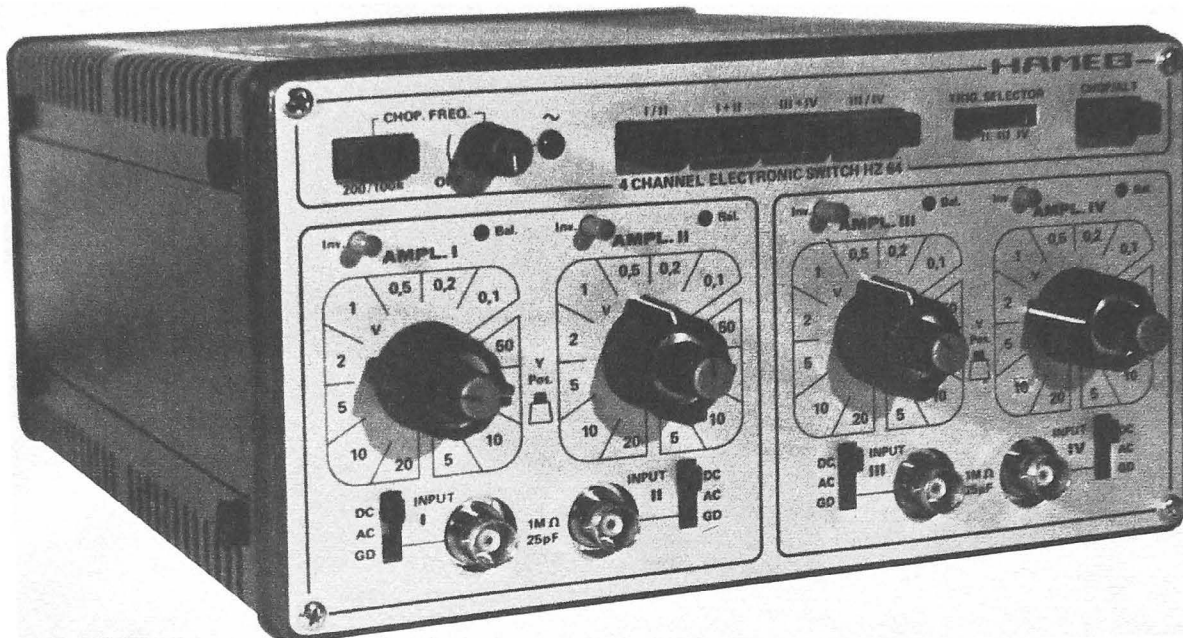


# COMMUTATEUR A 4 CANAUX



## HAMEG HZ 64

LES établissements Hameg sont bien connus pour leur production d'oscilloscopes, dont plusieurs modèles ont été déjà présentés dans nos colonnes. Par contre, on voit moins souvent, chez les annonceurs, le commutateur à quatre canaux, objet de la présente étude.

Il s'agit d'un appareil de hautes performances, puisqu'il offre une bande passante de 50 MHz, avec un temps de montée propre de 7 ns. Le commutateur HZ64 s'adapte à tout oscilloscope doté d'une entrée continue, et d'une sensibilité au moins égale à 50 mV/cm : à partir d'un canal de l'oscilloscope ainsi complété, on peut alors disposer de quatre canaux.

Naturellement, l'appareil Hameg HZ 64 s'harmonise tout particulièrement avec

l'oscilloscope Hameg HM512-7, déjà présenté dans la revue (Le Haut-Parleur n° 1639), et offrant, lui aussi, une bande passante de 50 MHz.

### I - Présentation générale du commutateur HZ64

L'esthétique s'apparente à celle de toute la gamme Hameg : corps habillé d'une tôle ajourée de teinte grise, face avant en aluminium sérigraphiée en noir, repérage extrêmement clair et fonctionnel des divers réglages.

En liaison avec un oscilloscope mono-courbe, le commutateur HZ64 permet l'affichage simultané de 2 à

4 canaux. Naturellement, avec un oscilloscope à double trace, et deux commutateurs, on peut atteindre le nombre impressionnant de 8 canaux. Inutile pour certaines catégories d'applications, cette performance se révèle par contre fort agréable, et efficace, lors de l'étude des circuits logiques.

Différents types de fonctionnement peuvent être exploités, tant en ce qui concerne la procédure de découpage (mode découpé ou mode alterné), que la répartition des traces (utilisation de 2 ou de 4 canaux). Il est également possible d'ajouter, ou de retrancher, les signaux pris deux à deux, sur les entrées I et II d'une part, et sur les entrées III et IV d'autre part. Enfin, bien entendu, la synchronisation ou le déclenchement de l'oscilloscope d'affichage, peut être

commandé, au choix, à partir de l'un quelconque des signaux d'entrée.

### II - Analyse des commandes

L'examen du rôle de chaque commande de la façade, nous donnera l'occasion de mieux expliciter les diverses possibilités de cet appareil.

Comme il est d'usage chez le constructeur, la façade (photographie de la fig. 1) est découpée en secteurs, donc chaque regroupe des réglages s'applique à la même fonction. Nous les avons référencés A, B, et C.

Les groupes A et B jouent des rôles identiques, l'un pour

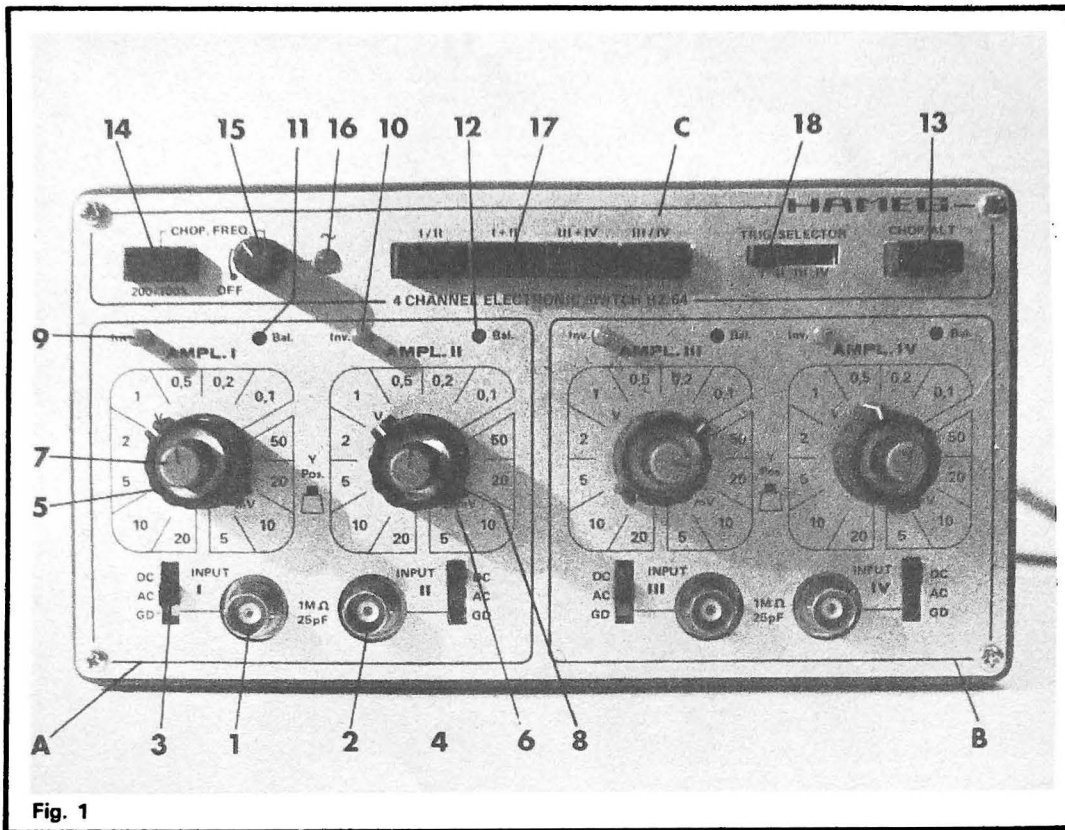


Fig. 1

les canaux I et II, l'autre pour les canaux III et IV. Nous nous limiterons donc à l'examen du secteur A.

Puisque deux canaux s'y trouvent rassemblés, on dispose évidemment de commandes répétées à deux exemplaires, et d'abord les bornes d'entrée (1) et (2), de type BNC. Les commutateurs (3) et (4) permettent soit de placer l'entrée correspondante à la masse, soit de la mettre en service avec transmission de la composante continue (position DC), on en éliminant celle-ci pour ne garder que la composante alternative (position AC).

Les atténuateurs verticaux (5) et (6), offrent 12 positions échelonnées selon la progression 1, 2, 5 habituelle. Naturellement, la sensibilité réelle dépend du réglage de la sensibilité de l'oscilloscope associé. L'étalonnage du commutateur HZ64, est effectué pour un oscilloscope offrant une sensibilité de 50 mV/cm. Dans ce cas, la meilleure sensibilité possible, pour l'ensemble commutateur/oscilloscope, devient 5 mV/division, les préamplificateurs du commutateur introduisant un gain de 10 en tension.

Par une augmentation de la

sensibilité propre de l'oscilloscope, on peut améliorer le résultat global: les déviations atteindront par exemple 0,5 mV/division, si l'oscilloscope est réglé sur 5 mV/division, et il faudra diviser par un facteur 10, les lectures des performances, particulièrement pour ce qui concerne le rapport signal/bruit.

Concentriquement aux commutateurs de sensibilité, l'opérateur dispose des commandes de cadrage vertical (7) et (8), qui permettent donc de

positionner séparément chaque canal, sur l'écran.

Un poussoir sur chaque canal, du type bistable (5 et 10) permet de changer le signe du signal dirigé vers la sortie. Cette possibilité se révèle particulièrement commode, en association avec la commande d'addition des canaux pris deux à deux, puisqu'elle autorise la réalisation d'une somme algébrique, donc d'une différence.

Sur chaque préamplificateur, enfin, un potentiomètre ajustable multitours, accessible à travers un trou de la façade (11 et 12), sert à reprendre d'éventuelles dérives apparaissant au cours du temps.

Le groupe C des commandes rassemblées à la partie supérieure de la façade, contient tout ce qui régit les modes de découpage et la combinaison des divers signaux. Les deux modes classiques, en découpé ou en alterné, sont sélectionnés par le poussoir (13). En mode découpé, l'opérateur a le choix de la fréquence, en deux gammes (commutateur 14), avec réglage continu à l'intérieur de chaque gamme, par le potentiomètre (15). Ce dernier est couplé à l'interrupteur général de mise sous tension, et voisin du voyant 16.

Les quatre poussoirs (17), au centre de ce panneau, sélectionnent les canaux en service, et leur éventuelle combinaison (somme ou différence). On peut donc travailler soit avec deux canaux (I/II ou III/IV), soit avec les quatre voies simultanément, soit en ajou-

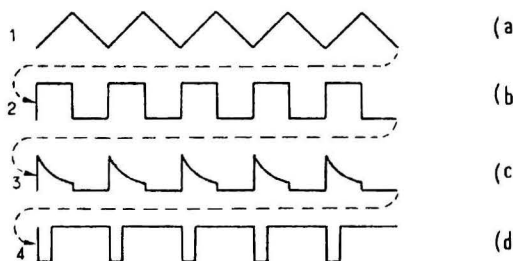


Fig. 2

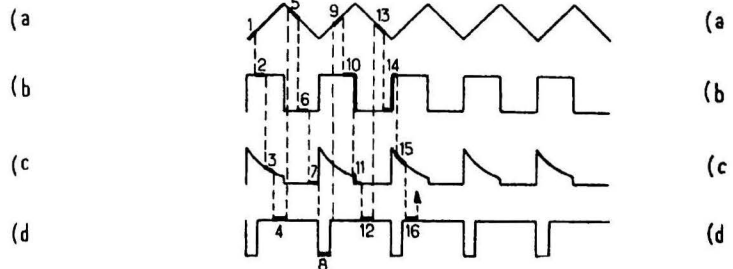


Fig. 3

tant algébriquement les canaux I et II d'une part, et III et IV d'autre part.

Enfin, la synchronisation du balayage de l'oscilloscope, est possible à partir de l'un quelconque des quatre signaux appliqués sur les entrées du commutateur. Le choix s'effectue par l'intermédiaire du sélecteur à poussoirs (18).

### III - Choix du mode et de la fréquence de découpage

Un premier choix à effectuer, réside dans le mode du découpage, ce qu'illustrent les figures 2 et 3. Le fonctionnement est dit « alterné » dans le cas de la figure 2, parce que chacune des traces, est affichée dans son intégralité pendant un quart du cycle complet. Les « échantillons » successifs sont donc les signaux a, b, c et d de la figure 3, qui se suivent dans l'ordre des numéros 1, 2, 3 et 4. Le passage d'une trace à la suivante, maté-

rialisé par les lignes pointillées de la figure, coïncide avec le retour du spot.

Un tel découpage ne peut convenir que pour des balayages rapides, et s'applique donc à l'observation des phénomènes de fréquence élevée. En effet, aux basses fréquences, les persistances tant de l'écran du tube cathodique, que des impressions lumineuses sur la rétine, ne suffisent plus à donner la sensation d'un phénomène continu, et on voit clignoter les oscillogrammes.

Le principe du deuxième mode, dit « découpé » (ou chopped), correspond au cas de la figure 3. Les échantillons, cette fois, sont prélevés pendant des durées très inférieures à chaque période de la base de temps. Ils se succèdent dans l'ordre des numéros de la figure, où les tracés pointillés verticaux, correspondent aux transitions rapides du spot, d'une trace à l'autre.

Comme le montre l'exemple volontairement mauvais de la figure 3, le choix d'une fréquence de découpage insuffisante mène à une succession trop espacée d'échantillons, et

à une grosse perte d'information. Pratiquement, on devra donc jouer sur le commutateur 14 et sur le potentiomètre 15 (se reporter à la fig. 1) jusqu'à obtenir la sensation d'un tracé continu.

### IV - Les problèmes de bande passante

Les circuits propres du commutateur HZ64 offrent, sur chaque entrée, une bande passante de 50 MHz à 3 dB. Toutefois, comme l'appareil ne peut s'utiliser, évidemment, qu'en liaison avec un oscilloscope, on ne devra pas perdre de vue, lors de l'examen de phénomènes rapides, que la bande passante résultante est inférieure à celle de chacun des constituants de la chaîne.

Plus précisément, on pourrait démontrer la relation que nous nous contenterons de rappeler ici, et qui donne la limite supérieure F de la fréquence transmise par l'ensemble, avec une atténuation de 3 dB, en fonction des fréquences

de coupure F<sub>1</sub> du commutateur d'une part, et F<sub>2</sub> de l'oscilloscope, d'autre part.

$$F = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{F_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{F_2}\right)^2}}$$

Associé à l'oscilloscope HM512-7, présentant lui-même une bande passante de 50 MHz, le commutateur HZ 64 conduira à une fréquence de coupure de 35 MHz environ.

### V - La synchronisation de l'oscilloscope

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour synchroniser l'oscilloscope. Le plus simple, consiste à utiliser l'un des signaux affichés, en sélectionnant le canal de déclenchement par le commutateur (18) de la figure 1.

Mais on peut aussi utiliser un signal de synchronisation externe, qui sera appliqué, sur l'oscilloscope, à la place de la sortie de synchronisation du commutateur.

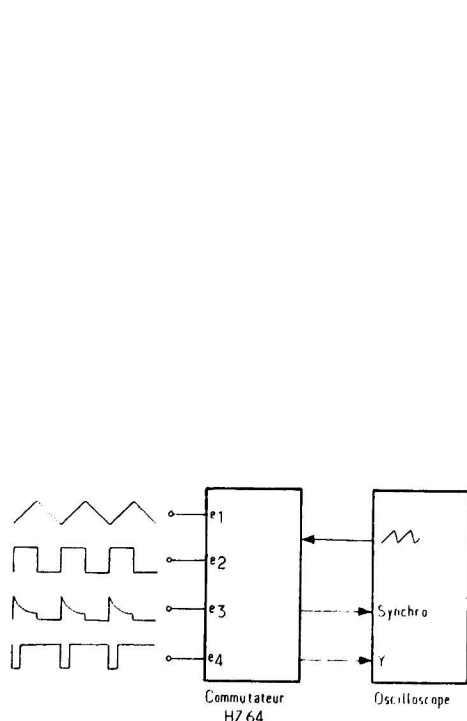


Fig. 4

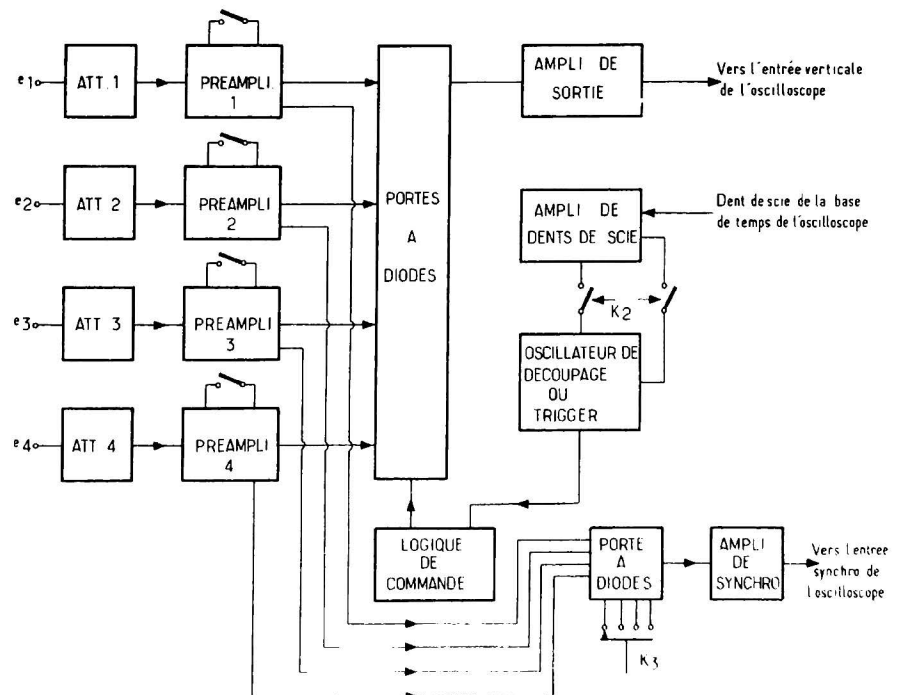


Fig. 5

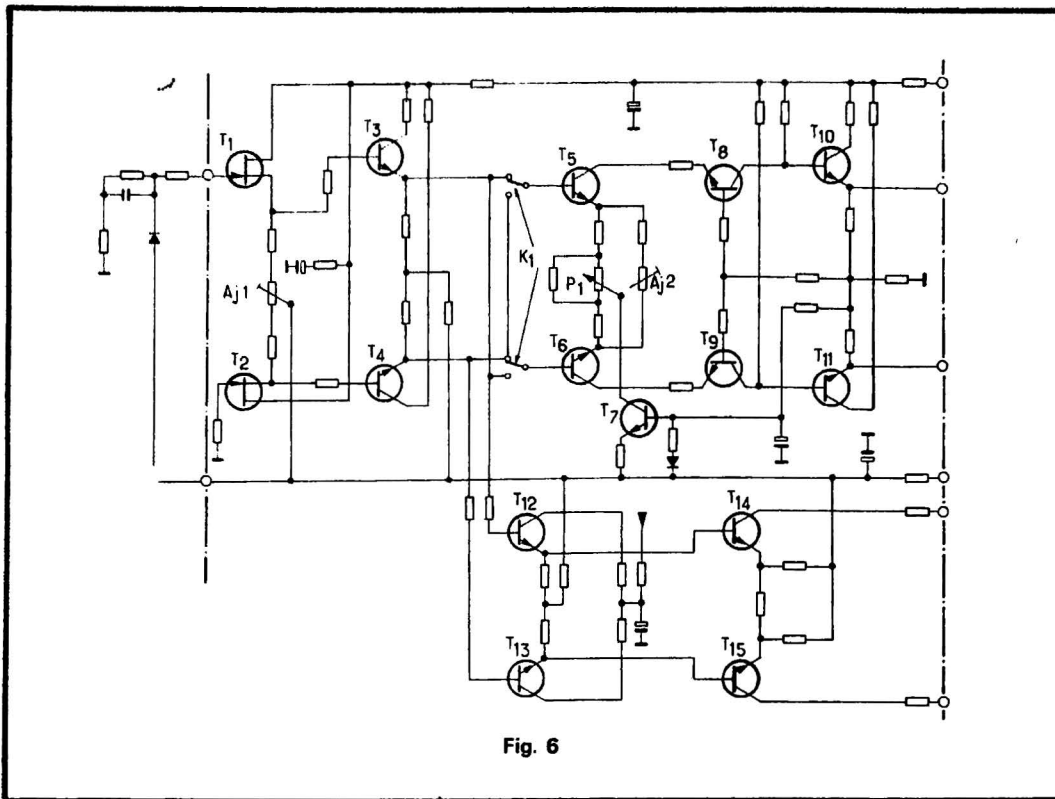


Fig. 6

Le problème de la synchronisation, se pose aussi dans l'autre sens, c'est-à-dire de l'oscilloscope vers le commutateur, quand on utilise le mode « alterné » de représentation des divers canaux. Il faut en effet, piloter alors les portes de découpage, par un signal synchrone de la dent de scie de la base de temps. Une entrée est prévue, à cet effet, sur l'arrière du commutateur. D'autre part, sur la majorité des oscilloscopes, on dispose soit d'une borne de sortie des dents de scie, soit d'un créneau d'encadrement qui lui est synchrone.

La figure 4 résume les divers branchements effectués sur l'ensemble commutateur-oscilloscope.

#### IV - Coup d'œil sur le schéma

Comme à notre habitude, du schéma complet relativement complexe, nous n'extrairons que le synoptique, et quelques points de détail particulièrement caractéristiques.

La figure 5 montre la struc-

ture d'ensemble du HZ64. Aux trois entrées  $e_1$  à  $e_4$ , succèdent, après les habituels commutateurs « continu-alternatif » que nous n'avons pas représentés, les atténuateurs compensés en fréquence. Comportant deux étages d'atténuation, ils présentent une configuration suffisamment classique, pour que nous n'ayons pas à la détailler ici.

Chaque atténuateur attaque l'un des quatre préamplificateurs, dont le schéma de détail, pour l'un d'entre eux, est donné à la figure 6. L'entrée s'effectue sur la grille de l'un des transistors à effet de champ,  $T_1$ , qui fait partie de l'amplificateur différentiel  $T_1$ ,  $T_2$ . Après sortie à basse impédance sur les émetteurs de  $T_3$  et de  $T_4$ , on trouve l'inverseur double  $K_1$ , qui permet de changer la phase de  $180^\circ$ , et commande donc le signe des déviations. A ce niveau, sont également prélevés les signaux de synchronisation, appliqués à l'amplificateur construit autour des transistors  $T_{12}$  à  $T_{15}$ .

Le courant commun aux deux émetteurs de  $T_5$  et  $T_6$ , est fourni par  $T_7$ . Un prééglage par  $AJ_2$  assurant la symétrie

des polarisations pour la position médiane de  $P_1$ , on peut ensuite, à l'aide de ce potentiomètre, agir sur le cadrage vertical de la voie concernée.

Un nouvel amplificateur,  $T_8$ ,  $T_9$ , travaille en base commune

et pilote l'étage de sortie  $T_{10}$ ,  $T_{11}$ , en collecteur commun, donc à basse impédance.

Si on se reporte au synoptique la figure 5, on constate que les signaux de sortie des quatre préamplificateurs, transitent par une batterie de portes à diodes, laissant le passage à chaque canal, successivement. La logique de commande de ces portes, est elle-même pilotée depuis un circuit qui fonctionne soit en oscillateur libre, soit en bascule déclenchée par les signaux de la base de temps de l'oscilloscope. Le premier cas correspond au mode « découpé », et le deuxième, au mode « alterné ». L'interrupteur  $K_2$  sélectionne l'un ou l'autre de ces modes.

Puisque la synchronisation doit pouvoir s'effectuer, au choix de l'utilisateur, à partir de l'un quelconque des quatre canaux d'entrée, une nouvelle commutation se révèle indispensable. Elle est obtenue à partir du commutateur  $K_3$ , qui n'agit pas directement, mais commande les polarisations d'une autre série de diodes fonctionnant en porte, et aiguillant le signal choisi, vers l'amplificateur final de syn-

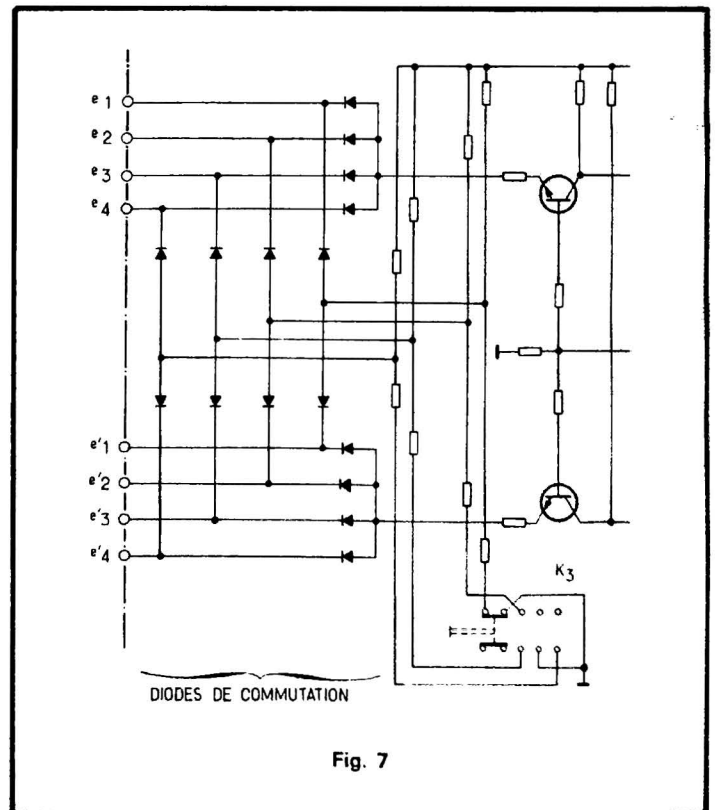
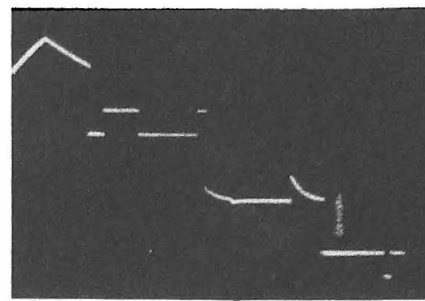
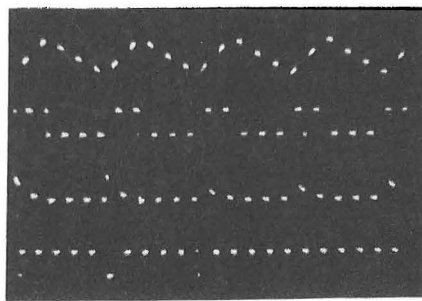
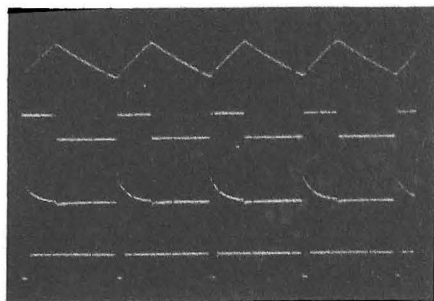


Fig. 7



(a) Ces trois oscillogrammes ont été pris en appliquant à chaque fois les quatre mêmes signaux sur les entrées du commutateur, mais en changeant la fréquence de découpage. (a) correspond à ce qu'on doit normalement observer, tandis que sur (b) et (c), on avait choisi une fréquence trop faible et multiple de celle de la base de temps.

chronisation. Le détail de ce circuit, est illustré à la figure 7.

## VIII - A l'intérieur du coffret

Les photographies des figures 8 et 9, montrent l'aspect général des circuits tels qu'on peut les voir après avoir dégagé la carrosserie d'habillage.

Sur la figure 8, prise par la face supérieure, apparaissent, en avant, les quatre préamplificateurs. Le grand circuit imprimé de l'arrière, porte essentiellement les composants logiques des étages de découpage, c'est-à-dire essentiellement des portes C.MOS de type 4011.

La figure 9, prise par la face inférieure, montre les blindages des quatre atténuateurs d'entrée, d'où émergent les

condensateurs ajustables destinés aux réglages des compensations en fréquence. Le circuit arrière, situé près du transformateur, porte les composants de l'alimentation.

Enfin, nous avons pris (fig. 10), une vue détaillée de l'un des préamplificateurs. On y remarquera le couple des transistors à effet de champ, accolés l'un à l'autre, et enfermés dans le même radiateur thermique : ainsi sont minimisées les éventuelles dérives thermiques, dues à des inégalités de température dans l'amplificateur différentiel.

Le circuit intégré 3086, qu'on aperçoit juste à l'arrière regroupement de transistors NPN (cinq au total) : deux d'entre eux sont accouplés en amplificateur différentiel pré-câblé, tandis que les trois autres sont indépendamment accessibles. Les schémas qui nous ont été fournis n'explicitant pas clairement ce point,

nous pensons que ce circuit est utilisé, dans le commutateur, pour disposer des transistors  $T_3$  à  $T_7$  de la figure 6.

## VIII - Nos impression d'utilisations

Grâce à l'amabilité du distributeur des matériels Hameg pour la France, nous avons pu disposer simultanément de l'oscilloscope HM512-7 de deux fois 50 MHz, et du commutateur HZ64.

La puissance de travail, et l'universalité d'emploi de cet ensemble, le hisse manifestement au niveau des appareils de laboratoire. Ainsi que nous le faisons remarquer en traitant des problèmes de bande passante, l'utilisateur dispose alors de 5 (avec l'oscilloscope et un commutateur) ou 8 voies (avec un oscilloscope et deux

commutateurs), d'une bande passante de 35 MHz, donc d'un temps de montée d'environ 10 ns. Si on tient compte de la présence, sur le HM512-7, d'une double base de temps à balayage retardé, on imagine aisément le champ des applications accessibles.

Il convient de préciser que la politique commerciale Hameg s'applique au commutateur HZ64 comme à l'ensemble des oscilloscopes du constructeur, et que ces performances sont mises sur le marché pour un coût remarquablement modeste.

A tous ceux professionnels, laboratoires de recherche ou d'enseignement, amateurs passionnés qui se consacrent à l'état des circuits logiques notamment, le commutateur HZ64 apportera un confort et une rapidité de travail, dont on se passe difficilement quand on y a goûté une fois.

R. RATEAU

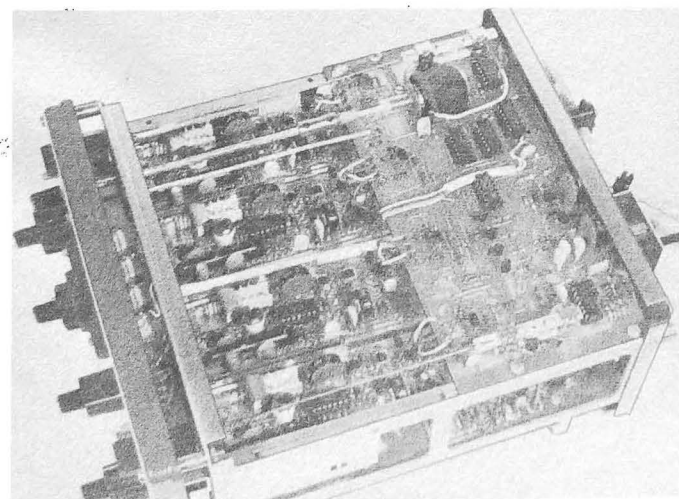


Fig. 8

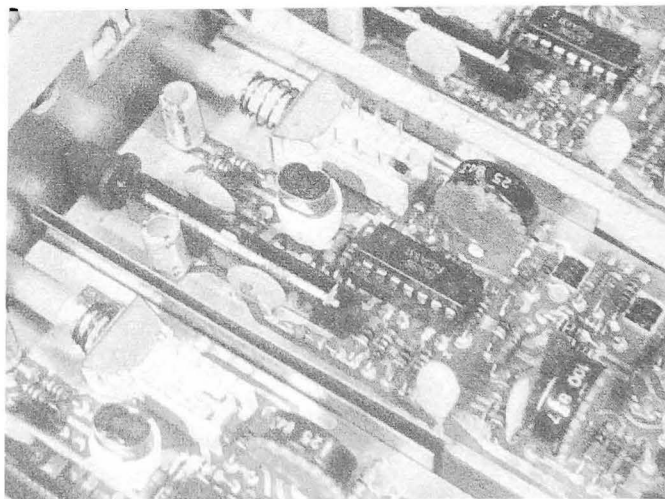


Fig. 9