

32

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle — 7 - 14 octobre 1965 — le numéro 1,60 F.

SUISSE 1,70 FS

BELGIQUE 23 FB

MAROC 1,85 Dh

ALGERIE 1,80 FA

TUNISIE 1,70 M

ALLEMAGNE 1,80 DM

GRANDE-BRETAGNE 3,5 sh

CANADA 50 cts

U.S.A. 50 cts

vosre Carrière

revue hebdomadaire

DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: Editions CHIRON - 40, rue de Seine
Tél. 633.18-93 - Paris (6^e) - C.C.P. 53-35.



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

Directrice: *Mme Etienne Chiron.*

Secrétaire de rédaction: *J. Lavergne*

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.
France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. -
Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

S'adresser aux Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris - C.C.P. 53-35.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1,60 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse.

S'adresser: Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris.

PUBLICITE

PUBLEDITEC - 13, Rue C. Lecocq
Tél. 250.88-04 et 88-05 - Paris, 15^e.

Cette Revue sera contrôlée par l' O. J. D.

DISTRIBUTION

Nouvelles Messageries de la Presse
Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 2^e trim. '65
Periodique N. 42 905 à la Commission Paritaire de la Presse.

Tous droits de reproduction, même partielle, réservés pour tous pays.

Sommaire

★ Courrier des lecteurs	Pag. 2
★ L'électronique au service des chèques postaux	» 3
★ Equipement et composants	» 4
★ Utilisation des tubes à rayons cathodiques	» 5
★ L'oscillographe à rayons cathodiques	» 14
★ Questions sur les 94 ^{ème} et 95 ^{ème} leçons	» 23
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 23
★ Caractéristiques des tubes à rayons cathodiques à déviation électrostatique de fabrication américaine	» 24
★ Caractéristiques des tubes à rayons cathodiques à déviation électrostatique de fabrication européenne	» 25
★ Caractéristiques des substances pour écrans luminescents	» 27
★ Notes sur les circuits d'alimentation des tubes à rayons cathodiques	» 28
★ Dictionnaire Anglais - Français d'Electronique	» 29

Courrier des lecteurs

D. LEQUIERT - (Seine et Oise) demande si le Radiomètre est un appareil de mesure pour appareils de radiophonie, ou s'agit-il d'un appareil de radiographie médicale ?

Le terme **radio** veut évoquer le rayonnement, et la transmission d'énergie à distance; mais partant de là, on peut l'appliquer à une foule de phénomènes physiques dans lesquels il y a production ou réception de radiations ou de rayonnements électromagnétiques.

Les rayonnements à capter peuvent être tout à fait étrangers à nos ondes habituelles de T.S.F. ou de T.V.

C'est ainsi que la radioastronomie consiste à capter, avec d'énormes antennes: des miroirs paraboliques de très grand diamètre, les rayonnements venus sur ondes millimétriques des étoiles lointaines.

Or il a été établi que les phénomènes physiques liés à la thermodynamique comprenaient la génération de radiations, dont la longueur d'onde est de l'ordre de quelques millimètres.

L'intensité de ce rayonnement thermodynamique est liée à la température des corps, et à leur masse.

On n'apprécie ces températures qu'en degrés Kelvin (°K) c'est-à-dire par rapport au zéro absolu (-273° centigrades) qui correspond à l'absence de toute agitation thermique.

Le Radiomètre est un appareil qui permet de mesurer, par comparaison, le rayonnement venu de corps lointains, dont la température n'est pas négligeable.

C'est ainsi que la C.S.F. construit des radiomètres pour les services de la Recherche Scientifique.

RELIURES

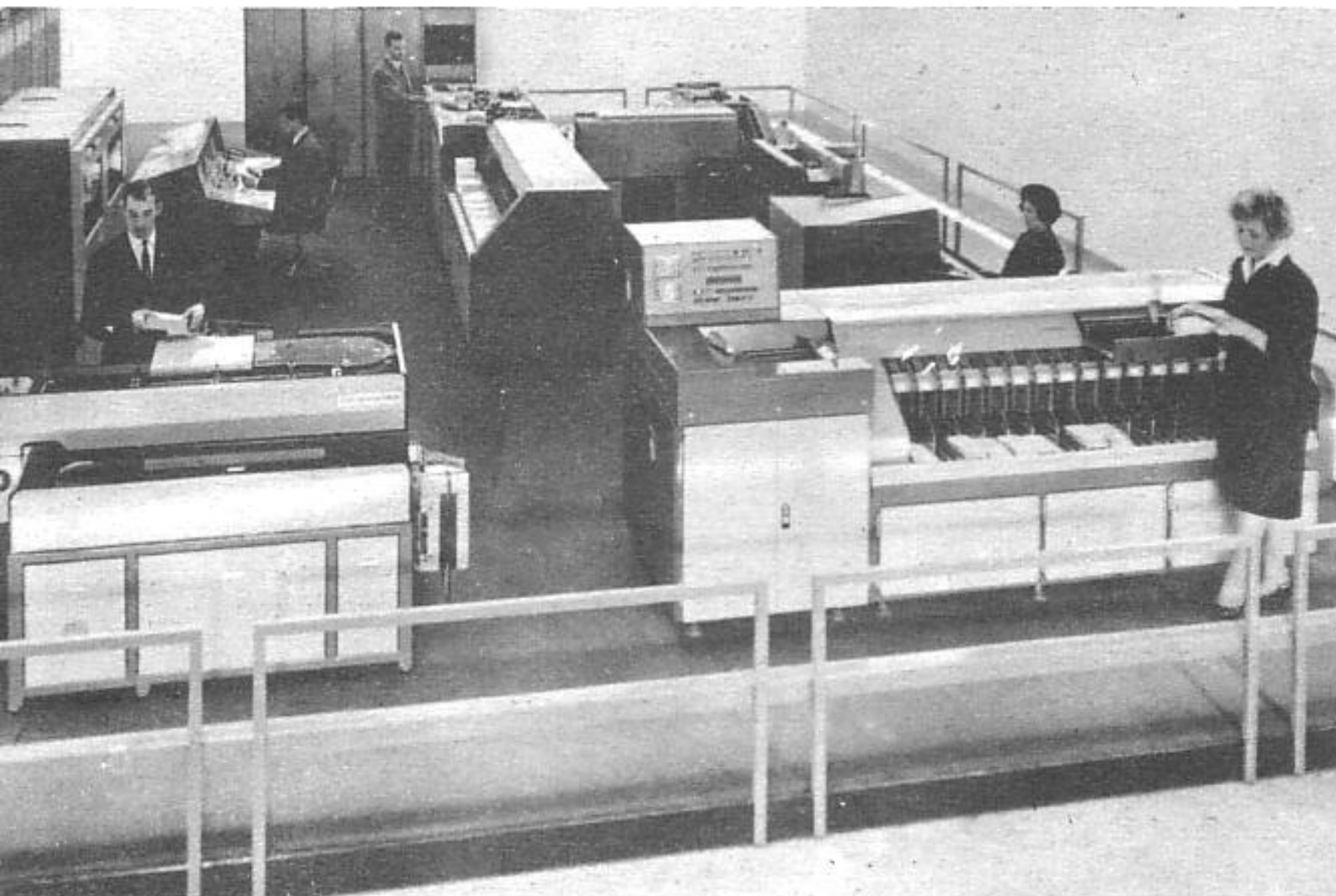
Les reliures de "**vosre Carrière**" sont à votre disposition. Réalisées en plein balacron avec fers spéciaux, elles constituent le **moyen idéal** pour grouper tous vos fascicules.

1°) **RELIURE TYPE A** pour les 26 premiers numéros, soit 6 mois de parution. Le système à fil plastique permet de placer immédiatement le numéro paru et d'ouvrir complètement pour la lecture.

Prix de cette reliure: 10 F à nos bureaux ou 11,70 F port compris, contre virement ou mandat au CCP 5335. Paris - Editions Chiron.

2°) **RELIURE TYPE D** pour les feuilles volantes du dictionnaire anglais-français d'électronique, valable pour toutes les feuilles de A à Z qui seront publiées à raison de 4 pages ou 2 pages par numéro. Système autoserreur à pinces. Reliure plein balacron, fers spéciaux.

Prix: 12 F, à nos bureaux ou envoi par poste contre virement ou mandat de 13,70 F au CCP 5335 Paris - Editions Chiron.



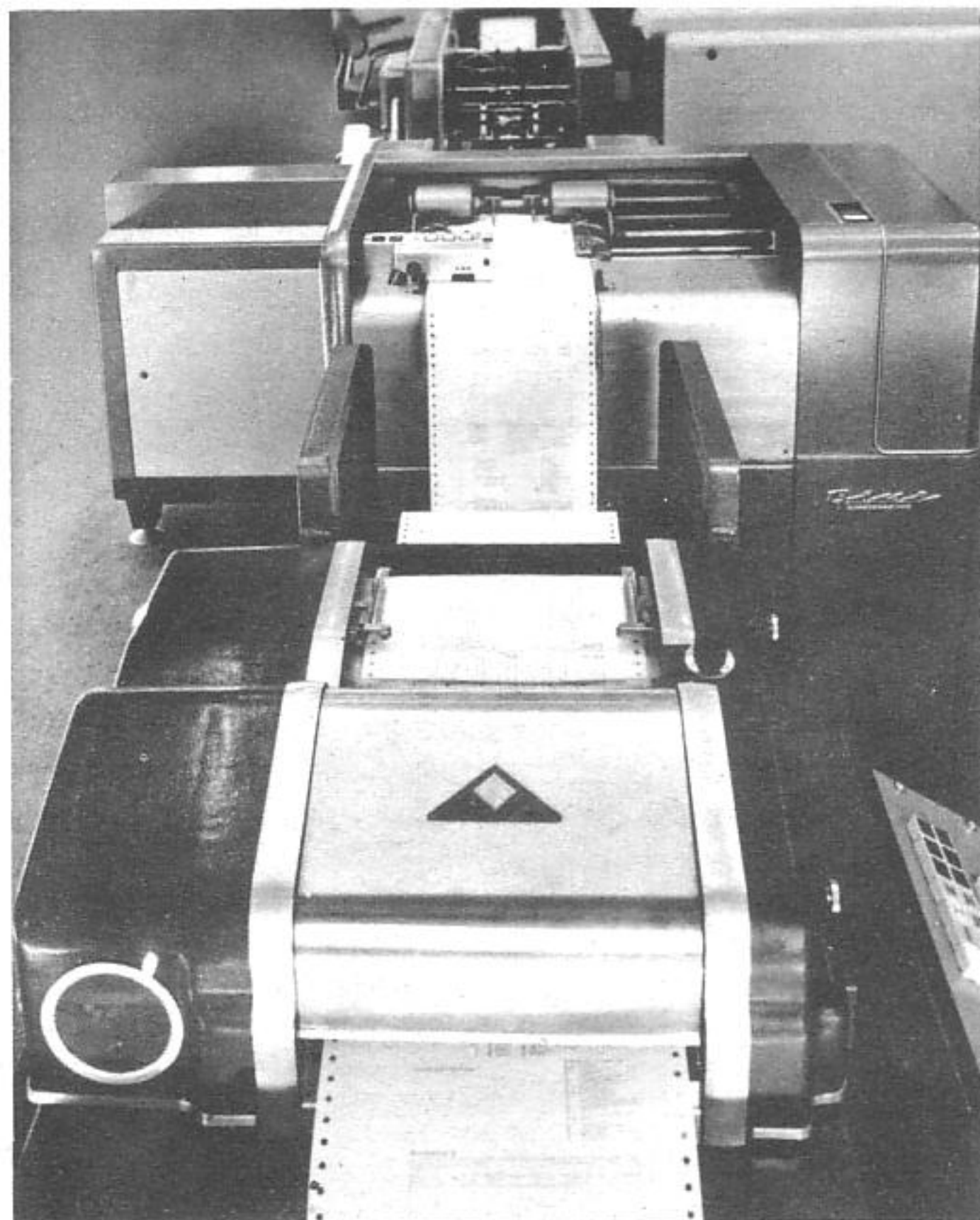
VERS L'AUTOMATISATION TOTALE

L'électronique au service des chèques postaux

Un équipement complet mis à l'essai au bureau de chèques postaux de Ludwigshafen par Telefunken.

Des machines qui servent à trier, à enregistrer et à mettre sous enveloppes les mandats de virement originaux

Les équipements calculateurs électroniques modernes sont utilisés aujourd'hui, non seulement pour calculer l'orbite des satellites terrestres ou pour résoudre les équations mathématiques difficiles, mais encore — en combinaison avec des machines à trier et à emballer automatiques — pour rationaliser les transactions financières des banques et bureaux de chèques postaux, sans mouvement matériel de numéraire.



La machine rapide servant à imprimer les relevés de compte.

Les 13 bureaux de chèques postaux de la République Fédérale d'Allemagne, par exemple, ont à créditer ou débiter et à enregistrer plus d'un milliard de mandats par an. Ce chiffre par lui seul prouve déjà qu'il serait sûrement raisonnable de ne pas faire exécuter les divers travaux qui sont inévitables avant, pendant et après les opérations de comptabilité, la Société Telefunken AG. présenta, à l'occasion de la Foire de Hanovre 1965, l'exemple d'un bureau de chèques postaux automatique dont les machines permettent de trier, enregistrer et mettre sous enveloppe les mandats originaux, bref: le traitement électronique de ceux-ci.

Il va sans dire que le bureau de chèques postaux ne peut renoncer complètement à l'homme, car il y a encore deux travaux pour lesquels celui-ci continue à être indispensable. Il s'agit de la vérification des signatures et du poste de codage. La vérification des signatures sert à assurer l'authenticité des documents originaux et par le codage le document original devient la pièce justificative pour la machine comptable automatique. Le codage signifie, dans ce cas, la conversion des données (montant, numéro de compte) en écriture qui peut être lue par machine. Il s'est avéré nécessaire de faire usage d'une écriture qui peut être lue par les machines aussi bien que par l'oeil humain. Ces types d'écriture sont, par exemple, l'écriture magnétique lisible CMC 7 et l'écriture optiquement lisible OCR-A. Le travail de codage serait limité, naturellement, au fur et à mesure à l'utilisation des écritures, dans la vie publique et économique qui peuvent être écrites par les machines à écrire et comptables normales et qui sont lisibles pour l'oeil humain aussi bien que pour les machines.

Les machines prévues pour le traitement électronique des mandats sont comme suit:

Une **machine automatique à ouvrir les lettres** qui les ouvre et en retire le contenu; une **machine à trier** qui classe, suivant le numéro de compte, par exemple, les documents comme chèques et mandats; à l'aide d'un fichier électronique sont comparées les signatures des documents originaux avec la signature originale ou authentique. Un « lecteur de tri » passe les données pour

créditer ou débiter les comptes correspondants à la **machine comptable automatique**, un calculateur numérique électronique, et au poste de mise sous enveloppe les documents qui ont été enregistrés, sont réunis avec les relevés de compte imprimés par la machine comptable automatique. Ils sont mis, ensuite, dans des enveloppes prêtes à être expédiées. Une fois tous les documents enregistrés, et pour des fins de contrôle, le nouveau compte peut être imprimé sur des feuilles.

Les avantages extraordinaires que la mécanique et l'électronique sont susceptibles d'offrir au service des chèques postaux peuvent être déduits du fait que la machine à trier, par exemple, est capable de trier environ 92 000 documents par heure, et qu'une seule machine comptable automatique permet de traiter, sans aucune difficulté, 20 000 comptes. Par la mise en parallèle de plusieurs machines comptables automatiques, il est possible d'augmenter considérablement ce nombre de comptes. A l'aide du « traitement électronique des documents », les opérations de comptabilité sans mouvement matériel de numéraire peuvent être accélérées et simplifiées considérablement.

La machine par laquelle passent, les documents après le codage, vers la machine comptable automatique.



UN TUBE CATHODIQUE DE 1 POUCE

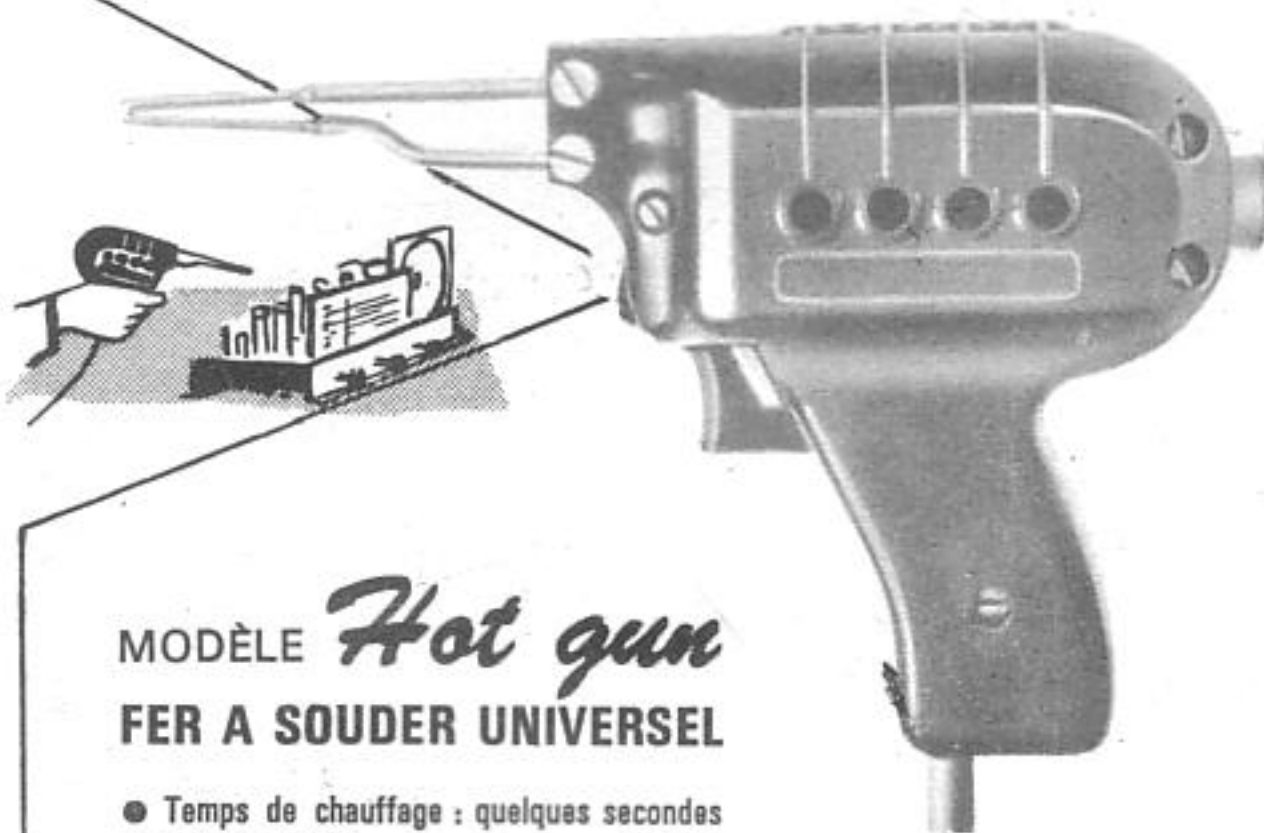


Un tube cathodique de 1 pouce (2,54 cm) fournissant la position et autres références pour les systèmes de surveillance aérienne photographique, est produit par Raythéon.

Le nouveau tube CK 1410 P 11 a une matrice à pouvoir séparateur de 21 sur 32 lignes d'information sur sa surface de 1 pouce de diamètre. Les données de référence sur la face du tube peuvent être changées en 1/70^e de seconde pour fournir une marque continue de repérage pour avion rapide. Dans un système typique, la haute brillance du tube présente une configuration faciale plane qui est photographiée simultanément avec le terrain sous l'avion. La marque résultante sur le bord du film est utilisée pour pointer la position de l'avion quand la photo a été prise.

Tube bas voltage pour utilisation dans les systèmes aériens transistorisés, le SK 1410 P 11 emploie la déflexion électrostatique. Le tube a 2,5 cm de diamètre et seulement 7,5 cm de long.

DE BONNES SOUDURES EXIGENT
le FER A SOUDER **Superflash**



MODÈLE *Hot gun*
FER A SOUDER UNIVERSEL

- Temps de chauffage : quelques secondes
- Puissance utile : 100 W
- Secteur : 127-220 V par commut. incorporé
- Isolement : 5.000 V en essais de pointe
1.500 V en continu
- Interchangeabilité de la panne
- Eclairage puissant de la zone à souder
- Fonctionnement normal intermittent : plusieurs dizaines de milliers d'opérations.

- FORME RATIONNELLE
- COLORIS FONCTIONNEL
- MATIÈRE : MÉLAMINE
- SÉCURITÉ ABSOLUE

★ Chaque pistolet est livré en coffret plastique avec bobine de soudure et pinceau métallique pour nettoyage de la panne.

DOCUMENTATION GRATUITE SUR SIMPLE DEMANDE A
SUPERTONE 98, RUE PAUL-VAILLANT-COUTURIER
LEVALLOIS (SEINE) • TÉL. PER. 22-52

REMISE spéciale AUX LECTEURS SE
RECOMMANDANT DE "VOTRE CARRIERE"...

UTILISATION DU TUBE A RAYONS CATHODIQUES

STRUCTURE D'UN TUBE A RAYONS CATHODIQUES MODERNE

Au cours de la leçon précédente, nous avons vu l'évolution du tube à rayons cathodiques; il convient, maintenant, avant d'en étudier les différentes utilisations, d'examiner plus en détail un tube de construction actuelle.

La figure 1 donne le détail du « canon » électronique d'un tube à rayons cathodiques à déviation électrostatique; il s'agit là d'un « canon triode ». Il est constitué d'une cathode à chauffage indirect de forme cylindrique, fermée à une extrémité par une plaquette. Cette plaquette est recouverte d'une couche d'oxyde de baryum et de strontium donnant une forte émission d'électrons. La cathode est portée à sa température de fonctionnement par un élément chauffant (le filament) en forme de tresse, enfermé dans le cylindre de cathode, duquel il est isolé électriquement par un revêtement de céramique. Autour de cette cathode, on trouve un autre cylindre, muni d'un écran dans lequel est pratiquée une petite ouverture en son centre. Cette électrode appelée « cylindre de Wehnelt » (ou plus simplement Wehnelt), jouant le rôle de grille de commande et d'électrode de préconcentration. Le diamètre du trou de cette « grille » est plus petit que la surface de la cathode émissive qui est placée très près du Wehnelt. Devant le cylindre de Wehnelt se trouve une première anode cylindrique, appelée « anode de concentration ». Elle est disposée dans le prolongement du Wehnelt, coaxialement à elle, et elle contient plusieurs cloisons, ou écrans, percés chacun d'un petit trou en leur centre. Après cette électrode de concentration du faisceau, on trouve une deuxième anode, également de forme cylindrique, comportant deux écrans percés en leurs centres. Cette dernière anode, appelée « anode d'accélération » est prolongée à l'intérieur de l'ampoule de verre par une couche de substance conductrice, généralement du graphite, qui s'étend depuis le bord du cylindre de la deuxième anode jusqu'à proximité de l'écran fluorescent. La liaison électrique de cette couche avec l'anode est assurée au moyen d'une bague à rayons, appelée « bague de centrage », dont les extrémités radiales s'appuient sur la couche de graphite et forment contact grâce à leur élasticité. Il est évident que ces électrodes doivent être parfaitement centrées les unes par rapport aux autres.

Représentation schématique

La figure 2 donne la représentation schématique du tube électrostatique triode que nous venons de décrire. La seconde anode, ou anode d'accélération, A2, est portée à un potentiel positif fixe de quelques centaines à quelques milliers de volts. La première anode, l'électrode de concentration, A1, est portée à un potentiel positif égal au tiers environ du précédent. Cette tension, appliquée sur l'anode de concentration est d'ailleurs rendue variable (au moyen d'un potentiomètre) ce qui permet d'agir sur l'intensité du champ électrostatique dont le rôle est celui d'une « deuxième lentille de focalisation ». On peut ainsi agir sur la concentration du faisceau d'électrons pour obtenir un point lumineux très fin sur l'écran fluorescent.

Le cylindre de wehnelt est toujours porté à un potentiel négatif par rapport à la cathode; cette tension négative peut varier entre 10 et 100 volts. Elle est rendue variable pour permettre le réglage de l'intensité du faisceau électronique qui, à son tour, détermine la luminosité de la trace apparaissant sur l'écran. Le Wehnelt et la première anode produisent le champ électrostatique formant la première lentille de concentration.

Caractéristiques physiques

L'enveloppe de verre du tube à rayons cathodiques est de forme conique, avec un long col tubulaire dans lequel est placé le canon électronique que nous venons de décrire. L'écran fluorescent est constitué par une couche d'une substance fluorescente déposée sur la paroi fermant l'extrémité évasée du cône de verre. En raison de la haute tension appliquée sur les électrodes, on doit faire un vide très poussé à l'intérieur du tube. Tenant compte de l'importance du ballon de verre, et du vide poussé qui y règne, le tube cathodique est souvent dangereux à manipuler. Un choc un peu violent sur le verre peut entraîner une forte implosion (c'est-à-dire une explosion vers l'intérieur) avec projection, dans un rayon assez important, d'éclats de verre et de fragments d'écran.

Tous ceux qui, par leurs fonctions, sont appelés à manipuler fréquemment des tubes de ce genre, doivent porter des gants épais et des lunettes spéciales, ce qui ne doit pas les dispenser, cela est évident, de prendre toutes les précautions utiles pour éviter les chocs.

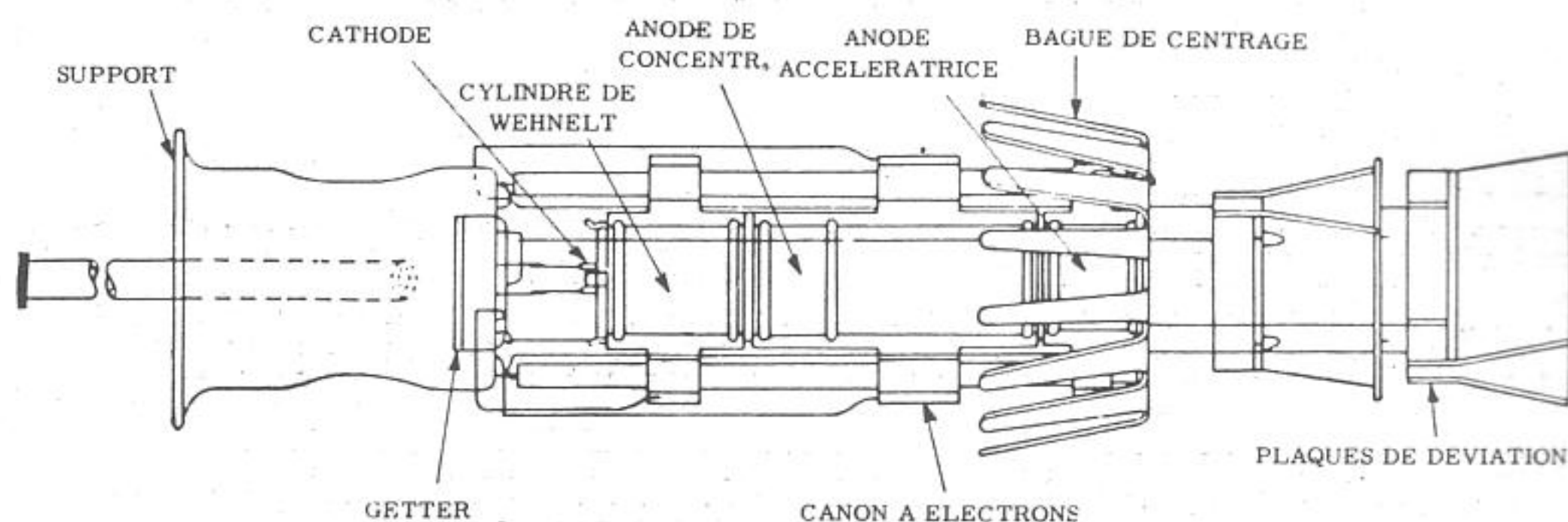


Fig. 1 - Structure d'un canon à électrons du type triode et ensemble de déviation constitué par deux paires de plaques.

Le revêtement interne de graphite pulvérisé joue plusieurs rôles: en effet, outre qu'il prolonge la deuxième anode et qu'il recueille les électrons provenant de l'émission secondaire se produisant lors du choc du faisceau sur l'écran, il sert également de blindage électrique et optique. Le blindage, ou écran électrique ainsi placé autour du faisceau électronique réduit considérablement l'influence des champs électrostatiques extérieurs, évitant ainsi des déviations et la déconcentration indésirables du faisceau; il joue également le rôle d'un écran optique, puisque ce revêtement, qui est noir et opaque, empêche le passage de la lumière ambiante derrière l'écran et augmente le contraste et la netteté de l'image qui apparaît sur un fond sombre.

Le diamètre des écrans fluorescents des tubes à rayons cathodiques utilisés dans les oscilloscopes, est très variable; il est compris entre 1 pouce (25,4 mm) et 7 pouces (17,8 cm); les plus courants sont les modèles de 3 pouces (7,6 cm), 5 pouces (12,7 cm) et 7 pouces (17,8 cm).

Le code de désignation des différents types de la production américaine permet d'avoir quelques informations sur le tube et sur ses caractéristiques. C'est ainsi qu'en principe, le premier chiffre donne le diamètre en pouces, la première lettre indique l'ordre du modèle dans ce diamètre et la dernière lettre, suivie d'un nombre d'un ou deux chiffres, désigne la substance phosphorescente de l'écran.

Par exemple, le tube cathodique 5BP1 a un écran de 5 pouces de diamètre, il est le second type fabriqué dans ce diamètre (B étant la deuxième lettre de l'alphabet) et son écran est constitué par la substance P1, laquelle donne une fluorescence verte et a une persistance moyenne (voir Tableau 89).

Par contre, certains fabricants européens préfèrent désigner leurs tubes cathodiques en indiquant d'abord la lettre qui distingue la série de production, suivie de l'initiale donnant la couleur de la trace sur l'écran, G (Green, pour vert), B (pour bleu), O (pour orange), etc... Enfin, on trouve un chiffre indiquant le dia-

mètre de l'écran (en centimètres ou en pouces) et l'indice de persistance lumineuse.

Les liaisons avec les diverses électrodes du tube se font au moyen d'un support à broches multiples, du genre de ceux utilisés pour les tubes mais, étant donné les fortes tensions mises en jeu, d'un diamètre plus grand et en matière spéciale pour éviter l'amorçage d'arcs entre certaines électrodes. Dans les tubes où la seconde anode reçoit une tension très élevée, la connexion avec cette électrode se fait au moyen d'un contact situé sur le verre même de l'ampoule, sur la partie conique.

Les perfectionnements successifs apportés aux tubes cathodiques ont entraîné la création de nouveaux types, comme le tube à canon tétrode et le tube fonctionnant avec un courant nul sur la première anode. Dans le premier de ces deux types, appelé également tube à « préaccélération » ou à « grille - écran », on a ajouté une nouvelle électrode entre le cylindre de Wehnelt et la première anode. Cette électrode fonctionne avec la même tension que celle appliquée sur la deuxième anode et procure certains avantages particuliers. Parmi ceux-ci, on peut citer une plus forte accélération des électrons, une meilleure concentration du faisceau électronique, avec réduction de son diamètre, d'où production d'une trace plus fine et plus brillante sur l'écran, et l'élimination des réactions possibles entre la grille de commande et la première anode.

Par contre, ce tube présente l'inconvénient d'avoir un très fort débit de courant sur sa première anode. Cela peut être évité en adoptant le canon électronique dit « à courant nul sur la première anode ». Dans ce cas, la construction est sensiblement différente, les électrodes n'ont plus la même longueur et les distances les séparant sont également modifiées; de même certains écrans diffuseurs sont supprimés. On obtient ainsi un canon électronique qui présente tous les avantages du canon tétrode, tout en ayant un courant négligeable de première anode.

Dans le cas où l'on doit observer en même temps

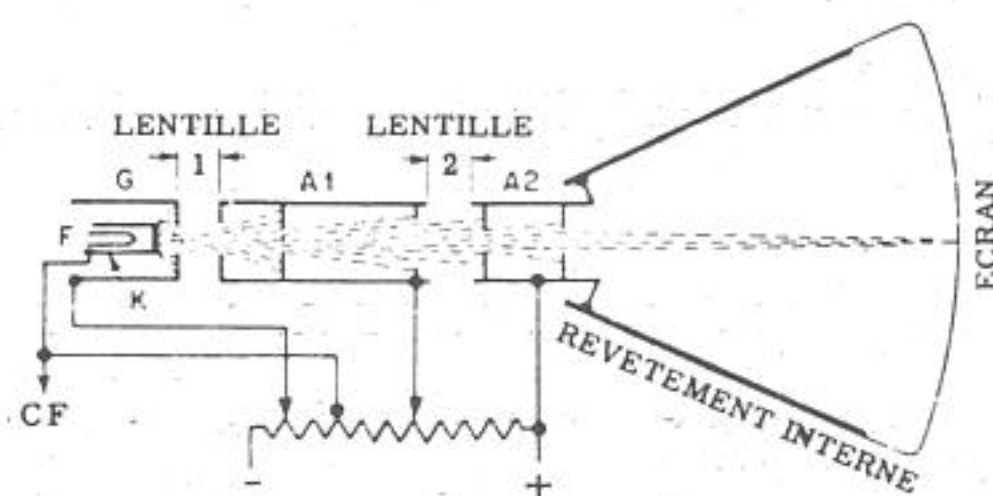


Fig. 2 - Représentation d'un tube metant en évidence le canon à électrons, mais, par dessus tout, la disposition des deux lentilles, celle de concentration (G - A1) et celle de focalisation (A1 - A2).

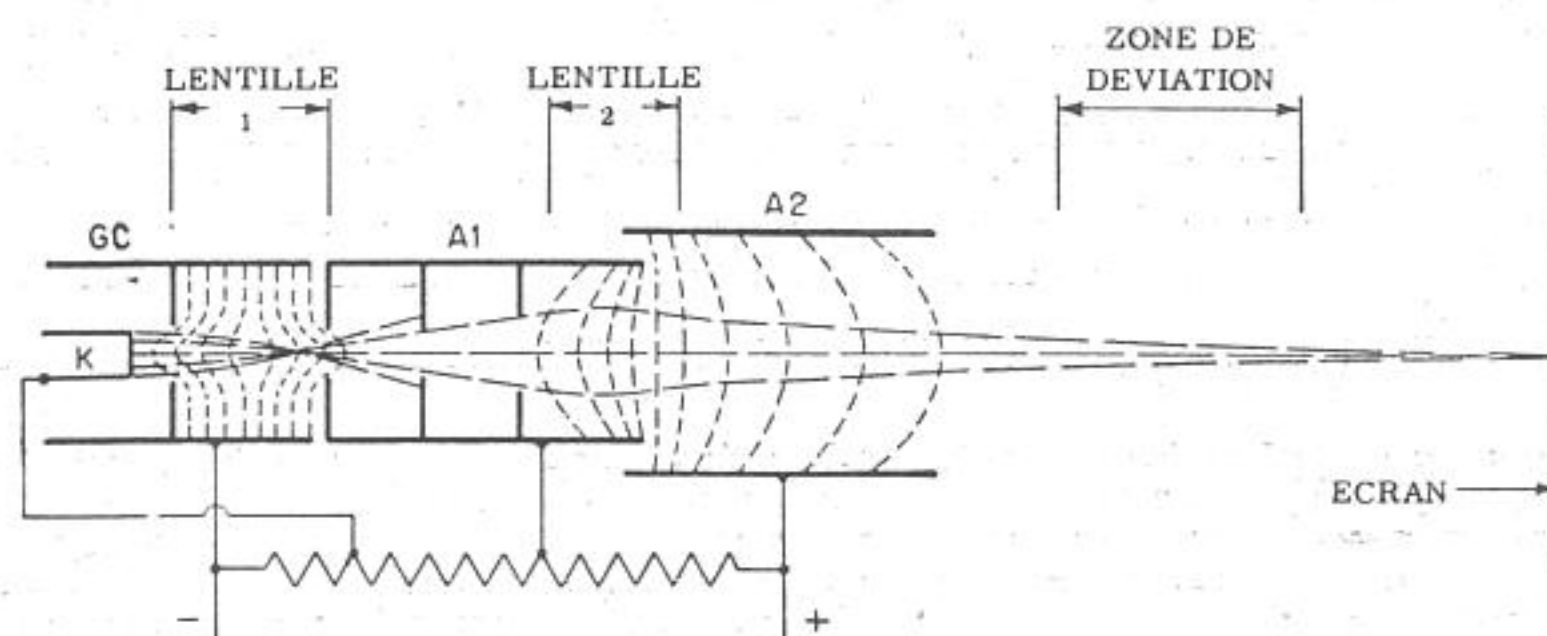


Fig. 3 - Détail du système de concentration électrostatique d'un tube à rayons cathodiques. Les deux ensembles de lignes équipotentielles constituant les lentilles correspondent, comme on le voit, aux figures 12 et 14 de la précédente leçon.

deux ou plusieurs phénomènes se produisant dans des circuits différents, on peut employer un tube cathodique spécial comportant plusieurs canons à électrons et donnant plusieurs traces distinctes sur un même écran.

Quel que soit le nombre des traces, les « canons électroniques » qui les produisent sont disposés côte à côte dans le col d'un même tube et les points de convergence, sur l'écran, des différents faisceaux dépendent de l'orientation des différentes sources. En effet, celles-ci peuvent être orientées de telle sorte que les traces soient superposées ou séparées entre elles par une certaine distance; certains dispositifs électriques permettent, d'ailleurs, de déplacer ces traces les unes par rapport aux autres sur tout l'écran fluorescent.

LA CONCENTRATION ELECTROSTATIQUE

Le système de concentration adopté généralement est celui de la « double lentille » représenté sur la **figure 3**. Le champ électrostatique présent entre le cylindre de Wehnelt et la première anode peut être considéré comme formant une première lentille, par analogie avec l'action d'un système optique sur un rayon lumineux. Cette lentille a pour fonction de concentrer le faisceau d'électrons qui, à travers l'ouverture du Wehnelt, passe par un point de convergence de très petit diamètre. Etant donné que ce point est projeté sur l'écran pour former le spot lumineux, il convient que son diamètre soit aussi réduit que possible.

Un phénomène identique se produit dans un tube triode, la grille jouant le rôle du cylindre de Wehnelt. Dans certains cas, on peut voir l'effet de convergence des électrons, celui-ci étant matérialisé par une légère fluorescence de la paroi interne de l'anode.

La seconde lentille électronique est constituée par le champ électrostatique se produisant entre l'anode de concentration (la première) et l'anode accélératrice (la deuxième). Elle agit sur les rayons électroniques divergents pour corriger leur trajet et les faire converger sur l'écran. En outre, différents écrans diffuseurs,

placés dans les cylindres de Wehnelt et de la première anode forment autant d'écrans protecteurs, dont le rôle est de protéger le faisceau cathodique des électrons environnants; on obtient, ainsi, un faisceau unique et homogène, dont la section a un contour bien délimité et un diamètre qui diminue de plus en plus, au fur et à mesure qu'il s'approche de l'écran fluorescent où doit apparaître le point lumineux produit par son impact.

Si l'on fait varier la tension de polarisation du cylindre de Wehnelt, on produit un déplacement du premier point de convergence et, en conséquence, une variation du diamètre du faisceau. De même, un phénomène analogue se produit lorsqu'on fait varier la tension appliquée sur la seconde anode, avec, en plus, un déplacement du second point de convergence.

Les phénomènes décrits ci-dessus présentent une remarquable analogie avec le processus optique au moyen duquel un rayon lumineux est concentré en un point sur une surface formant écran (voir **figure 4**). En optique, ce résultat est obtenu par l'utilisation de deux lentilles de verre et d'un certain nombre d'écrans perforés, formant diaphragmes.

Commandes du Wehnelt et de la première anode

Le cylindre de Wehnelt d'un tube à rayons cathodiques est porté à un potentiel négatif par rapport à la cathode. Considérons les lignes équipotentielles existant entre cette électrode et la première anode pour deux conditions différentes de fonctionnement: supposons, par exemple que le Wehnelt soit successivement porté aux potentiels 0 et -30 volts (**figure 5**). Lorsque la tension est égale à zéro, la zone comprise entre la cathode et l'ouverture du Wehnelt est à un potentiel positif. Dans ces conditions, la partie de la surface de la cathode qui émet les électrons correspond à la projection de la surface de l'ouverture du Wehnelt. Il se produit donc un passage maximum d'électrons à travers cette dernière, d'où un rayon cathodique d'intensité maximale. Par contre, si l'on porte la tension à -30 volts, les électrons ne seront émis

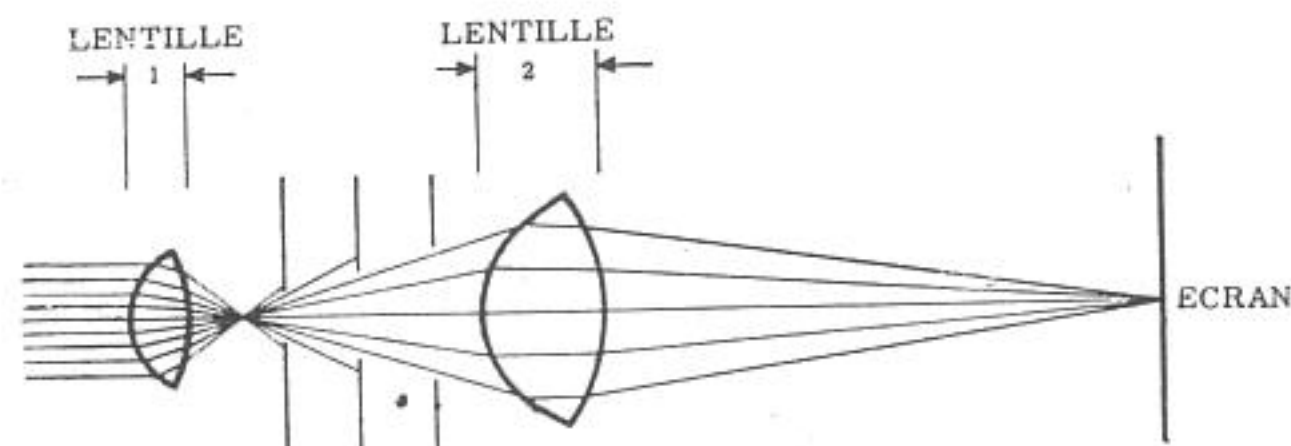


Fig. 4 - Equivalent optique d'un dispositif de concentration électrostatique; il comporte deux lentilles en verre et un écran opaque.

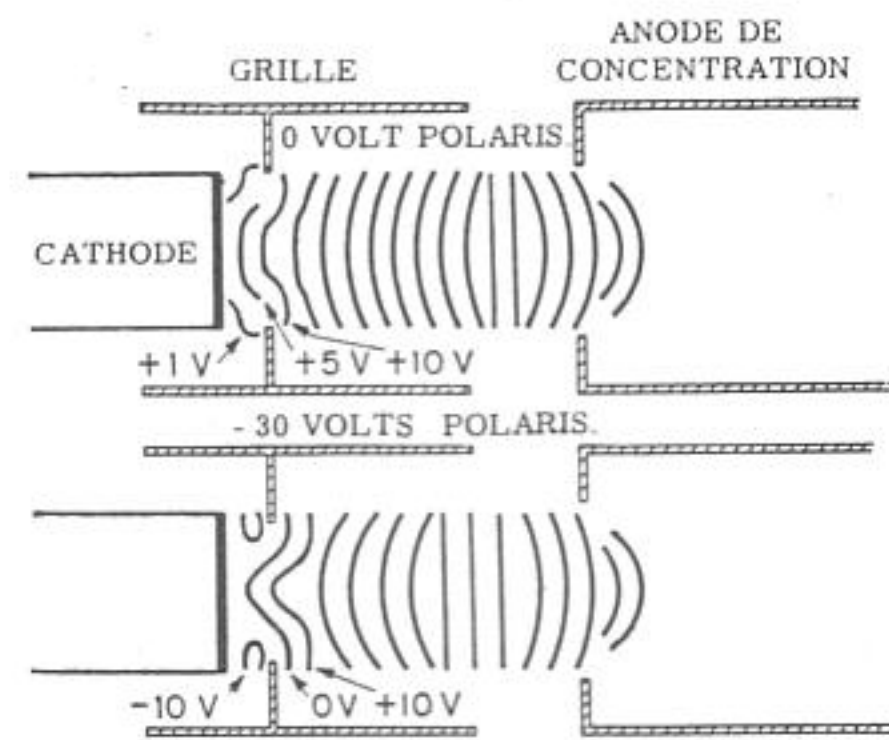


Fig. 5 - Allure des lignes équipotentielles pour des tensions grille de 0 et de -30 volts par rapport à la cathode.

que par une petite partie de la surface de la cathode, au centre de celle-ci, tandis que le reste de la surface ne peut en émettre, car le potentiel négatif augmente le nombre des lignes équipotentielles négatives, ce qui augmente, en même temps, la charge spatiale à proximité de la cathode. Il n'y a donc qu'un petit nombre d'électrons libérés de la cathode et le rayon cathodique est de faible intensité. Si l'on porte le Wehnelt à un potentiel suffisamment négatif, le courant électronique peut être complètement annulé et plus aucune trace lumineuse n'apparaît sur l'écran.

En dehors de son action sur l'intensité du flux électronique, donc sur la luminosité de la trace sur l'écran, la forme du champ influe sur le parcours des électrons et, en conséquence, déplace le point de convergence et modifie les dimensions de ce point.

Mais cette action n'est que secondaire et le rôle principal du cylindre de Wehnelt, reste la commande de l'intensité lumineuse de la trace produite sur l'écran, en faisant varier l'intensité du faisceau qui la produit.

La commande d'intensité, c'est-à-dire de « luminosité », incorporée dans tous les appareils utilisant un tube à rayons cathodiques, permet à l'opérateur de faire varier la luminosité de l'image dans des limites comprises entre l'extinction totale et un maximum permis par les caractéristiques du tube employé. Cette commande est constituée par un potentiomètre permettant d'appliquer au Wehnelt une tension négative variable par rapport à la cathode. Parfois, en plus de cette tension de commande de lumière, une tension « signal » est également appliquée entre cathode et Wehnelt; dans ce cas, l'intensité de la trace lumineuse varie en fonction de l'amplitude du signal appliqué. Le faisceau est « modulé en intensité » et ce procédé est couramment appliqué en Télévision, dans les radars, etc...

De même, la tension positive appliquée sur la première anode est rendue variable au moyen d'un potentiomètre, c'est la commande de concentration, ou plus simplement la concentration.

Par ce moyen, on fait varier l'intensité du champ électrostatique présent entre la première et la deuxième anode; ce champ constitue la lentille principale de concentration. C'est elle qui détermine la position du second point de convergence du faisceau en fonction de la position du premier. Bien qu'il soit également possible de faire varier l'intensité du champ, donc de régler la concentration, en faisant varier la tension positive appliquée sur la deuxième anode, ce procédé n'est pas utilisé car, outre qu'il modifierait l'accélération des électrons, il nécessiterait l'insertion d'organes de commande dans des circuits à haute tension, d'où isolément important à prévoir et risques de claquage. Il faut également signaler que toute variation de la tension de l'anode de concentration se répercute sur le champ électrostatique présent entre cette anode et le Wehnelt; il en résulte qu'après chaque nouveau réglage de la concentration, il peut être nécessaire de retoucher à la commande de luminosité, et inversement.

Anode de post-accélération

Certains types de tubes cathodiques sont munis d'une anode supplémentaire, de plusieurs parfois, dites « anodes de post-accélération », constituées par autant de couches de substance conductrice (graphite) déposées sur la face interne du cône de verre et isolées entre elles (figure 6). Elles ont pour fonction d'augmenter la luminosité de la trace. En effet, lorsqu'on fait des observations dans un pièce éclairée, ou bien lorsqu'on désire, soit une projection optique de l'image, soit photographier celle-ci, la trace doit être très lumineuse. On peut obtenir très facilement une luminosité suffisante en augmentant la tension d'accélération appliquée sur l'anode N° 2 d'un tube normal (5 kilovolts ou plus): dans ce cas, la vitesse des électrons devient plus grande et la plus forte énergie cinétique ainsi acquise se traduit, après impact sur l'écran, par une plus forte luminosité.

Mais, si l'on applique une plus forte tension d'accélération sur cette deuxième anode, l'augmentation de

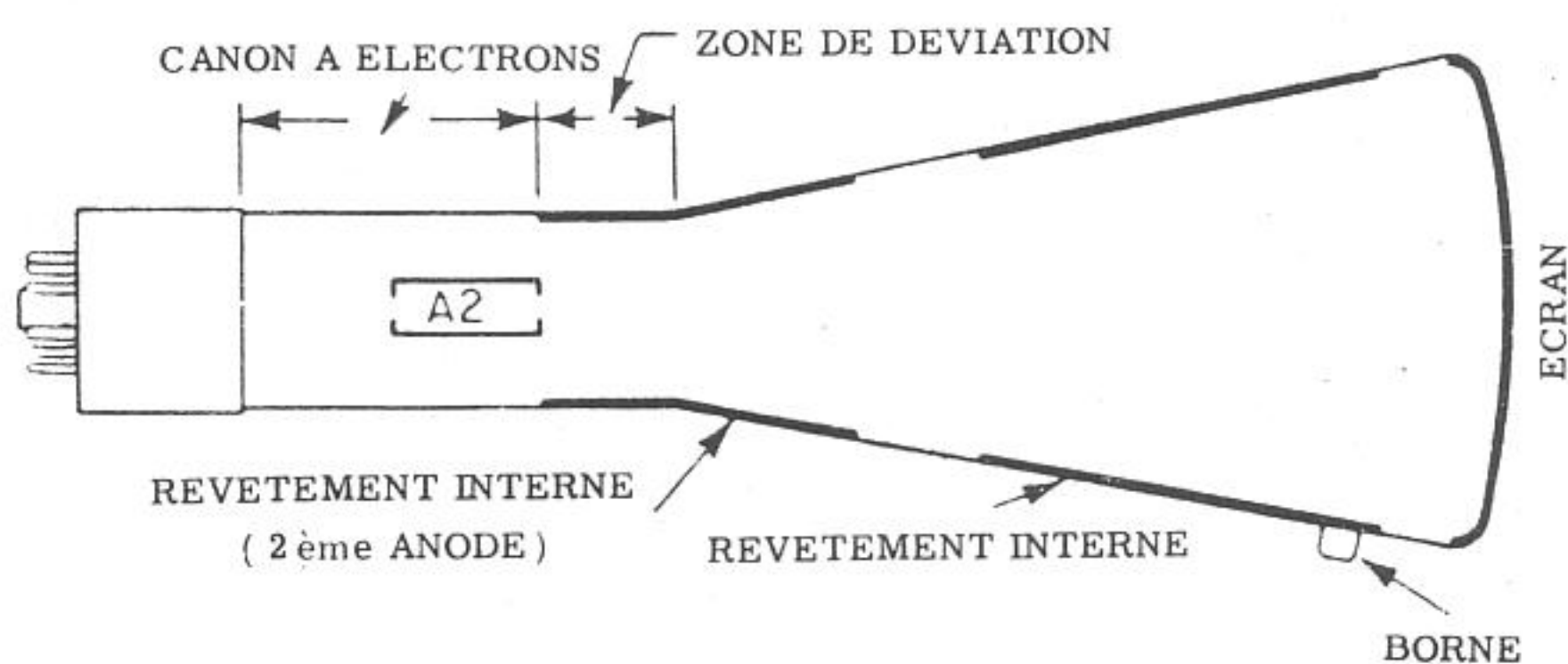


Fig. 6 - Pour augmenter la luminosité de la trace, certains tubes sont pourvus d'une anode de post-accélération; dans le type représenté sur la figure (5LP1A) on peut voir que l'anode de post-accélération est constituée par un revêtement interne de substance conductrice (graphite).

vitesse des électrons se produit avant la déviation du faisceau par les plaques spéciales disposées après l'anode N° 2. Il en résulte que les électrons ainsi accélérés mettent moins de temps pour traverser le champ de déviation, et une tension qui produirait normalement une déviation suffisante devient, de ce fait, trop faible pour produire l'effet recherché. Comme il est souvent difficile de disposer de tensions de déviation de valeurs élevées, on a recherché un autre moyen qui permette d'intensifier la luminosité de la trace sans présenter cet inconvénient. Un procédé plus satisfaisant est celui qui consiste à accélérer les électrons après que le faisceau ait été normalement dévié, d'où le nom de « post-accélération ». L'anode de post-accélération, ou d'intensification, placée après le système de déviation reçoit donc une tension positive très élevée.

DIMENSIONS DU POINT LUMINEUX

Pour obtenir sur l'écran du tube une trace fine et bien définie, il faut que le point lumineux qui la forme soit de très petites dimensions. Alors qu'il est facile d'arriver à ce résultat près du centre de l'écran, il n'en est pas de même lorsqu'on s'en écarte, car le point tend à augmenter de diamètre et à diminuer d'intensité au fur et à mesure qu'on se rapproche des bords de l'écran. Ce phénomène est dû à la différence entre le rayon de courbure de l'écran et la longueur du rayon cathodique, jusqu'au point de concentration maximale. En effet, près des bords, le rayon frappe l'écran non pas au point où sa section est la plus faible, mais en deçà, ou au delà, selon l'endroit où se produit la convergence.

De même, le système de déviation tend à déconcentrer le point dans les zones périphériques de l'écran, et — en principe — le diamètre augmente lorsque l'intensité est plus forte et l'accélération plus faible. Enfin, les dimensions du point lumineux dépendent également des caractéristiques intrinsèques du canon à électrons.

Normalement, les tubes ayant un écran de grand diamètre donnent un spot de dimensions légèrement

plus grandes; par exemple, un tube électrostatique de 3 pouces (7,5 cm environ), peut donner un point de 0,07 mm de diamètre, tandis qu'un tube de 12 pouces (30 cm environ), donne normalement un point de 0,09 mm.

LA DEVIATION ELECTROSTATIQUE

Supposons qu'un électron ou, mieux encore, un courant d'électrons, soit projeté dans un champ électrique produit par deux plaques parallèles électrisées. Le courant des électrons sera donc soumis à une force perpendiculaire à sa trajectoire.

Le vecteur V_1 , de la figure 7, représente la vitesse initiale de chaque électron. Le champ électrostatique auquel il est soumis provoque son accélération dans la direction propre du champ, ce qui fait que l'électron se déplace le long d'une trajectoire parabolique incurvée vers l'électrode positive. Le mouvement est assimilable à celui d'un projectile soumis à la pesanteur. Le vecteur V_2 représente la vitesse vers cette électrode, acquise par chaque électron en chaque instant. La vitesse résultante est évidemment le vecteur V_3 , somme des vecteurs V_1 et V_2 . Si la direction du champ électrostatique s'inverse, c'est-à-dire si l'on inverse la polarité des deux plaques, la direction du mouvement s'inversera également.

Il est important de remarquer que les plaques occupant une position horizontale, lorsque le tube cathodique est en fonctionnement, produisent une déviation du faisceau dans le sens vertical, c'est pourquoi on les appelle **plaques de déviation verticale**. Si l'on monte une deuxième paire de plaques, parallèles entre elles et à angle droit par rapport aux précédentes, on obtient une déflexion horizontale du faisceau, c'est pourquoi, les plaques disposées verticalement dans le tube sont appelées **plaques de déviation horizontale**, (figure 8).

Ces deux paires de plaques sont placées dans le col du tube, immédiatement après l'anode accélératrice, elles forment avec le canon électronique un ensemble

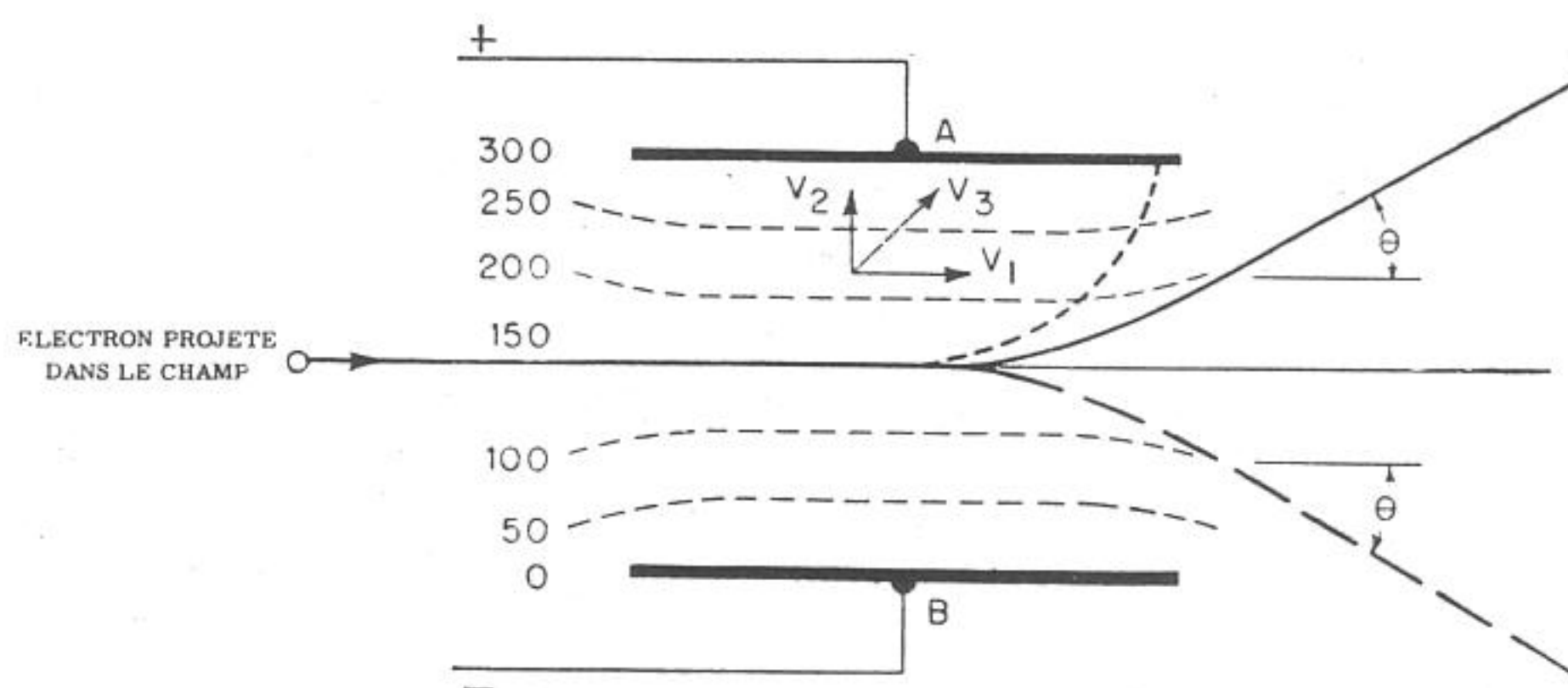


Fig. 7 - Déviation des électrons par deux plaques parallèles et représentation vectorielle des vitesses: initiale (V_1), accélérée (V_2) et résultante (V_3).

rigide et parfaitement centré comme le montre la figure 1. Très souvent, ces plaques de déviation sont pliées sur une partie de leur longueur, produisant ainsi un évasement qui permet d'obtenir un plus grand angle de déflexion, tout en évitant que le rayon électronique vienne heurter les bords des plaques. Pour simplifier la représentation graphique et l'analyse des circuits d'utilisation du tube cathodique, on a coutume de désigner par les symboles D1 et D2 les plaques les plus rapprochées de l'écran (utilisées pour produire la déviation horizontale) et par D3 et D4, celles qui sont les plus proches de la deuxième anode (utilisées pour produire la déviation verticale).

COMPORTEMENT DU RAYON EN DEHORS DU CHAMP

Après être sorti du champ de déflexion, le rayon cathodique se dirige en ligne droite suivant une direction qui est tangente à celle des électrons au point exact où le champ a cessé d'exercer son influence. Suivant un principe bien connu, les corps en mouvement tendent à conserver une direction rectiligne, à moins qu'intervienne une force extérieure provoquant une déviation (principe d'inertie). Dès que les électrons sont sortis de la zone d'influence du champ de déflexion, la force composante transversale ou perpendiculaire disparaît et les électrons se dirigent en ligne droite jusqu'à l'écran.

ANGLE DE DEFLEXION

On appelle angle de déflexion, l'angle que fait le rayon cathodique avec une droite parallèle à l'axe du tube, après son passage dans le système de déviation. Cet angle de déflexion dépend de plusieurs facteurs; tout d'abord, il est directement proportionnel à la longueur du champ de déflexion, lequel dépend de la longueur des plaques de déviation. En effet, plus ce champ sera long, plus grand sera le temps pendant lequel il agira, sur le rayon en provoquant sa déviation. Il dépend également de la distance séparant

deux plaques de déviation; plus ces plaques seront rapprochées, plus grande sera l'intensité du champ produit par une tension donnée et, par conséquent, plus forte sera la déviation du rayon. Cet angle est également fonction de la différence de potentiel appliquée à chaque paire de plaques; l'intensité de la force transversale dépendant de cette différence de potentiel, l'angle de déflexion suivra les variations de celle-ci. Enfin, on peut augmenter l'angle de déflexion en diminuant la tension d'accélération: en effet, on réduit ainsi la vitesse des électrons qui mettent donc plus de temps pour traverser le champ, d'où une déviation plus importante.

SENSIBILITE DE DEVIATION

La **sensibilité de déviation** d'un tube à rayons cathodiques, est une constante qui indique quelle est la grandeur du déplacement du point lumineux (ou spot) sur l'écran, produit par une tension de 1 volt appliquée aux plaques de déviation. Cette sensibilité est donnée en pouces, en centimètres ou en millimètres par volt. Par exemple, en nous reportant au tableau donnant les caractéristiques des tubes cathodiques, on peut voir que pour un certain type de tube, la sensibilité de déviation des plaques D1-D2 est de 0,22 mm par volt (tube DG 7-2). Cela signifie que, lorsque ce tube est dans des conditions normales de fonctionnement, chaque volt de tension continue appliqué à ses plaques de déviation horizontale, produit un déplacement du point lumineux de 0,22 mm, par rapport à sa position normale en l'absence de déviation.

La sensibilité de déviation est directement proportionnelle à la longueur des plaques de déviation et à la distance séparant ces plaques de l'écran du tube. Elle est inversement proportionnelle à la distance entre les plaques déviateurs et à la tension d'accélération (tension de la seconde anode).

FACTEUR DE DEVIATION

Le **facteur de déviation** indique la tension qui doit être appliquée entre une paire de plaques pour dé-

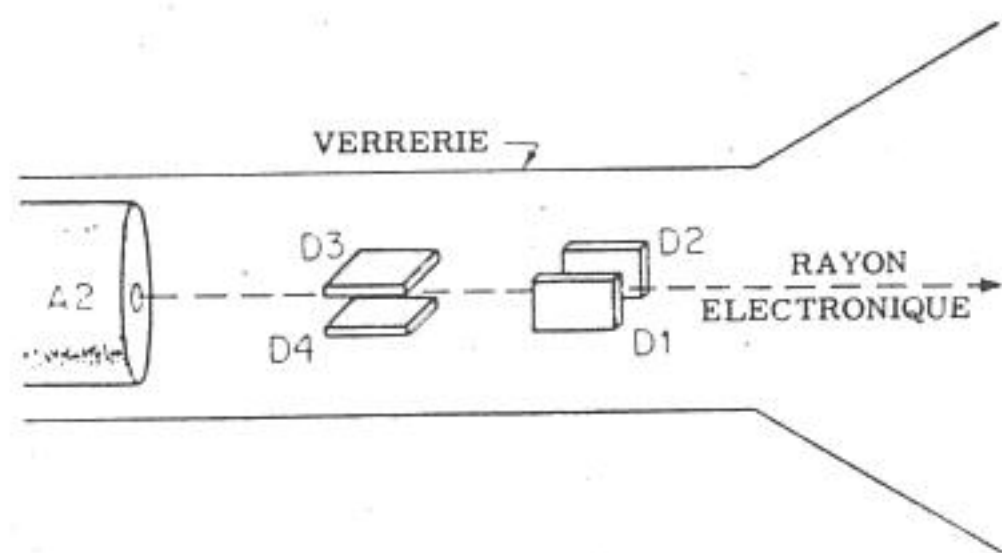


Fig. 8 - Position des plaques de déviation à l'intérieur d'un tube. D1 et D2 sont les plaques de déviation horizontale et D3-D4, celles de déviation verticale.

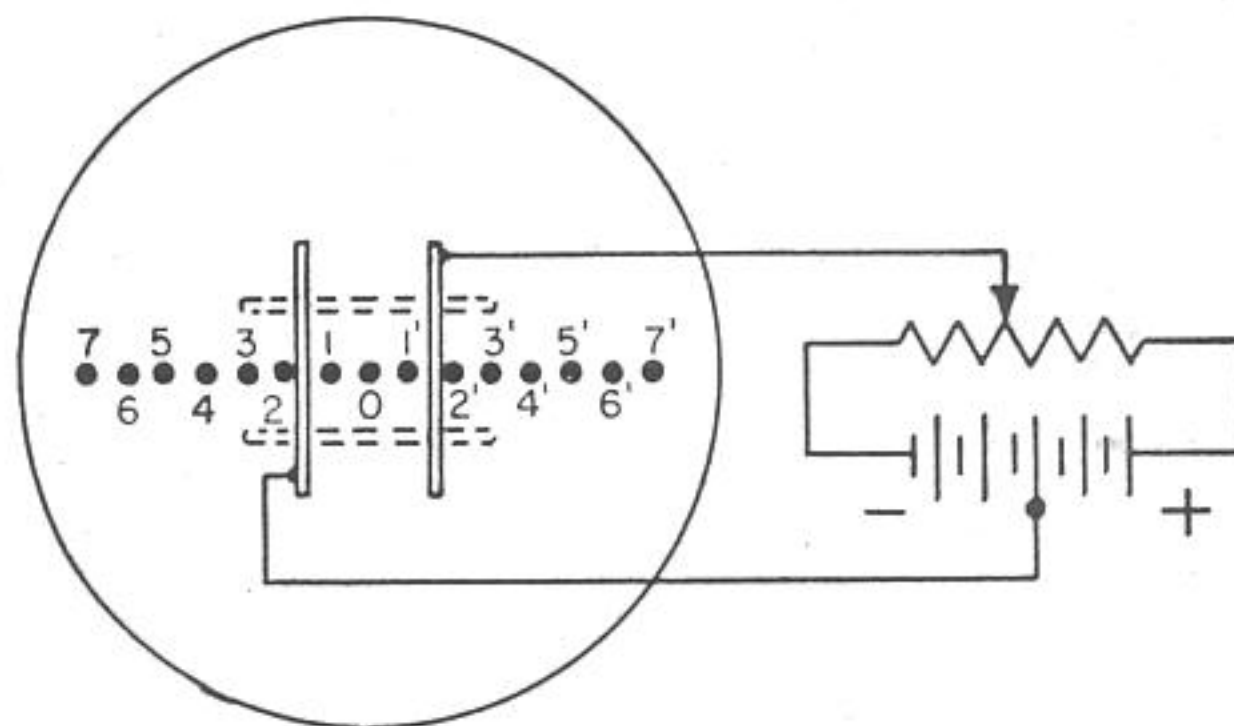


Fig. 9 - Déplacement horizontal du point lumineux, du centre vers la gauche ou la droite, sous l'effet des tensions appliquées aux plaques de déviation horizontale.

terminer un déplacement égal à l'unité de longueur choisie, c'est en quelque sorte la réciproque de la sensibilité de déviation. Il est exprimé en volts par centimètre (ou pouce) de déviation. Par exemple, le tube précédemment cité ayant une sensibilité de déviation de 0,22 mm par volt, son facteur de déviation sera de 45 volts par centimètre, environ ($10 \text{ mm} : 0,22 = 45,45$). Parfois, principalement dans les pays anglo-saxons, on exprime le facteur de déviation en tenant compte également de la tension appliquée sur la deuxième anode. On dit, par exemple, que le tube a un facteur de déviation de « 60 volts par pouce/kilovolt sur la deuxième anode » ou plus simplement « 60 V/pouce/kV ». C'est ainsi que pour une tension d'accélération de 1 000 volts (1 kV), le facteur est de 60 volts par pouce (soit 24 volts/cm), tandis qu'avec une tension d'accélération de 2 kV, ce facteur devient 120 volts/pouce, soit 48 V/cm.

DEVIATION LINEAIRE

Le type de déviation le plus employé est celui qui produit une trace linéaire sur l'écran, c'est-à-dire celle engendrée par un point lumineux se déplaçant avec une vitesse uniforme. Dans ce cas, le point lumineux ou « spot » parcourra des distances égales dans des intervalles de temps égaux.

Par exemple, un point qui se déplace sur un écran de 12,5 cm de diamètre en parcourant une distance constante de 2,5 cm par seconde, se déplace évidemment avec une vitesse uniforme; la trace lumineuse produite par ce point en mouvement est une trace linéaire. La trace linéaire est intéressante, car elle représente une méthode très simple pour mesurer le temps sur un tube à rayons cathodiques.

Si l'on sait que le point a sa position de départ à l'extrême gauche d'un écran de 12,5 cm, à un instant déterminé, et s'il se déplace horizontalement à travers l'écran avec une vitesse de 2,5 cm par seconde, il est évident que, lorsque ce point se trouvera exactement au centre de l'écran, il se sera écoulé un temps de 2 secondes 1/2. Quand ce point aura parcouru les qua-

tre cinquièmes du diamètre de l'écran, il se sera écoulé quatre secondes depuis l'instant du départ. On a ainsi établi une **base de temps**. Cette base de temps peut être tracée dans n'importe quelle direction, mais il est plus pratique de la tracer dans le sens horizontal.

Comme nous le verrons plus loin, la déviation linéaire est particulièrement utile quand le tube est employé pour reproduire un graphique ou l'image d'une quantité variable dans le temps.

Pour faire en sorte que le point se déplace de la manière décrite ci-dessus, on peut utiliser un dispositif constitué par un potentiomètre et une source de tension continue, suivant le schéma de la **figure 9**. Quand le curseur du potentiomètre se trouve dans sa position centrale, c'est-à-dire au point neutre par rapport à la différence de potentiel existant entre ses bornes, les deux plaques de déviation horizontale sont portées au même potentiel. Comme il n'y a aucune d.d.p. entre elles, aucune déflexion ne se produit et le point reste immobile au centre de l'écran vers la gauche, la plaque de droite devient plus négative et le point se déplace vers la gauche (de la position 0 à la position 7). Si, maintenant, on déplace **lentement**, et avec une vitesse uniforme, le curseur de l'extrême gauche, vers l'extrême droite, la tension sur la plaque de déviation de droite varie progressivement d'un maximum négatif à un maximum positif — en passant par zéro — par rapport au potentiel fixe appliqué sur l'autre plaque. Il en résulte que le point lumineux se déplace lentement et uniformément sur l'écran, depuis la position 7 jusqu'à la position 7'.

Enfin, si le curseur est déplacé rapidement en sens opposé, jusqu'à la position centrale, le point lumineux refait régulièrement les manoeuvres indiquées ci-dessus, le point se déplacera toujours lentement de gauche à droite sur l'écran, puis chaque fois que le bord droit sera atteint, il reviendra rapidement vers la gauche.

Si l'on fait en sorte que ces déplacements se fassent assez rapidement, la persistance de l'image sur l'écran, jointe à l'inertie de la rétine humaine, feront en sorte

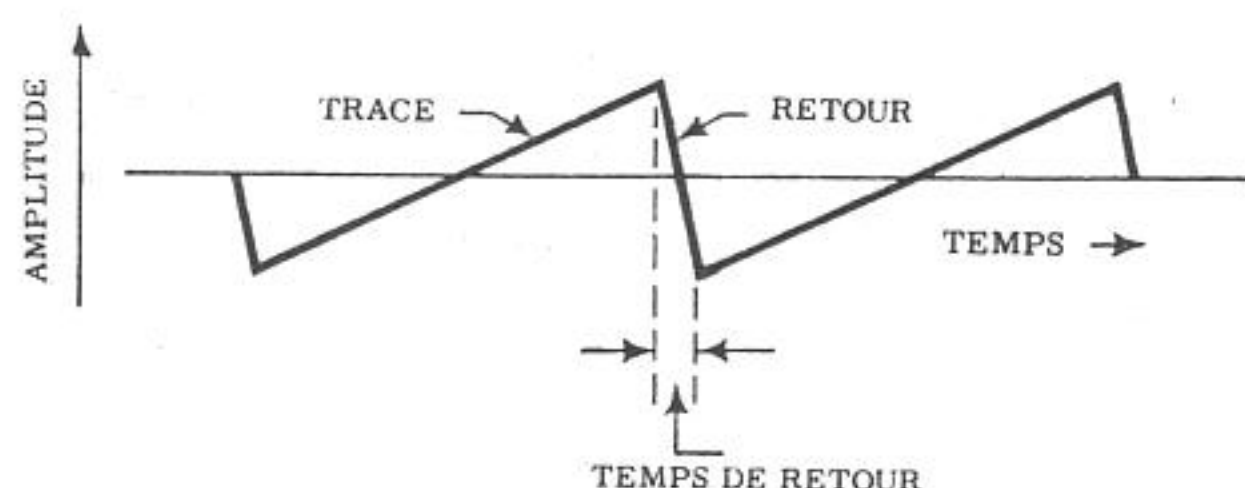


Fig. 10 - Voici la forme classique du signal en dents de scie, déjà étudiée précédemment. Cette forme de signal est très employée pour le balayage des tubes cathodiques. Elle présente une longue partie ascendante linéaire, puis une partie descendante abrupte, à la fin de laquelle la trace est revenue à son point de départ.

que l'on aura l'illusion de voir une ligne lumineuse droite continue. Cette trace lumineuse peut sembler intermittente, ou variable, si la fréquence des excursions (du balayage) est inférieure à 25 fois par seconde, mais elle se stabilise lorsque la fréquence augmente.

Etant donné, qu'en pratique, on exige un déplacement rapide du point, le système mécanique décrit ci-dessus ne saurait convenir. On le remplace par une augmentation lente plus souple, produisant des oscillations caractérisées par une augmentation lente et uniforme de la tension, jusqu'à une certaine amplitude, puis, une fois celle-ci atteinte, par une chute rapide de la tension. Ces oscillations, produites par des montages oscillateurs spéciaux, ont la forme représentée sur la **figure 10**: ce sont des oscillations « en dents de scie » que nous connaissons bien, car elles font partie des formes d'onde non sinusoïdales dont nous avons étudié la formation et la production dans les 91ème et 92ème leçons.

DEVIATION BIDIRECTIONNELLE

Résultante de deux forces

Toute force agissant sur un système a une amplitude d'un sens et d'une direction déterminée; on dit, dans ce cas, qu'une force est une « grandeur vectorielle ». Dans d'autres occasions, elle peut être représentée par une flèche dont la longueur représente l'intensité et dont la direction indique le sens dans lequel elle agit. La somme de plusieurs forces se ramène donc à un simple problème graphique, comme le montre la **figure 11**.

Si deux forces, ayant même point d'application (forces concourantes), agissent dans le même sens, l'intensité de la force totale résultante est égale à la **somme** des intensités des deux forces composantes. Par contre, si elles sont de sens contraires, l'intensité de la force totale résultante est égale à la **différence** des intensités des deux forces composantes. Dans ce cas, la force résultante a le même sens que la plus grande des

forces composantes.

Autrement dit, lorsque deux forces appliquées à un même corps solide sont dirigées suivant la même droite, leur résultante est égale à leur **somme algébrique**.

Par exemple, si deux forces, une de 30 N (environ 3kgf) et l'autre de 40 N (environ 04kgf) agissent sur un objet dans le même sens toutes les deux, celui-ci sera soumis à une force de 70 N dans la même direction. Par contre, si ces deux forces agissent en sens contraire l'objet sera soumis à une force de 10 N ayant la même direction que la force de 40 N.

Lorsque les deux forces concourantes ont des directions différentes, c'est-à-dire qu'elles forment entre elles un angle quelconque, la force résultante est représentée en grandeur, direction et sens par la diagonale du parallélogramme construit sur les vecteurs représentant les deux forces. L'intensité de cette résultante dépend de l'intensité et de l'angle des deux forces.

Si les deux forces sont rectangulaires, c'est-à-dire, forment entre elles un angle droit, le parallélogramme devient un rectangle (si les deux forces ont une même intensité). Dans ce dernier cas, l'intensité de la force résultante est égale à $N \sqrt{2}$ (1,414) fois celle d'une seule des deux forces (diagonale d'un carré).

DEVIATION ELECTROSTATIQUE BIDIRECTIONNELLE

Nous savons que lorsqu'on applique une tension sur les plaques de déviation horizontale, on produit un champ électrostatique qui exerce une force horizontale sur le rayon électronique. Celui-ci se déplace vers la droite ou vers la gauche selon la direction du champ; en effet, si la plaque de gauche est positive par rapport à celle de droite, la déviation se fait de droite à gauche, et inversement.

L'importance de cette déviation est fonction de l'intensité du champ déflecteur laquelle est, à son tour, déterminée par la d.d.p. présente entre les deux plaques.

Lorsqu'on applique une tension sur les plaques de

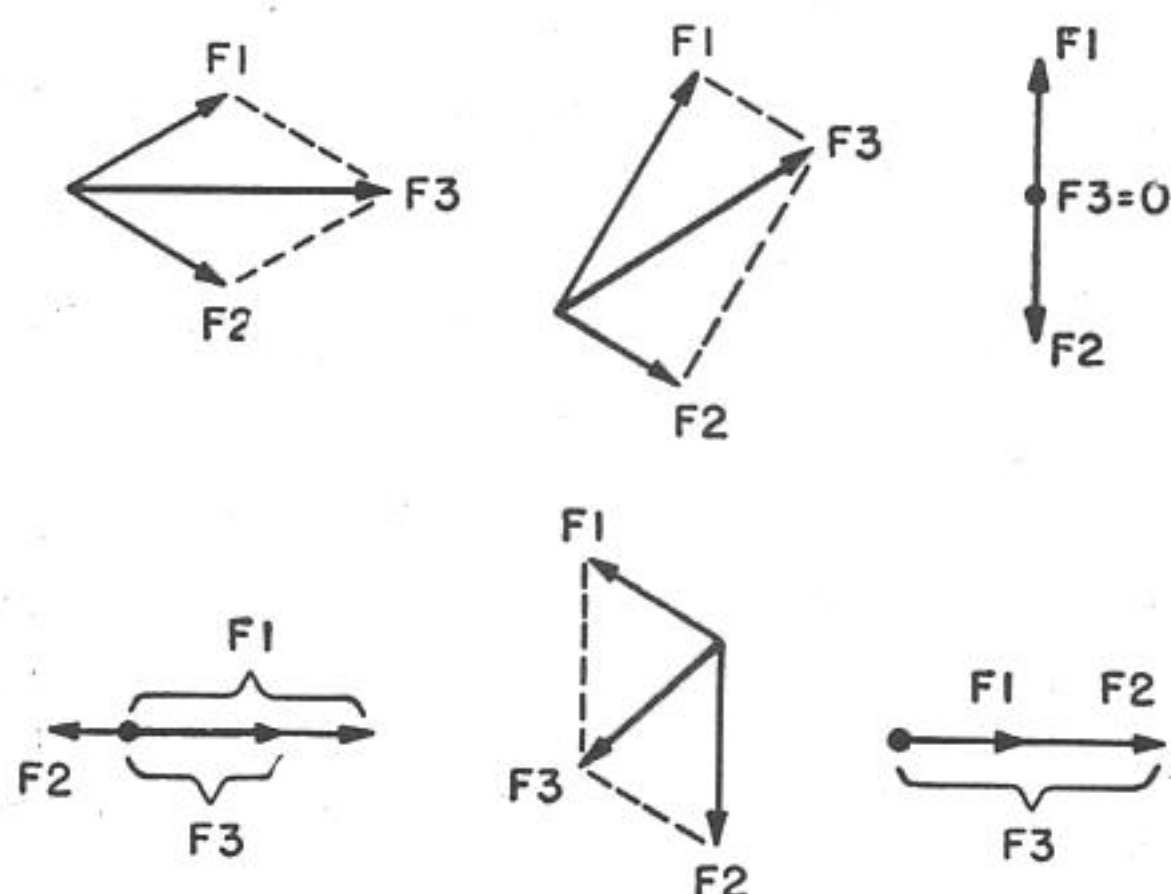


Fig. 11 - Représentation vectorielle de deux forces, F_1 et F_2 , d'amplitudes différentes, appliquées dans des directions différentes. La force résultant de leur combinaison est représentée par F_3 .

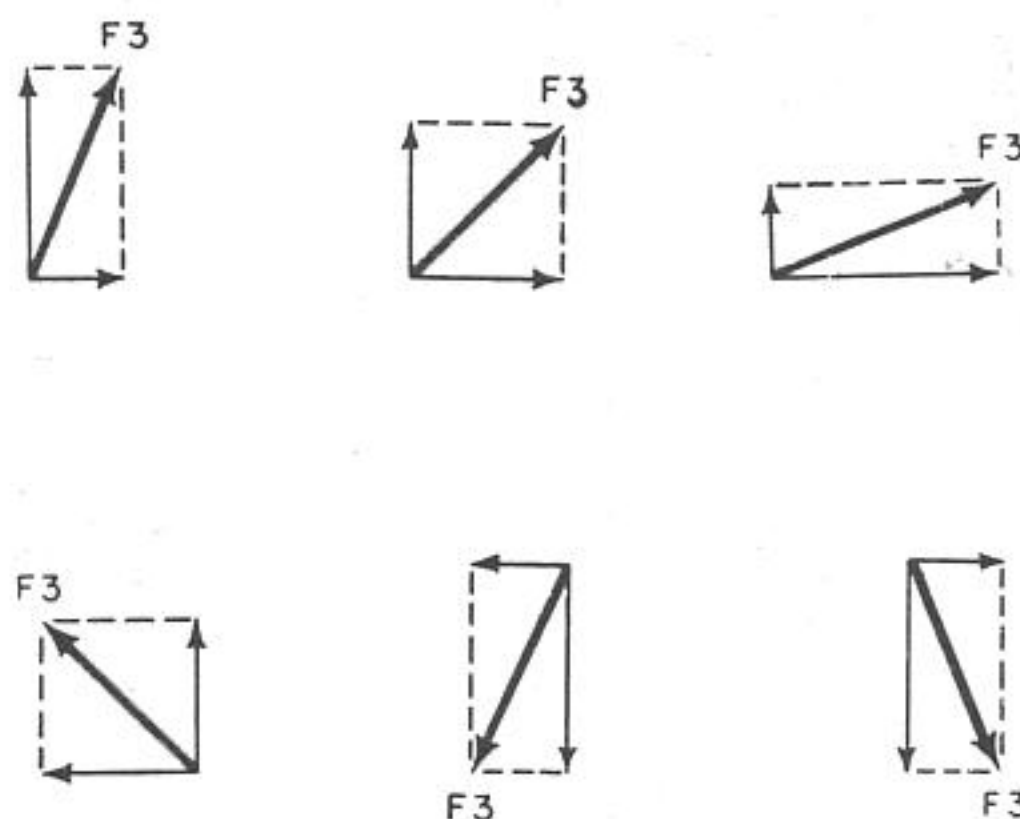


Fig. 12 - Représentation vectorielle de deux forces perpendiculaires entre elles. La résultante est également F_3 .

déviations verticales, on provoque la naissance d'un second champ électrostatique qui exerce également une force sur le rayon électronique. Cette force est dirigée dans le sens vertical, vers le haut ou vers le bas selon la direction du champ; laquelle — à son tour — dépend de la polarité de la tension appliquée. Là encore, l'importance de cette déviation est fonction de l'intensité du champ, c'est-à-dire de la d.d.p. existant entre les deux plaques.

Ces forces que nous venons de citer, et qui agissent toutes deux sur le rayon électronique, sont évidemment à angle droit entre elles, et la position du point lumineux sur l'écran sera en étroite relation avec la résultante de ces deux forces. Si les deux forces appliquées ont la même amplitude, elles produiront des déviations égales, et le rayon sera dévié d'un angle de 45° , c'est-à-dire dans une position intermédiaire entre la verticale et l'horizontale. Si ces deux forces agissent respectivement vers le haut et vers la droite, la déviation se fera suivant une diagonale à 45° vers le secteur supérieur droit de l'écran. De même, deux forces égales dirigées respectivement vers le haut et vers la gauche produiront, une déviation de 45° dans le secteur supérieur gauche.

Pareillement, si ces forces sont dirigées vers le bas et la gauche, ou vers le bas et la droite, la déviation se produira dans le secteur inférieur, respectivement à gauche ou à droite de l'écran.

Par contre, si l'amplitude des déviations individuelles n'est pas la même, si ces deux forces sont inégales, le processus sera le même, mais l'inclinaison de la trace ne sera plus de 45° , elle fera un angle qui sera fonction des amplitudes relatives des deux champs.

Il apparaît donc évident que la déviation d'un rayon d'électrons, au moyen de champs électrostatiques, peut se faire dans n'importe quelle direction. Le spot lumineux, visible sur l'écran, peut être déplacé vers n'importe quel point de cet écran et ce résultat peut être obtenu par la combinaison de deux tensions variables différentes, appliquées aux plaques de déviation.

Supposons, par exemple, que nous voulions obtenir,

sur l'écran, une figure représentant le cycle d'une tension sinusoïdale. La méthode graphique est celle qui est le plus communément utilisée pour représenter une onde sinusoïdale. Sur l'axe vertical on indique la valeur de la tension et sur l'axe horizontal on porte le temps. Cette représentation de la valeur instantanée de la tension, en fonction du temps, est bien connue de nos lecteurs, et l'oscillographe cathodique permet d'en obtenir la représentation visuelle.

En effet, si le rayon cathodique est dévié verticalement d'une manière proportionnelle à la valeur de la tension qu'il doit représenter, on obtient une ligne verticale. Le point lumineux se déplace vers le haut pendant l'alternance positive et vers le bas pendant l'alternance négative. Si, dans le même temps, on s'arrange pour que le rayon cathodique se déplace également dans le sens horizontal, avec une vitesse uniforme, il tracera sur l'écran la figure désirée, c'est-à-dire une sinusoïde. Celle-ci est donc produite par les actions exercées simultanément par la force produisant la déviation horizontale (base de temps linéaire).

Toutes les explications que nous venons de donner, sur le tube à rayons cathodiques à déviation électrostatique, ont eu simplement pour but de faire connaître les principes généraux relatifs à sa construction et à son utilisation. Nous n'avons pas parlé des divers dispositifs auxiliaires qui ont permis de réaliser, à partir de ce tube, des instruments de mesure particulièrement précieux pour le technicien.

Nous avons dit, en son temps, que les caractéristiques de fonctionnement d'un tube à rayons cathodiques, ne dépendent pas seulement des caractéristiques propres au tube lui-même, mais bien — pour la plupart — de celles des circuits qui lui sont associés. L'objet de notre prochaine leçon sera donc l'étude des différents circuits permettant de produire les signaux spéciaux qui, appliqués aux plaques de déviation horizontale du tube, permettront d'examiner en détail la forme d'onde, l'amplitude et la fréquence d'autres signaux appliqués aux plaques de déviation verticale. L'ensemble constitué par le tube et les dispositifs auxiliaires, forme ce qu'on appelle un **oscilloscope**.

Leçon n° 95

L'OSCILLOGRAPHE A RAYONS CATHODIQUES

L'oscillographe à rayons cathodiques ou oscilloscope, est un instrument électronique de très grande utilité pour le radiotechnicien, aussi bien pour les dépannages que — dans une plus grande mesure, encore — pour l'étude et la mise au point d'appareils originaux. Il possède, en effet, la précieuse faculté de permettre l'observation directe de la nature et de la forme des courants et des tensions que l'on peut trouver dans un circuit électronique.

L'oscilloscope met à profit toutes les possibilités offertes par le tube à rayons cathodiques et en étend considérablement le champ d'action au moyen de circuits auxiliaires qui constituent les différentes parties de l'instrument.

Théoriquement, un oscilloscope peut être divisé en six parties distinctes, que nous détaillerons ci-dessous; chacune de ces sections remplit une fonction particulière, indispensable au fonctionnement de l'ensemble, mais — malgré sa complexité apparente — l'oscilloscope est un des instruments les plus simples que l'électronique met à la disposition du technicien. Les différentes parties d'un oscilloscope classique sont les suivantes, comme le montre le schéma synoptique de la fig. 1.

L'amplificateur vertical - Nous avons vu, dans les leçons précédentes, que la sensibilité du tube cathodique n'était pas suffisante pour donner une déviation appréciable du point lumineux (ou spot) pour de faibles tensions appliquées aux plaques de déviation. Or, les tensions et les courants que l'on trouve dans les appareils électroniques sont, généralement, de très faible amplitude d'où la nécessité absolue d'inclure, dans un oscilloscope, des amplificateurs susceptibles de porter l'amplitude de ces signaux à une valeur telle qu'elle permette d'obtenir une déviation suffisante. Le signal à examiner est appliqué à l'entrée de l'amplificateur, dont la sortie est reliée aux plaques de déviation verticale. Tout signal, ainsi amplifié, appliqué aux plaques de déviation verticales, — les plaques de déviation horizontale n'étant pas sous tension — provoque un déplacement périodique du point lumineux sur l'écran du tube et l'on obtient ainsi une ligne lumineuse verticale (figure 2), dont la longueur est directement proportionnelle à l'amplitude de crête à crête du signal. Le gain de l'amplificateur doit pouvoir être réglé au moyen d'un potentiomètre, suivant la méthode habituelle, pour que la tension appliquée aux plaques de déviation produise une trace lumineuse de hauteur adaptée aux dimensions de l'écran fluorescent. La courbe de

réponse en fréquence de l'amplificateur doit être linéaire dans une gamme assez étendue. Plus la gamme de fréquence à l'intérieur de laquelle l'amplification reste constante est étendue, meilleure est la qualité de l'instrument et plus grande son utilité pratique.

Si l'amplificateur vertical comporte un atténuateur d'entrée étalonné, comme nous connaissons en principe, la sensibilité de déviation du tube (exprimée en mm/V), on pourra évaluer la tension de crête à crête du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur en mesurant la longueur de la trace verticale. Pour cela, on dispose devant l'écran fluorescent un masque transparent portant deux axes perpendiculaires (horizontal et vertical) gradués en millimètres ou en centimètres, ce qui permet de mesurer commodément la longueur des traces. Ainsi équipé, l'oscilloscope sert donc de voltmètre et rend de très grands services pour la mesure des tensions de crête des signaux complexes.

L'amplificateur horizontal - Il est semblable à l'amplificateur vertical et joue un rôle analogue. Dans ce cas également, un signal quelconque appliqué à l'entrée se traduit sur l'écran du tube par une ligne droite, horizontale cette fois-ci, comme le montre la figure 3. L'unique différence réside dans le fait que l'amplification est moins importante que celle de l'amplificateur précédent, car son utilisation est différente. En effet, tandis que l'amplificateur vertical reçoit le signal à examiner, l'amplificateur horizontal, quant à lui, doit simplement provoquer le déplacement du point lumineux périodiquement de gauche à droite de l'écran pour permettre la formation de l'image. Pour obtenir ce résultat, on applique à son entrée, soit un signal de forme spéciale engendré dans une troisième section de l'oscilloscope, soit d'autres signaux dont nous parlerons par la suite. L'amplificateur horizontal doit également être linéaire dans des limites assez étendues, car, dans certains cas, il peut être utilisé pour amplifier des signaux complexes. Il est aussi pourvu d'une commande manuelle de gain qui permet d'allonger plus ou moins la trace sur l'écran du tube.

La base de temps - Comme nous l'avons vu dans nos études précédentes, un courant alternatif peut être représenté graphiquement au moyen d'un système d'axes de coordonnées dans lequel la tension est portée dans le sens vertical et le « temps » dans le sens horizontal. Le circuit appelé « base de temps », auquel nous avons déjà fait allusion en décrivant les utilisations possibles du tube à rayons cathodiques, a précisément pour fonc-

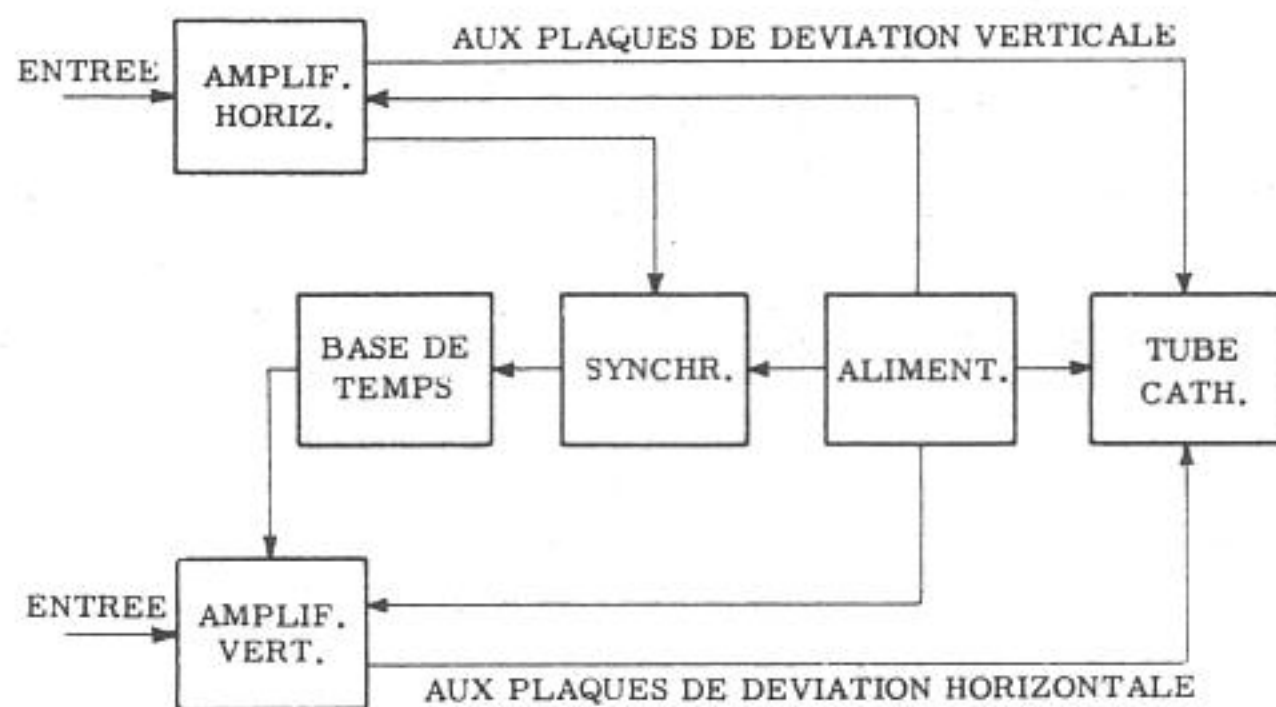


Fig. 1 - Schéma synoptique d'un oscilloscope à rayons cathodiques. Il se compose de quatre parties indépendantes, d'un tube à rayons cathodiques et d'une alimentation.

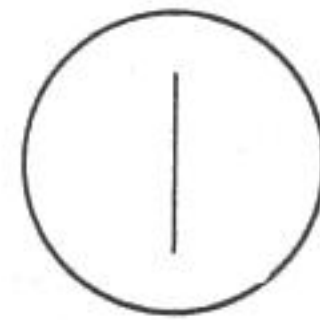


Fig. 2 - Le déplacement alternatif du point dans le sens vertical produit une ligne continue.

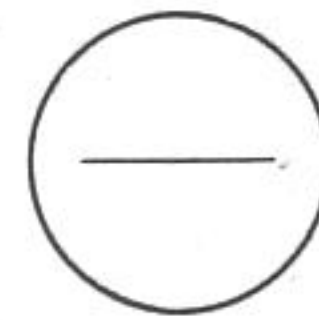


Fig. 3 - Si on applique un signal entre les plaques de déviation horizontale, on obtient cette ligne.

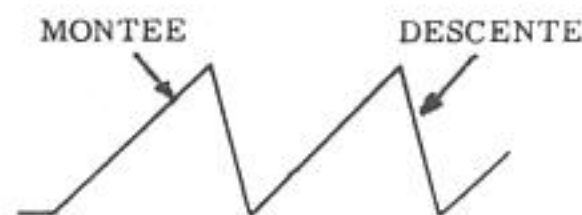


Fig. 4 - Tension en dents de scie. La partie descendante est plus rapide que la partie ascendante. Le balayage de l'écran se fait pendant le temps de montée.

tion de provoquer le déplacement périodique du point lumineux dans le sens horizontal, le long de l'axe « x »; on obtient, ainsi, une trace visible pendant le mouvement du point de la gauche vers la droite, et invisible durant le retour, de la droite vers la gauche.

Ce mouvement, appelé « balayage », est rendu possible grâce à l'utilisation d'un montage oscillateur spécial, produisant une tension de forme particulière — dite en « dents de scie » — que nous connaissons bien et que nous représentons, à nouveau, sur la **figure 4**. Cette tension est appliquée aux plaques de déviation horizontale à travers l'amplificateur du paragraphe précédent, qui permet de régler l'amplitude des oscillations et de choisir, en conséquence, la longueur de la trace horizontale convenant le mieux à l'examen du signal. Sous l'effet de cette tension en dents de scie, le point lumineux se déplace avec une certaine vitesse, constante, de la gauche vers la droite de l'écran (partie ascendante de la courbe en dents de scie), puis il retourne rapidement à son point de départ (en allant de la droite vers la gauche de l'écran), sans laisser de trace visible (partie de la courbe, beaucoup plus rapide que l'autre).

L'amplificateur horizontal est pourvu, à son entrée, d'un commutateur permettant de lui appliquer, soit la tension en dents de scie produite par la base de temps, soit tout autre signal extérieur, selon les besoins.

Ce balayage horizontal, effectué à vitesse constante sous l'effet de la tension en dents de scie appliquée aux plaques de déviation horizontale, permet d'obtenir sur l'écran du tube la représentation, en fonction du temps, du signal transmis aux plaques de déviation verticale. Pour cela, la fréquence des oscillations en dents de scie est réglable de telle sorte que l'on peut toujours avoir un cycle horizontal complet pendant que se développe un nombre déterminé de périodes du signal vertical. La base de temps comporte donc un dispositif de réglage de la fréquence des oscillations en dents de scie: un commutateur permet, tout d'abord, de choisir la gamme de fréquence désirée, puis un réglage « fin » donne le moyen de se régler exactement sur la fréquence de balayage convenant à l'examen du signal.

Le circuit de synchronisation - La fonction de ce circuit est de « synchroniser » la fréquence de la tension en dents de scie, produite par la base de temps, sur le signal provenant de l'amplificateur vertical. Il est ainsi possible de toujours faire coïncider le début de chaque cycle de la dent de scie avec le début d'un cycle du signal vertical et de stabiliser, de cette façon, l'image formée sur l'écran. Une commande manuelle permet de doser l'efficacité de ce circuit et d'ajuster la tension nécessaire au maintien de la synchronisation entre ces deux signaux.

Le tube à rayons cathodiques - Cette partie essentielle a été étudiée en détail dans les précédentes leçons; il nous suffira donc de répéter que ce tube peut être d'un diamètre plus ou moins grand, qu'il peut donner des traces de couleurs différentes selon la nature de la substance luminescente formant l'écran et qu'il peut être plus ou moins sensible. Les Tableaux 84 et 85 donnent toutes les indications utiles sur les principaux types de tubes actuellement employés dans les oscilloscopes. Les tensions de sortie issues des deux amplificateurs cités plus haut, sont envoyées aux deux paires de plaques de déviation, tandis que les autres électrodes sont reliées aux commandes de concentration et de luminosité.

L'alimentation - Le schéma de principe et quelques indications sommaires sur l'alimentation sont donnés à la page 768 de ce cours. Elle sera étudiée plus en détail lors de la description pratique d'un oscilloscope réalisable par nos lecteurs. Rappelons simplement que la tension continue la plus élevée que doit fournir cette alimentation est de l'ordre de 1 000 volts, mais qu'elle doit aussi délivrer des tensions moins fortes (250 à 300 volts), sous une plus grande intensité, pour alimenter les amplificateurs, les oscillateurs circuits auxiliaires nécessaires au fonctionnement de l'appareil.

FORMATION DE L'IMAGE

L'image qui se forme sur l'écran d'un oscilloscope résulte donc de la combinaison de deux tensions appliquées respectivement sur les plaques verticales et ho-

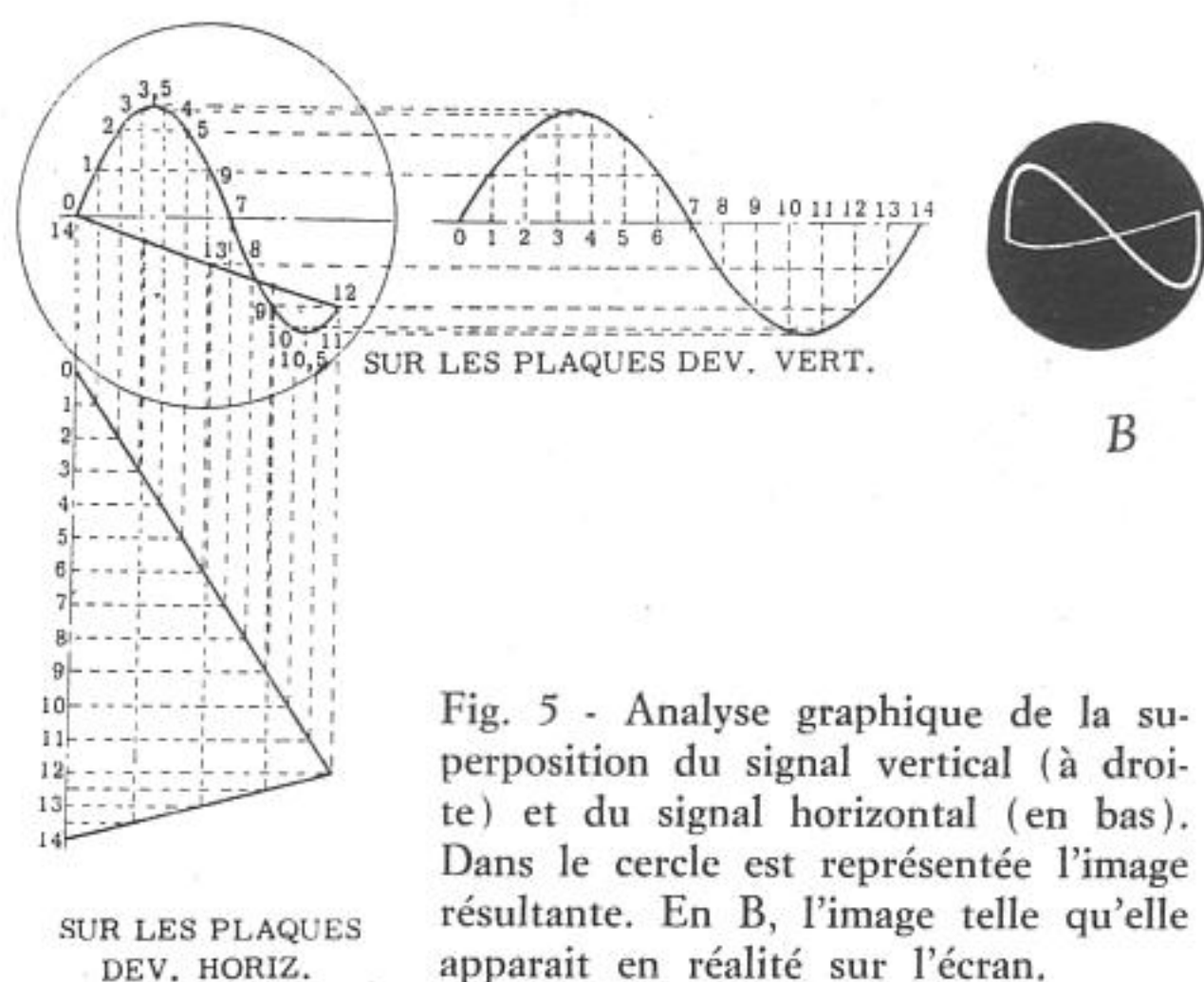


Fig. 5 - Analyse graphique de la superposition du signal vertical (à droite) et du signal horizontal (en bas). Dans le cercle est représentée l'image résultante. En B, l'image telle qu'elle apparaît en réalité sur l'écran.

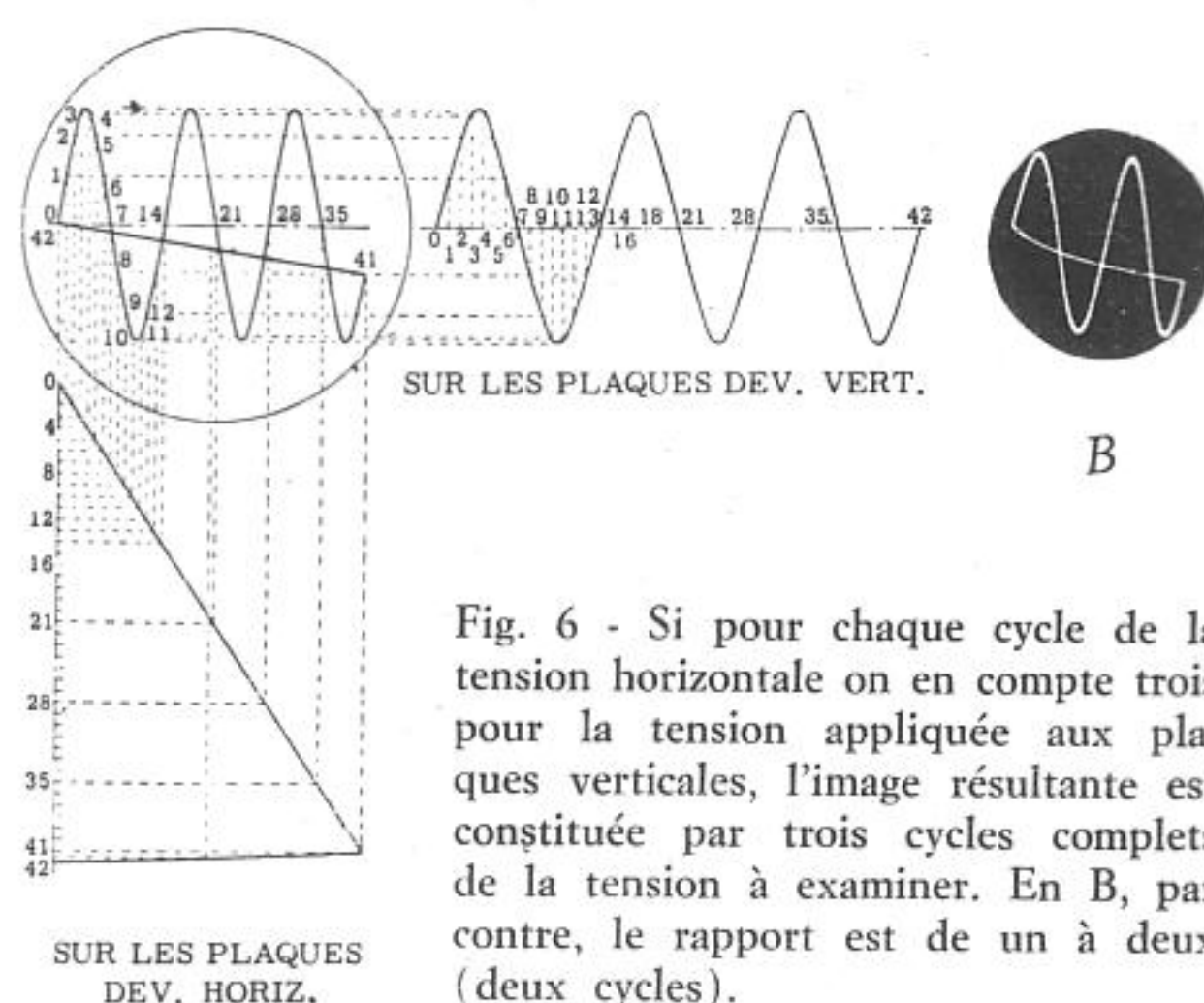


Fig. 6 - Si pour chaque cycle de la tension horizontale on en compte trois pour la tension appliquée aux plaques verticales, l'image résultante est constituée par trois cycles complets de la tension à examiner. En B, par contre, le rapport est de un à deux (deux cycles).

horizontales. Ces deux tensions agissent simultanément sur le faisceau d'électrons qui se déplace dans la direction de la résultante des deux champs électrostatiques auxquels il est soumis. Le point lumineux décrit donc sur l'écran la forme d'onde du signal d'entrée (vertical) en fonction de la fréquence du signal de balayage horizontal, c'est-à-dire du temps.

Nous venons de dire que l'action combinée des deux champs électrostatiques produits par les plaques de déviation provoquait l'apparition, sur l'écran fluorescent, de la forme d'onde du signal à examiner: le principe fondamental de cette action est illustré par la figure 5. Cette figure peut se diviser en quatre parties: en bas, à gauche on a reproduit la forme d'onde d'une oscillation complète en dents de scie; en haut, au dessus, on a représenté l'écran du tube cathodique avec l'image qui devrait y apparaître et, à droite, on voit la forme d'onde du signal à examiner. En B a été dessinée la figure qui apparaît réellement sur l'écran.

Sur tous ces dessins, le point 0 marque le début simultané des deux signaux, il correspond à l'absence de champ électrostatique, tant vertical qu'horizontal, entre les deux paires de plaques de déviation, c'est-à-dire à l'instant du cycle où la tension est nulle. Au fur et à mesure que la tension en dents de scie augmente, pour atteindre son maximum au point 12, le spot lumineux se déplace horizontalement sur l'écran depuis le point 0, jusqu'au point 12. Mais à cet instant, le spot ne se trouve plus sur le diamètre horizontal, car il a été soumis, dans le même temps, à toute une série de déplacements dans le sens vertical, sous l'effet du champ électrostatique vertical. Si nous suivons point par point les deux signaux, nous constatons qu'au moment où la tension en dents de scie diminue rapidement du point 12 au point 14, une partie du signal vertical seulement a été reproduite sur l'écran. Pour reproduire intégralement cette sinusoïde, il faudrait que la durée du signal en dents de scie soit légèrement plus longue. On remarquera, sur la figure 5-B, que la dernière partie du signal vertical — qui fait que la trace lumineuse de retour ne peut se confondre exactement avec le diamètre horizontal de l'écran — se traduit par une légère

courbure de la trace de retour au point de départ.

Cette trace de retour, qui est gênante en pratique, peut être supprimée comme nous le verrons plus loin.

La figure 6 illustre le cas dans lequel une oscillation en dents de scie se produit dans la même période que trois oscillations complètes du signal à examiner. On constate que trois cycles de ce signal sont visibles sur l'écran du tube, et ceci démontre que le nombre des oscillations visibles est donné par le rapport entre la fréquence du signal vertical et la fréquence du signal horizontal. Si ces deux fréquences sont égales, on ne verra qu'une seule période du signal sur l'écran (rapport 1:1); si la fréquence du signal est égale au double de celle du balayage, on verra deux cycles (rapport 2:1), et ainsi de suite. Il est facile d'en conclure que, connaissant la fréquence du signal horizontal (dans notre cas, la fréquence du signal en dents de scie), il est possible de connaître celle du signal vertical en multipliant la fréquence horizontale par le nombre des périodes visibles sur l'écran.

La figure 6-B représente l'image obtenue sur l'écran lorsque la fréquence verticale est double de la fréquence horizontale.

L'AMPLIFICATEUR VERTICAL

Pour qu'un instrument de mesure puisse « lire » un signal sans en altérer les caractéristiques, il faut qu'il n'absorbe aucun courant. Pour cette raison, l'impédance d'entrée d'un tel instrument de mesure doit être, sinon infinie, du moins extrêmement élevée. Cela a déjà été exposé dans une leçon précédente consacrée aux voltmètres à lampe, et nous avons vu, alors, comment on pouvait réaliser un amplificateur dont l'impédance d'entrée, de l'ordre de plusieurs mégohms, soit suffisante pour la plupart des applications pratiques. En outre, étant donné qu'un oscilloscope doit pouvoir servir également à observer des signaux de fréquence très élevée, il faut que la capacité d'entrée soit inférieure à 20 pF, en général, et beaucoup plus faible, dans certains cas particuliers.

La bande passante de l'amplificateur vertical doit être fonction du service demandé à l'instrument. Il

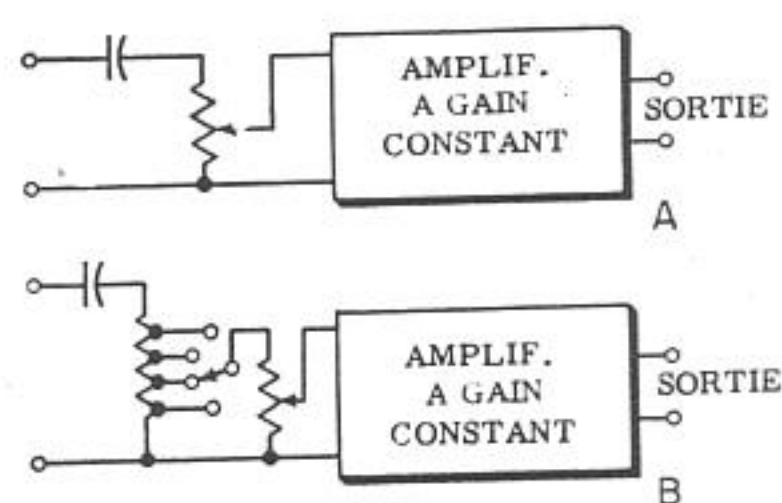


Fig. 7 - Pour régler l'amplitude de la déviation, on peut prévoir soit un simple potentiomètre (A), soit un atténuateur double, à plots suivi d'un potentiomètre.

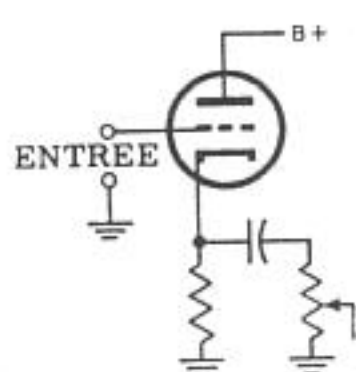


Fig. 8 A - Etage d'entrée d'un amplificateur à sortie sur la cathode. L'atténuateur est constitué par un potentiomètre placé en parallèle sur la charge cathodique.

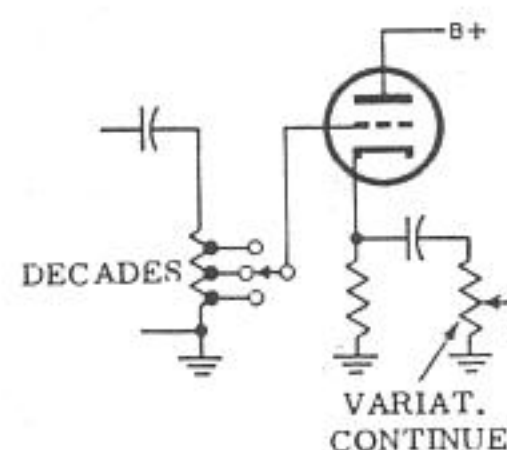


Fig. 8 B - Etage d'entrée pourvu d'un atténuateur à décades. On peut ainsi, si cela est nécessaire, n'appliquer qu'une fraction du signal à examiner sur la grille.

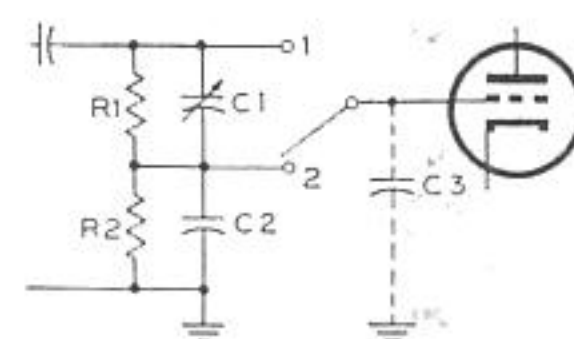


Fig. 9 - Pour que l'atténuation du signal soit indépendante de sa fréquence, des condensateurs ajustables sont placés en parallèle sur les résistances de l'atténuateur.

existe des oscilloscopes destinés exclusivement aux mesures en basse fréquence : pour ceux-ci, un amplificateur vertical donnant une réponse linéaire jusqu'à 100 kHz est suffisant. Toutefois, comme nous le verrons mieux par la suite, même pour des analyses de signaux BF il est préférable de disposer d'oscilloscopes ayant une bande passante plus large, car les signaux étudiés peuvent souvent être « non sinusoïdaux », et leur reproduction exacte ne peut être obtenue que si l'amplificateur restitue correctement les harmoniques de rang très élevé. Tout ceci a été clairement démontré dans notre étude consacrée aux formes d'ondes non sinusoïdales.

L'amplificateur vertical doit comporter un atténuateur d'entrée qui peut être de deux types différents, comme le montrent les figures 7-A et B. Le premier est constitué par un simple potentiomètre aux bornes duquel on applique le signal à examiner et, sur le curseur de ce potentiomètre, on prélève la tension de signal nécessaire pour obtenir la déviation convenable sur l'écran du tube cathodique. Le second type est un peu plus compliqué et l'atténuation se fait en deux étapes : tout d'abord, le signal à examiner est appliqué aux bornes d'un diviseur de tension dit « à décades ». Il comporte une série de résistances calculées de manière à pouvoir prélever soit la totalité, soit le 1/10, ou le 1/100, ou le 1/1 000 de la tension du signal. Il est suivi d'un potentiomètre qui permet de choisir toutes les valeurs intermédiaires, dans chaque décade.

Lorsque l'oscilloscope doit être utilisé pour l'examen de fréquence très élevées, on préfère monter un étage d'entrée du type « cathode follower » (figure 8). Là, encore, l'atténuation peut être simple ou double. En A, le signal est appliqué directement sur la grille du premier étage et on le prélève sur la cathode, par l'intermédiaire d'un potentiomètre ; en B, par contre, un atténuateur décimal est placé directement à l'entrée et un potentiomètre, dans le circuit de la cathode, permet de faire varier d'une manière progressive l'amplitude du signal.

Aux fréquences très élevées, la capacité d'entrée de l'amplificateur prend une grande importance, car vis-à-

vis du signal, elle constitue, une dérivation possible vers la masse. Elle amène également une rotation de phase (distorsion de phase). La réluctance de cette capacité se comporte, en pratique, comme une résistance (variable avec la fréquence), placée en parallèle sur l'atténuateur et de valeur d'autant plus faible que la fréquence est plus élevée. Pour limiter cet effet néfaste, on monte, en parallèle sur chaque résistance de l'atténuateur, un condensateur ajustable de faible valeur, comme le montre la figure 9.

Ces ajustables sont réglés de telle sorte que l'amplitude du signal aux bornes des différentes sections de l'atténuateur soit constante et indépendante de la fréquence ; on obtient, ainsi, une atténuation indépendante de la fréquence, ainsi qu'une correction de la phase. En d'autres termes, la résistance ohmique des différentes sections de l'atténuateur n'est pas seulement donnée par les valeurs propres de R1 et de R2, mais par leur combinaison avec la réactance capacitive X_c des condensateurs ajustables mis en parallèle sur elles. Avec un étage d'entrée à charge cathodique la capacité d'entrée a une faible valeur ; il n'est plus nécessaire, alors, de corriger la phase à l'aide de condensateurs disposés en parallèle.

La figure 10 montre le schéma de principe d'un amplificateur vertical à 4 étages, pour oscilloscope à rayons cathodiques. Les tubes utilisés sont des triodes, car ils introduisent moins de distorsions que les pentodes, ainsi que nous l'avons vu en son temps. L'atténuateur d'entrée, du type décrit plus haut, est à deux sections ; le potentiomètre placé dans le circuit de cathode du premier étage permet une variation continue de l'amplitude du signal appliqué à l'étage suivant. Les deuxième et troisième étages se caractérisent par la présence d'inductances en série avec la charge anodique ; ceci est indispensable pour obtenir une amplification constante jusqu'aux fréquences les plus élevées de la bande transmise. En effet, lorsque la fréquence du signal augmente, la réactance de ces bobines augmente également, ce qui accroît la résistance de charge des tubes, donc l'amplitude du signal recueilli sur l'anode de ces tubes et compense les per-

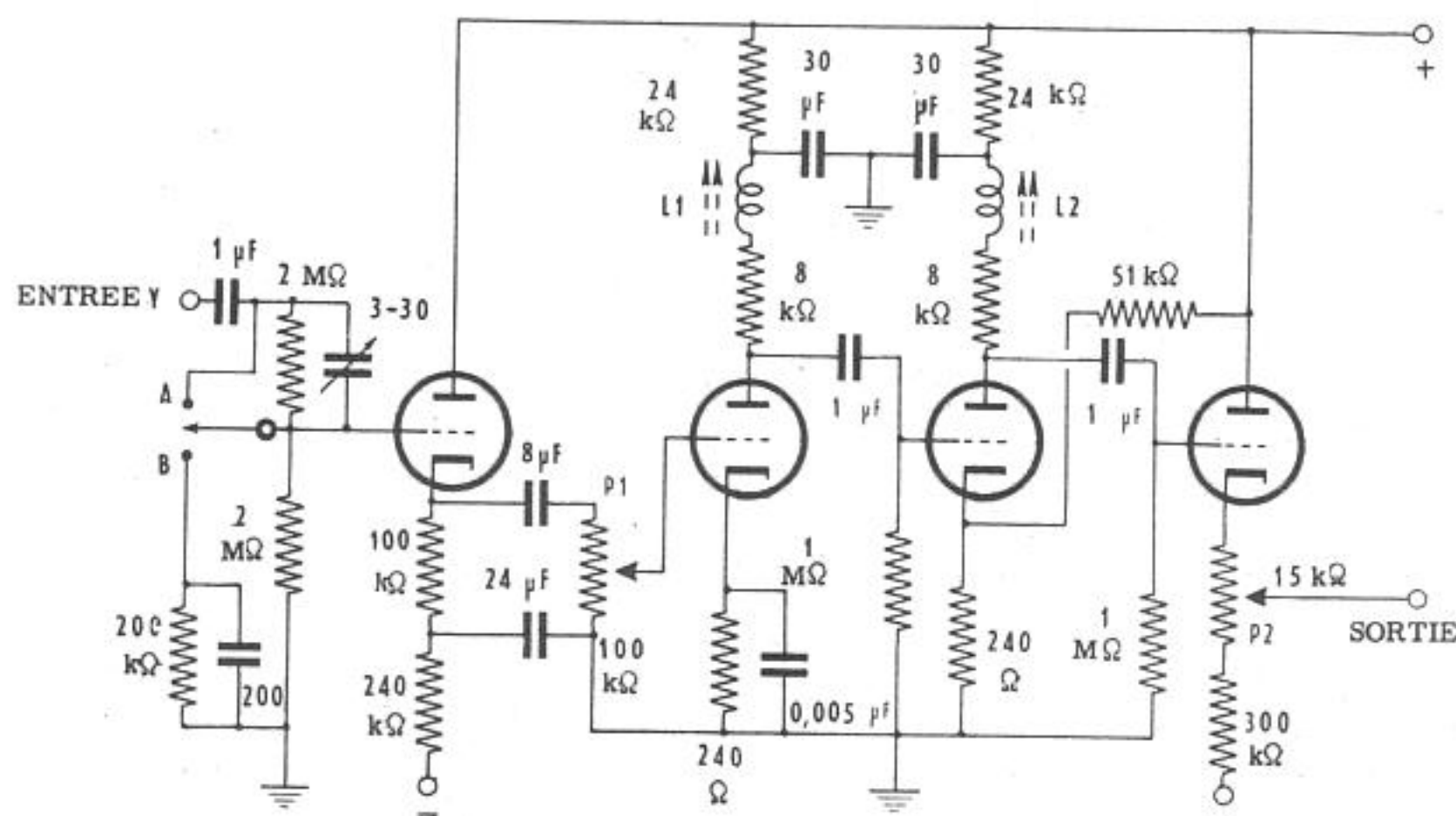


Fig. 10 - Exemple typique d'amplificateur vertical pour oscilloscope. On utilise des triodes afin d'avoir moins de distorsion. Un atténuateur à deux positions (A et B) est placé à l'entrée, tandis que P1 permet le réglage continu de l'amplitude. L1 et L2, de quelques millihenrys, égalisent la réponse aux fréquences élevées. P2 commande le centrage vertical.

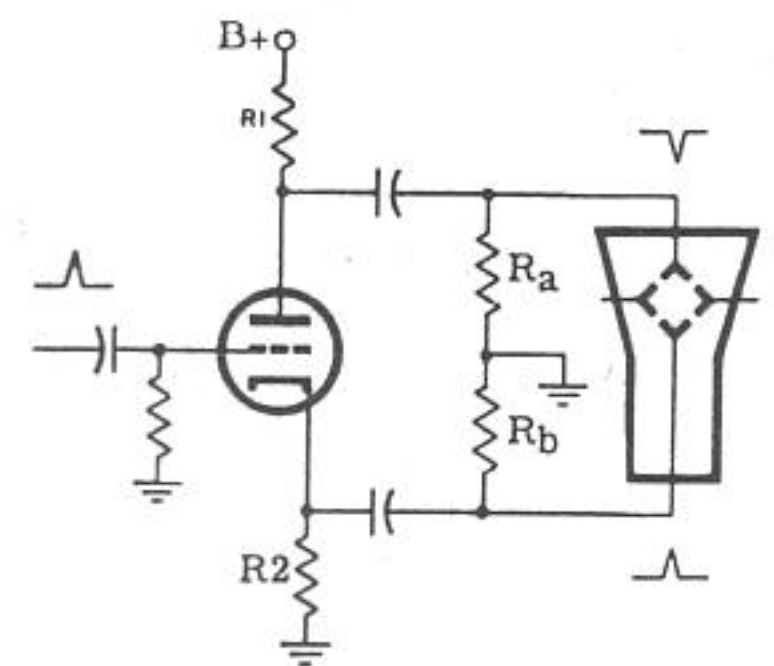


Fig. 11 A - Etage amplificateur final à un tube. Le déphasage de 180° est obtenu en prélevant les tensions de déviation sur la plaque et la cathode.

tes qui se produisent par ailleurs. Le quatrième tube amplificateur est également monté en « cathode follower », ce qui permet d'obtenir une bonne stabilité de fonctionnement; le potentiomètre placé en série dans son circuit cathodique, joue un rôle important car il permet le centrage de l'image sur l'écran.

Lors de l'étude du tube à rayons cathodiques, la non-uniformité du champ électrostatique de déflexion produit une déconcentration du point lumineux, donc de l'image, vers les régions périphériques de l'écran. Pour éviter toute distorsion, il faut donc que les champs électrostatiques soient aussi uniformes que possible.

En général, c'est le pôle positif de la haute tension qui est relié à la masse, contrairement à ce qui se fait dans les autres appareils électroniques.

Dans les oscilloscopes les plus simples, le système de déviation utilisé est du type « asymétrique »; dans ce cas, une des deux plaques de chaque paire est reliée à la masse et la tension provoquant la déviation (c'est-à-dire le signal) est appliquée à l'autre plaque. Etant donné que l'anode accélératrice est au même potentiel que la plaque de déviation reliée à la masse, il en résulte une non-uniformité du champ de déviation avec, pour conséquence, une distorsion de l'image.

Lorsque le dernier étage de l'amplificateur est du type « push-pull » ou symétrique, aucune des plaques n'est reliée à la masse, et le signal est appliqué simultanément aux deux. On réduit, ainsi, toutes les causes possibles de déconcentration et de distorsion et, avantage supplémentaire, on peut obtenir de plus fortes déviations du faisceau pour de plus faibles tensions.

La figure 11 illustre deux montages classiques d'étage final d'amplificateur vertical. En A, le signal est recueilli tant sur la plaque que sur la cathode du tube final, il en résulte donc un déphasage de 180° qui permet d'appliquer sur chaque plaque de déviation un signal d'égale amplitude, mais de phase opposée. En B, le déphasage est réalisé au moyen de deux tubes couplés entre eux par la résistance de cathode commune. Le signal, appliqué sur la grille de V1, produit une chute de tension aux bornes de la

résistance de cathode; cette tension se retrouve automatiquement sur la grille de V2, et cette lampe amplifie donc un signal de même amplitude que celui appliqué sur la grille de V1, mais de phase opposée. Dans ces deux montages, les plaques de déviation verticale sont donc portées à des potentiels égaux et opposés, et le point neutre (à la jonction de Ra et de Rb, qui ont des valeurs ohmiques égales) est relié à la masse.

Certains oscilloscopes perfectionnés ont un amplificateur vertical permettant l'amplification du courant continu ou de très basse fréquence. On sait que, d'une manière générale, le couplage entre deux étages successifs d'un amplificateur se fait au moyen d'un condensateur ou d'un transformateur qui, tous deux, ne laissent passer que le courant alternatif. La figure 12, par contre, nous montre un artifice utilisé pour permettre l'amplification de signaux dont la fréquence est 0 ou presque. Pour cela, la haute tension d'alimentation est appliquée aux bornes d'un diviseur de tension, calculé de telle sorte que les différentes électrodes de V1 et de V2 soient portées respectivement à des potentiels corrects, nécessaires au bon fonctionnement des tubes. C'est ainsi que, partant du point —B du diviseur de tension, le potentiel augmente régulièrement pour atteindre son maximum au point +B. En conséquence, nous voyons que la grille de V1 est négative par rapport à la cathode et que sa plaque est portée à un potentiel de +185 V par suite de la chute de tension dans R. La cathode de V2 est reliée au point +190 V sur le diviseur de tension et sa grille, directement branchée à la plaque de V1, reçoit un potentiel de +185 V, ce qui la rend bien négative par rapport à sa cathode. Ce montage amplificateur à liaison directe est particulièrement utile lorsque l'on doit effectuer des mesures sur des signaux dont la fréquence est très basse, voisine du courant continu (fréquence 0), car il permet de supprimer les déphasages importants se produisant avec les modes de couplage habituels.

L'AMPLIFICATEUR HORIZONTAL

Les caractéristiques de cet amplificateur ne sont pas très différentes de celles de l'amplificateur vertical.

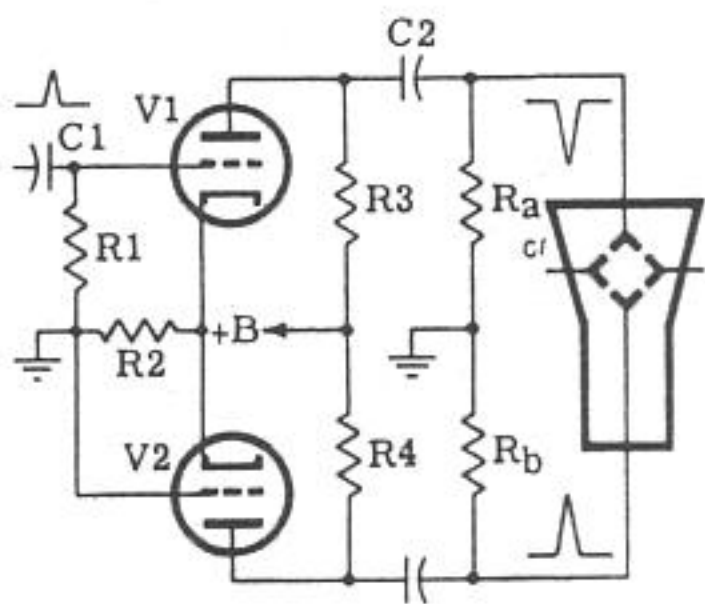


Fig. 11 B - Etage amplificateur final en push-pull. Les tensions appliquées aux plaques de déviation sont déphasées de 180° .

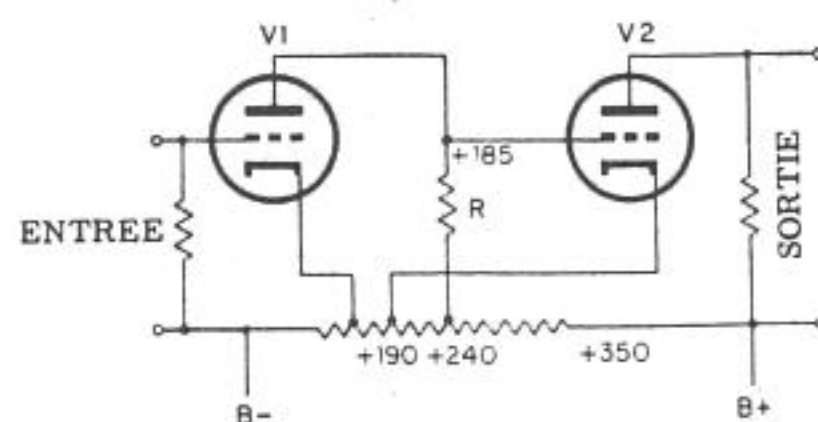


Fig. 12 - Amplificateur à couplage direct. L'absence de condensateur de couplage permet le passage de signaux de fréquence presque nulle.

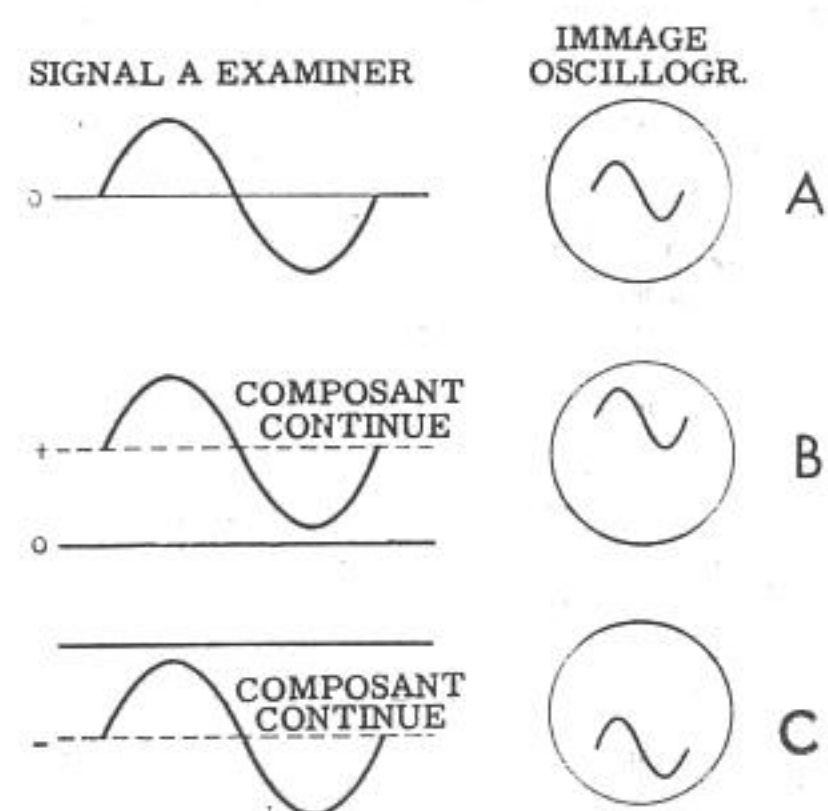


Fig. 13 - Déplacement de l'image par adjonction d'une composante continue.

Dans ce cas, également, l'impédance d'entrée doit être aussi élevée que possible, tandis que la capacité d'entrée doit être minimale. Il est bien évident que si l'amplificateur horizontal doit être utilisé dans les mêmes conditions que l'amplificateur vertical (c'est-à-dire pour l'amplification de signaux du même genre), il doit posséder des caractéristiques identiques. Cependant, la largeur de bande est en général, plus faible que celle de l'amplificateur vertical la fréquence de répétition des signaux de balayage en dents de scie étant plus basse que celle du signal à l'étudier.

Etant donné que, presque toujours, le signal à étudier est appliqué à l'amplificateur vertical et que l'amplificateur horizontal ne reçoit que les signaux de balayage, le gain de ce dernier peut être beaucoup moins important. En effet, le générateur de signaux en dents de scie, que nous étudierons au prochain chapitre, fournit déjà des tensions d'une certaine amplitude et il suffit que l'amplificateur horizontal ait le gain nécessaire pour dévier le rayon cathodique sur la totalité du diamètre de l'écran, avec une marge suffisante pour le cas d'un signal extérieur plus faible.

L'amplificateur horizontal doit, lui aussi comporter un atténuateur d'entrée, ainsi qu'une commande de gain. Le système de branchement aux plaques de déviation étant identique au précédent, les remarques faites, à ce sujet, pour l'amplificateur vertical, s'appliquent également ici et il est bon de prévoir une sortie symétrique, à l'effet de maintenir l'uniformité du champ de déflexion.

Examinons, maintenant, les dispositifs de centrage de l'image, auxquels nous avons fait allusion plus haut. Ce centrage est obtenu en appliquant une d.d.p. continue sur les plaques de déviation, cette tension continue se superposant au signal transmis par l'intermédiaire de l'amplificateur. Il en résulte une certaine composante continue.

Supposons qu'un signal sinusoïdal soit appliqué aux plaques de déviation verticale et qu'un signal en dents de scie de même fréquence soit appliqué aux plaques de déviation horizontale. Dans un tel cas on obtient sur l'écran l'image représentée en A, sur la figure 13. Si,

en même temps que le signal, on applique une tension continue sur les plaques de déviation verticale, la symétrie qui déterminait une déviation égale, de part et d'autre de l'axe 0, n'existe plus: en d'autres termes, la d.d.p. entre les plaques varie en plus ou en moins par rapport à un potentiel positif moyen, déterminé par la composante continue. Supposons que cette composante ait une valeur telle qu'elle provoque un déplacement de 25 mm vers le haut de l'écran, comme sur la figure 13-B: l'image tout entière se déplacera dans le même sens, de la même distance. Si la composante continue est de polarité opposée, l'image se déplacera vers le bas, comme en C.

Dans les systèmes de déviation non symétriques, une plaque de chaque paire est reliée directement à la masse et la tension continue de centrage est insérée en série avec la tension du signal appliqué à la plaque opposée, comme le montre la figure 14. Dans un tel cas, le centrage se fait au moyen du potentiomètre R2, aux bornes duquel est appliquée une tension continue dont le point neutre, obtenu au moyen de deux résistances R3 et R4 d'égale valeur, est relié à la masse. Lorsque le curseur du potentiomètre est dans sa position centrale, le circuit est équilibré, car l'une des plaques est à la masse et a donc le potentiel du point neutre, tandis que l'autre plaque est également au même potentiel puisque le curseur du potentiomètre est à égale distance des deux extrémités. Par contre si l'on déplace ce curseur vers une des extrémités du potentiomètre, la plaque à laquelle il est relié devient positive ou négative par rapport au point neutre et le rayon cathodique, donc l'image reproduite sur l'écran, se déplacera vers le haut ou vers le bas.

Le centrage horizontal de l'image se fait suivant le même principe; on utilise également un potentiomètre, branché en parallèle sur le premier, mais dont le curseur est évidemment relié à l'une des plaques de déviation horizontale.

La figure 15, par contre, donne le schéma de principe d'un dispositif de centrage vertical dans le cas d'une déviation symétrique. Le principe est encore le même, mais la réalisation est plus compliquée, car

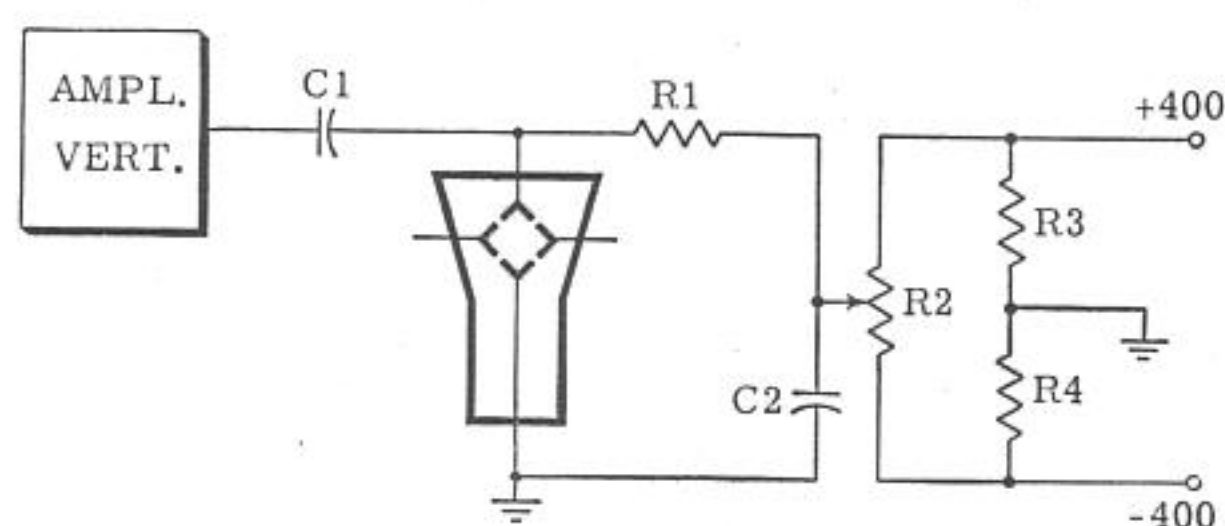


Fig. 14 - Dispositif de centrage « asymétrique ». Une des plaques de déviation est reliée à la masse et la composante continue nécessaire au déplacement de l'image est obtenue par le déséquilibre du pont formé par R2, R3 et R4. En déplaçant le curseur du potentiomètre, une des plaques devient positive ou négative par rapport à l'autre.

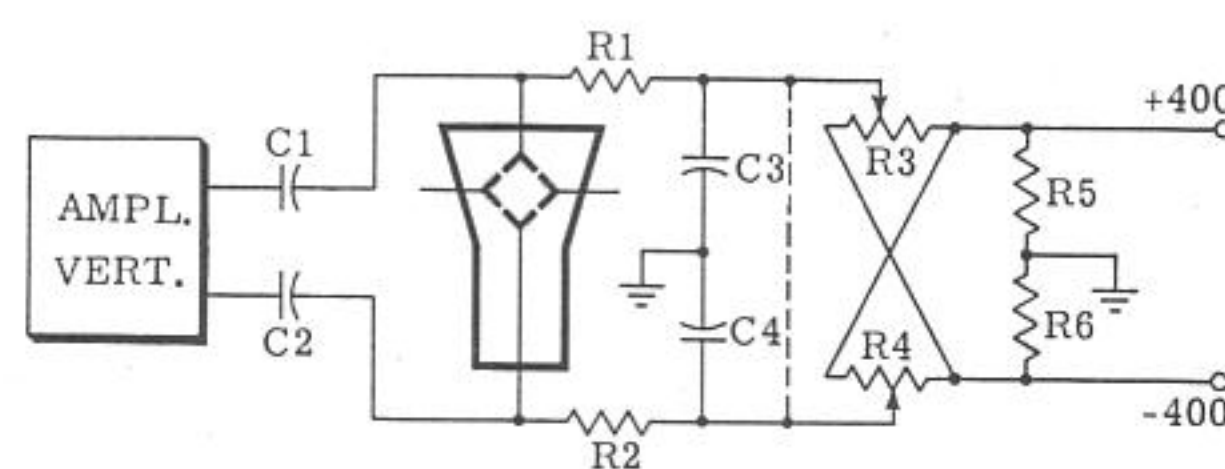


Fig. 15 - Dispositif de centrage « symétrique ». Il est semblable au précédent, à la différence, toutefois, qu'aucune des plaques n'est à la masse. Le point neutre est constitué par R5 et R6. Ce montage permet un déplacement de l'image plus rapide que celui obtenu par le montage asymétrique de la figure 14.

aucune plaque n'est reliée à la masse. R3 et R4 sont deux potentiomètres identiques commandés par le même axe. Les tensions recueillies sur les curseurs de ces potentiomètres varient en sens opposé, du fait du croisement des connexions aboutissant aux extrémités; c'est ainsi que lorsqu'une des tensions augmente, l'autre diminue. Le point neutre est déterminé par R5 et R6 qui ont la même valeur ohmique. Avec un tel montage, à toute augmentation de la tension positive sur une plaque de déviation, correspond la même augmentation de la tension négative appliquée sur l'autre plaque, et inversement. Là encore, le centrage horizontal de l'image se fait suivant le même principe; on utilise également un potentiomètre double, branché en parallèle sur le premier, dont les curseurs sont reliés aux plaques de déviation horizontale.

Un des inconvénients des systèmes de centrage décrits ci-dessus est la lenteur avec laquelle s'effectue le déplacement de l'image lorsque le condensateur de couplage entre l'amplificateur et les plaques de déviation et la résistance de charge correspondante, sont de valeur élevée. Dans ce cas, en effet, la constante de temps (égale au produit de la résistance par la capacité) est importante et quand on commande le potentiomètre de centrage pour déplacer l'image dans un sens ou dans l'autre, cette variation de tension n'est transmise aux plaques de déviation que très lentement, le condensateur de couplage mettant d'autant plus de temps à se charger complètement que sa capacité est plus grande.

Cet inconvénient apparaît particulièrement dans les oscilloscopes de qualité dans lesquels les amplificateurs ont une bande passante très large.

On peut remédier à ce défaut en insérant le système de centrage entre deux étages de l'amplificateur correspondant, comme le montre le schéma de la figure 16. Le fonctionnement est alors le suivant:

La tension alternative du signal est appliquée sur la grille du tube V9 (monté en « cathode follower »), dont la plaque est alimentée sous une tension stabilisée de +155 V, tandis que l'extrémité inférieure de la résistance de cathode est reliée à une tension de

—280 V. Les valeurs ohmiques de R37 et R38 sont choisies de telle sorte que, lorsque le courant anodique de V9 a une intensité normale, le point central de R37 est au potentiel de la masse. V10 et V11 forment l'amplificateur final en « push-pull », dont nous avons déjà décrit le mode de fonctionnement. Les composants L5, L6, R43, C25, R44 et C26 ont pour fonction de compenser les pertes d'amplification aux fréquences élevées. L'impédance de la combinaison R-C est plus faible aux fréquences élevées qu'elle ne l'est aux fréquences basses; de ce fait, les fréquences élevées sont transmises aux plaques de déviation avec une plus faible atténuation.

Les tubes de l'étage final de l'amplificateur sont couplés directement aux plaques de déviation, ce qui permet de passer la composante continue de leur circuit anodique qui sert à réaliser le centrage de l'image.

Lorsque le curseur du potentiomètre R37 est dans sa position centrale, aucune composante continue ne s'ajoute au signal transmis sur la grille de V10 et le courant anodique moyen de chaque tube final est sensiblement de même intensité. Il en résulte que les tensions anodiques sont égales et qu'il n'existe aucune d.d.p. continue entre les plaques de déviation.

Supposons, maintenant, que l'on déplace le curseur de R37 vers la cathode de V9. Dans ce cas, une composante continue positive s'ajoute au signal appliqué sur la grille de V10, ce qui entraîne une augmentation du courant anodique de ce tube. En conséquence, la chute de tension aux bornes de R42 augmente, la grille de V11 devient plus négative et le courant anodique de ce tube diminue d'intensité. Mais cette diminution reste inférieure à l'augmentation de l'intensité du courant anodique de V10, donc la chute de tension aux bornes de R42 reste plus forte qu'elle n'était lorsque le curseur du potentiomètre R37 était dans sa position centrale. Etant donné qu'un courant anodique assez important passe dans V10 — alors qu'il est plus faible dans V11 — la tension sur la plaque de V10 diminue, tandis que celle de V11 augmente. En outre, la tension du signal présent sur la plaque de ce dernier tube varie autour d'un potentiel plus positif que

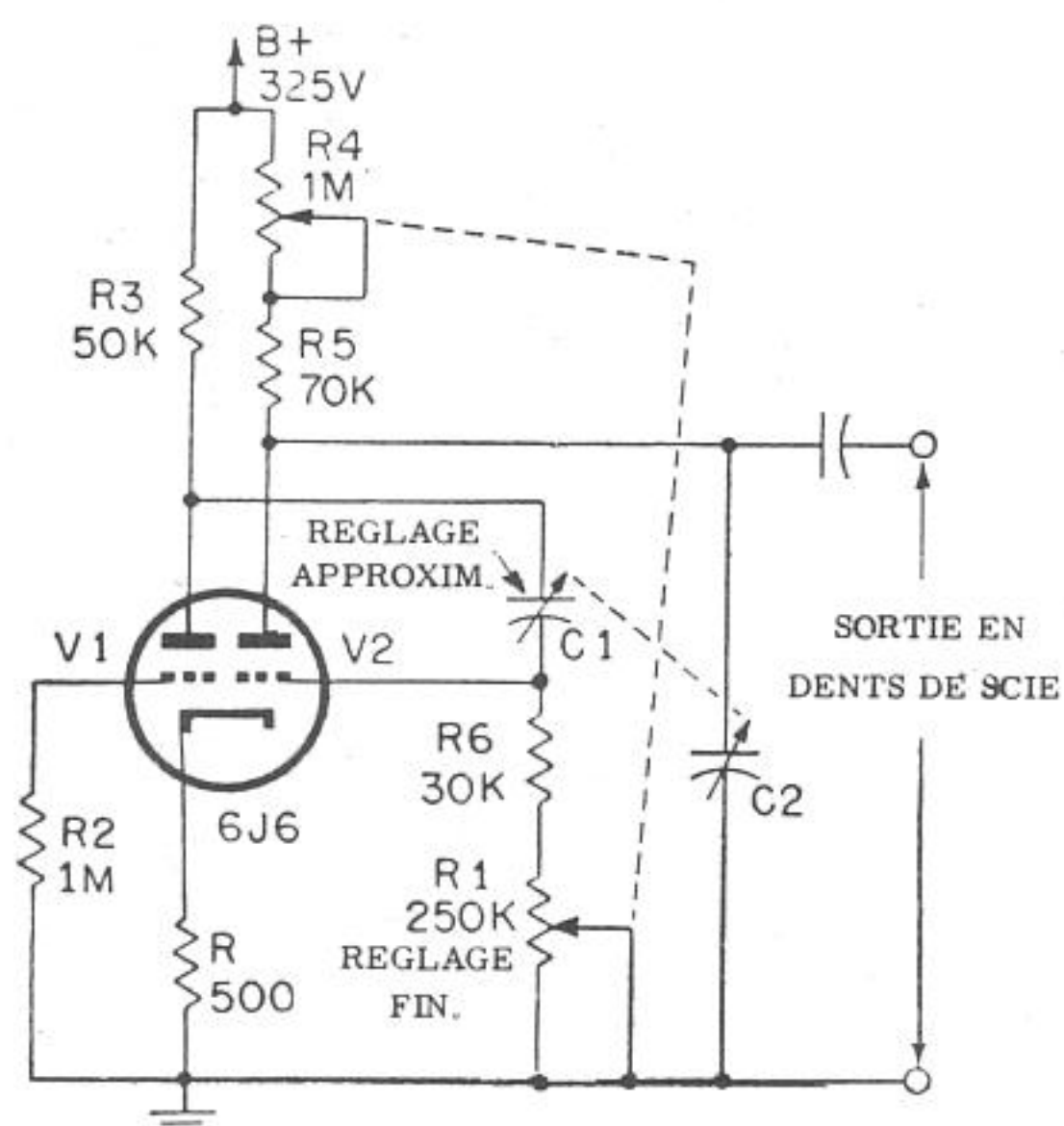


Fig. 17 - Oscillateur asymétrique pour la production de tensions en dents de scie. R1 et R4, C1 et C2 sont montés respectivement sur les mêmes axes.

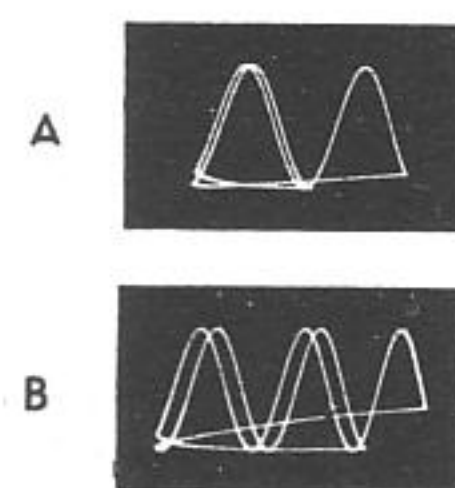


Fig. 18 - Quand l'amplitude du signal de synchronisation est trop forte, on observe un dédoublement de l'image sur l'écran, comme en A ou en B.

courant cesse donc rapidement de passer dans V2, le condensateur C2 recommence à se charger, et le cycle se répète.

Il est à noter que le montage de la figure 17, comporte un couplage supplémentaire réalisé au moyen d'une résistance de cathode commune aux deux triodes. Le réglage de la fréquence des oscillations se fait par deux moyens différents: En changeant simultanément les valeurs de C1 et de C2 on obtient différentes gammes de fréquence, d'autant plus élevées que les capacités sont plus faibles. Dans chacune de ces gammes, on peut ajuster la fréquence, d'une manière continue, en faisant varier simultanément R1 et R4, montés sur le même axe. Les valeurs des composants sont choisies pour que l'amplitude reste constante quelle que soit la fréquence des oscillations.

Tout générateur de signaux en dents de scie pour oscilloscopes doit pouvoir fournir des tensions dont la fréquence soit continûment variable dans des limites déterminées. Nous venons de voir qu'il doit comporter un sélecteur de gammes et un « vernier » permettant d'obtenir toutes les fréquences intermédiaires à l'intérieur de ces gammes. Il devra être suivi, en général, d'un amplificateur (amplificateur horizontal) destiné à amplifier la dent de scie et à lui donner l'amplitude suffisante, réglable par une commande disposée sur le panneau avant, pour assurer le balayage total de l'écran.

Un autre dispositif particulièrement important, nécessaire dans tout oscilloscope, est celui permettant de « synchroniser » les impulsions en dents de scie fournies par la base de temps, avec le signal appliqué sur les plaques de déviation verticale. Ceci est indispensable pour obtenir, sur l'écran du tube, une image déterminée, parfaitement « stable », pouvant être examinée en détail. C'est le rôle du circuit de synchronisation que nous allons étudier maintenant.

LE CIRCUIT DE SYNCHRONISATION

La synchronisation des oscillations en dents de scie par le signal appliqué aux plaques de déviation ver-

ticale se fait en superposant aux oscillations une partie de cette tension. Comme nous l'avons vu plus haut lorsqu'on utilise, pour la production du balayage horizontal, un multivibrateur, on trouve sur chacune des trois électrodes (cathode, grille et plaque) des deux tubes, des tensions à la fréquence des oscillations et l'on peut donc, appliquer le signal de synchronisation sur n'importe laquelle de ces électrodes.

Toutefois, en principe, le signal de synchronisation est injecté à l'entrée de la première triode, c'est-à-dire directement sur la grille de V1 (voir figure 17). Ce signal est prélevé en un point convenable de l'amplificateur vertical, au moyen d'une capacité de valeur déterminée et est appliquée à une extrémité d'un potentiomètre, relié de l'autre côté à la masse. Le curseur de ce potentiomètre est connecté directement (ou par l'intermédiaire d'un condensateur) à la grille de V1. On peut, ainsi, faire varier l'amplitude du signal de synchronisation entre zéro et le maximum disponible.

Ce potentiomètre est disposé sur le panneau avant de l'oscilloscope, portée de la main de l'opérateur, qui doit pouvoir doser la tension de synchronisation en fonction de la fréquence et de l'amplitude des signaux. En pratique, on doit régler ce potentiomètre de manière que le signal de synchronisation transmis à l'oscillateur soit juste suffisant pour immobiliser l'image sur l'écran du tube cathodique; en effet, une tension de synchronisation excessive peut déformer la dent de scie, ce qui entraînerait une distorsion du signal soumis à l'examen. La figure 18 montre le genre de distorsions produites par un signal de synchronisation de valeur trop grande.

Etant donné qu'un contacteur placé à l'entrée de l'amplificateur horizontal permet, sur la presque totalité des oscilloscopes, de mettre hors circuit l'oscillateur en dents de scie pour appliquer un signal provenant d'un générateur extérieur, on doit pouvoir, également, commuter le point d'application du signal de synchronisation. Pour cette raison, on dispose également d'une borne, sur le panneau avant, portant l'indication « synchronisation extérieure ».

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 94 et 95

N. 1 —

Comment peut-on produire une trace linéaire horizontale ou verticale ?

N. 2 —

Comment peut-on produire une image courbe ou rectiligne, mais ne coïncidant pas avec un des axes orthogonaux ?

N. 3 —

Pour quelle raison doit-on éviter que le point lumineux reste longtemps stationnaire sur un même point de l'écran ?

N. 4 —

Quelle est la fonction du revêtement de graphite déposé sur la paroi interne du tube à rayons cathodiques, depuis l'extrémité du « col », jusqu'à une certaine distance de l'écran ?

N. 5 —

Quelles sont les différentes parties d'un oscilloscope à rayons cathodiques ?

N. 6 —

Comment sont constitués les atténuateurs permettant de faire varier l'amplitude du signal appliqué à l'amplificateur vertical ?

N. 7 —

Pourquoi applique-t-on une tension en dents de scie aux plaques de déviation horizontale ?

N. 8 —

Quel est le rôle des inductances mises en série dans le circuit anodique des tubes amplificateurs d'un oscilloscope ?

N. 9 —

Quelle est la condition nécessaire pour qu'un oscilloscope puisse permettre l'examen de signaux dont la fréquence est voisine de zéro ?

N. 10 —

Quel doit être le rapport entre la fréquence du signal vertical et celle du signal horizontal pour voir quatre cycles complets sur l'écran ?

N. 11 —

Combien existe-t-il de montages pour le centrage (vertical ou horizontal) de l'image sur l'écran ?

N. 12 —

En général, combien de commandes pour la fréquence des tensions en dents de scie prévoit-on ?

N. 13 —

Comment peut-on faire varier, à volonté, le nombre de cycles du signal à examiner sur l'écran ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 739

N. 1 — On obtient un signal de forme rectangulaire. Ceci est dû au fait que chaque tube est, successivement, bloqué ou débloqué.

N. 2 — Les multivibrateurs bistables et monostables doivent être excités. Les multivibrateurs astables peuvent auto-osciller.

N. 3 — En appliquant sur la grille d'un des deux tubes des signaux sinusoïdaux ou des impulsions ayant une fréquence de répétition égale, ou multiple, de celle produite.

N. 4 — Sur la charge et la décharge d'un condensateur à travers une résistance on utilise la première partie de la courbe qui est sensiblement rectiligne.

N. 5 — Le signal de sortie a une tension instantanée proportionnelle à la vitesse de variation du signal d'entrée.

N. 6 — Le signal de sortie est proportionnel à l'énergie emmagasinée dans le circuit jusqu'à l'instant considéré.

N. 7 — C'est un oscillateur classique qui, à cause du couplage très serré entre les circuits d'anode, et de grille, est bloqué pendant une petite partie de la période de l'oscillation et débloqué pendant le reste du temps.

N. 8 — Dans le tube de Braun, l'émission des électrons se produisait sous l'effet de la très forte d.d.p. existant entre la cathode et l'anode, tandis que dans le tube de Johnson l'émission électronique se fait à partir d'une cathode portée à l'incandescence : la haute tension nécessaire est beaucoup moins élevée.

N. 9 — L'électron tend à prendre une direction parallèle aux lignes de force électrostatique et perpendiculaire aux lignes équipotentielles.

N. 10 — La force subie a une intensité constante, indépendante de la position de l'électron, car elle est la résultante de deux forces agissant dans le même sens.

N. 11 — Au moyen d'un champ électrique existant entre deux plaques, ou au moyen d'un champ d'induction magnétique.

N. 12 — Les champs électrostatiques présents entre les électrodes du canon à électrons et celui produit par les plaques de déviation.

N. 13 — En faisant varier la tension de polarisation du cylindre de Wehnelt. L'intensité du faisceau électronique, donc de la luminosité sur l'écran, devient plus faible lorsque la grille devient plus négative par rapport à la cathode.

N. 14 — En faisant varier la tension de l'anode de concentration par rapport à celle appliquée sur l'anode accélératrice.

N. 15 — Lorsque les substances luminescentes sont bombardées par un rayon électronique, elles produisent une émission de lumière (intensité proportionnelle à celle du rayon) au point d'impact des électrons.

N. 16 — A la nature et à la quantité d'impuretés contenues dans la substance déposée sur la surface interne du tube constituant l'écran.

N. 17 — La cathode (à chauffage direct ou indirect), le Wehnelt, l'anode de concentration et l'anode accélératrice.

N. 18 — Les deux paires de plaques de déviation, disposées perpendiculairement entre-elles le long de l'axe du tube.

N. 19 — C'est le temps pendant lequel la trace reste visible sur l'écran, après qu'ait cessé le bombardement électronique l'ayant produite.

**TABLEAU 89 - CARACTERISTIQUES DES TUBES A RAYONS CATHODIQUES A DEVIATION
ELECTROSTATIQUE DE FABRICATION AMERICAINE.**

TYPE	Diam. mm	FILAMENT		A1 V	A2 V	A3 V	G1 -V	SENSIBILITE mm/V		BROCH. fig.
		V	A					D1-D2	D3-D4	
1EP1-2-11	25,4	6,3	0,6	100/300	1.000	-	14/42	0,08/0,12	0,07/0,11	1
2AP1A	50,8	6,3	0,6	250	1.000	-	30/90	0,11	0,13	2
2BP1-11	50,8	6,3	0,6	300/560	2.000	-	135	0,95	0,14	3
3ACP1-7-11	76,2	6,3	0,6	545	2.000	4.000	45/75	0,12/0,13	0,15/0,16	4
3AP1A	76,2	2,5	2,1	430	1.500	-	25/75	0,22	0,23	5
3BP1-4-11	76,2	6,3	0,6	575	2.000	-	30/90	0,13	0,17	6
3BP1A	76,2	6,3	0,6	575	2.000	-	30/90	0,13	0,17	7
3FP7	76,2	6,3	0,6	575	2.000	4.000	30/90	0,10	0,14	8
3FP7A	76,2	6,3	0,6	575	2.000	4.000	30/90	0,10	0,14	4
3GP1-4-5-11	76,2	6,3	0,6	350	1.500	-	25/75	0,21	0,24	9
3GP1A-3GP4A	76,2	6,3	0,6	245/437	1.500	-	25/75	0,17/0,26	0,20/0,30	10
3JP1-2-4-7-11-12	76,2	6,3	0,6	400/690	2.000	4.000	30/90	0,11/0,15	0,95/0,20	4
3JP1A-7A-11A	76,2	6,3	0,6	400/690	2.000	4.000	45/75	0,13/0,17	0,18/0,24	4
3KP1-4-11	76,2	6,3	0,6	320/600	2.000	-	0/90	0,10/0,18	0,24/0,25	11
3RP1-4-3RP1A	76,2	6,3	0,6	330/620	2.000	-	135	0,13/0,17	0,18/0,24	3
3SP1-4-7	76,2	6,3	0,6	330/620	2.000	-	28/135	0,13/0,17	0,18/0,24	3
3UP1	76,2	6,3	0,6	320/620	2.000	-	126	0,08/0,10	0,08/0,11	12
3WP1-2-11	76,2	6,3	0,6	330/620	2.000	-	60/100	0,23/0,30	0,36/0,44	13
5ABP1-7-11	127,0	6,3	0,6	400/690	2.000	4.000	52/87	0,80/0,97	1,05/1,42	4
5ADP1-7-11	127,0	6,3	0,6	300/515	1.500	3.000	34/56	0,49/0,63	0,67/0,83	4
5AJP1	127,0	6,3	0,6	400/900	500	6.000	30/60	0,11	0,11	14
5AMP1	127,0	6,3	0,6	0/300	2.500	-	34/56	0,49/0,63	1,00/1,22	15
5AQP1	127,0	6,3	0,6	0/300	2.500	-	34/56	0,49/0,63	0,67/0,82	7
5ATP1-2-7-11	127,0	6,3	0,6	0/700	6.000	-	34/56	0,22/0,27	0,60/0,75	16
5BP1-1802-P1-2-4-5-11	127,0	6,3	0,6	425	2.000	-	20/60	0,30	0,33	9
5BP1A	127,0	6,3	0,6	450	2.000	-	20/60	0,30	0,33	10
5BP7A	127,0	6,3	0,6	375/570	2.000	-	20/60	0,26/0,35	0,28/0,40	10
5CP1-2-4-5-7-11	127,0	6,3	0,6	575	2.000	4.000	30/90	0,32	0,27	17
5CP1A	127,0	6,3	0,6	575	2.000	4.000	30/90	0,32	0,27	4
5CP1B-2B-7B-11B	127,0	6,3	0,6	400/690	2.000	4.000	45/75	0,25/0,30	0,29/0,35	4
5CP7A-11A-12	127,0	6,3	0,6	575	2.000	4.000	30/90	0,27	0,34	4
5GP1	127,0	6,3	0,6	425	2.000	-	24/56	0,70	0,35	9
5HP1-4	127,0	6,3	0,6	425	2.000	-	20/60	0,30	0,33	9
5HP1A	127,0	6,3	0,6	450	2.000	-	20/60	0,31	0,33	10
5JP1A-4A	127,0	6,3	0,6	333/630	2.000	4.000	45/105	0,22/0,33	0,22/0,33	18
5LP1A-4A	127,0	6,3	0,6	376/633	2.000	4.000	30/90	0,21/0,32	0,23/0,35	19
5MP1-4-5-11	127,0	2,5	2,1	375	1.500	-	15/45	0,38	0,42	20
5NP1-4	127,0	6,3	0,6	450	2.000	-	20/60	0,32	0,33	9
5RP1A-4A	127,0	6,3	0,6	362/605	2.000	20.000	30/90	0,12/0,18	0,14/0,20	21
5SP1-4	127,0	6,3	0,6	363/695	2.000	4.000	30/90	0,25/0,38	0,29/0,45	22
5UP1-7-11	127,0	6,3	0,6	340/360	2.000	-	90	0,36/0,48	0,51/0,58	3
5VP7	127,0	6,3	0,6	315/562	2.000	-	20/60	0,26/0,33	0,31/0,35	10
5XP1	127,0	6,3	0,6	362/695	2.000	20.000	30/90	0,12/0,19	0,37/0,55	21
5XP1A-2A-11A	127,0	6,3	0,6	362/695	2.000	12.000	45/75	0,16/0,19	0,50/0,64	21
5YP1	127,0	6,3	0,6	541/1040	2.000	6.000	45/135	0,15/0,22	0,55/0,62	23
7EP4	177,8	6,3	0,6	546/858	3.000	-	43/100	0,17/0,22	0,19/0,28	10
7JP1-P4-P7	177,8	6,3	0,6	1620/2400	6.000	-	72/178	0,10/0,14	0,13/0,18	24
7VP1	177,8	6,3	0,6	800/1200	3.000	-	84	0,24/0,29	0,31/0,36	24

**TABLEAU 90 - CARACTERISTIQUES DES TUBES A RAYONS CATHODIQUES A DEVIATION
ELECTROSTATIQUE DE FABRICATION EUROPEENNE**

TYPE	Diam. mm	FILAMENT		A1	A2	A3	A4	G1	SENSIBILITE mm/V		BROCH. fig.
		V	A	V	V	V	V	-V	D1-D2	D3-D4	
DB-DH 3-91	30,0	6,3	0,55	500	-	500	-	8/27	0,22	0,19	27
DB-DG-DP 7-1	44,0	6,3	0,31	200/300	800	-	-	0/50	0,25	0,16	28
DB-DG 7-1	71,0	4,0	1,00	150/350	800	-	-	0/30	0,22	0,14	29
DG 7-2	71,0	4,0	1,00	150/350	800	-	-	0/30	0,22	0,14	30
DB-DG-DR-DP 7-5	71,0	6,3	0,30	200/300	800	-	-	0/50	0,25	0,16	31
DB-DG-DR-DP 7-6	71,0	6,3	0,30	200/300	800	-	-	0/50	0,25	0,16	31
DG 7-31	71,0	6,3	0,30	500	0/120	500	-	50/100	0,35 / 0,43	0,24 / 0,30	32
DG 7-32	71,0	6,3	0,30	500	0/120	500	-	50/100	0,35 / 0,43	0,24 / 0,30	32
DB-DG 7-36	77,8	6,3	0,30	1.500	247/397	1.500	-	40/80	0,49 / 0,59	0,33 / 0,41	33
DB-DG 9-3	97,5	4,0	1,00	200/400	1.000	-	-	0/40	0,40	0,31	34
DB-DG 9-4	97,5	4,0	1,00	200/400	1.000	-	-	0/40	0,40	0,31	34
DB-DG 9-5	97,5	4,0	1,00	230/430	1.000	5.000	-	0/40	0,18	0,15	34
DB-DG-DR-DP 10-2	97,5	6,3	0,30	2.000	400/720	2.000	-	45/100	0,32 / 0,38	0,24 / 0,38	35
DB-DG-DR 10-3	97,5	4,0	0,56	1.000	200/340	1.000	-	18/46	0,65	0,55	36
DB-DG-DR 10-5	97,5	4,0	0,56	1.000	200/340	1.000	2.500	18/46	0,37	0,32	37
DB-DG-DR-DP 10-6	97,5	6,3	0,30	2.000	400/720	2.000	4.000	45/100	0,25 / 0,31	0,19 / 0,25	35
DG 10-74	96,5	6,3	0,30	2.000	400/720	2.000	4.000	45/100	0,25 / 0,31	0,19 / 0,25	38
DH- 10-78	100,0	6,3	0,30	2.000	400/700	2.000	2.000	45 / 75	0,57 / 0,59	0,23 / 0,28	38
DB-DG-DR-DP 13-2	135,0	6,3	0,30	2.000	400/720	2.000	4.000	45 / 100	0,34 / 0,42	0,29 / 0,37	35
DG 13-32	133,0	6,3	0,60	2.000	340/640	2.000	-	0 / 90	0,41 / 0,55	0,33 / 0,45	39
DB-DG-DP 13-34	133,0	6,3	0,60	2.000	400/690	2.000	4.000	45/75	0,51 / 0,63	0,38 / 0,47	40

Les deux tableaux que nous publions donnent les principales caractéristiques d'utilisation des tubes cathodiques à déviation électrostatique d'usage courant; le Tableau 89 concerne les tubes de fabrication américaine et le Tableau 90, ceux de fabrication européenne.

Nous avons déjà indiqué la signification des sigles des tubes de fabrication américaine; en ce qui concerne ceux de fabrication européenne, la signification est donnée ci-dessous:

Première lettre: D = double déviation électrostatique, avec concentration électrostatique.

Second lettre: B = Fluorescence bleue, persistance courte; C = Fluorescence violette, très courte persistance; F = Fluorescence orange, très longue persistance; G = Fluorescence verte, persistance moyenne; L = Fluorescence orange, longue persistance; P = Ecran à deux couches, fluorescence bleue de courte persistance; suivie d'une fluorescence vert-jaune de très longue persistance; R = Fluorescence vert-jaune, longue persistance.

Premier groupe de chiffres: Diamètre de l'écran en mm pour les tubes à écran rond; diagonale en mm pour les tubes rectangulaires.

Second groupe de chiffres: Numéro de série.

Dans la première colonne sont indiqués les divers types de tubes: on remarquera que certains d'entre eux sont groupés sur une même ligne, ceci est dû au fait qu'ils ont les mêmes caractéristiques de fonctionnement. Par exemple, dans la première colonne du Tableau 89 nous trouvons sur la première ligne « 1EP1 - 2 - 11 », cela signifie que les caractéristiques données dans les colonnes suivantes s'appliquent aux tubes 1EP1, 1EP2 et 1EP11.

Rappelons que le diamètre des tubes de fabrication américaine est donné (en pouces) par le premier chif-

fre (ou groupe de chiffres) du numéro de type. Toutefois, nous donnons, dans la deuxième colonne du Tableau 89, le diamètre correspondant en millimètre, obtenu simplement, en convertissant en millimètres le le nombre de pouces indiqué dans la désignation du tube, qui ne correspond pas toujours exactement au diamètre utile de l'écran.

Le Tableau 90, par contre, donne le diamètre en millimètres, correspondant aux dimensions maximales de l'écran.

Les chiffres accolés aux lettres A donne les positions respectives des anodes par rapport à la cathode. Ainsi, A1 représente la première anode, A2 la deuxième anode, ou anode accélératrice, et ainsi de suite.

Deux valeurs différentes sont indiquées pour la tension négative du cylindre de Wehnelt (G1): la première (qui est la plus faible des deux) est la tension de polarisation minimale et la seconde est la tension de cut-off pour laquelle on obtient l'extinction de la trace lumineuse sur l'écran.

D1-D2 et D3-D4 désignent les deux paires de plaques de déviation; la sensibilité, exprimée en mm/V (millimètres par volt), indique la déviation du point lumineux, en millimètres, que l'on obtient pour chaque volt appliqué entre une paire de plaques de déviation (déviation électrostatique).

La dernière colonne des tableaux indique le numéro de la figure de la page 766 à laquelle il faut se reporter pour repérer les broches de l'embase correspondant aux différentes électrodes du tube.

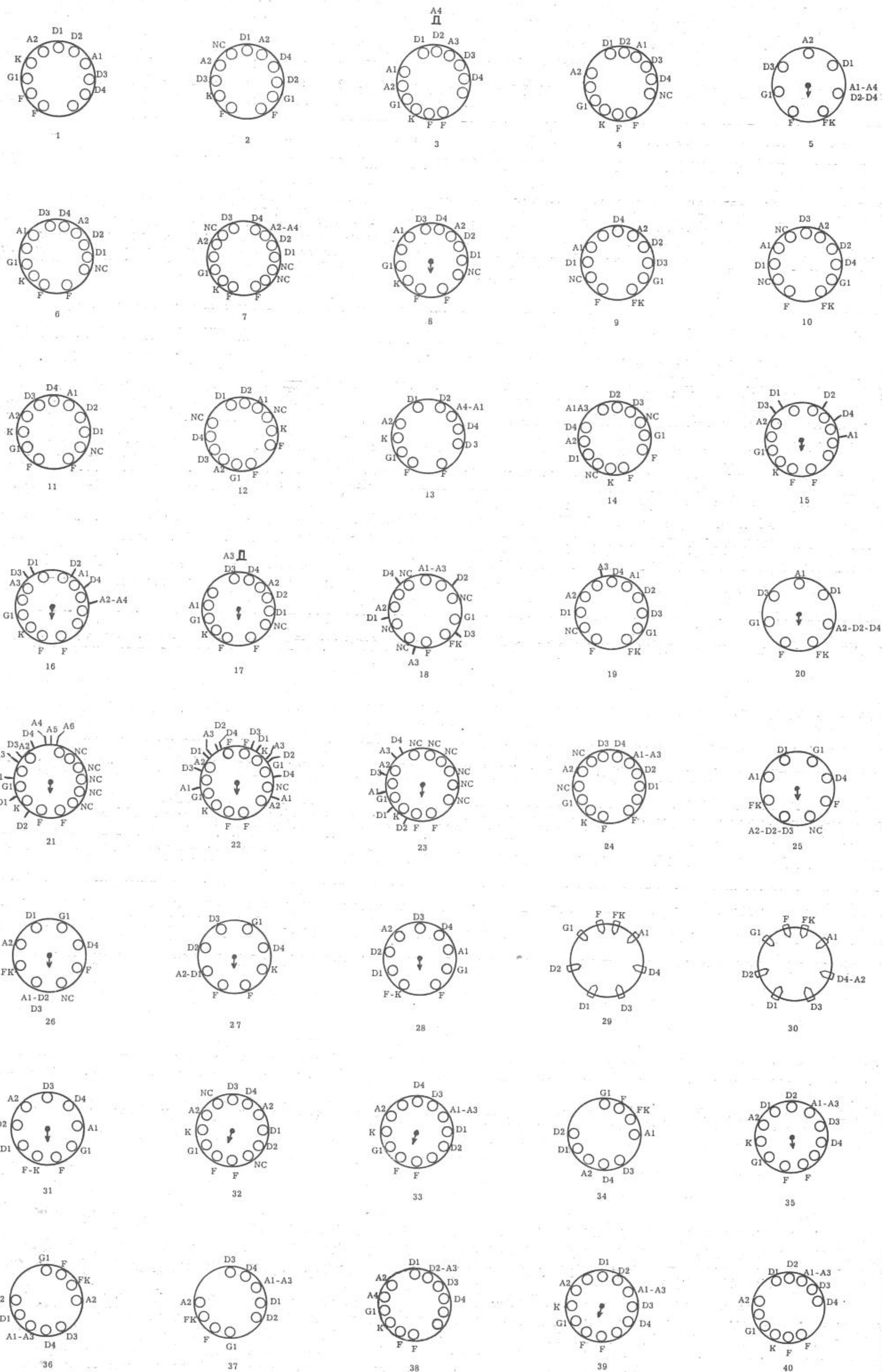


TABLEAU 91 - CARACTERISTIQUES DES SUBSTANCES POUR ECRANS LUMINESCENTS

Ce tableau donne la liste des différentes substances et leur désignation (première colonne) telle qu'elle a été établie par la « Electronic Industries Association » (EIA). Dans la seconde et la troisième colonnes, on trouvera la couleur de la fluorescence et celle de la phosphorescence. Comme on peut le remarquer, certaines substances donnent deux couleurs différentes.

selon que l'on considère la luminescence ou la phosphorescence (persistance de la trace). La durée de la persistance a été indiquée dans la quatrième colonne. Enfin, la dernière colonne donne les applications les plus courantes pour chaque type de substance, ce qui permet de choisir le tube convenant le mieux à l'utilisation prévue, en se référant à la simple désignation des types.

Substance	Couleur de la lumière		Persistance	Applications
	Fluorescence	Phosphorescence		
P-1	Vert-jaune	Vert-jaune	Moyenne	Oscilloscopes et radar
P-2	Vert-jaune	Vert-jaune	Moyenne	Oscilloscopes
P-3	Orange-jaune	Orange-jaune	Moyenne	
P-4	Blanche	Blanche	Moyenne à moyenne-courte	Télévision
P-5	Bleue	Bleue	Moyenne-courte	Photographie
P-6	Blanche	Blanche	Courte	N'est plus utilisé - était employé en Télévision
P-7	Blanche	Vert-jaune	Bleue, courte Jaune, longue	
P-8	N'est plus utilisé,	remplacé par P-7		
P-9	N'est plus utilisé			
P-10			Trace obscure, très longue	Pour l'observation, on utilise une source lumineuse extérieure; persistance de quelques secondes à quelques mois
P-11	Bleue	Bleue	Moyenne-courte	Photographie
P-12	Orange	Orange	Longue	Radar
P-13	Orange-rouge	Orange-rouge	Moyenne	
P-14	Bleue pourprée	Orange-jaune	Bleue, courte Jaune verdâtre, moyenne	Utilisations militaires dans lesquelles la vitesse de répétition de l'image doit être de 2" à 4" une fois que l'excitation a cessé.
P-14	Verte	Verte	Visible, courte Ultra-violette, très courte	Analyse d'images par spot mobile (Flying-spot).
P-16	Pourpre bleuâtre	Pourpre bleuâtre	Très courte	Flying-spot
P-17	De blanc-jaune à blanc-bleu	Jaune	Bleue, courte Jaune, longue	Utilisations militaires
P-18	Blanche	Blanche	Moyenne	Télévision à basse fréquence images
P-19	Orange	Orange	Longue	Radar
P-20	De vert à jaune-vert	De vert à jaune-vert	De moyenne à moyenne-courte	Images à grande visibilité
P-21	Orange rougeâtre	Orange rougeâtre	Moyenne	
P-22	Ecran tricolore		Moyenne	Télévision en couleurs
P-23	Blanche	Blanche	Moyenne	Interchangeable avec P-4
P-24	Verte	Verte	Courte	Flying-spot analyseur
P-25	Orange	Orange	Moyenne	Utilisations militaires dans laquelle la vitesse de répétition de l'image doit être de 10 à 2 min. après cessation de l'excitation
P-26	Orange	Orange	Très longue	Radar
P-27	Orange rougeâtre	Orange rougeâtre	Moyenne	Contrôle Télévision
P-28	Jaune-vert	Jaune-vert	Longue	Radar
P-29	Ecran bicolore		Moyenne	Tube pour instruments à bord des avions

Outer-grid injection — Fonctionnement d'un tube mélangeur pentagride avec le signal de l'oscillateur local appliqué à la troisième grille et le signal H.F. appliqué à la première grille.

Outer marker — Radiobalise extérieure de de l'ILS, placée à environ 8 km de l'entrée de piste dans l'axe d'atterrissage.

Outer-shell electron — Electron de conduction ou périphérique.

Outer space — L'espace au-delà de l'atmosphère de la terre (stratosphère).

Outgasing — Rechauffement d'un tube pendant l'opération de vidage pour évacuer les gaz restants.

Outgoing current — Courant sortant.

Outgoing signal — Signal sortant.

Outgoing wire line — Ligne sortante.

Outlet — Prise de courant, prise de sortie.

Outlet box — Boîte de dérivation.

Outline of scanned area — Périmètre de la région explorée (radar).

Out of focus — Hors du foyer.

Out of phase — Déphasé (se dit des signaux qui ont une forme d'onde de la même fréquence, mais ne passent pas par des valeurs correspondant au même instant).

Out of phase current — Courant déphasé.

Out of range — Hors de gamme.

Out of tune — Hors d'accord, désaccordé.

Outphasing modulation — Modulation par variation de phase.

Out-port — La sortie d'un réseau.

Output — Sortie, rendement.

Output admittance — Admittance intérieure à la sortie.

Output amplifier — Amplificateur de sortie ou final.

Output block — Portion, d'un calculateur électronique, réservée à la réception et transmission des données qui doivent être transférées hors de la machine.

Output capacitance — Capacité de sortie.

Output capacity of tube — Capacité totale de plaque du tube.

Output circuit — Circuit de sortie finale.

Output control — Contrôle de sortie.

Output coupling — Couplage de sortie.

Output electrode — Electrode de sortie.

Output filter — Filtre de sortie.

Output gap — Espace d'interaction de sortie (dans un tube pour micro-ondes).

Output impedance — Impédance de sortie.

Output indicator — Indicateur de rendement (instrument de lecture relié à un dispositif électronique pour relever les variations d'intensité du signal en sortie).

Output level — Niveau de sortie.

Output limiting — Limitation du niveau à la sortie.

Output meter — Mesureur de sortie (voltmètre c.a. relié à la sortie d'un dispositif électronique pour mesurer l'intensité du signal de sortie).

Output noise voltage — Tension de bruit de sortie.

Output pentode — Pentode finale.

Output power — Puissance de sortie.

Output power / frequency characteristic — Caractéristique puissance de sortie/fréquence.

Output power/tuning characteristic — Caractéristique puissance de sortie/accord.

Output rating — Puissance de sortie nominale non modulée, disponible aux bornes de sortie d'un émetteur relié à sa propre antenne normale ou à un circuit équivalent.

Output resonator — Résonateur de sortie (la cavité résonnante dans un klystron).

Output stage — Etage de sortie ou final.

Output transformer — Transformateur de sortie.

Output triode — Triode de sortie.

Output tube — Tube final (tube amplificateur de puissance calculé pour être utilisé dans un étage de sortie).

Output tube grid — Grille du tube final.

Output unit — Élément d'un calculateur, qui sert à transférer les informations de la mémoire intérieure à un dispositif extérieur.

Output voltage — Tension de sortie.

Output winding — Enroulement de sortie (d'un réacteur saturable).

Outside antenna — Antenne extérieure.

Outside broadcast — Radiodiffusion extérieure.

Oval cathode — Cathode ovale.

Oval grid — Grille ovale.

Over — Fin de la transmission.

Over-all — Total, global.

Over-all amplification — Amplification totale.

Over-all attenuation — Atténuation totale.

Over-all efficiency — Rendement total.

Over-all electric efficiency — Rendement électrique total.

Over-all gain — Gain total.

Over-all loss — Perte totale.

Over-all range — Portée maximum.

Over-all response — Réponse totale.

Overbunching — Suraccumulation (d'électrons dans un tube à modulation de vitesse).

Over-car antenna — Antenne de toit (d'une voiture).

Overcharge — Surcharge.

Overcharge (to) — Surcharger.

Overcharge (to) an accumulator — Surcharger un accumulateur.

Overcompounding — Proportionner un enroulement composé d'un générateur de sorte qu'il puisse augmenter légèrement la tension avec une augmentation de la charge.

Overcoupled transformer — Transformateur surchargé (transformateur H.F. accordé, dans lequel le couplage est suffisamment serré pour produire des crêtes de tension secondaire).

Overcoupling — Surcouplage (la condition pour laquelle deux circuits résonnants sont accordés sur la même fréquence mais sont couplés fortement de manière à obtenir deux crêtes de réponse).

Overcurrent — Surintensité.

Overcurrent coefficient — Coefficient de surintensité.

Overcurrent device — Dispositif de protection, par exemple un fusible, qui agit presque instantanément pendant qu'on ouvre un circuit lorsque le courant qui le parcourt dépasse une certaine valeur.

Overcurrent relay — Relais de surintensité.

Overcutting — Enregistrement sur disque à un niveau excessif.

Overdamping — Suramortage (amortage supérieur à l'amortage critique).

Overdischarge of battery — Décharge dan-

gereuse (trop rapide) d'un accumulateur.

Overdriven amplifier — Amplificateur surpilote (amplificateur dans lequel la forme d'onde du signal d'entrée est intentionnellement affectée de distorsions en polarisant la grille au-delà de l'interdiction, ou bien à la saturation du courant anodique).

Overdriving — Surpilote.

Overexcitation — Surexcitation.

Overflow — Condition qui se présente lorsque le résultat d'une opération arithmétique dépasse la capacité de la représentation numérique d'un calculateur analogique.

Overground conductor — Conducteur aérien.

Overground line — Ligne aérienne.

Overhead cutter — Tête d'incision suspendue sur le disque et montée à un axe.

Overhead wave — Onde spatiale.

Overheating — Surchauffe.

Overlap — Recouvrement.

Overlap zone — Zone de recouvrement.

Overload — Surcharge.

Overload (to) — Surcharger.

Overload capacity — Capacité de surcharge.

Overload circuit breaker — Interrupteur de surcharge - Disjoncteur.

Overload device — Dispositif de protection contre les surcharges.

Overloaded — Surchargé.

Overloading — Surcharge.

Overloading distortion — Distorsion par surcharge (niveau auquel le fonctionnement cesse d'être satisfaisant par suite d'une distorsion du signal, surchauffe, etc.).

Overload level — Niveau de surcharge.

Overload level of a transducer — Niveau de surcharge d'un transducteur.

Overload protection — Protection contre les surcharges.

Overload relay — Relais de surcharge (relais qui ouvre un circuit lorsque le courant ou la tension dépasse un certain niveau) - Disjoncteur.

Overload switch — Interrupteur de surcharge.

Overmodulate (to) — Surmoduler.

Overmodulated — Surmodulé.

Overmodulation — Surmodulation (modulation supérieure à 100%).

Overmodulation indicator — Indicateur de surmodulation.

Overpotential — Surtension.

Overpressure — Surpression.

Over-relay — Relais de maxima ou de surintensité.

Over-release — Interrupteur pour courant de maxima.

Override (to) — Neutraliser l'influence d'un contrôle automatique au moyen d'un contrôle manuel.

Overrun — Surtension.

Overshoot — Survibration, surélongation accrue, transitoire excessive de l'amplitude du front de montée ou de descente d'une impulsion; le résultat d'une condition atmosphérique hors du commun qui modifie l'indice de réfraction en faisant en sorte que les signaux à micro-ondes soient reçus dans des zones difficiles).

Overshoot distortion — Distorsion de surélongation (distorsion causée lorsque l'amplitude maximum du front d'onde d'un signal dépasse l'amplitude du front).

Overshooting — Oscillation.

NOTES SUR LES CIRCUITS D'ALIMENTATION DES TUBES A RAYONS CATHODIQUES

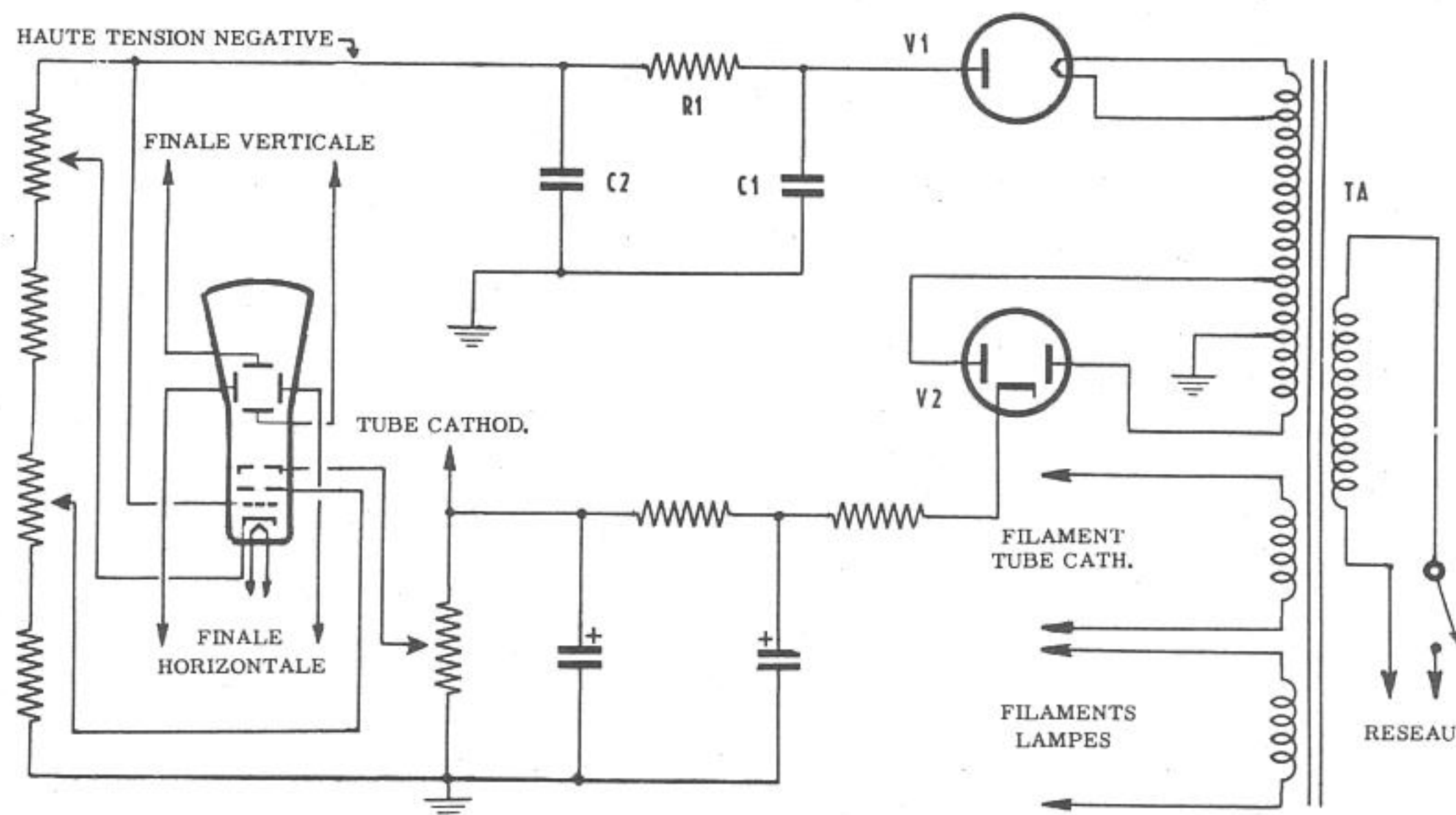


Schéma de principe d'une alimentation pour tube à rayons cathodiques et circuits auxiliaires. Le transformateur comporte trois secondaires, deux pour les filaments (du tube et des lampes) et un pour la tension anodique, la haute tension et le filament de la valve THT. La valeur de la très haute tension dépend du type de tube utilisé; dans les oscilloscopes d'usage courant, pourvus de un tube de 7 à 1 de diamètre, la haute tension négative est de l'ordre de -1 000 volts.

Les alimentations pour les appareils comportant un tube à rayons cathodiques, comme les oscilloscopes par exemple, doivent pouvoir fournir la haute tension nécessaire à l'anode accélératrice, ainsi que les autres tensions, moins élevées, pour les autres électrodes et les lampes des circuits auxiliaires. La très haute tension sera de l'ordre de 1 000 volts pour les tubes de petit diamètre, mais elle pourra atteindre 20 000 volts, pour les tubes de grandes dimensions, comme on peut le voir sur les Tableaux 84 et 85. L'intensité du courant absorbé est très faible de l'ordre du 1/10 milliampère.

Toutefois, comme les différentes tensions nécessaires au fonctionnement du tube cathodique sont prélevées le long d'un diviseur de tension (comme le montre la figure ci-dessus), il faut tenir compte, lors du calcul des circuits d'alimentation, du courant absorbé par ce diviseur, courant pouvant atteindre une intensité de 3 milliampères. Etant donné que l'intensité du courant redressé est très faible, la tension fournie par le redresseur sera sensiblement égale à 1,414 fois la tension alternative appliquée à la plaque de la valve. Par exemple, si le secondaire haute tension du transformateur donne une tension de 700 volts, la tension continue obtenue sera de 1 000 volts environ.

Comme on peut le voir sur le schéma de principe ci-dessus, la haute tension pour le tube à rayons cathodiques est prélevée sur la plaque de la redresseuse (côté négatif), tandis que le pôle positif est mis à la masse. Cette disposition spéciale, contraire à l'usage général, est adoptée pour les raisons que nous exposons ci-dessous.

Généralement, la tension appliquée sur les plaques de déviation est prélevé sur le même circuit d'alimentation qui fournit les tensions anodiques des autres tubes, ceci en raison du fait que, très souvent, on prévoit un couplage direct entre ces plaques de déviation et les anodes des tubes finaux des deux amplificateurs (horizontal et vertical); cette tension, positi-

ve par rapport à la masse, est de l'ordre de 250 à 300 volts. Pour obtenir une forte différence de potentiel entre les plaques de déviation et la cathode du tube cathodique, on applique une forte tension négative sur la cathode.

On voit, sur le schéma, que la forte tension négative, dont nous venons de parler, est prélevée sur la plaque de la valve redresseuse V1; après un filtrage convenable (R1, C1 et C2), elle est appliquée directement sur le Wehnelt du tube, puis à travers un potentiomètre, à la cathode. Une tension négative moins élevée et variable, également obtenue au moyen d'un potentiomètre faisant partie du diviseur de tension, est ensuite appliquée sur la première anode. Enfin, la deuxième anode reçoit une tension variable comprise entre 0 et la tension anodique positive maximale.

Les valves employées pour le redressement de ces tensions élevées sont généralement de types spéciaux; elles doivent pouvoir fournir de fortes tensions sous de faibles intensités. Les plus utilisées, dans les séries américaines, sont la 1V2, la 1AX2 et la 1X2.

Dans un tube à rayons cathodiques, le filament est généralement relié à la cathode; il se trouve donc porté à un potentiel élevé par rapport à la masse. Dans ces conditions, on doit prévoir un enroulement secondaire spécial pour le chauffage de ce filament qui ne peut pas être alimenté par l'enroulement de chauffage des autres tubes du montage.

Il convient d'ajouter que, grâce aux récents perfectionnements apportés à leur fabrication, on peut également employer des redresseurs à semiconducteurs (silicium) pour le redressement de la haute tension nécessaire à l'alimentation des tubes à rayons cathodiques. De cette façon, on élimine une source de chaleur — le filament — toujours nuisible dans un appareil de mesure et l'on supprime un enroulement secondaire (celui destiné au chauffage de la valve HT) du transformateur d'alimentation.

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

111, BD RICHARD LENOIR - PARIS XI^e
(métro Oberkampf)
SPÉCIALISTE MODULES RÉUSSITE COMPLÈTE
TOUS LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
EXPÉDITION PROVINCE

Amateurs, Installateurs, Dépanneurs,
les valises de dépannage Radio TV Sptés
PAUL sont en vente dans toute la France.
5 modèles.
Adresse de nos Agents sur simple demande.
Spécialités Ch. PAUL - 28, rue Raymond Lefebvre
MONTREUIL (Seine) Tél. : 287-54-16

CIBOT RADIO

1 à 3, RUE DE REUILLY - PARIS 12^e
TEL. : DID. 66-90
TOUT L'OUTILLAGE
POUR L'ÉLECTRONIQUE

Catalogue complet de pièces détachées : 5 F

Catalogue de Kit

Ensemble de pièces détachées

Du poste à galène au téléviseur

EXPÉDITION A LETTRE LUE PARIS-PROVINCE

RADIO-BEAUGRENELLE

6, RUE BEAUGRENELLE - PARIS 15^e
Tél. : 828.58.30
TOUTE LA PIÈCE DÉTACHÉE RADIO
LAMPES-TRANSISTORS-TÉLÉVISION
EXPÉDITION PROVINCE
Envoi du tarif contre 3 timbres-lettre

MIEUX QU'UN CATALOGUE !
Tous ceux qui s'intéressent à la radio se doivent de posséder
le **MENTO ACER**
VÉRITABLE DIGEST DE L'ÉLECTRONIQUE
TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES
TOUTE UNE GAMME DE MONTAGE EN KIT
Envoi contre 6F pour frais
ACER 42bis, rue de Chabrol - PARIS 10^e



80 PAGES contre 2.50 en timbres pour frais d'envoi
● HIFI (amplis - HP - tuners FM - enceintes
acoustiques) ● Grand choix de pièces
détachées ● Appareils de mesures ●
Outillage ● Appareils électriques ● De
nombreuses réalisations ● Sur place : un
choix énorme à des prix "champion".

Comptoirs CHAMPIONNET

14, RUE CHAMPIONNET - PARIS 18^e
Tél. ORN. 52-08 - C.C.P. 12.358.30 Paris
Métro : Porte de Clignancourt et Simplon

RETEXKIT

CONSTRUISEZ-LE VOUS-MÊME

**KIT POUR RADIO-AMATEURS
KIT D'APPAREILS ÉLECTRONIQUES**

Demandez notre catalogue
sans engagement de votre part

TERA-LEC 51, RUE DE GERGOVIE
PARIS-14^e - SEG. 09-00

MAGNETIC-FRANCE SPÉCIALISTE DU "KIT" PIÈCES DÉTACHÉES POUR :

Tuners, magnétophones, amplis, orgue élec-
tronique, chambre d'échos, réverbérateurs.

- Lampes
- Transistors

SERVICES ET CONSEILS TECHNIQUES
175, RUE DU TEMPLE - PARIS-3^e
ARCHIVES 10-74 Métro : Temple, République

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES Radio-Télévision • Industrie • Télécommande Châssis Haute Fidélité • Amplis • Tuners FM GROS DÉTAIL **RADIO-VOLTAIRE**

GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIO TECHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11^e ROQ. 98-64
R.C. 5181 5181 12495 - Métro : Line 13 - Porte de Vincennes - Autobus : 46, 18, 47, 14-16 - C.P. 54008-71 PARIS

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation
Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones
Elect. phones - HI-FI - Enceintes acoustiques - Emetteurs
récepteurs - Interphones, etc...
Toutes expéditions en province. Catalogue de nos prix sur
simple demande - 19, rue de l'Ancienne Comédie
PARIS 6^e Tél. : DAN. 63-05

POUR TOUS VOS BESOINS EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES ET ENSEMBLES A MONTER SOI-MÊME

AUX CONDITIONS LES PLUS AVANTAGEUSES GRACE A NOTRE FORMULE DE VENTE DIRECTE

Magasins pilotes :

3, RUE LA BOÉTIE - PARIS-8^e
9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5^e

COGEREL

Départements :
VENTE PAR CORRESPONDANCE
COGEREL - DIJON (cette adresse suffit)

DOCUMENTATION GRATUITE SUR DEMANDE :

Catalogue KITS - CTR 8-493 - Catalogue PD - CTR 9-492
(joindre 4 timbres pour frais d'envoi)

RÉALISEZ VOS
POSTES A TRANSISTORS
**LAMPEMETRE
SIGNAL TRACER**



**CONTROLEUR
UNIVERSEL**



Economie
Sécurité
Réussite
assurée

Pièces détachées, en ensembles
complets, ou séparées avec schéma
et plans très détaillés

Documentation CA - contre 1,20 F en timbres

TECHNIQUE SERVICE

fermé le lundi
Métro
Charonne

17, Passage Gustave-Lepeu, Paris-11 - Tél. : ROQ. 37-71

CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome - PARIS 8^e
522 12-00 et 12-01 CCP 728-45

Expédie dans toute la France toutes
les pièces détachées - Appareils de
mesure et l'outillage du Radio-
électricien.

CATALOGUE contre 4 timbres,
conseillers techniques à votre
disposition à nos magasins.

LE GRAND SPECIALISTE

des Petits Montages Récepteurs de Radio
et de la Radiocommande des Modèles Réduits.
- Ouvrages pour débutants -
Envoi du catalogue général contre 3 F
PERLOR-RADIO
16, R. Hérold, Paris (1^{er}) - Tél. CEN. 65-50

POUR
RECTA REUSSIR RECTA
A
COUP SUR ?
ESSAYEZ AVEC NOS
**SCHEMAS
GRANDEUR
NATURE**

MONTAGES FACILES

AMPLIS GUITARE 3 A 50 W
125 SCHÉMAS DE LAMPES
REMISE 25 à 30 %
SUR LAMPES-MAGNÉTOPHONES

Documentation complète c. 4,50 TP

Soc. **RECTA**

37, Av. LEDRU-ROLLIN - PARIS-12^e

NORD RADIO

TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES ET
ACCESSOIRES DES MEILLEURES MARQUES
A DES PRIX IMBATTABLES

TÉLÉVISEURS - RÉCEPTEURS à transistors
AMPLIS HI-FI - ELECTROPHONES
MAGNÉTOPHONES - INTERPHONES, etc...
Vendus en "KIT" et en ordre de marche.

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10^e
Tél. TRUdaine 89-44 - Autobus et Métro : GARE DU NORD

TOUS LES MAGNÉTOPHONES
(GRUNDIG, PHILIPS, etc.)
TÉLÉVISEURS - ENCEINTES ACOUSTIQUES
PLATINES TOURNE-DISQUES, etc. (Consultez-nous).