

# Amplificatori modulari di potenza a larga banda per trasmettitori VHF

## (Bande I/III)

Si dà una descrizione delle caratteristiche degli amplificatori modulari di potenza a larga banda operanti nella banda VHF; in particolare i moduli BGY 32 e BGY 33 coprono la banda da 68 a 108 MHz con 18 W di uscita per un pilotaggio di 100 mW, mentre i moduli BGY 35 e BGY 36 coprono la banda da 132 MHz a 174 MHz anch'essi con 18 W di uscita e 150 mW di pilotaggio; alla fine si dà un esempio di impiego di questi moduli.

I moduli di potenza V.H.F. della serie BGY32/33 e BGY35/36 sono stati introdotti per semplificare il progetto e la realizzazione di trasmettitori FM mobili per i quali esistono effettivamente problemi di spazio e di ingombro.

Per la realizzazione di questi moduli di potenza sono state impiegate tecnologie che non sarebbe stato possibile impiegare nel caso di realizzazione mediante componenti discreti. Difatti, i componenti *passivi* del circuito sono stati montati molto vicino al *chip* del transistor; a loro volta, le *interconnessioni* fra i vari componenti attivi e passivi sono state fatte mediante sistemi di deposizione di materiale semiconduttore, caratteristici delle tecnologie dei circuiti ibridi. Ciò ha permesso di ridurre al minimo le reattanze disperse presenti invece in analoghi sistemi a componenti discreti: il risultato è che le prestazioni di un modulo sono pressoché identiche a quelle di un altro modulo. Tra l'altro possono essere impiegati componenti di dimensioni estremamente ridotte; per esempio, è possibile realizzare con le tecniche a cui abbiamo accennato prima, induttanze con valore molto basso (da 1 a 10 nH), ed impiegare nello stesso tempo condensatori *chip* anch'essi con induttanza molto bassa.

Il risultato finale è stato quello di essere riusciti a realizzare amplificatori a larga banda di notevole potenza, di ridotte dimensioni, con prestazioni e parametri ben definiti. Questi moduli non prevedono eventuali regolazioni o messe a punto per il semplice fatto che non sono necessarie.

Attualmente, la gamma di questi moduli VHF di potenza è costituita dai seguenti tipi:

BGY32 da 68 a 88 MHz,  
BGY33 da 80 a 108 MHz,  
BGY35 da 132 a 156 MHz,  
BGY36 da 148 a 174 MHz.

Tutti questi moduli danno, se pilotati al massimo, una potenza di uscita minima pari a 18 W; in particolare, la massima potenza di pilotaggio per i moduli della banda *bassa* è 100 mW, quella per i moduli della banda *alta* è 150 mW.

### Descrizione del circuito

La fig.1 riporta il circuito-base del modulo. Le eventuali varianti vengono effettuate partendo da questo circuito-base. Come si vede, il modulo è costituito da un amplificatore a due stadi: lo stadio pilota lavora

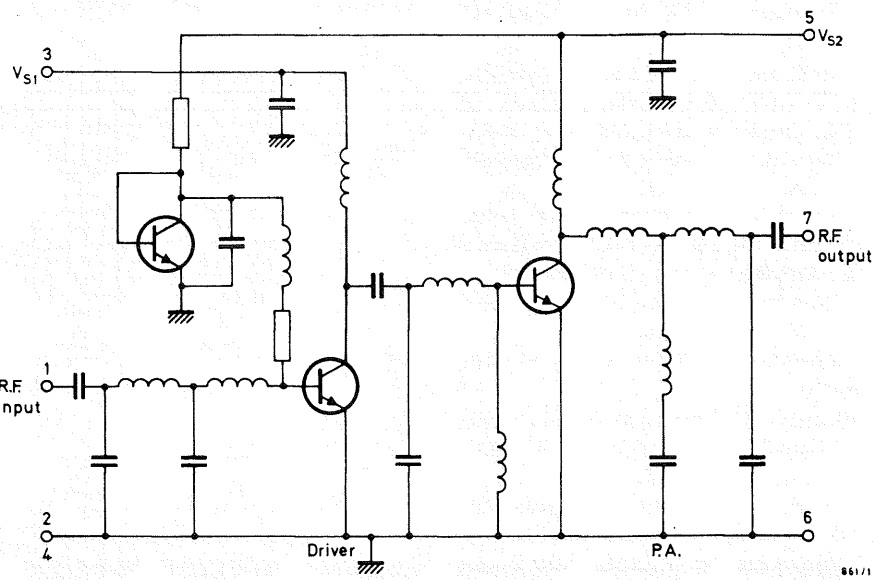


Fig. 1 - Circuito base del modulo VHF.

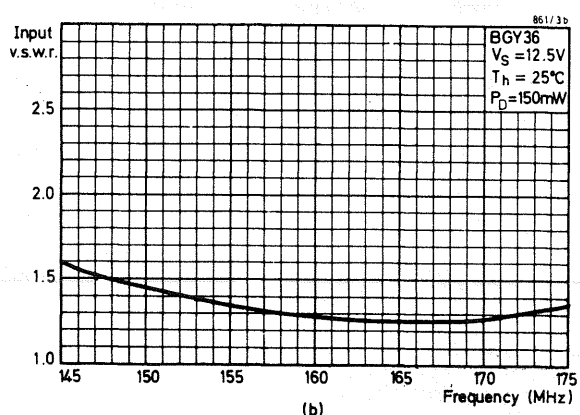
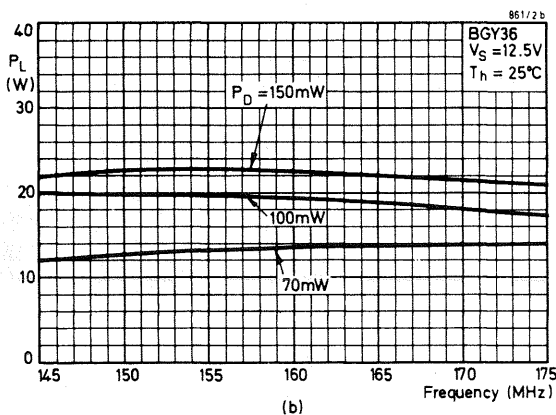
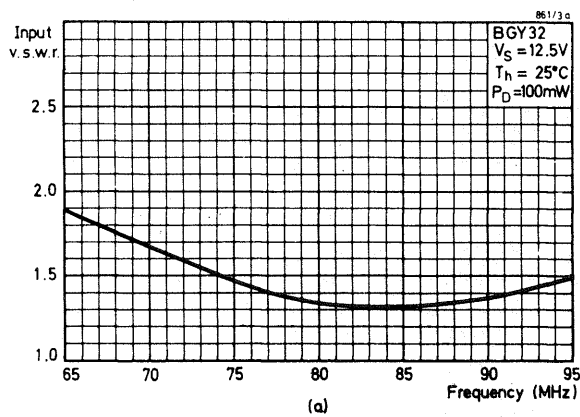
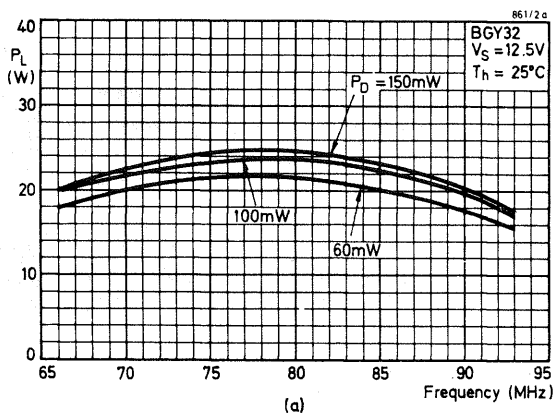


Fig. 2 - Potenza nel carico in funzione della frequenza di lavoro. (a) BGY 32 e (b) BGY 36.

Fig. 3 - Tensione dell'onda stazionaria all'ingresso (v. s. w. r.) in funzione della frequenza di lavoro: (a) per il BGY 32 e (b) per il BGY 36.

in classe AB, quello finale in classe B. Il primo stadio lavora con una corrente di riposo (corrente di polarizzazione) di circa 12 mA; ciò allo scopo di rendere più « dolce » possibile la variazione della potenza di uscita in funzione della potenza d'ingresso, e mantenere nello stesso tempo, una impedenza d'ingresso più costante possibile anche in corrispondenza di livelli di pilotaggio molto bassi. La corrente di polarizzazione viene stabilizzata mediante un transistor (con solo chip) le cui caratteristiche corrispondono in tutto a quelle del transistor pilota. Ciò fa sì che il punto di lavoro del transistor pilota rimanga inalterato entro tutte le temperature nelle quali si troverà a lavorare il modulo.

Il circuito d'accoppiamento d'ingresso è costituito da un filtro Chebychev passa-basso a due stadi. Questo stesso circuito viene impiegato anche all'uscita del modulo, dove in più è presente una trappola destinata ad assorbire la seconda armonica delle frequenze di lavoro. L'accoppiamento interstadiale è costituito da una combinazione di reti passa-basso/passa-alto; questa configurazione consente di ottenere il massimo con un minimo di componenti.

Le tensioni di alimentazione dello stadio pilota e dello stadio finale fanno capo a due terminali separati: in particolare,  $V_{s1}$  (tensione di alimentazione dello stadio pilota) fa capo al terminale 3 mentre  $V_{s2}$  (tensione di alimentazione dello stadio finale) fa capo al terminale 5.

Questa differenziazione nella tensione di alimentazione dei due stadi consente di controllare la potenza di uscita del modulo la quale infatti può essere controllata variando solo la tensione di alimentazione  $V_{s1}$  dello stadio pilota.

#### Dati caratteristici dei moduli

Nella tabella 1 sono stati riportati i dati caratteristici principali. Dalla figura 2 alla figura 4 si possono osservare le curve tipiche di funzionamento dei moduli operanti nella banda bassa (BGY32) e quelli della banda più elevata (BGY36): in particolare, la fig. 2 riporta la variazione della potenza di uscita in funzione della frequenza; la figura 3 indica la variazione nelle onde stazionarie presenti all'ingresso (v.s.w.r.) in funzione della frequenza; la fig. 4 indica

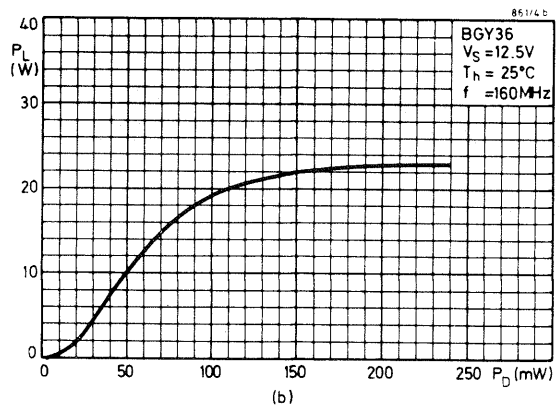
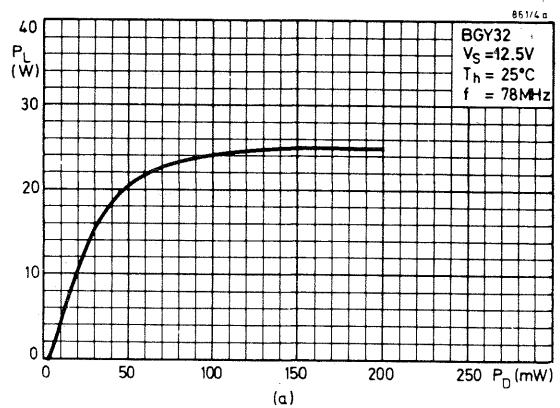


Fig. 4 - Potenza nel carico in funzione della potenza di pilotaggio per una frequenza fissa al centro della banda passante: (a) per il BGY 32 e (b) per il BGY 36.

infine la variazione della potenza di uscita in funzione della potenza d'ingresso in corrispondenza di una frequenza fissa scelta al centro della banda amplificata. Tutte queste curve sono state tracciate per una temperatura di 25°C del dissipatore di calore.

Il contenuto massimo di armoniche presenti all'uscita è -25 dB; in pratica però esso è molto più basso del suddetto valore. Infatti, a seconda della frequenza, esso oscilla da -35 a -50 dB per tutti i moduli.

TABELLA 1 - Dati caratteristici dei moduli

Tipo		BGY32	BGY33	BGY35	BGY36	
Funzionamento		FM	FM	FM	FM	
Campo di frequenza		da 68 a 88	da 80 a 108	da 232 a 156	da 148 a 174	MHz
Potenza di pilotaggio	nomin.	100	100	150	150	mW
Potenza di uscita	min.	18	18	18	18	W
	tipica	23	22	22	21	W
Tensione di alimentazione $V_{s1}$ e $V_{s2}$	nomin.	12,5	12,5	12,5	12,5	V
Impedenza d'ingresso	nomin.	50	50	50	50	$\Omega$
Impedenza del carico all'uscita	nom.	50	50	50	50	$\Omega$
Temperatura del dissipatore (in condizioni di funzionamento)	max	90	90	90	90	°C
v.s.w.r. di ingresso	tipica	1.5:1	1.5:1	1.5:1	1.5:1	
Uscita armoniche	max	-25	-25	-25	-25	dB

## Sistema di montaggio dei moduli

Per ottenere dai moduli le prestazioni riportate nella tabella 1 è necessario che vengano soddisfatte alcune condizioni riguardanti sia il dimensionamento dei *dissipatori di calore* sui quali devono essere montati i moduli, sia la natura dei *collegamenti* di uscita dei moduli alle altre parti del circuito.

Perciò che riguarda il *dissipatore di calore* è evidente che esso dovrà avere dimensioni adeguate alla dissipazione del modulo. A piena potenza, il modulo dissipa da 20 a 25 W; nel caso però di carico disadattato, la dissipazione può salire fino a 50 W e oltre.

Il dissipatore di calore sul quale deve essere montato il modulo deve avere una superficie liscia; i fori di montaggio non devono presentare sbavature, ed infine, per avere la più bassa impedenza termica possibile è opportuno spalmare sulla superficie del radiatore sulla quale verrà fissato il modulo normale grasso al silicone.

Per ciò che riguarda i *collegamenti* d'ingresso e di uscita del modulo è evidente che si devono rispettare le impedenze rispettivamente d'ingresso e di uscita che hanno il valore di  $50 \Omega$ : non sono quindi ammessi disadattamenti di impedenza. In proposito si deve tenere presente che in amplificatori analoghi realizzati con componenti discreti esiste sempre la possibilità di adattare, in sede di collaudo finale, mediante trimmer capacitivi per esempio, l'impedenza d'ingresso e di uscita dell'amplificatore con l'impedenza d'ingresso della sorgente o del carico rispettivamente. Nel caso dei nostri moduli ciò non è possibile perché non esiste alcuna possibilità di ritocco dell'impedenza d'ingresso e d'uscita del modulo stesso; per l'ingresso e l'uscita essa ha il valore esatto di  $50 \Omega$ . Si dovranno pertanto impiegare cavi con impedenza caratteristica di  $50 \Omega$ . I terminali di uscita del modulo possono essere tagliati fino a circa 2 mm.

Le *linee di trasmissione* necessarie al collegamento fra i terminali di uscita del modulo e il bocchettone del cavo di ingresso a  $50 \Omega$  devono ovviamente avere una impedenza di  $50 \Omega$ . Queste possono essere ricavate dal rame stesso del circuito integrato (strip-line). Un esempio di una siffatta linea di trasmissione si può vedere in fig. 5 nella quale è stata anche riportata parte del trasmettitore impiegante i moduli che descriveremo più avanti. Il circuito stampato deve essere di materiale con perdite più basse possibili (per esempio, in fibra epossidica in vetro). Il foglio di rame presente nella parte *opposta* a quella dove si trovano i componenti forma, come al solito, il *piano di massa*; in particolare se lo spessore del circuito stampato è 1,5 mm., la spaziatura tra le strisciette di rame che formano la linea di trasmissione da  $50 \Omega$  dovrà avere il valore di 2.5 mm.

Al posto delle strip-line possono essere usati all'ingresso e alla uscita del modulo anche cavi coassiali, naturalmente con impedenza caratteristica di  $50 \Omega$  (vedi fig. 6). In questo caso occorre porre la massima attenzione affinché il terminale del cavo sia collegato più vicino possibile ai terminali di uscita o di ingresso del modulo.

## Tensioni di alimentazione dei moduli

La tensione di alimentazione nominale dei moduli è 12 V in quanto, come già accennato, i moduli sono stati progettati principalmente per essere impiegati in trasmettitori di apparecchiature mobili, e cioè, montati su veicoli alimentati con batteria a 12 V.

All'interno del modulo è già previsto un circuito di disaccoppiamento; è comunque raccomandato anche un disaccoppiamento *esterno* come appunto riportato in fig. 7. I condensatori aggiuntivi di disaccoppiamento consentono di avere stabilità di funzionamento anche a bassi livelli di pilotaggio e con ca-

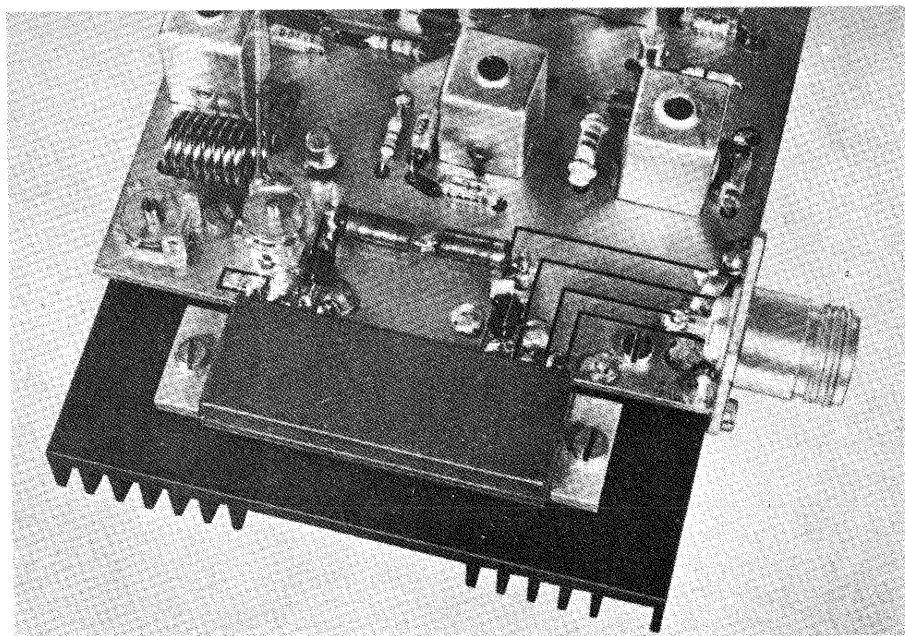


Fig. 5 - Fotografia di una parte del trasmettitore impiegante il modulo BGY 32 che indica come possono essere effettuate sul rame del circuito stampato le linee di trasmissione (strip-line) che collegano i terminali di uscita del modulo con il bocchettone di ingresso del cavo.

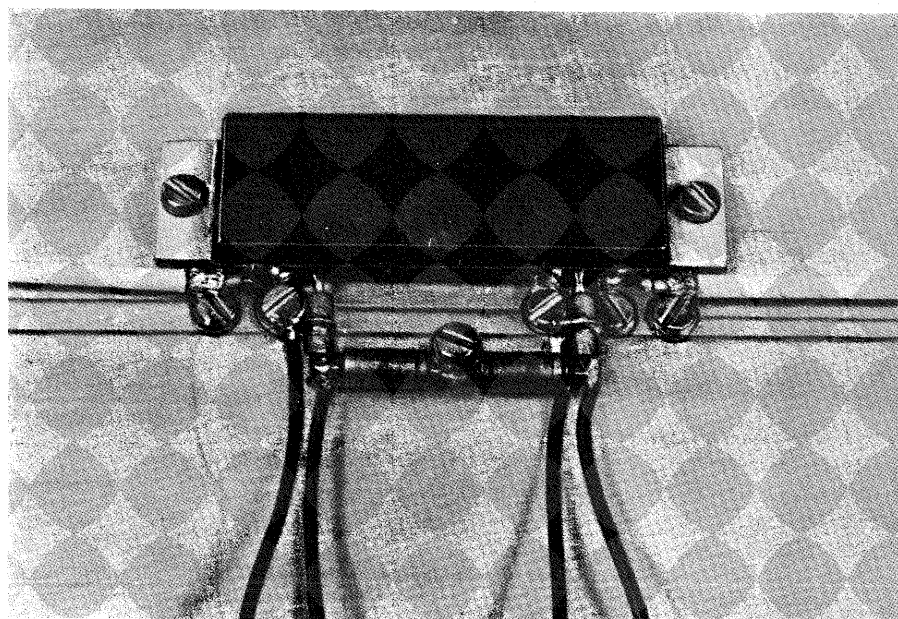


Fig. 6 - Modulo nel quale le linee di trasmissione di ingresso e di uscita sono costituite da cavi coassiali da 50  $\Omega$ .

richi disadattati. Ad ogni modo, la massima tensione di alimentazione del modulo è 15 V, dato che non è detto che la tensione della batteria abbia *sempre* il valore nominale di 12 V. Se però un modulo dovesse lavorare con una tensione ancora superiore, bisognerebbe adottare opportuni circuiti limitatori di tensione. In fig. 8 abbiamo riportato due possibili circuiti *limitatori di tensione*. Il *circuito a* con 3 A di corrente o il *circuito b* con 5 A vanno impiegati a seconda dell'assorbimento del modulo in una particolare applicazione. Il valore della corrente del *circuito a* può essere portato a 4 A impiegando al posto di TR1 il transistor BD434 e riducendo il resistore R3 al valore di 120  $\Omega$ . Si deve inoltre tener presente che, oltre la corrente assorbita dal modulo, il circuito da 3 A assorbe *di per sé* altri 0,1 A dall'alimentazione, e analogamente il circuito da 5 A assorbe altri 0,5 A.

La tensione limitata presente all'uscita dei suddetti circuiti è determinata dai diodi regolatori di tensione rispettivamente D1 e D2: essa può essere alterata sostituendo i suddetti componenti in base all'equazione

$$V_{\text{Limit}} = V_z + 0,7,$$

nella quale  $V_{\text{Limit}}$  è la tensione limitata d'uscita mentre  $V_z$  è la *tensione di breakdown* di D1 e di D2. Le curve di funzionamento di questi due circuiti si possono vedere il fig. 9.

Nei circuiti riportati in fig. 8 l'effetto limitatore di corrente può essere ulteriormente facilitato ponendo al posto del resistore R2 i componenti R7, D3 e D4 come appunto riportato in fig. 10.

In definitiva, la limitazione della corrente tende a ridurre la dissipazione del modulo, e di conseguenza, le dimensioni del dissipatore di calore in condizioni di forti disadattamenti del carico.

Nel caso del circuito di fig. 10, la corrente limitata di uscita  $I_{\text{Limit}}$  è determinata dal valore del resistore R7 posto in serie all'emettitore del transistor di con-

trollo TR1. Nella tabella 2 abbiamo riportato i valori approssimati di R7 per alcuni livelli di limitazione di corrente.

Tabella 2 - Suggerimenti per la scelta del resistore R7

R7	$I_{\text{Limit}}$
( $\Omega$ )	(A)
0.70	1
0.35	2
0.23	3
0.18	4
0.14	5

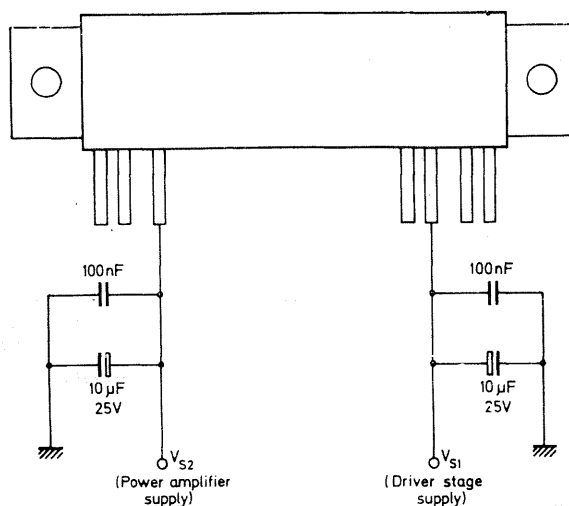


Fig. 7 - Circuito raccomandato per il disaccoppiamento delle tensioni di alimentazione rispettivamente  $V_{S1}$  per lo stadio pilota e  $V_{S2}$  per l'amplificatore di potenza.

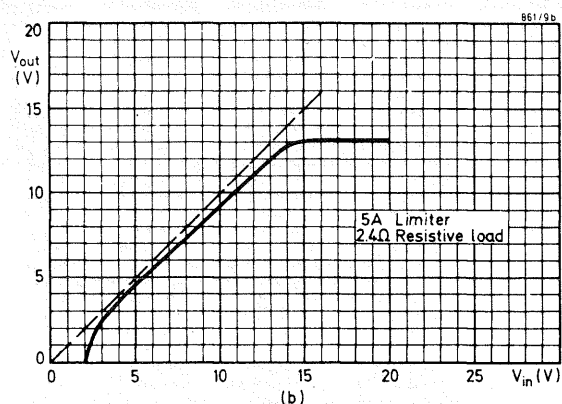
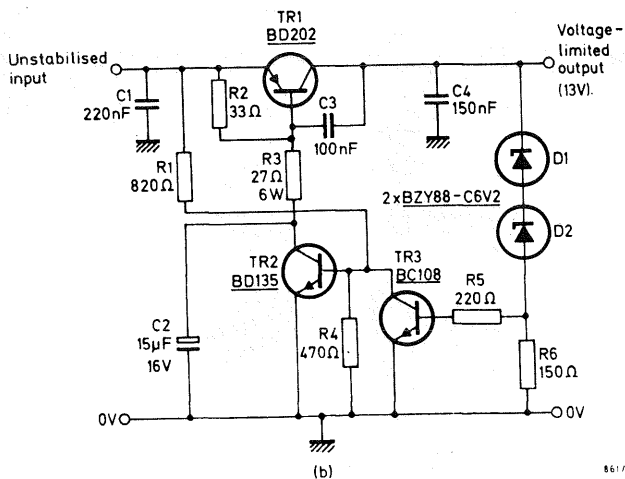
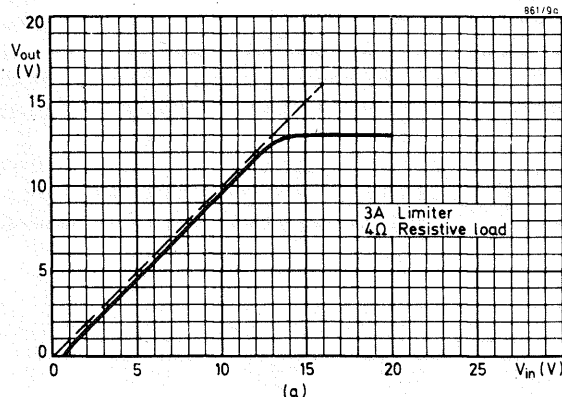
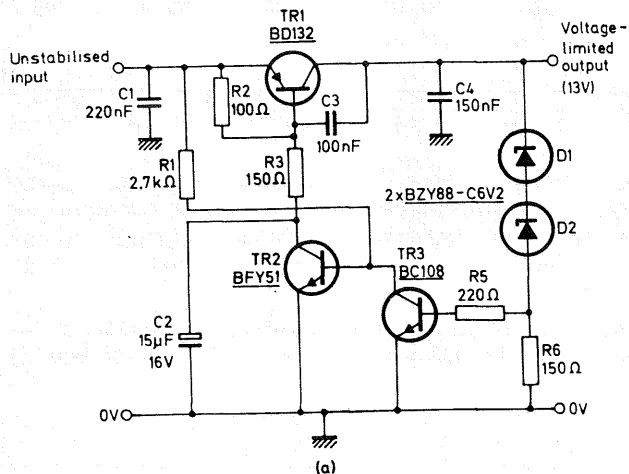


Fig. 8 - Circuiti per la limitazione della tensione; in (a) per una corrente di 3 A; in (b) per una corrente di 5 A.

Fig. 9 - Grafici indicanti il comportamento del circuito limitatore di tensione: (a) per il circuito da 3 A; (b) per il circuito da 5 A.

### Controllo della potenza di uscita del modulo

Questi moduli sono stati realizzati in maniera da dare la massima potenza di uscita ( $> 18 \text{ W}$ ) qualora vengano alimentati con tensione di 12,5 V e pilotati con una potenza di 100 mW (banda bassa) e di 130 mW (banda alta). Per ottenere livelli di potenza di uscita *più bassi* si può ridurre sia la potenza di pilotaggio sia la tensione di alimentazione del modulo.

Ciò che succede quando si cerca di ridurre la *potenza di pilotaggio* l'abbiamo visto nelle figure 2 e 4. Ciò che invece succede quando si riduce la *tensione di alimentazione* del modulo è riportato in fig. 11 per il modulo BGY32, e in fig. 12 per il modulo BGY36. Si tenga presente che per ridurre la potenza di uscita si può ridurre contemporaneamente la tensione di alimentazione dello stadio pilota ( $V_{s1}$ ) e la tensione di alimentazione dello stadio finale ( $V_{s2}$ ), oppure, come già accennato, si può ridurre soltanto la tensione  $V_{s1}$  mantenendo inalterata  $V_{s2}$ .

### Pilotaggio dei moduli

L'oscillatore, il modulatore, l'unità di pilotaggio di un trasmettitore impiegante i moduli descritti seguono in tutto le regole di progetto normali. La cosa

essenziale in questo caso è che il segnale di pilotaggio applicato al modulo sia più « pulito » possibile, abbia cioè un basso contenuto di segnali spuri. Infatti, trattandosi di moduli amplificatori di segnali VHF a larga banda è evidente che perverrebbero in antenna anche i segnali spuri eventualmente presenti nel segnale di pilotaggio.

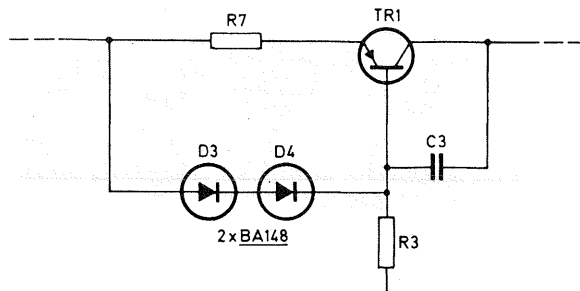


Fig. 10 - Variante da apportare ai circuiti limitatori di tensione di fig. 8 per ottenere una limitazione della corrente di uscita.

Per esempio, se viene usato un normale oscillatore a cristallo seguito da stadi moltiplicatori di frequenza, è possibile ottenere una ottima reiezione di segnali spurii impiegando tra uno stadio e l'altro, *circuiti a doppio accordo*. In questo caso, la massima reiezione si ottiene quando questi circuiti, caricati normalmente, presentano un Q elevato.

Questo sistema è indicato nello schema a blocchi (a) di fig 13; sempre nella stessa figura, in (b) è riportato un sistema che presenta anch'esso un segnale di pilotaggio pulito all'ingresso del modulo finale; rispetto al precedente sistema, il b) consente di eliminare i circuiti interstadiali a doppio accordo.

### Esempio di impiego dei moduli BGY32 e BGY36 in due trasmettitori completi

Questi trasmettitori sono riportati rispettivamente nelle figure 14 e 15. Il progetto, come si vede, segue linee convenzionali. Entrambi sono in grado di tornare all'uscita bassi livelli di segnali spurii, in particolare,  $-65$  dB rispetto alla frequenza portante, ad eccezione della seconda e della terza armonica che possono essere soppresse da un filtro passa-basso sistemato all'uscita del modulo.

Nelle fig. 14 e 15, un oscillatore a cristallo è seguito da un modulatore di fase e da una catena di

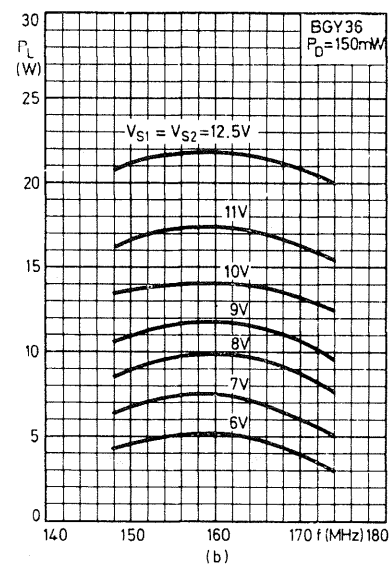
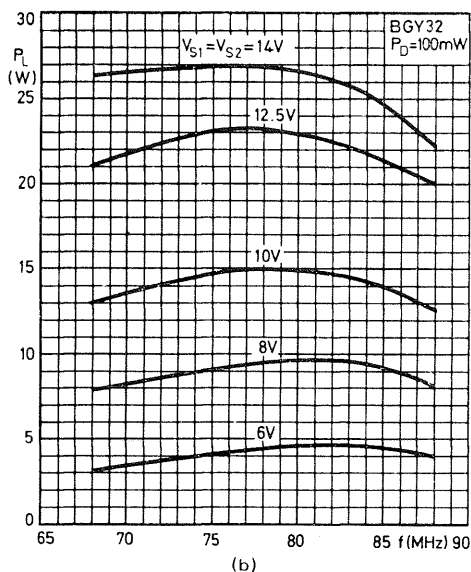
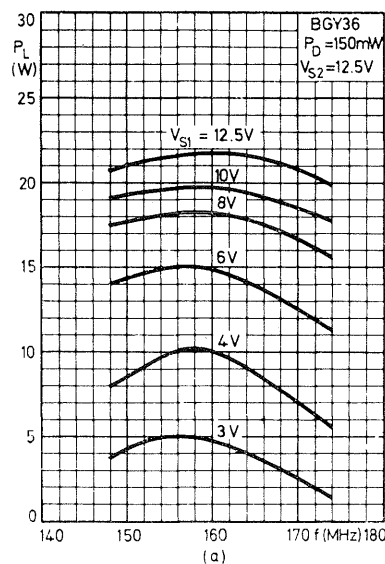
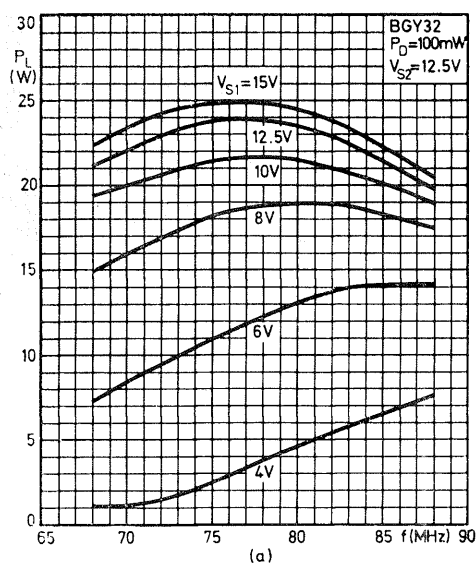


Fig. 11 - Potenza nel carico in funzione della frequenza di lavoro (BGY 32); (a) con  $V_{S1}$  variabile; (b) con  $V_{S1}$  e  $V_{S2}$  variabili.

Fig. 12 - Potenza nel carico in funzione della frequenza di lavoro (BGY 36); (a) con  $V_{S1}$  variabile; (b) con  $V_{S1}$  e  $V_{S2}$  variabili.



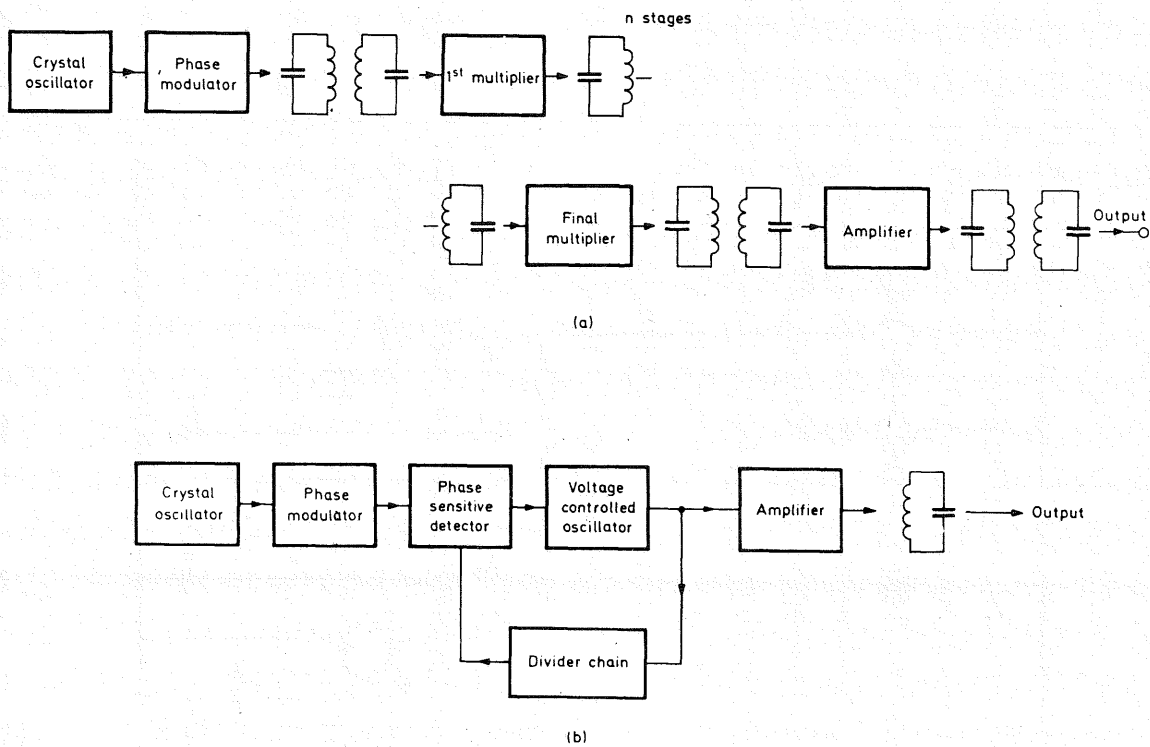


Fig. 13 - Schema a blocchi indicante alcuni possibili sistemi di pilotaggio del trasmettitore; (a) mediante un sistema oscillatore a cristallo/moltiplicatore; (b) mediante un divisore con anello di fase chiuso.

moltiplicatori  $\times 12$ . La moltiplicazione è realizzata in tre stadi:  $\times 3$ ,  $\times 2$ ,  $\times 2$ .

Tra i vari stadi vengono impiegati circuiti a doppio accordo. La moltiplicazione  $\times 12$  è del tutto sufficiente a realizzare una deviazione di 7 kHz nella frequenza finale. La potenza di uscita R.F. dell'amplificatore finale è 130 mW per il trasmettitore da 84 MHz e 180 mW per il trasmettitore da 168 MHz. Il circuito stampato per questo trasmettitore è riportato in figura 16, mentre in fig. 17 si può vedere il circuito stampato con indicata la disposizione dei componenti.

Facciamo presente che si tratta di un prototipo e quindi non si è tenuto conto di eventuali possibili miniaturizzazioni che in realtà sarebbero necessarie trattandosi di apparecchiature da montare su auto-veicoli.

In fig. 18 si vede il trasmettitore completo, con il modulo montato sul suo dissipatore di calore. A parte abbiamo riportato il valore dei componenti per la realizzazione di questo trasmettitore. Il circuito stampato è in fibra di vetro epossidica e rivestito in rame da entrambi i lati; lo spessore del rame è di 300g./m<sup>2</sup>. I fori indicati con « R » in fig. 17 indicano le connessioni che si debbono fare tra la parte superiore e la parte inferiore della piastra a circuito stampato. Il transistor duplicatore finale TR4 sarà bene munirlo di un radiatore di quelli del tipo ad innesto.

### Componenti per la realizzazione dei trasmettitori riportati nelle figure 14 e 15.

#### Bobine

#### Fig. 14

- L1 43 spire di filo di rame smaltato da 0,16 mm con presa alla terza spira
- L2 70 spire di filo di rame smaltato da 0,16 mm
- L3 22 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L4 22 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L5 8 spire di filo di rame smaltato da 0,45 mm
- L6 8 spire di filo di rame smaltato da 0,45 mm
- L7 5 spire di filo di rame smaltato da 0,45 mm
- L8 8 spire di filo di rame smaltato da 1 mm; diametro interno 8,2 mm; lunghezza 12 mm
- L9...L13 3 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm su perlina in ferrite.

#### Fig. 15

- L1 30 spire di filo di rame smaltato da 0,14 mm
- L2 34 spire di filo di rame smaltato da 0,16 mm
- L3 15 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L4 15 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L5 4 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L6 4 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm
- L7 3 spire di filo di rame smaltato da 1 mm
- L8 3 spire di filo di rame smaltato da 1 mm; diametro interno 6,2 mm; lunghezza 5 mm
- L9...L13 3 spire di filo di rame smaltato da 0,4 mm su perlina in ferrite.
- L1...L7 sono avvolte serrate su supporti da 4 mm (Neosid); nuclei poliferro, schermi normali.

(l'elenco continua dopo la fig. 18)



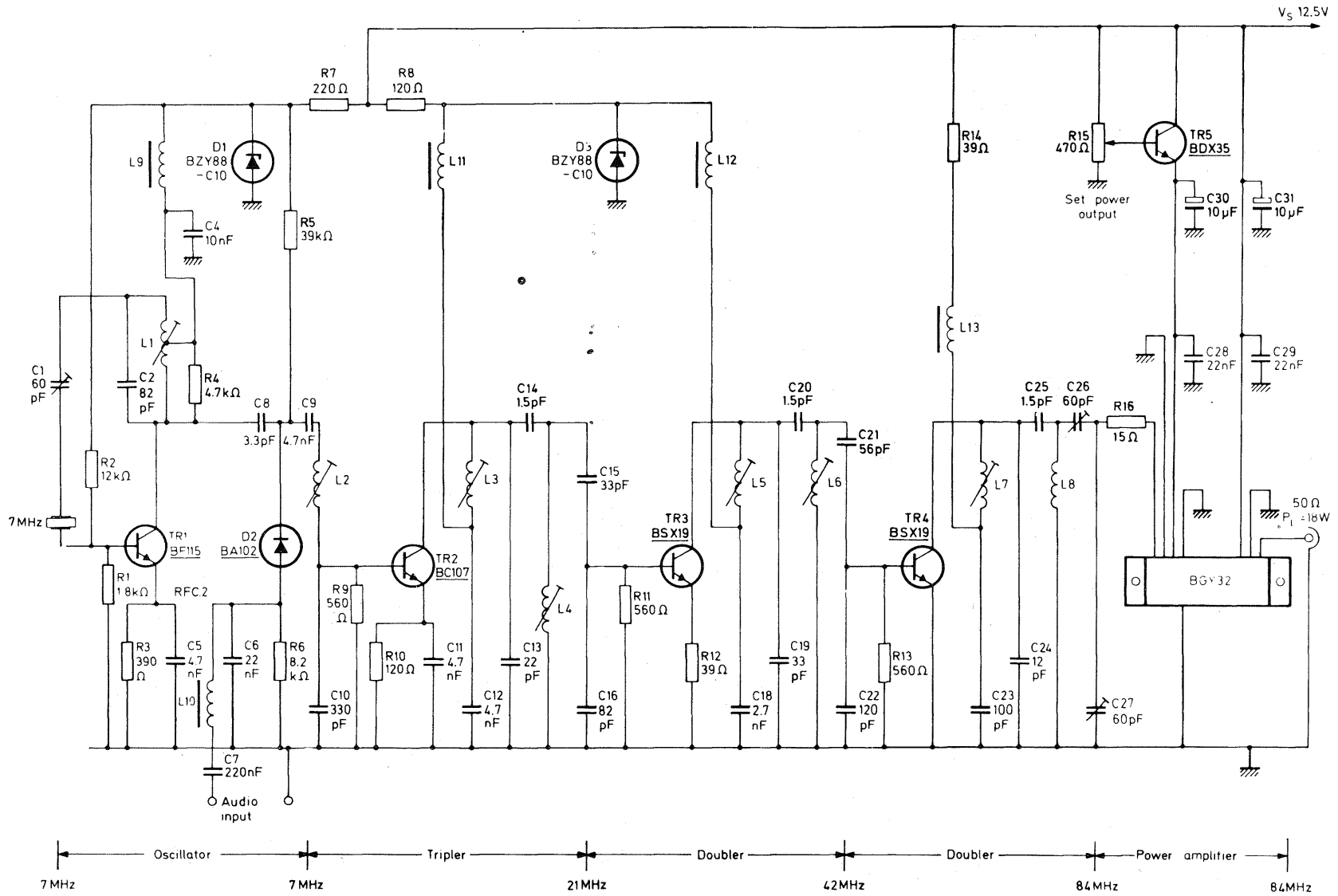


Fig. 14 - Schema elettrico completo del trasmettitore FM impiegante il modulo BGY 32 (banda bassa).

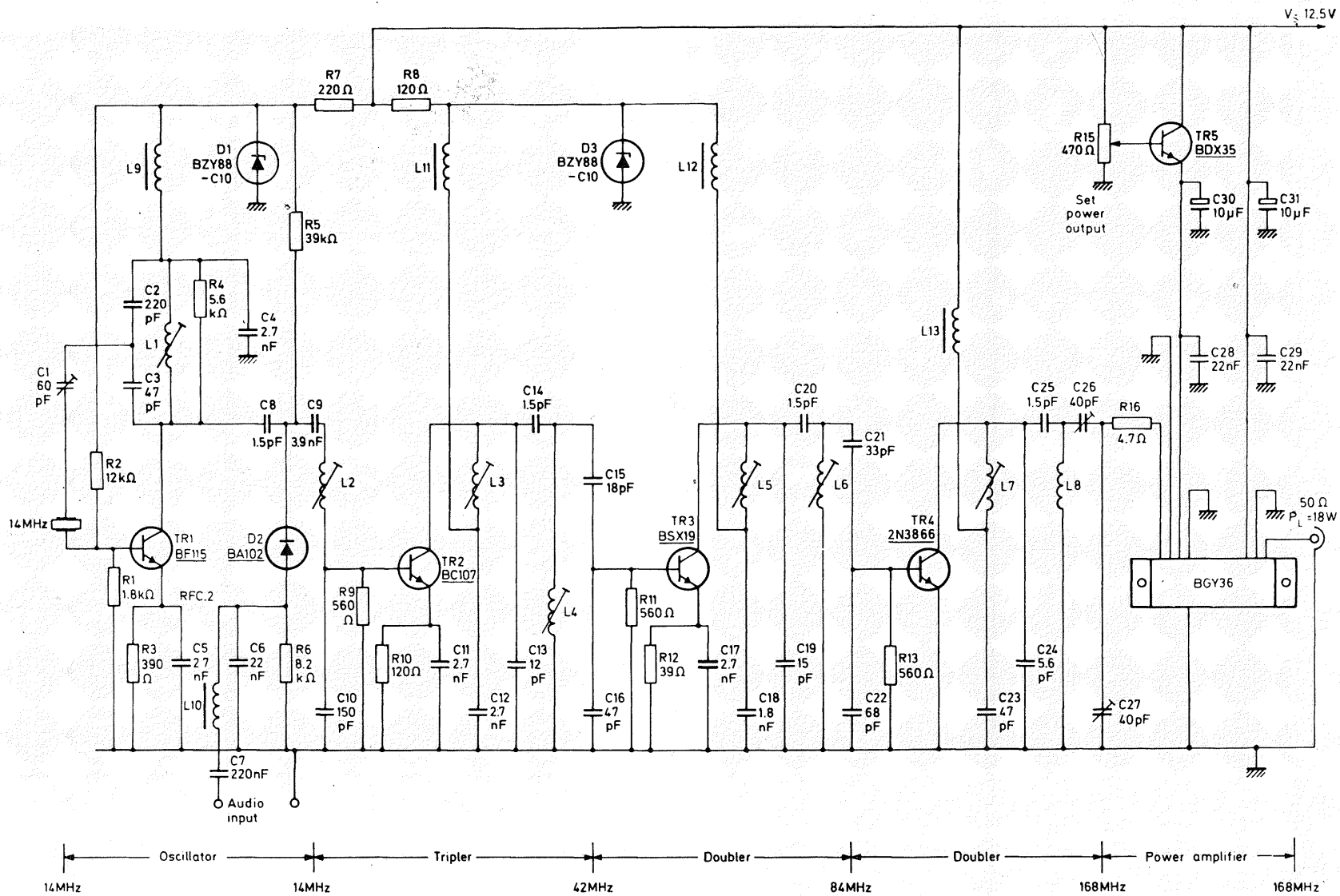
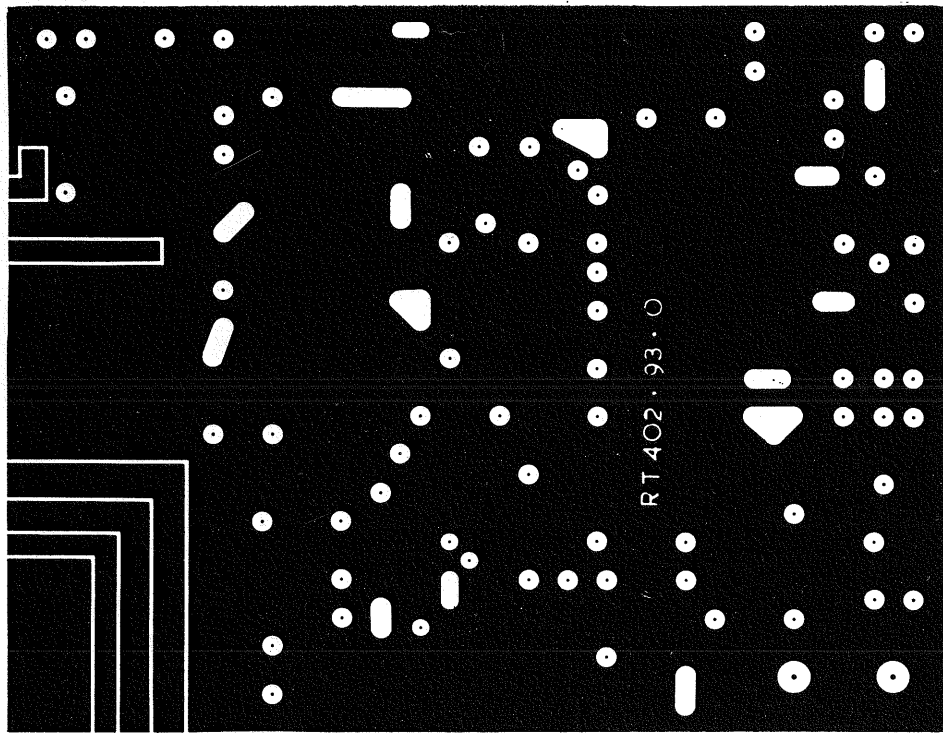
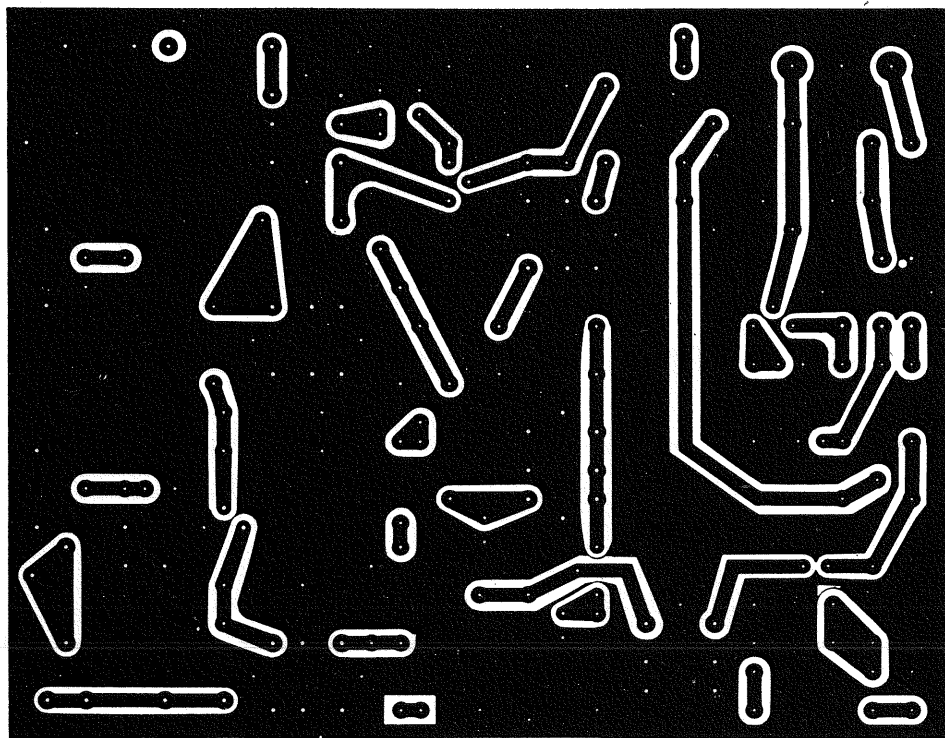


Fig. 15 - Schema elettrico completo del trasmettitore FM impiegante il modulo BGY 36 (banda alta).



(a)

861/18a



(b)

861/18b

Fig. 16 - Configurazione del circuito stampato per il circuito di pilotaggio del modulo; in (a) visto dalla parte dei componenti, e in (b) visto dalla parte opposta (dimensioni 1:1).

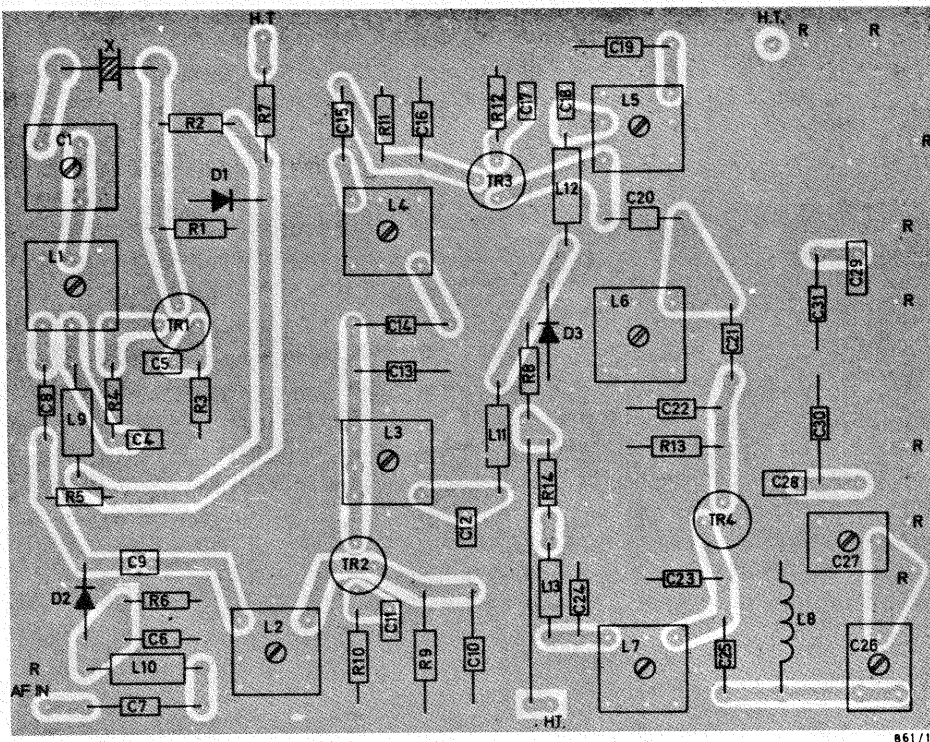


Fig. 17 - Circuito stampato con indicata la disposizione dei componenti.

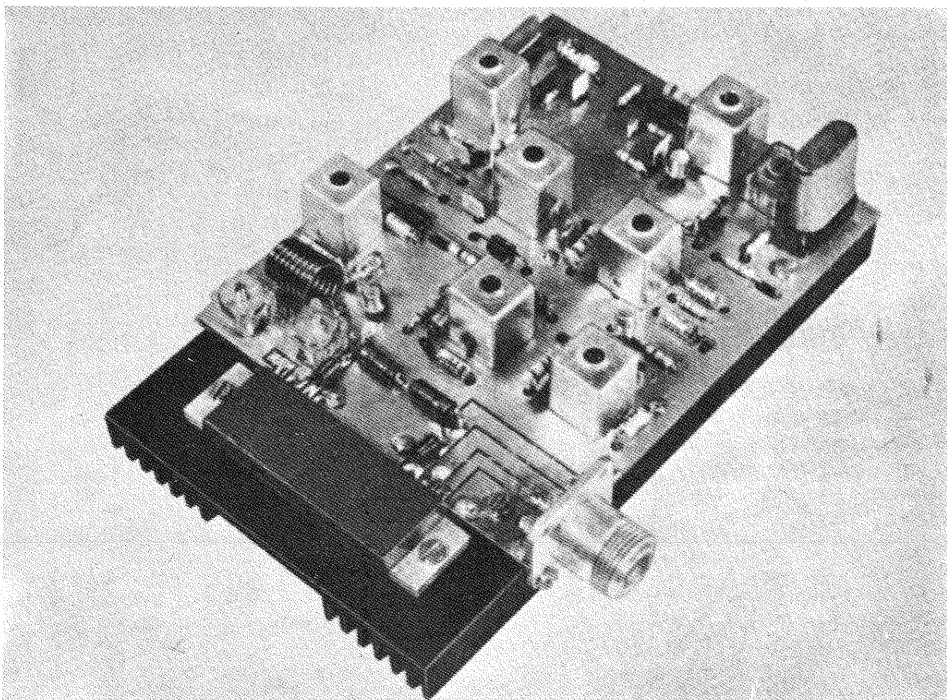


Fig. 18 - Trasmettitore FM completo impiegante il modulo BGY 32.

Resistori	Fig. 14	Fig. 15
R1	1.8 kΩ	1.8 kΩ
R2	12 kΩ	12 kΩ
R3	390 Ω	390 Ω
R4*	4.7 kΩ	5.6 kΩ
R5	39 kΩ	39 kΩ
R6	8.2 kΩ	8.2 kΩ
R7	220 Ω	220 Ω
R8	120 Ω	120 Ω
R9	560 Ω	560 Ω
R10	120 Ω	120 Ω
R11	560 Ω	560 Ω
R12	39 Ω	39 Ω
R13	560 Ω	560 Ω
R14	39 Ω	—
R15	470 Ω	470 Ω
R16	15 Ω	4.7 Ω

Tutti i resistori ad eccezione di R15 sono della serie CR 25 Philips Elcoma con tolleranza  $\pm 5\%$ .

Nota: \* Può richiedere un leggero ritocco a seconda dell'attività del cristallo.

Condensatori	Fig. 14	Fig. 15
C1	57 pF (A)*	57 pF (A)
C	82 pF (F)	220 pF (F)
C3	—	47 pF (F)
C4	10 nF (C)	2.7 nF (B)
C5	4.7 nF (B)	2.7 nF (B)
C6	22 nF (D)	22 nF (D)
C7	220 pF (D)	220 nF (D)
C8	3.3 pF (E)	1.5 pF (E)
C9	4.7 nF (B)	3.9 nF (B)
C10	330 pF (F)	150 pF (F)
C11	4.7 nF (B)	2.7 nF (B)
C12	4.3 nF (B)	2.7 nF (B)
C13	22 pF (F)	12 pF (F)
C14	1.5 pF (E)	1.5 pF (E)
C15	23 pF (F)	18 pF (F)

C16	82 pF (F)	47 pF (F)
C17	—	2.7 nF (B)
C18	2.7 nF (B)	1.8 nF (B)
C19	33 pF (F)	15 pF (F)
C20	1.5 pF (E)	1.5 pF (E)
C21	56 pF (F)	33 pF (F)
C22	120 pF (F)	68 pF (F)
C23	100 pF (F)	47 pF (F)
C24	12 pF (F)	5.6 pF (F)
C25	1.5 pF (E)	1.5 pF (E)
C26	57 pF (A)	40 pF (A)
C27	57 pF (A)	40 pF (A)
C28	22 nF (C)	22 nF (C)
C29	22 nF (C)	22 nF (C)
C30	10 μF 25 V (G)	10 μF 25 V (G)
C31	10 μF 25 V (G)	10 μF 25 V (G)

\* Tipi di condensatori impiegati:

A) trimmer dielettrico a film, serie 80908

B) ceramico a placchetta, serie 630

C) ceramico a placchetta, serie 629

D) a film metallizzato, serie C280

E) ceramico tubolare. In alternativa, ceramico a placchetta, serie 638

F) Polistirene; in alternativa, ceramico a placchetta, serie 632

G) Elettrolitico serie 015.

Transistori	fig. 14	fig. 15
TR1	BF 115	BF 115
TR2	BC 107	BC 107
TR3	BSX 19	BSX 19
TR4	BSX 19	2N3 866
TR5	BDX 35	BDX 35

Diodi

D1	BZX 88 - C10	CZY 88 - C10
D2	BA 102	BA 102
D3	BZY 88 - C10	BZY - C10

## Funzionamento AM

Abbiamo visto che questi moduli VHF a larga banda di potenza sono stati progettati principalmente per funzionare in FM; si è visto però che possono dare ottimi risultati anche in AM.

Esistono due semplici sistemi per *modulare in ampiezza* l'uscita del modulo:

- 1) modulare  $V_{s1}$  mentre  $V_{s2}$  rimane fissa;
- 2) modulare contemporaneamente  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$ .

Ricordiamo che  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$  sono rispettivamente le tensioni di alimentazione dello stadio pilota e dello stadio finale del modulo.

La fig. 19 indica cosa succede quando si modulano contemporaneamente le tensioni  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$ , mentre la fig. 20 indica cosa succede quando si modula soltanto  $V_{s1}$ ; queste curve valgono per il modulo BGY32. In fig. 21 i suddetti sistemi di modulazione valgono per il modulo BGY36. In ciascun grafico è stata riportata una curva *teorica* di modulazione AM, e questo per rendersi conto di come funzionano i moduli quando lavorano in AM (si tenga presente che una modulazione perfetta è definita dall'equazione  $P_L = kV_{mod}^2$ ).

Dalle suddette curve è facile rendersi conto come le migliori prestazioni e la minore distorsione si ottengono quando, per modulare in AM, si modulano contemporaneamente le tensioni di alimentazione  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$ .

In fig. 22 abbiamo riportato un circuito modula-

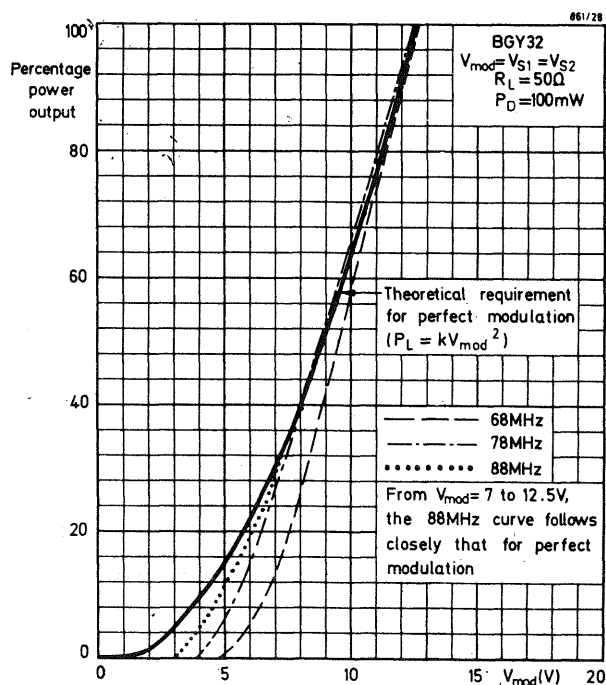


Fig. 19 - Caratteristiche del modulo BGY 32 in funzionamento AM (modulazione contemporanea delle tensioni  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$ ).

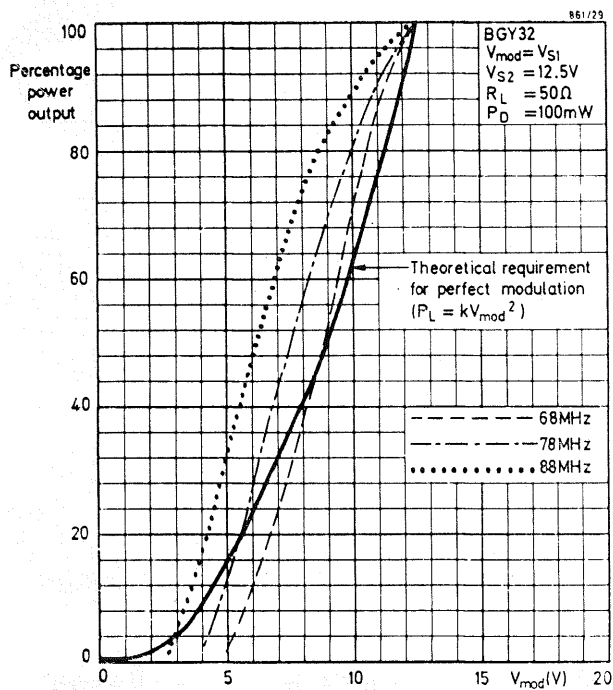


Fig. 20 - Caratteristiche del modulo BGY 32 in funzionamento AM (modulazione della sola tensione  $V_{S1}$ ).

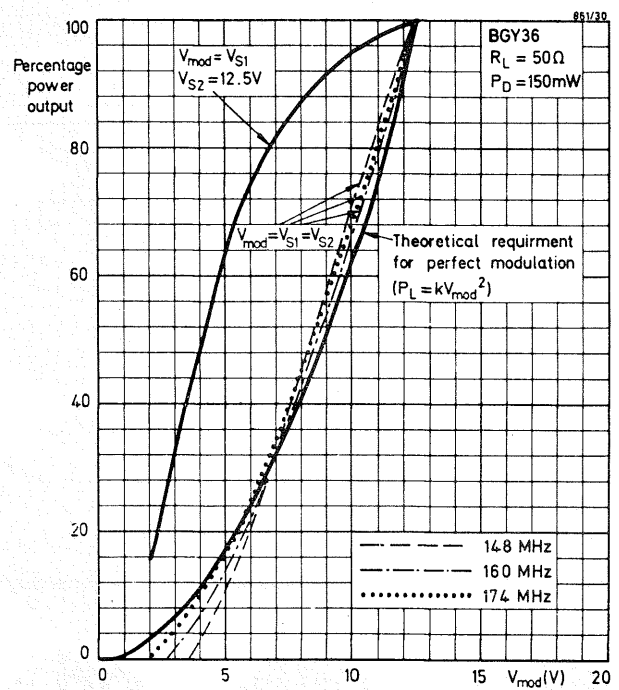


Fig. 21 - Caratteristiche del modulo BGY 36 in funzionamento AM.

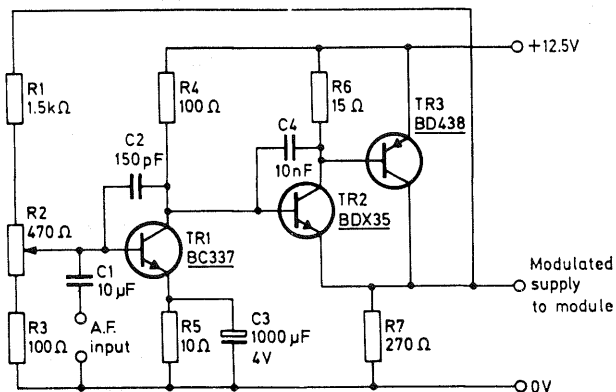


Fig. 22 - Esempio di modulatore di ampiezza per i moduli VHF descritti.

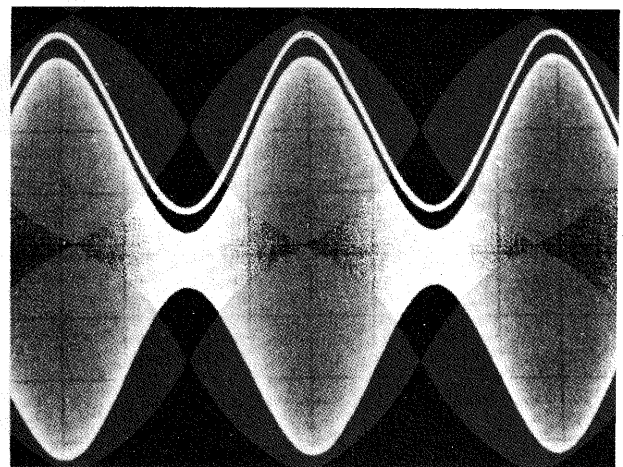


Fig. 23 - Forma d'onda dell'ingresso audio (in alto) e forma d'onda della tensione di uscita R.F. del modulo (in basso).

tore-serie adatto per la modulazione delle tensioni  $V_{S1}$  e  $V_{S2}$ . Il potenziometro R2 da 470  $\Omega$  serve a regolare la tensione di uscita in condizioni di modulazione zero: esso deve essere regolato in maniera che, in assenza di frequenza audio all'ingresso, la tensione di uscita corrisponda a metà tensione di alimentazione del modulo, (vale a dire a 6,25 V nominali).

La fig. 23 riporta una tipica forma d'onda dell'uscita AM del modulo (BGY36) unitamente alla forma d'onda all'ingresso del modulatore; la *profondità di modulazione* è dell'80%. La distorsione prodotta dal modulatore con una profondità di modulazione dell'80%, è del 2% (valore tipico).

Da entrambi i moduli è possibile ottenere una potenza d'uscita in portante con valore di 5 W, e distorsione compresa tra il 3 e l'8%, e profondità di modulazione dell'80%. Il modulo BGY36 dà meno distorsione del BGY32; questa inoltre tende a diminuire via via che aumenta la potenza di pilotaggio (da 150 a 250 mW).

Ovviamente, è possibile ottenere da entrambi i moduli funzionanti sia in FM che in AM una maggiore potenza di uscita qualora venga aggiunto ad essi un altro amplificatore.

P. T. Hart  
(Mullard Central Application Laboratory)