

9F

Novembre 1978

LE HAUT-PARLEUR

16 37

SPECIAL RADIOCOMMANDE



SUISSE: 3,50 FS ● ITALIE: 1700 LIRE ● ESPAGNE: 200 PES ● CANADA: 1,75 SC ● ALGÉRIE: 9 DIN ● TUNISIE: 900 MIL

ISSN. 0337-1883

TROIS GADGETS POUR RADIOCOMMANDE DIGITALE

- A - UN INVERSEUR DE SENS POUR SERVOMÉCANISME

N'AVEZ-VOUS jamais pesté contre le sort, en faisant l'installation RC de votre dernière cellule et en constatant que le servo qui vous reste tourne à l'envers de ce qu'il faudrait ! Et vous voilà obligé de tortiller lamentablement les cordes à piano ! Quel dommage, car il aurait suffi de posséder le petit montage que voici ! Mais il n'est jamais trop tard pour bien faire ! Au travail !

Le schéma

Posons d'abord le problème :

Admettons, pour simplifier l'approche, que la course de vos servos soit contrôlée par une impulsion de 1 à 2 ms, avec neutre à 1,5 ms.

1 ms vous donne la gauche et 2 ms la droite. Vous voudriez le contraire !

A la sortie de la boîte miracle, il faut donc :

e	s
1 ms	2 ms
1,5 ms	1,5 ms
2 ms	1 ms

Ne remarquez-vous rien ? Si bien sûr ! Dans chaque cas :

$$1 + 2 = 1,5 + 1,5 = 2 + 1 = 3 \text{ ms,}$$

c'est-à-dire, deux fois le neutre !

$$e + s = 2 n$$

si n est le temps au neutre.

L'équation de s est :

$$s = 2 n - e$$

Il reste à réaliser automatiquement ce calcul, ce qui sera très facile par les techniques numériques. Il faut d'abord fabriquer le temps 2 n. Reportons-nous à la figure 1.

Les portes P₁ et P₂ constituent un monostable délivrant 2 n et déclenché par le front avant de e. Il reste à mélanger le complément du signal UV, soit \overline{UV} (par P₃)

avec e, dans une porte NOR P₄... et le tour est joué !

Voir le diagramme, figure 2, pour la compréhension duquel nous vous rappelons la table de vérité d'une porte NOR.

e ₁	e ₂	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

La sortie S ne passe à 1 que si les entrées e₁ et e₂ sont simultanément à 0.

La réalisation

Un circuit C.MOS, type 4001, contient les quatre portes NOR nécessaires.

a) **Le CI.** Une plaquette d'époxy simple face 8 à 15/10, de 20 x 23 mm, suffit à porter les quelques composants. On en trouve le dessin en figure 3.

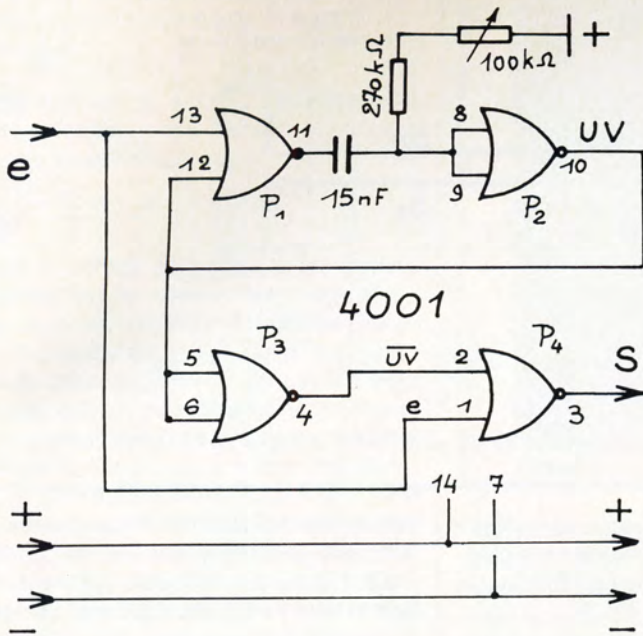


Fig. 1. - Schéma de l'inverseur de sens.

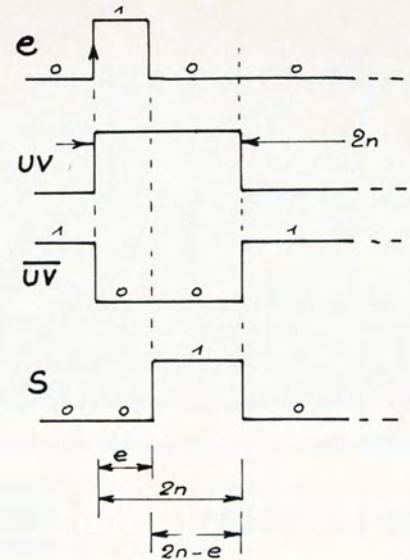


Fig. 2. - Diagramme des signaux

b) Les composants.

- 1 4001 (CD4001, SFF24001...)
- 1 270 kΩ 1/4 W
- 1 15 nF MKM ou MKH 100 V
- 1 trimmer SFERNICE T7YA
- 100 kΩ ou similaire
- 1 CI

Fils et connecteurs M et F

- 1 10 μF, cylindrique, facultatif.

c) Pose des composants (voir fig. 4). On

ne peut guère rêver plus simple ! Mais ne pas oublier cependant que les C.MOS ne

plaisent pas trop avec les mauvais traitements. Le plus difficile du travail consiste sans doute à souder proprement les fils souples sur connecteurs et plaquette. On peut prévoir un 10 μF, entre + et -, le long du 4001, côté +. Ce n'est pas indispensable.

d) Essais et réglage.

- Brancher d'abord un servo, pris en référence, directement sur le décodeur, sans l'inverseur de sens. L'amener au neutre exact, par le jeu du trim de l'émetteur.

- Intercaler maintenant l'inverseur, trimmer à mi-course. Il reste à retrouver le même neutre à l'aide de ce réglage.

On notera que la course est absolument inchangée par l'inverseur.

Il vous reste à faire une petite boîte, en plastique ou en métal, voire en bois ! Y loger la plaquette. Si le métal est choisi, relier la masse au moins.

A l'avenir, vous n'aurez plus de problème de sens ! Coût de l'opération : moins de 20 F !

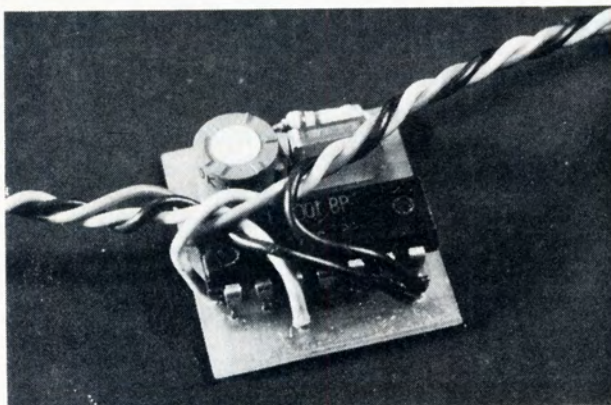


Photo A

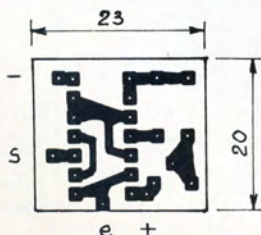


Fig. 3. - C.I. de l'inverseur de sens.

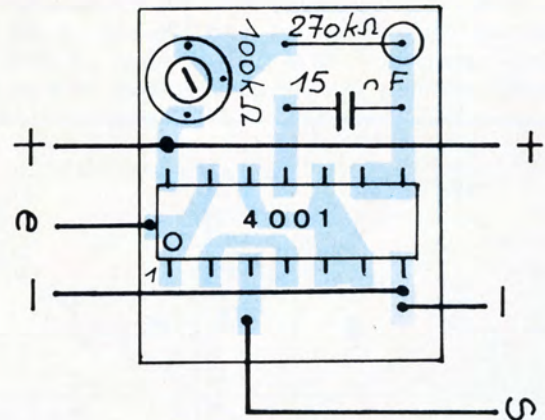
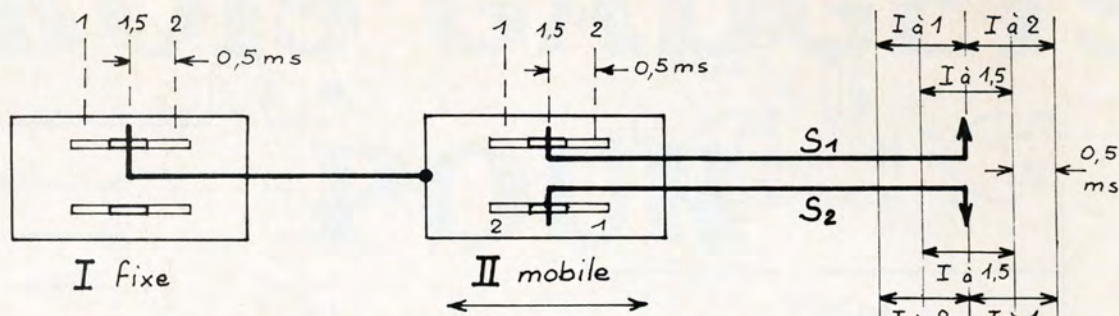


Fig. 4. - Pose des composants de l'inverseur de sens.



Le tout équivaut à 1 servo allant de... { 0,5 1 1,5 2 2,5 }

Fig. 5. - « Mixer mécanique dont l'étude permet de déterminer les équations de S1 et S2 sont doubles de celles de I et II.

- B - UN MIXER DE VOIES

Dans le cas, fort classique de la commande d'un avion ou d'un planeur, équipé d'Élevons (volets combinant les fonctions d'ailerons et de volets de profondeur) - cas des ailes volantes - ou d'un modèle à empennage Delta (volets de profondeur et de direction confondus) ou encore dans le cas où vous voudriez confondre les ailerons de votre avion avec des volets d'atterrissage, le Mixer de voies est de rigueur.

Plusieurs solutions sont possibles :

- **Le mixage se fait à l'émission**, c'est la meilleure solution, car elle n'apporte aucune adjonction dans la cellule. Cependant la solution n'est facile qu'avec les codeurs de troisième génération à amplis opérationnels ! Il n'est guère possible d'envisager la modification d'un codeur plus ancien.

- **Le mélangeur mécanique** : excellente solution, permettant d'utiliser deux servos de caractéristiques même différentes, mais qui a bien sûr l'inconvénient... de la mécanique ! Quelques solutions existent com-

mercialement. Pour l'amateur, qui désire « le faire lui-même », la méthode de la planchette à coulisse est la plus rationnelle. Un servo pousse l'autre (voir fig. 5).

- **Le mixer électronique**. Plus de mécanique ! Chaque servo s'occupe de son volet ! Evidemment de quoi séduire tous ceux qui sont fâchés avec la précision ! C'est donc un système de ce genre que nous vous proposons.

Etude théorique

Posons d'abord le problème et pour cela, faisons référence au montage mécanique de la figure 5, en supposant le tout affecté à la commande d'élevons. I est le servo de profondeur : il pousse ou tire II et déplace les deux volets dans le même sens. II actionne les volets en différentiel et donne l'ordre d'ailerons.

Notons que dans ce montage mécanique, la course totale agissant sur les volets est la somme des courses de chaque servo. Ainsi, on peut admettre, que si chaque servo varie de 1 à 2 ms, neutre à 1,5 ms,

l'ensemble équivaut à UN seul servo dont la course serait, non pas 1,5 ms ± 0,5 ms, mais 1,5 ms ± 1 ms, soit 1,5 ms ± 1 ms, soit variant de 0,5 ms à 2,5 ms. La figure 5 le montre d'ailleurs bien.

Le tableau ci-dessous donne les neuf positions principales possibles :

I	II	$\frac{S_1}{d}$	$\frac{S_2}{d}$
1	1	0,5	1,5
1	1,5	1	1
1	2	1,5	0,5
1,5	1	1	2
1,5	1,5	1,5	1,5
1,5	2	2	1
2	1	1,5	2,5
2	1,5	2	2
2	2	2,5	1,5

Bien sûr, avec notre mixer électronique, les sorties S₁ et S₂ devront alimenter des servos normaux, de course 1 à 2 ms. Le graphique de la figure 6 fait la conversion, sans calculs, de la course dilatée du tableau précédent à celle normale du tableau suivant, lequel nous servira de base pour la détermination des équations de S₁ et S₂ :

I	II	S ₁	S ₂
1	1	1	1,5
1	1,5	1,25	1,25
1	2	1,5	1
1,5	1	1,25	1,75
1,5	1,5	1,5	1,5
1,5	2	1,75	1,25
2	1	1,5	2
2	1,5	1,75	1,75
2	2	2	1,5

Il ne reste qu'à établir les fameuses équations !

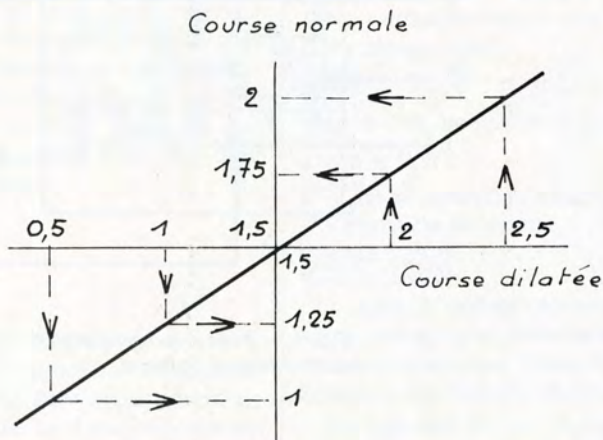


Fig. 6. - Abaque de conversion course dilatée/course normale.

D'abord la plus simple, celle de S_1 . Vous avez trouvé immédiatement, bien sûr ! (?)

$$S_1 = \frac{I + II}{2}$$

Celle donnant S_2 est plus délicate à trouver, et puisque... vous séchez ! Nous vous donnons la solution :

$$S_2 = \frac{I + (2n - II)}{2}$$

n étant le temps au neutre. Vous pouvez facilement vérifier l'exactitude de ces équations, dans les neuf cas du tableau précédent. Curieusement nous voyons réapparaître la quantité $(2n - II)$ qui est la valeur symétrique de II par rapport au neutre et qui nous a servi à faire l'inverseur de sens décrit en A. On retrouvera donc cet inverseur de sens dans le schéma du mixer. Passons d'ailleurs à l'examen de celui-ci (voir fig. 7). Signalons d'ailleurs, pour être honnête, que nous nous sommes inspiré d'une étude de J.R. Emmett, dans une revue d'outre-Manche.

Comme prévu, nous trouvons d'abord le circuit « inverseur de sens » à C.MOS, donnant $(2n - II)$. Il est constitué d'un monostable déclenché par II et fournissant le temps $2n$, inversé par la porte P_3 et mélangé avec II dans P_4 .

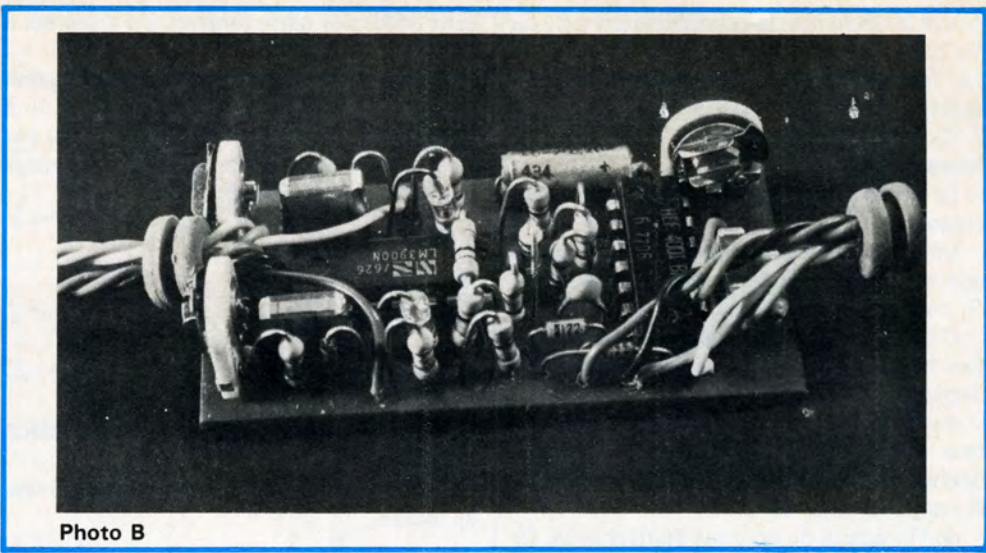


Photo B

Chacune des moitiés fournissant S_1 et S_2 est bâtie avec deux des quatre amplificateurs d'un circuit LM3900 de NS. Dans chaque voie, le premier est monté en intégrateur : le condensateur de $0,1 \mu F$ est chargé à courant constant par les entrées e^+ et déchargé de même par e^- .

Pour l'intégrateur A, e^+ étant relié à I et à II , la charge acquise par C_1 est proportionnelle à la durée de I et à celle de II , plus précisément à $(I + II)$.

Pour B, e^+ relié à I et à $(2n - II)$, la charge acquise par C_2 est proportionnelle à $I + (2n - II)$.

Les amplificateurs C et D peuvent être considérés comme des monostables particuliers, dont le déclenchement est assuré par la fin de l'impulsion (UV) et dont la remise à 0 est faite par un comparateur des niveaux de charge de C_1 ou C_2 et d'une référence. Les sorties de C et D délivrent les signaux désirés S_1 et S_2 , mais aussi provo-

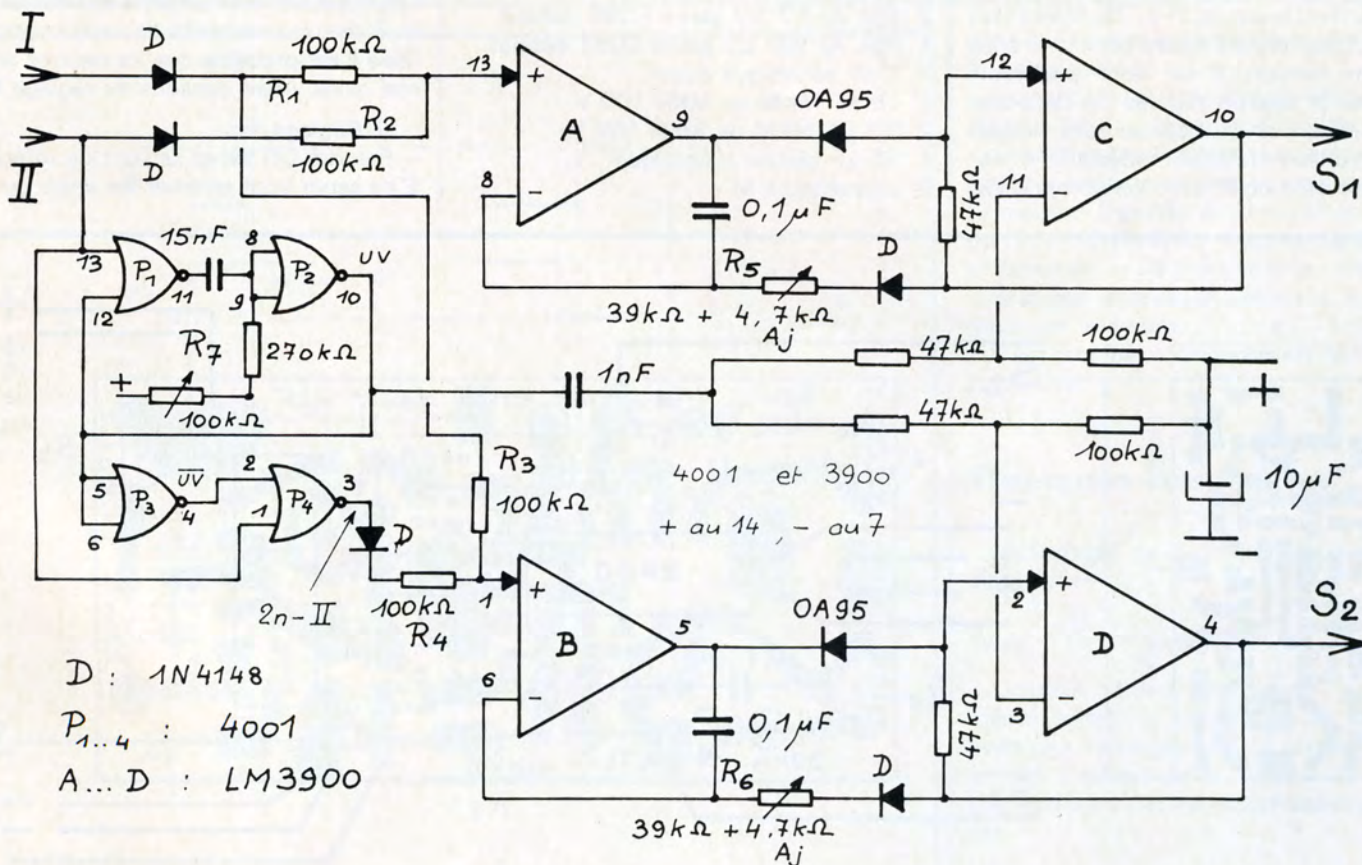


Fig. 7. - Schéma du « Mixer ».

quent la décharge des condensateurs C_1 ou C_2 par l'attaque des entrées e^- de A ou B. Le fonctionnement s'établissant comme suit (exemple de la voie S_1):

– C_1 s'est chargé pendant I + II. S_1 est au niveau bas.

– La fin de UV déclenche C et S_1 passe au niveau haut.

– Cela provoque la décharge de C_1 et lorsque son niveau est assez bas, C rebascule : S_1 revient au niveau bas.

C'est donc la durée de la décharge qui fixe la durée de S_1 ou S_2 . Or cette durée dépend :

– de la charge acquise par le condensateur : plus il est chargé et plus il est long à décharger (décharge à courant constant). S_1 dépend ainsi de I + II ;

– de l'intensité du courant de décharge. Or celui-ci est calibré au double de celui de charge : il faut donc deux fois moins de temps pour le décharger que pour le charger. C'est ce qui fait apparaître le diviseur par 2. Finalement on a bien

$$S_1 = \frac{I + II}{2}$$

Le raisonnement serait identique pour l'autre voie.

Pour que les équations indiquées soient bien respectées, il est nécessaire :

– que les signaux I, II, 2 n- II, aient la même amplitude. Cela est vrai si le décodeur est équipé de circuits de sorties C.MOS. C'est le cas du TF6/78. Mais il faut aussi que les circuits soient alimentés sous la même tension. Il est donc préférable d'amener la tension régulée du décodeur vers le mixer, ce qui peut se faire simplement en utilisant la prise médiane (0 V) prévue, mais sans objet avec les servos 3 fils,

pour véhiculer cette tension. Un strap est à placer dans le décodeur ;

– que $R_1 = R_2$ et que $R_3 = R_4$. Cette égalité se fera en triant des résistances 5 % à l'ohmmètre, ou en montant des 1 %, ou par mise au point « sur le tas » comme nous l'indiquerons plus tard ;

– que

$$R_5 = \frac{1}{2} R_1 = \frac{1}{2} R_2$$

et

$$R_6 = \frac{1}{2} R_3 = \frac{1}{2} R_4.$$

Condition respectée par la mise en place d'ajustables ;

– que UV = 2 n, ce qui nécessite aussi une ajustable.

Réalisation

a) Le CI. Epoxy simple face 15/10 (voir fig. 8).

b) Liste des composants.

- 1 LM3900
- 1 4001
- 5 1N4148
- 2 OA95
- 6 100 k Ω 1/4 W
- 4 47 k Ω 1/4 W
- 2 39 k Ω 1/4 W
- 1 270 k Ω 1/4 W
- 2 Pot. Aj 4,7 k Ω genre EO86 debout
- 1 Pot. Aj 100 k Ω genre EO86 debout
- 1 1 nF céramique subm.
- 1 15 nF MKM ou MKH 100 V
- 2 0,1 μ F MKM ou MKH 100 V
- 1 10 μ F tantale cylindrique
- 2 connecteurs M

2 connecteurs F

1 CI

Fil souple.

c) Pose des composants (se reporter à la figure 9). Bien veiller au sens des diodes et des circuits intégrés. Prendre les précautions d'usage ! Ne pas oublier le strap sous le 4001.

Tout soudé, limer légèrement les soudures et nettoyer à l'acétone ou autre. Disposer au verso les liaisons + et les liaisons -. Préparer soigneusement les cordons de liaison.

N.B. – S'il est fait usage du + stabilisé pour l'alimentation du mixer, les cordons d'entrée auront quatre fils : e-, + direct, + stabilisé. Le + direct est à souder sur le plot de sortie (+ S) et assure l'alimentation des servos. Le + stabilisé alimente les plots + 4001 et + 3900 reliés.

Si, par contre, on n'utilise pas ce + stabilisé (par ex. parce qu'il n'existe pas), les trois plots + du mixer sont réunis.

d) Mise en service.

Après la vérification rigoureuse de rigueur, on peut essayer le mixer dans les conditions d'emploi : relier I et II aux sorties décodeur « ailerons » et « profondeur » par exemple, connecter deux servos en S_1 et S_2 . Placer les ajustables à mi-course. Mettre le tout sous tension : les servos se positionnent ; vérifier la réponse du système : I donnant des mouvements de mêmes sens et II des mouvements de sens contraires. Mais il est probable que les neutres seront mal calés. Aussi passons au réglage fin.

e) Réglage fin.

– Prendre UN servo servant de référence. S'en servir pour trimmer les voies concer-

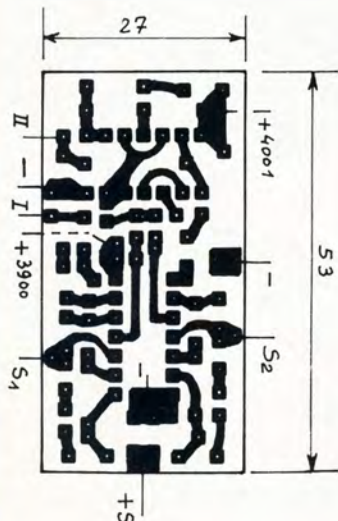


Fig. 8. - C.I. du « Mixer ».

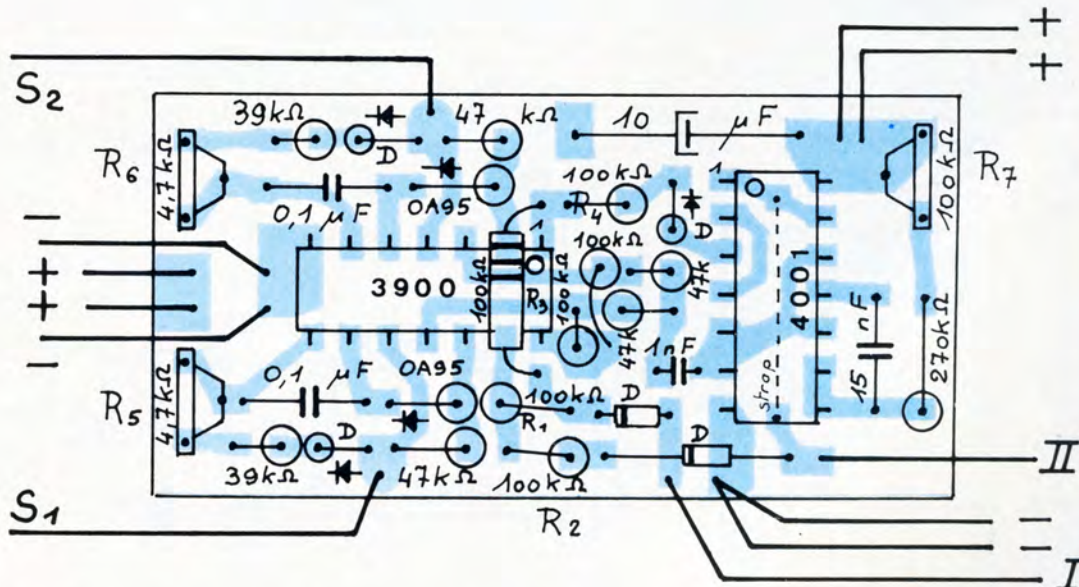


Fig. 9. - Pose des composants du « Mixer » de voies. Relier au verso : les 3 plots + (voir texte) et les 3 -

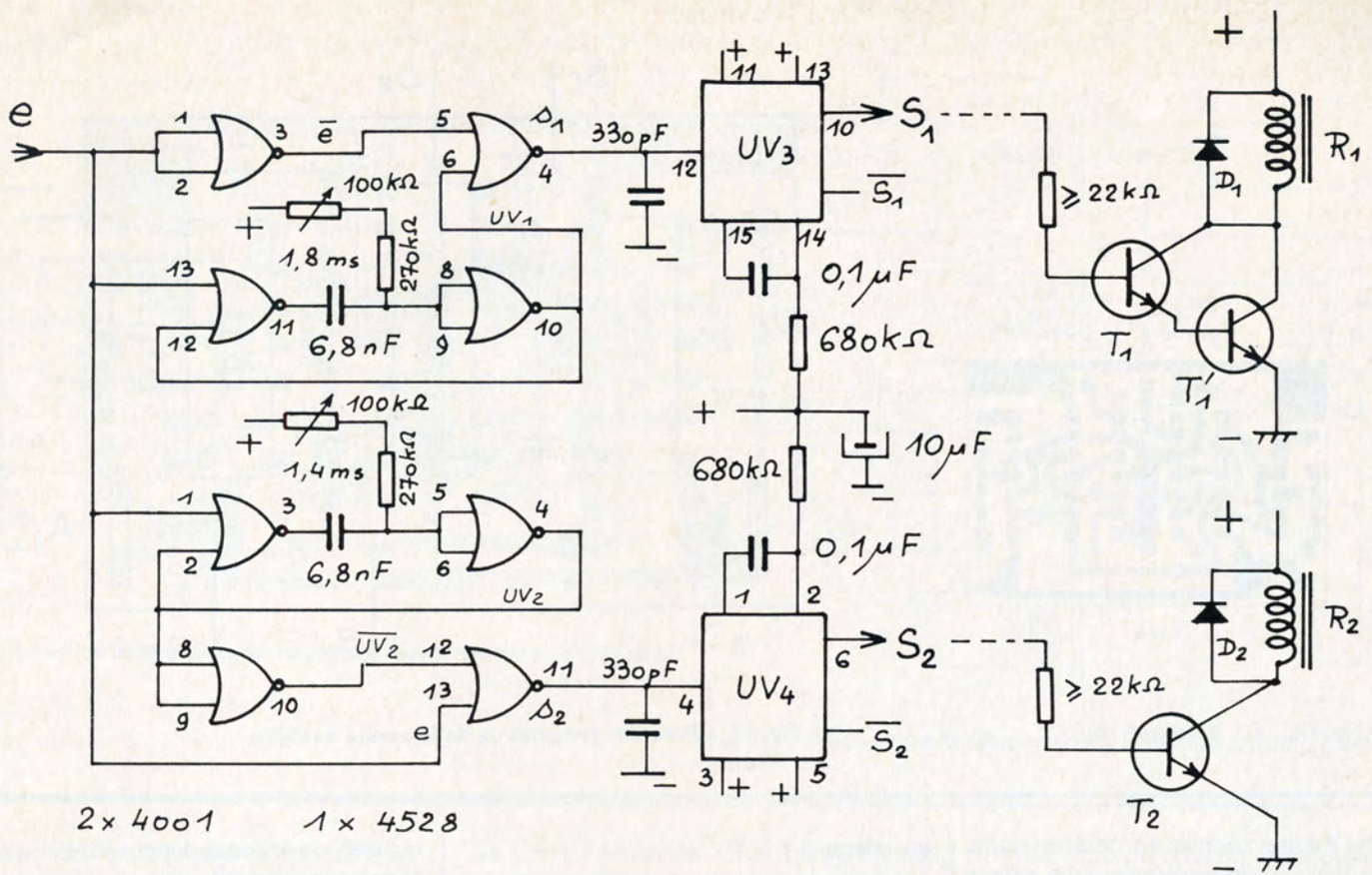


Fig. 10. - Schéma de la « boîte à relais ».

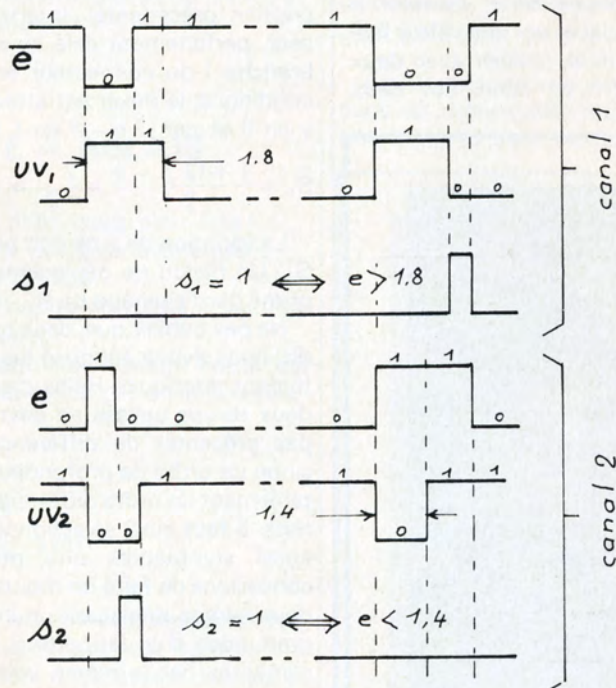


Fig. 11. - Diagramme des signaux.

nées de l'émetteur, parfaitement au neutre. N'y plus toucher.

- Remettre le mixer en service et connecter le servo en S_1 . L'amener au neutre par R_5 .
- Souder un petit cordon provisoire S_3 , alimentant le servo en + et -, mais prélevant l'impulsion d'entrée en (2 n - 1) soit donc sur le picot 3 du 4001. Y connecter le servo et l'amener au neutre par le jeu de R_7 .
- Brancher maintenant le servo en S_2 et retrouver le neutre.

C'est terminé, votre mixer est calé et prêt au service.

Quelques remarques

La formule de S_2 montre que si $l = 11$, alors

$$S_2 = \frac{l - (2n - 1)}{2} = \frac{2n}{2} = n.$$

On peut vérifier cela : relier I et II à la même sortie du décodeur, par exemple avec une rallonge en Y (2 sorties pour 1 entrée). L'action sur le manche de l'émetteur doit se retrouver intégralement en S_1 car

$$\frac{l + l}{2} = l$$

mais le servo S_2 doit rester au neutre, sans bouger. Un léger mouvement peut apparaître

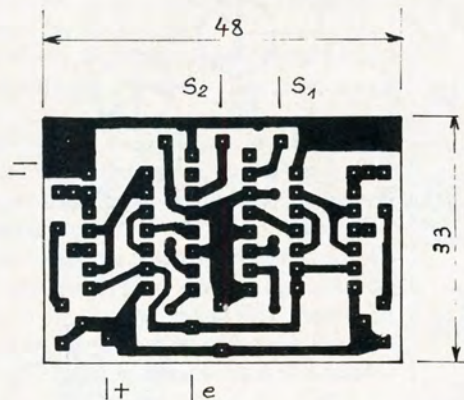


Fig. 12. - C.I. p' boîte à relais.

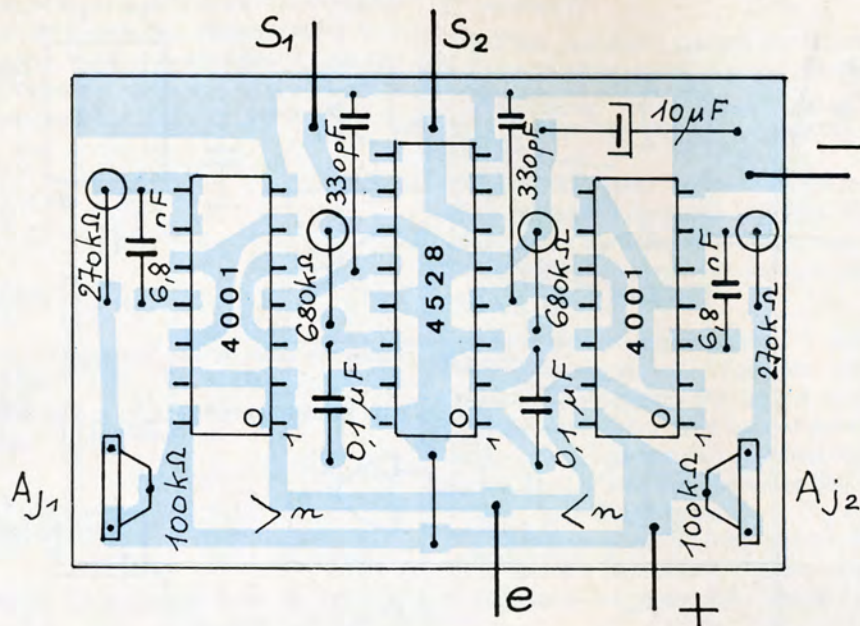


Fig. 13. - Pose des composants de la « boîte à relais ».

tre. C'est à éviter car cela introduit un ordre ailerons dans l'ordre profondeur. Le défaut provient d'un déséquilibre des tensions d'attaque de e⁺ de B, soit parce qu'on a négligé d'utiliser le + stabilisé, soit à cause d'une inégalité de R₃ et R₄, soit en raison de dispersions diverses. Le remède : des-souder R₄ et la remplacer provisoirement par un groupe série

$$82 \text{ k}\Omega + \frac{47 \text{ k}\Omega}{A_j}$$

ou mieux

$$91 \text{ k}\Omega + \frac{22 \text{ k}\Omega}{A_j}$$

Par retouches successives de la R_{aj}, obtenir l'impassibilité de S₂ aux actions du manche.

Dessouder le groupe série, mesurer à l'ohmmètre et remplacer par une valeur fixe qu'il faudra, en général, réaliser avec deux résistances standard en série. Les deux

résistances soudées debout et reliées par la connexion sommet.

La vérification de

$$S_1 = \frac{I + II}{2}$$

est un peu plus délicate mais peut se faire en utilisant un inverseur de sens (voir description précédente). Intercaler cet inverseur, parfaitement calé au neutre, dans la branche I du connecteur en Y. Dans ces conditions, le mixer est attaqué par la voie v en II et par (2 n - v) en I. On a

$$S_1 = \frac{I + (2n - I)}{2} = \frac{2n}{2} = n.$$

La variation de v ne doit pas faire bouger S₁. Un résidu de déplacement serait supprimé par l'ajustage de R₂, plus accessible.

Ne pas oublier que, dans tout ce qui a été dit, nous avons supposé les servos parfaitement identiques. Hélas, c'est un rêve ! Les deux servos utilisés ne devraient pourtant pas présenter de différence de courses, sinon un ordre de profondeur induira inévitablement un ordre différentiel, donc d'ailerons. Il faut ainsi sélectionner deux servos aussi semblables que possible : nous conseillons de faire un montage de test, les deux servos déplaçant un index, devant la graduation d'un rapporteur. Tous les deux alimentés par la même voie, ou le même servo-test.

Les aiguilles doivent constamment garder la même indication... ou à peu près !
- Si l'on utilise deux servos tournant dans le même sens, S₁ est la voie non différentielle et S₂ la voie différentielle.

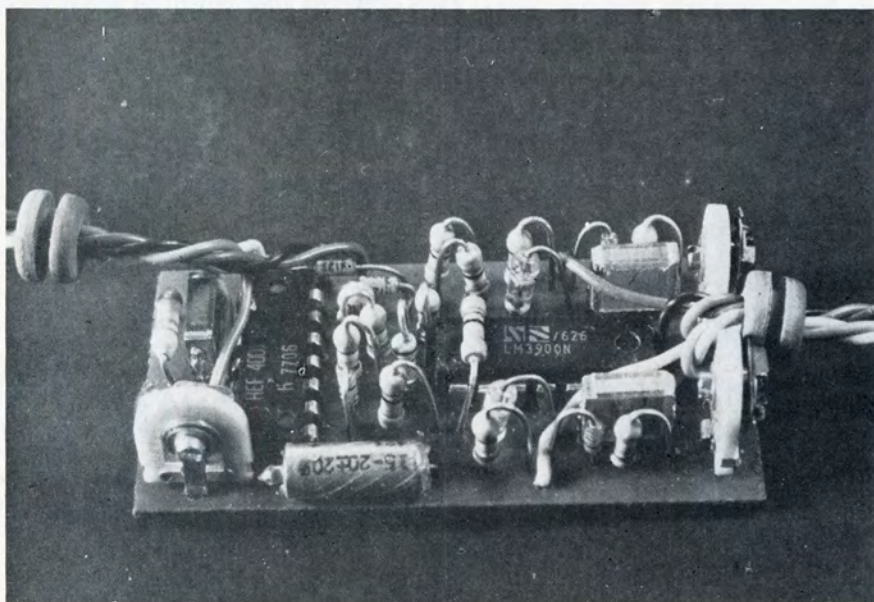


Photo C

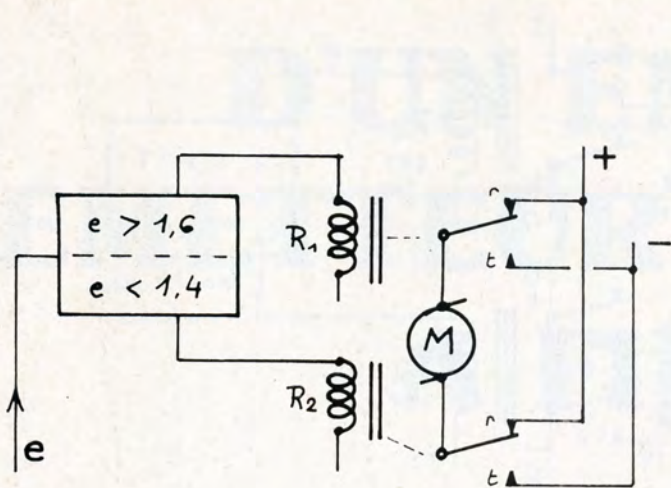


Fig. 14. - Une boîte à relais donne marche avant, marche arrière et arrêt.

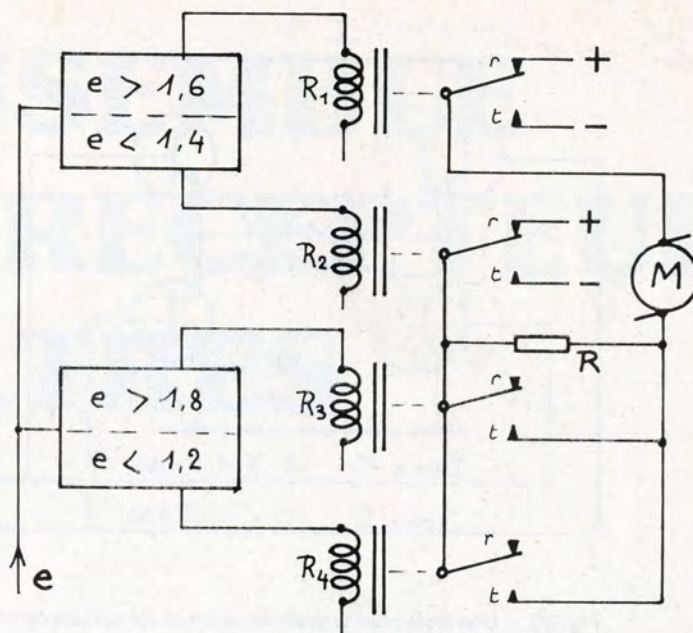


Fig. 15. - Deux boîtes à relais donnent 2 vitesses avants, 2 arrières, l'arrêt.

- Si l'on utilise deux servos tournant en sens contraire, c'est l'inverse qui se produit.

Il vous reste maintenant à emballer votre mixer dans une petite boîte alu (la masse reliée au \rightarrow) et... à l'utiliser ! Vous constaterez que, une fois fait, ce genre de mixer est tout de même plus simple d'emploi que ces montages à planchette barres ou leviers et ce... pour moins de 50 F !

- C - UNE BOITE A RELAIS

Une de plus, direz-vous, peut-être !

Mais celle-ci a quelques avantages :

- Utilisation de C.MOS.
- « TROU » au neutre ajustable à volonté dans les deux sens.
- Sorties passant aux niveaux hauts de manière continue et non pas en impulsions.

Le schéma (voir la fig. 10)

On distingue les deux parties similaires donnant les deux canaux tout ou rien.

- En haut, la filière déclenchant dès que e excède une valeur choisie. Par exemple 1,8 ms.
- En bas, la filière déclenchant dès que e est inférieure à une autre valeur choisie. Par exemple 1,4 ms (neutre théorique à 1,6 ms, dans cet exemple).

Le « trou » allant de 1,4 à 1,8 ms. Tous les réglages étant possibles avec précision.

Dans les deux cas, e déclenche un monostable constitué comme dans les montages précédents, par deux portes NOR. En haut, on mélange e et UV_1 . En bas, on mélange e et UV_2 . Les sorties s_1 et s_2 délivrent les impulsions différences :

$$s_1 = \bar{e} - UV_1 \quad s_2 = e - UV_2$$

Ces sorties déclenchent, à leur tour, chacune un monostable retriggerable UV_3 et UV_4 (ce sont des monostables dont la cons-

tante de temps est toujours comptée à partir de la dernière impulsion reçue, ce qui fait que si le temps qui sépare les impulsions est inférieur à cette constante de temps, le montage ne revient jamais à 0). Ici la constante de temps de chacun est réglée à 22 à 25 ms, alors que les impulsions différences ont la récurrence de la séquence transmise, soit en général 20 ms. Dans ces conditions, dès que les impulsions différences arrivent, aussi fines qu'elles soient, les sorties S_1 ou S_2 passent en permanence au niveau 1. Cependant, un condensateur est

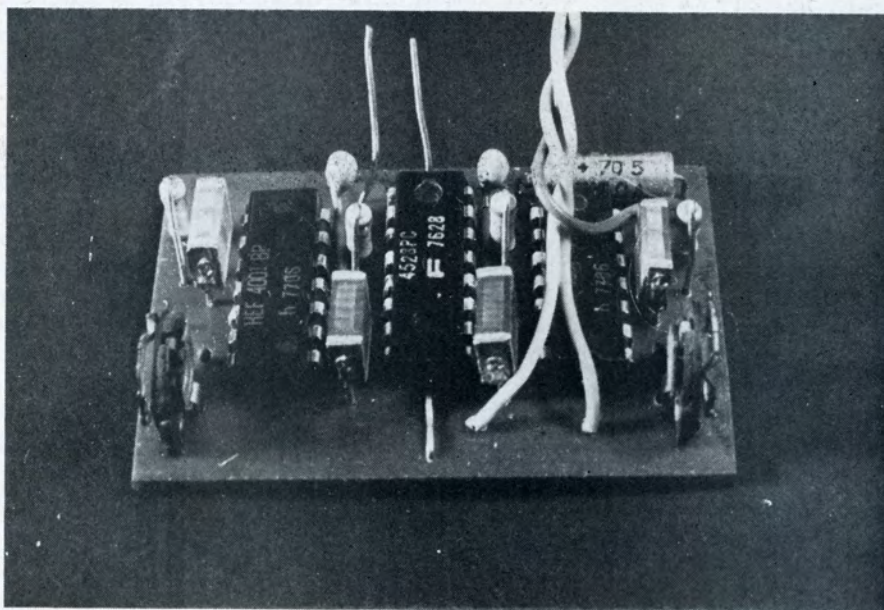


Photo D

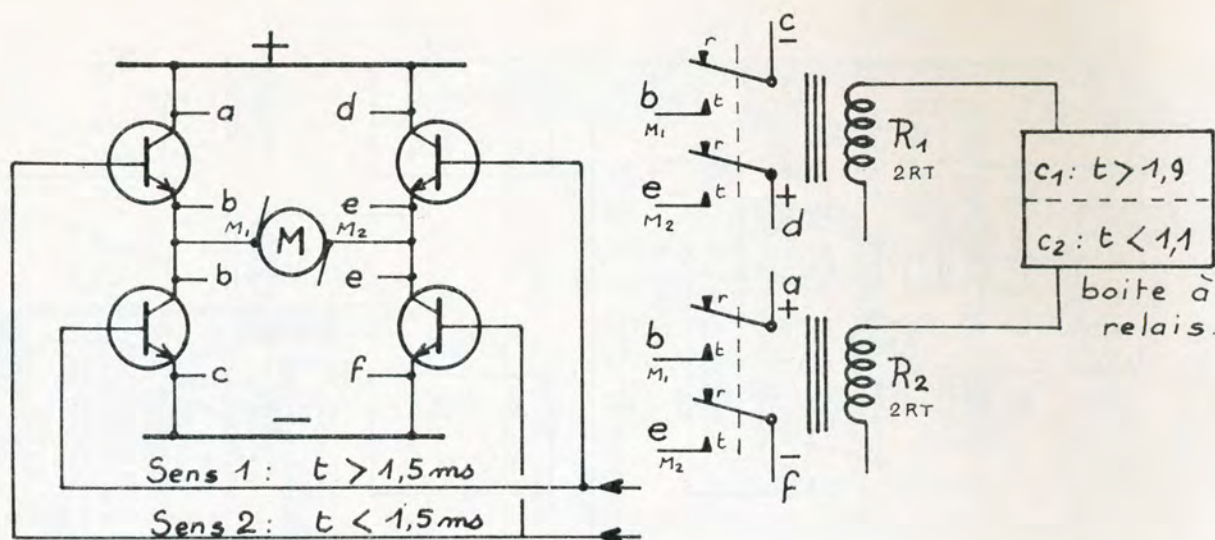


Fig. 16. - Une idée pour supprimer la perte de puissance causée par les transistors du variateur.

prévu sur les entrées de manière à éliminer les impulsions par trop fines, voire quelques transitoires de commutation, actionnant à tort le système. Il reste à commander les relais, par un classique montage à 1 transistor (T_2) pour de petits relais, ou Darlington ($T_1 + T_1'$) pour de plus puissants ($T_1 = T_2$, genre BC238, T_1' genre 2N1711). Ne pas oublier les diodes de protection : $D_1 = 1N4002$, $D_2 = 1N4148$.

L'alimentation de l'électronique est assurée par la batterie de réception, via le connecteur, celle des relais par la batterie de propulsion, masses communes.

La réalisation

Nous ne donnons que le dessin du CI de l'électronique, celui des relais dépendant par trop des modèles utilisés... et ils sont divers ! On pourra, soit juxtaposer les deux CI, en un seul, soit les superposer, selon les critères d'encombrement à respecter.

a) **Le CI** (voir fig. 12). En époxy simple face de 15/10.

b) **Liste des composants.**

- 2 4001 (CD4001, SFF24001...)
 - 1 4528 (CD4528, SFF24528...)
 - 2 270 k Ω 1/4 W
 - 2 680 k Ω 1/4 W
 - 2 Pot. Aj genre EO86 debout, 100 k Ω
 - 2 330 pF céramique perle
 - 2 6,8 nF MKM ou MKH 100 V
 - 2 0,1 μ F MKM ou MKH 100 V
 - 1 10 μ F tantale cylindrique
 - 1 connecteur et fil souple
- Relais et transistors pour mémoire.

c) **Pose des composants** (voir fig. 13). Rien de particulier, hormis les précautions classiques.

d) **Mise en service.**

Utiliser de préférence un servotest, ce qui permettra de caler les seuils en connaissance de cause. Ne pas oublier que R_1 déclenche lorsque e dépasse le temps fourni par UV_1 (voir A_{j1}), R_2 déclenche lorsque e descend sous celui de UV_2 (A_{j2}). Vérifier à l'oscilloscope qu'il n'apparaît pas d'impulsion sur les sorties S_1 ou S_2 , lorsqu'elles sont actives. Sinon augmenter la constante de temps de UV_3 ou UV_4 .

Le calage peut se faire, faute de servotest par branchement normal sur le décodeur. Le problème est que l'on ne sait pas toujours de quel côté il faut pousser le manche pour allonger ou diminuer le temps de voie : il peut en résulter quelque confusion.

e) **Utilisation.**

Les boîtes à relais sont utiles pour les amateurs de bateaux possédant un ensemble digital. Outre les accessoires, elles peuvent commander efficacement le moteur de propulsion. Voyons trois possibilités :

- Une seule boîte à deux relais assure la marche avant, l'arrêt et la marche arrière (voir fig. 14).
- Deux boîtes à relais avec seuils répartis assurent avec commande par une seule voie, l'arrêt, deux vitesses avant et deux vitesses arrière (voir fig. 15).

de 2 ms à 1,8 ms : grande vitesse avant
de 1,8 ms à 1,6 ms : petite vitesse avant
de 1,6 ms à 1,4 ms : arrêt
de 1,4 ms à 1,2 ms : petite vitesse arrière
de 1,2 ms à 1 ms : grande vitesse arrière
(neutre théorique à 1,5 ms dans cet exemple).

Entre 1,2 et 1,8 ms, le moteur tourne avec une résistance série, donnant le ralenti. Au-delà, R est court-circuitée par l'un ou l'autre des contacts « travail » de R_3 ou R_4 . Ce système est simple et il nous semble tout à fait suffisant pour un bateau.

Evidemment, la solution sophistiquée pour la commande du moteur de bateau électrique est bien le variateur de vitesse, donnant une commande progressive. Mais... car il y a un « mais »... les possesseurs de ces engins se plaignent souvent de perdre beaucoup de puissance en régime maximum : en effet, même à fond, le courant moteur doit traverser les deux transistors de la branche conductrice du pont et il s'ensuit inévitablement une perte de 2 à 3 V, selon l'intensité débitée. Si, de surcroît, on utilise à tort, une batterie et un moteur à basse tension (certains descendent à 6 V !). On voit ce qu'il reste pour le pauvre moteur !

La boîte à relais peut alors s'avérer comme un complément intéressant du variateur, donnant un ensemble assurant tout à la fois, la progressivité de la commande, mais aussi, l'absence de perte de puissance (voir fig. 16). Les contacts des relais court-circuitent les transistors conducteurs et permettent de retrouver la pleine tension batterie. Régler les seuils de UV_1 et UV_2 pour que cela ne se produise qu'en toute fin de course, par exemple de 1,9 à 2 ms pour la marche avant et de 1,1 à 1 ms pour la marche arrière.

Voilà donc quelques petits montages utiles ! A vous de les réaliser et utiliser !