

AMPLIFICATEUR 2300 MHZ 25W

Des amplis étant récemment disponibles dans les surplus, la curiosité OM et le faible QSJ m'ont poussé à m'en procurer un dans l'espoir de pouvoir en faire quelque chose.

Après avoir fait "l'état des lieux" dans la bande d'origine (voir fig. 1, fig. 2) je me suis aperçu que tout n'était pas gagné. En effet si la puissance et la linéarité étaient excellentes il fallait quand même gagner une trentaine de dB de gain pour fonctionner à 2300 MHz. Mais qu'allaient dire les transistors à cette fréquence ?

Après de nombreux coups de cutter et de tournevis, pendant une semaine après le pro, l'ampli 2300 était né ! On peut certainement faire mieux ! Mais tel qu'il est, les modifications sont relativement faciles à faire et reproductibles. Tous les amplis que j'ai eu l'occasion de voir (environ une dizaine) sortaient au moins 20 W après " charcutage".

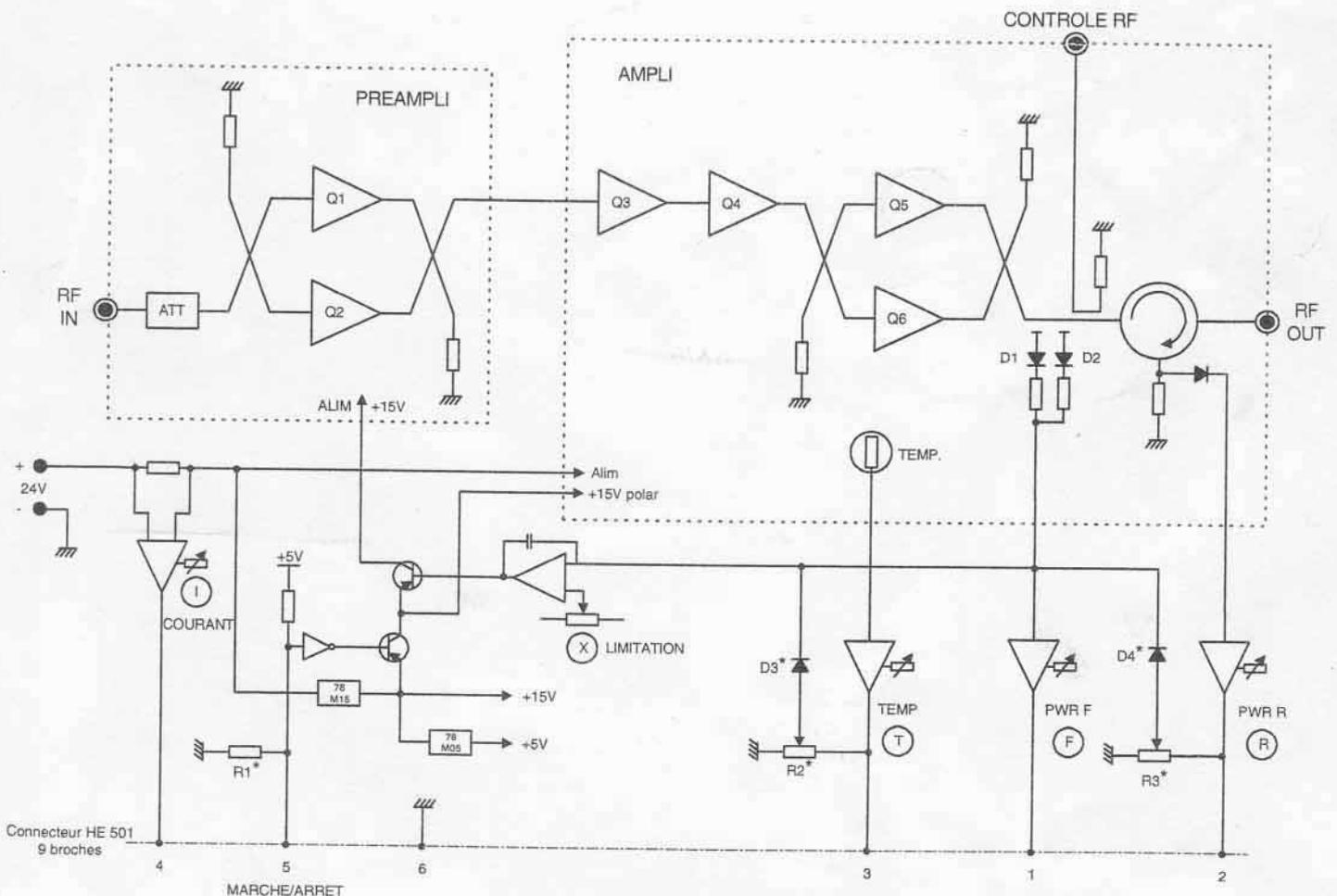
Le temps nécessaire aux modifications et aux réglages est d'environ 4 heures.

Les modifications décrites dans ce document sont celles qui doivent être appliquées sur des amplificateurs dont le circuit imprimé correspond exactement aux photos.

En fonction du type d'amplificateur, les modifications peuvent s'avérer différentes, mais le principe s'applique toujours.

1 - DESCRIPTION GENERALE

Synoptique



* Voir ANNEXE 4

L'ampli semble être idéal pour un fonctionnement déporté avec ou sans télésurveillance.

De nombreuses informations et commandes sont disponibles par l'intermédiaire du connecteur 9 broches HE 501.

- Télécommande marche/arrêt
- Contrôle de courant consommé total.
- " de la température du radiateur.
- " de la puissance réfléchie.
- " de la puissance incidente.

Il comporte une sécurité par limitation de la puissance de sortie.

Il peut aussi, avec ajout d'une diode (D3) et d'un potentiomètre (R2), avoir une réduction de puissance automatique en fonction de la température du radiateur à partir d'un seuil (par ex 50°C) et avec une modification plus importante comporter une sécurité ROS (en cours d'étude).

Le gain est élevé ($\geq 30\text{dB}$) ce qui peut être utile pour compenser une grande longueur de câble coaxial à l'entrée .

Il est préférable de conserver l'étage préampli qui, en plus de permettre toutes les sécurités citées ci-dessus, a une tendance à être saturé avant l'étage final; ce qui peut le protéger si on a une source 2300 MHz un peu nerveuse.

L'ampli est prévu pour fonctionner avec une tension d'alimentation de 24 V. Au delà il y a un risque de destruction des transistors

2 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.

Ampli + Préampli avant modifications.

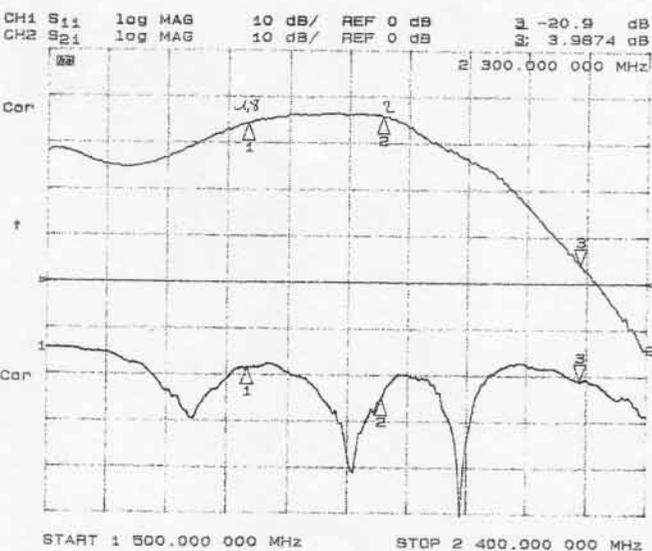


Fig 1 : Bande passante et adaptation de 1500 à 2400 MHz.

Gain à 2300 MHz: +4 dB

" à 2350 MHz: - 4 dB

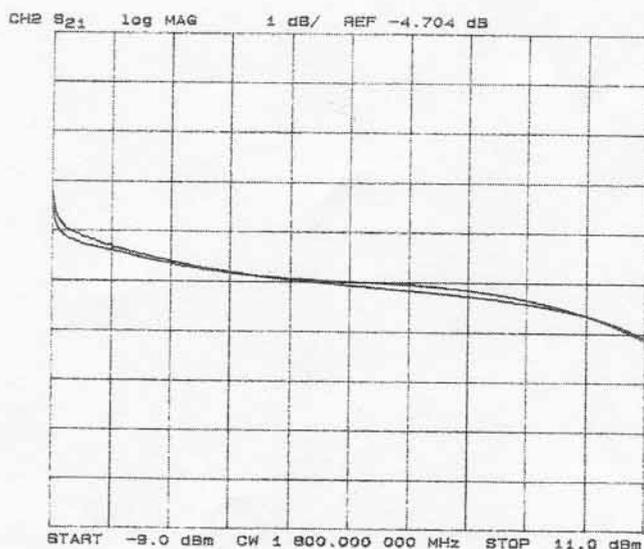


Fig 2 : Linéarité à 1800 et 1900 MHz.

Puissance : 25 W à 1 dB de compression

Rendement au dB de compression : 30 %

Ampli + Préampli après modifications.

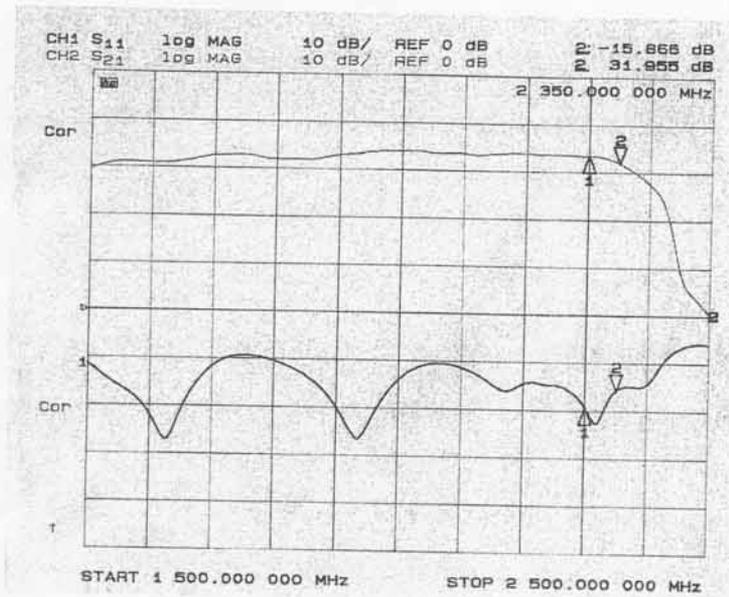


Fig 3 : Bande passante et adaptation de 1500 à 2500 MHz.

Gain à 2300 MHz: + 33 dB
 " à 2350 MHz: + 32 dB

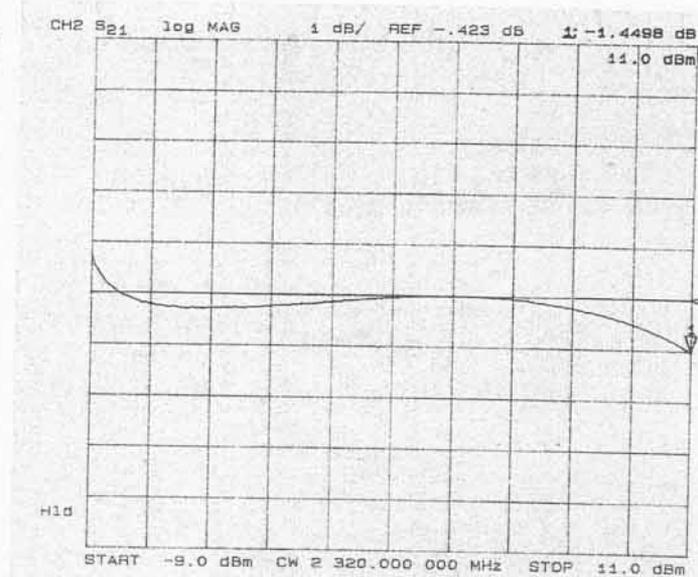


Fig 4 : Linéarité à 2320 MHz.

Puissance : 25 W à 1 dB de compression

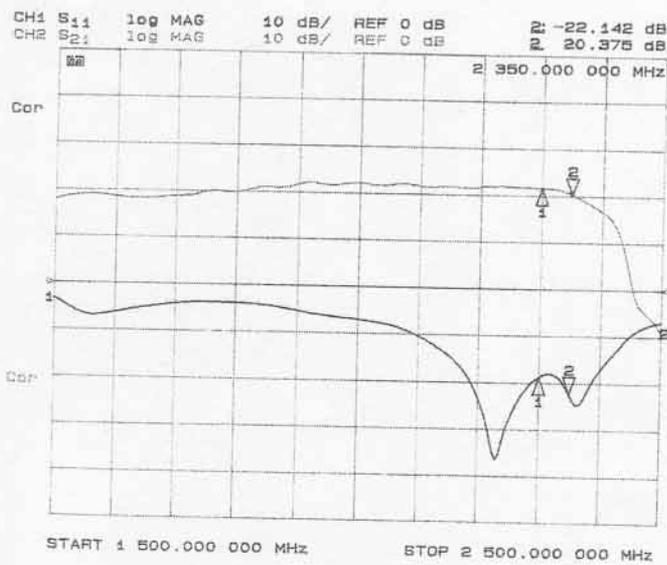


Fig 5 : Bande passante et adaptation de l'étage ampli seul.

Gain à 2300 MHz: + 22 dB
 " à 2350 MHz: + 20 dB

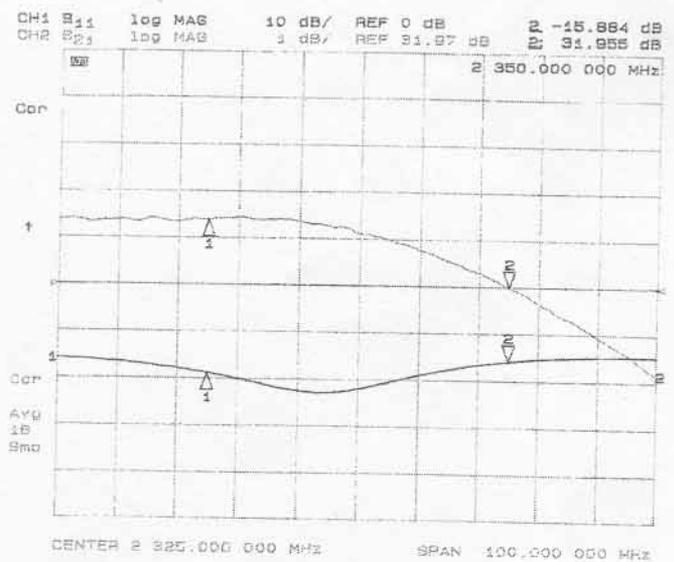


Fig 6 : Bande passante et adaptation de l'étage ampli seul.

Détail de la Fig 3 entre 2300 et 2350 MHz

Tableau 1 : Consommation, Puissance de sortie, Détection RF à 2350 MHz

Puissance de sortie (W)	Consommation (A)	RF détectée broche 1 (V)
25	5,4	3,00 *
20	4,8	2,70
15	4,2	2,36
10	3,5	2,00
5	2,6	1,43
2,5	2,0	1,04
0	0,86	0,13

* Valeur réglée avec Pot (F)

Tableau 2 : Puissance de sortie en fonction de la fréquence (sans circulateur, ampli réglé à 2350 MHz, limitation de puissance réglée à 25 W).

Fréquence (MHz)	Puissance de sortie (W)	Consommation (A)
2300	24	5,6
2320	25	5,6
2330	25	5,4
2350	25	5,2
2375	23,5	4,9
2400	16 *	4,1
2410	14 *	3,9

* Puissance limitée par le module préampli.

Tension d'alimentation générale : 24 V Max.

Courants de repos : Préampli : 80 à 90 mA . Classe A (alimentation 15 V max).
 1er Driver : 100 mA . Classe AB
 2ème Driver : 100 mA . Classe AB
 PA : 2 x 250 mA . Classe AB

Rendement au dB de compression : Environ 20 %.

Info de température (broche 3) : Réglage éventuel par pot (T) : 20° C = + 1 V et + 0,05 V / ° C

Info detection de puissance HF (broche 1) : Réglage par pot (F) ajuster pour environ 3 V à la puissance nominale

Info detection de puissance réfléchi (broche 2) : Réglage par pot (R) ne fonctionne correctement qu'avec un bon circulateur ou avec modifications.

Info courant consommé total (broche 4) : Réglage par pot (I) tension de sortie max 2,5 à 3V (ex: 2,5 V pour 5 A consommés).

Préampli seul après modifications.

Alimentation : + 15 V 80 mA environ.

Gain entre 2300 et 2375 MHz : 11 dB typ.

Puissance de sortie : environ 200 mW au dB de compression.

Puissance d'entrée max : 50 mW.

3 - MODIFICATIONS

Outils nécessaires :

- 2 Fers à souder de petite puissance (30 à 40 W) dont un sera de préférence thermostaté pour dessouder et ressouder les composants CMS.
exemple : Weller électronique réglé à une température de 350°C ou Weller "Magnastat" avec panne n°7.
- 1 Cutter petit modèle ou scalpel utilisé en modélisme ou tout autre ustensile(fraise de dentiste par exemple!.)
- 1 Loupe sera bien utile pour vérifier les découpes et les soudures.
- 1 précelle.
- Soudure à l'étain 5 à 7/10.
- Tresse à dessouder recommandée.

Procédure de modifications :

Dessoudage des CMS :

Dans certains cas les composants CMS devront être dessoudés pour être ressoulés à un autre emplacement. L'opération de dessoudage nécessite obligatoirement 2 fers à souder ou un outil approprié.

- Chauffer simultanément les 2 côtés du composant et lorsque la soudure est bien fondue le récupérer. Ne pas forcer sur le composant afin de ne pas abîmer la métallisation sinon il sera inutilisable.
- Retirer les bavures de soudure qui auraient pu se produire afin de minimiser les risques de court-circuit.

Ressoudage :

Lorsque le composant doit être soudé à un autre emplacement, il faut au préalable gratter le vernis au cutter (ou scalpel) pour créer de nouvelles plages d'accueil et étamer celles-ci.

Coupe des plages de cuivre :

Le but est d'effectuer des découpes d'environ 5/10 à 8/10 de mm de large suivant les plans afin de diminuer la surface de cuivre au niveau des bases et des collecteurs des transistors.

Effectuer toutes les découpes même si celles ci peuvent paraître superflues car il se peut que l'on ait besoin de rajouter certaines petites plages de cuivre au moment du réglage (voir chapitre réglages).

Opérer avec l'outil de votre choix en faisant une découpe la plus franche possible afin d'éviter un trop grand nombre de copeaux (risques de court-circuit). Une bonne habitude à prendre est de retirer le copeau dès que celui-ci est formé.

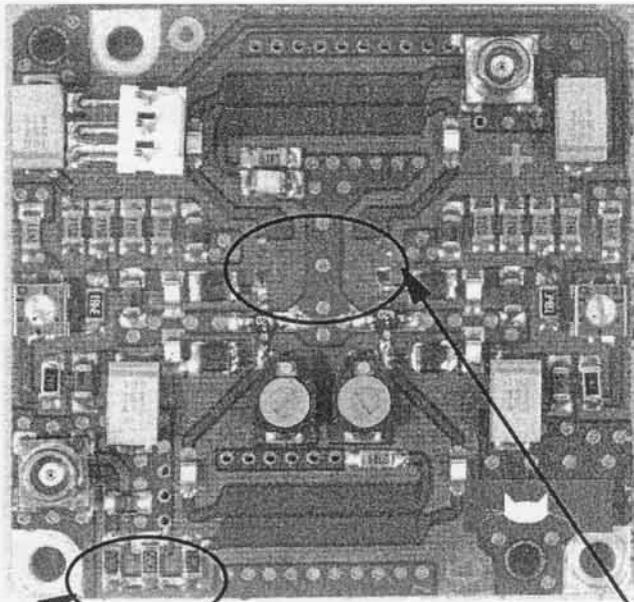
Attention à ne pas atteindre l'autre face du circuit imprimé car l'épaisseur du substrat n'est que de 5/10.

Après avoir fait toutes les découpes vérifier :

- à la loupe que tous les bords sont découpés bien nettement et sans bavures.
- à l'ohmmètre qu'il n'y a pas de court-circuit entre la masse et les lignes de base et de collecteur des transistors. Vérifier également que les plages de cuivres découpées sont bien isolées.

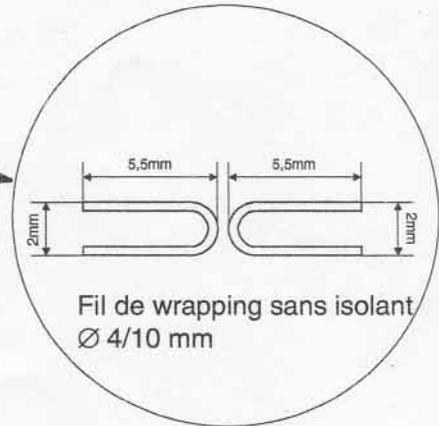
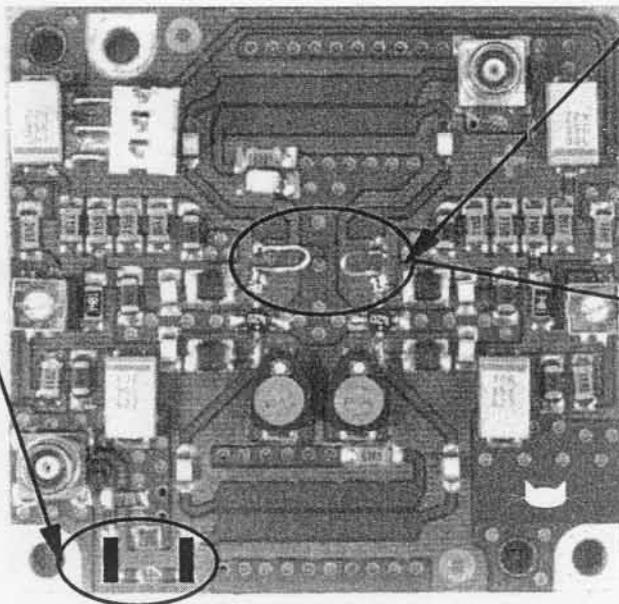
Détails des modifications

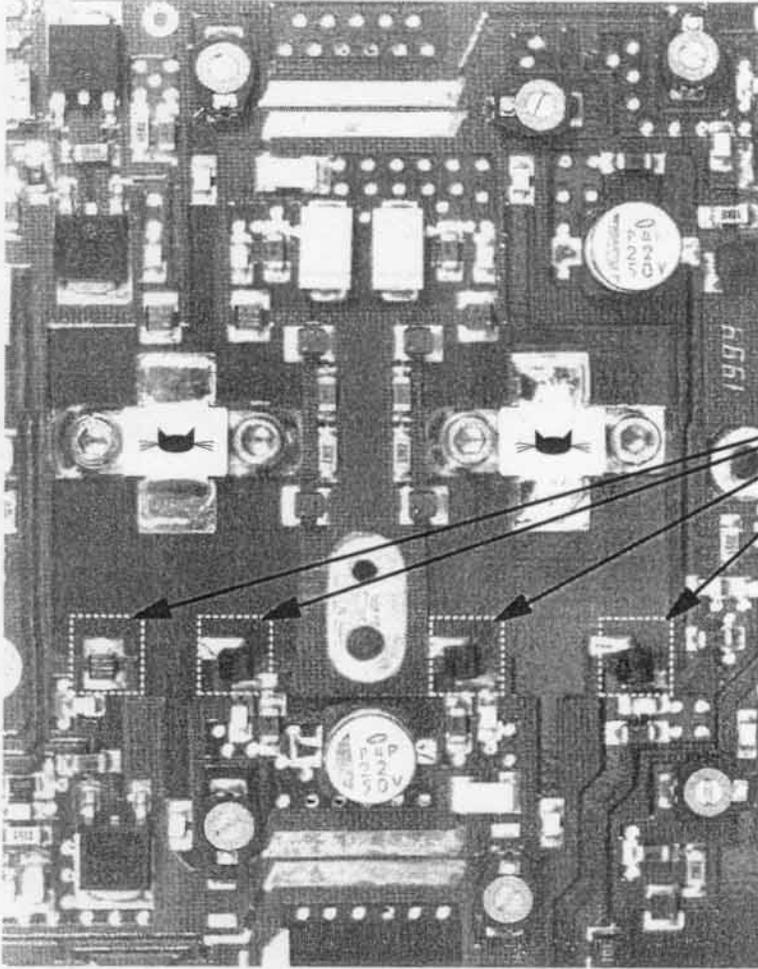
Voir photos.



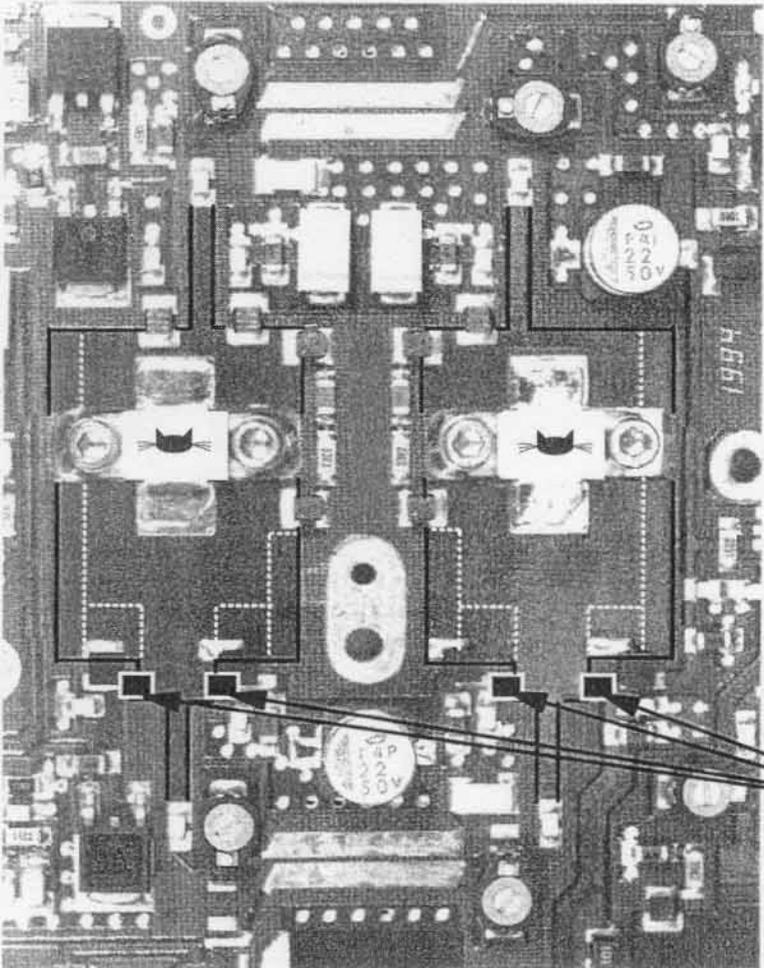
1 - Dessouder les 3 résistances CMS
2 - Souder des clinquants largeur 0,7 mm

1 - Dessouder les 2 selfs CMS
2 - Souder à la place 2 selfs (voir détail)



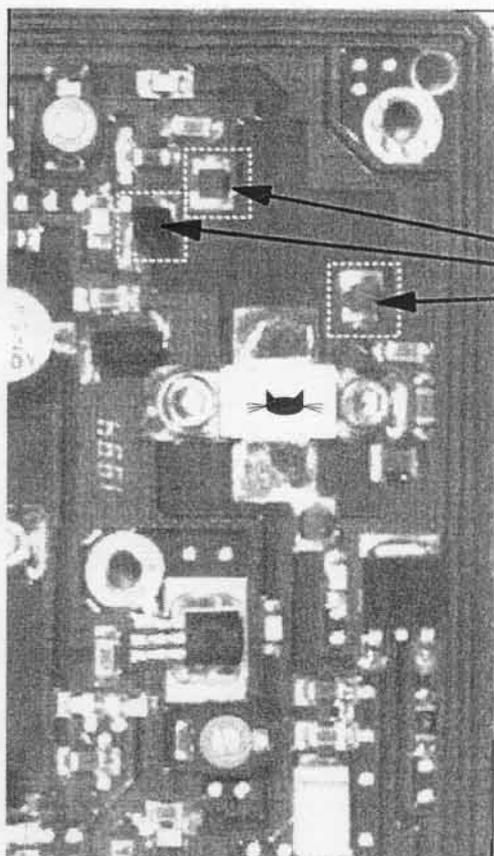


1 - Dessouder les selfs



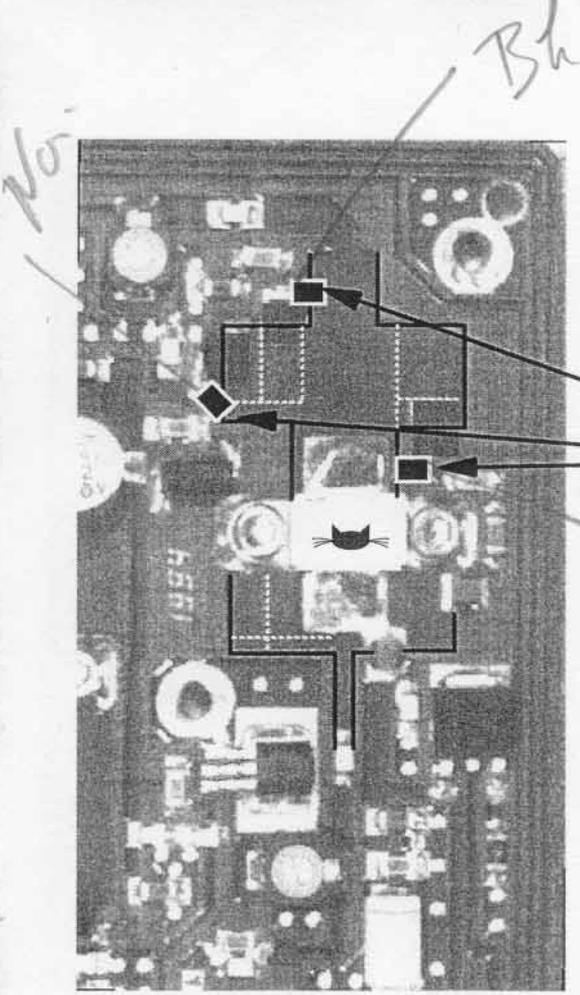
2 - Découper les plages de cuivre suivant les pointillés

3 - Ressouder les selfs



1 - Dessouder les selfs

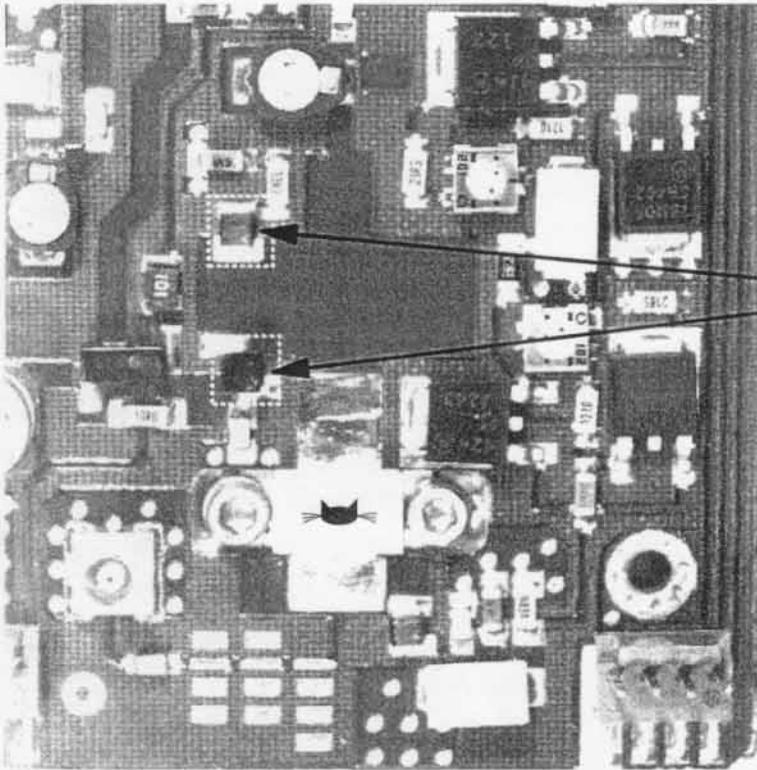
2 - Découper les plages de cuivre suivant les pointillés



3 - Ressouder les selfs

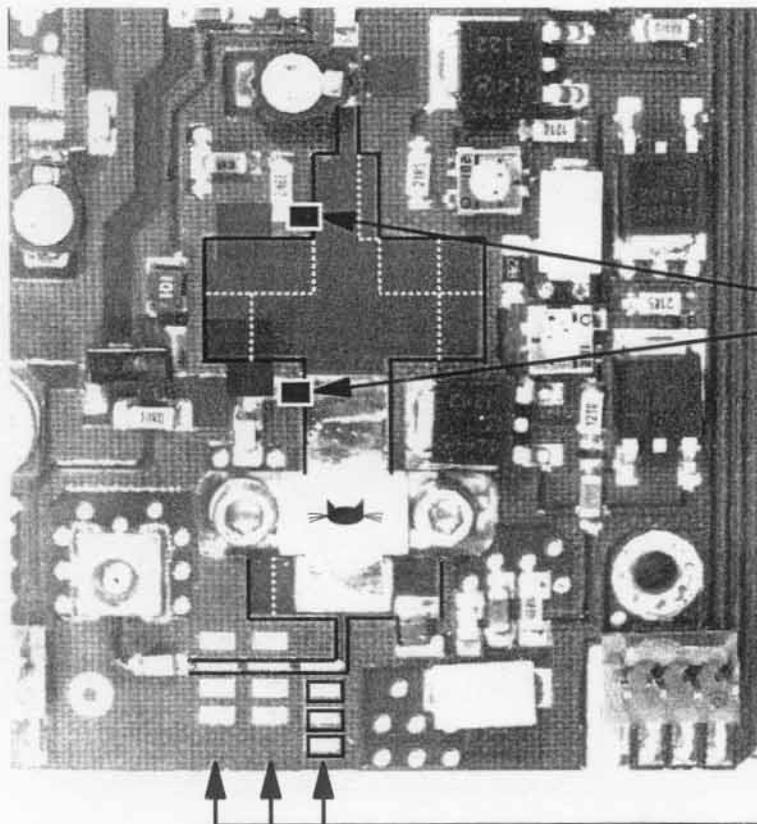
Ruyze

MODIFICATIONS 1er DRIVER



1 - Dessouder les selfs

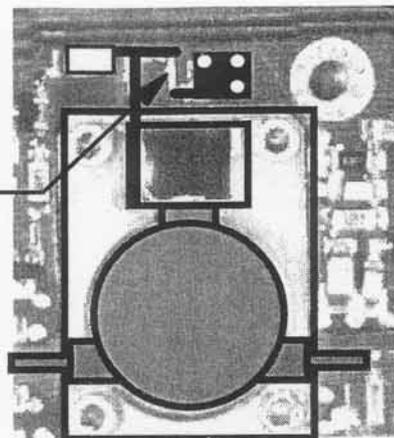
2 - Découper les plages de cuivre suivant les pointillés



3 - Ressouder les selfs

Pour mémoire : plages de cuivre à connecter à la ligne de base lors des réglages.

- 1 - Dessouder la self
- 2 - Souder un fil de wrapping de 4/10 à la place.

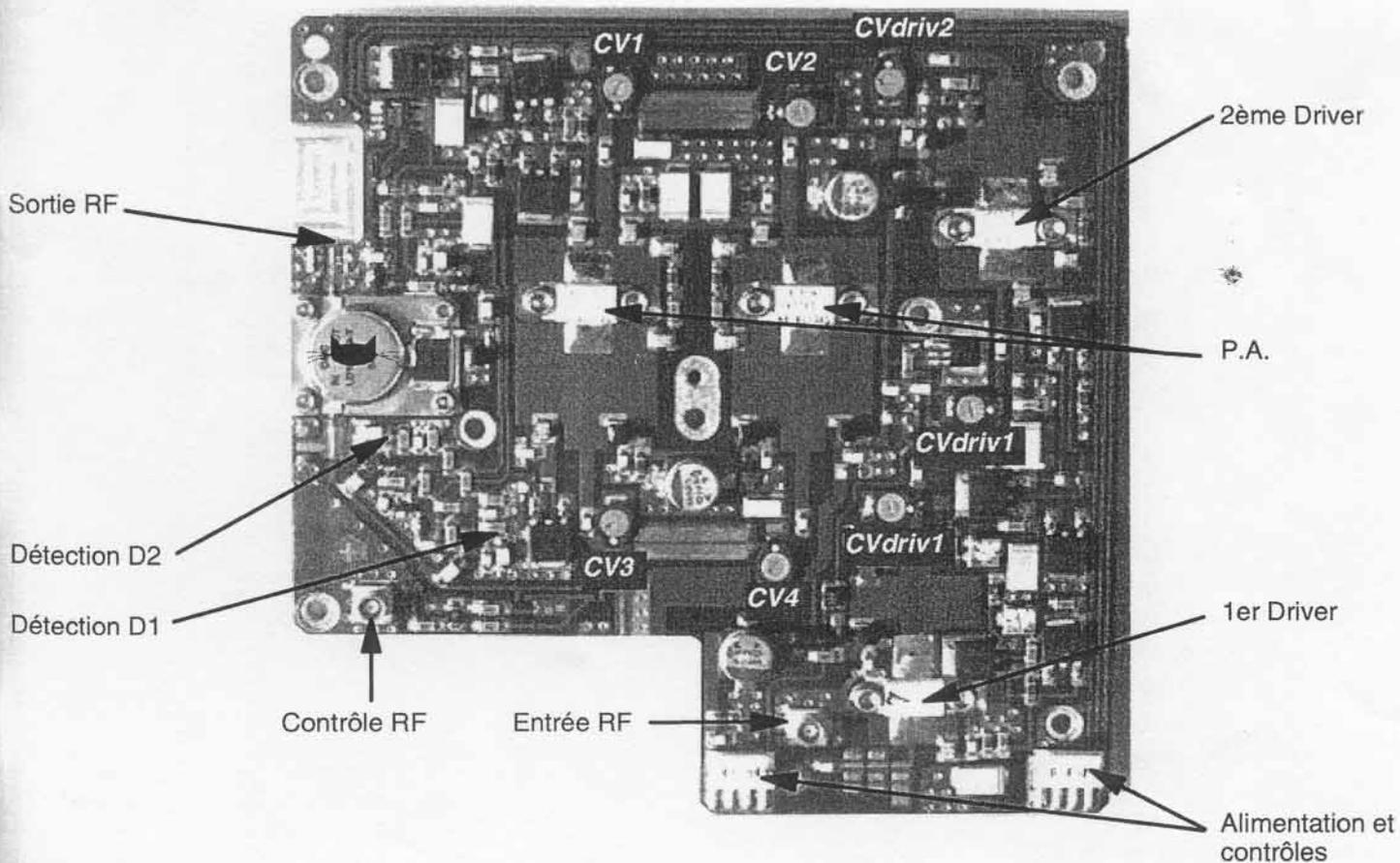


4 - REGLAGES

Matériel nécessaire :

- 1 Alimentation 24V régulée en tension avec limitation de courant ajustable de 0 à 6A et avec ampèremètre de contrôle.
- 1 Générateur H.F. de 2000 à 2400 MHz délivrant un niveau ajustable entre 1 et 50 mW ou à défaut une source de fréquence fixe délivrant la même puissance (voir annexe 1).
- 1 charge 50 Ω de puissance $\geq 25W$ CW ; ROS $\leq 1,2$.
- 1 Wattmètre (ex : BIRD 43 + bouchon 25W).
- Tournevis de réglage isolant (ex : Spectrol).

Emplacement des réglages :



L'exposition aux rayonnements électromagnétiques n'est pas sans danger et bien que le rayonnement de l'ampli ne soit pas comparable avec celui d'une antenne, il faut quand même éviter de s'exposer inutilement. Éviter de s'approcher trop près des lignes lorsque l'ampli fonctionne et dès que les réglages sont terminés mettre les blindages.

Réglages:

Ils sont effectués avec le module préampli en service. Ce qui, du fait de sa puissance de sortie relativement faible, permet d'éviter de casser les transistors du P.A.

- Vérifier qu'il n'y a aucun copeau de cuivre sur le circuit imprimé suite aux modifications. Brosser au pinceau et aspirer éventuellement.
- Brancher le wattmètre et la charge 50 Ω en sortie de l'ampli.
- Mettre la limitation de tension de l'alimentation à 24 V.
- Mettre la limitation de courant de l'alimentation au minimum.
- Brancher l'ampli sur l'alim.

→ Libérer la limitation de courant tout en surveillant l'ampèremètre. La consommation doit être environ de 800 à 900 mA. Si elle dépasse 1A voire 1,2A alors que la limitation est encore en service c'est qu'il y a un problème. Il faut rechercher la panne avant de continuer.

A titre indicatif les courants de repos sont les suivants :

Préampli :	80 à 90 mA.
1er driver :	100 mA.
2ème driver :	100mA.
P.A. :	2 x 250 mA.

Ne pas modifier les réglages de polar car ils sont optimisés pour une bonne linéarité (voir Fig 2 et Fig 4).

- Brancher le générateur à l'entrée, atténuateur au max. Fréquence 2320 à 2350 MHz.

→ Régler la limitation de courant de l'alimentation à environ 1,5A.

- Augmenter le niveau de sortie du générateur de façon à ce que le courant consommé augmente légèrement (900 mA à 1A).

- Ajuster les 2 Condensateurs Variables ainsi que les 2 lignes du préampli pour une consommation maximale. On ajuste les lignes en les écartants plus ou moins du circuit imprimé.

- Ajuster les autre C.V.(CVdriver1 et CVdriver2) pour une consommation maximale tout en diminuant le niveau d'entrée pour que l'alimentation reste en dessous du seuil de limitation.

A ce moment là, les circuits sont à peu près accordés et vous devez commencer à voir l'aiguille du wattmètre dévier vers 1 à 2 Watts.

→ Régler la limitation de courant de l'alimentation à 2,5 A. Augmenter le niveau d'entrée pour avoir un courant consommé d'environ 2,3 à 2,5 A.

- Ajuster d'abord les capas du P.A. CV3 et CV4, CV1 et CV2 pour un maximum de puissance sur le wattmètre puis ajuster les capas du 2ème et du 1er driver.

La puissance lue doit être aux alentours de 4 à 5 Watts pour un courant de 2,5A.

Un trop grand écart laisse supposer un problème dans la sortie qu'il faudra résoudre avant de continuer (voir annexes 2 et 3).

A ce stade il faut peaufiner les réglages pour obtenir le maximum de gain.

Travailler en premier lieu sur le P.A.

- Rechercher le maximum de puissance en reconnectant éventuellement une plage de cuivre aux lignes de base et de collecteur des 2 transistors du P.A. et en retouchant à chaque fois CV3 et CV4, CV1 et CV2.

- Faire la même chose sur le 2ème et le 1er driver.

Des plages de cuivre sont déjà prévues à l'origine sur la ligne de base du 1er driver. Essayer différentes combinaisons.

→ Pousser la limitation de courant de l'alimentation à 5A.

- Augmenter progressivement la puissance d'entrée et reprendre à chaque fois les réglages pour avoir un maximum de puissance en sortie. Retoucher très peu à chaque fois les CV du PA dès que la puissance dépasse 12 à 15 W.

- Débrider la limitation de puissance de l'ampli avec le potentiomètre " X " sur la carte contrôle et sécurité
- Augmenter encore la puissance d'entrée sans dépasser 50 mW tout en surveillant la consommation et la puissance de sortie (voir tableau). S'arrêter à 25 W ou 5,5A de courant consommé.
- Peaufiner une dernière fois tous les réglages y compris ceux du préampli (selfs et capas).

NE PAS DEPASSER 25W OU 5,5 A DE CONSOMMATION.

- Réajuster la limitation de puissance avec le pot. " X " à la valeur souhaitée (ex: 20W).

Les réglages sont terminés.

ANNEXE 1

Si on ne dispose pas de générateur avec un niveau de puissance de sortie variable on peut utiliser l'étage préampli qui sera alimenté par une alimentation ajustable entre 0 et 15 V.

Le niveau en sortie du préampli variera d'au moins 10 dB en fonction de la tension.

Ne jamais dépasser 50 mW à l'entrée du préampli.

ANNEXE 2

Si l'écart est trop grand, le problème vient de la sortie (Trop de pertes R.F.).

On Suppose évidemment que le wattmètre, la charge et les câbles de liaison sont corrects.

Le problème le plus souvent rencontré provient du circulateur. En effet malgré les modifications il ne passe pas très bien le 2300 MHz car il est prévu à l'origine pour 1800 à 1900 MHz.

L'atténuation à 2300 MHz varie beaucoup d'un circulateur à l'autre. Elle peut être, après modification de la self de compensation, de 0,5 dB au minimum à plus de 3 dB. On a rencontré jusqu'à 10 dB sur un exemplaire.

Un moyen de vérifier le circulateur et de contrôler son adaptation et on dispose d'un moyen simple : Il suffit de mesurer la tension en sortie des deux détecteurs D1, D2 placé à $\lambda / 4$ l'un de l'autre sur la ligne de sortie. Sans R.O.S. les niveaux détectés sont les mêmes ou avec un écart d'environ 20 %. Avec du R.O.S. (circulateur défectueux) le niveau détecté peut varier du simple au double.

Entre un mauvais circulateur, mal adapté, qui isole mal, qui perd beaucoup et une liaison directe le choix et vite fait.

Dans ce cas le démonter et souder le coax de sortie à la place.

ANNEXE 3

Une astuce pour diminuer la perte du circulateur consiste à poser un aimant au-dessus.

Rechercher le sens qui fait augmenter la puissance et ensuite déplacer l'aimant sur le circulateur pour obtenir la puissance maximale. Si l'aimant est trop puissant on peut mettre soit une cale soit le casser avec un marteau. Coller l'aimant à la "Super Glue" en ayant soin de bien repéré la position au préalable.

N'importe-quel aimant convient, aimant d'ancien circulateur, petit aimant de fermeture de porte, aimant de tableau magnétique etc....

Nota :

Lorsque l'on n'utilise pas de circulateur il vaudrait mieux protéger l'ampli contre un ROS infini accidentel.

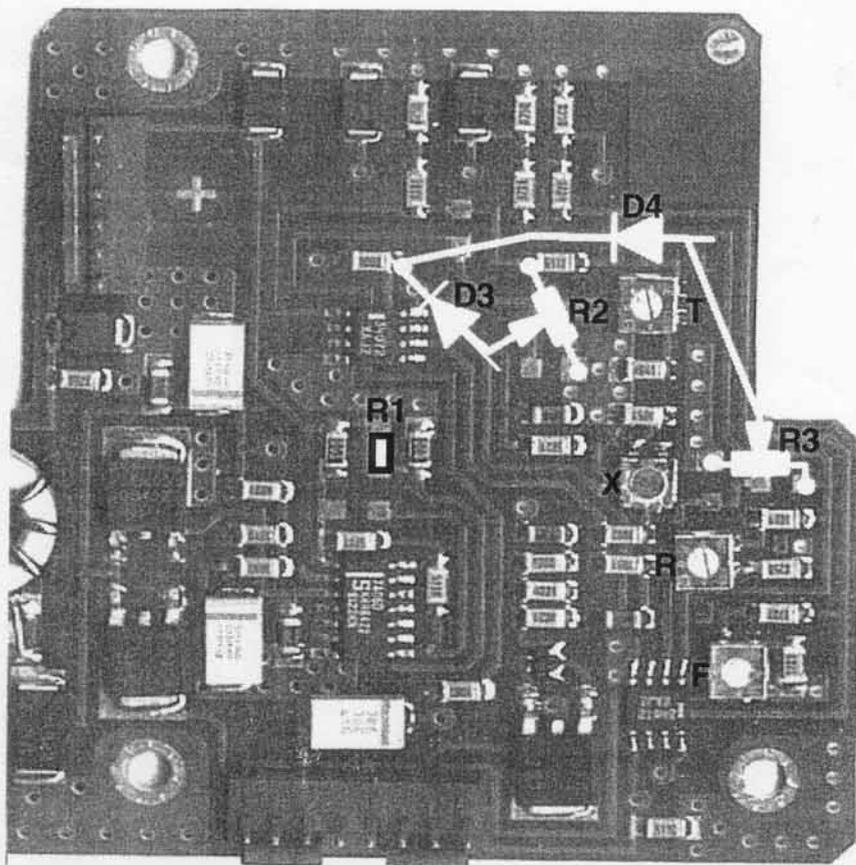
J'ai commencé à travailler sur une telle protection.

Sans circulateur les essais ont été effectués avec un ROS = 2 à toutes phases et à une puissance de 20 W. Il n'y a pas de problèmes de stabilité (accrochages) et pas de dégradation de puissance.

ANNEXE 4

AMELIORATIONS

Les modifications suivantes permettent d'améliorer la fiabilité de l'ampli en y ajoutant des sécurités supplémentaires. Elles se font sur la carte de contrôle et sécurité (voir photo ci-dessous).



Commande MARCHE-ARRET.

La modification permet de mettre l'ampli à l'arrêt si on n'envoie aucune tension de commande sur la broche 2 du connecteur HE 501 (9 broches) ou si celui-ci est débranché.

La mise en marche s'effectue en envoyant une tension positive comprise entre 3 et 5V. Dans le cas d'une tension supérieure à 5V intercaler une résistance en série de valeur adéquate.

Câbler la résistance R1 (330 Ω 1/4 W) à l'emplacement indiqué.

Le temps de réponse est d'environ 5 ms à la mise en marche et d'environ 2 ms à la coupure.

En mode ARRET l'atténuation est d'au moins 80 dB et la consommation est d'environ 70 mA.

Du fait de ces caractéristiques, cette commande peut fort bien être utilisée pour la télégraphie en A1.

IMPORTANT

Pour les modifications suivantes, le réglage de la limitation de puissance doit être déjà effectué (voir chapitre réglage).

Immobiliser la vis de réglage avec du vernis pour éviter toute manœuvre involontaire.

Réduction de Puissance en fonction de la température.

Cette modification permet de réduire la puissance en cas de ventilation insuffisante. Le seuil peut être mis à la valeur souhaitée. 50°C semblant être un bon compromis pour avoir une bonne fiabilité.

Cette modification n'exclue pas l'éventuel thermocontact placé sur le radiateur et coupant l'arrivée de l'alimentation 24 V si on désire une protection totale.

Câbler le potentiomètre R2 : 10 K Ω et la diode D3 : 1N4148.

Régler le potentiomètre R2 pour que le curseur soit à la masse.

Brancher l'ampli en lui faisant sortir la puissance (par ex 20 W) sans ventilation.

Attendre que la température monte à environ 50°C (à vérifier avec l'information de température sur la broche 3 du connecteur HE 501 qui doit être à environ 2,5V).

Ajuster R2 pour faire diminuer la puissance de 2 à 3 W. Laisser fonctionner l'ampli tout en vérifiant que la puissance descend progressivement jusqu'à quelques Watts. La température du radiateur doit rester à peu près constante.

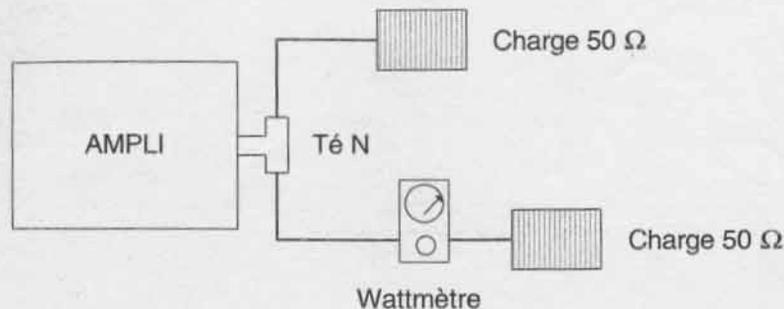
Réduction de Puissance en fonction du R.O.S.

Cette modification permet de réduire la puissance en présence de R.O.S. sur la sortie R.F. à condition de laisser le circulateur en service et que celui-ci soit éventuellement amélioré (voir annexe 3).

Câbler le potentiomètre R3 : 10 K Ω et la diode D4 : 1N4148.

Régler R3 pour que le curseur soit à la masse.

Réaliser le montage suivant pour faire un R.O.S. de 2.



Alimenter l'ampli. La puissance lue sur le wattmètre doit être légèrement inférieure à la moitié de la puissance nominale. Par exemple 8 à 9 W si la puissance est de 20 W sur une charge 50 Ω .

Régler le potentiomètre "R" pour avoir 3V en broche 2 du connecteur HE 501 (lorsque l'ampli est chargé par 50 Ω le niveau est inférieur à 1,5V et dépend de la qualité du circulateur).

Régler le potentiomètre R3 pour faire descendre la valeur lue à 2,25V ce qui correspond à une consommation d'environ 3,3A sous 24V et à une puissance d'environ 4W sur le wattmètre.

Avec un R.O.S. infini la consommation n'est que de 2A.

Après avoir effectué ces réglages on peut avoir une indication du R.O.S. en mesurant la tension sur la broche 2 du HE 501.

- sans Puissance	$U \cong 0,3V.$
- à la puissance nominale, sans R.O.S.	$U \cong 1 \text{ à } 1,25V.$
- avec un R.O.S. de 2	$U \cong 2,25V.$
- avec un R.O.S. infini	$U \cong 2,4V.$

Les essais ont été effectués en vraie grandeur : Démarrage sans charge ou en court circuit sans aucun problème. Le temps de réaction du système est d'environ 5 ms.

Je remercie les OMs qui m'ont procuré le matériel, ont participé aux modifications et m'ont encouragé pour la rédaction de ce document. Particulièrement F6GIL, FA1TJE, F5CD, F6GNJ, F1CHF pour les fraises et mon XYL F1ENP pour le travail d'édition.

73's de F1ENP et F6BRD.