

PREAMPLIFICATEUR D'ANTENNE

DOSSIER
DU MOIS

pour la bande 144 MHz

L'ARRIVÉE récente sur le marché d'une nouvelle génération de transistors MOS FET double porte à grand gain et faible facteur de bruit a relancé l'intérêt des amateurs pour les préamplificateurs d'antennes VHF.

Ces composants de pointe, montés en boîtier plastique à connexions latérales présentant une très faible inductance parasite, sont maintenant disponibles en grande quantité et à faible prix.

Les performances obtenues avec ces nouveaux transistors sont sans commune mesure avec celles des 3N205, 40673, etc. de l'ancienne génération. Même le célèbre BFT66, transistor bipolaire bien connu des « DX men », est détrôné !

Critère de sélection et choix du transistor

Plusieurs constructeurs proposent des transistors MOS FET tétrode de la nouvelle génération et le premier travail de l'auteur a été d'effectuer une sélection, le critère principal étant l'obtention du minimum de facteur de bruit. Pour ce faire, nous avons utilisé une méthode de mesure relative permettant d'effectuer des comparaisons assez précises et faciles à mettre en œuvre puisqu'elle ne nécessite qu'un récepteur 144 MHz, un voltmètre BF, un atténuateur variable et un générateur stable ou mieux une petite balise (un simple oscillateur avec un quartz de 8 MHz fait l'affaire à condition qu'il soit

blindé, la sortie s'effectuant sur une simple prise coaxiale chargée par une résistance de 47 Ω.

Le récepteur étant en position SSB, on injecte à l'entrée (fig. 1) le signal de la balise convenablement atténué, de manière à ce que le circuit d'AGC ne réagisse pas (déviations nulle ou très faible du S-mètre). On mesure ensuite la tension basse fréquence disponible à la sortie haut-parleur à l'aide d'un voltmètre BF. La mesure s'effectue en deux temps :

2° Décaler l'accord du récepteur d'environ 50 kHz par rapport à la fréquence de la balise et régler le volume BF du récepteur de manière à amener l'aiguille du voltmètre en face de la graduation zéro de l'échelle dB.

1° Ne plus toucher au volume BF et réaccorder le récepteur sur la fréquence de la balise. On lit directement sur l'échelle dB le rapport signal + bruit/bruit que l'on appelle SINAD.

Pour tester la qualité d'un préamplificateur (ou comparer deux préamplificateurs entre eux), on procède comme suit :

1° Ajuster le niveau du signal de la balise, de manière à obtenir un rapport SINAD d'environ 6 dB.

2° Noter avec précision la valeur obtenue.

3° Sans modifier le réglage du niveau de la balise, insérer le préamplificateur à tester entre celle-ci et le récepteur. Refaire la mesure du rapport SINAD.

4° Faire la différence entre le résultat avec préampli et le résultat sans préampli. La différence doit être positive...

Il est conseillé d'effectuer plusieurs fois la manipulation et de faire la moyenne des résultats.

Le tableau de la figure 2 montre les résultats obtenus avec les divers échantillons que l'auteur a pu se procurer. Les essais montrent que deux transistors se distinguent du lot : tout d'abord le BF981 qui s'est révélé le meilleur dans tous les cas (plusieurs dizaines de préamplificateurs réalisés) et ensuite le BF907 légèrement moins performant.

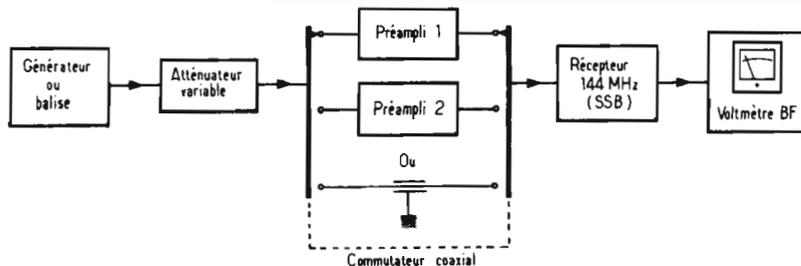


Fig. 1. — Banc de mesure du rapport signal + bruit/bruit utilisé pour la comparaison des divers échantillons.

Type	Constructeur	Nombre d'échantillons testés	Gain approximatif	Amélioration* du $\frac{S+B}{B}$
BF900T	Texas	5	20 dB	+ 1 à 2 dB
BF907	Texas	5	20 dB	+ 2 dB
BF910	Texas	2	> 25 dB	très instable
BF961	Thomson	2	25 dB	+ 1 dB
BF981	Siemens RTC	5	20 dB	+ 3 à 4 dB

* Voir texte et figure 1 pour la méthode de mesure.

Fig. 2. — Résultats obtenus avec les échantillons testés par l'auteur.

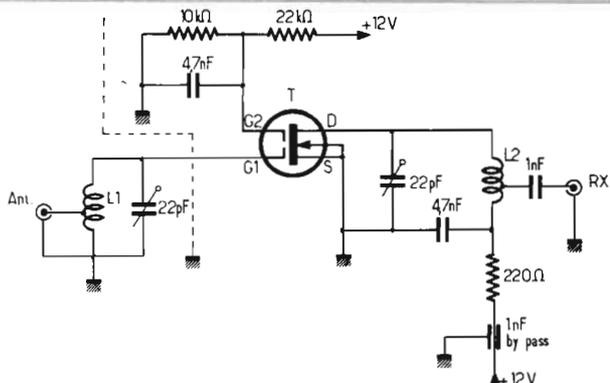
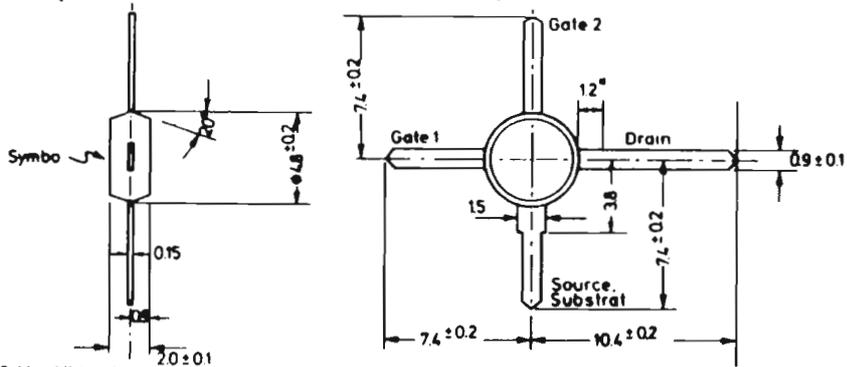
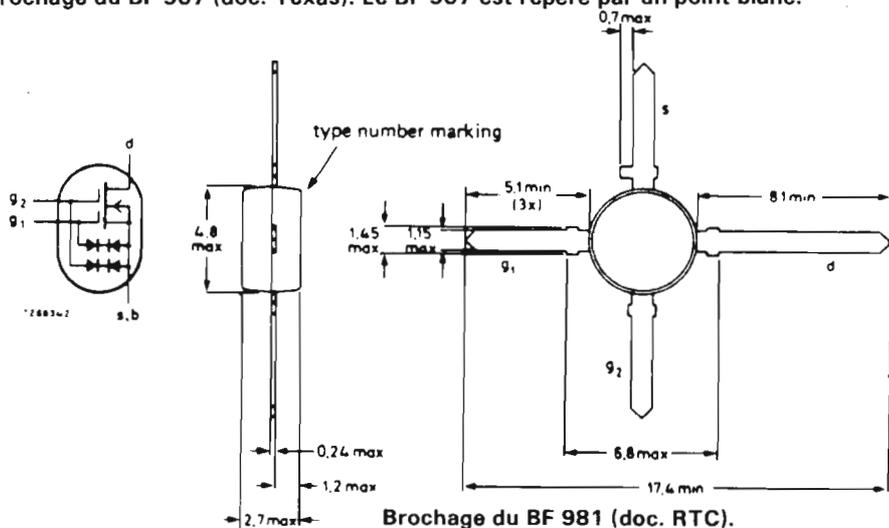


Fig. 3. — Schéma du préamplificateur 144 MHz (L_1, L_2 : 5 spires \varnothing 6 mm — fil argenté \varnothing 1 mm — prise à 1,5 tour côté froid — T = BF 981).



Brochage du BF 907 (doc. Texas). Le BF 907 est repéré par un point blanc.



Brochage du BF 981 (doc. RTC).

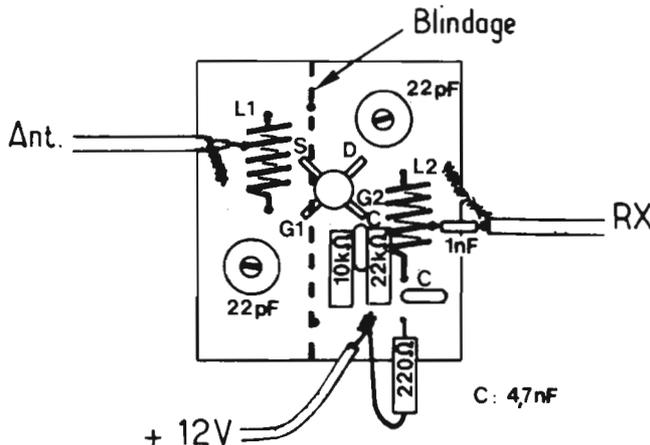


Fig. 4. — Dessin et implantation du circuit imprimé du préamplificateur — Percer un trou de \varnothing 5 mm à l'emplacement du transistor — Le transistor est monté côté cuivre.

Le circuit

Le schéma du circuit est indiqué figure 3. Un avantage supplémentaire de ces nouveaux MOS-FET est de fonctionner à polarisation nulle de la grille G_1 par rapport à la source, ce qui permet de relier celle-ci directement à la masse et résoud tous les problèmes de découplage. La grille G_2 doit être polarisée à + 4 V par rapport à la source. Ne pas tenter de modifier la polarisation de G_2 pour faire varier le gain car le facteur de bruit remonte en flèche lorsqu'on baisse la polarisation de G_2 . Les impédances d'entrée et de sortie étant élevées, il n'est pas nécessaire de prévoir une adaptation avec les circuits accordés, ce qui simplifie considérablement la mise au point.

Le préamplificateur est réalisé sur un petit circuit imprimé simple face de 40 mm \times 35 mm (fig. 4). Le transistor est monté côté cuivre, dans un trou de 5 mm de diamètre permettant aux pattes latérales de venir reposer sur les plages cuivrées. L'ensemble est blindé à l'aide d'une ceinture en laiton (ou en époxy). Une cloison sépare hermétiquement les circuits d'entrée et de sortie (impératif). La consommation de l'ensemble est d'environ 12 mA sous 12 V.

Variation du gain

Comme nous l'avons vu précédemment, le gain est d'environ 20 dB, ce qui est considérable. Dans certains cas (signaux forts) ceci peut entraîner la saturation des étages d'entrée du récepteur faisant suite avec les désagréments qui en découlent. Il est donc intéressant de pouvoir faire varier le gain. Compte tenu de l'excellent comportement de ces transistors aux signaux forts, la meilleure solution consiste à faire suivre le préamplificateur d'un atténuateur variable.

La figure 5 représente le schéma d'un atténuateur variable à diodes PIN que nous utilisons depuis plusieurs années. Il s'agit d'un atténuateur en PI utilisant trois diodes PIN grand public et qui fonctionne de 40 à 800 MHz. L'atténuation maximale dépasse les 40 dB, la perte d'insertion est de l'ordre de 1 à 2 dB.

Le réglage de l'atténuation peut s'effectuer manuellement à l'aide d'un potentiomètre ou automatiquement en l'adaptant à la ligne de CAG du récepteur.

La figure 6 montre le dessin du circuit imprimé de l'atténuateur et son implantation.

Economie d'énergie et câble coaxial

Nous allons ouvrir ici une parenthèse concernant les pertes dans les câbles coaxiaux. On néglige bien souvent les pertes dans les câbles coaxiaux qui relient la station aux antennes. C'est un tort, mais il faut bien admettre que le « décibel par mètre » n'est pas une unité très parlante. Nous avons donc tracé une abaque surprenante donnant le pourcentage de la puissance initiale qui subsiste après une longueur donnée de câble (fig. 7). On voit ainsi qu'à 145 MHz, si l'on transmet avec 100 W HF, il ne reste que 40 W au bout de 20 mètres de câble KX15 (∅ 6 mm) et un peu plus de 60 W au bout de 25 mètres de KX4 (∅ 11 mm)... quel gaspillage !

Ce qui est vrai en émission l'étant aussi en réception, des pertes similaires sont occasionnées par le câble à la réception d'où l'idée de « grimper » le préamplificateur juste sous l'antenne.

Système de télécommande émission-réception par le câble coaxial

L'intérêt d'un rapprochement du préamplificateur et de l'antenne étant évident, il ne restait qu'à réaliser un système simple de télécommande et d'alimentation du préamplificateur et du relayage associé, directement par le câble de manière à éviter des fils supplémentaires. Ce circuit est représenté figure 8. Le chronogramme de la séquence de commutation émission-réception et vice versa est représenté figure 9. Il est bien évident que si l'on n'effectue pas les commutations dans un certain ordre, le préampli risque fort de recevoir un « coup de HF » dont il pourrait avoir du mal à se remettre...

Nous remarquons sur le schéma de la figure 8 deux parties : la partie de gauche sera située « en bas » dans la station et la partie de droite « en haut » sous l'antenne, entre les deux, il n'y a que le câble coaxial.

La partie haute (en altitude !) renferme le préamplificateur, un relais coaxial double (ou deux relais) et quelques éléments d'aiguillage. La position repos du relais (RL2) correspond à la position émission ou préampli hors service, la position travail correspond à la réception avec préampli en service. Autrement dit, si l'on envoie du + 12 V sur le conducteur central du câble, le préampli est branché, si l'on n'envoie rien le préampli est mis hors service. C'est cette fonction que

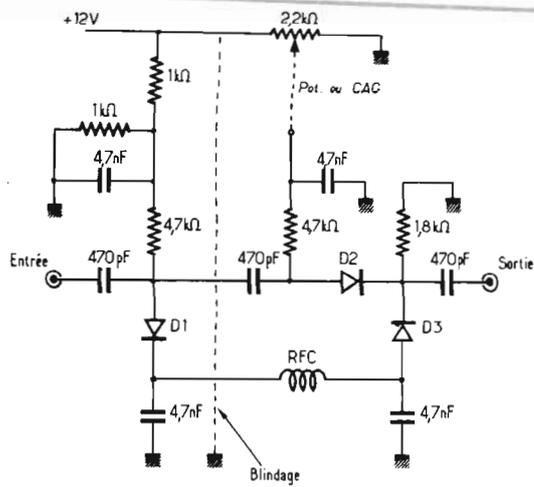
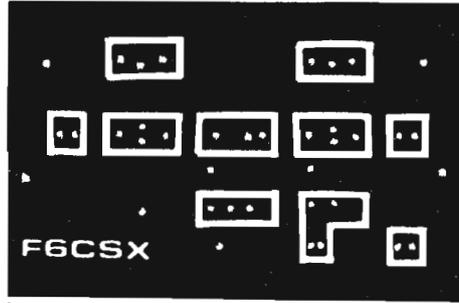


Fig. 5. - Schéma de l'atténuateur à diodes PIN - D₁, D₂, D₃ : BA 379 - RFC : VK 200.



Dessin du circuit imprimé en gravure anglaise.

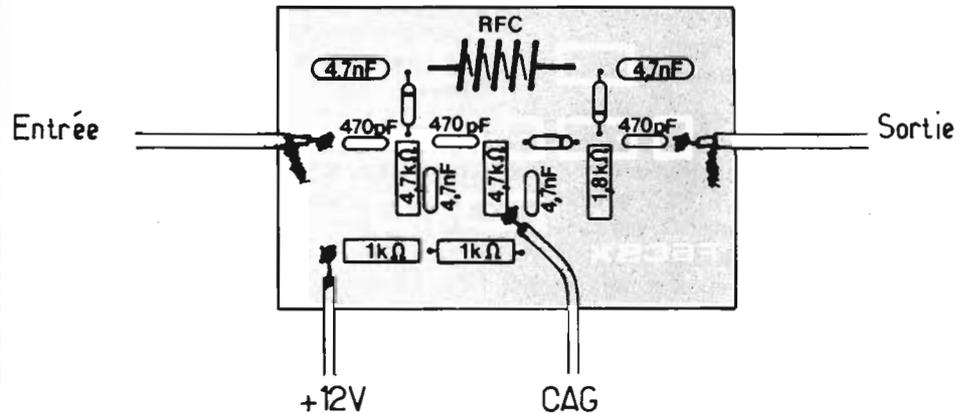


Fig. 6. - Dessin et implantation du circuit imprimé de l'atténuateur à diodes PIN. Les diodes sont câblées côté cuivre.

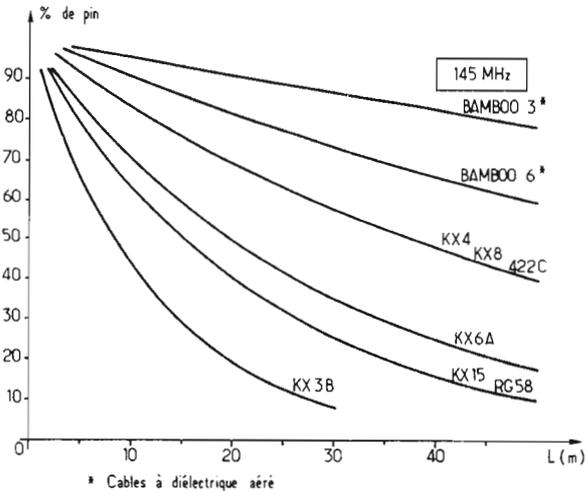


Fig. 7. - Pourcentage de la puissance d'entrée disponible après une longueur L de câble.

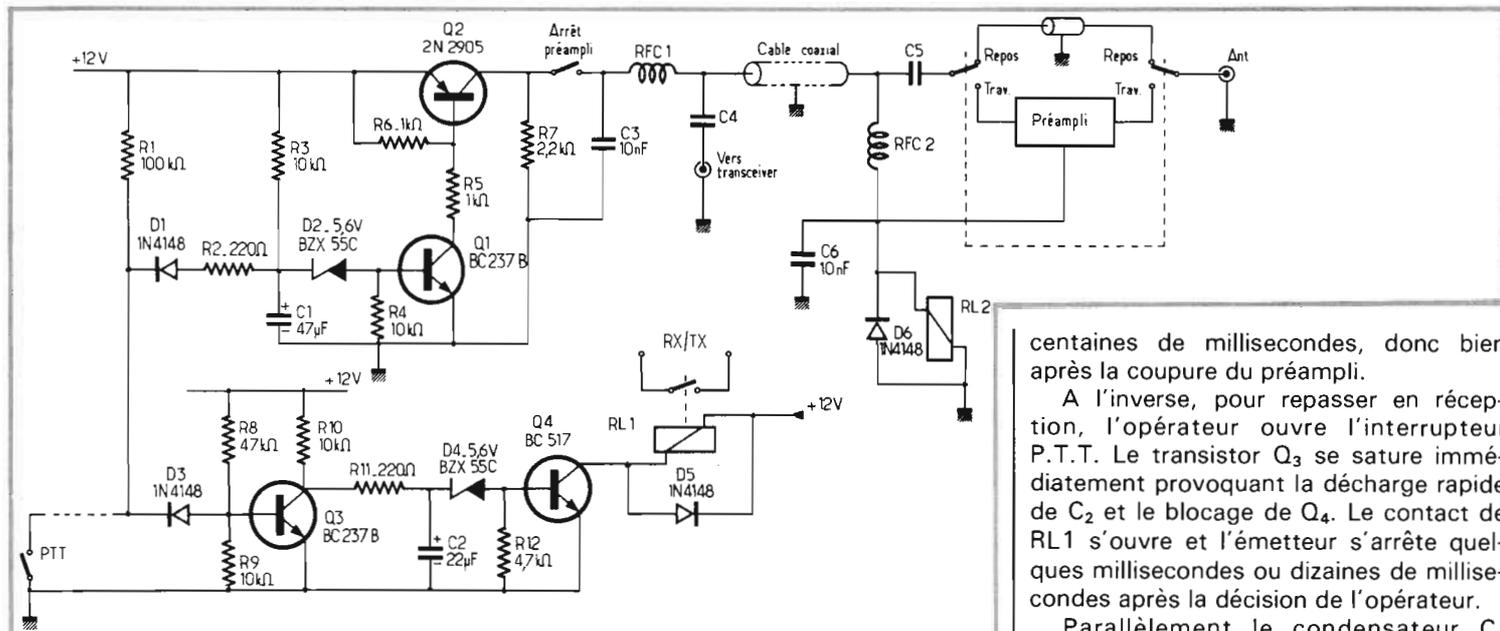


Fig. 8. – Schéma du circuit de télécommande du préamplificateur par le câble – C₄, C₅ : 1 à 4,7 nF, valeur non critique mais de bonne qualité (traversés par la H.F. de l'émetteur).

réalise, dans un certain ordre, le circuit du bas.

Examinons maintenant le chronogramme de la figure 9 et le schéma de la figure 8. Le signal de référence baptisé P.T.T. (de l'anglais « Push to talk ») exprime le désir de l'opérateur.

Supposons le circuit en position réception avec préamplificateur. L'interrupteur P.T.T. est ouvert. Les transistors Q₁ et Q₂ sont saturés et le + 12 V est présent sur le câble. Le transistor Q₃ est saturé et le transistor Q₄ est bloqué. Le relais RL1 est donc en position repos et son contact travail qui commande le passage en émission du transceiver de la station est donc ouvert (position réception).

A l'instant t₀, on ferme l'interrupteur P.T.T. Les transistors Q₁ et Q₂ se bloquent et le + 12 V disparaît sur le câble provoquant le retour au repos du relais d'antenne RL2. Tout ceci nécessite de quelques millisecondes à quelques dizaines de millisecondes selon le type de relais.

A l'instant t₀, de son côté le transistor Q₃ se bloque et le condensateur C₂ commence à se charger à travers la résistance R₁₀. Lorsque la tension aux bornes de C₂ dépasse environ 6 V, la diode zener D₄ devient conductrice et le transistor Q₄ se sature provoquant la fermeture du contact de l'émetteur.

Ce processus se déroule en quelques

centaines de millisecondes, donc bien après la coupure du préampli.

A l'inverse, pour repasser en réception, l'opérateur ouvre l'interrupteur P.T.T. Le transistor Q₃ se sature immédiatement provoquant la décharge rapide de C₂ et le blocage de Q₄. Le contact de RL1 s'ouvre et l'émetteur s'arrête quelques millisecondes ou dizaines de millisecondes après la décision de l'opérateur.

Parallèlement le condensateur C₁ commence à se charger à travers la résistance R₃. Lorsque la tension à ses bornes atteint 6 V environ, les transistors Q₁ et Q₂ se saturent et le + 12 V est à nouveau envoyé sur le câble provoquant la remise en service du préampli quelques centaines de millisecondes après la décision de l'opérateur.

On notera que les condensateurs C₄ et C₅ sont traversés par la puissance HF délivrée par l'émetteur. Dans le cas où celle-ci est élevée, il est recommandé d'utiliser un fil de télécommande séparé.

La figure 10 représente le dessin du circuit imprimé de ce petit séquenceur et l'implantation des composants.

Conclusion

Dans cet article, l'auteur ne prétend pas faire le tour de la question des préamplificateurs d'antenne. Son seul objectif est de donner aux amateurs désireux d'améliorer leur station quelques éléments leur permettant d'obtenir à peu de frais une réception VHF « up to date ».

Signalons pour terminer que le prix de revient de l'ensemble des circuits décrits (à l'exception des relais coaxiaux) est inférieur à 100 F, alors pourquoi s'en priver....

J.R.
F6CSX

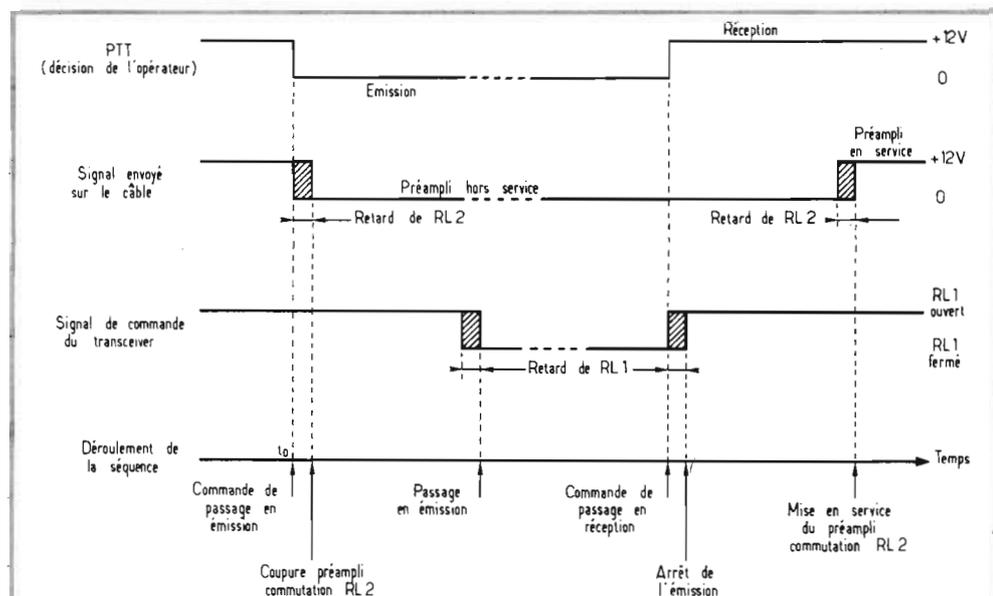


Fig. 9. – Chronogramme de la séquence de commutation émission/réception et vice versa.

Nomenclature des composants

- Préamplificateur 144 MHz**
 1 résistance 220 Ω - 1/4 W
 1 résistance 10 kΩ - 1/4 W
 1 résistance 22 kΩ - 1/4 W
 2 condensateurs céramique 4,7 nF
 1 condensateur céramique 1 nF
 1 condensateur by-pass - 1 nF

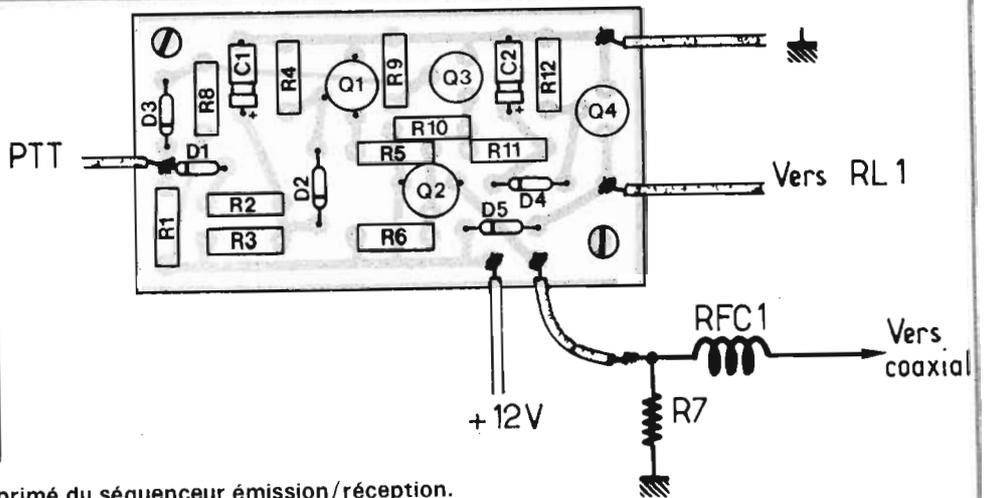
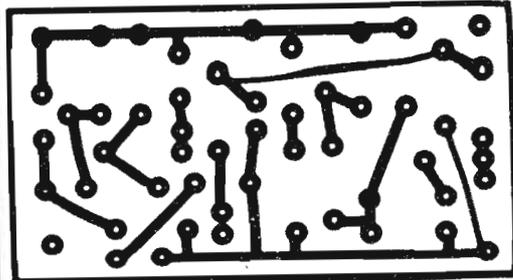


Fig. 10. - Dessin et implantation du circuit imprimé du séquenceur émission/réception.

2 condensateurs ajustables plastique RTC 22 pF (vert)
 1 transistor BF981 (RTC) ou 1 transistor BF907 (Texas)

Atténuateur à diodes PIN

2 résistances 1kΩ - 1/4 W
 1 résistance 1,8 kΩ - 1/4 W
 2 résistances 4,7 kΩ - 1/4 W
 3 condensateurs céramique 470 pF
 4 condensateurs céramique 4,7 nF
 1 self de choc VK200
 3 diodes PIN BA379 ou BA479 ou ESM579

Séquenceur émission-réception

2 résistances 220 Ω - 1/4 W
 2 résistances 1 kΩ - 1/4 W
 1 résistance 2,2 kΩ - 1/4 W
 1 résistance 4,7 kΩ - 1/4 W
 4 résistances 10 kΩ - 1/4 W
 1 résistance 47 kΩ - 1/4 W
 1 résistance 100 kΩ - 1/4 W
 1 condensateur électrochimique 22 μF
 1 condensateur électrochimique 47 μF
 2 condensateurs céramique 10 nF
 2 condensateurs céramique 4,7 nF valeur non critique (C4 et C5) ne pas utiliser de condensateurs miniatures. Le cas

échiant mettre plusieurs condensateurs en parallèle
 4 diodes 1N4148
 2 diodes Zener 5,6 - 1/2 W
 2 transistors BC237B ou équivalent
 1 transistor Darlington BC517 (Q4)
 1 transistor 2N2905 ou équivalent
 2 selfs de choc genre VK200
 1 relais 12 V
 1 contact travail (RL1)
 1 relais coaxial double ou 2 relais coaxiaux (RL2)
 1 interrupteur



2 GRANDS TRANSCEIVERS DÉCAMÉTRIQUES



200 W PEP AM/BLU/CW/RTTY
 tout nouveau - COMPACT - Aussi à l'aise en mobile qu'en fixe - Technologie de pointe - FAIBLES DIMENSIONS - Des performances qui le différencient nettement de ses concurrents
 E/R 1,9-3,5-7-10-14-18-21-24-28 MHz

IC 720 : émission 200 W PEP AM/BLU/CW
 Fréq. émission : 1,9-3,5-7-10-14-18-21-24-28 MHz (modèle export : émission 1,5 à 30 MHz.
 Couverture générale en réception 0,100 à 30 MHz
 Sélectivité sans égale - 2 VFO - Compresseur HF inclus
UN VRAI MATERIEL PROFESSIONNEL !



IC 730

(Modèle export nous consulter)

Je désire recevoir une documentation sur les matériels suivants :

IC 720 A IC 730
 Ligne ICOM-UHF-VHF-HF

Joindre 1 timbre - Découper ce bon à adresser à
Sonade - 120, route de Revel, 31400 TOULOUSE



SOCIÉTÉ NOUVELLE DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE S.A.R.L. AU CAPITAL DE 180.000 F - R.C. 76 B 110

120, route de Revel
31400 TOULOUSE
Tél. : (61) 20.31.49