

5. OSCILLOSCOPE

AVEC le multimètre, c'est sans doute l'appareil de mesure le plus utile au laboratoire et sûrement le plus apprécié pour la multiplicité des services qu'il peut rendre, le gain de temps qu'il permet de réaliser dans des conditions d'utilisation relativement simples, de sorte qu'il apparaît comme un instrument indispensable.

L'emploi d'un oscilloscope décuple les possibilités d'investigation. L'examen des caractéristiques de signaux d'allure complexe ou de transitoires est aisé. On peut observer des phénomènes tels que les distorsions, les instabilités, les accrochages, etc. qui seraient passés inaperçus sans l'oscillographie.

Les opérations de mise au point se présentent sous un jour nouveau. C'est bien, en effet, la connaissance de la forme des signaux plus que la connaissance précise de paramètres tels que tension ou courant qui apportera à l'amateur de précieux renseignements sur les qualités propres à un montage.

Si nous prenons l'exemple d'un étage amplificateur audio-fréquences, un simple examen du signal de sortie indiquera si la polarisation est adéquate, le gain satisfaisant, la stabilité sans problèmes, la bande passante suffisante, la distorsion acceptable... On peut imaginer le nombre de mesures et de calculs qu'il aurait été nécessaire de réaliser pour aboutir à un résultat identique sans la présence de ce précieux auxiliaire.

Nous proposons à l'amateur de définir les caractéristiques essentielles de cet appareil, en fonction de ses besoins et de ses... moyens.

CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES AU CHOIX D'UN OSCILLOSCOPE

On peut se poser la question de savoir s'il est préférable de construire soi-même cet appareil ou l'acheter tout fait.

Il peut paraître évident que la première solution est la plus économique, sinon la plus facile. Nous avons pensé proposer quelques appareils de ce type à l'adresse de réalisateurs courageux. Nous signalons, à ce propos, les intéressants articles de Monsieur L. Gilles, « Oscilloscope miniature entièrement transistorisé, équipé d'un tube 902 », Radio-Plans N° 309 et 310. On y trouve, outre un excellent exposé des principes de base, une foule d'indications pratiques de la meilleure tenue.

En fait, au risque de décevoir certains et de faire sourire les techniciens avertis, nous avons finalement estimé que la construction d'un oscilloscope n'est pas à la portée de la majorité des amateurs à qui nous tentons de nous adresser.

Un oscilloscope moderne est, en effet, un appareil assez complexe faisant appel à des composants que beaucoup de lecteurs provinciaux ne pourraient facilement se procurer. En outre, la réalisation mécanique d'une tôle adaptée peut poser quelques problèmes, enfin, il serait souhaitable pour mettre au point cet appareil, de disposer d'un second oscilloscope bien étalonné, ce qui ne va certes pas dans le sens de la facilité!

Nous ne pensons pas qu'il soit

souhaitable de faire la description d'un appareil que seuls quelques privilégiés auraient la possibilité de construire et de régler. Par ailleurs, nous ne voudrions pas sacrifier les performances au profit d'une plus grande facilité de réalisation, car, dans ce cas, l'amateur sera vite lassé d'un appareil sans doute peu esthétique, qui, de toutes façons, ne répondrait pas (ou plus) aux exigences d'une technique évoluée.

Bref, comme nous l'avons fait pour le multimètre, nous proposons au lecteur l'achat d'un appareil neuf, de marque connue, dont les performances soient suffisamment élaborées pour permettre de faire des mesures sérieuses et répétitives, et non l'acquisition d'un gadget amusant pour épater son entourage...

L'effort financier que l'on devra consentir pour faire l'acquisition d'un bon appareil sera largement compensé par la satisfaction qu'il procurera à l'utilisation et par la durée de son service.

Il faut d'ailleurs noter que l'économie que l'on peut réaliser en construisant soi-même cet appareil est quelque peu illusoire surtout si les performances sont poussées. Une exception est à noter : le kit bien conçu, assorti d'une documentation abondante et précise, assurera aux amateurs pas trop maladroits des satisfactions techniques et financières certaines.

Nous passerons donc en revue les qualités propres à un oscilloscope pour amateur et nous indiquerons quelques références commerciales dont le rapport performances/prix nous a semblé intéressant.

ANATOMIE D'UN OSCILLOSCOPE ET RAPPEL DU PRINCIPE DE SON FONCTIONNEMENT

Ce n'est que pour mémoire que nous rappelons les principes de fonctionnement qui doivent être connus de tout amateur qui désire acquérir et utiliser un oscilloscope. Ce n'est pas notre rôle de développer dans ces articles des bases théoriques étendues : nous conseillons aux lecteurs soucieux de compléter leur information dans cette matière, de consulter les ouvrages spécialisés de la presse technique.

On se reportera à la figure 1 qui représente l'organigramme d'un oscilloscope classique.

Les signaux à examiner sont envoyés sur l'entrée V (verticale) vers le préamplificateur V. Celui-ci attaque l'amplificateur vidéo V qui alimente les plaques verticales du tube cathodique.

Le réglage de niveau s'opère généralement par un atténuateur calibré à plots. Un potentiomètre de gain permet d'obtenir un ajustement précis et progressif de l'amplitude de la trace verticale (crête à crête) pour faciliter l'examen du phénomène à observer.

Un réglage de position verticale règle la position de repos du spot en l'absence de tension à l'entrée; il peut exceptionnellement être utilisé pour un décentrage volontaire afin d'observer une partie de la trace.

Les plaques horizontales du tube cathodique reçoivent une tension en dent de scie d'amplitude telle que la totalité de la largeur de l'écran (au moins) soit balayée.

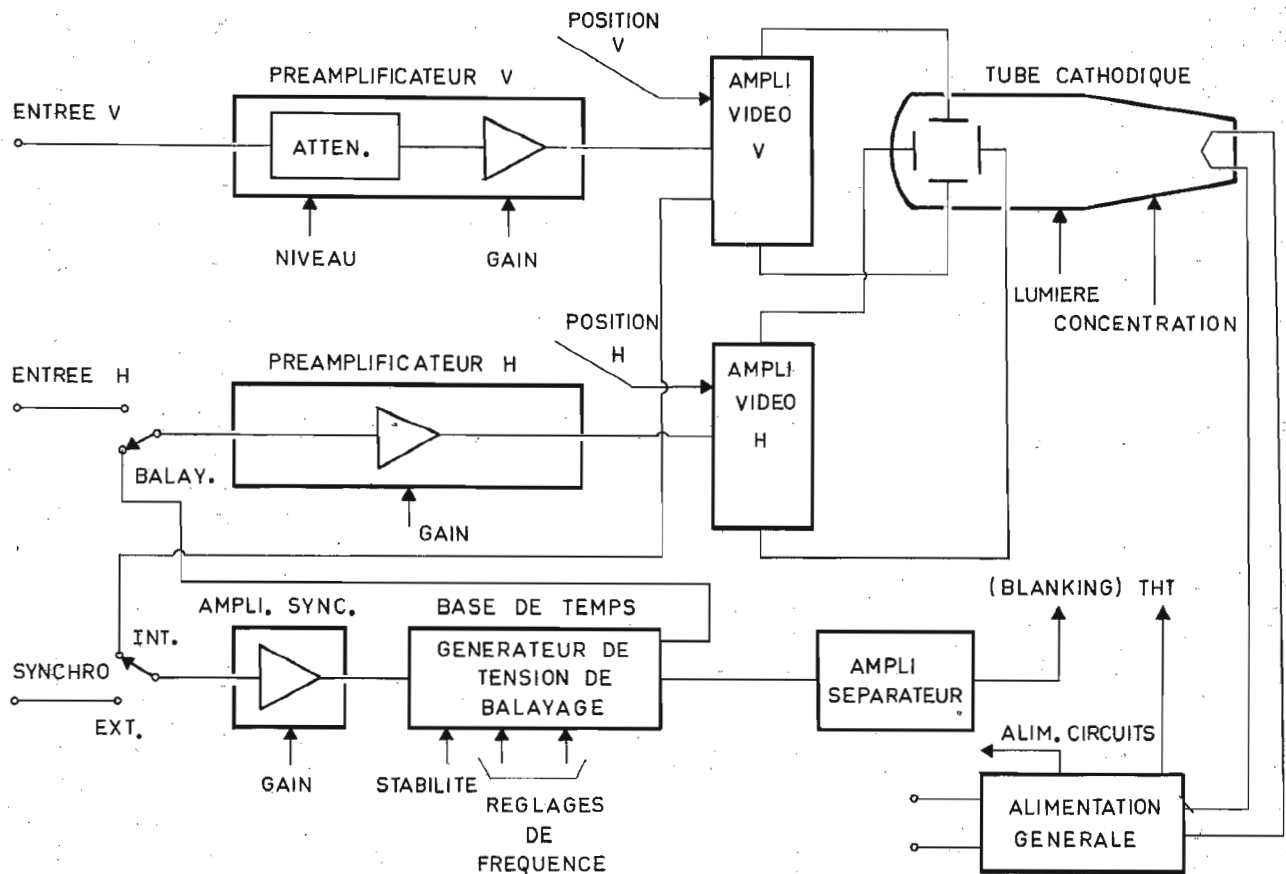


Fig. 1. — Organigramme d'un oscilloscope.

Cette dent de scie est obtenue à partir d'un générateur de tension de balayage (base de temps) dont la vitesse (ou la fréquence de répétition) est réglable depuis la valeur la plus basse (observation de phénomènes lents) à la plus élevée (observation de phénomènes rapides).

Le générateur de tension de balayage est un sous-ensemble important. De lui dépendent la précision et la stabilité de l'observation. Pour que celle-ci soit possible, il est nécessaire que le balayage soit déclenché (ou synchronisé) par la tension à examiner; c'est pourquoi, il existe un amplificateur de synchronisation qui reçoit une fraction de tension prélevée sur l'amplificateur V.

Cette tension est mise en forme et envoyée vers le générateur de tension de balayage; l'amplitude est réglée à la valeur qui permette la meilleure stabilité de l'image.

Si la base de temps est à déclenchement, un réglage de stabilité améliore le fonctionnement du générateur.

La tension en dent de scie est amplifiée par le préamplificateur H et l'amplificateur vidéo H

qui possède un réglage de position horizontale.

Pour éviter que le retour de la trace ne soit visible sur l'écran, ce qui générerait l'observation, on prélève sur la base de temps un créneau en synchronisme avec la tension de balayage (retour de la dent de scie). Cette tension d'effacement ou de blanking est envoyée sur une électrode du tube cathodique à travers un amplificateur séparateur.

Pour élargir les possibilités de l'appareil, on peut utiliser séparément l'amplificateur horizontal (contrôle de modulation d'amplitude, mesure de fréquence par battement, etc.).

On peut également lier le balayage à un phénomène extérieur (synchro. extérieure) indépendamment de l'amplitude du signal à observer.

La qualité de la trace sur l'écran du tube cathodique est réglée par les boutons « lumière » et « concentration » dont il est superflu de rappeler les rôles.

L'alimentation comprend trois sources :

— une alimentation continue destinée à l'ensemble des circuits

(plusieurs tensions réglées sont parfois nécessaires pour les circuits à semi-conducteurs),

— une alimentation THT de plusieurs kilovolts pour le tube cathodique et éventuellement une tension supplémentaire d'accélération,

— une tension alternative indépendante pour le chauffage du tube cathodique (enroulement à fort isolement du transformateur d'alimentation).

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES D'UN OSCILLOSCOPE

Plus que pour tout autre appareil, il est nécessaire de connaître les possibilités (correspondant à des besoins précis) d'un oscilloscope que l'on désire acquérir.

Globalement, on peut définir deux classes d'appareils, suivant la configuration de la base de temps :

— les appareils du type « relaxé » : ce sont les plus simples. Le générateur de dent de scie peut être synchronisé en fréquence sur le phénomène à observer.

Dans ce cas, la trace horizontale n'est pas étalonnée en durée. On peut apprécier cette dernière en régime synchronisé si la fréquence de récurrence du signal vertical est connue. Dans le cas contraire, on en a seulement une idée grossière : ceci peut être sans grande importance si c'est seulement l'allure du signal qui est prise en considération, ce qui correspond à l'utilisation la plus fréquente. Ce type d'appareil est d'un prix généralement abordable (moins de 1 500 F);

— les appareils à base de temps déclenchée. Dans ce cas, la dent de scie a une pente précise, fixée par l'opérateur, quel que soit le signal de synchronisation, de sorte qu'à chaque segment de trace de longueur donnée correspond une durée déterminée. C'est ainsi que l'on obtient une échelle horizontale que l'on peut très facilement étalonner en temps (par exemple, 1 milliseconde par division). Ce type d'appareil permet donc d'apprécier avec précision, outre l'amplitude et la forme du signal, sa durée ou sa fréquence. Le prix de cet oscilloscope est, en général,

plus élevé que le précédent. La diffusion accrue de ce type d'appareil rend son prix relativement abordable (1 500 à 3 000 F). Il peut être assez cher (supérieur à 4 000 F) si d'autres perfectionnements sont ajoutés (large bande passante avec grande sensibilité, double trace, ligne à retard, tiroirs amovibles...

Il est assez difficile de proposer un choix si le domaine d'activités n'est pas clairement défini. Pour situer les choses, on peut établir que toutes les manipulations habituelles en basse et moyenne fréquence jusqu'à 1 MHz, y compris l'analyse de la forme de signaux complexes peuvent s'opérer avec un oscilloscope à base de temps à relaxation.

Les amateurs qui pratiquent les circuits impulsions pour lesquels le temps est un paramètre essentiel (circuits digitaux, mesure de temps de montée, de durée, de déphasage, etc.) ou les circuits à fréquence élevée (jusqu'à 10 MHz) devront choisir un appareil à base de temps déclenchée.

En fait, les amateurs qui souhaiteraient développer progressivement leurs travaux et qui ne seraient pas trop limités dans leur budget auraient intérêt à acquérir, dès le départ, un oscilloscope déclenché à large bande dont les performances répondront toujours à leurs aspirations et leur éviteront un changement (onéreux) d'appareil dès que des résultats supérieurs seront recherchés.

Bien que les appareils équipés de tubes électroniques aient des performances très satisfaisantes et soient parfois assez bon marché (modèles à relaxation), nous ne recommandons pas leur achat en raison des calories qu'ils dégagent... Avec une dissipation bien moindre et une fiabilité accrue, on obtiendra plus de satisfactions d'un oscilloscope équipé de semi-conducteurs : les bons transistors vidéo donnent pratiquement les mêmes résultats que les tubes électroniques pour ce qui concerne le gain, la bande passante, la dynamique (amplitude de balayage) et même le bruit; les F.E.T. permettent d'obtenir des impédances élevées à l'entrée et les circuits intégrés rendent le fonctionnement des bases de temps très stable en amplitude, en durée et en linéarité.

Le tube cathodique est un élément déterminant important pour le choix de l'appareil. Les dimensions de l'image doivent être suffisamment grandes pour autoriser une observation confortable du signal : il est préférable d'adopter

un diamètre égal ou supérieur à 7 cm (image de 4 × 5 cm).

Les grands diamètres sont attrayants mais nécessitent de telles performances des amplificateurs vidéo qu'il ne faut pas espérer obtenir une bande passante importante sur les appareils courants.

Les tubes rectangulaires ont des performances poussées pour le volume qu'ils occupent; les appareils qui en sont équipés ont en général des prix élevés.

Un bon compromis peut résulter de l'adoption d'un format d'image de 6 × 10 cm obtenu avec un tube de 12,5 cm de diamètre (tube 5 inches à écran plat).

Certains tubes possèdent une électrode de post-accelération. Ils procurent un accroissement de luminosité appréciable pour l'observation de phénomènes très rapides.

L'éclairage d'un réticule gravé améliorera la lisibilité. Un écran vert associé au spot de même couleur augmente le contraste et favorise l'examen de la trace en lumière ambiante.

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES PARTICULIÈRES

Amplification verticale :

Le préamplificateur vertical et l'amplificateur vidéo associé déterminent, par leurs caractéristiques, la sensibilité et la bande passante de l'appareil.

Compte tenu des possibilités actuellement offertes par les composants modernes, on peut obtenir des performances assez exceptionnelles sur les modèles professionnels. L'amateur recherchera une sensibilité meilleure que 100 mV crête à crête par division verticale pour une bande passante de 5 MHz, ce qui correspond à des caractéristiques minimales pour un appareil sainement conçu.

Avec une largeur de bande de 10 MHz à +/- 3 dB et une sensibilité de 50 mV, on pourra réaliser des mesures significatives sur des montages élaborés.

L'étalonnage de la sensibilité de l'amplificateur vertical est un perfectionnement très apprécié. Dans le cas où l'atténuateur d'entrée n'est pas calibré, on pourra ajuster sa sensibilité à une valeur précise par l'utilisation d'un générateur de signaux étalonnés (voir à ce sujet l'article intitulé « Calibrateurs pour oscilloscopes » dans le N° 1414 du Haut-Parleur). Ce

générateur est parfois incorporé à l'appareil.

Un autre perfectionnement recherché est la possibilité de passer le continu, ce qui permet :

— d'examiner les signaux de tension variable superposés à une tension continue,

— d'apprécier la valeur d'une tension continue ou variant très lentement.

Dans le cas où, seule, la composante alternative doit être observée, on doit pouvoir insérer un condensateur en série avec l'entrée afin d'éliminer le continu. Une solution heureuse est présentée par les appareils qui possèdent une commutation à trois positions : continu / zéro / alternatif. La position intermédiaire sert à vérifier la position de repos de la trace (on met à la masse l'entrée verticale) pour apprécier ensuite l'amplitude du signal mesuré.

La réponse de l'amplificateur aux transitoires est très importante. Le temps de montée, qui dépend en grande partie de la bande passante, sera aussi court que possible. Une valeur de 0,1 μ s doit être considérée comme maximale. Le rebondissement (overshoot), parfois observé sur les appareils surcompensés en vidéo, est un défaut qui peut apparaître comme réhibitoire s'il est trop marqué : en principe, il ne devrait pas être décelable sur un appareil correct, ce qui implique une conception très soignée des étages vidéo, et un réglage précis de l'atténuateur (calibré ou non) compensé en fréquence.

L'impédance d'entrée se compose d'une résistance dont la valeur sera égale ou supérieure à 1 M Ω en parallèle avec un condensateur inférieur à 35 pF. La connaissance précise des termes R et C est importante puisqu'elle interviendra dans la forme des signaux observés et déterminera les caractéristiques du circuit de mesure (sonde) des signaux à spectre étendu.

L'isolement de l'entrée, enfin, sera tel que l'on puisse mesurer, sans risque de détérioration, les signaux alternatifs de la plus faible amplitude superposés à une tension continue de 500 V au moins, ou des signaux alternatifs de 250 V eff.

Amplification horizontale

Destiné, le plus fréquemment, à amplifier la tension en dent de scie

de la base de temps, l'amplificateur horizontal a des caractéristiques sensiblement moins poussées que celles de l'amplificateur vertical.

En effet, la fréquence la plus élevée est déterminée par la rapidité du balayage, en tenant compte du fait que, seule, la partie linéaire de la dent de scie est à prendre en considération.

Une bande passante de 5 Hz à 200 kHz peut convenir sur un appareil courant. L'amplitude du signal à la sortie du générateur de tension de balayage est telle que la sensibilité de l'amplificateur n'a pas besoin d'être élevée : de l'ordre de 0,5 V crête à crête, ou mieux.

Si l'on utilise séparément l'amplificateur horizontal, la connaissance de ses caractéristiques d'impédance d'entrée est intéressante. On admettra une résistance d'entrée d'au moins 100 k Ω en parallèle avec un condensateur inférieur à 50 pF.

Base de temps

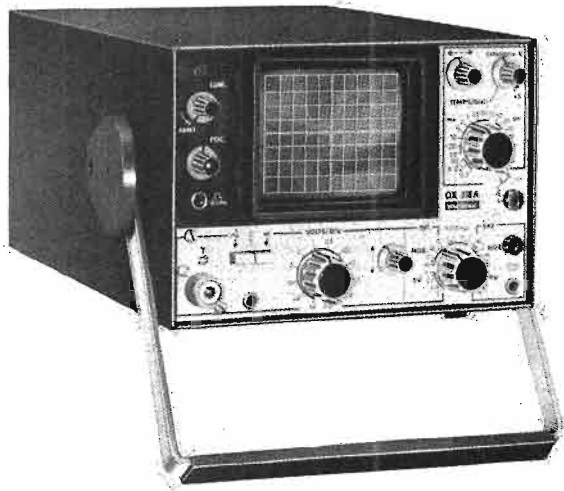
Pour un générateur relaxé, on admettra des fréquences de balayage depuis 5 Hz jusqu'à plus de 200 kHz pour un appareil simple couvrant la plupart des besoins en basse fréquence (quelques Hz à 1 MHz).

Avec une bande passante supérieure, on établira une proportionnalité de façon que la fréquence de récurrence la plus haute de la dent de scie ne soit pas inférieure au cinquième de la fréquence la plus haute transmise par l'amplificateur vertical.

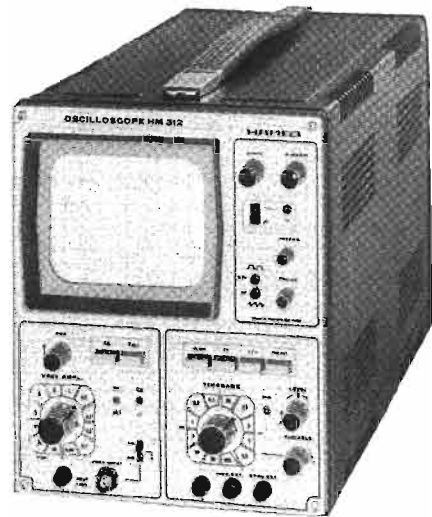
La présence d'un vernier de réglage de la fréquence en complément du commutateur classique est indispensable.

Les bases de temps déclenchées qui équipent les appareils de performances poussées, sont, de façon générale, assez bien conçues surtout lorsqu'elles utilisent des semi-conducteurs. Leurs caractéristiques sont telles qu'elles permettent de couvrir les besoins les plus larges de l'amateur.

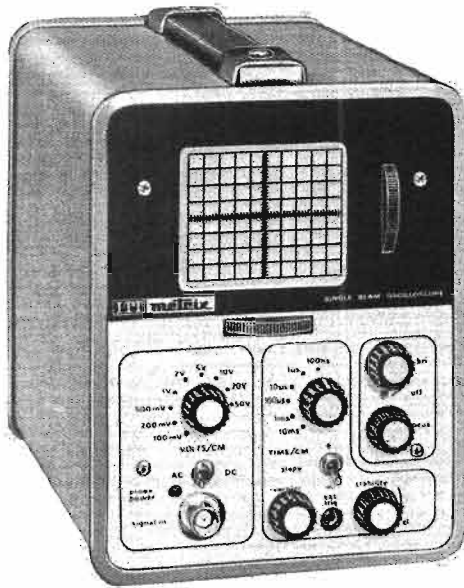
Pour fixer les idées, indiquons les valeurs extrêmes typiques : 1 sec. à 1 μ s pour la totalité de l'écran, soit, si la largeur de l'écran est, comme cela est souvent le cas, partagée en 10 divisions, de 100 ms à 100 ns par division. Ces valeurs sont généralement obtenues sur tous les appareils de ce type au moyen d'un commutateur à plots complété par un vernier dont la position extrême correspond à la calibration.



ITT/METRIX OX 318A.



Oscilloscope Hameg HM 312.



Oscilloscope ITT/METRIX MSB 101.



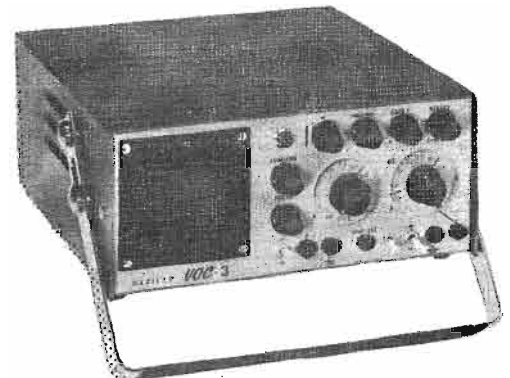
Oscilloscope Heathkit 10-103.

Pour agrandir un signal observé sur l'une des positions du commutateur de base de temps, il est très utile de disposer d'un système dit « loupe électronique » qui élargit le balayage de 2,5, ou 10 fois, étendant ainsi d'autant les possibilités de mesure.

La sensibilité du déclenchement sera ajustée par une commande qui permette une très bonne progressivité, de façon à se situer très près du seuil, point de réglage idéal pour assurer une bonne linéarité du balayage. Cette commande pourra utilement être complétée par un réglage de stabilité. Le seuil le plus sensible sera obtenu, en synchronisation interne (+ ou -), avec un signal de très fai-

ble amplitude (moins de 5 mm crête à crête).

Enfin, toute base de temps déclenchée doit pouvoir fonctionner en l'absence de tension de synchronisation (balayage automatique), de façon à ce qu'une trace apparaisse sur l'écran pour effectuer les réglages de concentration, de lumière et de position en l'absence de signal. Ce mode de fonctionnement obtenu sur une position extrême du potentiomètre de synchronisation ou de stabilité, apparente la base de temps déclenchée à une base de temps relaxée (position « free running »). Il va de soi que les bases de temps à relaxation ont la même propriété de pouvoir fonctionner avec ou sans synchronisation.



Oscilloscope VOC 3.

On trouvera, résumées sur un tableau, les caractéristiques essentielles que nous avons citées.

EXEMPLES DE RÉALISATIONS COMMERCIALES

Les renseignements qui figurent ci-après sont dénués de toute intention commerciale. La liste des appareils cités ne saurait être exhaustive.

La figure 2 représente quelques modèles d'oscilloscopes transistorisés de références connues, dont les caractéristiques correspondent aux besoins d'amateurs chevronnés.

ITT/Metrix propose un choix de modèles dont deux semblent convenir à des utilisateurs non professionnels, bien que leur prix, justifié par une remarquable robustesse, soit un peu au-dessus des moyens habituels de cette clientèle.

Le modèle MSB 101, très léger et de très petites dimensions (117 x 152 x 203 mm), a une bande passante de 0 à 8 MHz pour une sensibilité de 100 mV par cm. Il offre toutes les possibilités d'un appareil à base de temps déclenchée. L'image est de 5 x 4 cm, la vitesse de balayage va de 100 ns/cm à 10 ms/cm en 6 gammes.

Le modèle OX318 A qui utilise un tube rectangulaire de 10 cm de diagonale à post accélération a des caractéristiques très poussées puisque son amplificateur vertical a une sensibilité de 10 mV à 50 V/div. avec une bande passante de 0 à 15 MHz. La vitesse du balayage déclenché va de 0,5 s à 0,5 μ s/div. avec une loupe X 5.

Heathkit dont les appareils sont connus dans le monde entier, offre deux modèles dont le prix est, compte tenu des performances, très attrayant (surtout en kit) :

L'oscilloscope de service IO 102, très économique, est un modèle relaxé à écran de 6 x 10 cm. Sa sensibilité verticale est meilleure que 30 mV/cm pour une bande de 0 à 5 MHz. La fréquence de balayage va au moins de 10 Hz à 500 kHz. La stabilité de la base de temps est assez remarquable.

Plus élaboré que le précédent, le modèle IO 103, un des plus intéressants du marché, est un oscilloscope déclenché de 100 ms à 100 ns/cm +/- 5 %, avec une loupe X 2. La sensibilité va de 50 mV/cm à 20 V/cm pour une bande passante de 0 à 10 MHz

avec 3 cm de déflexion verticale. L'écran plat 5DEP1F de 5" permet la présentation d'une image de 6 x 10 cm. Ce modèle qui comporte plus de 50 transistors et un circuit intégré est fourni tout monté ou en kit, avec une notice d'assemblage détaillée de 120 pages.

La firme Hameg propose un choix très important d'oscilloscopes dont le rapport qualité/prix est très élevé.

Le modèle HM 207 relaxé, de dimensions réduites a une excellente sensibilité (50 mV/cm) pour une bande passante de 0 à 8 MHz. L'atténuateur d'entrée est étalonné et compensé, il comporte 12 positions. La fréquence de balayage va de 10 Hz à 500 kHz en 7 gammes. La synchronisation est particulièrement efficace.

Sans équivalent pour son prix (voisin de 2 000 F), le modèle HM 312 est cependant très élaboré. Il possède une sensibilité de 50 mV/cm (bande 0 à 15 MHz) ou de 5 mV/cm (0 à 10 MHz). La base de temps déclenchée de 0,3 s à 0,3 μ s/cm est extrêmement stable et précise. Une loupe X5 permet d'obtenir jusqu'à 60 ns/cm. L'image obtenue est contenue dans un rectangle de 8 x 10 cm. Une gamme très complète d'accessoires peut être fournie (sondes, commutateur électronique, appareil de prise de vues...).

Signalons également d'autres réalisations intéressantes à des prix attrayants :

- L'oscilloscope VOC 3 (0 à 5 MHz, 5 mV/div., déclenché de 1 s à 1 μ s/div., tube de 7 cm).

- Les oscilloscopes déclenchés de Rédelec : OR 300, 773, 777, 795.

- Les oscilloscopes Mabel à simple ou double trace, etc.

COMPLÉMENTS UTILES : LES SONDES

L'utilisation d'un oscilloscope ne peut s'envisager sans une sonde de mesure.

Contrairement à ce qui se rapporte au multimètre classique, les cordons ou la sonde de mesure influent très largement sur la forme des signaux à observer et il convient de choisir avec soin le modèle de sonde qui convient à chaque utilisation.

Nous avons représenté sur la figure 3 les modèles les plus courants de sondes utilisées en liaison avec un oscilloscope.

Pour les mesures effectuées en basse fréquence et sur des impédances faibles, la sonde directe (Fig. 3a) comprenant un câble blindé coaxial convient parfaitement. Sa longueur sera de 60 à 70 cm. Elle sera terminée par une pointe de touche et un cordon de masse de 15 cm environ à l'extrémité duquel sera soudée une pince crocodile miniature.

Si la fréquence croît, la capacité d'entrée de l'oscilloscope (de 15 à 35 pF) devient prédominante par la diminution de sa réactance (un condensateur de 30 pF présente une réactance de 5 000 Ω seulement à 1 MHz!). Ce phénomène est accru si, à la capacité des bornes d'entrée s'ajoute la capacité du coaxial de mesure (valeur typique 100 pF/mètre).

Afin d'obtenir des résultats satisfaisants aux fréquences élevées, on a été amené à utiliser un dispositif de sonde à faible capacité possédant son propre circuit de compensation (Fig. 3b). La résistance R_s (10 M Ω) est choisie de façon à ce que la tension soit atténuée de 10 en basse fréquence, ce qui est obtenu si la résistance d'entrée R_e est de 1 M Ω environ (R_p peut être utilisée pour attein-

dre cette valeur si la résistance propre de l'entrée est supérieure à 1 M Ω). Le condensateur C_s est réglé de façon que le rapport C_s/C_e soit égal à R_e/R_s . Le réglage de cette compensation est réalisé pour une transmission optimale d'un signal rectangulaire (sans traînée ni dépassement).

Si l'on admet que C_e est voisin de 100 pF (coaxial compris), la valeur de C_s sera voisine de 10 pF et la capacité à l'entrée de 12 pF environ (jusqu'à 10/15 MHz environ).

Un autre cas d'utilisation est celui de la mesure d'une tension de modulation d'un signal à très haute fréquence. Ce dernier ne peut être visualisé directement par l'oscilloscope. On utilise alors une sonde démodulatrice qui comporte une diode germanium et un filtrage sommaire. La tension basse fréquence (20 Hz à 6 kHz) est fidèlement restituée, ce qui permet de faire des mesures sur des circuits amplificateurs à haute fréquence.

Ainsi, on peut imaginer un nombre important de sondes de mesure adaptées à des besoins spécifiques : abaisseur d'impédance, amplificateur aperiodique

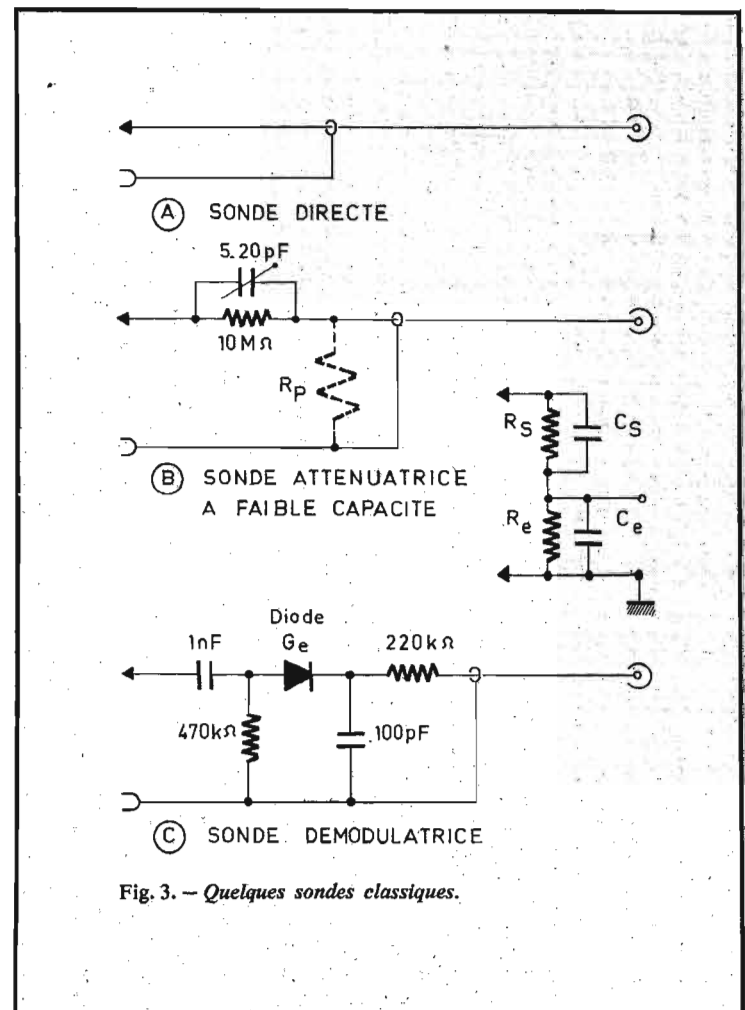


Fig. 3. — Quelques sondes classiques.

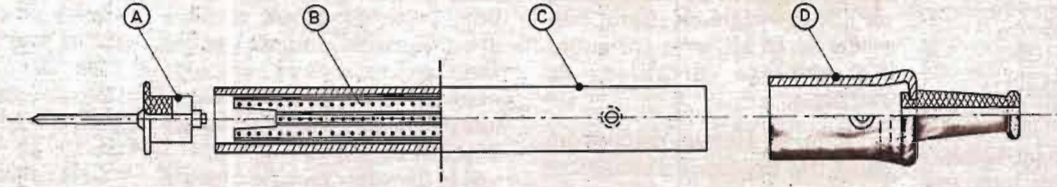


Fig. 4. — Réalisation pratique d'une sonde.

ou sélectif... etc. L'amateur pourra construire facilement cet accessoire.

Nous présentons sur la figure 4 un exemple de réalisation pratique, économique.

La sonde comporte un corps C en tube de cuivre de 10 x 12 mm (plomberie) de 120 mm de long. Le câblage sera réalisé sur une portion de circuit Veroboard B (3 bandes au pas de 2,5 ou 2,54 mm)

de 9,5 mm de large. L'extrémité de sonde A est formée d'une pointe de touche de 2 mm vissé sur un cylindre isolant en araldite ou similaire (barre de 12 mm) alésé à 10 mm pour entrer à force dans le tube C jusqu'à un épaulement. La partie arrière D de la sonde comprend un capot de connecteur DIN dont l'intérieur aura été limé pour entrer sur l'extrémité postérieure du tube. Une vis de fixation assure le maintien de ce capot.

La bande imprimée offre l'avantage de pouvoir être adaptée à tous les cas de figure courants sans difficultés. La connexion de masse pourra être fixée sous la vis du capot ou ressortir du canon de caoutchouc du connecteur DIN après avoir été soudée sur la tresse du coaxial.

(à suivre)

J. C.

RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES MINIMALES D'UN OSCILLOSCOPE POUR UN LABORATOIRE D'AMATEUR

AMPLI VERTICAL

Sensibilité :

- meilleure que 100 mV crête à crête par division,
- isolement ≥ 500 V continus,
- V alt. max. = 250 V eff. (isolement).

Bande passante :

- O (continu) ou 5 Hz à 5 MHz (± 3 dB).

Impédance d'entrée :

- $R \geq 1$ M Ω ,
- $C \leq 35$ pF.

Temps de montée :

- inférieur à 100 ns,
- rebondissement nul.

AMPLI HORIZONTAL

Sensibilité :

- meilleure que 500 mV crête à crête par division.

Bande passante :

- O (continu) ou 5 Hz à 200 kHz (± 3 dB).

Impédance d'entrée :

- $R \geq 100$ k Ω ,
- $C \leq 50$ pF.

BASE DE TEMPS

Relaxée :

- de moins de 5 Hz à plus de 200 kHz,
- réglage par bonds et vernier.

Déclenchée :

- au moins :
1 sec. à 1 μ s pour toute la largeur de l'écran,
- réglage par bonds et vernier,
- loupe x 2 au moins,
- seuil de déclenchement pour 5 mm de hauteur verticale (au plus),
- synchro + et —,
- position de balayage auto.

DIVERS

- Transistorisation intégrale,
- diamètre tube ≥ 7 cm,
- reticule gravé,
- possibilité d'utiliser l'amplificateur H séparément,
- calibre interne,
- possibilité de synchronisation extérieure.

BRAULT R. - COMMENT CONSTRUIRE BAFLES ET ENCEINTES ACOUSTIQUES

(6^e édition). — Généralités. Le haut-parleur électrodynamique. Fonctionnement électrique du haut-parleur. Fonctionnement mécanique du haut-parleur. Baffles ou écrans plans. Coffrets clos. Enceintes acoustiques à ouvertures. Enceintes « Bass-Reflex ». Enceintes à labyrinthe acoustique. Enceinte à pavillon. Enceintes diverses. Réalisations pratiques d'enceintes et baffles. Adaptation d'une enceinte « Bass-Reflex » à un HP donné. Enceinte à labyrinthe. Réglage d'une enceinte acoustique. Conclusion. Haut-parleurs couplés à l'aide d'un filtre. Filtres.

Un volume broché, format 15 x 21, 112 pages. Prix 19 F

En vente à la

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO

43, rue de Dunkerque, 75010 PARIS

Tél. : 878-09-94/95 - C.C.P. 4949-29 PARIS

(Aucun envoi contre remboursement - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande)

PETITS INSTRUMENTS ÉLECTRONIQUES DE MUSIQUE par F. JUSTER

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES

Tableau des notes musicales et des fréquences. - Générateur universel avec vibrato pour orgues monodiques - Oscillateur de vibrato - Mélangeur-amplificateur-formant. - Générateur de signaux rectangulaires avec vibrato. - Générateur d'orgue monodique simple. - Ensembles multi-monodiques. - Les instruments à vent. - Flûte normale. - Petite flûte. - Flageolet ou Pifferari. - Hautbois. - Cor anglais. - Hautbois d'amour. - Basson. - Contrebasson et sarrusophone. - Clarinette. - Clarinette-alto. - Clarinette-basse. - Saxophone. - Exemples d'instruments à vent : saxophones, cor anglais, clarinette. - Trombone à coulisse électronique. - Variante avec 2 octaves et 3 gammes. - Accordéon électronique. - Instruments à cordes. - Instruments à cordes avec générateurs électromagnétiques. - Instruments électroniques à cordes. - Contrebasse. - Violoncelle. - Alto. - Violon. - Instruments spéciaux. - Thérémine à transistors. - Thérémine dansant. - Percussion, tambour, bango, blocs, etc. - Filtres à timbres à 262 000 combinaisons.

Un volume broché de 136 pages. - Format 15 x 21. - Couverture 4 couleurs, vernis - Prix : 20 F

En vente à la

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO

43, rue de Dunkerque, 75010 PARIS

Tél. : 878-09-94/95 - C.C.P. 4949-29 PARIS

(Aucun envoi contre remboursement - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande)