

LES CONSTRUCTIONS DE LA LIGNE BLEUE

AMPLIFICATEUR LINEAIRE QRP 2013 RD16

10/15 watts HF de 10 à 160m (9.5 à 15 volts)

Par F6BCU



Depuis plus de quatre ans, nous travaillons et expérimentons de 2 à 80m, divers amplificateurs linéaires QRP équipés des transistors de la firme japonaise Mitsubishi, de la série RD... :

- RD00HHS1, RD00HVS1 de 0.3 à 0.5 W HF
- RD06HHF1, RD16HHF1 de 6 à 10 W HF
- RD06HVF1, RD15HVF1 de 10 à 20 W HF

Nous avons écrit depuis 2009 une série de sept articles relatifs à nos expérimentations sur les Mosfets RD. Ces transistors Mosfets, datent déjà de presque une dizaine d'années, mais sont très peu connus en France.

On en retrouve l'utilisation, dans les amplificateurs linéaires des constructions S D R et QRP, aux USA, en Allemagne, en Finlande, en Russie, sans oublier la CB.

Aucune autre description radioamateur française, n'a été diffusée, concernant l'expérimentation et l'application pratique, d'amplificateurs linéaires QRP avec ce type de transistors RD.

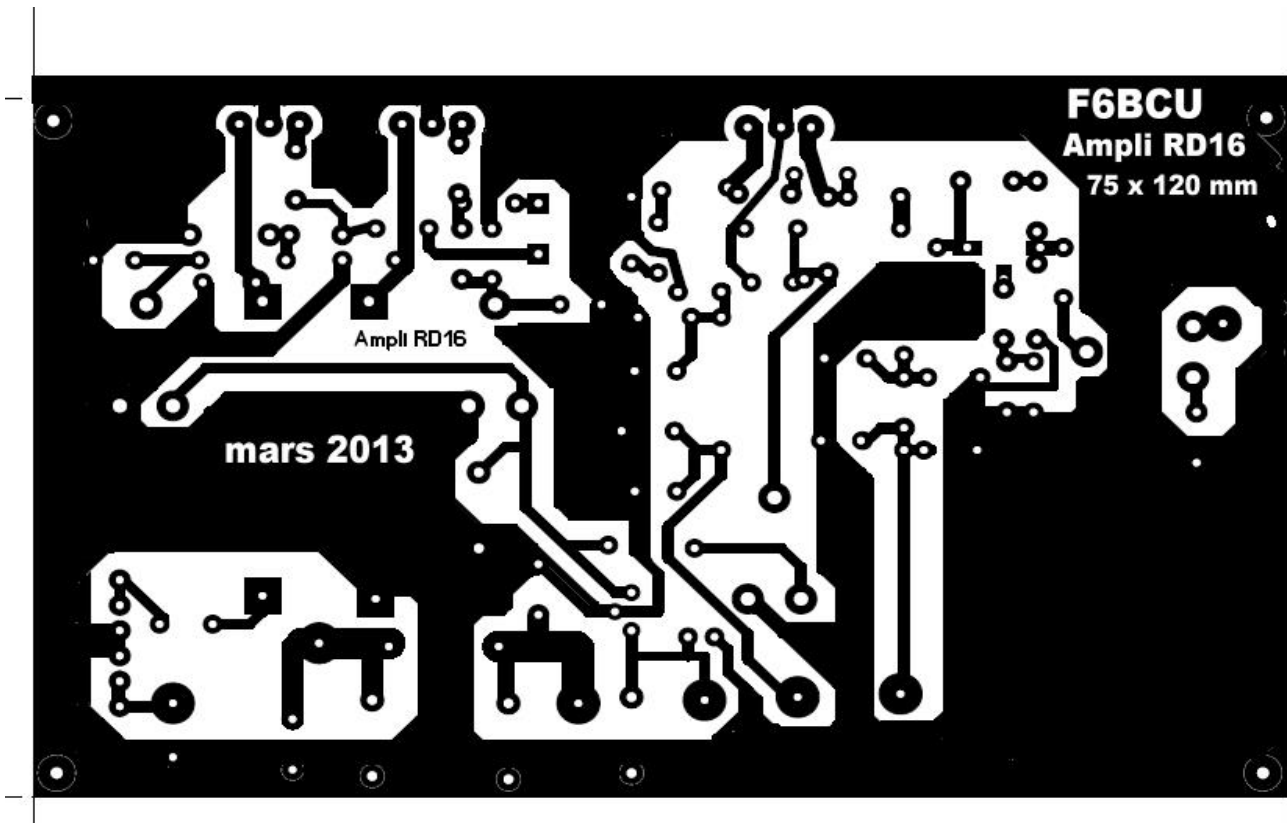
À la fin de cet article, sera éditée, la liste de nos montages avec ces transistors Mosfets Mitsubishi.

I-PROJET :

Depuis le début de l'année 2012, nous avons fait, l'acquisition d'un nouveau logiciel de DAO, pour le traçage des circuits imprimés sur ordinateur.

Actuellement, il nous est très facile, de dessiner et d'adapter tout circuit imprimé (PCB) à nos propres besoins. Pour concrétiser, la DAO, voici notre circuit imprimé côté cuivre, de l'amplificateur linéaire :

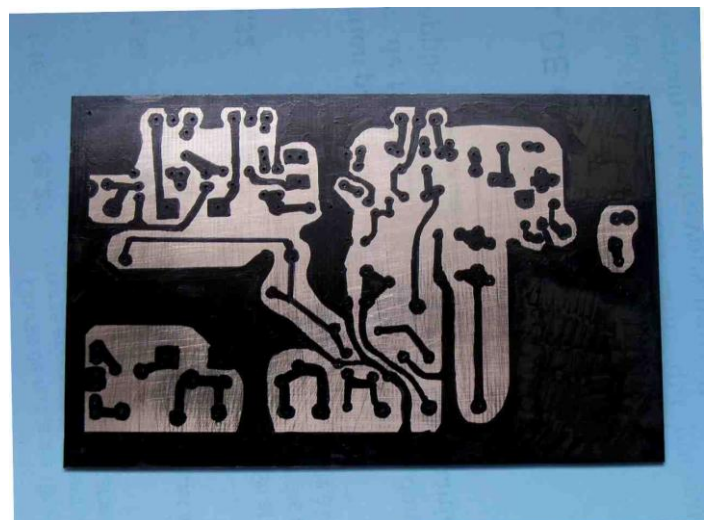
« QRP 2013 RD 16 ».



Si le circuit imprimé existe, il reste en général le problème de sa reproductibilité, pour la majorité des radioamateurs.

Nous avons largement réfléchi, à cette problématique. Éditer un circuit imprimé disponible pour le tirage sur époxy pré-sensibilisé est une première solution, avec une deuxième solution dessiner le circuit imprimé au feutre noir indélébile sur une plaque époxy ou bakélite brute cuivrée.

Nous avons donc, modifié pour certaines constructions, le traçage et le profil des pistes du circuit imprimé, qui est désormais mixte : pour le circuit pré-sensibilisé, ou le traçage manuel.

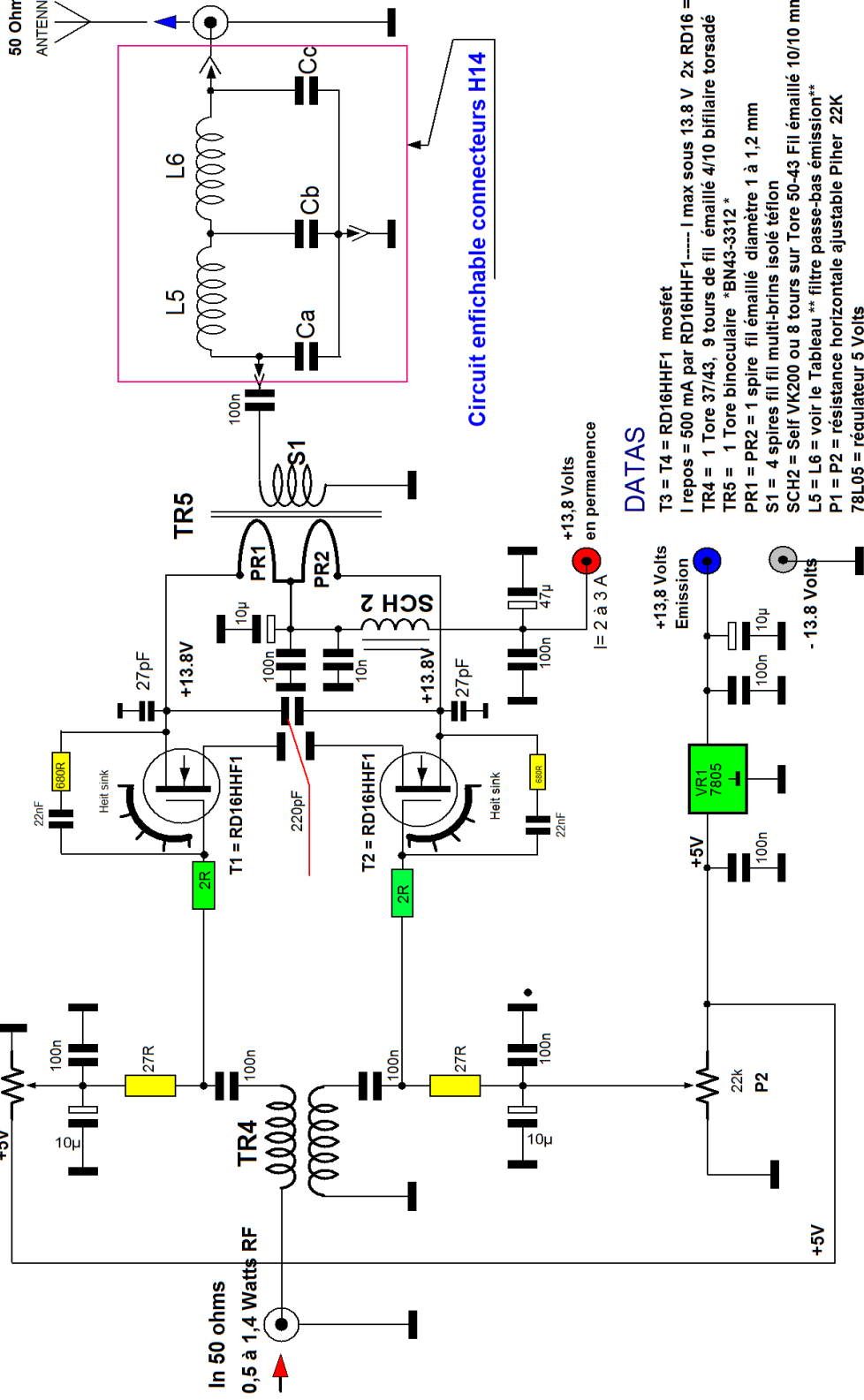


II—SCHÉMA DE L'AMPLIFICATEUR RD16

LINEAR MOSFET AMPLIFIER LARGE BANDE 10 à 160m

OUT = 10/ 15 watts HF

50 Ohms
ANTENNE



Circuit enfichable connecteurs H14

DATAS

T3 = T4 = RD16HHF1 mosfet
I repos = 500 mA par RD16HHF1----- I max sous 13.8 V 2x RD16 = 2 à 3 A
TR4 = 1 Tore 37/43, 9 tours de fil émaillé 4/10 bifilaire torsadé
TR5 = 1 Tore binoculaire *BN43-3312 *
PR1 = PR2 = 1 spire fil émaillé diamètre 1 à 1,2 mm
S1 = 4 spires fil fil multi-brins isolé téflon
SCH2 = Self VK200 ou 8 tours sur Tore 50-43 Fil émaillé 10/10 mm
L5 = L6 = voir le Tableau ** filtre passe-bas émission**
P1 = P2 = résistance horizontale ajustable Piher 22K
78L05 = régulateur 5 Volts

F6BCU 06/06/2011

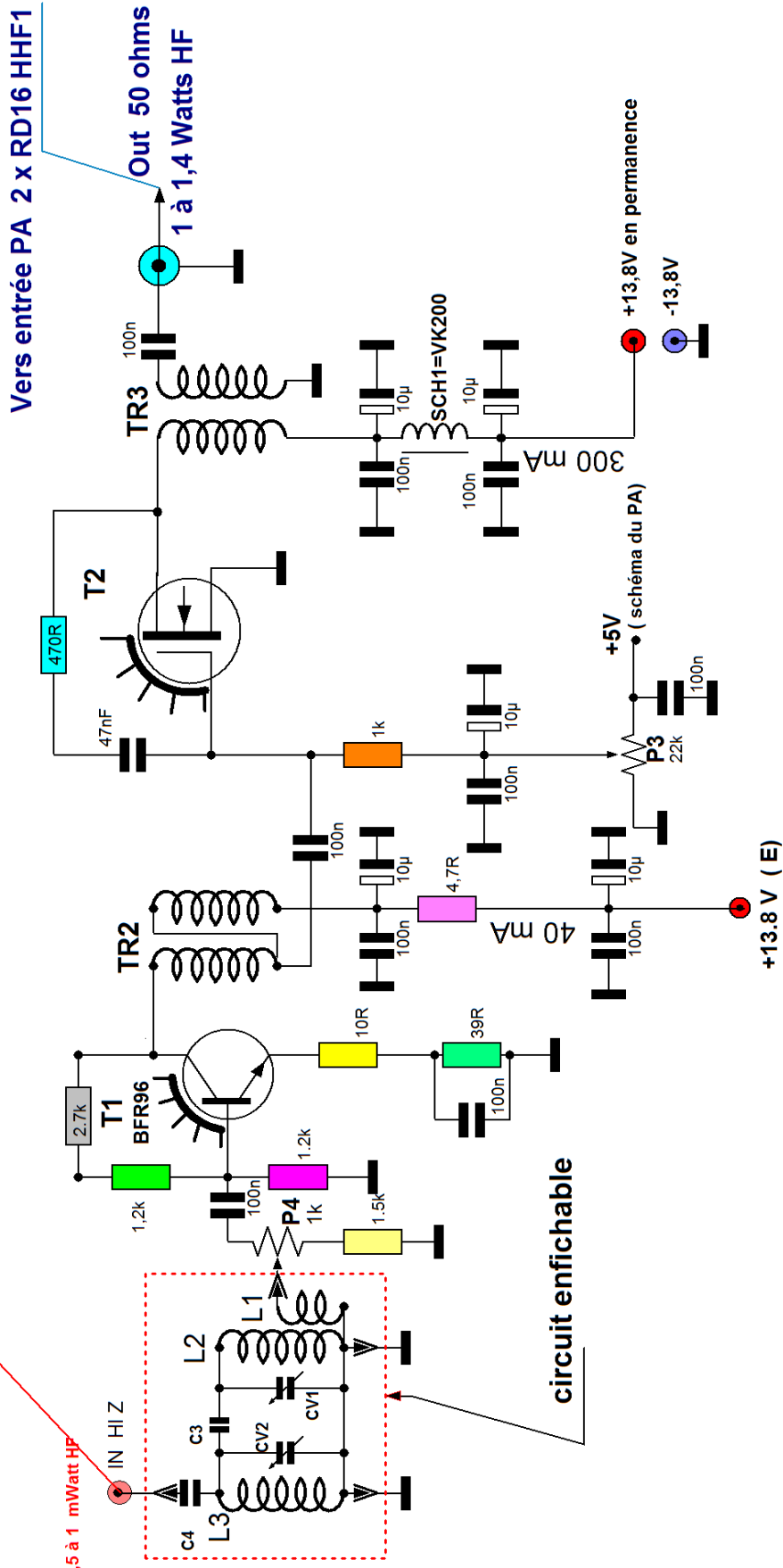
Figure : 1

AMPLI-LINEAIRE MOSFET LARGE BANDE RD16

DRIVER RD06HVF1

RF out du NE612 N°2

~~0,5 à 1 mWatt HF~~



DATA

TR2 = TR3 = 9 spires de Bifilaire 4/10 émaillé sur tore 37/43

SCH1 = VK200 ou 5 spires réparties sur un Tore 37/43

CV1 = CV2 = 60 pF jaune ou 90 pF rouge

P1 =résistance ajustable 1 k, P2 = résistance ajustable 20K ou 22K

Régulateur 5 Volts = 78L05

T1 = BFR96 ou BFR96S, T2 = RD06HVF1

I dans T1 = 40 mA, I dans T2 en classe A = 300 mA

F6BCU 02/11/2011

Figure : 5

DRIVER RD06HVF1

COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

Le schéma présenté est en deux parties : les étages Drivers et le l'amplificateur de puissance (PA). Les deux schémas se suivent et sont complémentaires.

D'origine sur nos constructions, nous décrivons toujours le Driver et le PA assemblés sur 2 circuits différents. Cette solutions simplifie l'expérimentation et permet le test de plusieurs PA différents avec le même Driver ou inversement.

Cette fois, l'objectif est de réunir sur une platine unique (circuit imprimé commun) tous les éléments de la partie émission.

Le résultat est un fonctionnement plus qu'honorable pour une construction radioamateur avec une excellente stabilité (pas d'auto-oscillation).

LES TRANSISTORS :

1°---Nous utilisons pour le premier Driver **un BFR96 ou 96S** en classe A :

- Avec un courant de repos de 40 mA sous 13.5 à 13.8 V.
- L'entrés côté base est sous une impédance de 50Ω ; le gain d'entrée est ajusté par P4.
- La sortie au niveau de la base est sous une impédance d'environ 200Ω ramené à 50Ω par un transformateur bifilaire TR2 de rapport 4/1.
- Avec une excitation HF de 0.5 à 1 mW il est possible d'obtenir 10mW HF et + en sortie.

Le BFR96 ou 96S à une fréquence de transition élevée et fonctionne correctement avec ce type de montage sur 50MHz.

2°---Le 2^{ème} Driver est un transistor **Mosfet Mitsubishi RD06HVF**, encore utilisable en amplificateur à 500MHz. Il est polarisé en amplificateur large bande avec un courant de repos de 300mA sous 13.5 à 13.8 V. L'impédance caractéristique d'entrée côté Gate et sortie Drain est de 50Ω , avec le transformateur bifilaire, TR3 de rapport 1/1. Une contre réaction est nécessaire pour stabiliser le fonctionnement en amplificateur large bande.

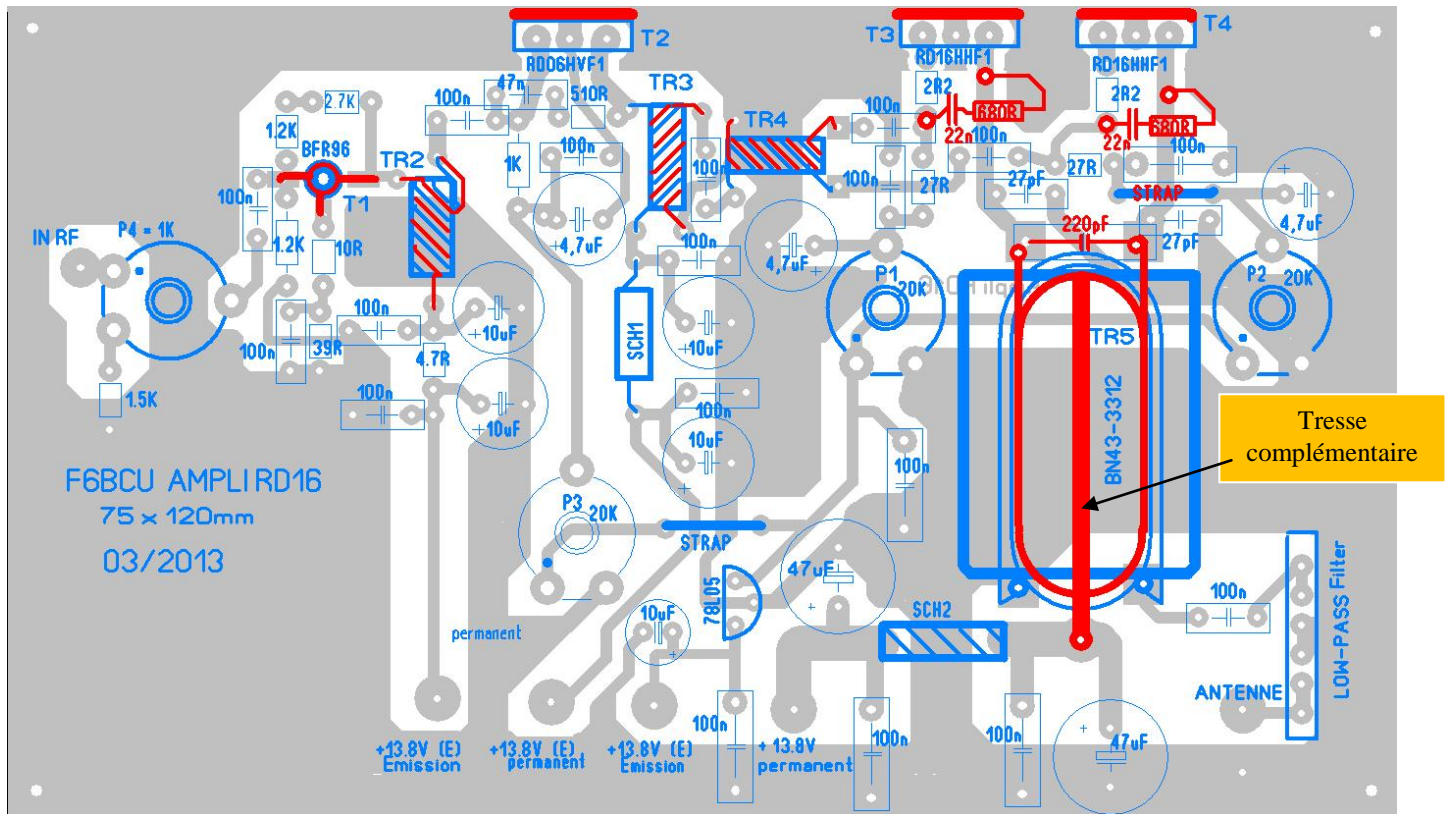
- Avec 10 mW HF en entrée le RD06HVF1 génère de 1 à 1.4 W HF en sortie en fonction de la bande de travail.

3°---L'étage amplificateur de puissance qui sort 10 à 15 watts HF est un push pull **de 2 Mosfets RD16HHF1 en classe AB** avec un courant de repos de 500mA par transistor (donnée constructeur). L'ensemble push pull est d'une linéarité exceptionnelle et suivant la bande, le courant Drain total, varie de 2 à 3 A en pointe de modulation. Une contre réaction stabilise l'amplificateur large bande.

- L'entrée Gate du push pull est symétrisée sous 50Ω par TR4 transformateur bifilaire de rapport 1/1. TR4 est branché aux bornes de TR3.
- La sortie Drain du push pull RD16HHF, charge un transformateur binoculaire TR5 de rapport $1/16^{\text{ème}}$.
- Le transformateur TR5 charge à son tour, le filtre de sortie passe-bas (interchangeable) sous 50Ω et cette impédance ce 50Ω se retrouve au niveau de l'antenne.

Le gain total de la chaîne émission (Drivers + PA) est de l'ordre de 40dB et plus. Pour augmenter la stabilité du montage, les refroidisseurs TO220 des RD06HVF1 et RD16HHF1 sont reliées directement à la masse des refroidisseurs en aluminium et boulonnés (conseil constructeur).

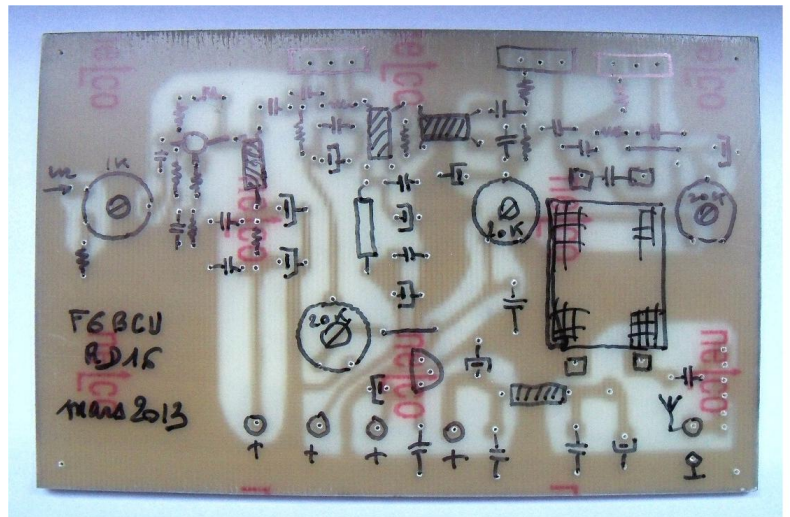
III—IMPLANTATION DES COMPOSANTS



La photographie à droite est le prototype du circuit imprimé RD16 dont nous avons dessiné l'implantation des composants, dans le but de bien vérifier leur positionnement et corriger les oublis.

Nous vous conseillons de prendre connaissance après téléchargement gratuit du *HANDBOOK de la Ligne Bleue*, dans le fichier intitulé article 1^{ère} partie : de la méthode **Reproduire un circuit imprimé**

Le repérage par les trous de perçage est d'une grande précision pour la reproduction manuelle d'un circuit imprimé.



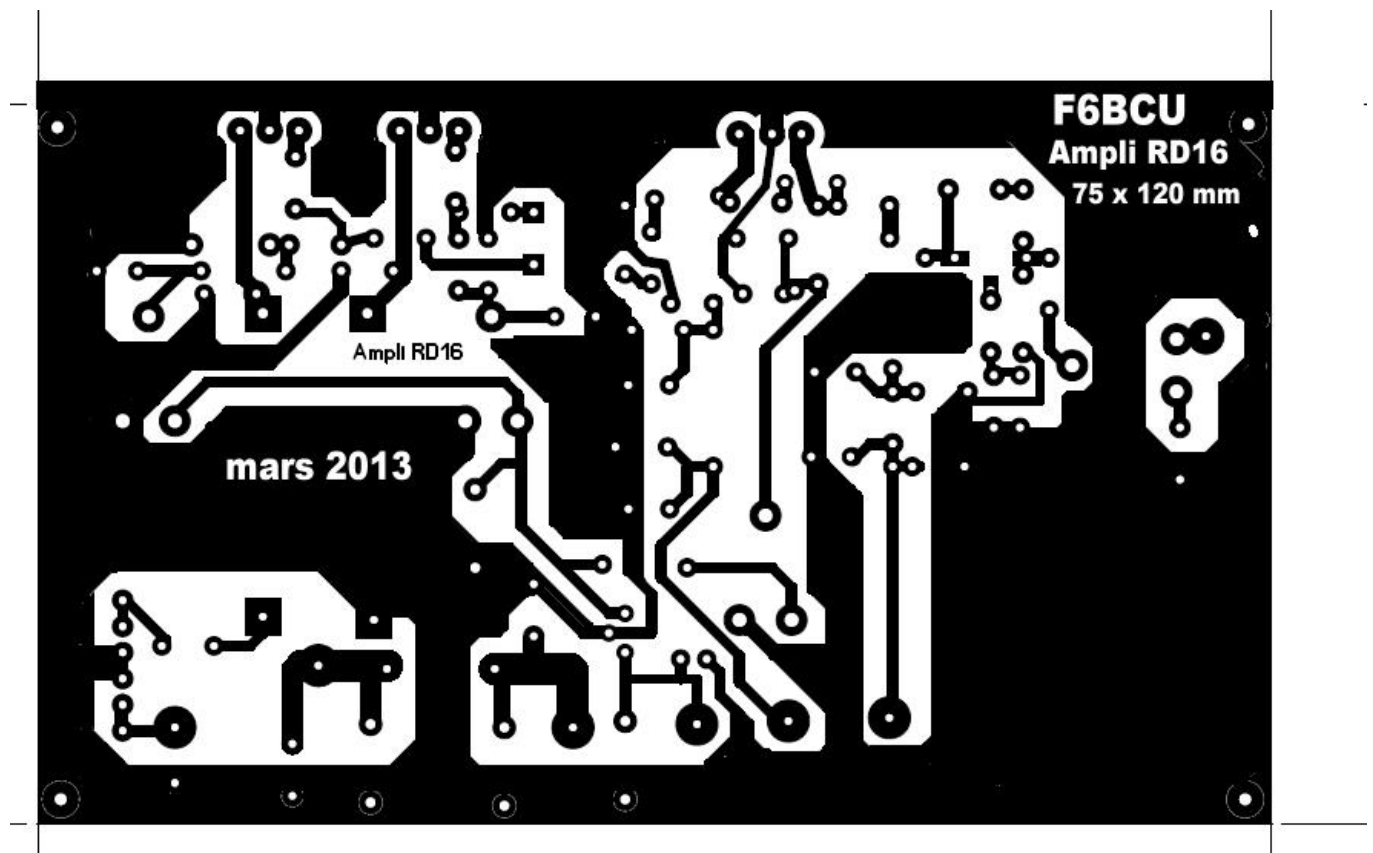
Il est conseillé d'effectuer le perçage avec un foret de 7/10 ou 8/10^{ème} de mm. Pour tous les trous sans exception. Par la suite envisager d'en élargir d'autres avec un foret de 1mm et plus pour les divers ajustables et autres cosses d'alimentation, entrée et antenne.

IV—CIRCUIT IMPRIMÉ (PCB-cuivre)

Les circuits imprimés côté cuivre bénéficient en général d'un texte gravé dans le cuivre qui en lecture normale indique la bonne orientation du circuit. Ici vous pouvez lire notre indicatif, la date, les dimensions, et le nom du circuit * RD16*.

Dans certaines représentations le circuit est représenté côté pistes cuivre et le texte est à l'envers. Cette représentation est intentionnelle pour vous empêcher de reproduire le PCB qui actuellement peut –être inversé par tout bon logiciel photo.

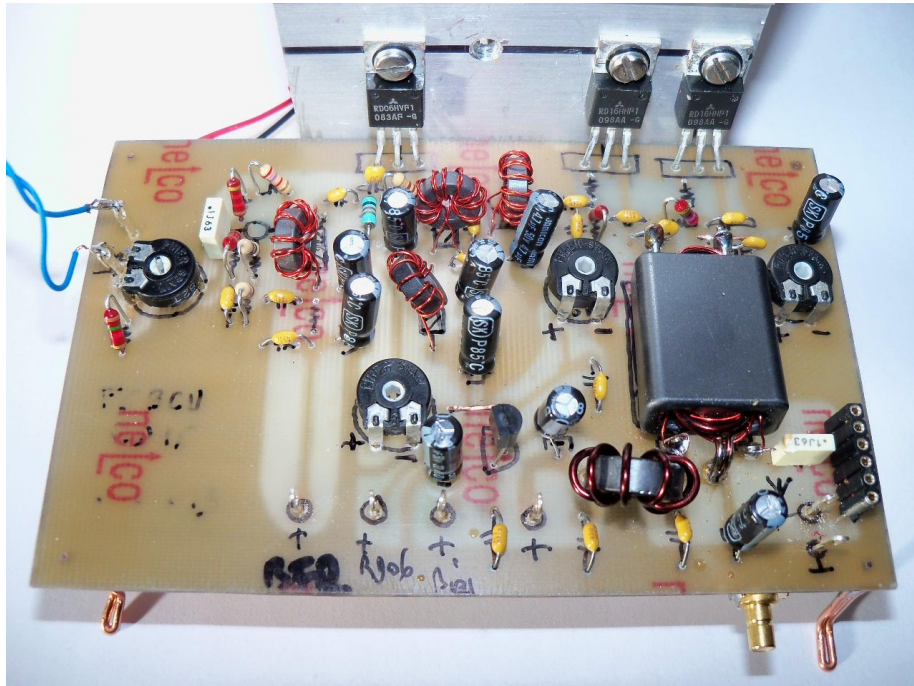
Voici une photo du circuit imprimé (PCB côté cuivre). La reprise du circuit est possible sous WORD ou OPEN OFFICE pour l'imprimer à l'exacte dimension après étirage ou retrait de l'image.



V—CONSTRUCTION

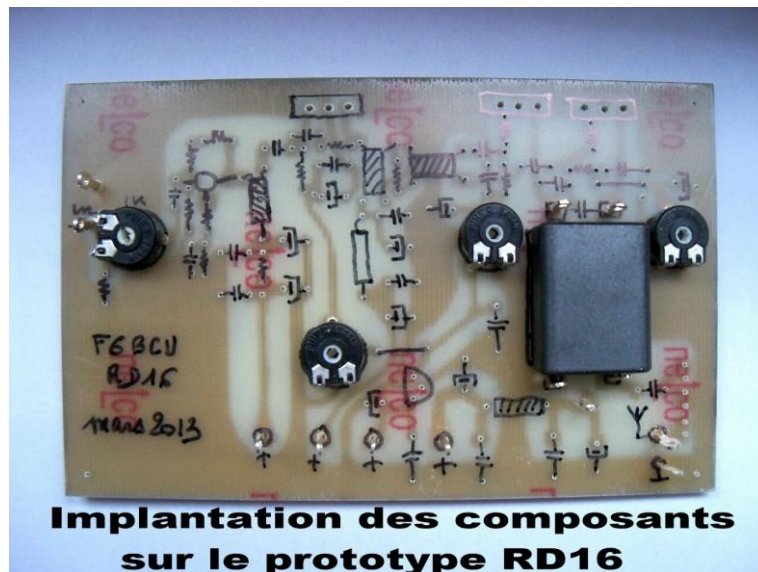
Note de l'auteur :

Attention, lorsque vous soudez des MOSFETS, toujours débrancher le fer à souder et par ultime précaution relier la Gate à la masse par cordon métallique en volant et pinces crocodiles. Sans ces précautions la jonction Gate se détruit à la première soudure et commencer par souder la masse du MOSFET.



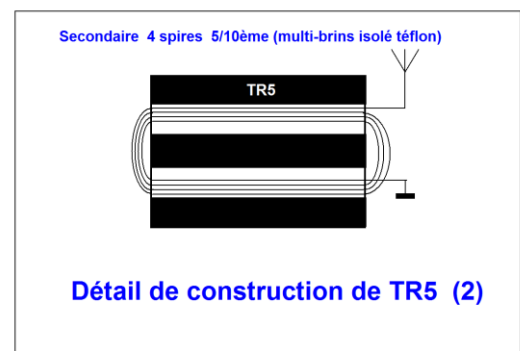
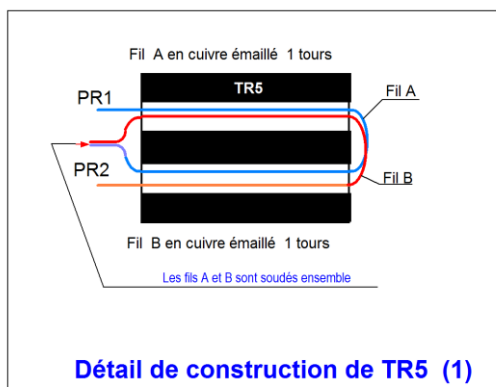
Version définitive avec tous les composants implantés et soudés du PA RD16

Lorsque le circuit imprimé est percé, l'implantation d'une certaine partie des composants peut commencer.



1° TRANSFORMATEURS :

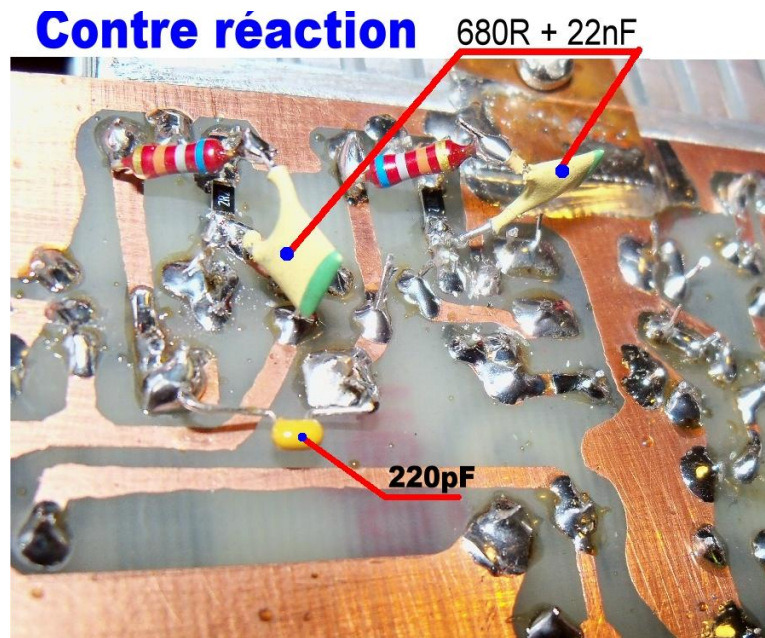
- Confectionner les enroulements primaire et secondaire de TR5 (BN43-3312)



- PR1 et PR2 de TR5 sont des enroulements de TR5 de 1 spire de fil de cuivre émaillé de 1 à 1,2 mm de diamètre.
- L'enroulement secondaire S1 de TR5 fait 4 spires de fil multibrins 5/10^{ème} Isolé téflon.
- Souder les résistances ajustables et les connexions de TR5.
- TR3 et TR4 sont identiques, rapport 1/1 avec 9 tours de fil bifilaire 4/10^{ème} émaillé sur Tore 37/43.
- TR2 est de rapport 4/1 avec 9 tours de fil bifilaire 4/10^{ème} sur Tore 37/43
- Le vernis des fils est gratté au cutter et le cuivre mis à nu étamé.

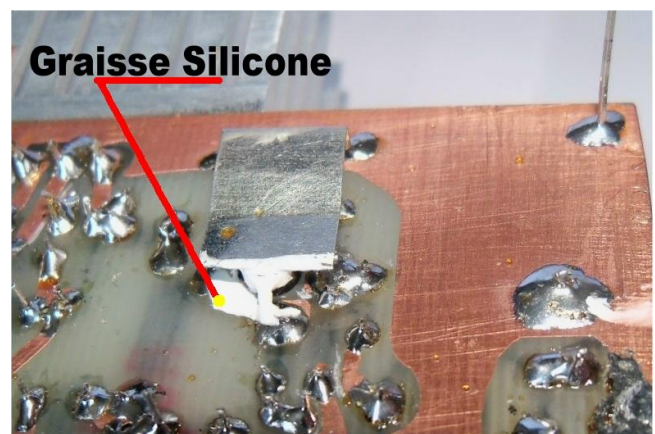
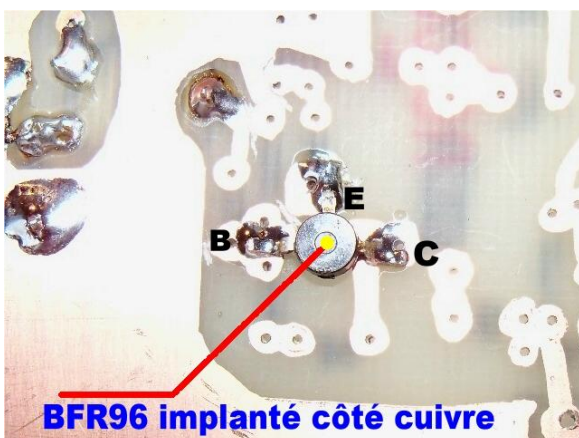
2) RÉSISTANCES ET CONDENSATEURS

- Implanter tous les petits composants, résistances et condensateurs côté partie non cuivrée.
- Implanter côté cuivre le condensateur de 220pF
- Implanter côté cuivre les 2 condensateurs de 22nF et 2 résistances de 680R, éléments de la contre-réaction sur T3 et T4.



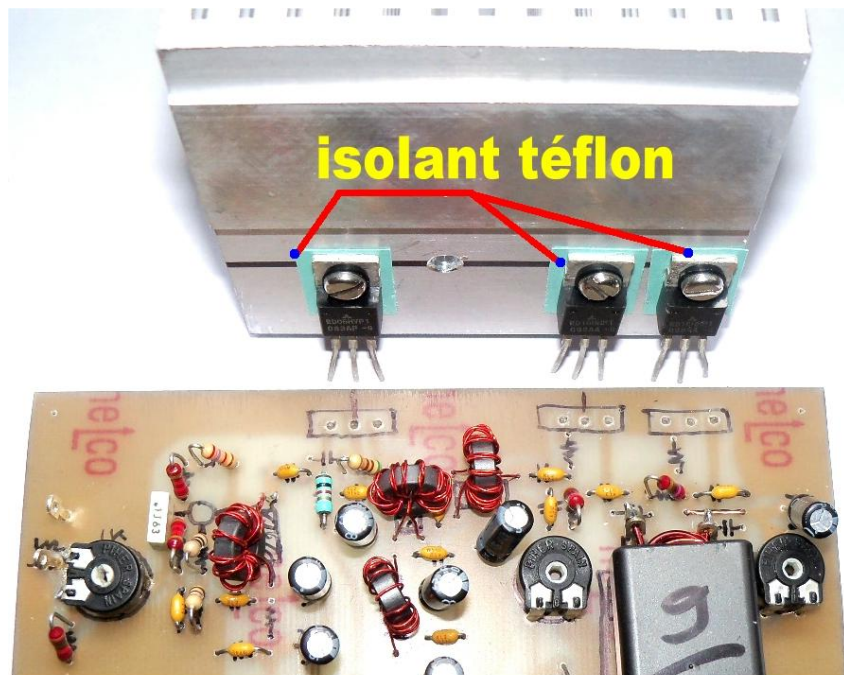
3) BFR96 ou 96S

- Le transistor BFR96 est soudé inversé côté cuivre.
- Tous les composants périphériques étant déjà soudés, il est recouvert d'un petit morceau de feuilard (clinquant) servant de dissipateur.
- De la graisse silicone assure l'échange thermique et le refroidissement.



4) RD06HVF1 et RD16HHF1

- Les transistors MOSFETS sont centrés à la fois sur le dissipateur aluminium et les trous pré-perçés sur le circuit imprimé côté composants.

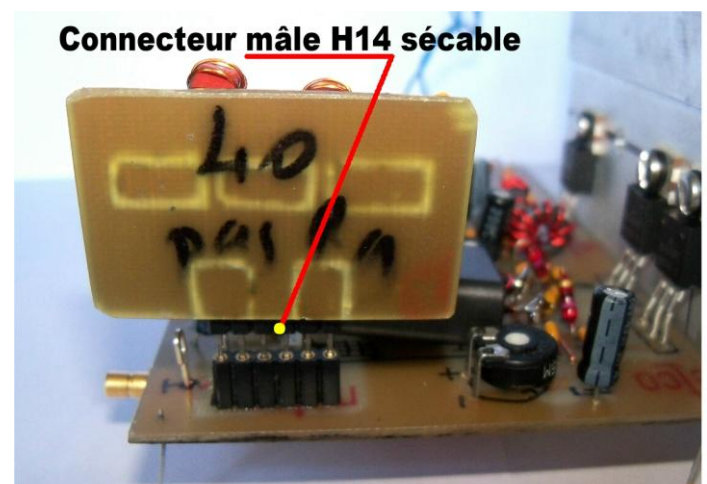


Note de l'auteur :

Sur la photo ci-dessus les transistors RD sont isolés du radiateur par un isolant téflon à dissipation thermique. Ce montage **est incorrect**, il est la source d'instabilités de l'amplificateur.

Comme nous l'avons déjà signalé dans le **Commentaire technique** paragraphe II, il faut mettre les semelles métal des TO-220 directement en contact avec l'aluminium du dissipateur qui est blanchi à la lime et à la toile émeri, assurant un excellent contact fer sur aluminium.

VI—FILTRE PASSE-BAS



Le filtre passe-bas sur le* PA RD16* est interchangeable facilitant l'expérimentation et le choix rapide de la bande de travail.

Le tableau ci-dessus donne les valeurs des filtres passe-bande testés de 10 à 160m sur le Tango ou SPEEDO SSB, mais est adapté à tous les transceivers BINGO

TRANSCEIVER MONO-BANDE TANGO SSB ou SPEEDO CW

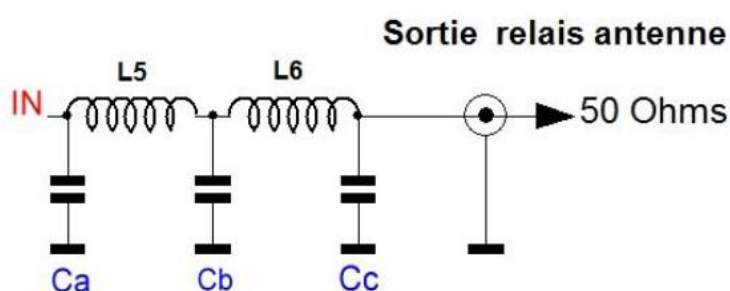
De 10 à 160m

FILTRES PASSE-BAS EMISSION

(F6BCU 15 mai 2011)

	L5	L6	Ca	Cb	Cc
160m	T50-2 32 spires Fil 4/10e	T50-2 32 spires Fil 4/10e	1500pF	2700pF	1500pF
80m	T50-2 20 spires Fil 4/10e	T50-2 20 spires Fil 4/10e	820pF	1500pF	820pF
40m	T50-2 13 spires Fil 4/10e	T50-2 13 spires File 4/10e	470pF	1000pF	470pF
30m	T50-6 13 spires Fil 4/10e	T50-6 13 spires File 4/10e	330pF	2x 330pF	330pF
20m	T50-6 12 spires Fil 4/10 ^e	T50-6 12 spires Fil 4/10e	220pF	2 x 220pF	220pF
17m	T50-6 11 spires Fil 4/10e	T50-6 11spires Fil 4/10e	180pF	360pF	180pF
15m	T50-6 9 spires Fil 4/10e	T50-6 9 spires Fil 4/10e	150pF	330pF	150pF
12m	T50-6 7 spires Fil 4/10e	T50-6 7 spires Fil 4/10e	100 +27pF	220+27pF	100+27pF
10m	T50-6 6 spires Fil 4/10e	T50-6 6 spires Fil 4/10e	100pF	220pF	100pF

FILTRE PASSE - BAS



Les filtres passe –bas interchangeables : une idée de l’auteur pour faciliter et simplifier l’expérimentation, s’articule sur l’utilisation judicieuse des connecteurs **FH100 et H14** (disponibles chez les revendeurs de composants électroniques).

Au niveau de la puissance HF, les filtres passe-bas, prévus au départ pour des puissances QRP de l’ordre de 10 watts HF, supportent sans problème les 100 watts.



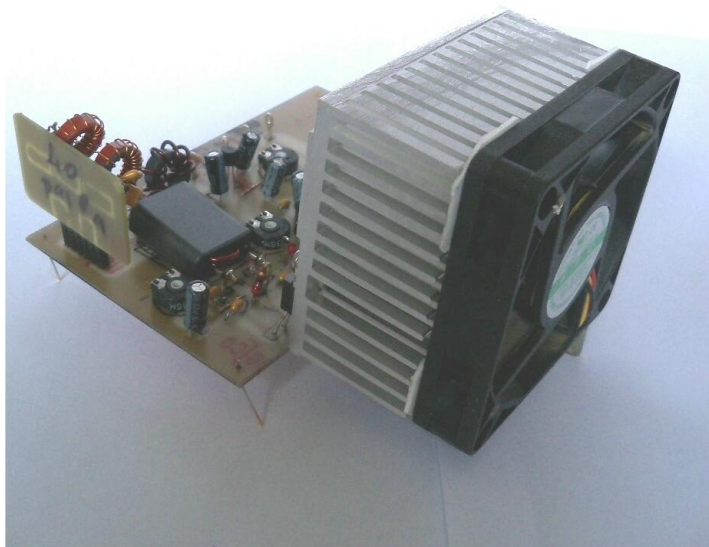
Connecteur femelle FH100 sécable

VII—REFROIDISSEMENT

Nous récupérons sur les épaves d’ordinateurs le radiateur du CPU et la soufflerie. Dans notre construction, le radiateur fait 70 x 70 mm pour une épaisseur de 35 mm.

La soufflerie d’origine 12 volts est collée avec de l’adhésif double face d’épaisseur 2mm.

Soufflerie collée au scotch double face



NOTE DE L’AUTEUR. :

La soufflerie alimentée sous 12 volts, est souvent bruyante. Il est facile de disposer de diodes 1N4004 à 1N4007 en série, et d’abaisser au choix la tension d’alimentation et le niveau de bruit, tout en conservant un refroidissement efficace. Ici nous disposons de 4 diodes chacune chutant 0,6 volts ; il nous reste environ 9 à 10 volts, sur la soufflerie qui est commutée en émission au niveau de la commande du régulateur 7805.



4 diodes 1N4007 en série

VIII—RÉGLAGES

Insérer une charge fictive 50Ω en incluant un filtre passe bas dans son connecteur. Cette méthode évite toutes auto-oscillations parasites lors des réglages.

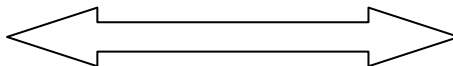
1. Vérifier le courant collecteur du BFR96 ou 96S à 40mA sous 13.5/13.8 V
2. Ajuster P3 pour un courant de repos de T2 de 300 mA sous 13,5/13,8V
3. Ajuster P1 et P2 pour un courant de repos de T3 et T4 de 500 mA chacun sous 13.5/13.8 V
4. Souder une queue de cochon de 2 spires Ø 15mm à l'entrée INPUT et régler P4 à Zéro.
5. Disposer d'un wattmètre et d'un grid-dip genre MFJ259 qui fonctionne en générateur HF.
6. Coupler le Grid-dip à la queue de cochon et apprécier directement la puissance de sortie.
7. Avec une forte excitation le courant de T1 et T2 peut monter à 3A.

CONCLUSION :

Un amplificateur QRP low cost ultra linéaire en SSB, qui couvre toutes les bandes de 10 à 160m, facile à construire et qui doit aussi fonctionner du 1^{er} coup.

Parutions précédentes avec les transistors RD

BINGO SSB 10/11m année 2010
 BINGO 15m.....2010
 DEO 6.....2011
 PA DEO 6 V2.....2011
 DEO 2.....2011
 DRIVER TANGO.....2012
 PA TANGO VI.....2012
 PA TANGO V2.....2012



FIN DE L'ARTICLE

F6BCU-- BERNARD MOUROT
 F8KHM RADIO-CLUB DE LA LIGNE BLEUE
 SAINT DIE DES VOSGES
 18 mars 2013

Reproduction interdite sans autorisation écrite de l'auteur