

SEMICONDUCTEURS

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 A COUPLAGE HYBRIDE $P_o = 80 \text{ W}$ à 165 MHz $V_s = 13,8 \text{ V}$

INTRODUCTION

Deux paires de transistors BLY 89 sont couplées par des coupleurs stripline à 3 dB, pour obtenir une puissance de sortie de 80 W à 175 MHz, avec une tension d'alimentation de 13,8 V.

Le gain obtenu est d'environ 5,7 dB et le rendement global de 67 %.

Cet amplificateur peut servir comme driver d'émetteurs TV et radio en F.M.

Il comprend deux étages de sortie reliés par des coupleurs hybrides.

L'impédance d'entrée et de sortie est de 50 Ω et la puissance de commande de 20 W environ.

DESCRIPTION DU CIRCUIT

Etage de sortie, coupleur hybride :

L'amplificateur est prévu pour les bandes de fréquences VHF de 156 à 174 MHz, et les mesures effectuées à la moyenne arithmétique soit $\frac{156 + 174}{2} = 165$ MHz.

Il se compose en fait de deux amplificateurs indépendants constitués par deux paires de BLY 89 branchées en parallèle, et couplés des hybrides (schéma synoptique fig. 1).

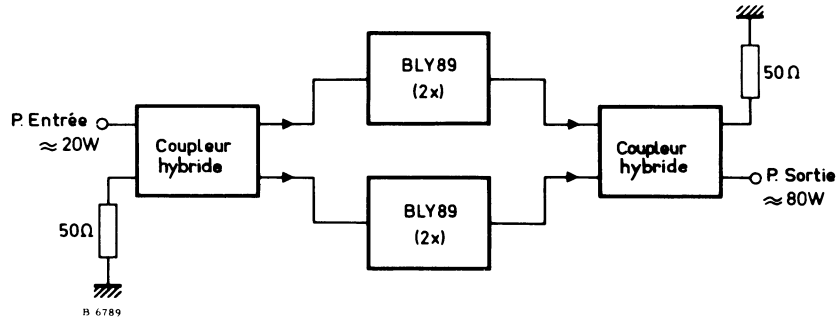


Fig. 1

La Fig. 2 nous montre le détail de chacun de ces ensembles.

Les transistors sont connectés par deux filtres en L à un filtre en Π qui donne à nouveau une impédance de 50 Ω .

En effet, en prenant comme facteur de surtension en charge du filtre en L, $QW = 7$ on a, pour une admittance d'entrée par transistor $Y_L = 107 - j 19.6 \text{ mOhm}^{-1}$, une inductance de 33 nH et une impédance de sortie de filtre de 243 Ω .

L'impédance de sortie dans chacune des branches du circuit est alors de 122 Ω transformée à 50 Ω par le filtre en Π

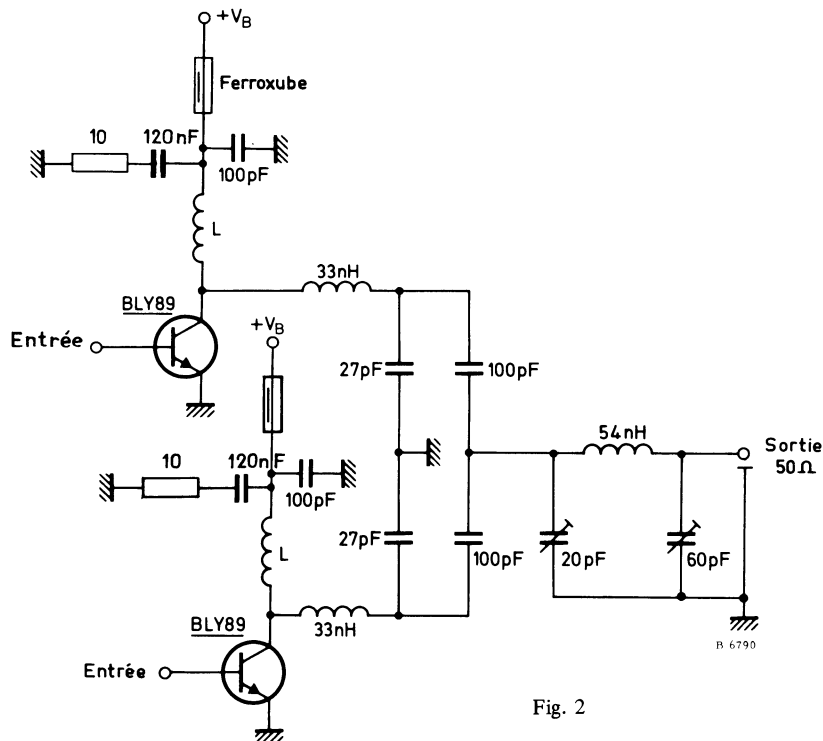


Fig. 2

Les sorties des deux branches sont reliées par des coupleurs hybrides à 3 dB, 90°, fabriqués par ANAREN-MICROWAVE Inc (modèle 10062.3) et qui fonctionnent à des puissances de 200 W pour une bande de 125 à 250 MHz.

Les lignes de transmission du coupleur sont réalisées par circuit imprimé classique (photogravure).

(Schéma du brochage fig.3)

MESURES ET RESULTATS

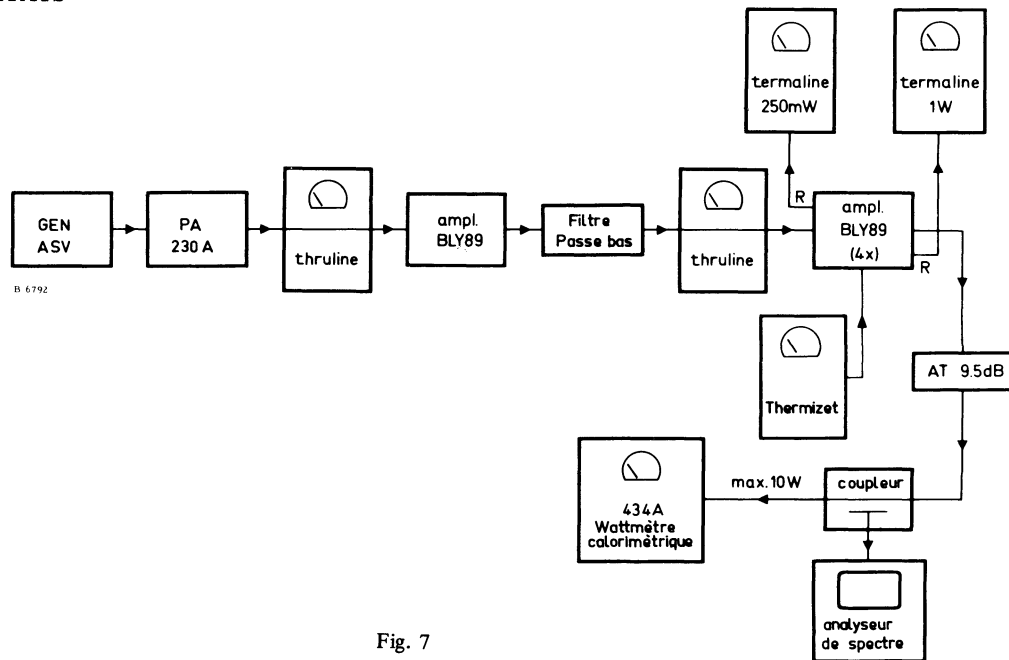


Fig. 7

On évite les erreurs de lecture sur les wattmètres ThruLine, dues aux fréquences harmoniques, en employant un filtre passe-bas approprié.

La plus grande partie de la puissance (71 W) est dissipée dans un atténuateur, le wattmètre mesurant une gamme de puissance de 10 W maximale.

La mesure du niveau de puissance est suffisamment précise du fait d'une part de la présence des filtres en Π dans l'étage final qui donnent un pourcentage d'harmoniques à la sortie assez faible, et étant donné d'autre part que l'on effectue la mesure avec un wattmètre calorimétrique mesurant la puissance effective.

La température des boîtiers des transistors, des coupleurs et des composants est mesurée avec un thermomètre « à probe » THERMIZET.

Puissance de sortie et gain

Les mesures de puissance sont faites à 165 et 174 MHz seulement.

Pour connaître les pertes dans la partie résistive des coupleurs après alignement de l'amplificateur, on remplace les résistances par des wattmètres « TERMALINE ».

$$V_S = 13,8 \text{ V}$$

$$P_o = 80 \text{ W}$$

Fréq. (MHz)	P_i (Watts)	I_C (amps)	Gain (dB)	%	$P_{R \text{ entrée}}$ (mW)	$P_{R \text{ sortie}}$ (mW)
165	19,3	8,60	6,17	67,5	60	65
174	21,4	8,66	5,74	67,1	150	150

Température de boîtier

En partant d'une température ambiante de 24°C, la température de boîtier des 4 transistors est constante de 25 à 26°C, après 1mm environ ; l'essai à puissance maximale, dure 5 minutes.

La température d'entrée des coupleurs monte à 35° et celle de sortie à 65°C.

Oscillations parasites

On observe le spectre de fréquence du signal de sortie avec un Polyscope Rhode et Scharz. Dans des conditions de fonctionnement normal on ne détecte pas d'oscillation.

ALIGNEMENT

Il est préférable d'aligner séparément les deux branches de l'amplificateur. Pour cela on déconnecte C_{37} et C_{38} côté des coupleurs hybrides et on alimente l'entrée par un morceau de câble coaxial allant à ces condensateurs.

La puissance de sortie est mesurée au point de jonction de L_{15} , C_{35} et L_{16} , C_{36} , ces points étant déconnectés des coupleurs.

On aligne ensuite les deux branches séparément avant de rétablir le circuit primitif. Il suffira alors de quelques légères corrections pour obtenir le réglage optimal.

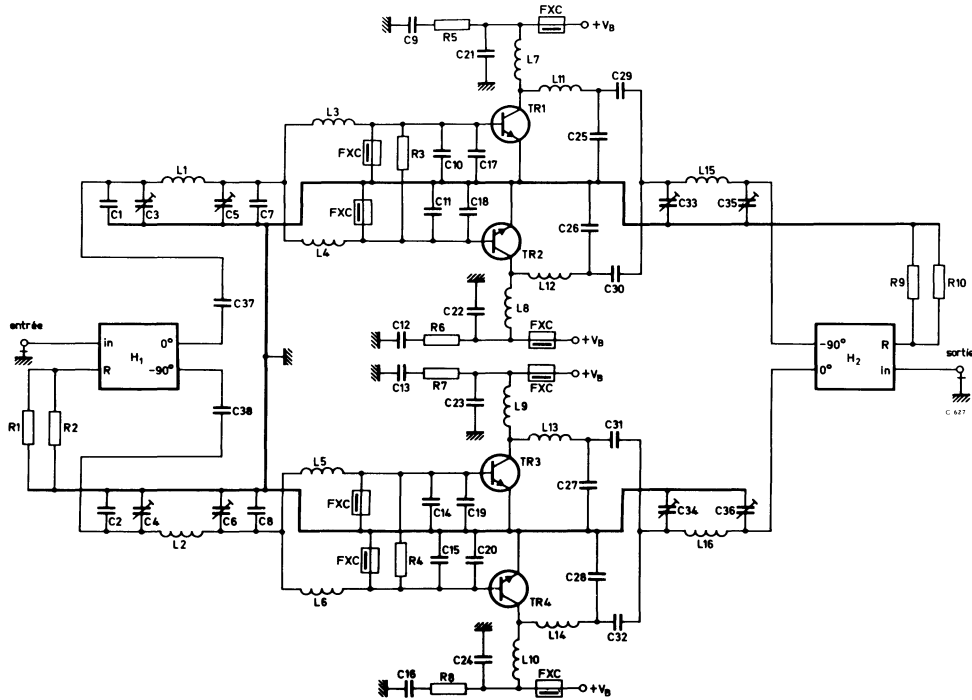


Fig. 5

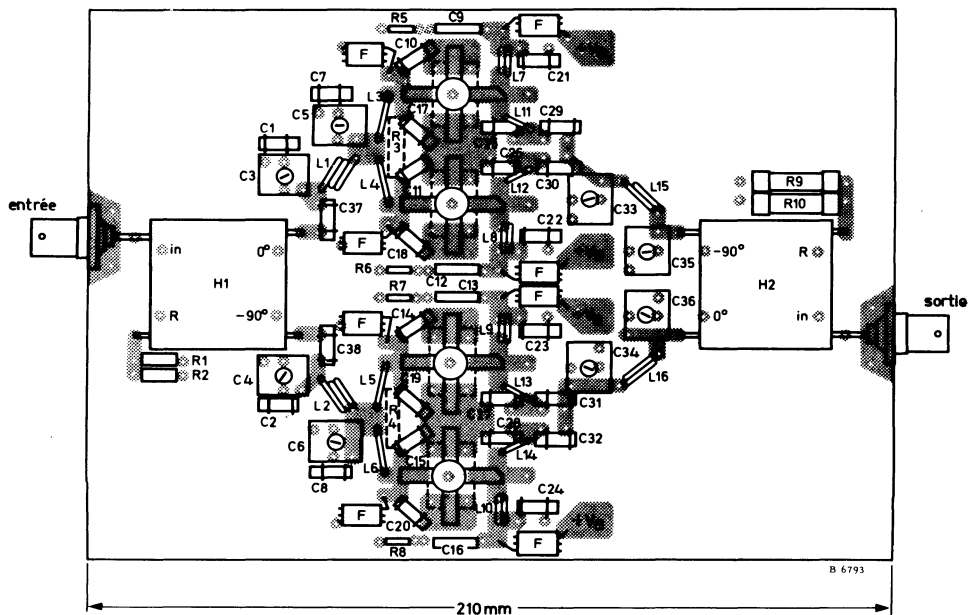


Fig. 6

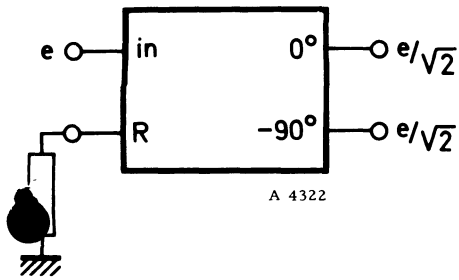


Fig. 3

Les mesures ci-dessous des pertes de puissance en fonction de la fréquence montrent que ces pertes sont négligeables :

f (MHz)	130	145	160	175
L_p (dB)	0,21	0,21	0,21	0,23

Le rapport d'ondes stationnaires aux diverses fréquences est très faible.

Toutes les précautions ont été prises pour éviter les variations à l'intérieur de l'amplificateur.

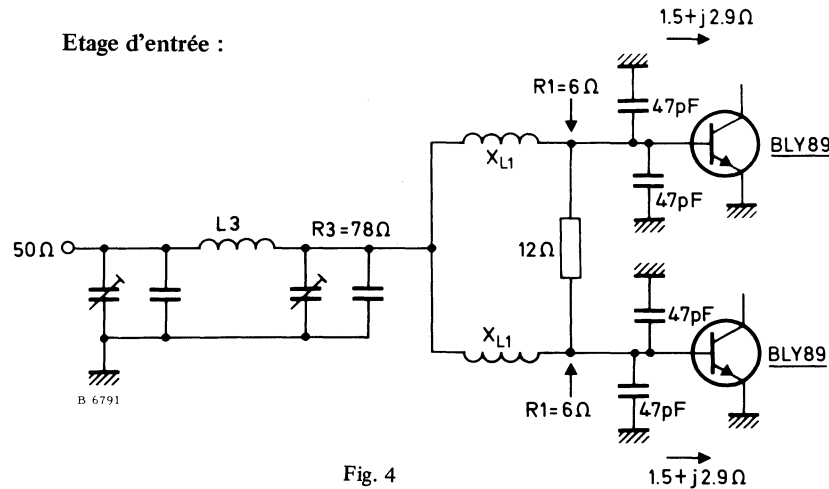


Fig. 4

L'impédance d'entrée de chaque transistor est de $1,5 + j 2,9 \Omega$ à 175 MHz.

Nous trouvons successivement Fig. 4 : deux condensateurs de 47 pF, un filtre en L, un filtre en Π .

En connectant les deux condensateurs céramique de 47 pF entre la base et l'émetteur, on fait passer l'impédance inductive d'entrée de BLY 89 à 60Ω . Ceux-ci offrent en même temps un parcours de faible réactance aux signaux harmoniques et améliorent la forme du signal sur la base, d'où un accroissement du gain de 20 %.

Pour un facteur de surtension en charge $Q_W = 5$ la valeur de X_{L1} est $X_4 = j 30 \Omega$ à 165 MHz.

La transformation de R_2 par le filtre en L est telle que :

$$R_2 = (X_{L1}^2 + R_1^2) / R_1 = (900 + 36) / 6 = 156 \Omega$$

Sur chacune des branches et le filtre en Π la fait passer de $156/2 = 78 \Omega$ à 50Ω , résistance pour chaque ouverture du circuit.

Diverses formules permettent de calculer le filtre en Π .

TECHNIQUES DE MONTAGE

L'ensemble est réalisé sur un circuit imprimé double face en verre Epoxy de 1,6 mm d'épaisseur.

Sur la couche supérieure se trouvent des bornes isolées pour le montage des composants et les interconnexions.

La couche inférieure est isolée de la partie supérieure et sert de plan de masse.

Les connexions entre les plages supérieures et le plan de masse sont faites par des rivets tubulaires de 2mm, soudés aux éléments imprimés pour assurer un contact correct entre les composants et le plan de masse, lui-même alimenté par des trous pratiqués dans la plaque.

On s'arrange pour que les signaux HF aient un parcours égal dans les deux branches afin d'éviter des différences de phase pouvant entraîner une perte de la puissance de sortie.

La fig. 6 donne le schéma du montage des différents composants sur le circuit imprimé. Celui-ci est placé sur un radiateur refroidi par air et chaque transistor est vissé sur ce radiateur.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R ₁	100 Ω	carbone	± 5 %
R ₂	100 Ω	carbone	± 5 %
R ₃	12 Ω	carbone	± 5 %
R ₄	12 Ω	carbone	± 5 %
R ₅	10 Ω	carbone	± 5 %
R ₆	10 Ω	carbone	+ 5 %
R ₇	10 Ω	carbone	± 5 %
R ₈	10 Ω	carbone	± 5 %
R ₉	100 Ω	carbone	± 5 %
R ₁₀	100 Ω	carbone	± 5 %

Condensateurs

C ₁ C ₂	18 pF	céramique	± 5 %
C ₃ , C ₄ , C ₅ , C ₆	4- 44 pF	trimmer	
C ₇ , C ₈	33 pF	céramique	± 5 %
C ₉ , C ₁₂ , C ₁₃ , C ₁₆	120 pF	polyester	± 10 %
C ₁₀ , C ₁₁ , C ₁₄ , C ₁₅ , C ₁₇ , C ₁₈ , C ₁₉ , C ₂₀	47 pF	céramique	± 5 %
C ₂₁ , C ₂₂ , C ₂₃ , C ₂₄ , C ₂₉ , C ₃₀ , C ₃₁ , C ₃₂ , C ₃₇ , C ₃₈	100 pF	céramique	± 5 %
C ₂₅ , C ₂₆ , C ₂₇ , C ₂₈	27 pF	céramique	± 5 %
C ₃₃ , C ₃₄	2- 22 pF	trimmer	
C ₃₅ , C ₃₆	4- 64 pF	trimmer	

Inductances

	n	d	s	D	conducteurs
L ₁ , L ₂	2	1,5	0	6	2 x 10
L ₃ , L ₄ , L ₅ , L ₆	0,5	1,5	-	6	2 x 10
L ₇ , L ₈ , L ₉ , L ₁₀	1,5	1,5	0	6	2 x 10
L ₁₁ , L ₁₂ , L ₁₃ , L ₁₄	0,5	1,5	-	6	2 x 10
L ₁₅ , L ₁₆	1,5	1,5	0	6	2 x 10 *
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)

T₁, T₂, T₃, T₄ = BLY 89

F = self d'arrêt ferroxcube

H₁, H₂ = coupleur plastique 3 dB 90°
modèle n° 10062.3

bande de fréquence : 0,125 – 0,25 GHz

- (*) n = nombre de tours
d = diamètre du fil
s = espace entre les spires
D = diamètre intérieur de la bobine

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



R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

SEMICONDUCTEURS ET MICROÉLECTRONIQUE/TUBES PROFESSIONNELS ET INDUSTRIELS
MATÉRIAUX, PIÈCES DÉTACHÉES ET SOUS-ENSEMBLES PROFESSIONNELS/ÉLECTRONIQUE GRAND PUBLIC
130 AVENUE LEDRU-ROLLIN - PARIS XI* - TÉLÉPHONE : 357.69.30

DIVISION COGECO : 21 RUE DE JAVEL - PARIS XV* - TÉLÉPHONE : 532-41-99

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