

Construction OM d'un récepteur à conversion directe 80 mètres et d'un transceiver CW/QRP 80 mètres

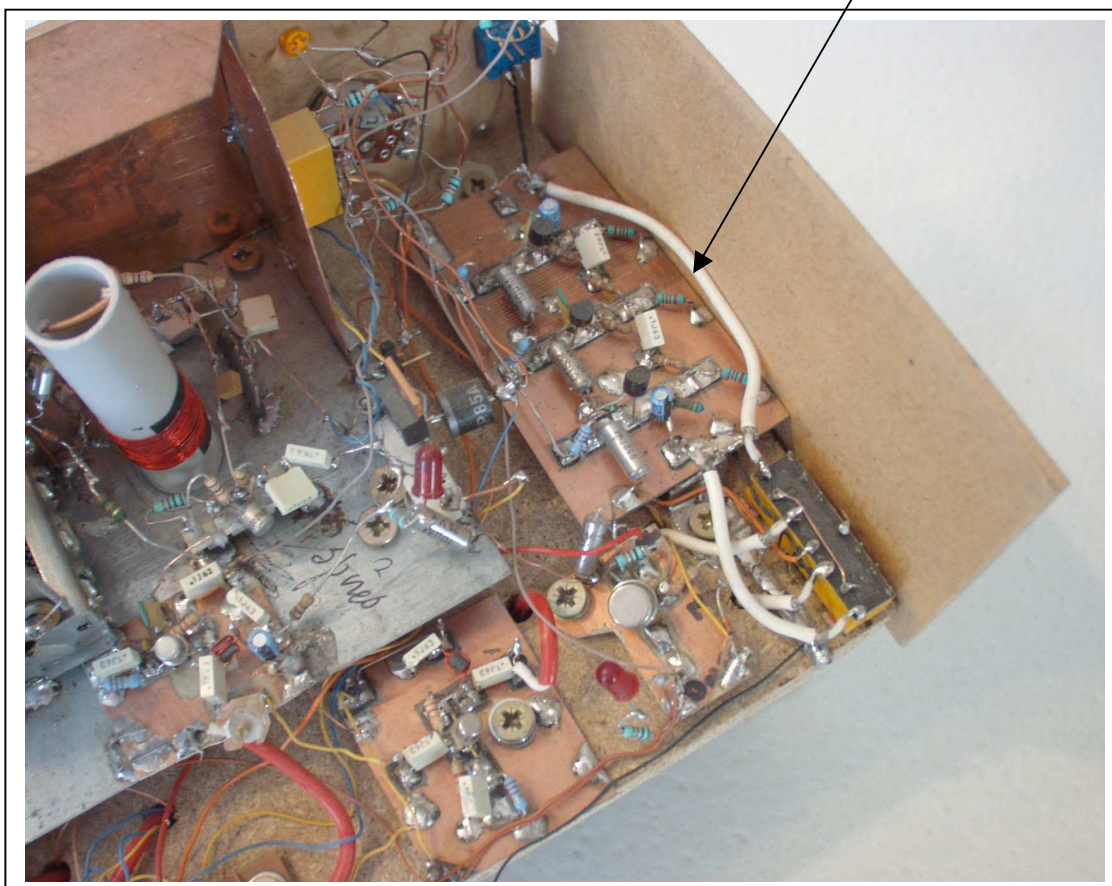
avec des moyens pratiques
et traditionnels comme au bon vieux temps.

*Par F6BCU Bernard MOUROT
Radio-Club de la Ligne bleue des Vosges
Remomeix*

2^{ème} Partie « L'ÉMISSION »

chapitre I

Filtre CW BF de la nouvelle version 80m



Vue de dessus partielle du transceiver 80 m QRP/CW

Rappel :

A la fin du chapitre II partie réception, nous vous informions que dans la 2^{ème} partie l'émission, nous ferions un retour sur le châssis de base du récepteur qui en fait est le même que le futur transceiver.

Une construction Standard radio-club (planche 6)

Ce type de châssis en bois est standard au Radio-Club de la Ligne bleue, il sert à toutes nos constructions QRP émission et réception ; notamment les transceiver 20, 40, 80 mètre qui sont décrits sur ce site Internet.

La planche 6 représente en détail la construction sous diverses vues qui à notre avis sont aussi explicites qu'une bonne photographie. Nous vous conseillons vivement de percer des trous de diamètre 10 mm, traversant le plan de base du châssis afin de faciliter le passage des fils entre la partie supérieure et la partie inférieure. Tous les morceaux de bois sont assemblés par des vis « agglo » d'une longueur de 3 cm. Une petite plaque métallique fixée en angle à l'arrière du châssis (partie inférieure, supporte la prise d'antenne type PL de châssis et la prise alimentation récupérée sur une épave de poste CB. (Ces épaves sont une mine d'or de composants). Toutes les plaquettes (HF, BF, filtre CW, OL, Drivers, PA, Vox ...etc) seront vissées sur dans le bois et reliées entre-elles par une tresse en cuivre (récupération d'une tresse de blindage de câble coaxial). Les morceaux d'isorel décorés sont récupérés dans les emballages de meubles à monter en Kit.

Le récepteur fonctionne correctement entre 10 et 15 volts, malgré ce test sur alimentation variable, le VFO ne dérive pas. Alors écoutez bien ! et surtout n'oubliez pas le QSO de l'amitié le matin à partir de 7 h local avec F6FTJ et à partir de 8h F5PVZ. En principe vous entendrez tous les matins F6BCU. A partir de 17 h F9KL ouvre le « QSO de l'amitié du soir sur 3663 Khz ».

Chapitre 1**I - L'émission QRP****1-- Les transistors d'émission en QRP**

Même si la construction d'un émetteur QRP reste simple malgré la multiplicité des schémas (nous prendrons comme référence l'émetteur piloté quartz, les transistors pour dépasser les « 3 watts HF comme le MRF 474, MRF 475, MRF 476, MRF 237, sont difficiles à trouver en France. Sauf si l'on se cantonne à 1 watts avec quelques rares transistors comme le 2N4427, le 2N3866, toujours choisis dans les descriptions d'émetteurs QRP et le BD 137 plus ancien (ces transistors ont quand même plus de 20 ans d'âge). Faire du portable avec une antenne réduite et 1 watt HF nous semble un peu juste, mais avec 3 à 4 watts cela fonctionne beaucoup mieux.

En QRP un minimum de puissance est toujours utile : sachant que le petit QRP fait 1 watt et le gros QRP n'excède pas 5 watts. A partir de 5 watts et une bonne antenne les grands DX sont réalisables.

2--Les tores adaptateur d'impédance (sortie collecteur du PA)

Pour un QRP/CW respecter l'impédance de 50Ω en sortie antenne est une nécessité. Les filtres passe-bas coupent harmoniques du type « Tchebi-Tchev » ne fonctionnent correctement qu'avec cette impédance de 50Ω sous condition qu'elle soit maintenue. La seule solution pour l'auteur d'un schéma est pour le respect de l'adaptation de faire appel au tores ferrite ou autres ad hoc (genre 37/43, 37/61 de marque « Amidon ». La désillusion est souvent à la clé, car trouver le bon transistor, compatible avec le bon tore et les bonnes valeurs d'un bon schéma sont pour nous

une forte déception. Le tore chauffe, l'intensité est trop forte. Après de multiples investigations et recherches documentaires, notre réponse est la suivante :

Au delà de 4 watts HF l'impédance de sortie du transistor d'émission baisse en dessous de 20Ω , voir même 10Ω et il est impératif d'optimiser avec un transfo ferrite de rapport 4/1 pour obtenir une impédance de sortie entre 40 et 80Ω . Ces valeurs acceptables proches de 50Ω permettent de dépasser les 4 watts et travailler entre 6 et 10 watts HF.

3—Les tores des filtres « passe –bas » de sortie émission

Autre problème les filtres de sortie « passe-bas » bien souvent sont bobinés sur des tores :

*« Amidon » : T68/2, T50/2, T37/2 ou T68/6, T50/6, T37/6 ...etc.

*« Telefunken » : RM10, RM8...etc.

En général ils sont introuvables sur le marché français, à part de rares exceptions, lors de foires et de rassemblements radioamateurs « Ham-radio, Expo-d'Auxerre » avec la participation d'exposants étrangers G ou DL.

Conclusion :

Devant tous ces problèmes l'OM laisse tomber et bien souvent, le tore de sortie chauffe et le PA à transistor fume et reste HS. *Il reste encore la solution facile du carnet de chèque, c'est une autre histoire, pas la notre... !*

Notre solution OM en réponse à toutes ces difficultés est la conjugaison de 4 critères qui sont :

- Un transistor à grand gain sortant 3 à 4 watts HF, disponible et pas cher
- Un bon schéma qui fonctionne
- Une adaptation sans transformateur à ferrite, la plus simple
- Un filtre sortie passe-bas entrée 50Ω , sortie 50Ω à construire sois-même avec du matériel courant et reproductible pour tous.

La solution radio-club

Tout ceci va être développé

II—Le PA transistorisé d'émission, le schéma

1) L'étage PA (amplificateur de puissance)

Depuis une trentaine d'années nous nous avons fait paraître dans différentes revues de Radio-électronique commerciales et associatives des articles techniques toujours articulés sur les constructions techniques radio-amateurs. Entre autre en 1998 dans « Radio REF » deux articles relatifs à des amplificateurs linéaires sur 28 Mégahertz utilisant des transistors issus de la Citizen-band : les 2SC 2078, 2SC 1969, MRF 477.

Nous avons retenu pour notre émetteur 80m QRP/CW le fameux 2SC2078 équipant généralement tous les PA des 40 canaux CB AM/FM de ces dernières années et sortant ses 4 watts HF sous 12 volts. Il est vendu environ 2 € ou récupérable facilement sur des épaves de postes CB.

Le transistor 2SC 2078 est très nerveux en classe C, son gain est de 15 dB sur 80 m. Son impédance de sortie se maintient entre 40 et 50Ω de 11 à 15 volts.

Exemples de valeurs relevées sous 12 volts en charge sur le 2SC 2078 bande 80 m :

- $I = 300 \text{ mA}$, $Z = 40 \Omega$, $P = 2.5 \text{ W HF}$
- $I = 320 \text{ mA}$, $Z = 40 \Omega$, $P = 2.9 \text{ W HF}$
- $I = 350 \text{ mA}$, $Z = 40 \Omega$, $P = 3.4 \text{ W HF}$

Autre mesure sous 15 volts :

- $I = 370 \text{ mA}$, $Z = 40 \Omega$, $P = 3.9 \text{ W HF}$

La puissance de sortie reste confortable pour un QRP.

Remarque : en travaillant sous 12 volts, tension ici choisie pour illustrer nos exemples, en classe C, la puissance de sortie du transistor est liée par l'excitation HF générée par le transistor « Driver » pour attaquer le « PA » :

- Avec très peu d'excitation HF il ne sort rien (en classe un minimum d'énergie est requis pour débloquent le PA.)
- Avec trop d'excitation la puissance augmente ainsi que l'intensité, mais l'impédance diminue et le ROS augmente. L'accord d'antenne devient impossible. Il faut se maintenir vers une limite compatible. Assez d'excitation pour une puissance en harmonie avec un bon accord d'antenne. Avec notre antenne bien accordée sur 80 m, au milieu de la bande télégraphie, le ROS est de 1/1 sans coupleur.
- Par exemple sous 12 volts sans pousser l'excitation : $I = 250 \text{ mA}$, $Z = 48 \Omega$, $P = 2.1 \text{ W HF}$. On s'aperçoit qu'il est possible de travailler facilement vers le seuil théorique de $Z = 50 \Omega$. Il faudra bien remarquer que l'écart de puissance entre 40 et 48 Ω d'impédance fait très peu varier la puissance de sortie. L'écart est d'une fraction de dB sachant qu'il faut multiplier la puissance par 4 pour augmenter d'un point S ou 6 dB. C'est à dire passer de 2.1 Watts HF à presque 8.5 Watts HF.

Partie émission planche 7

Mesures partie TX : TR7 et TR8 au repos, $I = 15 \text{ mA}$

TR9 au repos, $I = 0 \text{ mA}$

TR9 en charge, $I = 400 \text{ mA}$ sous 15 V, $P = 4 \text{ Watts HF}$

$I = 300 \text{ mA}$ sous 12 V

Important : en fonction de la tension la puissance varie. L'impédance de 50Ω est dépendante de I et de U ne pas trop pousser l'excitation, car l'impédance diminue et le ROS augmente

2) Le Schéma (figure 1 planche 7)

Dans la première partie, nous avons traité de la description du VFO. Une cosse de sortie reliée à CV3 permet de doser l'excitation HF vers l'émetteur.

Cette partie émission est autonome car elle peut servir ultérieurement à la construction d'un émetteur seul. Le point C entrée du VFO et la capacité de 10 nF (base de TR7) est là pour respecter l'isolation électrique de l'étage HF suiveur.

Deux transistors 2N2222 montés en amplificateur classe A large bande (chaque fois le même schéma) assurent la fonction de « Driver » et attaquent par l'intermédiaire de T1/T2 l'étage PA 2SC2078. Il faudra constater que le montage est simple. Seul élément de contrôle, CV4 ajustable rouge de 90 pF (robinet HF) qui assure le contrôle de la puissance de sortie du PA. Le réglage est très souple, le Pa en classe C est ultra simple. Autre avantage bien qu'alimenté en permanence il ne débite pas en réception. Donc le + 12 volts reste branché en permanence aussi bien en émission que en réception (simplification de la commutation qui est très apprécié). Quelques détails de la construction sont indiqués « figure 2 et 3- planche 7 » pour la confection de la self de choc SCH2 et le transformateur T1/T2. Nous utilisons cette méthode simple et généralisée de la perle ferrite

qui contribue à diminuer les pertes HF en liaison inter-étage, avec un haut rendement de redistribution de l'énergie véhiculée dans les amplificateur HF de cette catégorie.

Figure 2 – planche 7

T2 : 3 tours de fil 3/10^{ème} mm dans 2 perles , T1 : 1 tour fil 3/10^{ème} dans 2 perles

Figure 5-planche 7

L3 = 2.2 μ H, L3 : 11 spires jointives fil 3/10^{ème} de mm émaillé sur mandrin PVC Ø 16mm

3) Le circuit de manipulation (figure 6- planche 7)

Reportons nous à la « figure 1- planche 7 » les transistors TR7 et TR8 sont alimenté sous + 12 volts au point X qui est relié au transistor TR10 (2N2905 de la « figure 4 planche 7 »). Ce transistor PNP commandé par le manipulateur morse assure alternativement au rythme de la manipulation la commande de l'alimentation de TR7 et TR8. Par ce système la pureté CW est garantie sans clics.

Figure 4 – planche 7

Schoc1 : 4 tours fil 3/10^{ème} émaillé dans 2 perles en ferrite ou 2 VK200 en série

Scho2 : 4 tours fil 3/10^{ème} émaillé dans 1 perle ferrite ou 1 VK200

L3 : tube de PVC gris Ø 16 mm 11 spires jointives fil 3/10^{ème}

4) le Filtre de sortie passe-bas

Le filtre de sortie « passe bas » ou filtre coupe harmoniques se situe entre le PA et l'antenne. Le PA étant construit à large bande, il faut filtrer et rejeter les harmoniques ; en pratique sur 80 m le filtre passe bas est constitué de 3 éléments : la bobine L3 de 2.2 μ H et de 2 capacité de 760 pF (560 + 100 + 100 pF) qualité céramique ou mica ce qui n'est pas critique.

En général ce type de filtre s'articule autour d'un tore amidon T50/2 avec environ 25 spires de fil 3/10^{ème} de mm émaillé . Délibérément nous abandonnons le Tore pour le remplacer par une bobine classique en PVC gris électrique Ø 16 mm (figure 5- planche 7) Les 11 spires sont jointives en fil de 3/10^{ème} émaillé immobilisée à la colle cyanolite ou « glue 3 ». Des petits trous Ø 2mm assurent le passage du fil torsadé pour la fixation des fils de la bobine et servir de cosse de fixation. La rigidité est parfaite.

Tel qu'il est calculé et construit, le filtre passe bas et cette bobine sont efficaces. En direct dans l'antenne ou par l'intermédiaire d'un coupleur, le fonctionnement est correct.

III—La construction de l'émetteur

1) Le câblage du PA et des drivers (figure 5-planche 7)

Nous avons exécuté un dessin détaillé et il sera beaucoup plus facile d'implanter les différents composants . Revoir en première partie au chapitre 2 : « Une solution pratique de câblage pour toutes les connexions ». illustré par la « figure 4-planche5 ». cette méthode pour faire une cosse de sortie, d'alimentation , d'antenne reste valable surtout pour la partie émission.

Conseil : Le câblage d'un émetteur obéit à une règle où l'on entre d'un côté et l'on sort de l'autre. Ce qui vient à dire que les composants sont toujours disposés en ligne. De manière à éviter la réaction de l'entrée sur la sortie. De même la bobine L3 et SCH1 doivent être bien distantes et

perpendiculaires pour éviter tout couplage ; ce qui se traduirait par des instabilités à l'émission (risque d'accrochages et de glissement de fréquence à l'émission).

Refroidissement :

Le radiateur proposé pour le refroidissement du PA est toujours prévu très large ; ne jamais négliger de le sur-dimensionner. La forte dissipation est une garantie de survie du PA dans le cas de ROS important. Nous avons choisi un radiateur plat de 3 x 5 cm du commerce (figure 5 – planche 7).

2) Commande de manipulation CW (figure 4 et 4A - planche 7)

Les transistors TR7 et TR8 les « Driver » du PA sont commandés par la platine de la figure 4 au travers du 2N2905 (TR10) . la construction de l'ensemble est indiqué figure 4A.. Pour apprécier la manipulation nous soudons une diode Leed rouge en série avec une résistance de 1 K au point X. Nous obtenons encore un point d'autotest très intéressant pour les réglages.

Mesures : Vérifier le courant traversant les transistors TR7 et TR8. individuellement chaque transistor débite 15 mA sous 12 volts ; le PA ne débite rien.

3) Contrôle de fonctionnement de la partie émission (figure 6- planche 7)

1° la méthode du technicien : d'une manière simple si vous possédez un « grid-dip » et un « ROS/petit wattmètre » et une charge fictive de 50Ω, la vérification de la partie émission est réalisable.

- a) Entre l'entrée de TR7 (marquée 50Ω) et la masse, monter en volant 2 Spires sur air d'un diamètre de 2 cm en fil de 4/10^{ème} de mm isolé plastique (fil de téléphone) voir figure-6.
- b) Faire le branchement de toute la chaîne à mesurer sous 12 volts, insérer le « ROS/ Wattmètre » et la charge fictive.
- c) Régler le « Grid-dip » dans la bande des 80 m et le coupler (bobine contre bobine).
- d) Selon le degré de couplage le watt-mètre indiquera une valeur de 1 à 3 Watts HF. Cette mesure viendra confirmer le bon fonctionnement du PA.. Si vous vous déréglez vers 5 mégahertz et continuez à progresser vers 7 Mhz la puissance baisse rapidement et devient nulle. Cette manipulation confirme l'efficacité du filtre passe-bas de sortie « C1, L3, C2 » comme coupe harmoniques.

2° La méthode du bidouilleur :

Elle suppose que le VFO de la « figure 1-planche 5 » soit terminé en état de fonctionnement. Faute de posséder un « Grid-dip » nous lui substituerons le VFO mais, disposer d'un « ROS/wattmètre » et d'une charge fictive 50 ohms sont impératifs pour les mesures.

- a) Les conditions de mesures sont les mêmes que précédemment. Soudons un petit morceau de câble coaxial (câble de CB Ø 6mm 50 Ω) entre la sortie CV3 du VFO et l'entrée C de la platine PA.
- b) Ouvrir CV3 et CV4 au minimum de capacité. Fermer CV3 à ½ de sa valeur. Tourner doucement CV4 la puissance augmente (nous sommes sous 12 V) ne pas dépasser 2.5 Watts. Régler CV3 ouvert au minimum pour ne pas charger le VFO et jouer sur CV4 pour le maximum.
- c) Branchons un appareil de mesure type milliampèremètre dans l'alimentation du PA 2SC 2078. nous constatons que la puissance ne commence à apparaître qu'à un certain niveau d'excitation (caractéristique de la classe C), à cet instant l'intensité commence à croître et monte jusqu'à 300 mA , voir plus.

- d) Remarque : au réel ces réglages se confirment avec l'antenne branchée, lorsque le transceiver est achevé. Le fonctionnement est identique, dans les mêmes conditions.

4) Le générateur de tonalité et la commande « vox émission /réception »

le schéma d'un émetteur est simple à dessiner, l'emplacement du manipulateur facile à déterminer mais le reste... ? Les accessoires de confort pour bien trafiquer sont quasiment absents de toutes les descriptions que nous avons croisé. Dans le but de réparer cet oubli nous vous proposons un schéma qui depuis de nombreuses années équipe avec succès la majorité de nos constructions. L'association d'un VOX TR12 (2N2222) temporisé réglable et d'un générateur de tonalité NE555 commandé au rythme de la manipulation par TR11 (2N2907), assurent la commande et le contrôle unique du trafic émission/réception par le manipulateur.

- 1) **Schéma** : consulter la « figure 6-planche 7 ».
- 2) **Construction** : « figure 7- planche 7 » est très facile à faire le NE555 est monté sur un support. Des pastilles fraisées dans l'époxy isolent le support qui est soudé dessus (pistes isolantes gravées par détournage dans la plaque). Les autres plaquettes, sont comme les plaquettes précédentes soit collées soit gravées (à la fraise de dentiste).
- 3) **Vérification et fonctionnement** : Admettons que le câblage soit terminé sans erreurs. Branchons l'alimentation + 12 volts et la sortie BF sur un casque, le point **J** est à la masse.
 - La tonalité CW est audible à 800 Hz,
 - Le relais colle (claquement manifeste),
 - Avec le réglage de $R = 300\text{ K}\Omega$ (environ pas critique), vous contrôlez le temps de délai pour l'enclenchement du relais. Ce qui correspond au temps de passage entre l'émission et la réception (1/2 seconde)
 - Le relais possède plusieurs contact repos /travail l'un deux distribue du + 12 volts en position émission : *c'est la fonction RC* que nous allons retrouver au chapitre II suivant.

les relais utilisés sont en 12 Volts. La résistance de l'enroulement varie de 200 à 330 Ω au choix 1 R/T ou 2 R/T. (chez tout revendeur ou de récupération).

Il existe aussi des petits relais pour circuits imprimé, 1 R/T certains sont disponible par correspondance pour 2€ (relais d'antenne ...etc.).

Note de l'auteur :

Le chapitre suivant (chapitre II) sera certainement le plus court, mais il va traiter des problèmes de commutation : C'est à dire la gestion du passage de l'émission à la réception. Seront soulevés les différents problèmes à résoudre, les solutions et les améliorations envisageables.

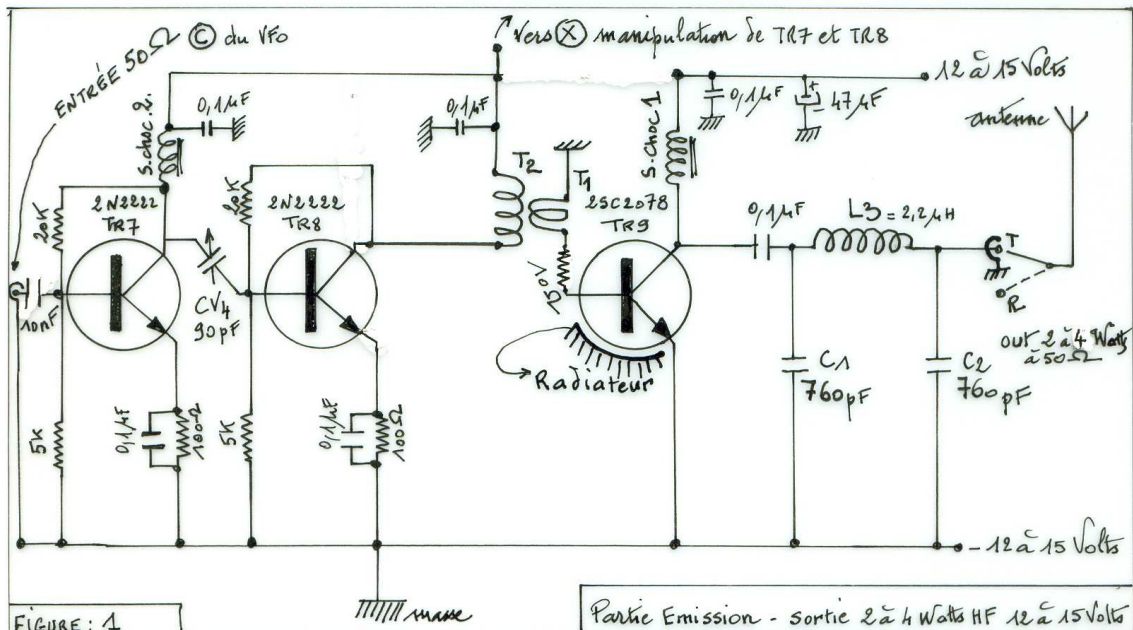


FIGURE: 1

T2 : 3 tours fil 3/10^e dans 2 F.B.
T1 : 1 Tour fil 3/10^e dans 2 F.B.

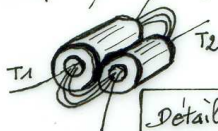


FIG: 2

Détail de T1 et T2

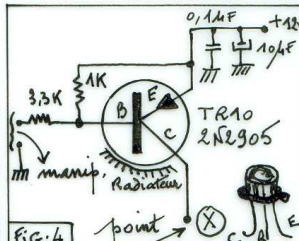


FIG: 4

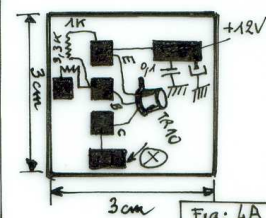


FIG: 4A

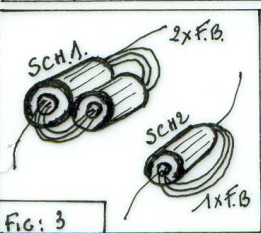


FIG: 3

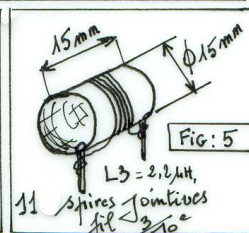
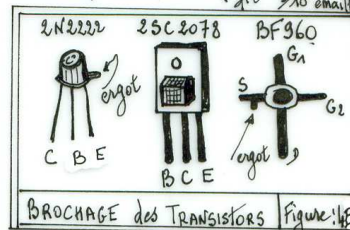


FIG: 5

SCHOC.1 4 tours fil 3/10^e émaille 2x perles ferrite
SCHOC.2 4 tours fil 3/10^e émaille 1x perle ferrite
L3 tube PVC gris électrique Ø15mm 11 spires jointives fil 3/10^e émaille



BROCHAGE des TRANSISTORS Figure: 4B

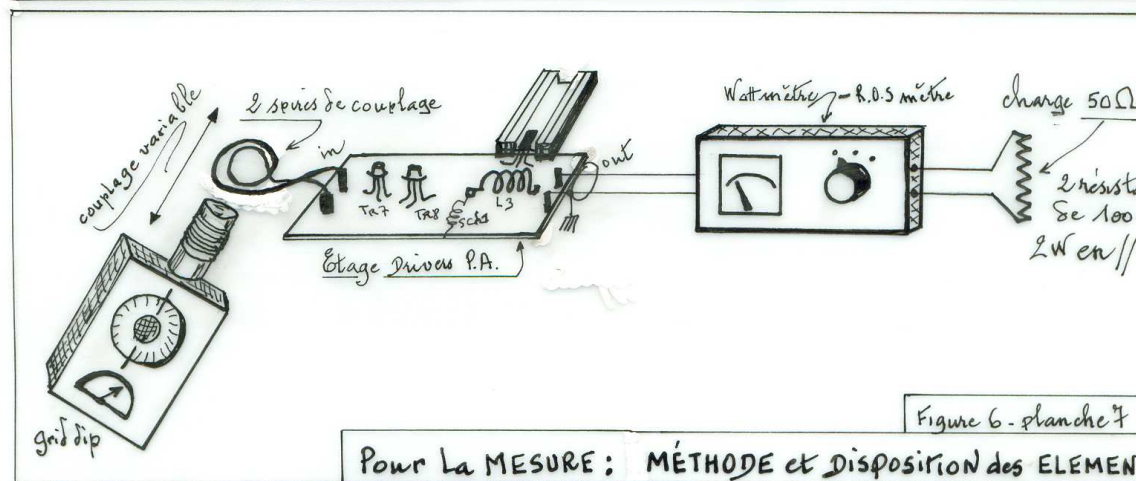
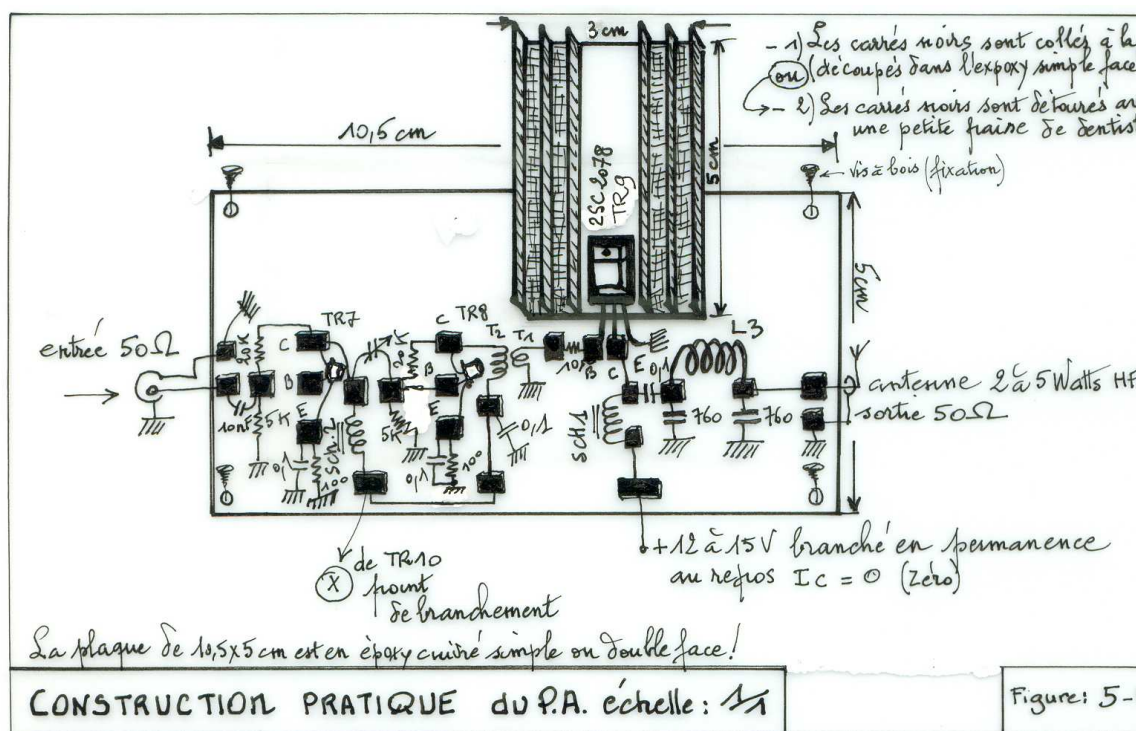
Mesures
partie Tx
I: TR7 et TR8 au repos : 15 mA
I: TR9 au repos : 0
I: TR9 en charge : 400 mA sous 15V P=4 Watts
300 mA sous 12V

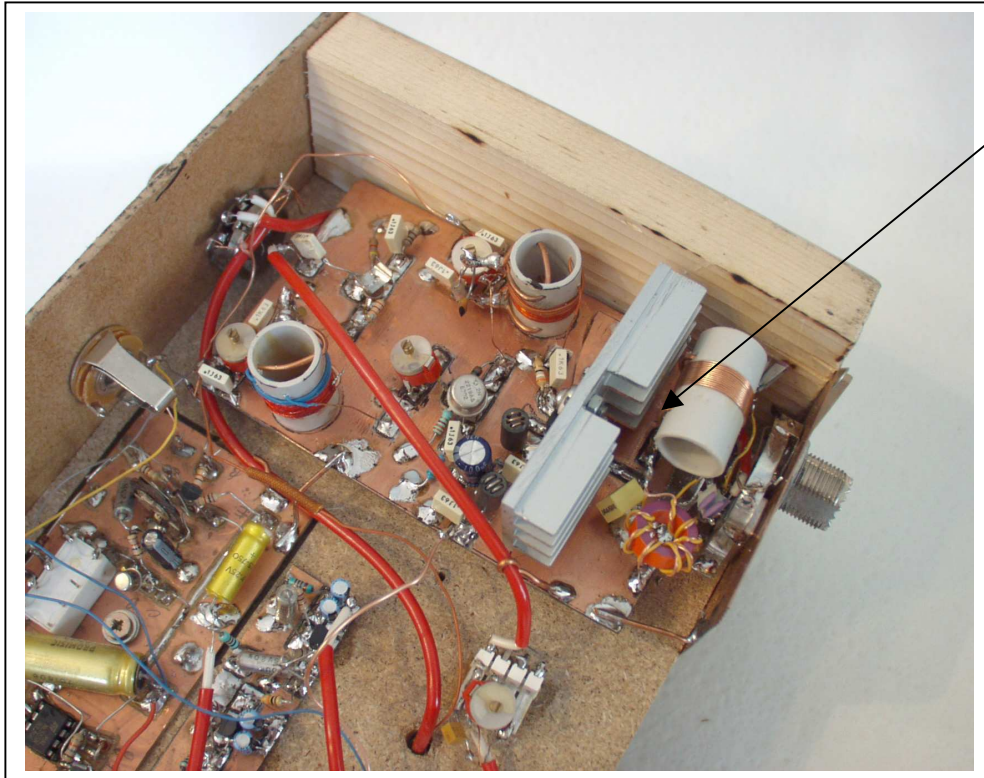
Important en fonction de la tension la puissance varie l'impédance de 50Ω est dépendante de I et de U ne pas pousser l'excitation car l'impédance diminue et le R.O.S augmente.

PLANCHE: 7

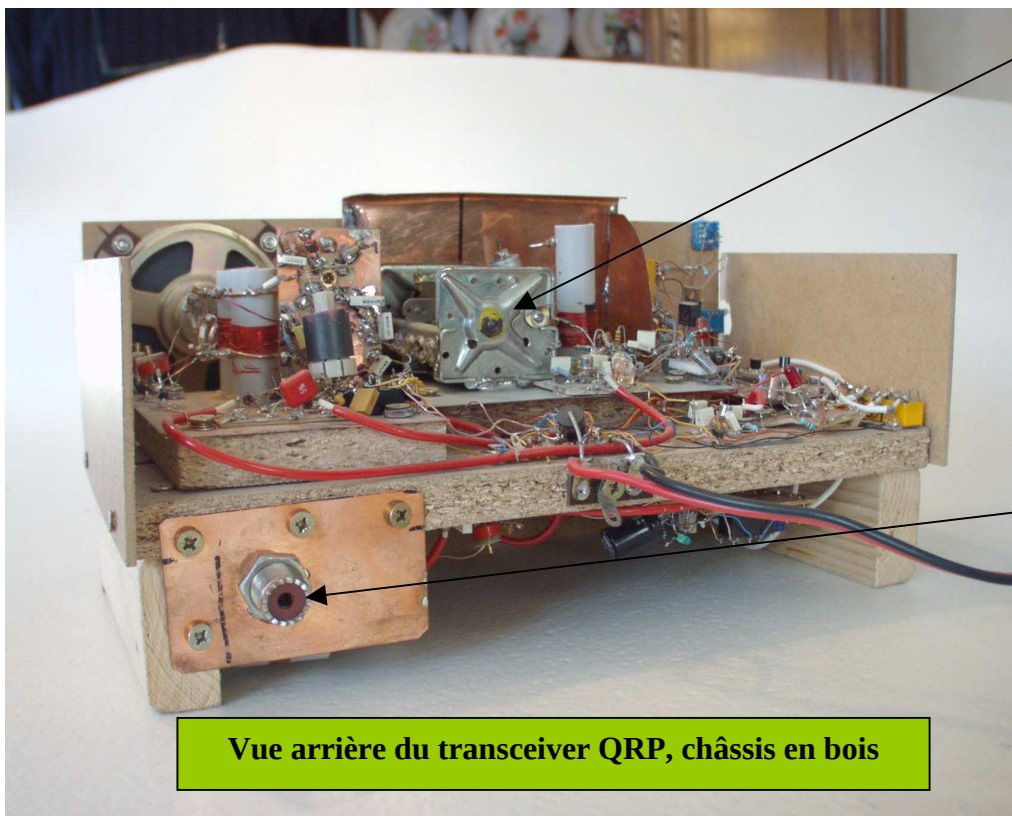
PARTIE ÉMISSION

Puissance HF 2 à 4 Watts





Etage Driver et PA
80 m et filtre
passe -bas

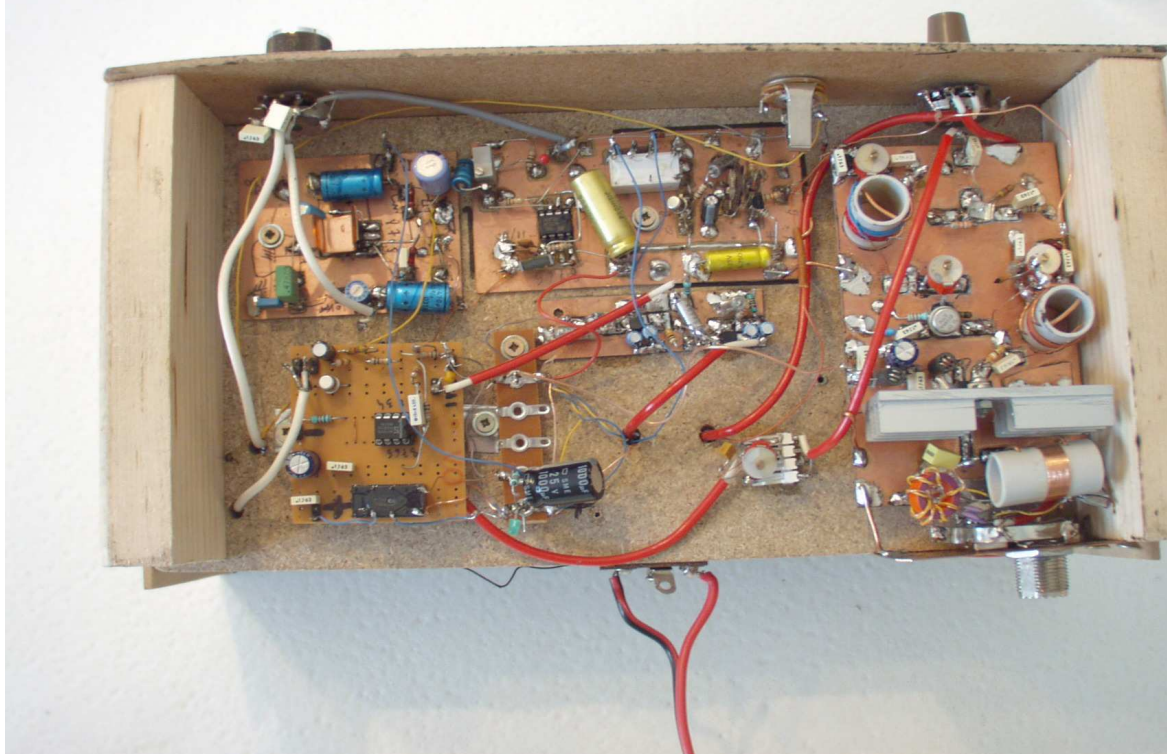


VFO 80 mètres

Prise antenne

Vue arrière du transceiver QRP, châssis en bois

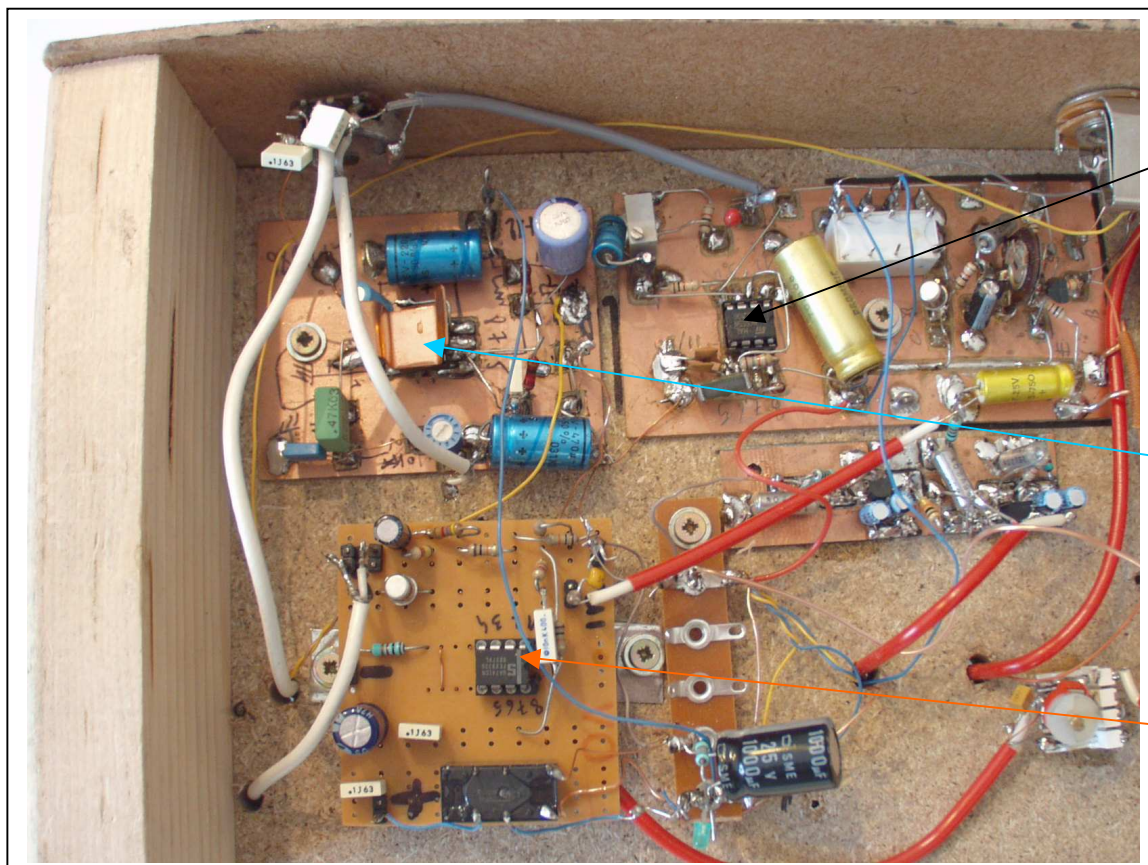
Vue de dessous du transceiver QRP-CW 80



**Platine de
commande
E/R et
tonalité
CW**

**Partie BF
LM 386**

**Préampli BF
741**



Ce document a été spécialement écrit pour « amat-radio.com » et Ondes Courtes Information de l'URC. (Toute reproduction même partielle est interdite sans autorisation écrite de l'auteur)

Les textes, dessins, photographies sont la propriété de l'auteur.

Nouvelle édition du 15 mai 2003

**Bernard MOUROT F6BCU – REMOMEIX 88100
RADIO-CLUB DE LA LIGNE –BLEUE (association 1901 de Fait)**