

Il BLW 78 in un amplificatore di potenza a larga banda per trasmettitori F.M.

Il transistor VHF di potenza BLW 78 viene presentato in un interessante amplificatore F.M. a larga banda con potenza di uscita di 100 W.

1. - INTRODUZIONE

In questo articolo forniamo i dati tecnici essenziali per la realizzazione di un amplificatore di potenza a larga banda da impiegare in sistemi di trasmissione in F.M. La minima potenza di uscita che questo amplificatore può fornire è 100 W entro la banda di frequenze compresa tra 87 e 108 MHz. La tensione di alimentazione è 28 V. Per avere un funzionamento sicuro in tutte le condizioni possibili di disadattamento di impedenza, sono stati impiegati due transistori *BLW78*.

Questo amplificatore può essere impiegato sia come *stadio finale* di trasmettitori F.M. di piccola potenza sia come *stadio pilota* di tubi in trasmettitori di grande potenza. Per esempio, il tubo *YL1470* può essere pilotato da questo amplificatore; in tal caso la potenza ottenibile in antenna si aggira su 11 kW. E' possibile combinare più unità di questo amplificatore mediante convenzionali accoppiatori ibridi -3 dB.

2. - Descrizione del circuito

Lo schema elettrico è riportato in fig. 1. I due transistori *BLW78* lavorano in parallelo.

L'adattamento della impedenza della sorgente a

quella di ingresso del transistor è realizzato mediante una rete a 3 sezioni di cui la prima è comune a entrambi i transistori. Quest'ultima, in particolare, trasforma l'impedenza della sorgente con valore di 50Ω su un valore di circa 10Ω . Le altre due sezioni della rete provvedono a trasformare l'impedenza di ingresso molto bassa del transistor (circa $0,8 \Omega$) su un valore pari a 20Ω .

Un analogo sistema di adattamento tra l'impedenza di uscita dei transistori con l'impedenza di uscita di 50Ω dell'amplificatore è stato adottato all'uscita dell'amplificatore. Infatti, l'impedenza di uscita del transistor, con valore pressapoco di 8Ω , viene trasformata nella prima sezione su un valore di 24Ω . Dopo il collegamento in parallelo (12Ω), la seconda sezione del filtro, comune a entrambi i transistori, fornisce la trasformazione definitiva di impedenza, richiesta dal valore del carico, e cioè 50Ω .

I componenti R2, R3, R5 e C14 sono stati inseriti allo scopo di migliorare la stabilità di funzionamento dell'amplificatore in caso di disadattamento del carico. Eventuali oscillazioni push-pull verranno soppresse da R1 e R4. In fig. 2, si può vedere il circuito stampato di questo amplificatore con indicata la posizione dei vari

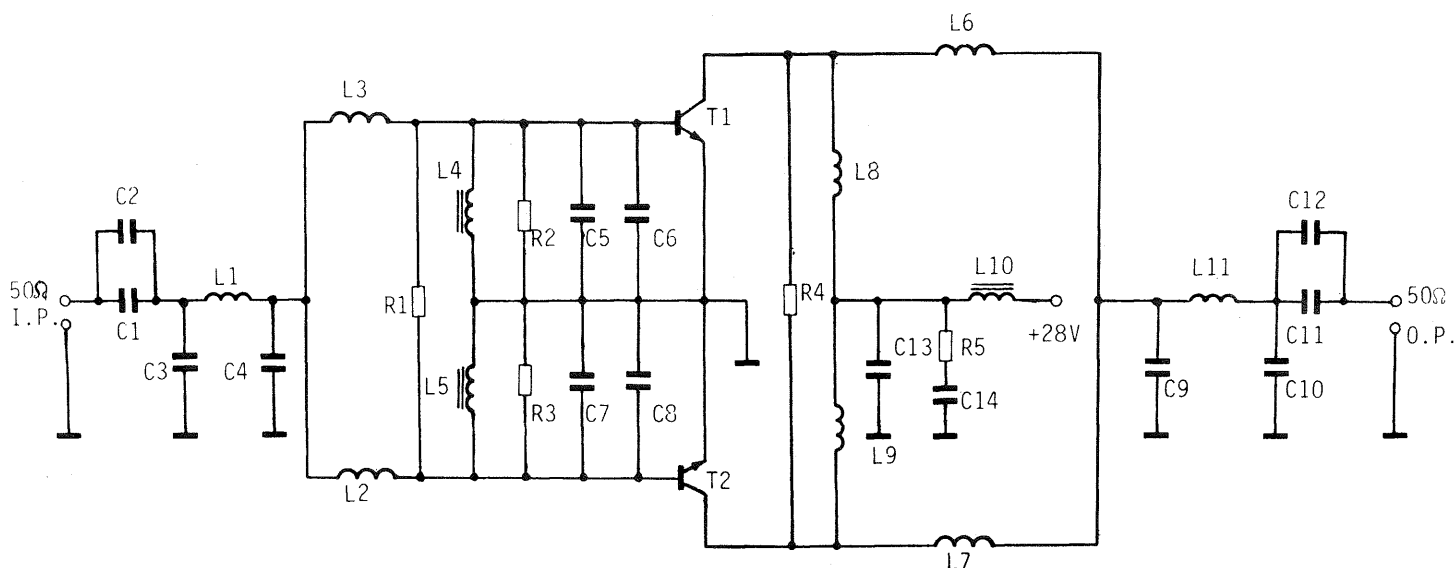


Fig. 1 - Schema elettrico dell'amplificatore F.M. di potenza a larga banda capace di fornire 100 W di uscita.

COMPONENTI

T1 = T2 = BLW 78
 R1 = 15 Ω, 2 W - carbone
 R2 = 10 Ω, 1/2 W - carbone
 R3 = R2
 R4 = R1
 R5 = 10 Ω, 1 W - carbone
 C1 = 470 pF, mica argentata, tipo DM-17
 C2 = C1
 C3 = 80 pF ± 5%,
 C4 = 250 pF ± 5,
 C5 = 350 pF ± 5%,
 C6 = C5
 C7 = C5
 C8 = C5
 C9 = C4

C10 = C3
 C11 = C1
 C12 = C1
 C13 = 270 pF, mica argentata,
 C14 = 0,1 μF, 100 V .CC, ceramico a disco
 L1 = 50 Ω, stripline; larghez. = 2,8 mm; lunghez. = 99,1 mm.
 L2 = 30 Ω, stripline; larghez. = 6,1 mm; lunghez. = 75,2 mm.
 L3 = L2
 L4 = choke R.F. in ferroxcube 3B = η. cat. 4312 020 36640
 L5 = L4
 L6 = 30 Ω stripline; larghez. = 6,1 mm; lunghez. = 128 mm.
 L7 = L6
 L8 = 4 spire di filo di rame smaltato da 2 mm; Ø int .8,9 mm.
 L9 = L8
 L10 = L4
 L11 = 50 Ω stripline; larghez. = 2,8 mm; lunghez. = 141 mm.

componenti. Il materiale del circuito stampato è di resina epossidica G-10 con una costante elettrica ϵ_r pari a 4,8; lo spessore dello stampato è 1/16"; com'è prassi in questi amplificatori, il circuito stampato ha un doppio rivestimento in rame.

3. - Misure effettuate

In fig. 7 sono state riportate tre curve che indicano l'andamento della potenza di pilotaggio dei due transistori, in funzione della frequenza; come parametro è data la potenza di uscita (P_o). Alla potenza di uscita di 100 W, il guadagno di potenza ha una variazione tipica compresa 9,2 - 9,9 dB. In fig. 8 si può vedere l'andamento del rendimento (η) di collettore in funzione della frequenza; anche in questo caso, come parametro, è stata presa la potenza di uscita (P_o).

Alla potenza di uscita di 100 W, il rendimento (η) ha una variazione tipica compresa tra 50 e 64%. Il rapporto dell'onda stazionaria all'ingresso (VSWR) è inferiore a 1,8.

Dalle suddette misure si deduce che la massima dissipazione per transistore, in condizioni di adattamento ottimo, arriva ad un massimo di 55 W. Ciò significa che con una temperatura del dissipatore a 70 °C, la massima temperatura alle giunzioni dei due transi-

stori non potrà superare i 142 °C. Questa temperatura alla giunzione relativamente bassa consente ai transistori di avere una vita lunga.

Facciamo infine osservare che nel prototipo di laboratorio presentato in fig. 2 sono stati impiegati BLW78 con contenitore in versione a bullone (stud). C'è comunque da aspettarsi che anche la versione normale a flangia dia le stesse prestazioni.

4. - DATI CARATTERISTICI ESSENZIALI DEL TRANSISTORE VHF BLW 78

Il transistore BLW 78 è un N-P-N al silicio, planare epitassiale, progettato per essere impiegato nelle apparecchiature mobili, in trasmettitori industriali e militari operanti nella banda V.H.F. Esso può essere fatto funzionare nelle classi A, AB oppure B. Il transistore, come già detto, può funzionare egregiamente anche in severe condizioni di disadattamento del carico. Ha un contenitore a flangia 1/2" e cappuccio ceramico. Tutti i terminali sono isolati dalla flangia. Nella tabella 1 forniamo i dati tecnici fondamentali.

In fig. 3 riportiamo, in mm, le dimensioni di ingombro del transistore BLW 78. Il contenitore è un SOT-121 A.

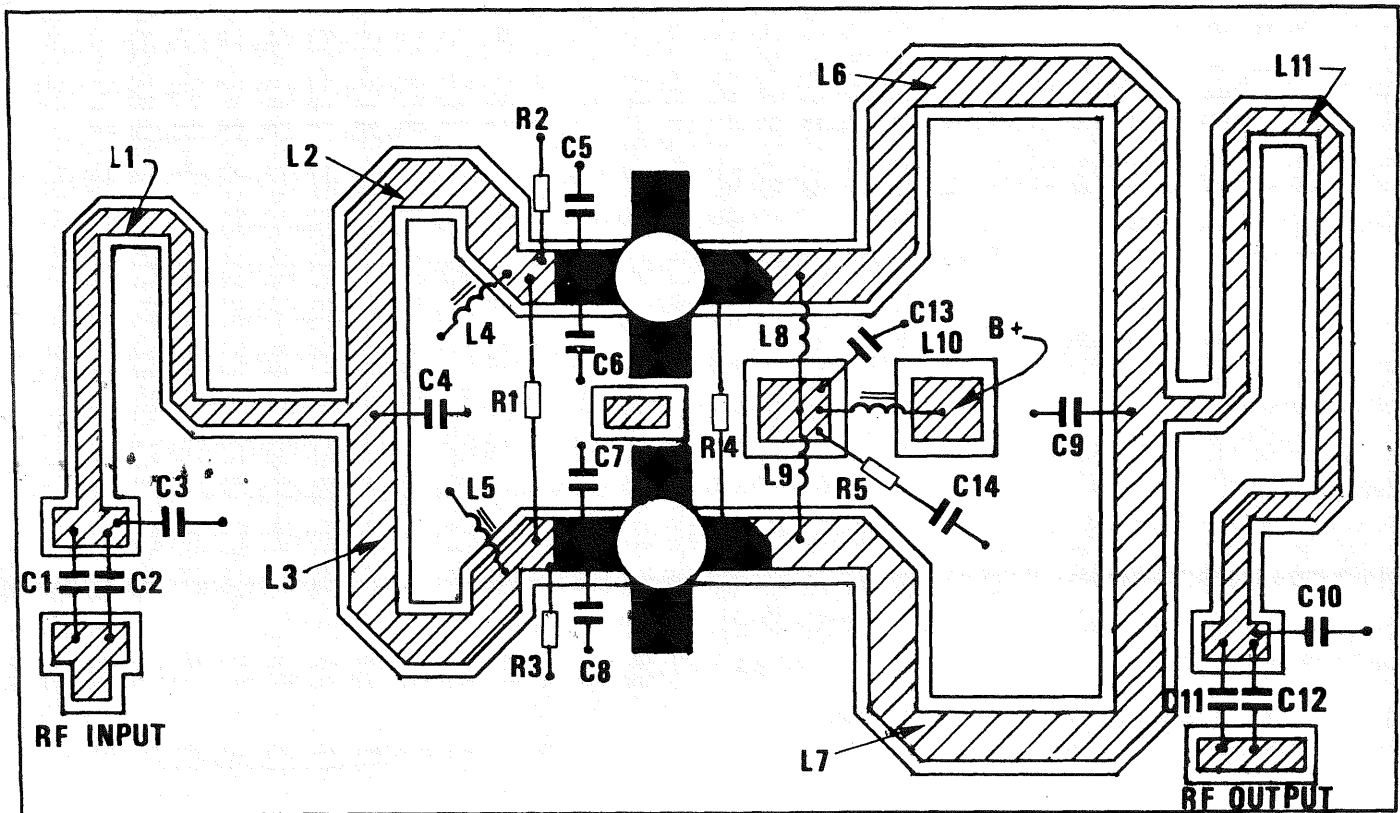


Fig. 2 - Circuito stampato del prototipo di laboratorio dell'amplificatore visto dalla parte dove sono montati i componenti. N.B. Per chiarezza dal piano base del circuito stampato è stato tolto il tratteggio (rame).

Tabella 1 - Dati tecnici essenziali alla $T_h = 25^\circ\text{C}$

tipo di funzionamento	V_{CE} (V)	f (MHz)	P_L (W)	P_s (W)	G_p (dB)	$\eta\%$	d_s dB
funzionamento continuo (c.w.), in classe B	28	150	100	< 25	> 6	> 70	—
s.s.b. (classe A; $I_c = 3\text{ A}$)	26	28	35 (P.E.P.)	tip. 0,4	tip. 19,5	—	tip. -40

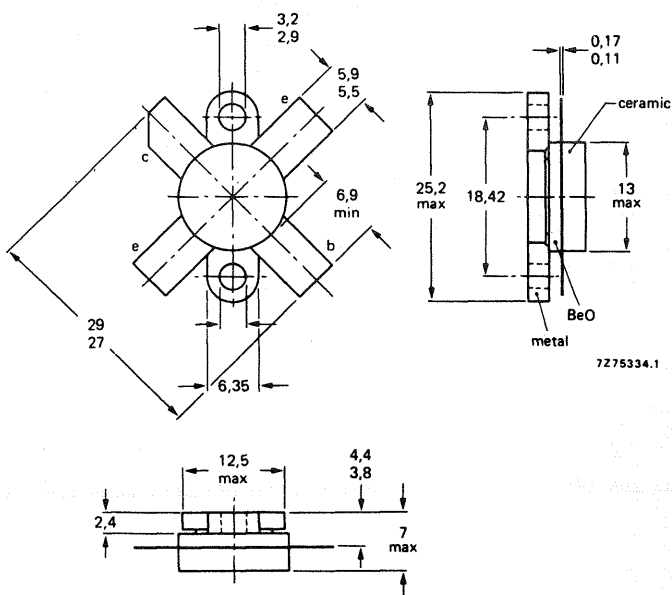


Fig. 3 - Dimensioni di ingombro in mm. del transistor n-p-n BLW 78. Sulle superfici metalliche si dovrà spargere un sottile ed uniforme velo di pasta al silicone.

Valori massimi assoluti

Tensione collettore - emettitore ($V_{BE} = 0\text{ V}$, valore di picco) V_{CESM} max	70 V
Tensione collettore - emettitore (base aperta) V_{CEO} max	35 V
Tensione emettitore - base (collettore aperto) V_{EBO} max	4 V
Corrente di collettore (valore medio) $I_{C(\text{medio})}$ max	10 A
Corrente di collettore (valore di picco); $f > 1\text{ MHz}$ I_{CM} max	25 A
Potenza R.F. dissipata ($f > 1\text{ MHz}$; $T_{mb} = 25^\circ\text{C}$) P_{rf} max	160 W
Temperatura di immagaz. T_{stg}	-65...+125 °C
Temperatura di funzionamento alla giunzione T_j max	200 °C

Resistenza termica

(dissipazione = 80 W; $T_{mb} = 86\text{ }^{\circ}\text{C}$; e cioè $T_h = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 Dalla giunzione alla base di montaggio (dissipazione in c.c.) $R_{thj-mb(cc)} = 1,45\text{ }^{\circ}\text{C/W}$
 Dalla giunzione alla base di montaggio (dissipazione in r.f.) $R_{thj-mb(rf)} = 1,06\text{ }^{\circ}\text{C/W}$
 Dalla base di montaggio al dissipatore $R_{thmb-n} = 0,2\text{ }^{\circ}\text{C/W}$

Dati caratteristici alla temperatura $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tensione di rottura collettore-emettitore

$V_{BE} = 0, I_C = 50\text{ mA}$ $V_{(BR)CES} > 70\text{ V}$

Tensione di rottura emettitore-collettore.

base aperta; $I_C = 100\text{ mA}$ $V_{(BR)CEO} > 35\text{ V}$

Tensione di rottura base-emettitore collettore aperto;

$I_E = 5\text{ mA}$ $V_{(BR)EBO} > 4\text{ V}$

Corrente di interdizione di collettore $V_{BE} = 0; V_{CE} = 35\text{ V}$ $I_{CES} < 5\text{ mA}$

Guadagno in corrente c.c. $I_C = 5\text{ A}; V_{CE} = 5\text{ V}$ $h_{FE} 20...85$

Tensione di saturazione emettitore-collettore

$I_C = 15\text{ A}; I_B = 3\text{ A}$ V_{CEsat} tipica 2 V

Frequenza di transazione a $f = 100\text{ MHz}$

$I_E = 5\text{ A}; V_{CE} = 28\text{ V}$ f_T tipica 370 MHz

$I_E = 15\text{ A}; V_{CE} = 28\text{ V}$ f_T tipica 350 MHz

Capacità di collettore alla $f = 1\text{ MHz}$

$I_E = I_C = 0; V_{CB} = 28\text{ V}$ C_C tipica 155 pF

Capacità di reazione alla $f = 1\text{ MHz}$

$I_C = 100\text{ mA}; V_{CE} = 28\text{ V}$ C_{re} tipica 102 pF

Capacità collettore-flangia C_{cf} tipica 3 pF

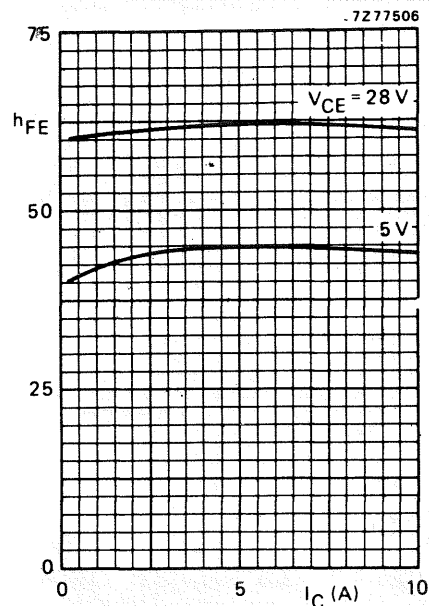


Fig. 4 - Andamento del fattore di amplificazione h_{FE} in funzione della corrente di collettore (a); valori tipici a $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

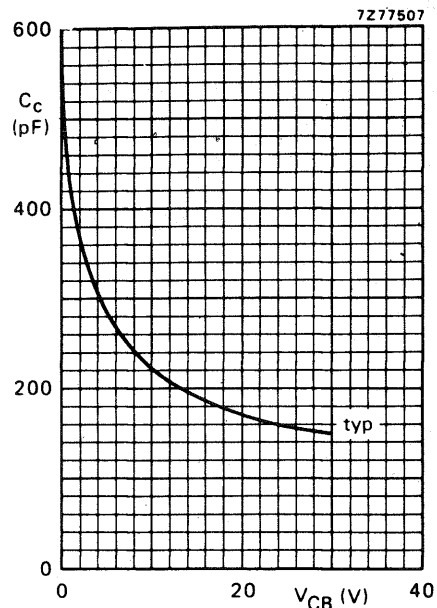


Fig. 5 - Andamento della capacità di collettore (C_C) in funzione della tensione collettore-base (V_{CB}). $I_E = I_C = 0$; $f = 1\text{ MHz}$; $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

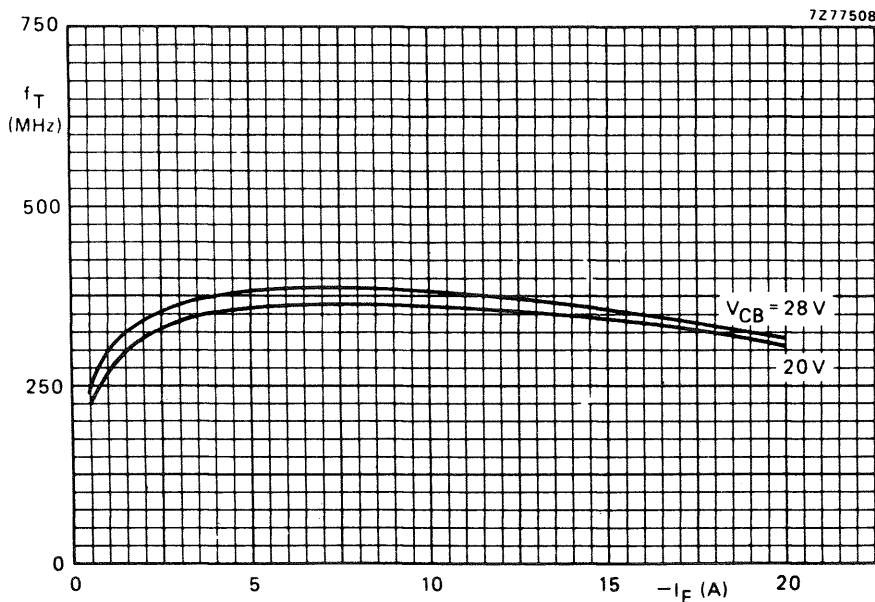


Fig. 6 - Andamento della frequenza di taglio (f_T) in funzione della corrente di emettitore (I_E); $f = 100\text{ MHz}$; $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Fig. 3.

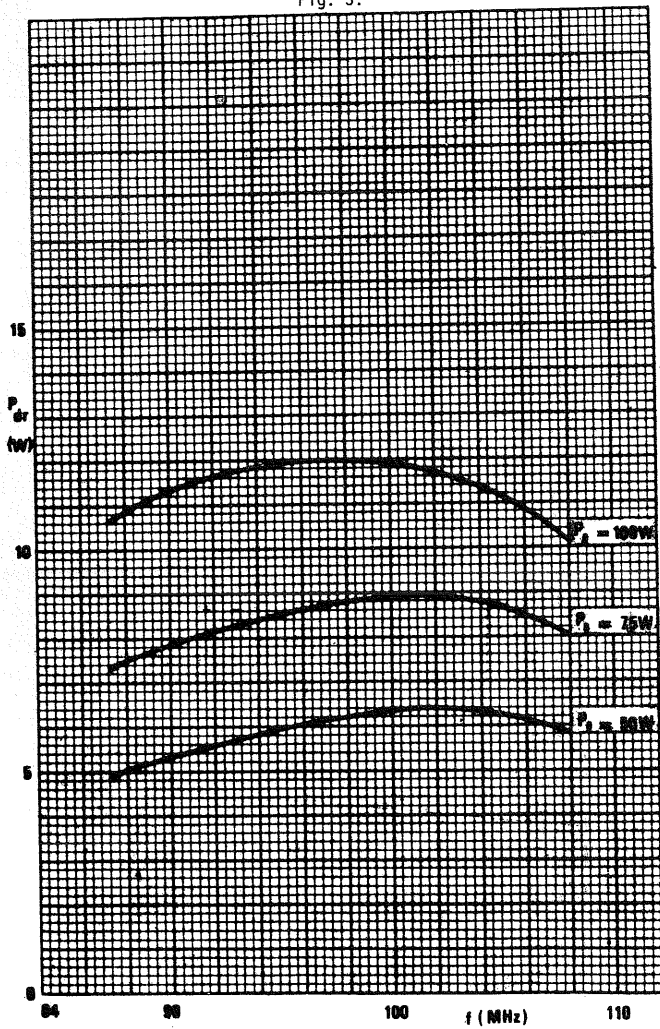


Fig. 7 - Andamento della potenza di pilotaggio in funzione della frequenza. Come parametro sono stati presi tre differenti valori di potenza di uscita.

Fig. 4.

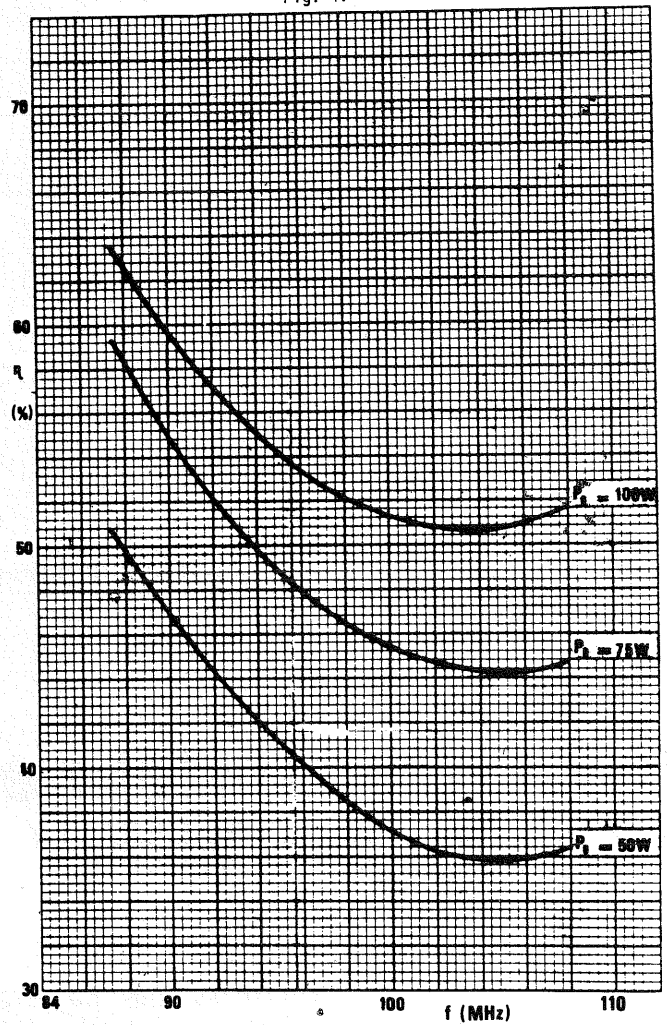


Fig. 8 - Andamento del rendimento di collettore in funzione della frequenza. Anche in questo caso, come parametro, sono stati presi tre differenti valori della potenza di uscita.