

L'oscilloscope 276 « CENTRAD »

par R. HOUZÉ (1)

Possibilités de l'oscilloscope 276

Appareil léger et compact (5,6 kg), l'oscilloscope 276 Centrad comporte tous les perfectionnements requis pour fonctionner en synchroscope.

En effet il comporte un amplificateur vertical passant du continu à 3 MHz et dont le gain est calibré de 50 millivolts à 50 volts crête à crête, par division de 6 mm.

Par ailleurs, la base de temps, déclenchée sans retour préalable, possède 12 positions étalonnées de 20 milli-secondes à 5 micro-secondes par division de 6 mm. Une expansion horizontale variable de 1 à plus de 5 permet un phénomène de « loupe électronique » particulièrement apprécié. Cette expansion est obtenue avec un amplificateur horizontal que l'on peut utiliser séparément.

La synchronisation peut se faire sur le signal, sur le réseau, extérieurement ou bien par l'intermédiaire d'un tube séparateur avec mise en service à volonté d'un filtre intégrateur séparant une des composantes d'un signal complexe comme c'est le cas de la télévision, par exemple.

Un choix de la polarité et du seul de déclenchement est prévu, mais on trouve aussi une position automatique donnant un déclenchement indépendant du niveau et de la forme du signal.

L'oscilloscope possède évidemment un effacement du retour du spot, constant à toutes les vitesses de balayage. Le cadrage des deux axes verticaux et horizontaux s'effectue sans inertie ni distorsion.

Enfin, dernière particularité, pour la vérification des étalonnages de l'am-

plificateur vertical et de la base de temps, un calibrateur délivre une tension alternative étalon de 0,2 V c. à c. $\pm 3\%$ à 50 Hz.

En résumé, comme on peut le voir, cet appareil peut s'appliquer parfaitement à l'observation de signaux rectangulaires plus ou moins complexes comme par exemple la télévision.

N'oublions pas qu'il possède par surcroît l'avantage incontestable de pouvoir fonctionner en quelque sorte comme un voltmètre électronique continu et alternatif jusqu'à 3 MHz et comme un fréquencemètre puisqu'il peut donner tous les détails en fonction du temps d'une impulsion ou d'un signal quelconque.

Du Technicien à l'Usager

L'utilisation d'un oscilloscope n'est plus à justifier. Sans vouloir tomber dans un lyrisme exagéré, il paraît sans conteste que cet appareil soit une fenêtre ouverte sur le mystérieux monde des électrons.

Deux qualités essentielles doivent découler de son fonctionnement : il doit donner une image stable du phénomène électrique considéré et qualifier quantitativement les propriétés de ce dernier. A l'heure actuelle presque tous les oscilloscopes du commerce sont en effet étalonnés en amplitude et en temps : Ce sont en somme des « synchrosopes » étalonnés.

Par ailleurs, en abandonnant l'aspect technique du problème, deux considérations importantes intéressent l'Usager : il s'agit de l'encombrement et, évidemment, du prix. Le premier impératif autorise la mobilité de l'appareil : dans certains cas, il y a lieu de considérer son autonomie. Quant au second impératif, il découle directement de la complication de réalisation de l'engin et il ne faut pas croire que le prix qualifie toujours la qualité. Très souvent, des marques très connues fournissent des types d'oscilloscopes valant très chers mais tombant, bêlas, très fréquemment en panne.

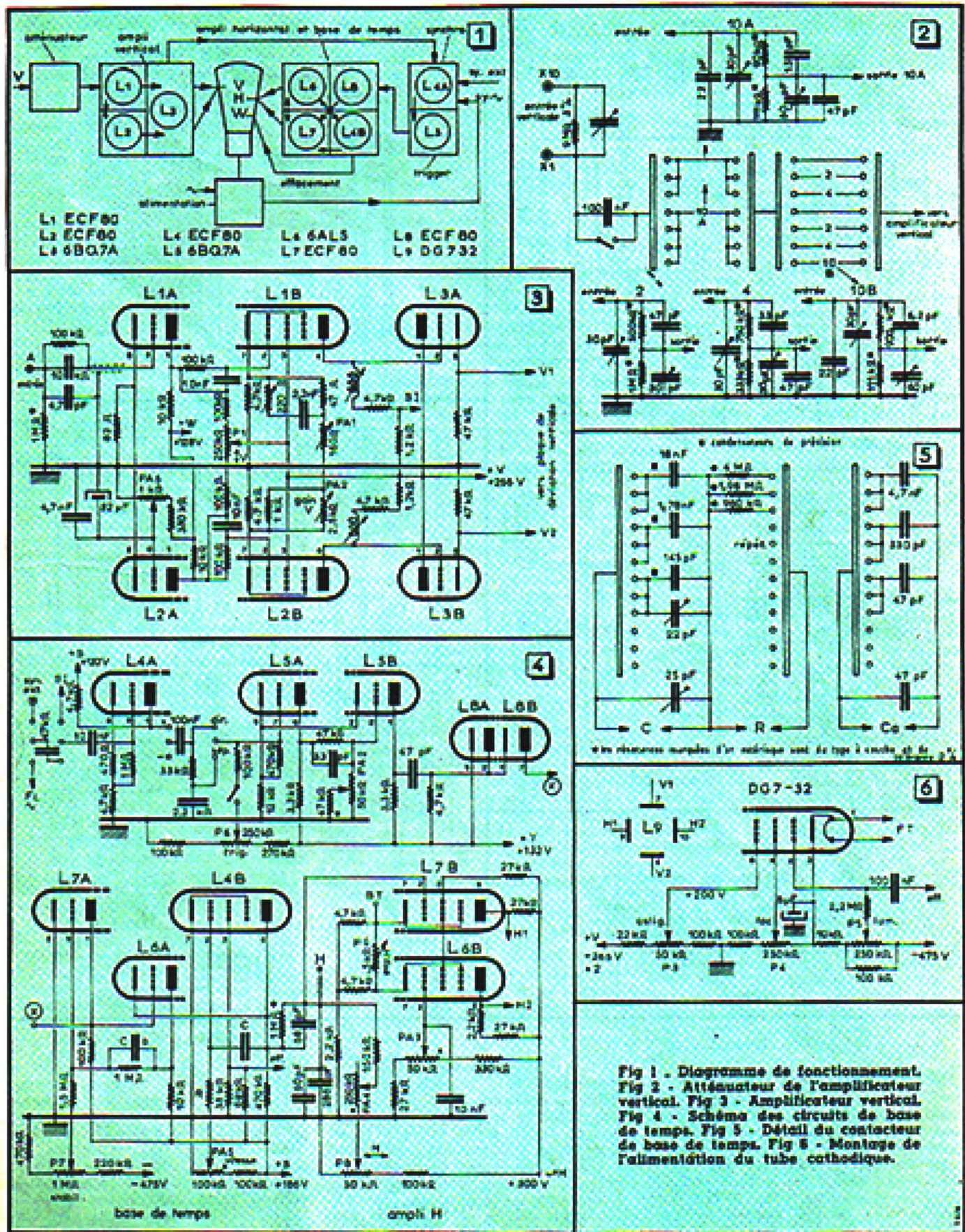
Par contre, les deux considérations précédentes vont assez ensemble : qui dit faible poids, dit souvent faible prix.

Notre banc d'essai de ce mois montre assez clairement que l'appareil essayé résume d'un compromis : l'oscilloscope 276 CENTRAD est, en effet, très mobile car son poids ne dépasse pas 6 kg (Pa = 5,8 kg) et ses dimensions s'avèrent relativement modestes (180 x 130 x 300 mm). Si l'on considère son schéma théorique, on ne peut pas dire que sa conception soit très simple. Toutefois elle paraît l'être assez pour écarter l'éventualité des pannes classiques de certaines réalisations de volume similaire.

Enfin, argument fort séduisant : son prix est modeste pour la classe de l'appareil. Quant au point de vue technique, certains perfectionnements rendent cet oscilloscope précieux. En particulier la provision de sondes adaptables permet toutes les possibilités d'emploi que peut réclamer le technicien exigeant.

Le laboratoire, la station service, le dépannage, la télévision, notamment, constituent des débouchés certains pour cette intéressante réalisation des Etablissements Centrad.

(1) Professeur à l'IECE



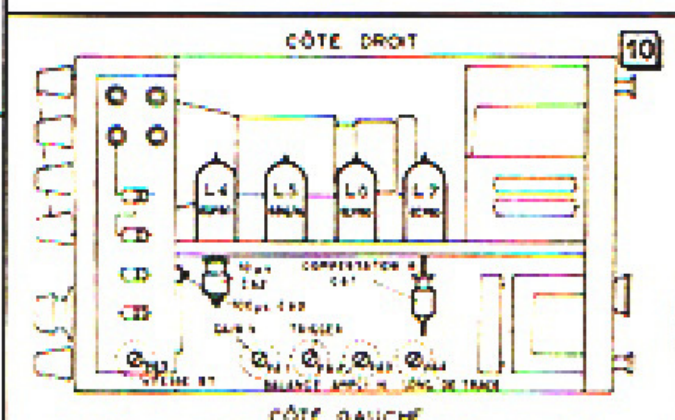
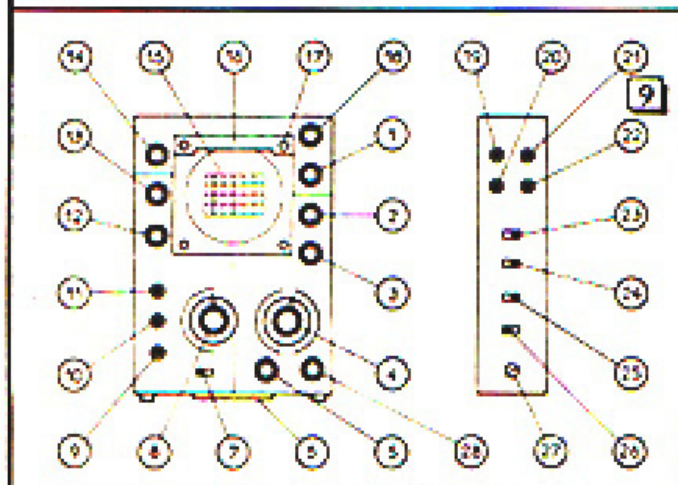
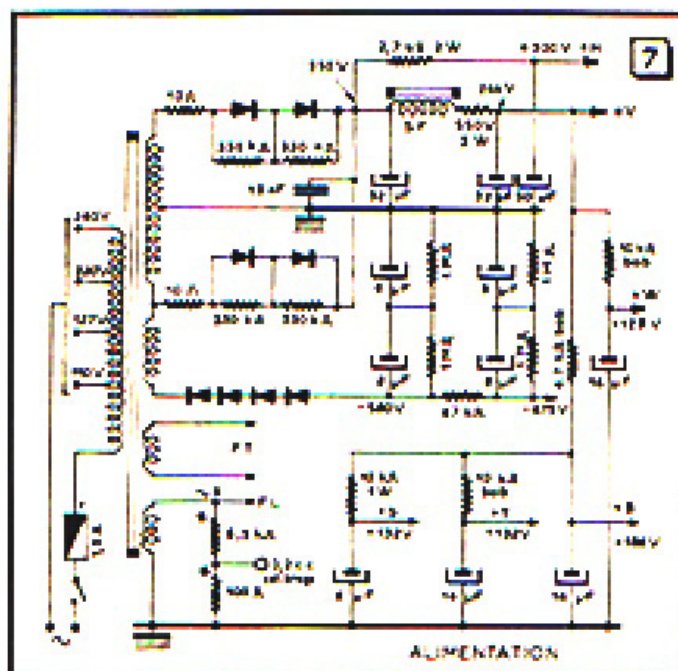


Fig 7 - Schéma de l'alimentation générale. Fig 8 - Face avant de l'oscilloscope. Fig 9 - Différents réglages accessibles de l'oscilloscope. Fig 10 - Disposition du matériel implantation générale.

- | | | |
|------------------------|-----------------|--------------|
| P1 isolation V | P1 cadence | P5 un arrêt |
| P2 sensibilité trigger | P2 gain V | P6 trigger |
| P3 centre H | P3 atténuation | P7 stab-iso |
| P4 largeur H | P4 focalisation | P8 cadence H |
| P5 étalonnage BT | P5 gain H | |
| P6 balance V | | |

Description

Après avoir parcouru ces lignes, on peut s'attendre à rencontrer dans cet oscilloscope des circuits assez compliqués. En réalité, l'appareil ne comporte que 8 lampes et le tube cathodique ; ce sont toutefois, il faut le signaler, des lampes doubles. Nous verrons plus loin en consultant les

circuits que chaque lampe est utilisée rationnellement et possède des performances optimum. C'est en somme en poussant les possibilités de chaque détail de circuit qu'on arrive avec si peu de tubes à obtenir des performances aussi intéressantes. Le principe de fonctionnement est donné figure 1.

L'oscilloscope 276 comporte donc un atténuateur calibré et compensé précédant l'amplificateur vertical. Il a

pour but de limiter l'admissibilité à 0,5 volts crête à crête et présente des rapports d'atténuation constants, quelle que soit la fréquence ; ceci est obtenu grâce à l'emploi de capacités shuntant les résistances des ponts diviseurs (fig 2). La capacité parasite de l'entrée de l'amplificateur vertical entre dans le calcul de la correction, laquelle est ajustée avec l'aide des capacités ajustables de 30

pF pour une transmission correcte des signaux rectangulaires.

Comme on peut le voir figure 2, cet atténuateur comprend quatre cellules intervenant seules ou en cascade. Les cellules numérotées sur la figure s'intercalent entre les cosses des commutateurs en respectant le sens de branchement « entrée » et « sortie ». La précision des résistances étant de 1 %, la précision globale de l'atténuation doit s'élever à 3 %, pour une cellule. Logiquement, dans des conditions très défavorables, lorsque les cellules sont en cascade, la précision doit atteindre 6 % ; il paraît surprenant toutefois que ce chiffre soit atteint si la tension d'entrée ne dépasse pas les limites affichées sur l'atténuateur. En effet, il faut se méfier des surcharges de tension, notamment en télévision, où des impulsions de très fortes amplitudes risquent de provoquer la variation des résistances de l'atténuateur. Ne pas oublier l'existence des sondes atténuatrices présentées par le constructeur pour l'observation des signaux de forte amplitude.

Après l'atténuateur on rencontre évidemment l'amplificateur vertical (voir figure 3) dont toutes les liaisons sont continues malgré la présence de trois étages. Cet amplificateur est du genre symétrique dès l'entrée et la liaison aux plaques de déviation verticale s'effectue par l'intermédiaire de montages à cathodes flottantes.

Toutefois, il faut remarquer, après analyse du schéma, que la symétrie n'est valable que vue des plaques Y, - Y, car le signal n'est apparemment véhiculé que dans la branche supérieure (voir figure 3) ; en effet, la résistance commune des cathodes des tubes d'entrée ne faisant seulement que 82 Ω ne peut constituer un élément de couplage suffisant pour faire travailler ces tubes en déphaseur de phase. En réalité, la symétrisation se fait d'une autre manière et son action, rendue variable, constitue une variation de gain vertical très originale ; en particulier, cette variation continue - puisqu'elle est effectuée avec un potentiomètre - n'affecte pas la forme du signal, comme elle pourrait le faire si ce potentiomètre était situé sur une grille. En effet, les tubes pentodes présentent des résistances de cathode distinctes mais ces cathodes peuvent être court-circuitées, progressivement par l'ensemble PA1 et PA2. Il s'ensuit évidemment un couplage des tubes L 1 B et L 2 B et la branche inférieure se met à amplifier, augmentant le gain vertical et l'image sur l'écran.

Par ailleurs, en appliquant la haute tension sur le curseur d'un potentiomètre dont les extrémités sont branchées sur les grilles des tubes pentodes, on obtient par ce moyen une action symétrique de cadrage vertical (côté du potentiomètre P₁).

Les circuits de base de temps sont

les plus compliqués de tout l'oscilloscope (voir figure 4). Les étages partant du signal de synchronisation et aboutissant à la déviation horizontale du tube cathodique se succèdent de la façon suivante :

1) **Etage de synchronisation** - Déphaseur-séparateur (L4A) isolant le signal par rapport à la base de temps proprement dite, et délivrant la polarité convenant au fonctionnement de l'étage « trigger » ;

2) **Trigger** - Mise en forme du signal pour un déclenchement précis et uniforme (L 5 A - L 5 B) ;

3) **Retenue** - Suppression des impulsions du trigger pendant la dent de scie de balayage (L 8 A - L 8 B) ;

4) **Commutateur-cathodyne** (L 6 A - L 7 A) - Commande de l'intégrateur de Miller et mise en attente du spot ;

5) **Intégrateur de Miller** - Générateur de tension en dent de scie par décharge linéaire du condensateur « C » commutée depuis le panneau avant (L 4 B). La fréquence est ajustée par variation du potentiel de grille de L 4 B (potentiomètre PA 5) et la forme de la dent de scie est fonction de la résistance « R » également commutable. La mise en forme du signal est effectuée aussi par la capacité « Ca » qui fait l'objet d'une commutation particulière. Ces éléments sont commutés comme le précise la figure 5 ;

6) **Amplificateur symétriseur** - Constituant un étage amplificateur horizontal utilisable séparément, cet étage fournit au tube cathodique des tensions de balayage (L 6 A - L 7 B). La liaison aux plaques de déflexion horizontale s'effectue directement, ce qui permet l'emploi d'un système de cadrage très simple situé sur une grille de l'étage symétriseur. Le terme « symétriseur » doit s'appliquer de la même manière que pour l'étage vertical ; la variation de gain horizontal s'effectue en effet par un « court-circuit » progressif des cathodes transformant progressivement les tubes en réel déphaseur de Schmitt et amplifiant la déviation horizontale pour créer le phénomène de « Loupe électronique ».

Pour une éventuelle attaque extérieure de l'amplificateur horizontal, il conviendrait de disposer une capacité de liaison pour éviter un découplage horizontal. La liaison est en effet continue et l'attaque ne peut se faire qu'à très haute impédance.

L'alimentation paraît, elle aussi, compliquée ; mais le principe reste simple (voir figures 6 et 7).

On remarquera surtout la présence de la tension de calibration 62 volt crête à crête obtenue à partir du 63 V eff. du chauffage des filaments. Par ailleurs, le tube DG 7-32 possède deux réglages de concentration : la « focalisation » et l'« astigmatisme ».

Le spot doit donc être normalement très fin.

Mode d'emploi

Extérieurement, l'oscilloscope se présente comme l'indiquent les figures 8, 9 et 10. Les différents réglages sont définis de la manière suivante :

Réglage du tube à rayon cathodique

PANNEAU AVANT

(14) - **Luminosité** - Réglage de la luminosité de la trace. Au début de la course, l'interrupteur général doit être dégagé franchement de sa position d'arrêt, pour la mise en marche de l'appareil.

(Ne pas abandonner ce réglage au voisinage du début de la course, ni complètement à droite, ce qui provoquerait un débit inutile du tube cathodique).

(18) **Focalisations** - Recherche de la netteté de la trace sur l'écran.

(1) **Astigmatisme** - Bouton à retoucher conjointement au premier de façon à obtenir la meilleure finesse sur toute la surface de l'écran.

Déviation verticale

(13) **Cadrage vertical** - Positionnement vertical de la trace sur l'écran. On remarque que son action est moins rapide lorsque le bouton de réglage du gain vertical (12) est tourné vers la gauche.

(8) **Contacteur VOLTS-DIVISION** - Abaisse la sensibilité d'entrée de l'amp. vertical et l'amène à la valeur indiquée.

(12) **Gain vertical** - Réglage progressif de la hauteur de l'image dans un rapport de 1 à 2 environ, le gain maximum étant obtenu en fin de course à droite et correspondant à l'étalement calibré en VOLTS-DIV. lu sur le contacteur d'atténuation verticale (8).

(7) **Inverseur alternatif-continu** - Dans la position « alternatif » cet inverseur insère dans le circuit d'entrée un condensateur de blocage de la composante continue du signal appliqué dans une des douilles d'entrée.

(10) **Douille x 1** - Douille d'entrée directe, pour laquelle les sensibilités sont celles que l'on peut lire en face de la flèche du contacteur vertical (8).

(11) **Douille x 10** - Douille réductrice compensée de rapport 10/1, dont l'utilisation conduit à multiplier par 10 les indications du contacteur vertical.

(9) **Borne douille de masse** - Reliée à la masse électrique et mécanique de l'appareil, cette borne sert au branchement de la masse ou du blindage d'un cordon de mesure, ou à tout branchement convenant à la mesure envisagée.

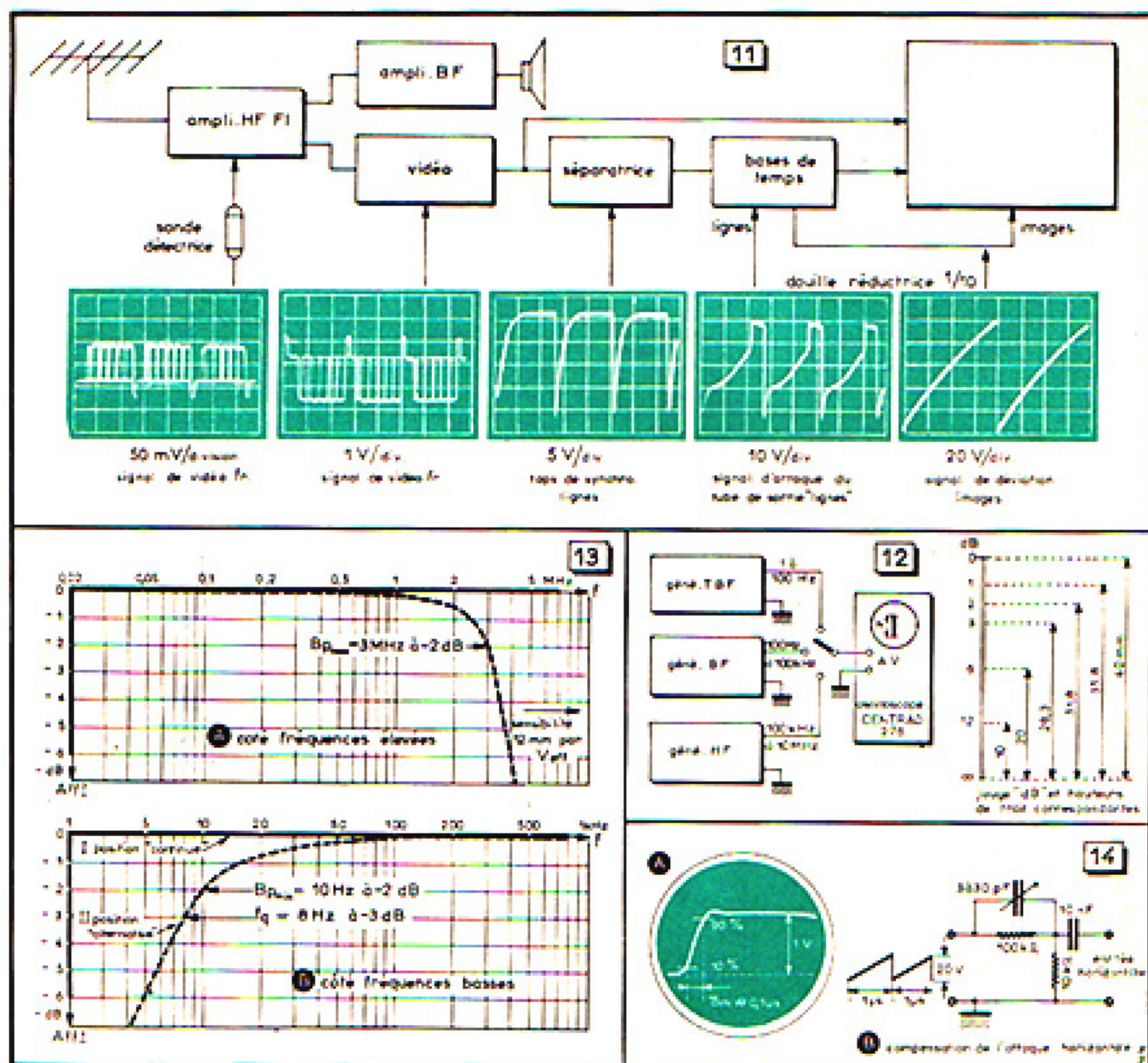


Fig 11 - Quelques applications à la télévision de l'oscilloscope 276. Fig 12 - Système préconisé pour relever la bande passante. Fig 13 - Bande passante du canal vertical avec $V = 1 \text{ Veff}$ et atténuateur sur la position 1. Fig 14 - Mesure approximative de temps de montée de l'entrée verticale. Compensation de l'attaque horizontale.

Déviations horizontales

(2) **Cadrage horizontal** - Positionnement horizontal de la trace permettant d'amener au centre n'importe quel point de celle-ci, que l'on se trouve en expansion égale à 1 diamètre ou supérieure.

(3) **Expansion** - Dilatation horizontale de la trace jusqu'à une dimension apparente de plus de 5 fois le diamètre de l'écran. La position calibrée est obtenue à fond à gauche. (1 diamètre) et rend valables les indications du contacteur de base de temps (4).

(4) **Contacteur « temps division »** - Contrôle de la vitesse du déplacement horizontal du spot. Il comporte 12 positions parcourues sans butée, ce qui facilite le passage rapide des microsecondes aux millisecondes, opération fréquente en télévision.

(5) **Stabilité** - Potentiomètre de relaxation de la Base de Temps, provoquant l'arrêt ou l'oscillation de celle-ci, et servant à la recherche du maximum de sensibilité en deça du point d'accrochage.

(28) **Trigger** - Contrôle du seuil de déclenchement, dans la plage variable

du potentiomètre. La position verrouillée à gauche, marquée « AUTOM » est celle du fonctionnement automatique utilisable pour l'examen de signaux périodiques simples.

Fonctions annexes

FENETRES DU PANNEAU DE DROITE

(19) **Douille H** - Douille d'entrée de l'amplificateur horizontal.

(21) **Douille S. T.** - Sortie de la dent de scie de balayage.

(20) **Douille de Synchro extérieure** - Application d'un signal extérieur si le

déclenchement ne doit pas être provoqué par le signal exposé sur l'écran.

(22) **Douille du Colibreur** - Délivre une tension sinusoïdale de 0,2 V crête à la fréquence du secteur. Ce signal sert à la vérification des étalonnages de gain vertical et de la Base de Temps, et également à contrôler le fonctionnement du Trigger.

(23) **1^{er} inverseur de synchronisation**. Choix entre la synchronisation extérieure ou par le secteur. Cet inverseur est hors de service lorsque le second est placé sur la synchronisation intérieure.

(24) **2^e inverseur de synchronisation**. Choix entre la sortie du précédent et la synchronisation par le signal exposé sur l'écran (cas le plus fréquent).

(25) **3^e inverseur** - Polarité. Choix du déclenchement sur une variation ascendante (+) ou descendante (-) du signal de synchronisation.

(26) **4^e inverseur** - Séparation - Amplification directe, ou au contraire à travers un filtre intégrateur, du signal issu de l'inverseur précédent.

Nota. — La gravure du panneau met en évidence l'action de ces 4 inverseurs.

(27) **Vitesse B. T.** - Potentiomètre de calibration de la Base de Temps, servant aussi à faire varier celle-ci en vue de certaines applications (comptage par exemple).

Maintenance

PANNEAU ARRIERE

Distributeur secteur - à 4 positions correspondant aux tensions normalisées que doit présenter la prise de courant ($\pm 10\%$).

Fusible - Cartouche sous verre 1,5 A - 5 x 20 mm.

Une béquille (6) en tôle ajourée profilée rabattue sous l'appareil permet par simple basculement vers l'avant d'incliner celui-ci de 30° par rapport au plan d'appui.

D'après les indications relatives à chaque réglage accessible de l'extérieur, on peut imaginer toutes les utilisations possibles qu'on peut exiger d'un oscilloscope (en particulier en télévision, voir exemple fig 11).

Performances

Avant d'effectuer le banc d'essai il convient de reproduire les performances de l'appareil, tout au moins celles que le constructeur donne à sa réalisation.

Déviations verticales

Bande passante - En position « Continu » : du continu à 3 MHz (-3 dB) et descente progressive au-delà.

- En position « Alternatif » : blocage de la composante continue : -3 dB à 10 Hz et 3 MHz.

Temps de montée - 120 millimicrosecondes. Dépassements et sur-oscillations inférieurs à 3%.

Sensibilité maximum - 50 millivolts crête-crête par division de 6 mm. Réduction progressive du gain par potentiomètre, pour les mesures de rapports, sans diminution de la bande passante.

Atténuateur - 7 positions calibrées et compensées : 0,05 - 0,1 - 0,5 - 1 - 2 - 5 volts/division. Précision $\pm 3\%$ dans toute l'étendue de la bande passante. Impédance d'entrée : 1 M Ω /40 pF environ.

Douille réductrice - Rapport 10/1. Permet 7 sensibilités de 0,5 à 50 V/

division avec impédance d'entrée 10 M Ω .

Signal d'entrée - Maximum admissible : ± 600 volts crête par rapport à la masse.

Déviations horizontales

Base de temps - A intégrateur Miller actionné par un trigger. Déclenchement sans retour préalable. 12 positions étalonnées : 20 - 10 - 5 - 2 - 1 - 0,5 millisecondes, 200 - 100 - 50 - 20 - 10 et 5 microsecondes par division de 6 mm.

Expansion - Variable de 1 à plus de 5 diamètres ; exploration de tous les points de la trace par décadage.

Déclenchement - Intérieur par le signal exposé sur l'écran. Choix du seuil et de la polarité. Stabilité obtenue à partir d'une image d'une demi-division.

- Extérieur par tout signal appliqué à la douille correspondante. Choix du seuil et de la polarité. Impédance d'entrée = 1 Mégohm.

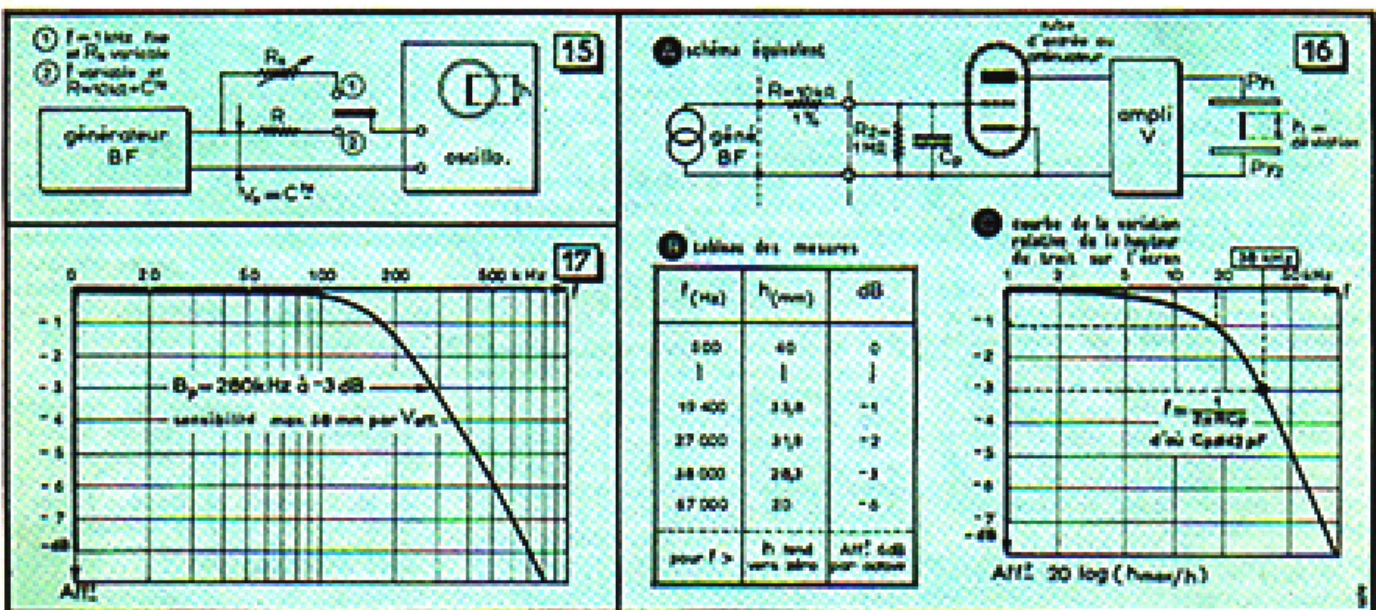
- Secteur - Choix de la phase permettant le déclenchement pratiquement par n'importe quel point du cycle.

Synchronisation - Tube séparateur avec mise en service à volonté d'un filtre intégrateur séparant une des composantes d'un signal complexe (cas de la télévision par exemple).

- Position automatique donnant un déclenchement indépendant du niveau et de la forme du signal.

Ampli H seul - Attaque extérieure possible - Courbes de Lissajous - Traces de Wobulateur, etc. Sensibilités : 0,3 à 2 V/division (suivant expansion). Bande passante : 200 KHz (-3 dB). Z : 0,2 M Ω .

Fig 15 - Montage permettant d'étudier l'impédance d'entrée de l'amplificateur vertical. Fig 16 - Moyen permettant d'avoir la valeur de la capacité d'entrée. Fig 17 - Bande passante de l'amplificateur horizontal (gain maximum).



Autres caractéristiques

Effacement - Effacement du retour du spot, constant à toutes les vitesses de balayage.

Codage - des 2 axes horizontal et vertical sans inertie ni distorsion.

Douilles d'accès - A l'avant : Entrée verticale directe - Entrée réductrice 10/1 - Borne de masse. - Côté droit : Entrée horizontale - Sortie de dent de scie - Entrée synchro extérieure - Sortie du calibrateur.

Calibrateur - Pour la vérification des étalonnages de l'amplificateur vertical et de la base de temps. Délivre une tension alternative de 0,2 V \pm 3 % crête-crête (pour alimentation à la tension nominale du réseau).

Tube cathodique - Tube court 7 cm - Corrections de focalisation et d'astigmatisme - Blindage en mu-métal.

Echelle lumineuse - Plexiglas gravé - Quadrillage 6 x 6 mm.

- Illumination blanche, rouge ou stoppée à volonté - Filtre vert de contraste.

Alimentation - 50/60 Hz - 110/127/220/240 volts - 70 VA.

Dimensions - 180 x 130 x 300 mm. - Poids net : 5,800 kg.

Il faut souligner par ailleurs la profusion de sondes permettant d'étendre le fonctionnement de cet oscilloscope :

OR10 - Sonde réductrice de rapport 10/1 - 500 V crête.

OR100 - Sonde réductrice de rapport 100/1 - 5000 V crête.

ODR - Sonde détectrice Radio (modul. B.F.) c.c. 150 V.

ODT - Sonde détectrice Télévision modul. vidéo) c.c. 150 V.

ODU - Sonde détect. UHF au silicium (modul. vidéo) c.c. 5 V.

Enfin, signalons quelques autres accessoires et aménagements divers.

TM1 - Transformateur de mesure rapport 50/1 (20 Hz - 20 kHz).

BCD - Bloc de contrôle des diodes.

OB12 - Cordon blindé 1,25 m à fiches bananes surmoulées.

MO6 - Housse de protection avec poche pour cordons et accessoires.

Banc d'essai

a) Bande passante de l'amplificateur vertical

On utilise pour relever cette bande trois générateurs travaillant dans des domaines différents : le premier explore la gamme des fréquences très basses, le second (type BF) relie cette dernière bande à celle couverte par le troisième générateur (type H.F.). Pour considérer l'affaiblissement en décibels de la bande passante, on a recours à l'emploi d'une « jauge » qui se réalise comme suit (fig 11). On choisit un module d'une certaine hauteur, 40 millimètres, par exemple ; en appliquant la relation suivante :

$$n_{dB} = 20 \log h_{max}/h$$

— on aura les affaiblissements correspondants suivants :

h	dB
40 mm	— 0 dB
35,8 mm	— 1 dB
31,8 mm	— 2 dB
28,3 mm	— 3 dB
20 mm	— 6 dB
10 mm	— 12 dB

Les fréquences qui déterminent les hauteurs de trait * précédentes conduisent à l'établissement de la bande passante de la figure 12.

On s'aperçoit que l'affaiblissement n'est que de 2 dB pour la fréquence de 3 MHz (... au lieu de 3 dB) tandis qu'au bas de la gamme, dans le cas de la position « alternative », la fréquence correspondant à 3 dB n'est que de 8 Hz (au lieu de 10 Hz).

On voit que la bande mesurée est plus large que celle prévue par le constructeur.

b) Temps de montée de la voie verticale

En branchant un générateur d'impulsions très courtes sur l'entrée verticale, on observe un signal rectangulaire légèrement intégré sur l'écran.

On observe également un soupçon de dépassement. Pour avoir le signal de la figure 13, on a évidemment recours à l'emploi d'une base de temps extérieure branchée sur l'amplificateur horizontal dont le gain est poussé à l'extrême... La base de temps intérieure à l'oscilloscope tout en descendant très bas ne peut en effet atteindre une période de l'ordre de la microseconde, comme c'est le cas ici. Afin de compenser la faible bande passante de l'amplificateur horizontal on surcompense à l'entrée avec l'aide du circuit de la figure 13 B ; on règle les éléments de cette compensation, pour avoir — tout au moins au début de l'impulsion — une déviation linéaire en fonction du temps.

Le générateur de dent de scie est déclenché par l'impulsion que nous voulons observer.

Entre 10 et 90 % de l'impulsion, le temps de montée approximatif s'élève à 0,1 μ s environ c'est-à-dire au voisinage des 0,12 μ s préconisées par le constructeur.

c) Impédance d'entrée verticale

Par une méthode de comparaison il convient tout d'abord de définir la grandeur de la résistance d'entrée de l'amplificateur vertical (figure 15, contacteur sur la position 1).

En appliquant directement un signal de 1000 Hz, on cherche à obtenir une hauteur de trait de 40 mm (base de temps arrêtée).

En intercalant ensuite un potentiomètre de forte valeur on recherche la position du curseur qui détermine une chute de moitié du trait vertical. En mesurant la valeur de cette résistance, on obtient celle de l'impédance d'en-

* La déviation horizontale doit être supprimée.

trée c'est-à-dire bien les 1 M Ω (\pm 1 % près) prévus par le constructeur (entrée \times 1). Sur la douille réductrice de 1/10 $^{\text{ème}}$ on trouve par un moyen analogue environ 10 M Ω (la mesure n'est alors pas précise...).

Pour connaître la capacité d'entrée, on dispose maintenant une résistance fixe de 10 k Ω (1 %) en série avec l'entrée verticale et on fait varier la fréquence (fig 15 position 2 soit la figure 16). Le schéma équivalent de l'installation est alors celui de la figure 16 A.

En fonction de la fréquence on relève le tableau de variation de hauteur de trait de la figure 16 B, c'est-à-dire, sous une autre forme, la courbe de la figure 16 C.

Lorsque l'affaiblissement est de trois décibels, on a évidemment :

$$R = 1/C_e \omega$$

avec $R = R_1 R_2 / R_1 + R_2$

On trouve facilement $C_e \approx 42 \text{ pF}$ (\pm 5 %) (contre 40 pF fourni par le constructeur.)

Sur l'entrée \times 10 on trouve $C_e \approx 22 \text{ pF}$ (au lieu de 20 pF).

Les résultats sont encore dans ce domaine parfaitement normaux car les mesures effectuées n'ont pas une précision exagérée...

d) Etude de l'amplificateur horizontal

Par le procédé de mesure évoqué lors de l'étude de l'amplificateur vertical, on peut obtenir assez facilement la bande passante de la figure 17 / Pour Afft. 3 dB, $f_{max} = 280 \text{ kHz}$ / Comme le constructeur prévoyait 200 kHz on ne peut que se montrer satisfait.

La sensibilité maximum de cette entrée s'élève à

$$E_{in} = 58 \text{ mm/V} \cdot 10^{11} \text{ V}$$

C'est-à-dire qu'il faut 0,69 V_{eff} pour une déviation horizontale de 40 mm.

En étudiant l'impédance d'entrée de la façon qu'il a été enseigné, on obtient $R_{in} \approx 0,18 \text{ M}\Omega$ à 10 kHz et pour $V_{in} = 1 \text{ V}$. La capacité d'entrée n'a pas été mesurée.

e) Contrôle de la base de temps

Après avoir soigneusement vérifié l'étalonnage en temps de l'axe horizontal, il n'a pas été constaté d'écart d'indication valable.

De plus, la linéarité de la déviation n'a pas été qualifiée celle-ci dépassant nos moyens de mesure.

R. HOUZE

Toutes ces mesures ont été effectuées au Laboratoire de l'Ecole Centrale de T.S.F. et d'Electronique, grâce à la grande obligeance du Directeur, M. Eugène Poirot et à celle du Chef de Laboratoire, M. Mariot. Nous les en remercions bien vivement.