

La voix des radioamateurs depuis 70 ans !

N° 727 NOVEMBRE 2000

# Radio-REF



REVUE OFFICIELLE DE L'UNION FRANÇAISE DES RADIOAMATEURS

<http://www.ref-union.org>  
[radioref@ref-union.org](mailto:radioref@ref-union.org)

24/09/2000

## CHAMPION DE FRANCE 1999

### Le Lot-et-Garonne remporte la Coupe du REF



#### DANS CE NUMÉRO

**L'APRS, le système automatique  
d'indication de position**

p. 21

**Programmateur PIC relooké**

p. 33

**Résultats du championnat  
de France SSB et THF 2000**

p. 53

# Récepteur à conversion directe et émetteur-récepteur CW pour QRP

Bernard Mourot F6BCU

## Deuxième partie : l'émission.

**R**appel : à la fin du chapitre 2, nous vous informions que dans la deuxième partie nous ferions un retour sur le châssis de base du récepteur qui en fait est le même que celui du futur émetteur-récepteur.

La figure 14 représente en détail la construction sous divers angles 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 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 pour aggloméré de longueur 3 cm. Une petite plaque métallique, fixée sur l'angle arrière inférieur du châssis, supporte la prise antenne type PL de châssis et la prise alimentation récupérées sur une épave de CB (ces épaves sont une mine d'or de composants). Toutes les plaquettes seront vissées dans le bois et reliées par une tresse en cuivre (récupération d'une tresse de blindage de câble coaxial). Les morceaux d'isorel sont récupérés dans les magasins genre But (complément des emballages de meubles en kit).

Le récepteur fonctionne correctement de 10 à 15 volts ; malgré cette variation rien ne glisse : le VFO reste très stable. Alors écoutez bien et surtout n'oubliez pas le QSO de l'amitié : 3664 kHz le matin à partir de 7 heures avec F6FTJ, F5PVZ, à l'occasion F6BCU, et le soir à partir de 17 h 30 avec F9KL sur 3663 kHz.

### L'émission QRP

#### Les premières difficultés et obstacles

##### Les transistors d'émission QRP

Même si la construction d'un émetteur QRP reste simple, malgré la multiplicité des schémas, (nous prendrons comme référence un émetteur QRP piloté quartz) nous sommes désolés de l'affirmer : les transistors pour dépasser les 3 watts HF comme MRF 474, MRF 475, MRF 237 sont introuvables en France. Et si l'on se cantonne entre 1/2 et 1 watt avec quelques rares transistors comme le 3553, le 2N4427, le 2N3866, le BD 137 qui ne l'oublions

pas existent depuis 20 ans déjà, faire du portable avec une antenne réduite et 1/2 watt, cela nous semble un peu faible; mais avec 3 à 4 watts cela fonctionne beaucoup mieux. En QRP, juste un peu de puissance, sachant que le QRP/qrp est donné jusqu'à 5 watts alimentation (environ 3,5 watts HF) et le QRP/QRO jusqu'à 10 watts alimentation (environ 7 watts HF), est très utile, mais il faut savoir judicieusement choisir la bonne catégorie.

##### Les tores adaptateurs d'impédance

Pour un QRP CW, respecter l'impédance de 50 ohms en sortie antenne est une nécessité, car les filtres de sortie type passe-bas, ou Chebyshev, coupe-harmoniques, ne fonctionnent correctement qu'avec cette impédance de 50 ohms 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 tore type ferrite ou autre ad hoc (genre 37/43, 37/61 Amidon). La désillusion est à la clé, car trouver le bon tore avec le bon schéma entraîne pour nous une forte déception depuis plus de 10 ans. C'est qu'au-delà de 4 watts l'impédance de sortie baisse en-dessous de 20 ohms et même de 10 ohms et il est nécessaire d'optimiser avec un transfo ferrite de rapport 3/1, mais le plus souvent 4/1 pour obtenir de 40 à 60 ohms, valeur proche de 50 ohms et passer ensuite le cap de 6 à 10 watts.

##### Les tores des filtres de sortie émission

Autre problème : les filtres de sortie passe-bas bien souvent sont bobinés sur des tores Amidon de référence T68/2, T50/2, T50/6, T37/2, 37/6, etc., ou encore de référence Téléfunken RM10, RM8, introuvables, ou occasionnellement sur les foires ou les rassemblements radioamateurs du Ham Radio, ou d'Auxerre, par exemple, lors de la présence d'exposants anglais ou allemands.

**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 chèques : c'est une autre histoire, pas la nôtre...!

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

- Un transistor à grand gain sortant 3 à 4 watts, courant et pas cher.
  - Un bon schéma qui fonctionne.
  - Adaptation 50 ohms sans transformateur à tore ferrite, la plus simple.
  - Un filtre de sortie entrée 50 ohms, sortie 50 ohms, à construire soi-même avec du matériel courant et reproductible.
- Tout ceci va être développé.

### Le PA transistorisé d'émission, le schéma

#### L'étage de puissance (PA power amplifier)

Depuis presque 20 ans, nous avons fait paraître dans les revues *Mégahertz* et *Radio-REF* de nombreux articles toujours articulés sur les constructions techniques dont, ces deux dernières années, deux amplificateurs linéaires à transistors sur 28 MHz équipés du 2SC1969 et du MRF77, transistors très courants à l'époque de la CB.

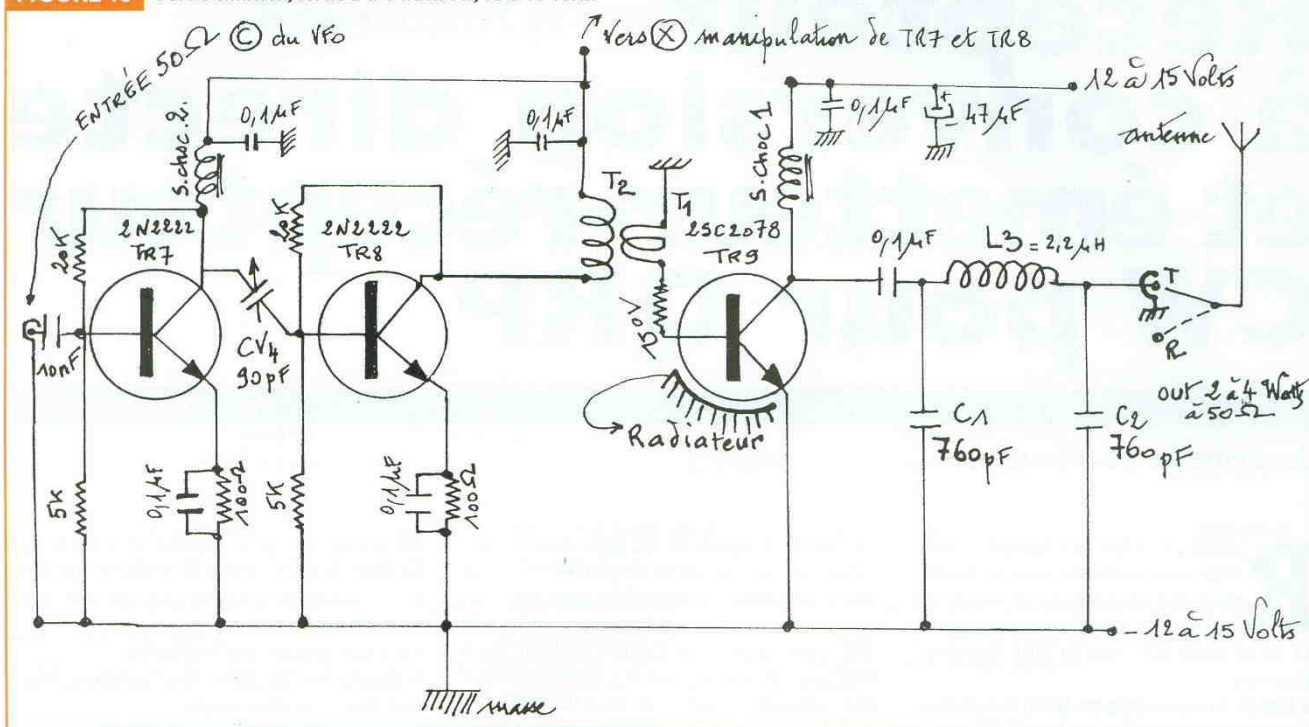
Nous avons retenu pour notre émetteur un autre rescapé de la CB, le 2SC2078, le fameux PA des 40 canaux de ces dernières années sortant allègrement ses 4 watts HF sous 12 volts, vendu à environ 10 F ou récupérable facilement sur les épaves de postes.

Ce transistor 2SC2078 est très nerveux en classe C : son gain est de 15 dB sur 80 mètres. Son impédance de sortie se maintient entre 40 et 50 ohms de 11 à 15 volts. Exemple : sous 12 volts,  $I = 300$  mA,  $Z = 40$  ohms,  $P = 2,5$  W HF. Sous 13 volts  $I = 320$  mA,  $Z = 40$  ohms,  $P = 2,9$  W HF. Sous 14 volts  $I = 350$  mA,  $Z = 40$  ohms,  $P = 3,4$  W HF. Sous 15 volts  $I = 370$  mA,  $Z = 40$  ohms,  $P = 3,9$  W HF. La puissance de sortie reste confortable pour un QRP.

**Remarque :** travaillant sous 12 volts en classe C, la puissance de sortie est liée à l'énergie générée par le transistor driver pour l'excitation du transistor PA :

- Avec très peu d'excitation HF il ne sort rien (en classe C un minimum d'énergie est requis).
- Avec trop, la puissance augmente ainsi que

FIGURE 15 Partie émission, sortie 2 à 4 watts HF, 12 à 15 volts.



l'intensité, mais l'impédance diminue et le ROS monte, l'accord d'antenne est impossible. Il faut se maintenir dans des limites acceptables ; assez d'excitation pour une puissance en harmonie avec un bon accord d'antenne. Avec notre antenne bien accordée sur 80 mètres, au milieu de bande télégraphie, le ROS est de 1/1. sans coupleur.

• Par exemple, sous 12 volts, sans pousser l'excitation  $I = 250 \text{ mA}$ ,  $Z = 48 \text{ ohms}$ ,  $P = 2,1 \text{ watts}$ . On s'aperçoit qu'il est possible de travailler facilement vers le seuil théorique de  $Z =$

50 ohms. Il faudra bien remarquer que l'écart de puissance entre 40 et 48 ohms d'impédance fait très peu varier la puissance de sortie, 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.

**Le schéma, figure 15**

Dans la première partie, nous avons traité de la description du VFO. Une cosse de sortie reliée à CV3 permettait 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, ce qui justifie que l'entrées soit faite sur un condensateur de 10 nF, pour respecter l'isolation du courant de base et sa polarisation ; l'oubli et c'est la destruction du transistor.

Deux transistors 2N2222 montés en amplificateurs classe A large bande (chaque fois le même schéma) assurent la fonction de drive et attaquent, par l'intermédiaire de T1/T2 l'étage PA 2SC2078. Constaté que le montage

FIGURE 16 Détail de T1 et T2.

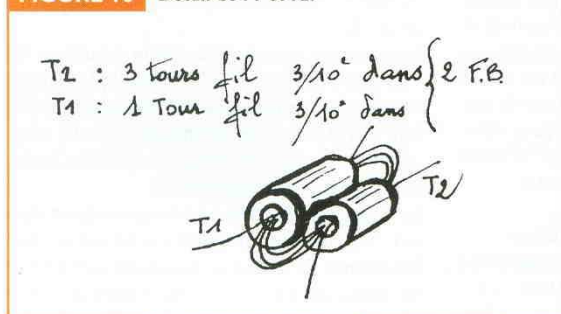


FIGURE 17

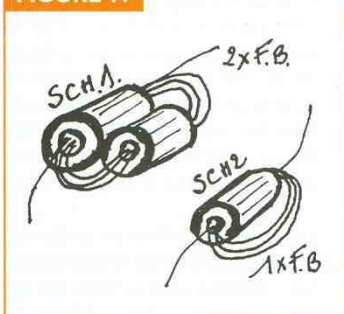


FIGURE 18

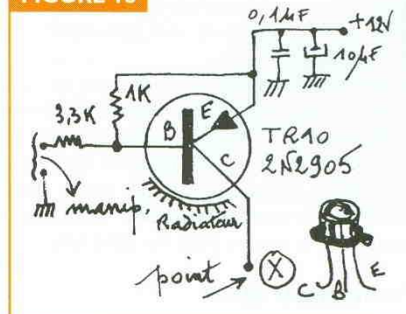


FIGURE 19

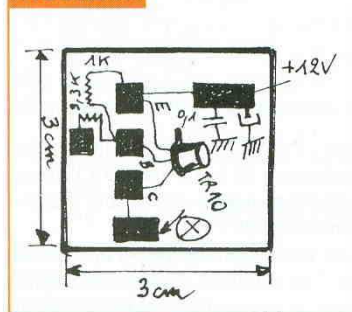


FIGURE 20 Brochage des transistors.

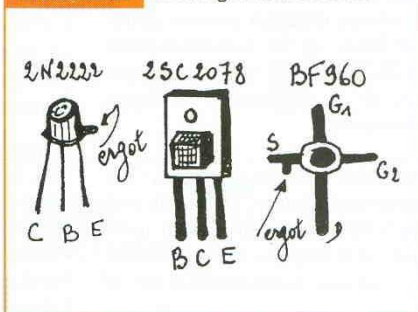
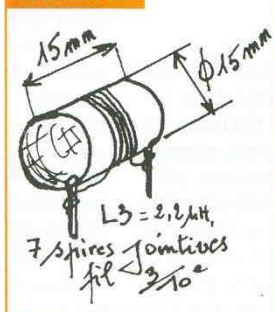
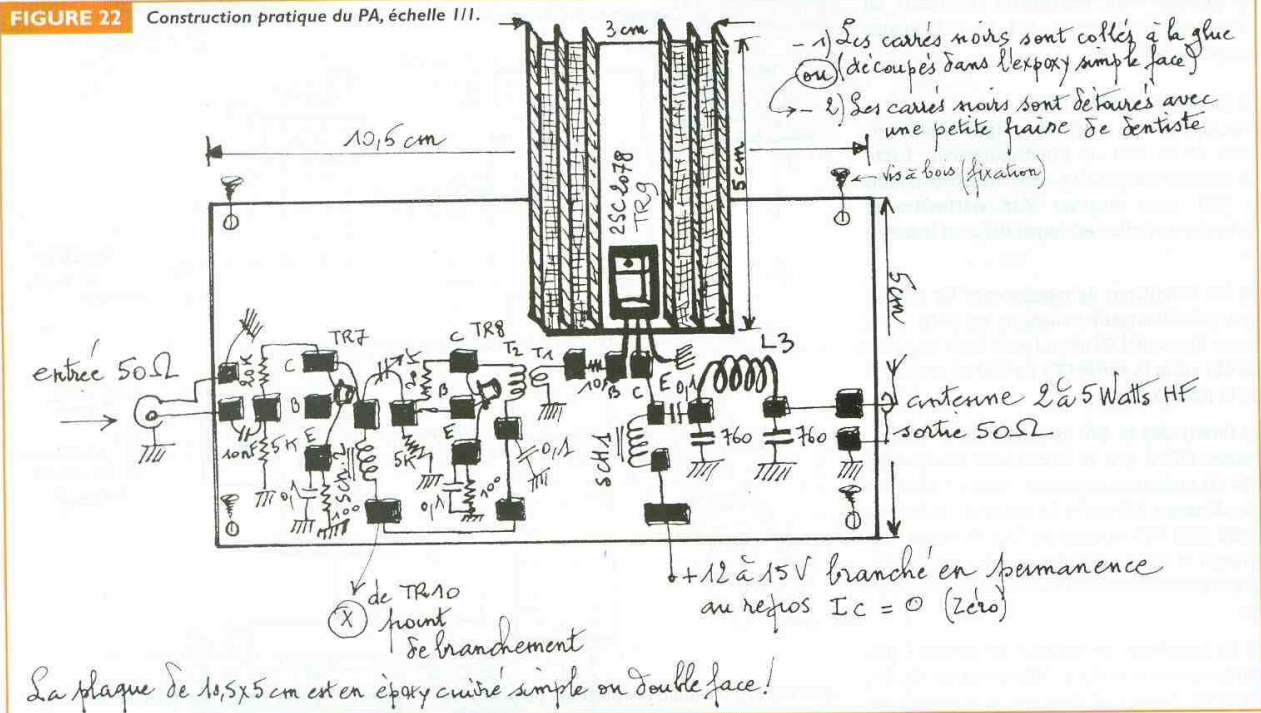


FIGURE 21



SCHOC 1 : 4 tours, fil 3/10<sup>e</sup> émaillé, 2 x perles ferrite.  
 SCHOC 2 : 4 tours, fil 3/10<sup>e</sup> émaillé, 1 x perle ferrite.  
 L3 : tube PVC gris électrique Ø 16 mm, 11 spires jointives fil émaillé 3/10<sup>e</sup>.  
 Mesures partie TX :  
 - I : TR7 et TR8 au repos : 15 mA.  
 - I : TR9 au repos : 0.  
 - I : TR9 en charge : 400 mA sous 15 V, P = 4 W ; 300 mA sous 12 V.  
 Important : en fonction de la tension, la puissance varie l'impédance de 50 Ohm est dépendante de I et de U ; ne pas pousser l'excitation car l'impédance diminue et le ROS augmente.

FIGURE 22 Construction pratique du PA, échelle 1/11.



est simple. Seul élément de contrôle, CV4, ajustable rouge de 90 pF, qui assure le contrôle de la puissance de sortie du PA ; le réglage est très souple. Le PA en classe C est ultra-simple. Un avantage : non excité il ne débite pas, donc le + 12 volts reste branché en permanence tant en émission qu'en réception, une simplification de commutation très appréciée.

Quelques détails de construction sont indiqués figures 16 et 17 pour la confection de la self de choc SCH2 et du transformateur T1/T2. Nous utilisons cette méthode simple et généralisée de la perle en ferrite qui contribue à diminuer la perte HF en liaison inter-étages, avec un haut rendement de redistribution de l'énergie véhiculée dans les amplificateurs HF.

### Circuit de manipulation, figure 18

Sur la figure 15 TR7 et TR8 sont alimentés en + 12 volts au point X qui est relié au transistor TR10 (2N2905) de la figure 18 ; ce transistor PNP commandé par le manipulateur assure alternativement au même rythme la commande d'alimentation de TR7 et TR8. Avec ce système la pureté est garantie sans clics.

### Le filtre de sortie passe-bas ou filtre coupe harmoniques

Le PA étant à large bande, il faut filtrer et rejeter les harmoniques ; en pratique, sur 80 mètres, le filtre passe-bas est constitué de 3 éléments : la bobine L3 de 2,2 microhenrys et 2 capacités de 760 pF (560 + 100 + 100) genre céramique, ce qui n'est pas critique.

Dans un but de simplicité et de reproductibilité, la bobine est fabriquée sur un petit mandrin en PVC gris (figure 21).

Les spires sont jointives et collées à la glue ; de petits trous percés dans la bobine assurent le

passage d'un fil de 10/10<sup>e</sup> de mm torsadé pour la fixation des fils de la bobine et servant de cosse de fixation ; la rigidité est parfaite. Telle qu'elle est calculée et construite, cette bobine est efficace dans l'antenne en direct, ou avec un coupleur et ça fonctionne très bien.

### La construction de l'émetteur

#### Le câblage du PA et des drivers, figure 21

Nous avons exécuté un dessin détaillé, et il vous 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 », illustrée par la figure 18. Cette méthode pour faire une cosse de sortie, d'alimentation, d'antenne reste très 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 revient à dire que les composants sont toujours disposés en ligne, de manière à éviter la réaction de la sortie sur l'entrée. De même, les bobines L3 et SCH1 doivent être bien distantes et perpendiculaires pour éviter tout couplage, qui se traduirait par des instabilités à l'émission (accrochage et glissement de fréquence).

Refroidissement : le radiateur proposé pour le refroidissement du PA est toujours prévu très large ; ne jamais négliger de le surdimensionner ; la large dissipation est une garantie de survie du PA dans le cas de ROS important. Nous avons choisi un radiateur de 5 x 3 cm du commerce (figure 21).

### Commande de manipulation, figures 18 et 19

Les transistors TR7 et TR8 sont commandés par la platine de la figure 18 à travers le 2N2905 (TR10). La construction de l'ensemble est indiquée figure 19. Pour apprécier la manipulation, nous soudons une diode LED rouge en série avec une résistance de 1 kΩ au point X. Nous obtenons encore un point d'autotest très utile dans 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.

### Contrôle de fonctionnement de la partie émission, figure 23

#### La méthode du technicien

D'une manière simple, si vous possédez un grid-dip, un petit ROS/wattmètre et une charge fictive de 50 ohms, la vérification de la partie émission (figure 15) est réalisable.

A) Entre l'entrée de TR7 (marquée 50 ohms) et la masse, monter en volant 2 spires sur air diamètre 2 cm de fil 4/10<sup>e</sup> de mm isolé plastique (fil de téléphone). Voir figure 23.

B) Faire le branchement de toute la chaîne à mesurer sous 12 volts, insérer le wattmètre et la charge fictive.

C) Régler le grid-dip dans la bande des 80 mètres et le coupleur (bobine contre bobine).

D) Selon le degré de couplage le wattmètre indiquera une valeur de 1 à 3 watts, ce qui viendra confirmer le bon fonctionnement. Si vous vous réglez vers 5 MHz et progressez vers 7 MHz et plus haut en fréquence, la puissance

## TECHNIQUE

est presque nulle, confirmant l'efficacité du filtre passe-bas de sortie : \*C1, L3, C2\*, comme coupe-harmoniques.

### La méthode du bidouilleur

Elle suppose que le VFO de la figure 9 soit terminé et en état de fonctionnement. Faute de posséder un grid-dip, nous lui substituerons le VFO, mais disposer d'un wattmètre et de la charge fictive est impératif pour la mesure.

A) Les conditions de mesure sont les mêmes que précédemment : soudons un petit morceau de coaxial 50 ohms (petit câble de 6 mm de CB) entre la sortie CV3 du VFO et l'entrée C de la platine PA.

B) Ouvrir CV3 et CV4 au minimum de valeur. Fermer CV3 à 1/2 et fermer tout doucement CV4 ; la puissance augmente ; sous 12 volts, ne pas dépasser 2,5 watts. Le meilleur réglage se situe pour CV3 engagé au 1/3 de manière à charger le VFO au minimum, pour une stabilité qui restera excellente malgré un autre réglage.

C) En branchant un appareil de mesure type milliampèremètre dans l'alimentation du PA 2SC2078, nous constatons que la puissance ne commence à apparaître qu'à un certain niveau d'excitation (caractéristique de la classe C), et en contrepartie l'intensité se manifeste uniquement à cet instant et monte jusqu'à 300 mA, voire plus.

D) Remarque : au réel ces réglages se confirment avec l'antenne branchée lorsque l'émetteur-récepteur est terminé et le fonctionnement est identique et dans de mêmes conditions.

### Le générateur de tonalité et la commande vox émission-réception

Si le schéma d'un émetteur est simple à dessiner, l'emplacement du manipulateur facile à déterminer, le reste..., les accessoires de confort, pour bien trafiquer, sont quasiment absents de toutes les descriptions que nous avons rencontrées. Nous allons réparer cet oubli !

Nous vous proposons un bon schéma : l'association du générateur de tonalité CW, et de la commande des relais, pour le passage de l'émission à la réception par vox et réglage de la temporisation de ce passage.

#### Le schéma, figure 23

Nous avons de base un générateur NE555 qui au rythme du manipulateur est commandé par TR11, un 2N2907, générateur déclenchant en second TR12 (2N2222), le système vox. (la temporisation et la commande du relais central de commande).

#### La construction, figure 25

Très facile à faire : le NE555 est monté sur un support, des pastilles fraisées dans l'époxy isolent le support qui est soudé dessus (cosse isolante gravée dans la plaque) les autres pla-

FIGURE 23 Commande émetteur-récepteur, générateur de tonalité.

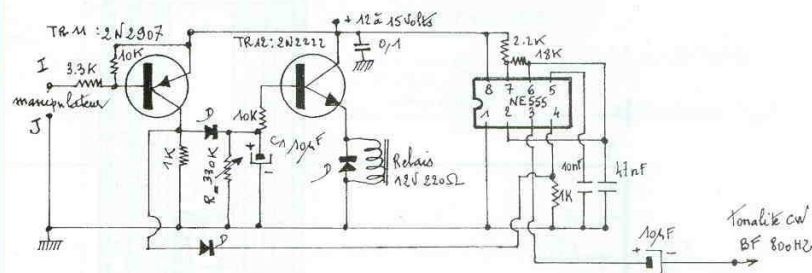
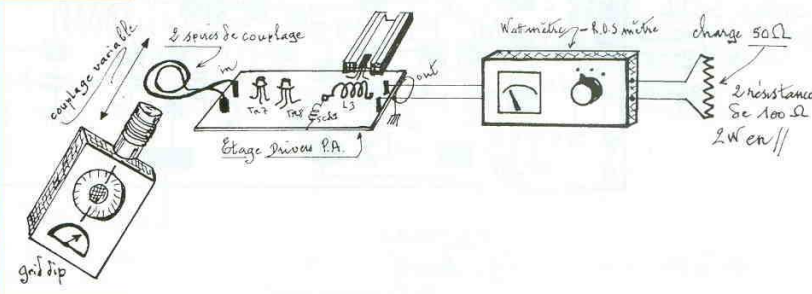


FIGURE 24 Pour la mesure : méthode et disposition des éléments.



quettes sont comme les platines précédentes soit collées à la Glue 3, soit détournées à la fraise miniature (de dentiste).

#### Vérification et fonctionnement

Admettons que le câblage soit terminé sans erreur, branchons l'alimentation +12 volts, et la sortie BF sur un casque genre « walkman », le point J est relié à la masse :

- La tonalité CW est audible (800 Hz).
- Le relais colle (claquement manifeste).
- Par le réglage de  $R = 330 \text{ k}\Omega$  environ (pas critique), vous contrôlez le délai d'enclenchement du relais, qui correspond au temps passé entre l'émission et la réception.
- Le relais va générer la fonction RC, c'est-à-dire qu'il va commander en position travail la distribution du 12 volts et alimenter en émission les autres relais en 12 volts ; nous allons

donc retrouver cette fonction RC au chapitre suivant le 2.

#### Informations sur l'approvisionnement en relais

Prendre un relais 1R/T ou 2R/T - 12 volts disponible chez Conrad Electronic, page 425 (catalogue 2000), petit relais pour circuit imprimé, qui peut être utilisé en plusieurs exemplaires (prix 8 F) comme relais d'antenne et autres fonctions dans l'émetteur-récepteur.

#### Note de l'auteur

Le chapitre 2 sera certainement le plus court, mais il va traiter des problèmes de commutation, c'est-à-dire de la gestion du passage de l'émission à la réception, des problèmes à résoudre, des difficultés rencontrées et des améliorations envisageables.

FIGURE 25 Commande de manipulation, générateur de tonalité.

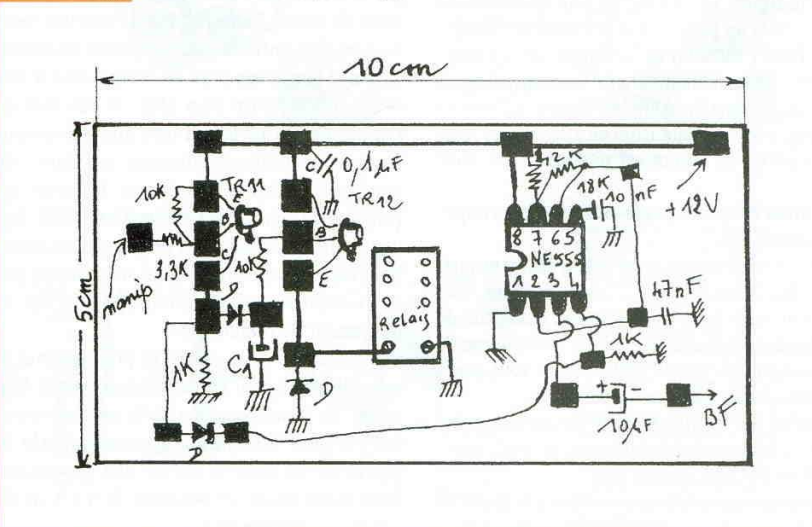
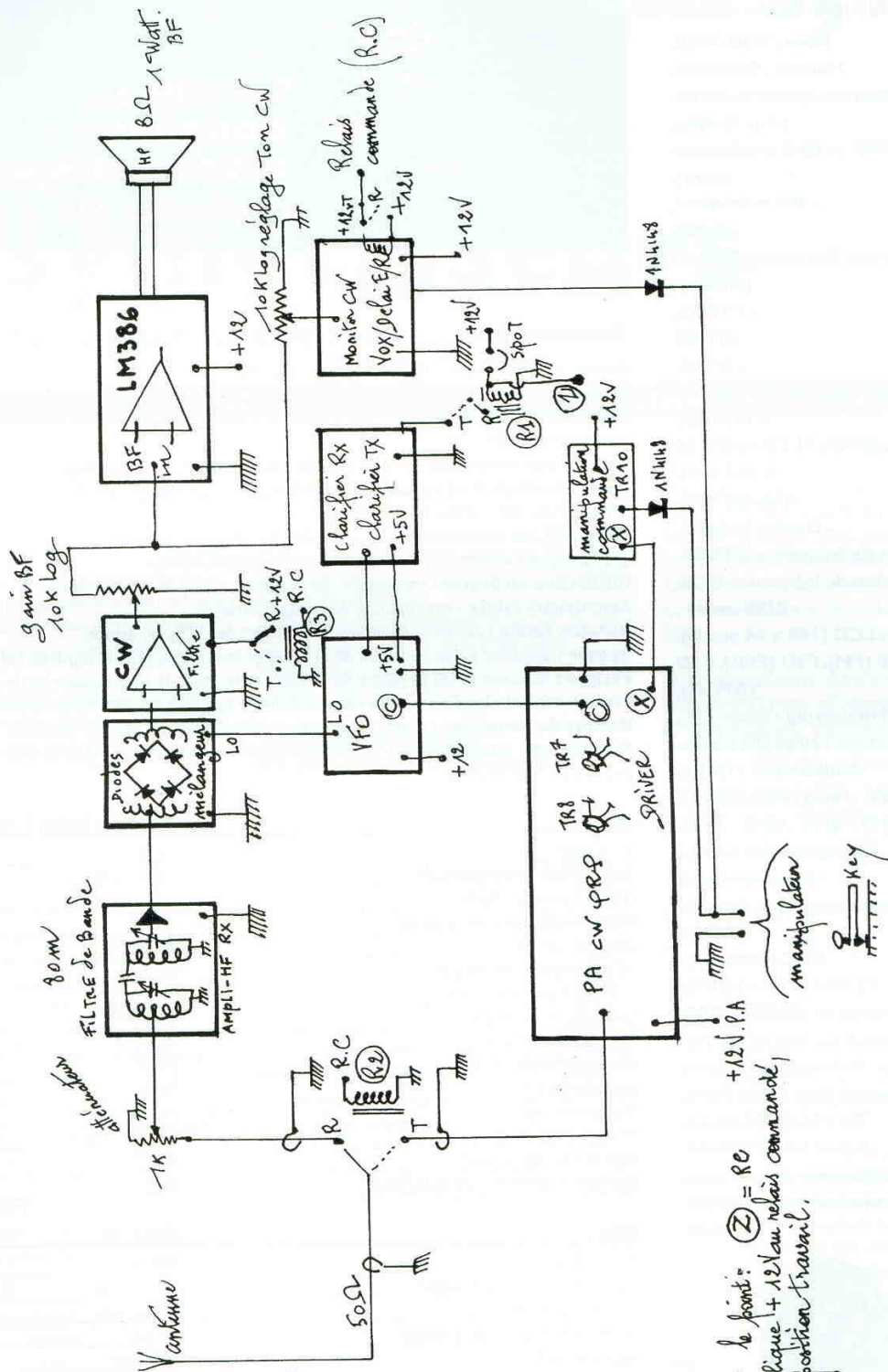


FIGURE 26 Schéma général de l'émetteur-récepteur CW QRP.



attention bien récepteur le point: (Z) = RE  
 La commande RC applique +12V au relais commandé,  
 position émission, position travail.