

Pour votre laboratoire

OSCILLOSCOPE 175 - P 10

(Centrad)

Analyse du schéma

Circuit d'entrée

L'entrée de l'oscilloscope doit être réunie au point de prélèvement du signal que l'on se propose d'examiner à l'aide d'un câble coaxial terminé par une sonde, dont il existe plusieurs types, aux caractéristiques adaptées aux différents cas d'utilisation qui peuvent se présenter (fig. 1) : sonde réductrice SR 10 commutable, permettant soit une liaison directe, soit une atténuation dans le rapport de 1/10 ; sondes réductrices diverses (OR 10, OR 20 et OR 100) introduisant une atténuation de 10, 20 ou 100, respectivement ; sondes détectrices de caractéristiques différentes

à utiliser suivant la fréquence du signal examiné : ODR jusqu'à 30 MHz ; ODT jusqu'à 250 MHz ; ODU jusqu'à 1 000 MHz.

L'entrée verticale elle-même de l'oscilloscope se fait soit à travers une capacité (C_1 , fig. 2), soit en liaison directe, suivant la position de l'interrupteur correspondant.

Le signal appliqué à l'entrée passe ensuite par un atténuateur calibré en

déviations verticales et qui se compose de deux sections, A et B, commandées simultanément et permettant, en 11 positions, d'obtenir toutes les valeurs d'atténuation prévues avec seulement quatre cellules dont le schéma a représente la structure.

Ces cellules sont prévues pour une atténuation (en tension) de 2, 4, 10 et 100, le tableau suivant indiquant les valeurs correspondantes de leurs éléments.

Atténuation.	R_1	R_2	C_2	C_3
2	1 M Ω	500 k Ω	—	10/40 pF
4	333 k Ω	750 k Ω	—	3/12 pF
10	111 k Ω	900 k Ω	—	3/12 pF
100	10,1 k Ω	990 k Ω	220 pF	2,06 pF

Un oscilloscope représente un outil irremplaçable dans tout ce qui concerne la mise au point, la vérification ou le dépannage des ensembles électroniques produisant ou transformant des impulsions dans le sens le plus large de ce terme.

Cela peut être, si nous commençons par ce qui nous est le plus familier, un téléviseur, dont tous les étages où il est question de séparation, de tri, de balayage, ou de décodage du signal de chrominance s'il s'agit d'un « couleurs », trient en fonction de leur durée, écrêtent, mettent en forme, produisent et amplifient des impulsions de toute sorte qui doivent, à l'issue de chacune de ces opérations, présenter une amplitude et une allure bien déterminées, sous peine d'un fonctionnement anormal.

Il faut donc pouvoir examiner toutes ces impulsions dans leur aspect réel, ce qui suppose tout d'abord que l'on puisse les immobiliser sur l'écran de l'oscilloscope utilisé et, ensuite, que ce dernier nous restitue leur vraie forme.

Ces deux conditions primordiales fixent les qualités de l'oscilloscope que l'on doit utiliser, et nous

pouvons constater immédiatement que celles du 175-P 10 décrit ci-après cadrent parfaitement avec elles.

En effet, la facilité avec laquelle une trace peut être immobilisée sur l'écran dépend avant tout de la conception du système de balayage de l'oscilloscope et, en particulier, de l'efficacité et de la souplesse des circuits de synchronisation. Nous verrons que le 175-P 10 ne mérite aucune critique à cet égard.

En ce qui concerne la « fidélité » de cet appareil, il faut rappeler que celle de n'importe quel oscilloscope est liée à la bande de fréquences transmises par l'amplificateur vertical, et on estime que pour observer valablement les signaux auxquels on a affaire en télévision, et en particulier les signaux à la fréquence lignes, il est nécessaire que cette bande transmise s'étende, en gros, du continu à 4-5 MHz environ. Bien entendu, si elle est encore plus large, ce n'est que mieux. C'est le cas du 175-P 10, en particulier, qui « passe » 7 MHz à — 3 dB.

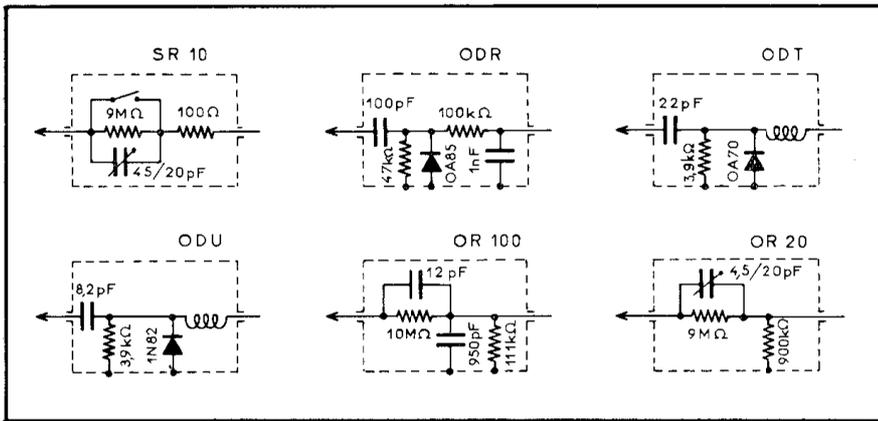


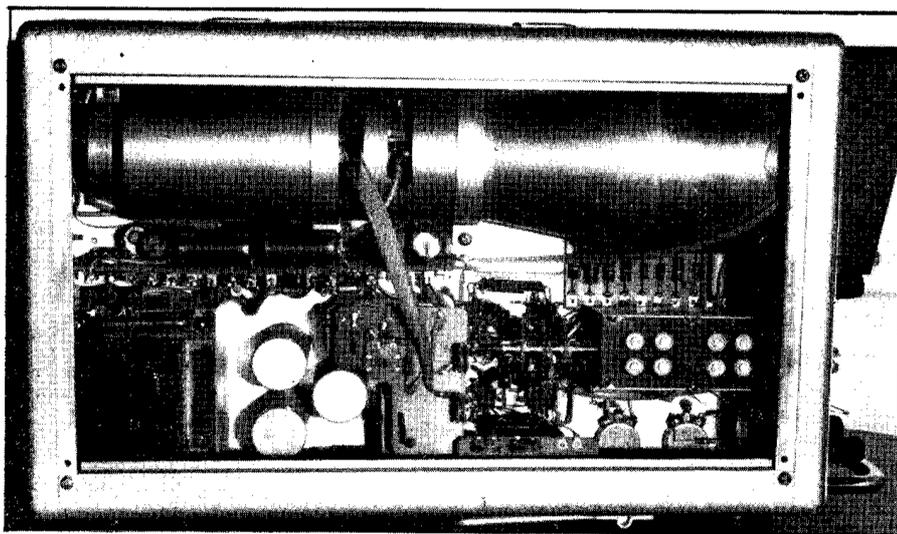
Fig. 1. — Schémas des différentes sondes qui complètent normalement l'oscilloscope 175-P 10 et qui répondent à tous les besoins.

La valeur de R_1 tient compte de celle de R_2 , qui se met en parallèle. Quant aux atténuations que cet ensemble permet d'obtenir, elles se répartissent de la façon suivante :

1. — Sensibilité maximale de 10 mV/cmètre. Le gain des étages L_2-L_3 (A) et L_4-L_5 (B) est élevé, car les contacts $l_2-l_3-l_4$ et l_5 sont ouverts, mettant les résistances correspondantes en circuit. Cependant, la bande passante est plus réduite dans cette position (et la suivante) et ne dépasse guère 2,5 MHz, ce qui n'a aucune importance, car une sensibilité aussi élevée n'est utilisée que pour l'examen des faibles signaux B.F., des tensions de roulement, etc. ;
2. — Sensibilité 20 mV/cm. Cellule 2 introduite par la section B de l'atténuateur. Amplificateur commuté pour le gain élevé, comme en position 1 ;
3. — Position neutre de l'atténuateur, marquant une séparation nette entre les deux premières positions à bande pas-

sante réduite et les suivantes, à bande passante large ;

4. — Position 50 mV/cm. La liaison par A et B est directe, sans aucune cellule d'atténuation. Les contacts $l_2 - l_3 - l_4 - l_5$ se ferment (et restent fermés sur toutes les autres positions), le gain de l'amplificateur se trouve réduit dans le rapport 1/5 environ et la bande transmise s'élargit dans le même rapport ;
5. — Position 0,1 V. Cellule 2 introduite par la section B de l'atténuateur. Liaison directe par A ;
6. — Position 0,2 V. Cellule 4 introduite par la section B ;
7. — Position 0,5 V. Cellule 10 introduite par la section A. Liaison directe par B ;
8. — Position 1 V. Comme ci-dessus, mais cellule 2 introduite par B ;
9. — Position 2 V. Cellule 10 par A et cellule 4 par B ;
10. — Position 5 V. Cellule 100 par A.



Aspect intérieur de l'oscilloscope lorsque le panneau de gauche est enlevé. On y voit le tube dans son blindage en métal, l'atténuateur vertical (en bas, à droite) et l'alimentation (en bas, à gauche).

Liaison directe par B ;

11. — Position 10 V. Cellule 100 par A et cellule 2 par B ;

12. — Position 20 V. Cellule 100 par A et cellule 4 par B.

La lecture des tensions crête-crête sur ces différentes positions est juste lorsque le potentiomètre de gain vertical P_1 est tourné à fond vers la droite (marque « Calibre »). On voit que sur la position 12 de l'atténuateur, on peut mesurer les tensions jusqu'à 120 V c. à c., puisque le réticule placé devant l'écran possède une graduation verticale de 6 cm. Si l'on doit mesurer des tensions nettement plus élevées, on utilisera l'une des sondes réductrices, la plus commode et largement suffisante pour la pratique étant la sonde commutable SR 10.

Amplificateur vertical

Entièrement symétrique, il est représenté en totalité dans le schéma de la figure 2 et ne demande que peu d'explications. L'étage d'entrée est constitué par un amplificateur différentiel à sortie cathodique utilisant une double triode ECC 85. C'est cet étage qui assure le déphasage du signal permettant d'atténuer l'amplificateur symétrique qui suit.

Le potentiomètre P_2 (balance), qui est un ajustable situé sur le côté, permet de compenser les différences de caractéristiques des tubes des deux « bras » et faire en sorte que la déviation, d'une part, et le réglage du gain, d'autre part, se fassent d'une façon parfaitement symétrique de part et d'autre de la ligne de référence horizontale.

Le potentiomètre P_1 règle le gain du premier étage amplificateur (L_2-L_3-A). Le maximum de gain correspond à P_1 en court-circuit. Il est à remarquer que ce potentiomètre permet d'éviter l'emploi d'une sonde réductrice lorsque l'amplitude crête-crête de la tension appliquée à l'entrée dépasse de beaucoup 120 V et qu'on n'a pas besoin de connaître avec précision cette amplitude.

Les deux premiers étages, L_1 et L_2-L_3 (A) sont alimentés en haute tension stabilisée, prélevée dans le circuit de cathodes des deux tubes de sortie, L_4-L_5 (B). Cette disposition se traduit par une stabilité remarquable de la trace, même si les variations de la tension du secteur atteignent $\pm 10\%$.

Le signal amplifié est prélevé sur la cathode de la triode L_5-B , pour être envoyé vers le système de synchronisation.

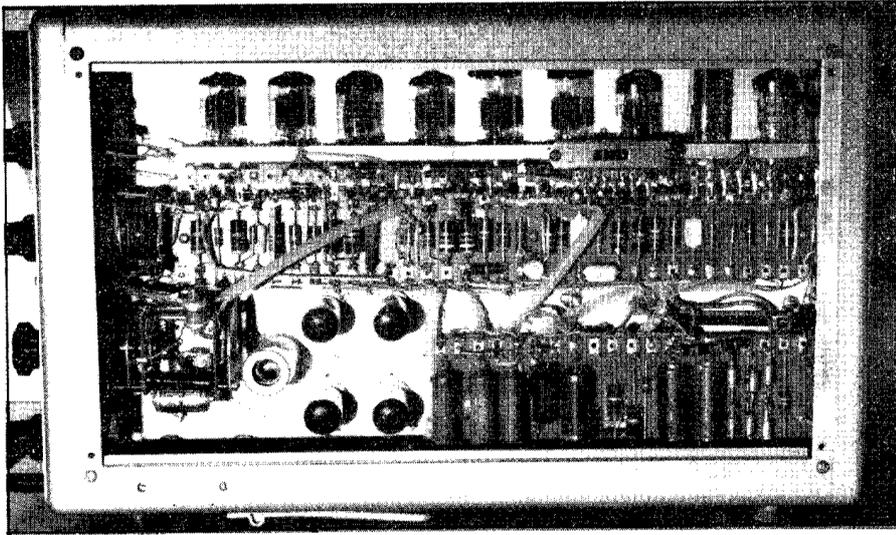
L'ordre de grandeur des bobines de correction $B_1 - B_2 - B_3 - B_4$ est de 16 μH .

Synchronisation

Mode et forme du signal

Les signaux permettant de synchroniser le balayage horizontal peuvent provenir de trois sources différentes, choisies à l'aide du contacteur S_1 :

1. — Synchronisation intérieure, à par-



Aspect intérieur de l'oscilloscope lorsque le panneau de droite est enlevé. On y aperçoit tous les tubes, ainsi que le contacteur des vitesses de balayage.

Si l'inverseur I_2 est sur la position « Seuil », le niveau de déclenchement peut être ajusté par P_2 .

A la sortie du trigger, on trouve une cellule de différentiation à très faible constante de temps (R_2-C_2) qui transforme le signal rectangulaire en deux pointes fines de polarités opposées, dont la diode OA 85 coupe la positive. Seule la pointe négative est utilisée ici pour déclencher la base de temps.

Base de temps déclenchée

Elle est du type dit à intégrateur de Miller et utilise les tubes L_4 et L_5 (fig. 3). Son fonctionnement, comme son nom l'indique, se fait au rythme des signaux que lui envoie le trigger L_7 . Autrement dit, le spot reste en attente à gauche de l'écran, et un cycle de balayage ne démarre qu'à l'arrivée d'une impulsion, dont la position dans le temps a été choisie en imposant au trigger le mode de fonctionnement qui convient le mieux au phénomène que l'on se propose d'examiner.

Une fois déclenché, le mouvement du spot s'effectue de gauche à droite, à une certaine vitesse imposée par la valeur de certains éléments du circuit, les uns ajustés une fois pour toutes (P_3 et P_7), les autres commutés à l'aide d'un contacteur à 18 positions (non représenté sur le schéma) dont chacune correspond à une certaine vitesse de balayage exprimée en secondes, millisecondes ou microsecondes par centimètre.

Les éléments commutés sont au nombre de trois : C_3 , C_4 et R_5 , et grâce à un arrangement très astucieux de la commutation, toutes les vitesses prévues sont obtenues avec seulement 4 valeurs pour C_3 , 5 pour C_4 et 6 pour R_5 , dont le schéma de la figure 4 donne la répartition pour chaque position du contacteur. Il faut ajouter, cependant, les valeurs fixes, celles de C_5 et de C_6 , qui interviennent

pour les trois positions à grande vitesse de balayage : 1, 2 et 5 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Quant à la résistance R_5 , sa valeur dépend du diamètre du tube utilisé : 68 $\text{k}\Omega$ pour un tube de 75 mm ; 33 $\text{k}\Omega$ pour 100 mm.

La base de temps L_4-L_5 délivre des dents de scie parfaitement linéaires, qui sont envoyées, par T, vers l'étage de sortie de balayage horizontal.

Etage de sortie de balayage horizontal. Expansion

L'amplificateur de sortie de balayage horizontal est constitué par deux pentodes EF 80 montées en « push-pull autodéphaseur », en quelque sorte, grâce à la résistance commune de cathode R_6 .

L'amplitude de la dent de scie provenant du générateur L_4-L_5 est ramenée au niveau nécessaire à l'aide d'un diviseur de tension compensé $R_7-R_8-A_6-P_4$, ce dernier élément permettant le cadrage horizontal, avec précadrage assuré par A_2 . La valeur de R_7 dépend du diamètre du tube cathodique utilisé : 56 $\text{k}\Omega$ pour un écran de 75 mm ; 100 $\text{k}\Omega$ pour un écran de 100 mm.

L'ajustable A_6 assure la « balance » de l'étage, c'est-à-dire la compensation des différences éventuelles de caractéristiques des deux tubes, afin de rendre l'ensemble parfaitement symétrique.

L'étage de sortie est muni d'un dispositif d'étalement de la trace (expansion), appelé également « loupe électronique », qui consiste à faire varier l'échelle horizontale de l'oscillogramme observé soit d'une façon progressive, soit dans un rapport bien défini. On y parvient en modifiant en conséquence le gain de l'amplificateur, ce qui se fait très simplement en faisant varier la résistance telle que R_9 , placée entre les deux cathodes et déterminant le taux de contre-réaction de

l'étage : le taux de contre-réaction est d'autant plus faible (donc le gain d'autant plus élevé), que la valeur de cette résistance est plus réduite. Trois possibilités sont donc offertes par le contacteur S 3 :

Position « $\times 1$ ». — La résistance en circuit (R_9) est calibrée pour que l'amplitude du balayage horizontal corresponde au temps affiché par le contacteur de choix de vitesses. C'est donc la position où la durée d'un signal est directement lue sur l'écran ;

Position « Variable ». — Le potentiomètre P_3 permet de faire varier le gain de l'étage (dans un rapport de 1 à 5 fois le diamètre de l'écran) qui est d'autant plus important que la résistance en circuit est plus faible. Cette position permet d'étaler considérablement un oscillogramme, afin de rendre mieux visibles certains détails ;

Position « $\times 5$ ». — La résistance en circuit (A_9) est ajustée pour que le gain de l'étage représente cinq fois celui de la position « $\times 1$ ». Il en résulte que, pour une même position du contacteur de vitesses de balayage, la trace obtenue sur l'écran est cinq fois plus large et correspond donc, en fait, à une vitesse cinq fois plus grande. Autrement dit, si nous nous trouvons en position « 5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ » et que nous commutons S 3 sur « $\times 5$ », l'aspect de la trace sera le même que sur « 1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ » et S 3 sur « $\times 5$ », avec cette différence cependant qu'il nous sera possible, par la manœuvre de P_4 (cadrage horizontal), de cérouler, en quelque sorte, la totalité de l'oscillogramme et d'en examiner les moindres détails.

L'amplificateur horizontal peut être attaqué directement par la borne marquée H (fig. 3), ce qui est nécessaire lors de certaines opérations telles que la comparaison de fréquences à l'aide de figures de Lissajous, le tracé des courbes de réponse F.I. ou H.F. à l'aide d'un vobulateur, etc. Pendant toutes ces opérations, il est indispensable, bien entendu, d'arrêter le balayage horizontal, ce qui se fait très simplement en tournant complètement à gauche le bouton « Stabilité », c'est-à-dire P_5 , ce qui bloque le générateur de dents de scie.

Suppression de la trace de retour

Cette suppression se fait en rendant le tube cathodique conducteur uniquement pendant la durée de l'aller du balayage déclenché, en envoyant sur le Wehneit une impulsion positive fournie par un trigger utilisant la double triode L_{12} (fig. 3) et commandé par des impulsions prélevées sur le générateur de dents de scie. La résistance ajustable A_7 permet de régler exactement à la valeur nécessaire la durée d'« ouverture » du tube cathodique, tandis que le condensateur C_7 , agissant sur la forme de l'impulsion appliquée au Wehneit, rend la trace uniformément lumineuse sur toute sa longueur.

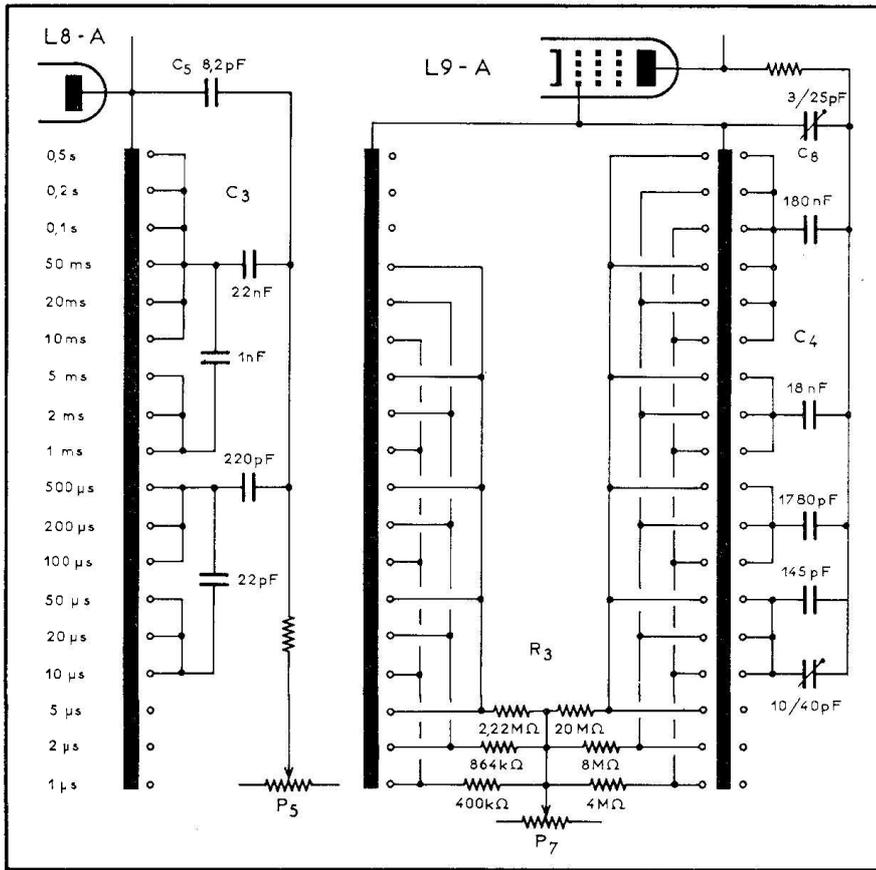


Fig. 4 (ci-dessus). — Détail du contacteur des vitesses de balayage.

— 1100 V (par rapport à la masse) et sur lequel on prélève également une haute tension négative de quelque 280 V (— H.T.), utilisée pour certains circuits de polarisation.

3. — Redresseur H.T., à double diode à chauffage indirect EZ 81, dont la cathode alimente une série de cellules de filtrage permettant d'obtenir les tensions + H.T. 1 (400 V), + H.T. 2 (250 V) + H.T. 3 (340 V) et + H.T. 3 A (280 V).

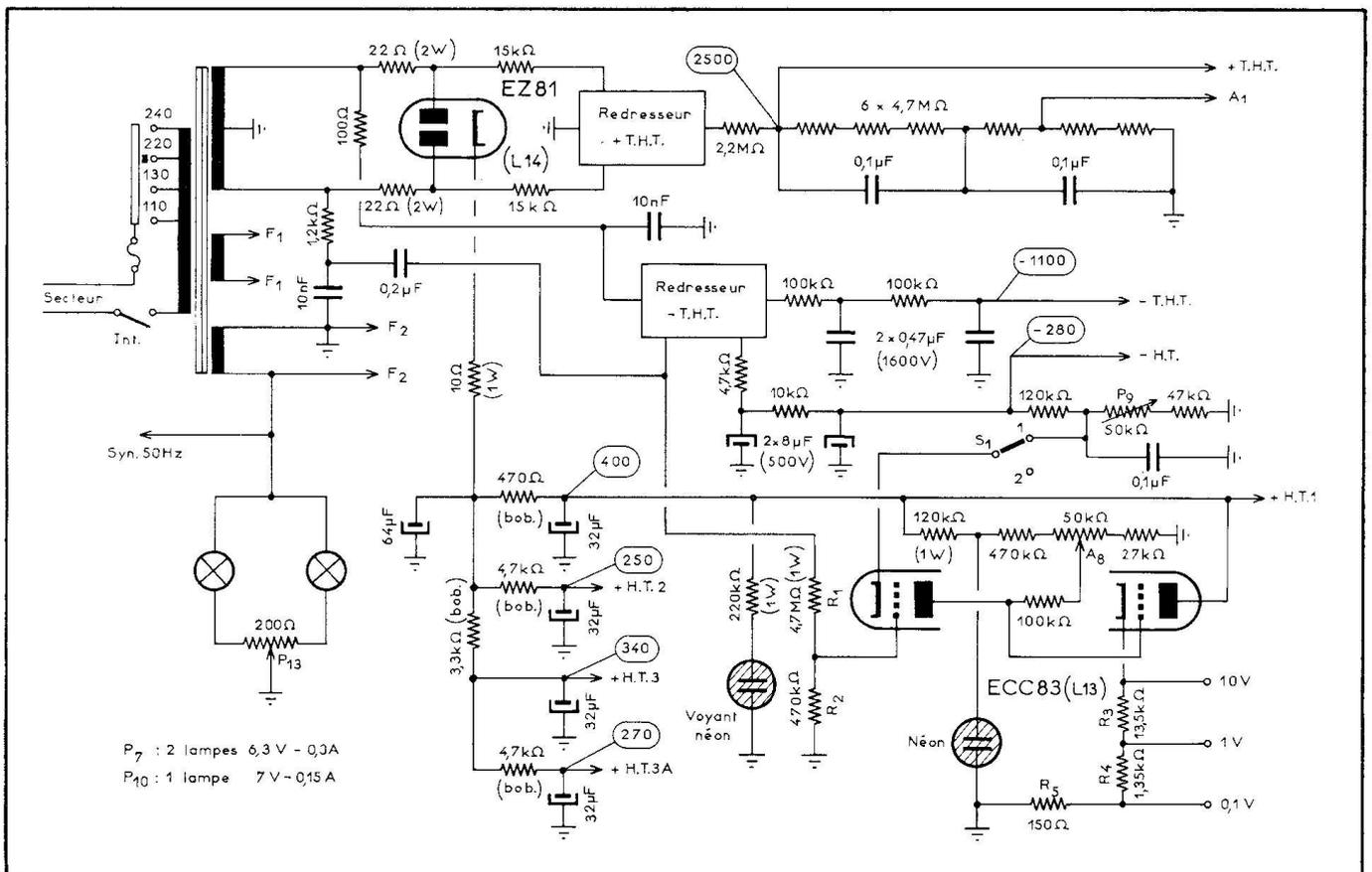
Le transformateur d'alimentation comporte encore deux secondaires de chauffage : l'un, complètement isolé de la masse, pour le filament du tube cathodique ; l'autre, dont l'une des extrémités est réunie à la masse, pour l'ensemble de tous les autres filaments et pour les ampoules.

Ce secondaire alimente également le circuit d'éclairage du réticule gradué en centimètres et placé devant l'écran du tube. Ce système rend lumineux les traits de la graduation, ce qui facilite énormément la lecture et l'appréciation des amplitudes ou des durées. Un potentiomètre (P₃) permet de faire varier l'intensité de cet éclairage, qui est réalisé à l'aide de deux ampoules (une claire et une rouge) dans le modèle P7, et à l'aide d'une seule (claire) dans le modèle P10.

W. S.

(A suivre)

Fig. 5 (ci-dessous). — Schéma des circuits d'alimentation et du calibre.



Pour votre laboratoire

OSCILLOSCOPE 175 - P 10

(Centrad)

Suite et fin de "Radio-Constructeur" n° 259

Calibrateur

Ce dispositif permet de vérifier, à chaque instant, le fonctionnement de l'atténuateur d'entrée et de s'assurer que les amplitudes affichées sur l'écran du tube correspondent à la réalité. Il permet également de vérifier le comportement d'une sonde réductrice, en ce qui concerne non seulement le rapport d'atténuation, mais aussi, dans une certaine mesure, la compensation.

Il s'agit, comme on le voit sur la figure 5, d'un amplificateur à deux étages, constitué par une double triode ECC 83 (L₁₃), dont l'élément A reçoit, sur sa grille, une tension alternative de 50 Hz, prélevée sur l'une des moitiés du secondaire H.T. et dosée par le diviseur de tension R₁-R₂. Néanmoins, la tension appliquée à la grille dépasse encore de

loin le « recul » de cette dernière, de sorte que la sinusoïde subit un écrêtage bilatéral et se transforme en un signal sensiblement rectangulaire que l'on peut prélever dans le circuit de cathode de l'élément B.

Cet écrêtage se produit lorsque l'inverseur S₁ est en position 1, c'est-à-dire lorsque le circuit de cathode de la triode A n'est pas coupé. Dans ces conditions, le potentiomètre P₀ permet de « symétriser », en quelque sorte l'écrêtage, autrement dit d'ajuster le rapport cyclique du signal rectangulaire obtenu, de façon qu'il se rapproche de 1.

Le diviseur de tension R₃-R₄-R₅ du circuit cathode de l'élément B permet de prélever, pour les besoins de calibrage, le signal rectangulaire obtenu à trois amplitudes différentes : 0,1, 1, 10 V c. à c.

Si l'inverseur S₁ se trouve en posi-

tion 2, la triode A est « neutralisée », tandis que le régime de la triode B dépend de sa polarisation obtenue par l'ajustable A_s. Autrement dit, une certaine tension, positive par rapport à la masse, apparaît à la cathode de B, tension qui peut être ajustée à l'aide de A_s, de façon à obtenir exactement 10 V à la prise correspondante, auquel cas on a automatiquement 1 V et 0,1 V sur les autres prises. Ces tensions continues, appliquées à l'entrée verticale de l'oscilloscope (avec C₁ de la figure 2 court-circuité, bien entendu), peuvent servir de niveaux de référence lors de certaines vérifications et mesures.

Circuits d'alimentation du tube cathodique

Ils sont représentés dans le schéma de la figure 6 et ne demandent que peu d'explications. Le filament du tube est chauffé, comme il a été dit plus haut, à l'aide d'un secondaire séparé du transformateur TR.

D₁, G₁ et K désignent trois douilles accessibles sur le panneau arrière de l'appareil. En fonctionnement normal, les douilles D₁ et K doivent être réunies par un cavalier. Pour certaines applications, et notamment lorsqu'on veut moduler le faisceau par la cathode, la douille D₁ sera réunie à G₁.

En ce qui concerne les différentes commandes, leur attribution est la suivante :

P₁₀ : réglage de la lumière ;

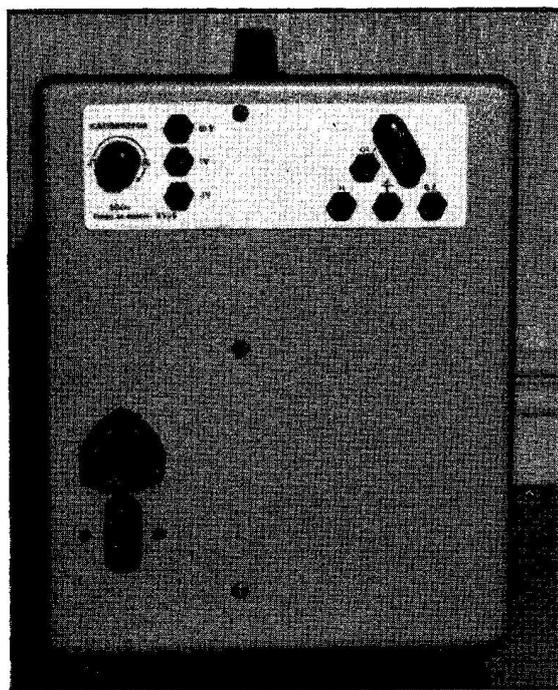
P₁₁ : réglage de la concentration ;

P₁₂ : réglage de l'astigmatisme ;

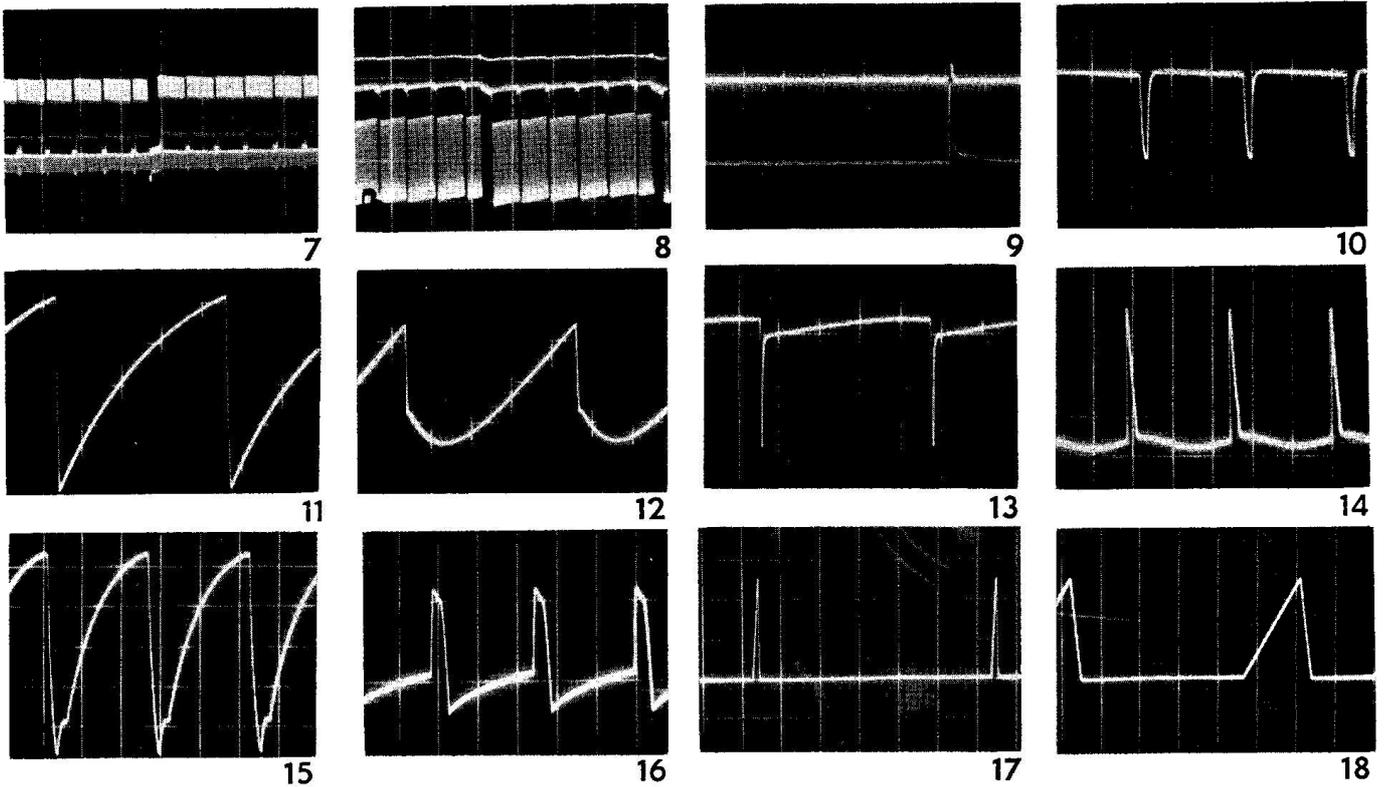
A₀ : préréglage de lumière, doit être ajusté de façon que l'extinction du spot se produise à peu près au premier quart de la course de P₁₀ ;

A₁₀ : ajustable pour la correction des déformations de l'image en « coussin » ou en « tonneau ».

Le schéma de la figure 6 est valable aussi bien pour le tube DG 10-18 que pour le tube DG 7-18.



Vue arrière de l'oscilloscope 175-P10, avec les trois sorties du calibrateur et l'entrée directe de l'amplificateur horizontal. A gauche, en bas : entrée secteur et commutation, avec fusible, des tensions du transformateur.



Utilisation

Il n'est guère possible de résumer en quelques phrases les innombrables applications d'un oscilloscope tel que le P7 ou le P10 et nous nous contenterons d'en mentionner un certain nombre, accompagnées d'oscillogrammes montrant l'extraordinaire finesse et la remarquable luminosité de cet appareil, dont les performances permettent une observation facile des signaux B.F. ou vidéo.

Nous nous limiterons volontairement

aux mesures qui nous intéressent directement : télévision, dispositifs électroniques divers, mais il est évident que le champ d'applications de cet oscilloscope est infiniment plus étendu.

Par exemple, on trouve à la grille du tube vidéo un signal tel que celui de la figure 7, avec une amplitude de quelque 1,3 V c. à c. Pour s'assurer que le gain de l'étage vidéo est normal, on relève le signal à l'anode du tube et on trouve un signal comme celui de la figure 8. Si tout est normal, l'amplitude du signal doit être de 25 à 30 fois plus élevée.

La figure 9 représente le mélange « synchro » observé à l'anode du tube séparateur et examiné en balayage lent (5 ms/cm). On y voit émerger, par le haut, le top trames différencié, qui formera l'impulsion de synchronisation correspondante.

Si l'on examine le même signal en balayage rapide, à 20 μ s/cm, on trouve les tops lignes de la figure 10.

La dent de scie fournie par le « blocking » trames pour l'attaque du tube de puissance correspondant (fig. 11) est ensuite déformée par les circuits de linéarisation et présente, à la grille du tube, l'allure vaguement parabolique de la figure 12.

Au secondaire du transformateur de sortie trames, la forme de la tension est celle de la figure 13. Les pointes négatives de grande amplitude (plus de 100 V c. à c.) sont utilisées pour l'effacement de la trace de retour.

L'oscillogramme de la figure 14 représente l'aspect à peu près classique du signal que l'on trouve à la cathode d'un multivibrateur lignes, tandis que le signal à la grille du tube de puissance est celui de la figure 15. Enfin, la figure 16 montre la forme de la tension aux bornes de la V.D.R. du circuit de réglage automatique d'amplitude horizontale.

Les oscillogrammes des figures 17 et 18 représentent des impulsions relevées en certains points d'un appareil de mesure numérique.

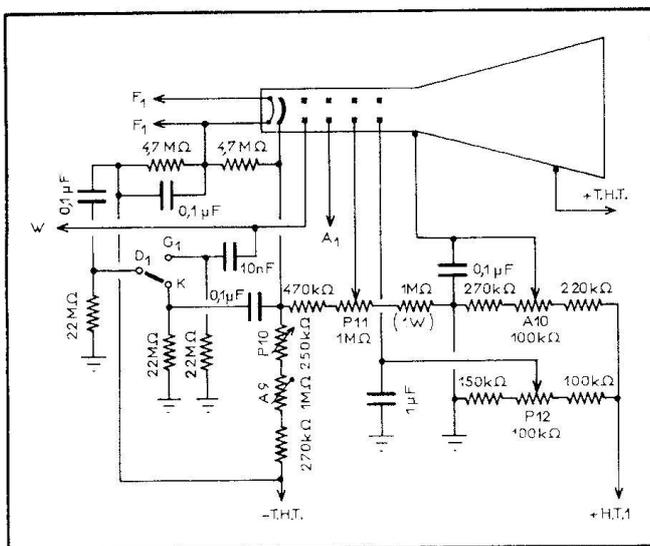


Fig. 6. — Tube cathodique de l'oscilloscope 175-P 10 et ses circuits d'alimentation.