

SEMICONDUCTEURS

- 5 JUIL. 1972

Les notes d'applications sont destinées à donner des exemples pratiques de réalisations utilisant les semiconducteurs "R.T.C.". Elles comprennent des schémas avec valeurs des éléments⁽¹⁾ et des explications succinctes mais suffisantes pour la bonne compréhension des circuits et la réalisation des montages. Les notes d'applications ont un caractère essentiellement pratique et ne comportent presque pas d'exposés théoriques.

Elles ont pour but d'aider les techniciens à résoudre leurs problèmes, en les faisant bénéficier de l'expérience de nos laboratoires de développement et d'applications.

(1) Certains composants sont à titre indicatif définis par des numéros de code ; ce qui n'entraîne pas forcément la possibilité de fourniture des éléments considérés.

AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE U.H.F. P_o = 16 W à 465 MHz

INTRODUCTION

Cette note a pour objet la description d'un amplificateur de puissance U.H.F. utilisant les transistors BLY 38 et BLY 53.

L'originalité du montage tient dans l'utilisation de deux BLY 53 couplés en parallèle permettant pour une puissance d'entrée de 300 mW d'obtenir les performances suivantes :

Puissance de sortie : 10 W pour 11 V d'alimentation
et 16 W pour 14 V d'alimentation

I - GÉNÉRALITÉS

Le montage décrit ci-après, est similaire pour une grande part à celui décrit dans la note d'applications R.N.A. 108. La différence essentielle porte sur l'étage de sortie qui met en parallèle deux transistors BLY 53, permettant ainsi de doubler la puissance de sortie tout en gardant une tension d'alimentation du même ordre de grandeur. Il est à remarquer que cet amplificateur peut parfaitement être attaqué à partir du multiplicateur de fréquence décrit dans la note d'applications R.N.A. 111.

– Constitution de l'amplificateur.

La puissance demandée est obtenue au moyen de trois étages utilisant les transistors de la série 13,8 volts BLY 53, BLY 38.

Le schéma synoptique (fig. 1) indique la constitution du montage.

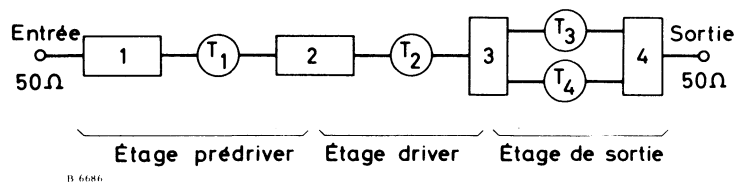


Fig. 1 - Schéma synoptique.

Transistors utilisés :

- Etage de sortie T_3 et T_4 = BLY 53
- Etage driver T_2 = BLY 53
- Etage prédriver T_1 = BLY 38

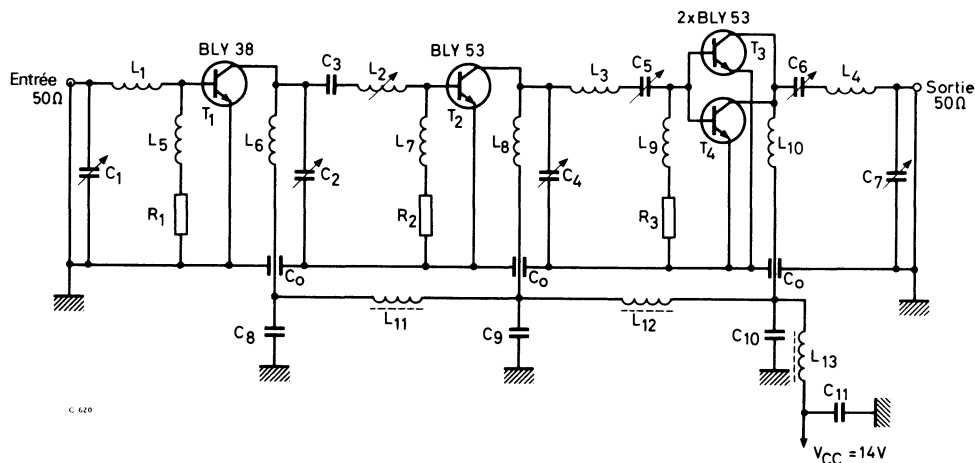
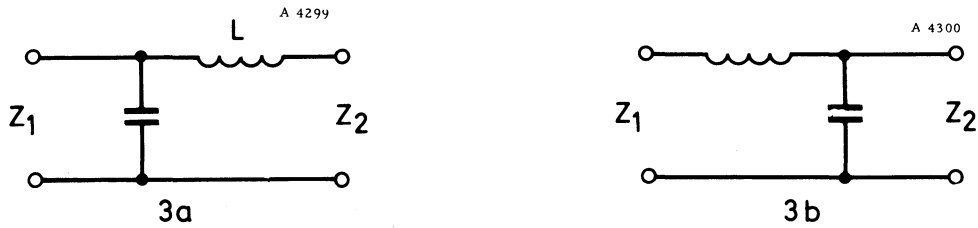


Fig. 2 - Schéma électrique

Circuits de liaison

Tous les filtres ont une structure en L du type passe bas. La figure 3 a représente une cellule abaisseuse d'impédance $Z_1 > Z_2$ et la figure 3 b une cellule élévatrice d'impédance $Z_1 < Z_2$.



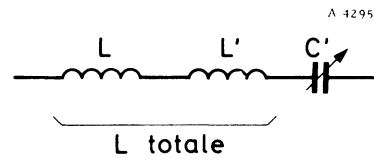
Ces structures sont classiques et le calcul des éléments s'effectue aisément sur un abaque de Smith.

Afin d'augmenter la sélectivité des circuits et de permettre un réglage de la branche série, on ajoute une capacité ajustable en série avec la self.

On a dans ces conditions la self équivalente :

$$L = L \text{ totale} - L'$$

$$\text{et } L'\omega = \frac{1}{C'\omega}$$



II - ÉTAGE DE SORTIE

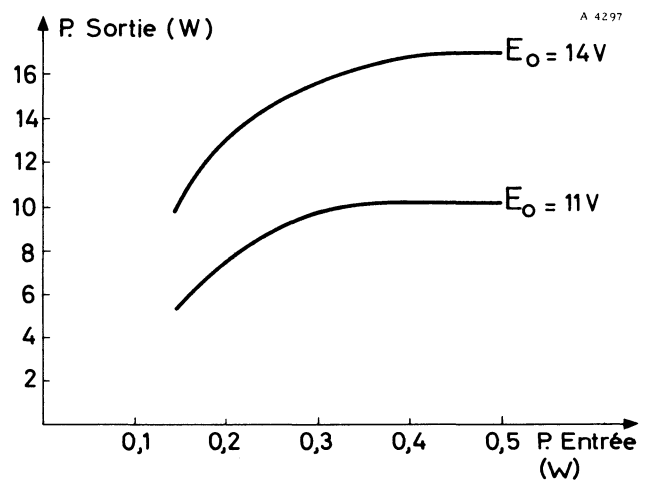
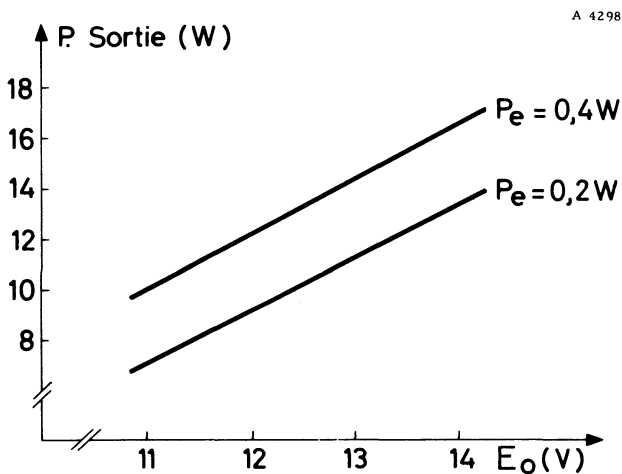
L'amplificateur doit délivrer 16 W minimum pour une tension d'alimentation $V_{CC} = 14 \text{ V}$.

Pour une puissance de sortie $P_o = 16,2 \text{ W}$ (soit 8,1 W par transistor en ayant une répartition égale de la puissance dans chacun des deux transistors en parallèle).

1 La puissance d'entrée demandée à l'étage driver est $P_i = 2 \times 2,75 \text{ W} = 5,5 \text{ W}$, (d'après la courbe de la fig. 4 donnant la puissance de sortie en fonction de la puissance d'entrée)

Courbe 1 - Puissance de sortie : $f(E_o)$

Courbe 2 - Puissance de sortie : $f(P \text{ entrée})$



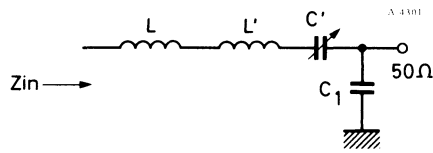
Courbes

Fig. 4

– Circuit de sortie (bloc 4 du schéma synoptique de la fig. 1).

Ce circuit a pour but de transformer l'impédance $50\ \Omega$ de l'antenne en une résistance de charge de $12,2\ \Omega$ ($82\ \text{mA/V}$) et une partie imaginaire qui compense la capacité de sortie des transistors BLY 53.

Le circuit théorique d'adaptation est dans ce cas le circuit ci-dessous (fig. 5).



Valeurs des éléments : $L = 8,6\ \text{nH}$
 $C' = 10\ \text{pF}$
 $L' = 12\ \text{nH}$
 $C_1 = 13\ \text{pF}$

Fig. 5

Réalisation du circuit de sortie

La distance existant entre les deux sorties de collecteur est conditionnée par l'implantation mécanique des transistors pour assurer une bonne accessibilité, un bon refroidissement, un remplacement éventuel.

On est amené à réaliser une connexion qui représente des petites self série (L_1 et L_2) dont on tiendra compte lors de la mise au point.

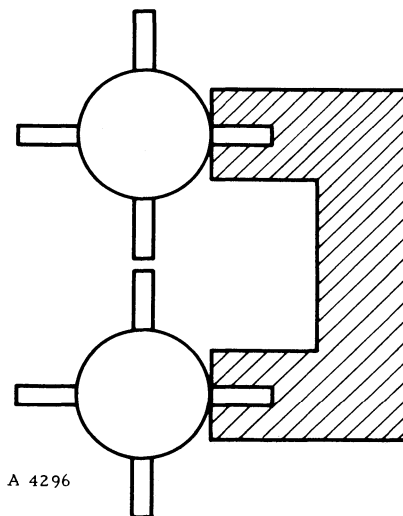


Fig. 6

Il est important de limiter la variation de la capacité série, sa valeur permet d'agir non seulement sur la droite de charge ramenée au transistor mais aussi sur la partie imaginaire, en plaçant une capacité fixe en parallèle on est sûr de ne pas ramener une droite de charge trop inductive au transistor, et par conséquent de ne pas risquer l'oscillation ou un claquage.

Circuit d'entrée de l'étage de sortie

Comme pour la liaison collecteur, on introduit une self série dans chaque voie parallèle qui sert à équilibrer les courants de chaque transistor.

III - RÉALISATION

Les circuits V.H.F. et les transistors sont montés sur un circuit imprimé en verre époxy double face qui sert de supports à la plupart des composants.

Le boîtier en laiton argenté permet d'assembler le circuit et un plaque d'aluminium profilé fait office de dissipateur.

Le câblage de tous les éléments doit être particulièrement soigné et le montage des transistors sur le dissipateur demande une attention particulière pour réduire au minimum la résistance thermique de contact.

Les parties métalliques du circuit imprimé sont dorées afin d'améliorer l'état de surface et surtout d'éviter l'oxydation qui à la longue risque de modifier les performances de l'amplificateur.

Les inductances de liaisons interétages sont imprimées et ajustées éventuellement par un fil de court-circuit soudé (fig. 7 et 7 bis).

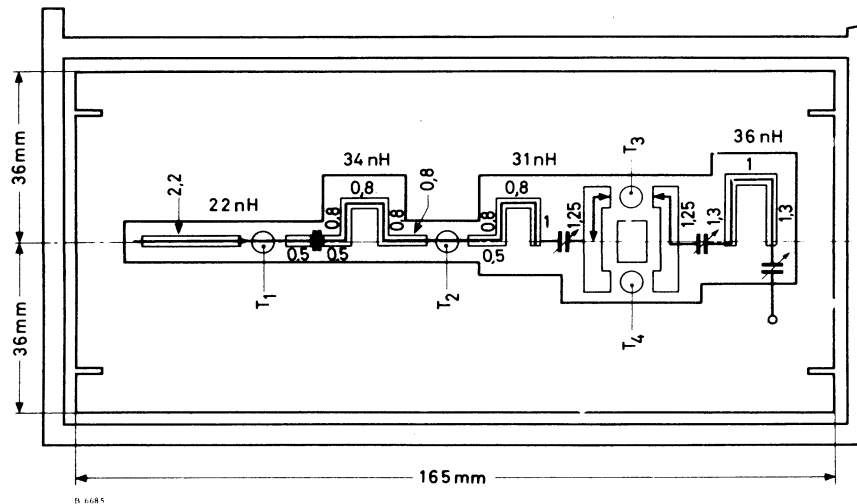


Fig. 7

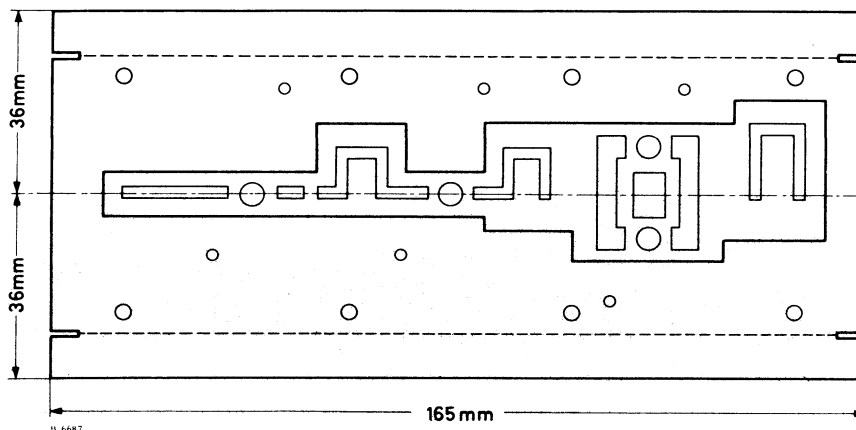


Fig. 7 bis
Vue côté câblage
Ech : 1/1

Circuit imprimé verre époxy double face : épais. 16 mm
2 X 35 μ de cu.

Fabricant NORPLEX Réf. G 10

Remarques :

La face du dessous est entièrement métallisée

Le cuivre restant est recouvert de dorure pour éviter une oxydation.

IV - APPAIRAGE DES TRANSISTORS BLY 53

Les mesures d'appairage sont nécessaires pour garantir un bon fonctionnement des transistors de l'étage de sortie.

Mesure du gain en puissance à 470 MHz et à $V_{CC} = 13,8$ V.

1° à puissance d'entrée 1,5 W :

Si P_{S1} et P_{S2} sont les puissances délivrées par les transistors à appairer, la dispersion maximale doit être :

$$\frac{P_{S2}}{P_{S1}} \leq 1,2$$

2° à puissance d'entrée 3 W, il faut : P_{S1} et $P_{S2} \geq 8,1$ W.

V - PERFORMANCES

– Mesures

Les mesures ont été effectuées sur la maquette dans les conditions suivantes :

– tous les circuits ont été réglés préalablement avec $V_{CC} = 14$ V et P entrée = 0,4 W

Fréquence = 465 MHz

Température ambiante = 25 °C.

P entrée (W)	P sortie (W)	I_{CC} total (A)	η %	G_p (dB)
0,5	16,8	2,31	52	15,25
0,4	16,2	2,21	52	16,1
0,3	15,3	2,08	52	17,1
0,25	14,2	1,99	51	17,55
0,2	12,9	1,83	50	18,1
0,15	9,8	1,55	46	18,1

$V_{CC} = 14$ volts

En résumé :

Les performances obtenues à 465 MHz avec $V_{CC} = 14$ V, pour une puissance d'entrée de 0,4 W sont les suivantes :

- une puissance de sortie de 16 W,
- une consommation totale $I_{CC} = 2,21$ A, soit 31 W,
- un gain global de 16 dB.

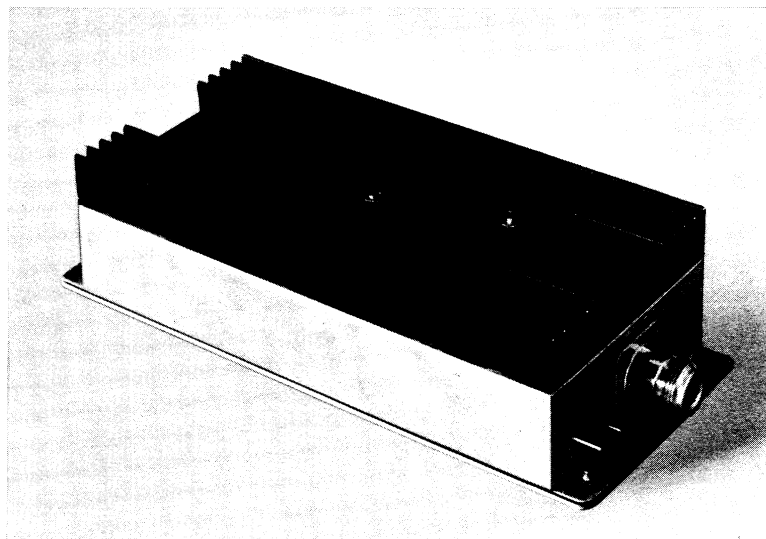
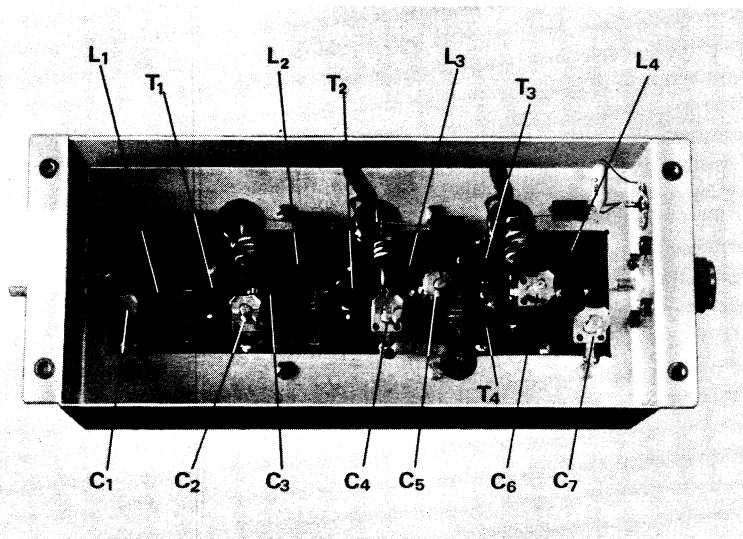
COMPOSANTS

Transistors : $T_1 = \text{BLY } 38$
 $T_2 = \text{BLY } 53$
 $T_3 \text{ et } T_4 = \text{BLY } 53$

Inductances L_1 : self imprimée
 L_2 : self imprimée
 L_3 : self imprimée
 L_4 : self imprimée
 $L_5 ; L_7 ; L_9$: 3 tours fil Cu 50/100 isolé ϕ 4 mm
 $L_6 ; L_8 ; L_{10}$: 4 tours fil Cu 50/100 isolé ϕ 4 mm
 $L_{11} ; L_{12} ; L_{13}$: VK 200 10/4B-R.T.C. Compelec.

Capacités : $C_1, C_2, C_4, C_5, C_6, C_7$ ajustables Jackson 3 à 14 pF - Réf. 5 440 14
 C_3 , 10 pF mica argenté Richard et Jahre - Réf. 49 44 4
 C_8, C_9, C_{10} céramique 3,3 nF - R.T.C. Compelec
 C_{11} 0,047 pF papier POM
 $C_0 = 470$ pF traversée LCC - Réf. DBY 30.

Résistances : R_1 : 22 Ω ; 1/4 W
 R_2 : 10 Ω ; 1/2 W
 R_3 : 4,7 Ω ; 1/2 W



Reproduction autorisée sous réserve d'indication complète de l'origine : R.T.C. - La Radiotechnique-Compelec.



R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

TELECOMMUNICATIONS/TECHNIQUES SPATIALES ET NUCLEAIRES/ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE/CALCUL ELECTRONIQUE
ELECTRONIQUE AUTOMOBILE/ELECTRONIQUE GRAND PUBLIC/R.T.C. DISTRIBUTION
130 AVENUE LEDRU-ROLLIN - PARIS XI^e - TELEPHONE : 797-99-30 ou 357-69-30

DIVISION COGECO : 21 RUE DE JAVEL - PARIS XV^e - TELEPHONE : 532-41-99

USINES ET LABORATOIRES : CAEN - CHARTRES - DREUX - EVREUX - JOUÉ-LES-TOURS - SURESNES - TOURS
R. C. PARIS 67 B 4247