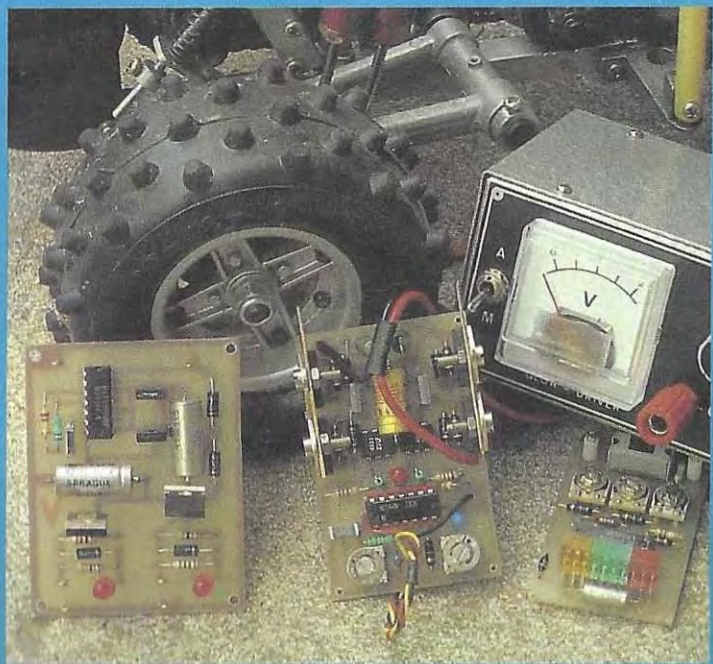


Technique poche

ACCESSOIRES pour la RADIOCOMMANDE

F. THOBOIS

ISSN 0153-0984



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

ACCESSOIRES pour la RADIOCOMMANDE

Guide pratique

Francis THOBOIS

ACCESSOIRES pour la RADIOCOMMANDE

Guide pratique

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ces ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'art 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les Art. 425 et suivants du Code Pénal ».

© 1983 - E.T.S.F.

I S B N 2.85535-053-0

Diffusion
ÉDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS CEDEX 19

- N° 1. « Montages électroniques d'alarme » par F. Juster.
 N° 3. « 20 montages expérimentaux optoélectroniques » par G. Blaise.
 N° 4. « Initiation à la microinformatique : le microprocesseur » par P. Melusson.
 N° 5. « Montages électroniques divertissants et utiles » par H. Schreiber.
 N° 6. « Montages à capteurs photosensibles » par J.-P. Cehmichen.
 N° 7. « Les égaliseurs graphiques » par F. Juster.
 N° 8. « Pianos électroniques et synthétiseurs » par H. Tünker.
 N° 9. « Recherches méthodiques des pannes dans les récepteurs de radiodiffusion »
 par Dr Adolf Renardy et Ing. Heinz Lummer.
 N° 10. « Les enceintes acoustiques » par P. Hemardinquer et M. Léonard.
 N° 11. « Structure et fonctionnement de l'oscilloscope » par R. Rateau.
 N° 12. « La construction des petits modèles de chemin de fer électriques »
 par J.-C. Porterie.
 N° 13. « Horloges et montres électroniques à quartz » par Horst Pelka.
 N° 14. « Les cellules solaires » par F. Juster.
 N° 15. « L'électronique appliquée au cinéma et à la photo » par M. Horst.
 N° 16. « L'électronique dans les trains miniatures » par H. Jungmann.
 N° 17. « Réalisez vos circuits imprimés et décors de panneaux » par P. Gueulle.
 N° 18. « Espions électroniques microminiatures » par Günter Wahl.
 N° 19. « La construction des petits transformateurs pour amateurs »
 par Marthe Douriau et F. Juster.
 N° 20. « Réalisations à transistors - 20 montages » par B. et J. Fighiera.
 N° 21. « Sécurité automobile - 25 montages électroniques » par F. Huré.
 N° 22. « Performances automobiles - 25 montages électroniques » par F. Huré.
 N° 24. « Présence électronique contre le vol » par H. Schreiber.
 N° 25. « Utilisation pratique de l'oscilloscope » par R. Rateau.
 N° 26. « Les afficheurs » par J.-P. Cehmichen.
 N° 27. « Réduisez votre consommation d'électricité » par P. Gueulle.
 N° 28. « Initiation pratique à la radiocommande » par F. Thobois.
 N° 29. « Montages économiseurs d'essence » par P. Gueulle.
 N° 30. « Soyez CiBiste - Guide pratique » par J.-M. Normand.
 N° 31. « Relais électromécaniques pour amateur » par E. Löchner.
 N° 32. « Antennes pour CiBistes » par P. Gueulle.
 N° 33. « Le microprocesseur à la carte » par H. Schreiber.
 N° 34. « Détecteurs de trésors » par P. Gueulle.
 N° 35. « Mini-espions à réaliser soi-même » par G. Wahl.
 N° 36. « Emetteurs-pilotes à synthétiseur » par G.E. Gerzelka.
 N° 37. « Transistors MOS de puissance » par H. Schreiber.
 N° 38. « Savoir mesurer » par D. Nährmann.
 N° 39. « Kits pour enceintes » par A. Cappuccio.
 N° 40. « 100 pannes TV » par P. Durantou.
 N° 41. « Accessoires pour CiBistes », par R. Zierl.
 N° 42. « Soyez radioamateurs », par F. Mellet et S. Faurez.
 N° 43. « Accessoires pour la radiocommande », par F. Thobois.
 N° 44. « 50 montages à LED », par H. Schreiber.

Préambule	7
1. Le circuit imprimé	9
2. Voltmètre à Leds	13
3. Chargeur 12V/12V	21
4. GLOW-DRIVER	27
5. Boîte à relais 2 canaux	37
6. Variateur pour propulsion électrique	45
7. Servo-treuil pour voiliers	55
8. Mini servo-test	65
9. Inverseur de sens pour servo-mécanisme	71
10. Mixer de voies	77
11. "Multitef" : 6 canaux pour 1 voie	89
12. Platine multi-fonctions pour T ou R	103
13. "Controgaz" : coupure automatique de sécurité des gaz	117
14. Conclusion	127

Préambule

Les amateurs de radiocommande sont nombreux et leur nombre croît sans cesse ! C'est, bien sûr, une tendance de notre société avide de loisirs mais aussi le spectaculaire résultat du progrès technique. Il est, en effet, bien plus facile de pratiquer la radiocommande de nos jours qu'il y a quelque dix ans encore. Aujourd'hui le matériel est sûr, souvent bon marché et disponible facilement. On peut presque dire qu'il n'y a plus beaucoup de mérite à faire de la radiocommande, encore que le pilotage d'un avion ou d'un bateau rapide ne soit pas à la portée du premier débutant venu !

Cependant, aussi nombreux soient-ils, les amateurs de radiocommande sont surtout des consommateurs de produits finis. Solution de rapidité certes, mais aussi de facilité ! Tout le monde n'est pas électronicien, sans doute et la réalisation d'un bon ensemble RC n'est pas si simple ! Peu s'y risquent mais ceux qui tentent l'aventure ne le regrettent pas, s'ils sont persévérants, car faire voler un avion, ou simplement faire naviguer un bateau avec un ensemble fait de ses propres mains, c'est tout de même bien exaltant !

Nous comprenons cependant très bien la réticence des autres, bien plus nombreux hélas ! Ils ne se font pas confiance ; ils ne croient pas que ce soit possible, ils craignent l'échec, ils doutent de la fiabilité ! Quel dommage et nous voudrions les convaincre qu'ils ont tout de même tort de ne pas essayer !

C'est un peu le but secret de cet ouvrage ! Nous allons, en effet, proposer dans ces pages de nombreux petits montages, souvent très simples mais toujours très utiles. Si simples et si utiles que, nous l'espérons, beaucoup se laisseront tenter ! Cette expérience sans risque (sinon quelques francs !!) permettra ainsi à tout un chacun de tester ses possibilités et de savoir s'il peut aller plus loin ! Nous sommes persuadé que beaucoup le peuvent ! Car qui sait réaliser de toutes pièces un

magnifique modèle peut sans doute souder quelques composants !

Et puis, chers amis modélistes qui n'y avez pas encore goûté, sachez que l'électronique... c'est terriblement passionnant ! Nous ne connaissons pas de "mordus" qui ne jubilent devant la moindre nouveauté, le plus petit circuit intégré qui change tout ? Prenez donc confiance et construisez avec nous quelques-uns des "gadgets" offerts par cet ouvrage. Laissez ensuite incuber le virus, puis lorsque la fièvre aura un peu monté passez à la vitesse supérieure en construisant votre propre ensemble. Nous avons écrit des ouvrages sur le sujet (1). Ils vous permettront le succès à coup sûr. C'est ce que nous vous souhaitons !

(1) Chez le même éditeur : "Initiation pratique à la radiocommande" et "Construction d'ensembles de radiocommande".

1. Le circuit imprimé

Le montage électronique actuel se réalise toujours sur un "circuit imprimé" c'est-à-dire un support isolant sur lequel des pistes de cuivre réalisent la quasi totalité des connexions entre les composants qu'il supporte.

Le matériau utilisé est presque toujours du "verre époxy" c'est-à-dire un isolant à base de fibres de verre compressées et imprégnées de résine époxy. Une pellicule de cuivre très fine ($< 100 \mu\text{m}$) est fortement collée sur le support.

Le traitement consiste à supprimer le cuivre là où il n'y a pas de liaison à assurer et à le laisser au contraire là où on doit relier les composants. Le cuivre est supprimé par attaque chimique, soit à l'acide nitrique, soit au perchlorure de fer. Toute la difficulté réside dans le fait qu'il faut protéger le cuivre là où il doit rester. On peut utiliser des encres résistantes mais il faut alors tracer le dessin des pistes à la main, ce qui n'est pas à la portée de tout le monde.

C'est pourquoi nous préconisons ci-dessous une méthode, peut-être un peu plus onéreuse, mais beaucoup plus sûre et qui permet d'obtenir des résultats presque parfaits : C'est le tracé avec symboles à report direct.

Deux maisons sont spécialisées dans la fabrication de ces symboles. C'est ALFAC et MECANORMA. On préférera les symboles de cette dernière car étudiés spécialement pour l'attaque directe au perchlorure et par conséquent plus résistants.

Voici le détail de la méthode : (Voir **figure 1.1**)

— Découper la plaquette d'époxy à des dimensions légèrement supérieures à ce qui est nécessaire.

— Nettoyer cette plaquette avec une éponge abrasive fine et détergent de manière à avoir une surface propre et bien dégraissée. Attention aux traces de doigts ultérieures.

— En plaçant la plaquette, immobilisée avec du Scotch, sous le dessin à reproduire, décalquer à l'aide de papier carbone.

— Passer ensuite à l'opération transfert des symboles. Chacun étant reporté à l'aide d'une spatule de matière plastique. A la fin lisser le tout à travers le papier protecteur des symboles pour une parfaite adhérence. Vérifier à la loupe pour dépister les ruptures et corriger les défauts.

— Passer à l'attaque au perchlorure. Ce dernier éventuellement porté à 30 ou 40° pour une action plus rapide. Placer en principe, le cuivre vers le bas, la plaquette flottant à la surface. L'idéal est l'utilisation d'une cuve verticale à bulles d'air, produites à l'aide d'une pompe d'aquarium. Une telle cuve se fabrique en plexiglass collé à l'araldite.

N.B. Attention, le perchlorure est un "sale" produit faisant des taches partout. Si vous voulez éviter la guerre dans votre famille, prenez les plus grandes précautions !

— La gravure étant achevée, nettoyer la plaquette à l'eau claire, puis enlever les symboles à l'alcool ou à l'acétone. Faire à nouveau un nettoyage à l'éponge abrasive (attention, la couche de cuivre est mince !).

— L'opération suivante est l'étamage. Il est possible d'utiliser le flux 2002 de CAMPING-GAZ. L'étaler au pinceau et chauffer au fer à souder. Cependant on peut tout simplement étamer à la soudure ordinaire. Nous étalons au préalable une très fine couche de pâte à souder pour une meilleure prise de la soudure. Le grand art consiste à ne mettre qu'une couche très fine et régulière d'étain. On ne réussit pas toujours au premier essai. Attention, il faut un fer bien chaud. Ne pas cuire le circuit tout de même : Les passages du fer devant être rapides. L'étamage fait, nettoyer vigoureusement à l'acétone d'abord et à l'eau savonneuse ensuite. Bien sécher.

— Pratiquer à la mise aux dimensions exactes de la plaquette et au perçage de tous les trous.

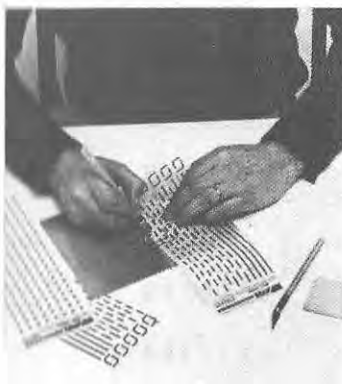
Comme on peut le constater, la réalisation complète d'un circuit imprimé est une opération qui demande un certain temps, sans parler du soin. C'est pourquoi de nombreux réalisateurs répugnent à ce genre de travail ! A toutes fins utiles, nous signalons que la maison SELECTRONIC peut en principe



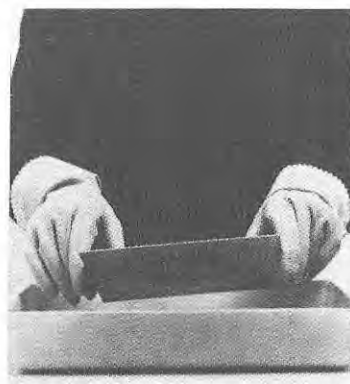
A. Nettoyage de la plaque à l'eau savonneuse et à l'éponge abrasive.



B. Report du dessin sur la plaque avec un papier carbone.



C. Transfert des symboles.



D. Gravure de la plaque dans le perchlorure. La face cuivre est disposée vers le bas. Après gravure, nettoyage à l'eau claire, élimination des symboles à l'acétone ou au benzène, étamage des pistes et enfin perçage.

Fig. 1.1. — Réalisation d'un circuit imprimé par la méthode des transferts. Document MECANORMA.

vous fournir presque tous les CI de cet ouvrage. (étamés et percés). Dans le cas contraire, l'auteur pourra vous fournir ce circuit imprimé qui vous manque, sur demande avec enveloppe self-adressée et timbrée pour envoi des conditions. Toutefois l'auteur ne fournira que des circuits simplement gravés, ni étamés, ni percés.

Pour terminer ce chapitre nous donnons ci-dessous les références exactes des symboles nécessaires pour la réalisation des divers circuits de cet ouvrage.







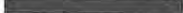




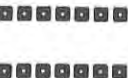
SYMBOLES MECANORMA			
	2192300		2191000
	2192400		2191100
	2192500		2191300
	2192600		2191900
SYMBOLES ALFAC			
	EC947		EC993/1
	EC940		EC996/1

Fig. 1.2 - Les symboles utilisés pour la gravure directe. Pour réaliser les larges surfaces de masse, utiliser le film adhésif NORMAPAQUE, disponible en feuille PF (225 mm X 90 mm). Découper avec une lame la forme désirée et l'appliquer directement sur la plaque en frottant soigneusement pour une bonne adhérence.

2. Voltmètre à Leds

Combien de fois n'avez vous pas pesté sur le terrain de vos évolutions, en constatant que si vous aviez un voltmètre, vous pourriez savoir si votre batterie est réellement à plat, ou si c'est l'interrupteur qui est mauvais, ou si c'est le cordon qui est coupé ! Hélas, tous les modélistes ne possèdent pas un contrôleur universel - et c'est bien dommage - mais même ceux qui possèdent cet appareil l'ont rarement dans leur boîte de terrain, considérant que cet appareil fragile et coûteux est bien mieux, au chaud, dans l'atelier !

C'est donc pour répondre à ce petit problème que nous vous proposons un voltmètre entièrement statique, rustique et vraiment peu fragile !



Photo 2.A. - Le voltmètre à Leds dans son boîtier.

2.1 Le schéma

Voir **figure 2.1**. Notre voltmètre utilise un circuit spécial de NS : Le LM3914. Ce circuit intégré encapsulé en DIL 18 broches comprend :

- une référence de tension de 1,25 V.
- dix comparateurs de tension, montés en échelons et associés à 10 résistances montées en diviseur de tension.
- un amplificateur d'entrée des tensions à mesurer.

Chaque comparateur peut commander directement une diode Led, sans résistance externe. On réalise ainsi un échelon de 10 diodes donnant 10 points de mesure dans la gamme envisagée.

Le schéma pratique de la **figure 2.1** montre tout d'abord que le montage est alimenté par la tension à mesurer. Celle-ci doit donc être assez musclée pour allumer une diode Led. C'est évidemment le cas de nos batteries de radiocommande.

La diode D_1 protège l'électronique des inversions de polarité.

Le voltmètre fonctionne en "échelle dilatée", c'est-à-dire dans une plage assez réduite autour de la valeur typique qu'il doit mesurer. Le potentiomètre P_2 règle le point bas de cette plage, tandis que P_3 en cale le point haut. Ainsi en gamme "5 V", P_2 est réglé pour que 4,5 V allument la première diode, tandis que 5,4 V allument la dernière grâce au réglage de P_3 . On a donc un écart de 1/10 V exactement en passant d'une diode à l'autre. Pour les valeurs intermédiaires entre dixièmes de volts, deux diodes consécutives vont s'allumer.

Les trois diodes inférieures sont rouges, indiquant une tension trop basse et donc dangereuse (4,5 V, 4,6 V, 4,7 V). Les quatre diodes centrales sont vertes, indiquant une tension normale (4,8 V, 4,9 V, 5,0 V, 5,1 V). Enfin les trois dernières sont jaunes, indiquant une batterie très bien chargée (5,2 V, 5,3 V et 5,4 V). D'un simple coup d'œil vous serez ainsi renseigné sur l'état de charge de votre batterie 4,8 V !

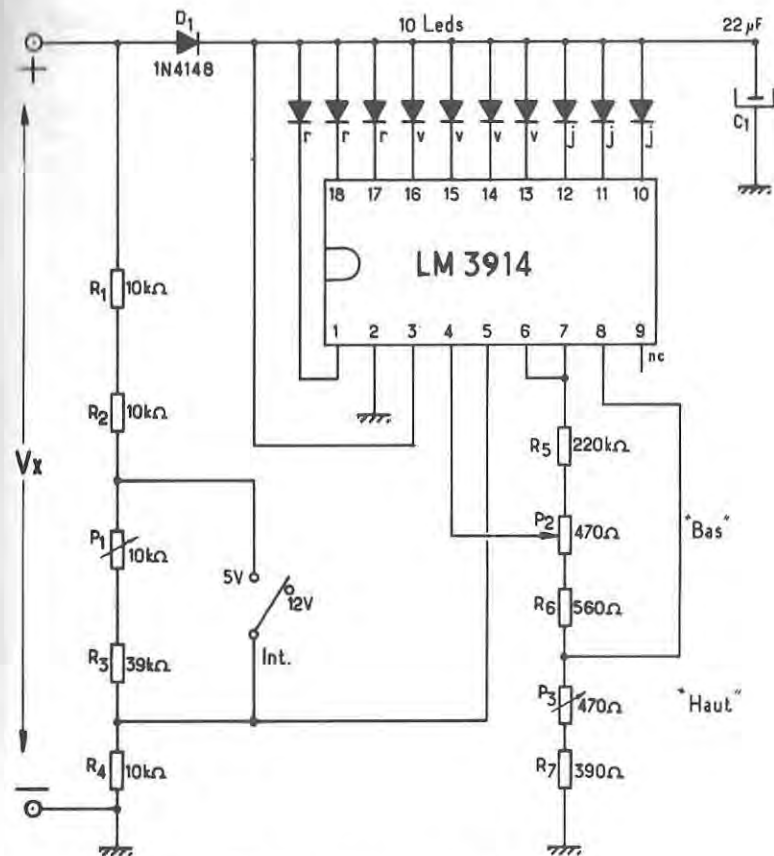


Fig. 2.1. - Schéma du voltmètre.

La tension à mesurer est appliquée sur l'entrée "5" du LM3914, par un pont diviseur de trois résistances de 10 kΩ, en gamme "5 V".

Pour mesurer 12 V, il suffit de modifier ce pont diviseur en conséquence, en intercalant P_1 et R_3 dans la branche d'entrée.

P, sert ainsi au calage de la gamme haute. On le réglera pour allumer, avec 12,00 V la quatrième diode Led, c'est-à-dire la première verte.

Le rapport de modification gamme 1/gamme 2 étant de $12,00 : 4,80 = 2,5$, les échelons de tension mesurables d'une diode à l'autre, sont 2,5 fois plus grands en gamme haute qu'en gamme basse, soit de $2,5 \times 0,1 \text{ V} = 0,25 \text{ V}$ ou $1/4 \text{ V}$. Dans ces conditions les diodes s'allument respectivement pour 11,25 V, 11,50 V, 11,75 V, 12,00 V, 12,25 V, 12,50 V, 12,75 V, 13,00 V, 13,25 V et 13,50 V. C'est une répartition très commode, ne posant aucun problème de lecture. Vous pouvez alors apprécier avec une excellente précision la tension de la batterie de votre émetteur, celle de votre accu de démarreur, ou même de votre automobile.

Si la tension appliquée est excessive, sortant de la gamme prévue, la dernière diode Led s'allume en permanence. Si, au contraire, cette tension est insuffisante, aucune des diodes ne s'allume. Notons cependant que la tension de fonctionnement minimum du LM3914 est de l'ordre de 3 V et que si l'on descend à cette valeur, le circuit commence à bafouiller, allumant anarchiquement les diodes.

2.2 Réalisation

2.2.1 Le circuit imprimé

Voir **la figure 2.2**. En époxy simple face de 15/10. Percer tous les trous à 8/10. Agrandir à 10/10 les trous de l'interrupteur et à 12/10 ceux des résistances ajustables.

2.2.2 Liste des composants

1 LM3914N	1 1N4148
3 Diodes Leds plates rouges	1 inter 51MP de Jeanrenaud
4 Diodes Leds plates vertes	1 support DIL 2 x 9 br
3 Diodes Leds plates jaunes.	2 douilles Comatel
	réf. 23 00 032.

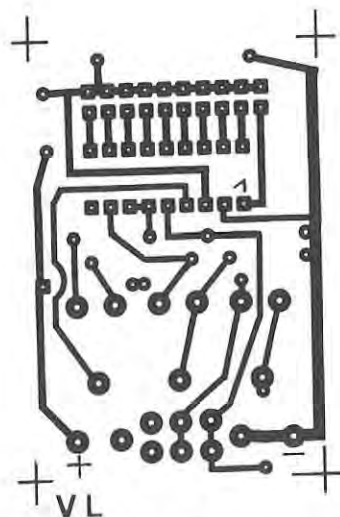


Fig. 2.2. - CI du voltmètre.

Résistances 1/4 W 5%

- 1 220 Ω
- 1 390 Ω
- 1 560 Ω
- 3 10 k Ω
- 1 39 k Ω

Ajustables type VA05H : 1 de 10 k Ω et 2 de 470 Ω
 1 22 μF Ch
 1 boîtier plastique SLM réf. PT24.

2.2.3 Le montage

C'est l'affaire d'une demi-heure en se référant à la **figure 2.3**. Le plus difficile est d'aligner les diodes Leds (1)

(1) Attention au sens de ces diodes. En cas de doute, les tester avec une pile de lampe de poche. En montant une résistance de 220 Ω en série avec la diode, on peut déterminer facilement la polarité provoquant l'allumage et ainsi savoir lequel des deux fils il faut relier à la ligne + du circuit imprimé.

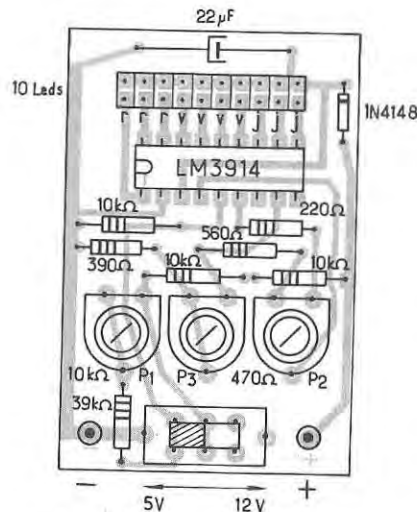


Fig. 2.3. - Pose des composants.

comme à la parade. Le sommet de chacune doit se trouver à 15 mm au-dessus de la plaquette. Tous les autres composants à plat sur le CI, sans précaution particulière.

2.2.4 Essais et réglages

Bien vérifier le travail. Souder les fils d'entrées + et - (si vous n'avez pas monté les douilles Comatel). Embrocher le LM3914 dans le bon sens. Commuter en gamme 5 V.

Dans l'idéal, pour un réglage parfait, il faudrait disposer d'une alimentation stabilisée à tension de sortie réglable et d'un multimètre numérique. A défaut on se contentera dans le pire des cas, d'une pile sèche de lampe de poche neuve et d'une batterie 4,8 V cadmium-nickel chargée à bloc.

Dans ce dernier cas, commencer par mesurer la tension de la batterie 4,8 V et régler P₃ pour obtenir tout juste l'allumage de la dernière diode Led. Puis mesurer la tension de la pile et

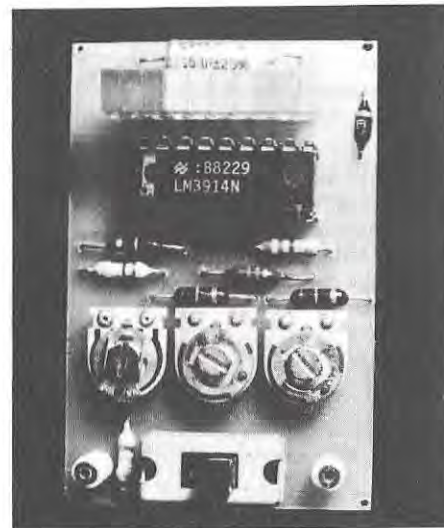


Photo 2.B. - Le CI et ses composants.

régler P₂ pour obtenir de justesse l'allumage de la première de ces diodes. Dans ces conditions, la gamme va, comme prévu de 4,5 V (tension de la pile neuve) à 5,4 V (tension de la batterie en fin de charge).

Les amateurs disposant du matériel cité plus haut, feront la même chose avec plus de précision.

Il reste à caler la deuxième gamme. Les réalisateurs démunis mesureront simplement la tension d'une batterie de 12 V au plomb, moyennement déchargée. La tension de ces générateurs à courbe de décharge très plate est très voisine des 12 V nécessaires. Régler P₁ pour avoir juste l'allumage de la première Led verte.

2.2.5 Boîtier

Le montage rentre tout juste dans un boîtier plastique SLM type PT24. Il faudra évidemment y ménager les ouvertures

nécessaires pour le passage des diodes et de l'interrupteur. Deux trous également pour les douilles Comatel ou les fils soudés alors à demeure. Avec les douilles, les cordons de mesure sont détachables, ce qui est plus pratique pour le rangement.

Comme on le voit sur la photo A, le prototype a été agrémenté d'un Scotchcal améliorant l'esthétique et facilitant la lecture des tensions mesurées.

3. Chargeur 12V/12V

Quelques émetteurs RC sont alimentés par une batterie de 12V. Les modèles TF6 et TF7 de l'auteur sont de ce nombre. Si la recharge à la maison ne pose pas de problème, il n'en est pas de même sur le terrain ou... en vacances !

Pas question en effet de se servir de la batterie 12V de la voiture, car charger 12V avec 12V, c'est impossible !

Du moins c'est ce que vous croyez peut-être ! Le chargeur décrit ci-dessous va vous démontrer le contraire !

3.1 Etude théorique

C'est très simple : il s'agit d'un doubleur de tension pour courant continu. Reportons nous à la **figure 3.1**. Tout d'abord nous y trouvons un classique oscillateur RC construit avec les inverseurs N_1 et N_2 d'un 4069, qui en contient six. Cet oscillateur délivre un créneau rectangulaire à environ 4 kHz. Les quatre inverseurs N_3 à N_6 donnent du "muscle" à ce créneau. Ils permettent ainsi l'attaque du commutateur à transistors. Le niveau haut du créneau fait conduire T_1 et bloque T_2 , tandis que le niveau bas fait le contraire. Dans le second cas, C_1 se charge à travers D_1 et T_2 , sous 12V. Dans le premier cas, les 12V de charge de C_1 se connectent en série avec les 12V de l'entrée donnant ainsi une tension totale voisine de 24V, qui charge C_2 . D_2 interdit la décharge de C_2 en retour vers l'entrée.

La tension doublée est appliquée sur les entrées de deux régulateurs LM317 montés en régulateurs de courant. Le courant de sortie est donné par la relation.

$$I_s = \frac{1,2}{R_s}$$

Avec $R_s = 12 \Omega$ on obtient 100 mA.

Avec $R_s = 24 \Omega$ on obtient 50 mA.

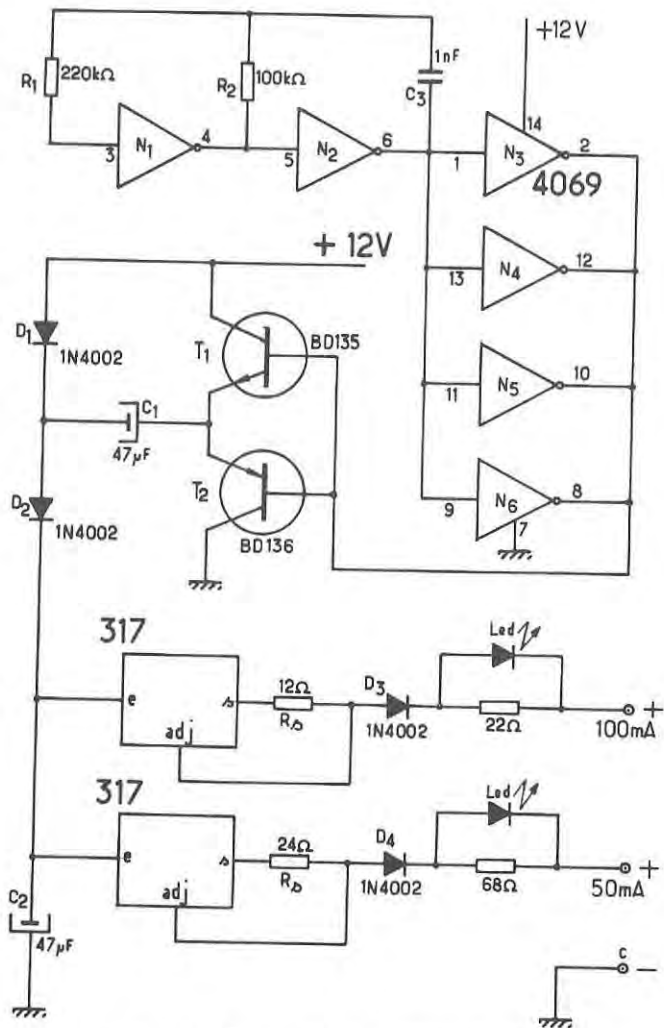


Fig. 3.1. - Schéma du chargeur 12 V/12 V.

Les diodes D_3 et D_4 empêchent le claquage des régulateurs lors du branchement de la batterie à charger, le chargeur étant à l'arrêt. Des diodes Leds convenablement shuntées visualisent le courant de charge.

Normalement les deux sorties peuvent charger des batteries de 12V (10 éléments Cd-Ni) et même une batterie de 12V et une batterie de 4,8V en série. Ce résultat est possible par l'utilisation des LM317 dont la chute de tension interne est seulement de 1,25V.

Les générateurs de courant constant ainsi réalisés assurent que le courant de charge est toujours de 50 ou 100 mA quelle que soit la tension de la batterie connectée. Même la sortie en court-circuit, le débit ne dépasse jamais la valeur programmée.

3.2 Réalisation

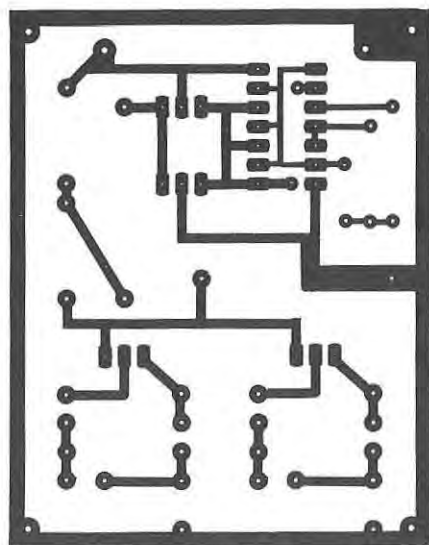
Voilà un excellent exercice de départ pour un débutant en électronique. C'est très simple et il n'y a aucun réglage. Ça marche, la dernière soudure encore tiède !

3.2.1 Le CI

Voir **figure 3.2**. Tracé très simple sur de l'époxy simple face de 15/10. Etamage puis perçage général à 8/10. Agrandir ensuite les trous d'angles à 25/10, les trous de $D_1, D_2, D_3, D_4, C_1, C_2$, et des BD... à 10/10. Enfin à 12/10, les trous des LM317.

3.2.2 Liste des composants

1 4069	1 22 Ω
1 BD135 (ou 137 ou 139)	1 24 Ω
1 BD136 (ou 138 ou 140)	1 68 Ω
4 1N4002	1 1 nF MKH
2 LM317 T	2 47 μ F Ch. 63V.
2 leds rouges de 5 mm	1 support DIL 2 \times 7 br.
1 100 k Ω	6 picots à fourche (facultatifs)
1 220 k Ω	pour branchements.
1 12 Ω	(Réf. DM92-MFOM)



CH 12/12

Fig. 3.2. - CI du chargeur.

3.2.3 Montage et essais

Commencer par la pose du strap, sous le 4069, puis monter et souder le support DIL. Souder les résistances et condensateurs. Puis passer aux diodes et transistors. Pour les BD... la figure montre que la métallisation est tournée vers les LM317. Pour ces derniers c'est l'inverse, elle est tournée vers les BD... Le sens des diodes ne pose pas de problème, le trait étant bien visible sur les boîtiers. Tous ces composants ne sont pas très fragiles et peuvent supporter les sévices des électroniciens en herbe !

Si vous choisissez la solution luxueuse des picots à fourche, il faudra avant le câblage ci-dessus procéder à leur sertissage. Percer un peu en dessous du diamètre de la partie crantée et emmancher à force, puis souder.

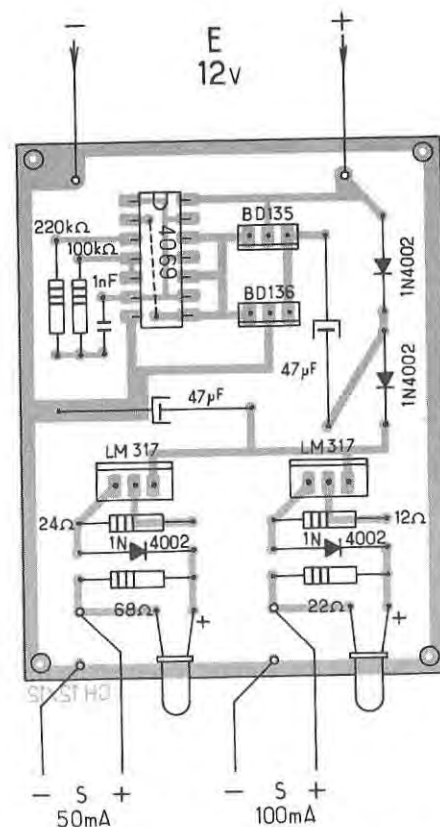


Fig. 3.3. - Pose des composants.

Vous pourrez constater sur la photo que nous avons opté pour une solution plus économique en récupérant les fils des diodes et en les formant en guise de cosses rondes.

Après une bonne vérification, monter le 4069 et raccorder à la batterie primaire de 12V. Mesurer que la tension atteint 22V aux bornes de C₂. Relier les bornes de sortie directement à un

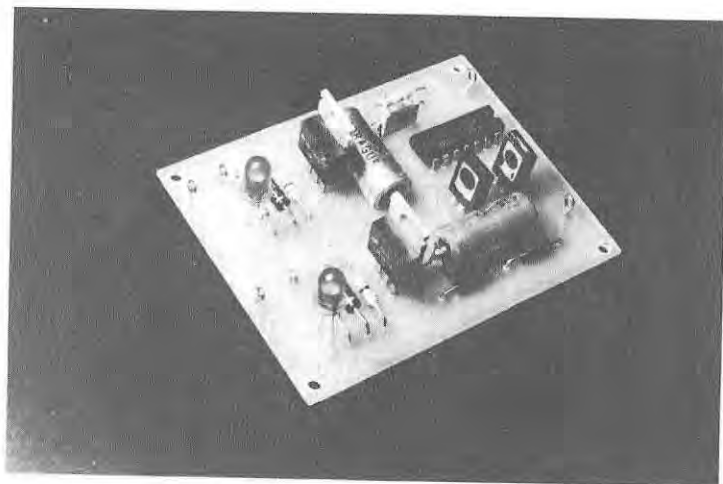


Photo 3.A. - Le chargeur 12 V/12 V.

milliampèremètre de calibre suffisant et trouver respectivement 50 et 100 mA sur les sorties, avec allumage de la Led.

C'est terminé. Il vous reste à mettre ce montage dans une boîte quelconque et à l'utiliser. Avec ce chargeur, plus jamais de batterie à plat ! Il suffit d'alterner un vol et une recharge. Comme le vol dure moins longtemps que les bavardages qui s'en suivent, la batterie a le temps de récupérer son énergie !

4. Glow-driver

Les moteurs à explosion utilisés en modélisme sont presque tous du type à GLOW-PLUG, ou "bougies luisantes". Rappelons simplement aux néophytes qu'il s'agit d'une bougie à filament métallique. Au démarrage du moteur, ce filament est porté au rouge par un courant électrique. Lorsque le moteur tourne, il est possible de supprimer le courant de chauffage, la chaleur dégagée par les explosions maintenant le filament au rouge et assurant les explosions suivantes.

Toutes les glow-plugs courantes sont alimentées sous une tension de l'ordre de 1,5V. L'élément d'accumulateur au cadmium-nickel, avec ses 1,2V ne permet pas un démarrage correct, le filament n'étant pas assez rouge. L'élément de pile de 1,5V serait parfait si l'intensité exigée (de 2 à 4A) n'était pas incompatible avec ce type de générateur. Le modéliste doit donc avoir recours à l'élément au plomb classique dont les 2V, cette fois excessifs, sont tempérés par des fils de liaison assez longs.

A l'heure actuelle, de nombreux modélistes disposent, pour le lancement de leurs moteurs, d'un démarreur électrique fonctionnant sous 12V. Il faut alors prévoir deux batteries différentes, une de 2V et une de 12V, nécessitant deux systèmes de charge eux aussi différents. C'est bien gênant !

D'où l'idée d'alimenter la glow-plug par cette batterie de 12V (qui peut-être celle de la voiture ayant amené le modéliste sur le terrain). Une solution rudimentaire consiste à insérer dans les fils de liaison une résistance chutrice calculée pour ramener de 12 à 1,5V, la tension effective sur la bougie. Très simple certes mais le rendement est parfaitement catastrophique, puisque pour quelques watts nécessaires à la bougie, il faut dissiper $\frac{12-1,5}{1,5} = 7$ fois plus d'énergie dans la résistance.

De plus la tension résiduelle apparaissant aux bornes de la bougie est 12 — RI, cette tension dépend donc autant de la résistance R que de l'intensité consommée I. Il suffit de changer de type de bougie pour que plus rien ne marche, la nouvelle bougie pouvant ou rester froide ou griller dans les "meilleurs délais" !

Une meilleure solution consiste à monter une alimentation stabilisée délivrant les 1,5V. Cette fois plus de problème d'adaptation aux différents cas de figures mais toujours le même rendement catastrophique avec fort échauffement du transistor ballast et nécessité d'un volumineux radiateur.

La bonne solution est celle que nous vous proposons dans ce chapitre : le GLOW-DRIVER, c'est-à-dire une alimentation stabilisée, comme ci-dessus, mais du type à **découpage**, améliorant dans des proportions considérables le rendement du système. De quoi s'agit-il ? C'est simple ! La tension de 12V de la batterie est appliquée directement sur la bougie... pendant un temps très court, juste assez long pour que la température soit atteinte. Puis le courant est coupé. Dès que le système constate la baisse de température, il rétablit le contact. Tout cela automatiquement, bien sûr et à une cadence de quelques 20000 fois par seconde !

4.1 Le schéma

Très simple comme vous pouvez le constater en **figure 4.1**. Evidemment cette simplicité apparente est due à l'emploi, une fois encore d'un circuit intégré spécialisé : Le TL497N, spécial pour alimentation à découpage.

Un petit coup d'œil sur la **figure 4.2**, pour voir ce qui se trouve "dedans" ! Tout d'abord une référence de tension qui permettra au circuit de fournir une tension de sortie bien stable. Puis un oscillateur qui va assurer le découpage. C'est le condensateur C_3 qui fixe la fréquence à 20 kHz environ. La sortie de l'oscillateur commande la conduction d'un transistor interne, suffisant pour des applications à petit courant. Dans notre cas, ce transistor interne en commande un autre externe, permettant d'atteindre un courant de sortie de plusieurs ampères.

L'oscillateur est contrôlé d'une part par un comparateur piloté par la référence interne et mesurant constamment la tension de

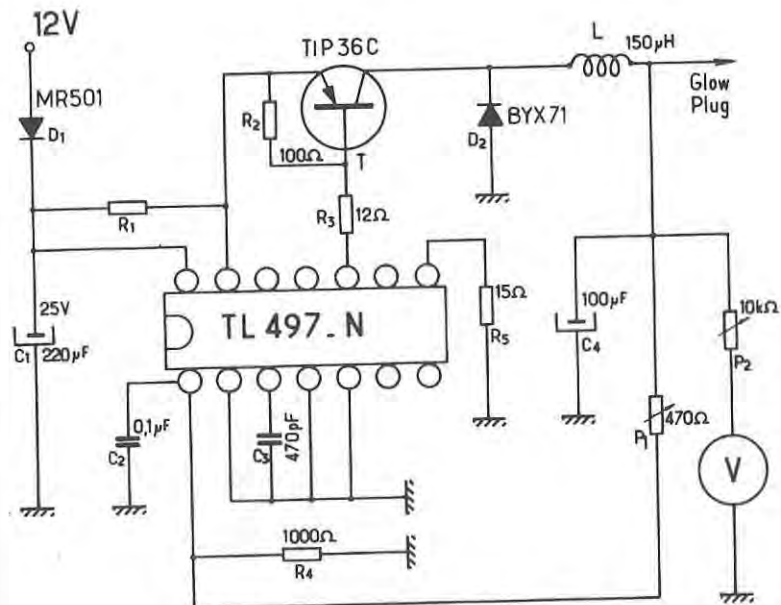


Fig. 4.1. - Schéma du GLOW-DRIVER.

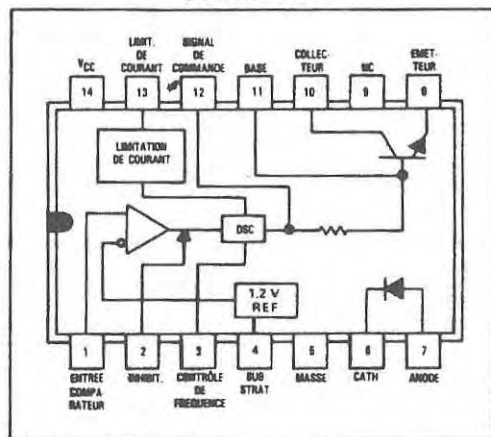
sortie dont le réglage est possible, par le réglage de P_1 entre 1,25 et 2V. D'autre part l'oscillateur est également contrôlé par le circuit de test d'intensité. On obtient ainsi une régulation en courant donnant une protection contre les court-circuits de la sortie.

Comme nous l'avons vu, l'oscillateur fait conduire périodiquement le transistor interrupteur T, le courant passe dans l'inductance et... la bougie. Il y a alors accumulation d'énergie dans la bobine. Lors de la coupure de courant, la bobine restitue son énergie dans la bougie à travers une diode D_2 spéciale. La tension aux bornes de la bougie est légèrement triangulaire : pente montante pendant la conduction et pente descendante pendant le blocage. Le comparateur interne assure le redéclenchement de l'oscillateur dès que la tension de sortie sort de la fourchette prévue.

TL497

BOITIER ENFICHABLE J OU N

(VUE DE DESSUS)



NC : NON CONNECTE

Fig. 4.2. - Structure et brochage du TL 497 N.

Le courant de sortie passe à travers R_1 et y développe une tension appliquée entre les broches 13 et 14. Cette tension est testée par le circuit interne de régulation de courant. Dès que ce courant devient excessif, le circuit bloque l'oscillateur et donc le transistor interrupteur, jusqu'à retour à un niveau normal. La régulation de courant maximum est donc automatique.

Tout cela est très simple et fonctionne parfaitement ! Un volt-mètre calibré par P_2 à 2V de déviation maximum, permet un ajustement précis de la tension de sortie. La diode d'entrée 12V, D, évite aux étourdis de claquer l'électronique par erreur de polarité.

Le GLOW-DRIVER fonctionne parfaitement de 6 à 12V, sans modification notable de la tension et du courant de sortie. C'est dire qu'il n'y a absolument pas à craindre les chutes de tension de la batterie de 12V, lorsque le démarreur est en action.

Pour une consommation de 4 A sous 1,5V à la bougie, le débit est de 1,2 A sur le 12V, d'où un rendement de 40% ce qui est tout

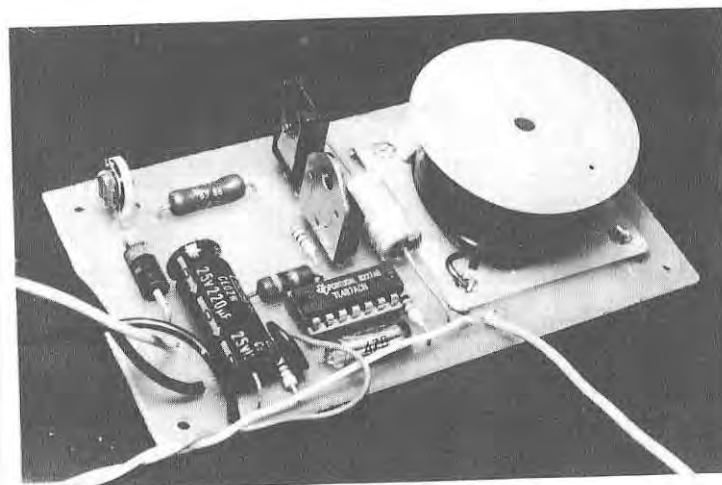


Photo 4.A. - Le CI du GLOW-DRIVER.



Photo 4.B. - Le GLOW-DRIVER terminé.

à fait satisfaisant et sans aucun rapport avec le système de la résistance ou de la stabilisation simple (dont le rendement est de l'ordre de 10%). La possibilité en courant du GLOW-DRIVER est de 5 A, intensité suffisante pour tous les types de bougies.

4.2 La réalisation

4.2.1 Le circuit imprimé

Voir la **figure 4.3**. Encore un circuit très simple, réalisable à la main sans grosse difficulté. A faire en époxy de 15/10. Après étamage et perçage général à 8/10, agrandir les trous des gros composants à 10 ou 12/10, ceux du TIP36 à 15/10. Les trous d'angles sont à 20/10. Les fentes de passage des cosses de la bobine sont amorcées au foret de 10/10 puis allongées à la scie fine.

4.2.2 Liste des composants

1 TL497N + Support DIL	1 potentiomètre P20 470 Ω /A
14 br.	1 470 pF styroflex
1 TIP36C	1 0,1 μ F céramique
1 BYX71 (ou BY205/100)	1 100 μ F ch/25V
1 MR501	1 220 μ F ch/25V
1 0,22 Ω bob 5W	1 Bobine à air Audax
1 12 Ω 1/2W	0,15 mH
1 15 Ω 1/2W	1 vumètre 400 μ A, MIN420
1 100 Ω 1/2W	1 interrupteur 7101
1 1000 Ω 1/2W	2 douilles bananes de 4 mm, isolées.
1 ajustable VA05V 10 k Ω	

4.2.3 Montage

On ne peut pas en dire grand chose, la réalisation étant accessible à quiconque sait souder. Monter le support DIL, les composants passifs, les semi-conducteurs (attention de mettre la diode plate dans le bon sens, la métallisation côté de la 0,22 Ω). Terminer par la pose de la bobine.

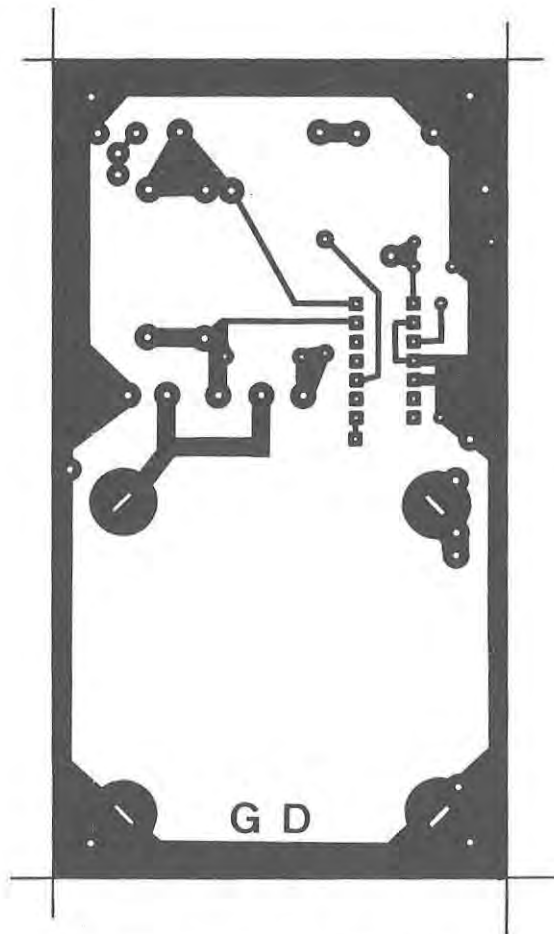


Fig. 4.3. - CI du GLOW-DRIVER.

4.2.4 La mise en service

Bien vérifier tout le travail. Souder les fils d'arrivée du 12V. Relier P₁ par des fils souples. Brancher un voltmètre 10V entre sortie et masse.

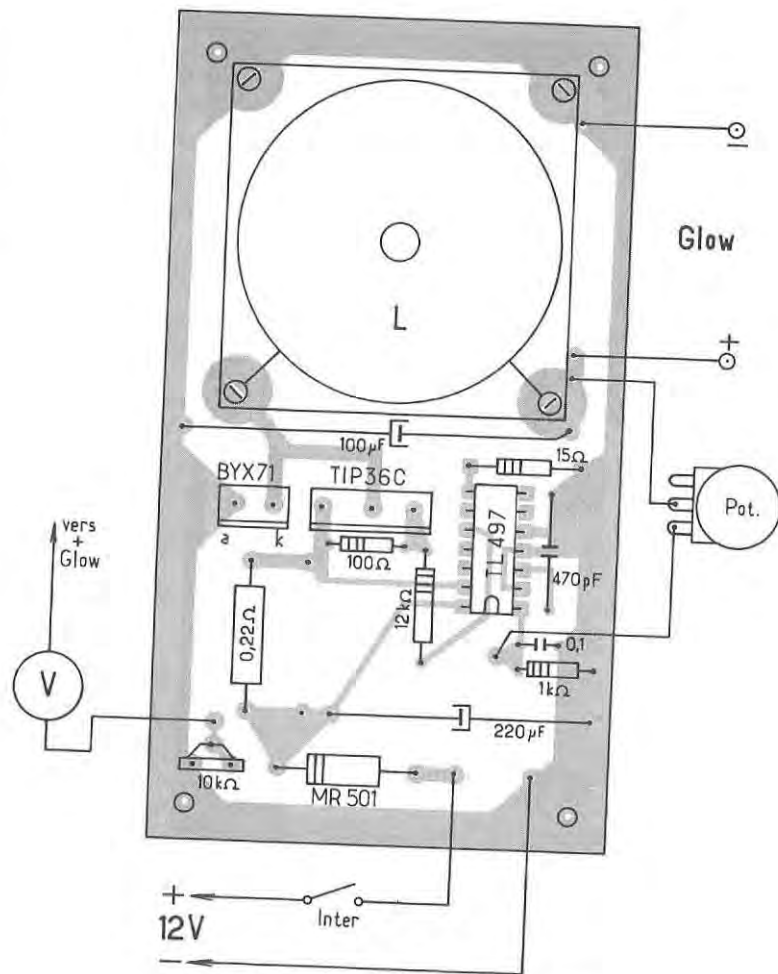


Fig. 4.4. - Réalisation du GLOW-DRIVER.

Embrocher le TL497N et après un dernier coup d'œil... mettre sous tension. Le voltmètre doit marquer immédiatement de 1,25 à

2V, réglables par P₁. Tout va bien et il ne saurait en être autrement si les composants sont bons et le montage sans erreur.

Le vumètre prévu n'aura certainement pas une graduation de 0 à 2V. Il faudra donc le démonter, enlever le cadran avec précaution et le remplacer par un autre soigneusement dessiné sur un bristol blanc. Après branchement selon les indications des figures, le calibrer par comparaison au voltmètre utilisé par ailleurs.

Dernier contrôle et non des moindres : Brancher une bougie à la sortie et vérifier son allumage correct.

4.2.5 Mise en boîte

Les photos vous indiquent comment nous avons monté le prototype de ce GLOW-DRIVER. En fait, notre coffret est un peu juste, mais nous avons voulu faire aussi petit que possible. Nous vous laissons l'initiative du vôtre. Signalons la nécessité de prévoir un radiateur pour T et la diode spéciale. Prévoir simplement une bande d'alu de 20/10, de 20 mm de large, bloquée sur une paroi du coffret, après mise en forme d'équerre. Transistor et diode doivent être isolés par mica et pièces de passage classiques. Enduire les surfaces en contact de graisse silicone pour une bonne dissipation thermique. En fait ces recommandations sont un peu excessives car l'échauffement des deux composants est faible, en utilisation normale. Il faut tout de même prévoir la possibilité d'un court-circuit fortuit et de longue durée. Dans ce cas les radiateurs sont les bienvenus !

4.2.6 Utilisation

C'est évidemment sur le terrain que vous apprécierez le GLOW-DRIVER ! Si certains de ces appareils ont la fâcheuse réputation de griller les bougies comme par plaisir vous constaterez que le modèle décrit est sans reproche à ce sujet. Aussi tranquille qu'une batterie, mais sans les inconvénients de cette dernière. Comme vous avez la possibilité de régler la tension de sortie avec précision, il est souhaitable de définir pour chaque type de bougie la valeur lui convenant le mieux. On observe le filament et on repère le réglage donnant un beau rouge presque

blanc. Noter le résultat pour les démarrages futurs. Ce petit travail fait sérieusement réduira beaucoup les difficultés de mise en route du moteur.

Voilà, nous en sommes sûr, un montage que vous ne regretterez pas d'avoir réalisé !

5. Boîte à relais 2 canaux

Les ensembles proportionnels sont très bien adaptés à la radiocommande des avions et ils se complaisent dans l'asservissement des servo-mécanismes associés. Par contre, l'amateur de bateaux ou de voitures automobiles est un peu gêné quand il s'agit de contrôler la puissance de leurs moteurs électriques de propulsion.

La boîte à relais que nous décrivons ci-dessous permet d'employer une des voies proportionnelles de l'ensemble digital, à cette fin. Elle peut aussi commander les petits accessoires dont sont friands les amateurs de belles maquettes (sirène, treuil, feux de position...).

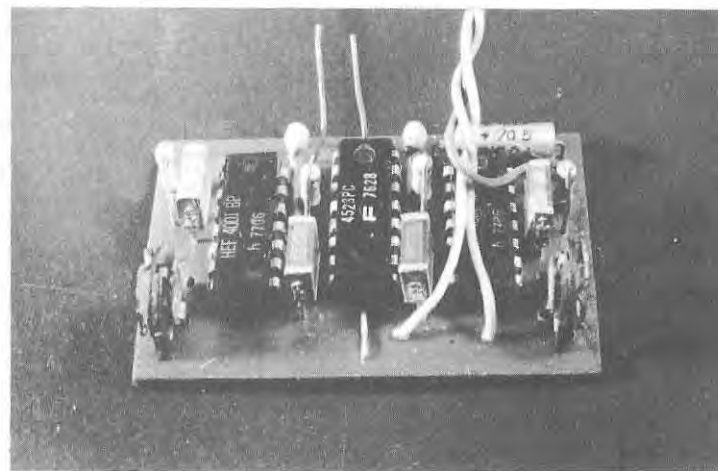


Photo 5.A. - Le CI de la boîte à relais.
N.B. - Utiliser le 4538 et non le 4528.

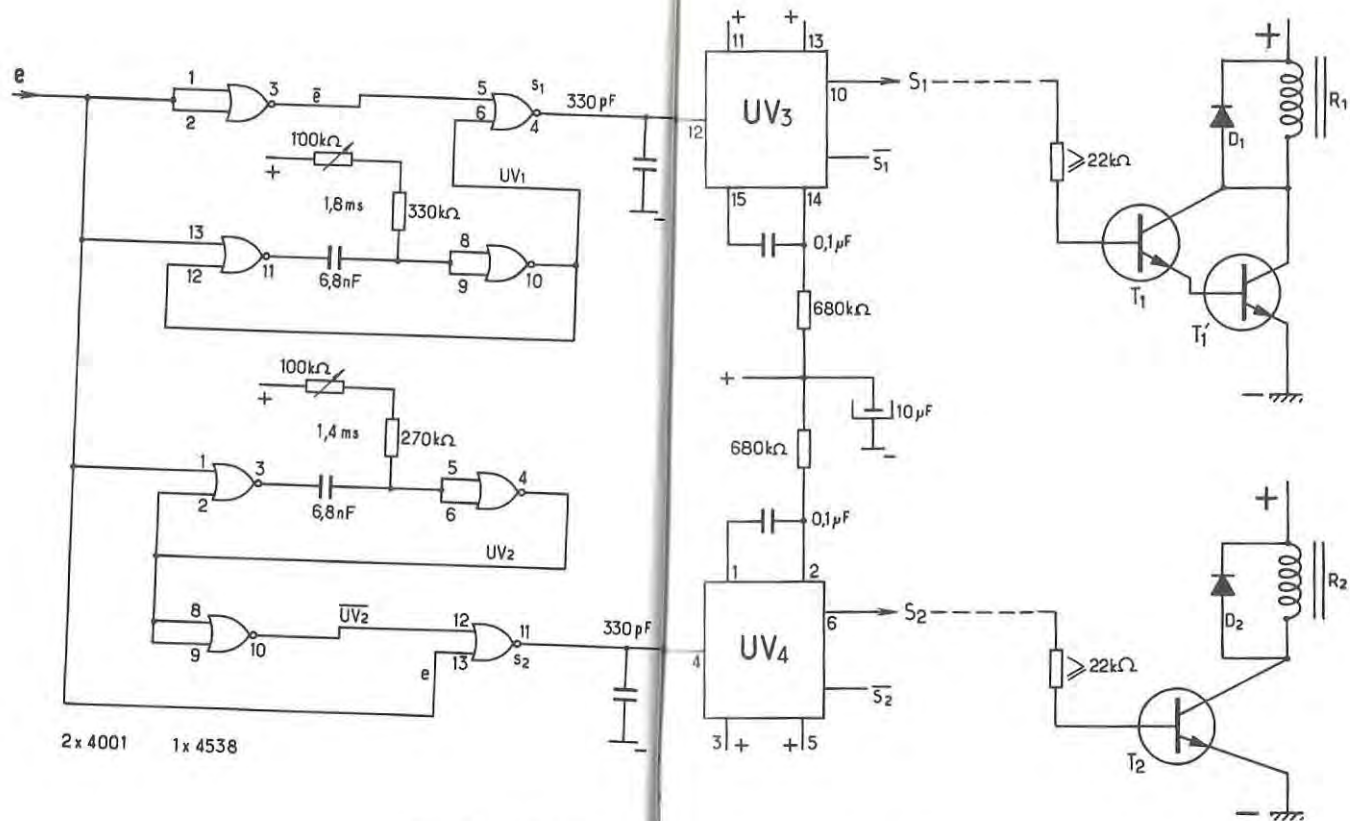


Fig. 5.1. - Schéma

de la « boîte à relais ».

5.1 Le schéma

Voir **figure 5.1**. 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 inférieur 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 $\overline{UV_2}$. Les sorties s_1 et s_2 délivrent les impulsions différences :

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

Voir **figure 5.2.**

Ces sorties déclenchent, à leur tour, chacune un monostable retriggerable UV_3 et UV_4 (ce sont des monostables dont la constante 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 68 ms, alors que les impulsions différences ont la

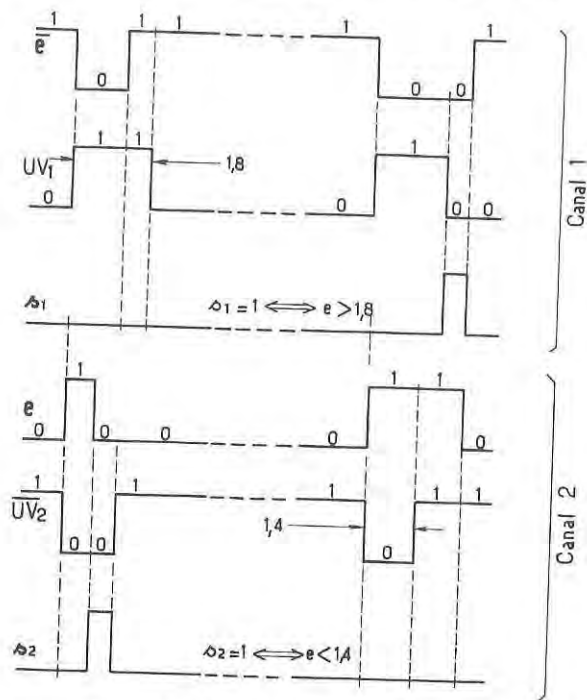


Fig. 5.2. - Diagramme des signaux.

réurrence 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 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 BC549 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.

5.2 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.

5.2.1 Le CI

Voir **figure 5.3.** En époxy simple face de 15/10.

5.2.2 Liste des composants.

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 2 4001 (CD4001, SFF24001...) | 2 6,8 nF MKM ou MKH 100 V |
| 1 4538 (CD4538, SFF24538...) | 2 0,1 μ F MKM ou MKH 100 V |
| 1 270 k Ω 1/4 W | 1 10 μ F tantale cylindrique |
| 1 330 k Ω 1/4 W | 1 connecteur et fil souple |
| 2 680 k Ω 1/4 W | Relais et transistors |
| 2 Pot. Aj VA05V 100k Ω | pour mémoire. |
| 2 330 pF céramique perle | |

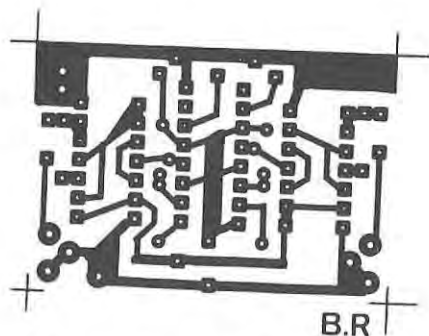


Fig. 5.3. - CI pour « boîte à relais ».

5.2.3 Pose des composants

Voir **figure 5.4**. Rien de particulier, hormis les précautions classiques.

5.2.4 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

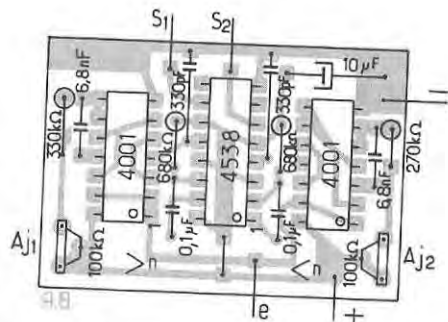


Fig. 5.4. - Pose des composants de la « boîte à relais »

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_{21} 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.

5.2.5 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 **figure 5.5**.

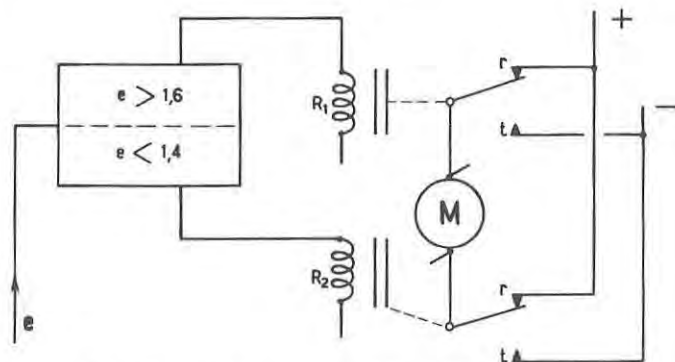


Fig. 5.5. - Une boîte à relais donne marche avant, marche arrière et arrêt.

— Deux boîtes à relais avec seuils répartis assurent avec commande par une seule voie, l'arrêt, deux vitesses avant et deux vitesses arrière. Voir **figure 5.6**.

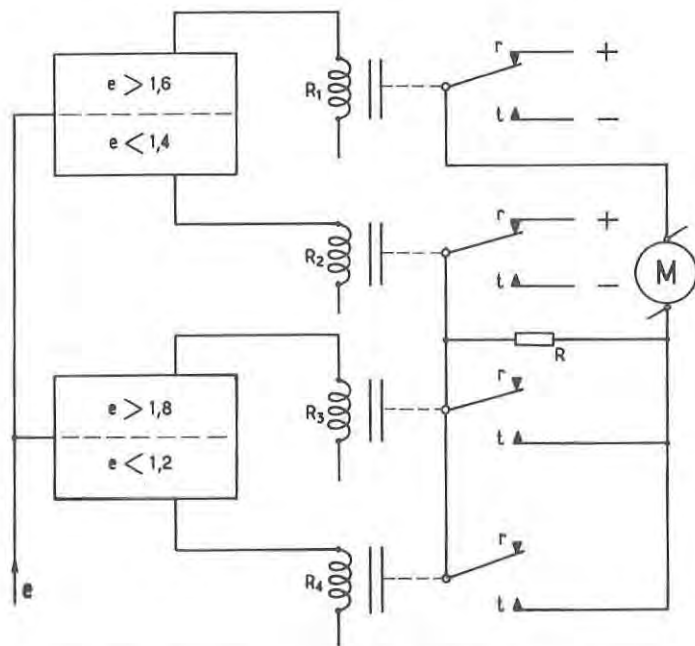


Fig. 5.6. - Deux boîtes à relais donnent 2 vitesses avant, 2 arrière, l'arrêt.

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).

6. Variateur pour propulsion électrique

La boîte à relais du chapitre précédent permet la commande du moteur électrique de propulsion d'un modèle de bateau ou de voiture. Cependant cette commande en tout ou rien manque un peu de souplesse. Pour satisfaire l'amateur de proportionnel, nous allons décrire dans ce chapitre un interface spécial qui s'intercale entre récepteur et moteur et qui donne une bien plus grande souplesse puisqu'il permet un dosage précis de la vitesse de rotation de l'arbre moteur. Ce dispositif particulier est un VARIATEUR électronique.

6.1 Le schéma

Il s'agit d'un montage classique, amélioré par l'emploi de composants un peu particuliers : les coupleurs opto-électroniques.

Mais observons la **figure 6.1** qui nous montre déjà que le variateur est un montage relativement compliqué. En fait il s'agit encore d'une alimentation à découpage : la tension batterie moteur est appliquée puis déconnectée, au rythme de la séquence de transmission (donc 50 fois par seconde). Le rapport entre les durées de mise sous tension et de coupure permet le contrôle de la puissance.

Le schéma montre clairement les deux parties du montage. En haut, le générateur de découpage et en bas les transistors de commutation. Le lien entre les deux parties est optique. Voyons cela plus en détail.

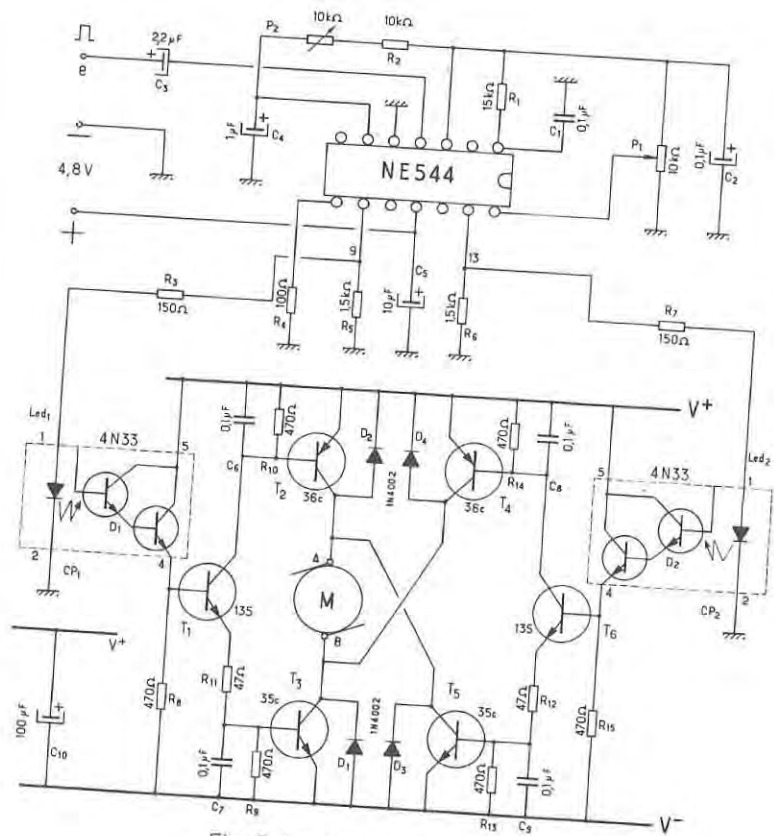


Fig. 6.1. - Schéma du variateur.

6.1.1 Générateur de découpage

La mise en forme du signal de voie, afin d'obtenir les créneaux de découpage est confié à un circuit intégré de servo : le classique NE544, de Signetics, très connu (voir notre livre, "Construction d'ensembles de RC"). Une mise en œuvre un peu spéciale est cependant nécessaire :

— Le neutre, donnant l'arrêt moteur est calé à 1,5 ms par la constante de temps $R_1 C_1$, avec ajustage de la tension appliquée sur la broche 14 par P_1 , alimenté en tension régulée à 2V par le NE544 lui-même (broche 3). Ainsi le réglage du neutre peut-il être figé. Si l'impulsion appliquée en "e" (broche 4) est inférieure à 1,5 ms c'est la sortie 9 qui est active tandis que 13 est bloquée. La diode LED contenue dans le photo-coupleur CP_1 s'allume et rend conducteur le photo-darlington associé. Si l'impulsion d'entrée est supérieure à 1,5 ms, c'est évidemment l'inverse qui se produit avec activation du photo-darlington contenu dans CP_2 .

— La constante de temps $R_2 P_2 C_4$ détermine la COURSE permettant d'étaler le dosage de puissance en fonction de l'action sur le manche.

— Le condensateur C_4 détermine la "zone morte" permettant l'arrêt moteur sur une plage suffisamment large de l'action sur le manche pour que le moteur ne démarre pas à la moindre sollicitation. On augmente la largeur de cette zone en augmentant C_4 et inversement. Il faut alors revoir le réglage de course.

— La résistance R_4 donne la largeur minimum de la durée de mise sous tension du moteur. Elle détermine donc la vitesse minimum. Attention cependant de ne pas vouloir trop ralentir, car en dessous d'une certaine valeur le moteur "grogne" mais ne démarre pas. Cela dépend du type de moteur employé.

6.1.2 La commutation

Les photo-coupleurs commandent les transistors de puissance interrupteurs. Cependant, comme il est nécessaire d'avoir les deux sens de marche, il faut faire appel à un pont de quatre transistors.

Lorsque Led_1 s'allume, D_1 conduit et fait conduire T_1 . Le courant de collecteur de ce transistor fait conduire T_2 , tandis que son courant d'émetteur, de même valeur, fait conduire T_3 . Le moteur ayant son pôle A au + et son pôle B au -, tourne dans un sens, plus ou moins vite selon la cadence de découpage. Au maximum de vitesse, la conduction est permanente.

Lorsque LED_2 s'allume, c'est évidemment la partie droite du schéma qui est activée avec conduction de T_6 , T_4 et T_5 . Le moteur a cette fois son pôle A au $-$ et son pôle B au $+$, il tourne dans le sens contraire du précédent.

Les possibilités en courant de ce variateur sont au moins de 5A. Elles dépendent surtout du type de radiateur monté sur les transistors de sortie. Il est bon de noter les remarquables performances des TIP35 et TIP36 choisis. Ces transistors de Texas Instruments, ont une tension de saturation assez basse et une possibilité de courant de 20A environ. Il suffit de les refroidir.

L'utilisation peut se faire de 4 à 12V. La chute de tension du variateur est de l'ordre du volt. Elle peut être compensée par le montage d'un élément supplémentaire dans la batterie.

Le gros avantage de l'emploi des photo-coupleurs est la séparation électrique totale entre la partie réception et la partie propulsion. Cette séparation galvanique diminue le taux de réinjection de parasites dans le système et réduit considérablement les problèmes pratiques d'utilisation.

6.2 Réalisation

6.2.1 Le circuit imprimé

Voir **figure 6.2**. A faire en époxy simple face. Perçage des trous à 8/10. Agrandir à 12/10 les trous des VAO5, à 10/10 les trous de C_{100} , de T_1 et T_6 , des diodes D_1 à D_4 . Enfin à 15/10 les trous de T_2 à T_5 , les trous des fils de batterie propulsion.

6.2.2 Liste des composants

1 NE544N
et support DIL 14 br.
2 4N33
2 BD135
2 TIP35C
2 TIP36C
4 1N4002

Résistances 1/4 W 5%

1 100 Ω
2 150 Ω
6 470 Ω
2 1,5 k Ω
1 10 k Ω

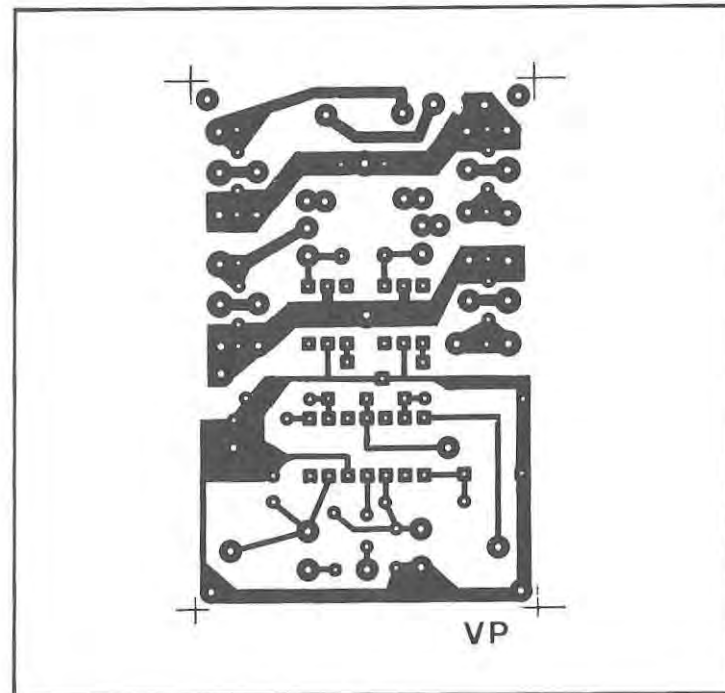


Fig. 6.2. - CI du variateur.

1 15 k Ω
2 47 Ω Bob 5W
2 VAO5H 10 k Ω
Fils et connecteurs.
Circuit imprimé.

Condensateurs

1 0,1 μ F perle tantale
1 1 μ F perle tantale
1 2,2 μ F perle tantale
1 10 μ F perle tantale
1 0,1 μ F MKH
1 100 μ F ch/16V
4 0,1 μ F cér/5

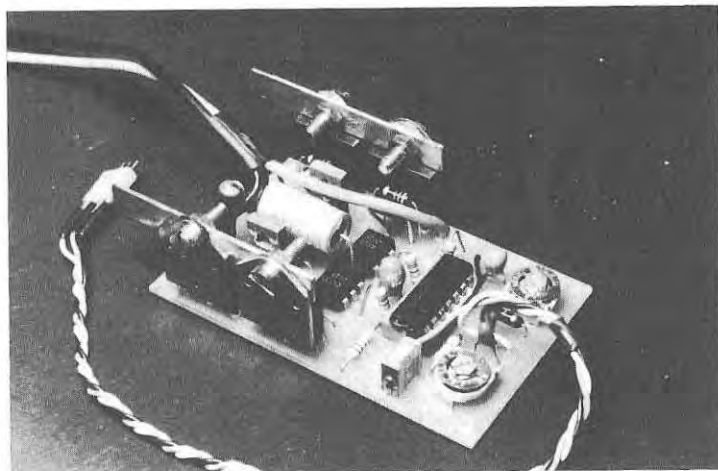


Photo 6.A. - Le CI du variateur. Noter les barrettes de liaison entre les deux transistors de puissance.

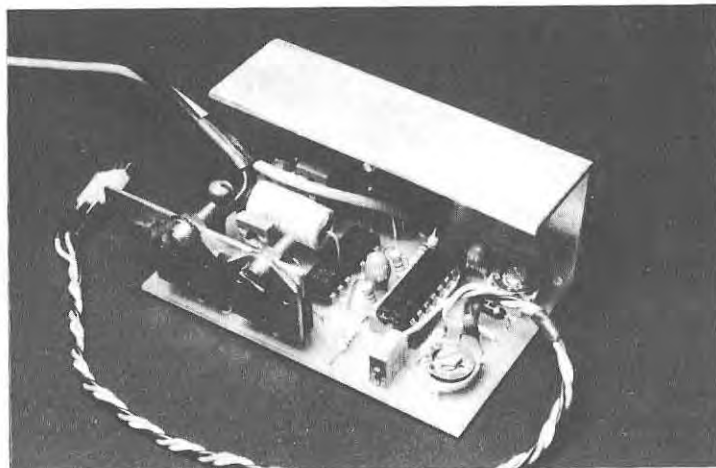


Photo 6.B. - Le même CI avec un des deux radiateurs des transistors de puissance.

6.2.3 Montage

Se reporter à la **figure 6.3**. Commencer par la pose du support de NE544, puis continuer par celle des composants de ce circuit intégré. Ce n'est pas bien compliqué.

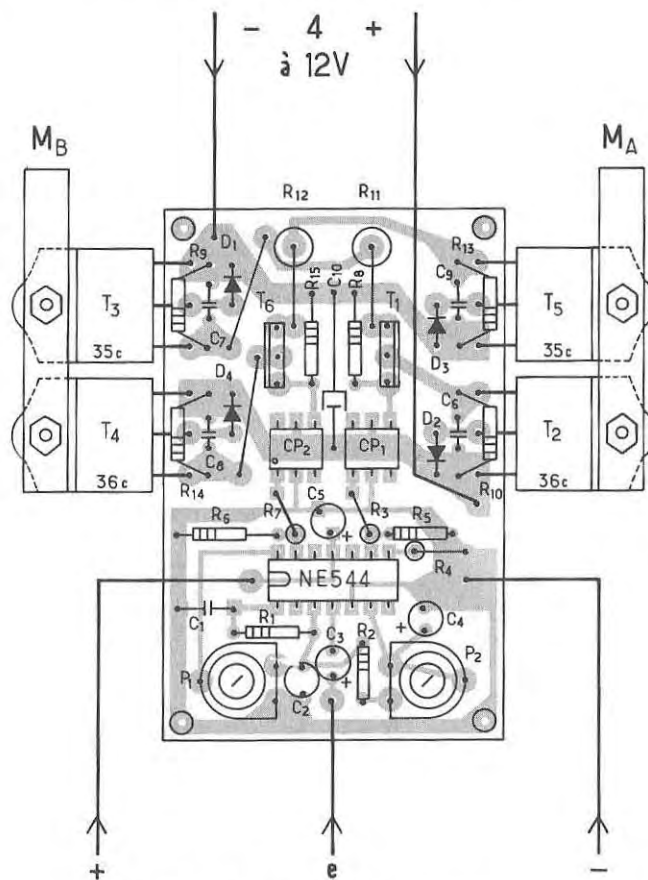


Fig. 6.3. - Montage du variateur.

Passer maintenant à la partie puissance. Monter tous les composants de la partie centrale, sans oublier les deux straps. Souder ensuite les quatre $0,1\mu\text{F}$, bien enfoncés. Juste au dessus souder les quatre résistances de 470Ω . Souder les quatre diodes 1N4002. Enfin monter les TIP. Ces transistors, enfoncés au maximum devront être parfaitement alignés les uns par rapport aux autres. Les dos métalliques des transistors sont alignés avec la bordure du CI.

Monter le câble 3 fils d'entrée avec son connecteur. Souder les fils d'arrivée de la batterie de propulsion. Les collecteurs des transistors de puissance situés d'un même côté doivent être reliés par une barrette laiton de 10/10, de largeur compatible avec les cosses Faston moyennes. Il sera ainsi facile de connecter ou déconnecter le moteur électrique. Des radiateurs sont nécessaires. Ils sont soit en alu de 20/10, plié à l'équerre selon les indications de la **figure 6.4** pour un simple refroidissement par air, soit réalisés en cuivre, selon la **figure 6.5**, avec circulation d'eau, pour un refroidissement bien plus efficace.

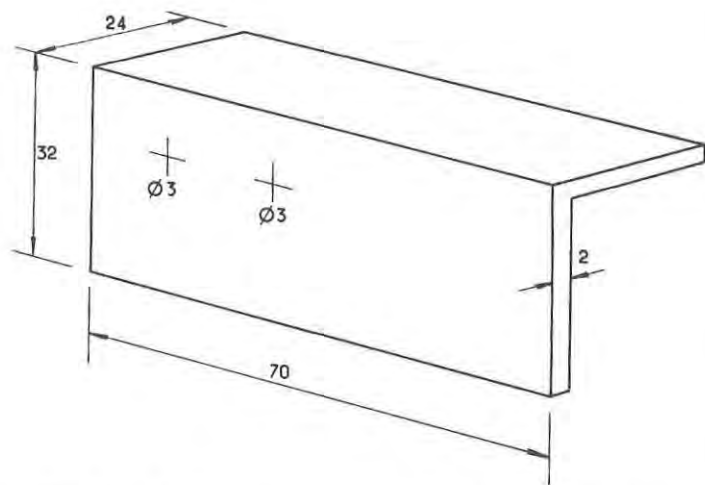


Fig. 6.4. - Radiateur à air. Une pièce droite et une gauche.

C'est cette solution que nous préconisons dans le cas des bateaux électriques à forte puissance. Des durites amènent l'eau de refroidissement depuis une prise aménagée en face de l'hélice du modèle, comme cela se fait avec les moteurs à explosion.

6.2.4 Mise en service

Les premiers essais peuvent se faire sans les radiateurs. Les collecteurs des transistors de sortie sont reliés cependant par les barrettes laiton. Ne brancher ni moteur ni batterie de propulsion. Régler les deux ajustables à mi-course.

Connecter un voltmètre successivement entre les picots 9 et 13 et la masse. Relier le variateur au récepteur de l'ensemble RC. Le manche de l'émetteur est au neutre, trim à 0. Ajuster P_1 pour avoir OV sur les deux sorties 9 et 13. Vérifier ensuite qu'en poussant le manche dans un sens ou dans l'autre, le voltmètre dévie soit en 9 soit en 13.

Pousser le manche à fond et régler P_2 pour avoir un maximum de déviation, soit une tension de l'ordre de 4V.

On peut maintenant brancher le moteur et sa batterie et vérifier le fonctionnement correct du dispositif. On notera qu'il est essentiel d'utiliser un bon moteur au moins à 5 pôles, pour un démarrage en souplesse.

A vide, on pourra trouver que le contrôle de vitesse est peu efficace mais il ne faut pas oublier que pendant les trous de

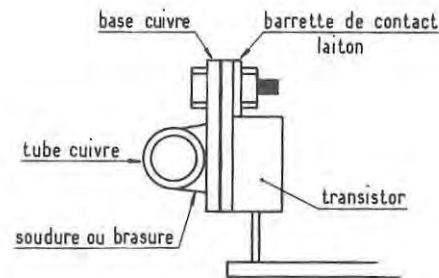


Fig. 6.5. - Radiateur à eau.

l'alimentation, le moteur tourne sur son élan et ne ralentit guère s'il n'est pas freiné. En charge réelle, les choses seront différentes.

En principe l'antiparasitage est presque superflu avec un bon moteur. Nous conseillons cependant de prévoir entre le variateur et le moteur, la classique cellule antiparasites. Ces filtres sont au catalogue des accessoires RC.

7. Servo-treuil pour voiliers

Quelques applications modélistes nécessitent l'utilisation de servo-mécanismes à forte puissance. C'est le cas du treuil des voiles d'un modèle plus ou moins réduit de voilier. L'effort peut atteindre 10 kg/m² lorsqu'il s'agit de border par vent de force 5, maximum théorique, car en compétition les courses sont arrêtées lorsque le vent dépasse 36 km/h.

L'utilisation d'un servo-mécanisme ordinaire n'est pas possible d'abord à cause de la course mécanique, bien trop faible puis aussi à cause du manque de puissance. Un système spécial à treuil faisant plusieurs tours est indispensable. Les lignes suivantes décrivent un tel montage.

7.1 La mécanique

Une solution mécaniquement très simple consiste à faire usage d'un moteur MONOERM spécial équipé d'un réducteur PILE. Voir photo A. La solution a l'avantage d'une très grande latitude d'emploi. En effet le réducteur PILE est constitué de quatre réducteurs épicycloïdaux "empilés" et donnant une réduction totale de $3 \times 4 \times 5 \times 6 = 360$. Toutefois, en supprimant un ou plusieurs étages, on peut avoir de nombreux autres rapports : par exemple 120, en supprimant le réducteur par 3. La notice jointe au mécanisme donne toutes les explications à ce sujet. Il faut trouver un bon compromis entre la puissance disponible sur la bobine du treuil et la vitesse d'enroulement des écoutes.

La **figure 7.5** montre une possibilité de montage du système. La bobine du treuil est calée sur l'axe de sortie du réducteur. Cette bobine peut-être métallique, en alu ou en

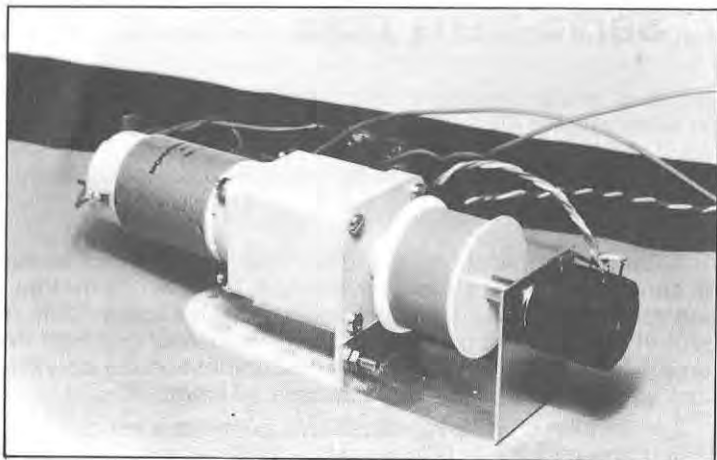


Photo 7.A. - Le moteur Monoperm muni de son réducteur Pik. Remarquer la bobine du treuil et le potentiomètre 10 tours.

laiton, mais nous l'avons simplement fabriquée en PVC, en utilisant quelques chutes de matériaux d'installation sanitaire. Un tournage rudimentaire à la chignole électrique fait le reste.

Pour éviter la complication d'un train démultiplicateur, nous avons monté un potentiomètre suiveur multi-tours. Un tel potentiomètre permet un maximum de 10 tours que nous ramènerons à 7 environ pour ne pas risquer de partir en butée. Ce potentiomètre est simplement entraîné à frottement mi-dur, son couple de rotation étant très faible. Ainsi si le mécanisme faisait accidentellement, aux essais par exemple, plus de 10 tours, il y aurait glissement sur la friction et aucun risque pour le potentiomètre, tout de même assez coûteux.

Le seul problème mécanique de la réalisation est l'alignement correct des axes. Le support "s" réglable permet d'obtenir un bon résultat.

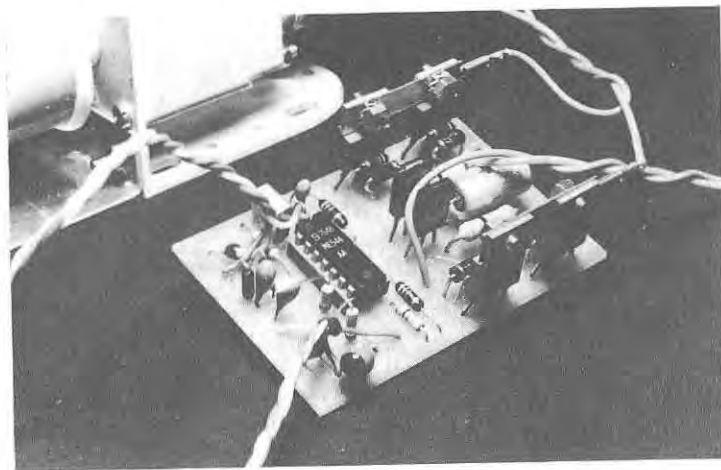


Photo 7.B. - L'électronique du servo-treuil.

7.2 L'électronique

Le montage dont le schéma apparaît en **figure 7.1** ressemble beaucoup à celui du variateur. Côté NE544, le montage est cependant beaucoup plus classique et conforme à l'utilisation type "servo-mécanisme".

La constante de temps $R_5 C_2$ donne le neutre du système, en association avec la position du potentiomètre de recopie P_1 .

Les résistances R_5 et R_6 , talons du potentiomètre permettent le réglage de la course. Rappelons qu'il faut obtenir 7 tours avec une garde de 1 tour 1/2 environ à chaque extrémité de la piste. Les valeurs de la figure sont celles du prototype.

Les sorties 9 et 13 du NE544 commandent cette fois directement les transistors intermédiaires T_1 et T_6 qui débloquent, selon le sens d'action les transistors T_3 / T_5 ou T_4 / T_6 du pont de commande du moteur.

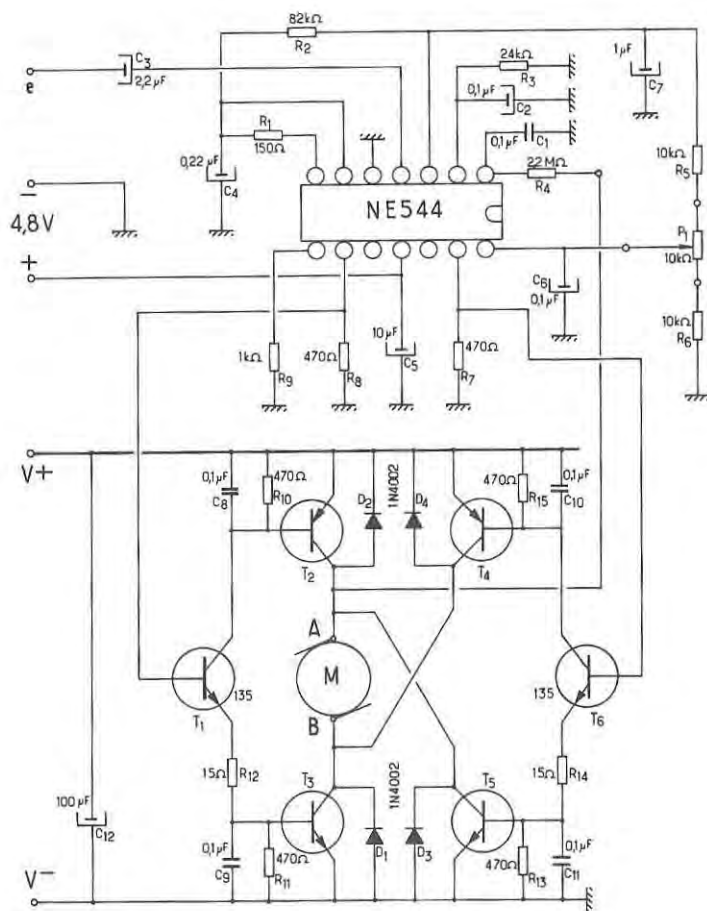


Fig. 7.1. - Ampli du servo-treuil.

La résistance R_4 de contre-réaction évite le dépassement de position du mécanisme, voire le "pompage" ou oscillation mécanique continue. La valeur exacte dépend de la démultiplication choisie. On commencera par une valeur élevée don-

nant du dépassement puis on diminuera cette valeur jusqu'à obtenir un arrêt précis avec, à vide, un soupçon de dépassement.

7.3 Réalisation

7.3.1 Liste des composants

- 1 NE544N et son support DIL 14 br.
- 2 BD135
- 2 BD241C ou BDY81C ou équivalent (NPN)
- 2 BD242C ou BDY83C ou équivalent (PNP)
- 4 1N4002.

Résistances 1/4W 5%

- 1 150 Ω
- 6 470 Ω
- 1 1 k Ω
- 2 10 k Ω (à ajuster)
- 1 24 k Ω
- 1 82 k Ω
- 1 2,2 M Ω (à ajuster)
- 2 15 Ω 2W

- 1 potentiomètre 10 tours, type Helipot, 10 k Ω .
- 1 moteur MONOPERM, 6V, avec réducteur PILE.
- 1 circuit imprimé.

Condensateurs

- 2 0,1 μ F perle tantale
- 1 0,22 μ F perle tantale
- 1 1 μ F perle tantale
- 1 2,2 μ F perle tantale
- 1 10 μ F
- 1 0,1 μ F MKH
- 4 0,1 μ F cér/5
- 1 100 μ F ch/16V

7.3.2 Le circuit imprimé

Voir la **figure 7.2**. A faire en époxy de 15/10, simple face. Etamage puis perçage des trous à 8/10. Agrandir à 12/10 les trous des transistors de puissance à 10/10 ceux de C_{12} et des quatre diodes.

7.3.3 Montage

Suivre simplement la **figure 7.3**. Voir pour quelques détails au chapitre 6 concernant le variateur dont la réalisation est fort ressemblante.

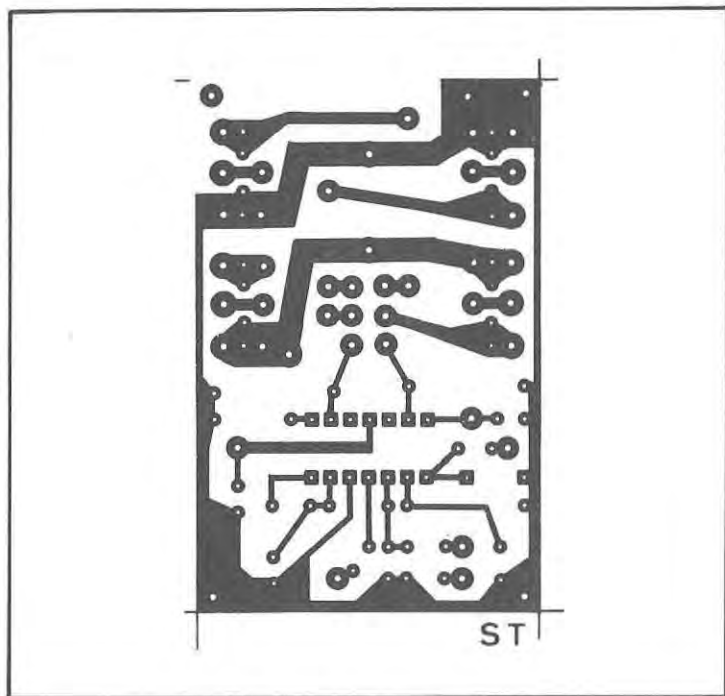


Fig. 7.2. - CI du servo-treuil.

Eventuellement on pourra provisoirement remplacer R_5 , R_6 et R_4 par des ajustables, pour une mise au point plus fine. Tous les composants étant posés, relier au moteur et au potentiomètre en respectant les indications de la **figure 7.4**. Embrocher le NE544N et relier à l'ensemble de réception. Mettre le tout sous tension, émetteur en marche, manche bien au neutre. Normalement, avec les sens indiqués sur la figure, le moteur après quelques tours, doit s'immobiliser sur une position précise. On peut alors modifier cette position en déplaçant le manche de commande.

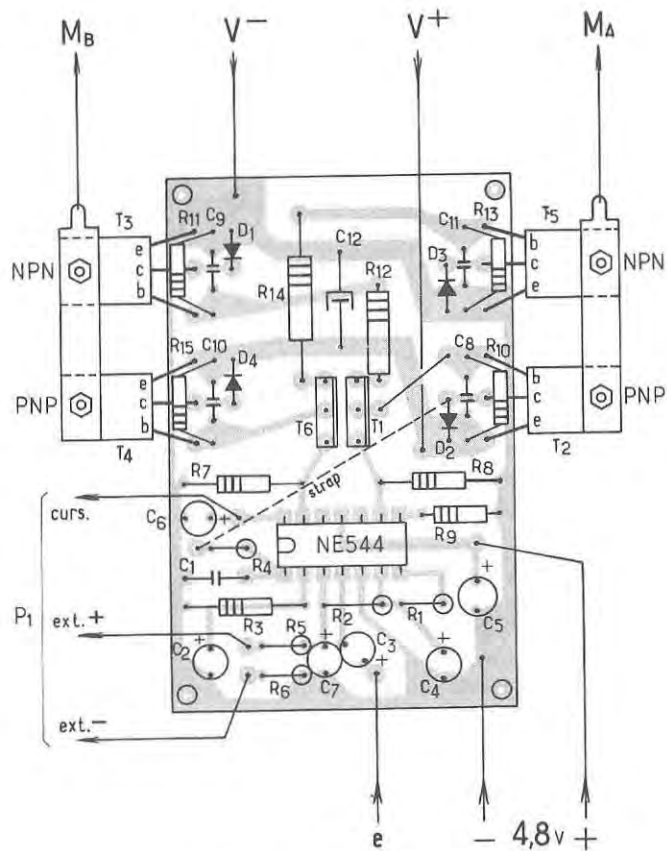


Fig. 7.3. - Pose des composants.

Si le système se met à tourner sans arrêt, amenant le potentiomètre 10 tours en butée, il y a une erreur de sens. Dans ce cas, simplement basculer le levier d'inversion de sens de marche du moteur sur l'autre position. Cette fois ça doit réagir

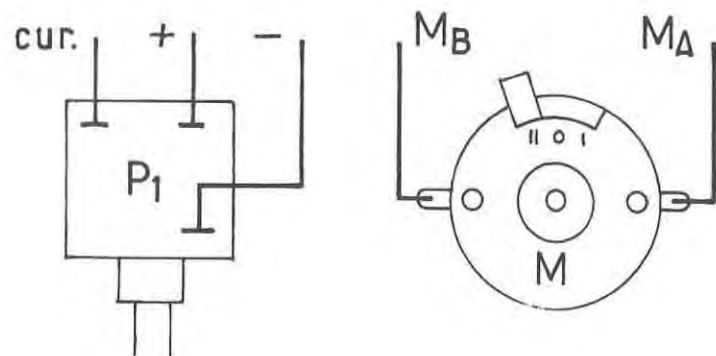
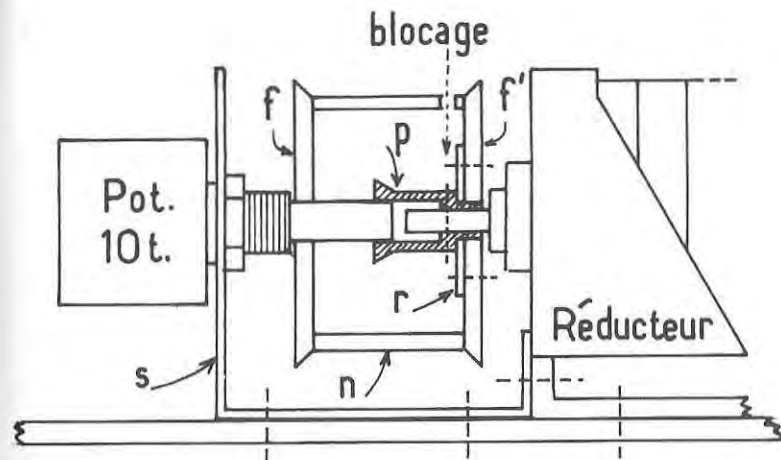


Fig. 7.4. - Liaisons avec P1 et M.

normalement. Sinon, il y a une anomalie qu'il faut dépister avant d'aller plus loin.

Si tout va bien, il faudra éventuellement se servir des ajustables R_5 et R_6 de manière à centrer le point neutre à 5 tours des extrémités et les fins de course à environ 1 tour 1/2. Une augmentation des deux valeurs augmente la course. Attention les deux réglages sont interractifs et les retouches doivent se faire très progressivement en partant des valeurs de la figure. Les bonnes valeurs trouvées, on montera sur le CI des résistances fixes de valeurs voisines.

Notons en conclusion que le système décrit, s'il est prévu pour un treuil de voiles pourrait fort bien être transformé en servo-mécanisme très puissant pour des applications particulières. On monterait dans ce cas un potentiomètre normal au lieu du 10 tours et un simple bras de sortie, sur l'axe du réducteur. La valeur de R_4 serait à réduire très notablement pour faire disparaître l'oscillation du mécanisme. Signalons d'ailleurs que la valeur typique indiquée dans le texte pour R_4 , soit $2,2\text{ M}\Omega$ est valable dans le cas de l'utilisation de la démultiplication maximum de 360 du réducteur pile. Si vous utilisez une réduction moindre, il faudra en même temps diminuer cette valeur.



- f : flasque PVC alésé à 7,35 mm.
- f' : flasque PVC alésé à 6 mm.
- p : intérieur de bouton ELCEY, \varnothing 16 mm, pour axe de 6 mm (SELECTRONIC).
- r : rondelle laiton 5/10 soudée sur p.
- (f', r, p et l'axe du réducteur sont à solidariser. L'axe du pot/10 t est pincé par p).
- n : noyau en tube PVC collé à f et f'.
- s : support en 10/10.

Fig. 7.5. - Réalisation mécanique du treuil.

8. Mini servo-test

Le servo-test est un accessoire très utile pour le RC'iste. Permettant la mise en fonctionnement des servo-mécanismes, il permet non seulement le contrôle de leur qualité, de leur calage de neutre et de course, mais il facilite beaucoup l'installation dans les cellules : chaque commande peut être testée et réglée dynamiquement, sans mettre en service l'ensemble complet, émetteur y compris avec son antenne déployée. Pendant le rodage d'un moteur, le servo-gaz commandé par le servo-test rend aussi les manœuvres plus simples.

Les circuits C.MOS nous permettent une telle réalisation pour moins de 10,00 F ! S'en priver serait réellement dommage !

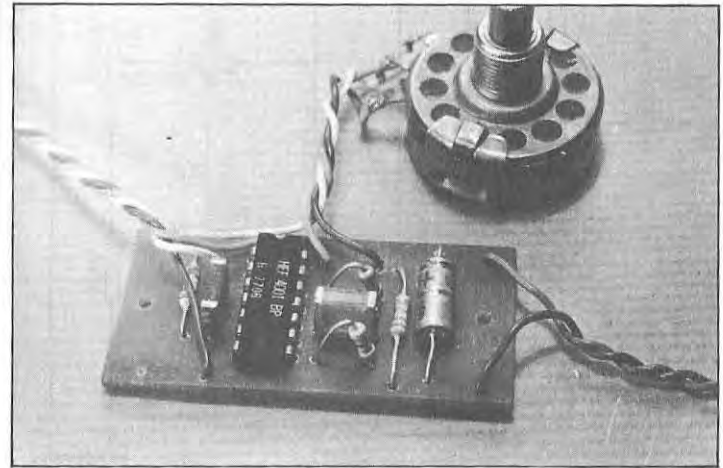


Photo 8.A. - Le mini servo-test.

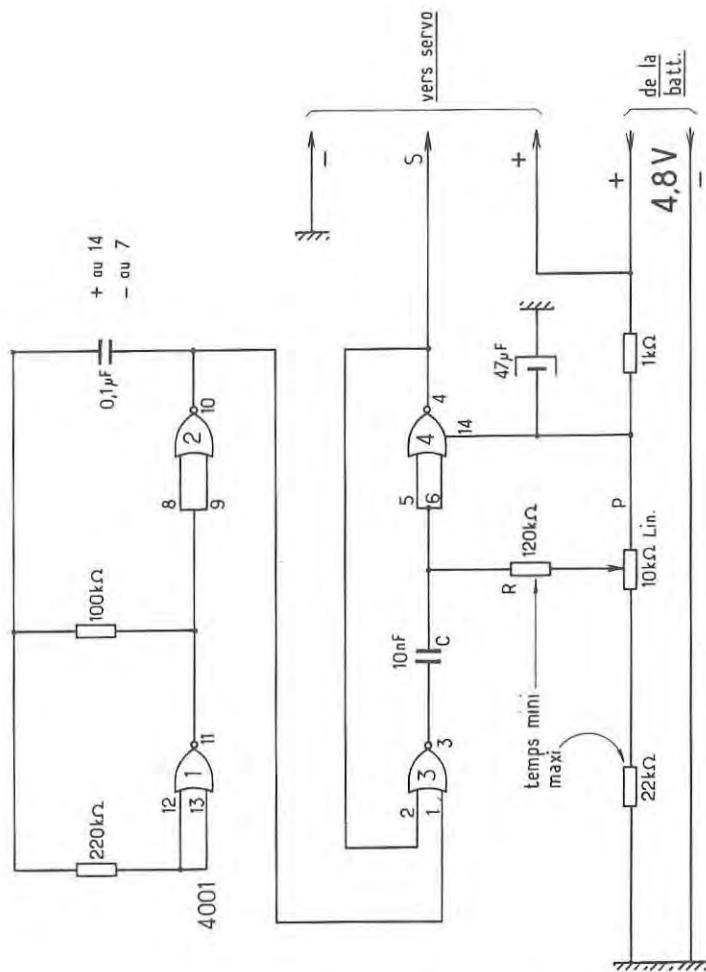


Fig. 8.1. - Schéma du mini servo-test.

8.1 Le schéma

Figure 8.1. Encore quelque chose de très simple ! On ne s'en plaindra pas !

Un seul 4001 est nécessaire, les portes 1 et 2 montées en inverseurs constituent un multivibrateur oscillant sensiblement sur 50 Hz. Les portes 3 et 4 forment un monostable déclenché par le multivibrateur et qui donne le signal de sortie.

La durée de l'impulsion produite dépend :

- de $C = 10 \text{ nF}$
- de $R = 120 \text{ k}\Omega$
- de v potentiel réglable sur le curseur de P

Avec les valeurs indiquées, la durée en S de l'impulsion POSITIVE nécessaire à tous les servos actuels, varie de 0,9 ms (curseur côté +) à 2,2 ms (curseur côté masse).

8.2 Réalisation

8.2.1 Le CI

Voir **figure 8.2.**

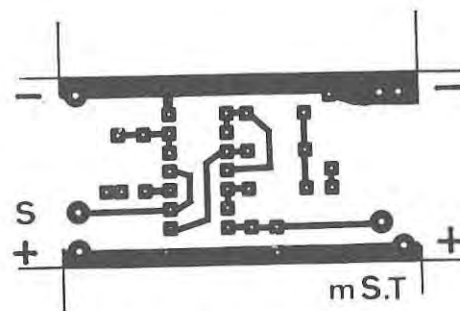


Fig. 8.2. - CI du mini servo-test.

8.2.2 Liste des composants

- 1 4001 (CD4001...)
- 1 1 k Ω 1/4 W
- 1 22 k Ω 1/4 W
- 1 100 k Ω 1/4 W
- 1 120 k Ω 1/4 W
- 1 220 k Ω 1/4 W
- 1 10 nF MKH 100 V
- 1 0,1 μ F MKH 100 V
- 1 47 μ F/25 V chimique
- 1 potentiomètre linéaire de 10 k Ω . P 20 de Radiohm, par ex.
- Connecteurs servo et batterie.
- Fils de liaisons.

8.2.3 Pose des composants

Suivre simplement la **figure 8.3**.

8.2.4 Mise en service

On pourra vérifier l'existence du signal de sortie si l'on possède un oscilloscope. On peut aussi raccorder le servomécanisme et constater son fonctionnement. Pour un étalonnage de la durée du signal de sortie, voici les solutions, en allant de la meilleure à la pire :

- Utilisation d'un impulsimètre numérique.

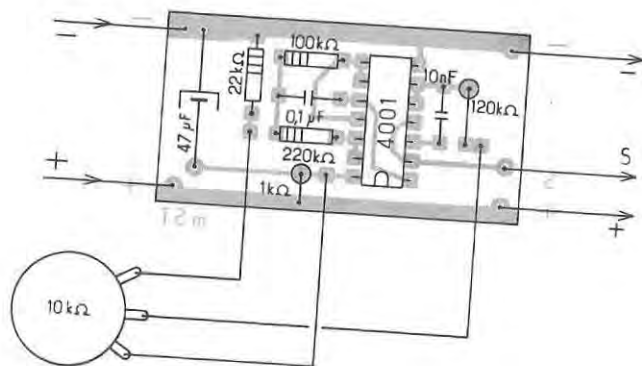


Fig. 8.3. - Composants du mini servo-test.

- Utilisation d'un bon oscilloscope déclenché et étalonné.

— Ne rien étalonner et se contenter de repérer le neutre et les fins de course. Pour une éventuelle modification des points de début et de fin de graduation, on se rappellera que le temps minimum dépend de la 120 k Ω . Il varie dans le même sens que cette résistance. Le temps maximum dépend de la valeur de la résistance série avec le potentiomètre. Il varie en sens inverse de cette résistance. Attention on ne peut pas s'écarter notablement de la valeur indiquée.

La graduation que l'on obtiendra est à peu près linéaire, avec un bon potentiomètre. Il restera à installer le montage dans une petite boîte, guère plus grande que celle des allumettes ! La pièce la plus encombrante restant le potentiomètre.

9. Un inverseur de sens pour servo-mécanisme

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 !

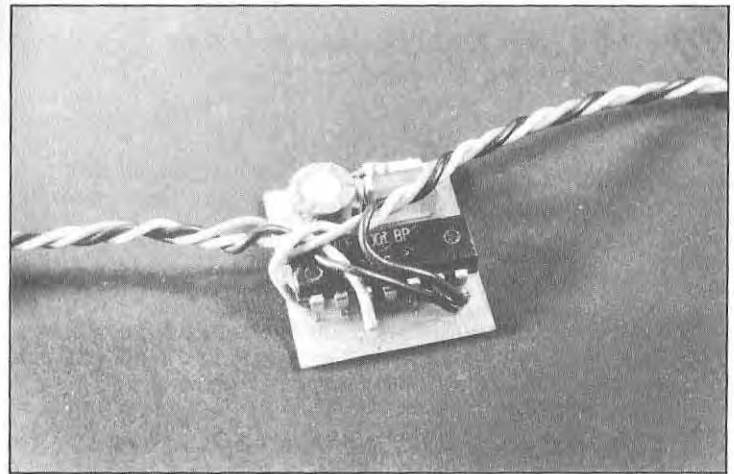


Photo 9.A. - L'inverseur de sens pour servo. La version décrite comporte une cellule de découplage supplémentaire.

9.1 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 !

$$e + s = 2n$$

si n est le temps au neutre.

L'équation de s est :

$$s = 2n - e$$

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 9.1**.

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 !

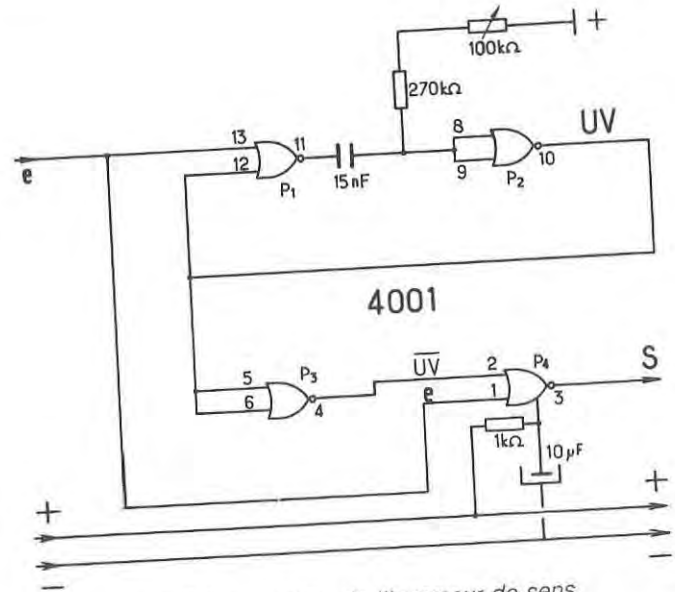


Fig. 9.1. - Schéma de l'inverseur de sens.

Voir le diagramme, **figure 9.2**, 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.

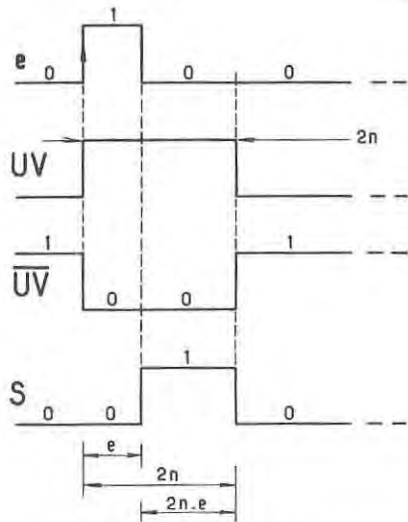


Fig. 9.2. - Diagramme des signaux.

9.2 La réalisation

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

9.2.1 Le CI

Une plaquette d'époxy simple face 8 à 15/10, de 20 × 23 mm, suffit à porter les quelques composants. On en trouve le dessin en **figure 9.3.**

9.2.2 Liste des composants

1 4001 (CD4001, SFF24001...)	1 trimmer SFERNICE T7YA
1 1 kΩ 1/4 W	100 kΩ ou similaire
1 270 kΩ 1/4 W	1 CI
1 15 nF MKM ou MKH 100 V	Fils et connecteurs M et F
	1 10 μF, perle tantale 10 V



Fig. 9.3. - CI de l'inverseur de sens.

9.2.3 Pose des composants

Voir **figure 9.4.** 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.

9.2.4 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, "Ajustable" à mi-course. Il reste à retrouver le même neutre à l'aide de ce réglage.

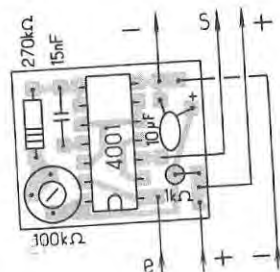


Fig. 9.4. - Pose des composants.

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 !

10. Mixer de voies

Dans le cas, fort classique de la commande d'un avion ou d'un planeur, équipé d'Elevons (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 commercialement. 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 **figure 10.1**.

— **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.

10.1 Etude théorique

Posons d'abord le problème et pour cela, faisons référence au montage mécanique de la **figure 10.1**, en supposant le tout affecté à la commande d'élevons. I est le servo de pro-

fondeur : il pousse ou tire II et déplace les deux volets dans le même sens. Le servo 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 variant de 0,5 ms à 2,5 ms. La **figure 10.1** le montre d'ailleurs bien.

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

I	II	S ₁ d	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

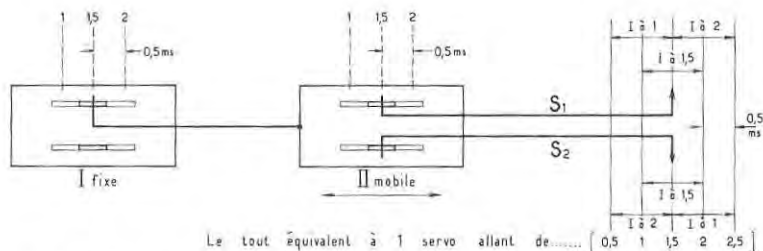


Fig. 10.1. - Mixer mécanique dont l'étude permet de déterminer que les équations de S₁ et S₂ sont doubles de celles de I et II.

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 10.2** 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 !
D'abord la plus simple, celle de S₁. Vous avez trouvé immédiatement, bien sûr ! (?)

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

Celle donnant S₂ est plus délicate à trouver, et puisque... vous séchez ! Nous vous donnons la solution :

$$S_2 = \frac{1 + (2n - II)}{2}$$

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 au chapitre 9. On retrouvera donc cet inverseur de sens dans le schéma du mixer. Passons d'ailleurs à l'examen de celui-ci voir **figure 10.3**.

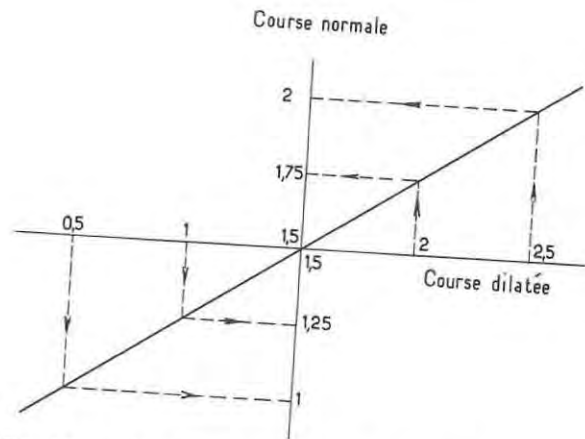


Fig. 10.2. - Abaque de conversion dilatée/course normale.

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 $2n_1$, inversé par la porte P_3 et mélangé avec II dans P_4 .

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 ,

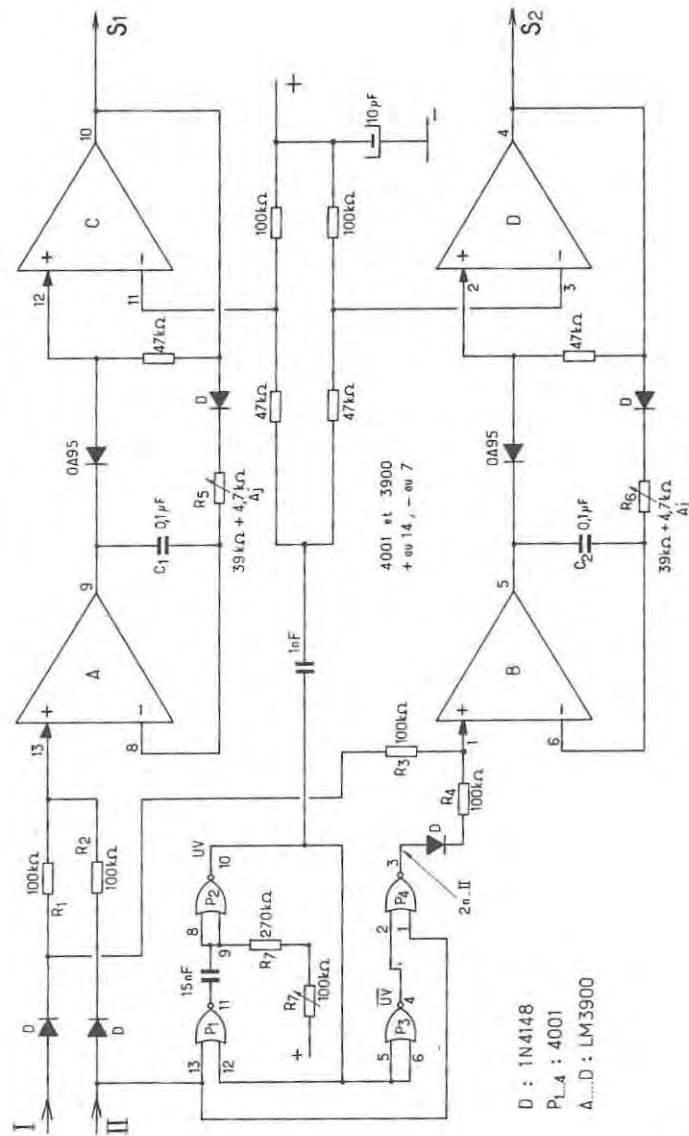


Fig. 10.3. - Schéma du Mixer.

D : 1N4148
P_{1,4} : 4001
A...D : LM3900

et S_2 , mais aussi provoquent 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 $UV = 2n$, ce qui nécessite aussi une ajustable.

10.2 Réalisation

10.2.1 Le CI

Epoxy simple face 15/10. Voir **figure 10.4.**

10.2.2 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
1 Pot. Aj 100 k Ω

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.

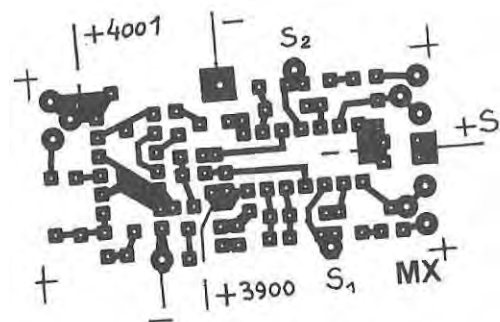


Fig. 10.4. — CI du Mixer.

10.2.3 Pose des composants

se reporter à la **figure 10.5**. 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.

10.2.4 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 S₁ et S₂. 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.

10.2.5 Réglage fin

— Prendre UN servo servant de référence.

S'en servir pour trimmer les voies concernées de l'émetteur, parfaitement au neutre. N'y plus toucher.

— Remettre le mixer en service et connecter le servo en S₁. L'amener au neutre par R₆.

— Souder un petit cordon provisoire S₃, alimentant le servo en + et —, mais prélevant l'impulsion d'entrée en (2 n — II) soit donc sur le picot 3 du 4001. Y connecter le servo et l'amener au neutre par le jeu de R₇.

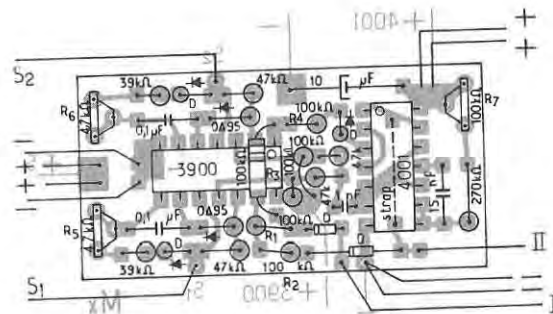


Fig. 10.5 - Pose des composants du Mixer de voies. Relier au verso : les 3 plots + (voir texte) et les 3 —.

— Brancher maintenant le servo en S₂ et retrouver le neutre.

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

10.3 Quelques remarques

La formule de S₂ montre que si I = II, alors

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

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 S₁, car

$$\frac{1+1}{2} = 1$$

mais le servo S₂ doit rester au neutre, sans bouger. Un léger mouvement peut apparaître. 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 R_3 et R_4 , soit en raison de dispersions diverses. Le remède : dessouder R_4 et la remplacer provisoirement par un groupe série

$$82 \text{ k}\Omega + 47 \text{ k}\Omega \text{ Ajust.}$$

ou mieux

$$91 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega \text{ Ajust.}$$

Par retouches successives de la R_{aj} , obtenir l'impassibilité de S_2 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 $(2n - v)$ en I. On a

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

La variation de v ne doit pas faire bouger S_1 . Un résidu de déplacement serait supprimé par l'ajustage de R_2 , 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 rappor-



Photo 10.A. - Le mixer de voies.

teur. 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, S_1 est la voie non différentielle et S_2 la voie différentielle.

— 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 —) 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 bars ou leviers et ce... pour moins de 50 F !

11. Le Multitef : 6 canaux T ou R par voie proportionnelle

Les modélistes navals utilisant des ensembles RC proportionnels se heurtent souvent au problème des nombreux accessoires à commander : la sirène, le treuil, le canot de sauvetage, l'ancre, le balai du mousse, ... la pipe du capitaine.

Le Multitef permet de convertir une voie digitale en 6 commandes T ou R d'accès direct. Avec un ensemble classique à 4 voies, une voie étant réservée à la barre, une autre à la commande de propulsion, il reste deux voies, ce qui avec deux Multitefs permettrait la commande de 12 accessoires. Cela nous paraît tout à fait suffisant même pour les plus difficiles, les autres prenant un ensemble 6 voies et passant avec 4 Multitef à 24 accessoires.

11.1 Etude théorique

Le schéma de la **figure 11.1** est remarquable de simplicité et ne possède qu'un seul réglage. Essayez de faire mieux.

Le créneau de la voie utilisée peut varier de 1 à 2 ms (ou entre deux valeurs voisines de celles-là). Introduit au point « e », il a une triple action :

— Il débloque l'oscillateur N_1, N_2 dont la fréquence peut être ajustée entre 4 500 et 5 000 Hz. L'oscillation ne se produit que pendant la durée de l'impulsion e (voir en même temps, le diagramme des signaux en **figure 11.2**). Le nombre de périodes générées par N_1, N_2 variera ainsi de 4 à 9 quand e variera de 1 à 2 ms. Le nombre de fronts montants issus de N_2 est compté par la décade 4017.

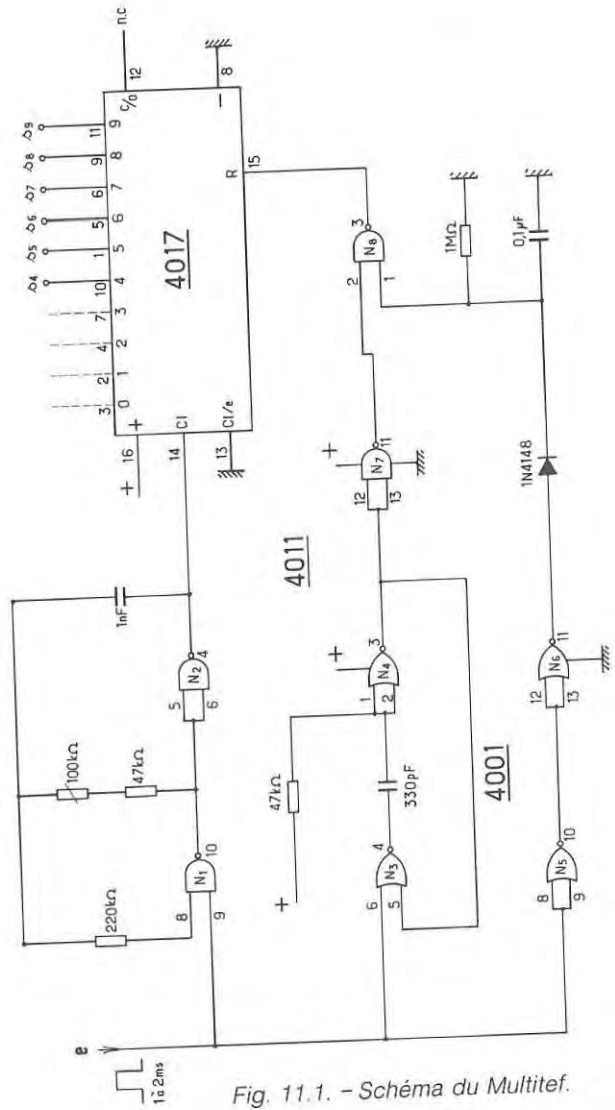


Fig. 11.1. - Schéma du Multitef.

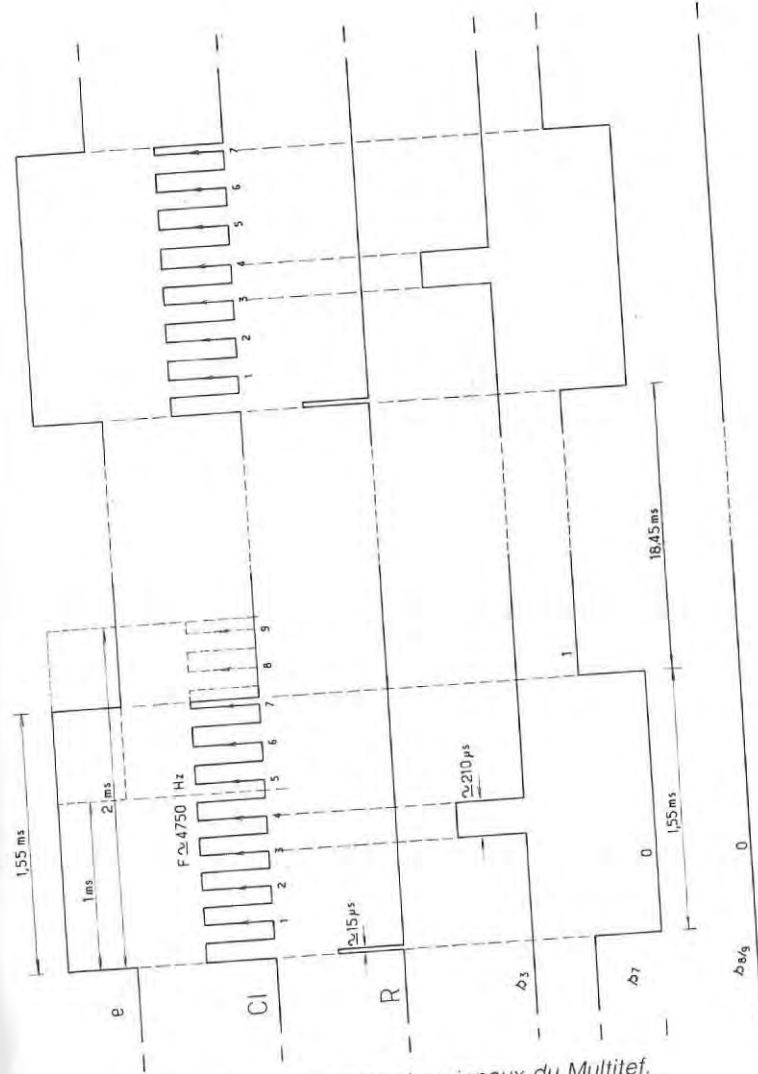


Fig. 11.2. - Diagramme des signaux du Multitef.

— Le front avant de e déclenche le monostable $N_3 N_4$ qui délivre une impulsion de quelque $15 \mu\text{s}$, laquelle traversant N_1 et N_6 assure la remise à 0 de la décade 4017, à chaque départ de comptage.

— Le signal e appliqué enfin en N_5 se retrouve dans le même sens en sortie de n_6 . Les paliers de 1 à 2 ms positifs chargent très rapidement le condensateur de $0,1 \mu\text{F}$ et maintiennent ainsi la porte N_8 passante pour la transmission du signal R de remise à 0 à chaque séquence.

Tournons-nous maintenant vers l'exploitation des sorties de la 4017, en supposant pour la compréhension que le créneau e soit réglé à $1,55 \text{ ms}$ (par le codage de l'émetteur), voir **figure 11.2**.

Avec une fréquence de $4\,750 \text{ Hz}$, nous constatons que 7 fronts montants vont être comptés par la 4017 dont les sorties s_0 à s_6 vont passer à 1 pendant environ $210 \mu\text{s}$, mais dont la sortie s_7 va aussi passer à 1, mais... y rester, attendant vainement le huitième front montant pour revenir au repos. Elle restera au niveau haut jusqu'à la remise à 0 de la 4017 qui ne surviendra qu'à la séquence suivante, soit $20-1,55 \text{ ms}$ plus tard, c'est-à-dire $18,45 \text{ ms}$ après.

Ainsi les sorties s_0 à s_6 ne passent à 1 que pendant

$$\frac{210 \mu\text{s}}{20\,000 \mu\text{s}}$$

soit à peu près 1% du temps, tandis que s_7 y passe pendant

$$\frac{18,45 \text{ ms}}{20 \text{ ms}}$$

soit plus de 90%.

Il va sans dire que la distinction entre ces deux états est particulièrement facile. Quant aux sorties s_0 et s_6 , elles restent à 0 en permanence, dans l'exemple choisi.

A l'arrêt de l'émission, ou à la mise sous tension du récepteur seul, pour éviter l'enclenchement inopiné d'une commande, un circuit de remise à 0 automatique a été prévu. C'est le rôle de N_5 , N_6 et N_8 . Dans un tel cas, la sortie N_8 reste en

permanence à 0 et le $0,1 \mu\text{F}$ déchargé par la $1 \text{ M}\Omega$ bloque N_6 dont la sortie se fixe à 1, provoquant le blocage à 0 de la 4017 avec $s_0 = 1$ en permanence. Cette sortie pourrait être utilisée en commande de sécurité, par coupure de l'alimentation des moteurs de propulsion, par exemple.

11.2 Exploitation des sorties

11.2.1 Action directe

La **figure 11.3** montre deux possibilités très simples. Tout d'abord la sortie active de la décade peut commander directement l'allumage d'une petite lampe, soit alimenté en $4,8 \text{ V}$ par la batterie de réception, soit alimenté par une tension positive supérieure, masses communes.

En dehors de cette application un peu particulière, la meilleure méthode d'exploitation des sorties est l'interface relais magnétique. Nous préconisons, soit les petits relais REED, 1RT, en 5 V , soit des relais ayant un pouvoir de coupure tout de même supérieur : les G2E de Omron, en 5 V , 80Ω , 1RT. L'encombrement est similaire, la disposition des picots suivant la norme DIL. Monter alors selon le schéma de la **figure 11.3**. Les condensateurs de base et de collecteur suffisent parfai-

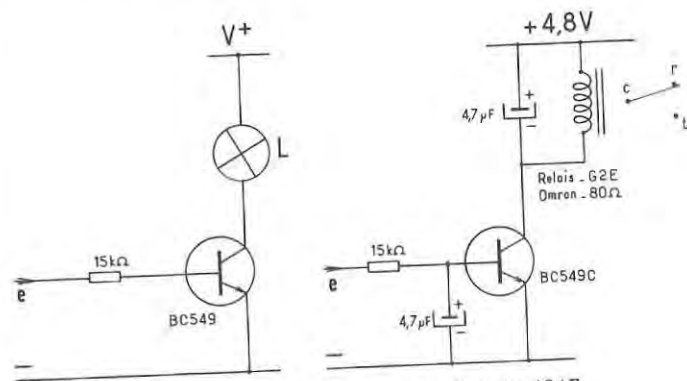


Fig. 11.3. — Utilisation des sorties du 4017.

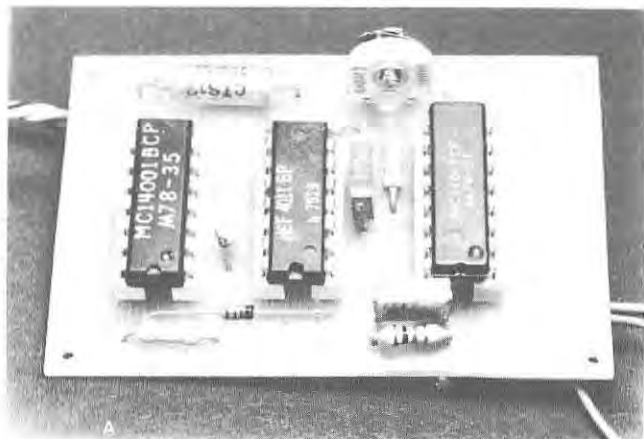


Photo 11.A. - L'électronique du Multitef.

tement pour obtenir un collage franc de l'armature, sans la moindre trace de vibration à 50 Hz. Le condensateur de collecteur, aux bornes du relais supprime la nécessité de l'habituelle diode de protection.

L'usage du relais électromagnétique permet toutes les fantaisies de montage des commandes qui suivent. De plus, il y a séparation galvanique entre les circuits du récepteur et ceux d'utilisation, souvent générateurs de parasites. Lorsque les masses sont communes, la réinjection de ces parasites est plus importante. Ainsi, à partir des G2E, on pourra commander directement certains accessoires peu gourmands, ou pour les autres, monter soit un relais secondaire à plus fort pouvoir de coupure, soit même commuter à l'aide d'un transistor de puissance.

11.2.2 Action mémorisée

L'action des G2E étant en principe fugitive, il peut être nécessaire de mémoriser l'ordre reçu. Pour cela, il y a certes la solution du relais magnétique à enclenchement mécanique. Ces éléments sont cependant assez difficiles à trouver. Nous

proposons le schéma d'un double circuit mémorisant deux commandes. **Figure 11.4.**

Les relais du Multitef (et pour cela les Reed seraient largement suffisants) actionnent des basculeurs anti-rebonds. Chaque action sur le canal fait passer le basculeur qui suit, cycliquement de la position repos à la position travail. Chaque état se maintenant jusqu'à l'action suivante. A la mise sous tension initiale, les deux JK sont remis à 0 par une cellule RC. Les sorties Q peuvent alors commander des relais par l'interface d'un transistor monté comme en **figure 11.3**, mais sans condensateur. Par contre, monter la diode de protection. L'alimentation des deux circuits est faite par la batterie secondaire (maximum 15 V).

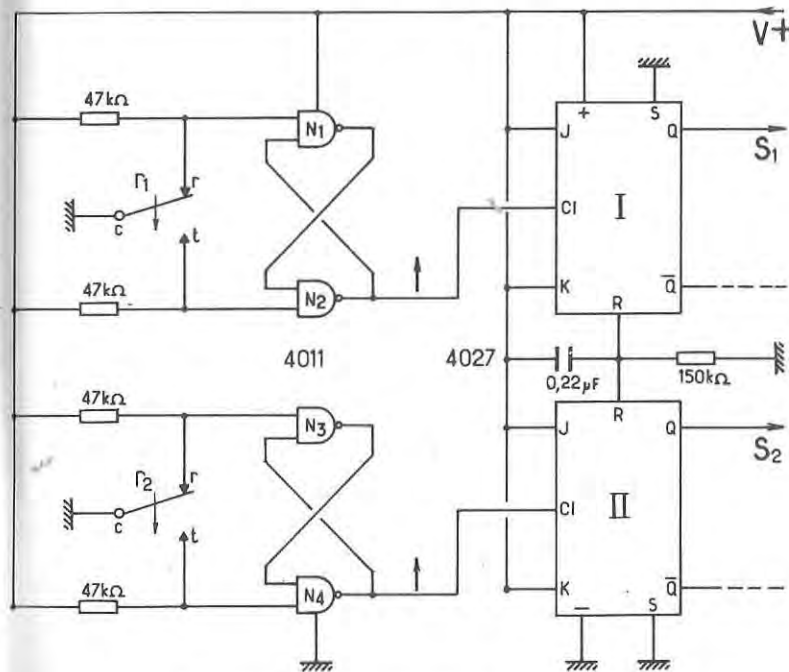


Fig. 11.4. - Double circuit de mémorisation.

11.3 La réalisation

11.3.1 Liste des composants

a) Multitef

1 4017	1 330 pF cér. ou Styroflex
1 4011	1 1nF MKH
1 4001	1 0,1 μ F MKH
1 1N4148	1 22 μ F ch 16 V
2 47 k Ω 5%	2 supports DIL 14 broches
1 220 k Ω 5%	1 support DIL 16 broches
1 1 M Ω 5%	1 circuit imprimé
1 VA05 V 100 k Ω	

b) Platine à relais G2E

6 relais Omron, type G2E,	6 4,7 μ F perle tantale 10 V
80 Ω , 5 V, 1RT	6 47 μ F perle tantale 6 V
6 BC549C	1 circuit imprimé
6 15 k Ω 5%	

c) Circuit double mémoire

1 4011	1 0,22 μ F MKH
1 4027	ou perle tantale
4 47 k Ω 5%	

11.3.2 Les circuits imprimés

Nous vous proposons en **figures 11.5** et **11.6** les circuits imprimés du Multitef lui-même et de sa platine relais associée. Les deux circuits sont à faire en époxy de 15/10. Les deux plaquettes ont exactement la même dimension pour pouvoir être superposées, reliées par entretoises et ainsi constituer un bloc parfaitement compact, facilement logeable dans un boîtier fabriqué à la demande.

Nous ne donnons pas le CI des circuits mémoires. Les réalisateurs intéressés y verront là un petit exercice d'initiation.

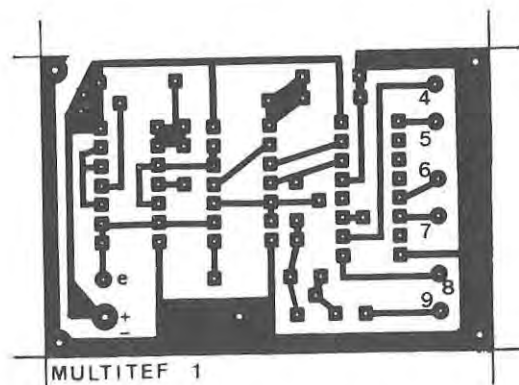


Fig. 11.5. - CI du Multitef.

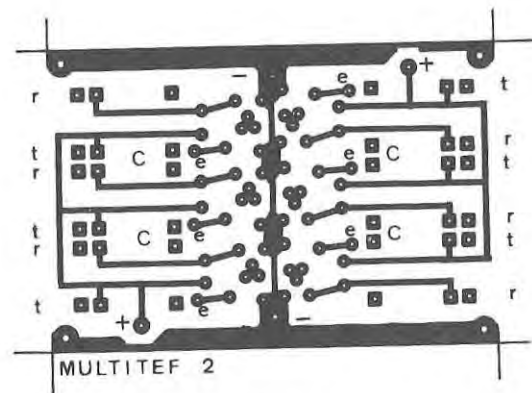


Fig. 11.6. - CI de la platine à relais.

11.3.3 Pose des composants

Travail très facile. Suivre les **figures 11.7** et **11.8**.

Nous conseillons les supports DIL pour les circuits C.MOS, ce qui permet de s'affranchir de toutes les réserves d'usage. Ne pas oublier de placer d'abord le strap sous le 4017. L'entrée se fait par un petit cordon style servo, équipé du connecteur ad hoc. Les sorties sont des fils souples de 4 à 5 cm. Prévoir deux départs + 4,8 V vers la platine relais.

Pour celle-ci, commencer par la pose des transistors, condensateurs et résistances de la partie centrale. Attention à la polarité des perles tantales et au sens des BC549C. Puis poser les relais. Assurer la liaison entre les deux platines : six fils de sorties, un pour la masse et deux pour le + 4,8 V.

Les départs d'utilisation seront soudés après essais, sous la platine relais, sous forme d'un petit câble 3 fils par relais. Munir chaque câble d'un petit connecteur avec détrompeur. Adopter le même code de branchement sur chaque câble. Ainsi l'adaptation à n'importe quel cas d'utilisation sera possible.

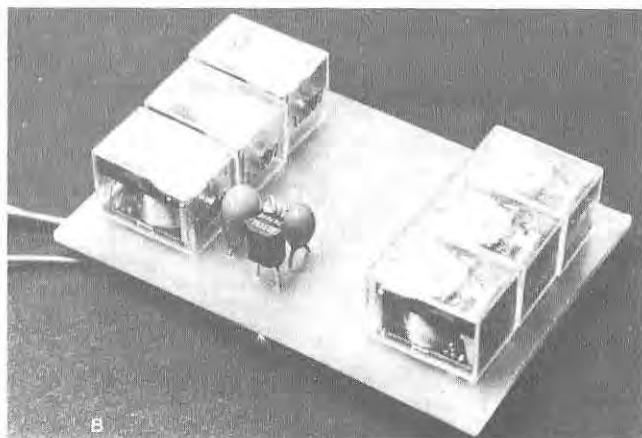


Photo 11.B. - La plaquette des relais en cours de montage.

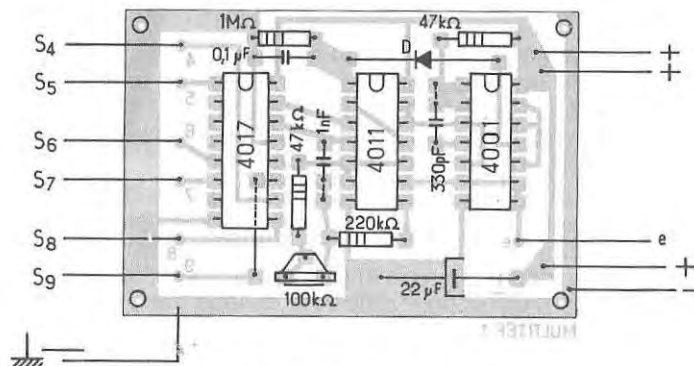


Fig. 11.7. - Composants du Multitef.

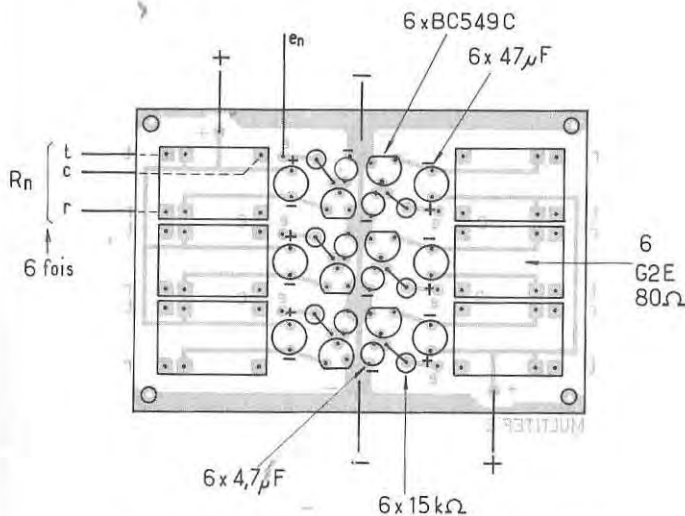


Fig. 11.8. - Composants de la platine à relais.

11.3.4 Essais

Les premiers essais peuvent se faire au servo-test si vous disposez de cet appareil. Sinon, il faut relier le Multitest au récepteur sur la sortie envisagée. Choisir de préférence une sortie d'auxiliaire avec potentiomètre sans retour à 0, donc positionnable sur n'importe quelle position.

Injecter le signal de voie et vérifier la réponse de quelques-uns au moins des 6 canaux prévus. Repérer alors le relais alimenté par s_4 . Placer la commande de servo-test (ou d'émetteur) sur la durée de voie minimum et régler la résistance ajustable du Multitest pour obtenir le collage franc du relais s_4 . C'est tout !

Maintenant en augmentant régulièrement la durée de voie, vous devez avoir les collages successifs des 5 autres relais.

11.3.5 Adaptation de l'émetteur

Il n'est pas possible de garder cette commande progressive à l'émission. En effet pour atteindre le 6^e relais, par exemple il faudrait provoquer le collage fugitif des 5 autres en partant du temps minimum de voie. Il est donc indispensable de monter une commande par poussoirs. Ces poussoirs seront de très bonne qualité, à rupture brusque, de manière à ne pas apporter de fausses commandes. On pourra choisir par exemple des Digitast, agréables d'emploi, disponibles chez Sélectronic.

Deux types de montage sont à envisager selon la génération du codeur de l'émetteur.

a) Le potentiomètre de voie est effectivement monté en potentiomètre (3 fils). C'est le cas des émetteurs à codeurs à transistors et des tous nouveaux codeurs à amplis OP (voir la **figure 11.9**). Le curseur du potentiomètre évolue normalement entre les positions a et b. Mesurer soigneusement à l'ohmmètre les résistances des sections xa, ab, et by. La somme des trois redonnant normalement la valeur du potentiomètre. Il faudra remplacer le potentiomètre par le montage à 6 poussoirs. Chaque résistance R est donnée par :

$$R = \frac{ab}{5}$$

Choisir la valeur la plus proche dans la gamme commerciale. Une sixième résistance R est à monter pour avoir, au repos de tous les poussoirs, tous les relais au repos. La résistance ajustable R_{aj1} aura pour valeur : $2xa - R$ et R_{aj2} vaudra $2by$.

Un exemple :

Pot = 5 000 Ω

xa = 750 Ω

ab = 1 500 Ω

by = 2 750 Ω

Les résistances R_1 à R_6 vaudront $1\,500 : 5 = 300 \Omega$. On prendra 330 Ω .

R_{aj1} vaudra $2 \times 750 - 300 = 1\,200 \Omega$. On prendra 1 000 Ω .

R_{aj2} vaudra $2 \times 2\,750 = 5\,500 \Omega$. On prendra 4 700 Ω .

Préregler la première ajustable à 750 Ω et la seconde à 2 750 Ω .

Mettre sous tension et figoler le calage des deux ajustables pour avoir un collage franc du premier et du dernier relais. Les deux réglages sont un peu interdépendants. Les autres relais sont automatiquement calés.

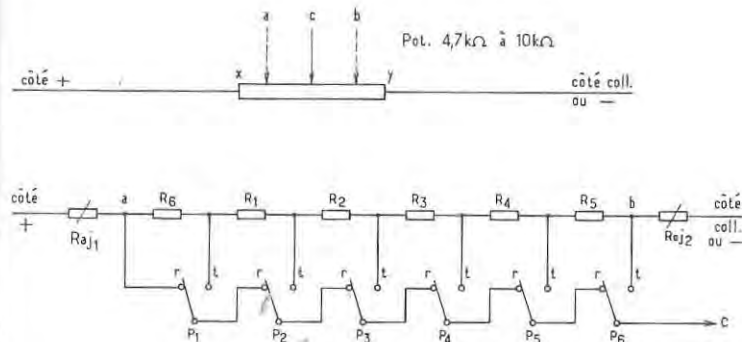


Fig. 11.9. - Modification d'un codeur à « potentiomètres ».

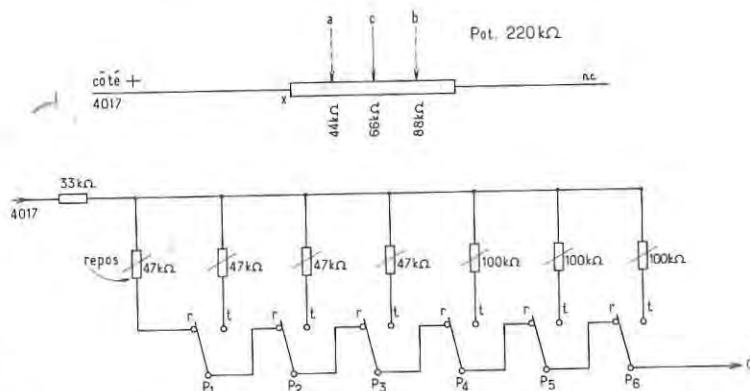


Fig. 11.10. - Modification d'un codeur à « résistances variables ».

b) Le potentiomètre de l'émetteur est monté en rhéostat (2 fils). C'est le cas des codeurs type C.MOS, les potentiomètres ayant des valeurs élevées, de l'ordre de 220 kΩ (voir la **figure 11.10**).

L'affaire est un peu plus délicate car la linéarité en temps des commandes est un peu moins bonne. Finalement la meilleure solution consiste à mettre une résistance ajustable par canal et une pour le repos général. La **figure 11.10** donne les valeurs à prévoir pour des potentiomètres de 220 kΩ, calés à 66 kΩ au neutre. C'est le cas du TF6 en codeur C.MOS.

Dans les deux cas, poussoirs et résistances associés, sont à monter sur un CI additionnel à fixer dans l'émetteur, ou à la rigueur, dans un petit boîtier, sur le côté de celui-ci, si l'espace intérieur est trop exigu, ou simplement si l'on désire éviter une modification un peu chirurgicale du coffret d'origine.

De toute façon, nous pensons que le Multitef doit rendre service aux amateurs de bateaux. Sans difficulté de réalisation dans sa version normale, il offre des possibilités intéressantes d'extension d'un ensemble digital normal.

12. Platine multi-fonctions pour ensemble T ou R

Si les ensembles Tout ou Rien sont pratiquement abandonnés par les modélistes « Avion », ils sont encore très utilisés par les amateurs de bateaux. Il faut d'ailleurs convenir que, dans ce cas, la technique un peu désuète du T ou R est parfaitement compatible avec les exigences d'une maquette de navire naviguant à vitesse réaliste.

Toutefois, l'amateur de bateaux désire souvent doter son engin - et c'est bien normal - de multiples commandes. Cela le conduit à prévoir un nombre important de canaux tant à l'émission qu'à la réception. Or cette prolifération augmente très vite d'une part, le prix de revient, mais d'autre part et surtout, la difficulté de réalisation. Si monter un T ou R à 4 canaux est assez facile, faire de même avec 8 canaux ou plus devient vite une gageure. Il est beaucoup plus raisonnable de se limiter à quatre canaux et d'essayer d'en tirer le maximum. Pour cela, il suffit souvent de faire travailler un peu la matière grise !

La platine que nous vous proposons est un exemple prouvant que c'est possible... sinon facile !

Le problème que nous nous étions posé était le suivant :

Avec 2 canaux, nous voulions obtenir :

- la marche avant petite vitesse ;
- la marche avant grande vitesse, avec passage à volonté de l'une à l'autre ;
- l'arrêt immédiat quel que soit l'état de marche ;
- la marche arrière avec si possible, accès direct ;
- une fonction supplémentaire mémorisée, avec accès direct dans tous les états.

Le problème fut résolu, moyennant quelques dizaines de barbouillages sur papier et la solution nous donna satisfaction, au-delà même de nos espérances !

Cette solution apparaît en **figure 12.1**.

12.1 Le schéma

Evidemment, au premier coup d'œil, on ne peut pas dire que c'est très simple ! C'est d'ailleurs sans importance pour le réalisateur, d'autant qu'en fait le montage est à base de circuits CMOS et que le tout tient en 6 boîtiers 14 pattes !

Essayons d'y voir clair :

Constatons, tout d'abord, que les quatre sorties S_1 à S_4 sont fournies par des basculeurs type JK. S_1 commande la marche avant. S_2 assure l'alternance petite et grande vitesse. S_3 commande la marche arrière. S_4 contrôle la fonction auxiliaire.

Chaque JK possède son entrée « clock » commandant les basculements (par passage de l'état 1 à l'état 0). Il a une entrée RAZ, de remise à 0. (par application momentanée d'un niveau 0).

— Si $J = 1$ et $K = 0$, (cas de JK/I et JK/III) un premier coup d'horloge fait $S = 1$, les coups suivants sont inactifs.

— Si $J = K = 1$, (cas de JK/II et JK/IV) chaque coup d'horloge change l'état. Le premier coup donne $S = 1$, le second $S = 0$, le troisième, à nouveau $S = 1$, etc.

— Si $J = K = 0$, (cas de JK/II, au départ) le JK est bloqué et est insensible aux coups d'horloge.

Passons maintenant à l'entrée du système. r_1 et r_2 sont les inverseurs faisant partie des deux relais du récepteur, dévolus à la commande de la platine. Chacun de ces inverseurs est associé à un basculeur antirebonds, indispensable en commande de circuits logiques. Les sorties complémentaires de ces basculeurs RS suivent simplement l'état de l'inverseur lui-même, comme l'indiquent les flèches portées sur la figure. r_1 détermine l'état du signal f et r_2 celui du signal e .

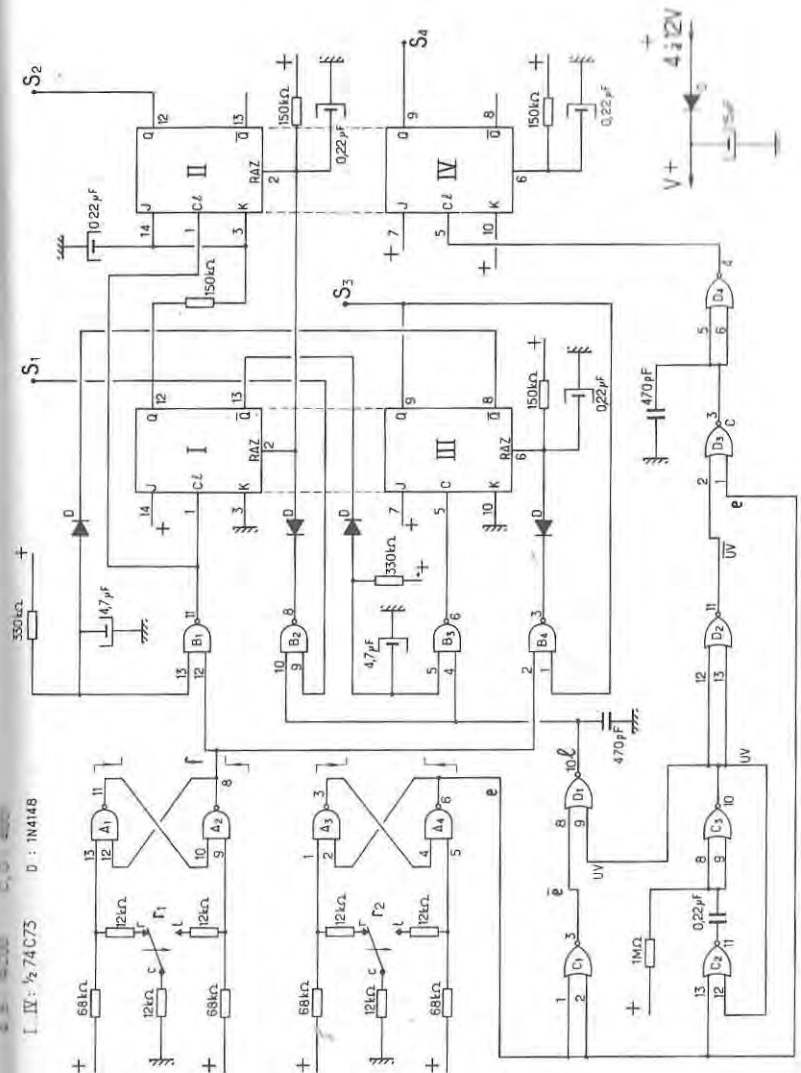


Fig. 12.1. - Schéma du circuit multifonctions pour 2 canaux.

A la mise sous tension du système, les cellules RC de RAZ remettent les quatre basculeurs à 0, par charge du $0,22 \mu\text{F}$. Les condensateurs chargés, les JK sont prêts à basculer. Pour tous $Q = 0$ et $\bar{Q} = 1$.

Actionnons 1 fois r_1 .

L'entrée 13 de B_1 est à 1, le $0,47 \mu\text{F}$ chargé. La sortie de A_2 passant à 1, celle de B_1 passe à 0 et JK/II bascule : $S_1 = 1$. C'est la **marche avant**.

JK/II a aussi reçu l'ordre de basculement, mais comme au départ ses J et K alimentés précisément par S_1 , étaient à 0, il est bloqué et ne bouge pas : $S_2 = 0$. **Petite vitesse**.

Le retour au repos de r_1 laisse les choses en l'état. Mais le $0,22 \mu\text{F}$ des J et K de II se charge amenant ces entrées à 1 et rendant II réceptif.

Deuxième top sur r_1 .

II ne peut plus bouger, (voir plus haut) mais cette fois II bascule. On a toujours la **marche avant**, avec $S_1 = 1$, mais en **grande vitesse**, avec $S_2 = 1$.

Troisième top sur r_1 .

II est toujours bloqué : $S_1 = 1$, mais II rebascule et redonne $S_2 = 0$. Retour en petite vitesse... et ainsi de suite.

Conclusion

r_1 commande la marche avant et assure l'alternance petite et grande vitesse.

Tournons-nous maintenant vers r_2 .

C'est plus compliqué ! La sortie du RS, soit e venant de A_4 ne commande pas directement JK/III mais traverse un réseau complexe de portes NOR. Pourquoi ? Eh bien, parce que nous allons distinguer les actions sur r_2 en « actions courtes » et « actions longues ».

Les portes C_2 et C_3 constituent un monostable dont la durée d'impulsion est d'environ 250 ms (1/4 s). Ce monostable est déclenché par le début de e .

— Si la sortie e est mélangée avec \bar{UV} , dans la porte D_3 , celle-ci ne délivre en sortie c des impulsions que **si la durée e est inférieure à 250 ms**. Voir **figure 12.2**, en bas.

— Si la sortie \bar{e} est mélangée avec UV dans la porte D_1 , celle-ci ne délivre en l des impulsions que **si la durée e est supérieure à 250 ms**. Voir **figure 12.2**, en haut.

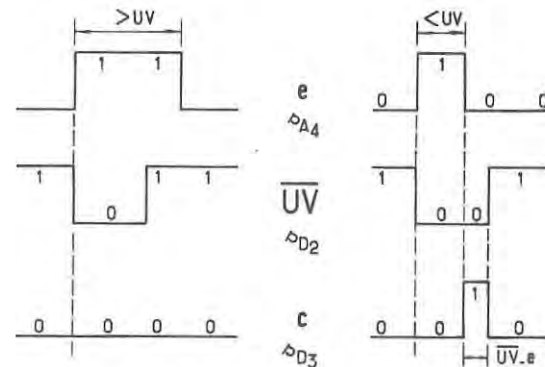
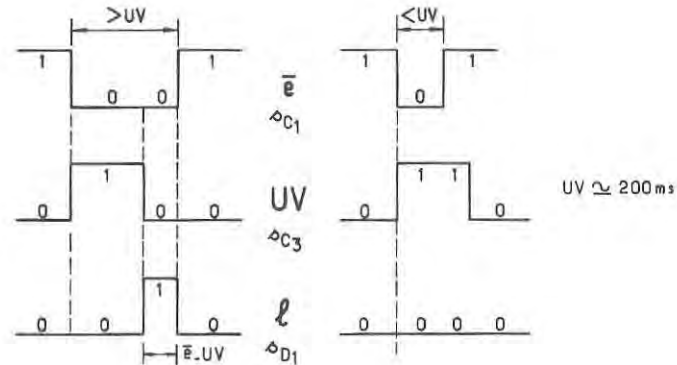


Fig. 12.2. - Distinction tops longs tops courts.

Conclusion

— Des tops brefs sur r_2 (< 250 ms) actionnent JK/IV et provoquent à chaque fois son changement d'état. Le premier donne $S_4 = 1$, le second $S_4 = 0$ et ainsi de suite.

— Ces tops brefs n'ont aucune action sur JK/III.

— Des tops longs sur r_2 (> 250 ms) n'agissent pas sur JK/IV, (rien en c) mais font apparaître le signal L. Imaginons un instant le système au repos, à la mise sous tension, par exemple.

Premier coup long sur r_2 .

L'entrée 5 de B_3 étant à 1, la sortie de B_3 passe à 0 et bascule III : $S_3 = 1$. C'est la **marche arrière**.

Deuxième coup long sur r_2 et suivants.

Avec $J = 1$ et $K = 0$, III ne peut basculer qu'une fois et ne bouge plus. On reste en marche arrière.

Il nous fallait cependant empêcher l'utilisateur de passer directement de marche avant à marche arrière (ou inversement) ce que le moteur et la mécanique de transmission de force n'apprécient pas du tout ! Il fallait aussi pouvoir remettre I ou II à 0, ce que nous ne pouvons pas encore ! C'est la double raison d'être des portes B_1 à B_4 .

Revenons à r_1 et à son RS fournissant f. Nous constatons que f est appliqué non seulement à 12 de B_1 mais aussi à 2 de B_4 .

— **Si III est au repos**, $Q_{III} = 1$ et 13 de B_1 est effectivement à 1. La porte B_1 est active et transmet le signal f à clock de I, le faisant basculer.

Mais III au repos donne $Q_{III} = 0$, d'où 1 de B_4 est aussi à 0, bloquant B_4 qui ne transmet pas f et n'agit pas sur la RAZ de III.

— **Si III est au travail**, $Q_{III} = 0$. La diode D de 13/ B_1 conduit et décharge le $4,7 \mu\text{F}$ amenant 13 à 0 et bloquant B_1 qui ne peut plus transmettre f.

Mais III au travail donne $Q_{III} = 1$: l'entrée 1 de B_4 est à 1, activant cette porte. Le signal f est transmis à RAZ de III qui passent à 0, ramène III au repos.

Le fonctionnement des portes B_2 et B_3 commandées par I, donc sensibles à r_2 est identique.

Résumons-nous :

— En principe r_1 agit sur I (puis sur II) et r_2 agit sur III par tops longs. Cela est vrai lorsque tout est au repos, mais...

Si I est au travail, r_2 n'agit plus sur III, mais ramène I au repos.

Si III est au travail, r_1 n'agit plus sur I, mais ramène III au repos.

Pratiquement :

Vous êtes en marche avant. Vous voulez la marche arrière. Un top long sur r_2 « de marche arrière » remet d'abord le système au repos et stoppe le moteur. Un deuxième top long sur r_2 vous donnera ensuite la marche arrière désirée.

Phénomène inverse si vous êtes en marche arrière et voulez passer en marche avant, que vous obtiendrez par double action sur r_1 (petite vitesse).

Mais en réalité, le système est encore plus astucieux :

Supposons être en marche avant :

I est au travail, $Q_I = 1$ et $\bar{Q}_I = 0$.

III est au repos, $Q_{III} = 0$ et $\bar{Q}_{III} = 1$.

Envoyons un top long sur r_2 et maintenons-le !

Nous avons vu ci-dessus que ce top long fait passer I au repos ($Q_I = 0$, $\bar{Q}_I = 1$) provoquant l'arrêt. Mais \bar{Q}_I étant venu à 1, le $4,7 \mu\text{F}$ de B_3 déchargé par D, peut se recharger. Le top étant maintenu garde 4 de B_3 à 1. Quand la tension en 5 de B_3 atteindra le niveau 1 (soit 1,5 s plus tard) la sortie de b_3 passera à 0 et basculera III donnant la marche arrière !

Notre système est donc « intelligent ». Si vous lui demandez de passer directement de marche avant à marche arrière, il arrête d'abord le moteur, attend 1,5 s puis enclenche la marche arrière désirée. Le passage se fait en douceur et dans un minimum de temps.

Même processus évidemment pour passage de marche arrière en marche avant. Sur l'émetteur, la commande des ordres se fait avec une clé à 3 positions : Repos central stable et deux positions extrêmes instables. Les petites clés Reuter

étaient idéales, mais elles sont quasi introuvables maintenant. On prendra par exemple un tumbler C et K n° 7103. La commande est intuitive :

- En avant pour marche avant,
- En arrière pour marche arrière.

Pour la marche avant, la durée des tops est indifférente.

En arrière, les tops courts (< 250 ms) actionnent l'auxiliaire. Des tops longs agissent effectivement sur la marche arrière, sans préjudice pour l'auxiliaire. Pour l'arrêt : Top moyen ($< 1,5$ s) en sens contraire de l'état de marche, soit :

- En avant, si l'on est en marche arrière ;
- En arrière, si l'on est en marche avant.

Top maintenu en avant : Passage automatique de marche arrière à marche avant. Top maintenu en arrière : Passage automatique de marche avant en marche arrière.

Le dosage des durées s'acquiert très vite, les écarts étant nets.

12.1.1 Protection contre les parasites

Notons que les contacts des relais r_1 et r_2 , faisant partie du récepteur, sont « encadrés » par des résistances de blocage de $12\text{ k}\Omega$, réduisant notablement la transmission des parasites vers le récepteur.

Notons aussi que l'action des parasites est toujours très brève, donc assimilable à un top très court. Un parasite ne pourra ainsi jamais enclencher la marche arrière, ni provoquer l'arrêt de marche avant. Tout au plus, il perturbera l'auxiliaire et fera passer de petite à grande vitesse.

Il serait d'ailleurs parfaitement possible d'intercaler entre f et B_1 / b_3 , un système détecteur de tops longs, analogue à C_1 , D_1 , C_2 et C_3 , avec un 4001 supplémentaire : une coupure dans le CI, une petite plaquette additionnelle et l'on aurait alors une marche avant immunisée aux parasites, dans les cas désespérés. Il serait sûrement nécessaire, dans cette solution de dernière chance, d'abandonner la fonction auxiliaire. Nous espérons que la qualité de votre montage général ne vous amènera pas à cette fâcheuse extrémité.

12.2 Réalisation

12.2.1 Circuit imprimé.

Voir **figure 12.3**. En époxy simple face de 15/10. Disponible, étamé et percé chez Sélectronique à Lille. Perçage des trous à 8/10.

Bien sûr, les sorties S doivent être suivies d'interfaces à transistors actionnant les relais secondaires à fort pouvoir de coupure. Nous donnons en **figure 12.4**, le schéma à utiliser quatre fois. Nous ne donnons pas le dessin du CI des relais, vous laissant toute latitude dans le choix de ces derniers. On

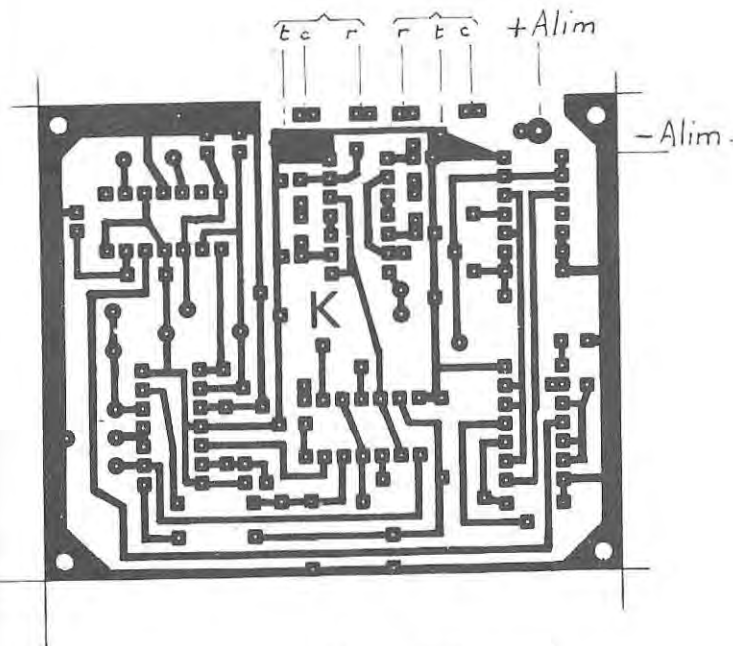


Fig. 12.3. - Le CI K.

essayera de dessiner ce second CI aux mêmes dimensions que le premier, ce qui permettra de les superposer en les réunissant par entretoises.

12.2.2 Liste des composants

2 74C00 (NS)
2 74C73 (NS)
2 4001
5 1N4148

Résistances 1/4 W 5% :

6 12 k Ω
4 68 k Ω
3 150 k Ω
2 330 k Ω
1 1 M Ω .

Condensateurs :

2 470 pF céramique
1 0,22 μ F MKM 100 V
3 0,22 μ F 16
ou 35 V perle tantale

2 4,7 μ F 16
ou 35 V perle tantale
1 15 μ F 25 V ch.

Divers :

1 CI
6 supports de circuits
intégrés 14 broches.
Pour interface à relais :
4 BC 238
4 2N 1711
4 1N4002
4 relais
4 22 k Ω 1/4 W 5%.

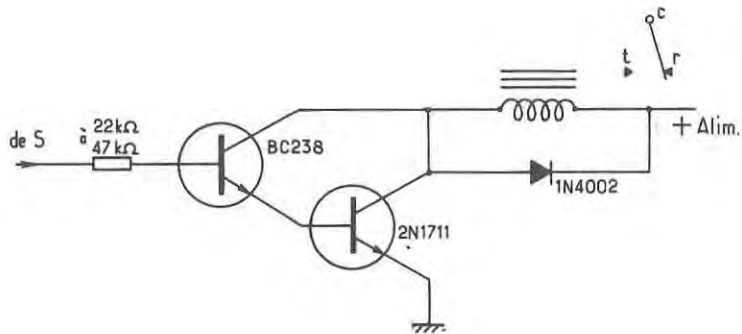


Fig. 12.4. - Darlington de commande des relais.

12.2.3 Montage

Il suffit de suivre la **figure 12.5.**

Poser d'abord tous les straps, sans oublier celui qui se trouve sous l'un des 4001. Poser les supports de circuits. Souder tous les autres composants.

Vérifier soigneusement. Nettoyez les soudures à l'acétone.

12.2.4 Essais

Nous conseillons de remplacer, au départ, les relais primaires du récepteur par des clés actionnées manuellement. Les relais secondaires peuvent être remplacés ou non par des ampoules.

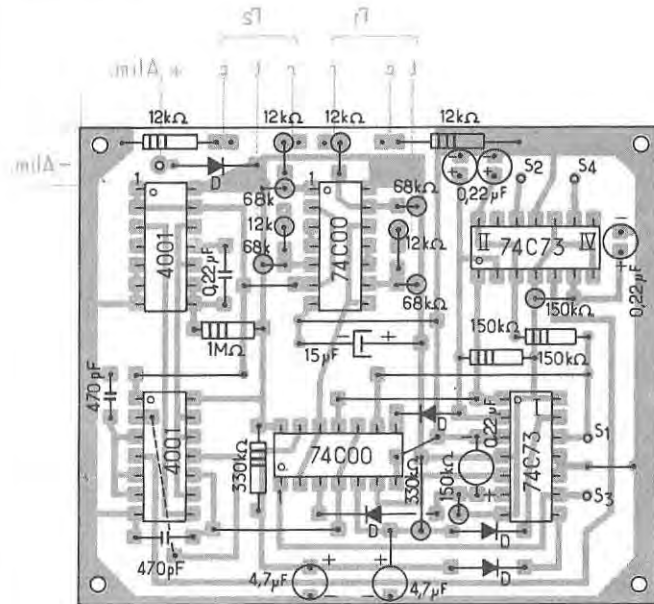


Fig. 12.5. - Pose des composants sur K.

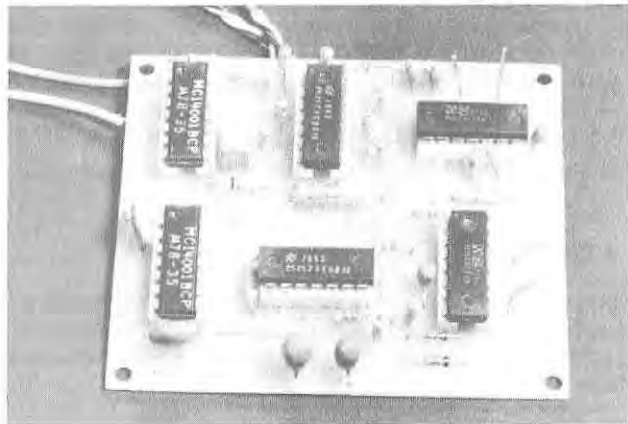


Photo 12.A. - Platine T ou R, multi-fonctions.

Placer les CMOS, dans le sens correct et alimenter la platine. La diode supprime tout risque par erreur de polarité. Sous 12 V, la platine CMOS consomme... 1/2 mA ! Il n'y a aucune mise au point à faire. Se contenter de vérifier le fonctionnement conforme aux dires du paragraphe précédent.

12.2.5 Utilisation

Pour la commande du moteur électrique de propulsion, nous vous proposons le schéma de la **figure 12.6**. Les inverseurs R_1 à R_4 sont évidemment ceux des relais secondaires commandés par les sorties S_1 à S_4 . La résistance R réduit la vitesse du moteur, lorsque R_2 est au repos. Comme dessiné, elle agira aussi en marche arrière. C'est à la fois bien et mal. Si vous désirez une marche arrière, pleine vitesse, vous pouvez :

— ou shunter R par une diode placée dans le sens convenable pour conduire en marche arrière et être non passante en marche avant. Choisir un modèle de puissance compatible avec le moteur. (De même que pour R , d'ailleurs) ;

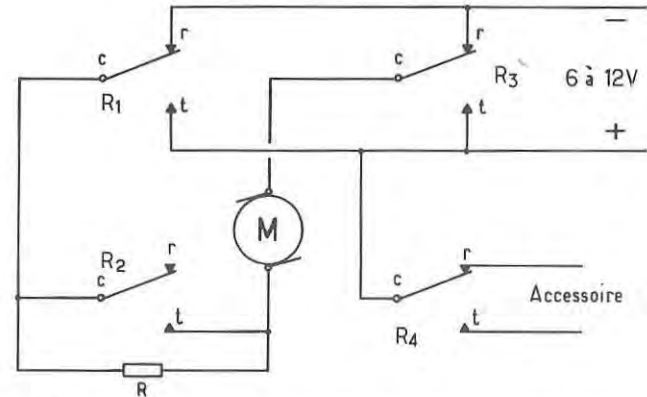


Fig. 12.6. - Utilisation des relais secondaires. R_1 : marche avant. R_2 : M/av petite/grande vitesse. R_3 : marche arrière. R_4 : commande d'accessoire.

— ou placer R ailleurs dans le schéma (toujours avec R_2 aux bornes) mais nous vous laissons chercher où ! Il faut bien tout de même que nous vous laissons un minimum de réflexion à faire et avouez que nous avons fait le plus difficile !

La valeur de R est à déterminer expérimentalement, (quelques ohms), pour avoir une petite vitesse convenable.

On pourrait aussi imaginer une commutation de la tension batterie, par r_2 . Mais nous préférons la solution proposée en **figure 12.6**, car le moteur démarre toujours à travers R , ce qui assure une protection très efficace des contacts de relais et une réduction des parasites de commutation.

Voici donc un montage qui nous semble séduisant. Nous espérons qu'il permettra à quelques amateurs possédant encore de bons ensembles T ou R, de valoriser leur installation.

13. Controgaz : coupure automatique de sécurité des gaz

La recherche de la sécurité doit être le souci essentiel du modéliste Avion et de celui qui pratique le bateau de vitesse. Sécurité tout d'abord pour le matériel, car il n'est jamais réjouissant de pulvériser ou de perdre une cellule et son coûteux équipement. Sécurité aussi et surtout pour les personnes, évidemment !

D'où ces recherches de systèmes rendant les radios imbrouillables. Personnellement, nous n'y croyons pas, du moins au niveau simple de nos équipements. En effet, tout ce

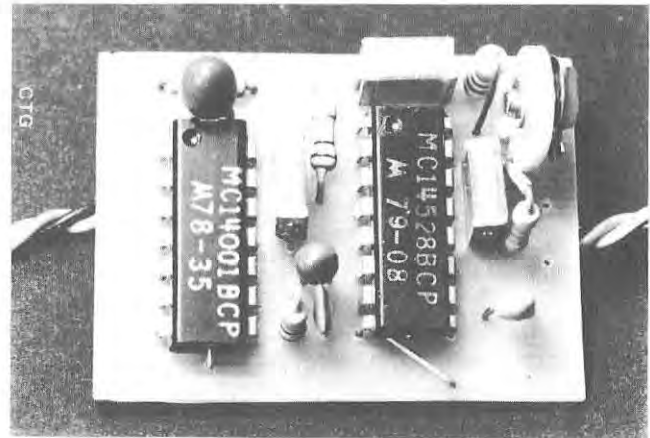


Photo 13.A. - Le Controgaz.
N.B. - Monter un 4538 et non un 4528.

que nous pouvons faire, ce sont des systèmes personnalisant le codage de notre transmission de manière que le décodeur accepte le signal s'il est correct et le refuse s'il n'a pas la petite « chose » qui fait la différence. Mais on oublie alors que 99% des brouillages se font dans la partie HF du récepteur : les deux émissions, la bonne et la mauvaise se mélangeant en une affreuse modulation indécodable.

Il ne faut donc pas trop se casser la tête sur ce problème insoluble ! Les seules choses possibles sont :

— Le choix d'un récepteur le plus sélectif possible, éliminant tout ce qui est proche de la fréquence de réglage à recevoir. Toutefois, si le brouillage se fait, à égalité de fréquences, alors c'est fichu ! Il n'y a rien à faire !

— Le choix d'une bande de fréquences suffisamment propre ! Haro sur le 27 MHz, infesté par la CB et ses parloles. Le 72 MHz est encore valable, le 144 MHz à déconseiller formellement puisque c'est une bande des radio-amateurs, en même temps, le 436 MHz, beaucoup moins sûr que les marchands veulent bien nous le faire croire !

La nouvelle bande des 41 MHz semble donner satisfaction.

— Une discipline exemplaire des utilisateurs RC sur les terrains. Un minimum d'information aussi. Car si les lecteurs de cette revue sont pour la plupart des réalisateurs de leur ensemble RC et savent donc très bien que leur émetteur a une Fréquence, il n'en est certainement pas de même pour les acheteurs de « Tout Fait » qui ne doivent pas faire beaucoup de différence entre un émetteur et un moulin à café, hormis l'usage qu'il est possible d'en faire.

Qu'est-il donc possible de faire pour augmenter un peu la sécurité ? Eh bien, modestement... monter un Controgaz !

Il s'agit d'un petit système mettant le moteur à l'extrême ralenti, ou même le stoppant en cas de perte de contrôle. Cette perte de contrôle pouvant avoir diverses causes :

- Panne de l'émetteur, ou ses accus à plat.
- Panne du récepteur
- Distance d'évolution trop grande

— Brouillage par un signal puissant sur la même fréquence ou une fréquence voisine.

Dans ces quatre cas, les créneaux de sortie de réception disparaissent, laissant les servos là où ils se trouvaient et par exemple le moteur, plein gaz. Alors, où l'avion disparaît à l'horizon s'il s'agit d'un modèle de début, auto-stable, où le crash s'en suit dans les secondes qui suivent, si c'est une cellule rapide.

Un mot d'explication sur le cas du brouillage : si l'on se reporte à l'étude du fonctionnement d'un décodeur, on constate que, le plus souvent maintenant, ce dernier est équipé d'un registre à décalage, genre 4015 ou 74C164. Or dans ce cas, c'est le créneau de synchro, terminant chaque séquence, qui place un « 1 » à l'entrée Data du registre, ce « 1 » étant successivement transféré de sortie en sortie, par chaque impulsion de voie. Si le signal est fortement brouillé, il apparaît inévitablement des impulsions parasites pendant la durée de synchro, ce qui empêche la formation du fameux « 1 » initial. Plus rien ne sort alors du décodeur. Ce blocage ne peut survenir qu'en cas de forte perturbation, car si celle-ci est légère, certaines seulement des impulsions de synchro seront « bouchées » et il y aura simplement des trous ou des à-coups dans la transmission.

Avec le Controgaz, dès que les signaux de sorties de voies disparaissent, l'avion ne risque plus de disparaître dans les nuages ou le multi de se pulvériser en survitesse, mais, moteur calé, la récupération à proximité devient possible ou la chute inévitable peut se limiter à des dégâts mineurs.

Pensons aussi aux amateurs d'avions de vitesse : Véritables projectiles volants, la perte de contrôle peut avoir de terribles conséquences, particulièrement dans les manifestations publiques. Un Controgaz, coupant net le moteur en cas de perte de contrôle est à notre avis indispensable et devrait même être obligatoire ! (Organisateurs de courses, pensez à vos responsabilités !)

Alors, n'attendez plus ! Fabriquons ensemble un Controgaz !

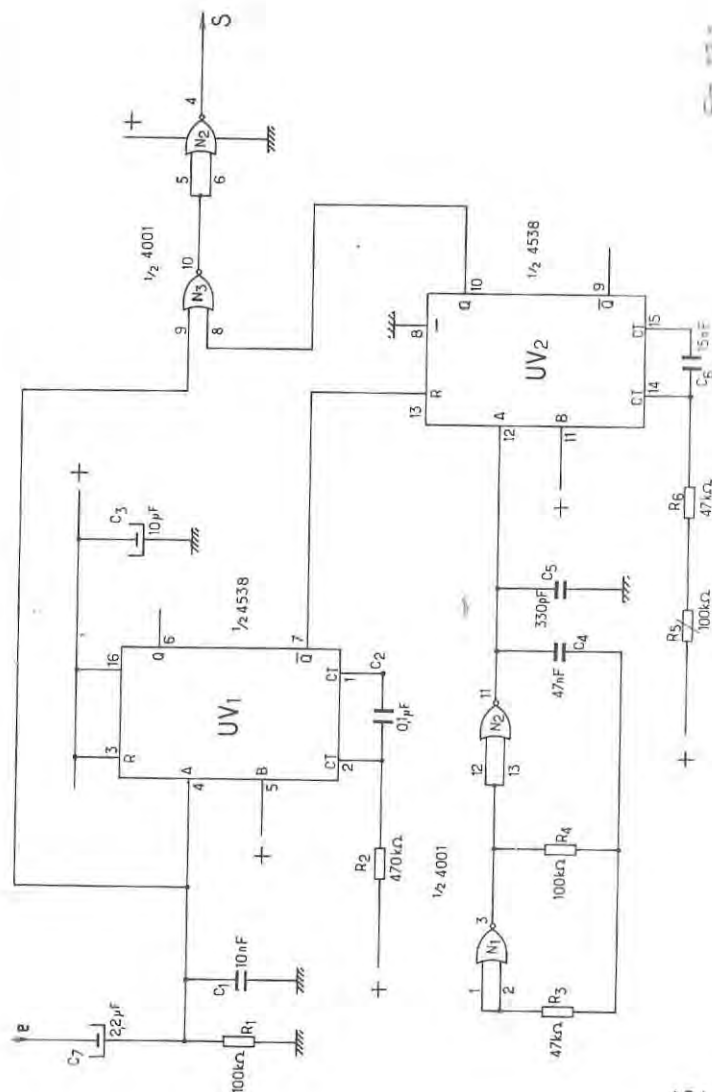
13.1 Le schéma

Voir **figure 13.1**. Deux circuits intégrés C.MOS font le travail... et le font bien ! un 4538 et un 4001. Le créneau de la voie de gaz est introduit en « e », provenant du décodeur normal. Il déclenche d'abord un monostable UV₁, dont la constante de temps R₂ C₂ est nettement supérieure à la durée de la séquence. Le 4538 étant rétriggerable, passe en position de travail et y reste en permanence, tant que le créneau est normalement transmis. Donc, pour UV₁ :

- avec le signal normalement reçu : Q = 1 et $\bar{Q} = 0$
- sans signal, au contraire, Q = 0 et $\bar{Q} = 1$

La sortie \bar{Q} commande l'entrée « Reset » du second monostable. Avec le signal normal, UV₂ est bloqué (R = 0), sans signal, il est libéré (R = 1). Dans le premier cas, les sorties de UV₂ sont Q = 0 et $\bar{Q} = 1$. Alors N₃ qui reçoit déjà « e » sur sa première entrée est passante, donnant e, en sortie 10 et à nouveau e en S. Dans le cas du signal normalement reçu, le Controgaz est donc « transparent » et le servo de gaz, branché en S reçoit le signal de la voie gaz, comme il a été transmis.

Lorsque le signal e disparaît, pour une raison quelconque, UV₁ revient au repos, après une fraction de seconde et il libère UV₂. Or, ce dernier reçoit sur son entrée « A » le signal d'un oscillateur N₁, N₂, réglé sur 50 Hz. UV₂ fournit donc, à chaque front montant, une impulsion de durée déterminée par sa propre constante de temps, R₆ C₆. Cette durée étant réglable par R₅, de 1 ms à 2 ms environ. L'impulsion ainsi engendrée et prélevée en Q, donc positive, traverse N₃ et N₄ et se retrouve en S, avec la même polarité. Notons que N₃ est passante car son entrée 9 est à 0, par la 100 kΩ. Pour éviter l'incident malheureux du décodeur qui s'arrête par malchance, avec la sortie de gaz au niveau 1 et y restant, un condensateur de liaison est intercalé et coupe la composante continue.



13.2 La réalisation

13.2.1 Liste des composants

1 4538 (4528 à la rigueur !)	1 0,1 μ F MKH
1 4001	1 10 nF subm. RTC (C629)
2 47 k Ω 5%	1 2,2 μ F perle tantale 10 V
2 100 k Ω 5%	1 10 μ F perle tantale 10 V
1 470 k Ω 5%	1 circuit imprimé
1 VA05V, 100 k Ω ou 1 Pot \varnothing 16 16 mm, axe de 4 mm, même valeur. Linéaire.	2 connecteurs M et F, selon le standard du récepteur et des servos, fil souple pour les liai- sons
1 330 pF, perle cér.	1 tumbler inverseur subminia- ture (facultatif)
1 15 nF MKH	
1 47 nF MKH	

13.2.2 Le circuit imprimé

Le dessin en est donné en **figure 13.2**. On le réalisera en époxy simple face de 15/10. Le dessin à la main est facile. Percer tous les trous à 8/10, sauf ceux de la VA 05, à percer à 12/10. Ne pas négliger l'étamage.

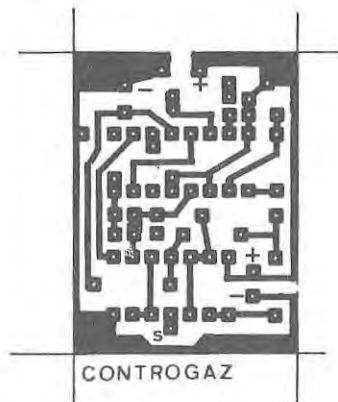


Fig. 13.2. - CI du CONTROGAZ.

13.2.3 Pose des composants

Voir **figure 13.3**. Pas de supports pour les circuits intégrés dans ce montage destiné aux avions et bateaux rapides. Il faut donc souder les C.MOS avec les précautions d'usage :

- Fer à souder à la terre ou
- Fer débranché pendant les soudures ou
- Fer basse tension.

Ne pas oublier les trois straps. Suivre la **figure 13.3** pour la pose des autres composants. Il s'agit d'un travail très facile et même les acheteurs de « Tout fait » pourront ici, essayer de faire leurs premières armes d'électroniciens en herbe !

Préparer soigneusement les deux cordons de liaison. 5 à 6 cm suffisent. Souder d'abord les connecteurs. Protéger au thermo-rétractable. Torsader les fils et les souder aux points corrects sous le CI. Faire les soudures avec les fils à plat.

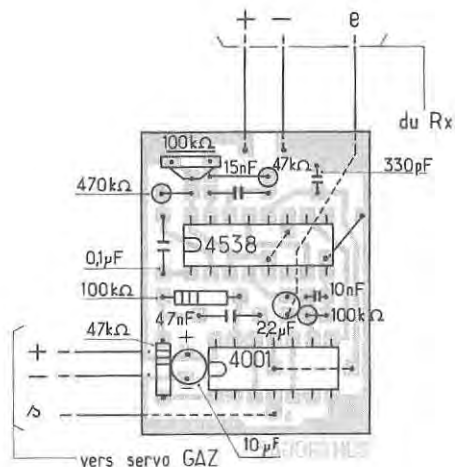


Fig. 13.3. - Composants du CONTROGAZ.

13.2.4 Essais

Bien vérifier le travail effectué. Revoir le brochage des connecteurs de liaison. Intercaler simplement le Controgaz dans la liaison de servo-gaz, comme le montre la **figure 13.4A**. Mettre sous tension et constater que, émetteur allumé, le servo de gaz répond exactement comme avant. Régler à mi-course la résistance ajustable, ce qui est à ce moment sans effet. Arrêter l'émetteur. Les autres servos vont stopper à peu près là où ils étaient et devenir libres, mais le servo de gaz doit se fixer au voisinage du neutre. Vérifier que l'on peut l'amener au plein ralenti par le réglage de l'ajustable précédente. Remettre l'émetteur sous tension et constater que le servo de gaz est de nouveau parfaitement contrôlé.

13.2.5 Utilisation

a) En sécurité simple

Voir la **figure 13.4A**. Le Controgaz se monte comme nous venons de le voir, dans la liaison récepteur/servo de gaz.

b) En commande moteur + sécurité

Voir **figure 13.4B**. Supprimer la résistance ajustable, sur le circuit imprimé. Monter à la place un petit potentiomètre de 100 k Ω relié par fils souples. Modifier le branchement en se référant à la figure. Monter le petit tumbler inverseur dans l'alimentation + 4,8 V. Tumbler et potentiomètre sont à fixer sur le flanc de la cellule, de manière à être parfaitement accessibles. Prévoir une installation souple. Une bonne solution consiste à rendre les deux éléments solidaires à l'aide d'une plaquette de circuit imprimé. Les deux canons filetés, débarassés des écrous et rondelles, s'emmanchent alors, assez dur, dans deux passe-fils montés sur le flanc de la cellule.

- En position « N », le Controgaz et le servo de gaz ne fonctionnent que si le Rx est sous tension : c'est la sécurité simple.

- En position T_m « le Controgaz et son servo sont actionnés, récepteur hors tension pour essais et réglages moteur, à l'aide du petit potentiomètre. Le fil T_m doit être pris sur l'interrupteur

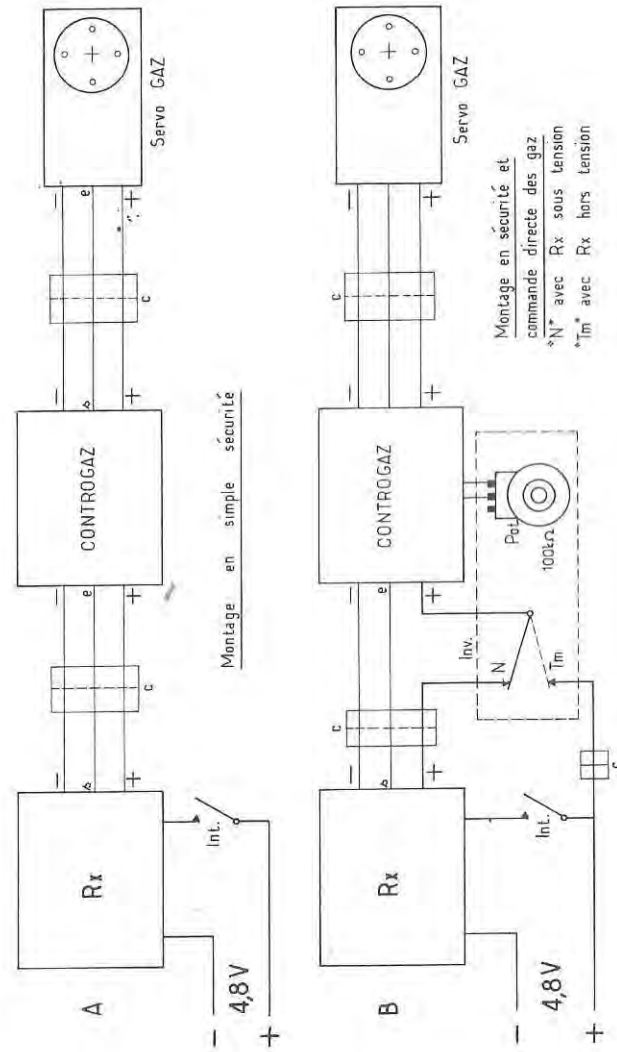


Fig. 13.4. - Branchements du CONTROGAZ.

général, avant coupure du + 4,8 V. Pour le vol, la position du tumbler est indifférente. On n'oubliera pas cependant de positionner, avant le décollage, le potentiomètre afin de faire jouer la sécurité : soit extrême ralenti, soit mieux encore, arrêt moteur par fermeture complète de l'admission.

Ne pas oublier que, en position T_m , les deux éléments de commande des gaz restent sous tension en permanence et risquent de décharger la batterie, si les choses restent en l'état plusieurs jours. Essayer de trouver un « truc » pour éviter cet oubli.

Le CI sera monté dans une petite boîte d'aluminium ou de plastique ou de CTP collé ! (Penser aux feuilles de STYRON de 1 mm). On peut aussi simplement l'emballer dans quelques tours de mousse plastique maintenue par un petit bracelet de caoutchouc.

En conclusion : le Controgaz nous semble un petit gadget fort utile, pour ne pas dire indispensable. Si l'on fait le rapport services rendus/prix de revient, le doute n'est pas permis, un seul instant.

Voler sans Controgaz est une erreur qui risque de vous rendre coupable !

14. Conclusion

Nous voici arrivé au terme de nos descriptions. Nous espérons que vous avez retenu, parmi les montages décrits, quelques réalisations dont la fabrication vous tente vivement ! Nous espérons même que vous avez franchi le pas et que ces montages fonctionnent déjà ! Dans ce cas, vous avez sans doute constaté que finalement "c'était facile". Soyez pourtant conscient que nous vous avons facilité la tâche en étudiant des schémas sûrs, dont la mise au point présente un minimum de problèmes. Le critère essentiel retenu lors de la conception ayant été le fonctionnement, la dernière soudure faite.

Bien sûr, cela ne vous donne pas l'assurance absolue que "votre réalisation" fonctionnera ainsi ! Il reste en effet les erreurs de montage, les mauvaises soudures, les oublis, les composants défectueux (ou détériorés à la mise sous tension). A ce moment là, si vous avez les qualités requises pour aller plus loin, vous serez plus stimulé que déçu ! Il faudra simplement ne pas vous affoler, revenir longuement sur le fonctionnement théorique afin de l'assimiler le mieux possible, puis faire des vérifications rationnelles sur chaque partie du montage, en prenant conscience qu'un montage ne peut valoir que ce que vaut le plus mauvais de ses maillons. Et lorsque vous aurez rendu vie à votre réalisation, vous sentirez pleinement, par cette victoire sur les composants et plus encore sur vous-même, combien l'électronique, c'est passionnant !

Si, par malchance, vous n'y parvenez pas, vous aurez toujours la ressource de prendre contact avec l'auteur qui sera heureux de vous aider et de vous faire bénéficier de ses conseils.

Souhaitons simplement pour terminer, que ce ne soit jamais nécessaire !