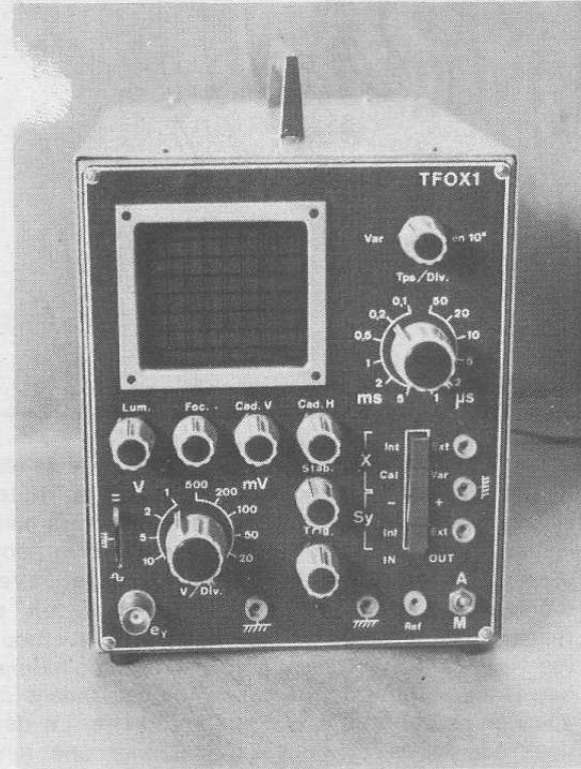


CONSTRUISONS NOS APPAREILS DE MESURE

UN PETIT OSCILLOSCOPE PERFORMANT LE TFOX 1



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

NOUS avons laissé, le mois dernier, notre oscilloscope TFOX 1 en ordre de marche, les réglages simplement dégrossis. Nous espérons que depuis, vous avez fait connaissance avec votre nouveau compagnon et que, déjà, vous avez pu observer quelques oscillogrammes. Nous indiquons ci-dessous un processus à adopter pour une utilisation rationnelle :

– Mettre le TFOX 1 sous tension et le laisser chauffer quelques minutes.

– Ce délai de mise en température écoulé, pousser le potentiomètre de stabilité,

(Stab) mode « X. Int. » et peut-être celui de luminosité jusqu'à faire apparaître la trace de balayage.

– Cadrer cette trace en H et en V.

– La rendre aussi fine que possible par le réglage de concentration. (Foc).

– Choisir l'atténuation verticale en fonction du niveau du signal à observer. En cas d'incertitude, commencer par la position 10 V/div. Si le signal comporte une composante continue importante, placer K_7 sur \sim (c'est le cas, par exemple, d'un signal « piqué » sur le collecteur d'un transistor amplificateur BF).

– Choisir la vitesse de balayage selon la fréquence du signal observé. En cas d'ignorance, commencer par 5 ms/div.

– En fonctionnement normal, donc DÉCLENCHÉ, le potentiomètre de stabilité doit toujours se trouver réglé, juste avant le point d'entrée en « relaxé ». Ce réglage doit être légèrement retouché lorsque l'on passe des vitesses rapides aux lentes, ou inversement. Un critère de bon réglage : sur une observation correctement déclenchée par signaux internes, le passage de K_7 en position « masse » doit faire disparaître l'oscillogramme.

– Le réglage « trigger » est peu critique en général. Il ne le devient que si l'amplitude du signal sur l'écran est faible. Dans ce cas, plus l'amplitude observée est petite et plus la zone de déclenchement est étroite. A l'usage, on repèrera le point central de cette zone et on calera l'index du bouton vers le haut. (A midi, comme diraient les aviateurs !). Pour un signal de bonne amplitude, la zone est beaucoup plus large et la rotation du potentiomètre « Trig » ne fait que déplacer le point de départ de l'oscillogramme sur le flanc montant ou descendant du signal, selon que l'on se trouve en synchro-

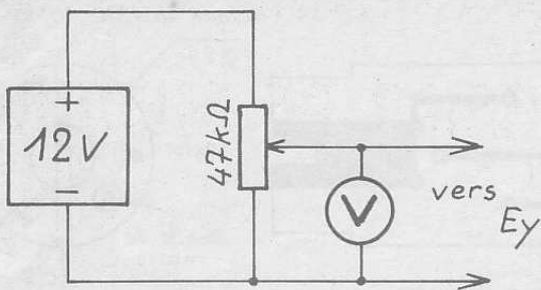
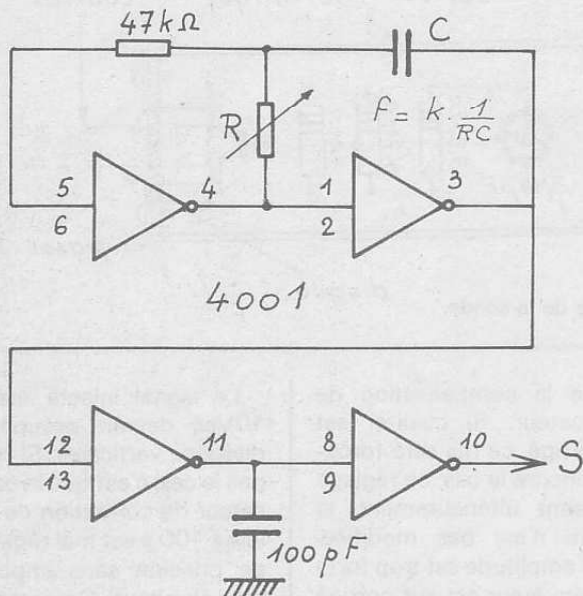


Fig. 54. - Obtention d'une tension continue connue.



$f = k \cdot \frac{1}{RC}$

C : 220pF p^r 200kHz, 22nF p^r 1kHz
(R ≈ 6800Ω), (R ≈ 15kΩ)

Fig. 55. - Calage du gain Y.

nisation positive ou négative. Revoir la figure 16, pour les explications théoriques.

NB. Pour la correction d'astigmatisme déjà envisagée le mois précédent, on peut procéder comme suit :

- Sans signal Y, faire apparaître la trace horizontale et la rendre aussi fine que possible par le réglage de concentration.

- Injecter maintenant en E_Y un signal sinusoïdal provoquant une déviation verticale complète. Passer en « X Ext » et ramener le potentiomètre de stabilité à 0. On obtient ainsi une trace verticale. Sans retoucher le réglage « Foc », régler celui d'astigmatisme pour la meilleure finesse de cette trace.

- Revenir en trace horizontale, retoucher « Foc », puis en trace verticale... etc.

Tous les réglages obtenus, il

est commode de placer tous les index des boutons de potentiomètres « à midi » de manière à retrouver très rapidement le bon réglage moyen de l'ensemble de l'appareil.

Mais il faut maintenant procéder au réglage fin du TFOX 1 et c'est ce que nous vous proposons ce mois. Un tel travail doit être très méthodique et il sous-entend la possession de quelques appareils indispensables. Les heureux propriétaires d'un bon générateur BF délivrant des signaux rectangulaires de qualité pourront se servir de cet appareil. Si vous avez déjà fabriqué notre TBF 1038, (Voir HP n° 1482 à n° 1495) ou le TBF 1, plus simple mais suffisant, (n° 1513 et n° 1521) vous êtes bien armés... à condition que ces générateurs aient été bien étalonnés et parfaitement réglés ! Cependant nous pensons que la majorité des amateurs réalisant le TFOX 1,

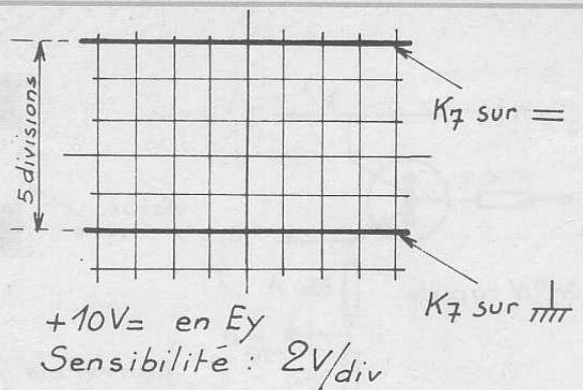


Fig. 56. - Multivibrateur C.MOS.

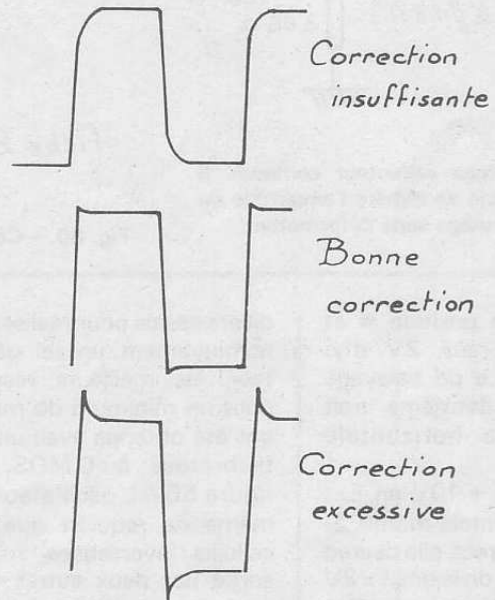


Fig. 57. - Réglage de la réponse en fréquence de l'ampli Y.

donc en principe ne possédant pas déjà d'oscilloscope, n'ont pas de tels générateurs dont l'utilité n'est réelle que si l'on peut observer la forme des signaux qu'ils fournissent. C'est sans doute après la fabrication du TFOX 1 que ces amateurs envisageront de telles réalisations. Aussi pour nous placer dans l'hypothèse la plus vraisemblable, nous décrivons rapidement un petit générateur, lequel pour un prix modique nous fournira tous les signaux nécessaires à un étalonnage correct du TFOX 1.

I. Étalonnage de la voie verticale Y

1. Réglage du gain

Rappelons que nous avons pré-réglé l'amplificateur vertical : Les deux gates g_1 et g_2 étant à la masse, pour obtenir

+ 100V sur les plaques Y_1 et Y_2 , d'une part avec la 4700 Ω de retour au - 12V des deux sources du double FET et d'autre part par la 100 Ω de T_4 (symétrie). Il nous faut maintenant calibrer le gain global. Nous supposons que l'atténuateur d'entrée a bien été équipé de résistances à 1%, ce qui garantit son exactitude. Mettre le TFOX 1 sous tension et **le laisser chauffer 30 mm au moins.**

Prendre une source de tension continue, piles ou batteries de capacité suffisante, alimentation stabilisée... Faire le montage de la figure 54 dans laquelle nous avons supposé avoir fait recours à une batterie de 12V. Un potentiomètre permet un ajustage de la tension de sortie, tandis qu'un voltmètre (exact si possible ! Numérique dans l'idéal !) la mesure en permanence. Nous amènerons la tension à 10V exactement.

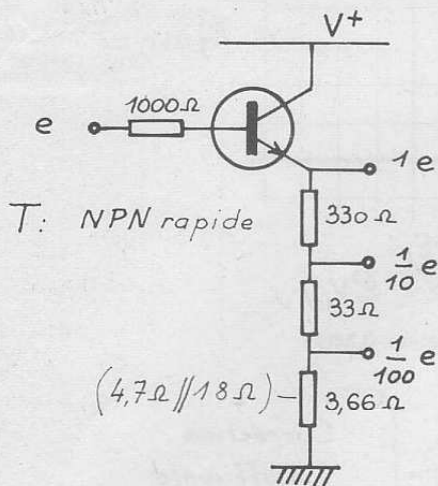


Fig. 58. - Etage collecteur commun. Il devient possible de réduire l'amplitude du signal d'étalonnage sans déformation.

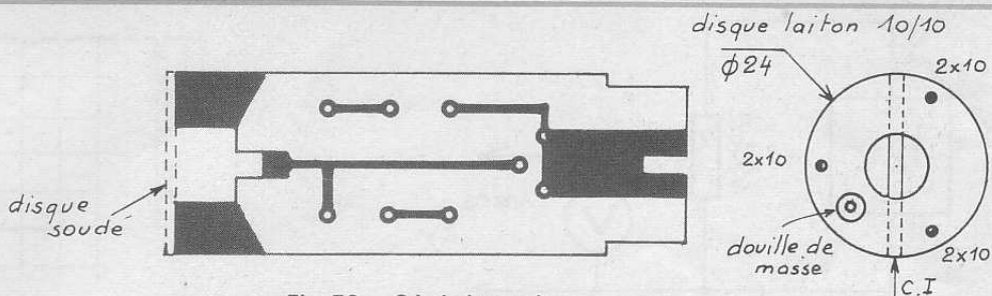


Fig. 59. - C.I. de la sonde.

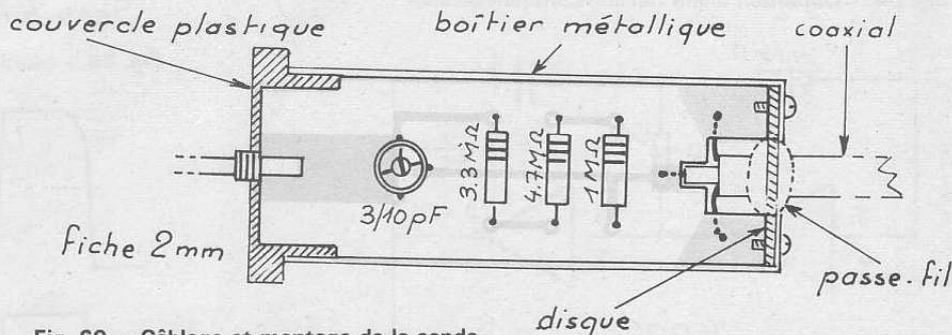


Fig. 60. - Câblage et montage de la sonde.

Placer K_7 en position = et l'atténuateur sur 2V/div. Amener la trace de balayage relaxé sur le deuxième trait sous la ligne horizontale médiane.

Brancher les + 10V en E_Y : La trace horizontale monte. Si le gain était correct, elle devrait monter de cinq divisions. ($\times 2V = 10V$). Selon le résultat obtenu, agir sur la 2200Ω de calage de gain, (fig. 47) et amener la trace sur le troisième trait au-dessus de la médiane. Voir figure 55.

Revenir sur K_7 à la masse pour contrôler le 0V. Retoucher éventuellement le cadrage. Vérifier à nouveau avec K_7 sur =. Faire si nécessaire, plusieurs fois les retouches nécessaires à un résultat satisfaisant.

On vérifiera que les niveaux des plaques Y_1 et Y_2 sont restés voisins de + 100V. Si ce n'était pas le cas (en cas de retouche très importante) il faudrait les y ramener par les réglages prévus et reprendre le calage du gain.

Le tout étant correct, on ne touchera plus à ces réglages.

2. Réponse en fréquence

Il faut disposer d'un générateur de signaux rectangulaires de fréquence voisine de 200 kHz et à temps de montée et descente très brefs. Après

divers essais pour réaliser économiquement un tel générateur, les meilleurs résultats, pour un minimum de matériel ont été obtenus avec un multivibrateur à C.MOS. Voir figure 56. L'oscillateur lui-même ne requiert que deux cellules inverseuses, mais la sortie par deux autres inverseurs en cascade, permet d'améliorer les performances et d'obtenir des temps de transition de 20 ns. Voir photos A, B et C (vérification faite avec un oscillo 50 MHz). Le condensateur de 100 pF élimine des dépassements intempestifs. La fréquence engendrée dépend de la constante RC. Plus la tension d'alimentation est élevée (max de 15V) plus les transitions sont brèves. Nous conseillons d'alimenter sous 10V environ. Avantage supplémentaire du montage: Les créneaux rectangulaires sont pratiquement aux niveaux haut et bas de l'alimentation: Si vous alimentez sous 10V, vous avez un signal et il ne faut pas charger par moins de 47 kΩ sous peine de faire chuter la crête maximum. Ce ne sera pas le cas avec l'entrée E_Y dont l'impédance est de 1 MΩ. Avec la fréquence de travail utilisée: 200 kHz, la forme du créneau observé sur l'écran ne dépend que de la réponse en fréquence de l'amplificateur. Elle ne dépend pratiquement

pas de la compensation de l'atténuateur. Si celui-ci est mal corrigé, ce qui sera forcément encore le cas, ce réglage se faisant ultérieurement, la FORME n'est pas modifiée. Seule l'amplitude est trop forte si l'atténuateur est sur-corrigé ou trop faible s'il est sous-corrigé.

NB. Lors du montage de l'atténuateur E_Y , nous avons omis d'indiquer qu'il était souhaitable de prépositionner tous les condensateurs ajustables, lames juste engagées, de manière à ce qu'il faille tourner vers la droite pour augmenter la capacité. Au besoin déposer l'atténuateur - avec nos excuses - pour faire ce précalage.

Le petit générateur peut être réalisé séparément (C.I. de la fig. 65) ou en montage complet (C.I. de la fig. 62) ou même sur une boîte à connexions rapides.

Quel que soit le mode de réalisation, l'alimenter sous 10V et le relier à l'entrée E_Y par un fil simple aussi court que possible. Relier la masse de l'oscilloscope au - 10V. Pour celui-ci:

- Atténuateur sur 2V/div.
- K_7 sur = ou ~
- Temps: 2μs/div.
- X Int et Cal.
- Sy Int, + ou -.

Régler les potentiomètres pour un signal cadré, net et synchronisé.

Le signal injecté mesurant 10Vcc devrait occuper cinq divisions verticales. Si ce n'est pas le cas, c'est que le condensateur de correction de la cellule « 100 » est mal réglé. C'est en principe sans importance (voir plus haut). On peut cependant faire rapidement ce réglage. Il suffit de le retoucher (Voir C_{100} de la fig. 69) pour couvrir les cinq divisions prévues. Avec le pré-réglage indiqué, l'amplitude initiale sera insuffisante et il faudra tourner C_{100} vers la droite.

Observer maintenant la FORME du signal. Si les montées et les descentes sont arrondies, (Voir fig. 57) les fréquences élevées sont insuffisamment amplifiées. Au contraire si des dépassements se produisent en début des paliers haut et bas, alors elles le sont trop.

En s'armant de patience... et de quelques valeurs de condensateurs on essaiera de déterminer les valeurs à placer entre T_3 et T_4 , puis T_7 et T_8 , pour avoir la meilleure forme possible. Notons qu'un condensateur variable radio de 280 ou 470 pF, récupéré dans un vieux poste récepteur, peut s'avérer très utile pour une approximation rapide de la valeur idéale.

Le meilleur réglage doit donner un dépassement juste visible. Voir figure 57. On évitera

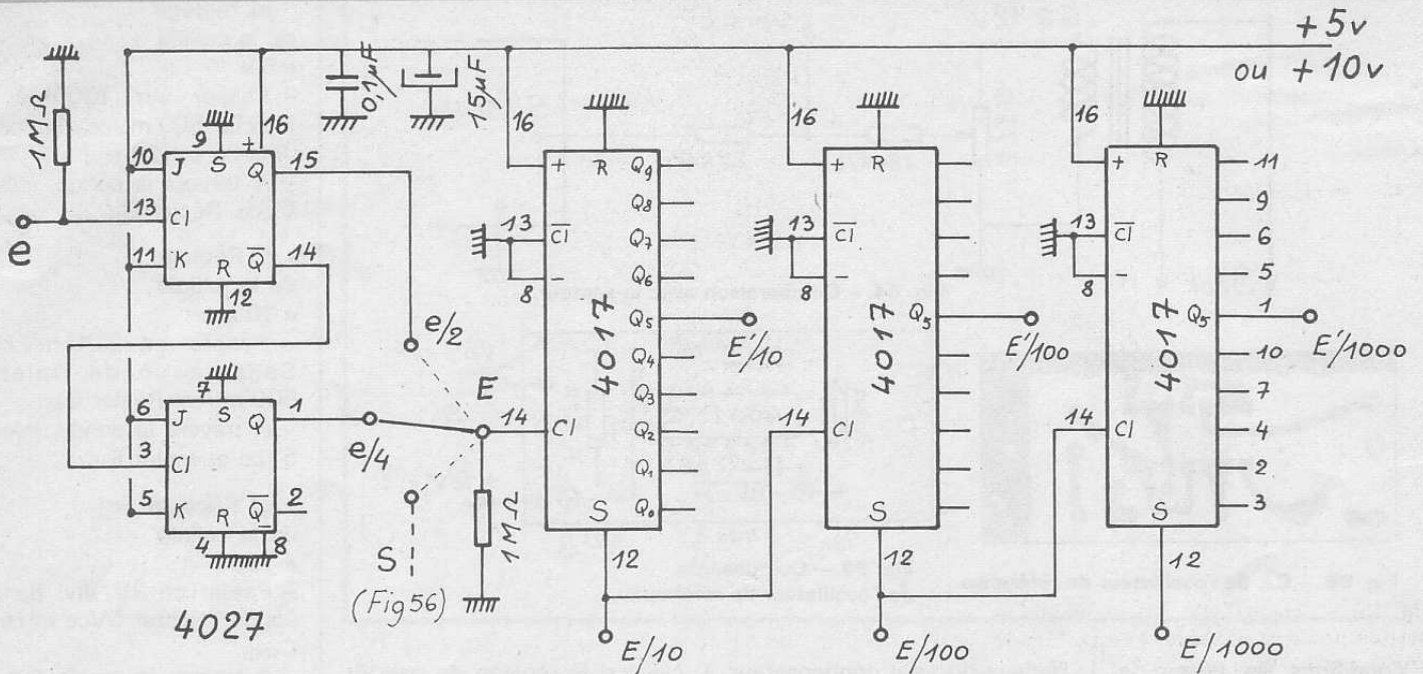


Fig. 61. - Circuits de division.

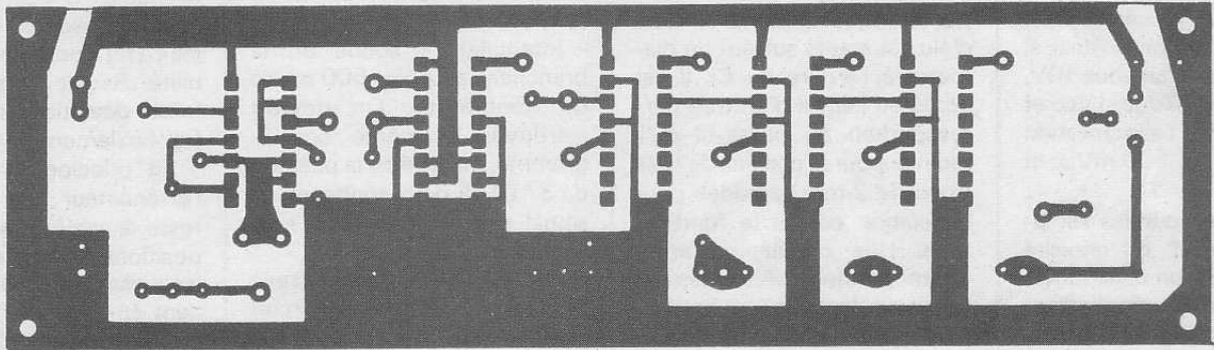


Fig. 62. - C.I. du générateur de temps et de niveaux.

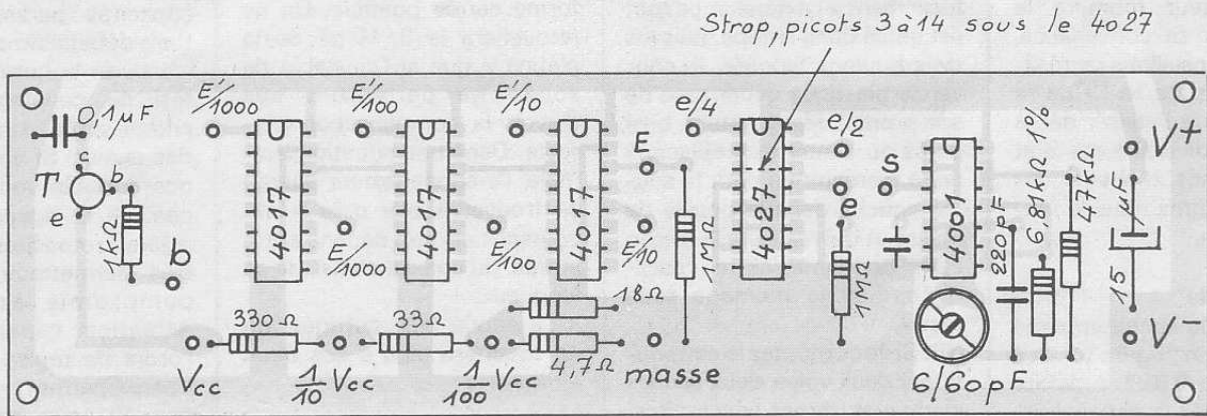


Fig. 63. - Réalisation du générateur d'étalonnage.

de laisser un dépassement trop accentué, même si l'on pense ainsi accroître la bande passante: En effet un tel réglage conduirait à des défauts de fonctionnement du commutateur électronique à deux voies que nous vous proposerons le mois prochain et que vous monterez sans doute.

3. Correction de l'atténuateur

Pour ce travail il nous faut:

- Un générateur de signaux carrés de bonne forme, d'amplitude réglable et de fréquence voisine de 1000 Hz.
- La sonde atténuatrice par 10, dont le schéma a été donné en figure 30.

Nous allons décrire rapidement l'un et l'autre.

a) Le générateur 1000 Hz

Ce sera le générateur simple décrit précédemment et monté avec une constante de temps correspondante. Voir figure 56. Avec les valeurs

indiquées, la fréquence est « de l'ordre de 1000 Hz » et cela suffit très bien. Cependant il faut pouvoir sortir des amplitudes faibles et il n'est possible de le faire qu'en montant derrière le multivibrateur, un montage abaisseur d'impédance: Tout simplement un transistor en collecteur commun. Dans

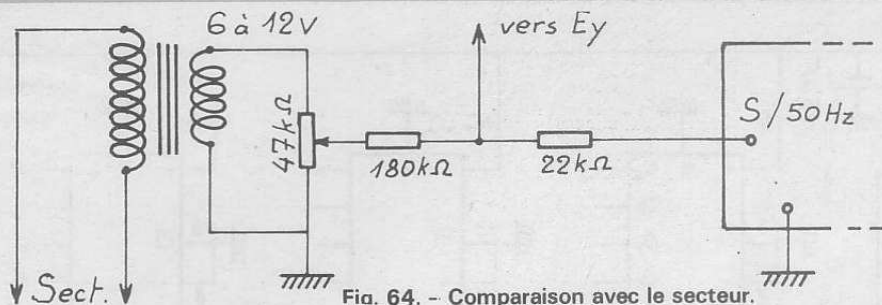


Fig. 64. - Comparaison avec le secteur.

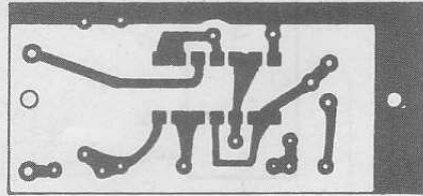


Fig. 65. - C.I. de l'oscillateur de référence.

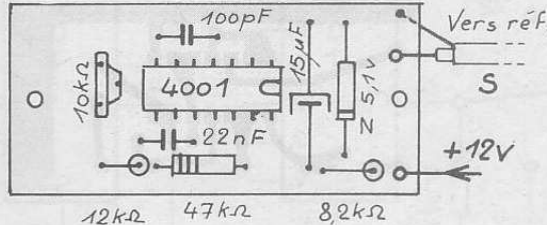


Fig. 66. - Composants de l'oscillateur de référence.

ces conditions les prises de sortie délivrent soit la tension complète, soit son dixième ou son centième et cela sans déformation du signal. Ainsi, si l'alimentation se fait sous 10V, nous sortirons 10Vcc, 1Vcc et 100 mVcc. Si l'alimentation est en 5V : 5Vcc, 500 mVcc et 50 mVcc.

En pratique pour les réglages qui suivront, on choisira toujours la tension d'alimentation et la sortie permettant d'observer un signal d'amplitude moyenne : 2 à 3 divisions verticales étant le mieux.

Le réalisateur montera le générateur à sa convenance, mais nous conseillons de réaliser tout de suite le CI de la figure 62 et de l'utiliser dès à présent. Les diviseurs par 2 et 10 permettant d'obtenir du 1000 Hz, comme nous le verrons plus loin.

b) La sonde

Le dessin du circuit imprimé est donné en figure 59. La résistance de 9 MΩ, à défaut de modèle à 1% est réalisée avec trois résistances courantes de 1 MΩ, 3,3 MΩ et 4,7 MΩ en série. La précision de 5% est suffisante. Le coaxial de liaison est un modèle télé, choisi très souple et de longueur 1 m environ.

La pointe de touche est extraite d'une fiche banane de 2 mm. Le boîtier en alu est de provenance pharmaceutique. (Upsa, pour ne pas le nommer !). Un trou permet le

réglage du petit condensateur ajustable 3/10 pF, type EA10 de RTC. Un disque de laiton pénétrant juste dans le tube d'aluminium est soudé suivant un diamètre à l'arrière du CI. Il est percé au centre d'un trou correspondant au passe-fil qu'il recevra pour le coaxial, de trois trous de 2 mm taraudés pour la fixation contre le fond du tube. Une douille miniature 1 mm permet enfin d'assurer un retour de masse. Le fond du tube alu est percé en conséquence. Dans ces conditions, le montage de la sonde se fait facilement à l'extérieur. Le tout est enfilé dans le tube, puis les trois boulons bloqués, le couvercle plastique débarrassé de son produit déshydratant, bien percé au centre est remplacé. Il reste à prévoir un petit fil souple enfilé dans la douille de masse et qui réalisera la liaison correspondante entre l'oscilloscope et le montage sous test.

NB. Si vous montez le commutateur deux voies, deux sondes identiques seront nécessaires.

c) Réglage de la sonde et de la capacité d'entrée en 20 mV/div

- Brancher l'entrée E_Y de l'oscilloscope sur la sortie 50 mV/1000 Hz du générateur décrit, l'atténuateur sur 20 mV/div. Faire les réglages de temps pour observer deux à trois périodes du signal. On doit obtenir 2,5 divisions verti-

cales si le réglage de gain et l'amplitude du générateur sont corrects. Remarquer la bonne forme des créneaux.

- Intercaler la sonde en la branchant au point 500 mVcc du générateur. On devrait retrouver le même oscillogramme, mais selon la position du 3/10 pF de la sonde, ou ce signal sera arrondi ou il sera affecté de dépassements.

- Régler le condensateur 3/10 pF de l'entrée e_Y (circuit V, figure 47) à mi-course.

- Tourner l'ajustable de la sonde pour avoir la meilleure forme carrée possible. On ne retouchera le 3/10 pF de la platine V que si l'ajustable de sonde ne permettrait pas d'avoir la compensation correcte. Dans une situation normale, ce condensateur devrait se trouver à peu près à mi-course, mais cela dépend entre autres, du coaxial choisi, de sa longueur...

La sonde bien corrigée, on ne touchera plus à ces deux ajustables.

d) Réglage de la cellule « 2,5 »

- Passer en 50 mV/div. Sans la sonde, injecter 100 mVcc/1000 Hz. On obtient deux divisions verticales. Régler $C_{2,5}$ (fig. 69) pour une transmission correcte.

- Injecter 500 mVcc à travers la sonde et régler $E_{2,5}$ pour une bonne forme.

e) réglage de la cellule « 5 »

- Passer sur 100 mV/div. Injecter 500 mVcc. Régler C_5 . (Pas de sonde).
- A travers la sonde, injecter 5Vcc. Régler E_5 .

f) Réglage de la cellule « 10 »

- Passer en 200 mV/div. Sans la sonde, injecter 500 mVcc. Régler C_{10} .
- A travers la sonde, injecter 5Vcc et régler E_{10} .

g) Réglage de la cellule « 100 »

- Passer en 2V/div. Sans la sonde, injecter 5Vcc et régler C_{100} .

- A travers la sonde, injecter 10Vcc. L'amplitude observée est faible : 1/2 division. Retoucher au besoin le potentiomètre « Trig » pour une bonne stabilité. Régler E_{100} . Malgré la faible déviation, le réglage se fait facilement.

En principe, le réglage de l'atténuateur est terminé. Il reste à vérifier que dans les positions intermédiaires, pour lesquelles les cellules se placent en série les formes sont bien conservées. Ce doit être le cas sur un plan théorique. Pratiquement, compte tenu des capacités parasites, d'éventuels défauts du commutateur, (choix de la qualité des galettes) de couplages parasites entrée-sortie, on peut avoir des ennuis. Si vous avez suivi nos conseils vous n'en aurez pas ! A la rigueur, de TRÈS légères retouches aux ajustables permettent parfois des compromis acceptables. Attention cependant : Seul l'ordre de réglage indiqué ci-dessus, permet un résultat certain. Si vous vous mettez à tourner les ajustables à tort et à travers, vous n'en sortirez pas. Il faut de la méthode... et c'est ce qui manque le plus, nous le craignons, à beaucoup d'amateurs. De là, des échecs, alors qu'une analyse systématique des ennuis aurait permis de se sortir d'affaire. « Il faut diviser pour régner ! » dit la maxime. Il faut toujours savoir sérier les difficultés pour les vaincre !

II. Etalonnage de la voie horizontale

1. Réglage de l'amplitude horizontale

a) Calage du départ de trace.

Linéarité

Injecter le signal à 200 kHz et en se plaçant en position $10 \mu\text{s}/\text{div}$. (calibrée). Observer l'oscillogramme. La LINÉARITÉ doit être parfaite du bord gauche au bord droit de l'oscillogramme. (C'est-à-dire que les écartements entre périodes doivent être parfaitement égaux d'une extrémité à l'autre du balayage.).

Tourner le potentiomètre ajustable de 4700Ω placé dans l'émetteur de T_{16} . Il est situé en haut de la platine H. Observer qu'en tournant dans le sens anti-horaire, le bord gauche de l'oscillogramme tend à s'écraser. Tourner alors dans le sens horaire et arrêter juste après la disparition de ce tassement. Ne pas dépasser ce point car il s'ensuivrait un décadage gênant vers la droite.

b) Gain de l'amplificateur X

C'est sur la gamme la plus rapide que l'amplitude de balayage tend à être la plus faible. On fera donc le réglage sur cette vitesse : $1 \mu\text{s}/\text{div}$.

Régler la résistance ajustable d'amplitude horizontale, entre T_{17} et T_{18} pour avoir un balayage un peu juste de l'écran. Il n'est pas nécessaire d'observer un signal pour cela, il suffit de passer en mode relaxé. Vérifier ensuite que pour toutes les vitesses, la trace horizontale couvre toute la largeur de l'écran. Attention, par la suite on ne pourra revenir sur ce réglage sans compromettre l'étalonnage de toutes les vitesses.

2. Etalonnage des vitesses

Cette fois il nous faut un générateur de temps précis fournissant toutes les durées nécessaires. Un standard de fréquences, à quartz serait

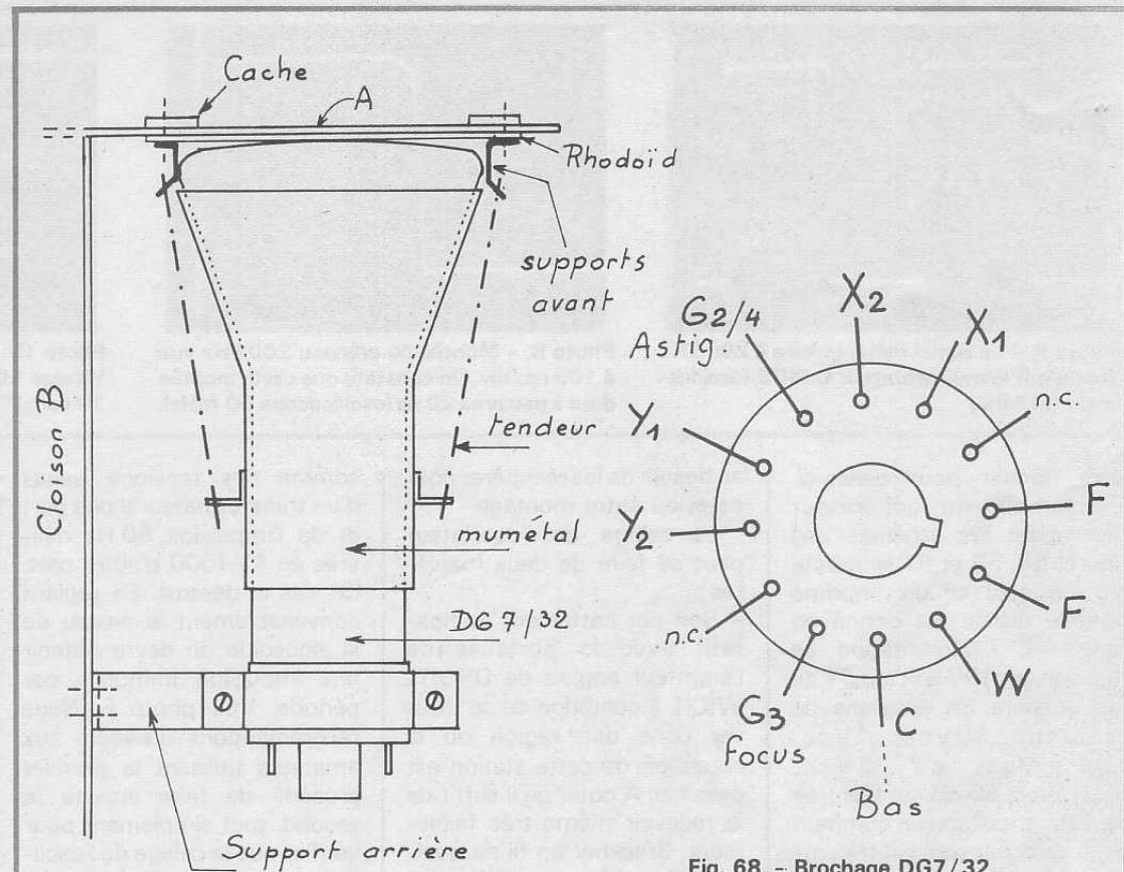


Fig. 67. - Montage mécanique du DG7/32.

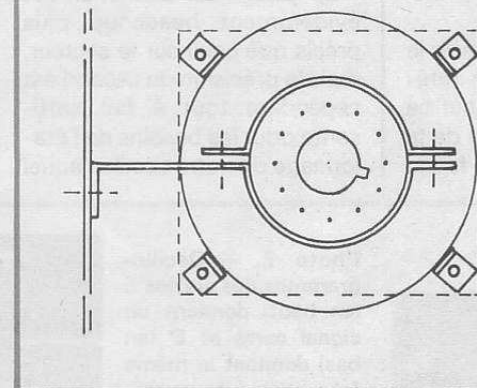


Fig. 69. - Dispositions des condensateurs de correction de l'atténuateur tels qu'ils apparaissent sous l'oscilloscope.

l'idéal, mais ne voulant pas vous entraîner dans des dépenses excessives, nous allons utiliser un procédé efficace et beaucoup plus économique. La précision exigée étant de l'ordre de 1%, nous reprenons le générateur 200 kHz déjà réalisé et utilisé. Ce générateur est complété par une cascade de diviseurs permettant d'abaisser la fréquence dans un rapport parfaitement connu. Nous avons prévu deux diviseurs par deux et trois diviseurs par dix, soit au maximum une division par $2 \times 2 \times 10 \times 10 \times 10 = 4000$

ramenant la fréquence à $200000 : 4000 = 50 \text{ Hz}$. Voir figure 61. Un double basculeur JK, le 4027, divise deux fois par deux et fournit en $e/2$ la moitié de la fréquence e d'entrée et en $e/4$ le quart de cette fréquence. Trois décades 4017 en série divisent par 10, 100 ou 1000. Sur les sorties E le signal est à rapport cyclique de 1, tandis que sur les sorties E' il est à rapport cyclique de 9 (Voir photo E). Comme le montre le schéma, l'entrée E des trois décades peut être reliée soit directement à la sortie de l'oscillateur 200 kHz, soit à la

sortie $e/2$, soit à la sortie $e/4$. Les fréquences obtenues dans les trois cas sont les suivantes :
 - E à S : 200 kHz, 20 kHz, 2000 Hz, 200 Hz.
 - E à $e/2$: 200 kHz en S, 100 kHz en E, 50 kHz en $e/4$, 10 kHz, 1000 Hz, 100 Hz.
 - E à $e/4$: 200 kHz en S, 100 kHz en $e/2$, 50 kHz en E, 5 kHz, 500 Hz, 50 Hz.

On constate que toutes les fréquences sont disponibles de 200 kHz à 50 Hz, au pas de 1, 2, 5.

Les résistances de $1 \text{ M}\Omega$ permettent de laisser « en l'air » les entrées inutilisées

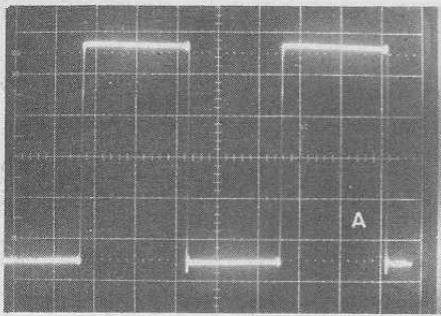


Photo A. - Le signal rectangulaire à 200 kHz fourni par le multivibrateur C.MOS (oscilloscope 50 MHz).

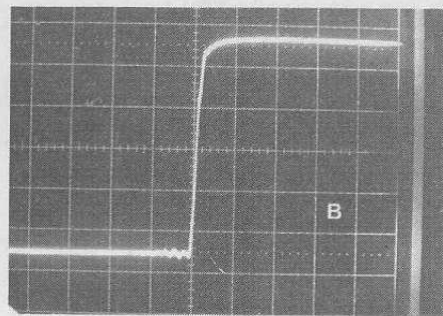


Photo B. - Montée du créneau 200 kHz vue à 100 ns/div. On constate que cette montée dure à peu près 20 ns (oscilloscope 50 MHz).

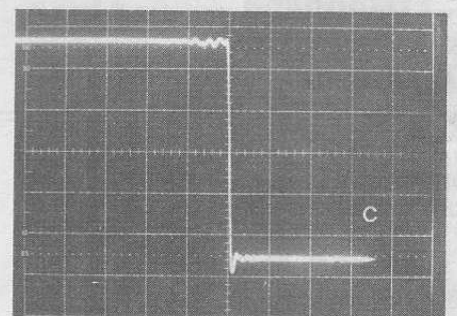


Photo C. - Descente du créneau 200 kHz. Vitesse 100 ns/div. La descente ne dure pas 10 ns !

sans danger pour celles-ci. L'ensemble du générateur regroupant les schémas des figures 56, 58 et 61 se monte sur un seul circuit imprimé dont le dessin est donné en figure 62. L'alimentation se fera soit sur 10V soit sur 5V ce qui donnera les échelons de tensions 10Vcc, 1Vcc, 100 mVcc ou 5Vcc, 500 mVcc, 50 mVcc. L'entrée de l'étage collecteur commun peut se connecter indifféremment sur une quelconque des différentes sorties des diviseurs ou de l'oscillateur. Pour notre réalisation personnelle, (voir photo D) nous avons fait usage de petites douilles miniatures de récupération. C'est très pratique. On peut aussi se servir de picots et coses genre Faston miniature. Les circuits intégrés sont montés sur support ce qui permet

au besoin de les récupérer pour essai ou autre montage.

Le calage de l'oscillateur peut se faire de deux manières :

- Soit par battement comparatif avec la porteuse de l'émetteur anglais de DROITWICH, à condition de se trouver dans une région où la réception de cette station est possible. A noter qu'il suffit de la recevoir même très faiblement. Brancher un fil de quelque 50 cm, en guise d'antenne à la sortie 200 kHz et l'approcher du récepteur radio réglé sur la station anglaise. Régler l'ajustable au battement 0, pour lequel la station est complètement bloquée.

- Soit par comparaison avec le secteur si la station de référence n'est pas reçue. Pour ce faire, réaliser le montage de la figure 64, dans lequel on fait la

somme des tensions issues d'un transformateur d'une part et de l'impulsion 50 Hz délivrée en E'/1000 d'autre part. (3^e cas ci-dessus). En réglant convenablement le niveau de la sinusoïde on devra obtenir une impulsion immobile par période. Voir photo F. Nous recommandons d'ailleurs aux amateurs utilisant le premier procédé de faire ensuite le second, tout simplement pour vérifier que le calage de l'oscillateur a bien été fait sur 200 kHz et non pas sur un sous-multiple de cette fréquence. (100 kHz par exemple).

Le calage sur Droitwich est évidemment beaucoup plus précis que celui sur le secteur, mais la précision du second est cependant tout à fait suffisante pour les besoins de l'étalement de notre oscillo, lequel

nous le rappelons ne peut prétendre à mieux que 3%.

Notre générateur de temps étant achevé et calé, nous pouvons passer aux réglages de la base de temps du TFOX 1. Attention se placer sur X. Cal.

- 1 μ s/div. Injecter du 200 kHz en E_v. La période dure 5 μ s. Régler « 10⁰ » de la platine H, pour que cette période occupe exactement cinq divisions horizontales. Se référer par exemple, aux pointes légères des débuts de paliers, en les amenant exactement sur les traits verticaux du graticule, par la commande de cadrage H.

- 10 μ s/div. Injecter du 100 kHz et régler « 10¹ » pour avoir 1 période par division.

- 0,1 ms/div. Injecter du 10 kHz et régler « 10² » pour avoir 1 période par division.

- 1 ms/div. Injecter du

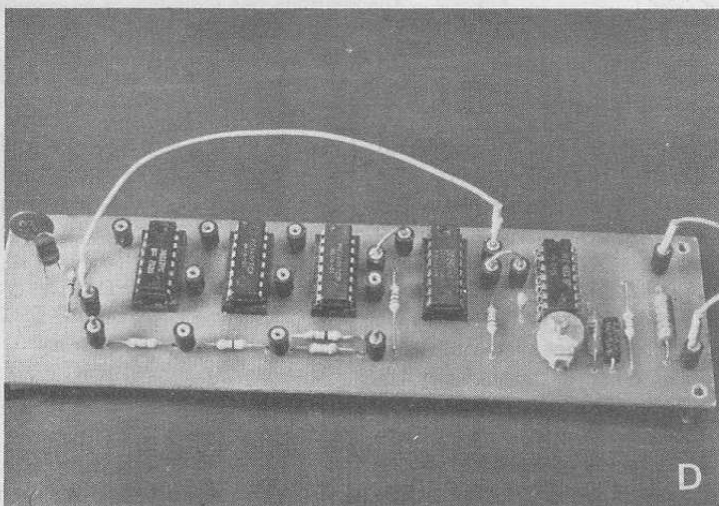


Photo D. - Le générateur de temps et de niveaux au complet. La base du transistor est ici reliée à la sortie e/2 donnant du 100 kHz.

Photo E. - Oscillogrammes des sorties E (en haut) donnant un signal carré et E' (en bas) donnant la même fréquence avec un rapport cyclique de 9 (1 temps haut pour 9 temps bas).

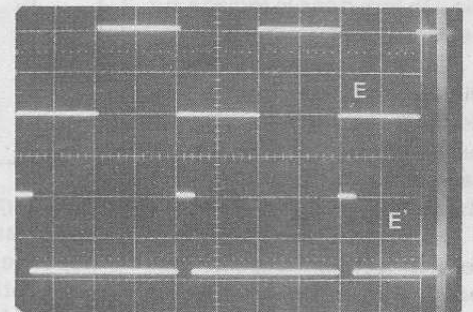
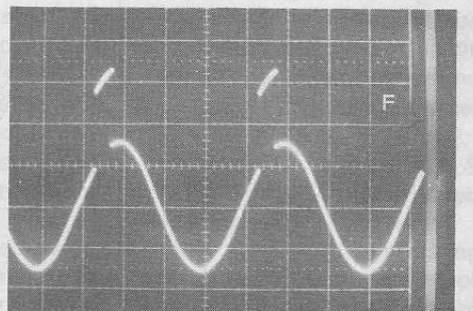
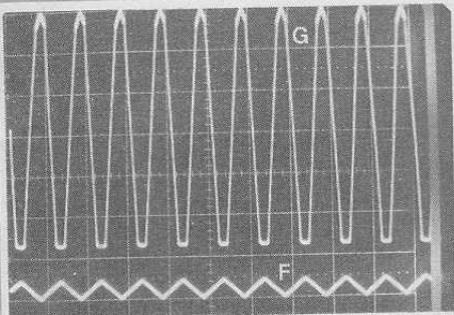
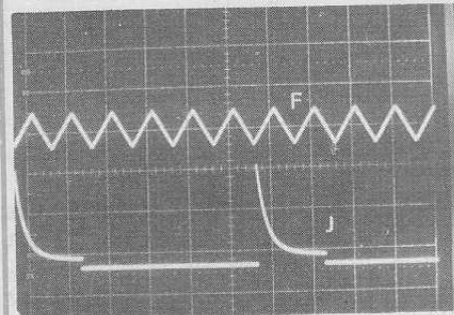


Photo F. - Méthode de calage de l'oscillateur 200 kHz, par comparaison de la sortie E' 50 Hz avec la fréquence du réseau. Le réglage du CV permet d'immobiliser le créneau sur la sinusoïde.

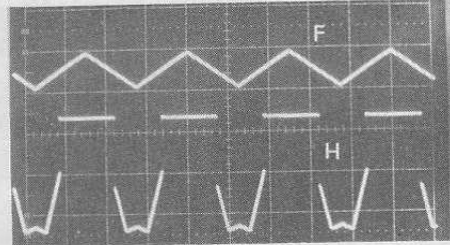




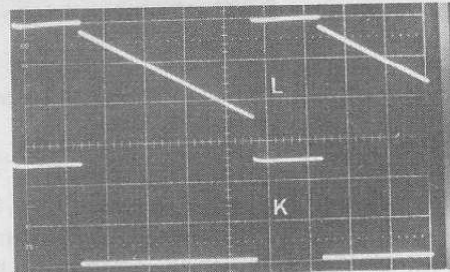
Oscillogramme F. et G. – Vert : 1 V/div. Hor. : 0,5 ms/div. Remarquer l'amplification importante donnée par T₉.



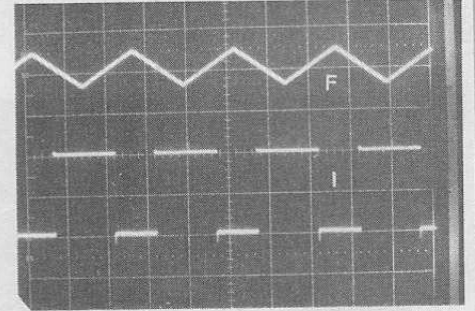
Oscillogramme F. et J. – Vert : 0,5 V/div. pour F ; 5 V/div. pour J. Hor. : 0,5 ms/div. Le palier horizontal bas de J correspond à l'aller du balayage.



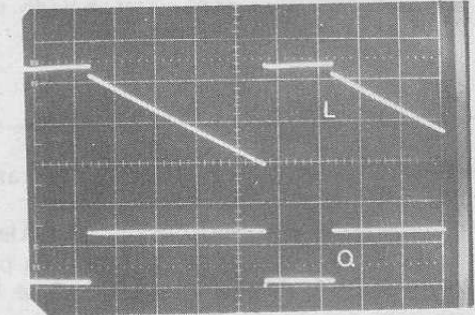
Oscillogramme H. et F. – Vert : 0,5 V/div. pour F ; 2 V/div. pour H. Hor. : 0,2 ms/div. Notons le résidu de triangulaire dans le signal H. C'est sans importance, la liaison différentielle ne tenant compte que des transitions.



Oscillogramme K. et L. – Vert : 5 V/div. pour K et L. Hor. : 0,5 ms/div. La dent de scie assurant l'aller du balayage est de sens négatif. Le palier haut de K assure l'effacement pendant le retour.



Oscillogramme I. et F. – Vert : 0,5 V/div. pour F ; 2 V/div. pour I. Hor. : 0,2 ms/div. En sortie du trigger, le signal est cette fois parfaitement rectangulaire.



Oscillogramme L et Q. – Vert : 5 V/div. pour L ; 50 V/div. pour Q.

1000 Hz et régler « 10³ » pour avoir 1 période par division.

– Passer maintenant en 20 μs/div. Injecter du 50 kHz et régler l'ajustable « x 2 » pour avoir 1 période par division. Vérifier simplement que pour les vitesses 2 μs/div, 0,2 ms/div, et 2 ms/div, le réglage est bon, avec respectivement du 200 kHz (2 périodes pour 5 divisions) du 5 kHz (1 période par division) et du 500 Hz (1 période par division). En effet lorsque les réglages 10^x sont faits, le réglage unique x 2 positionne toutes ces gammes.

– Passer enfin en 50 μs/div. Injecter du 20 kHz et régler l'ajustable « 5 x » pour obtenir 1 période par division. Vérifier de même ci-dessus les vitesses 5 μs/div, 0,5 ms/div et 5 ms/div, avec respectivement du 200 kHz, du 2000 Hz et du 200 Hz, donnant dans les trois cas 1 période par division.

Lors de tous ces réglages ne pas perdre de vue que la précision escomptée est de l'ordre de 3%. Une telle précision est normale sur un oscilloscope et même des modèles du commerce valant leur pesant d'or ne font pas mieux ! Or 3% sur les huit divisions horizontales du graticule font 0,24 division,

soit 1/4 de division. Il ne faudra donc pas essayer de couper les cheveux en quatre ! Ce serait d'autant plus inutile que le résultat ne se conserverait pas dans le temps. De même à l'utilisation, ne pas oublier qu'une période minimum de mise en température est nécessaire pour retrouver les qualités de l'étalonnage initial.

Sur ces derniers réglages s'achève la mise au point du TFOX 1. Vous avez peut-être remarqué une douille marquée « Ref » sur le panneau avant et dont nous n'avons pas encore parlé. Cette douille est destinée à sortir une tension de référence. On pourra donc monter le fameux petit oscillateur C.MOS de la figure 56, sur le CI de la figure 65, et installer à demeure dans l'oscillo (Voir photos G et K). Alimenté à partir du + 12V de la platine H, (circuits de synchro) sous + 5V stabilisés par une petite zener triée si possible pour donner cette exacte valeur, (dans une série à 5,1V) il fournira un créneau rectangulaire à régler sur 1000 Hz à l'aide de la résistance ajustable.

Un tel signal de référence est utile pour vérifier très rapidement

- la bonne tenue de l'ajustage des temps
- la bonne tenue du réglage de gain vertical : 5Vcc donnant cinq divisions en 1V/div.
- le bon réglage de la sonde : Il suffit d'enficher la pointe de touche de celle-ci dans la borne Ref, (voir photos I, J, H) pour régler, en 500 mV/div., si nécessaire l'ajustable d'entrée pour avoir un signal rectangulaire à paliers bien droits. (On obtient 1 division d'amplitude).

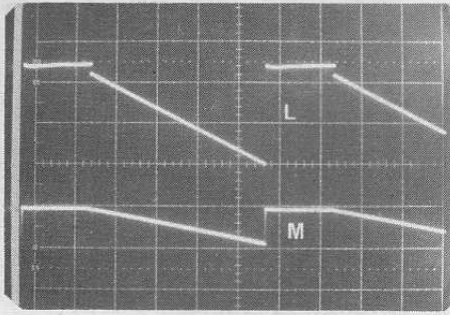
Additif

Utilisation d'un DG7/32

Le tube préconisé : Le D7 201 GH de Brimar est un élément majeur dans les performances du TFOX 1. Il en fait un oscilloscope de classe professionnelle en lui donnant une image fine et lumineuse. La concentration est excellente sur la quasi totalité de la surface de l'écran, la très bonne sensibilité des plaques de déviation permet de faire travailler les amplificateurs loin de leur maximum, ce qui assure à la fois une excellente linéarité dans les deux sens et une couverture aisée de la totalité de l'écran.

Mais ces qualités ne sont pas sans avoir une contre-partie : Le D7 201 GH est assez cher et il représente à lui seul une bonne moitié du prix de revient de l'oscilloscope. Malgré cela nous ne saurions trop vous recommander l'effort financier correspondant car réellement cela en vaut la peine et vous ne le regretterez pas dans l'avenir. (En cas de difficulté au sujet de l'achat de ce tube et de ses accessoires, écrivez à la rédaction de la revue ou à l'auteur lui-même.)

Pendant pour les amateurs ne pouvant dépasser un certain prix de revient, il est tentant de vouloir utiliser tel ou tel tube, soit parce qu'il est disponible moins cher ou simplement parce que l'amateur le possède déjà. On se heurtera d'abord à un problème mécanique : Le tube envisagé n'aura pas les dimensions du D7 201. Une refonte totale du boîtier peut en découler ! Mais ce qu'il faut craindre surtout ce sont des différences notables sur les caractéristiques électriques. Par exemple les tubes des surplus, fatalement de technique ancienne, avaient été étudiés pour des oscilloscopes à lampes alimentées par des tensions élevées : Ils



Oscillogramme L. et M. - Vert : 5 V/div. pour L et M. Hor. : 0,5 ms/div.

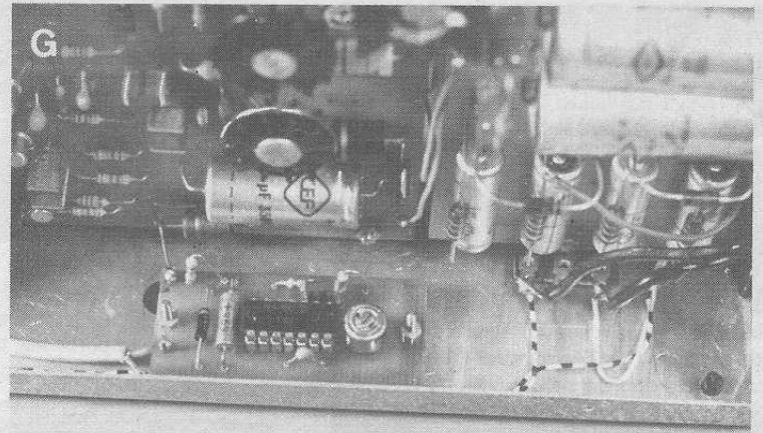


Photo G. - Gros plan sur le petit circuit imprimé du générateur de référence 1000 Hz.

requièrent souvent une THT importante et ont généralement une faible sensibilité des plaques de déviation. Montés dans le TFOX 1, de tels tubes donneront des amplitudes de déviation ridicules dans les deux sens: C'est un défaut rédhibitoire! Ne nous écrivez pas pour nous demander ce qu'il faut faire alors, nous ne répondrons pas: En réalité il faut concevoir un AUTRE montage, en repensant le tout! Et ce n'est pas notre affaire!

Un tube cependant reste possible: c'est le DG7/32 bien connu et assez répandu. Ce tube rond de 7 cm de diamètre, un peu plus court que le D7 201, ne pose pas de problème mécanique d'adaptation. En utilisant une THT plus faible (il est donné pour -800V max.) de l'ordre de -600V, on obtient une sensibilité de déviation à peu près satisfaisante, correcte en Y, un peu faible encore en X! Cependant pas de miracle! La luminosité sera moins bonne, la concentration moins homogène. (déconcentration sur les bords de l'écran). Si l'amplificateur vertical du TFOX 1 permet un balayage correct en Y, il faudra quelque peu stimuler l'ampli horizontal pour avoir un balayage complet en X. Enfin l'image est un peu plus petite: Le D7 201 GH a une diagonale réelle de 7 cm utiles, alors que si l'ampoule du DG7/32 mesure bien 7 cm, le balayage effectif ne peut se faire que sur 6 cm, à cause de la concavité

importante des bords de l'écran.

Voilà les inconvénients compensés par une économie de quelque 150 à 250 F, selon la source d'approvisionnement. A vous de choisir!

Modifications à apporter

1. Réduction de la THT

On bobinera 2000 T au lieu de 3000 T pour le secondaire correspondant du transforma-

teur d'alimentation T_A . Cela ramène la tension alternative à 280V environ et la THT à -740V environ. Ne rien changer aux circuits de la platine « S ».

Par contre les chaînes de diodes zeners de cathode et de wehnelt doivent être réduites: trois zeners de 200V pour ce dernier (-600V) et deux zeners de 200V plus un de 100V pour la cathode. (-500V). Garder la zener de 100V entre cathode et wehnelt. Le circuit imprimé

« T » n'est pas modifié, des straps remplaçant simplement les diodes absentes. Les circuits annexes du tube peuvent rester identiques.

2. Montage mécanique

du tube. Voir figure 67

Le DG7/32 est plus court que le D7 201 GH, son culot de bakélite est de plus grand diamètre. Il n'est pas possible de monter le support sur la platine « T » comme nous l'avons

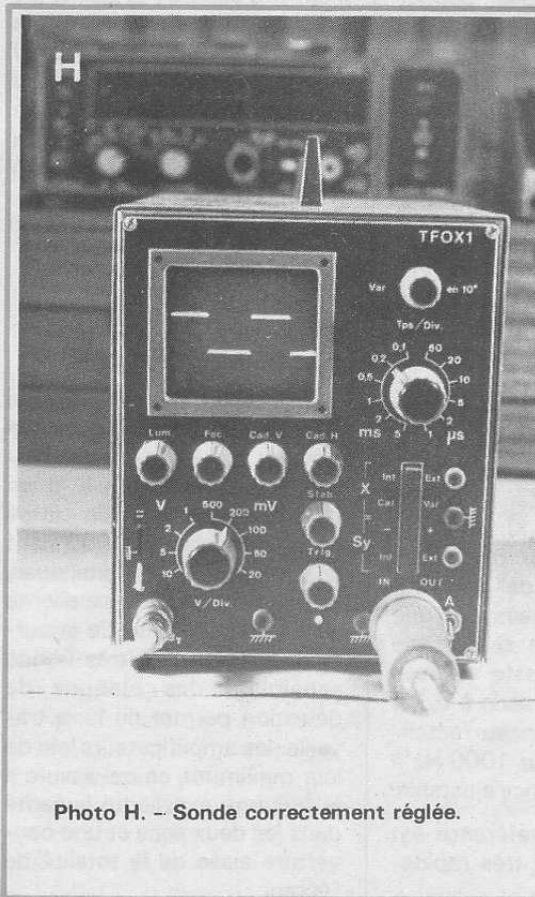


Photo H. - Sonde correctement réglée.

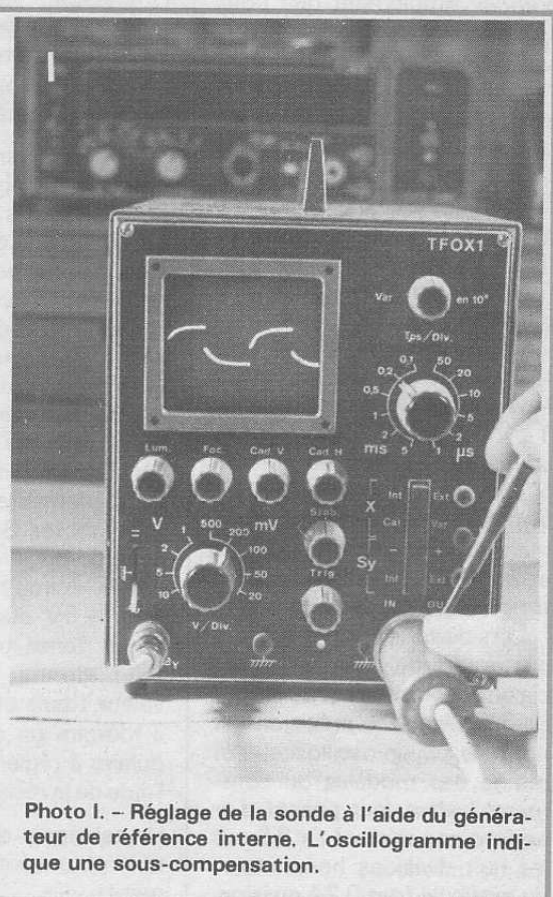


Photo I. - Réglage de la sonde à l'aide du générateur de référence interne. L'oscillogramme indique une sous-compensation.



Photo J. -- Sonde sur-compensée.

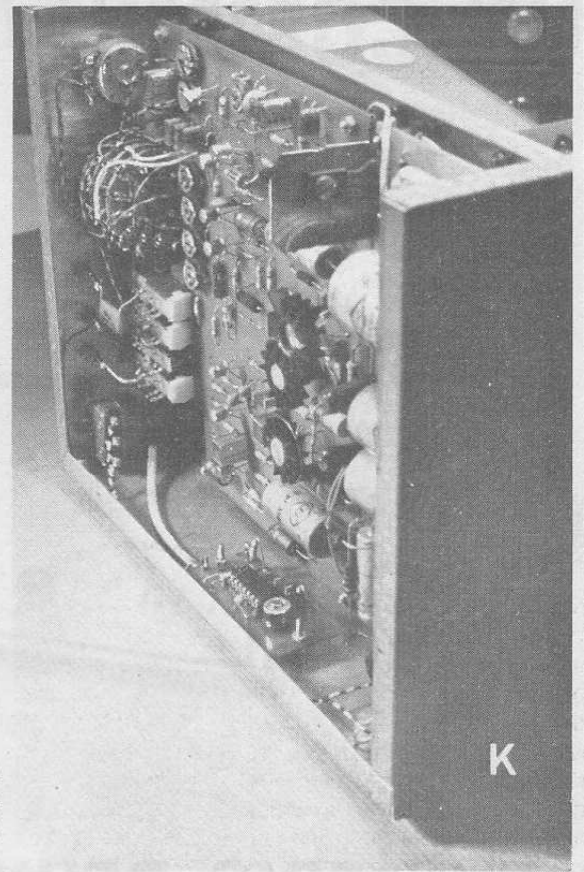


Photo K. -- Le générateur de référence est monté sur le fond A, en bas et à l'arrière de la platine H.

fait pour le D7 201. Nous conseillons de laisser cette platine telle quelle, au même emplacement et de monter le support du DG7/32 en l'air et plus en avant. Le tube sera donc maintenu

– à l'avant par quatre pattes bloquées sous les boulons de fixation du cache. Ces pattes mises en forme pour serrer l'ampoule modérément serviront aussi à accrocher quatre tendeurs arrimés par ailleurs sur les deux pattes latérales du mumétal. Ces tendeurs seront en caoutchouc ou mieux seront de véritables ressorts métalliques à spires. Pour que l'ampoule soit parfaitement centrée dans le mumétal, on garnira l'intérieur de celui-ci de bandes adhésives de mousse plastique, tant à l'avant qu'à l'arrière, au passage du col – à l'arrière, par un collier serrant le culot de bakélite et fixé contre la cloison B. Ce collier sera insuffisamment rigide pour ne pas ployer sous le poids du tube : le fabriquer en fer étamé de 10/10 ou en alu de 20/10. Il ne serait pas mauvais d'ailleurs de prolonger la partie inférieure jusqu'à rencontrer avec le couvercle, une

vis à tôle placée de l'extérieur la bloquant sur ce dernier et donnant une grande rigidité. Le système utilisé est très simple et il permet une rotation très facile du tube sur lui-même, pour un bon alignement de la trace horizontale avec les lignes du graticule.

Les fils de liaison, soudés sur les cosses du DG7/32, (voir le brochage fig. 68) pourront au besoin traverser la platine T par le trou central destiné au support.

NB. A cause de la pose du collier de fixation arrière, il sera nécessaire de déplacer les passe-fils pf5, pf6 et pf7, en les rapprochant de « T ».

3. Ampli horizontal

Avec les valeurs du schéma de la figure 18, le balayage complet du DG7/32 ne s'obtient qu'au prix d'un écrasement des extrémités de l'oscillogramme compromettant gravement la linéarité. Pour améliorer les choses il faudra augmenter les valeurs des résistances des collecteurs, en les portant à dix voire 12 k Ω , 2W. En même temps augmenter les résistances

d'émetteur à 1200 Ω , 1W. Si le balayage était encore trop juste, il faudrait élever quelque peu la HT alimentant l'étage final X. Cela peut se faire facilement en réduisant la résistance de 660 Ω , 5W de la platine S (en augmentant légèrement la 680 Ω de la platine V, de manière à élever la HT générale sans élever celle de la platine V).

Oscillogrammes de fonctionnement

Nous donnons enfin quelques oscillogrammes relevés sur la maquette et qui permettront à un réalisateur en difficulté de se sortir d'affaire... s'il peut disposer d'un autre oscilloscope ! Les différents signaux ont été obtenus, le TFOX 1 recevant en E_Y un signal triangulaire de fréquence 2000 Hz. L'utilisation d'un « double-trace » permet de mettre en évidence les relations de phase existant entre ces signaux. Aussi, en observant les oscillogrammes de F et J, on constate que le début du balayage du TFOX 1 est

déclenché par la mipente négative de F (Soit la mipente montante du signal observé, F et E_Y étant en opposition de phase). La fin du balayage correspond à la brusque remontée de J, on peut compter quatre périodes 1/4 visualisées sur l'écran du TFOX 1. Les oscillogrammes L et K d'une part, L et Q d'autre part, montrent la correspondance entre les signaux d'effacement et de balayage. On constatera que le potentiomètre de stabilité ne modifie pas la vitesse de balayage mais la récurrence, par variation du temps séparant deux allers consécutifs.

Nous vous donnons rendez-vous au mois prochain dans une dernière partie. Nous y passerons en revue quelques détails d'utilisation et décrirons quelques accessoires utiles.

F. THOBOIS