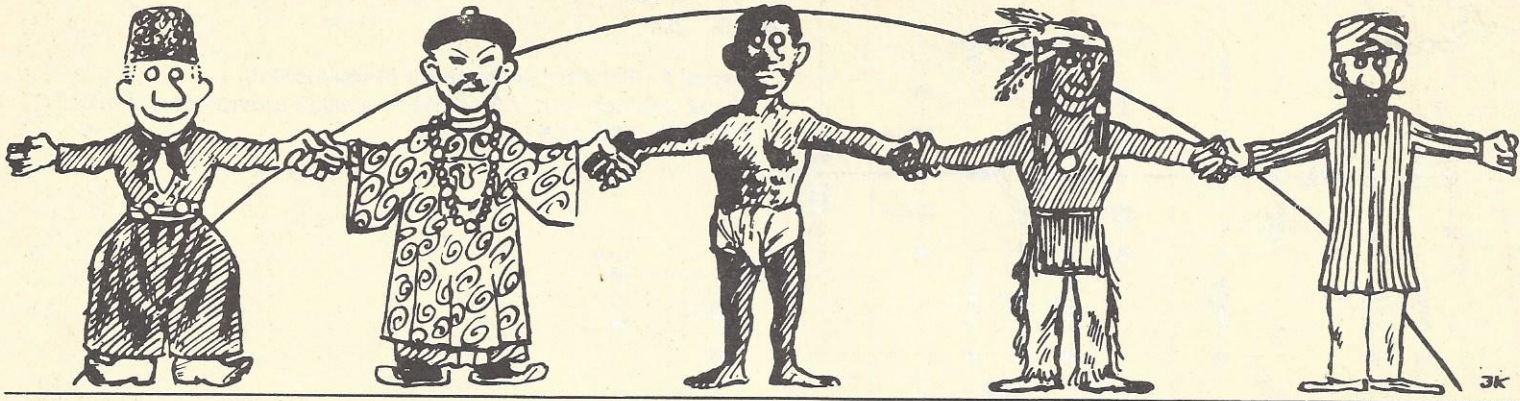
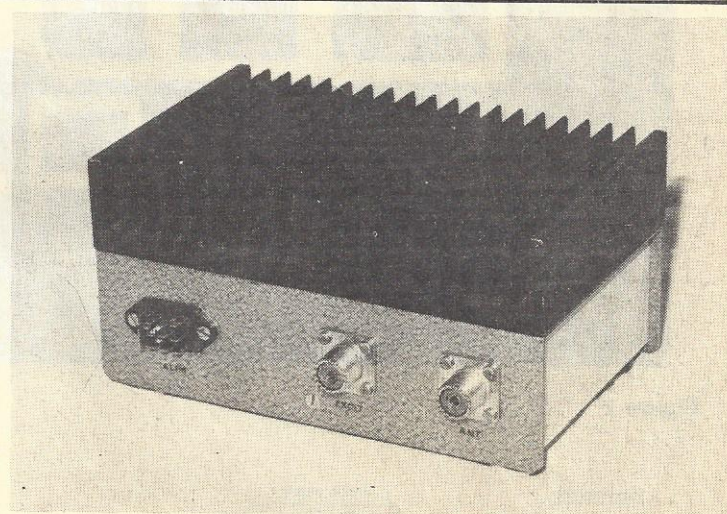


si tous les gars du monde...



AMPLIS DE PUISSANCE VHF : (amplis linéaires et non linéaires)



A) LES AMPLIS A UN SEUL ETAGE A 1 TRANSISTOR

Le schéma de base est donné **figure 1**. Nous donnerons les valeurs qui ont été utilisées, en fonction des transistors et des performances obtenues, dans un tableau général.

MONTAGE MECANIQUE :

On a utilisé un circuit imprimé dont on trouvera **figure 2** le dessin à l'échelle 1. Ce circuit convient pour tous les montages à 1 seul transistor. Seuls changeront les

trous de fixation et les dimensions du radiateur (ce circuit n'est valable que pour les transistors en boîtier « tourelle ». On a éliminé d'office les transistors en boîtier T060, tels que les 2N3375, 2N3632 et autres anciens transistors difficiles à faire fonctionner correctement, car ayant « trop de selfs dans les sorties ». De plus, ils sont souvent plus chers que des transistors plus récents et mieux conçus. Les sociétés spécialisées dans l'émission ne les fabriquent d'ailleurs plus.

Le radiateur est monté au dos du circuit imprimé avec des entretoises constituées par deux rondelles de 3 mm de \varnothing voir **fi-**

gure 3. On aura pris soin au préalable de « straper » le dos du circuit imprimé avec la face imprimée sur les bords du trou de passage du transistor. Le câblage est réalisé côté cuivre imprimé et ne présente aucune difficulté : nous ne nous y attardons donc pas.

REGLAGES :

Cette méthode de réglage est valable pour tous les amplis à transistors quels qu'ils soient. Démarrer les essais à la moitié de la tension d'alimentation et en augmentant progressivement l'excitation.

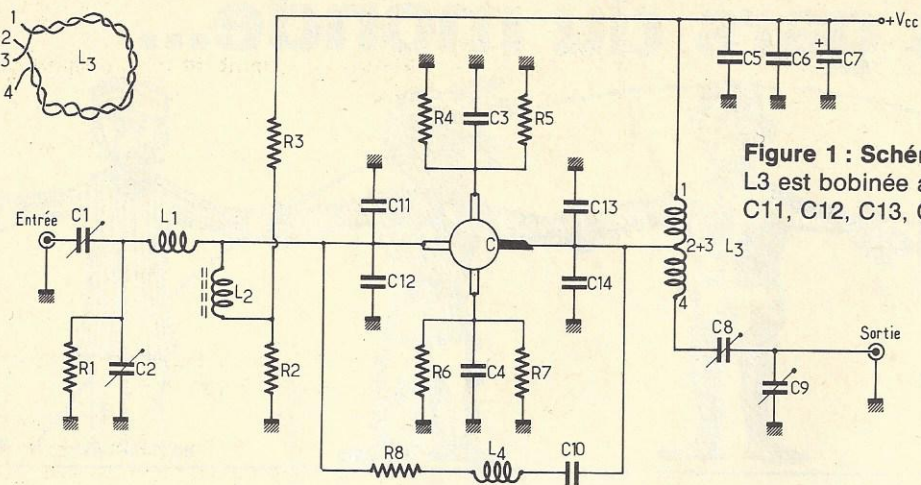


Figure 1 : Schéma de base de l'amplificateur :
L3 est bobinée avec 7,5 cm de fil émaillé torsadé de 7 à 10/10°E
C11, C12, C13, C14 : voir texte.

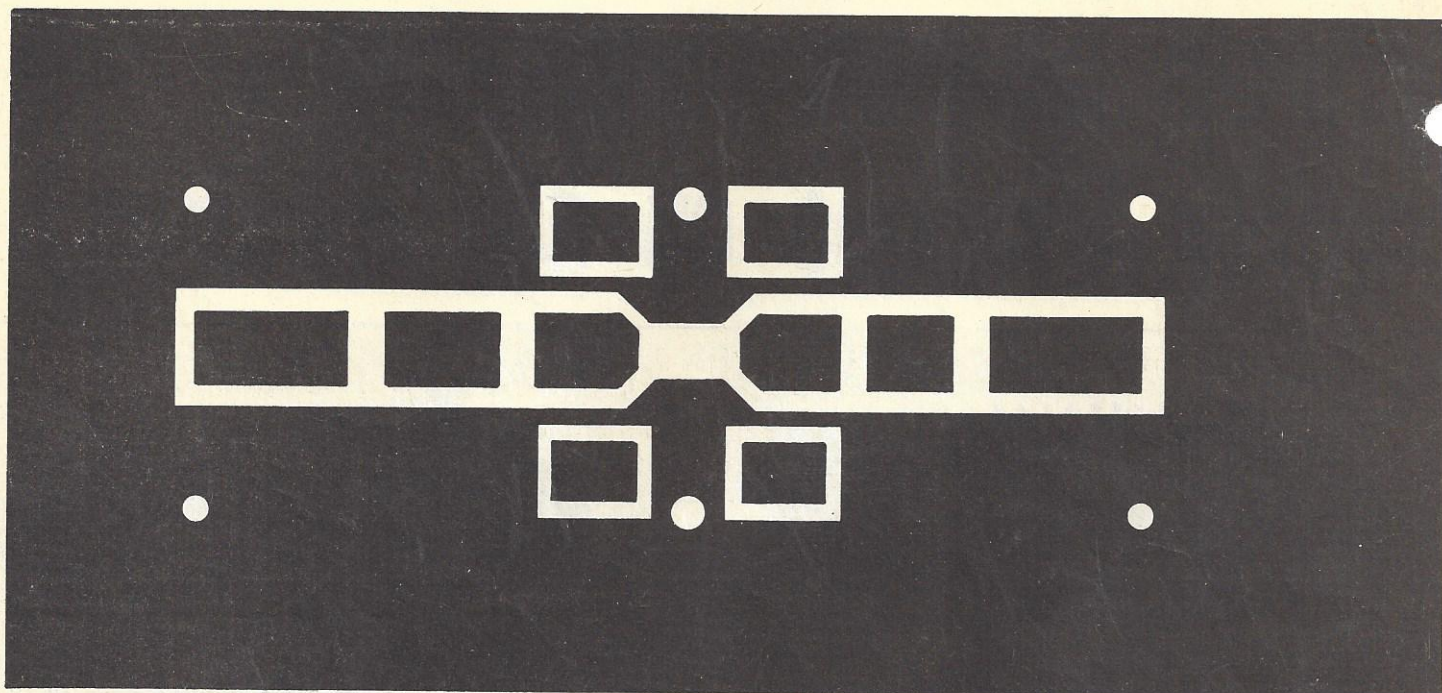


Figure 2

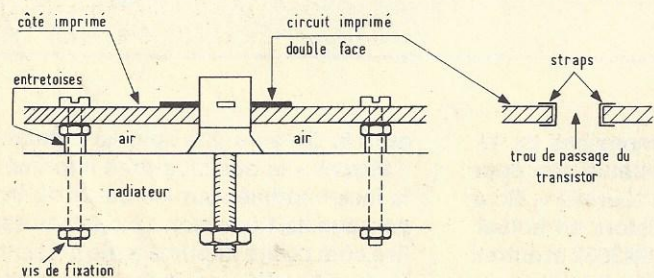


Figure 3 : Montage mécanique du transistor

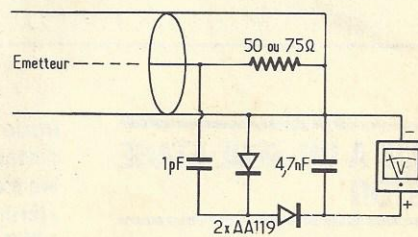


Figure 4 : Sonde détectrice

Régler les 2 condensateurs d'entrée au maximum de courant collecteur (il est évidemment sous-entendu que l'exciteur a été réglé correctement au préalable sur charge fictive). La sortie est chargée par une charge fictive de 50 ou 75 Ω et une sonde détectrice, voir **figure 4**. On veillera

particulièrement à ne jamais dépasser le courant maximum autorisé par le constructeur. On réglera ensuite les 2 ajustables de sortie pour obtenir un maximum de lecture sur la sonde. Augmenter ensuite progressivement tension et excitation en finolant les réglages.

Une autre solution de réglage consiste à intercaler un ROS mètre de bonne qualité dans le coaxial de sortie (les ROS mètres bon marché, japonais ou autres, très valables en OC sont, pour la plupart inutilisables en VHF, et à plus forte raison en UHF), et à charger ensuite par une charge fictive.

Il est conseillé de ne passer sur antenne réelle (en affinant les réglages du circuit de sortie), qu'après avoir terminé les réglages sur charge fictive; d'une part par correction vis à vis des amis locaux, mais aussi parce qu'une antenne mal adaptée peut provoquer la détérioration de certains transistors insuffisamment protégés (les RTC par exemple), pendant les réglages.

Nota : L'amplificateur sera linéaire seulement si l'on branche R2. En l'absence de celle-ci, le fonctionnement ne pourra convenir qu'à la FM ou la CW.

La résistance R1 sert à diminuer le gain de l'étage en cas de surplus d'excitation. Elle est indispensable pour éviter la saturation de l'ampli et devra être réglée de façon que les pointes de modulation soient à 10 % (1dB) en dessous de la saturation. Cela évitera les « moustaches » et les « splatters » si gênants chez certaines stations mal réglées (dans les grandes villes, en général).

La polarisation de la base pourra être réglée à 0,65 V, si l'ampli est un étage final, et dans ce cas les résistances et découplages d'émetteurs du transistor seront supprimés. S'assurer que la tension maximum qui sera appliquée ne dépassera pas 0,65 V avec 16 V alimentation (sur une voiture, la tension peut passer de 12 V à 16,8 V en roulant; 2,8 V par élément de batterie en fin de charge). Pour 28 V, ce problème n'existe pas car on utilisera une alimentation régulée et le point de polarisation de base sera fixé à 0,65 V. On peut aussi régler ou stabiliser la tension de la base par zéner, transistor, ou circuit intégré pour éliminer les variations.

Lorsque l'ampli n'est pas un étage final, mais un étage intermédiaire, il est indispensable de conserver les résistances et découplages d'émetteur pour améliorer la linéarité dans les faibles amplitudes. Ce dispositif entraîne une perte de puissance de 15 à 20 %, mais permet une linéarité de loin supérieure au montage « émetteur à la masse ». Il n'est cependant possible que pour des puissances inférieures à 20 watts.

VARIANTE SUR LE CIRCUIT DE POLARISATION

Dans le cas d'amplificateur de plus de 20 watts, il sera meilleur de prévoir un circuit de polarisation stabilisé par diode **figure 5**.

De plus, cela rendra le point de fonctionnement du transistor insensible aux variations de tension (c'est très important en cas d'utilisation sur voiture, où la tension

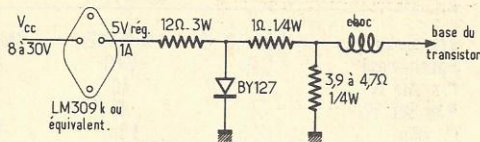


Figure 5 : Circuit de polarisation préconisé.

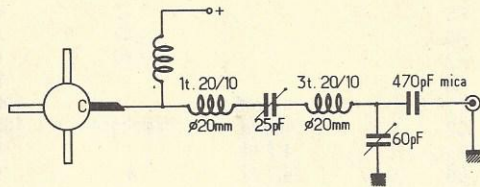


Figure 6 : Circuit classique pour grande puissance 20 à 100 W HF

Le circuit est identique à ceux de la figure 7 mais la bobine d'accord est fractionnée en deux pour éviter l'échauffement des ajustables.

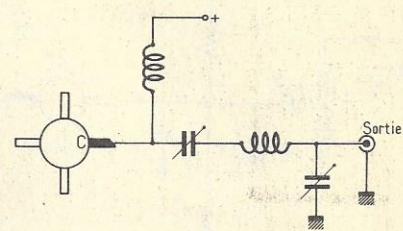
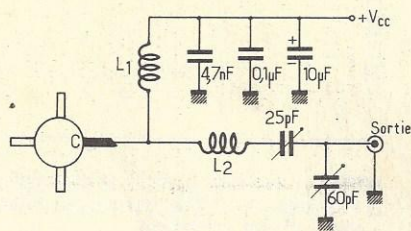


Figure 7 : Circuit de sortie classique : Ces circuits sont valables jusqu'à 20 W HF. Bonne réjection des harmoniques. Rendement de 60 à 70 %.

varie de 12 à 16 V). On peut jouer sur la résistance de 4,7 Ω pour régler le courant de repos à la valeur désirée. Pour un ampli de 100 W HF, remplacer la résistance 12 Ω par une de 10 Ω 3 W carbone, et mettre au besoin 3,9 Ω à la place de 4,7 Ω si le courant de repos est trop important (à régler entre 100 et 300 mA).

Note importante :

Nous rappelons que le courant de repos se règle par R3. Pour les puissances supérieures à 20 W, et dans le cas d'étage final, les sorties « émetteurs » sont toujours à la masse et la polarisation à 0,65 V. Pour les étages intermédiaires inférieurs à 20 W, le transistor se règle pour 50 à 100 MA de courant de repos. A ce moment, la tension base est entre 0,7 et 0,8 V. Les schémas de sortie classiques sont donnés **figures 6 et 7**.

Dans le cas de fonctionnement en classe C, R2 doit être aussi faible que possible pour une bonne stabilité. En effet, la HF rend la base négative, et si R2 est trop importante les crêtes de tension HF peuvent entraîner la base, à la limite du « se-

cond break-down »; on ne constatera pas à première vue de diminution des performances du transistor, mais, au bout d'un certain temps de fonctionnement, inexplicablement, le transistor passera de vie à trépas, sans raison précise. On peut également remplacer R2 par une diode silicium de puissance fixée sur le même radiateur que le transistor HF. On règle alors R3 pour un courant de 200 à 300 mA.

VARIANTES POSSIBLES SUR LE CIRCUIT D'ENTREE

Ces circuits sont cités pour information, **figure 8 et 9**, mais aussi pour ceux qui veulent réduire la bande passante et de ce fait, le TVI. F3YX n'ayant pas encore eu d'ennuis de ce côté, a préféré le circuit autotransfo et fils torsadés, car la stabilité est meilleure et le rendement voisin de 80 %.

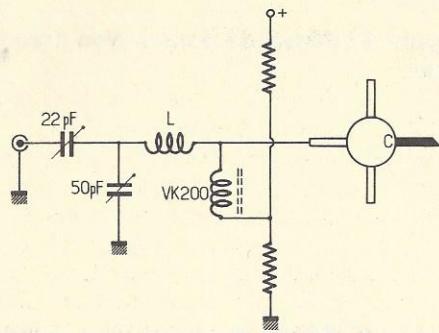


Figure 8 : Circuit d'entrée classique
L : 2 tours diamètre 6 à 8 mm en fil 8/10^e

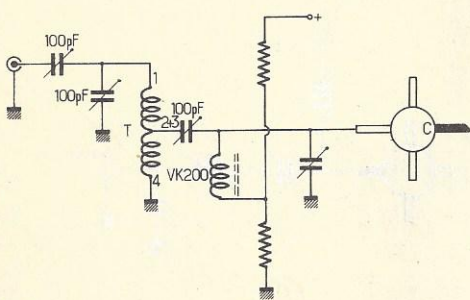


Figure 9 : On obtiendra un circuit d'entrée à plus large bande passante avec le montage autotransfo.

Stabilité des amplificateurs à transistors

Certains transistors sophistiqués (comme la série J zéro de TRW ou la série BM de CTC) ont des gains très importants dus à une adaptation particulière d'impédance interne aux transistors (impédance de sortie 1,5 à 10 Ω pour les J Ø). Ce gain très élevé peut se traduire par des auto-oscillations à fréquence basse (de 0 à 20 ou 30 Mhz). Pour éviter cela, il est nécessaire de placer, entre collecteur et base du transistor, une contre-réaction composée d'une capacité d'isolation d'une résistance et d'une bobine en série, de façon à diminuer le gain du transistor en dessous de 10... 30 Mhz. C'est là le rôle de R8, L4, C10, qui ne seront donc utilisés qu'en cas de nécessité.

Voir aux tableaux 1 et 2 la nomenclature selon le type de transistor utilisé.

TABEAU 1

Transistor	B25-12	B 40-12	BM 70-12	2 N 5590	2 N 5591	B 40-28
Fournisseur	CTC	CTC	CTC	SSS ou MOTOR	SST-MOTOR	CTC
P sortie W	25	40	70	10	25	40
P entrée W	4	8	10	2,4	8	5
U. alim. V	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	28
I max A	3	6	15	1,5	2,5	4,5
R1	A régler en fonction du gain					
R2 (1)	10 (1)	4,7 (1)	2,2 (1)	22	10	4,7
R3 (1)	R3 à régler pour obtenir 0,65 v sur base ou 50 à 100 mA de courant collecteur.					
R4	1	0,47	0	2,2	1	0
R5	1	0,42	0	2,2	1	0
R6	7	0,47	0	8,2	1	0
R7	7	0,47	0	2,2	1	0
R8	—	—	15	—	—	—
C1	100 pF	—	100 pF	100 pF	100 pF	100 pF
C2	100 pF	identique	100 pF	100 pF	100 pF	100 pF
C3	4,7 nF	—	0	4,7 nF	4,7 nF	0
C4	4,7 nF	à	0	4,7 nF	4,7 nF	0
C5	1 nF	—	1 nF	1 nF	1 nF	1 nF
C6	0,047 nF	B 25-12	0,047 uF	0,047 uF	0,047 uF	id ^e à
C7	25 uF	—	25 uF	25 uF	25 uF	2 N 5591
C8	100 pF	—	100 pF	100 pF	100 pF	—
C9	200 pF	—	200 pF	200 pF	200 pF	—
C10	—	—	0,47 uF	—	—	0,47 uF
L1	—	—	2 tours de fil 0,8 à 1 mm Ø 6 mm			
L2	—	—	choc Vk 200 ou 6 tours de fil 0,6 Ø 3 mm			
L3	—	—	voir détail schémas			
L4	—	—	0,15 uH (2)	—	—	10 tours Ø de 2,5 fil 5/10 ^e

NOTES : 1) Voir aussi le circuit de polarisation stabilisé et régulé.

2) Pour le BM 70-12, il faudra rajouter 2 x 100 pF en base et émetteur, et 2 x 120 pF entre collecteur et émetteur (capas « chip » à faible impédance).

Tous ces transistors ont été réellement essayés par l'auteur.

TABEAU 2

Transistor	B 70-28	BLY 91 A	BLY 94	2N 5641	2N 5642	2N 5643
Fournisseur	CTC	RTC	RTC	SSS-MOTOR	SSS-MOTOR	SST-MOTOR
P sortie W	70	8	50	9	25	45
P entrée W	15	0,5	10	0,7	4	7
U alim. V	28	28	28	28	28	28
I max. A	6	0,6	3,3	0,6	1,4	2,6
R1	A régler en fonction du gain					
R2 (1)	2,2	47	4,7	22	10	4,7
R3(1)	A régler pour 0,65 V base ou 50 à 100 mA de courant collecteur.					
R4	0	2,2	0	2,2	1	0
R5	0	2,2	0	2,2	1	0
R6	0	—	0	—	1	0
R7	0	—	0	—	1	0
R8	10	—	—	—	—	—
C1	100 pF	100 pF	100 pF	—	—	100 pF
C2	100 pF	100 pF	100 pF	—	—	100 pF
C3	0	4,7 nF	0	Identique	Identique	0
C4	0	4,7 nF	0	—	—	0
C5	1 nF	—	—	à	à	1 nF
C6	0,047 uF	id ^e à	id ^e à	—	—	—
C7	25 uF	B 70-28	B 70-28	BLY 91 A	2N 5641	Id ^e av B 70-28
C8	100 pF	—	—	—	—	—
C9	200 pF	—	—	—	—	—
C10	0,47 uF	—	—	—	—	—
L1	—	—	—	—	—	—
L2	—	—	—	—	—	—
L3	—	—	—	—	—	—
L4	—	—	—	—	—	—

voir tableau précédent

TABEAU 3

1,5 W B12-12 → BM 70-12 = 70 WHF sous 12 v
 1,5 W 2 N 5590 → 2N5591 = 30 WHF sous 12 V
 0,4 W B12-28 → BM 80-28 = 90 WHF sous 28 V
 0,25 W 2N 5641 → 2N 5643 = 45 WHF sous 28 V

B) LES AMPLIS A PLUSIEURS ETAGES EN CASCADE

AMPLIFICATEUR DE 40 W SOUS 12,5 VOLTS

Cet ampli délivre 45 W HF avec environ 1 watt d'excitation. Son schéma est donné figure 10.

En remplaçant le transistor de sortie par un B70/12, on obtient 70 W HF sous 12 V pour 1 1/2 W d'excitation. L'amplificateur a été réalisé sur une plaquette d'époxy double face figure 11, selon la méthode décrite précédemment. De nombreux montages ont été ainsi réalisés : nous ne les avons pas tous reproduits, car il faudrait un « Radio-plans » entier pour les décrire en détail !

Le schéma est toujours le même. A titre indicatif, nous avons réalisé les montages donnés tableau 3.

C) LES AMPLIS A DEUX TRANSISTORS EN PARALLELE

Il est possible d'augmenter la puissance d'un étage final par la mise en parallèle de deux transistors. La solution, pour être stable, consiste non pas à brancher mécaniquement les transistors en parallèle, mais à procéder à une division par deux de la puissance d'excitation, à amplifier séparément ces deux 1/2 puissances, et à les additionner à la sortie dans un mélangeur.

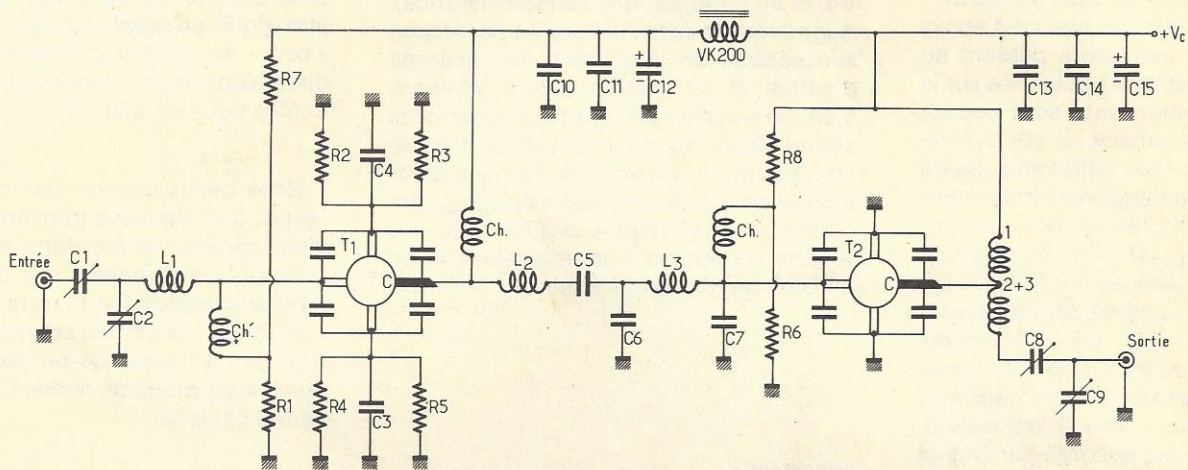


Figure 10 : Ampli de 40 W sous 12,5 Vcc

Nota : sur certains transistors particulièrement au dessus de 10 W, on obtient un plus grand gain et une meilleure stabilité, en ajoutant un petit condensateur céramique multicouches sans fils (LCC ou ATC), les valeurs varient avec la fréquence et la puissance de 12 à 150 pF. (faire des essais et déterminer la valeur à chaque montage).

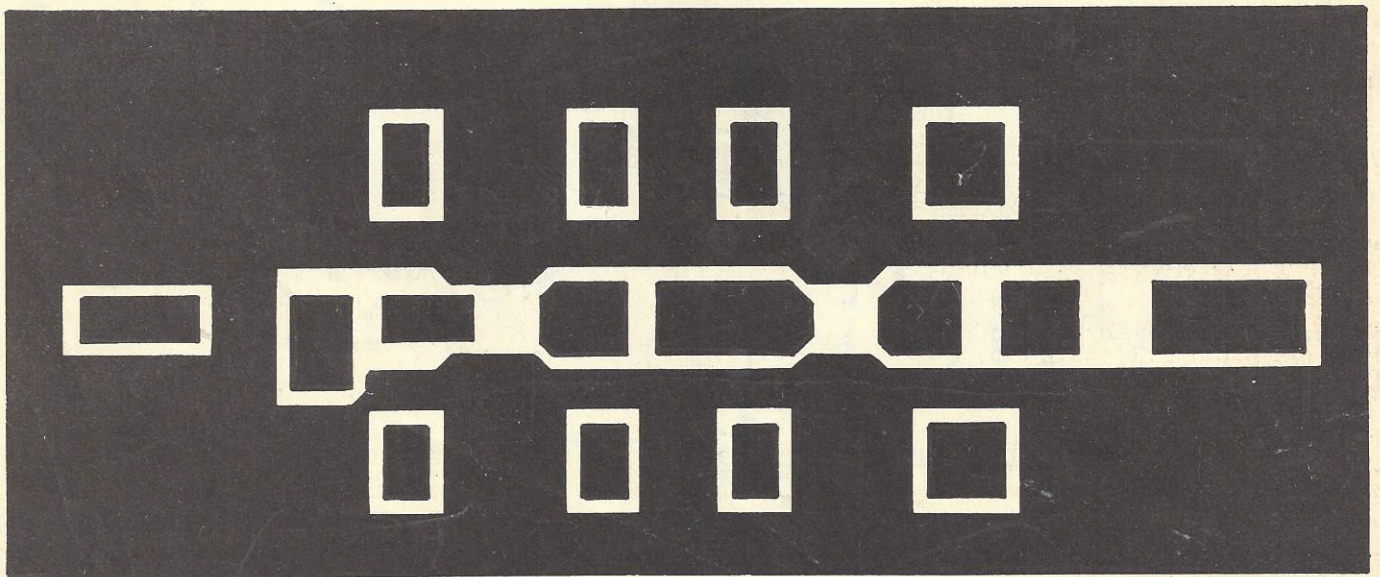


Figure 11

L'adaptation d'impédance devient ici particulièrement importante. Nous signalerons cependant que ce montage est moins bien protégé contre les accidents de charge que le montage simple à 1 transistor, ou le « push-pull ».

D) LES AMPLIS EN PUSH-PULL

Deux montages ont été essayés, le schéma général est donné **figure 12**. Le premier avec deux 2N5643 qui ont donné 100 W HF sous 28 V. Le second avec deux CTC B 70/28 dont nous avons « tiré » 150 W HF. Ce montage est réalisé de la même façon que les précédents, à savoir un radiateur plat d'un côté, monté avec 0,5 ou 1 mm d'entretoises sur une plaque d'époxy double face. Les transistors passent au travers du circuit et sont boulonnés sur le radiateur. Les composants sont soudés côté cuivre, en se servant de petits morceaux d'époxy une face, collés en guise de cosses relais. Le montage est simple et se passe de commentaires. Notons pour information que le signal est d'abord adapté en impédance et déphasé par T1, puis symétrisé par T2, et accordé par l'ensemble des ajustables C2 - C3 - C4 - C6. Ensuite après amplification, on retrouve le symétriseur T3 et le déphaseur T4 où viendront s'ajouter les signaux des 2 transistors. L'ensemble sortie est accordé par C16 et adapté à l'impédance de sortie par C17. Pour fonctionner en linéaire, on a polarisé les bases par une tension de 0,65 V. Ce montage est une adaptation d'un montage publié par TRW.

REGLAGES :

On réglera d'abord l'émetteur pour avoir le maximum de HF sur 50 ou 75 Ω (charge fictive). Ensuite, sans y retoucher, on le raccordera à l'ampli linéaire. Faire alors les accords d'entrée de ce dernier pour obtenir le maxi de courant collecteur (procéder à 1/2 tension collecteur et veiller à ne jamais dépasser le courant maxi. autorisé par le constructeur : 2,5 A pour un 2N5643). Si le courant dépasse 5A pour 2 X 2N5643, il y a lieu de diminuer l'excitation. On procédera ensuite (toujours à 1/2 tensions) au réglage du circuit de sortie (charger sur une résistance de 50 ou 75 Ω avec un wattmètre en série ou un ROS mètre, et en parallèle, une sonde détectrice). Augmenter ensuite l'excitation par étapes successives en corrigeant les accords d'entrée et de sortie, jusqu'à atteindre 5,5A. Ce n'est que lorsque tous les accords seront réglés au maximum de sortie que l'on pourra augmenter la tension d'alimentation et la porter à 28 V (toujours par étapes et en affinant à chaque fois). On veillera également à la ventilation et au refroidissement du transistor.

Important :

Ne pas monter au-dessus de 2,5 A aussi longtemps que les circuits d'entrée et de sortie ne sont pas accordés car, si par dé-

faut d'accord le montage était dissymétrique, il se pourrait qu'un des transistors soit obligé d'« encaisser » tout le courant, et il ne pourrait supporter plus de 3 A. Le potentiomètre P se régle de façon à mesurer 0,65 V sur la base en l'absence d'excitation. J'ai personnellement remplacé le 2 N3055 et son circuit par une résistance de 330 Ω 3 W sans constater de différence audible de modulation. Néanmoins, sur de la HF modulée par une dent de scie contrôlée à l'oscillo, la différence est très visible !

Nous rappelons à ceux qui auraient tendance à l'oublier, qu'il ne faut jamais perdre de vue que la puissance HF AM que peut délivrer un transistor, doit toujours être réglée au quart de ce que le transistor « sort » en FM, sous peine d'importantes distorsions et de « moustaches » très gênantes pour les autres.

Nous osons espérer que ces quelques lignes, que d'aucuns trouveront peut-être insuffisantes, permettront néanmoins à ceux qui ne disposent pas d'une importante documentation pour le moins ardue à déchiffrer, et parfois contradictoire d'un fabricant à l'autre, de procéder sans risques, à un montage sérieux, et fonctionnant à coup sûr.

Nous terminerons par deux descriptions : un ampli de 40 W sous 12,5 V, et un de plus de 100 W, équipé avec 2 x BM 70/12, qui sont en fait des améliorations de ceux que nous venons de décrire.

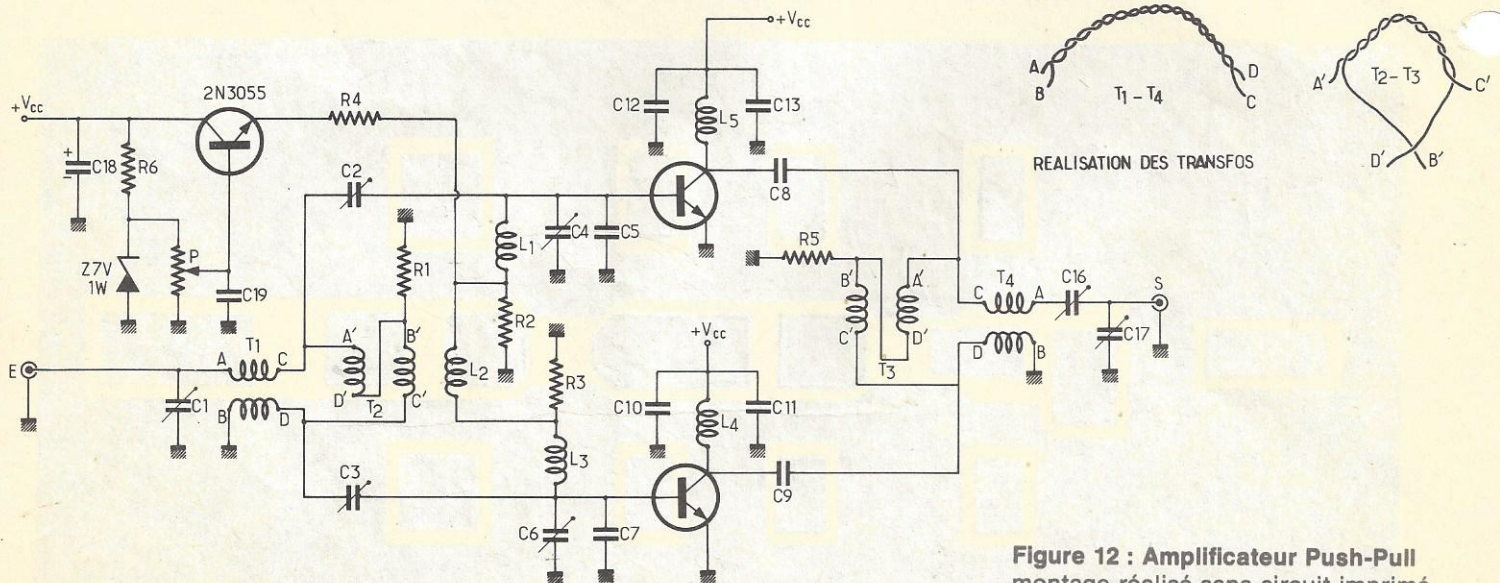


Figure 12 : Amplificateur Push-Pull montage réalisé sans circuit imprimé.

AMPLI 40 W SOUS 12,5 V

Le schéma est visible figure 13.

On obtiendra une amélioration de la puissance de sortie, du gain et de la réjection des harmoniques sur le montage BM 70/12 (ou du nouveau transistor BM 80/12) en ajoutant deux capacités « chip » de 68 pF sur le circuit d'entrée, et deux autres de 47 pF plus un court-circuit en bande de cuivre de 5 x 20 mm (2/10 d'épaisseur) sur le circuit de sortie.

De plus, le transfo de sortie sera bobiné en fil de 12 à 15/10° au lieu de 10/10°. Il est également possible de remplacer le transfo de sortie en fil torsadé par 12 cm de câble coaxial 25 Ω (∅/8).

AMPLI 100 W AVEC 2 BM 70 /12

Après de nombreux essais supplémentaires sur ce montage (décrit au paragraphe C), il est apparu que l'on pouvait encore gagner en stabilité, mais aussi en puissance de sortie. Par ailleurs l'adaptation en impédance sur l'entrée a été améliorée. Cet ampli voir figure 14 peut délivrer 160 W HF avec 15-16 V alimentation (15A en 16 V, CW-FM) et 120 W HF sous 12,5 V. L'ampli doit être refroidi par soufflerie en FM. En BLU, on peut se contenter d'un radiateur assez important (200 x 120 x 37 par exemple). Le gain en puissance est de 9 en 12 V et de 10 à 10,5 en 15/16 V. Prévoir des fils d'alimentation de section suffisante (3 mm²) et éventuelle-

ment une protection par un fusible de 15/16 ampères.

La polarisation faite suivant le système circuit intégré 5 V + résistances et diode, peut également être réalisée avec un ou deux Biystors. Le courant de repos se règle entre 0,5 et 0,8 A par transistor, et ceci séparément pour chacun des 2 BM 70/12. Le courant total, transistor + polarisation sera de 2 à 2,5 A. Le circuit imprimé figure 15, a été coupé au ras de la ligne 50 Ω d'entrée, suivant le nouveau schéma de façon à isoler les deux bases l'une de l'autre en HF et à pouvoir régler séparément les courants de repos. De mêmes les lignes d'entrée et de sortie au lieu d'être en large bande ont été rendues accordables et centrées sur 145 Mhz. Les photos représentent ce dernier modèle, car il présente l'avantage d'être utilisé en

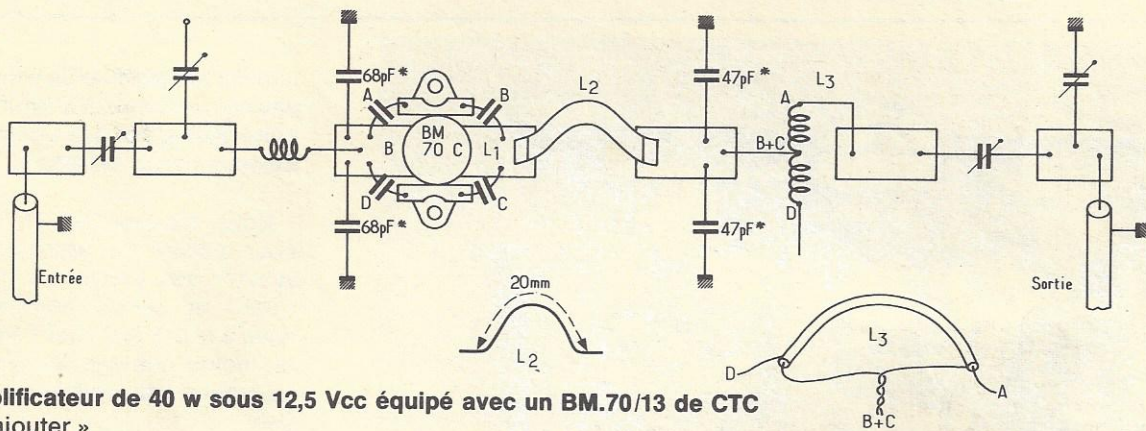


Figure 13 : Amplificateur de 40 w sous 12,5 Vcc équipé avec un BM.70/13 de CTC

* « capacités à ajouter »

- capas sur BM70-12 : A et D 100 pF

B et C 120 pF

L2 : bande de cuivre de 5 x 20 x 0,2 mm

L3 : 7,5 cm de fil 12 à 15/10° torsadé ou 12 cm λ/8 de câble coaxial 25 Ω (moins d'échauffement en FM ou CW).

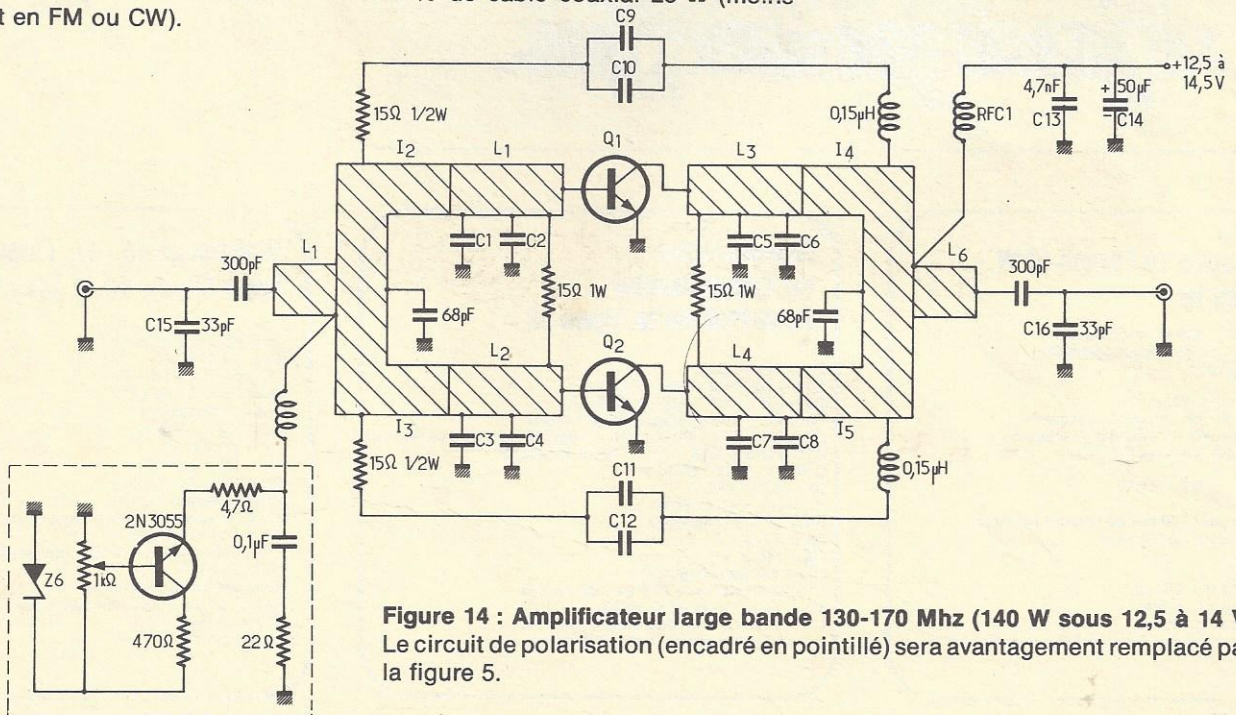


Figure 14 : Amplificateur large bande 130-170 Mhz (140 W sous 12,5 à 14 V)

Le circuit de polarisation (encadré en pointillé) sera avantagement remplacé par celui de la figure 5.

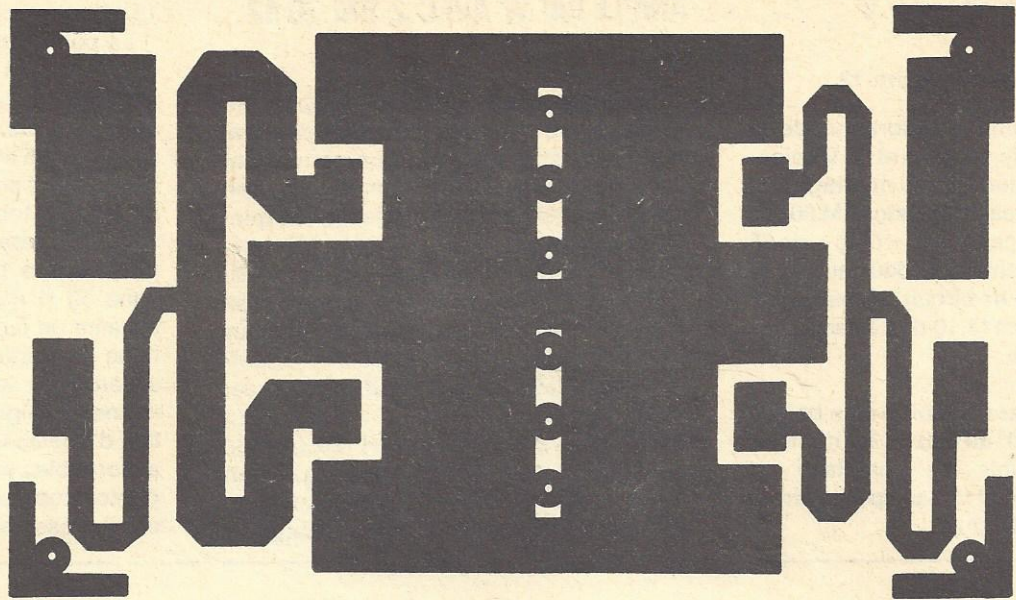
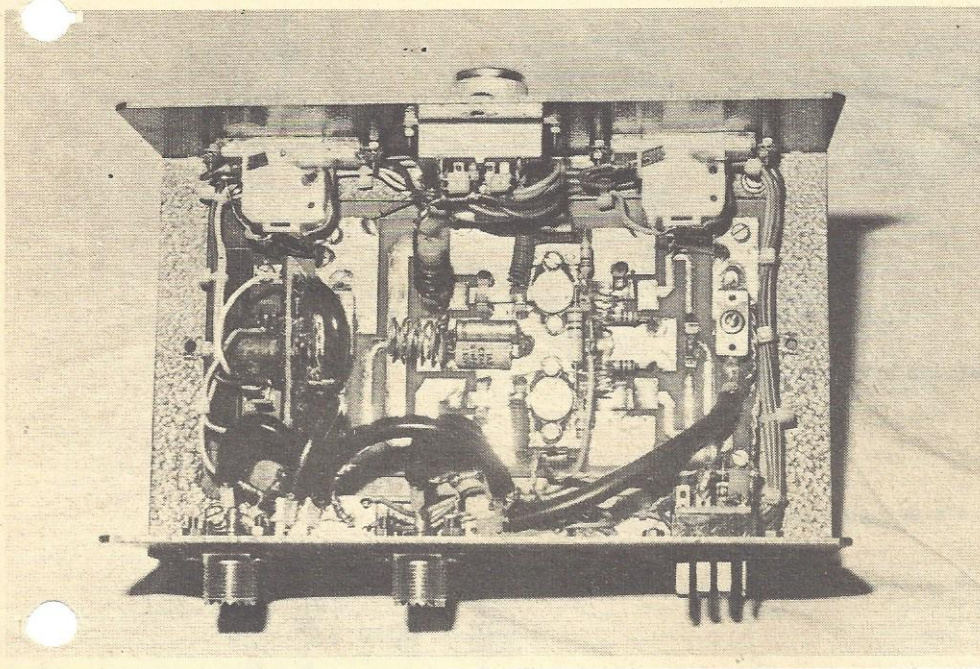


Figure 15 :



mobile, sur batterie de voiture 12 v, d'être peu encombrant, et d'avoir une puissance honorable grâce à des composants qui se trouvent assez facilement.

Nous terminerons en signalant que, pour réaliser ces essais, nous avons dû acheter des transistors, nous en avons « tué » un certain nombre, et que cela nous a coûté fort cher ! Nous souhaitons au moins que ces incidents profitent à ceux qui entreprendront un de ces montages.

Partie technique F 3YX
Réalisation F1UO
Photographies F1BMJ

Nomenclature de l'ampli 40 W de la figure 10

C8 = C1 = C2 = 100 pF mica (Arco)
C3 = C4 = 4,7 nF céramique plaquette
C5 = C6 = 200 pF
C7 = 82 pF
C9 = 200 pF mica (Arco)
C13 = C10 = 4,7 nF céramique plaquette
C11 = C14 μ 0,047 μ F polyester « chapeau »
C12 = C15 = 20 μ F chimique
R1 = 22 Ω
R5 = R4 = R3 = R2 = 2,2 Ω
R6 = 4,7 Ω
R7 = à régler pour 100 mA de courant de repos
R8 = à régler pour 0,65 V_{base}
T1 = B12/12
T2 = B40/12
L1 = 2 tr 10/10 Φ 6 à 8 mm
L2 = imprimée 10 x 6 mm
L3 = imprimée 20 x 6 mm
L4 = 2 fils torsadés de 7,5 cm de long Φ du fil 7/10°

Nomenclature de l'amplificateur Push-Pull de la figure 12

C1 = 70 pF ajust.
C16 = C2 = C3 = 200 pF ajust
C4 = C6 = C17 = 100 pF ajust
C5 = C7 = 100 pF plaquette céramique
C8 = C9 = C10 = C12 = C14 = 1 000 pF plaquette céramique
C11 = C13 = C15 = C19 = 10 nF polyester
C18 = 47 à 100 μ F/30 V
R1 = 4,7 Ω 2 W
R2 = R3 = 10 Ω 1/4 W
R4 = 33 Ω 5 W bobinée
R5 = 3,3 Ω 1 W
R6 = 180 Ω 3 W
P = 1 K Ω bobiné ajustable
T1 = T2 = 9 cm de fil 7/10 torsadé émaillé
T3 = T4 = 7,5 cm de fil 12/10
L2 = L1 = L3 = VK 200 avec 2 tours 1/2
L4 = L5 = 8 tours fils 7/10 sur Φ 7 mm

Nomenclature de l'amplificateur large bande de la figure 14

C1 = C3 = 2 x 68 pF
C4 = 2 x 200 pF
C5 = C7 = 2 x 100 pF
C6 = C8 = 2 x 68 pF
Ces condensateurs
C1 = C3 = 2 x 68 pF
C4 = 2 x 200 pF
C5 = C7 = 2 x 100 pF
C6 = C8 = 2 x 68 pF
Ces condensateurs
(C1 à C8) sont des « chip » sans fils de LCC
C9 = C11 = 1 500 pF
C10 = C12 = C14 = 1 μ F 35 V chimique
L1, L2, L3, L4
sont des lignes imprimées
L1, L2, L3, L4 : court-circuits en bande de cuivre de 20 x 5 mm
ep. 2 à 3/10