

15F

# LE HAUT-PARLEUR

LA REFERENCE EN ELECTRONIQUE

ISSN 0337 1883

HI-FI. AUDIO. VIDEO. MICRO-INFORMATIQUE. REALISATIONS

**HI-FI**

**COMMENT CHOISIR  
VOTRE  
CHAINE HI-FI  
LE COMPACT DISC  
MITSUBISHI DP 103**

## L'ART DE COUPER LE SOUFFLE

**RÉALISATIONS**

**CINQ MONTAGES**

**MICRO-  
INFORMATIQUE**

**QUELQUES PROGRAMMES  
POUR VOTRE ZX 81**



**Vidéo**

**LE MAGNETOSCOPE  
BECORD VCR 60**

**LE TERMINAL  
ANNUAIRE  
ELECTRONIQUE  
MINITEL**



**ADF990 MAGNETOPHONE  
A CASSETTE**  
**AIWA®**



# Un nouvel émetteur de radiocommande



# LE TF7 SF LE CODEUR

*Veillez tout d'abord excuser le retard d'un mois apporté à la description de notre nouvel émetteur. Les raisons sont d'ordre matériel : disponibilité des composants, photos en retard... Il faut dire aussi, pour être tout à fait honnête, que nous avons hésité quelque temps devant le type de codeur à adopter finalement. Nous balancions, en effet, entre notre système TF7-S ou TF7-N et un autre modèle équipé du NE5044 de Signetics, paraissant beaucoup plus simple. Finalement, après pas mal de tergiversations, c'est le premier qui l'a emporté. Au passif du NE5044, nous avons placé la difficulté d'approvisionnement, ce circuit ne se trouvant pas chez tous les revendeurs, l'obligation d'ajouter des circuits périphériques lui faisant perdre, par ailleurs, beaucoup de simplicité d'emploi primitive : circuit pour avoir un temps de synchro constant, de manière à être compatible avec les systèmes de sécurité du genre Securitef ; circuits d'entrées pour avoir des réglages de courses, directement impossibles à cause des hautes impédances du circuit lui-même.*

avec des circuits qui disparaissent aussi vite qu'ils sont apparus !

Nous avons donc décidé de reprendre le schéma du codeur TF7-S, lequel, de toute manière, nous avait donné toute satisfaction. Certains lecteurs nous avaient simplement fait remarquer que la version décrite était destinée seulement au pilotage des avions et s'adaptait mal à d'autres modèles. C'est donc sur ce point précis que nos efforts ont porté. Nous avons ainsi réalisé un codeur sous une forme telle qu'il puisse s'adapter très facilement à n'importe quelle configuration.

Pour ce faire, nous avons scindé le montage en modules très facilement déconnectables, permettant une grande versatilité de l'émetteur. Nous trouvons donc :

- le codeur de base, ressemblant beaucoup au TF7-N, mais avec alimentation régulée modifiée et jeu de connecteurs pour liaisons faciles aux autres modules ;

- les circuits de voies, montés directement sur les mécaniques de manches. Ce seront :

- soit des circuits passifs dans la version la plus simple, avec simplement le

En définitive donc, quand toutes les fonctions nécessaires sont réalisées, il existe peu de différences de complexité entre les deux types de codeur. Il est alors plus rationnel de retenir celui qui utilise des composants standards plus faciles à trouver, même dans quelques années, ce qui n'est jamais sûr avec un circuit spécial, d'autant que le NE5044 transite par la RTC qui nous a déjà joué plusieurs mauvais tours

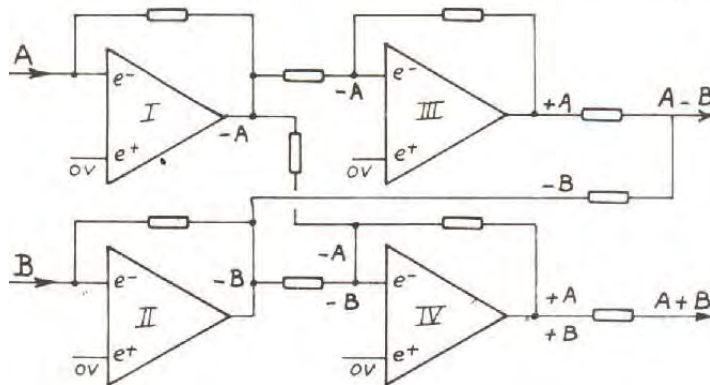


Fig. 1. — Schéma du mixer.



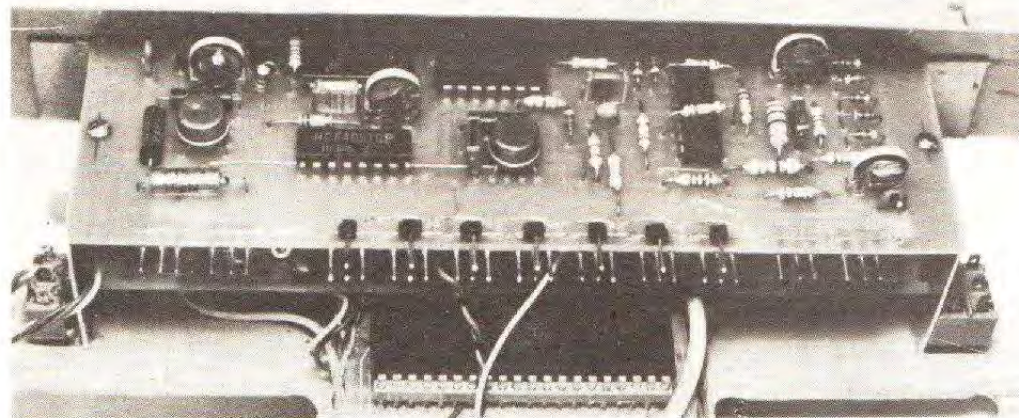


Photo A. — Le codeur TF7-SF. Remarquer les picots d'entrées de voies et d'alimentation. En dessous, on distingue les circuits du bloc de mesure.

réglage de la course de chaque voie,

● soit des **circuits actifs** à amplis OP. Dans ce cas, nous aurons la possibilité de voies en S (ou exponentielles) à effet réglable. Les courses sont évidemment ajustables dans la configuration maximale, 4 voies en S sont prévues, donc sur chacune des voies essentielles. De plus, chaque voie est couplable sur une autre voie quelconque.

Rappelons que, dans le TF7-S, nous n'avions que deux voies en S et seulement deux couplages possibles. Nous allons d'ailleurs, dans les lignes qui suivent, refaire un point sur la différence qui existe entre le couplage dont nous parlons et le mixage, autre technique également utilisée dans notre émetteur.

a) **Le mixage** : il s'agit de mélanger 2 voies initiales A et B, pour en fabriquer 2 autres A' et B'. Dans le cas général on a :

$$A' = \frac{A + B}{2} \text{ et}$$

$$B' = \frac{A - B}{2}$$

Ce sont ces deux signaux somme et différence qui sont transmis et non plus les signaux primitifs A et B. Une telle méthode est utilisée dans quelques cas particuliers de modèles. Les ailes volantes, n'ayant pas d'empennage, nécessitent

un mixage des ordres de profondeur et d'ailerons. Les avions à empennage papillon, sans dérive verticale, nécessitent un mixage des ordres de dérive et de profondeur. Trois techniques sont possibles pour aboutir à ce résultat :

— Le mixage mécanique à bord du modèle.

— Le mixage électrique des signaux reçus, à bord du modèle.

— Le mixage électrique à l'émission. C'est évidemment la meilleure solution puisque tout problème est supprimé dans la cellule. C'est la solution prévue dans notre émetteur.

Le « mixer » incorporé à l'émetteur est un système sommateur à amplis OP. Il faut généralement 3 à 4 amplis OP pour arriver au résultat. Le schéma que nous utilisons et que nous décrirons plus en détail, le mois prochain, est donné en fig. 1. Dans le TF7-S, le mixer était monté à demeure dans le codeur et était toujours sous tension. Dans le nouvel émetteur TF7-SF, ce sera un module adaptable seulement en cas de besoin, ce qui est finalement plus rationnel.

b) **Le couplage**. C'est un mode tout à fait différent : une voie B doit être injectée dans une autre, A, donnant une voie de substitution A + B. Par contre, il n'y a pas de réciprocité : la

voie A n'est pas injectée dans B, laquelle reste inactive. L'émetteur transmet donc A + B et B.

Pour assurer cette fonction de couplage, il faut obligatoirement intercaler un ampli OP. Voyons le schéma de principe en fig. 2. Le signal B<sub>m</sub> issu du manche est transmis par l'ampli OP au point S et, de là, injecté dans l'entrée correspondante B du codeur. Par ailleurs, la voie A est injectée directement dans le codeur en même temps qu'une fraction dosable de B. La somme de ces signaux donne A + B. On remarquera que le réglage P<sub>c</sub> permet de régler la proportion de B injectée et, par conséquent, détermine le taux de couplage.

Mais, voyons maintenant pourquoi l'ampli OP est nécessaire. Il faut tout d'abord savoir que les entrées du codeur sont lues les unes après les autres à l'aide d'un multiplexeur 4051, c'est-à-dire d'un commutateur électronique (voir à ce sujet la fig. 7). Une entrée lue peut être considérée comme reliée à la masse (ou plutôt ici au OV). Une entrée non lue est « en l'air ». Ainsi, quand l'entrée B est lue, l'entrée A + B est « en l'air » et, par conséquent, le courant fourni par A<sub>m</sub> peut remonter par R'<sub>B</sub> vers S et finalement s'ajouter à B<sub>m</sub> en pertur-

bant la voie B, ce que l'on ne veut pas. Heureusement, l'impédance du point S est basse à cause de l'ampli OP, ce qui fait que la tension réinjectée est dans le rapport de cette impédance de sortie et de R'<sub>B</sub>. Ce rapport est très faible, ce qui élimine très bien le retour de A dans B. Mais sans cet ampli OP il n'en serait pas de même ! Chaque voie susceptible d'être couplée doit donc comporter cet ampli OP. Comme nous voulions quatre possibilités de couplages, nous avons employé quatre amplis OP !

c) A partir du moment où les amplis OP existent, il est rationnel d'essayer d'en tirer le maximum. Comme il est très facile de passer aux **voies en S**, nous l'avons fait ! Rappelons que l'effet S permet d'avoir une faible action du manche au voisinage du neutre tout en gardant une efficacité normale en fin de course. Il faut avoir observé les mains d'un pilote en action pour s'apercevoir que, lors des évolutions non acrobatiques, les actions sont faibles, voire très faibles. C'est d'ailleurs le défaut typique des débutants que de pousser trop fort sur le manche, déclenchant aussitôt un mouvement violent de la cellule. Le débutant contre alors cette réaction par une action inverse aussi exagérée ce qui provoque une série d'embardees de plus en plus violentes, de moins en moins maîtrisables et qui finissent généralement en catastrophe ! Les voies en S ont l'avantage de « démultiplier » les mouvements des manches au voisinage du neutre, justement là où évolue le levier dans une trajectoire tendue. Il devient ainsi plus facile de figoler les actions et d'obtenir un pilotage



« en douceur ». Les voies en S sont un élément important du « confort » dans le pilotage. La complication est d'ailleurs très réduite, à partir du moment où les amplis OP existent : il suffit en effet de passer de la figure 2 à la figure 3, en constatant que l'on s'est borné à ajouter les diodes  $D_1$  et  $D_2$  ainsi que les éléments d'ajustement  $P_s$ . Lorsque les actions sur le manche sont faibles, les tensions développées en sortie de l'ampli OP sont insuffisantes pour faire conduire l'une ou l'autre des diodes, selon le sens d'action. Le courant doit donc emprunter la résistance  $P_s$  pour atteindre l'entrée de voie. Plus  $P_s$  sera élevée et plus faible sera l'action résultante. Par contre, lorsque le déplacement du levier est plus important, les diodes conduisent et court-circuitent la résistance  $P_s$ , faisant retrouver au montage son efficacité normale.

Vous avez sans doute compris que  $P_s$  détermine le taux de S. Avec  $P_s$  faible, ce taux est très réduit et l'effet imperceptible. Avec  $P_s$  de forte valeur, l'effet de S est au contraire bien marqué.

Pour conclure, notre codeur TF7-SF a été conçu pour permettre toutes les configurations souhaitées :

- quatre couplages possibles ; l'injection peut se faire sur une quelconque des autres voies ;

- quatre voies en S possibles ;
- mixage possible de deux voies quelconques.

Il a donc le gros avantage sur le TF7-S de ne pas proposer une solution figée et surtout étudiée pour l'avion. Il peut par exemple s'adapter facilement au pilotage de l'hélicoptère. Par ailleurs, il possède les mêmes autres possibilités que son prédécesseur :

- inversion possible de sens des voies ;
- modification possible de l'ordre des voies ;
- mise au neutre automatique des voies non reliées ;
- limitation automatique des fins de course, nécessaire en fonction couplage ;
- forme trapézoïdale des impulsions de sortie pour minimum de perturbations.

Comme nous l'avons annoncé, le TF7-SF utilise les nouveaux manches ouverts de SLM, modèle 82. Ces manches sont excellents, légèrement en-dessous des Multiplex, mais beaucoup moins chers et parfaitement disponibles. Un seul regret : ils sont équipés de potentiomètres de 5 k $\Omega$ , ce qui est franchement ridicule à l'époque des codeurs à amplis OP. Malheureusement, il s'avère impossible d'obtenir une autre valeur plus élevée. On se heurte au mur de la rentabilité financière. SLM a acheté des 5 k $\Omega$  et ne tient pas du tout à les mettre à la poubelle ! Il faut donc se contenter de la valeur disponible. Pour-

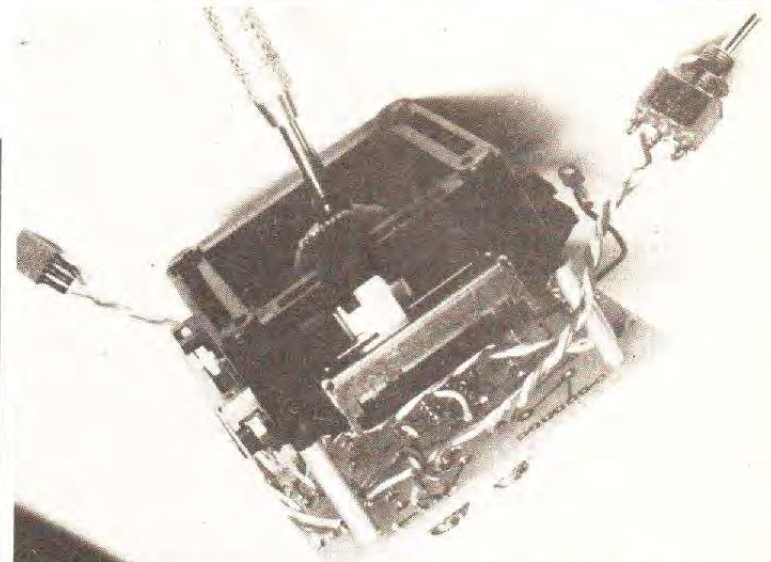


Photo B. - Une mécanique de manche, avec la platine à circuits actifs. Remarquer la fixation sur entretoises.

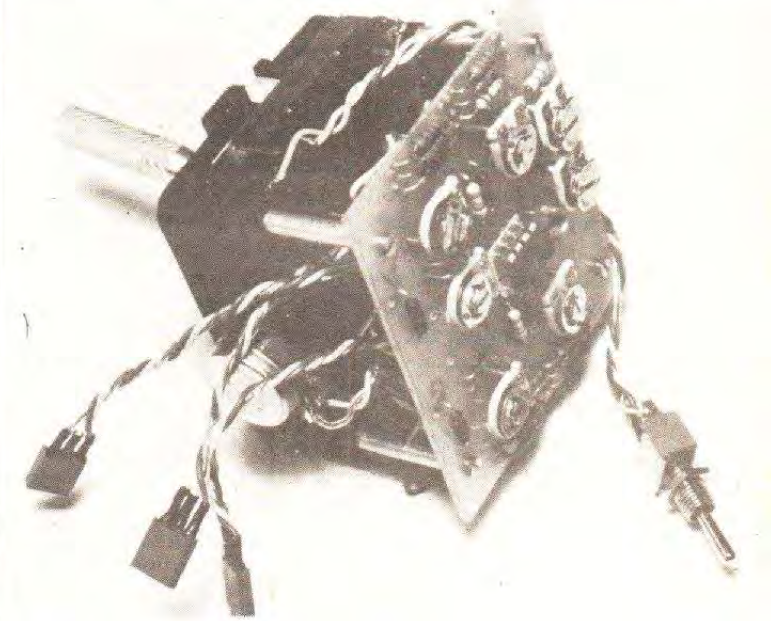


Photo C. - Une autre vue d'une mécanique équipée.

tant, une valeur de 47 k $\Omega$  aurait été parfaite et aurait permis de réduire la consommation de cette batterie de potentiomètres dans un rapport de 10. Il ne faut pas oublier que

deux mécaniques de manches comportent quatre potentiomètres principaux et quatre potentiomètres de trims. Cela fait huit résistances de 5 k $\Omega$  en parallèle sur la source d'alimen-

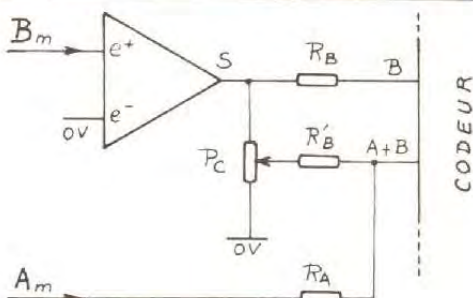


Fig. 2. - Principe du couplage.

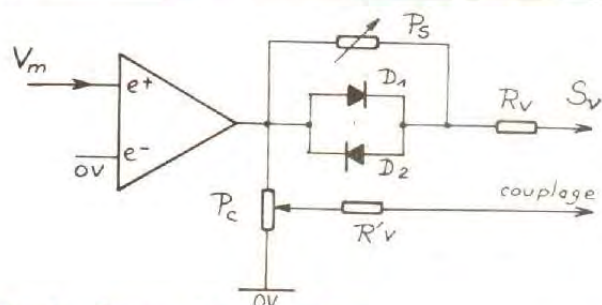


Fig. 3. - Principe des voies en S.



tation. Si celle-ci est de 10 V, comme dans le TF7-SF, la consommation résultante est de 16 mA. Elle ne serait que de 1,6 mA avec des modèles 47 kΩ. Nous verrons dans le schéma du codeur que nous divisons cette consommation par 2, la ramenant à 8 mA, à l'aide de résistances fixes placées en série avec les pistes. Heureusement, la batterie prévue dans le TF7-SF est de 1 200 mA.h, on n'est donc pas à quelques milliampères près !

Avant de passer à l'étude détaillée, nous vous signalons que la réalisation est relativement simple, car la conception mécanique a été faite avec beaucoup de soin. C'est une de nos manies, nos fidèles lecteurs le savent bien ! Nous vous recommandons le même soin pour la fabrication. Suivez attentivement les in-

dications, hélas toujours trop concises. Il s'agit souvent dans les mesures d'une question de millimètre !

### I - Etude du codeur

#### 1. Le schéma (voir fig. 4)

Les habitués vont reconnaître sans peine le schéma du TF7-S ou du TF7-N. Nous les avons prévenus dans le préambule. Pour éviter de renvoyer les nouveaux lecteurs à des numéros épuisés du « Haut-Parleur », nous redonnons ci-dessous une analyse rapide du fonctionnement.

Les quatre amplis du circuit LM3900 constituent le générateur d'impulsions de 300 μs. L'ampli III est un intégrateur : le condensateur C se charge linéairement en fonction du courant injecté dans l'entrée

+, par une résistance ajustable, de manière à caler le neutre typique du codeur. Cette résistance est alimentée par une source continue comportant une série de diodes au silicium, prévues pour améliorer le coefficient de température du système.

La dent de scie de charge de C apparaît en s<sub>III</sub> et attaque une entrée de l'ampli II monté en comparateur. L'autre entrée (+) reçoit la tension développée par le manche de la voie sélectionnée par le multiplexeur 4051. Dès que la tension s<sub>III</sub> atteint le niveau de cette voie, le comparateur bascule et déclenche l'ampli I qui génère une impulsion de 300 μs. Voir la fig. 5 montrant cette génération. L'impulsion s<sub>i</sub> a plusieurs missions : tout d'abord, elle remet l'intégrateur à 0, préparant la charge sui-

vante de C. Par ailleurs, le flanc arrière de cette impulsion fait progresser le compteur 4024 d'une unité et provoque, par le 4051 associé, la sélection de la voie suivante qui est lue à son tour et déterminera ainsi sa propre durée, comme le montre la figure 5. Lorsque la huitième impulsion se produit, les sept voies du système ont été échantillonnées ; le 4001 monté en monostable est alors déclenché et génère un créneau positif de 8 ms, qui bloque pendant cette durée le générateur d'impulsions. Puis, après ces 8 ms, le système repart pour une nouvelle lecture des sept tensions de voies et fabrication corollaire d'une nouvelle séquence complète.

Un mot maintenant sur le rôle du 741/II. Reportons-nous à la figure 7. Nous constatons que cet

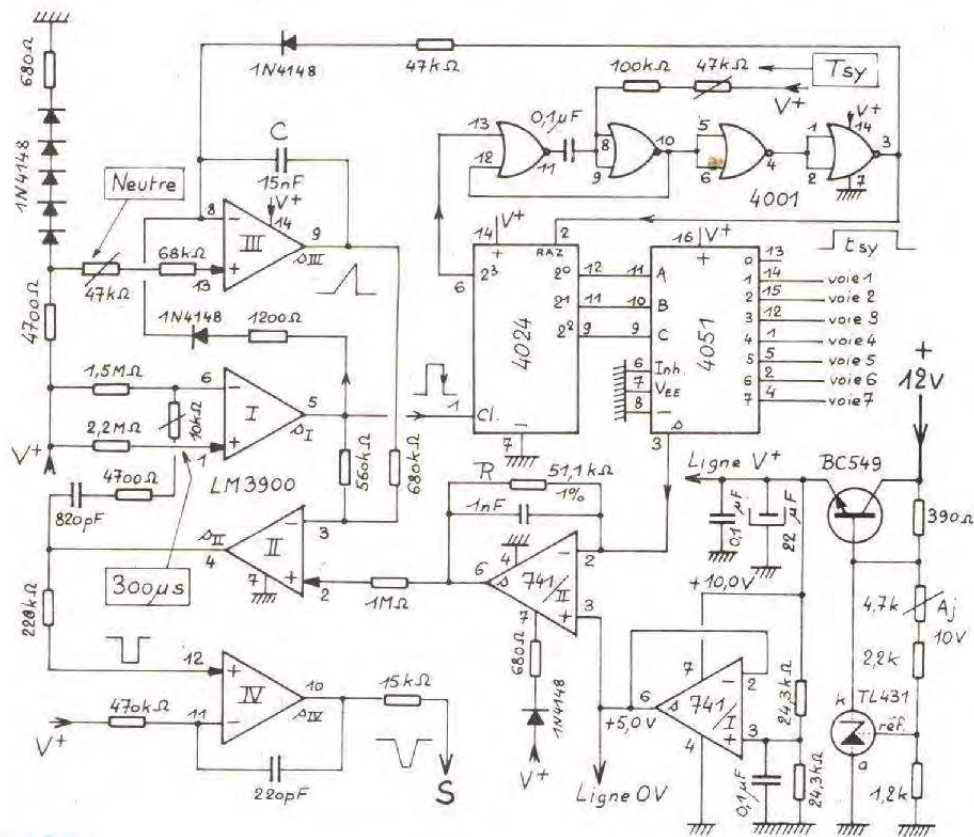


Fig. 4. - Schéma du codeur.



ampli OP est monté en ampli inverseur de la tension de voie apparaissant sur le curseur du potentiomètre de manche. Le gain est fixé par le rapport des résistances R et R<sub>c</sub>. On a :

$$U_s = U_v \times \frac{R}{R_c}$$

La résistance R<sub>c</sub> est variable et détermine la course de chaque voie.

Nous devons rappeler qu'un ampli OP doit être alimenté, pour fonctionner correctement, par deux tensions symétriques par rapport au potentiel de référence, ici noté OV. Ces tensions symétriques sont V<sup>+</sup> et V<sup>-</sup>. Disposant d'une batterie unique, ces tensions doivent être élaborées spécialement. Un circuit de régulation à diode Zener programmable TL431 fixe l'alimentation générale à 10 V précisément. La masse sera consi-

dérée comme potentiel V<sup>-</sup>. La sortie positive du régulateur sera le potentiel V<sup>+</sup>. Un second ampli OP, le 741/II, monté en suiveur de tension, délivre un potentiel égal à la moitié de la sortie régulée, donc de 5 V exactement. Ce sera le OV de référence. Ainsi, si vous reliez le fil commun de votre voltmètre sur ce OV, vous lirez +5 V sur la sortie du régulateur (V<sup>+</sup>) et -5 V sur la masse (V<sup>-</sup>). L'alimentation symétrique est ainsi constituée. Ne pas oublier que tous les potentiels des amplis OP sont référencés à OV et que toute mesure doit se faire par rapport à ce potentiel. C'est ainsi que l'entrée e<sup>+</sup> du 741/II y est reliée. Dans ces conditions, si le 4051 met l'entrée e<sup>-</sup> en l'air, la sortie s du 741 se met à OV également et la voie concernée se met au

C'est ce qui se passe quand on ne branche rien sur une entrée du codeur.

Il reste un mot à dire sur la sortie du signal codé. La séquence est prélevée en sortie de II et elle est mise en forme par l'ampli IV. Toutefois, cet ampli est monté en léger intégrateur, ce qui transforme les créneaux bien rectangulaires fournis en impulsions en forme de trapèze, c'est-à-dire à temps de montée et descente très augmentés. Cette transformation de la forme du signal est destinée à éviter les franges de modulation parasites autour de la porteuse. Ces rayonnements sont surtout sensibles lorsque l'émetteur fonctionne en modulation d'amplitude. Dans ce cas, des signaux modulants trop raides peuvent brouiller, même assez loin de la fréquence nominale de

l'émetteur. En modulation de fréquence, la gêne est beaucoup plus faible, mais il vaut mieux jouer la qualité. La forme trapézoïdale des impulsions générées par le codeur est une assurance de moindre gêne des autres. Il serait dommage de s'en priver ! Notons, pour ceux que ce détail pourrait intéresser, qu'il est très facile d'avoir en sortie du codeur des impulsions positives, au lieu des négatives normalement fournies. Cela peut être utile dans le cas de l'utilisation d'un récepteur pour lequel le sens choisi dans la technique des TF6-TF7 ne convient pas. Il suffit tout simplement de permuter les entrées e<sup>+</sup> et e<sup>-</sup> du IV. L'entrée e<sup>+</sup> est reliée au point commun entre la résistance de 470 kΩ et le condensateur de 220 pF. L'entrée e<sup>-</sup> reçoit alors les impulsions, via la résistance de 220 kΩ.

### Réalisation

#### a) Liste des composants

- 1 LM3900
- 1 4024
- 1 4051
- 1 4001
- 2 741
- 1 BC549B
- 1 TL431
- 8 1N4148

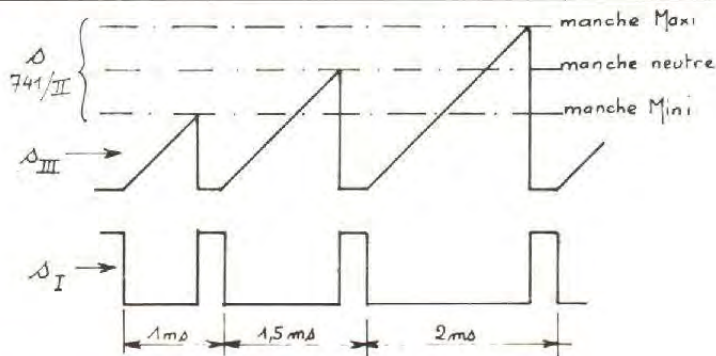


Fig. 5. - Variation de la durée de voie.

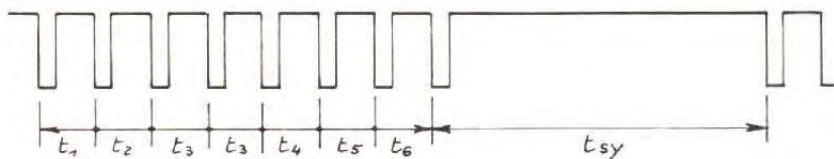


Fig. 6. - Séquence digitale.

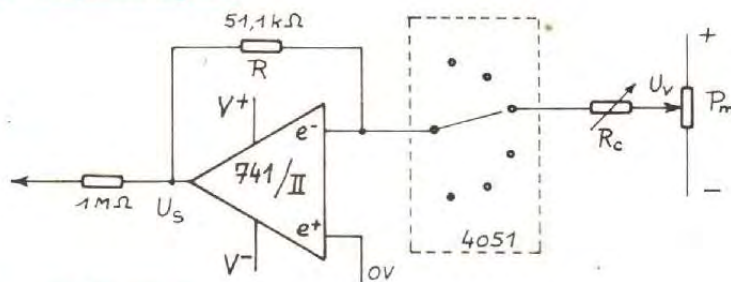


Fig. 7. - Fête du 741/II.

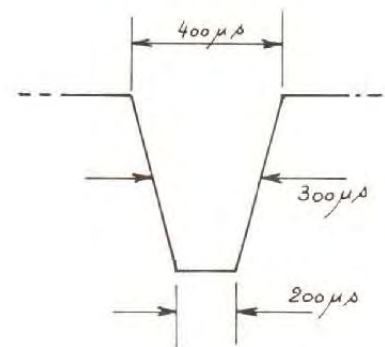


Fig. 8. - Forme des impulsions de sortie.



Résistances 1/4 W, 5 %

- 1 390 Ω
- 2 680 Ω
- 2 1 200 Ω
- 2 4 700 Ω
- 1 15 kΩ
- 2 24,4 kΩ, 1 %
- 1 47 kΩ
- 1 51,1 kΩ, 1 %
- 1 68 kΩ
- 1 100 kΩ
- 1 220 kΩ
- 1 470 kΩ
- 1 560 kΩ
- 1 680 kΩ
- 1 1 MΩ
- 1 1,5 MΩ
- 1 2,2 MΩ

Condensateurs

- 1 220 pF, cér/5
- 1 820 pF, styroflex ou cér/5
- 1 1 nF, cér/5

- 1 15 nF, MKH
- 2 0,1 μF, MKH
- 1 0,1 μF, cér/5
- 1 22 μF, ch/16 V

Résistances ajustables  
VA05 V

- 1 4,7 kΩ
- 1 10 kΩ
- 2 47 kΩ

Divers

- 4 connecteurs SLM mâle 3 br, type servo (n° 6)
- 4 connecteurs SLM femelle 3 br correspondants.
- 7 connecteurs SLM mâles 3 br n° 7 ou 1 barrette 27 br BERG type 75160-302-36
- 7 connecteurs SLM femelles correspondant ou 7 connecteurs BERG type 76310-903
- 1 barrette 7 br. coudées

- BERG type 75168-302-36
- 1 dizaine de cosses BERG type 47749-000
- 1 circuit imprimé spécial

N.B. Comme vous pouvez le voir sur les photos illustrant cet article, les connecteurs d'alimentation des modules extérieurs au codeur sont à réaliser en matériel SLM, type servos, ce qui permet le détrompage par différence d'écartement.

Pour ce qui concerne les connecteurs de voies, vous pouvez également utiliser des petits connecteurs 3 fils SLM à écartements égaux. Cela permet d'inverser le sens d'une voie par retournement du connecteur. Avec le matériel SLM,

les connecteurs femelles sont utilisés tels. Par contre, les picots mâles sont à extraire du support plastique et à souder directement en bord de CI, ce qui se voit très bien sur la photo A. Il faudra raccourcir ces picots, comme il sera dit plus loin.

Il est également possible de réaliser les connecteurs de voies en matériel BERG. C'est ce qui a été fait sur le prototype. En effet, les broches d'entrée sont à l'écartement standard de 2,54 mm. Dans ce cas, on utilise des picots en barrette, à section carrée, bien plus faciles à mettre en place. Par contre, ce matériel est très difficile à trou-

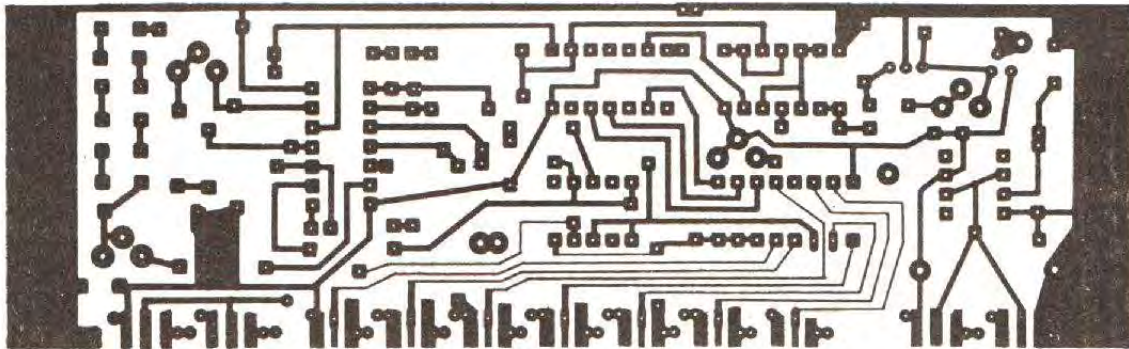


Fig. 9. - Circuit imprimé du codeur.

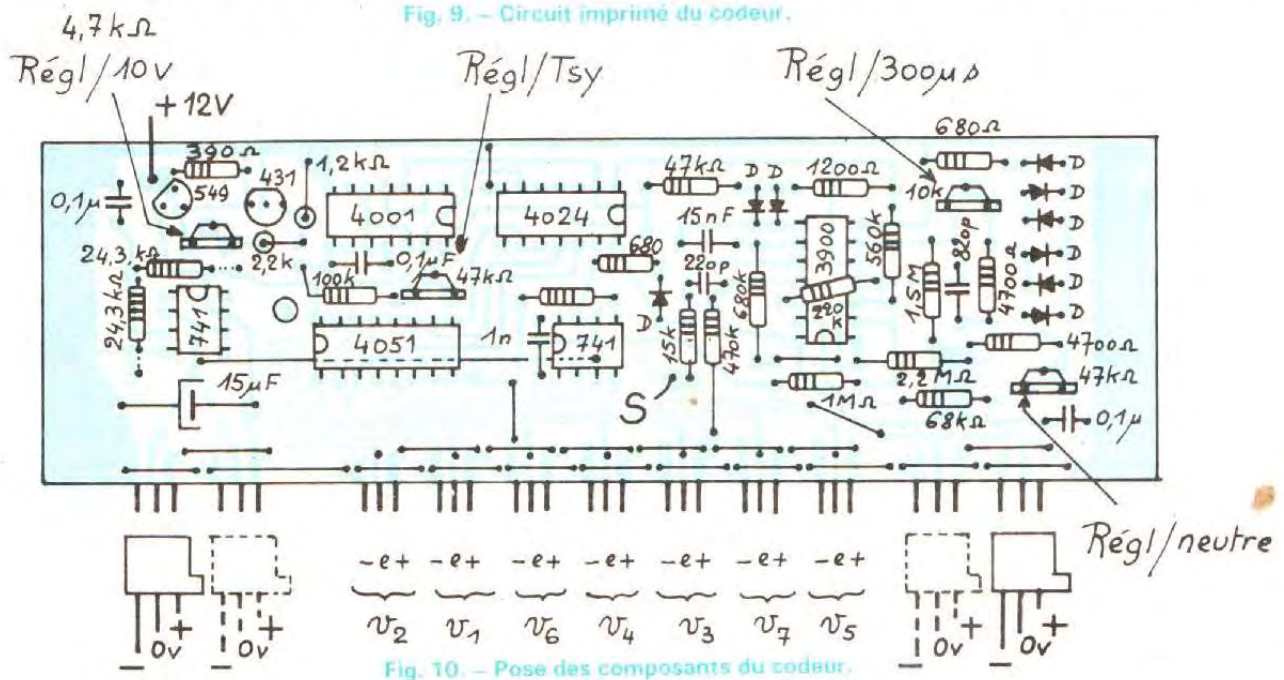


Fig. 10. - Pose des composants du codeur.



ver, n'étant utilisé qu'au niveau professionnel. Si vous ne parvenez pas à trouver les produits BERG, veuillez nous contacter, avec enveloppe timbrée et adressée pour la réponse.

De toute façon, nous avons aussi utilisé des picots soudés BERG, pour faire les entrées parallèles de voies, permettant le couplage. On voit très bien ces picots soudés sur les photos A, E et F juste au-dessus des connecteurs de voies. Pour ces pièces, même solution en cas de difficulté.

### b) Le circuit imprimé (voir fig. 9)

A réaliser en époxy simple face de 15/10, par la méthode de votre choix, mais de préférence photographique, compte tenu de la finesse de certaines pistes. Comme cette question de CI handicape pas mal de réalisateurs, nous pouvons fournir, pour leur venir en aide, un film orange positif, de tirage de ce CI ainsi que de tous ceux de cette réalisation. Bien sûr, la nécessité de l'équipement photo demeure, mais nous vous l'avons conseillé... il faudra un jour ou l'autre y passer ! Pour la fourniture de ce film et des autres, nous contacter comme ci-dessus au préalable.

Le problème du tirage étant résolu, faire la gravure puis, après le sérieux nettoyage de rigueur, procéder à l'indispensable étamage. Le faire très simplement au fer à souder ! Après un nouveau nettoyage, percer tous les trous à 8/10. Agrandir ceux des résistances ajustables à 12/10, ceux de fixation à 20/10. Nous avons prévu un trou d'accès au réglage de sensibilité du fréquencemètre. Percer ce trou à 40/10.

### c) Le montage (voir la fig. 10)

On commencera par la pose de tous les straps. Le plus long, qui passe sous le 4051, doit être en fil isolé. Une mention particulière pour les straps V+ et V- alimentant les connecteurs de voies. On peut les placer « façon couture ». Pour cela, prendre du fil de petit diamètre, genre wrapping, et supprimer l'isolant. Enfiler alors le fil nu de trou en trou, en passant une fois dessus et une fois dessous. Cette technique, utilisée sur le proto, permet d'avoir une ligne de straps continus et très peu gênants, côté soudures.

On mettra immédiatement en place les picots soudés BERG. Les séparer par unité avec un cutter fin, bien affûté. La pièce plastique, soigneusement conservée sur chaque picot, s'avère très utile pour isoler le picot du strap de masse qui passe au-dessous. On constatera d'ailleurs avec plaisir que cette pièce de plastique présente justement une petite cavité pour laisser passer ce strap. On dirait que c'est fait exprès ! Les picots sont soudés au verso et seraient avantageusement collés à l'araldite au recto, ce qui éviterait plus tard de les faire bouger quand il faudra souder les picots de voies (un léger point de colle suffit !).

C'est justement après cette opération qu'il faut placer la batterie de tous les autres picots droits. Pour les picots SLM, les extraire du plastique à la pince et couper de ce côté pour ne garder que 2,5 mm de partie à plus fort diamètre. Pour souder en place, il est recommandé de se faire un gabarit avec des broches femelles à bon écartement, soudées sur une barrette de laiton. On enfiler

alors les picots mâles sur ces broches, on pose sur le CI et l'on soude ! Mettre peu de soudure, mais faire des jonctions solides, ce qui n'est pas incompatible, n'en déplaise aux massacres du fer à souder ! On procédera de la même manière pour les picots de voies si le matériel SLM y a été retenu.

Pour mettre en place les picots BERG, prendre une barrette de 27 picots droits et vérifier qu'elle couvre bien tous les picots concernés. Repousser la barrette plastique vers l'une des extrémités des picots et raccourcir ceux-ci, à l'autre extrémité, pour garder 9 mm hors-tout. Poser la barrette en place, souder les deux picots extrêmes et un autre vers le milieu. Vérifier la bonne position de l'ensemble. Retoucher éventuellement, puis procéder à la soudure de toute la série. Cela terminé, enlever la liaison plastique et, en même temps, les 6 picots inutiles, mais qui vous serviront plus tard.

Le plus difficile étant fait, il reste à poser les composants passifs, R et C, ce qui ne présente pas de difficulté. On terminera ce travail par la mise en place des diodes, dont le sens doit être respecté (même par ceux qui ne respectent rien !), des transistors et circuits C.MOS, où la même considération est de rigueur.

Procéder à la vérification de tout ce travail. Poncer les soudures, brosser et nettoyer le verso à l'acétone. Souder les fils +12 V et de masse pour les essais.

### d) Mise en service

Un dernier coup d'œil pour trouver ce fichu circuit intégré qui s'est mis tout seul à l'envers ! Réglage des ajustables à mi-course.

Il faut maintenant mettre sous tension. On branchera, juste avant, un oscilloscope entre sortie S et masse, et un voltmètre, numérique de préférence, entre V+ et masse.

Dès la mise sous tension, le train d'impulsions doit apparaître et le voltmètre grimper. Régler tout de suite le 10 V à son exacte valeur. Vérifier que le 0V se situe bien à +5 V au-dessus de la masse. Il vous reste alors à régler la largeur des impulsions en jetant un regard vers la figure 8. A noter qu'il vaut mieux une impulsion plus large plutôt que plus étroite. Passer l'oscilloscope entre sortie du 4001 et masse. Régler le temps de synchro à 8 ms par  $R_{gl}/T_{sy}$ . Revenir en S et caler le neutre général à 1,5 ms. Voir fig. 5. Le calage peut être différent si vous utilisez déjà du matériel réglé sur une autre valeur.

C'est maintenant terminé, mais vous pouvez tester les entrées de voies. Pour cela, avec une résistance de 47 k $\Omega$  successivement reliée à V+ puis à V-, toucher chaque entrée de voie en vérifiant sur l'oscillogramme que la durée de voie concernée passe bien à un peu moins de 1 ms, puis à un peu plus de 2 ms.

Si vos essais ont été négatifs, il va falloir vérifier, car une erreur s'est certainement glissée quelque part. Il est aussi possible qu'un composant soit défectueux. Enfin, penser au circuit imprimé lui-même et vérifier qu'il n'y a pas quelque piste coupée. Utiliser pour cela un ohmmètre, car la loupe ne suffit pas toujours. De toute manière, il ne faut pas accuser le montage lui-même. Il a fait ses preuves et il fonctionne parfaitement. (A suivre)

F. THOBOIS