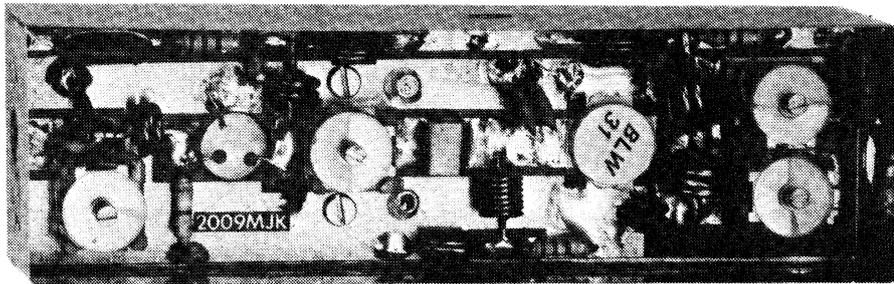


Amplificateur VHF à large bande

Cette étude décrit un amplificateur VHF, large bande, utilisable dans des équipements de télécommunication fixes ou mobiles, comportant deux transistors à grand gain : le BFQ 43 et le BLW 31.

Il délivre, en classe B, sous 13,5 V, une puissance de sortie de 28 W dans la bande 146-174 MHz avec un gain minimal de 20 dB.

En faisant varier la puissance d'entrée de telle façon que la puissance de sortie soit comprise entre 0 et 28 W, l'amplificateur reste stable même pour des ROS de sortie de 5 — toute phase.

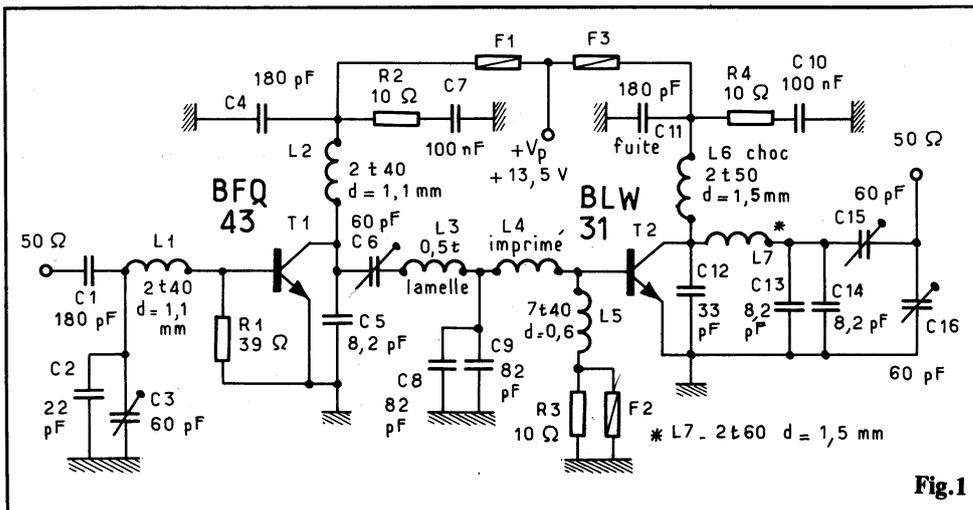


Le schéma général

Le schéma de principe de l'amplificateur est donné figure 1. Pour obtenir un amplificateur stable en cas de désadaptation, le circuit de sortie comporte deux étages d'accord (figure 2) qui ont été calculés grâce à

un programme ordinateur avec les données suivantes : $P_s = 28 \text{ W}$; $V_p = 13,5 \text{ V}$; $L_s = 0,4 \text{ nH}$. Le tableau I donne les résultats ; ce tableau montre que la transformation d'impédance sur 50 Ω est élevée pour un transistor de puissance tel que le BLW 31.

Il est cependant possible d'adapter son impédance en redirigeant une par-



tie du courant HF à la masse au moyen de deux condensateurs fixes C₁₃ et C₁₄. Ceux-ci, en outre, améliorent le gain et le rendement.

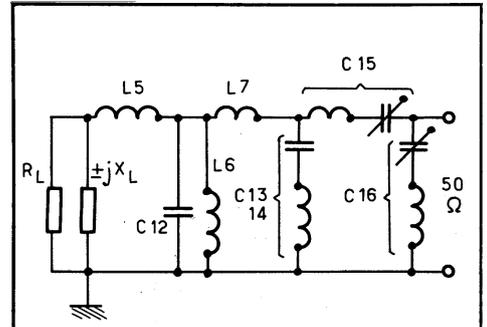


Fig.2

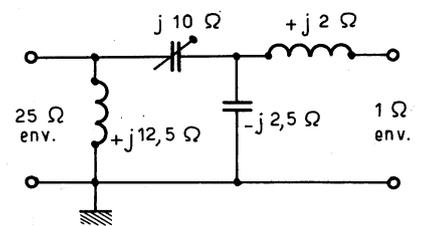


Fig.3

L₆ sert de bobine de « choc » pour fournir la tension directe au collecteur.

L'impédance de cette bobine est à peu près 5 à 7 fois l'impédance de charge du collecteur. Avec le condensateur de fuite C₁₁ (180 pF) et le montage série R₄ (10 Ω) - C₁₀ (100 nF), elle forme un circuit d'impédance de collecteur large bande (Fig. 1) qui contribue à la stabilité en cas de désadaptation de charge. La bobine F₃ donne une meilleure définition de l'impédance minimale de la source d'alimentation, ce qui est particulièrement important pour supprimer l'instabilité due parfois à des alimentations à stabilisation électronique. Pour des questions d'encombrement, cette bobine est réalisée avec 3 spires de fil Cu émaillé 0,6 mm. Le condensateur C₁₂ (33 pF) réduit la tension de crête du collecteur à une valeur inférieure au seuil d'avalanche possible, ce qui améliore la stabilité.

Circuit intermédiaire

Le circuit intermédiaire doit adapter l'impédance d'entrée du BLW 31 (0,94 + j 1,31 Ω) à l'impédance de sortie du BFQ 43 (21,84 Ω et j 25,8 pF). Le circuit retenu Figure 3 a été calculé pour $P_s = 4 \text{ W}$; $V_p = 13,5 \text{ V}$ et $R_{be} = 39 \Omega$ (tableau II). Ce circuit est aussi utilisé dans les modules VHF BGY 32 - 33 - 35 - et 36 de RTC La Radiotechnique Compelec. Le schéma pratique est donné figure 4.

TABLEAU I

f (MHz)	Parallèle		Série		gain (dB)
	R _L (Ω)	C _L (pF)	R _E (Ω)	X _E (Ω)	
146	2,76	11,9	0,95	1,08	11,70
153	2,81	15,9	0,94	1,20	11,34
160	2,84	20,8	0,94	1,31	10,98
167	2,88	25,9	0,94	1,43	10,64
174	2,92	28,5	0,93	1,54	10,33
Val. moy.	2,84	20,6	0,94	1,31	Δ gain = 1,37 dB

TABLEAU II

f (MHz)	Parallèle		Série		gain (dB)
	R _L (Ω)	C _L (pF)	R _E (Ω)	X _E (Ω)	
146	22,12	- 28,5	3,17	- 2,50	14,95
153	22,01	- 27,0	3,13	- 2,13	14,60
160	21,76	- 25,6	3,12	- 1,78	14,25
167	21,73	- 24,5	3,09	- 1,46	13,93
174	21,59	- 23,3	3,08	- 1,14	13,60
Val. moy.	21,84	- 25,8	3,12	- 1,80	Δ gain = 1,35 dB

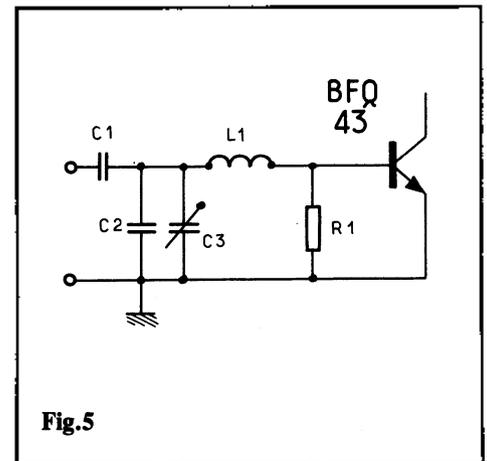


Fig.5

des composants est donnée sur la figure 7a. Ce circuit est une carte de 1,5 mm (1/16 inch) double face en fibre de verre epoxy, avec une épaisseur de cuivre de 35 μm. Des rivets soudés (2 mm) sont insérés pour la mise à la masse entre la partie supérieure et la partie inférieure de la carte.

Comme le montre la figure 7, un petit radiateur intermédiaire est utilisé. Celui-ci est trop petit pour se charger de la dissipation de puissance. Il faut donc le visser sur un autre radiateur, qui puisse dissiper des puissances de 20 à 25 W en condition d'adaptation.

Le circuit imprimé est logé dans un boîtier étamé soudé à la plaque de cuivre inférieure (figure 7b). Il est permis de souder le boîtier du BFQ 43 directement sur la plaque inférieure, tandis que le radiateur est placé contre le capot. Pour un bon transfert de chaleur on utilise de la graisse silicone (Down Coming 340). (Figure 7c). Le BLW 31 est fixé sur un trou carré plutôt que rond, ce qui permet d'établir un contact direct entre les plaques supérieures et inférieures sous les conducteurs de l'émetteur à l'aide d'une large bande de cuivre (figure 7d). La figure 8 montre le plan de fabrication du radiateur intermédiaire.

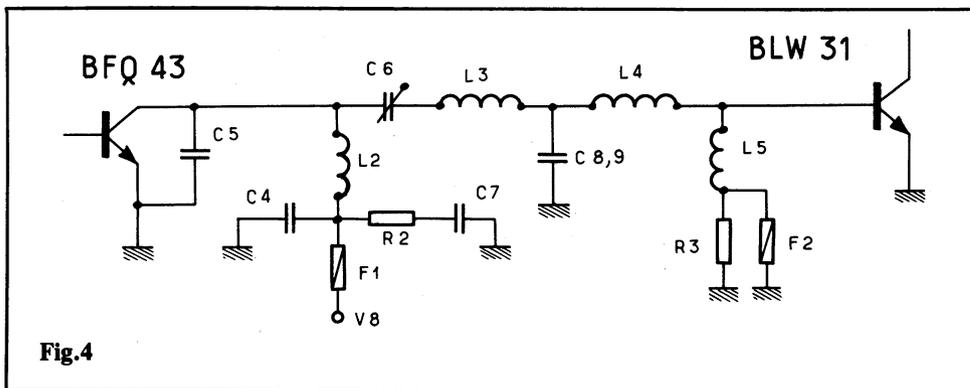


Fig.4

L'alimentation directe du collecteur se fait à travers la bobine L₂ qui contribue aussi à l'adaptation entre les deux étages. C₄, R₂ et C₇ ont des valeurs et des fonctions identiques à C₁₁, R₄ et C₁₀. Notons que les conducteurs de C₈ et C₉ (82 pF) doivent être très courts.

De plus, le point milieu entre C₈ et C₉ est critique et influence la réponse en fréquence ainsi que l'adaptation. Pour empêcher toute réaction positive, les courants de retour des capacités C₈, C₉ et C₁₃, C₁₄ sont dirigés de différentes façons par rapport à l'émetteur du BLW 31. (Voir figure 7a). Pour empêcher toute réaction positive, les courants de retour des capacités C₈, C₉ et C₁, C₁₄ sont dirigés de différentes façons par rapport à l'émetteur du BLW 31. (voir figure 7a). L'impédance L₅, R₃, F₂ n'influence pas le circuit mais évite les oscillations parasites en cas de désadaptation. Le condensateur C₅ a la même fonction que C₁₂ dans l'étage final.

Circuit d'entrée

Le circuit de la figure 5 de type L sert à adapter l'impédance d'entrée du BFQ

43 sur 50 Ω dans la bande 146 à 174 MHz. La partie imaginaire variant d'un facteur supérieur à 2 (voir tableau II), il a été nécessaire d'ajouter un élément variable à l'entrée : C₃ = 60 pF. Le condensateur d'arrêt C₁ (180 pF) donne une résonance série à 160 MHz. La résistance de retour de base R₁ (39 Ω) est un bon compromis entre l'impédance d'entrée et une valeur de gain constant entre 146 et 174 MHz.

Détails de fabrication

La réalisation du circuit imprimé est donné sur la figure 6. L'implantation

Essai de désadaptation et génération des parasites

L'une des conditions les plus importantes, est que l'amplificateur reste

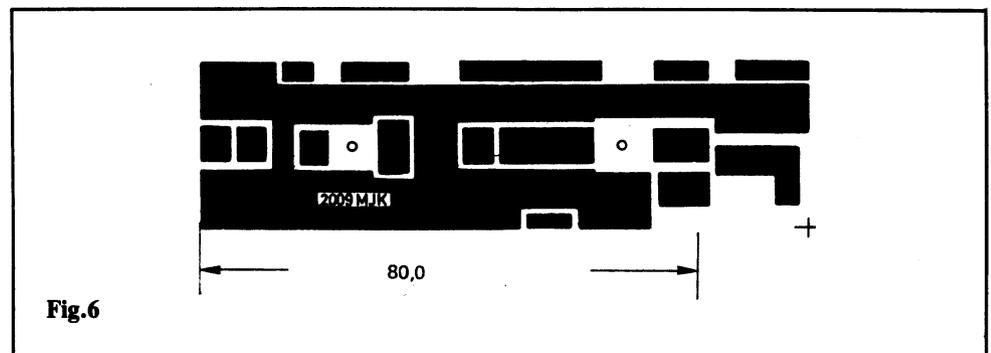


Fig.6

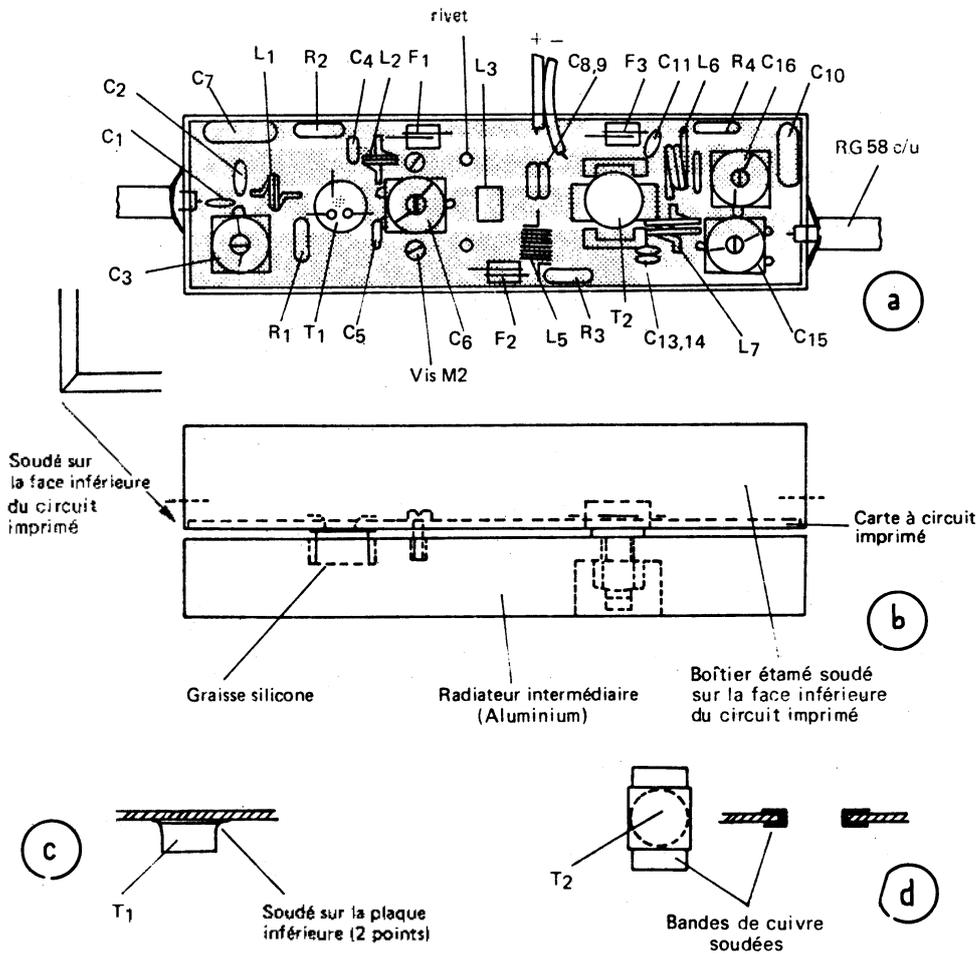


Fig. 7

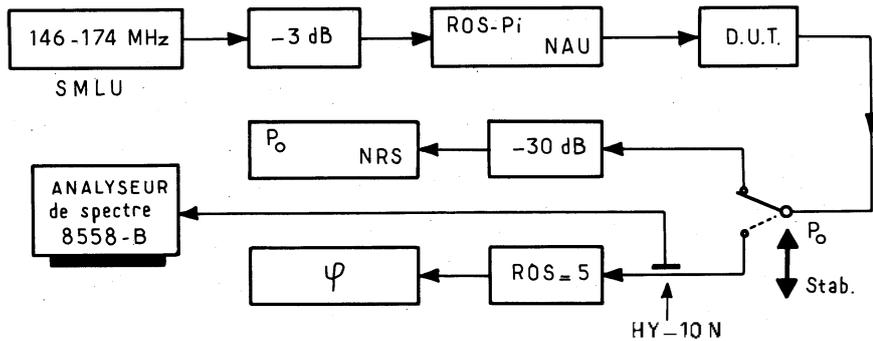


Fig. 9

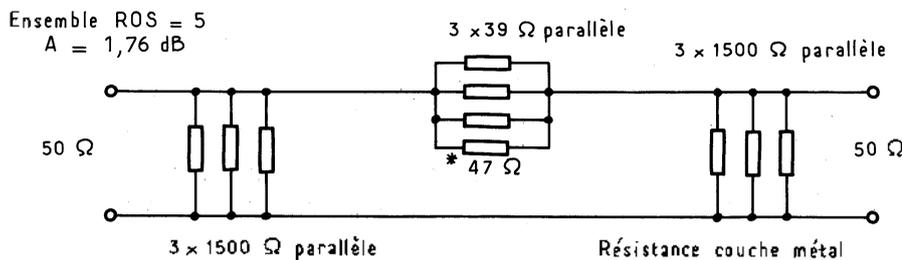


Fig. 10

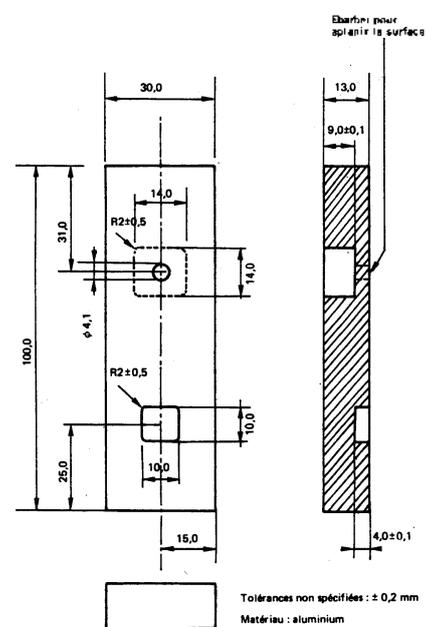


Fig. 8

Ensemble réactance (ψ)

0 - 360°

ROS \geq 50

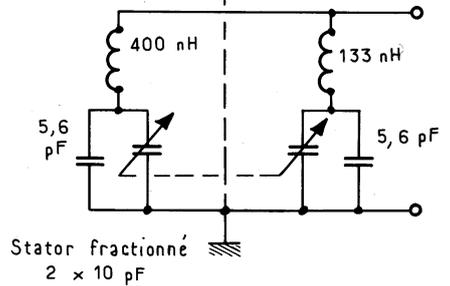


Fig. 11

Liste des composants

- C₁, C₄, C₁₁ = 180 pF, 500 V c.c.
- C₂ = 22 pF \pm 2 %, 500 V c.c.
- C₃, C₆, C₁₅, C₁₆ = 5/60 pF, trimmer diélectrique à couche
- C₅, C₁₃, C₁₄ = 8,2 pF \pm 0,25 pF, 500 V c.c.
- C₇, C₁₀ = 100 nF polyester \pm 10 %
- C₈, C₉ = 82 pF \pm 2 %, 500 V d.c.
- C₁₂ = 33 pF \pm 500 V d.c.
- R₁ \pm 39 Ω , carbone \pm 5 %, type CR 25
- R₂, R₃, R₄ = 10 Ω , carbone \pm 5 %, type CR 25
- F₁, F₂, F₃ = support ferroxcube avec 3 spires de 0,5 ou 0,6 mm Fil CuEm
- L₁ = 2 spires D_{int} = 4,0 mm, d = 1,1 mm Fil CuEm, écartement = diamètre de fil, conducteurs 2 x 4 mm
- L₂ = 2 spires, D_{int} = 4,0 mm, d = 1,1 mm Fil CuEm, enroulement serré, conducteurs 2 x 4 mm.
- L₃ = bande de cuivre en forme de U, largeur 6 mm, épaisseur 0,1 mm
- L₄ = imprimé (voir circuit imprimé fig. 6)
- L₅ = 7 spires, D_{int} = 4,0 mm, Fil CuEm, enroulement serré, conducteurs 2 x 4 mm
- L₆ = 2 spires, D_{int} = 5,0 mm, d = 1,5 mm, Fil CuEm, enroulement serré, conducteurs 2 x 4 mm
- L₇ = 2 spires, D_{int} = 6,0 mm, d = 1,5 mm, Fil CuEm, espacement environ 0,5 mm, conducteurs 2 x 5 mm
- T₁ = BFQ43 RTC
- T₂ = BLW31 RTC

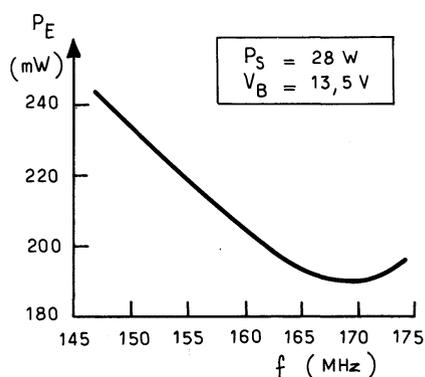


Fig.12

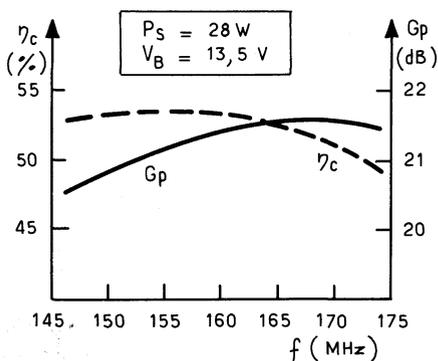


Fig.13

stable et supporte sans dommage ou dégradation des éléments actifs, toute désadaptation appliquée à la sortie.

Les essais de stabilité ont été effectués selon les spécifications suivantes :

- fréquence de mesure : 146, 153, 160, 167 et 174 MHz ;
- tension d'alimentation $V_B = 13,5 \text{ V}$;
- puissance de sortie $P_S = 28 \text{ W}$;
- niveau de commande 0 - 250 mW sur 50Ω ;
- ROS (sortie) 1:5 (0 - 360°) ;
- température du radiateur : environ 20°C .

Des essais ont été faits avec le circuit de la figure 9, dans lesquels l'analyseur de spectre HF 8558B s'est révélé être un instrument indispensable. Pour être sûr d'avoir une impédance de source de 50 ohms, un atténuateur était introduit dans la chaîne du générateur de signaux type SMLV (*Rhode et Schwarz*).

La puissance d'entrée et le TOS ont été mesurés à l'aide du NAU.

La figure 10 montre la composition de l'unité ROS = 5 et la figure 11 le schéma de l'unité de réactance.

En résumé, on peut dire que l'on a atteint un taux de stabilité raisonnable dans des conditions d'accord normales, si le schéma électrique et l'implantation des composants donnés ci-dessus sont respectés. ■

Multimètre THURLBY 1905