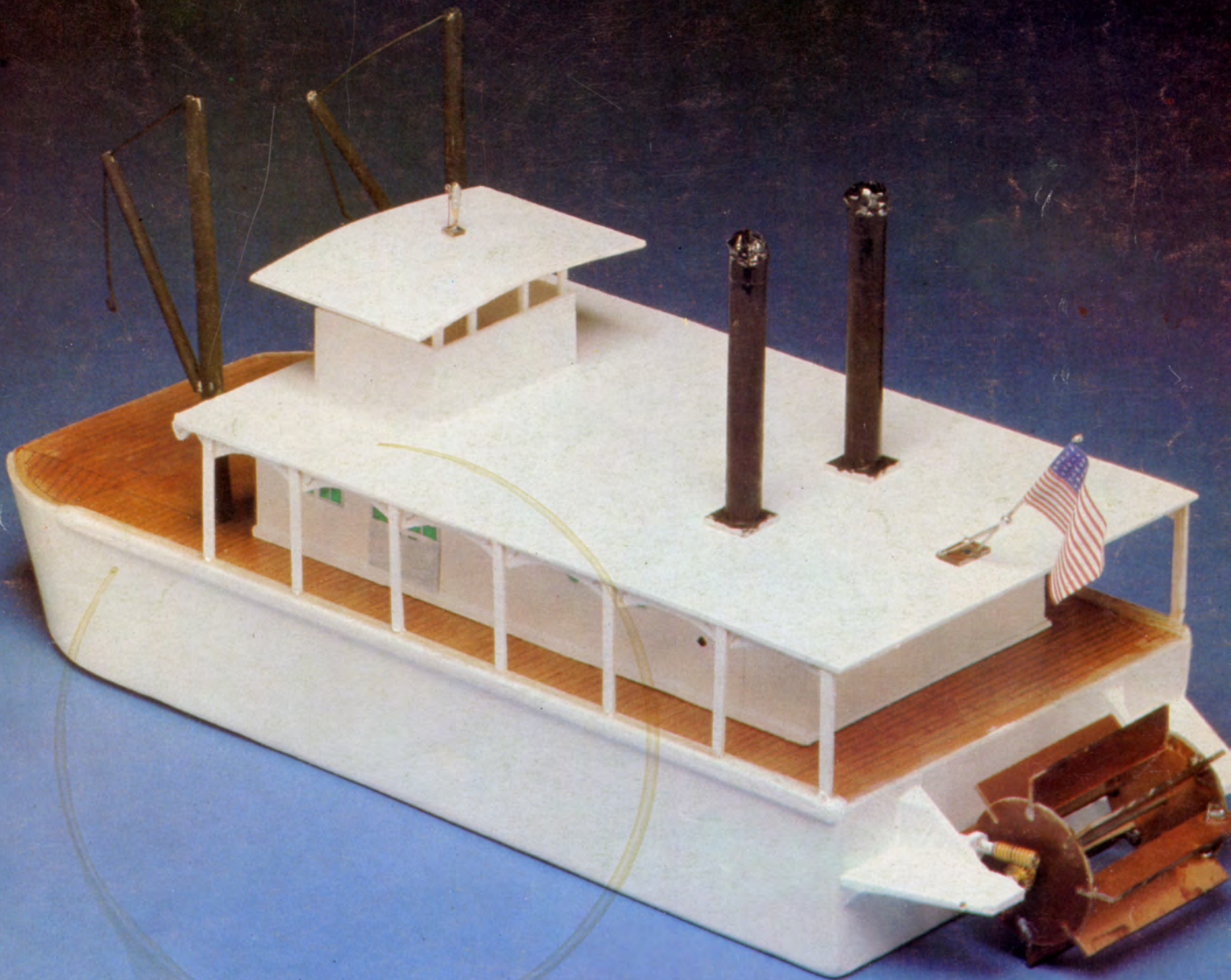


5,50f

N° 1573 - NOVEMBRE 1976

# LE HAUT-PARLEUR

## SPECIAL RADIOCOMMANDE



SUISSE : 2,75 FS - ITALIE : 850 lires  
ALGÉRIE : 5,50 dinars - TUNISIE : 550 millimes

# UN ENSEMBLE

# TOUT OU RIEN

# A FILTRES BF ACTIFS

SI la télécommande des modèles réduits d'avions requiert indubitablement la technique proportionnelle digitale, il est bien d'autres cas pour lesquels cette technique n'est pas indispensable. Ainsi les bateaux électriques, les véhicules électriques se satisfont parfaitement d'une technique tout ou rien. Ce procédé plus ancien est même plus efficace, car beaucoup moins sensible aux parasites. Avantage certain des ensembles tout ou rien : moins sophistiqués, ils requièrent moins de connaissances et d'expérience de leurs réalisateurs. L'équipement en appareils de mesure peut être minimum : un simple contrôleur universel ! C'est donc sans honte aucune que nous vous proposons la description qui suit, même si elle fait ricaner quelques-uns ! L'ensemble décrit comporte des commandes par notes musicales : c'est le procédé bien connu des filtres BF. Mais le montage a été revu et corrigé en fonction des possibilités actuel-

les. De ce fait, avec une utilisation systématique de circuits intégrés très courants et bon marché, il possède une efficacité et une fiabilité inconnues dans ce genre de matériel, même à l'heure de leur gloire.

Rappelons brièvement le principe du système pour les « jeunes » n'ayant pas bénéficié de l'enseignement des temps héroïques de la R.C. (voir fig. 1). A l'émission, un générateur de notes BF musicales ( $f \leq 2000$  Hz) est commandé par l'intermédiaire de poussoirs  $n_1, n_2, \dots$  correspondant chacun à une action mécanique sur le modèle. La porteuse modulée par ces notes est rayonnée, reçue, amplifiée, démodulée. Le signal musical reconstitué est appliqué à l'entrée de filtres résonnant sur des notes précises. A la résonance d'un filtre, un relais électro-magnétique passe au travail et ses contacts permettent l'exécution de l'ordre transmis, grâce à un servo-mécanisme approprié.

## I - ETUDE DES SCHÉMAS

### 1. L'ÉMETTEUR :

Pour des raisons évidentes de facilité, nous recommandons la gamme 27 MHz. Comme cet ensemble vise à des commandes à courte distance (c'est le cas des bateaux, voitures) les risques d'interférences sont très réduits. A noter aussi que l'« éther » des pièces d'eau est bien moins pollué que celui des terrains d'aviation !

#### a) Le générateur de notes

On ne peut rêver plus simple et plus efficace : nous utilisons le circuit « Timer », bien connu, de Signetics, le « 555 ».

Ce circuit intégré à 8 pattes, fournit un excellent signal rectangulaire, de grande stabilité de fréquence (0,005 % par °C) et cela avec un minimum de composants périphériques ! Quand nous nous rappelons le mal que nous avons, il y a quinze

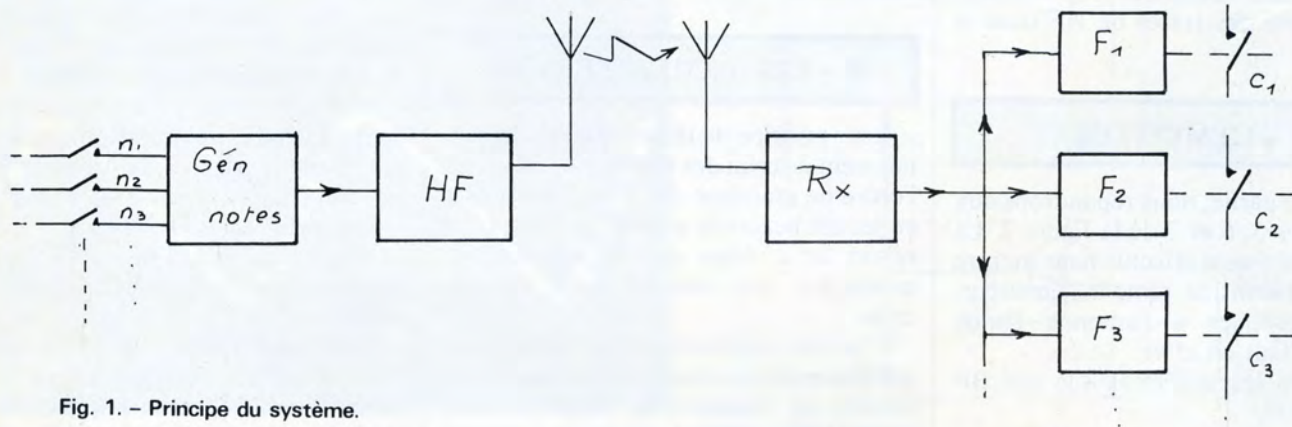


Fig. 1. - Principe du système.

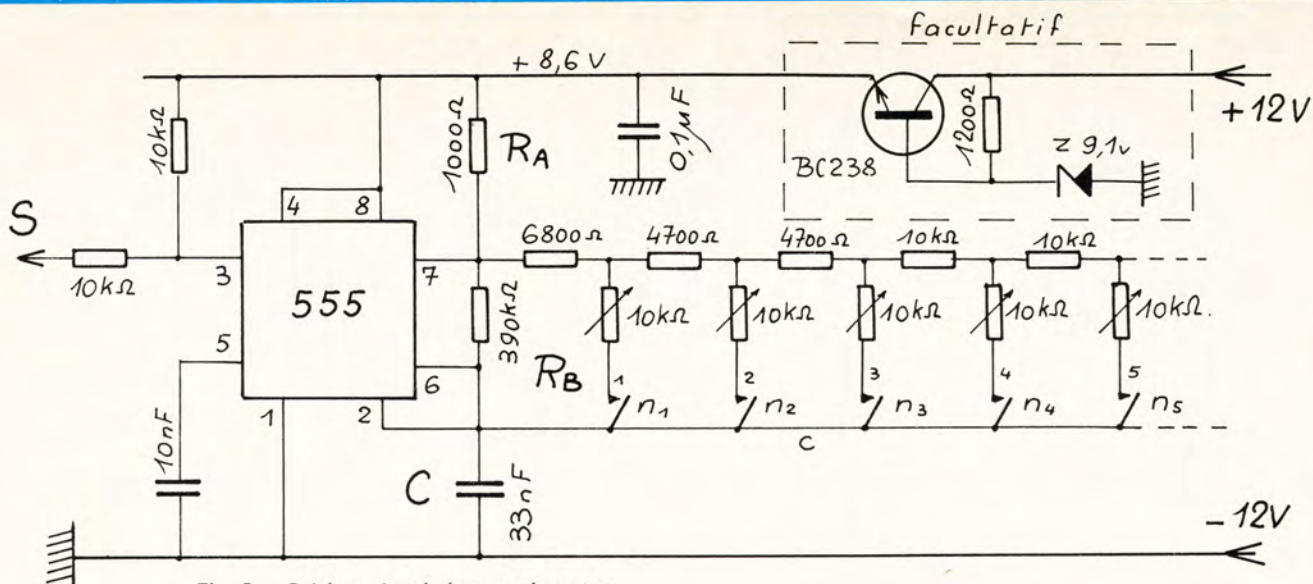


Fig. 2. - Schéma du générateur de notes.

ans, pour faire cent fois moins bien, avec dix fois plus de matériel, nous enrageons ! La stabilisation de tension est un luxe quasi inutile, mais nous l'avons prévu presque par habitude. Elle se justifie surtout pour abaisser la tension d'alimentation du circuit à 8,5 V, car les batteries de 12 V atteignent facilement 14 V en fin de charge et il n'y a pas de raison de donner la fièvre à un aussi bon circuit intégré ! La fréquence est déterminée par la formule suivante (approximative comme toutes ces formules) :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,46}{(R_A + 2R_B) C}$$

Ici, nous avons  $R_A$  fixe de 1 000  $\Omega$ ,  $R_B$  variable selon le poussoir actionné et  $C = 0,033 \mu F$  (33 nF).

$R_B$  peut varier de 10 k $\Omega$  environ à 60 k $\Omega$  environ. D'où une variation de  $f$  de :

$$f_m = \frac{1,46}{(1000 + 120000) 33 \cdot 10^{-9}} \approx 365 \text{ Hz à}$$

$$f_M = \frac{1,46}{(1000 + 20000) 33 \cdot 10^{-9}} \approx 2100 \text{ Hz}$$

Cette « couverture » peut être élargie, soit en diminuant  $C$  pour monter plus haut en fréquence (ce que nous déconseillons formellement, car de gros problèmes de réception vont apparaître) soit en augmentant  $R_B$  pour descendre en fréquence, ce qui ne pose aucun problème.

Mais voulant un ensemble simple et économique nous pensons que 4 ou 5 canaux sont bien suffisants pour de nombreuses applications. En adoptant un rap-

port de 1,35 entre notes consécutives, nous utiliserons :

$n_1 = 550 \text{ Hz}$	$R_B \approx 40 \text{ k}\Omega$
$n_2 = 745 \text{ Hz}$	$R_B \approx 30 \text{ k}\Omega$
$n_3 = 1000 \text{ Hz}$	$R_B \approx 22 \text{ k}\Omega$
$n_4 = 1350 \text{ Hz}$	$R_B \approx 15 \text{ k}\Omega$
$n_5 = 1820 \text{ Hz}$	$R_B \approx 12 \text{ k}\Omega$

d'où la chaîne de valeurs adoptées dans le schéma.

Lors de l'ouverture de tous les poussoirs, l'oscillation s'arrête avec la sortie S tantôt au niveau haut, tantôt au niveau bas. Pour éviter cet aléas, une résistance de 390 k $\Omega$  fait relaxer le montage à une fréquence de 70 Hz environ, sans inconvénient par ailleurs.

#### b) La HF

Nous proposons notre sempiternelle platine HF 27 MHz 350 mW, à cause de

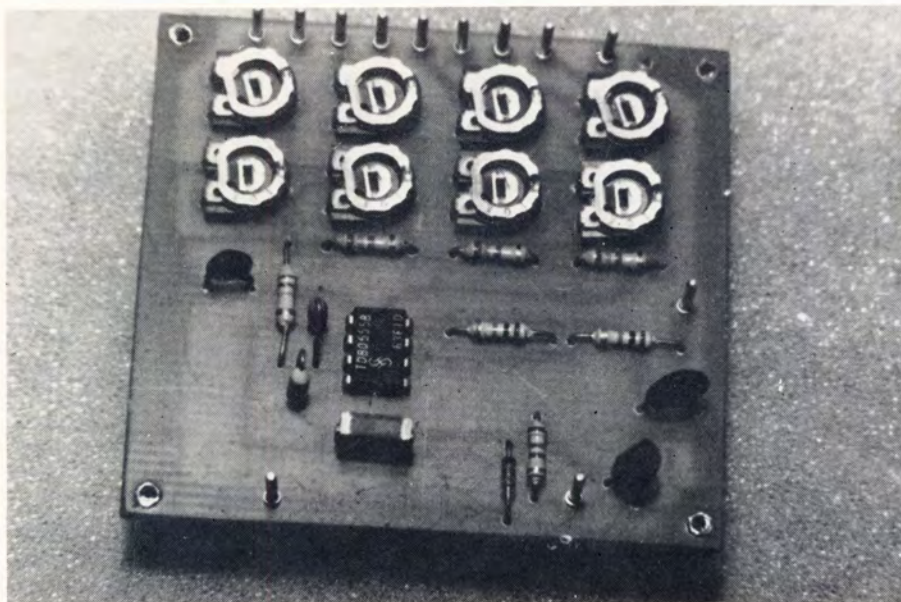


Photo 1. - Le générateur de notes.

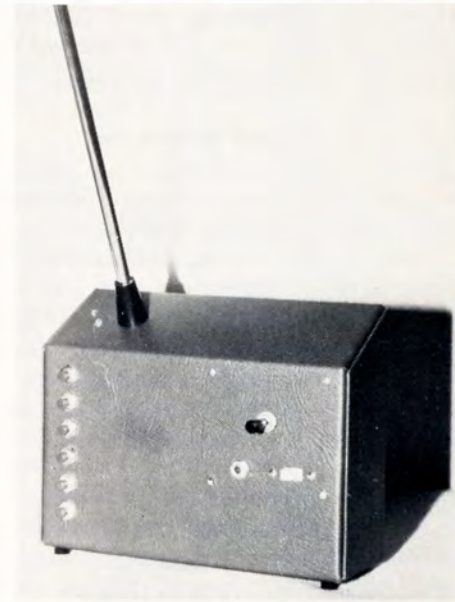


Photo 2. - Un exemple de boîtier.

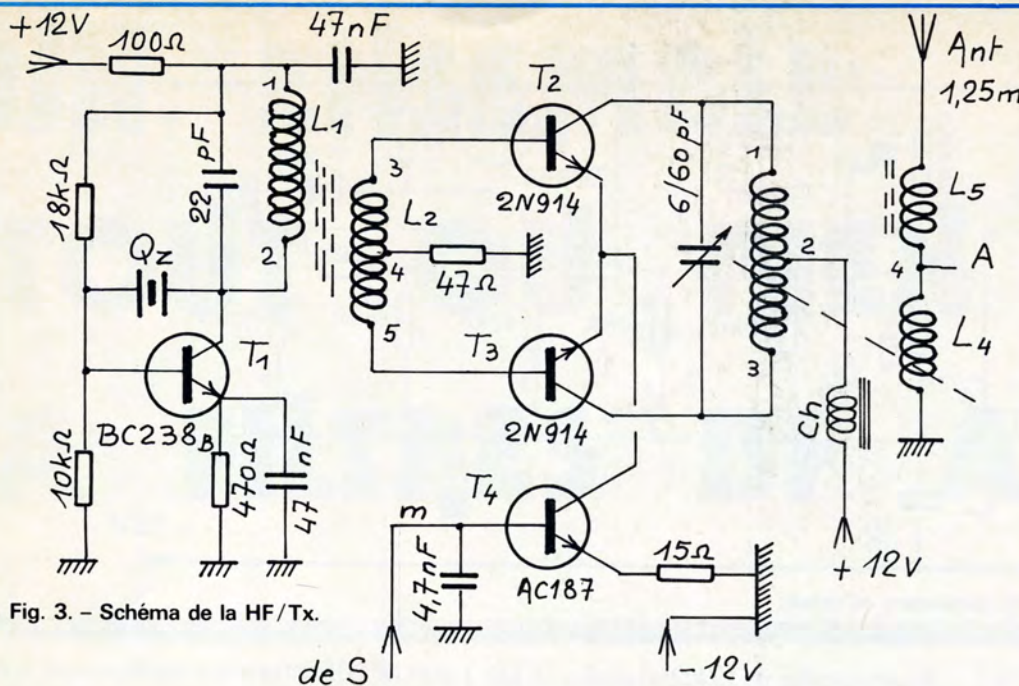


Fig. 3. - Schéma de la HF/Tx.

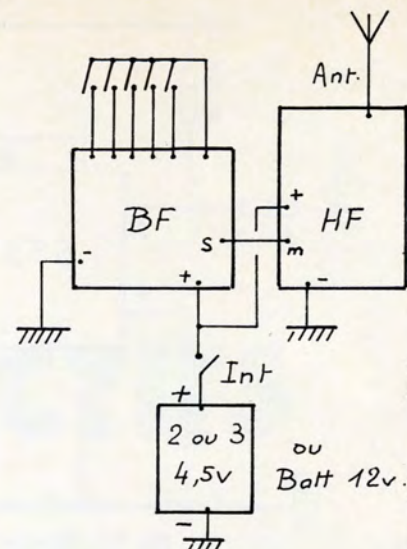


Fig. 4. - Interconnexions Tx.

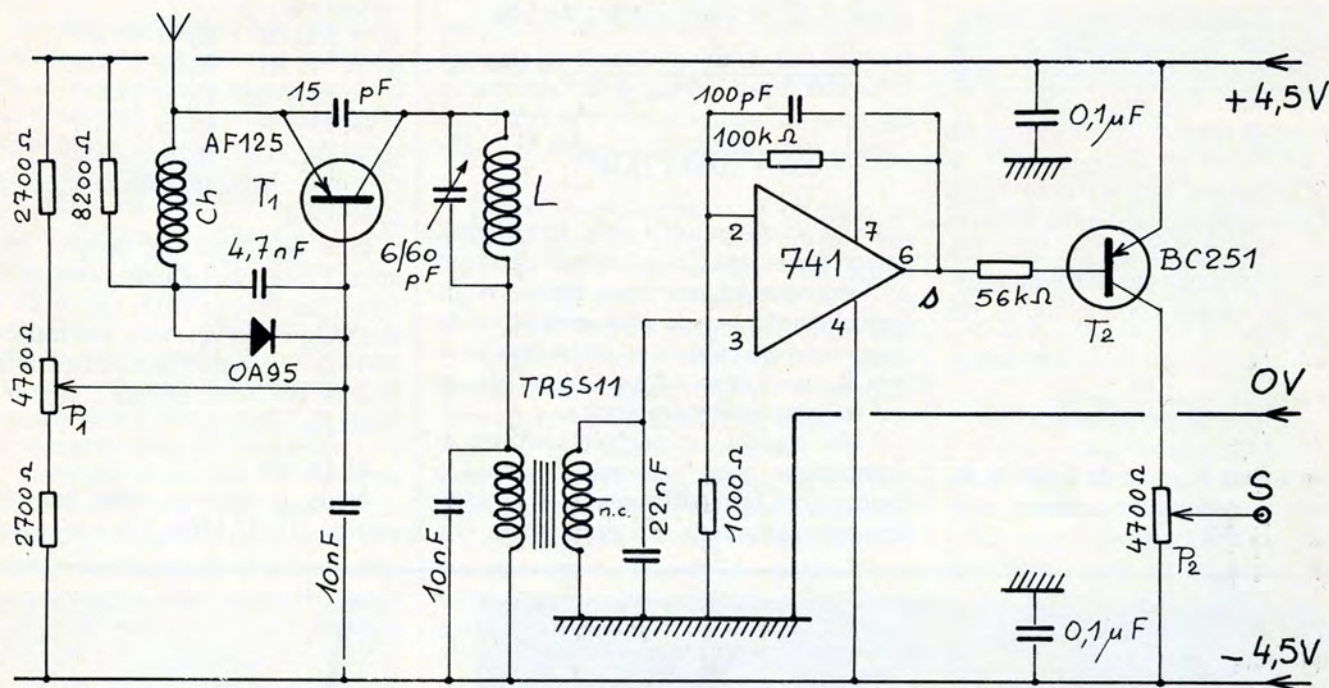


Fig. 5. - Schéma du récepteur.

ses performances et de sa facilité de mise en œuvre. Éprouvée à des centaines d'exemplaires, le réalisateur est assuré d'un succès immédiat surtout s'il prend la peine de nous demander la fourniture des bobinages terminés (Ecrire en joignant une enveloppe timbrée et self-adressée) (voir le schéma en fig. 3).

### c) Alimentation

Le 555 consomme une dizaine de milliampères, la HF, une quarantaine : donc un débit global de 50 mA environ. A défaut de batteries au cadmium-nickel (prendre des 250 mAh), des piles genre

Gnoma de 4,5 V pourront faire l'affaire. Dans ce cas et surtout s'il s'agit d'une commande à quelques mètres ou quelques dizaines de mètres, l'alimentation peut être de 9 V seulement, avec deux piles, ou de 6 V avec une seule batterie. On peut descendre à 4,5 V. Le générateur de notes, calé sur 1 500 Hz à 12 V d'entrée, donne 1 499 Hz à 3,6 V ! En-dessous de 3 V, il n'oscille plus. A partir de 9 V, on supprimera le circuit de stabilisation.

### 2. LA RÉCEPTION :

Nous vous proposons un récepteur à super-réaction car, dans le cadre des utili-

sations envisagées, vous ne risquez guère de brouillage. En contre-partie, il s'ensuit un montage particulièrement simple et économique (voir fig. 5). Le circuit détecteur est à composants discrets. Il reprend un schéma connu pour sa sensibilité et sa souplesse de réglage. L'antenne n'est nécessaire que si des records de portée sont désirés. Les tensions BF détectées apparaissent au secondaire du transfo de liaison. Elles sont transmises à un amplificateur opérationnel très courant et bon marché : le 741, de gain réglé à 100. Noter les condensateurs de 10 nF, 22 nF et 100 pF destinés à supprimer les résidus

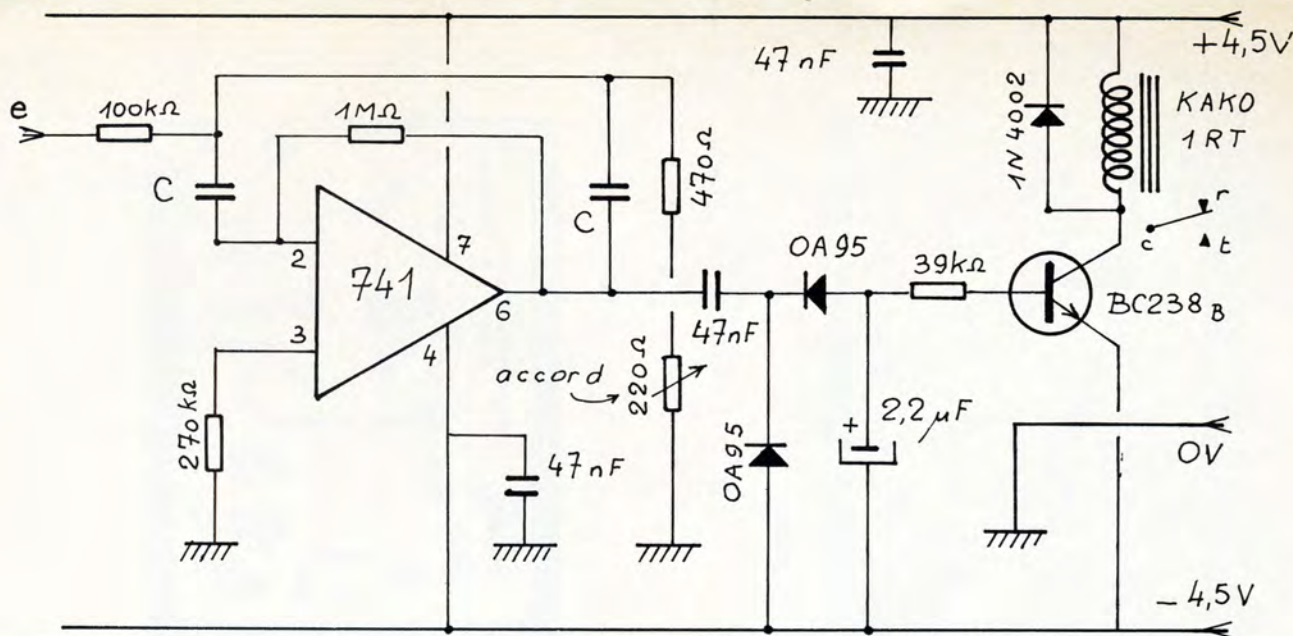


Fig. 6. - Schéma d'un filtre actif (1 canal).

HF de super-réaction. Le transistor de sortie (qu'il est parfaitement possible de supprimer) écrête au niveau des + et - d'alimentation, la tension de sortie. Dans le collecteur, un potentiomètre prélève une fraction dosable de ce signal, pour l'appliquer aux filtres BF suivants. L'alimentation requiert  $\pm 4,5$  V, avec point milieu à la masse : deux piles de 4,5 V conviennent parfaitement.

### 3. LES FILTRES BF :

Une solution nouvelle a été choisie. Elle fait, avec l'utilisation du 555, l'originalité et les performances de cet ensemble. Nous avons utilisé des filtres actifs. Il y a quelques années, nous utilisions des filtres LC, peu sélectifs, encombrants d'un réglage difficile et surtout d'une sensibilité très

variable d'une fréquence à une autre. Le résultat était souvent décevant. Il en est tout autrement avec la solution retenue (voir fig. 6).

Le schéma utilisé n'est certes pas le plus performant, mais il a l'avantage d'une grande simplicité et d'un accord facile. Nous retrouvons encore un 741, monté dans un réseau de contre-réaction RC dont l'analyse du fonctionnement est beaucoup plus complexe qu'il n'y paraît. Sachons simplement que le circuit résonne sur une fréquence dépendant de la valeur commune des condensateurs C et de celle de la résistance du retour de l'entrée à la masse.

La courbe de la figure 7 donne la variation de cette fréquence de résonance en fonction de la valeur de C (La 220  $\Omega$  étant

à mi-course). Le montage s'adapte donc parfaitement de 200 Hz à 3 000 Hz. Le jeu de la 220  $\Omega$  permet une variation de 25 %. Ainsi avec  $C = C = 10$  nF, si  $R = 0$ ,  $f = 700$  Hz, si  $R = 220 \Omega$   $f = 550$  Hz. Le coefficient de surtension du montage est de l'ordre de 7. La tension maximum à injecter est de 3 V cc pour ménager une bonne séparation des canaux.

La tension de sortie du filtre actif est redressée en double alternance par les deux OA95. Filtrée par le condensateur de 2,2  $\mu$ F, elle est appliquée sur la base du transistor de sortie qui conduit ainsi à la résonance : le relais passe au travail. Pour toute autre fréquence, il reste au repos.

L'alimentation se fait aussi avec  $\pm 4,5$  V, point milieu à la masse. Cette alimentation est commune avec celle du récepteur. Il faut évidemment autant de filtres conformes à la figure 6, que de notes transmises.

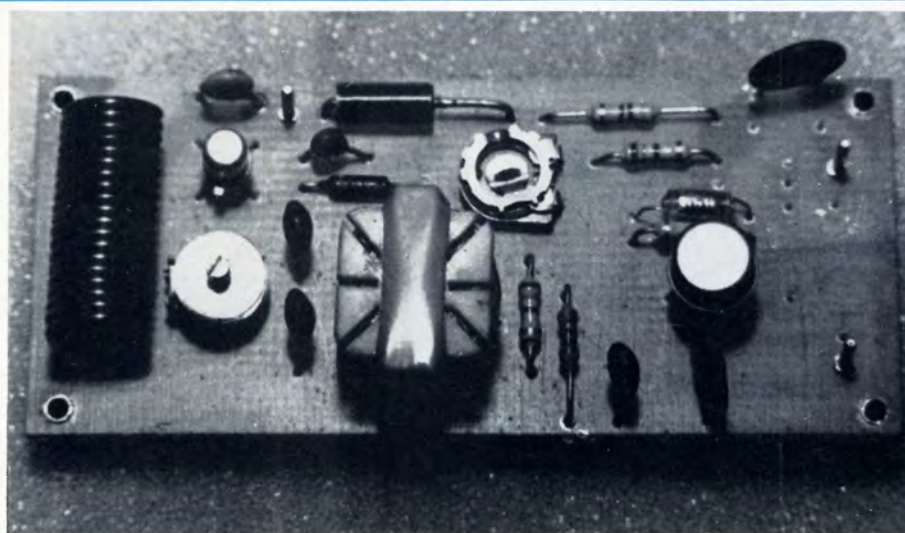


Photo 3. - Le récepteur (le transistor de sortie n'est pas monté).

## II - LA RÉALISATION

### 1. L'ÉMETTEUR :

Nous laissons volontairement dans l'ombre la question du boîtier. Chacun règlera le problème selon ses préférences et ses possibilités. Respecter simplement les impératifs suivants :

- Disposer la platine HF pour avoir une liaison antenne très courte.
- Disposer le générateur de notes pour que la liaison S-m soit aussi courte que possible. Finalement la disposition schématisée en figure 4, nous semble très ration-

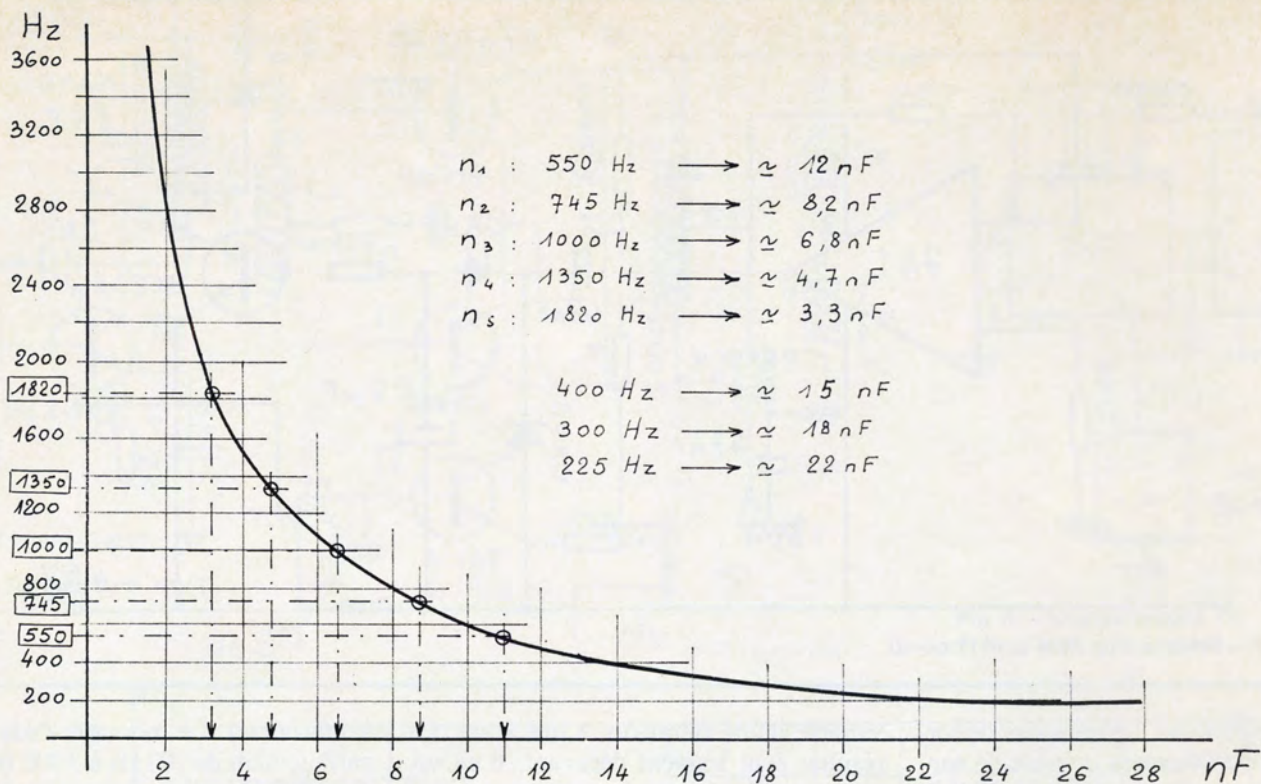


Fig. 7. - Réponse du filtre actif en fonction de C.

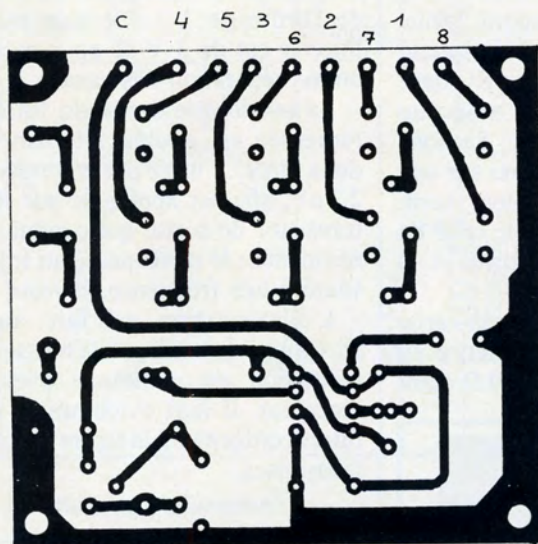


Fig. 8. - C.I. BF/Tx.

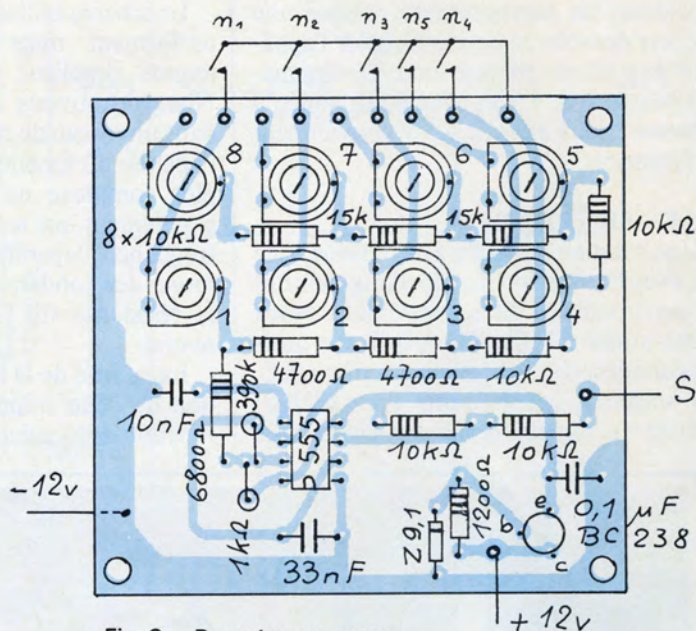


Fig. 9. - Pose des composants.

nelle. Elle conduit à un boîtier plus large que haut, dont la photo, nous donne un exemple. L'alimentation sera placée dans le bas pour améliorer l'équilibre.

#### a) La plaquette BF

Le circuit imprimé (CI) est donné en figure 8. Nous l'avons prévu pour 8 canaux, car nous connaissons bien les amateurs ! On le fabriquera de préférence en époxy de 15/10. Il serait possible, pour une réalisation plus compacte de serrer beaucoup plus les composants. Utiliser alors

des potentiomètres debout. La stabilisation supprimée permet de gagner quelques centimètres carrés.

La pose des composants se fait selon la figure 9.

#### LISTE DES COMPOSANTS

Un 555 (Signetics : NE555 ; Siemens : TDBO555 ; Texas : SN72555 ; NS : LM555)  
Un BC238B

Un zener 9,1 V 400 mW  
Un 1 000 Ω 1/4 W  
Un 1 200 Ω 1/4 W  
Deux 4 700 Ω 1/4 W  
Un 6 800 Ω 1/4 W  
Quatre 10 kΩ 1/4 W  
Trois 15 kΩ 1/4 W  
Un 390 kΩ 1/4 W  
Un 10 nF GFO 12 V  
Un 0,1 μF GFO 12 V  
Un 33 nF MKM 100 V de Siemens  
Huit Pot. Aj EO86 couchés de 10 kΩ.

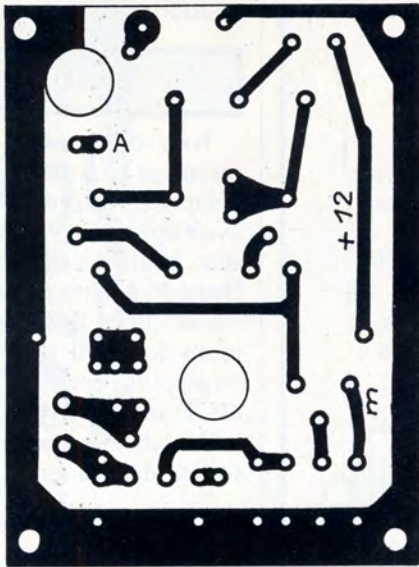


Fig. 10. - C.I. HF/Tx.

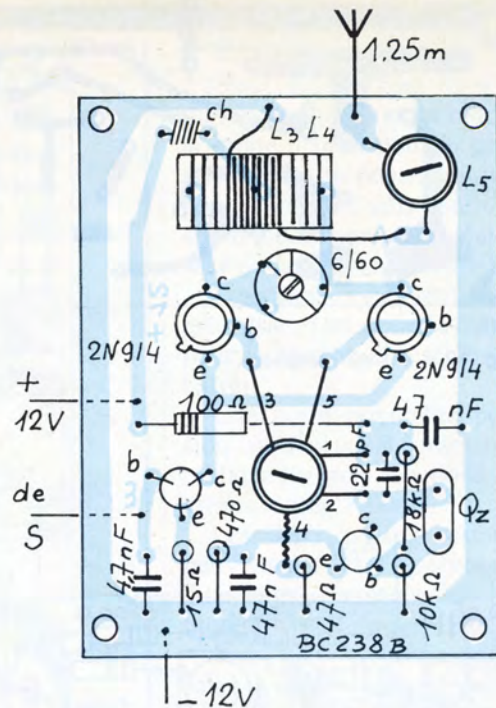


Fig. 11. - Pose des composants.

## MISE EN SERVICE

Brancher l'oscilloscope ou simplement un écouteur entre S et masse. Mettre sous tension et constater le bon fonctionnement qui ne peut manquer qu'en cas de grosse erreur. Le signal obtenu est bien carré. Le calage des notes peut se faire à ce moment en utilisant un fréquencemètre numérique ou un oscilloscope associé à un générateur BF (par figures de Lissajous) ou... à l'oreille, ou plus tard, quand les filtres BF de réception seront terminés.

### b) La plaquette HF

Réaliser en époxy le CI de la figure 10. Poser les composants en suivant la figure 11. Bien gratter l'émail des fils des bobinages pour des soudures faciles. Nous conseillons pour cette plaquette, comme pour toutes celles de la réalisation, de souder dans les angles des entretoises de 8 à 10 mm, taillées dans du tube laiton de 3 x 2 mm.

## Liste des composants

Un BC238B  
 Deux 2N914  
 Un AC187  
 Un 15 Ω 1/4 W  
 Un 47 Ω 1/4 W  
 Un 100 Ω 1/4 W  
 Un 470 Ω 1/4 W  
 Un 10 kΩ 1/4 W

Un 18 kΩ 1/4 W  
 Un 22 pF cér.  
 Un 4,7 nF GFO 12 V  
 Deux 47 nF GFO 12 V  
 Un 6/60 pF EA60 RTC  
 Un quartz gamme 27 MHz, partiel 3, boîtier HC 25U et un support.  
 L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> : sur mandrin VOGT SP7/26 de 8,5 mm avec noyau. L<sub>1</sub> comporte 12 spires de fil émail-soie 45/100. L<sub>2</sub> sur L<sub>1</sub> com-

porte deux fois 2 spires 1/4 de même fil.  
 L<sub>3</sub> L<sub>4</sub> : sur mandrin VOGT SP8/29 de 10 mm, sans noyau. L<sub>3</sub> 16 spires même fil, écartées d'un diamètre. L<sub>4</sub> 5 spires, même fil imbriquées dans L<sub>3</sub> et centrées sur sa prise médiane.  
 L<sub>5</sub> : sur mandrin de 8,5 mm avec noyau, 15 spires de même fil.  
 Ch : 5 spires sur perle ferrite 4 x 4 mm. Fil 22/100.

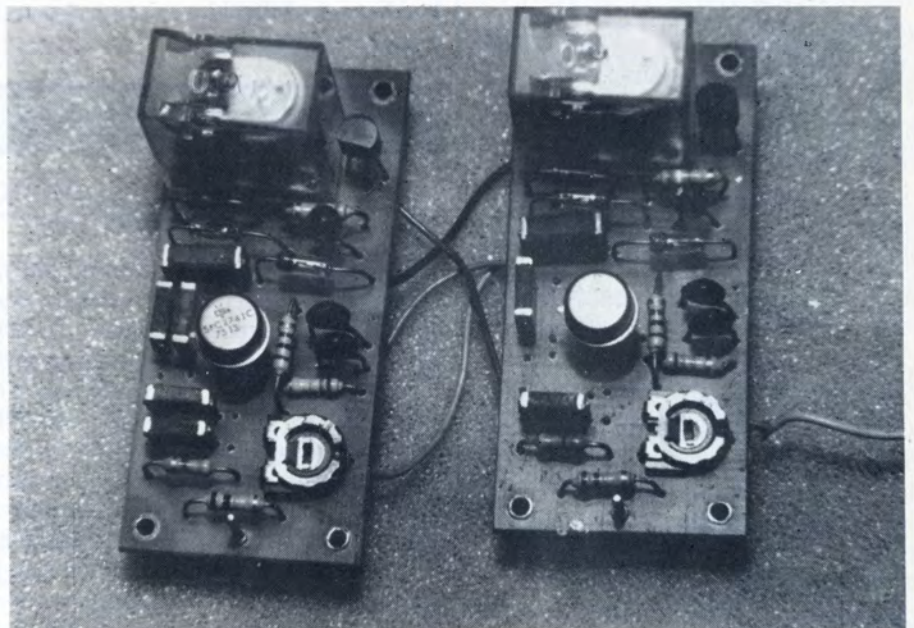


Photo 4.

- Deux filtres actifs. Remarquer sur l'un d'eux, la réalisation de C avec deux condensateurs.

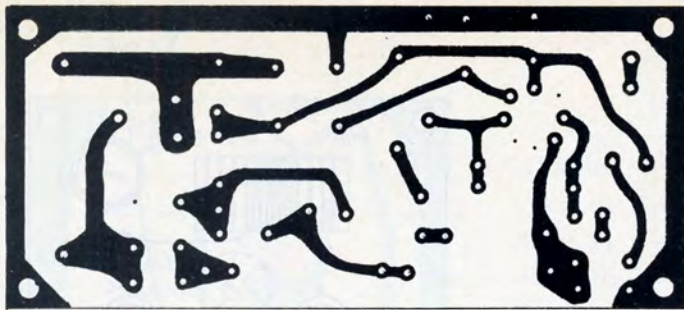


Fig. 12. - C.I. du récepteur.

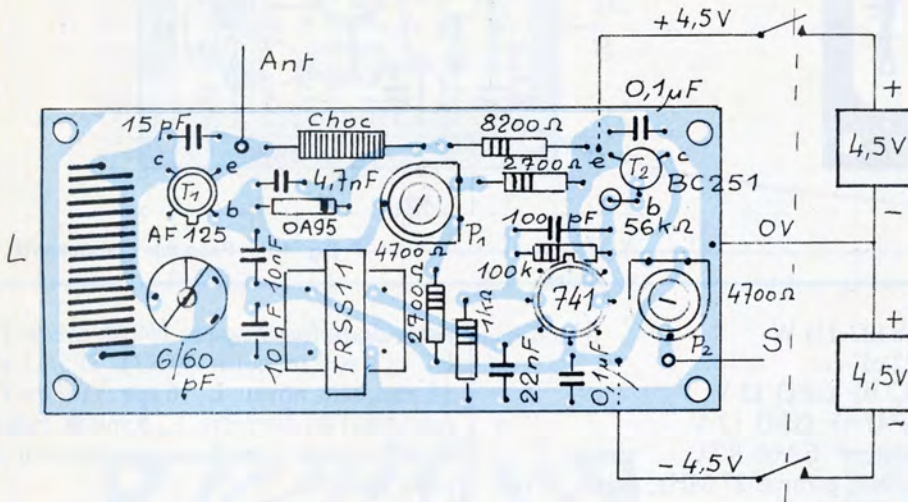


Fig. 13. - Composants du récepteur.

### MISE EN SERVICE

Relier le point m au + par une 15 k $\Omega$ . Régler le 6/60 pF à mi-course. Alimenter en 12 V et vérifier le bon fonctionnement en branchant une ampoule de 6 V 50 mA, entre le point A et la masse. Au besoin, visser le noyau de L<sub>1</sub> pour démarrer l'oscillation. Ajuster le CV au maximum de luminosité. Le débit est alors de 40 à 50 mA. Débrancher la 15 k $\Omega$  et constater que le thermique s'éteint.

#### c) Montage final

Procéder au montage des plaquettes dans le boîtier et câbler conformément à la figure 4. Déployer l'antenne et, en tenant l'émetteur sous tension, retoucher le CV et L<sub>5</sub> pour un maximum de rayonnement contrôlée au mesureur de champ. Toujours terminer le réglage par celui du CV.

### 2. LE RÉCEPTEUR :

Fabriquer le CI de la figure 12 en époxy de 15/10.

Poser les composants en suivant la figure 13.

Notons simplement que la prise médiane du TRSS11 est à couper, sans traverser le CI.

### LISTE DES COMPOSANTS

Un 741 (en boîtier rond) ex-LM741CH, CA3741CT,  $\mu$ A741, MC1741  
 Un AF125  
 Un BC251B  
 Un OA95  
 Un 1000  $\Omega$  1/4 W  
 Deux 2 700  $\Omega$  1/4 W  
 Un 8 200  $\Omega$  1/4 W  
 Un 56 k $\Omega$  1/4 W  
 Un 100 k $\Omega$  1/4 W  
 Un 15 pF cér.  
 Un 100 pF cér.  
 Un 4,7 nF GFO 12 V  
 Deux 10 nF GFO 12 V  
 Un 22 nF GFO 12 V  
 Deux 0,1  $\mu$ F GFO 12 V  
 Un 6/60 pF EA60 RTC  
 Un transfo TRSS11 de Audax

Deux pot. Aj EO86 couchés de 4 700  $\Omega$   
 L : 19 spires jointives, en l'air, de 10/10 émaillé

Ch : 50 spires environ de 15/100 sur une résistance de forte valeur.

### MISE EN SERVICE

Tous réglages à mi-course. Alimenter le récepteur en branchant un casque entre le point s et la masse. Retoucher P<sub>1</sub> pour avoir un souffle violent en absence d'émission, souffle qui doit disparaître en touchant du doigt le collecteur de T<sub>1</sub>. Allumer l'émetteur et régler le CV pour un maximum de signal. Ce réglage est à figoler en plaçant l'émetteur aussi loin que possible. L'antenne éventuelle fera 30 à 40 cm.

Brancher le casque en S : la puissance sonore doit varier avec la position de P<sub>2</sub>.

### 3. LES FILTRES BF :

CI en époxy de 15/10 conforme à la figure 14.

Pose des composants en suivant la figure 15. Notons la possibilité de réaliser chaque condensateur C avec deux valeurs en parallèle (voir photo 4). Il est ainsi possible de réaliser pratiquement n'importe quelle valeur à 10 % près. Le relais Kako pourrait être remplacé par un modèle semblable, au prix d'une retouche du tracé du CI. Le choix de la valeur de C se fait en consultant la figure 7. Toujours choisir une valeur légèrement inférieure à la valeur lue, de manière à pouvoir rattraper l'écart à l'aide d'une valeur d'appoint. Les réalisateurs ne possédant aucun moyen de vérification de la fréquence de résonance, se contenteront de monter les valeurs indiquées dans la figure 7.

### LISTE DES COMPOSANTS

Un 741  
 Un BC238B  
 Deux OA95  
 Un 1N4002  
 Un 470  $\Omega$  1/4 W  
 Un 100 k $\Omega$  1/4 W  
 Un 39 k $\Omega$  1/4 W  
 Un 270 k $\Omega$  1/4 W  
 Un 1 M $\Omega$  1/4 W  
 Deux C (voir fig. 7) type MKM 100 V de Siemens  
 Un 47 nF type MKM 100 V de Siemens  
 Deux 47 nF GFO 12 V  
 Un 2,2  $\mu$ F tantale perle.

### MISE EN SERVICE

Les réalisateurs bien outillés et possédant un générateur BF pourront caler chaque filtre sur sa fréquence avec cet appa-



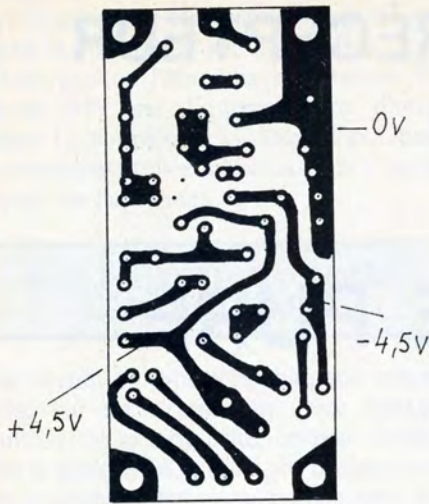


Fig. 14. - C.I. filtre.

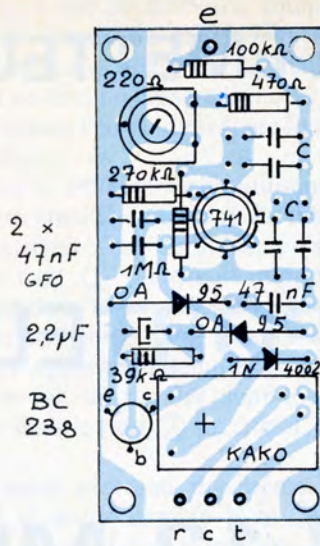


Fig. 15. - Composants filtre.

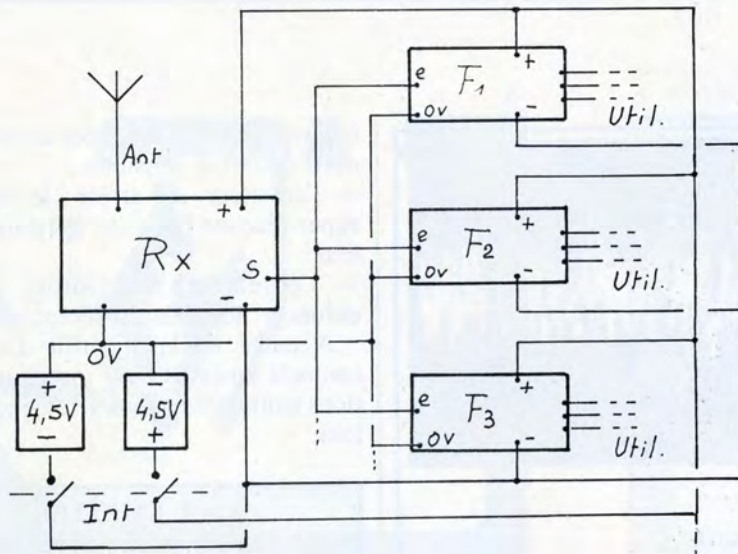


Fig. 16. - Interconnexions Rx.

reil. Injecter un signal rectangulaire de 2 à 3 Vcc. Dégrossir la fréquence par la valeur des C, puis figoler par la 220 Ω Aj. Pour ceux qui n'ont que leurs dix doigts, il faudra procéder autrement. Les valeurs C sont celles de la figure 7.

Réaliser les interconnexions de la figure 16, en ne montant qu'un seul filtre à la fois. Régler la 220 Ω Aj à mi-course. Régler P<sub>2</sub> du récepteur au 1/4 de sa course. Allumer l'émetteur et envoyer la note correspondant au filtre à l'essai. Tourner alors la résistance ajustable de l'émetteur jusqu'à obtenir un collage franc du relais. Le contrôle précis du point exact de résonance peut se faire en mesurant au contrô-

leur universel. La tension continue développée aux bornes du 2,2 μF du filtre. On réglera la note pour trouver le maximum.

Régler ainsi successivement les différents canaux.

Placer enfin tous les filtres simultanément et vérifier que les réponses restent correctes. Figoler au besoin les accords. Le réglage de P<sub>2</sub> sera effectué pour avoir une bonne marge de sécurité : si le niveau est trop faible, les filtres répondent mal ou pas du tout. Si le niveau est trop élevé, deux filtres voisins peuvent réagir en même temps. L'écart entre ces réglages extrêmes est cependant assez grand pour garantir une mise au point facile.

Deux canaux sont réservés à la commande de direction du modèle : l'un pour la droite, l'autre pour la gauche, avec ou sans retour au neutre automatique. Avec pour un bateau, sans pour une voiture. Le servo-mécanisme sera réalisé par l'amateur ou acheté tout fait.

Trois canaux peuvent être affectés à la propulsion : un pour la marche avant, un pour la marche arrière, le troisième pour l'arrêt.

Une autre possibilité pour la propulsion : un seul canal commande de manière cyclique les trois fonctions : avant - stop - arrière - stop - avant.

Les deux canaux restant disponibles peuvent alors être réservés à des fonctions auxiliaires, faisant souvent tout l'attrait du modèle.

Pour cette solution, relais pas-à-pas, relais à enclenchement mécanique seront trouvés dans le commerce spécialisé.

Voilà donc un petit ensemble modeste par sa technologie, mais tout de même efficace par le choix des composants et des solutions. Il doit vous permettre d'équiper un modèle destiné à faire « joujou » ! Mais, n'en déplaise à ceux qui se prennent au sérieux, la RC ne vise finalement (ou ne devrait viser) à rien d'autre ! Si vous trouvez les circuits de réception trop encombrants, ce n'est pas grave : dessinez-les de manière plus compacte. C'est facile et pour une fois, pas critique du tout.

Si le nombre de canaux vous semble insuffisant, sachez qu'il est facile d'aller jusqu'à 8, nous y avons pensé en dessinant le CI du générateur de notes. Utilisez alors les fréquences supplémentaires suivantes : 400, 300, 225 Hz. Ces fréquences s'obtiennent sans difficulté à l'émission en augmentant R<sub>B</sub>, tandis qu'à la réception, nos filtres descendent très facilement à 200 Hz.

Enfin, signalons dans ce cas, la possibilité de répartir les huit fréquences en deux groupes. A l'émission, un multivibrateur à cadence lente commute continuellement ces deux groupes : on a ainsi la possibilité de deux commandes simultanées.

En conclusion, bien des possibilités sans beaucoup de difficultés. A vous de les exploiter.

F. THOBOIS  
F.1038