

LE TF 7 SF:

MIXER ET SONDE TACHYMETRIQUE

Nous avons terminé le mois dernier la description du codeur de notre nouvel émetteur type TF7-SF. Ce mois, nous allons décrire deux circuits complémentaires : un MIXER de voies et une SONDE TACHYMETRIQUE.

Rappelons que l'avantage apporté par le nouveau codeur TF7-SF, par rapport à son frère aîné TF7-S, est la plus grande versatilité d'emploi, avec quatre voies en S possibles, le couplage d'une des voies en S avec une autre voie quelconque, enfin le mixage possible de deux voies quelconques.

Il comporte quatre amplis OP contenus dans un seul boîtier LM324, caractérisé par une faible consommation. Les signaux à mixer sont injectés sur les entrées A et B des amplis I et III. Les quatre amplis sont montés en inverseurs.

Le signal injecté sur la voie A est inversé par I puis transmis à II et IV qui inver-

sent également. Ce signal se retrouve donc avec le même sens qu'au départ sur les sorties S+ et S-.

Le signal injecté sur la voie B est inversé par III puis d'autre part transmis directement en sortie S- (où il se retrouve donc en sens contraire - B), d'autre part à l'ampli IV, lequel inversant à nouveau lui

I - Le mixer

Cet accessoire permet l'installation particulièrement facile des commandes d'ailes volantes ou d'empennages papillons sur certaines maquettes spéciales. Elle supprime tout complément tant électrique que mécanique, à bord de la cellule.

1. Le schéma (voir fig. 1)

Le schéma retenu est exactement celui que nous avons utilisé dans le TF7-S où ce circuit était monté à demeure et toujours sous tension.

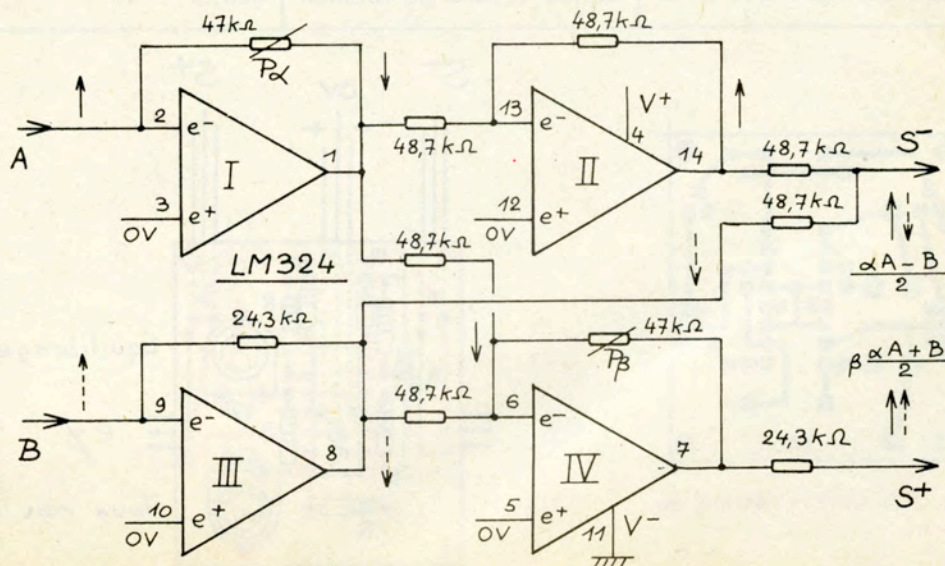


Fig. 1. - Schéma du mixer.

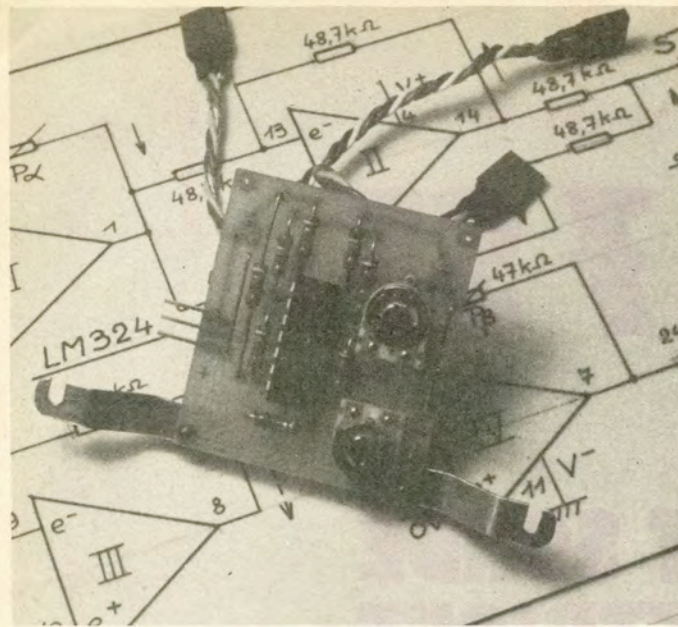


Photo A - Le petit CI du mixer. Remarquer les pattes de fixation.

donne son sens de départ en sortie S+.

Finalement, si les signaux A et B ont le même sens en entrées du mixer (flèches de la figure), ils se retrouvent également en même sens en S+ où ils s'additionnent, mais en sens contraire en S-, où ils se retranchent.

Lorsque deux servos sont connectés aux sorties respectives S+ et S-, ils réagiront donc tous deux aux ordres A et B. Les ordres de la voie A les feront tourner (ou se déplacer) dans le même sens, tandis que les ordres de la

voie B les feront tourner en sens contraire.

Ainsi l'entrée A serait reliée au manche de profondeur pour une aile volante. L'ordre A ferait baisser ou lever les deux ailerons gauche et droit en même temps. En revanche l'entrée B serait reliée au manche d'ailerons qui ferait ainsi monter un aileron tandis que l'autre descend. Evidemment, les actions décrites supposent que les deux servos ont le même sens d'action (servos parfaitement identiques). Si au contraire, vous utilisez des servos à sens de rotation

inverses l'un de l'autre, le rôle des entrées A et B est permuté. Cela peut être intéressant.

Par ailleurs, vous l'avez constaté, le gain de l'ampli I est ajustable par Pα, permettant d'avoir dans les signaux S+ et S-, plus ou moins de A. Cette commande permet donc de privilégier une action par rapport à l'autre, selon les résultats obtenus en vol par la cellule. De même le gain de IV est ajustable par Pβ. Le niveau global de S+ est ainsi dosable. Il est facile d'équilibrer les actions des deux sorties. En effet, rappelons que A fait monter ou baisser en même temps les deux ailerons de l'aile volante pour donner l'ordre de profondeur (piqué ou cabré). Mais imaginons que les deux servos aient des courses différentes, l'un déviant plus que l'autre pour la même correction électrique. Alors l'ordre de profondeur va se doubler d'un ordre d'ailerons parasite qui va faire partir la cellule en virage. Le réglage P permet d'annuler cet effet secondaire. Les formules donnant les signaux S+ et S- sont donc :

$$S+ = \beta \frac{\alpha A + B}{2}$$

$$S- = \frac{\alpha A - B}{2}$$

Le réglage Pα agit donc sur le niveau de A dans les deux sorties (rapport entre A et B).

Le réglage Pβ n'agit que sur la sortie S+ (rapport entre S+ et S-). Mélangeant les deux informations A et B dont les amplitudes sont prévues par les circuits de manches (voir le mois dernier), pour donner seules les courses normales des servos, on se doute que lorsque ces signaux sont additionnés, l'amplitude de la somme peut atteindre 2 fois l'amplitude de la course normale. Or les servos ne peuvent pas tourner de 2 fois leur course mécanique !!! Il faut donc impérativement s'arranger pour que cette somme à double amplitude soit ramenée à la limite normale. C'est la raison d'être du diviseur par 2 apparaissant dans les formules données.

Pour la sortie S-, c'est la valeur de la résistance de sortie (48,7 kΩ) qui donne ce diviseur. Pour la sortie S+, c'est le gain de l'ampli IV qui est de 1/2 et qui permet de l'obtenir.

Evidemment, côté servos, une moitié de la course est réservée à l'ordre des ailerons (ordre différentiel) et l'autre moitié à l'ordre de profondeur (ordre non différentiel). Il s'ensuit un petit problème de course mécanique qui surprend parfois certains modélistes. Il n'y a pourtant pas possibilité de faire autrement, car si l'on « force » la course de l'une ou de l'autre des entrées A ou B, il y aura saturation dans le codeur et par conséquent perte totale de l'ordre ayant provoqué

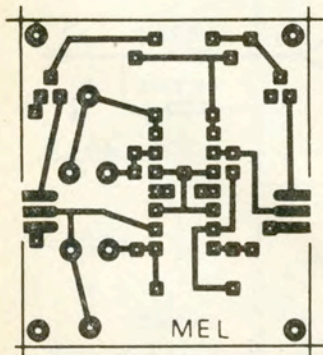


Fig. 2. - Circuit imprimé du mixer.

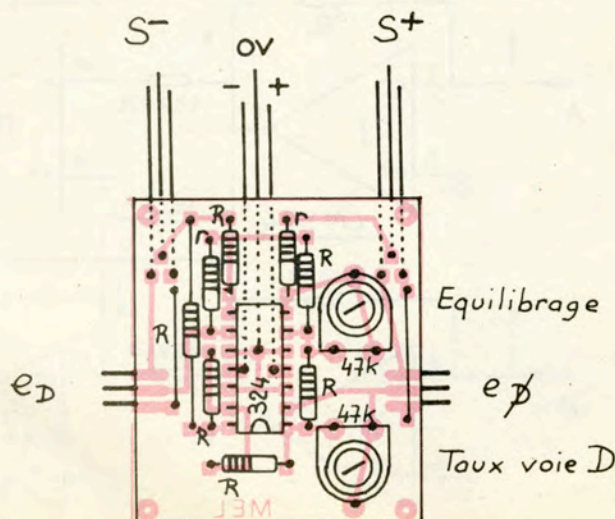


Fig. 3. - Le mixer.

cette saturation. C'est d'ailleurs la raison du montage dans le codeur de ce circuit de régulation automatique des courses, évitant des troubles graves de la séquence, par commandes excessives.

2. Réalisation

a) Liste des composants

1 LM324
6 48,7 k Ω , 1 %
2 24,3 k Ω , 1 %
2 47 k Ω , VA05H
6 picots BERG ou SLM
2 fiches de voies BERG ou SLM
1 fiche d'alim. SLM
1 circuit imprimé.

b) Le circuit imprimé (voir fig. 2)

A fabriquer en époxy de 15/10. Perçages à 8/10 puis 12/10 pour les VAO5H.

c) Montage (voir fig. 3)

Commencer par la pose des picots mâles. (Voir réalisation du codeur). Monter les résistances, potentiomètres et straps. Souder le LM324. Poncer les soudures. Nettoyer à l'acétone. Faire les trois cordons et les souder aux points convenables du verso.

d) Installation

Le mixer est installé dans l'émetteur entre les deux platines supportant les circuits de voies. On distingue cela sur les photos C et D.

Pour une pose et dépose rapide, nous avons muni le mixer de deux barrettes de fixation à trous ouverts aux extrémités. Un cintrage convenable « descend » le mixer sous le niveau des platines de voies. Il suffit donc de desserrer les deux boulons correspondants

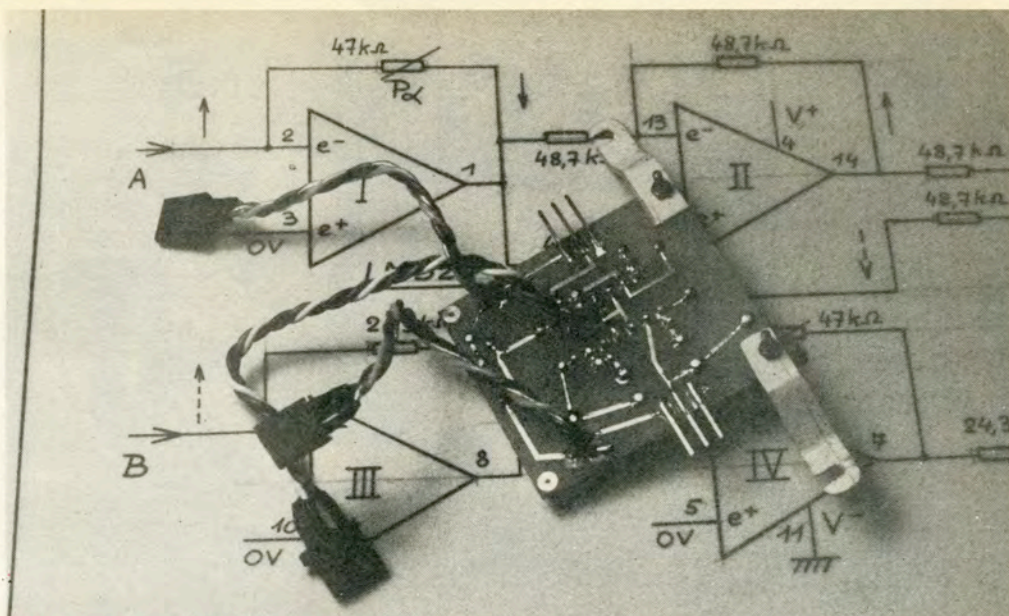


Photo B – Le même, vu du côté cuivre.

des manches pour insérer le mixer. Au préalable on aura connecté les trois cordons du mixer et les deux cordons d'entrées.

Les voies à mixer sont débranchées du codeur et branchées sur l'une ou l'autre entrée du mixer. Les sorties du mixer remplacent les voies déconnectées sur les entrées du codeur. On peut évidemment jouer sur le sens de branchement, tant en entrée qu'en sortie. Le mixage ailerons-profondeur ne pose aucun problème, les entrées mixer se présentant du bon côté. En revanche, pour le mixage dérive-profondeur, le cordon dérive est du mauvais côté. Il faudra donc, soit faire ce cordon de dérive assez long pour rejoindre l'entrée du mixer, soit et cela nous semble plus rationnel, faire une petite rallonge. Cette rallonge permettant au besoin de pallier tout problème de mixage.

e) Essais

Brancher le mixer comme indiqué ci-dessus. Mettre l'émetteur sous tension et vérifier à l'oscilloscope, la séquence obtenue. Voir alors, tout simplement, que le mixage se fait

bien : la voie A devant allonger ou raccourcir deux voies en même temps, tandis que la voie B allonge l'une tout en raccourcissant l'autre.

Le fonctionnement est sans problème, sauf si vous avez mélangé les résistances à 1 % !

II – Couplages

Un mot sur cette fonction du TF7-SF. Un exemple typique de couplage : pour piloter « pseudo trois axes » ! Un avion de petites dimensions se pilote normalement aux ailerons et à la profondeur. Seuls les avions de débutants virent à la dérive, ce qui donne d'ailleurs des effets induits désagréables et un pilotage peu réaliste et moins efficace.

Pourtant, lorsque les maquettes sont de grande taille (les Petits Gros !) le pilotage doit s'approcher au plus près de celui des avions grandeur. L'ordre d'ailerons a alors simplement pour mission d'incliner la cellule de manière à éviter le dérapage dans le virage provoqué par la dérive. C'est d'ailleurs ce qui se fait sur terre, sur les anneaux de vitesse où les vi-

rages sont aussi relevés pour neutraliser la force centrifuge apparaissant dans les virages. Pour piloter « 3 axes », il faut donc agir simultanément sur la dérive, sur les ailerons et sur la profondeur.

On peut simplifier le travail du pilote en « couplant » la dérive aux ailerons. Dans ces conditions, toute action sur les ailerons provoque une variation proportionnelle et réglable de la dérive. Il devient inutile d'agir sur cette dernière, l'action étant automatique. En revanche, pour certaines figures de voltige, ou simplement pendant le décollage, la dérive doit rester accessible normalement. La fonction COUPLAGE permet ce résultat.

Ainsi, pour nous résumer :

– La commande ailerons agit sur les ailerons ET sur la dérive.

– La commande de dérive n'agit que sur la dérive.

Ce n'est qu'un exemple. Il en existe d'autres, plus particulièrement sur les maquettes où le couplage permet parfois des effets intéressants pour la commande de divers auxiliaires.

Pour ce qui concerne la mise en œuvre du couplage sur le TF7-SF, c'est très

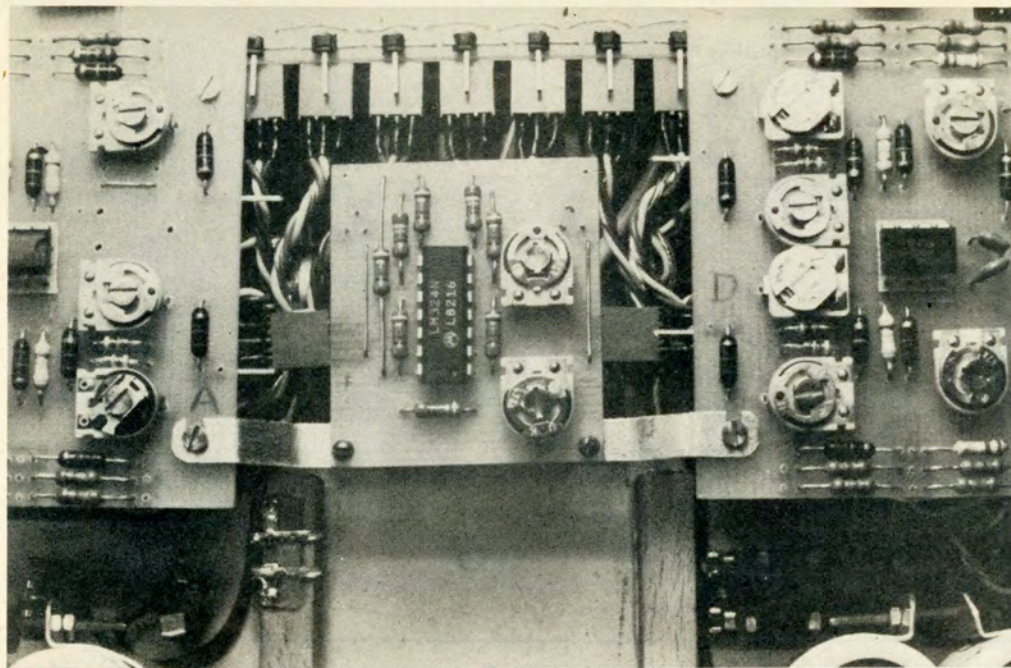


Photo C – Le mixer installé entre les deux platines des circuits de voies principales.

simple. Il suffit d'un simple fil reliant l'une des sorties de voies en S à l'une des entrées quelconques du codeur. On se sert des picots annexes pour ce branchement. Le taux de couplage est alors déterminé par le

réglage Pc de la platine de voie en S couplée. Ce taux peut aller du maximum donnant autant d'action dans la voie couplée que dans la voie origine, à un minimum nul.

Par ailleurs, si le cou-

plage peut être direct, comme ci-dessus et donc permanent, il est bon également de pouvoir le supprimer, si besoin est. Par exemple l'effet « 3 voies », pour utile qu'il soit, peut s'avérer gênant dans les fi-

gures d'acro. Un tonneau avec dérive à l'appui va être horriblement barriqué ! Il faut pouvoir supprimer le couplage ailerons-dérive. Ceci est possible en intercalant dans le fil de couplage un simple interrupteur accessible sur la face avant de l'émetteur. Le TF7-SF possède justement cet interrupteur, double d'ailleurs, ce qui permet de contrôler deux couplages simultanément. Bien à portée de main, on l'utilisera donc si besoin est !

III – Sonde tachymétrique

1. Le schéma

Nous avons repris la partie « capteur » du « tachymètre-impulsiomètre » décrit dans le n° 1694 du HP. Nous l'avons simplement adapté à une conversion fréquence/tension : voir figure 4.

Les deux étages d'entrée construits autour d'un LM358 permettent d'amener les variations de luminosités, captées par le photodiode, à fournir un signal rectangulaire, en sortie A du deuxième ampli OP.

Le signal produit est fortement différencié par une liaison à très courte constante de temps. Les impulsions ainsi produites et appliquées à l'entrée e+ du troisième ampli OP, LM358, permettent d'obtenir en B des impulsions négatives très courtes, lesquelles envoyées vers le ICM7555, monté en monostable, vont le déclencher à chaque front descendant du signal incident. Voir les oscillogrammes photo.

Le monostable fournit à chaque déclenchement une impulsion de quelque 800 μs. Voir figure 5. Ces

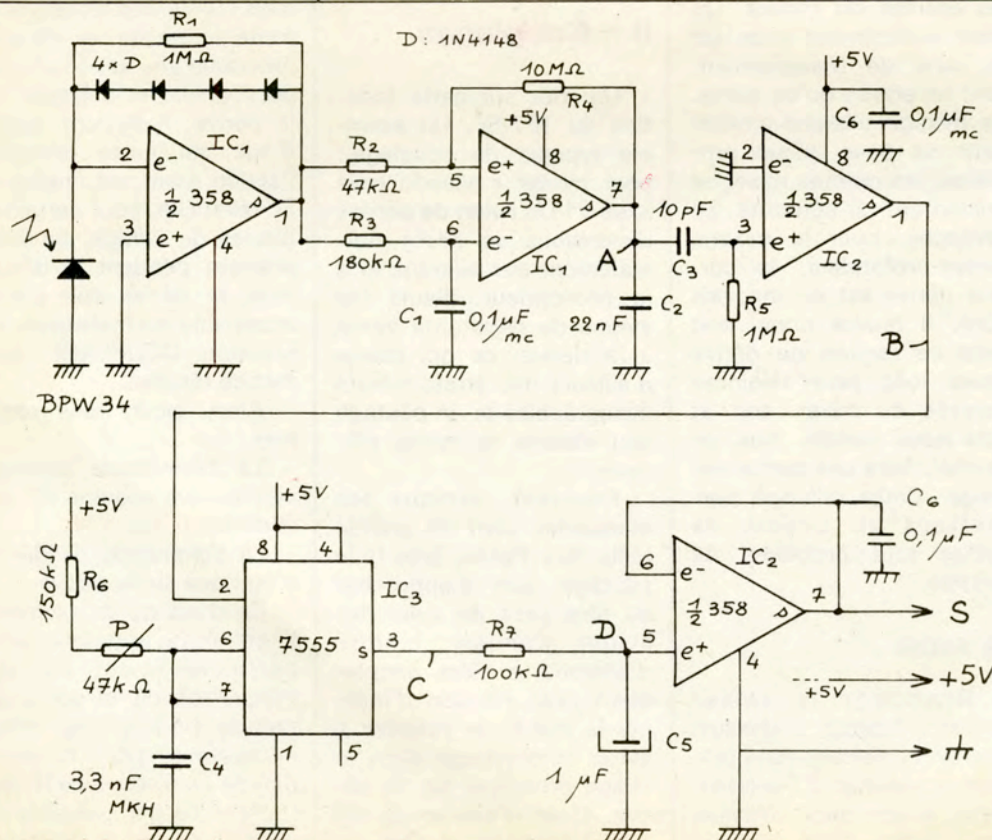


Fig. 4. – Schéma de la sonde tachymétrique.

impulsions ont une durée constante mais leur récurrence est liée à la vitesse de rotation du moteur dont on veut connaître la vitesse de rotation. Un circuit intégrateur à forte constante de temps, donne une mesure de la tension moyenne du signal rectangulaire fourni. Voir figure 5. Celle-ci est à un niveau tel que $A1 = A2$ soit $(Vc - Vm) t = Vm (T - t)$
 d'où
 $Vc.t - Vm.t = Vm.T - Vm.t$
 où $Vc.t = Vm.T$
 soit $Vm = Vc.t/T$

Mais, comme on a $f = 1/T$, $Vm = Vc.t.f$ et puisque t et Vc sont constants, $Vm = k.f$; ce qui prouve que la tension moyenne est directement proportionnelle à la fréquence. La mesure au voltmètre de cette tension est donc, au facteur constant près, la mesure de la fréquence, donc celle de la vitesse de rotation du moteur. Comme on le voit sur la figure 5 et la photo J, la tension moyenne est en fait une dent de scie à faible amplitude. Cette forme correspond aux charges et décharges du condensateur d'intégration. On pourra se reporter à l'annexe ci-dessous pour plus de détail à ce sujet.

Le quatrième ampli OP disponible est monté en suiveur de tension pour limiter la charge du circuit d'intégration. On pourra ainsi, si on le veut, mesurer la tension fournie avec un voltmètre quelconque, même à faible résistance interne et par exemple réaliser un appareil entièrement autonome. Si le montage est utilisé, comme prévu, avec le TF7-SF, la résistance d'entrée du voltmètre est de 100 kΩ et il n'y a par conséquent aucun problème ! Il faudra évidemment commuter le bloc de

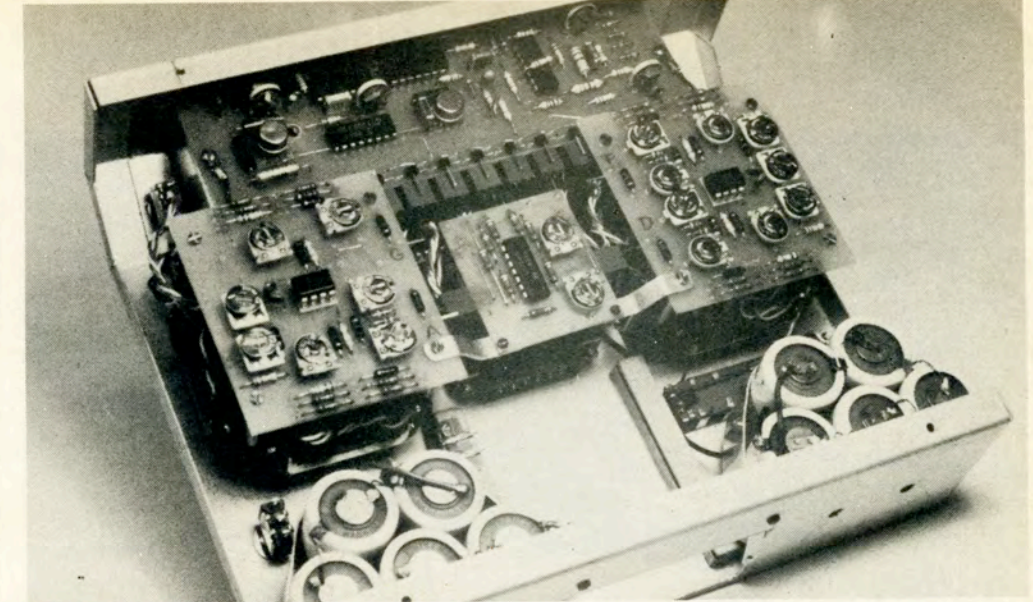


Photo D - Vue d'ensemble du TF7-SF terminé.

mesure de l'émetteur en voltmètre. Le réglage P de la constante de temps du monostable permet le calibrage en jouant sur « t » du calcul précédent. La tension à obtenir est de 1 V par 10 000 tours, l'affichage étant dans ce cas de « 10.0 », c'est-à-dire que les mesures sont à 100 tours près ce qui est parfaitement suffisant pour une mesure de vitesse d'un moteur à explosion, cette vitesse n'étant jamais bien constante.

2. La réalisation

a) Liste des composants

2 LM358	1 100 kΩ
1 ICM7555	1 150 kΩ
1 BPW34	1 180 kΩ
4 1N4148	2 1 MΩ
1 47 kΩ	1 10 MΩ
3 0,1 μF mc/5	
1 22 nF cér. RTC	
1 10 pF cér.	
1 3,3 nF MKH	
1 1 μF pt	

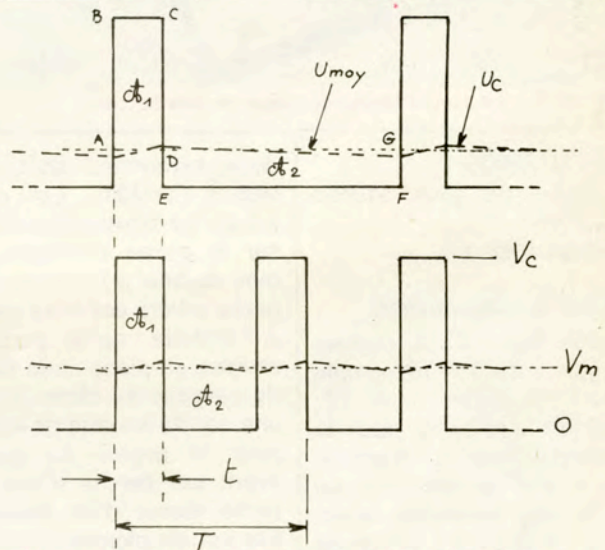


Fig. 5. - Principe de la conversion Fréquence-Tension.

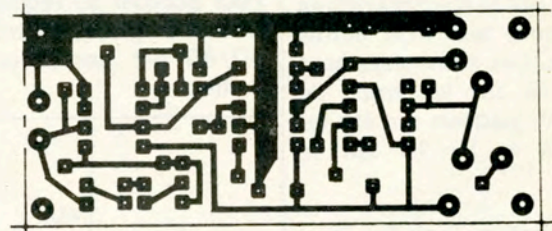


Fig. 6. - Circuit imprimé de la sonde tachymétrique.

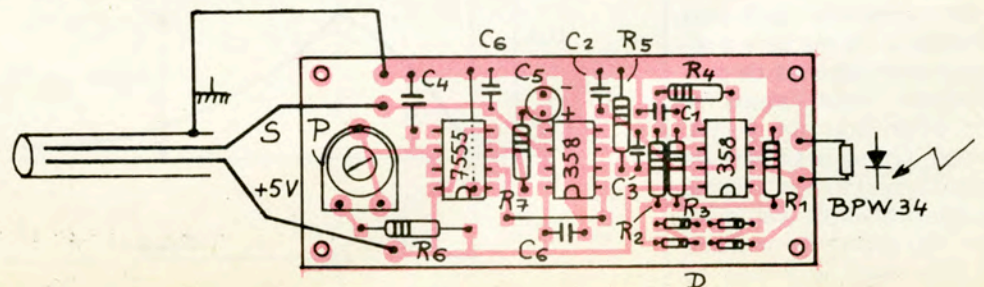


Fig. 7. - Pose des composants. Sonde tachymétrique.

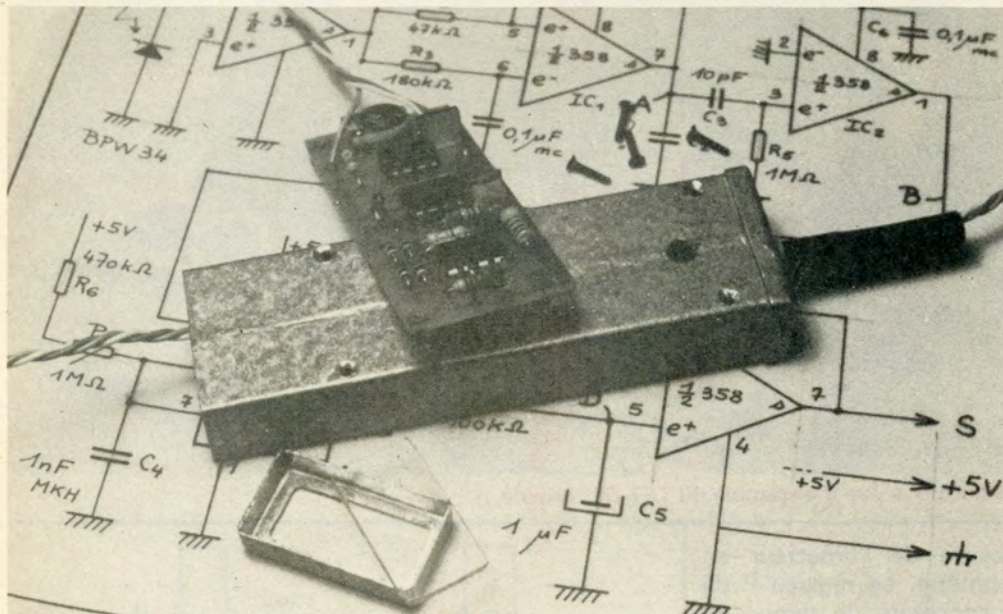


Photo E - La sonde tachymétrique et son boîtier.

TF7-SF, sans platine HF pour les premiers essais. Mettre en marche, bloc de mesure en voltmètre et sonde sous une lampe alimentée par le secteur 50 Hz. Un tube au néon convient aussi, bien sûr !

Il vous reste à amener l'affichage à « 3.0 » ce qui correspond à 3 000 tr/mn ! C'est tout ! On notera que nous n'avons pas prévu la possibilité de mesure sur un moteur équipé d'une hélice tripale ou quadripale ! Nous avons pensé que cet usage était tellement particulier que la modification ne s'imposait pas, dans le cas général ! Pourtant, si vous en éprouvez le besoin, la chose est possible. Il suffit de prévoir entre sortie de la sonde et masse, un pont diviseur réduisant la tension en conséquence, des 2/3 dans le cas de la tripale et de 1/2 dans celui de la quadripale. Il reste assez d'espace dans le boîtier même de la sonde pour monter ce dispositif. La commutation pouvant se faire par cavaliers au pas de 2,54 mm.

1 47 kΩ VA05H
1 fiche de jack stéréo 3,5 mm
1 circuit imprimé.

b) Le circuit imprimé

Voir figure 6. A réaliser en époxy de 15/10, simple face. Perçages à 8/10, agrandis à 12/10 pour la VA05H. Pour la fixation, nous avons soudé, au verso, une entretoise laiton de L = 2,5 mm, à l'angle masse et collé à l'araldite trois autres entretoises identiques aux trois autres angles. Ces entretoises sont centrées sur les trous de fixation, lesquels ont été taraudés à 15/10 sur le proto.

c) Le boîtier (voir fig. 7)

Le boîtier de la sonde peut être assez quelconque. Il est préférable qu'il soit métallique, de manière à réduire les possibilités de perturbations. Nous l'avons fabriqué en alu de 8/10, enroulé sur un petit bloc de bois dur, réalisé aux exactes dimensions intérieures désirées. Le raccord longitudinal est fait juste au milieu du dessous, bord à bord. Les

deux extrémités sont collées à l'araldite. Les deux pièces de bouts sont pliées sur la partie principale, le bloc de bois à l'intérieur. La partie arrière est alors collée à l'araldite, après perçage et mise en place de la pièce de passage du câble. (C'est une douille banane de 4 mm pour le proto). La partie avant est percée d'une lucarne munie d'un rhodoïd. Elle est simplement mise en place par frottement dur. Pour accéder au réglage, le CI mis en place, un trou de 40/40 est percé sous le boîtier.

d) Montage

Se reporter à la figure 7. Il suffit de suivre ses indications pour la mise en place des composants. Attention au sens des circuits intégrés et des diodes. Ne pas oublier les straps ! Le cordon de liaison est un simple trois fils torsadés. On pourrait utiliser un fil blindé à deux conducteurs, la gaine de masse faisant le retour.

e) Réglage

Connecter à l'émetteur

f) Tachymètre autonome

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, le

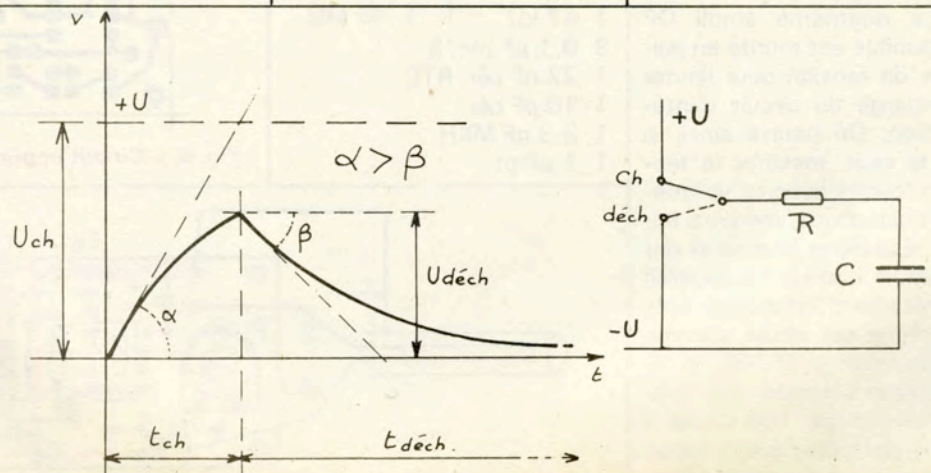


Fig. 8. - Voilà un condensateur qui se charge plus vite qu'il ne se décharge !

petit montage décrit constitue à lui seul un tachymètre complet, à condition de lui adjoindre un voltmètre. Ce voltmètre peut être réalisé à partir d'un Vu-mètre de bonne qualité et de petit prix. La graduation doit être linéaire, ce qui n'en est que plus simple. La sensibilité à obtenir à l'aide de la résistance série habituelle (voir les articles « Pratique de la Mesure ») doit être de 2 V, ce qui permet de lire jusqu'à 20 000 tr/mn. Il est d'ailleurs très facile d'obtenir plusieurs gammes de mesure par commutation de cette résistance. L'alimenta-

tion du circuit électronique se ferait alors avec une pile de 9 V, dont la tension serait ramenée à 5 V par un régulateur intégré de type 78L05. L'ensemble pourrait être installé dans un boîtier de dimensions très réduites.

Annexe

Le circuit abordé en figure 4, point D, et en figure 5, n'est pas sans poser quelques problèmes, si l'on entre un peu dans le détail de son fonctionnement. En effet, nous avons dit que le signal intégré avait une forme en dents de scie.

Nous avons agrandi cette dent de scie en figure 8. On n'est pas sans remarquer un détail troublant : le condensateur d'intégration se charge plus vite qu'il ne se décharge ! En effet $T_{ch} > T_{déch}$! Comment expliquer ce fait troublant qui semble défier les lois de l'électricité et en fait bondir plus d'un ! Si l'on se reporte à la figure 4, on constate que le condensateur qui nous sert ici de sujet d'intérêt, C_5 en l'occurrence, se charge et se décharge à travers la même résistance R_7 , le point C étant successivement relié au + 5 V et à la

masse par le ICM7555.

Mais imaginons maintenant la première charge de C_5 . Voir figure 9. Sa tension aux bornes est nulle, à l'instant initial. R_5 passe à + 5 V et C_5 se charge donc sous cette tension $U_{ch} = U - 0 = U$! Cela donne donc un courant de charge maximale de $I_{ch} = U/R_7$, et donc un angle de pente α maximal. Le condensateur se chargeant, sa tension aux bornes croît et la tension de charge décroît d'autant, d'où pente décroissante de la courbe de charge et sa forme exponentielle.

À la fin de l'impulsion du 7555, le condensateur C_5 n'est pas entièrement chargé, loin s'en faut. La résistance R_7 passe à la masse et la décharge commence. Cependant, la tension à décharger n'est pas U mais seulement $U_{déch}$, bien inférieure, ce qui fait que le courant maximal de décharge n'est que de $I_{déch} = U_{déch}/R_7$, bien inférieur à I_{ch} et donnant donc une pente β plus petite. La décharge se faisant à petit courant, dure plus long-

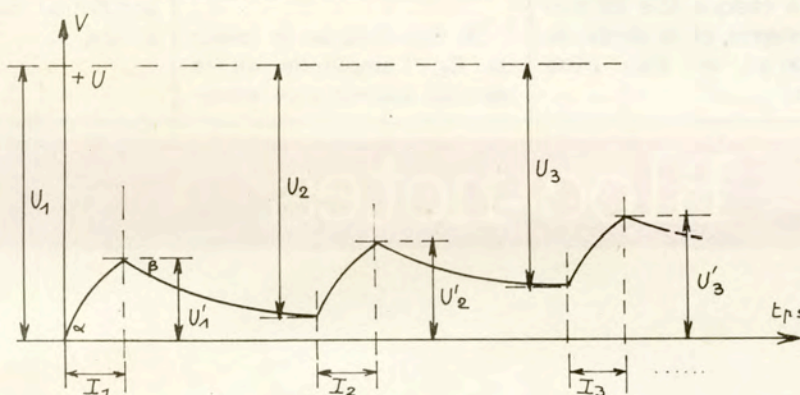


Fig. 9. — Mécanisme de l'obtention de l'état stable.

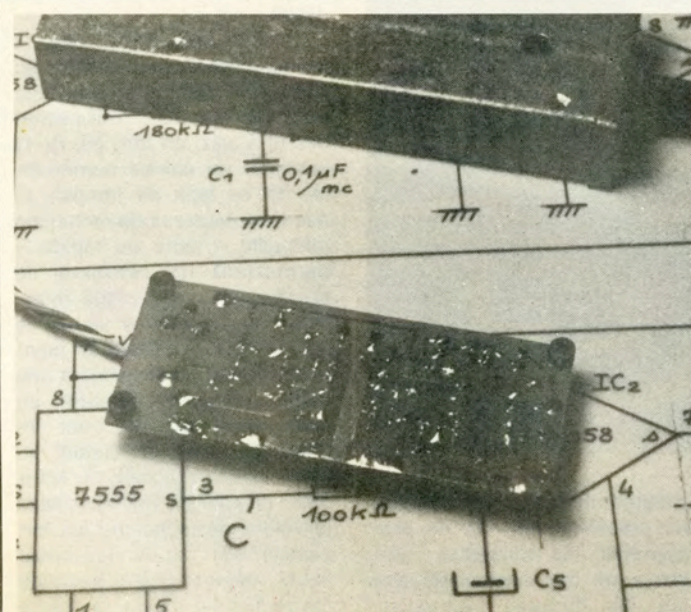


Photo F - Vue du côté cuivre. Remarquer les entretoises soudées et collées.

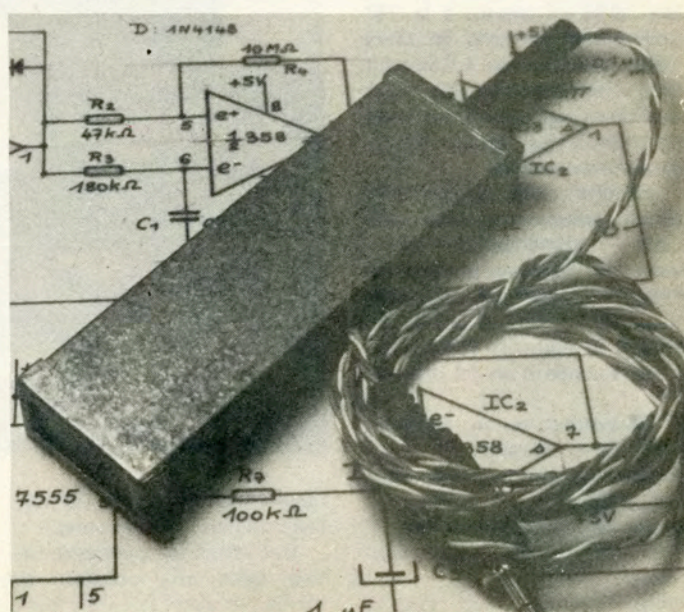


Photo G - La sonde tachymétrique terminée.

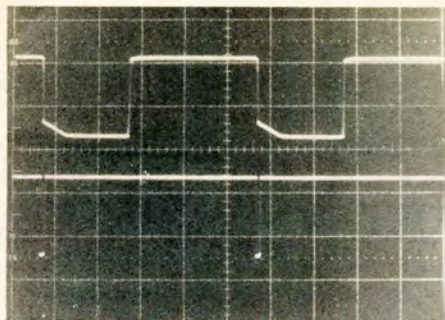


Photo H – En haut, oscillogramme du signal en A. Fréquence 50 Hz. En bas, signal au point B.

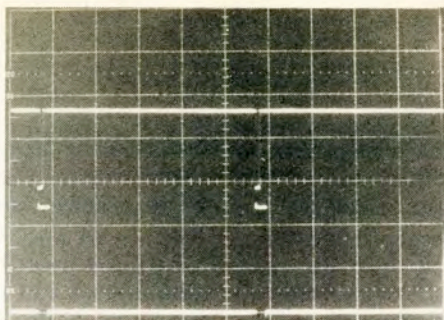


Photo I – En haut signal en C et en bas, signal en B.

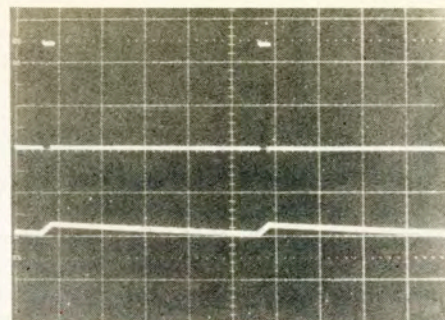


Photo J – En haut, signal en C et en bas, signal en D.

temps et on a bien $T_{déch} > T_{ch}$!

Par ailleurs, à l'impulsion suivante, le condensateur n'est pas complètement déchargé, ce qui fait que le départ de la seconde charge ne se fait pas de 0 Volt, mais à ce niveau résiduel ! Cela provoque alors une fin de charge correspondante à tension un peu supérieure également. Donc, d'impulsion en impulsion, la dent

de scie va « monter » vers + U. Voir figure 8.

Mais, d'autre part, le point de départ de chaque décharge monte également, ce qui fait que ces décharges commencent chaque fois à un niveau un peu plus élevé. Le courant initial est donc à chaque fois un peu plus intense et la durée de décharge un peu plus courte.

Les deux phénomènes sont donc contradictoires, l'un provoquant la « montée » de la dent de scie et l'autre sa « descente ». Il s'ensuit un équilibre obtenu quand la dent de scie est centrée sur la « tension moyenne » du signal rectangulaire issu du 7555.

Si l'on diminue la valeur de C_5 , l'amplitude de la dent de scie est plus impor-

tante, c'est un défaut de filtrage. Si l'on augmente cette valeur, cette amplitude diminue mais alors l'équilibre est de plus en plus long à obtenir. La valeur choisie dans cette réalisation permet un compromis correct, avec à la fois un filtrage suffisant et une acquisition rapide de l'état stable.

F. THOBOIS

Bloc-notes

PHILIPS : « COMPACT DISC » PROFESSIONNELS A RFM

Présenté en première mondiale à la 74^e Convention de l'AES de New York en novembre 1983 et apparu à la 75^e Convention de Paris fin mars 1984, le système « Compact Disc » professionnel CDP 502 de Philips est déjà entré dans les mœurs des stations de radiodiffusion privées.

En effet, RFM, qui arrose la région parisienne depuis le Centre commercial de Vélizy, vient de s'équiper auprès de Philips-Portenseigne d'un système CDP 502 complet, ce qui en fait la première radio française équipée d'un tel dispositif.

Rappelons qu'un système CDP 502 comprend :

- deux lecteurs « Compact Disc » pro ;
- une unité de commande ;
- une console de programmation ;
- un moniteur vidéo pour la visualisation des informations (numéro de morceau, temps



déjà écoulé et restant du morceau de musique en cours).

Cet ensemble peut être utilisé avec une console de mixage et aussi être relié à une imprimante.

A partir de la console de

programmation, il est possible de présélectionner et de programmer les différents morceaux de musique enregistrés sur les disques compacts. Lorsque la commande de démarrage est donnée, les lec-

teurs jouent les morceaux, ou parties de morceaux, sélectionnés préalablement dans l'ordre désiré.

Notons, en outre, que le temps d'accès est réduit, au plus, à 2 secondes, avec une précision de 13,3 millisecondes (il s'agit, en fait, ici, de la longueur de spirale numérisée lue en ce laps de temps), et que deux vitesses de recherche manuelle – lente ou rapide – permettent de retrouver le point exact d'une plage musicale ; en recherche lente, le lecteur C.D.P. débute au point exact départ, joue pendant une demi-seconde et retourne au point exact départ : pour rechercher avec précision un point d'un morceau, il suffit donc de tourner manuellement le volant de recherche qui fait avancer ou reculer le temps exact départ d'une seconde (en recherche rapide, la même opération permet de couvrir une minute).