

Un Préamplificateur de course

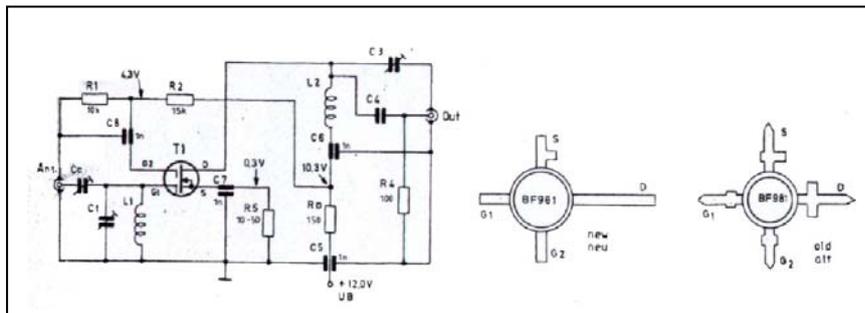
Dans le nord surtout dans la région Lilloise la densité des OM est importante, ce qui en soit est très bien mais apporte quelques désagréments pendant les périodes de concours VHF. Ce désagrément est d'autant plus perceptible quand les stations voisines utilisent des puissances importantes.

En VHF les récepteurs modernes ont bien progressé en ce qui concerne la sensibilité mais seuls les récepteurs décimétrique, compte tenu de l'occupation importante des bandes, ont intégré la résistance à la transmodulation, c'est pourquoi bien souvent, les fervents de concours utilisent lors des concours VHF un récepteur décimétrique associé à un transverter ayant un point d'interception élevé.

Etant possesseur d'un FT736r j'ai cherché à améliorer la sensibilité de celui-ci en y adjoignant un préamplificateur en tête de mat pour compenser les pertes du câble sans pour autant dégrader la résistance de l'ensemble aux signaux forts.

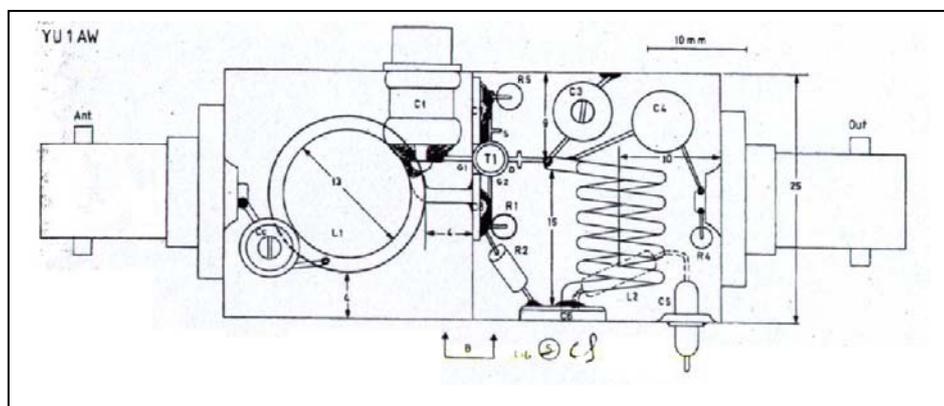
C'est cette étude m'a permis de comparer plusieurs préamplificateurs tous construits sur le même type mais avec des transistors différents. Pour trouver le préamplificateur idéal qui n'apporte que peu de souffle, préamplifie suffisamment et retransmet fidèlement les signaux qu'il reçoit. Le préamplificateur retenu m'a finalement permis d'améliorer le rapport signal + bruit sur bruit de mon récepteur globalement de 3dB tout en gardant ces performances vis à vis des signaux forts.

Le schéma de base est celui développé par YU1AW (description dans VHF communication de 4/87)

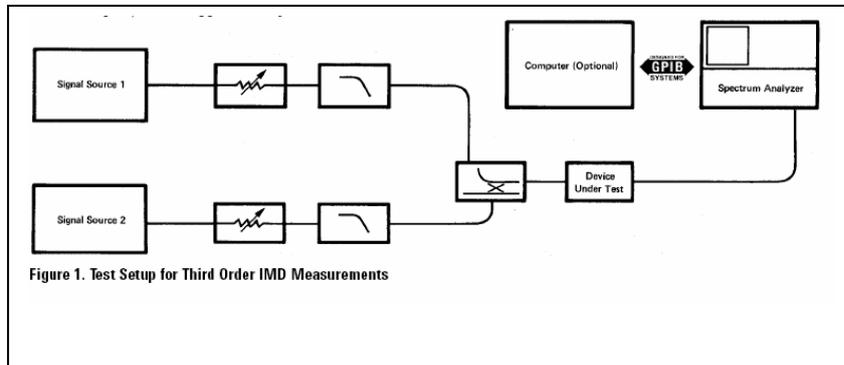


Le circuit utilise un circuit d'entrée à fort coefficient de surtension, un Transistor FET bipolaire BF981 et une sortie accordée.

Ce montage à base d'un FET double porte type BF981 permet d'obtenir facilement entre 18 et 24db de gain sans auto oscillations, avec un facteur de bruit proche de 1db.



Mis à part le gain et le facteur de bruit des préamplificateurs, très appréciables en période calme, ce qui importe le plus dans un milieu perturbé est sa résistance aux signaux forts. Cette faculté à résister aux signaux forts est appelé Point d'Interception de niveau 3, elle se mesure en injectant deux signaux identiques à quelques kilo hertz l'un de l'autre et en observant ce qui se passe à la sortie.



Les signaux injectés ont une valeur équivalente à ceux reçus par l'antenne si une station distante de 3km émet avec une PAR de 65dbm soit à peu près 100W avec 15db de gain antenne. Cela correspond à un signal à l'entrée du Préamplificateur de -20dbm

On mesure ensuite à l'aide d'un analyseur de spectre le niveau de sortie du préamplificateur et l'écart en niveau entre l'une des 2 raies principales F_1 ou F_2 et celles générées par le préamplificateur $2F_2-F_1$ ou $2F_1-F_2$.

Ceci permet de calculer simplement l'IP3 :

Exemple :

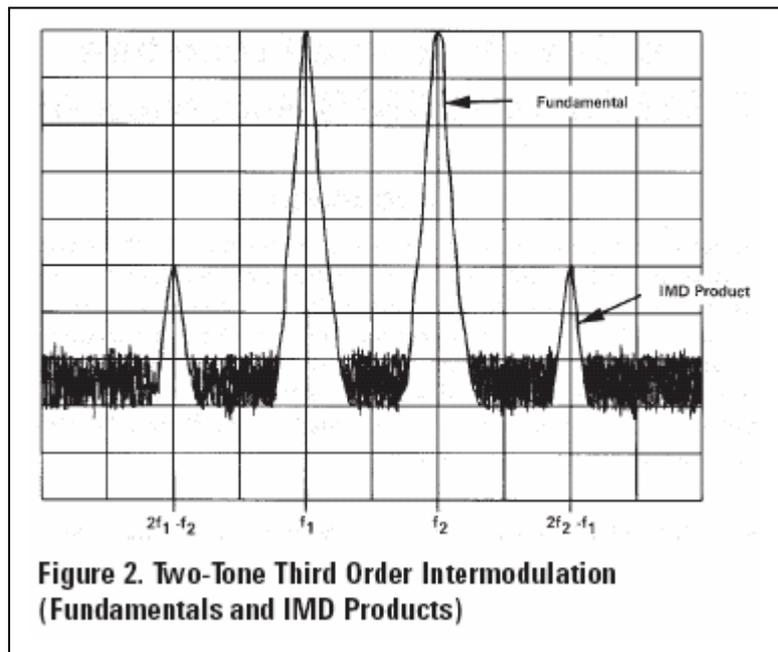
Niveau de sortie : 0dbm

Niveau $2F_2-F_1$: -50dbm

$IP3 = \text{niveau de sortie } F_1 + (1/2 \text{ de l'écart de niveau entre } F_1 \text{ et } 2F_2-F_1 \text{ en valeur absolue})$

$IP3 = 0 + (1/2 \cdot 50) = +25\text{dbm}$

Il va sans dire que plus le résultat de cette valeur sera importante mieux le préamplificateur se comportera en présence de signaux forts.



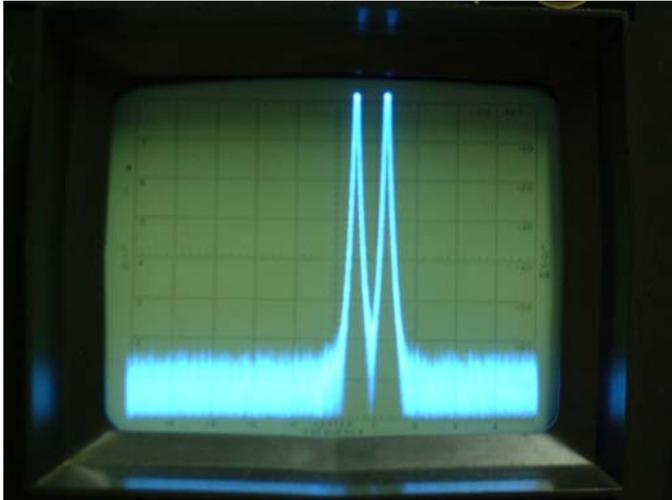
Ce type de mesure est aussi valable pour vérifier ce que vaut une tête de réception et permet de mieux comprendre comment se comporte un récepteur en présence de signaux forts pour ne pas systématiquement incriminer ou mettre en doute la pureté spectrale de la station reçue par méconnaissance de son matériel de réception.

1 Matériel de mesure mis en œuvre :

2 Générateurs R&S avec niveau de sortie variable, 1 coupleur 3db (0/500mhz PSC2/1),
2filtres passe bas 200Mhz en 50Ω, 1 Analyseur de spectre HP141

2 Test de la chaîne de mesure :

L'objectif est de mesurer l'IP3 de la chaîne de mesure sans préamplificateur pour vérifier que celle ci est n'apporte pas d'erreur de mesure



Affichage :

Niveau : 10db/carreau

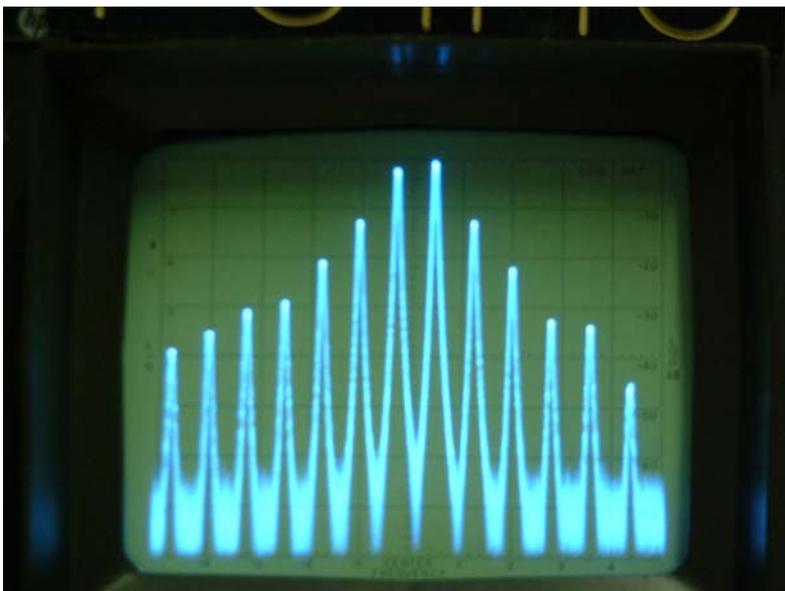
Excursion : 10kcs/ carreau

Le niveau injecté dans l'analyseur de spectre est de 0dbm (+3.5 aux générateurs)

Comme on peut le voir le système ne génère pas de raie parasites.
L'IP3 de l'analyseur est de ($0 + \frac{1}{2}$ de 70db) soit +35dbm ce qui est excellent pour un appareil de cette génération.

3 Mesures du premier préamplificateur avec un BF981

Le montage permet d'obtenir assez facilement un gain de 20db avec un facteur de bruit proche de 1db ce qui est tout à fait honorable pour ce genre de FET, par contre au niveau IP3 le comportement du préamplificateur vis a vis des signaux forts est moyen voir mauvais.



Affichage :

Niveau : 10db/carreau

Excursion : 10kcs/ carreau

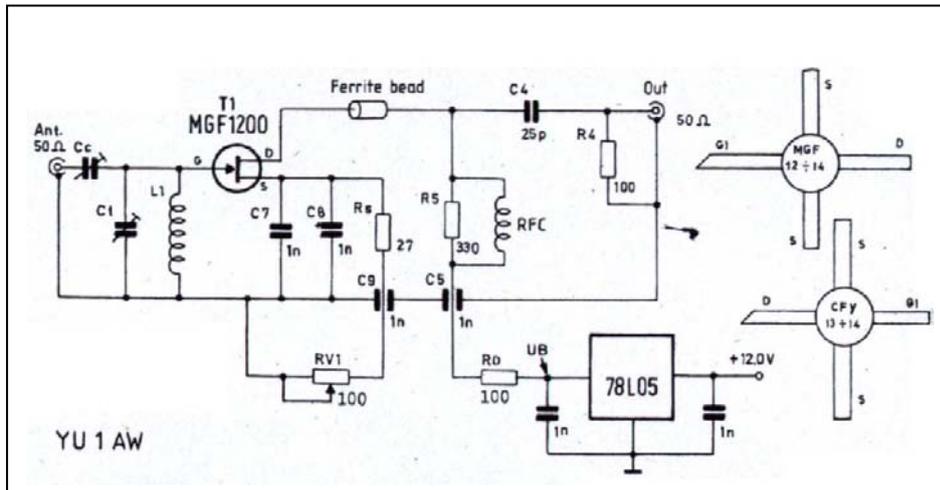
Le niveau de sortie du préamplificateur est de 0dbm pour une injection de -20dbm donc un gain de 20db

L'IP3 du préamplificateur est mesurée à +6dbm .

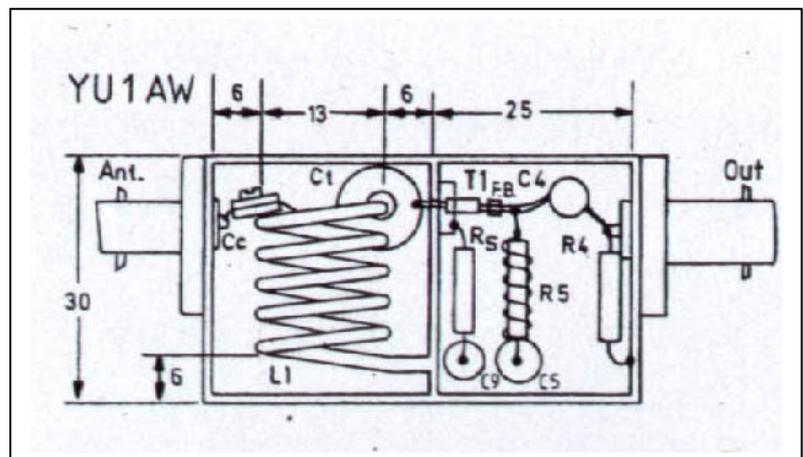
La photo se passe de commentaires et montre ce qui sort du montage si 2 signaux forts se présentent à l'entrée

Ce genre de montage est à éviter en période de concours car il dégrade considérablement le spectre en sortie de préamplificateur si des stations puissantes sont proches.

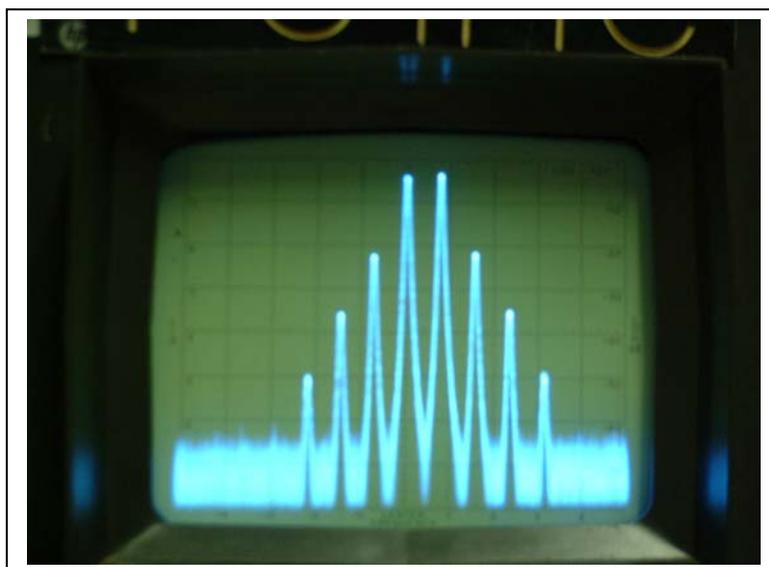
Je me suis attaqué au montage d'un second préamplificateur avec un transistor GAASFET MGF1302. Le montage proposé par YU1AWest pratiquement identique mis à part le circuit de sortie apériodique qui améliore la stabilité de l'ensemble vis à vis des auto oscillations



Ce montage permet également d'obtenir entre 18 et 22db de gain mais le facteur de bruit est inférieur à 0.8db



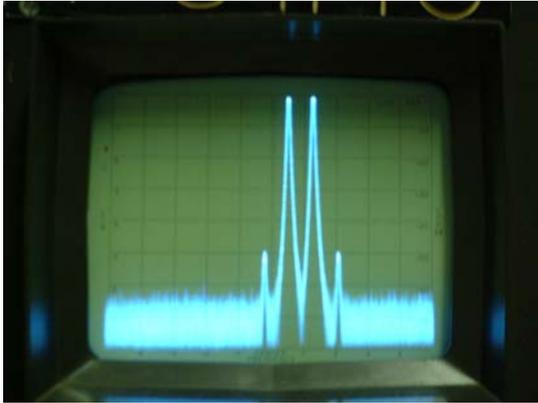
4 Mesure du second préamplificateur avec un MGF1302



Affichage :
Niveau : 10db/carreau
Excursion : 10kcs/carreau

Le niveau des signaux injectés dans le préamplificateur sont ajustés pour avoir en sortie un niveau de 0dbm, le gain du préamplificateur est de 19db
L'IP3 du préamplificateur est mesuré à +9dbm
Comparativement au montage précédent les produits d'intermodulation sont nettement inférieurs

Mon ami FILPV ayant fait l'acquisition d'un préamplificateur avec des performances incroyables je l'ai testé et me suis intéressé au transistor PHMFET ATF154143 utilisé dans le montage. J'ai ensuite consulté le site de YU1AW pour voir si il avait essayé ce genre de produit après quoi j'ai modifié le montage en tenant compte de ses conseils. Le résultat bien que n'atteignant pas celui du préamplificateur acheté par Pascal et très encourageant. Le gain du montage avoisine les 25db sans auto osciller, le facteur de bruit est inférieur à 0.5db et l'IP3 mesuré est de +25dbm.



Préamplificateur artisanal

Affichage :

Niveau : 10db/carreau

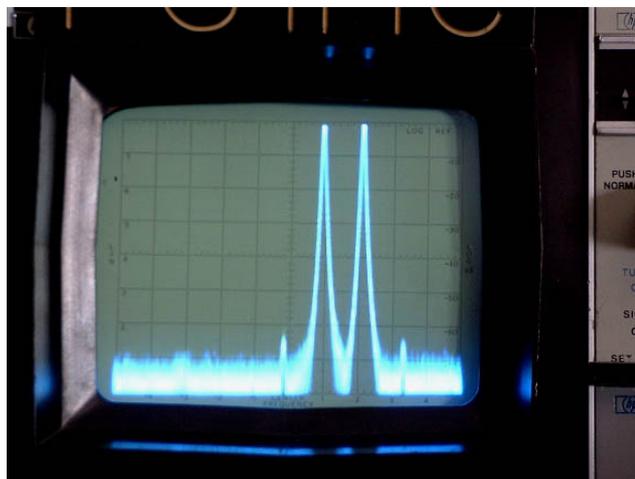
Excursion : 10kcs/carreau

Le préamplificateur ayant un gain de 25db j'ai rajouté en sortie du préamplificateur un atténuateur de 5db pour avoir un signal injecté dans l'analyseur à 0dbm pour le même signal injecté dans l'entrée du préamplificateur. Toutes les mesures comparatives des préamplificateurs ont été réalisées avec un signal à leur entrée de -20dbm

La photo se passe de commentaires et montre bien la progression obtenue avec ce genre de montage.

Le résultat est bon mais des progrès sont encore à faire pour obtenir les caractéristiques du préamplificateur commercial de Pascal qui a un gain de 27db, un facteur de bruit de 0.35db et un IP3 de +32dbm.

La réalisation du préamplificateur nécessite un peu de doigté car pour manipuler ce genre de transistor (SOT 343) faisant 1.15mm/1.9mm et ayant 4 plots de connexion il ne faut pas trembler et posséder une très bonne vue.



Préamplificateur Commercial

Les résultats des mesures sur le préamplificateur artisanal ont été obtenus pour une tension d'alimentation drain de 3V et un courant de 60mA.

L'ensemble est réalisé dans une petite boîte en circuit imprimé. Le circuit imprimé support des composants sert de cloison de séparation entre la self d'entrée et la partie active.

caractéristiques du transistor

- spécifications à 2GHz and 3V, 60 mA :
- facteur de bruit 0,5 dB
- Haute linéarité Point d'interception du 3^oordre IP3 36,2 dBm
- Haut gain 16,6 dB

ATF-54143 Typical Performance Curves

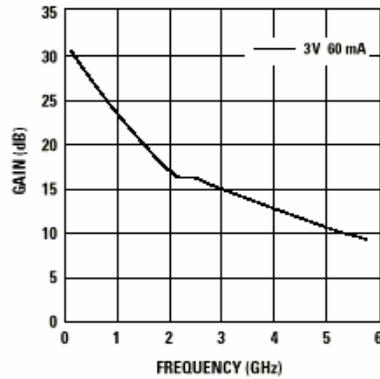


Figure 6. Gain vs. Frequency and Bias Tuned for Max OIP3 and Fmin.

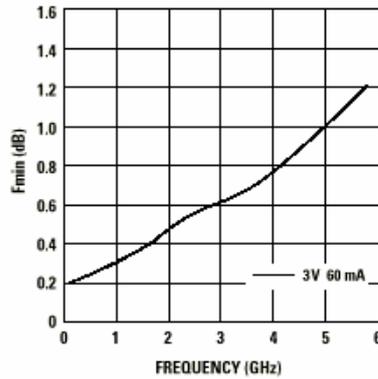


Figure 7. Fmin vs. Frequency and Bias Tuned for Max OIP3 and Fmin.

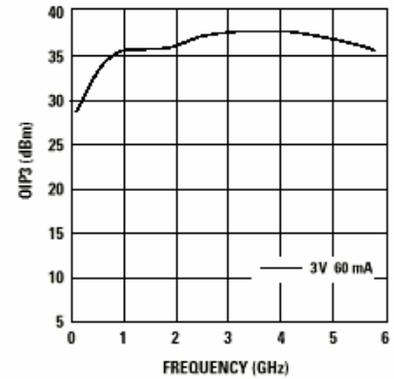
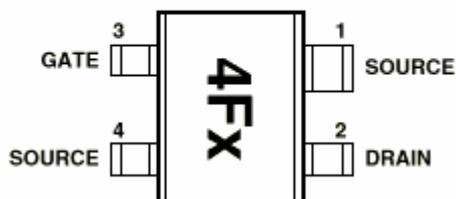


Figure 8. OIP3 vs. Frequency and Bias Tuned for Max OIP3 and Fmin.

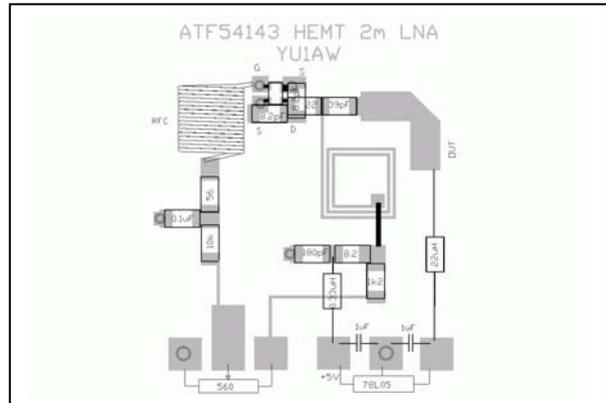
Autres informations :

- ne nécessite pas de tension de polarisation négative !
- Facile à adapter pour un faible facteur de bruit
- Peu coûteux
- Grand gain (>30 dB en VHF), peut être instable en dessous de 2GHz
- Petite taille 1,2 x 2 mm –

Pin Connections and Package Marking

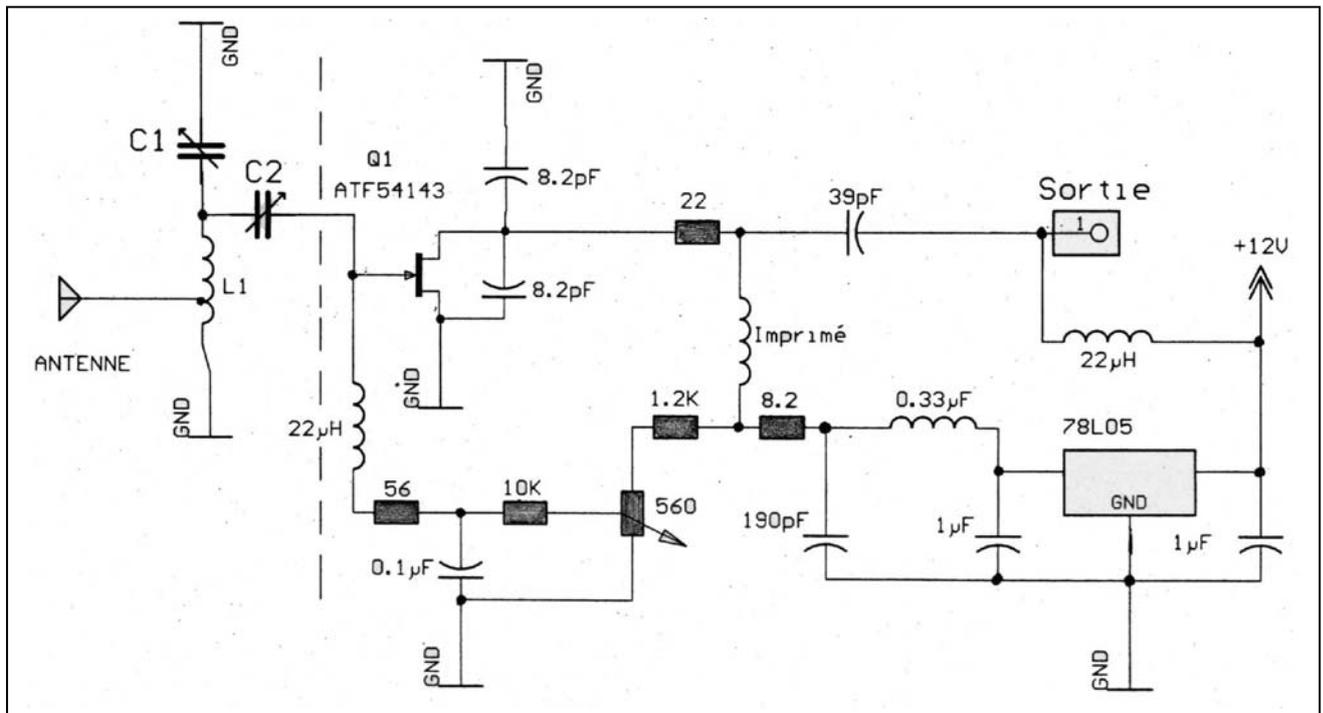


Le préamplificateur est construit dans une petite boîte réalisée en circuit imprimé simple face, elle est divisée en 2 cavités. La première comporte le circuit d'entrée ou une bobine fait office de résonateur a fort coefficient de surtension. La seconde cavité abrite les éléments actifs du préamplificateur, la cloison séparant les cavités servant a supporter les éléments actifs est réalisée en circuit imprimé double face dont l'une des face est imprimée l'autre restant intacte.

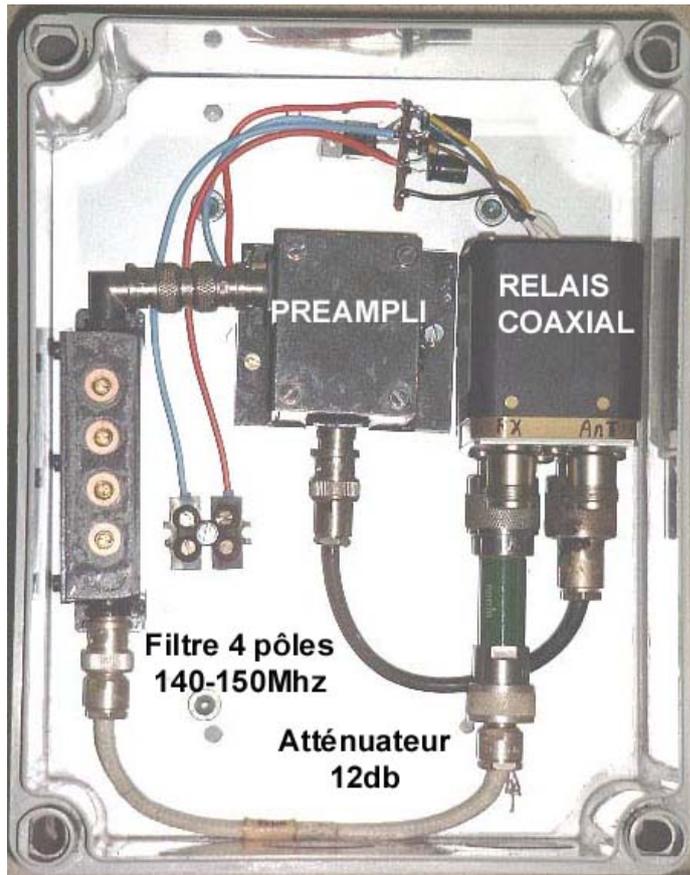


Circuit imprimé de la cloison de séparation

La bobine d'entrée L1 a 6 spires, un diamètre intérieur de 14mm elle est réalisée en fil argenté de 2mm de diamètre la prise entrée se fait à 1.5 spire de la masse. Cette bobine résonne sur 145Mhz avec une capacité variable C1 de 2 à 8pF. La capacité de liaison C2 fait 0.3 à 2pF. Le schéma du circuit d'entrée diffère de celui proposé pour les autres transistors du fait que la gate de l'ATF doit être polarisée pour définir son point de fonctionnement. Compte tenu de l'étroitesse du boîtier et pour faciliter le câblage des composants et du montage de la cloison dans le boîtier celle-ci est maintenue en place par 3 vis dont les écrous sont soudés sur la face cuivrée du circuit imprimé servant de cloison.



A près plusieurs essais j'ai remplacé la self de polarisation de la Gate proposée par YU1AW par une self de 22 μ H mais faites attention à la qualité de celle ci car celle influe fortement sur le facteur de bruit du préamplificateur. La résistance de 22 ohms en série avec le drain du transistor limite légèrement le gain du montage mais calme considérablement son envie à auto osciller. Le point optimum de fonctionnement du transistor pour un IP3 maximum se règle par le potentiomètre de 560 ohms et correspond à un courant de drain se situant entre 60 et 80mA. Pour optimiser le facteur de bruit du préamplificateur il suffit d'agir sur le condensateur variable de liaison entre le circuit l'entrée et la Gate C2 tout en n'oubliant pas de réaccorder le circuit d'entrée par C1. La self de 22 μ H entre la sortie et le régulateur peut être omise si l'alimentation ne se fait pas par le coaxial provenant du récepteur.



Le montage mis en boite est placé en tête de mat il m'apporte un plus en réception. Quand il est enclenché, il me permet de sortir une station du souffle et rendre compréhensible le message.

La région étant fortement pourvue de radios locales j'ai fait suivre le préamplificateur d'un filtre 4 pôles ne laissant passer que la bande souhaitée ce qui évite avec certains appareils de voir apparaître des fantômes dus aux divers mélanges dans la tête HF
Ex : 116Mhz - 28Mhz = 88Mhz

Le préamplificateur est également suivi d'un atténuateur de 12db pour éviter de saturer le récepteur et de retomber dans le piège de l'intermodulation.

Je vous souhaite une bonne réalisation et vous invite à visiter le site de YU1AW ou vous trouverez de nombreuses informations pour réaliser ce genre de préamplificateur.

Jean Pierre F6IHC