

AMPLIFICATEUR LINEAIRE LOW COST

1.5 à 30MHZ - FT817 - FLEX 1500 SDR

JUMBO-2

25/60 WATTS HF de 13.8 à 15 VOLTS

Par F6BCU



Le prix de vente des amplificateurs linéaires HF de puissance ne fait que de s'envoler et bientôt au de-là de 100 watts HF, si ce n'est déjà le cas, chez certains revendeurs de l'hexagone, ont dépassé le prix d'un transceiver genre FT817ND de YEASU/VERTEX.

L'utilisation quotidienne des composants et l'expérimentation donne des idées !

Aujourd'hui l'utilisation des tensions entre 11 et 15 volts est courante et la majorité des alimentations délivrent de 11 à 15 volts sous 10 à 40 Ampères sans problème.

Développer un type d'amplificateur linéaire avec des tensions supérieures à 15 volts n'est plus utile et nous laisserons de côté les 24 et 28 volts envisagés au préalable.

Nous avons expérimenté par curiosité, un amplificateur linéaire équipé de 2 x 2 transistors Mosfet IRF510 en push pull parallèle et surprise, surprise, les résultats étonnants obtenus et la simplicité des moyens utilisés méritaient la rédaction d'un article.

En février 2009 nous avons rédigé un article : ****Amplificateur Linéaire Turbo 20 pour FT817**** classé dans la ****Rubrique 20m**** du CD HANDBOOK de la Ligne bleue, avec un push pull de 2 x IRF510. Nous obtenions 15 watts HF sur 20m avec 1 watt HF du FT817, tension de 13.5 à 15 volts.

Aujourd'hui avec 4 x IRF510, et 2 watts HF entrée, nous avons plus que doublé la puissance de sortie, et encore 20/25 watts HF sur 10 m avec une tension de 13.8 à 15 volts.

SCHEMA GÉNÉRAL DES CIRCUITS DE COMMANDES ET RELAIS À LA FIN DE L'ARTICLE

I—SCHÉMA ÉLECTRONIC JUMBO-2

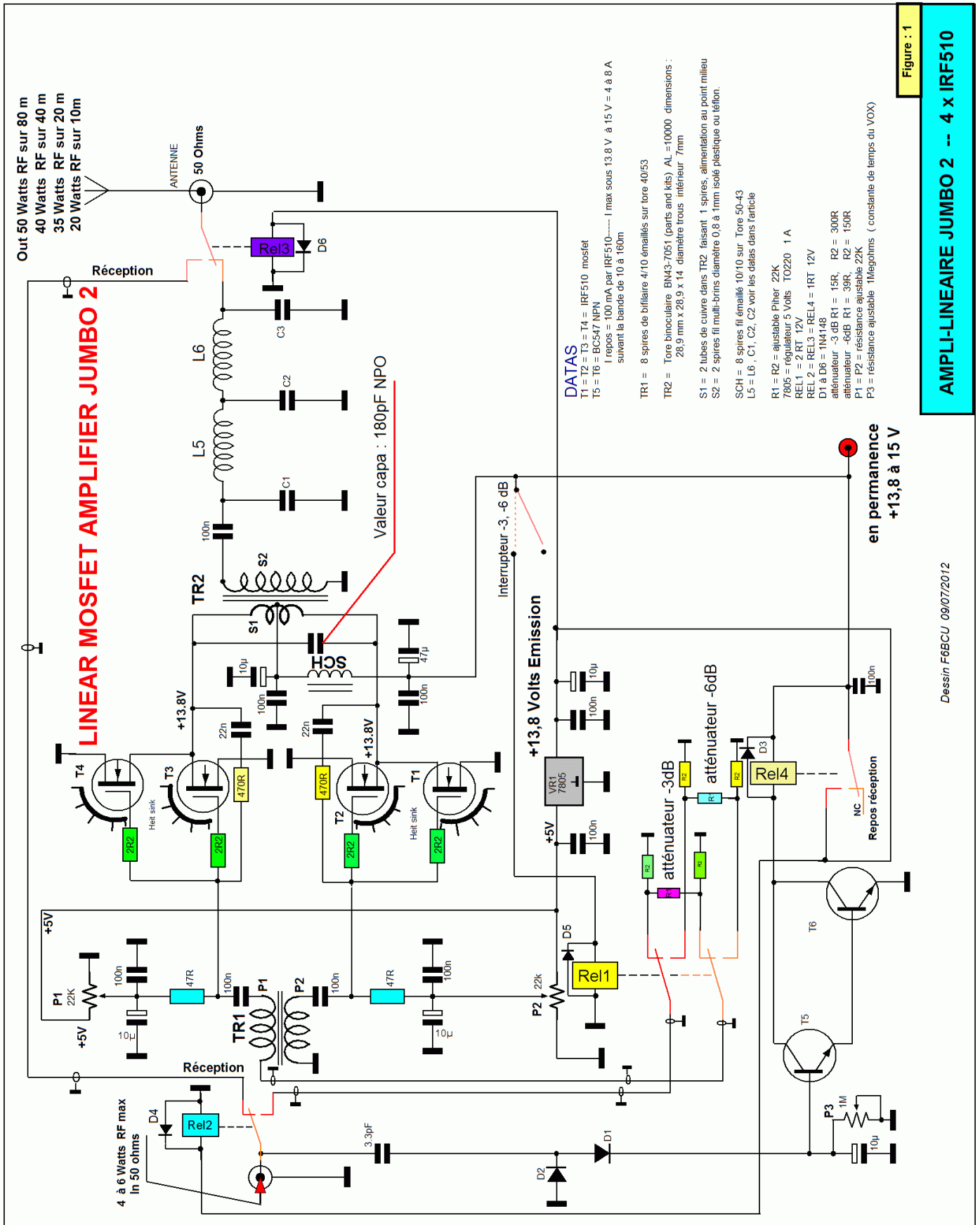


Figure : 1

Dessin F6BCU 09/07/2012

AMPLI-LINEAIRE JUMBO 2 -- 4 x IRF510

COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

L'amplificateur linéaire JUMBO-2 est prévu pour travailler :

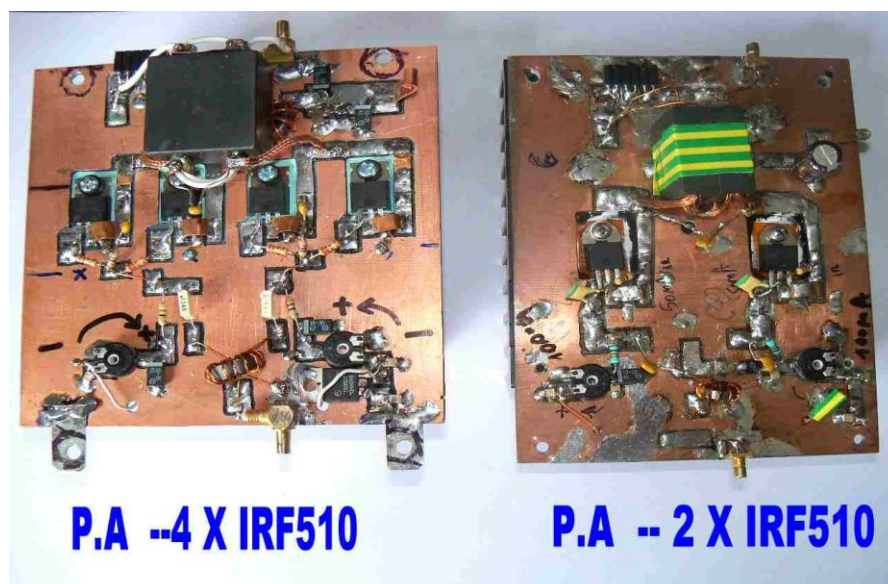
- Position amplificateur branché connecteurs + câbles, non sous-tension, la liaison est directe du côté transceiver FT817 ou SDR-1500 ; on sort 4 à 5 watts HF en pleine puissance.
- L'amplificateur est alimenté sous tension de 13.8 à 15 Volts. Nous avons au choix 2 positions de l'atténuateur HF d'entrée avec -3dB ou -6dB qui sera attaqué directement par 4 à 5 watts HF.

Le Schéma électronique présenté ne diffère très peu du schéma classique de nos amplificateurs IRF510 push pull traditionnels, avec la classique contre réaction entre Gate et Drain ; à l'exception de 2 x IRF510 ajouté dans le push pull et du transformateur de sortie **TR2** modifié en conséquence.

Le passage E/R se fait par Vox/HF et le réglage de la constante de temps passage E/R est commandé par P3. Ce Vox HF nous a donné toute satisfaction et reste très simple.

Le courant de repos est ajusté à 200 mA pour le couple T1-T2 et T3-T4. En pointe de courant on atteint 8 A bande 80 m et encore 4 A bande 10m sous 13.8 à 15 volts.

Les filtres passe bas de sortie sont enfichables bande par bande par simplicité. Ce système a été testé avec succès sur les transceiver **SPEEDO CW** et **TANGO SSB**. La description complète des filtres passe-bas enfichables et interchangeables sera reprise dans la suite du texte.



La photo ci-dessus représente le P.A avec 4 x IRF510 et 2 x IRF510 les dimensions des circuits imprimés ont peu évolués. Les dimensions restent toujours 107 x 115 mm.

DÉTAIL DES COMPOSANTS

T1 = T2 = T3 = T4 = Mosfet IRF510

T5 = T6 = BC457 NPN

I repos = 100 mA par IRF510 ou 200 mA pour T1 et T2, T3 et T4

I maximum = 4 à 8 A suivant la bande de 10 à 160m

TR1 = 8 spires de bifilaire torsadé 4/10 émaillé sur tore 50/43

TR2 = Tore binoculaire BN43-7051 (parts and Kits USA) A1 = 10.000, dimensions :
28,9 x 28,9 x 14 mm Ø trou intérieur = 7mm

S1 = 2 tubes cuivre dans TR2 faisant 1 spire, alimentation au point milieu

S2 = 2 spires fil multibrins Ø 0,8 à 1mm isolé plastique ou téflon

SCH = 8 spires fil émaillé 10/10 sur Tore 50/43

L5 = L6, C1 = Ca, C2 = Cb, C3 = Cc (voir le détail dans le texte)

P1 = P2 = ajustable Piher horizontal 22k

P3 = ajustable Piher horizontal 1MΩ (constante de temps du Vox)

7805 = régulateur TO220 5 v 1 A

Rel 1 = 2RT 12V

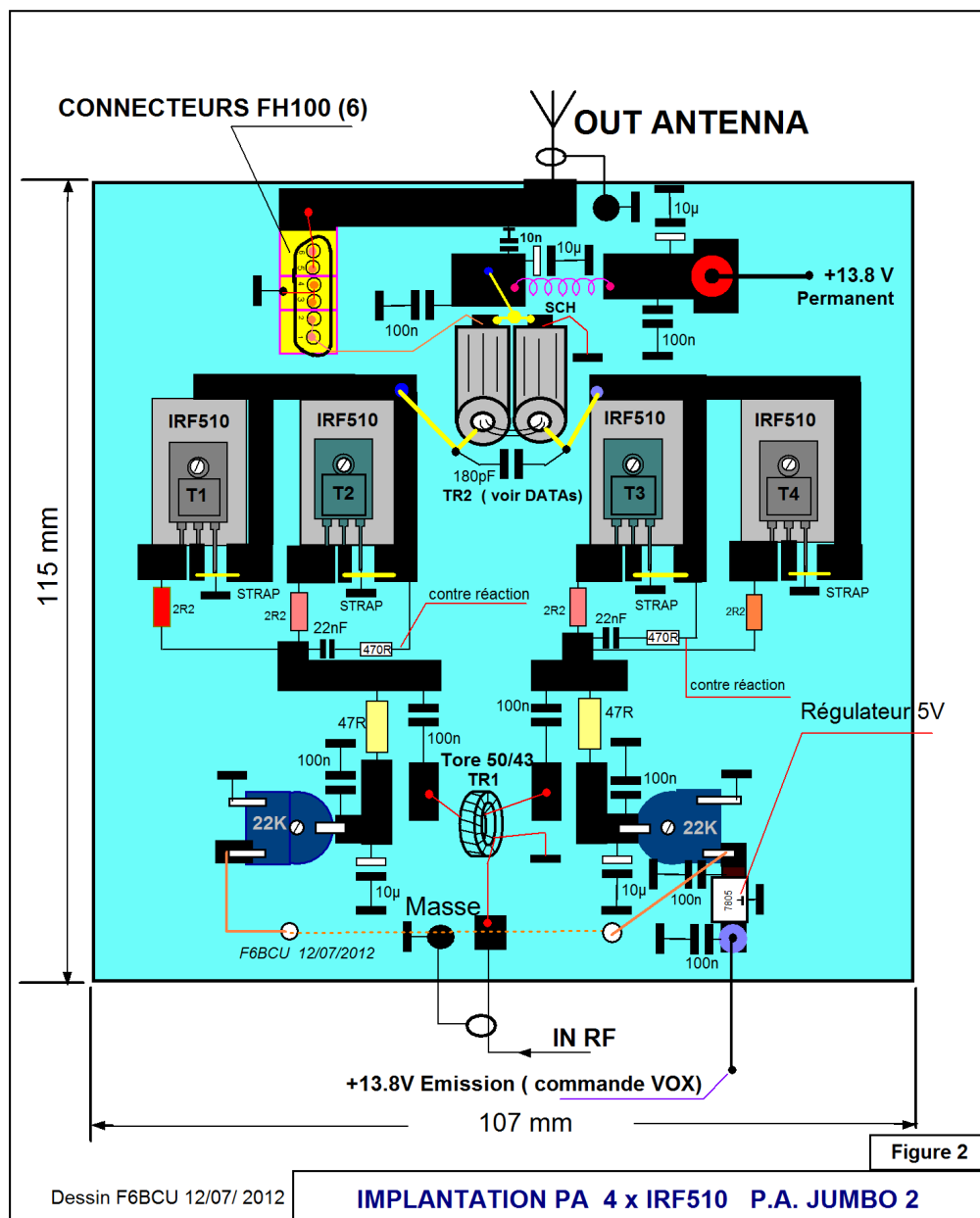
Rel 2 = Rel 3 = Rel 4 = 1RT 12V

D1 à D6 = 1N4148

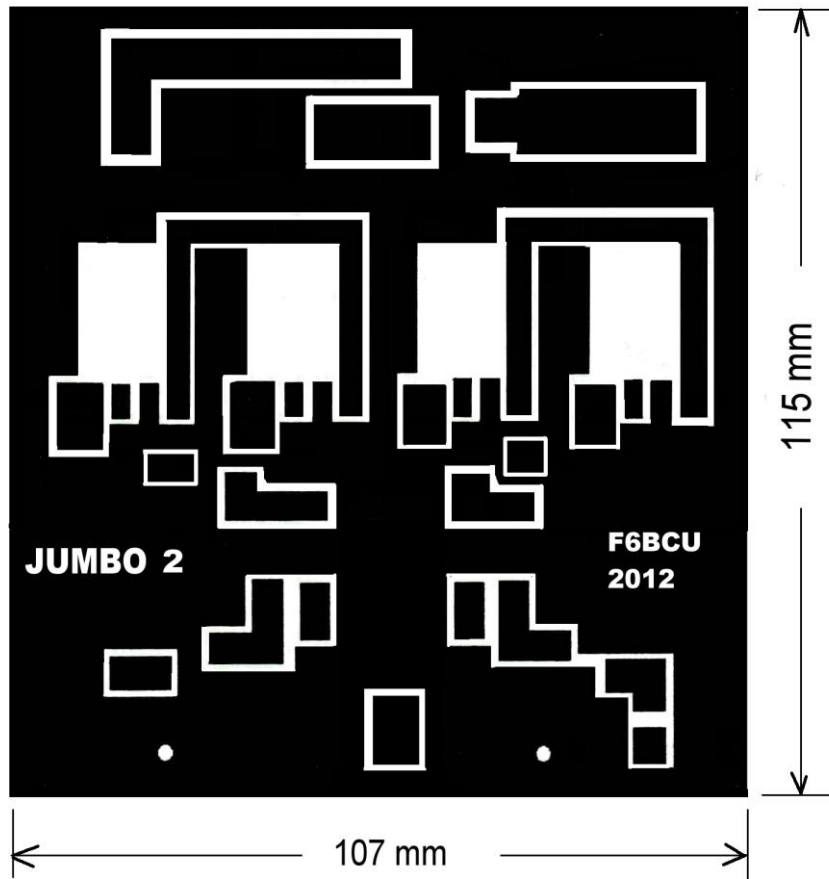
Atténuateur -3dB = R1 = 15R, R2 = 300R 2 watts

Atténuateur -6dB = 51 = 39R, R2 = 150R 2 watts

II—IMPLANTATION DES COMPOSANTS



III—CIRCUIT IMPRIME COTÉ CUIVRE



IV—FILTRE PASSE-BAS

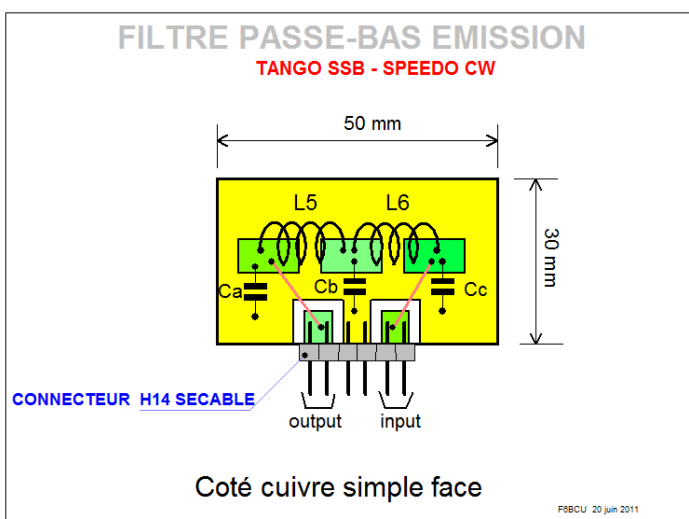
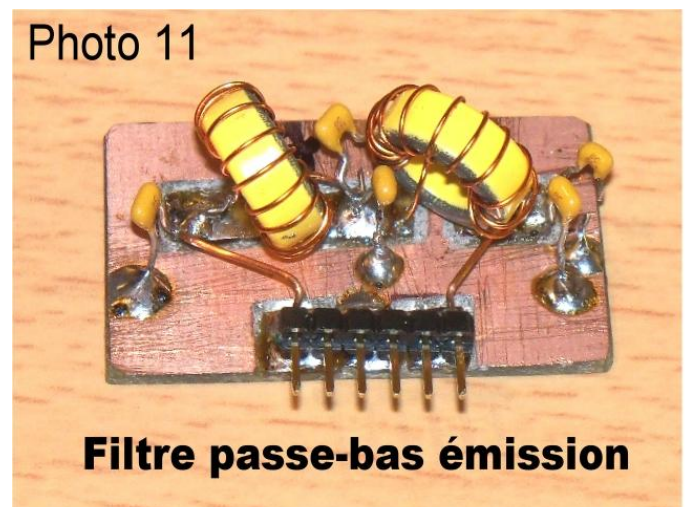


Photo 11



Le concept du filtre passe – bas interchangeable et enfichable évite les pertes HF de commutation et une grande simplification dans la construction.

TRANSCEIVER MONO-BANDE TANGO SSB ou SPEEDO CW

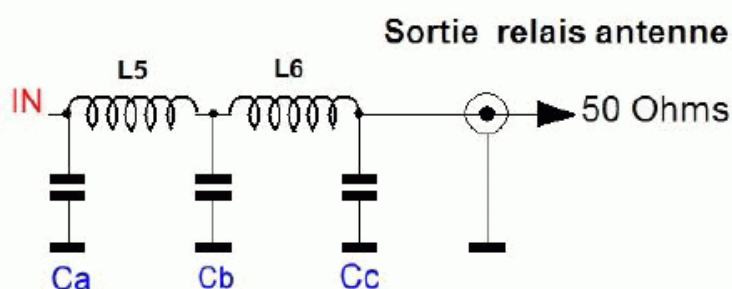
De 10 à 160m

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 4/10e	T50-6 12 spires Fil 4/10e	220pF +33pF	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



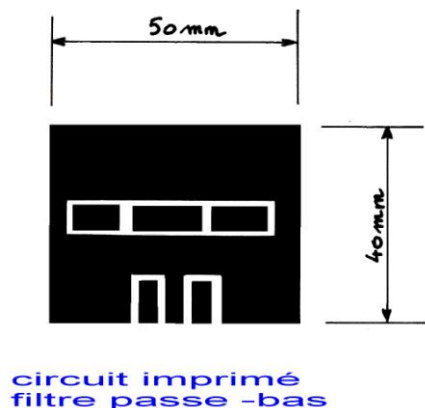


Photo 13

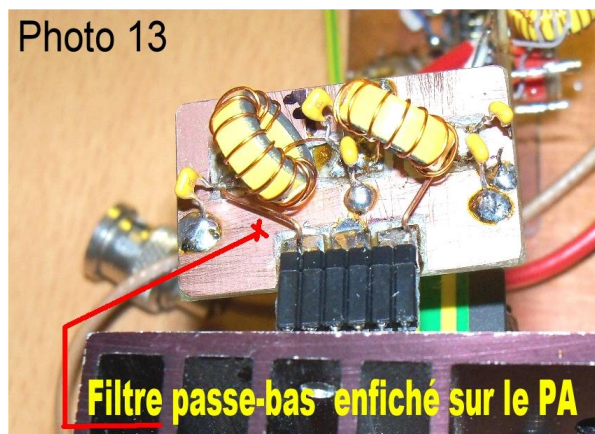


Photo 14

Filtre passe-bas P.A.

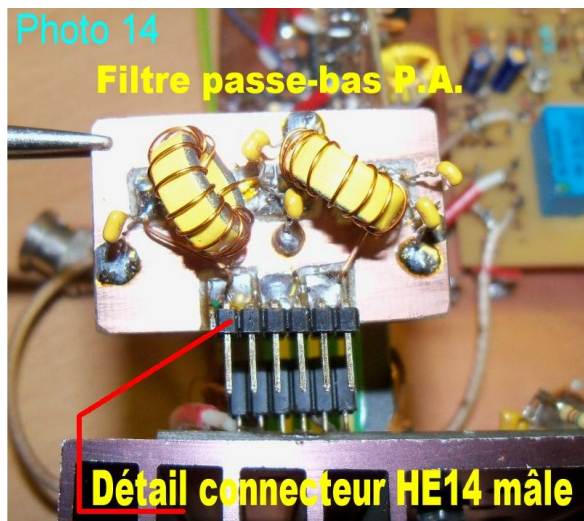


Photo 15



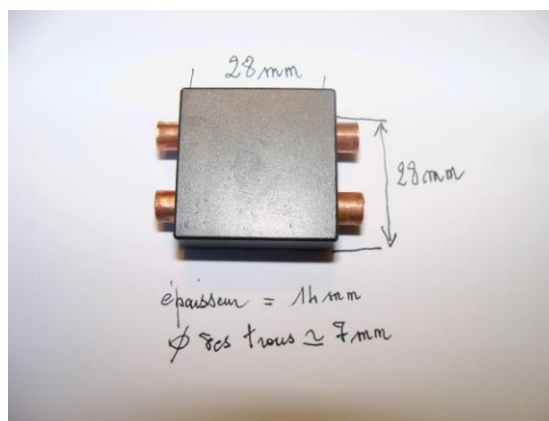
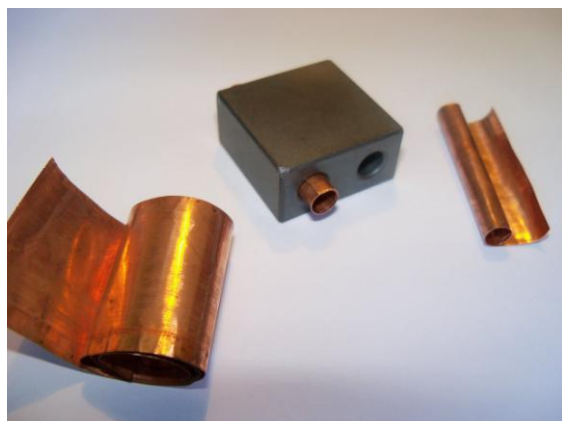
NOTE DE L'AUTEUR

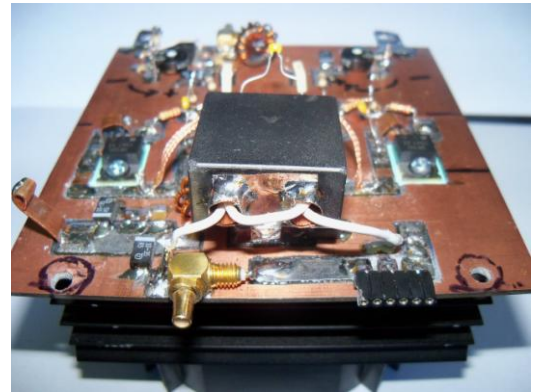
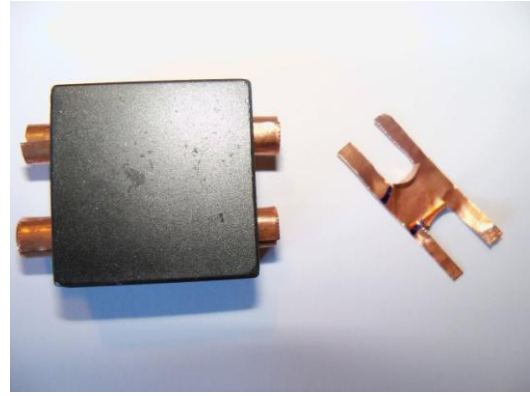
Tous ces filtres passe-bas émissions enfichables, sont compatibles sur toutes les séries BINGO et servent aussi pour tester les divers étages Driver et de Puissance lors des séances de mesures des nouvelles constructions. En trafic SSB ou CW ils supportent sans chauffer plus de 70 watts HF sur 80 m

V—LE TRANSFORMATEUR TR2

L'amplificateur JUMBO 2 est équipé d'un transformateur de sortie binoculaire de grosses dimensions le BN43/7051 (vendu aux USA par Parts and KIT sur le WEB) qui a servi à l'expérimentation et la mise au point du PA. Mais il peut être remplacé par 2 tubes en ferrite de dimensions voisines que nous avons testé sur un nouvel amplificateur : le STRONG-1 plus puissant et plus simple que le JUMBO-2 (sa future description est à la suite de celle-ci). Les références des tubes ferrites et fournisseurs seront communiquées à la fin de l'article.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE TR2





Une 2^{ème} méthode de construction existe en remplacement du feuilard de cuivre ou de laiton pour construire les 2 tubes. Cette méthode est décrite dans le Radioamateur Handbook de l'ARRL (USA). On utilise de la tresse de gros câble coaxial KX4 ou RG-58, les résultats HF sont identiques. L'enroulement secondaire est enroulé à l'intérieur du câble coaxial.

Lire transfo TR2

TR3



TR3



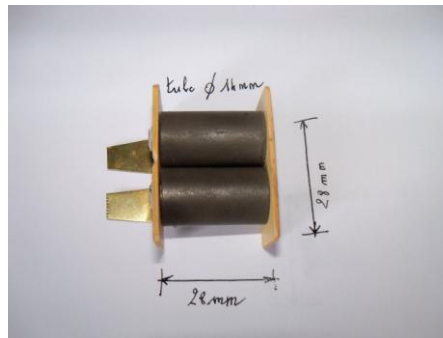
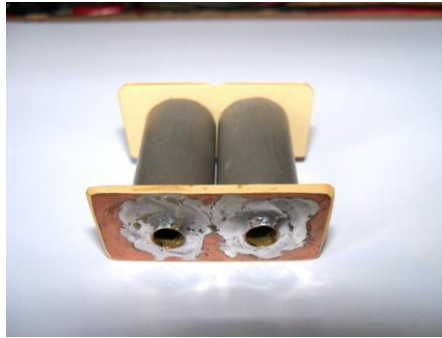
TR3



Approvisionnement en Tores ferrite : les tores traversés par les fils d'alimentation et autres câbles de commandes, ordinateurs, USB, pour bloquer le HF fonctionnent jusqu'à 30 MHz en général dans les amplificateurs large bande HF émission .

Conrad électronique vend le Tore n° 50 80 55-49 sur son catalogue 2011/2012 aux dimensions : diamètre extérieur 18mm, épaisseur 10mm, diamètre intérieur 10mm il en faut 6, 3 +3 assemblés avec du Scotch pour faire un excellent transfo de sortie TR3 (puissance 100 à 150 Watts HF).

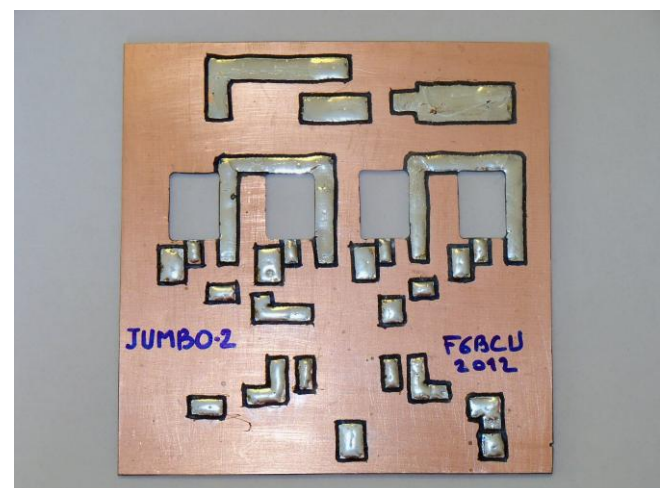
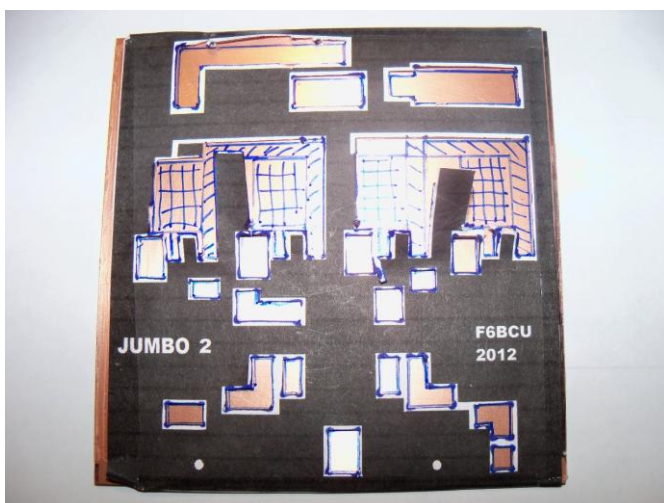
La 3^{ème} méthode de construction de TR2 est la plus généralisée. Les tubes en ferrite sont disponibles chez Conrad Electronic. Il faut aussi posséder les tubes de diamètre ad hoc en cuivre ou en laiton ou utiliser de la tresse de câble coaxial.



VI—CONSTRUCTION DE L'AMPLIFICATEUR

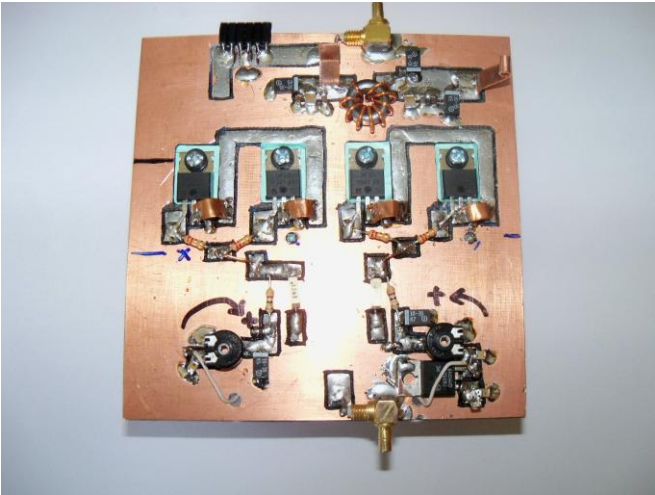
CÔTÉ CIRCUIT IMPRIMÉ

Pour donner une idée de la simplicité de la construction et de l'implantation des composants, il faut des photos bien détaillées.

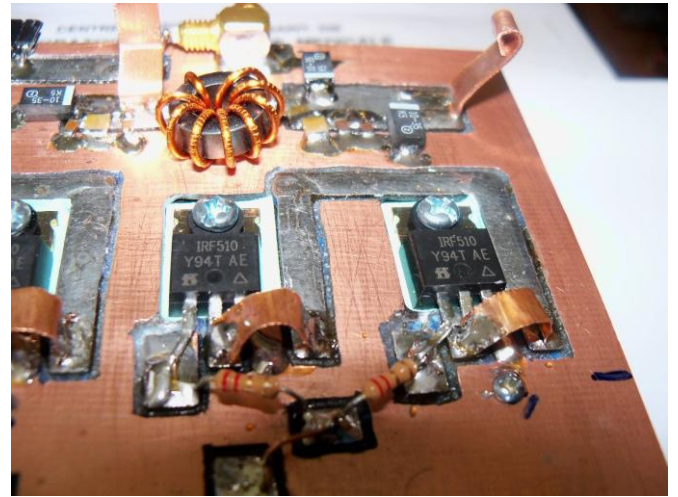


Le circuit prototype du JUMBO-2 a été fabriqué artisanalement. Une feuille du circuit imprimé à l'échelle 1/1 est collée sur la plaque cuivre époxy aux dimensions de 107 x 115 mm.

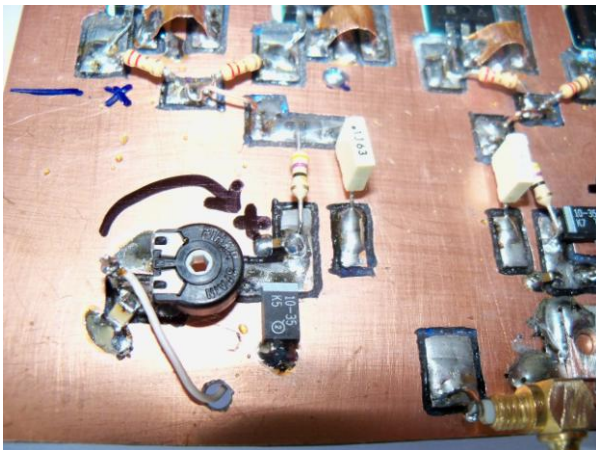
Découpage au cutter des pistes et ilots en cuivre et marquage au feutre indélébile noir. Détourage au Dremel avec une fraise. Ensuite perçage et ajustement des logements (lumières pour les 4 x IRF510)



Les 4 x IRF510 sont isolés du radiateur par une lamelle en mica ou téflon isolant et canon de vis Ø 3mm en téflon.



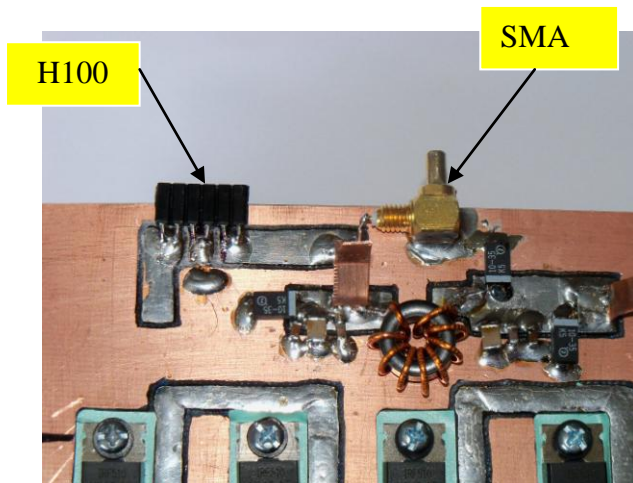
La continuité du Drain au circuit imprimé est assurée par un morceau de feuillard de cuivre en U inversé de 4 à 5 mm de largeur



Résistance ajustable P1 et repérage du sens de rotation lors du réglage de la polarisation



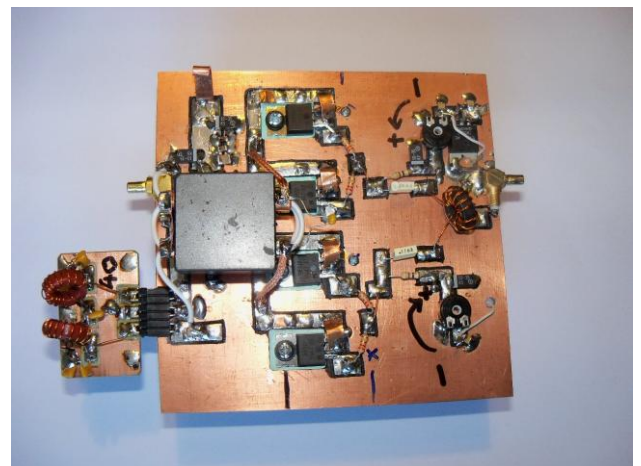
Il existe un radiateur de 10 x 10 cm et 3,8 cm d'épaisseur et de 5mm d'épaisseur disponible chez GOTRONIC sur le web



H100

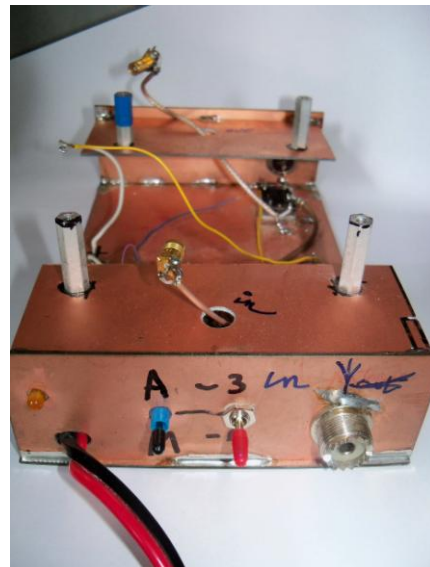
SMA

Circuit de sortie du PA à droite sur connecteur SMA à gauche connecteur femelle H100

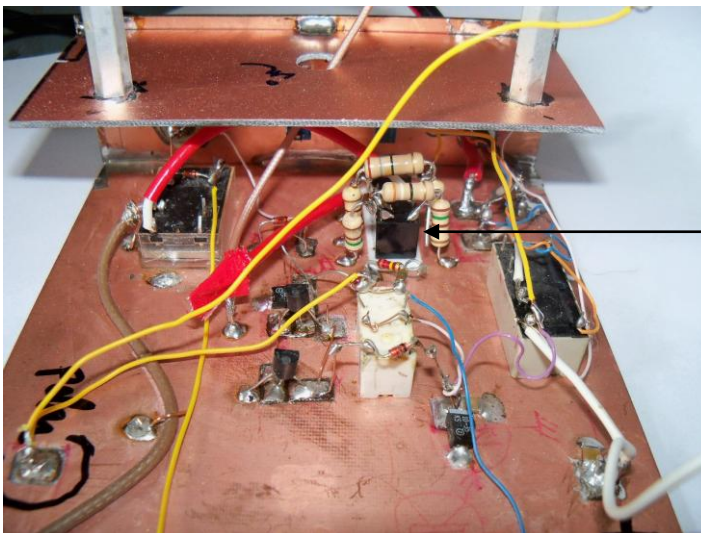


Détail de la disposition du filtre passe-bas enfichable en sortie du PA

COFFRET DE L'AMPLIFICATEUR 11x 19 x 4 cm

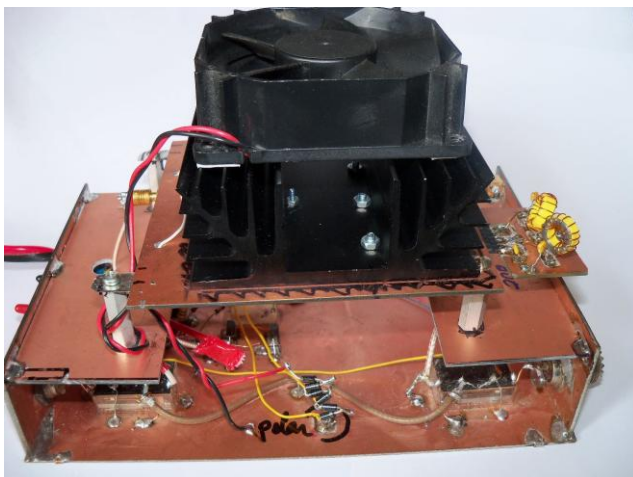


ATTÉNUATEUR À RÉSISTANCES (1 à 2 w)

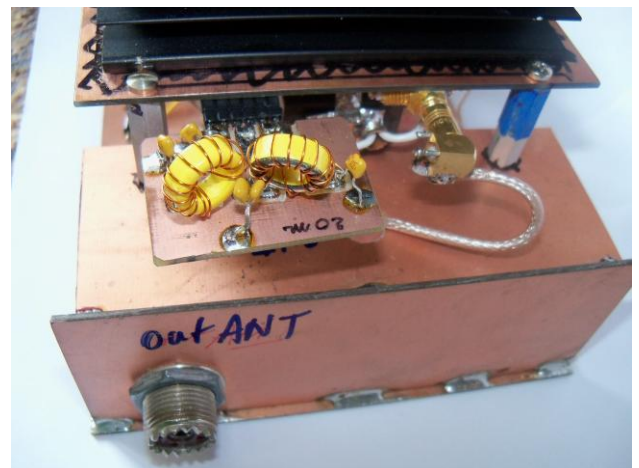


Disposition des résistances atténuateur en périphérie du relais 2 x RT

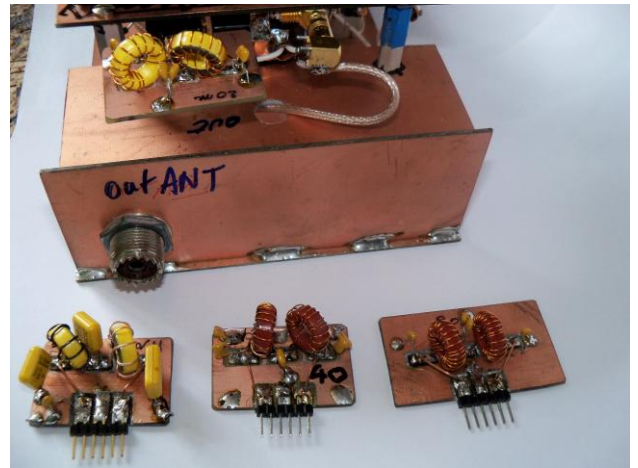
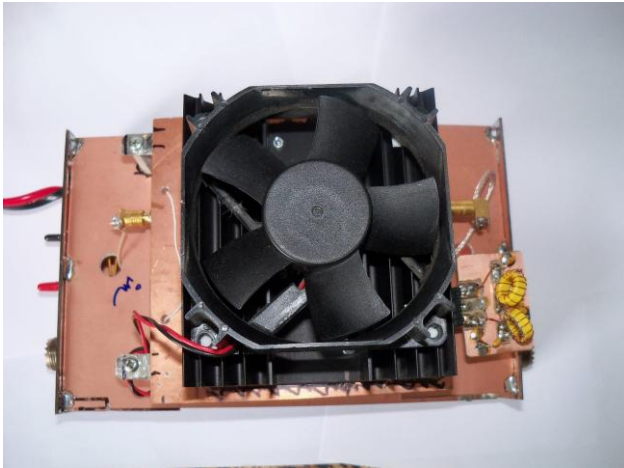
AMPLIFICATEUR JUMBO-2 FINALISÉ



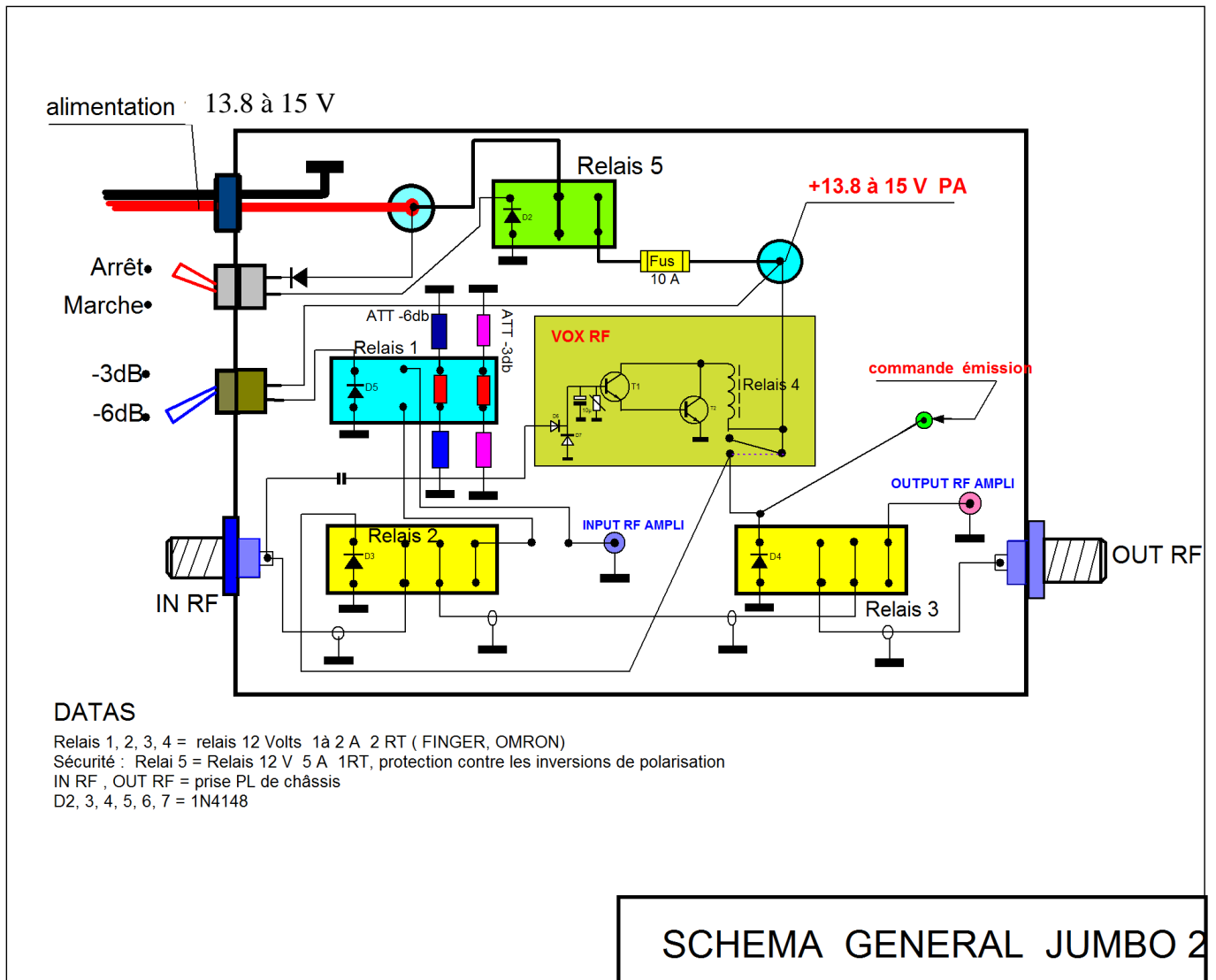
Une soufflerie d'ordinateur en 12V est utile



Vue du filtre passe-bas enfichable



VII-- SCHÉMA GÉNÉRAL (Relais, commandes, commutation)



VIII—RÉGLAGES

Vérifications préliminaires

De base l'amplificateur est câblé sur son circuit imprimé avec le radiateur et les connecteurs IN et OUT (SMA ou autre).

- S'assurer qu'entre la borne + 13.8 V côté Drain du PA et masse la résistance mesurée fait entre 500 et 600 Ω
- Alimenter le régulateur 7805 en + 13.8 V (sans alimentation côté Drain) et s'assurer du + 5 Volts
- Positionner un voltmètre entre curseur de P1, P2 et masse et s'assurer de la variation de 0 à 5 volts par rotation de la commande du curseur.

Vérifications et tests de fond

- Brancher une charge fictive 50 Ω et indicateur Wattmètre (aiguille ou digital) et enficher un filtre passe-bas 40 ou 80m.
- Préparer l'alimentation du PA avec un contrôleur universel sensibilité 500 mA disposé en série + des Drains du PA. (PA et P2 sont curseurs à la masse.
- Brancher le + 13.8 V sur le régulateur 7805 rien ne dévie c'est parfait !
- Ajuster P1 (rotation douce) pour un courant de repos de 200 mA et P2 pour un courant de repos de 400mA max (200 + 200 mA).

Le PA est réglé en état de fonctionnement

Tests HF

- Connecter un FT817 ou Flex 1500 à régler sur 0.5 watts HF environ ; tout est branché. Le contrôleur universel en série dans l'alimentation 13.8V, est sur la sensibilité 10 A.
- Générer sur 40 m par exemple un **signal FM** avec le FT817 ou un **Tun** avec le FLEX 1500. Le wattmètre va monter à 15 watts HF, le contrôleur indique 2 Ampères environ.
- Générer maintenant 1 watts HF nous aurons 25 à 30 watts HF et un courant de 4 Ampères.
- Pour terminer excitons avec 2 watts HF, plus de 40 watts HF sont mesurés et l'intensité grimpe à 7 A. En dernier ressort passer à 15 volts ; les 50 watts HF sont atteints, I = 8 A.
- Sur 80m, ce sont presque 60 watts HF et 35/40 watts HF sur 20 m etc..

Pour finaliser, vérifier le bon fonctionnement du VOX HF, émettre avec 4/5 watts HF et se servir des atténuateurs commutables -3, -6 dB pour ajuster le niveau de sortie du P.A.

Note de l'auteur

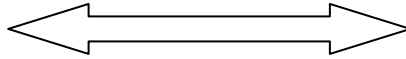
- Dès que le PA dans son boîtier est alimenté, les atténuateurs sont actifs en fonctionnement et la puissance de sortie maximum est limitée à 2/2.5 W HF.

CONCLUSION

Le JUMBO- 2 est vraiment low-cost, un peu plus de 80 Euros, nous l'utilisons en permanence sur notre Flex1500 SDR et les QSO se font sans problème. Mais c'est aussi un amplificateur utilisable pour le portable pour donner un peu de pêche à un transceiver QRP.

Un autre article est en préparation avec l'amplificateur STRONG-1 qui utilise des mosfets basse tension les résultats sont étonnants avec des transistors mosfet à 1.50€.

FIN de l'article



F6BCU –BERNARD MOUROT—F8KHM RC de la Ligne bleue
9, rue des sources –88100 REMOMEIX—VOSGES—FRANCE

26 juillet 2012

Reproduction interdite de l'article sans autorisation écrite de l'auteur