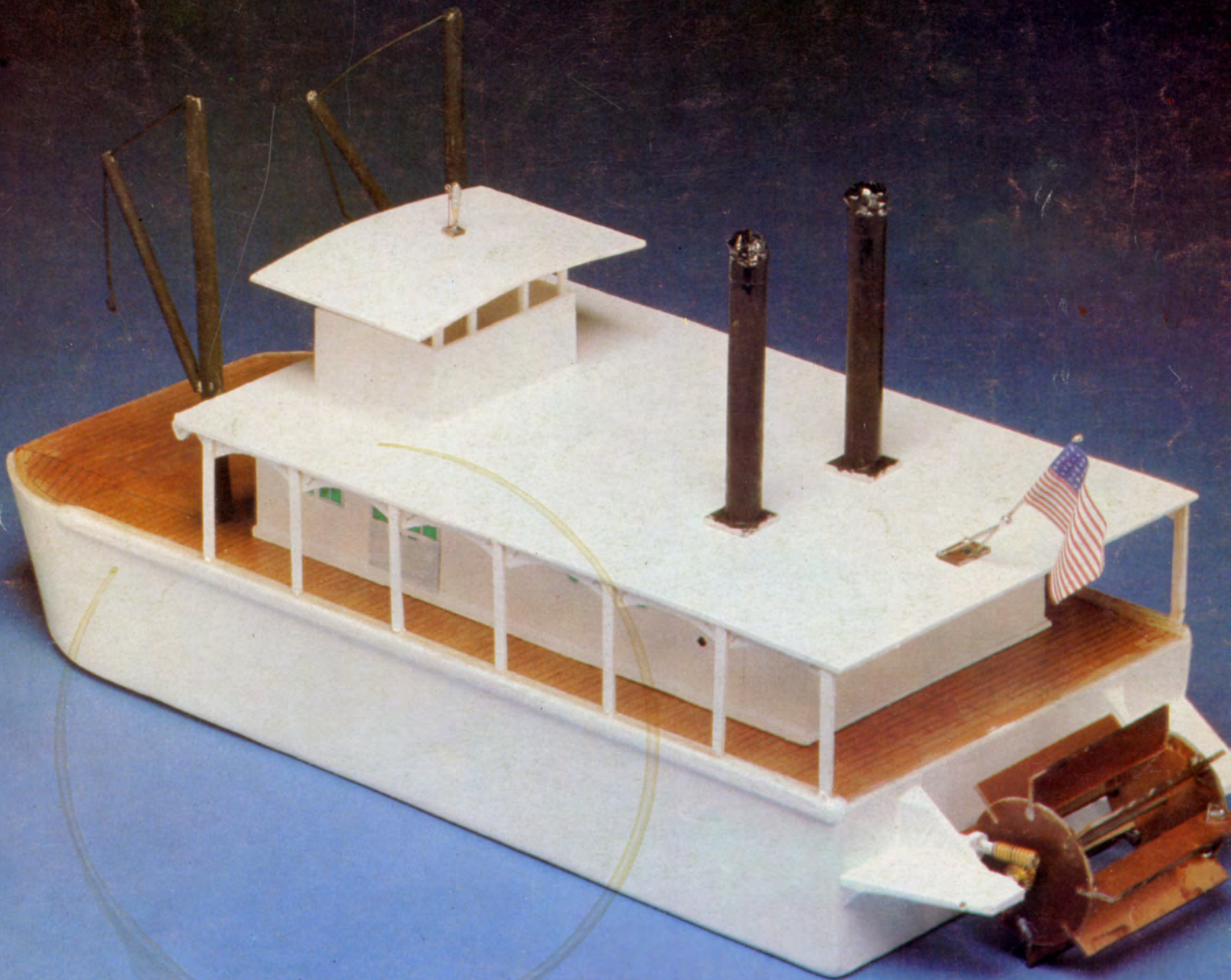


5,50f

N° 1573 - NOVEMBRE 1976

LE HAUT-PARLEUR

SPECIAL RADIOCOMMANDE



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

CONSTRUISEZ vos ensembles de radiocommande

RETOUR sur le TF 6/76

par F. THOBOIS

I - NOUVEAU CODEUR À CIRCUITS CMOS

Le codeur à circuits intégrés présenté lors de la description du TF6/76 était bâti autour d'un générateur d'impulsions utilisant un quadruple amplificateur opérationnel de National Semiconductor : le LM3900N. (Voir H.P. N° 1539).

Le fonctionnement du montage est excellent mais la mise en œuvre nécessite un nombre relativement important de résistances et de condensateurs. De plus, les polarisations des amplis se font par résistances de valeurs élevées, donc à forte impédance : il s'ensuit une certaine sensibilité aux conditions extérieures.

Nous avions bien, à l'époque, un autre projet, mais le circuit CMOS nécessaire était introuvable ; il n'y avait donc pas été donné suite. Il en est tout autrement aujourd'hui et c'est pourquoi nous avons pu tester le codeur à double monostable CMOS, « 4528 » et vous le présenter.

Nous tenons à remercier d'ailleurs, un aimable lecteur de la revue qui nous a été d'un précieux secours en nous fournissant les premiers exemplaires du circuit ayant permis nos essais.

1) Le schéma :

Tout à fait classique, il réalise un multivibrateur astable, générateur d'impul-

sions, en connectant en boucle fermée, deux monostables UV_1 et UV_2 . Voir figure 1. L'alternance négative a une durée déterminée par la constante de temps R_1C_1 : ce seront les impulsions du train de signaux de voies, réglées à $300 \mu s$.

L'alternance positive de durée déterminée par R_2C_2 correspond à la durée de voie : elle varie donc de 1,2 ms à 2,2 ms. Par ailleurs, la fin de chaque impulsion t_1 fait avancer le commutateur d'un cran et modifie la valeur de R_2 . On obtient ainsi les 6 durées de voies ainsi que le temps t_{sy} nécessaire à la remise à zéro du décodeur. La figure 2 indique la structure et le brochage du « 4528 » utilisé.

Le schéma détaillé est donné en

figure 3. Notons que chacun des monostables peut être déclenché soit par une transition Haut-Bas (entrée B), soit par une transition Bas-Haut (entrée A). Sur les sorties, les impulsions sont positives en Q et négatives en \bar{Q} . Dans le montage, la fin de t_2 , transmise à B_2 déclenche le début de t_1 . La fin de t_1 transmise à A_1 redéclenche t_2 .

Le signal est prélevé en Q_1 pour attaquer l'entrée horloge de la décade 4017. Cette entrée, active sur les fronts montants, avance d'un pas à chaque fin de t_1 . Cette partie du montage est d'ailleurs absolument identique au schéma initial. On se reportera à la description principale pour plus de détails. Une petite différence pourtant : les sorties de voies, séparées par dio-

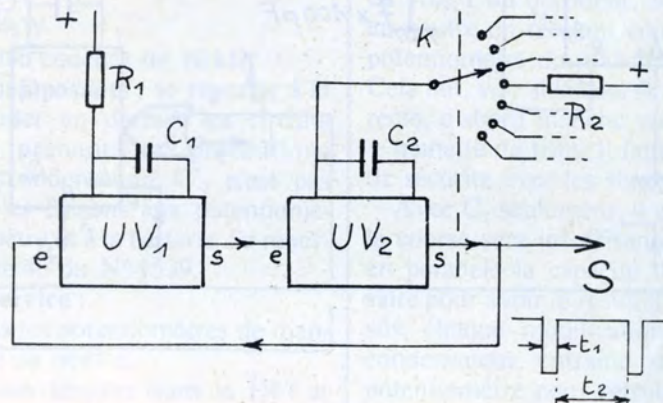
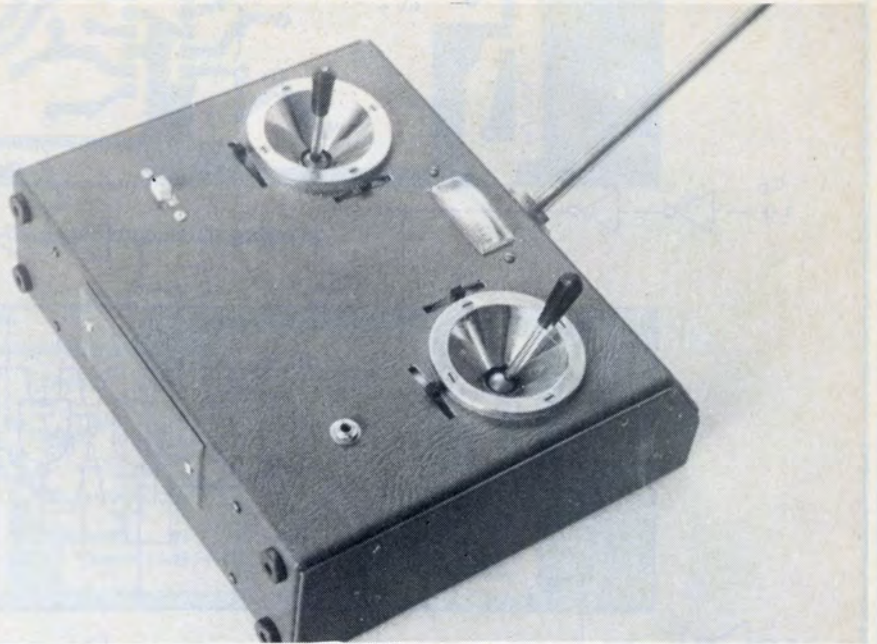


Fig. 1. - Principe du nouveau codeur.



LOGIC DIAGRAM
(1/2 of Device Shown)

BLOCK DIAGRAM

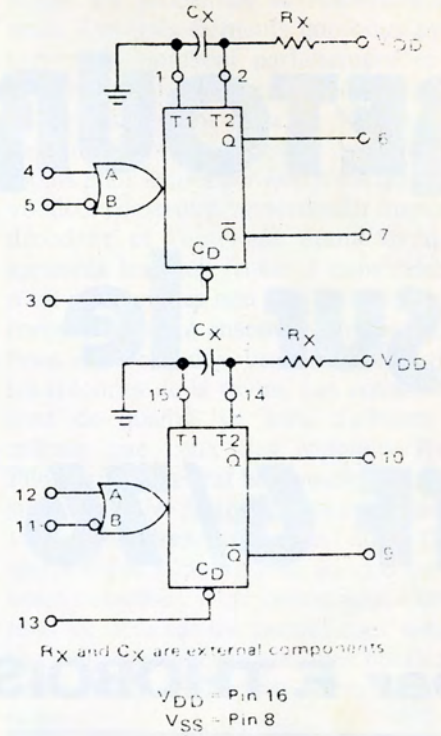
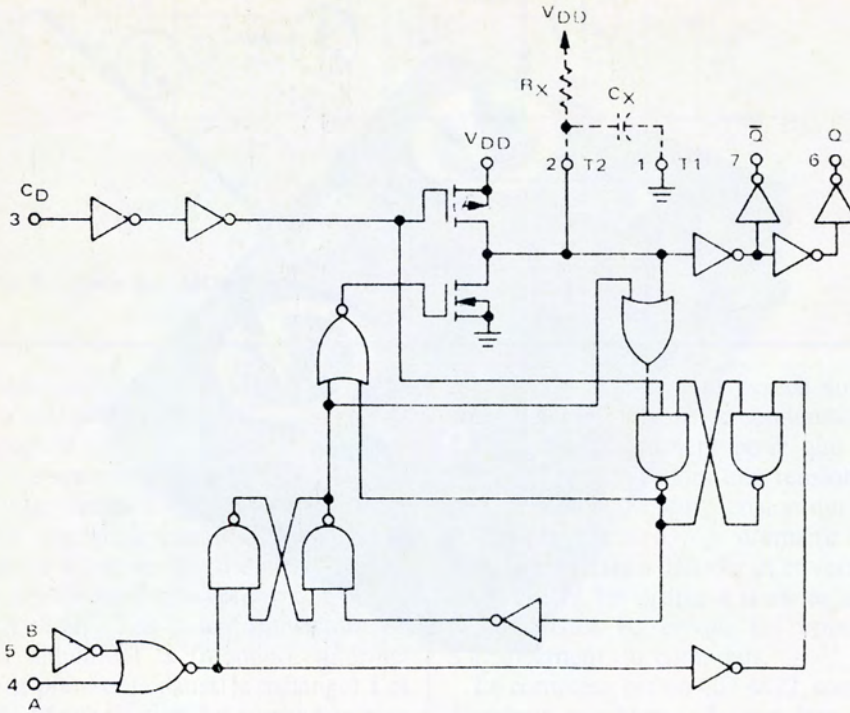


Fig. 2. - Structure et brochage du « 4528 ».

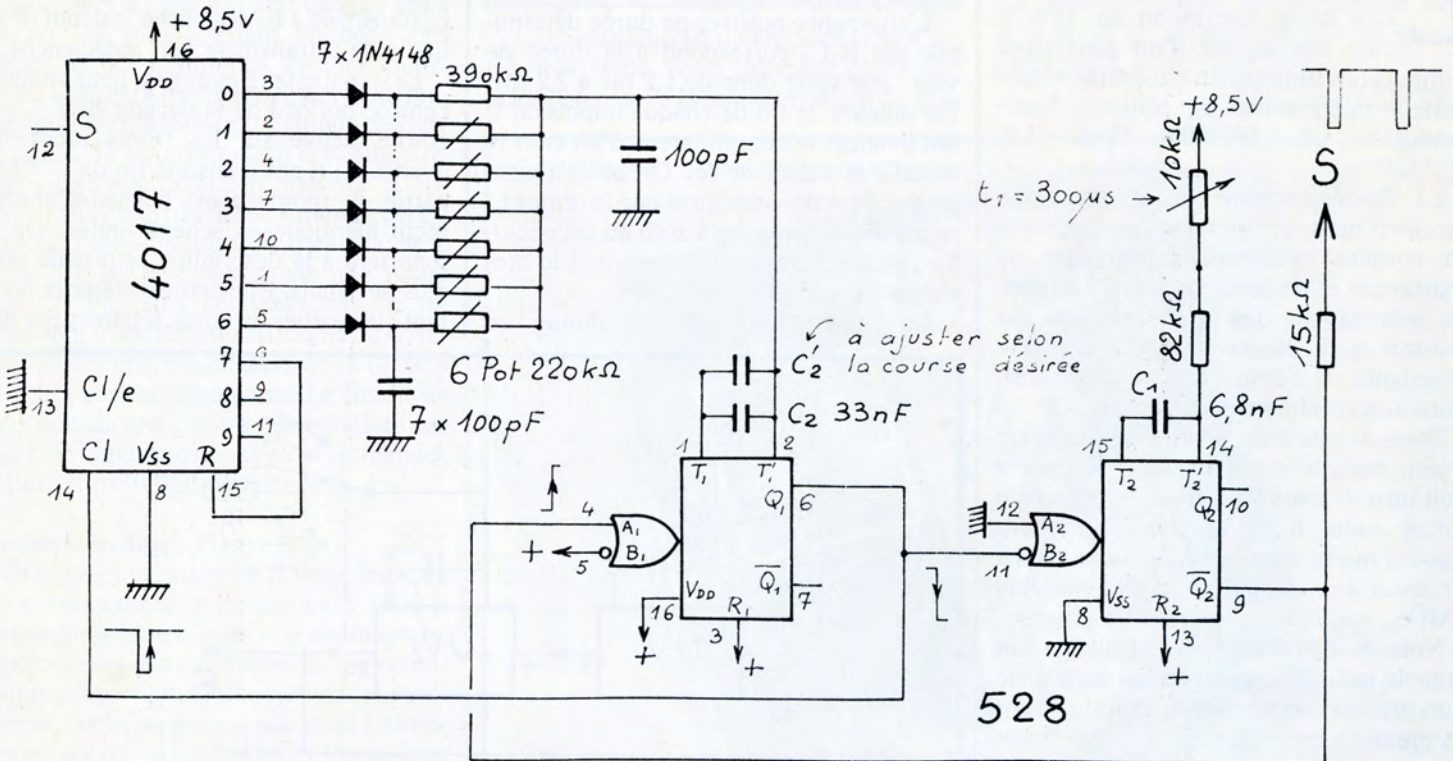


Fig. 3. - Schéma complet.

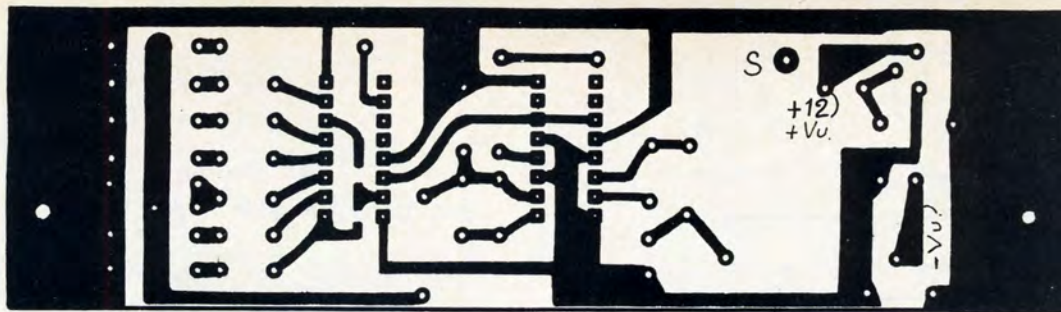


Fig. 4. - Le circuit imprimé du codeur.

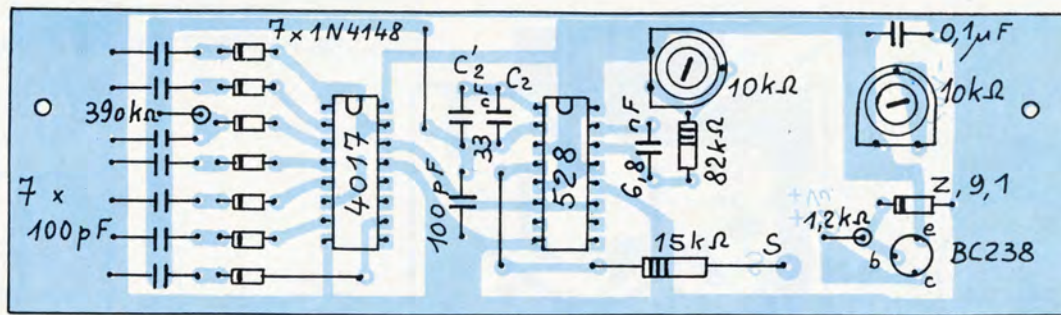


Fig. 5. - Pose des composants du codeur.

des, sont très faiblement découplées par des 100 pF suffisants mais qui permettent de garantir une totale indépendance de chaque voie par rapport à la précédente.

Nous savons que la course des commandes est déterminée par la plage de travail des potentiomètres de manches. Voir figure 42, N° 1539. Cette course est donc déterminée par un calage judicieux des potentiomètres au neutre et en adaptant alors la valeur de C_2 pour obtenir les 1,7 ms. Pour ce faire, C_2 est constitué de 2 condensateurs en parallèle et le circuit imprimé est prévu en conséquence. Cet ajustage est malheureusement indispensable à cause de la dispersion qui existe sur les 4528. De même on aura les 300 μ s par ajustage de la valeur de R_1 .

La sortie S d'utilisation se fait directement à partir de Q_2 à travers une 15 k Ω .

Concluons cette analyse du schéma en notant l'extrême simplicité du montage. Les résultats sont excellents, les temps générés sont très stables et remarquablement indépendants des conditions extérieures. L'immunité aux rayonnements parasites de la HF est très bonne. Cette fois il sera difficile de faire mieux !

2) La réalisation :

Le CI : En époxy simple face de 15/10, il a les mêmes dimensions. Il comporte toujours un circuit de stabilisation de tension car les durées de voies en dépendent essentiellement.

Liste des composants :

- 1 4017 (MC 14017CP, MM5617A, CD4017AE, HBF4017AE, SFF24017, 34017PC)...
- 1 4528 (MC14528CP, SFF24528, 34528PC, CD4098AE)...
- 1 BC 238 B
- 7 1N 4148
- 1 Zener 9,1 V 400 mW
- 8 100 pF cer.
- 1 6800 pF MKM de Siemens (pas de 7,5 mm) 100 V
- 1 33 nF MKM de Siemens (pas de 7,5 mm) 100 V
- 1 C_2 de 4,7 nF à 22 nF MKM 100 V
- 1 0,1 μ F GFO 12 V
- 1 1 200 Ω 1/4 W
- 1 15 k Ω 1/4 W
- 1 82 k Ω 1/4 W
- 1 390 k Ω 1/4 W
- 2 Pot Aj EO86 couchés de 10 k Ω .

Pose des composants : se reporter à la figure 5. Souder en dernier les circuits CMOS, en prenant les précautions d'usage. Le condensateur C_2 n'est pas placé. Faire les liaisons aux potentiomètres, au vu-mètre et à la batterie. Se reporter à la figure 46 du N° 1539.

Mise en service :

- Caler tous les potentiomètres de manches à 65 k Ω au neutre.
- Mettre sous tension (sans la HF) et vérifier l'existence du signal de sortie S à l'oscilloscope. Vérifier l'action de chaque potentiomètre.

- A l'aide d'un oscilloscope étalonné ou d'un impulsimètre numérique, régler la durée des impulsions à 300 μ s. Faute de ces moyens, se rappeler qu'il vaut mieux avoir des impulsions trop larges plutôt que trop étroites !

- Pour le calage des durées de voies, nous conseillons de le faire tout simplement, l'ensemble terminé, en utilisant un servo, bien étalonné au servo-test.

En effet, il est bon de se rappeler que la durée de voie émission (v_e) diffère de 300 μ s de la durée de voie réception (v_r). Voir figure 6.

Or, c'est la durée v_r qui doit varier de 1,2 ms à 2,2 ms (ou sensiblement ces valeurs, selon la mécanique utilisée).

Brancher le servo bien réglé sur la sortie de voie 1 du décodeur. Amener le servo au neutre en recalant convenablement le potentiomètre du manche correspondant. Cela fait, voir si la course obtenue est correcte, d'abord manche seul, puis manche + manette de trim. Il faut garder 1,5 mm de sécurité avec les servos linéaires.

Avec C_2 seulement, il est probable que la course sera insuffisante. Ajouter alors en parallèle la capacité d'appoint nécessaire pour avoir le résultat escompté. Bien sûr, chaque modification de valeur du condensateur entraîne un recalage du potentiomètre pour retrouver le neutre.

La première voie étant réglée, brancher le MÊME servo sur la sortie voie 2 et caler le neutre du manche. Vérifier que la course

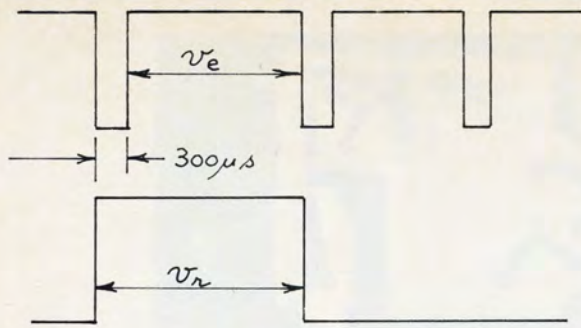


Fig. 6. - $v_r = v_e + 300 \mu s$.

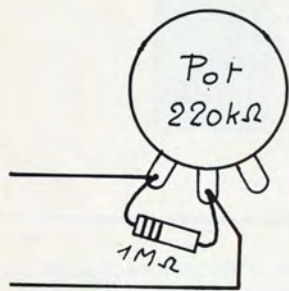


Fig. 7. - Amélioration de la symétrie et réduction de la course.

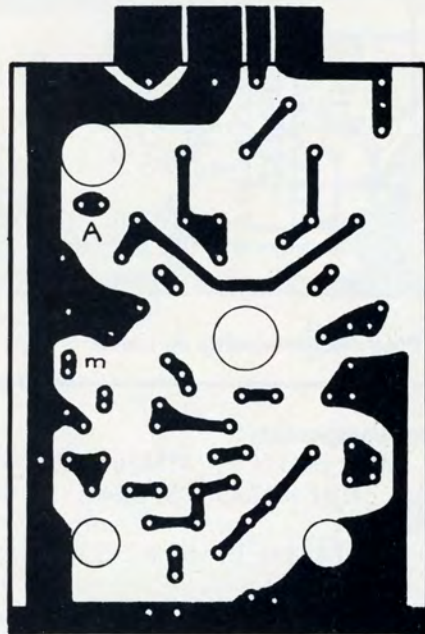


Fig. 9. - Nouveau CI HF 27 FM.

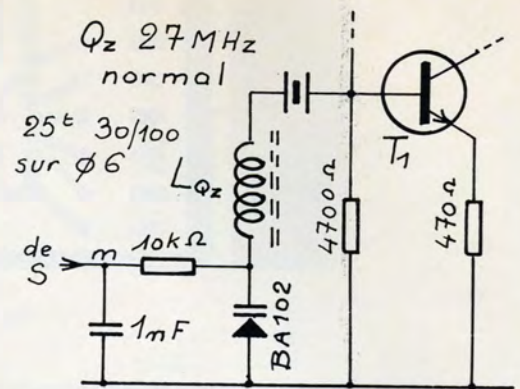


Fig. 8. - FM 27 MHz avec Q_z normal.

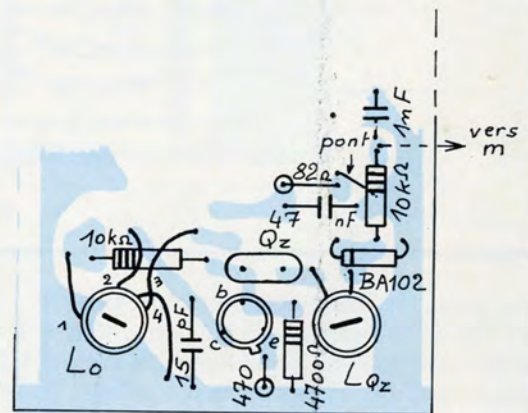


Fig. 10. Variante composants.

est satisfaisante. Une différence ne peut provenir que de la dispersion existant entre les pistes des potentiomètres. Un équilibrage reste possible : voir plus loin.

On calera ainsi les neutres de toutes les voies. De cette manière on est assuré de pouvoir brancher n'importe quel servo bien réglé, sur n'importe quelle sortie de voie, sans retouche des réglages.

N.B. : On constate généralement une légère dissymétrie d'action entre les deux sens de déplacement du manche, une demi-course étant légèrement plus longue que l'autre. On peut atténuer ce défaut en soudant une résistance de 1 MΩ en parallèle sur la section utile du potentiomètre de manche. Voir figure 7.

Cette adjonction a pour effet secondaire de réduire légèrement la course. On peut donc utiliser cet artifice pour équilibrer parfaitement toutes les courses des voies de l'émetteur, en jouant sur la valeur de la résistance. Attention, le neutre est à recalibrer après la modification.

II - PLATINE HF 27 MHz FM

La platine que nous avons proposée dans le numéro 1539 nécessitait un quartz spécial 27 MHz, taillé en fondamentale, quartz un peu plus coûteux et qu'il fallait commander spécialement. Or un réalisateur du TF6, puis un autre me signalait les bons résultats qu'ils avaient obtenus avec des quartz ordinaires. Passant nous-mêmes à de nouveaux essais, nous constatons le bien-fondé de ces conclusions.

Avant de passer au montage utilisé, permettez-nous de remercier ces lecteurs sympathiques et coopérants. N'hésitez pas à faire comme eux si vous avez des idées ou si vous avez amélioré les montages que nous vous proposons : la grande famille des amateurs RC en profitera !

Finalement c'était d'autant plus simple

qu'il s'agit du même montage que celui retenu en FM 72 MHz : Une bobine L_{Qz} en série avec le quartz, augmente l'efficacité de la BA 102 et donne un swing atteignant facilement 5 kHz. Comme pour le 72 MHz, la fréquence moyenne est de 5 à 7 kHz sous celle marquée.

Nos premiers essais avaient été décevants parce que trop rapides et faits avec une bobine de valeur insuffisante : il faut 25 à 30 spires de 30/100 émail ou émail-soie, sur un petit mandrin de 6 mm, avec noyau.

Bien que le CI de la figure 36 du numéro 1539 puisse assez facilement se modifier pour ce nouveau montage, nous vous proposons en figure 9 le verso d'un CI spécialement redessiné. Le recto est identique.

Les composants seront placés selon la figure 10. Se reporter à l'article principal pour le reste du montage qui ne subit pas d'autres modifications.

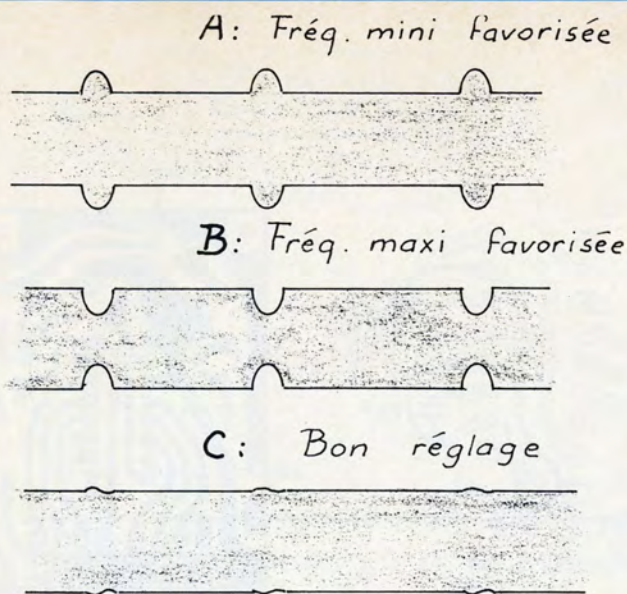


Fig. 11. - Calage F.I.

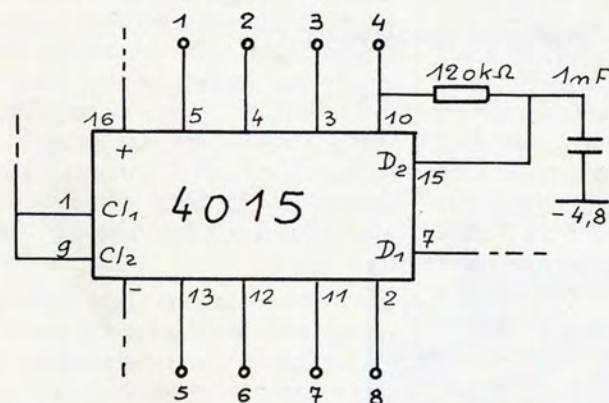


Fig. 14. - Le remède !

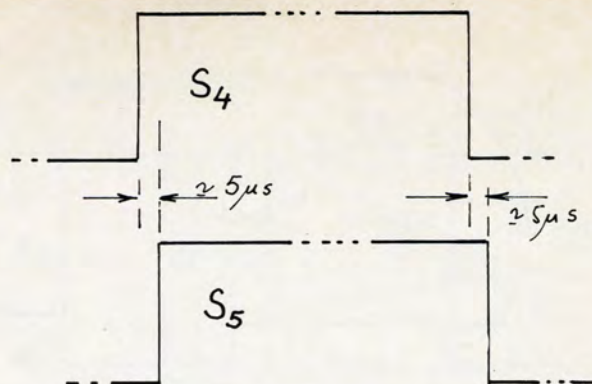


Fig. 12. - Sortie 5 anormale.

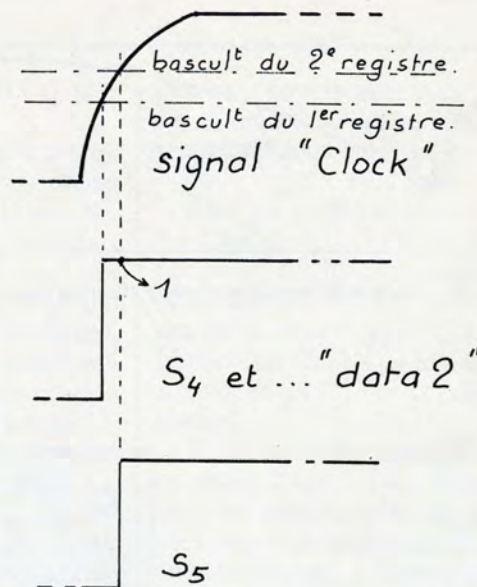


Fig. 13. - L'explication !

III - RÉGLAGE DES RÉCEPTEURS FM

Le réglage des TF6/FM avec un fréquencesmètre numérique, pouvant rebuter certains amateurs ne disposant pas de cet appareil, nous avons mis au point un autre processus de réglage n'exigeant que la possession d'un modeste oscilloscope BF (bande passante de 1 à 2 MHz), ce qui est vraiment le moins qu'il faille posséder pour entreprendre le montage d'un TF6.

— La platine FM de l'émetteur a été contrôlée en AM, puis remontée en FM et soigneusement réglée au maximum, noyau de la bobine du quartz (L_4 en 72 MHz, L_{Qz} en 27 MHz) **presque complètement sorti**, ce qui donne un swing **minimum**.

— Placer l'émetteur, antenne développée, aussi loin que possible (50 m au moins).

— Mettre le Rx sous tension, en connectant l'oscilloscope directement entre r et r'. Chercher le maximum d'amplitude de sor-

tie FI en agissant sur les réglages des transfo Toko et même des noyaux HF. Attention, il faut régler les FI en équilibrant la bande passante pour se caler sur la porteuse moyenne. Voir figure 11.

Un problème peut apparaître lors du réglage : selon l'importance du champ capté, donc du niveau FI, la forme de l'enveloppe FI peut passer de C à A ou à B. Cela provient de la variation de la capacité interne de T_3 (ou T) en fonction des conditions de travail. Cette variation provoque alors un désaccord de FI_3 . Pour les puristes, un remède : amortir FI_3 en branchant une résistance de 8 200 Ω entre le point milieu de FI_3 et le collecteur du transistor. L'adjonction est facile : 2 trous à percer puis à fraiser au recto. Soudures au verso. Le défaut s'atténue très nettement. Notons que plusieurs de nos récepteurs fonctionnent fort bien sans cette résistance que nous branchons pourtant maintenant. La sélectivité étant essentiellement donnée par FI_1 et FI_2 ne se ressent guère de la modification.

Une fois le maximum de FI, selon la figure 11 C obtenue, connecter l'oscilloscope entre S/Rx et masse. On obtient la forme stylisée en figure 33 du numéro 1548 mais certainement à amplitude trop faible, à cause du swing insuffisant. Chercher pourtant le maximum par l'accord de FI_4 .

— Visser alors petit à petit le noyau de la bobine du quartz de l'émetteur jusqu'à avoir une **amplitude de sortie de 500 mVcc**. Le swing est alors de l'ordre de 3 kHz. C'est suffisant, le décodeur acceptant de fonctionner dès que S/Rx atteint 100 mV environ : la marge de sécurité est donc importante.

Le réglage de la bobine du quartz ayant occasionné un glissement de la fréquence moyenne, il faut maintenant refaire soigneusement les réglages FI_1 à FI_4 . Si la tension de sortie excédait notablement les 500 mV recommandés, ne pas hésiter à réduire le swing en reprenant les réglages FI. Toujours terminer par FI_4 .

— Pour le réglage définitif des noyaux

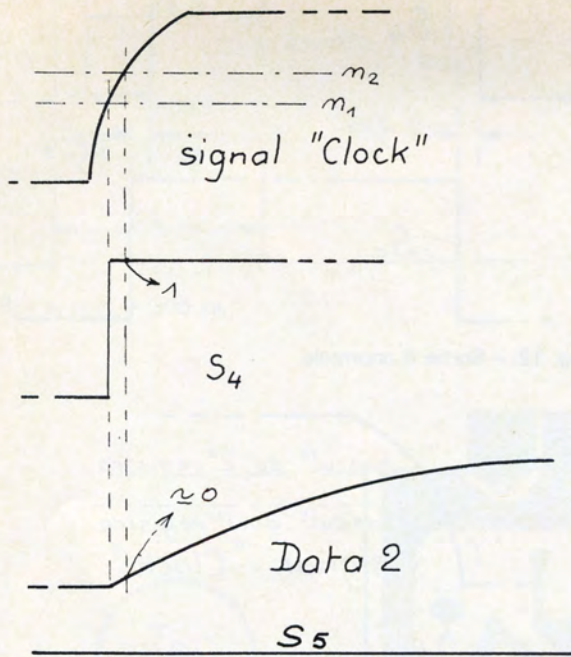


Fig. 15. - Action de la cellule d'intégration de Data 2.

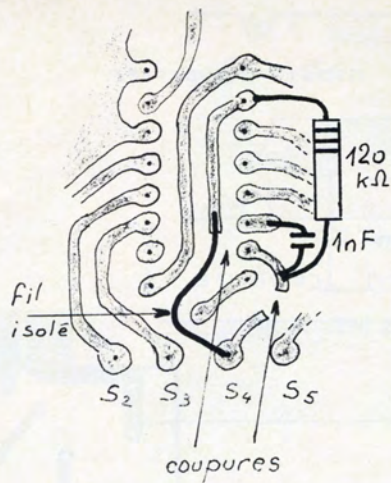


Fig. 16. - Modification possible du C.I.

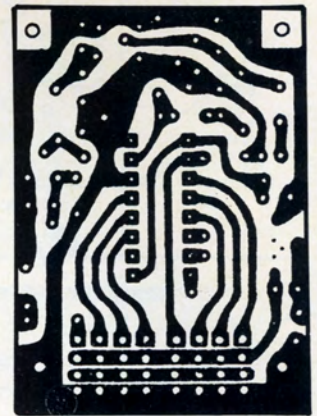


Fig. 17

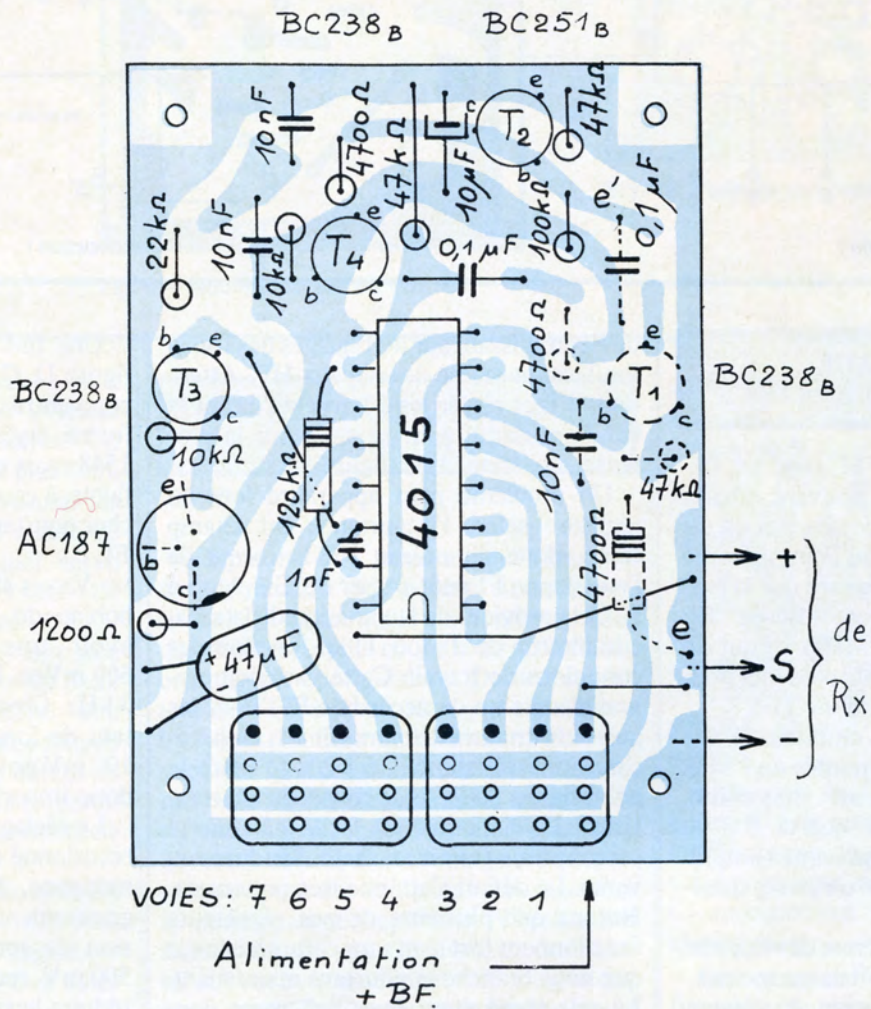


Fig. 18. - Décodeur modifié. Pose des composants.

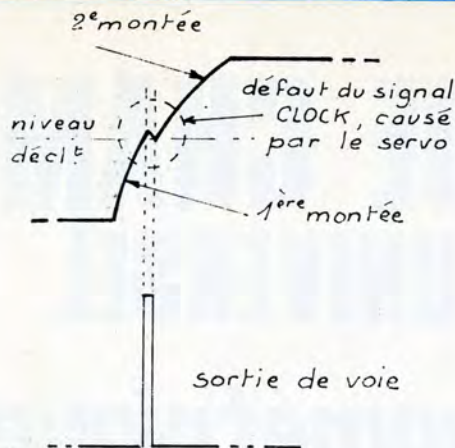


Fig. 19. - Autre anomalie.

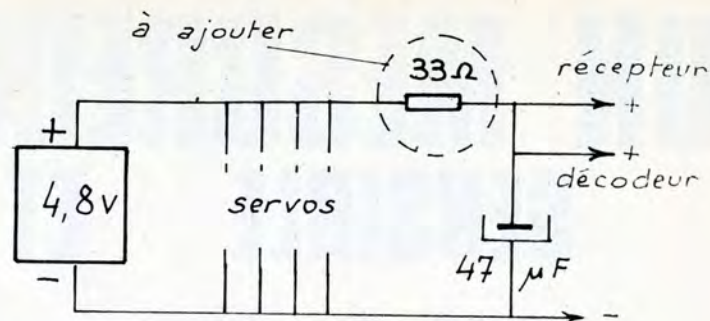


Fig. 20. - ... et son remède.

HF, nous recommandons de revenir à la cellule de détection de la figure 24 du numéro 1548. Y connecter un galvanomètre $50 \mu\text{A}$, et, boîtier fermé, sans toucher le récepteur, régler les noyaux au maximum de déviation. Nous déconseillons l'oscilloscope pour ce réglage car, relié au réseau, il forme un « contrepoids » électrique et risque de donner de faux réglages du circuit d'antenne. Il faut un moyen de mesure totalement isolé du sol, puisque c'est dans ces conditions que fonctionnera le récepteur.

Un conseil : Quelques récepteurs nous ayant donné des troubles de fonctionnement à proximité très immédiate de l'émetteur, nous soudons maintenant une diode OA95 entre les extrémités du bobinage d'antenne, aussi bien en 72 qu'en 27 MHz. (Comme en figure 4 du numéro 1544, en 72 MHz, ou en parallèle sur le 18 pF pour RX8. Cathode côté masse). Faire cette adjonction avant le réglage des noyaux HF.

Résultats obtenus :

- Tx avec son antenne développée : portée réelle supérieure au kilomètre au SOL.
- Tx débitant sur thermique, donc à rayonnement très faible : A 40 m le signal S/Rx observé à l'oscillo est à peine affecté par le souffle.
- Aucun phénomène de saturation (avec OA 95), antennes se touchant.

III - DÉCODEUR

Lors de la récente réalisation de quelques TF6, nous eûmes certaines difficultés imprévues avec le décodeur :

1) Un premier décodeur fournissait bizarrement la durée t_4 à la fois sur la sortie 4 et la sortie 5. La voie 5 sortant en 6 et la 6 en 7. Curieux !!

Nous fîmes l'échange du 4015 et tout rentra dans l'ordre !

Les choses en seraient restées là... mais voilà qu'un autre décodeur nous donna exactement le même défaut. Alors là, avant de changer le 4015 nous voulûmes en avoir le cœur net. En utilisant les grands moyens, en l'occurrence un oscillo D75, bicourbe et double base de temps, nous constatons d'abord que les sorties 4 et 5 donnent bien la même durée t_4 , mais décalée de $5 \mu\text{s}$ environ. Voir figure 12.

En se référant maintenant au signal d'horloge (clock de la figure 33, numéro 1548) nous constatons que les signaux se positionnent comme en figure 13... et nous comprenons l'origine du mal : le 4015 contient deux registres 4 bits séparés, connectés par nous en série, mais dans certains circuits, le niveau de basculement du second registre est SUPÉRIEUR à celui du premier. Lors de la montée exponentielle du signal Clock, appliqué simultanément à TOUS les basculeurs, la sortie 4 passe à 1, mais cette sortie donnant l'information Data du second et celui-ci trouvant $5 \mu\text{s}$ plus tard un 1 sur Data 2, bascule à son tour !

Il s'agit donc bien d'un défaut mineur des 4015 mis en lumière par l'utilisation particulière qui en est faite. La cause étant trouvée, le remède est facile : il suffit de retarder l'application du signal de sortie s_4 sur Data₂, pour que le basculement intempestif du 5^e basculeur ne puisse pas se produire. Une simple cellule RC ($120 \text{ k}\Omega + 1 \text{ nF}$) y suffit. Voir figures 14 et 15.

Le fonctionnement redevient parfait avec le 4015 jugé trop vite comme défectueux. Nous conseillons donc de monter systématiquement cette cellule.

Le CI proposé au départ peut se modifier pour l'implantation des deux composants. Voir figure 16.

Cependant nous vous proposons en figure 17 un nouveau CI étudié en consé-

quence et pour monter la cellule de filtrage électronique d'alimentation, que nous recommandons aussi de monter, comme nous le verrons plus loin.

Pose des composants selon la figure 18. Le corps du AC 187 doit s'appuyer sur la plaquette, ses fils traversant l'époxy sont rabattus et soudés. Le 1 nF utilise les trous des picots 14 et 15 du 4015. Utiliser de préférence un C331 Cogéco dont le pas de $2,5 \text{ mm}$ et les fils fins conviennent parfaitement.

2) Un autre décodeur nous causa aussi quelques tracés ! Tout fonctionnait bien sans les servos, mais ces derniers branchés, telle mécanique ou telle autre partait en butée franche. L'observation au D75 du signal clock, nous montra alors, sur la voie en cause, un petit accident sur le front montant, juste au moment du déclenchement des basculeurs. Voir figure 19. Le registre interprétant cette distorsion comme deux montées successives, basculait à 1 sur la première et revenait à 0 sur la seconde, délivrant une impulsion de quelques micro-secondes expliquant l'anomalie. Nous avons tout de suite pensé à un couplage par l'alimentation. Effectivement, la simple introduction d'une résistance de 33Ω dans le $+4,8 \text{ V}$ supprima totalement le défaut. Voir figure 20.

Bien entendu, le montage de la cellule de filtrage électronique déjà citée est encore bien plus efficace et nous la recommandons encore, quel que soit le type de servo utilisé.

Terminons sur ce dernier problème, les dernières informations relatives au TF6/76, que nous pouvons vous communiquer. Nous remercions encore les amateurs qui nous ont écrit, signalé des erreurs, fourni de précieuses indications. Nous espérons que cette collaboration se poursuivra, dans l'intérêt de tous.

F. THOBOIS
F.1038