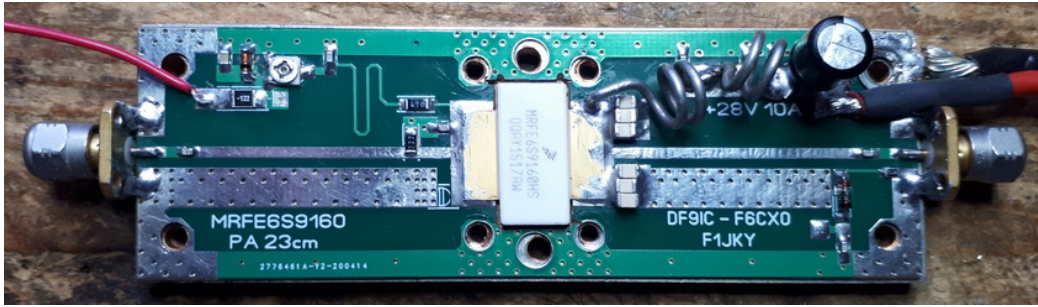


# PA 23cm à MRFE6S9160

By **F1JKY**



## Introduction :

Je vais vous présenter ce « petit » PA 23cm de 100W à MRFE6S9160 que je viens de finir et qui va me servir pour mes sorties radios sur les points hauts et qui viendra, j'espère, améliorer mes bilans de liaisons.

## On y va ... :

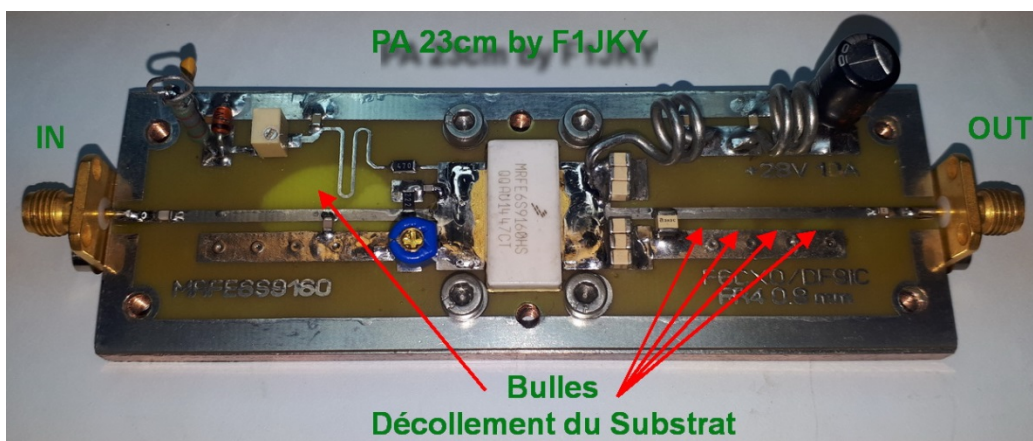
Ce PA 23cm a été élaboré à l'origine par **Henning DF9IC** dont le sérieux n'est plus à démontrer. Vous pouvez retrouver son design ici sous forme d'une présentation PDF lors de CJ 2015 :

[http://www.df9ic.de/doc/2015/cj\\_2015/CJ2015\\_1296MHz\\_PAs.pdf](http://www.df9ic.de/doc/2015/cj_2015/CJ2015_1296MHz_PAs.pdf)

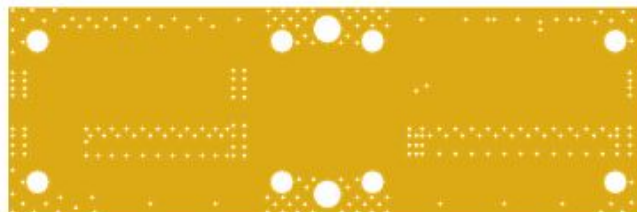
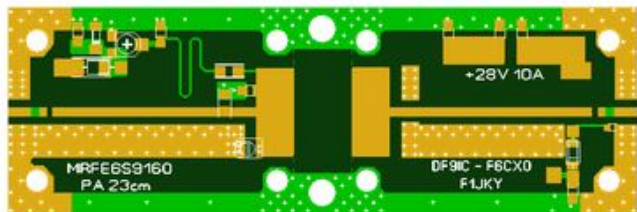
Puis, **Gérard F6CXO** en s'appuyant sur le Design de DF9IC, a refait un PCB à sa sauce tout en restant très près du design d'origine. Le but étant de voir ce que donnerait un tel design sur du simple Epoxy de 0,8mm comme substrat. Je vous laisse lire ces essais et ces résultats obtenus, qui sont des plus encourageants, sur son site internet :

[https://f6cxo.fr/wafx\\_res/Files/PA%2023%20cm%20%C3%A0%20MRFE6S9160%20DF9IC%20Version%20F6CXO.pdf](https://f6cxo.fr/wafx_res/Files/PA%2023%20cm%20%C3%A0%20MRFE6S9160%20DF9IC%20Version%20F6CXO.pdf)

Intéressé également par cette réalisation, F6CXO m'a gentiment envoyé le seul PCB en double qui lui restait pour que je tente l'aventure. Aussitôt dit, aussitôt fait ... mais à force de martyriser le PCB avec de la RF et de la chaleur, un défaut est très vite apparu dans le substrat visible sous forme d'une grosse bulle en entrée et 4 petites en sortie ... ce substrat avait visiblement un défaut d'origine qui s'est vite aggravé et qui m'a posé pas mal de soucis de fonctionnement.



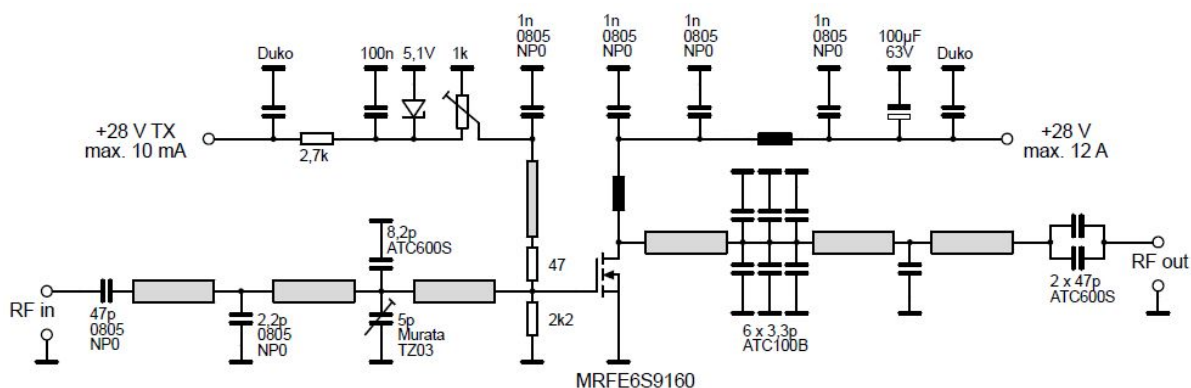
N'ayant pas envie de rester sur un échec, j'ai entrepris de reprendre le design de F6CXO qui me plaisait bien, d'y ajouter de modestes modifications qui me semblaient nécessaires tout en restant proche du design d'origine de DF9IC. Une fois fait, j'ai fait tirer mes PCB chez un Pro pour avoir une bonne finition avec notamment des via, mais toujours sur l'idée 1<sup>ère</sup> de Gérard, avec de l'Epoxy en 0,8mm.



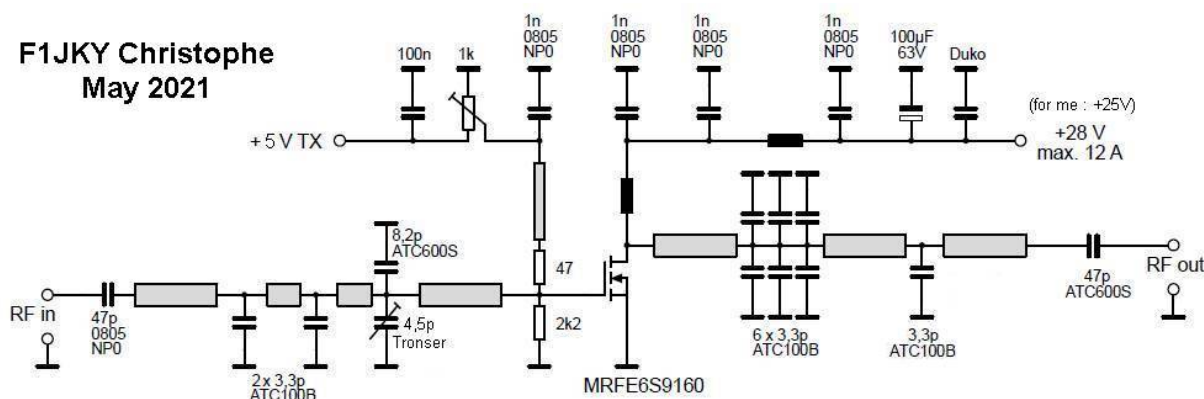
Avant d'aller plus loin, je voulais également vous signaler les pages de **F6ETI Philippe** qui a également réalisé ce design, mais sur la version à 2x MRFE6S9160 et où vous trouverez également pleins d'infos intéressantes :

<https://photos.app.goo.gl/ARUU5LsYdCJbTWMc6>

**Le Schéma par DF9IC :**

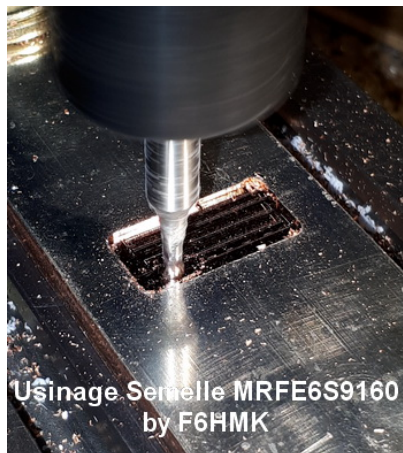


**Le Schéma après mes réglages sur mon PCB :**



## Semelle de Cuivre et PCB :

Afin de mieux refroidir et de mieux positionner mécaniquement le transistor de puissance MRFE6S9160, j'ai sollicité l'aide de **Patrick F6HMK** afin qu'il m'usine l'empreinte du transistor dans la semelle de cuivre que j'avais découpé à la dimension de mon PCB :



Si vous n'avez pas accès à un tour ou à un ami qui en possède un, dans ce cas-là, il est parfaitement envisageable de jouer de la lime en enlevant sur toute la largeur de la semelle de cuivre, l'épaisseur de cuivre nécessaire. C'est plus long et demande un peu de précaution, mais cela le fait aussi.

Vous pouvez aussi jouer avec plusieurs plaques de cuivre et adapter les épaisseurs en fonction du besoin. Je vous laisse user du système D et de votre savoir-faire en mécanique car je me garderais bien de vous donner des conseils vue mes capacités en ce domaine ... bien qu'à force, on finit par y arriver avec les moyens du bord.

## On colle ... on soude ... ou on vis ??? :

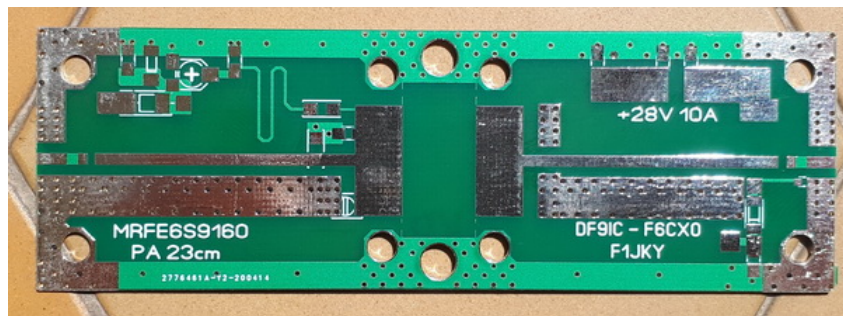
En voici une bonne question ... Il y a plusieurs écoles en la matière et suivant votre réalisation et les précautions que vous aurez prises, vous pouvez quand même arriver à vos fins quel que soit la solution envisagée.

Cependant, au vue de ma modeste expérience, de l'observation de comment sont réalisés les PA des Pro, de la lecture de la littérature des copains aguerris à ce genre de sport et en faisant travailler mon unique neurone sur l'aspect comportement RF dans ce genre de cas, j'aurais tendance à dire qu'il est préférable de coller le PCB à l'argent (et/ou de le souder) et de souder la semelle du transistor sur sa semelle de cuivre à partir du 23cm ... maintenant, ceci n'engage que moi et n'est forcément pas une vérité absolue.

Sur ce PA, j'ai eu plusieurs déboires lors de sa réalisation notamment à cause du 1<sup>er</sup> PCB et de ses défauts dans son substrat. De plus, je n'avais pas collé le PCB, ni collé ou souder le transistor. Ceci à rajouter des inconnues à l'équation bien que je les ai finalement résolues en ajoutant de la visserie afin de bien plaquer le PCB et le transistor à ma semelle de cuivre.

J'avoue que j'avais encore quelques bizarreries d'adaptation pour que le PA fonctionne correctement à tous les coups. Donc dans le doute, PCB et/ou vissage ... je me suis résolu à prendre les grands moyens si je voulais avancer en mettant toutes les chances de mon côté et ainsi obtenir quelque chose de stable.

J'ai donc entrepris de refaire un PCB dans un 1<sup>er</sup> temps, toujours sur de l'Epoxy en 0,8mm :



*En aparté, il me reste un ou deux PCB d'avance que je peux vous rétrocéder plutôt qu'ils prennent la poussière pour rien ... et s'il y a suffisamment de demande pour que cela en vaille la peine, je peux en refaire tirer si cela peut aider quelques-uns d'entre vous à bricoler ce PA sur 23cm.*

J'en ai profité pour modifier certains aspect et assurer une bonne continuité des masses avec pas mal de via aux endroits stratégiques. J'ai aussi rajouté une petite détection RF en sortie du PA, ce qui est bien pratique pour savoir si l'on sort ou pas de la RF.

A l'époque, lors de la réalisation de mon Transverter 2,3GHz et surtout de mon PA à MGF0907B sur un Design de F1JGP, j'avais déjà opté pour un collage partiel du PCB aux périphéries du Transistor de puissance. J'avais utilisé à l'époque de la colle argent pour réparer les lunettes arrière des parebrises de voiture. Je sais que certains vont en tomber de leur chaise, mais cela a fonctionné et le prix est sans commune mesure avec de la CW2400 même si les performances ne seront bien sûr pas les mêmes non plus. A cela, il y avait pas mal de vis qui venaient assurer la continuité et cela fonctionne encore aujourd'hui !! ;o)

Actuellement sur les sites de VPC, il est possible de trouver de petits conditionnements de colle à l'argent qui se présentent sous forme d'une petite seringue, sa référence est XD-120. Je suis incapable de dire si cette colle est aussi efficace que l'éternelle CW2400, mais elle fait le job. Son prix et son conditionnement me conviennent parfaitement. J'ai utilisé une seule seringue de 0,2ml pour coller mon PCB sur ma semelle de cuivre. J'ai déposé la colle aux endroits stratégiques (pourtour du Transistor, sous les lignes In & Out et vers les SMA). Je l'ai étalée au mieux et en faisant une pression constante avec un poids sur le PCB le temps de la polymérisation, cela a finie de bien étaler la colle. J'avais commencé par la laisser sécher à température ambiante puis je l'ai ensuite rapidement mise sur ma plaque chauffante réglée à 80°C ce qui est toujours mieux et ce qui m'a aussi permis par la suite de souder plus facilement mes composants CMS :



Colle Argent XD-120



Collage PCB + CMS Soudés

Et pour finir, j'ai enduit la semelle du transistor avec de la patte à souder pour CMS, je l'ai déposé dans son emplacement, monté un peu la température de ma plaque chauffante pour ensuite effectuer l'apport de chaleur manquant avec mon fer à air chaud afin que la semelle du transistor se soude bien à la semelle de cuivre. A noter que durant cette opération, un poids était posé sur le transistor pour bien le plaquer. Je n'ai enlevé ce poids qu'une fois l'ensemble froid.



MRFE6S9160

Pour information, ce transistor de puissance, le MRFE6S9160, est prévu initialement pour fonctionner dans la bande des 900MHz pour la téléphonie mobile par exemple. Il s'alimente normalement en +28V et peut sortir jusqu'à 160W. Personnellement, je le sous alimente volontairement en +24/25V max avec un drive de seulement 1,5W en entrée de la platine PA. Ce qui me donne au max 80W Out ... ce qui est plus que suffisant pour mes besoins.

J'ai utilisé un transistor identique à celui ci-dessus et comme vous pouvez le voir, il n'y a pas d'oreille de fixation par vis sur cette version, d'où le soudage de la semelle du transistor sur la semelle de cuivre. Afin de mettre toutes les chances de mon côté, j'ai même rajouté un placage du transistor avec une épaisseur de téflon + une plaque de cuivre épaisse, le tout pris en sandwich avec deux vis M4. J'aurais pu m'en passer, mais au moins je suis tranquille.

### **Le PA ... c'est bien, mais après ??? :**

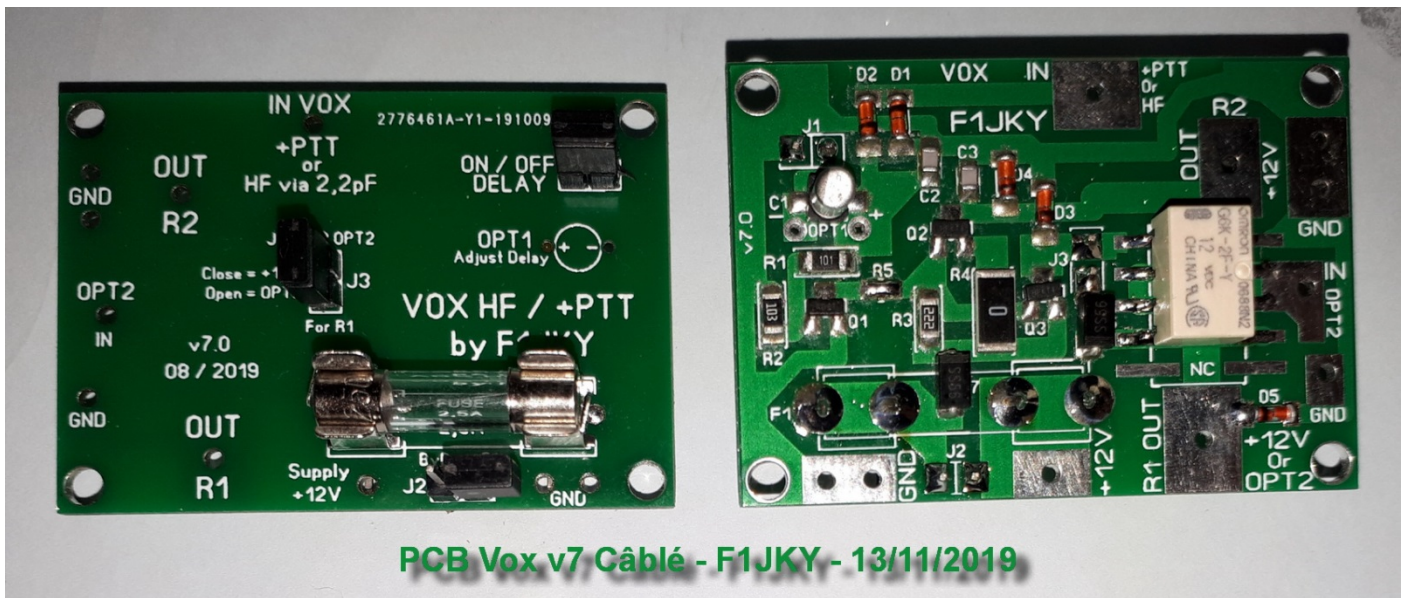
Après avoir réalisé l'élément principal, il faut maintenant pouvoir l'utiliser et tant qu'à faire, autant fabriquer un ensemble qui soit facilement utilisable, compact et qui ne craigne pas trop les voyages en point haut lors de nos sorties radios.

Il y a quelques temps, j'ai eu l'opportunité de récupérer un ampli V/UHF d'origine Chinoise BJ UV50W qui était HS et dont le coût de réparation revenait bien plus cher que d'en acheter un autre. Cet ampli m'est arrivé en « Kit », entendez par là, les platines d'un côté et la mécanique de l'autre ... ce n'est pas bien gênant dans la mesure où je compte utiliser la mécanique et seulement la partie s-mètre, qui elle seule, est encore opérationnelle. Quant au reste, pouibelle !

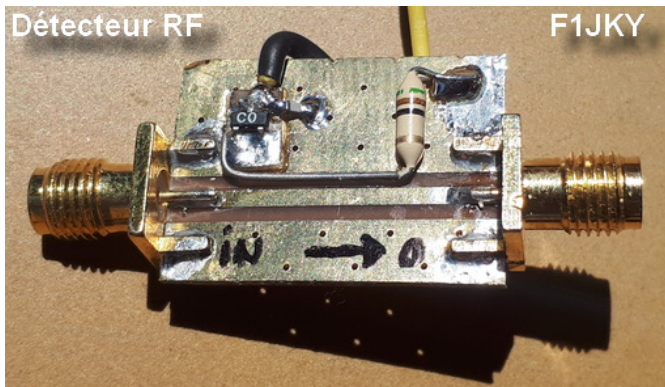
Voici une bonne base de départ bien qu'il n'est généralement pas aisé de s'adapter à un boîtier qui n'a pas été prévu dès le départ à son projet. Mais c'est un challenge de plus à relever !

Il a fallu réfléchir aux éléments à mettre dedans et si possible avec le maximum de pièces que j'ai déjà au QRA, histoire d'utiliser les « ça peut servir un jour » ainsi que les derniers développements que j'ai pu faire.

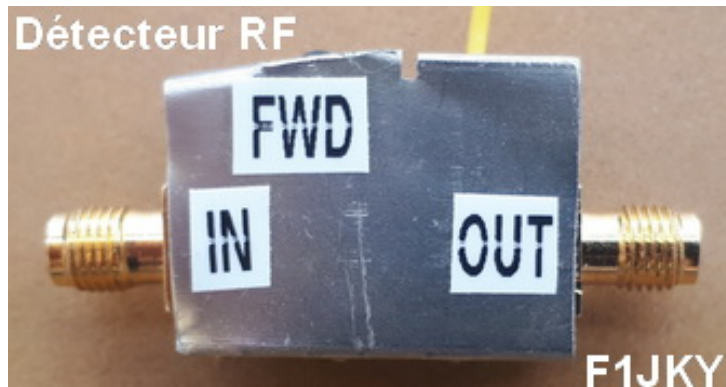
Je vais donc utiliser ma platine [VOX HF / +PTT](#) qui est déjà fonctionnelle. Je ne changerais que la diode D2 par une HSMS2802 histoire de récupérer un peu plus de sensibilité sur la détection. Pour info, en plus de la capa de 4,7µF, j'ai rajouté en // une capa de 10µF pour avoir un délai du Vox qui me va bien pour une utilisation en SSB lorsque je piloterais ma platine en mode VOX et non en mode +PTT.



Pour faire fonctionner ma platine Vox et ainsi gérer le passage Tx/Rx, il faut que je la pilote soit avec une détection de RF en entrée, soit en lui appliquant une commande par une tension positive +PTT. Pour ce faire, je me suis fabriqué vite fait sur le gaz une petite détection RF en découpant un bout de PCB avec une ligne 50 Ohm + une résistance de 50 Ohm + une diode HSMS2802 + une capa de 1nF :



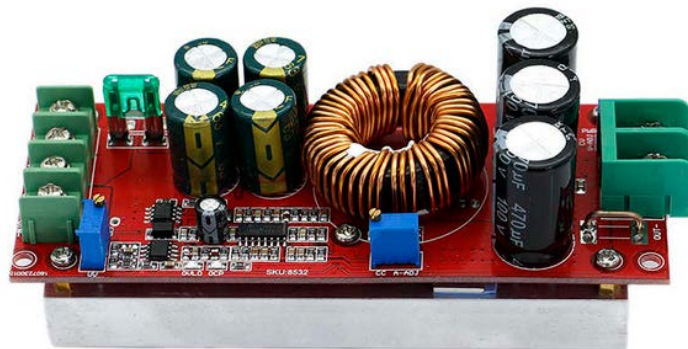
Vue sur l'électronique



Un p'tit couvercle avec un reste de tôle étamée

Je n'ai pas eu le temps de développer une platine au propre, mais j'y pense car cela pourrait me servir pour une autre application. Malgré cette bidouille à l'arrache, j'obtiens quand même un RL de -16dB et une perte de 0,3dB sur 1296MHz ... donc « peut mieux faire » mais je n'ai pas cherché à l'optimiser non plus, c'est déjà suffisant pour mon besoin même s'il est vrais que c'est l'élément le « moins bien » adapté de mon PA.

J'ai besoin de 3 tensions différentes afin d'alimenter les différents éléments, du +12V qui sera fourni par l'alimentation extérieur, du +5V qui sera fourni par un simple 7805 et du +24V (voir +28V si un jour je veux jouer) mais qui soit capable d'encaisser la consommation du PA tout en ayant un peu de réserve. J'ai donc trouvé un Step-Up qui en principe est capable de délivrer 20A ... de quoi être tranquille :



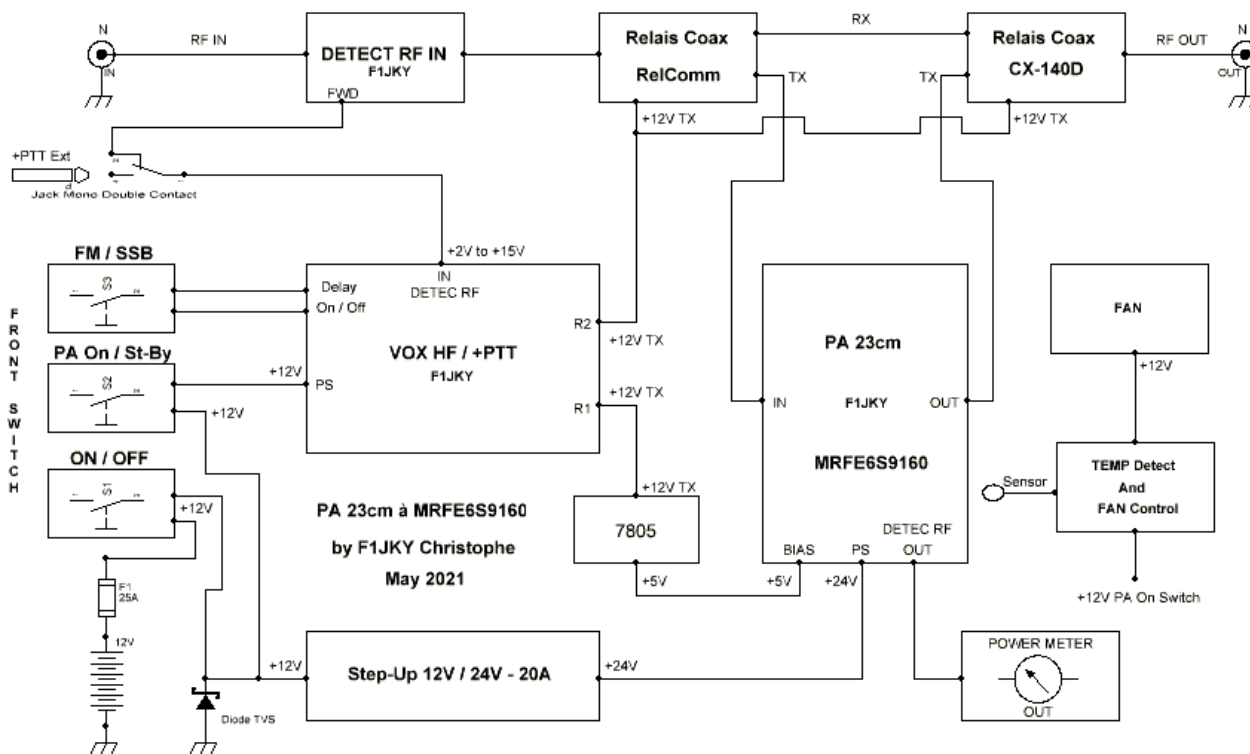
Ce Step-Up ne semble pas me poser de problème de fonctionnement et ce qui est appréciable, c'est qu'il a pas mal de réglages accessibles. J'ai été obligé d'enlever le refroidisseur d'origine pour le fixer directement sur le refroidisseur du boîtier du PA afin de gagner en hauteur pour qu'il rentre physiquement dans le boîtier du PA.

Concernant les relais coaxiaux, j'ai choisi en entrée un RelComm RDS-2S1DD et en sortie un [Tohtsu CX-140D](#) :



**Le Schéma du PA complet by F1JKY :**

C'est bien jolie tout cela mais comment tous ces éléments s'articulent, voyons le schéma générale :



Comme vous pouvez le voir, ma platine [Vox](#) est au cœur du PA. C'est elle qui pilote l'ensemble des éléments.

## BIAS (polarisation) du Transistor :

Lors de la 1<sup>ère</sup> mise en ligne de ce PDF, **Michel F1FIH** m'a fait remarquer, à juste titre, que j'avais oublié de mettre en place une compensation en température afin d'éviter un emballement thermique du Transistor de puissance. En effet, il avait pleinement raison, dans la précipitation de vouloir absolument terminer le PA dans les temps que je m'étais impartis, j'avais complètement zappé ce point !

Ce qui est formidable, c'est que cela a ouvert une discussion intéressante car il s'agit là d'un transistor LDMOS qui réagirait de façon différente des transistors que nous avons plus l'habitude d'utiliser sur nos PA.

C'est **Jean F1RJ** qui m'en a donné l'explication, un grand merci à lui car au passage j'ai appris quelque chose, voici son texte :

« Pour nos applications, je pense qu'avec les LDMOS on peut se passer de compensation, contrairement aux transistors bipolaires. Le courant de repos  $I_{dq}$  est souvent, à l'ambiante, de l'ordre du dixième du courant au maximum de puissance. Avec un  $V_{gs}$  constant,  $I_{dq}$  ne fera que doubler pour une augmentation de température d'une soixantaine de degrés, donc pas trop de risque d'emballement.

Bien sûr, une compensation d'environ  $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$  permet de conserver un  $I_{dq}$  constant et en conséquence une linéarité optimum.

En résumé : c'est mieux, mais pas indispensable. »

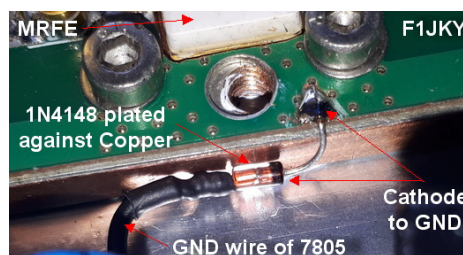
Donc dans l'absolue, je pourrais laisser mon PA en l'état surtout que je n'ai pas facilement accès à la semelle ou au boîtier du transistor. Malgré tout, en discutant avec Gérard F6CXO sur les possibilités, j'ai finalement opté pour une solution qui ne me fera pas tout démonter mon PA.

D'origine, j'ai utilisé un traditionnelle 7805 en boîtier TO220, cela pose un problème car pour le garder, il faut que j'isole son boîtier de la masse du montage. Pour ce faire, je récupère une petite plaque type Mica et c'est fait. J'aurais aussi pu changer mon régulateur par un 78L05 en boîtier plastique, ce qui aurait suffi.

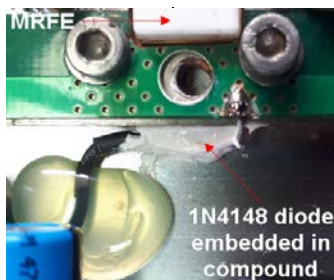
Ensuite, l'astuce consiste à utiliser une simple diode comme une 1N4148, de la câbler entre la Pin GND du 7805 et la masse la plus proche possible du LDMOS (avec la Cathode à la masse). Il faut que le corps de la diode soit plaqué contre la semelle ou le boîtier du MRFE ou comme pour moi, il sera contre la semelle de cuivre, sur sa tranche tout prêt du MRFE (pour info, j'ai réglé la tension de Bias à 3,3V sur la Gate du MRFE) :



Le 7805 isolé de la masse



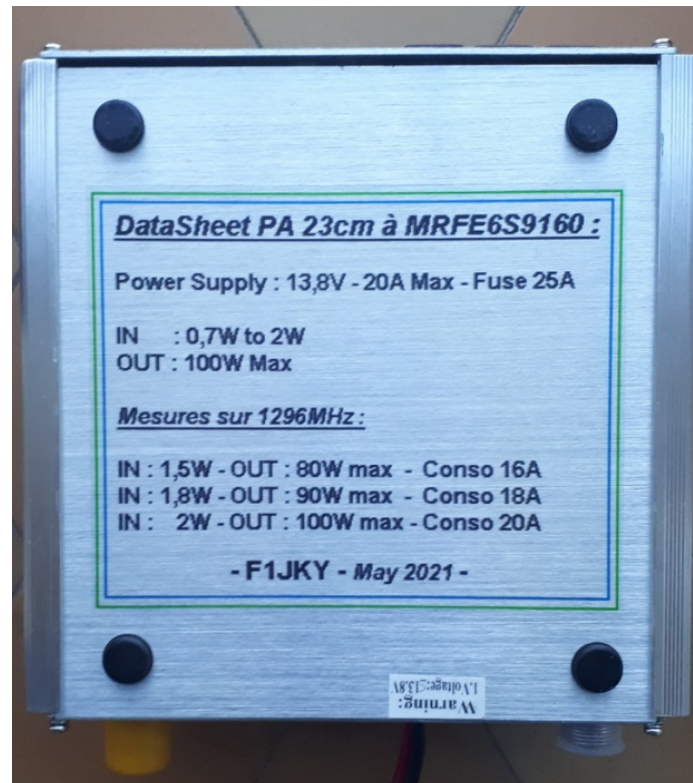
La Diode 1N4148 plaquée contre la Semelle de Cuivre



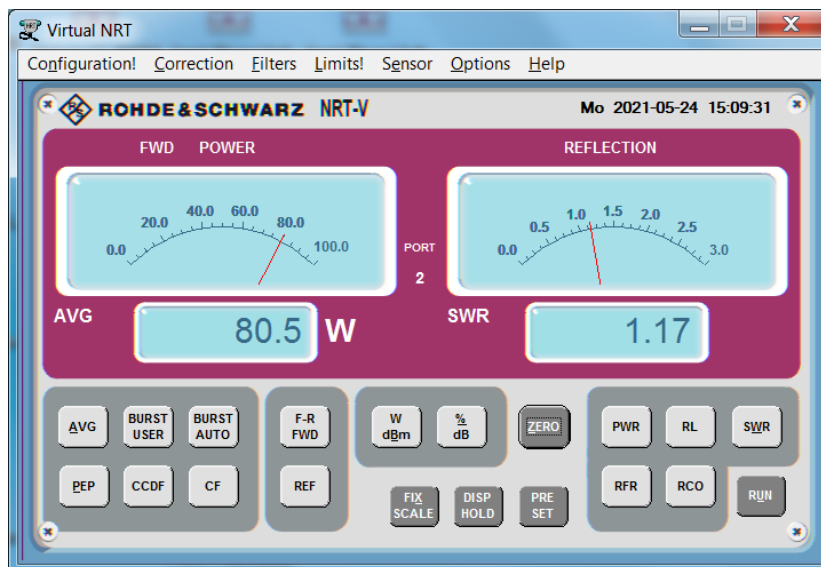
La Diode 1N4148 noyée dans la Graisse Blanche Thermique



Quelques chiffres :

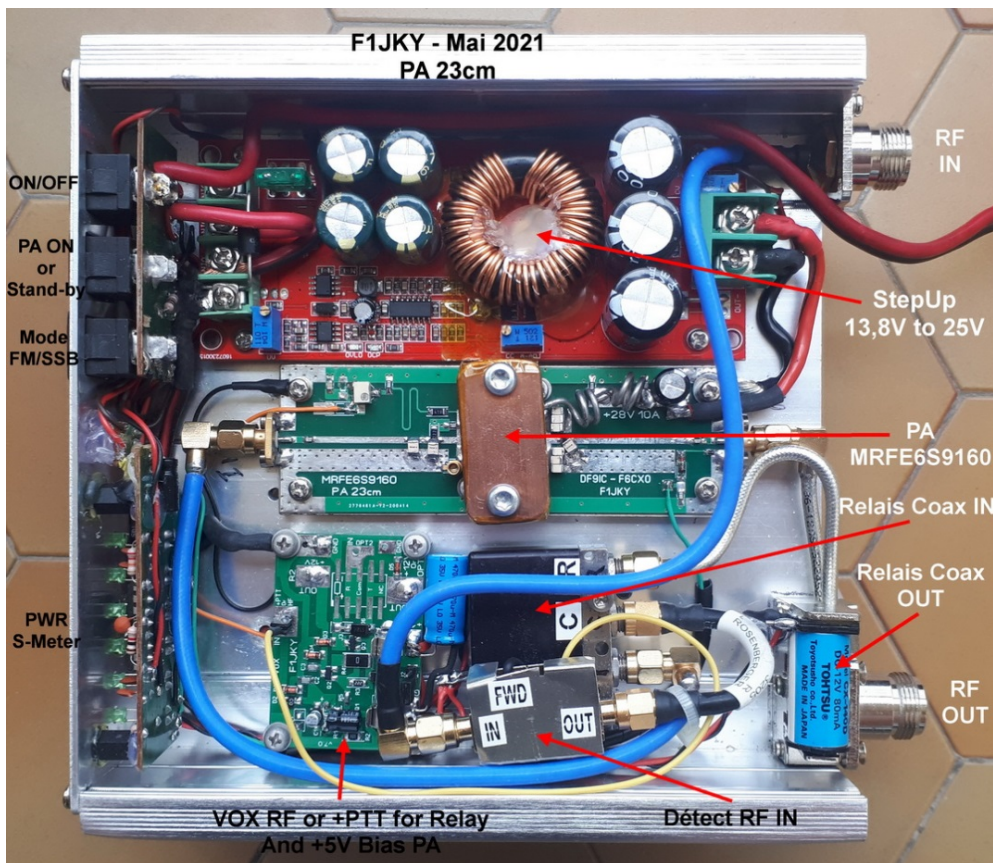


La « haute tension » de la platine PA a été réglée à tout juste 25V au lieu des 28V requis. J'obtiens 80W max en sortie pour 1,5W en entrée de la platine du PA, ce qui donne aux alentours de 17dB de gain. La conso annoncée ci-dessus est vue côté alimentation 12V.

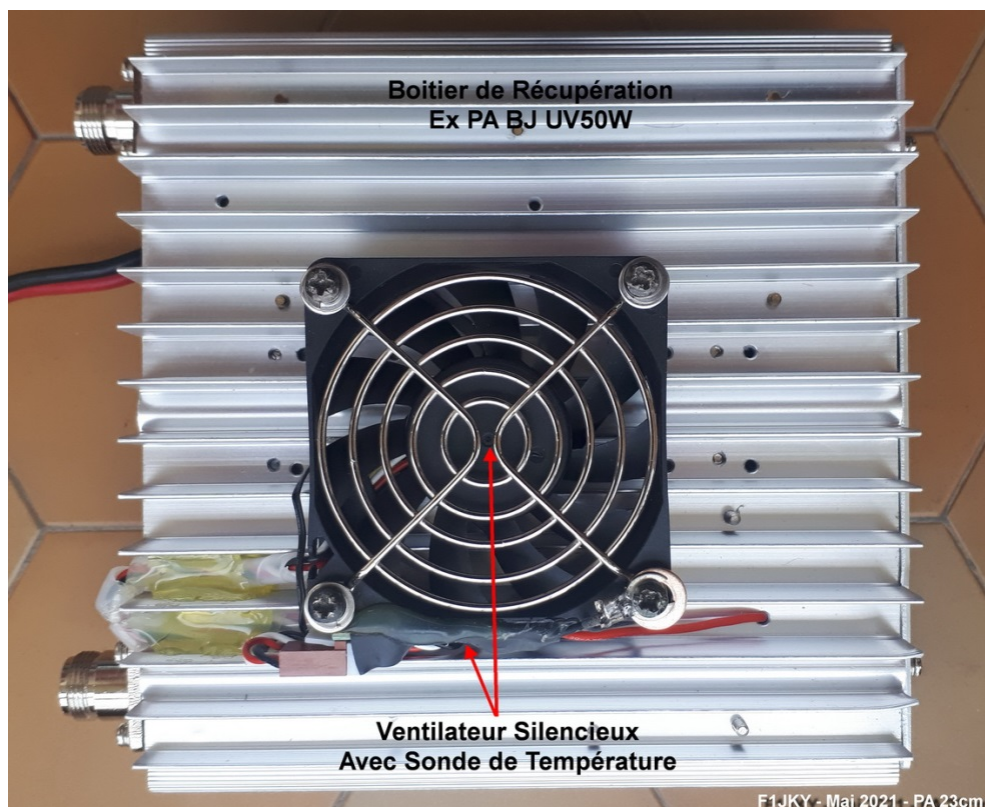


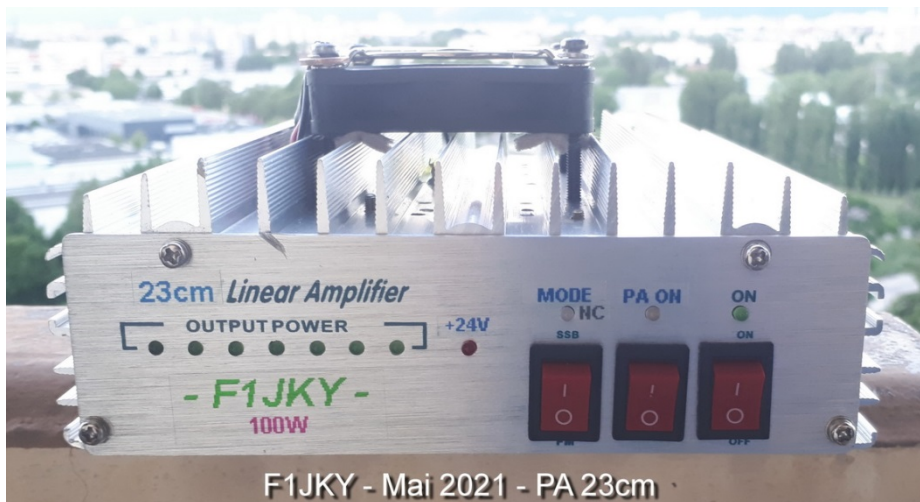
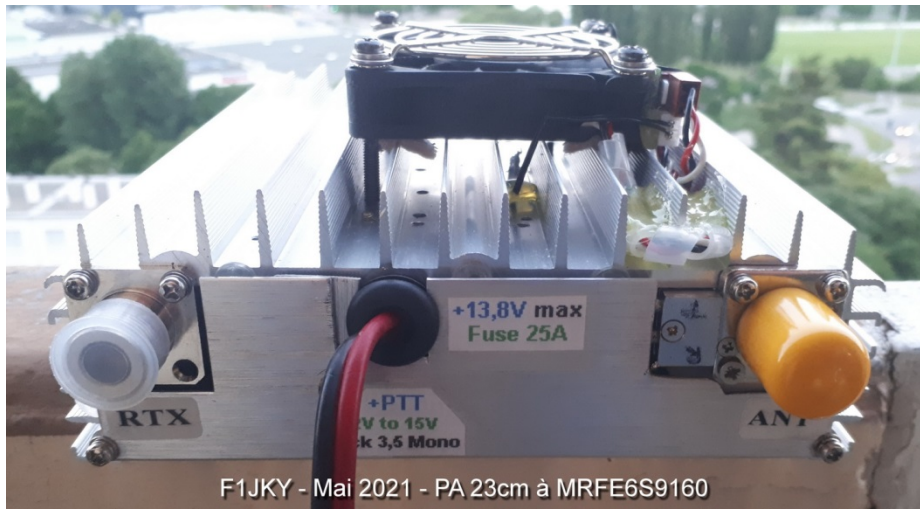
Pour IN = 1,5W

Quelques photos :



Vue sur l'intérieur du PA : il manque sur cette photo la diode de compensation en température.





### **Conclusions :**

Voici un « petit » PA 23cm qui saura en contenter plus d'un à condition de prendre soin à sa réalisation et de bien choisir les éléments qui le composent.

Même s'il m'a donné du fil à retordre, j'ai pris un grand plaisir à réaliser ce PA. J'espère que ce retour d'expérience et ces quelques infos distillées pourront vous servir dans votre prochaine réalisation.

Mes remerciements à Gérard F6CXO pour son aide technique, Henning DF9IC pour son Design d'origine , à F1HNF pour l'approvisionnement des 1<sup>er</sup> composants qui m'ont permis de faire mes 1<sup>er</sup> essais avant de passer à la version finale que je viens de vous présenter.

A vos fers à souder et à bientôt sur l'air !!

© Christophe PIALOT – [F1JKY](#) ©

[Site Internet de F1JKY](#)

- v2 -