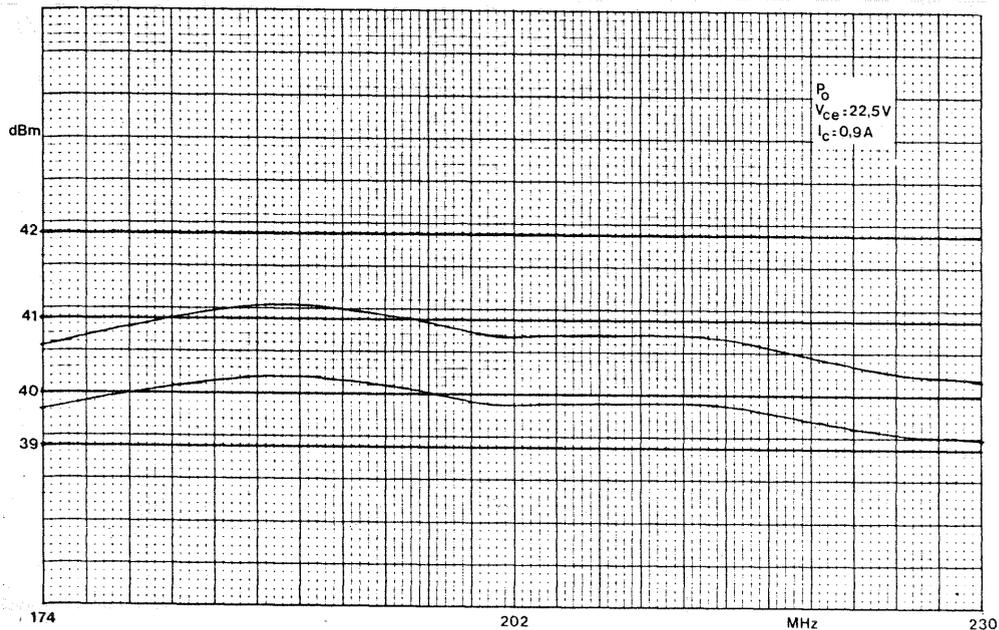


Fig. 9 - Andamento della potenza d'uscita in funzione della frequenza per due livelli di segnale d'ingresso

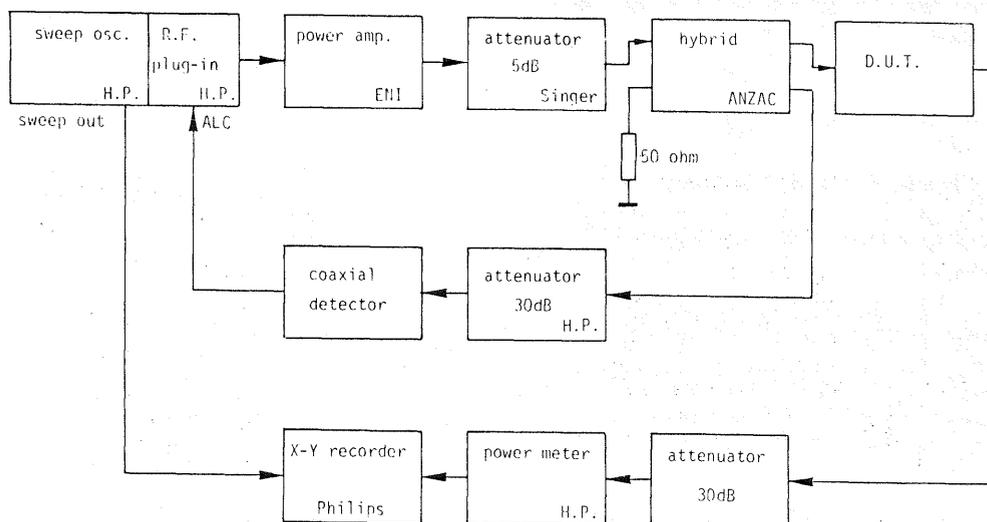


Fig. 10 - Schema di collegamento delle apparecchiature usate per la misura del guadagno dell'amplificatore. (D.U.T. = Device Under Test = amplificatore sotto misura)

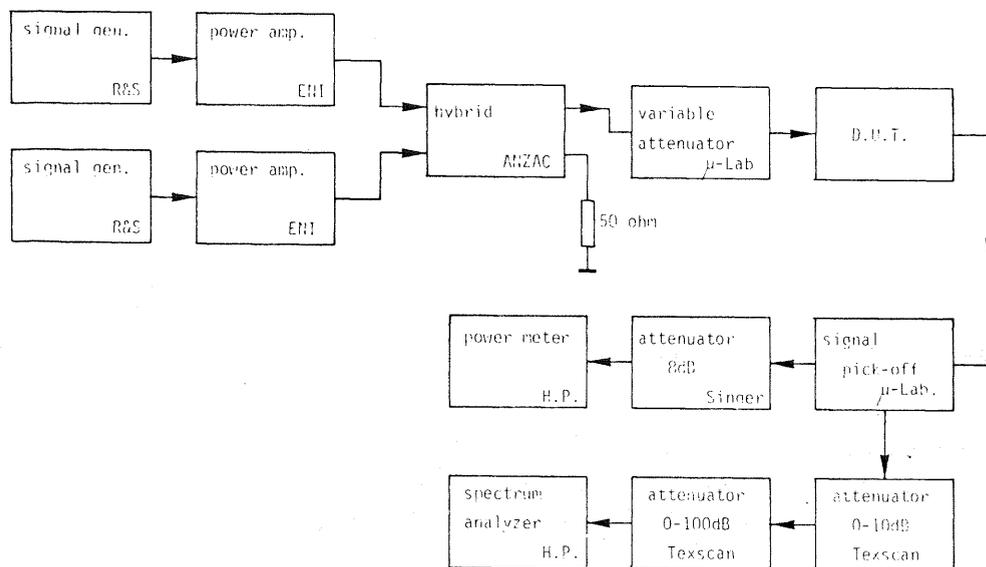


Fig. 11 - Schema di collegamento delle apparecchiature impiegate per la misura del fattore di intermodulazione

Durante le prove si è constatato che i migliori risultati si ottenevano aumentando l'induttanza di L13 (rete d'uscita), portandola cioè a 38 nH. Sempre durante le prove si è potuto vedere che agli effetti della distorsione per intermodulazione, i risultati migliori si ottenevano variando le condizioni di funzionamento in c.c. nella seguente maniera:

$$V_{CE} = 22,5 \text{ V}$$

$$I_c = 0,9 \text{ A}$$

Ciascun transistoro riceve la sua tensione di polarizzazione da un circuito a ciò preposto come indicato nelle figure 7 e 8.

## MISURE

### Misura del guadagno

La misura di questo parametro venne effettuata con gli strumenti collegati come indicato in fig. 10. L'amplificatore venne accordato in maniera tale da avere un guadagno uniforme su tutta la banda da amplificare. La temperatura del dissipatore di calore era 25 °C, e le condizioni di lavoro in c.c. erano quelle già menzionate, e cioè:

$$V_{CE} = 22,5 \text{ V}$$

$$I_c = 0,9 \text{ A}$$

In fig. 9 diamo le curve di risposta per due livelli di segnali d'ingresso. La tabella 2 indica la graduale "compressione" del guadagno all'aumentare della potenza d'uscita per tre differenti valori di frequenza.

Il guadagno in potenza effettivamente misurato risultò 1 dB circa più elevato di quello calcolato. Una probabile spiegazione di questo comportamento potrebbe essere data dal fatto che l'induttanza del terminale di emettitore del transistoro impiegato è risultata, in pratica, leggermente inferiore a quella supposta in precedenza (e cioè 0,5 nH).

### Misura dell'intermodulazione

La disposizione degli strumenti per questa misura è riportata in fig. 11. Occorre in questo caso tarare l'amplificatore facendo un compromesso tra una risposta in guadagno più piatta possibile e il minimo d'intermodulazione alla massima potenza d'uscita.

Le condizioni di misura sono le stesse di quelle fissate per la misura del guadagno, e cioè:

$$V_{CE} = 22,5 \text{ V}$$

$$I_c = 0,9 \text{ A}$$

$$T_{rad} = 25 \text{ °C}$$

I risultati di queste misure si possono vedere nella tabella 3.

La tabella 4 fornisce una serie di valori di frequenza e di potenza che danno *tutti* un valore di intermodulazione di -42 dB; in questo caso la temperatura del dissipatore era 70 °C; le condizioni di lavoro in c.c. rimasero però le stesse.

## ELENCO DEI COMPONENTI PER LA REALIZZAZIONE DELL'AMPLIFICATORE FUNZIONANTE CON 2 BLV 31 E DEL RELATIVO CIRCUITO DI POLARIZZAZIONE (vedi figg. 4-7)

### Resistori

- R1 = 100 Ω, resistore a strato metallico, 1,6 W
- R2 = R1
- R3 = 10 Ω, resistore a carbone, 0,125 W
- R4 = R3
- R5 = R1
- R6 = R1
- R7 = 2 kΩ, resistore a strato metallico, 2,5 W
- R8 = 180 Ω, resistore a carbone, 0,125 W
- R9 = 470 Ω, trimmer a carbone 0,1 W
- R10 = R8
- R11 = 150 Ω, resistore a carbone 0,125 W
- R12 = 220 Ω, resistore a strato metallico, 2,5 W
- R13 = 12 Ω, resistore a strato metallico, 2,5 W
- R14 = R13
- R15 = R13

### Condensatori

- C1 = 2-18 pF, trimmer dielettrico a film
- C2 = C1
- C3 = 18 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip) 500 V, ATC
- C4 = 680 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip) 50 V
- C5 = C4
- C6 = C3
- C7 = 82 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip) 500 V, ATC
- C8 = C7
- C9 = C7
- C10 = C7
- C11 = 10 μF, condensatore elettrolitico alluminio solido, 40 V
- C12 = C11
- C13 = C4
- C14 = C4
- C15 = 330 nF, condensatore poliestere, 250 V
- C16 = C15
- C17 = C15
- C18 = C4
- C19 = C15
- C20 = C4
- C21 = 24 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip) 500 V, ATC
- C22 = C21
- C23 = C21
- C24 = C21
- C25 = 10 pF condensatore ceramico senza terminali (chip), 500 V, ATC
- C26 = C4
- C27 = C4
- C28 = C25
- C29 = C1
- C30 = C1
- C31 = 10 nF, ceramico, 63 V
- C32 = C31
- C33 = 100 nF, condensatore poliestere, 250 V

### Induttanze

- L1 = 60,2 Ω, (stripline) striscia di rame larghezza = 2 mm, lunghezza = 54,1 mm
- L2 = L1
- L3 = 30,1 Ω, (stripline) striscia di rame, larghezza = 6 mm, lunghezza = 9,5 mm
- L4 = L3
- L5 = 1 μH, microchoke
- L6 = L5
- L7 = 30,1 Ω, (stripline) striscia di rame, larghezza = 6 mm, lunghezza = 5 mm
- L8 = L7
- L9 = 130 nH, 6 spire di filo di rame smaltato da 1 mm, diametro = 6 mm, lunghezza = 10,7 mm, terminali 2 x 5 mm
- L10 = L9
- L11 = 60,2 Ω, (stripline) striscia di rame, larghezza = 2 mm, lunghezza = 53,2 mm
- L12 = L11
- L13 = 38 nH, 4 spire di rame smaltato da 1 mm, diametro interno = 3,5 mm, lunghezza = 7,4 mm, terminali 2 x 5 mm
- L14 = L13

#### Diodi e transistori

D1 = BZX79C6V8  
D2 = BY206  
T1 = BLV31  
T2 = T1  
T3 = BD136

#### Altri componenti

H1 = accoppiatore ibrido modello 10262-3, campo di frequenza 125-250 MHz, Anaren Microwave Inc.

H2 = H1

N.B. Le strisce di rame (stripline) sono ricavate dal rame del rivestimento superiore della piastra.

**Tabella 2 - DIMINUZIONE DEL GUADAGNO ALL'AUMENTARE DELLA POTENZA D'USCITA PER TRE DIFFERENTI VALORI DI FREQUENZA**

P <sub>o</sub> (W)	174 MHz G (dB)	202 MHz G (dB)	230 MHz G (dB)
18	13,8	15,0	14,3
15	15,6	15,6	15,0
12	16,1	15,9	15,2
9	16,3	16,1	15,4
6	16,4	16,2	15,4
3	16,5	16,3	15,4
0,6	16,5	16,3	15,5

**Tabella 3 - ANDAMENTO DEL FATTORE DI INTERMODULAZIONE IN FUNZIONE DELLA POTENZA D'USCITA E PER TRE DIFFERENTI VALORI DI FREQUENZA**

d <sub>3</sub> (dB)	174 MHz P <sub>o</sub> (W <sub>PEP</sub> )	202 MHz P <sub>o</sub> (W <sub>PEP</sub> )	230 MHz P <sub>o</sub> (W <sub>PEP</sub> )
-40	10,9	12,0	11,4
-42	9,8	10,8	10,0
-44	8,4	9,2	8,5
-46	7,4	7,8	7,2
-48	6,3	6,8	6,0
-50	5,4	6,1	5,3

**Tabella 4 - VALORI DI FREQUENZA E DI POTENZA D'USCITA CHE DANNO SEMPRE -42 dB D'INTERMODULAZIONE**

f (MHz)	P <sub>o</sub> (W <sub>PEP</sub> )
174	9,4
181	10
188	10
195	10,8
202	10
209	9,7
216	9,2
223	9,2
230	9,3

#### AMPLIFICATORE LINEARE DI POTENZA PER BANDA III TV REALIZZATO CON DUE TRANSISTORI BLV 33 IN PARALLELO. POTENZA D'USCITA: 40 W

Questo amplificatore ha una struttura identica a quello precedentemente descritto. Anch'esso è formato da due amplificatori singoli funzionanti, ciascuno con il BLV 33, che vengono successivamente collegati in parallelo mediante due accoppiatori ibridi che ne adattano i rispettivi ingressi e uscite.

Ciascun amplificatore lavora in classe A. Le condizioni di lavoro sono:

$$V_{CE} = 25 \text{ V}$$

$$I_c = 3,25 \text{ A}$$

I valori tipici teorici del guadagno e delle impedenze rispettivamente d'ingresso e d'uscita sono i seguenti:

**Tabella 5 - VALORI CARATTERISTICI DEI PRINCIPALI PARAMETRI DEL BLV 33**

Frequenza (MHz)	Guadagno (dB)	Impedenza d'ingresso ( $\Omega$ )	Impedenza di carico ( $\Omega$ )
174	11,3	0,68 + j 1,20	2,70 + j 1,19
202	10,1	0,68 + j 1,43	2,30 + j 0,87
230	9,08	0,68 + j 1,64	1,99 + j 0,52

In un prototipo di laboratorio, con i valori dei componenti calcolati mediante computer, i suddetti parametri assunsero questi valori:

Guadagno: 9,1 dB  $\pm$  0,1 dB

ROS : 4,3 a 170 MHz

» : 2,78 a 202 MHz

» : 1,18 a 230 MHz

Tali valori si riferiscono naturalmente ad un amplificatore singolo e non all'amplificatore completo.

Evidentemente, per avere una maggiore potenza di uscita occorrerà, come già detto, collegare in parallelo due siffatti amplificatori. Il problema è allora quello di adattare nel miglior modo possibile i circuiti rispettivamente d'ingresso e d'uscita dei due amplificatori collegati in parallelo in maniera da avere un ROS (Rapporto Onda Stazionaria), con valore più basso possibile, e cioè  $\leq 1,2$ .

L'impiego di accoppiatori ibridi (3 dB — 90°) risolve, come abbiamo visto, egregiamente questo problema. In questo caso infatti la potenza riflessa all'ingresso viene assorbita dal resistore da 50  $\Omega$  che adatta l'ingresso isolato (fig. 13).

L'inserimento dei due accoppiatori ibridi comporta un calo di 0,5 dB nel guadagno (da 9 si passa a 8,5 dB). I parametri del BLV 33 misurati in un amplificatore singolo a banda stretta, con  $V_{CE} = 25 \text{ V}$ ,  $I_c = 3,25 \text{ A}$ ,  $T_{rad} = 70^\circ\text{C}$  dettero i seguenti valori:

Frequenza portante video	224,25 MHz
Potenza d'uscita (picco sincr.)	22,9 W
Distorsione per intermodulazione	-55 dB
Guadagno	9,05 dB

**ELENCO DEI COMPONENTI DEL CIRCUITO DI POLARIZZAZIONE DEI TRANSISTORI DELL'AMPLIFICATORE FUNZIONANTE CON 2 BLV 33**

- R1 = 150 Ω, resistore a carbone tipo CR25
- R2 = 100 Ω, trimmer potenziometrico tipo CTP10
- R3 = 10 Ω, resistore a carbone tipo CR25
- R4 = 1000 Ω, resistore a carbone tipo CR25
- R5 = R6 = R7 = 1,8 Ω, resistore rettangolare a filo tipo EH707
- R8 = R9 = 180 Ω, resistore a carbone tipo CR25
- R10 = 33 Ω, resistore a carbone tipo CR25
- C1 = C3 = 100 nF, condensatore a film metallizzato
- C2 = 100 pF, condensatore ceramico
- C4 = 10 μF, 40 V, condensatore elettrolitico
- D1 = BZY 88 (3V3)
- D2 = BY 206
- T1 = BD 136

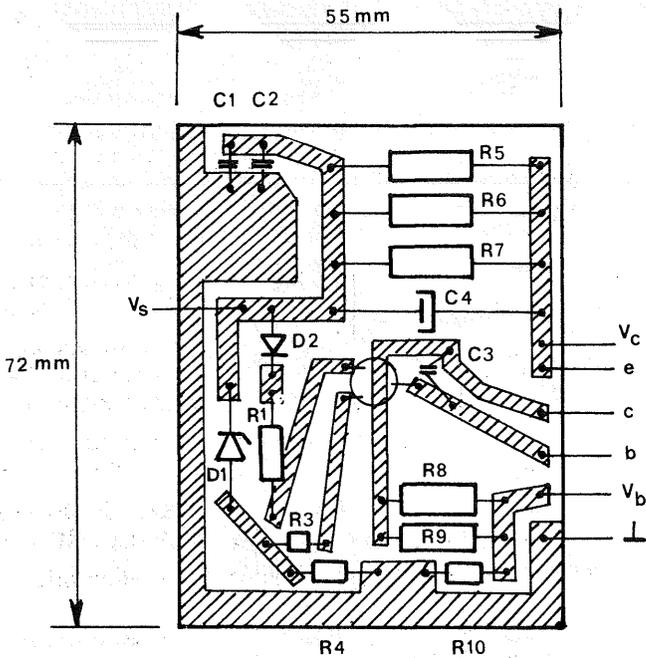


Fig. 12 - Possibile sistemazione dei componenti sullo stampato del circuito di polarizzazione

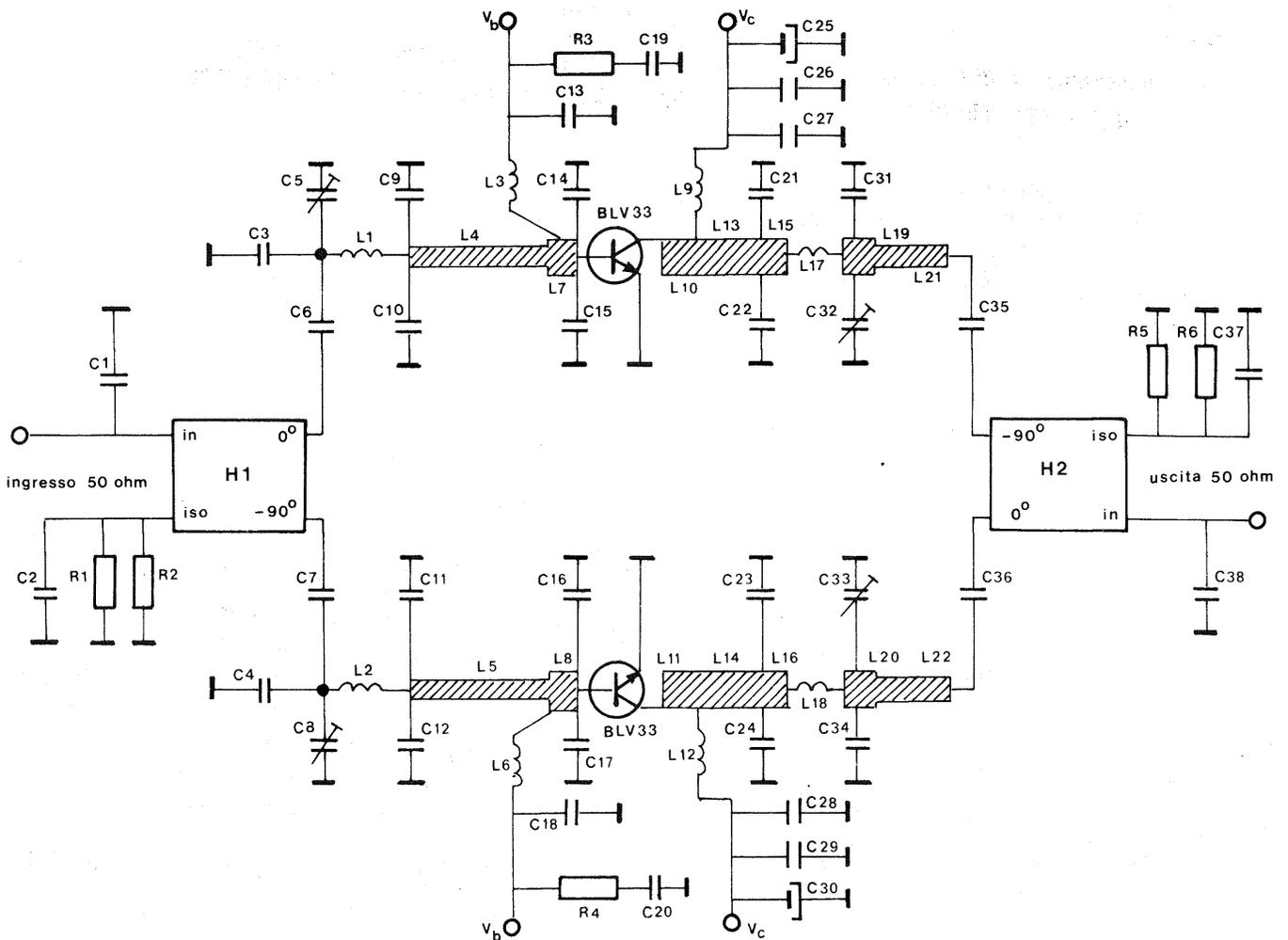


Fig. 13 - Schema elettrico dell'amplificatore per trasmettitori/ripetitori TV (banda III VHF) funzionante con due transistori BLV 33. Per il valore dei componenti, vedi lista a parte

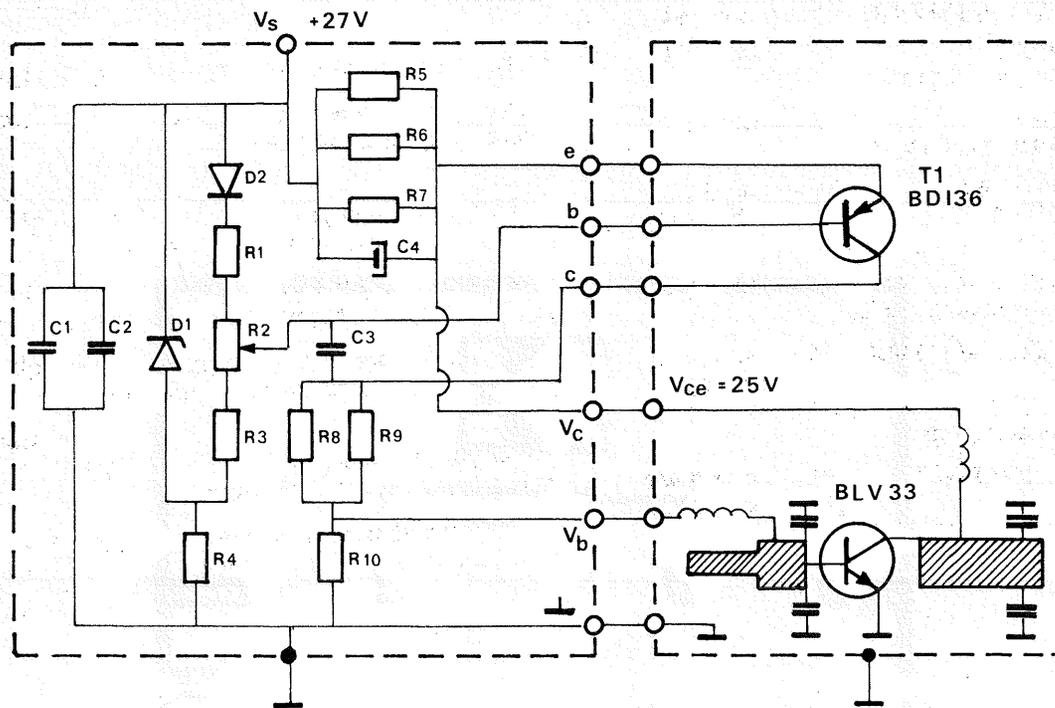


Fig. 14 - Schema elettrico del circuito che provvede alla polarizzazione di uno dei due transistori impiegati. L'altro andrà polarizzato con un identico circuito. Per il valore dei componenti, vedi lista a parte

### Messa a punto dell'amplificatore

I due BLV 33 dell'amplificatore vengono polarizzati separatamente in modo che:

$$V_{CE} = 25 \text{ V}$$

$$I_c = 3,25 \text{ A}$$

Lo schema elettrico è riportato in fig. 13. Quello del circuito di polarizzazione in fig. 14.

Ciascun amplificatore deve essere messo a punto in modo da avere un guadagno uniforme entro tutta la banda amplificata. Lo strumento da usare è un vobbulatore di potenza capace di esplorare la banda di frequenze compresa tra 170 e 230 MHz. La potenza di uscita dall'amplificatore è 40 W, corrispondente al 50% della potenza in continua applicata.

Controllata in ciascun amplificatore l'uniformità di guadagno entro tutta la banda interessata, si provvederà a collegarli in parallelo mediante due accoppiatori ibridi (3 dB — 90°) sistemati all'ingresso e all'uscita dei singoli amplificatori. Questo sistema di adattamento consente all'amplificatore completo di avere un ROS di 1,2. Quest'ultima messa a punto viene effettuata agendo sui condensatori C1, C2, C37, C38 come indicato in figura 13.

### Realizzazione pratica

Date le dimensioni del circuito stampato dell'amplificatore (220 × 210 mm) occorrerà avvitare assieme due dissipatori estrusi di alluminio annerito (nr. catalogo 56293). I transistori verranno avvitati su una piastra di alluminio (spessore = 12 mm), la quale, a sua volta, verrà fissata mediante viti sui dissipatori. Particolare attenzione dovrà essere posta sulla finitura della superficie della piastra di alluminio in modo che la resisten-

za termica si mantenga su un valore più basso possibile. In fig. 15 è riportato il circuito stampato dell'amplificatore, il quale completo dei dissipatori estrusi suddetti verrà a pesare 7,5 chilogrammi.

### ELENCO DEI COMPONENTI PER LA REALIZZAZIONE DELL'AMPLIFICATORE FUNZIONANTE CON 2 BLV 33 (figg. 13-14)

#### Condensatori

- C1 = C38 = 1,5 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C2 = C3 = C4 = C37 = 5,6 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C5 = C8 = C32 = C33 = 1,8 ... 10 pF, trimmer con dielettrico a film (nr. cat. 2222 809 05002)
- C6 = C7 = C35 = C36 = 220 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C9 = C10 = C11 = C12 = 18 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C13 = C18 = C27 = C28 = 1000 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C14 = C15 = C16 = C17 = 10 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C19 = C20 = C26 = C29 = 330 nF, condensatore a film metalizzato (nr. cat. 2222 352 25334)
- C21 = C23 = 68 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C22 = C24 = 56 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)
- C25 = C30 = 10 μF (40 V) condensatore elettrolitico (nr. cat. 2222 121 17109)
- C31 = C34 = 22 pF, condensatore ceramico senza terminali (chip)

(I condensatori ceramici senza terminali sono del tipo ATC 100 B - C - MSX - 500)

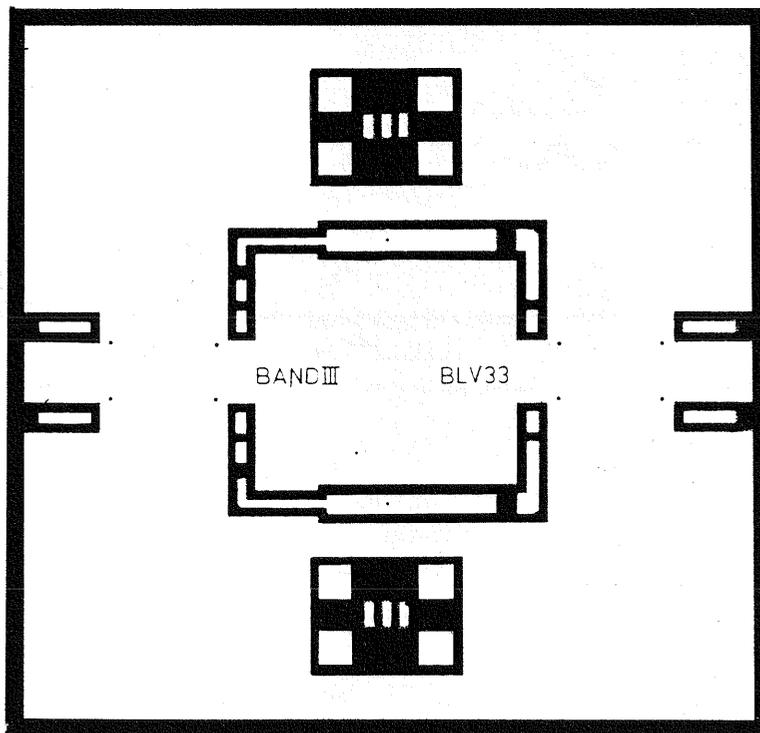


Fig. 15 - Circuito stampato per la realizzazione dell'amplificatore di fig. 13

#### Resistori

R1 = R2 = R5 = R6 = 100  $\Omega$ , resistori di potenza a strato metallico tipo PR52 (nr. cat. 2322 192 31001)

R3 = R4 = 10  $\Omega$ , resistore a carbone, tipo CR 68 (nr. catalogo 2322 214 1309)

H1 = H2 = accoppiatore ibrido 3 dB — 90° nr. 10262 — 3; frequenze di lavoro 125 — 250 MHz; Anaren Microwave Inc.

L1 = L2 = 25 nH, 2 spire di filo di rame smaltato da 1 mm; diametro interno = 5 mm; lunghezza = 5 mm; terminali 2 x 3 mm

L3 = L6 = 90 nH, 5 spire di filo di rame smaltato da 1 mm strettamente avvolte; diametro interno = 4,5 mm; terminali 2 x 9 mm

L4 = L5 = 60  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 2 mm; lunghezza = 30 mm

L7 = L8 = 30  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 6 mm; lunghezza = 11 mm

L9 = L12 = 20 nH, striscia di rame da 1 mm; lunghezza = 17 mm, larghezza = 4 mm

L10 = L11 = (stripline) striscia di rame; larghezza = 6 mm; lunghezza = 8 mm

L13 = L14 = 30  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 6 mm; lunghezza = 14 mm

L15 = L16 = 30  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 6 mm; lunghezza = 4 mm

L17 = L18 = 22 nH, 2 spire di filo di rame smaltato da 1,5 mm strettamente avvolte; diametro interno = 4,5 mm; terminali 2 x 3 mm

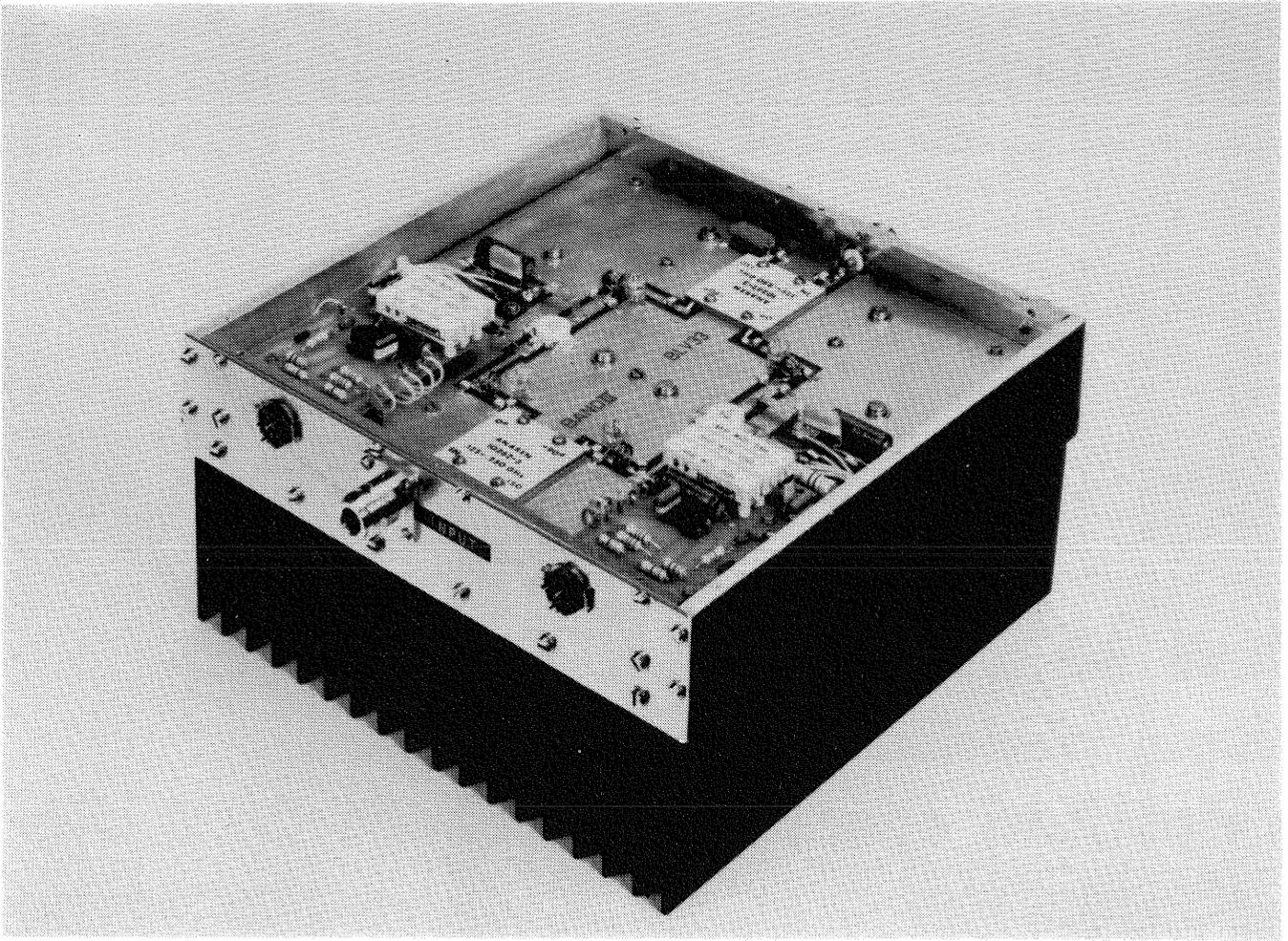
L19 = L20 = 30  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 6 mm; lunghezza = 6 mm

L21 = L22 = 50  $\Omega$ , (stripline) striscia di rame; larghezza = 3 mm; lunghezza = 15 mm

**N.B.** Le striscie di rame (stripline) sono ricavate dal rame del rivestimento superiore della piastra.

#### Appendice 1 - SERIE COMPLETA DEI TRANSISTORI PER LA REALIZZAZIONE DI TRASMETTITORI/RIPETITORI TV IN BANDA III-VHF

Tipo	Potenza d'uscita (W)	Classe di funzionamento
BLV 31	5	Classe A
BLV 32	10	» A
BLV 33	19	» A
BLV 34	125	» AB



*Prototipo di laboratorio dell'amplificatore di fig. 13*