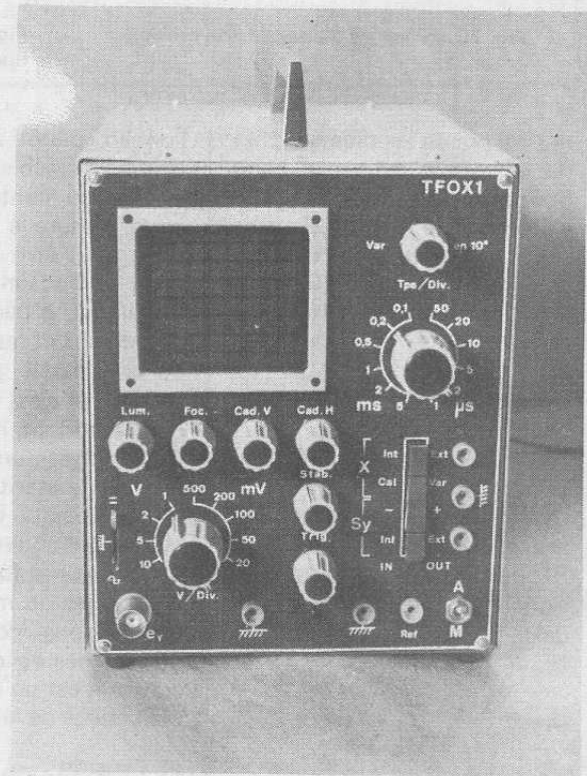


CONSTRUISONS NOS APPAREILS DE MESURE

UN PETIT OSCILLOSCOPE PERFORMANT LE TFOX 1



(Suite voir N° 1618, N° 1623, N° 1627 et N° 1628)

LE TFOX 1 étant maintenant terminé et bien réglé, il faut envisager son utilisation. Il existe quelques ouvrages à posséder et à lire, traitant des divers emplois d'un oscilloscope, mais nous leur reprochons de ne parler en général que d'observations qualitatives. Cela s'explique sans doute par le fait que ces ouvrages datent quelque peu et n'envisagent guère que l'emploi d'oscilloscopes non étalonnés ce qui était monnaie courante il y a encore une dizaine d'années. Bien sûr le TFOX 1 permet, comme tout oscillo, l'examen des

FORMES de signaux et c'est capital, mais il peut mieux : il permet de mesurer amplitude et temps, certes avec une précision qui n'a rien à voir avec celle du multimètre ou du fréquencemètre numériques, mais qui est le plus souvent parfaitement suffisante pour les besoins de la cause !

C'est donc vers ce genre d'applications que nous nous tournerons, dans les lignes qui suivront, non sans parler aussi de quelques particularités d'emploi qui pourraient échapper aux utilisateurs néophytes.

1. Mesure d'une tension crête-à-crête

Mis à part quelques appareils de mesure de laboratoires, l'oscilloscope est le seul appareil permettant la mesure rapide d'une tension crête-à-crête. Rappelons qu'il s'agit de la différence des potentiels positifs et négatifs maximum d'un signal alternatif. Un contrôleur à aiguille n'indique pas cette valeur, mais toujours une valeur très inférieure et qui est, ou la tension efficace si la mesure se fait en mode alternatif et si la tension mesurée est parfaitement sinusoïdale, ou la tension moyenne si cette mesure est faite en continu. De telles mesures faites sur des

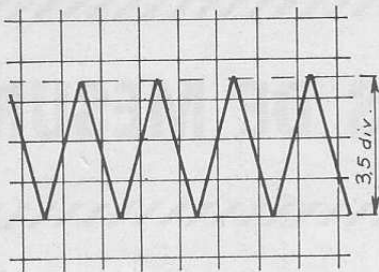
signaux à forme complexe sont sans valeur car elles ne correspondent à rien ! Or, combien de fois n'avons-nous pas reçu cette lettre et cette question : Pourquoi mon contrôleur ne m'indique-t-il pas les 12 Vcc que vous signalez en tel point ? Eh bien tout simplement parce que la mesure doit se faire à l'oscilloscope étalonné !

– Appliquer le signal à la prise E_V .

– Agir sur les commandes X (Stab., Trig. Tps/div.) jusqu'à obtenir une représentation stable de quelques cycles du signal.

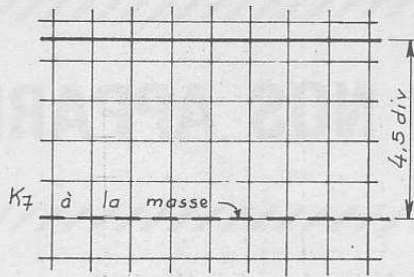
– Agir sur la commande V/div. jusqu'à obtenir une amplitude verticale comprise entre 3 et 5 divisions.

– Agir sur la commande de cadrage V jusqu'à faire coïnci-



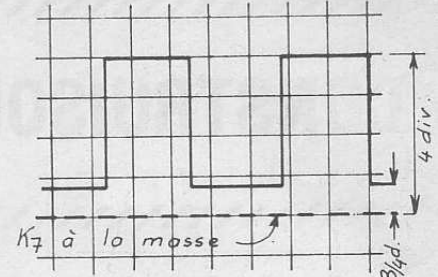
200 mV/div.

Fig. 70. - Mesure d'une tension crête-à-crête.



1V/div.

Fig. 71. - Mesure d'une tension continue positive.



1V/div.

Fig. 72. - Mesure de niveaux continus (T.T.L.).

der les points les plus négatifs de la courbe avec une ligne horizontale du graticule.

- Compter le nombre de divisions verticales occupées par le signal. Voir figure 70.

- Multiplier ce résultat par l'indication de la commande V/div. :

Exemple de la figure 70. On compte 3,5 divisions. Nous sommes sur 200 mV/div. donc :

$$U_{cc} = 3,5 \times 200 \text{ mV} = 700 \text{ mVcc} = 0,7 \text{ Vcc.}$$

Rappelons que dans le cas d'un signal rigoureusement sinusoïdal :

$$U_{cc} = 2\sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}} \text{ ou}$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{cc}\sqrt{2}}{4}$$

$$(\sqrt{2} = 1,414)$$

Par exemple, une tension sinusoïdale de 6,3 V_{eff} (laquelle produirait dans une résistance pure, le même dégagement de chaleur qu'une tension CONTINUE de 6,3 V) correspond à $2 \times 1,414 \times 6,3 \approx 17,8 \text{ Vcc.}$

2. Mesure des niveaux continus

Il peut sembler ridicule de mesurer un potentiel continu à l'aide d'un oscilloscope ! En effet le voltmètre à aiguille ou numérique est mieux étudié pour cela. Pourtant, à l'occasion et dans certains cas particuliers, un oscilloscope passant le continu et c'est le cas du TFOX 1, permet ce genre de mesure. En travaillant sur un montage, il est ainsi souvent bien plus rapide de vérifier si la tension d'alimentation est effectivement présente en y portant la pointe de touche de

l'oscillo, plutôt qu'en recherchant sur la table embarrassée, les fils du contrôleur. Mieux cette mesure à l'oscillo nous fera peut-être découvrir la forte composante de ronflement causée par un chimique défectueux et que le voltmètre banal n'aurait pas indiquée. Bien sûr et c'est tout de même plus important, nous pourrions déterminer les potentiels continus **instantanés** des différents points d'une courbe, éléments souvent déterminants dans le fonctionnement des étages du montage testé.

Rappelons pour mémoire, que la mesure des potentiels continus est un critère de bon étalonnage de la voie verticale.

a) Tension positive

- Placer K₇ en position « masse ». Par la commande de cadrage V amener le trait de balayage RELAXE (Tps/div. quelconque) sur la ligne horizontale inférieure du graticule.
- Appliquer la tension continue positive à mesurer en E_y, en commençant par prudence par les faibles sensibilités de V/div.

- Placer K₇ sur « continu » et régler V/div. pour obtenir un déplacement du trait de balayage de 3 à 5 divisions.
- Compter le nombre de divisions et multiplier par la sensibilité verticale.

Exemple de la figure 71 :
Déplacement de 4,5 divisions verticales
Sensibilité verticale : 1 V/div.
soit U = 4,5 x 1 V = + 4,5 V.

b) Tension négative

Le processus est le même, en amenant au départ, la trace

de balayage sur le trait horizontal le plus haut du graticule.

c) Niveaux continus instantanés

Nous voulons cette fois, déterminer le potentiel continu de tel ou tel point d'une courbe. Exemple choisi : Niveaux de basculement d'une porte NAND type TTL.

- Injecter le signal TTL en E_y et régler en X et Y pour une représentation correcte. K₇ sur continu et V/div. sur 1 V/div. dans ce cas particulier.

- Placer K₇ sur « masse ». Amener le trait de balayage, poussé momentanément en relaxé, en coïncidence avec une ligne du bas du graticule et qui fixera le potentiel 0V.

- Repasser K₇ en continu et compter les divisions pour les niveaux haut et bas, à partir de la référence 0V.

Exemple de la figure 72 :
Niveau bas (dit 0) : 3/4 division au dessus de 0V. soit 3/4 x 1 V = + 0,75 V.
Niveau haut (dit 1) : 4 divisions au dessus de 0V. soit 4 x 1 V = + 4 V

NB. Pour toutes ces mesures la sonde atténuatrice (: 10) peut être utilisée. Il faut simplement multiplier les résultats des mesures par 10.

3. Mesures de temps (mode calibré)

Si l'étalonnage en temps du TFOX 1 a été fait sérieusement avec une bonne référence, nous pouvons maintenant faire des mesures de

durées avec une exactitude convenable.

- Appliquer le signal en E_y et régler en X et Y pour une observation stable de quelques cycles : 2 à 3 au plus.

- Amener le début de la durée à mesurer en coïncidence avec un trait vertical du graticule par action sur la commande de cadrage Hor.

- Compter le nombre de divisions horizontales jusqu'à la fin de la durée à mesurer.

- Multiplier par le facteur de vitesse de balayage.

Exemple de la figure 73 : Mesure d'une période.

La période occupe 3,5 divisions

La vitesse de balayage est de 20 μs/div.

soit T = 3,5 x 20 μs = 70 μs.

Rappelons que T = 1/F ce qui permet de déduire du résultat la fréquence du signal observé. Ici F = 1/70 . 10⁻⁶ = 140000 Hz ou 140 kHz env.

Exemple de la figure 74 : Durée d'une impulsion.

L'impulsion dure 1,5 divisions.

La vitesse de balayage est de 1 ms/div.

soit t = 1,5 x 1 ms = 1,5 ms.

Si les impulsions se reproduisent à une récurrence faible par rapport à leur durée, il faudra faire la mesure sur l'impulsion déclenchant le balayage, donc choisir la synchro « + », pour une impulsion de sens positif (cas de la fig. 74) ou la synchro « - » pour une impulsion de sens négatif. Malheureusement, le TFOX 1 ne possédant pas de ligne à retard, dans sa voie verticale, les fronts de montée ou de descente des impulsions rapides seront quelque peu escamotés et apparaîtront plus courts

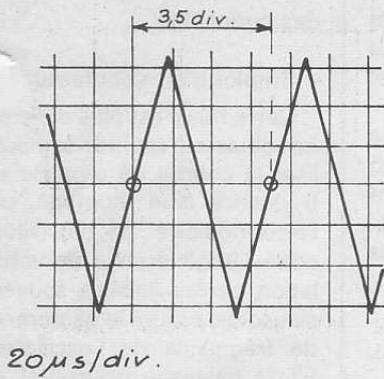


Fig. 73. - Mesure d'une période.

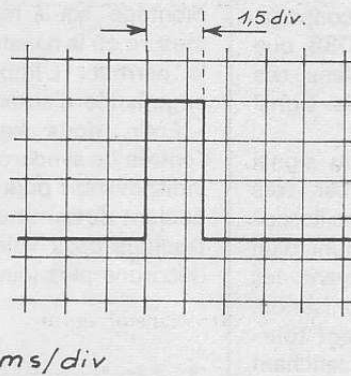


Fig. 74. - Durée d'une impulsion.

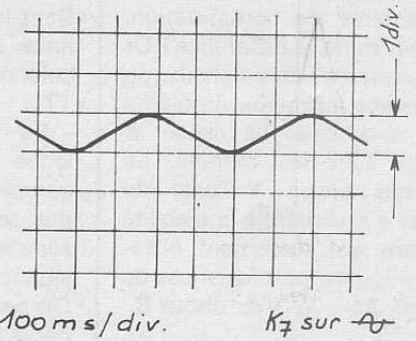


Fig. 75. - Mesure de l'ondulation d'une alimentation.

qu'en réalité. Ce défaut est inhérent aux oscilloscopes de classe moyenne et nous n'y pouvons rien !

Après ces applications très classiques, nous allons passer en revue quelques modalités plus particulières-

4. Intérêt de la position : K_7 , « alternatif »

On peut se demander le rôle de cette position sur un oscilloscope passant le continu, qualité plutôt difficile à obtenir et ainsi éliminée.

C'est que, dans de nombreux cas, le signal à observer est la somme de variations alternatives à amplitude faible et d'un potentiel continu relativement important. Dans un tel cas, il faut choisir, en mode continu, une sensibilité assez faible pour maintenir l'oscillo-

gramme dans les limites de l'écran, mais alors les variations risquent d'être fort peu visibles, par une amplitude insuffisante.

Un exemple typique : **Étude de l'ondulation en sortie d'une alimentation.** L'alimentation fournit + 12 V. Connectons l'entrée E_y de l'oscillo au + 12 V, avec K_7 sur « alternatif ». En poussant $V/div.$ vers les plus fortes sensibilités, il est possible de mesurer la résiduelle de ronflement. La figure 75 indique ainsi 100 mV. Une telle mesure n'aurait pas été possible en continu : Il aurait fallu choisir le calibre 2V/div. et le ronflement n'aurait occupé que 0,1/2 division soit 1/20 div. Il aurait été pratiquement invisible.

NB. Attention, ne pas utiliser E_y si la composante continue dépasse 250 V, sinon gare au claquage du condensateur d'isolement.

5. Utilisation du mode « X variable »

Nous savons que sur les positions 10^* du contacteur $Tps/div.$, ($1 \mu s$, $10 \mu s$, $0,1 ms$, $1 ms/div.$) une touche (Cal/var.) nous fait passer en mode « variable » avec une vitesse contrôlée par un potentiomètre. Pourquoi et à quelle occasion perdre ainsi le bénéfice de la calibration ? : Tout simplement parce que, pour certaines formes de signaux, le déclenchement correct du balayage ne se fait plus.

Nous citerons deux exemples :

- **Trains d'impulsions type « Digital RC »** (Voir figure 76, photo A).

Pour certaines durées de la séquence et en position « X calibré », il est possible que la

première séquence visible se synchronise bien sur la première impulsion mais compte tenu de la durée T du balayage et du temps de récupération de la base de temps de l'oscillo, la seconde séquence visible se synchronisera non plus sur la première mais sur la seconde impulsion, le décalage s'accroissant avec les séquences suivantes, pour revenir dans « n » séquences au déclenchement correct. Résultat visible : Une apparence d'instabilité totale et impossibilité de toute observation sérieuse. Dans ce cas, en passant en « X variable » on recherchera le réglage de vitesse donnant une durée T' du balayage et assurant à chaque fois le déclenchement sur la même première impulsion.

- **Salves de signaux « Tone-Burst »**

Les fanatiques de la HiFi savent que de tels signaux sont utilisés pour mettre en évi-

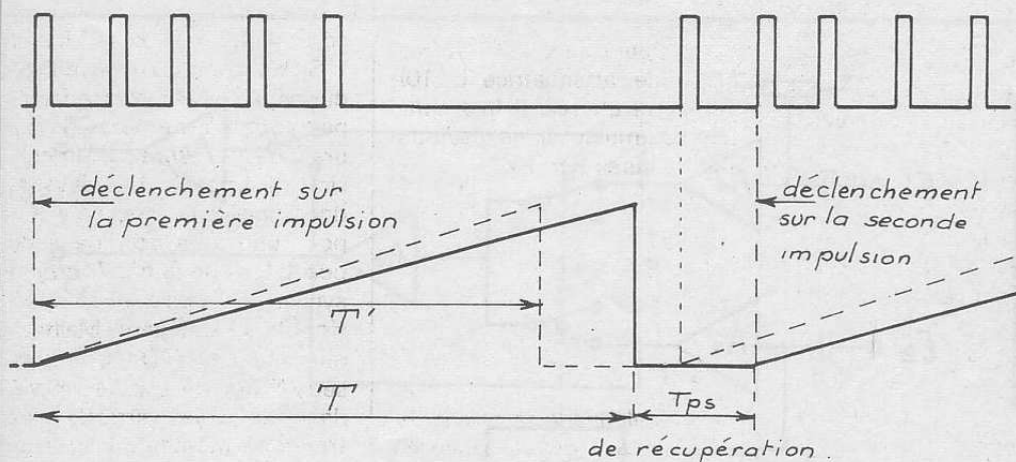


Fig. 76. - Mécanisme de l'instabilité apparente en cas d'observation d'un signal genre digital R.C. Pour supprimer cette instabilité, il suffit ici de diminuer légèrement T en T' .

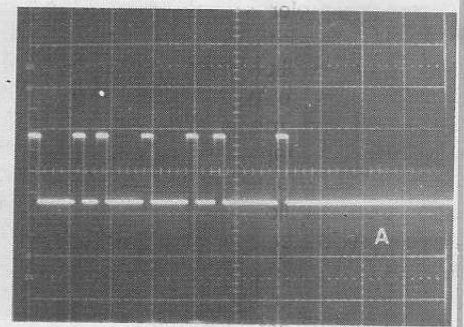


Photo A. - Signal RC dont la synchronisation correcte nécessite souvent l'utilisation du mode X. Var.

dence le comportement d'un amplificateur en présence des transitoires de commutation, faisant toute la différence ! Or à l'examen de tels signaux, on se heurte au même problème que ci-dessus : La cause et l'effet sont les mêmes. Le remède aussi ! A l'aide du mode « X variable » la stabilité parfaite est facilement obtenue à toutes les fréquences du signal observé. Voir photo B.

6. Utilisation de la « Synchro Ext. »

La synchronisation du balayage X se fait généralement par prélèvement interne des signaux nécessaires (Mode : Synchro Int.). Cependant, lorsque les formes d'ondes sont complexes, elles sont souvent incapables à assurer un déclenchement cohérent du balayage, nous venons d'en voir, ci-dessus deux exemples.

Une solution efficace consiste à synchroniser la base de temps par un signal extérieur, SIMPLE et SYNCHRONISÉ de l'onde complexe. - Par exemple, pour déclencher le balayage en cas d'observation du signal RC, il est possible de prélever dans le codeur de l'émetteur, le créneau d'oscillateur d'horloge (codeur à transistors) ou le créneau de la première voie (codeur à circuits intégrés). - Pour déclencher, avec le signal « Tone Burst » il faudrait

prélever le signal rectangulaire en ayant assuré le découpage. Dans le cas du TBF 1038, que nous avons décrit dans ces colonnes, ce serait le signal TTL.

- En TV, l'examen du signal vidéo est difficile, car très complexe. Certains oscilloscopes sont d'ailleurs munis d'un séparateur en extrayant les signaux de synchronisation. On peut très facilement tourner la difficulté en déclenchant l'oscillo, soit par des signaux provenant d'un point de la base de temps image (pour une observation à la fréquence trame), soit d'un point de la base de temps ligne (pour observation à la fréquence ligne).

NB. Dans tous les cas d'utilisation de la synchronisation externe, on n'oubliera pas que cette entrée est à impédance moyenne (de l'ordre de 1000 Ω). La connecter sur un circuit à haute impédance perturbe donc gravement le montage sous test. Le point de connexion doit donc être choisi en connaissance de cause. Compte tenu du très faible niveau nécessaire pour assurer un déclenchement correct (moins de 50 mVcc) le problème se trouve souvent facilité. Il est possible, par exemple de provoquer un effet de différenciation en intercalant dans la liaison un condensateur de faible valeur (100 à 1000 pF). Cela contribue d'ailleurs à une élévation apparente de l'impédance. On peut aussi fort bien intercaler une résistance de valeur suffisamment

élevée pour ne pas « abrutir » le montage sous test, dans la mesure où le niveau disponible le permet : L'impédance est augmentée d'autant.

- Enfin, nous signalons que l'entrée de synchro externe est indispensable pour le fonctionnement du commutateur électronique deux voies que nous décrirons plus loin.

7. Utilisation de l'entrée « X Ext. »

Dans la quasi totalité des cas, le balayage de l'oscilloscope est assuré par sa base de temps interne. Cependant dans quelques cas particuliers, l'usage d'une source externe peut être utile. Nous citerons deux exemples.

- **Formation de figures de Lissajous.** Voir dans le n° 1575 du HP. Pages 337 à 340.

Il s'agit d'un procédé de détermination de la fréquence inconnue d'un signal, par comparaison avec celles d'une source connue. Le signal inconnu assure par exemple la déviation verticale (entrée E_v) et le connu la déviation horizontale (entrée X externe). L'examen de la forme souvent curieuse de la trace permet, pas toujours facilement, de déterminer le RAPPORT des deux fréquences et partant, la fréquence inconnue. A dire vrai, l'apparition des fréquences-mètres numériques range plu-

tôt cette méthode au niveau des curiosités.

- Emploi d'un vobulateur

Cette fois c'est plus sérieux : Le vobulateur permet de visualiser la courbe de réponse en fréquence d'un montage, par l'intermédiaire de l'oscilloscope. Un générateur de vobulation, parfois linéaire, souvent sinusoïdal assure le glissement de fréquence de l'oscillateur ET le balayage horizontal de l'oscilloscope. Le signal de sortie du montage assure la déviation verticale. On obtient alors une vue globale du comportement en fréquence de l'appareil. Nous avons dans nos projets la description d'un tel vobulateur.

8. Comparaison de phases : un commutateur électronique deux voies

Le TFOX 1 permet l'examen correct d'une forme d'onde, il permet la mesure de son niveau et de sa durée, nous venons de le voir. Cependant, dans un montage, co-existent de nombreux signaux et notre oscilloscope ne permet de les voir qu'en examen séparé. Or, dans certains cas, il est capital de connaître les relations de phases existant entre tel ou tel signal. Il est alors nécessaire d'avoir un oscilloscope à double faisceau ou à double trace

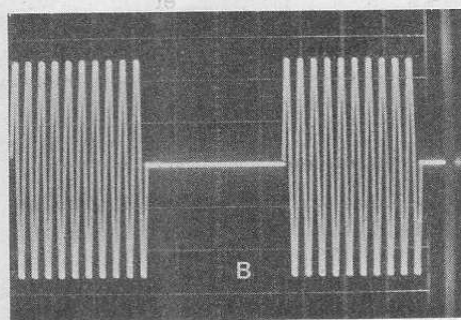


Photo B. - Même problème qu'en A, avec un signal Tone-Burst fourni ici par un TBF 1038 de l'auteur.

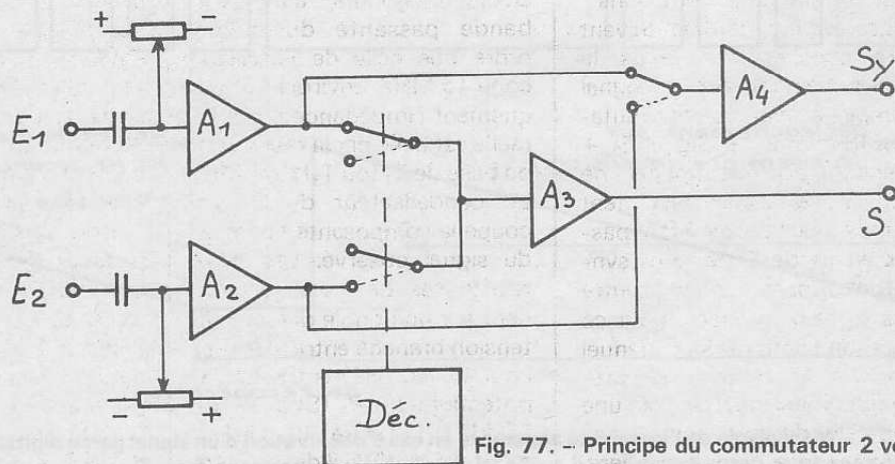


Fig. 77. - Principe du commutateur 2 voies.

ou plus simplement un oscilloscope simple trace, comme le TFOX 1, mais précédé d'un commutateur électronique, tel que celui dont la description va suivre.

a) Étude du schéma

Nous avons retenu un montage aussi simple que possible, de réalisation facile mais de fonctionnement correct. Le principe utilisé est celui du CHOPPER série. Voir figure 77. Un oscillateur de découpage commute à grande vitesse un inverseur électronique et connecte successivement la voie une puis la voie deux à la sortie S. La vitesse de découpage est grande lorsque l'on observe des signaux à fréquence basse. Dans ces conditions les oscillogrammes tendent à apparaître sur l'écran en « pointillés ». Comme la fréquence du découpeur est libre, donc non synchrone des signaux observés et du balayage, le pointillé « défile » rapidement et n'est pas visible.

Dans le cas d'observation de signaux à fréquence élevée, le découpeur oscille plus lentement que le signal et l'oscillogramme « écrit » plusieurs traces d'une des voies avant de passer à l'écriture de quelques traces de l'autre.

Le cas des fréquences moyennes est le plus difficile : Il faut alors choisir manuellement la fréquence du découpeur pour que l'observation soit claire. La manipulation est cependant très rapide et ne présente qu'un inconvénient mineur.

Par ailleurs, pour que l'observation soit possible, il faut remplir deux conditions

- Les oscillogrammes doivent être synchronisés, mais le déclenchement par le signal complexe issu du commutateur (Signal E_1 + Signal E_2 + créneau de découpage) ne pouvant se faire correctement par le mode Interne, il faut passer en mode Externe et synchroniser par l'un ou par l'autre des signaux de voies. Pour ce faire, un commutateur manuel permet de prélever directement soit le signal de voie une soit celui de voie deux.

- Sans précaution particulière, les deux oscillogrammes obtenus

vont se tracer, l'un SUR l'autre et le résultat risque fort d'être embrouillé ! Pour rendre l'examen possible, il faut SÉPARER les traces. Pour ce faire, on injecte dans les étages A_1 et A_2 deux potentiels continue DIFFÉRENTIELS provoquant la montée d'une trace sur l'écran et la descente de l'autre : L'observation devient claire.

Enfin, il va sans dire que les entrées E_1 , comme E_2 doivent être à haute impédance comme E_v de l'oscilloscope seul. Compte tenu des grandes variations possibles des niveaux à observer, il faut prévoir des atténuateurs d'entrées correctement compensés. Comme nous envisageons l'utilisation des sondes ($\times 10$) il est indispensable d'avoir une impédance d'entrée Constante et égale à celle de l'oscillo, soit $1\text{ M}\Omega$ et une capacité d'entrée elle aussi constante et ajustable à la valeur de celle du TFOX 1.

Pour simplifier le commutateur, les liaisons n'y sont pas continues, ni en entrées ni en sortie. (Il faut placer K_7 en position « alternatif »). Cela ne présente guère d'inconvénient, puisque le commutateur n'est pas prévu pour l'examen des niveaux, mais pour celui des PHASES.

Voyons maintenant l'analyse de détail. Se reporter à la figure 78.

Les étages A_1 et A_2 sont identiques : Il s'agit de deux étages collecteur commun en cascade. Le premier voyant en sortie l'impédance d'entrée du second. L'impédance résultante devient supérieure à plusieurs mégohms, avec une bande passante du même ordre que celle de l'oscilloscope (6 MHz environ). Pratiquement l'impédance d'entrée réelle est fixée par la résistance de base de T_1 (ou T_3) de $1\text{ M}\Omega$. Le condensateur de $0,1\text{ }\mu\text{F}$ coupe la composante continue du signal observé. Les deux résistances de $1\text{ M}\Omega$ retournent sur un double diviseur de tension branché entre + et - et contrôlé en différentiel par le potentiomètre P_1 (Sép/Tr) de $10\text{ k}\Omega$: Lorsque le niveau monte d'un côté, il descend de l'autre.

Rappelons que les étages A_1 et A_2 donnent un gain très voisin de l'unité : On retrouve ainsi en sortie le signal avec la même forme, le même sens et la même amplitude. Seul son niveau moyen est modifié par P_1 . De plus, l'impédance de sortie est maintenant très basse et le traitement peut se faire sans perturbation aucune sur la source.

Chaque étage A_1 ou A_2 est précédé d'un atténuateur compensé à trois positions :

- Direct
- Atténuation de deux
- Atténuation de cinq.

Dans chaque cas l'impédance, vue de l'entrée E reste de $1\text{ M}\Omega$ et des capacités ajustables fixent la capacité d'entrée. Dans ces conditions, la sonde ($\times 10$) s'utilise sans problème et pour chaque voie nous disposerons de six rapports d'atténuation : 1, 2, 5 (sans la sonde), 10, 20, 50 (avec la sonde). C'est largement suffisant pour tous les cas rencontrés en pratique. Il ne faut pas oublier que nous aurons parfois à examiner simultanément des signaux d'amplitudes fort différentes.

Le prélèvement de la synchro se fait entre T_1 et T_2 (ou entre T_3 et T_4). On évite ainsi de perturber d'une part, la source du signal observé par la prise de synchro, T_1 ou T_3 faisant office de séparateurs et d'autre part d'injecter dans la synchro des transitoires de découpage, la séparation étant assurée cette fois par T_2 ou T_4 . Le prélèvement de la synchro se fait d'ailleurs à haute impédance puisque l'on utilise le même montage de deux transistors montés en collecteurs communs et en cascade : T_5 et T_6 formant A_4 . Le commutateur manuel K_3 permet le choix entre les voies assurant la synchronisation. En principe on choisira celle ayant la fréquence la plus basse.

Pour le générateur de découpage, nous avons fait une entorse à notre principe initial de ne pas utiliser de circuit intégré. Mais compte tenu de la simplicité et des performances du multivibrateur C.MOS que nous avons déjà utilisé le mois dernier dans les générateurs d'étalonnage,

nous l'avons encore adopté. Cette fois nous avons choisi un quadruple NANDS de NS : Le MM74C00. Deux NANDS, branchées en inverseurs constituent l'oscillateur dont la fréquence est déterminée par le condensateur de 200 pF et par la résistance ajustable ($22\text{ k}\Omega + P_2$) entre $22\text{ k}\Omega$ et $250\text{ k}\Omega$. Celle-ci passe ainsi de 10 à 90 kHz . Un troisième inverseur améliore la forme et fait office de séparateur tandis que le dernier inverse le signal en donnant un créneau rectangulaire en opposition de phase. Chaque signal de sortie Q et \bar{Q} commande un interrupteur électronique à diodes.

Si $Q = 1$ (soit $Q = +12\text{ V}$), les deux diodes D_1 et D_2 sont polarisées en sens direct. Elles conduisent et le signal de sortie de A_1 passe et se retrouve aux bornes de la $33\text{ k}\Omega$. Mais alors, si $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$, ce qui bloque les diodes D_3 et D_4 , interdisant le passage du signal de sortie de A_2 .

Bien entendu, à l'alternance suivante du créneau de découpage, c'est le contraire qui se produit. Le signal qui se retrouve aux bornes de la $33\text{ k}\Omega$ est transmis à l'étage de sortie A_3 : C'est un simple collecteur commun. Le signal est prélevé en sortie par une résistance de $560\text{ }\Omega$ évitant les suroscillations et protégeant T_7 des courts-circuits. La liaison à l'oscillo se fait par un petit câble blindé.

NB. La meilleure sensibilité d'entrée de l'oscilloscope utilisé avec le commutateur est de 200 mV/div . C'est alors que l'on a le meilleur rapport signal/bruit et la meilleure proportion entre l'amplitude observée et l'efficacité de la commande de séparation des traces. Au-delà, de 1 V/div . à 10 V/div ., l'efficacité de la commande de séparation devient insuffisante. En deçà, de 100 mV/div . à 20 mV/div ., cette efficacité tend à devenir trop grande et le « bruit » de la commutation de plus en plus visible. L'utilisation reste possible cependant.

Pour l'alimentation, bien que la consommation soit faible, de l'ordre de 10 mA , nous avons prévu un montage autonome. L'usage est ainsi possible avec

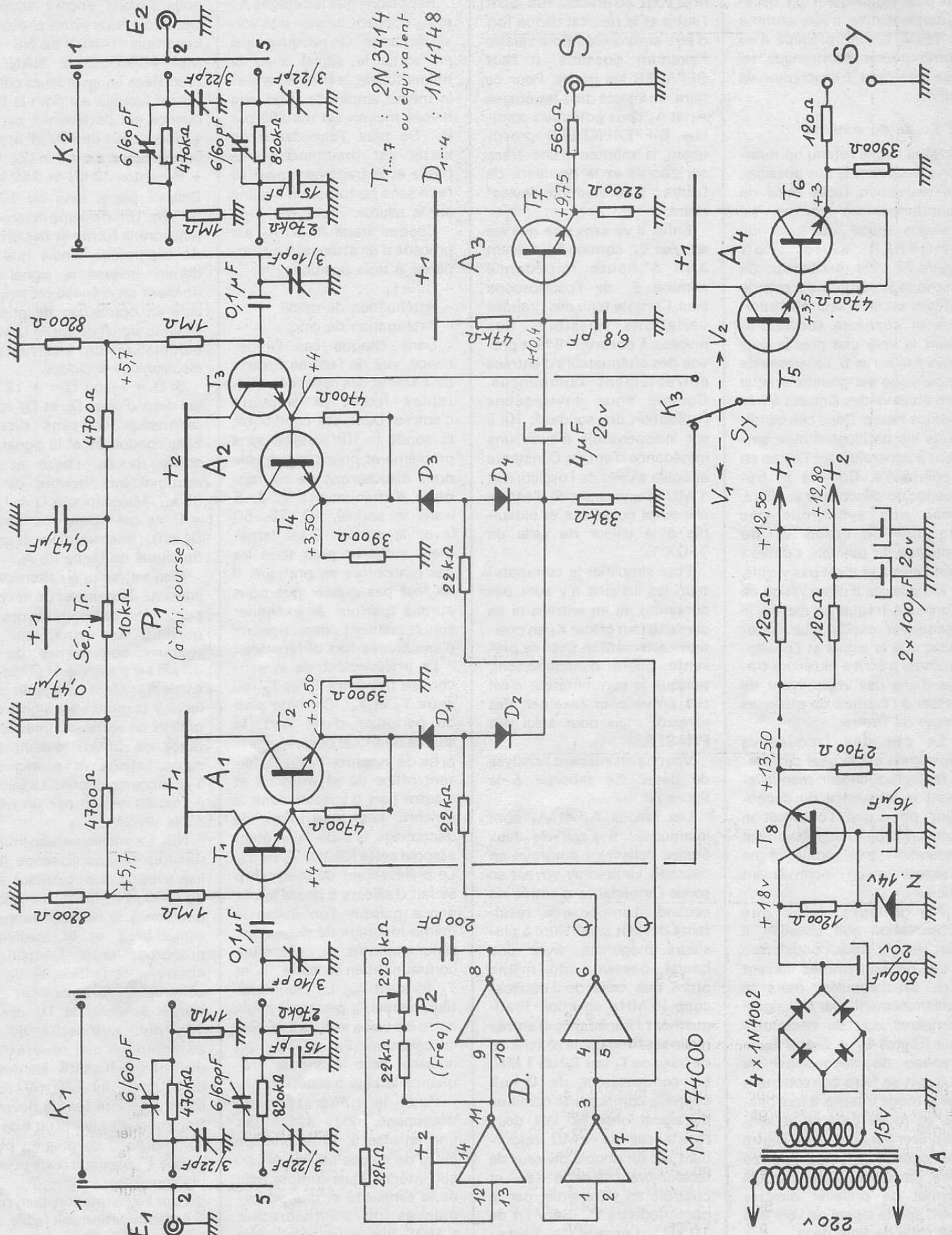


Fig. 78. - Schéma du chopper 2 voies. Les condensateurs réglables marqués sur ce schéma 3/10 pF sont à remplacer par deux condensateurs de 3/22 pF.

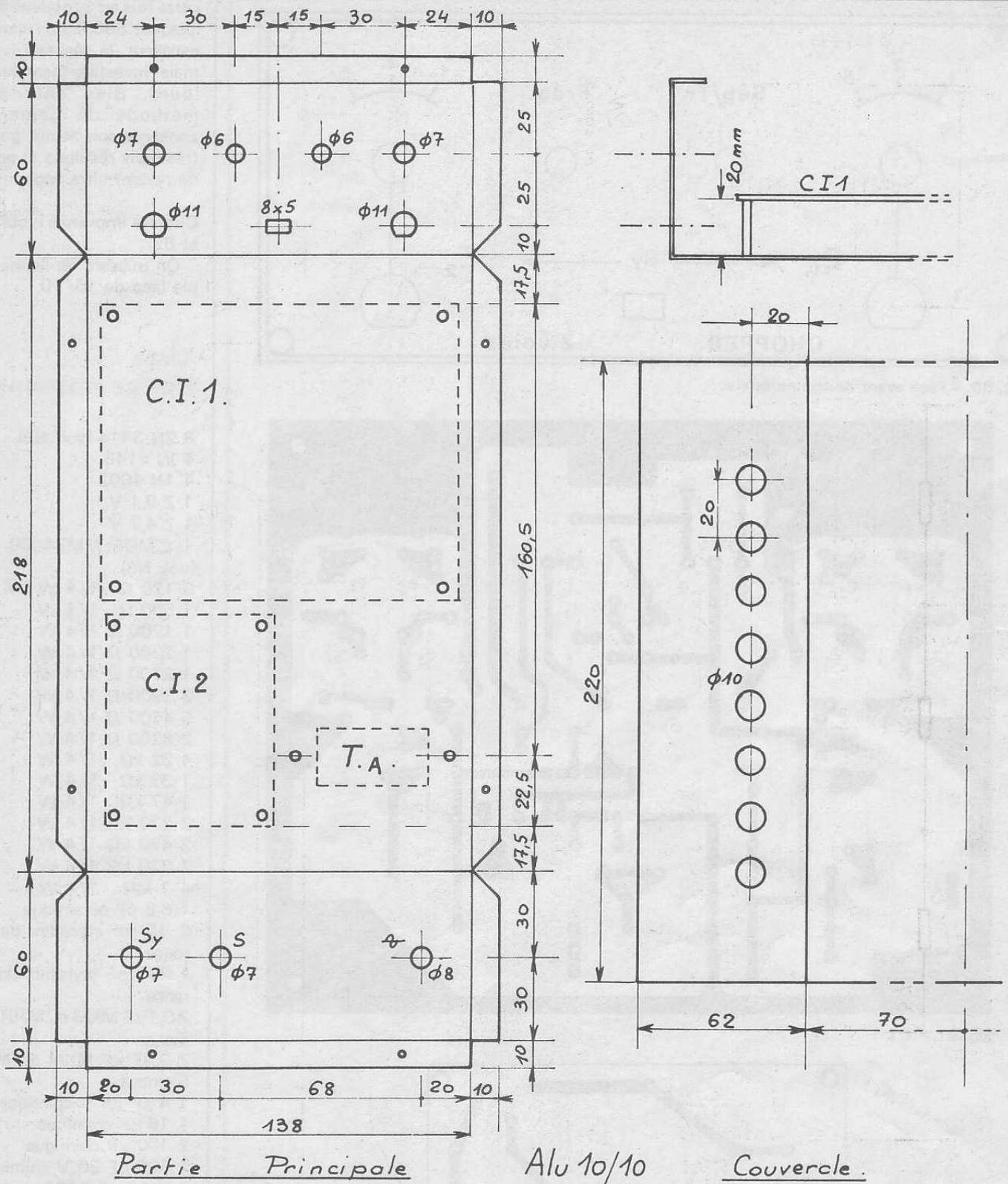


Fig. 79. - Boîtier du commutateur deux voies.

n'importe quel oscilloscope. De plus on évite de surcharger l'alimentation du TFOX 1 et on élimine tout risque de couplage parasite. Un transformateur fournit une tension de 15 V, redressés par un pont de diodes, filtrés et stabilisés par transistors et zener. La tension de sortie a été choisie de +

13 V de manière à avoir à peu près + 12 V après les deux cellules de découplage alimentant les différentes parties du chopper. Aucun interrupteur n'a été prévu. Nous avons monté, à l'arrière du TFOX 1 une prise secteur commandée par l'interrupteur de ce dernier et qui alimente le commutateur.

b) La réalisation

Le boîtier (voir fig. 79) :

Nous avons conçu le boîtier du commutateur pour que le TFOX 1 se pose exactement dessus, formant ainsi avec lui, un bloc compact. Voir photo H. De ce fait le commutateur terminé mesure 22 x 14 x 6 cm. Les circuits y sont à l'aise, ce

qui rend la réalisation d'autant plus facile.

Le boîtier comporte deux parties à fabriquer en alu de 10/10 et dont la figure 79 donne toutes les cotes de découpage et de perçage.

La face avant (voir fig. 80) :

Nous l'avons confectionné

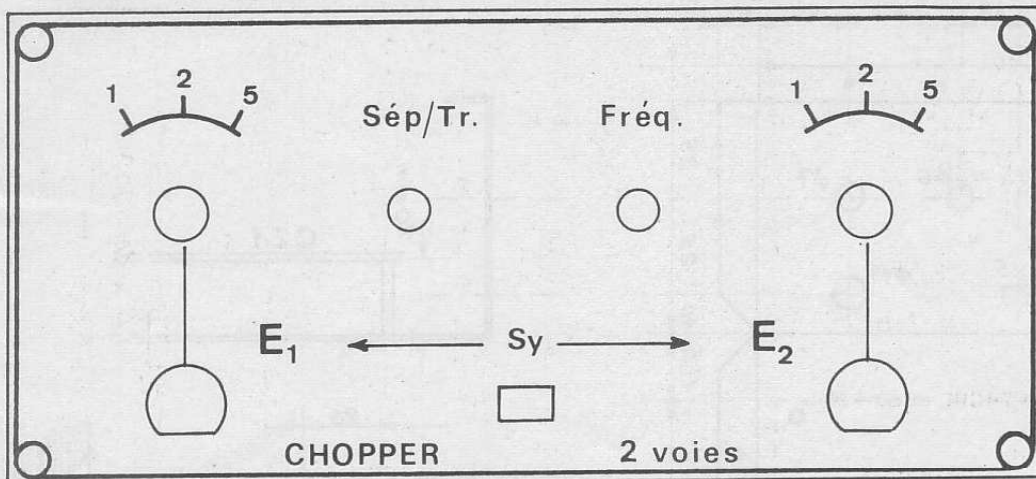


Fig. 80. - Face avant du commutateur.

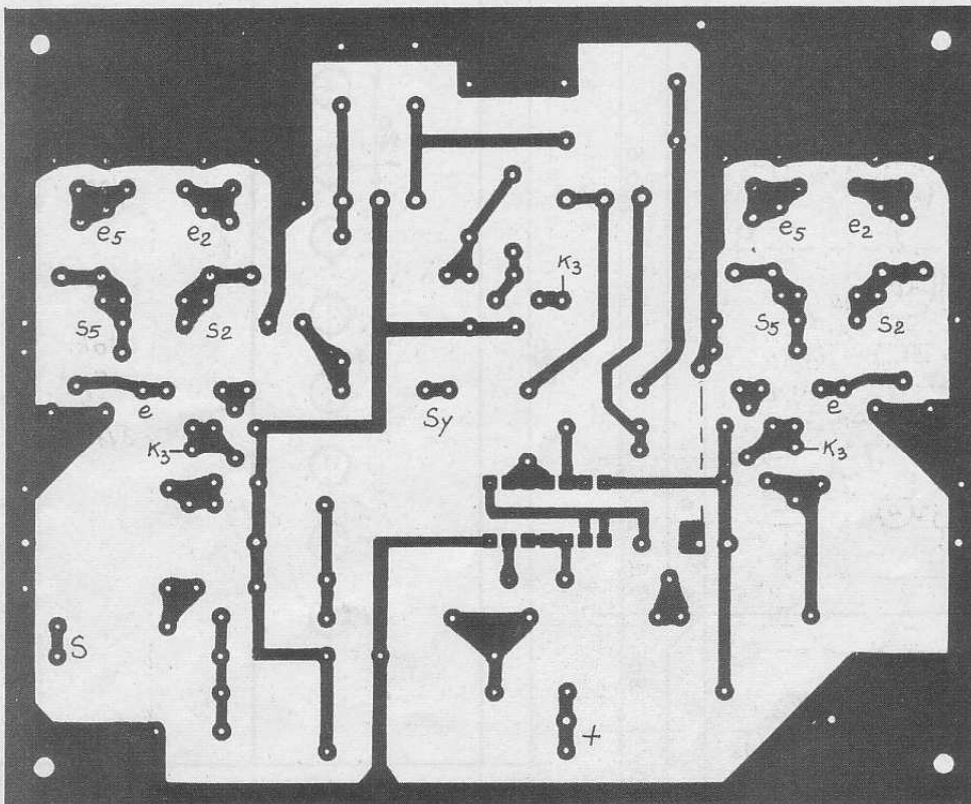


Fig. 81. - C.I. 1.

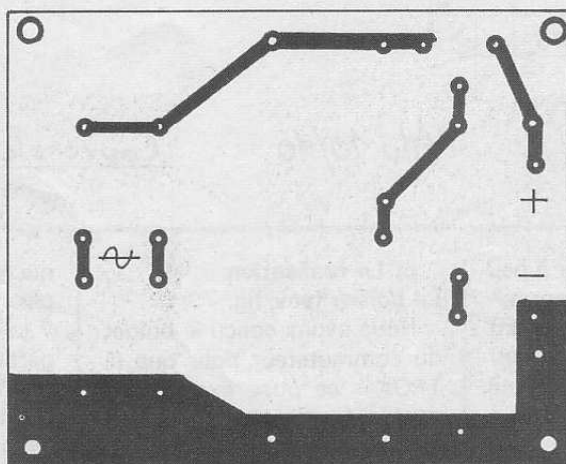


Fig. 82. - C.I. 2.

cette fois en Scotchcal de 3 M (plaques 8005). Le résultat est excellent, la réalisation facile, mais l'investissement initial est lourd. Bien entendu, la méthode du papier noir conserve son attrait pour ses très bons résultats et son prix de revient ultra économique.

Circuits imprimés (voir fig. 81 et 82) :

On utilisera de l'époxy simple face de 15/10.

Liste des composants

- 8 2N 3414 (voir NB)
- 4 1N 4148
- 4 1N 4002
- 1 Z 9,1 V
- 1 Z 4,7 V
- 1 C.MOS MM74C00 de NS (voir NB)
- 3 120 Ω 1/4 W 5%
- 1 560 Ω 1/4 W
- 1 1200 Ω 1/4 W
- 1 2200 Ω 1/4 W
- 1 2700 Ω 1/4 W
- 3 3900 Ω 1/4 W
- 5 4700 Ω 1/4 W
- 2 8200 Ω 1/4 W
- 4 22 k Ω 1/4 W
- 1 33 k Ω 1/4 W
- 1 47 k Ω 1/4 W
- 2 270 k Ω 1/4 W
- 2 470 k Ω 1/4 W
- 2 820 k Ω 1/4 W
- 4 1 M Ω 1/4 W
- 1 6,8 pF céramique
- 2 15 pF styroflex de préférence
- 1 200 pF styroflex de préférence
- 2 0,1 μ F MKM ou MHH de Siemens
- 2 0,47 μ F MKM ou MHH de Siemens
- 1 4 μ F 25 V chimique
- 1 16 μ F chimique
- 2 100 μ F chimique
- 1 500 μ F 20 V chimique
- 6 3/20 pF EA20 de RTC
- 4 6/60 pF EA60 de RTC
- 1 Potentiomètre P20 de 10 k Ω linéaire (voir NB)
- 1 Potentiomètre P20 de 220 k Ω linéaire
- 2 BNC de châssis UG 625
- 1 prise BNC
- 2 fiches bananes de 2 mm
- 2 encliquetages Jeanrenaud type ESK
- 2 galettes pour ESK 2c/5 pos ou 2c/6 pos (voir NB)

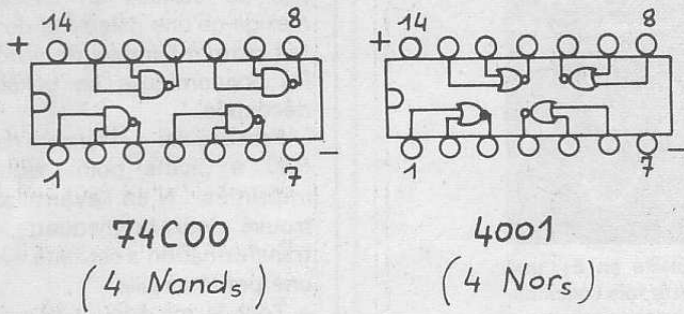


Fig. 83. - Brochages comparés du 74C00 et du 4001.

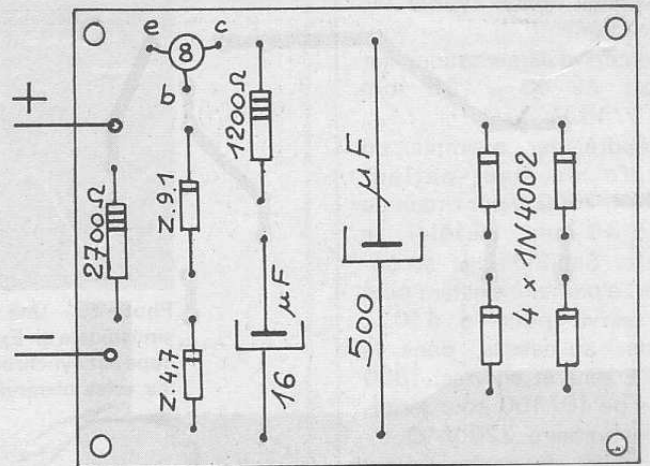


Fig. 85. - Composants C.I. 2.

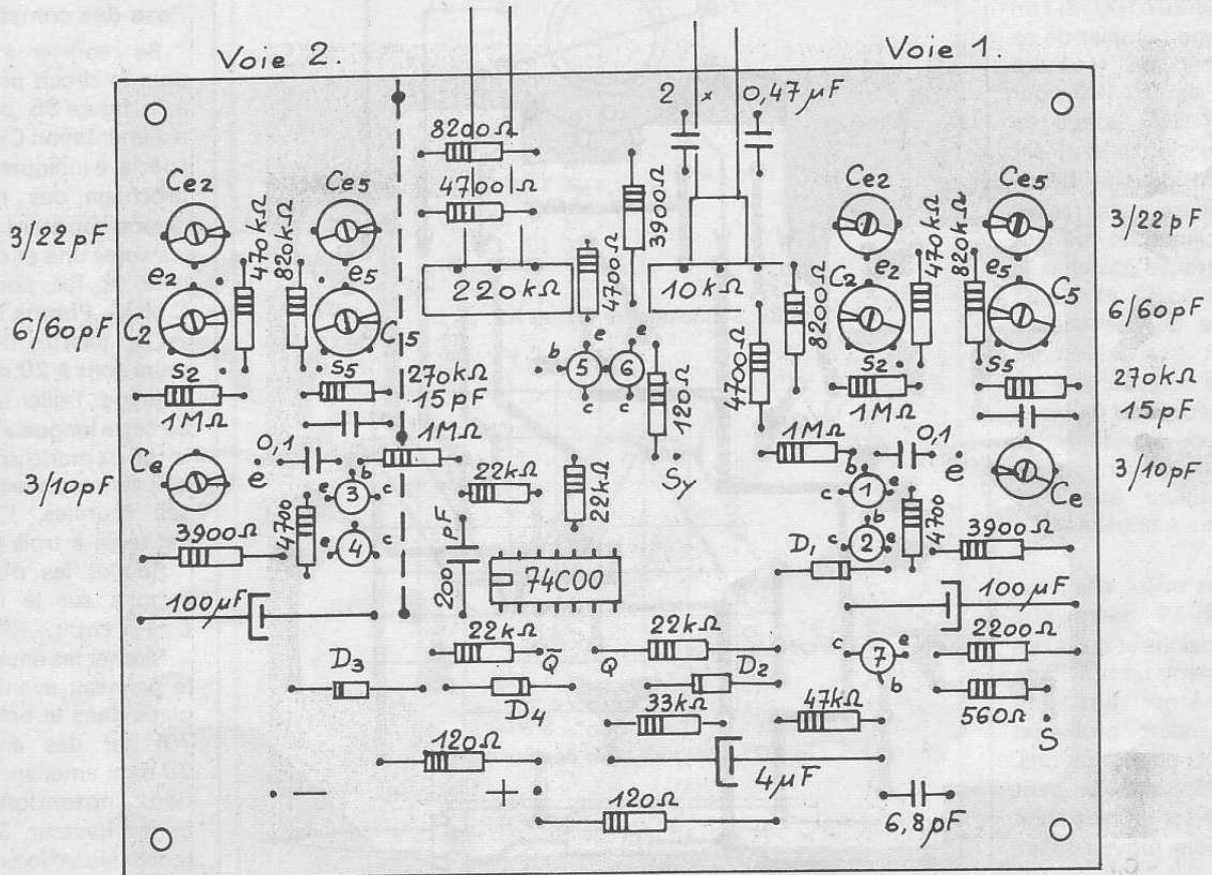


Fig. 84. - Composants C.I. 1.

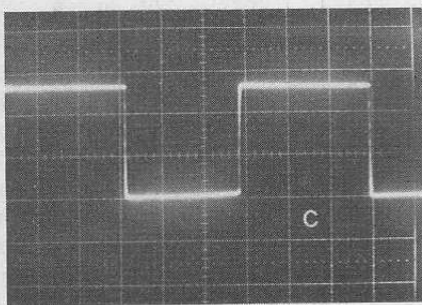


Photo C. - Signal rectangulaire de découpage en sorties Q ou \bar{Q} du 74C00. 5 V/div. 5 μ s/div.

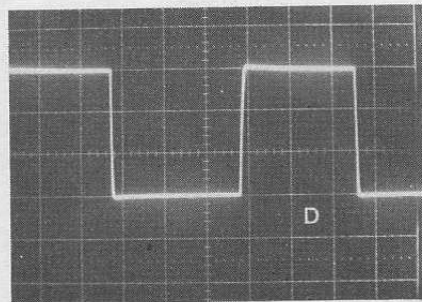


Photo D. - Signal rectangulaire en S du commutateur, P₁ en butée droite ou gauche. Rien en E₁ et E₂. 1 V/div. 5 μ s/div.

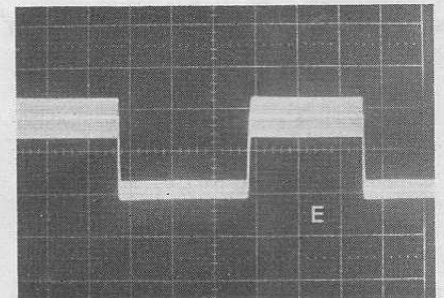


Photo E. - Signal en S, mais cette fois avec un signal en E₁ et un autre en E₂. L'oscilloscope est synchronisé sur la fréquence de découpage, en mode interne.

1 inverseur double type 5 1M de Jeanrenaud

1 transfo d'alimentation, sur circuit de 45 / 36 mm 220 V / 15 V.

Prendre par exemple un transfo de haut-parleur AUDAX, 7000 Ω sur circuit de 45 x 36 mm. Détôler le transfo. Supprimer le secondaire. Le primaire existant peut déjà servir pour le 110 V. Ajouter au-dessus, dans le MÊME sens et en vrac, 1800 spires de 10/100 pour terminer le primaire 220 V. Quelques tours de papier isolant puis le secondaire 15 V, avec 280 spires de 20/100. Si l'on fait le bobinage complet de ce transformateur on tournera 4200 spires de 10/100 pour le 220 V et 280 spires de 20/100 pour le 15 V. Il est assez navrant de voir beaucoup d'amateurs embarrassés par ce problème de transfo (que l'on ne trouve pas chez le revendeur du coin !, et qui est vraiment une de ces choses que l'on fait très facilement soi-même ! Il suffit un jour de se mettre à récupérer de vieux transfos pour les tôles et d'acheter un assortiment de fils émaillés pour être paré pour de longues années.

NB.

– Nous avons utilisé des transistors 2N 3414 parce que nous en disposions et qu'ils ont l'avantage d'avoir un brochage en ligne permettant une implantation sans problème dans toutes les configurations. Cependant ce transistor peut être remplacé par un type NPN silicium de gain moyen assez quelconque : 2N 2926 or, BC 172 B, BC 108, BC 238 B...

– Le MM 74C00 est fabriqué par National Semiconductor. C'est l'équivalent C.MOS, broche pour broche du 7400 de la série TTL. On peut parfaitement utiliser un 4001 peut-être plus courant en montant aussi les portes en inverseurs. Se reporter à la figure 83, montrant la différence de brochage et partant, la petite modification du circuit imprimé à apporter.

Nous n'avons pas utilisé de résistances à 1 % pour les atténuateurs d'entrées. Toute mesure d'amplitude précise se fera sur le TFOX 1 direct.

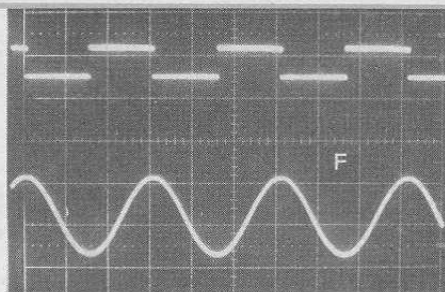


Photo F. – Une rectangulaire en E_1 , une sinusoïdale en E_2 , mais cette fois l'oscilloscope est synchronisé, en mode externe, sur les voies observées.

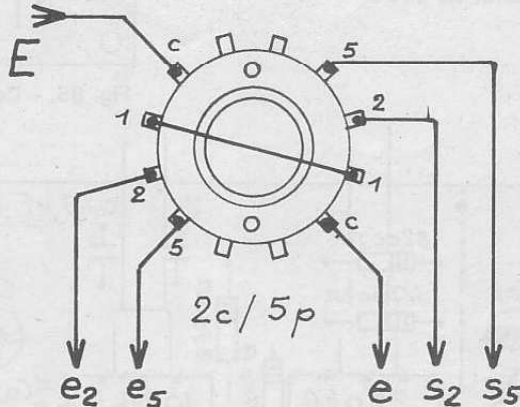


Fig. 86. – Câblage de K1 ou K2.

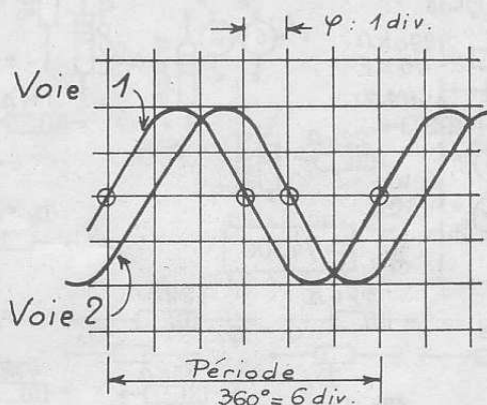


Fig. 87. – Mesure d'un déphasage.

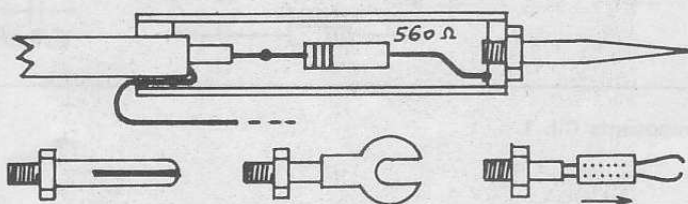


Fig. 88. – Pointe de touche simple mais pratique.

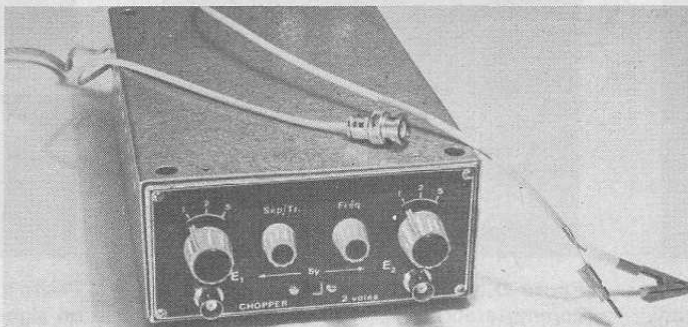


Photo G. – Le commutateur terminé. Noter les trous dans le couvercle et dans lesquels se logent les pieds du TFOX 1.

– L'atténuateur ne possédant pas de cellules en cascade n'exige qu'une galette et de ce fait permet l'emploi de modèles économiques en bakélite découpée.

– Prendre de préférence des P20 à picots pour circuits imprimés. N'en ayant pas trouvé pour la maquette, la transformation s'est faite avec une petite cisaille.

– Tout le matériel, y compris transfo et CI non percés, se trouvera chez RD Électronique, 4, rue Paul Vidal, 31 Toulouse.

Pose des composants

Se reporter à la figure 84 pour le circuit principal CI₁, et à la figure 85 pour le circuit d'alimentation CI₂. Rien de très spécial à indiquer. Attention au brochage des transistors, la disposition étant inversée dans les voies une et deux. Débrancher le fer pour souder le C.MOS. Photos I et J.

Les galettes des commutateurs sont à 20 mm de l'encliquetage. Tailler une entretoise de cette longueur dans du tube laiton de modélisme ou faire un empilement avec les entretoises fournies. L'encliquetage est réglé à trois positions.

Souder les deux fois cinq liaisons sur le C.I. principal. L \approx 5 cm.

Monter les encliquetages sur le panneau avant et CI₁ à sa place dans le boîtier, (voir fig. 79) sur des entretoises de 20 mm, amenant les axes des deux potentiomètres à la bonne hauteur. Souder maintenant les liaisons sur les galettes des commutateurs en se référant à la figure 86. Ne laisser que la longueur juste nécessaire en évitant de masquer avec les fils, les axes des petits CV de réglage. Voir Photo K. Les liaisons soudées ; on peut très bien déposer le tout, les fils maintenant les contacteurs.

Un blindage doit être disposé entre A₂ et le circuit du découpeur où les transitoires de commutation risquent d'être captées par l'entrée à haute impédance. On confectionnera ce blindage avec du fer blanc, ou avec de la fine tôle de laiton (voir articles pour modélisme, tôle de

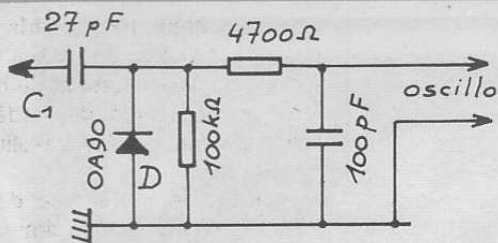


Fig. 89. - Schéma d'une sonde démodulatrice.

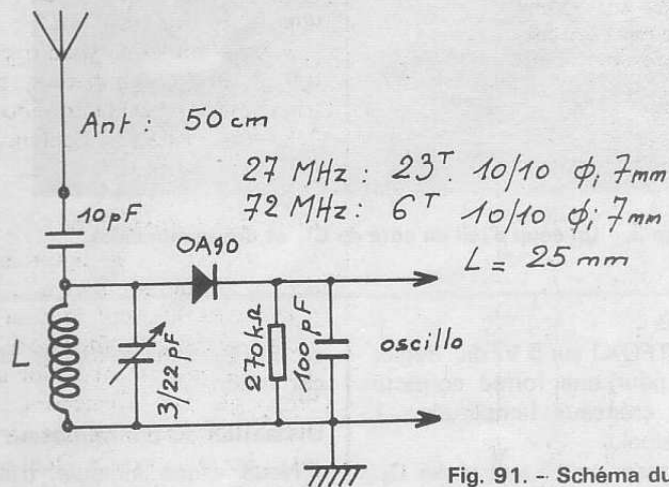


Fig. 91. - Schéma du détecteur de champ.

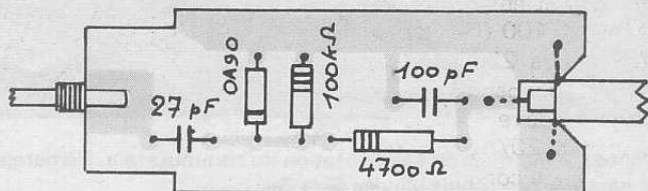
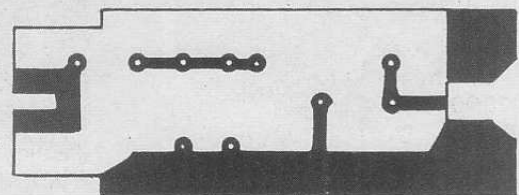


Fig. 90. - Réalisation de la sonde démodulatrice.

2/10). Un petit repli au sommet donne de la rigidité au rectangle de 72 x 37 mm restant. Les plus adroits tailleront trois petits picots, à la base, pour soudure sur C_1 . Les autres se contenteront de 3 morceaux de fils. Une encoche doit être aussi pratiquée à la base, à l'aide d'une lime ronde, pour le passage de la 1 M Ω de T_3 . Réunir les masses des potentiomètres par un fil nu et souder ce fil sur le blindage. Voir photos K et L.

Les fils de liaison entre C_1 et D_3 se font au plus direct sous la platine. Les BNC d'entrées sont reliées à K_3 ou K_2 . Les câbles blindés sont soudés sous la platine, ils sortent par l'arrière du boîtier et ont juste assez de longueur pour rejoindre les points de connexion sur la face avant du TFOX1, le commutateur normalement en place. Voir photos I, G et H.

Mise en service

- D'abord l'alimentation seule. Mettre sous tension et vérifier l'existence de la tension de sortie de + 13 V.

- Relier maintenant les deux C_1 (nous supposons qu'une vérification minutieuse de C_1 a été faite). Atténuateurs en position « 5 ». Rien aux

entrées. Connecter l'oscilloscope de contrôle à Q, puis \bar{Q} et vérifier l'existence des créneaux rectangulaires de découpage: Amplitude 12Vcc environ, fréquence variable par P_2 de 10 à 90 kHz environ (soit une période de 100 à 11 μ s). Le rapport cyclique doit être voisin de 1. Voir photo C.

- Brancher maintenant l'oscilloscope en sortie normale du

commutateur: S. Mode Synchro interne. K_7 sur « alternatif ». Constaté l'existence d'un signal rectangulaire de même fréquence que le précédent et d'amplitude réglable par P_1 . Cette amplitude atteint un maximum de 3Vcc environ avec P_1 en butée droite ou gauche et s'annule avec P_1 à mi-course. Voir photo D.

Si ces essais sont positifs, le

commutateur est en ordre de marche. On peut donc passer à l'utilisation normale.

- Mettre le TFOX 1 sur 200 mV/div. de préférence, K_7 sur alternatif, Mode « Synchro EXT » la sortie « Sy » du commutateur reliée à l'entrée « Sy Ext. » de l'oscillo. La sortie S reliée à E_7 . Connecter les entrées E_1 et E_2 aux signaux à observer en synchronisant au choix sur l'une des voies. En adaptant la vitesse de balayage à celle des signaux observés on doit faire apparaître les deux courbes dont l'écartement sur l'écran est déterminé par P_1 . Si le pointillé de découpage est visible, agir sur P_2 pour le faire disparaître. La photo F montre un exemple du parfait résultat obtenu. NB. A toutes fins utiles, pour ceux qui ne l'auraient pas compris, nous rappelons que l'on ne peut observer simultanément avec le commutateur décrit que deux signaux dont les fréquences sont liées l'une à l'autre par un facteur arithmétique simple: ou bien l'égalité (cas de la photo) ou la moitié, le tiers... le dixième, etc. Il n'est pas question de visualiser en même temps et de manière stable, par exemple les deux sorties de deux oscillateurs



Photo H. - La conception mécanique retenue permet de former avec le TFOX1 un bloc compact occupant un minimum de place.

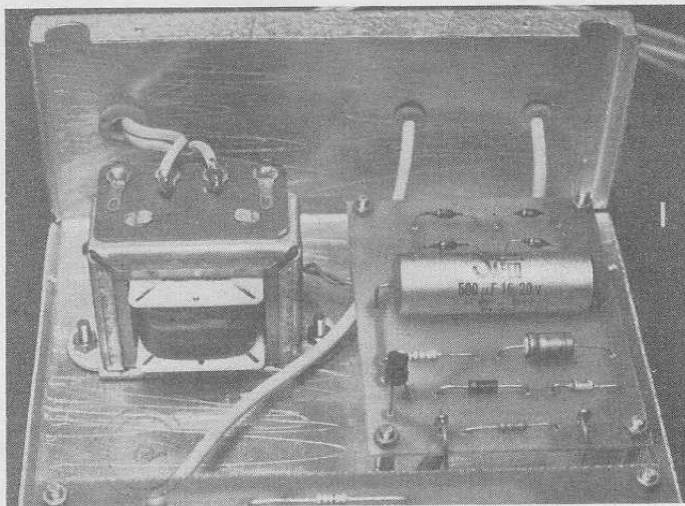


Photo I. - Montage de l'alimentation du commutateur. Remarquer le passage des câbles blindés S et Sy.

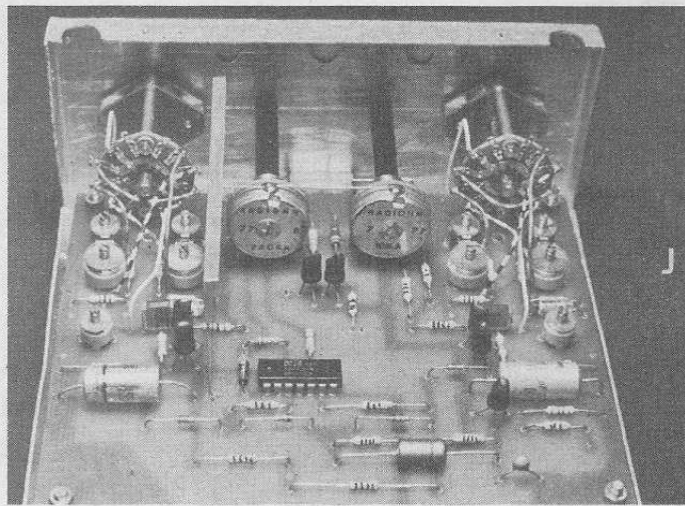


Photo J. - Un coup d'œil du côté de Cl₁ et des commandes.

INDÉPENDANTS, donc non synchrones. Dans un tel cas, si la synchro se fait sur un signal, l'oscillogramme de l'autre défilera. A noter cependant que le procédé est parfaitement utilisable pour amener le second oscillateur en relation de fréquence avec le premier. C'est une méthode bien meilleure que celle des figurés de Lissajous.

Réglages des atténuateurs

La sonde atténuatrice décrite dans les numéros précédents et qui a déjà servi à régler le TFOX 1 est encore indispensable.

- On commencera d'ailleurs par la rebrancher sur l'oscilloscope de manière à figurer son

réglage de correction, par exemple avec le circuit de référence interne.

- Reprendre maintenant le générateur d'étalonnage décrit le mois dernier et l'utiliser en 1000 Hz, 10 Vcc. Revenir en branchement 2 voies. P₁ à mi-course. Nous allons décrire le processus à suivre pour régler la voie 1. Il suffira de le reproduire pour la voie 2 (se reporter à la fig. 84 pour la position des réglages).

- Connecter la sonde en E₁. Atténuateur voie 1 sur « 1 ». TFOX 1 sur 500 mV/div. Régler C₆ pour une forme corrigée des 2 divisions du signal 1000 Hz, 10 Vcc.

- Enlever la sonde. Passer en « 2 » attaquer directement

E₁. TFOX 1 sur 5 V/div. Régler C₂ pour une forme correcte des créneaux (amplitude: 1 division).

- Passer en « 5 » et régler C₅, TFOX 1 sur 2 V/div. (amplitude: 1 division).

- Rebrancher la sonde. Revenir en « 2 ». TFOX 1 sur 500 mV/div. Régler C_{e2} (amplitude: 1 division).

- Passer en « 5 » et régler C_{e5}, avec le TFOX 1 sur 200 mV/div. (amplitude: 1 div)

Régler de même la voie 2. Ce travail bien fait, l'ensemble oscillo/commutateur est corrigé à toutes les fréquences, pour tous les pas d'atténuation, la sonde pouvant être utilisée indifféremment en E_v ou

en E₁/E₂ sans retouche de correction.

Utilisation du commutateur

Nous allons indiquer trois exemples.

a) Se servir du générateur d'étalonnage à diviseurs.

Connecter E₁ sur une des sorties E/... ou E'/... et connecter E₂ sur la sortie qui suit celle choisie pour E₁.

Synchroniser l'oscillo sur le signal le plus lent, donc sur la voie 2.

Régler la vitesse de balayage pour observer au moins une période de ce signal lent. Il est maintenant facile de vérifier par comptage sur l'écran le bon fonctionnement du diviseur par 10. On constatera

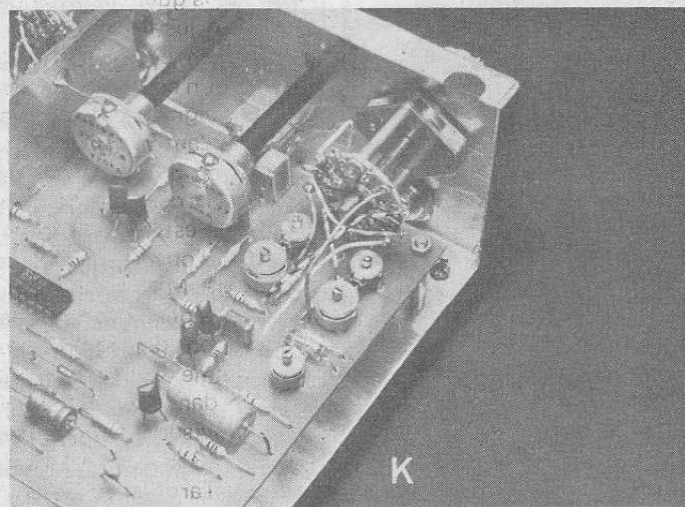


Photo K. - Gros plan sur le câblage d'un atténuateur d'entrée. Remarquer aussi le fil de masse des boîtiers de potentiomètres.

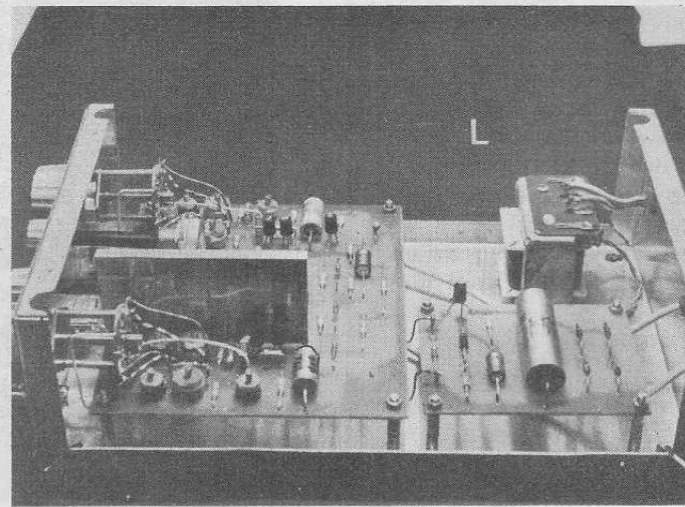


Photo L. - L'intérieur du commutateur terminé.

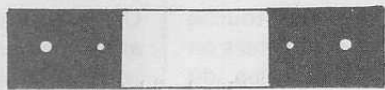
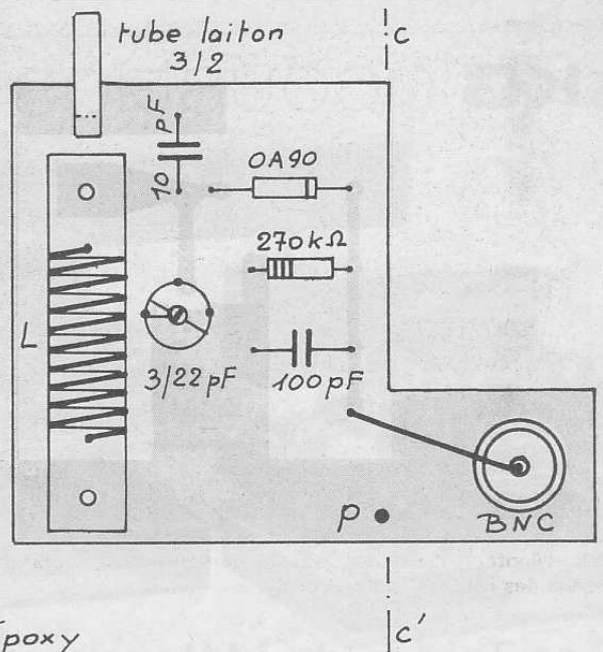
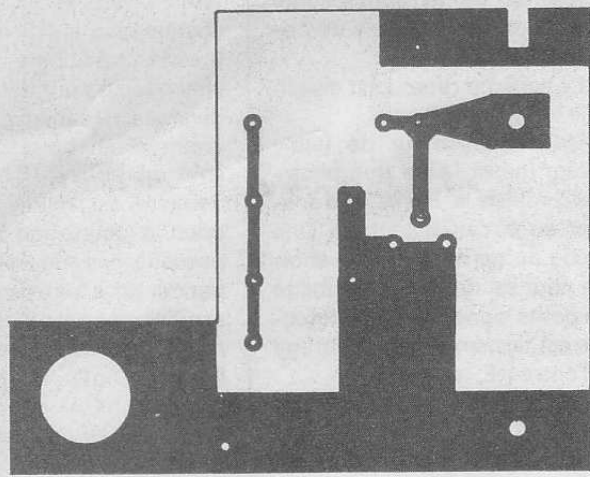


Fig. 92. - Détecteur de champ.

l'intérêt de la commande de séparation des traces permettant aussi... de les rapprocher pour vérifier plus aisément les correspondances entre les deux signaux.

b) Dans un décodeur d'ensemble digital RC :

- Connecter E_1 à l'arrivée du signal S_{Rx} . Synchroniser sur ce signal. Mode X. var.

- Connecter maintenant E_2 sur les différents points du montage. Vérifier ainsi la progression du signal et ses transformations jusqu'aux sorties décodées, avec position de chaque créneau par rapport au signal complet, fixant son numéro d'ordre.

c) Mesure d'un déphasage. Voir figure 87.

La voie une est attaquée par un signal et la voie deux par l'autre, en retard de phase. La période entière, comptant donc pour 360° , occupe 6 divisions. Le décalage horizontal, matérialisant le déphasage est de une division :

$$\text{d'où } \varphi = \frac{360^\circ \times 1}{6} = 60^\circ$$

9. Quelques accessoires utiles

a) Pointe de touche directe

Pour l'utilisation directe de l'oscillo sans la sonde atténua-trice, il est bon de faire la liai-

son par câble blindé terminé par la pointe de touche dont la figure 88 donne les détails de réalisation. Le tube est isolant et provient par exemple d'un vieux stylo. A l'avant, un bouchon métallique forcé est percé et taraudé à 3 mm. Le coaxial de liaison maintenu à l'arrière y est relié par une

résistance de 560Ω évitant certaines suroscillations avec les fronts trop raides. La masse du câble est sortie et sera toujours reliée à une bonne masse du montage. Il faut toujours éviter de relier l'oscillo par un fil de masse distinct, cette méthode apportant souvent de grosses perturbations. Enfin,

on constate que l'embout de touche est interchangeable facilement et... adapté aux circonstances : pointe simple, broche fendue et qui s'accroche aux fils, aux cosses..., cosse ouverte à serrer sous une borne, grip-fil évitant les dangers d'un cordon qui s'égaré dans les entrailles du montage. (pour ce grip-fil, utiliser deux fils en corde à piano étamée - voir modélisme - et un tube de serrage isolant)

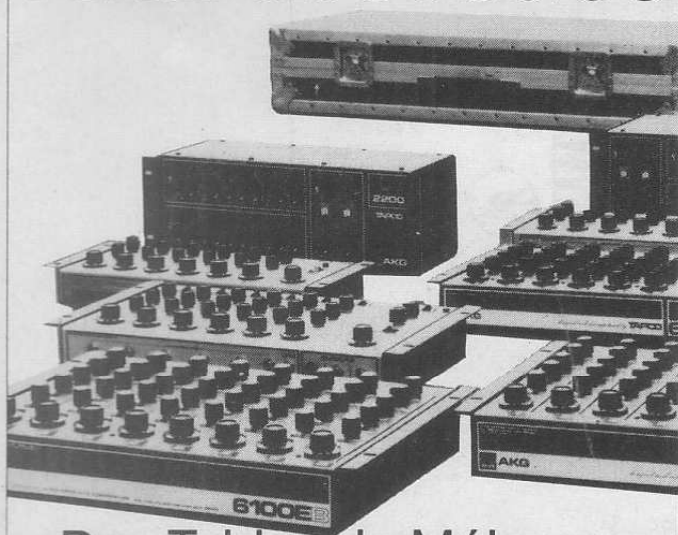
b) Sonde HF démodulatrice

Le TFOX1 transmet correctement sans guère les atténuer les signaux jusqu'à 6 MHz. Au delà, le gain de l'ampli chute très vite et n'est plus exploitable. Nous signalons cependant qu'en couplant E_y par une boucle de 2 ou 3 spires, aux circuits LC d'un émetteur 27 MHz, il est tout de même possible d'observer directement la HF. Mais il s'agit dans ce cas de signaux forts ! Pour l'observation de signaux faibles, comme il en existe par exemple dans les étages FI d'un téléviseur (fréquences allant de 28 à 39 MHz) il faut recourir à l'artifice de la sonde démodulatrice 3 Ce n'est plus la HF modulée qui est observée mais sa modulation. S'il y a signal démodulé, c'est qu'il y



Photo M. - Ouf ! c'est fini... et ça marche !!

AKG acoustics



Des Tables de Mélange pour tous les Usages.

AKG spécialisée depuis près de 30 ans, dans la fabrication des matériels de très haute qualité en électro-acoustique, microphones, casques, cellules, chambres d'écho, vient de développer une nouvelle gamme de produits: des consoles de mélange.

La recherche d'une excellente qualité, tout en conservant un prix de marché, a amené AKG à certains compromis, comme par exemple l'utilisation des potentiomètres rotatifs dont la qualité et la fiabilité sont bien supérieures à celles des potentiomètres linéaires.

Les prises équipant ces produits sont des prises professionnelles américaines dont la qualité des contacts et la durée de vie sont très nettement meilleures que celles des fiches Din ou jacks, etc. ...

- **6 100 RA**
mélangeur 6 entrées, 1 sortie, entrées microphones asymétriques.
- **6 100 RB**
identique au type 6 100 RA

mais entrées microphones symétriques.

- **6 100 EA**
prémélangeur, 8 entrées asymétriques. Prévu pour attaquer le type 6 100 RA et permettant d'augmenter sa capacité à 14 entrées.
- **6 100 EB**
identique au type 6 100 EA mais entrées symétriques.
- **6 200 EA**
mélangeur, 6 entrées asymétriques, 2 sorties.
- **6 200 EB**
identique au type 6 200 EA mais entrées symétriques.
- **6 100 CF**
mélangeur, 6 entrées asymétriques, 1 sortie.
- **Modèle 100 K**
mélangeur, 6 entrées, 1 sortie.
- **Modèle 2 200**
égaliseur stéréo 2 fois 10 fréquences entre 20 Hz et 20 KHz.
- **Modèle 4 400**
unité de réverbération stéréo, niveau entrée réglable, égaliseur à 4 fréquences.



designed and manufactured by **TAPCO**
TECHNICAL AUDIO PRODUCTS CORPORATION

Pour toute information concernant ces produits, écrivez à REDITEC, Z.I. des Chanoux, 62 à 66, rue Louis Ampère - 93330 NEUILLY-S/MARNE

NOM: _____

ADRESSE: _____

Je suis intéressé(e) par: Microphones Casques
 Consoles de mélange Cellules

ADV 235/F

a HF. Une réserve: en FM, ça ne marche pas! A moins de se contenter de la composante continue résultant de la modulation AM!

Le schéma retenu est classique (voir fig. 89).

Un condensateur de faible valeur (aussi faible que possible) prélève la HF et la transmet au circuit détecteur. Une diode au germanium est choisie pour sa meilleure sensibilité en petits signaux. La BF détectée est transmise après filtrage à l'entrée E_v de l'oscillo.

La réalisation est illustrée en figure 90. Le circuit imprimé est taillé pour se loger dans un tube UPSA. (voir la sonde: 10) Prévoir une sortie directe pour la masse. La pointe de touche est une fiche de 2 mm, mais on peut s'inspirer de celles du paragraphe précédent.

Attention la diode claquera si vous utilisez cette sonde dans des étages sortant trop de puissance: Emetteurs par exemple. Dans ce cas, la OA 90 pourrait être remplacée par un modèle silicium plus robuste.

c) Détecteur de champ

C'est l'accessoire indispensable à tous ceux qui pratiquent une forme quelconque de l'émission: amateurs de radio-commande, radio-amateurs...

Le schéma est donné en figure 91. Une petite antenne fouet capte le rayonnement et le transmet au circuit accordé sur la fréquence reçue. Une diode assure la détection AM et la BF est transmise à l'oscillo.

Ce dernier donne ainsi une image très fidèle de la qualité de modulation, aucun étage HF ne risquant de déformer le signal, ce qui n'est pas le cas dans un récepteur: Ici, si la BF détectée est déformée, c'est que le modulateur de l'émetteur ne remplit pas bien sa mission. D'autre part, l'amplitude du signal BF observé est directement liée à la puissance d'émission. Il est possible de faire des mesures comparatives entre émetteurs, ou de régler les circuits d'un montage jusqu'au meilleur rendement.

La réalisation proposée est

indicative. Elle permet de connecter directement le système à l'entrée E_v , sans gêner aucune pour les diverses commandes. La bobine L est interchangeable pour utilisation sur diverses fréquences. Circuit imprimé et barrette pour L sont en époxy 15/10. Cette dernière est munie de fiches pour la connexion. Le circuit possède les douilles correspondantes. L'antenne peut être simplement en tubes laiton de modélistes. Un petit ajustable EA 20 règle la fréquence d'accord. On pourrait sans doute utiliser un modèle plus sérieux. La fiche BNC débarrassée de son capuchon arrière est soudée à la masse du CI. Un picot robuste « p » est assez long pour prendre appui sur le côté du boîtier du TFOX1 et évite le basculement du montage par rotation sur la BNC. Notons qu'il est possible aussi de relier la sortie détectée à l'oscillo par un petit câble blindé. On couperait alors le CI suivant cc' et le montage pourrait se placer, par exemple, au sommet du TFOX1, ce qui permettrait un meilleur dégagement de l'antenne. Une mise à la masse du CI y étant nécessaire.

Le réglage se limite au réglage du CV au maximum d'amplitude observée. On constatera d'ailleurs que cet accord est assez pointu.

Et c'est avec la description de ces quelques accessoires utiles que se termine la description du TFOX1. Nous espérons que cet article vous a intéressé et que beaucoup de TFOX1 verront le jour bientôt. N'hésitez pas à nous écrire pour tout renseignement complémentaire, ou en cas de difficulté, mais n'oubliez pas non plus que si vous êtes satisfait des résultats obtenus, nous serions particulièrement heureux de le savoir!! A l'avance merci.

Francis THOBOIS

ERRATA: figure 47, page 258 du n° 1627. Les résistances de liaison aux bases de T_7 et T_8 ne mesurent pas 1000 Ω comme indiqué, mais bien 100 Ω comme dans le schéma de principe.