

LES RÉALISATIONS DE LA ****LIGNE BLEUE****
LE SAVOIR-FAIRE RADIOAMATEUR

TRANSCEIVER BINGO-DUO SSB CW 40
sur circuit imprimé

3^{ème} Partie (par F6BCU)



I—DRIVER ET P.A. (identique sur BINGO CW 40 et BINGO-DUO SSB CW 40)

Il y a quelques années l'approvisionnement en transistors d'émission dont la grande majorité était issue de la période Citizen bande facilitait la construction d'étages émissions de petites puissances pour un prix attractif. Mais récemment, la mise en vente sur le marché de copies, avec des caractéristiques fantaisistes, les problèmes rencontrés et la non-fiabilité des montages dans le critère de la reproductibilité, nous ont amenés à nous orienter vers les Mosfets. Ces transistors à vocation industrielle, sont utilisés dans la technique de la commutation rapide de haute puissance.

Il s'avère que certains Mosfets courants disponibles chez les revendeurs fonctionnent fort correctement en émission, pour un prix de 1 à 2 Euros. A l'usage, l'expérimentation et les mesures mettent en évidence certaines règles pratiques, une base pour leur utilisation en émission. Ils deviennent pour le radioamateur source d'un renouveau dans la manière de faire de l'émission HF à petite ou forte puissance.

L'étage de puissance qui équipe le transceiver **BINGO -DUO SSBCW 40** actuel est le résultat de nombreuses expérimentations de l'auteur F6BCU.

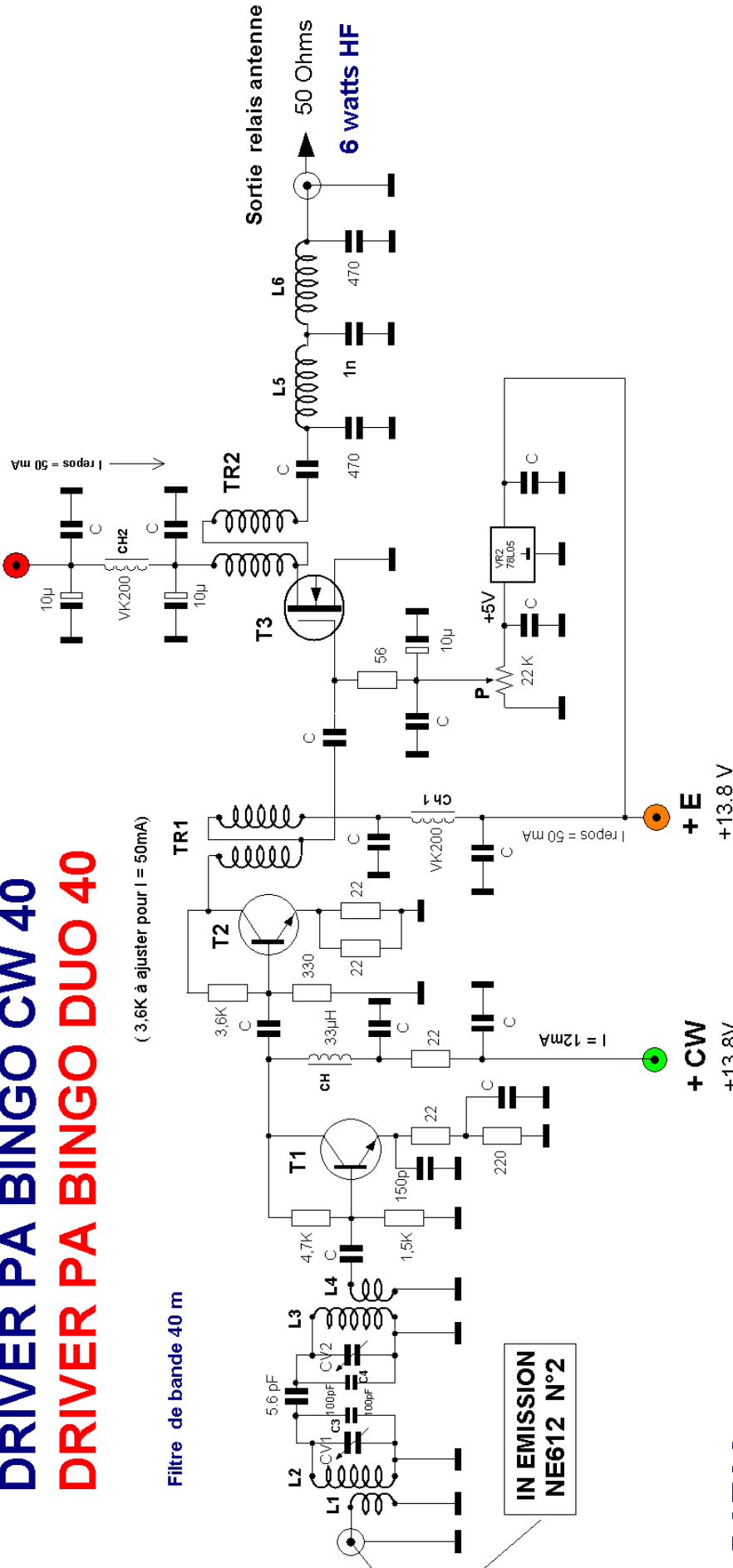
La simplicité du montage pour la puissance de sortie qui dépasse les 4 à 6 Watts HF démontre que les Mosfets du type IRF510 bien que non prévus pour l'émission fonctionnent d'une manière admirable.

DRIVER PA BINGO CW 40 DRIVER PA BINGO DUO 40

Filtre de bande 40 m

(3.6K à ajuster pour I = 50mA)

+13.8 volts en permanence



**IN EMISSION
NE612 N°2**

DATAS

- L2 = L3 = 25 spires fil 4/10ème émaillé sur Tore T50/2 rouge Amidon.
- L1 = L4 = 9 spires fil isolé sous plastique 4/10 sur L2-L3 sens inverse.
- L5 = L6 = 13spires 4/10 émaillé sur tore T50/2 rouge Amidon
- TR1 = 10 spires bifilaire 4/10 émaillé sur Tore 37/43 Amidon
- TR2 = 10 spires bifilaire 4/10 émaillé sur Tore 50/43 Amidon
- C3 = C4= 100pF
- CV1 = CV2= ajustable plastique 90pf rouge ou 106 pF violet
- P = résistance ajustable 22K genre Piher
- 78L05 = Régulateur 5 V 100mA
- CH = self de choc 33uH- CH1= CH2 = VK200 ou 8 tours fil 5/10 sur 37/43
- T1= 2N2222 ou 2N3904 --- T2 = 2N2219 ou 2N2219A --- T3 = IRF510

TECHNIC

- Courant repos IRF510 = 50 mA
- Courant Max IRF510 sous 13.8 V = 1A
- Courant collecteur 2N2219 = 50 mA maximum
- Courant collecteur 2N2222 = 10 à 12 mA

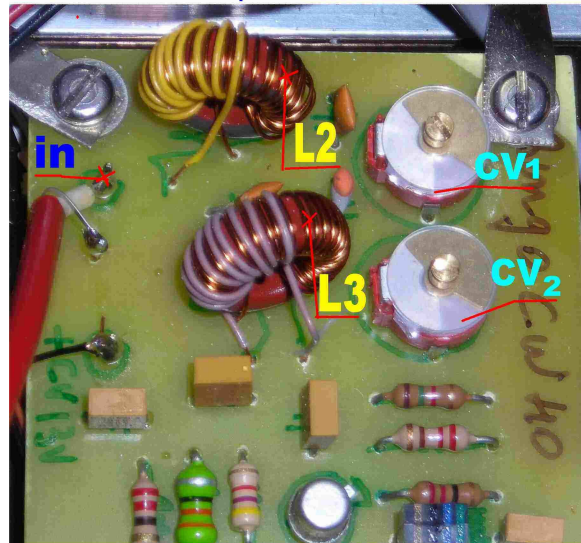
FIGURE 2

Dessin F6BCU 21/01/2008 La Ligne bleue

DRIVER PA BINGO DUO 40

ÉTAGE DRIVER

Photo 8 Filtre passe -bande émission



L'étage amplificateur Driver se compose d'un double filtre de bande (L2, L3) accordé sur 40 m et d'un amplificateur large bande composé de 2 transistors en cascade : un 2N2222 et un 2N2219. Le signal HF disponible sur la pin 4 du mélangeur NE612 N°2, n'excède pas une fraction de mW HF. Il faut presque 30dB de gain pour atteindre 100 à 150 mW HF dans la bande 40m pour exciter correctement l'étage de puissance (PA).

L'étage driver proposé n'est pas une nouveauté car utilisé par d'autres constructeurs. Nous avons retrouvé ses origines dans le manuel de l'Atlas 210X (avec d'origine un 2N2222 et 2N3866) ; il est de conception simple avec des composants ultra-courants. Sur 40 m le Driver 2N2219 permet de faire atteindre facilement 4 à 6 Watts HF à la sortie du PA Mosfet IRF510.

SPÉCIFICITÉS DU DRIVER

La première remarque est l'importance des cellules de découplage (self de choc et condensateurs), côté alimentation des collecteurs pour éviter tout risque d'auto-oscillations. Le courant drain du transistor T1 (2N2222) s'établit à 10mA environ mais peut monter à 12mA en fonction de la dispersion des valeurs des composants. Le transistor T2 (2N2219) est équipé d'un solide radiateur, bien que son courant Drain soit limité à 50mA. A cette valeur de courant drain, l'échauffement du transistor est encore raisonnable.

Un courant supérieur n'apportera pas plus de puissance, mais un fort échauffement.

Avec un courant de 50mA dans T2 et 13.5 à 13.8 Volts de tension alimentation, l'impédance de sortie avoisine 200 Ω .

Cette impédance de 200 Ω permet par l'intermédiaire de TR1 transformateurs large bande de 4/1 d'abaisser à 50 Ω l'impédance sur la Gate de T3.

FILTRE DE BANDE ENTRÉE HF

Le double filtre de bande L2 et L3 d'entrée est spécialement étudié au niveau de L1 et L4, qui ont des enroulements de valeurs peu communes, notamment 9 spires pour L1 et 9 spires pour L4. Avec ces valeurs d'enroulements vous tirerez le maximum de HF du PA IRF510 c'est à dire de 4 à 6 watts HF. Nous rappellerons que dans nos premiers essais avec le filtre de bande, voulant travailler

sous 50Ω avec L1 et L4, et ne disposant que de 3 à 5 spires sur L1 et 4 spires sur L4, la puissance de sortie ne dépassait pas 2 à 3 watts HF. Après modification de L1 et L4 dans le sens de l'élévation des impédances, la puissance a plus que doublé. Le NE612 a ses entrées et sorties sur les mélangeurs à $Z = 1000$ à 1500Ω . Le fait de travailler en basse impédance sur les différentes portes (pin ou pattes) du NE612 est un facteur de stabilité en HF, mais le rendement s'en ressent.

ÉTAGE P.A (power amplifier)

Photo 9

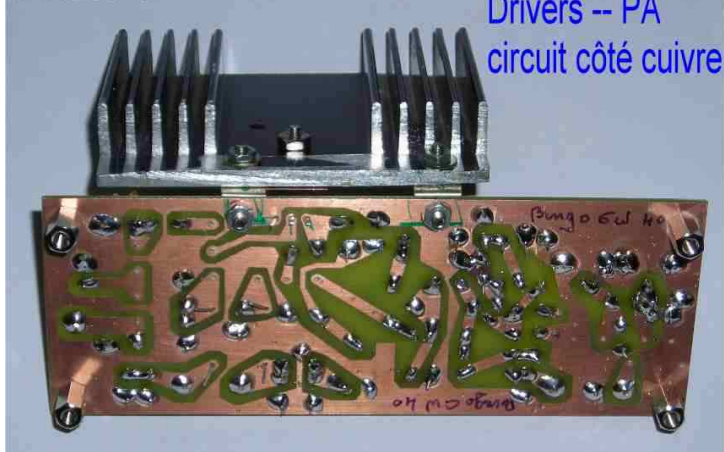


Photo 10



FONCTIONNEMENT DE L'IRF510 P.A. EN ÉMISSION

Polarisation

Contrairement aux transistors bipolaires NPN courants en émission ces dernières années, et polarisés faiblement (+), avec les Mosfets c'est l'inverse, ils doivent être fortement polarisés positivement. NPN ou Mosfet ont un point commun la polarisation 0 volts est la classe C et aucun courant Collecteur ou Drain ne se manifeste. Nous verrons ultérieurement l'intérêt de cette classe C.

Le premier point est la polarisation variable de la Gate par un système régulateur 5 volts (78L05) et ajustage d'une tension variable entre 0 et + 5 volts sur la Gate par résistance ajustable **P** de 5K. Le Drain est alimenté de 13.5 à 13.8 volts. Pour une tension de 3,6 à 4,4 volts (valeur moyenne) le courant Drain commence à se manifester. Il sera fixé à 50 mA (attention au réglage le courant monte rapidement et peut dépasser 2 à 3 Ampères).

Le deuxième point est la fonction travail de la Gate qui d'origine est en très haute impédance (100K à 1M Ω .) L'expérimentation radioamateur a fixé certaines règles pour éviter toutes instabilités et auto-oscillation dans le fonctionnement du Mosfet en émission :

Impédance Gate

Il faut artificiellement fixer en basse impédance l'entrée Gate des Mosfets par une résistance de 10 à 50Ω découplée à la masse et véhiculant la tension de polarisation. Autre précision, la tension de polarisation s'exprime en volts on ne parle pas d'intensité. Dans certains montages, en série avec la 50Ω on met une résistance de 10K, ce qui n'affecte pas la tension de polarisation, mais confirme que la notion de courant de Gate ne peut se justifier, la tension de polarisation étant considérée statique.

Impédance Drain

En général on devrait retrouver sur le Drain du Mosfet de commutation (IRF510) une impédance sensiblement égale à celle de la Gate mais l'expérimentation démontre que cette impédance est très sensible à la variation d'intensité du Drain et souvent ne coïncide pas (très voisine de 10Ω). Pour exploiter un signal HF en sortie de Drain, l'impédance est portée à 50Ω à l'aide du transformateur Tr 2 de rapport 1/4 ($1 \times 4 = \pm 50\Omega$). Un filtre « **passé bas** » traditionnel (L5, L6 et capacités annexes) supprime les harmoniques indésirables et sort sur antenne sous 50Ω . En fait on essaye d'adapter les impédances de Gate à Drain mais il n'existe aucune règle absolue ;
Côté alimentation du drain insertion de 2 cellules de découplages avec VK200, 2 condensateurs de 100nF et 2 condensateurs électrochimiques de $10\mu\text{F}$ (il ne faut pas négliger l'utilisation des électrochimiques, les 100nF sont insuffisants).

Refroidissement du P.A.

Le Mosfet IRF510 délivrent 4 à 6 watts HF, considérant que le rendement est de 50%, il consomme en entrée sous 13.5 à 13.8 volts environ 0.9 Ampères, 10 à 12 watts input (entrée). Cette consommation engendre obligatoirement une dissipation de la moitié de la puissance en chaleur (rendement 50%) et il faut mettre un bon radiateur de dimension minimum de 5 x 10 cm.

Remarque de l'auteur :

Le radiateur au toucher même après plusieurs minutes de trafic doit être toujours froid. Sous cette condition de froid le Mosfet thermiquement reste neutre en fonctionnement ; pas d'emballement thermique, stabilité du point de polarisation, constante dans le temps du courant de repos de 50 mA du P.A., excellent rendement en émission. Nombreux sont les montages de transceiver indiquant des puissances généreuses en émission ; un regard sur le radiateur minuscule du P.A. cache une mauvaise dissipation thermique ou une puissance HF surévaluée (critère publicitaire).

SIMPLIFICATION DE LA COMMANDE ÉMISSION

Tous les transceivers BINGO version 2007 et 2008 sont équipés au P.A. d'un transistor Mosfet. Une nouvelle technique issue de l'expérimentation facilite leur utilisation. Désormais l'alimentation côté Drain ne requiert aucun relais de commutation pour l'émission. Le +13.5 ou +13.8 volts est maintenu branché en permanence sur le Drain. La commande émission du P.A. s'effectue au niveau de la polarisation. Sans nous contredire sur certains articles précédents, notamment au niveau de la commande émission des P.A. de puissance à Mosfet, où il était vivement conseillé de ne jamais dépolarisier la Gate.

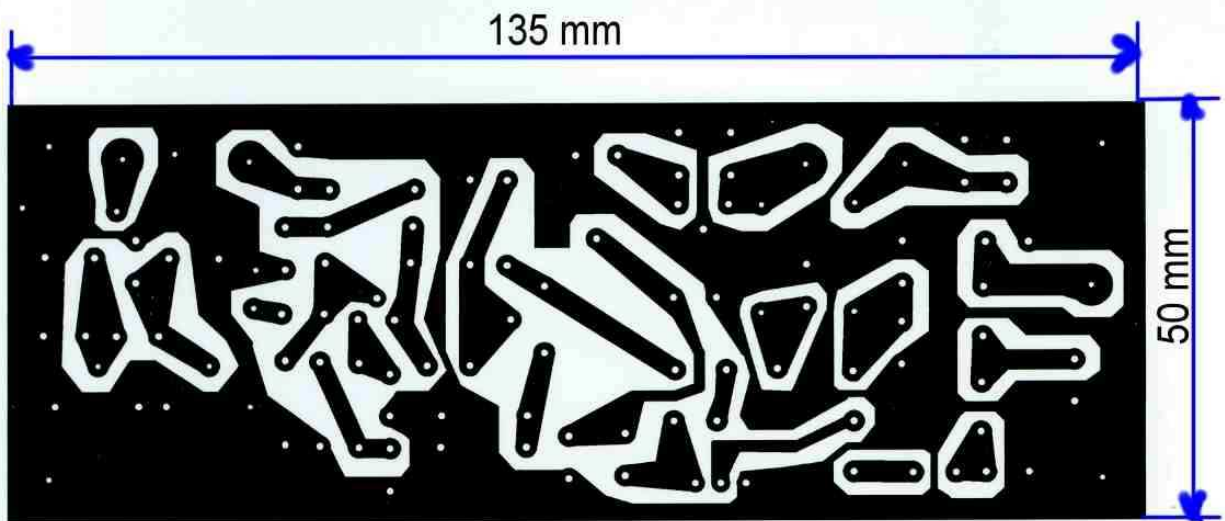
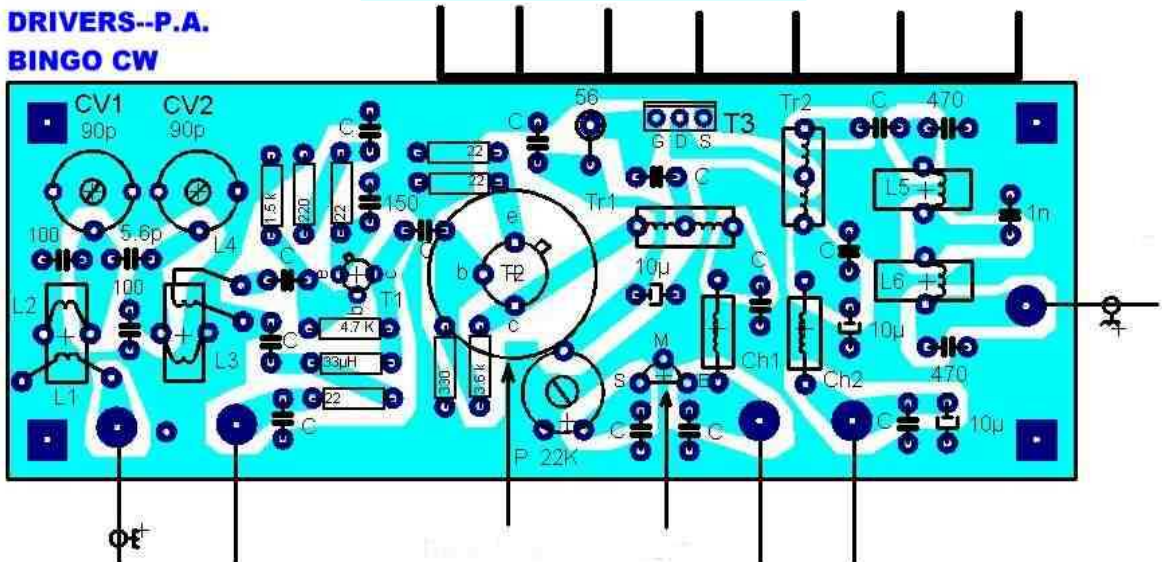
La Gate de l'IRF510 est toujours maintenue polarisée par la partie de la résistance ajustable **P** (22K) dont l'une des branches est reliée en permanence à la masse (polarisation zéro volt). Techniquement, si le régulateur 78L05 n'est pas alimenté en position émission, la gate reliée à la masse, confère au transistor Mosfet une polarisation nulle et le fait travailler en classe C sans courant Drain. Cette caractéristique simplifie tout et supprime un relais pour alimenter le Mosfet en émission. Il est désormais commandé seulement en émission au niveau du régulateur alimenté sous + 13,5 ou 13.8 Volts et inactif en réception car polarisé naturellement en classe C.

CIRCUIT IMPRIMÉ DRIVER—P.A.

Pour être reproductible par tous un circuit imprimé unique a été édité avec l'implantation des composants et le circuit côté cuivre à l'échelle 1/1. Ce circuit a été conçu avec des pistes larges, les dimensions en longueur 135 mm

CIRCUIT DRIVER P.A.

DRIVERS--P.A.
BINGO CW



PA-Driver BINGO

Côté cuivre

DÉTAIL DES COMPOSANTS :

L2 = L3 = 25 spires fil 4/10^{ème} émaillé sur tore T50/2 rouge Amidon,

L1 = L2 = 9 spires fil isolé sous plastique 4/10^{ème} sur L2-L3 en sens inverse,

L5 = L6 = 13 spires 4/10^{ème} émaillé sur Tore T50/2 rouge Amidon,

TR1 = 10 spires bifilaire 4/10^{ème} émaillé sur Tore 37/43 Amidon,

TR2 = 10 spires bifilaire 4/10^{ème} émaillé sur Tore 50/43 Amidon,

CV1 = CV2 = ajustable plastique rouge 90pf ou 106pF violet,

P = résistance ajustable 22K genre Piher,

78L05 = Régulateur 5 V 100mA,

CH = self de choc 33µH----**CH1 = CH2** =VK200 ou 8 tours Fil5/10^{ème} sur 37/43,

T1 = 2N2222 ou 2N3904 ---- **T2** = 2N2219 ou 2N2219A----**T3** = IRF530,

Courant de repos IRF510 = 50 mA

Courant maximum IRF510 sous 13,8V = 1 A

Courant collecteur 2N2219 = 50 mA maximum,

Courant collecteur 2N2222 = 10 à 12 mA.

II—FINALISATION ET RÉGLAGES .

Côté construction

Le schéma général dans la 1^{ère} partie vous informe sur le câblage général raccordant tous les éléments et composants divers de façade, d'intérieur et d'extérieur constituant le transceiver BINGO-DUO SSB CW 40. La version expérimentale est présentée, construite sur un panneau en époxy cuivré simple face de 20 X 30 cm. Ces dimensions vous serviront de repaires pour l'implantation future des différentes platines et éléments constituant le transceiver.

Le transceiver BINGO –DUO SSB CW 40 mètres est la synthèse des constructions de la gamme BINGO. L'indépendance des fonctionnements en SSB et CW va nous faciliter les réglages.

Côté réglages SSB

1**Il faut basculer le contacteur SSB/CW en position SSB pour pouvoir alimenter le générateur SSB en émission.

2**Vous reporter au 1^{er} article traitant de la construction du Générateur SSB BINGO intitulé : « Construire son transceiver QRP HF ou VHF mais c'est très simple avec le Générateur BINGO » consulter la partie réglages.

3**Reprendre l'article « Transceiver BINGO SSB 80 et BINGO SSB 40 » dans la partie réglages réception et réglages émission. Ces 2 parties sont bien distinctes.

Côté réglages CW

- Basculer le contacteur SSB/CW en position CW. De base si les réglages en SSB fonctionnent :
- Vérifier le bon fonctionnement de la commande PTT micro, du passage émission réception, en CW, passage en émission sur un coup de manipulateur et tonalité de CW dans le Ht-parleur de contrôle.
- Ajuster à votre convenance la puissance de la tonalité de CW et le temps de retombée du relais d'antenne en position réception (commande DELAY CW).

Sur le Générateur CW la résistance ajustable P de 4.5K est à ajuster pour la puissance CW requise de 0 à 5 watts HF.

Réglage du décalage 600 à 800Hz en émission CW

- La réception est réglée en SSB on n'y retouche pas.
- Brancher un transceiver sur charge fictive position 10W et émettre en CW sur 7.020 KHz par exemple et écouter la CW sur le BINGO-DUO avec une tonalité de 600 à 800 Hz.
- Brancher le BINGO DUO sur charge fictive et émettre en CW avec 4 Watts HF, tourner le condensateur ajustable de 90 pF du générateur CW pour s'écouter sur le transceiver commercial en position CW avec une note de 600 à 800 Hz.

- Refaire l'opération inverse émettre avec le transceiver commercial en CW ; réception sur le BINGO-DUO de la CW à 600 à 800 Hz.

Nos réglages sont terminés nous pouvons faire un QSO CW d'une station à l'autre, sur l'air il en sera de même.

Remarque de l'auteur.

Si vous pressez le manipulateur en position SSB il y a génération d'une porteuse, mais la note CW, n'est pas pure il existe un résiduel de porteuse SSB et deux tonalités. Pour trafiquer en CW, utiliser la position mode CW.

Position TUN

En parallèle sur la commande (KEY) manipulateur, par bouton poussoir(en façade) nous activons le TUN, pour générer une porteuse et assurer le réglage d'antenne. La porteuse générée en position CW est décalée par rapport à la SSB donc inaudible sur un QSO.

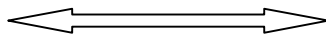
CONCLUSION

Le **BINGO-DUO SSB CW 40** est un transceiver très complet pour le trafic en portable cette version de l'article, utilise une F.I. de 10,240 MHz ; la version avec une F.I. de 9,830 MHz est en préparation.

Prochainement va sortir un **BINGO-DUO SSB CW 20** mètres avec un **V.F.O.—P.T.O.**

Quant à la platine émission Driver-PA elle sera identique à celle que nous utilisons sur 40m.

Des tests effectués sur 20 mètres, se sont 4 à 5 watts HF SSB CW qui sont disponibles avec un IRF510 sous 13.8 volts.



Fin de la 3^{ème} partie

**F8KHM –Radio club de la Ligne bleue -- SAINT DIE DES VOSGES
F6BCU- Bernard MOUROT—9 rue de Sources—REMOMEIX--VOSGES
31 octobre 2008**