

AMPLIFICATEUR VHF 25-30 W

INTRODUCTION

CONÇU à l'origine pour l'aéronautique (émetteur de bord), ce montage d'amplificateur VHF présente une particularité intéressante qui rend son application très favorable dans la gamme « amateurs » de 144 à 146 MHz.

Cette particularité est que la bande passante de cet amplificateur VHF peut atteindre 18 MHz sans qu'aucune retouche aux réglages des circuits accordés ne soit nécessaire. Qui peut le plus, peut le moins... Cela veut donc dire que l'amateur pourra facilement placer son émission en un point quelconque des 2 MHz de la bande 144-146 MHz sans avoir à retoucher les réglages des circuits.

Les étages VHF de puissance sont prévus pour être alimentés sous 13,6 V avec modulation en amplitude par le collecteur.

Si l'on utilise un modulateur-émetteur (sans transformateur) dont un schéma possible est donné à la fin de cette étude, la tension de départ de l'alimentation doit évidemment être doublée (soit 27,2 V). Seuls les étages non modulés sont alimentés directement à 13,6 V.

Par contre, si l'on veut maintenir la tension d'alimentation générale à 13,6 V, il faut nécessairement employer un modulateur conventionnel muni d'un transformateur de sortie.

DESCRIPTION

Cet amplificateur VHF comporte cinq étages, tous montés en émetteur commun (Fig. 1). L'étage final Q_5 est équipé d'un transistor de puissance Motorola type MM1552 à émetteur équilibré (connexion intérieure de l'émetteur à la vis de fixation du boîtier, donc au châssis).

L'étage driver Q_4 est équipé d'un transistor de puissance Motorola type 2N5643.

Les étages prédrivers Q_1 , Q_2 et Q_3 comportent respectivement des transistors des types 2N3866, 2N3553 et 2N5641.

Pour l'obtention d'une modulation (en amplitude) profonde et bien linéaire, celle-ci est appliquée

simultanément sur les trois derniers étages amplificateurs (Q_3 , Q_4 et Q_5). Deux diodes en opposition sont utilisées pour limiter le niveau de modulation appliqué à l'étage Q_3 (réduction des crêtes négatives des signaux BF modulateurs).

Comme nous l'avons dit, il ne s'agit ici que d'un amplificateur VHF. Son entrée doit donc être précédée du classique oscillateur pilote (à quartz ou V.F.O.) et des étages multiplicateurs de fréquence adéquats. Sur la figure 1, on remarque qu'une puissance de 10 mW suffit pour l'excitation normale de l'entrée (impédance 52 Ω). Par ailleurs, cette même figure indique les gains apportés par chaque étage, ainsi que les puissances VHF requises aux entrées de ces étages. En conséquence, si la puissance à la sortie du pilote multiplicateur de fréquence dont on dispose est suffisamment importante, on pourra éventuellement supprimer l'étage Q_1 , ou les étages $Q_1 + Q_2$ (selon le cas).

Les performances relevées sur cet amplificateur sont indiquées dans le tableau ci-dessous. On remarque que trois valeurs sont données : la première correspond à la fréquence centrale normale de réglage F ; la seconde correspond à une fréquence F - 9 MHz ; la troisième correspond à une fréquence F + 9 MHz.

La figure 2 représente les oscillogrammes obtenus : à gauche, en porteuse non modulée ; à droite, en modulation maximale par un signal sinusoïdal à 1 000 Hz.

D'après les indications fournies par le tableau, on remarquera que la puissance VHF de sortie en porteuse pure est de 31 W pour la fréquence centrale de réglage F, et que cette puissance n'est seulement réduite à 25 ou 28 W à F \pm 9 MHz. En conséquence, pour la bande de 144 à 146 MHz qui nous intéresse ici, soit F \pm 1 MHz seulement, nous pouvons dire que nous disposerons d'une puissance VHF de l'ordre de 30 W tout au long de cette bande, sans modification des réglages des circuits.

Les circuits des étages driver et prédrivers sont conçus afin d'être

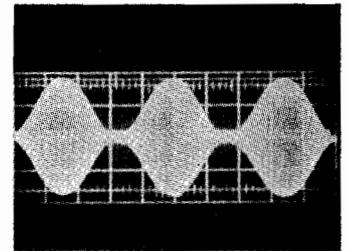
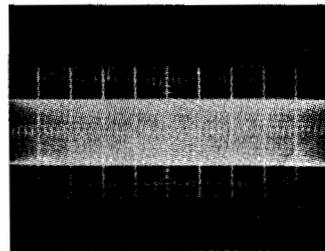


Fig. 2

suffisamment amortis d'une part, et d'accepter sans dommage d'éventuelles surcharges d'excitation d'autre part, selon la fréquence de fonctionnement dans la bande... et cela, tout en réalisant l'adaptation des impédances entre étages.

Le schéma général de l'amplificateur VHF proposé est représenté sur la figure 3.

L'adaptation d'impédance entre la charge (antenne 52 à 75 Ω) et le collecteur du transistor Q_5 de l'étage final est obtenue par un circuit en π ($L_6 + C_6 + C_7$), lequel permet évidemment également l'accord.

La puissance d'excitation nécessaire à l'entrée du transistor Q_4 est de l'ordre de 1,6 W, lequel fournit la puissance d'excitation de 10 W requise par le transistor Q_5 .

Le circuit d'entrée du transistor Q_5 comporte une capacité totale très élevée entre base et masse, réalisant l'accord avec l'inductance du conducteur aboutissant à cette base ; l'emploi de condensateurs à très faible inductance propre est fortement recommandé.

L'étage driver (transistor Q_4), ainsi que l'étage final (transistor Q_5), sont l'un et l'autre modulés par leur circuit de collecteur ; ils reçoivent la modulation totale issue de l'amplificateur BF.

Par contre, l'étage prédriver, avec transistor Q_3 , n'est que partiellement modulé. En fait, il est modulé normalement par les crêtes positives des signaux BF ; mais les crêtes négatives sont limitées par l'action de deux diodes $D_1 + D_2$ montées en opposition. En effet, nous pouvons dire essentiellement que la diode marquée D_2 ne conduit pas durant les crêtes négatives BF, alors que dans le même instant la diode D_1 conduit, alimentant le transistor Q_3 avec une tension continue constante durant cet intervalle. Les diodes $D_1 + D_2$ sont fabriquées dans le même boîtier ; il s'agit du type MSD6100 de Motorola.

Naturellement, les étages avec transistors Q_1 et Q_2 ne sont pas modulés.

CONSTRUCTION

Les caractéristiques des bobinages sont les suivantes :

2 tours ; sur air, diamètre intérieur $L_1 = 2$ tours ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 6,5 mm.

$L_2 = 2$ tours 1/2 ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 3 mm.

$L_3 = 1$ tour ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 3 mm.

$L_4 = 2$ tours ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 10 mm.

$L_5 = 3$ tours ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 10 mm.

$L_6 = 1$ tour ; sur air, diamètre intérieur 4 mm ; longueur 7 mm.

Pour tous ces bobinages, utiliser du fil de cuivre nu poli ou du cuivre argenté de 1 mm de diamètre.

D'autre part, nous avons :
Ch 1 = bobine d'arrêt sur ferrocube (type VK200 - 20-4B de R.T.C.).

Ch 2 = perles de ferrite ou bague d'arrêt en ferrocube.

Ch 3 = bobine d'arrêt comportant une quarantaine de spires jointives en fil de cuivre émaillé de 1/10 de mm enroulées sur le corps d'une résistance au carbone de 10 k Ω .

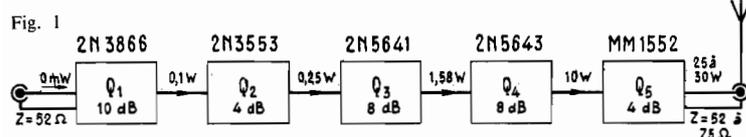
Toutes les résistances sont du type 0,5 W, tolérance $\pm 5\%$.

Le condensateur de 0,25 μ F (0,22 ou 0,27 en valeurs normalisées) est du type polyester métallisé ou polycarbonate métallisé.

Toutes les autres capacités sont du type céramique : tolérance $\pm 20\%$ pour les condensateurs de découplage ; tolérance $\pm 5\%$ pour les condensateurs d'accord et de liaison.

Les condensateurs C_6 et C_7 sont du type ajustable à air.

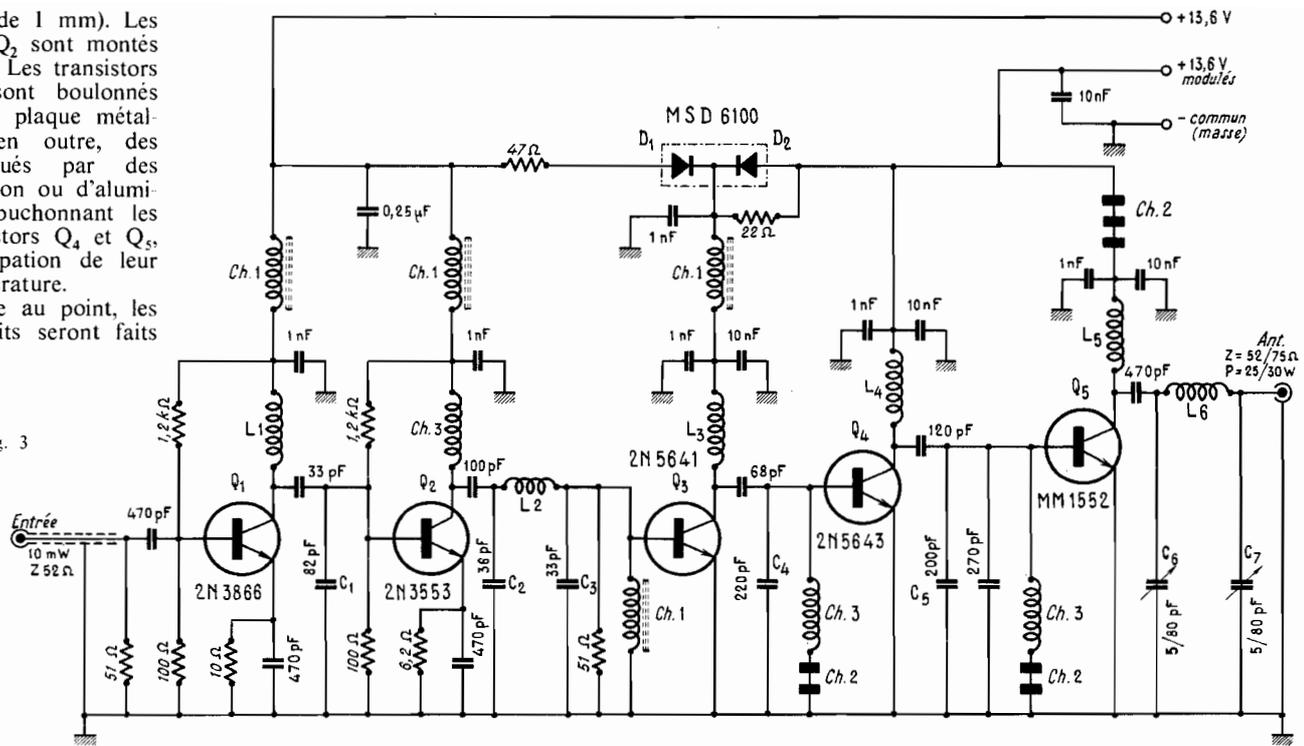
L'ensemble du montage est construit sur une plaque de métal en bronze phosphoreux (à défaut, en cuivre ou en laiton) de 16 x



10 cm (épaisseur de 1 mm). Les transistors Q_1 et Q_2 sont montés avec des supports. Les transistors Q_3 , Q_4 et Q_5 sont boulonnés directement sur la plaque métallique (châssis); en outre, des dissipateurs constitués par des petits blocs de laiton ou d'aluminium coulé, encapuchonnant les boîtiers des transistors Q_4 et Q_5 , favorisent la dissipation de leur élévation de température.

Lors de la mise au point, les réglages des circuits seront faits

Fig. 3



une fois pour toutes, étage par étage, selon la méthode habituelle (par exemple en observant l'intensité de collecteur de l'étage suivant), sur la fréquence médiane de la bande 144-146 MHz, soit sur 145 MHz.

étage Q_1 : Agir sur l'espacement entre spires de L_1 ; le cas échéant, modifier légèrement la valeur de C_1 .

étage Q_2 : Agir sur l'espacement entre spires de L_2 ; éventuellement, modifier légèrement les valeurs de C_2 et C_3 .

étage Q_3 : Agir sur l'espacement entre spires de L_3 ; si nécessaire modifier légèrement la valeur de C_4 .

étage Q_4 : Agir sur l'espacement entre spires de L_4 ; le cas échéant, modifier légèrement la valeur de C_5 .

étage Q_5 : Régler C_6 et C_7 (charge fictive ou antenne connectée).

Nous le répétons, les puissances d'excitation indiquées pour chaque étage et les faibles impédances de liaison inter-étages sont des points à respecter pour obtenir une parfaite stabilité de fonctionnement du montage et une puissance de sortie sensiblement constante sur toute la largeur de bande.

MODULATION

La modulation par le collecteur nécessite un apport relativement grand de puissance BF (ici, une quinzaine de watts) en conjonction avec l'intensité importante de ce circuit.

En conséquence, lorsqu'un transformateur de modulation est utilisé pour le couplage entre la sortie de l'amplificateur BF et l'émetteur, il doit être conçu de telle façon que son secondaire puisse supporter l'intensité en courant continu importante du circuit de collecteur des étages (modulés)

	F	F - 9 MHz	F + 9 MHz	
Puissance HF de sortie non modulée	31	25,1	28	W
Puissance HF de sortie modulée	42,5	33	38,5	W
Tension d'alimentation	13,6	13,6	13,6	V
Intensité totale consommée	5,6	5,5	4,6	A
Intensité de collecteur de Q_5	3,4	3,3	2,9	A
Puissance appliquée à l'entrée	10	10	10	mW
Taux de modulation	86	80	88	%
Distorsions de l'enveloppe	7,9	8,5	8	%
Atténuation des fréquences indésirables rayonnées :				
2 F	-20	-22	-21	dB
3 F	-45	-49	-48	dB
Autres fréquences	-52	-52	-58	dB

de puissance de l'émetteur. Pour éviter la saturation, il doit comporter un léger entrefer.

En outre, le secondaire de ce transformateur doit présenter diverses prises intermédiaires pour permettre l'adaptation optimale des impédances. Ce secondaire doit par ailleurs avoir une résistance ohmique aussi faible que possible, afin que la chute de tension soit négligeable; dans le cas contraire, il y aurait une néfaste réduction de la tension continue d'alimentation des étages HF modulés.

L'intérêt de ce système est qu'il permet d'alimenter l'ensemble des étages de l'émetteur à la tension de 13,6 V.

Une autre solution, plus simple, plus légère, réside dans l'emploi d'un amplificateur BF, dit « modulateur-série », dont un exemple est représenté sur la figure 4. Dans ce montage, on sait que le transformateur est remplacé par des transistors de puissance connectés en parallèle entre eux, mais montés en série dans l'alimentation des

étages de puissance VHF à moduler de l'émetteur. Cependant, dans ce cas, la tension d'alimentation au départ doit être doublée, c'est-à-dire portée à 27,2/28 V, afin d'obtenir la tension modulée à 13,6 V requise par les étages de puissance VHF de l'émetteur.

Les étages Q_1 et Q_2 sont toujours normalement alimentés à la tension de 13,6 V.

Outre cet inconvénient, un modulateur de ce genre présente souvent des distorsions et des risques d'emballement thermique. Néanmoins, il offre une solution pour l'obtention d'un procédé simple de modulation, les éventuelles distorsions de la courbe enveloppe HF pouvant généralement être réduites par l'installation complémentaire d'un circuit de contre-réaction.

Bibliographie :

Adaptation d'extraits de la note d'application AN-503 Motorola.

Roger A. RAFFIN (F 3 AV)

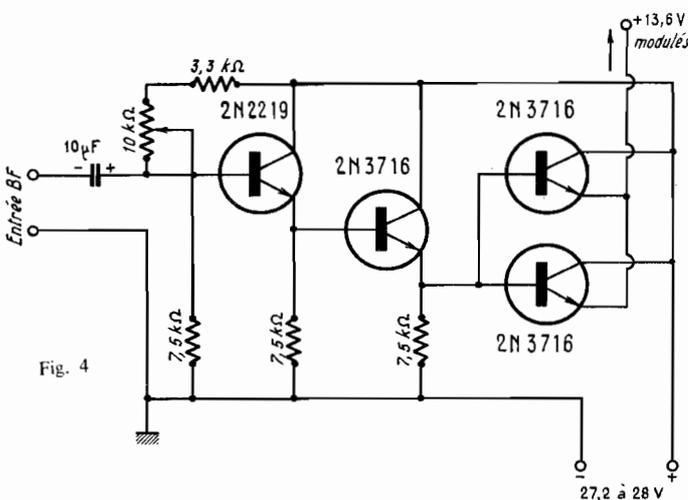


Fig. 4