

31

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 30 sept. - 7 oct. 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.

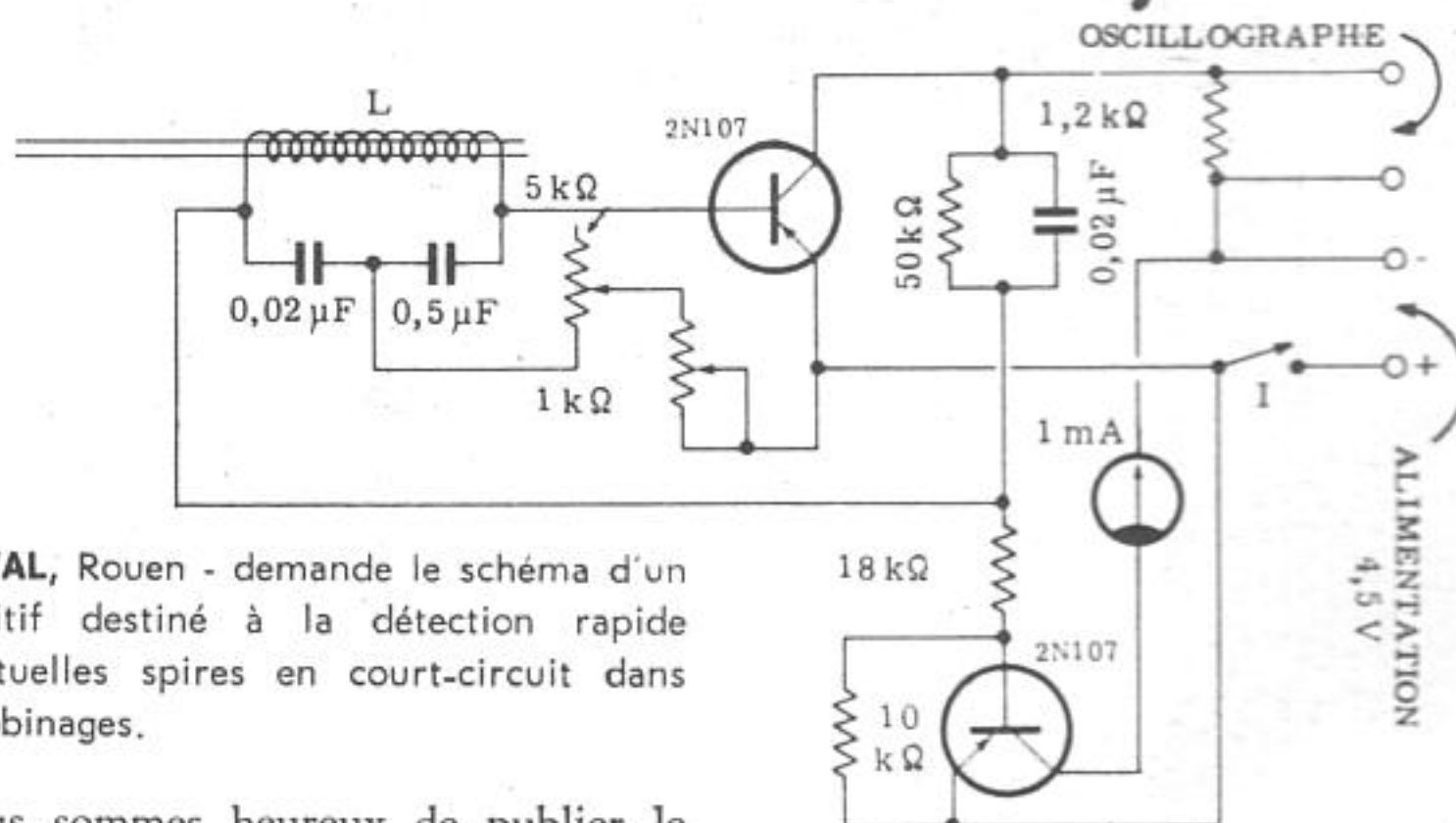
DISTRIBUTION
Nouvelles Messageries de la Presse
Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

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 technique	page 2
★ Le Béliné fait peau neuve	» 3
★ Le tube à rayons cathodiques	» 5
★ Circuits oscillateurs pour ondes non sinusoïdales	» 14
★ Questions sur les 91 ^{ème} et 92 ^{ème} leçons	» 23
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 23
★ Exemples de montages multivibrateurs à lampes	» 24
★ Exemples de montages multivibrateurs à transistors	» 26
★ Oscillateurs bloqués et générateurs de dents de scie	» 28
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 29
★ Le Salon International Radio Television	» 30
★ Chronique des métiers de la radio	» 30

Courrier technique



L. FAVAL, Rouen - demande le schéma d'un dispositif destiné à la détection rapide d'éventuelles spires en court-circuit dans les bobinages.

Nous sommes heureux de publier le schéma d'un appareil semblable à ceux qui ont été mis récemment dans le commerce, aux Etats-Unis. C'est un petit ensemble, d'emploi facile, qui permet de détecter, soit la présence de court-circuits, soit des pertes excessives. Il suffit de disposer la bobine sous contrôle de telle sorte que le noyau, dépassant du panneau frontal de l'appareil, se place à l'intérieur de celle-ci, et d'observer l'indication fournie par le milliampermètre.

Si l'aiguille ne dévie pas de sa position centrale, c'est qu'il n'existe pas de court-circuit à l'intérieur de la bobine. Si elle dévie vers la gauche, ceci révèle l'existence d'un court-circuit entre quelques spires, à un point donné de l'enroulement.

Le circuit consiste en un oscillateur à deux transistors, alimenté par une batterie de piles de 4,5 volts. Le noyau de la bobine oscillatrice dépasse vers l'extérieur, à travers le panneau frontal de l'appareil.

Sur ce noyau on dispose la bobine à contrôler, faisant partie du circuit oscillant de l'oscillateur. Si cette bobine est en court-circuit, ou si elle présente des pertes importantes (défaut d'isolement entre les spires), il en résulte une réduction de son facteur de qualité Q. Ceci entraîne une atténuation importante du signal de sortie qui peut empêcher la naissance des oscillations, d'où une indication moindre de la part de l'appareil de mesure.

Il convient de signaler que les pertes normales qui se manifestent dans une bobine de 5 000 spires ou plus, peuvent déterminer une variation de la fréquence d'oscillation. Pour contrôler l'éventuelle variation de fréquence, on peut relier l'appareil à un oscilloscope.

Avant l'essai de bobines de grandes dimensions, comportant plusieurs milliers de spires, il convient d'effectuer, au paravant, une mesure avec une bobine identique, mais en parfait état de fonctionnement, puis d'effectuer une seconde mesure avec la bobine en essai puis de confronter les résultats.

On peut également déceler la présence de courts-circuits dans la bobine en contrôlant sa continuité. Pour cela, il suffit de court-circuiter les extrémités: si la bobine n'est pas coupée, on observe un déplacement de l'aiguille vers l'extrémité inférieure de l'échelle.

On emploie des noyaux de dimensions variables selon les exigences. De toute façon, un petit bâtonnet en ferite de 1 cm. de diamètre (identique à celui qu'on emploie habituellement pour la réalisation des antennes des récepteurs portatifs alimentés par batterie) peut servir dans la plupart des cas. La fréquence des oscillations n'est pas critique et l'inductance L peut être constituée par un enroulement de 4 000 spires de fil de 0,1 mm. de diamètre, sur plusieurs couches et d'une longueur totale de 25 mm.

Le Bélino fait peau neuve



Le "Petit Larousse" nous dit: BELIN (Edouard), physicien français, né à Vesoul en 1876 inventeur de procédés de phototélégraphie et de téléautographie.

L'information que nous vous présentons ci-dessous vous fera percevoir l'ampleur du développement et du progrès technique réalisé dans la transmission de l'information.

Dans la salle du service phototélégraphique (bélino), quelques uns des douzes appareils émetteurs.

Le 15 avril dernier, au centre de télécommunications de la rue Feydeau à Paris, près de la place de la Bourse, deux nouvelles salles ont été ouvertes au public, équipées de tout un ensemble de transmission télégraphique: téléimprimeurs pour le service télex, appareils de phototélégraphie (bélino) et même un laboratoire pour le développement des films photographiques et le tirage des épreuves.

Cet ensemble ultramoderne, le premier du genre en Europe, sera particulièrement apprécié des reporters-photographes et correspondants de presse étrangers et provinciaux qui pourront ainsi, dans les meilleurs délais, envoyer les images d'un événement venant de se dérouler dans la capitale. Il nous a paru opportun, à cette occasion, de présenter à nos lecteurs le fonctionnement de ce service, peu connu du grand public et cependant remarquablement adapté aux exigences de l'information d'actualité: le bélino.

MEME TEMPS

DE PARIS A TOKYO QUE DE PARIS A ASNIERES

« Ici Tokio, ici Tokio, qui êtes-vous ? »

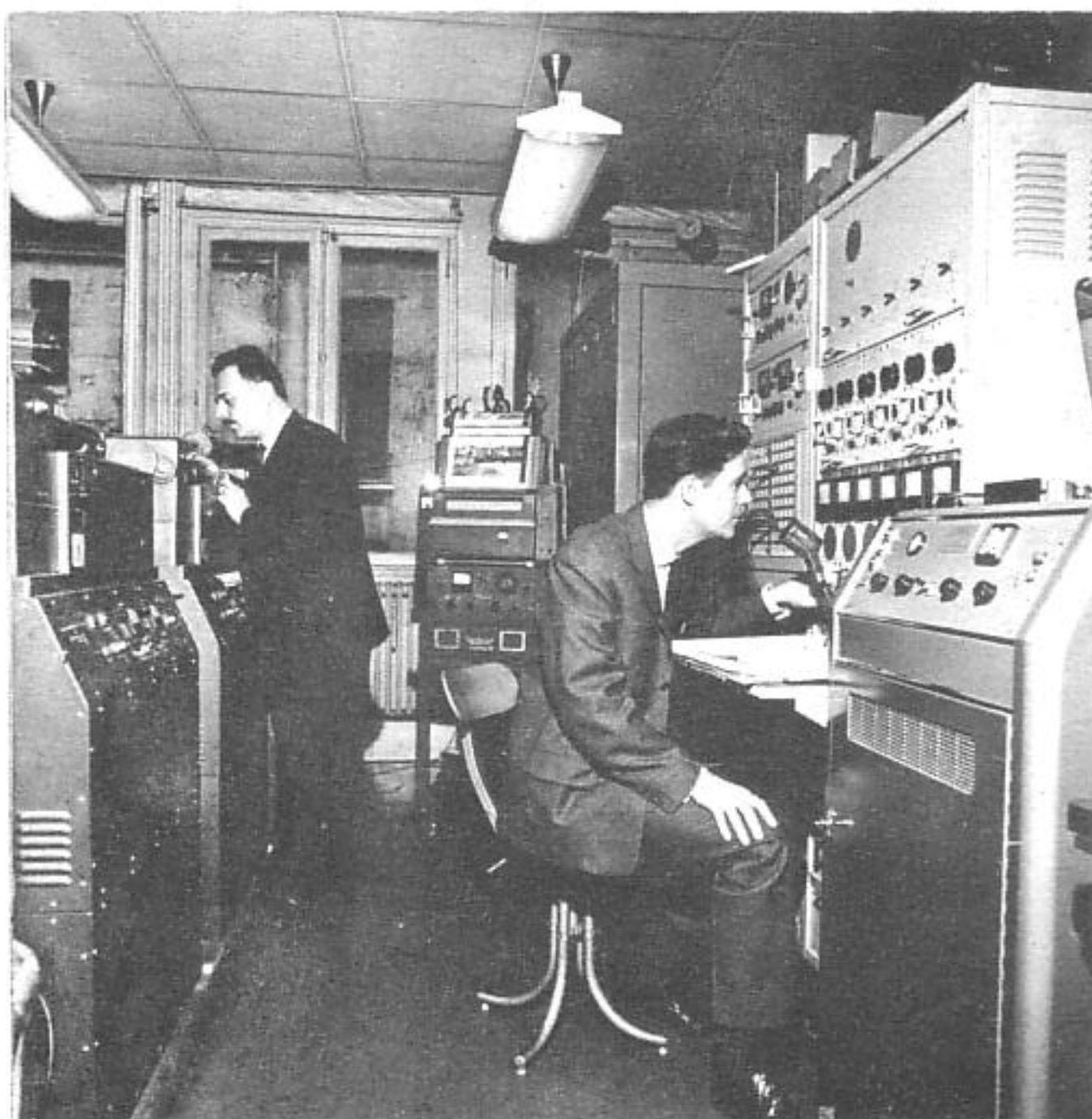
« Ici Paris-Bélino. Photo s'il vous plaît. »

La photographie à transmettre, enroulée sur un cylindre mobile, est systématiquement explorée par un mince pinceau lumineux; la lumière réfléchie, d'inten-

sité variable selon qu'elle émane d'une partie sombre ou d'une partie claire, est transformée en courant électrique. Ce courant est acheminé par câble ou par radio sur le poste récepteur. Là, processus inverse, il est changé en filet lumineux reflétant les nuances de l'image originale et venant la reproduire sur une feuille de papier sensible plaquée sur un cylindre tournant à la même vitesse que celui de la station émettrice. En douze minutes, un document de 13x18 cm franchit 10 000 km. Les distances, d'ailleurs, importent peu. A partir du moment où elle est déclenchée, la transmission s'effectue à la vitesse de 300 000 km/seconde. Le temps de rotation des cylindres, temps pendant lequel le dessin est exploré par la source lumineuse, au départ, et le papier impressionné, à l'arrivée, est le même, quel que soit l'éloignement: 9 minutes pour une surface de 150 cm², 17 minutes pour 600 cm², qu'il s'agisse d'une reproduction de Paris à Tokio ou de Paris à Asnières.

REPRODUCTION AUTORISEE

Le courant, cependant, peut emprunter deux voies: les ondes ou le fil. Aussi existe-t-il, dans les PTT, deux services distinct de phototélégraphie, tous deux à Paris: celui de la rue Feydeau, qui utilise les câbles de télécommunications, et celui de la rue des Archives (3°), qui utilise la radio. Ils présentent l'un et l'autre des



Une salle du service de phototélégraphie par radio, rue des Archives à Paris.

aspects complémentaires: le premier fonctionne 24 heures sur 24, mais uniquement avec les destinations reliées par câbles: le second peut être utilisé pour une destination quelconque (il peut ainsi, par conséquent,



Un appareil récepteur du système de transmission par radio. Le cliché qui se déroule à la partie supérieure n'est qu'une image de contrôle. La photo elle-même, est reçue sur papier sensible dans un cylindre hermétique et les «signaux» envoyés sont enregistrés sur bande magnétique.

s'ajouter au premier ou constituer un moyen de secours), mais il est tributaire des conditions météorologiques qui influent sur la propagation des ondes et limitent le trafic à des heures favorables.

Dans les deux cas, la qualité de reproduction est remarquable. Ces images, en effet, sont destinées pour la plupart à des journaux et doivent, pour le moins, se prêter à une nouvelle reproduction. On a conservé rue Feydeau une revue sportive publiant des photographies d'une netteté étonnante d'un match de rugby joué la veille à Bucarest, assorties de la mention « par bélino ». Deux reporters de presse, après avoir engagé un pari sur la provenance de ces photos, vinrent demander l'arbitrage des opérateurs des PTT... et leur laissèrent la revue en hommage. D'autres exemples témoignent de la fidélité de reproduction obtenue par ce procédé. Une page entière de « Time Magazine », transmises par radio, a été parfaitement reçue sur un cylindre de la rue des Archives. Dernièrement, dans ce même service, parvenait une série de graphiques insolites émanant du paquebot « France » et destinés à l'institut Pasteur: le médecin du transatlantique tentait par ce moyen de solliciter l'avis d'un confrère parisien pour l'examen d'un électrocardiogramme pris à bord. Le spécialiste consulté put, grâce à ces pièces, établir un diagnostic et le communiquer aussitôt au « France ».

LE BONJOUR DE Mme LINH

Les services de la rue Feydeau et de la rue des Archives à Paris sont, avec la station de Nice, les seuls postes phototélégraphiques publics en France. Le trafic écoulé dans les limites du territoire métropolitain se réduit à l'échange de clichés avec des sièges de journaux munis d'appareils « Bélin ». Toutefois, lorsqu'un événement important se déroule en province, un groupe de techniciens des PTT s'y déplace avec un équipement spécial suffisant pour assurer la diffusion des flashes d'actualité. Pour le Tour de France cycliste, par exemple, ou encore la course Paris-Nice, l'équipe PTT est, chaque année, la première engagée. Les postes publics étant plus nombreux chez nos voisins d'Europe, le trafic international prend une autre dimension. Ce ne sont pas seulement des photographies, mais toutes sortes de documents en « noir et blanc » qui peuvent être transmis en quelques minutes à travers les frontières: écrits, autographes, actes notariés, fiches de douane, croquis de machines cotés, etc...

Les opérateurs jonglent avec les connexions, les modules, les mégacycles et les décalages horaires. Ces hommes, placés au coeur de l'actualité la plus brûlante, ont cependant assez de maîtrise pour assurer, quoi qu'il arrive une bonne qualité de transmission et pour entretenir les relations les plus courtoises avec leurs correspondants de par le monde: Sato à Tokyo Joseph à Beyrouth, Alfredo à Rio de Janeiro, David et Jimmy à New-York. Et, chaque jour, sur le coup de midi, l'opérateur du matin ne saurait quitter son service sans souhaiter... bonne soirée à Mme Linh, sa correspondante de Saïgon, car il est 19 heures au Viet Nam.

(Extrait du Bulletin d'informations des P et T)

LE TUBE A RAYONS CATHODIQUES

En 1898, alors que le tube thermoïonique n'était pas encore connu, le physicien Karl F. Braun, inventa un type particulier de tube.

La construction en était relativement simple, comme le montre schématiquement la **figure 1**. On trouvait, tout d'abord, une électrode métallique (K), placée à une extrémité d'un tube de verre et munie d'une connexion aboutissant à l'extérieur de la paroi de verre. Une deuxième électrode métallique (A), servant d'anode, était également placée à l'intérieur du tube, à une certaine distance de la première, le long de l'axe. Cette électrode était également munie d'une connexion passant à travers la paroi de verre et permettant sa liaison avec un circuit électrique extérieur. L'ampoule de verre comportait deux parties, la première plus étroite, formant le col et l'autre, de plus grand diamètre formant le bulbe. Vers le milieu de l'ampoule, à la fin du col, était placé un diaphragme, une plaque circulaire percée d'un trou en son centre: ce diaphragme (B) terminait le col du tube et son diamètre était égal à celui du col auquel il s'adaptait parfaitement. Une dernière électrode (S) isolée, sur laquelle on avait déposé une mince couche d'une substance chimique spéciale, était placée à l'autre extrémité du tube et s'appuyait sur la partie plate du bulbe. Cette dernière électrode était l'écran.

Un vide poussé était fait dans l'ampoule et entre la cathode (K) et l'anode (A) on appliquait une très forte différence de potentiel, d'environ 50 000 volts; l'anode étant reliée au pôle positif de la source de tension. Cette forte différence de potentiel entre ces deux électrodes avait pour conséquence de provoquer l'extraction forcée de **charges négatives** de la cathode et le déplacement rapide de ces charges vers l'écran. A l'époque où ce tube fut inventé, l'identification des charges négatives émises par la cathode était encore douteuse, on ne pouvait affirmer qu'il s'agissait effectivement d'électrons. On était toutefois certain que ces particules cathodiques portaient des charges négatives et qu'elles pouvaient être extraites d'un métal au moyen d'un fort champ électrique. Ce ne fut que plusieurs années après les premières expériences de Braun que ces charges négatives furent identifiées comme étant réellement des électrons. Ces particules cathodiques, comme on les appelait alors, donnèrent son nom au tube de Braun, que l'on appela «tube à rayons cathodiques».

Les charges électriques détachées de la cathode se dirigeaient vers l'avant du tube avec une vitesse relativement élevée, sous l'effet du champ électrique pro-

duit par la forte différence de potentiel existant entre la cathode et l'anode. Ces charges partent des divers points de la surface de la cathode, mais en raison de la présence du diaphragme, la plupart d'entre elles sont arrêtées par la plaque métallique, percée seulement d'un petit trou. Toutefois, un nombre suffisant de ces particules passe par ce trou et continue le trajet jusqu'à l'écran, formant ainsi un faible courant. La présence de ces particules dans le tube, et leur arrivée sur l'écran étaient décelées par une luminescence nettement visible autour du point de cet écran qui était directement frappé par le faisceau des charges électriques. Ce phénomène est connu sous le nom de «fluorescence».

Ce tube constituait un moyen de mettre en évidence le déplacement d'un rayon cathodique sous l'effet de champs d'induction magnétique ou électrostatique.

La nécessité d'appliquer une tension très élevée sur l'anode du tube de Braun, pour extraire les électrons de la cathode, impose pourtant de nombreuses et de sérieuses restrictions à l'utilité de ce dispositif. En effet, la haute tension anodique appliquée au tube donnait une très grande vitesse aux électrons constituant le rayon cathodique, ceci était un sérieux inconvénient car, les amplificateurs à tubes étant alors inconnus, seuls des tensions et des courants de valeurs très élevées pouvaient produire les champs d'induction magnétique et électrostatique suffisant pour dévier le rayon, ce qui réduisait considérablement le domaine d'application d'un tel dispositif.

Parmi les différents moyens utilisés pour créer un champ électrostatique, il faut citer le système constitué par une paire de plaques métalliques parallèles, entre lesquelles on applique une forte différence de potentiel. Ces plaques étaient disposées sur les deux côtés opposés du tube de verre, le long du parcours compris entre le diaphragme et l'écran. De même, on pouvait obtenir un champ électromagnétique au moyen de deux enroulements bobinés à plat, reliés en série et parcourus par un courant d'intensité suffisante. Chacun de ces enroulements était placé d'un côté du tube de telle sorte que les deux champs produits s'ajoutent mutuellement.

En 1921, J.B. Johnson inventa un nouveau type de tube qui prit son nom. Tout comme le tube de Braun, le tube de Johnson était constitué par une enveloppe de verre, en forme d'entonnoir, comportant un col étroit s'élargissant ensuite pour se terminer par une surfa-

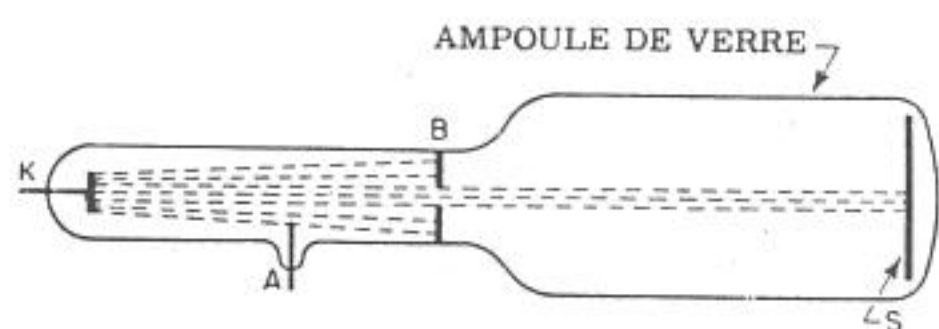


Fig. 1 - Le tube inventé par Braun peut être considéré comme l'ancêtre des tubes à rayons cathodiques modernes. Il fallait appliquer une tension très élevée entre les électrodes K et A pour produire le faisceau électronique qui, après avoir traversé le diaphragme B par un petit trou percé en son centre, venait frapper l'écran S et provoquait sa fluorescence.

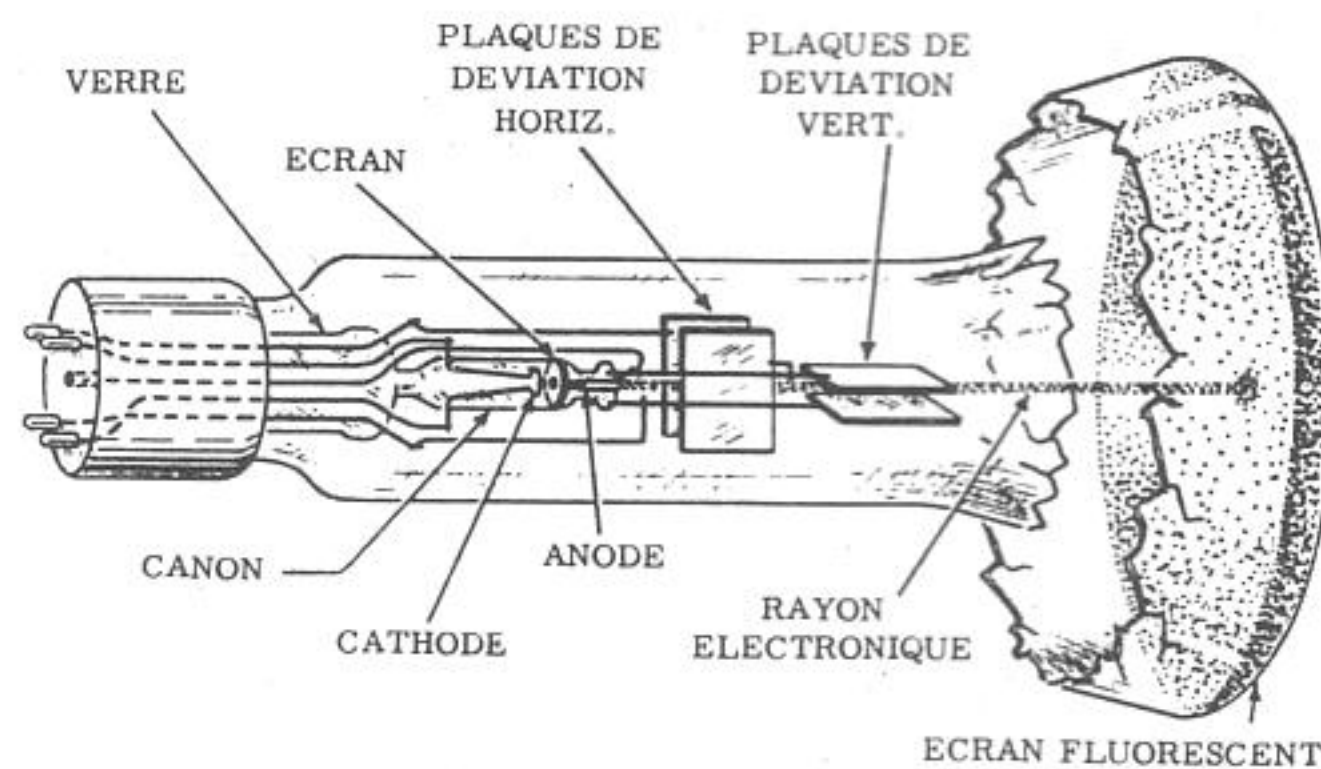


Fig. 2 - L'émission électronique produite au moyen d'une cathode incandescente constitua le principal perfectionnement apporté par le tube de Johnson représenté ici.

ce plane. Dans la partie étroite du tube, le col, était placé le filament que l'on pouvait porter à l'incandescence en lui appliquant un courant fourni par une batterie extérieure. Sous l'effet de la température élevée, une émission électronique se produisait, tout comme dans un tube thermoïonique. Immédiatement au dessus de la partie active du filament se trouvait un écran, dans lequel était percé un petit trou, et une anode cylindrique. Tous ces éléments, c'est-à-dire le filament, l'écran et l'anode étaient fixés à un support en verre. L'anode était portée à une tension positive de 300 volts, par rapport au filament, au moyen d'une source extérieure de courant continu, ce qui avait pour effet d'attirer les électrons. Ceux d'entre eux qui réussissaient à passer par la petite ouverture pratiquée dans l'écran, traversaient ensuite le petit cylindre formant l'anode, puis entraient dans la partie évasée du tube et se dirigeaient vers l'écran disposé sur l'extrémité plane de la verrerie. Cet écran était constitué par une mince couche de substance fluorescente appliquée sur la surface interne du verre. La fluorescence produite par les électrons lors de leur impact sur cet écran était visible de l'extérieur, à travers la paroi transparente du fond du tube.

Ce tube présentait d'énormes avantages sur le modèle de Braun; en effet, étant donné que l'émission des électrons était due à l'incandescence du filament, il n'était plus nécessaire de porter l'anode à une tension extrêmement élevée. La tension positive appliquée à l'anode avait seulement pour but d'accélérer le mouvement des électrons, en n'en captant qu'une très petite quantité, et de leur communiquer une vitesse suffisante pour donner naissance à un rayon susceptible d'atteindre l'écran et d'en provoquer la fluorescence.

Par la suite, on plaça deux paires de plaques métalliques, parallèles deux à deux, placées à angle droit sur le trajet du rayon cathodique. Elles avaient pour fonction de provoquer la déviation ou « déflexion » du faisceau d'électrons: ces paires de plaques étaient placées l'une à la suite de l'autre, de telle sorte que le rayon cathodique, dans sa direction normale, passe exactement au milieu de l'espace laissé entre elles.

L'adoption de cette déviation électrostatique constituait un remarquable progrès dans la voie de l'utilisation pratique du tube à rayons cathodiques. Le tube de Johnson fut, ainsi, le premier à comporter **deux paires** de plaques de déviation pour dévier le faisceau cathodique et à adopter ce dispositif comme partie indispensable de ce genre de tube. Les plaques de déviation étaient disposées en deux paires, perpendiculaires pour permettre la déviation du rayon dans deux directions orthogonales.

Outre l'intérêt de ne nécessiter qu'une faible tension anodique pour son fonctionnement, le tube de Johnson n'avait également besoin que d'une intensité de champ électrostatique bien plus faible pour obtenir une importante déviation du faisceau, ceci grâce à la moins grande vitesse des électrons. Cette innovation permit une augmentation importante de la sensibilité. En outre, des améliorations successives de la substance utilisée pour le revêtement fluorescent permirent l'obtention d'images plus brillantes et plus nettes. Par la suite, certains perfectionnements apportés à la structure des divers éléments, concernant la distance entre les électrodes des plaques de déviation, accrurent encore cette sensibilité et il fut possible de réaliser des déviations plus importantes avec des différences de potentiel plus faibles.

Pourtant, le faisceau électronique ne pouvait suivre rapidement les variations de la tension appliquée aux plaques de déviation, en raison de la présence d'ions gazeux qui rendaient le faisceau relativement plus « lourd ». Il en résultait une fréquence de déviation maximale de l'ordre de 100 000 Hz. Cette limite était trop basse pour répondre aux exigences de l'Electronique en perpétuel développement: en effet, dès cette époque, il existait des appareils fonctionnant sur des hautes fréquences. Les avantages de ce tube sur celui de Braun (dont la fréquence de déviation maximale n'était que de 50 à 100 Hz) n'étaient plus suffisants.

La figure 3 représente le tube à rayons cathodiques sous son aspect actuel; il peut être comparé au tube de Johnson en ce sens qu'il utilise également la déviation électrostatique. En effet, pendant longtemps, ce fut le

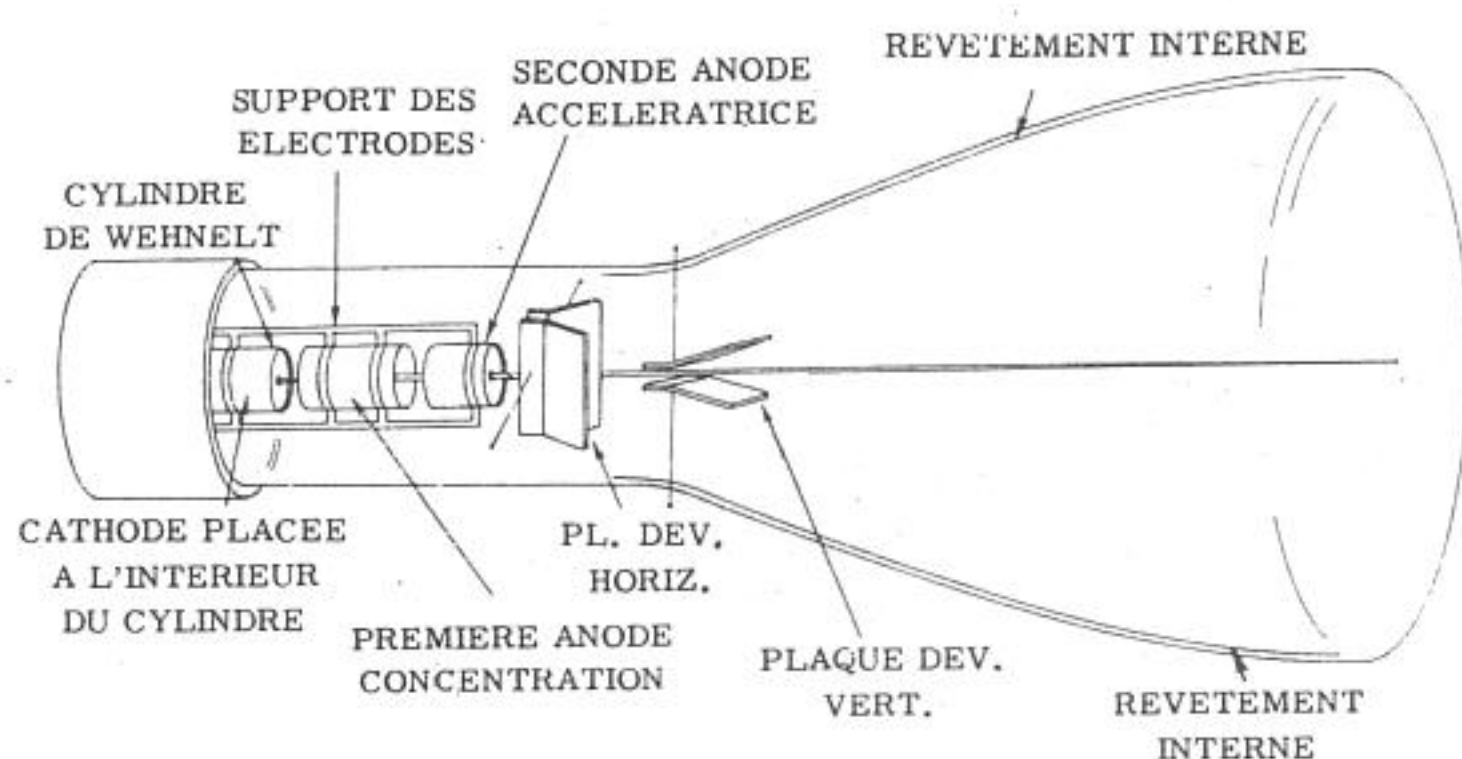


Fig. 3 - D'autres perfectionnements apportés au tube de Johnson donnèrent naissance au tube actuel, représenté ici avec ses diverses électrodes.

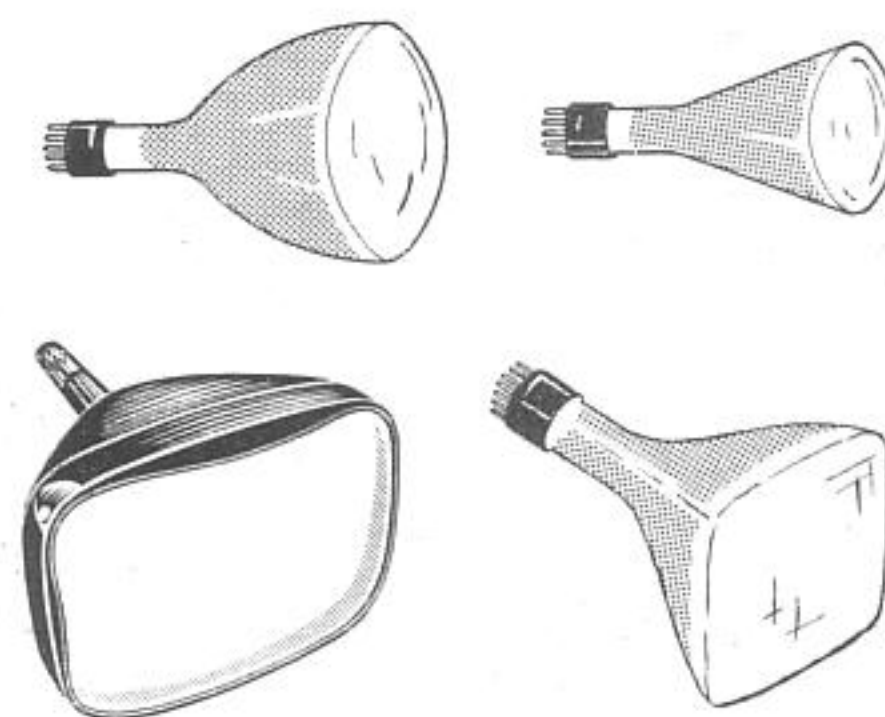


Fig. 4 - Les tubes cathodiques peuvent être de dimensions variées, mais ont l'aspect général illustré dans la figure ci-dessus.

seul système de déviation employé pratiquement; ce n'est que plus tard, principalement en raison des besoins particuliers de la Télévision, que l'autre procédé, basé sur l'influence d'un champ d'induction magnétique sur les rayons cathodiques, fut mis en application. Nous ne nous occuperons que de la déviation électrostatique.

Comme on le voit sur la figure 3, le tube à rayons cathodiques moderne est un peu plus compliqué que celui de Johnson; divers perfectionnements ont été apportés permettant une amélioration des performances et une plus vaste étendue d'applications. Il comporte toujours une enveloppe de verre dans laquelle on a fait un vide très poussé pour éliminer toute trace de gaz résiduel; l'émission électronique se fait à partir d'une cathode à chauffage indirect. La concentration du rayon cathodique, dont l'objet est de produire sur l'écran un point lumineux de très petite dimension, est plus facile que dans les modèles précédents. Par dessus tout, ce tube est d'un fonctionnement beaucoup plus stable et permet de travailler sur des fréquences plus élevées. Comparé au tube de Johnson, le tube cathodique moderne est un peu moins sensible; toutefois, ceci ne présente que peu d'inconvénients étant donné que les amplificateurs que l'on sait réaliser de nos jours — grâce aux tubes (et aux transistors) — permettent d'obtenir la sensibilité nécessaire, adaptée aux diverses exigences de l'utilisateur.

Nous avons dit, plus haut, que la source de l'émission électronique était constituée par une cathode chauffée directement ou indirectement. Plusieurs électrodes cylindriques, portées à des potentiels divers (tensions continues), commandent l'intensité du faisceau électronique, son accélération et sa concentration en un point bien défini de la surface de l'écran spot. Cet écran fluorescent est formé d'une mince couche d'une substance spéciale appliquée sur la surface plane de l'extrémité du tube opposée à la cathode, comme dans le type créé par Johnson.

Les électrodes, placées à l'intérieur du col du tube, pour la déviation électrostatique, agissent sur un espace

traversé par les électrons, après que ceux-ci aient été réunis en un faisceau ou « rayon » sous l'effet des tensions appliquées aux différentes électrodes.

Le tube illustré sur la figure 3 n'est qu'un exemple choisi parmi les divers types existant: il en est d'autres plus ou moins longs, ayant des écrans de diamètres différents; d'autres encore, utilisent la déflexion électromagnétique. La figure 4 représente quatre modèles courants que nous décrirons en détail par la suite; on voit, néanmoins que leur forme et leur aspect général sont à peu près semblables.

IMPORTANCE DU TUBE A RAYONS CATHODIQUES

L'importance du tube à rayons cathodiques dans l'Électronique moderne tient au nombre élevé des utilisations qu'il y trouve; nous en avons déjà signalées certaines que nous résumons ci-dessous:

1°) Le tube à rayons cathodiques permet de reproduire, d'une manière directement visible, les variations d'intensité d'un champ électrostatique, rendant ainsi optiquement perceptible **les variations instantanées de la tension** donnant naissance à ce champ. En d'autres termes, il permet de **voir** la forme d'onde d'un courant.

2°) Il offre la possibilité de reproduire, d'une façon visible, les variations d'intensité d'un champ d'induction magnétique, rendant ainsi optiquement perceptible **les variations instantanées du courant** donnant naissance à ce champ. Dans ce cas, il permet de voir la forme d'onde.

3°) Le rayon électronique étant capable de suivre fidèlement les variations d'intensité d'un champ produit par des fréquences comprises entre 0 et 10 000 MHz, il nous donne la possibilité de voir l'allure de ces tensions, des transitoires ou des impulsions, dans cette vaste gamme des fréquences citées ci-dessus.

4°) On peut commander facilement l'intensité de la fluorescence de l'écran, c'est-à-dire la luminosité du point, depuis zéro jusqu'à une valeur maximale dépendant du tube utilisé.

5°) Il offre la possibilité de déplacer à volonté la

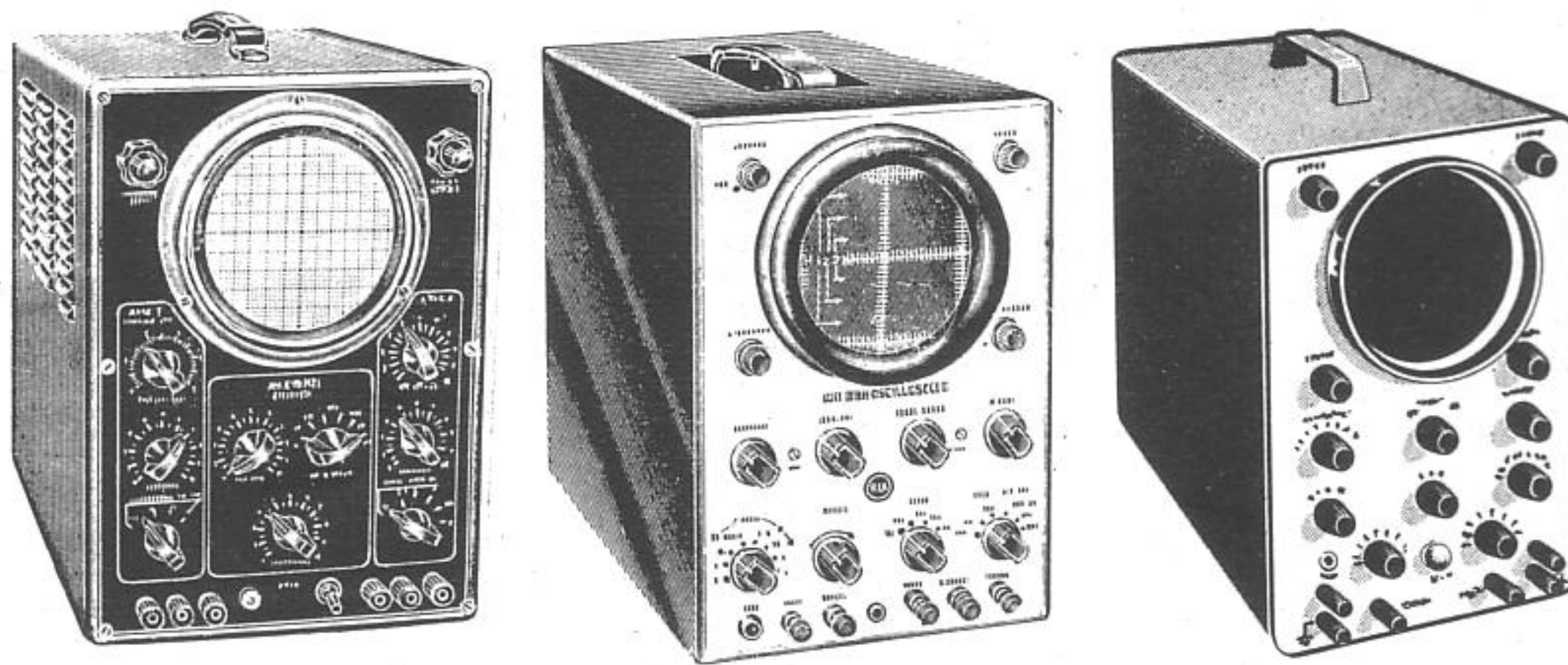


Fig. 5 - Le tube à rayons cathodiques, associé à divers circuits électriques, est employé pour l'observation de phénomènes très différents; les appareils représentés ici sont des oscilloscopes du commerce.

position du spot lumineux en n'importe quel point de l'écran, en modifiant le champ de déflexion, dont les caractéristiques peuvent être déterminées à l'avance. On peut ainsi choisir le point de l'écran frappé par le faisceau électronique et reproduire n'importe quelle forme d'onde désirée.

En considérant l'ensemble de toutes ces possibilités, on comprendra aisément que le tube à rayons cathodiques est un indicateur idéal qui, utilisé conjointement à d'autres appareils, peut fournir une grande variété d'informations par l'examen visuel des signaux. Le type d'information fournie est fonction des caractéristiques des appareils qui lui sont joints à cet effet. Les champs électrostatiques ou électromagnétiques auxquels on a recours pour la déviation des rayons cathodiques, ne sont que des moyens pour atteindre le but désiré.

N'importe quelle caractéristique se rapportant à une grandeur périodique, comme la phase, la fréquence, l'amplitude, la durée, la contenu harmonique et d'autres encore, peut être facilement relevée de sorte que le phénomène à observer produise un champ électrostatique ou électromagnétique susceptible de dévier le faisceau des électrons.

En Electronique, il est souvent nécessaire de pouvoir mesurer la durée d'un phénomène très rapide. Le tube à rayons cathodiques représente le moyen idéal pour arriver à ce résultat grâce à la réponse pratiquement sans inertie du faisceau. Plus l'intervalle de temps considéré sera court — de l'ordre de quelques microsecondes, ou même d'une fraction seulement de cette unité de temps — et plus l'importance du tube cathodique, en tant qu'instrument de mesure, apparaîtra nettement, en comparaison des autres moyens disponibles.

Nous mettrons également en relief que la possibilité de dévier le faisceau vers n'importe quel point de l'écran et de commander sa luminosité par l'application de tensions déterminées, sont à la base de la technique moderne de la Télévision. En effet, l'image que l'on voit sur l'écran du téléviseur est dessinée par un point lumineux qui se déplace, en changeant en même

temps d'intensité, pour reconstituer chaque élément de l'image originale transmise sur les ondes.

UTILISATION DU TUBE A RAYONS CATHODIQUES

Le tube à rayons cathodiques ne peut être utilisé seul; il est indispensable de lui adjoindre des circuits spéciaux nécessaires à son fonctionnement et, souvent même, d'autres appareils auxiliaires.

L'image visible sur l'écran est une fonction des circuits auxiliaires et des signaux appliqués à l'entrée. L'interprétation des résultats obtenus, des figures reproduites, doit se faire en fonction des caractéristiques des circuits ayant permis de l'obtenir: en d'autres termes, dans de nombreux appareils électroniques, on utilise des tubes à rayons cathodiques ayant les mêmes dimensions et les mêmes caractéristiques générales, et pourtant chacun d'eux fournit des données différentes en rapport aux divers circuits ou appareils auxquels il est relié.

Il est également possible de trouver des tubes ayant des dimensions ou des caractéristiques électriques différentes et qui accomplissent la même fonction, car les circuits auxquels ils sont reliés sont identiques et conçus pour le même but. Pour cette raison, il est fréquent de rencontrer pour un même genre d'utilisation des tubes ayant des dimensions d'écran différentes.

Du point de vue de leurs applications, les tubes à rayons cathodiques peuvent être rangés dans deux catégories principales: les tubes pour instruments de mesure et les tubes pour la reproduction des images de Télévision.

Tous les instruments de mesure comportant un tube à rayons cathodiques sont appelés « oscilloscopes » ou « oscillographes à rayons cathodiques ». Dans ces instruments, dont la figure 5 montre trois modèles différents, le tube à rayons cathodiques constitue l'élément qui reproduit le phénomène électrique à examiner. On peut étudier les différents aspects d'un phénomène selon les caractéristiques de l'appareillage utilisé en liaison avec le tube lui-même, ou celles des circuits sur lesquels ces mesures sont effectuées. En pratique, on

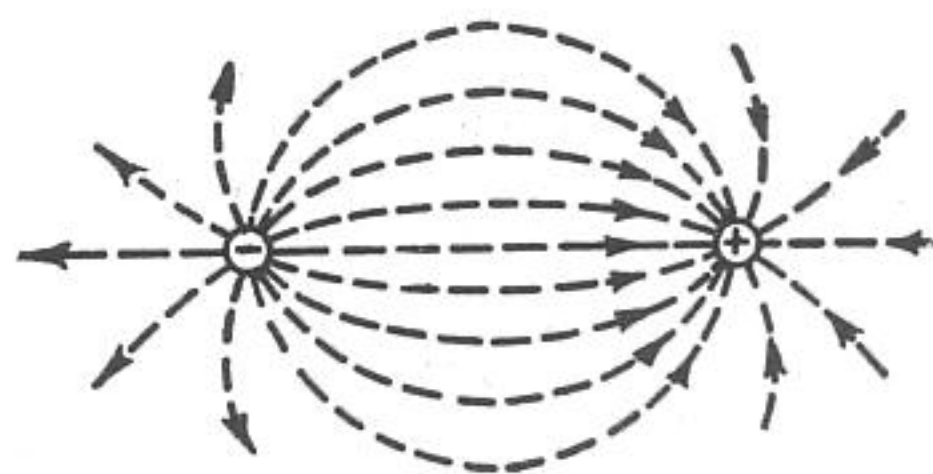


Fig. 6 - Champ électrostatique entre deux corps ayant des charges de signes différents: la direction des lignes de force est indiquée par l'effet du champ sur une unité négative de charge, c'est-à-dire un électron.

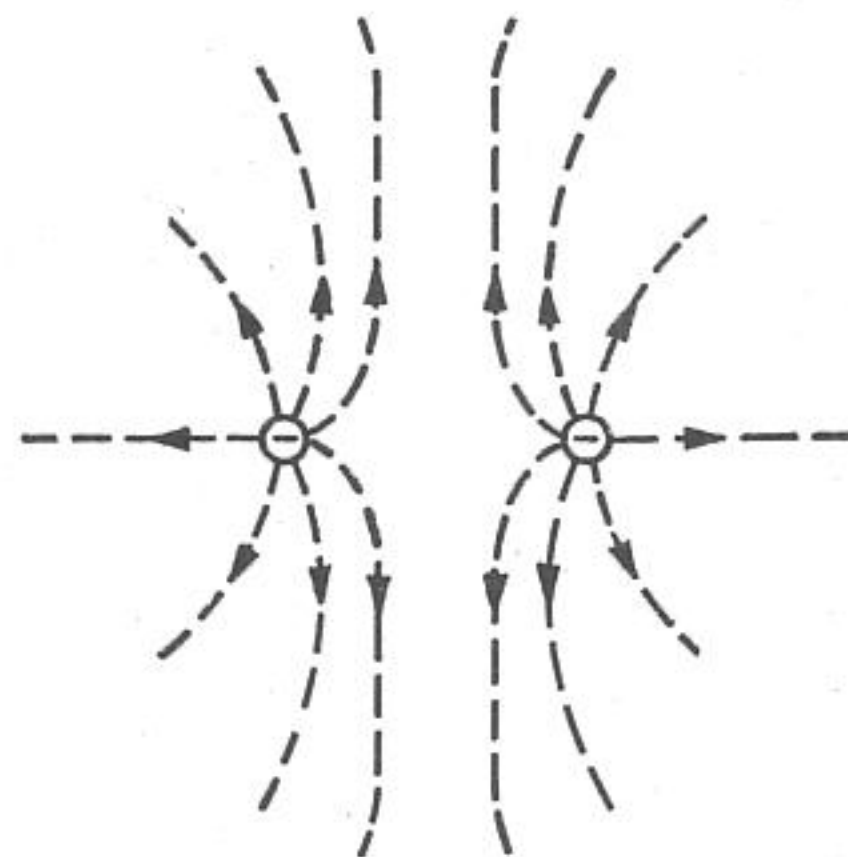


Fig. 7 - Champ électrostatique entre deux charges identiques (négatives): on met, ici, en évidence la répulsion et l'aplatissement des lignes de force qui ont la même direction.

peut voir les formes des tensions et des courants présentes dans n'importe quel type de récepteur, d'émetteur, d'oscillateur ou d'amplificateur et — plus généralement — dans tous les appareils utilisés en Electronique. Les phénomènes les plus divers sont ainsi rendus directement perceptibles à nos yeux et leurs caractéristiques, leur évolution peuvent être étudiées dans les meilleures conditions.

La nature des tensions et des courants à examiner, leur origine même, étant extrêmement diverses, il a été créé des accessoires, appelés «sondes», qui permettent de les recueillir en tous les points d'un circuit, sans en perturber le fonctionnement — ce qui est très important si l'on veut procéder à des mesures correctes ayant une réelle signification.

Du moment que l'on peut avoir ainsi, sur l'écran du tube, une représentation visible des phénomènes se produisant dans un montage donné, il est évident que l'on peut se rendre immédiatement compte si l'appareil examiné fonctionne correctement, ou si une mise au point des circuits s'avère nécessaire.

RAPPEL DE LA THEORIE DES CHARGES ELECTRIQUES

Les atomes constitutifs de la matière sont formés de particules élémentaires d'électricité, connues sous les noms de protons et d'électrons. Ces particules élémentaires renferment la même quantité d'électricité, de signe contraire mais la charge de chaque élément est beaucoup trop petite pour avoir une utilité pratique.

Un corps chargé électriquement contient un excès ou un manque d'un grand nombre d'électrons. La charge des corps solides est déterminée en fonction de l'acquisition (excès) ou de la perte (manque) des électrons.

Tout corps qui a été contraint à absorber un nombre plus important d'électrons qu'il n'en contient normalement, est considéré comme étant chargé négativement. Inversement, un corps auquel un certain nombre d'électrons ont été retirés est considéré comme étant chargé positivement.

Champs électriques et lignes de force

Comme le lecteur se le rappellera, ce sujet a été abordé lorsque nous avons exposé les principes essentiels de l'électrostatique, les corps chargés d'électricité réagissent les uns sur les autres d'une façon déterminée.

Ceci démontre la présence d'une force entre ces corps et pour éclairer la nature de ces phénomènes, on a introduit la notion de champ. Revoyons brièvement les principaux faits déjà exposés, afin de les associer plus facilement aux applications qui en sont faites dans les tubes à rayons cathodiques.

Un champ électrostatique, appelé, parfois champ électrique, est une portion de l'espace dans laquelle des charges électriques sont soumises à des forces; il possède une «énergie», c'est-à-dire la possibilité d'accomplir un certain travail. Ce travail se présente sous la forme d'une force qui s'exerce sur les charges présente sous le champ lui-même. En conséquence, le champ électrostatique peut être assimilé à un champ de force. Une ligne de force électrique doit partir du corps (ou de la région) porté à un potentiel déterminé et doit se diriger vers le corps (ou la région) porté à un potentiel de signe contraire comme le montre la figure 6.

Dans un tube à rayons cathodiques, nous sommes seulement intéressés par l'action du champ sur les électrons, qui constituent les charges négatives. Pour cette raison, le sens des lignes de force est celui allant du pôle négatif vers le pôle positif, puisque tel est le sens dans lequel les électrons eux mêmes se déplacent.

Les lignes de force électrostatique ont deux importantes propriétés: la première est la contraction dans le sens de la longueur. Une bande de caoutchouc, soumise à une traction tend à reprendre sa position initiale: il se produit ainsi un travail, convertissant une énergie potentielle en énergie de mouvement (on dit énergie cinétique) et également en chaleur. De même, l'énergie potentielle contenue le long de la ligne de force électrique peut être convertie en énergie cinétique et en chaleur, lorsque la ligne de force elle-même se con-

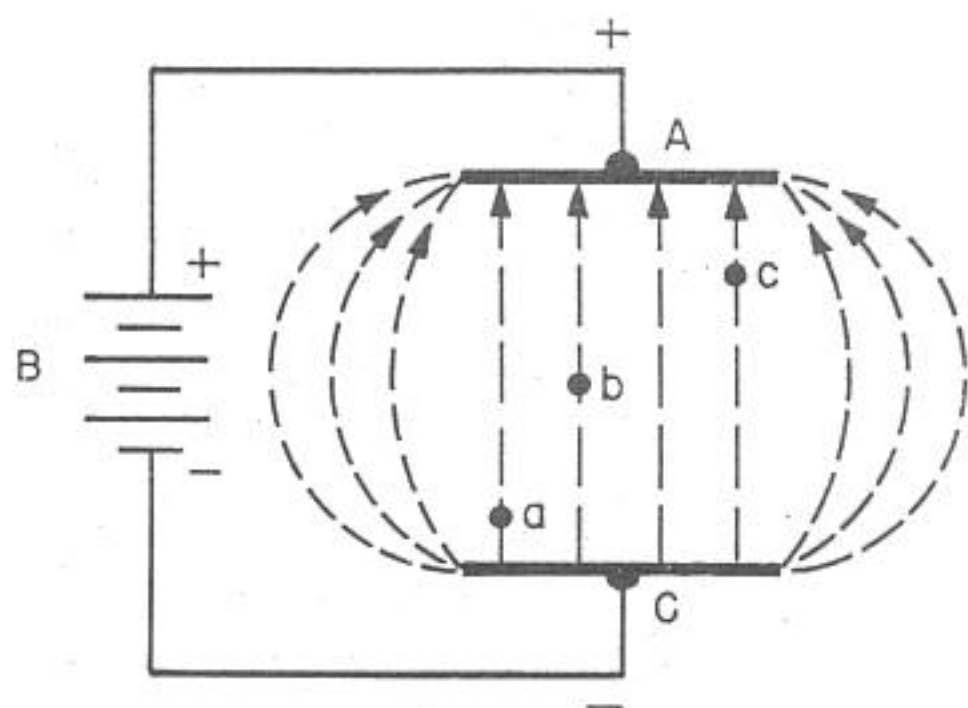


Fig. 8 - Champ électrostatique entre deux plaques chargées. Le champ est uniforme au centre et consiste en des lignes parallèles joignant les plaques; sur les bords de celles-ci, le champ est constitué par des lignes incurvées vers l'extérieur. Les points «a», «b» et «c» figurent trois électrons.

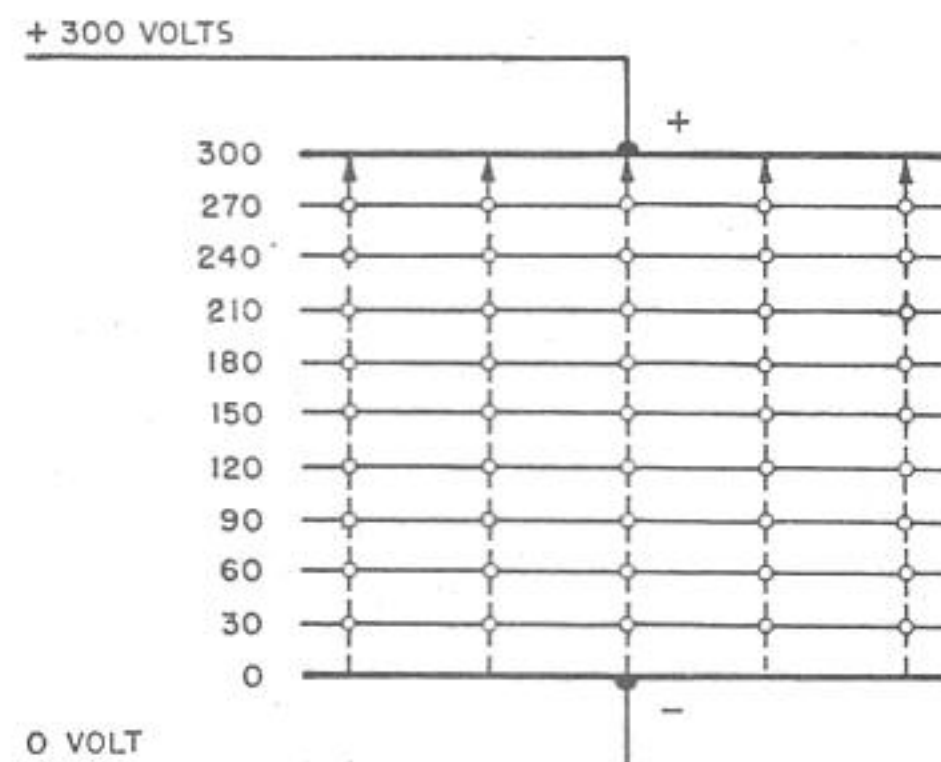


Fig. 9 - Dans un champ électrostatique entre deux plaques chargées on trouve des points ayant le même potentiel: en les réunissant entre eux, on obtient de lignes équipotentielles.

tracte. Il en résulte qu'une charge stationnaire, comme un électron, peut être déplacée.

En second lieu, les lignes de force qui agissent dans la même direction présentent la particularité de se repousser mutuellement. En conséquence, les lignes s'étendant entre deux charges sont toutes déviées vers l'extérieur (figure 6), à l'exception de celle qui coïncide avec la droite joignant les deux charges, car cette ligne médiane est soumise à des répulsions égales de part et d'autre et ne subit pas de déviation.

A distance de l'axe les lignes de force s'incurvent vers l'extérieur parce que la force de répulsion du côté de l'axe est plus forte que celle venant des lignes extérieures.

Champs électriques entre charges opposées

Une des lois fondamentales de la Physique (loi de Coulomb) indique que les charges de signes contraires s'attirent, tandis que celles de même signe se repoussent.

Considérons deux petits corps chargés d'électricité de signe contraires (figure 6). Ils exercent une attraction réciproque et les lignes de force, dessinées sur la figure, les relient entre eux. Toutes les lignes de force s'étendant entre deux charges doivent nécessairement aller de l'une vers l'autre, et c'est seulement pour éviter que la figure occupe une place trop importante que certaines lignes sont incomplètes. Ces charges de signes contraires peuvent être placées à une distance importante l'une de l'autre, sans modifier en rien la présence des lignes de force qui, partant de la charge négative, se dirigeront toujours vers la charge positive. Il est bien évident que si la distance séparant les deux charges est grande, l'intensité de la force est très faible, mais elle existe tout de même sous la forme que nous venons d'exposer.

Champs électriques entre charge identiques

Considérons, maintenant la représentation d'un champ électrique existant entre deux corps ayant des charges de même signe (figure 7). Les lignes de force que

nous avons représentées semblent ne pas avoir de fin, mais cela est dû au fait que seule une petite partie du champ a pu être représentée sur la figure. Ce que nous voyons est seulement la section de deux champs séparés qui s'étendent entre deux charges opposées (l'une d'elles étant celle représentée par le signe (—), tandis que l'autre (+) se trouve en un point quelconque de l'espace environnant).

La répulsion existant entre charges sensibles se traduit donc par une courbure des lignes de force lesquelles, ne pouvant se rencontrer, tendent à se refermer en direction d'un autre point, de polarité opposée.

Egalement dans ce cas, l'énergie potentielle peut se transformer en énergie cinétique, pourvu qu'au moins un des corps chargés soit libre de se mouvoir sous l'effet de la répulsion. S'il ne peut se déplacer, l'énergie reste toujours présente, mais seulement sous une forme potentielle.

Lignes de force entre électrodes chargées

La figure 8 représente deux électrodes parallèles, placées à une certaine distance l'une de l'autre et dont les charges sont de signes contraires. Elles sont polarisées par la pile B qui crée, entre elles, une certaine différence de potentiel. Les points a, b et c figurent trois électrons se trouvant dans cet espace. Comme on le voit sur la figure, les lignes remplissant l'espace compris entre les électrodes sont parallèles, car les forces de répulsion qui s'exercent s'équilibrent; tandis que les lignes qui s'étendent en dehors de cet espace sont incurvées vers l'extérieur, car aucune force de sens contraire ne vient contrebalancer la force de répulsion s'exerçant outre les lignes centrales.

Les électrons étant, par leur nature même, des charges négatives, sont attirés par l'électrode positive et repoussés par la négative. Il faut signaler, à ce propos, une particularité importante: malgré leur distance différente aux deux électrodes, les électrons subissent la même force d'attraction de la part de l'électrode positive. Il en est ainsi parce chaque électron présent dans l'espace situé entre les électrodes est soumis à deux

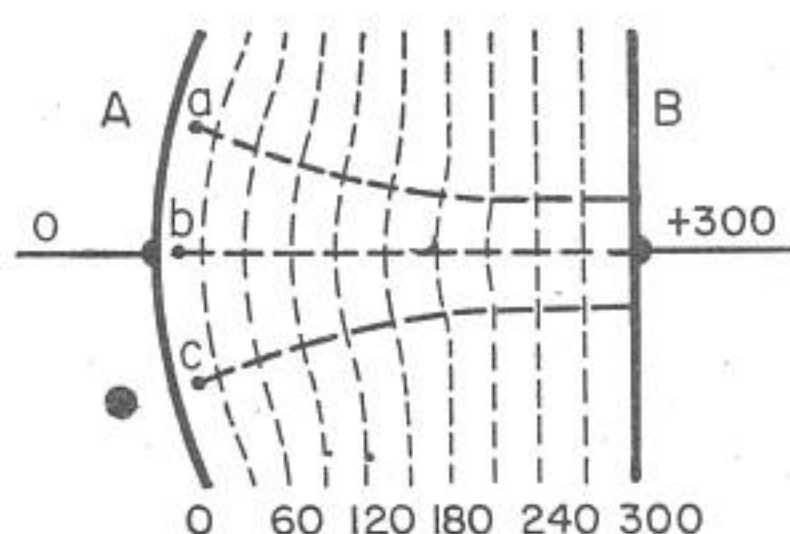


Fig. 10 - Lignes équipotentiels entre une plaque et une courbe. Les électrons (a, b et c) se déplacent perpendiculairement aux lignes et, en se rapprochant de B, tendent à converger.

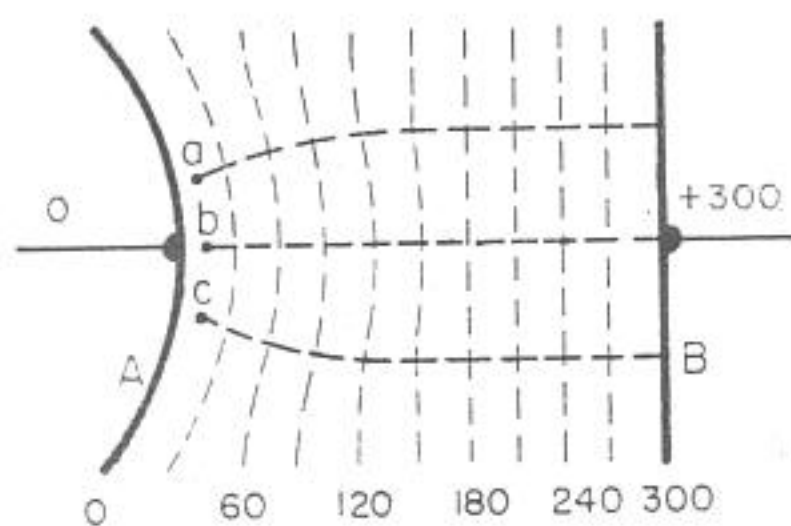


Fig. 11 - Cas contraire à celui de la figure 10. Les électrons, se dirigeant vers B, atteignent cette plaque en des points plus éloignés que leurs points de départ.

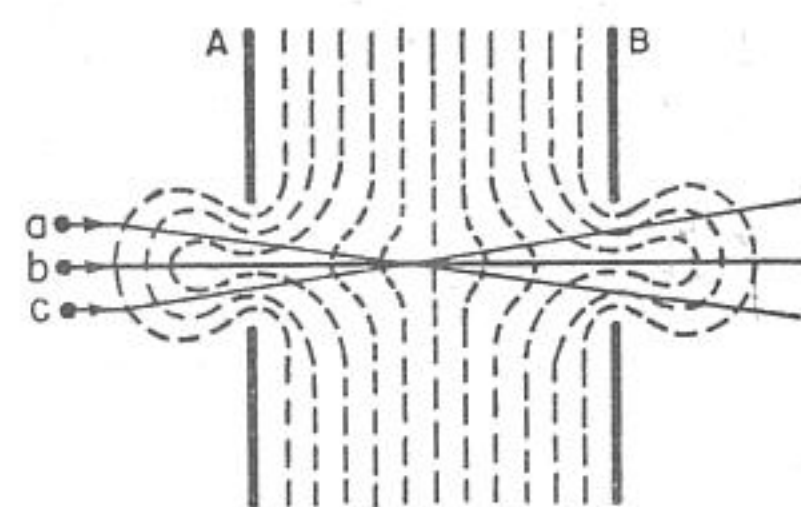


Fig. 12 - Entre deux disques (A et B) percés d'une ouverture en leur centre, les lignes de force ont l'aspect figuré ci-dessus et les électrons, qui se déplacent vers B, suivent les parcours indiqués.

forces, l'une d'attraction (par l'électrode positive), l'autre de répulsion (par l'électrode négative), qui s'ajoutent car elles s'exercent dans le même sens. Selon la position de l'électron, la force d'attraction est plus forte, ou moins forte que celle de répulsion, mais la somme de ces deux forces est constante.

Il s'ensuit que, pour une différence de potentiel donnée, c'est-à-dire pour une certaine valeur du champ électrostatique, l'énergie cinétique des électrons garde une valeur constante quelle que soit leur position.

Pour chiffrer cette énergie acquise par les électrons, on se sert d'une unité appelée électron volt. Donnons un exemple: si on applique entre les deux électrodes parallèles une d.d.p. de 1 000 volts, et si le champ ainsi produit accélère un électron d'une plaque vers l'autre on dit que l'électron a acquis une énergie cinétique de 1 000 électron volts par rapport à sa position de repos en l'absence de champ. On considère parfois, incorrectement d'ailleurs, l'électron volt comme une unité de vitesse. On dira ainsi, dans notre exemple que la vitesse de cet électron est de 1 000 volts. Cette vitesse peut être exprimée en pourcentage de la vitesse de la lumière, comme l'indique la tableau ci-dessous, qui donne la vitesse approximative pour différentes tensions d'accélération.

Tension d'accélération en volts	Pourcentage de la vitesse de la lumière
1 000	7%
5 000	14%
10 000	19%
25 000	33%
50 000	44%

Points et lignes équipotentiels

La figure 9 montre la répartition du potentiel dans un champ électrostatique. Les points étant à un même potentiel sont réunis entre eux, sur la figure, et l'on obtient un certain nombre de lignes horizontales. Une

d.d.p. de 300 volts est appliquée entre les deux électrodes: si l'on divise fictivement l'espace compris entre ces deux électrodes en dix parties égales, perpendiculairement à la direction des lignes de force, la d.d.p. est également divisée en autant de parties égales. Il s'ensuit que tout point du plan sera à un potentiel compris entre 0 et 300 volts. Son potentiel sera 0 s'il est au contact de l'électrode négative, il sera de +300 volts s'il est au contact de l'électrode positive, et il prendra toutes les valeurs intermédiaires suivant sa position entre ces deux électrodes. Les lignes d'égal potentiel, soulignons-le, ne sont pas des lignes de force électrostatique, mais ce sont des lignes perpendiculaires à ces lignes de force électrostatique.

Il résulte de ce qui précède, que les électrons qui se déplacent dans une direction parallèle aux lignes de force, se déplacent donc dans une direction perpendiculaire aux lignes équipotentiels (c'est-à-dire aux lignes, figurées sur le dessin, dont le potentiel est constant sur toute la longueur).

Mouvement des électrons dans un champ électrique

Dans les tubes à rayons cathodiques, on utilise souvent des champs non uniformes. La figure 10 montre un moyen très simple pour obtenir un champ non uniforme; il suffit, pour cela, d'employer une électrode plane et une électrode à surface courbe. Comme on le voit, les lignes en pointillé, représentant les lignes équipotentiels, sont parallèles près de l'électrode plane, tandis qu'elles sont de plus en plus incurvées lorsqu'on s'approche de l'électrode courbe.

Les électrons a et c se déplacent vers la plaque positive en suivant toujours une direction perpendiculaire aux lignes équipotentiels; étant donné que ces lignes s'incurvent, il est évident que les électrons suivront aussi une trajectoire courbe (voir figure). Ces électrons tendront donc à converger vers l'électrode plane qui, dans notre exemple, est positive. Par contre, l'électron b ne subit aucune déviation pendant son déplacement, puisque celui-ci se fait suivant une ligne droite perpendiculaire aux lignes équipotentiels.

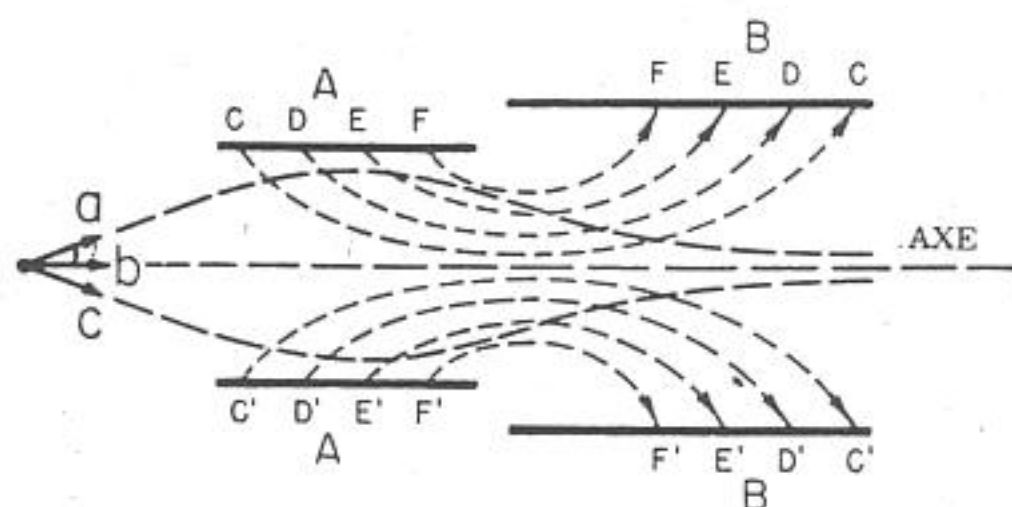


Fig. 13 - Entre deux cylindres, les électrons se déplacent, dans le sens indiqué par les flèches, de celui ayant le plus faible potentiel (A) vers celui ayant le potentiel plus élevé (B). Les lettres, par paires, indiquent le début et la fin de chaque ligne de force.

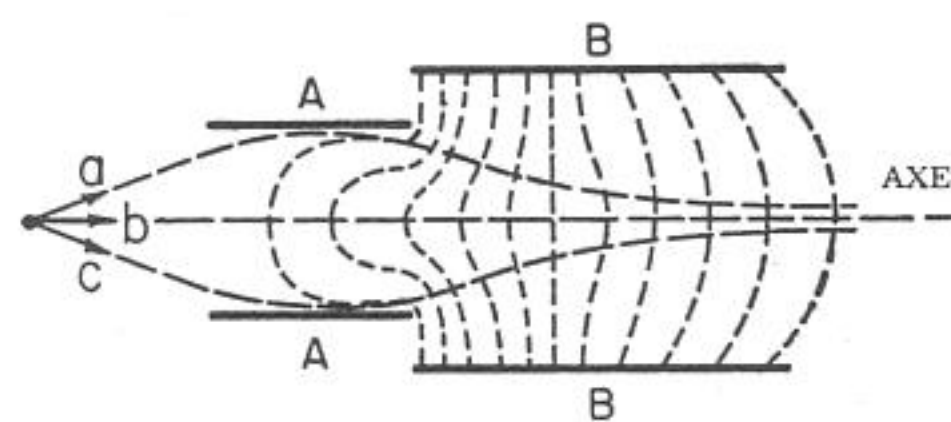


Fig. 14 - Lignes équipotentielles et parcours des électrons dans un champ électrostatique compris entre deux cylindres creux.

La figure 11 représente le cas opposé, dans lequel l'électrode négative est incurvée dans le sens contraire au précédent. Là encore, on voit que le mouvement des électrons se fait suivant des trajectoires perpendiculaires aux lignes équipotentielles, ils tendent donc à diverger dès leur départ de l'électrode négative, puis à reprendre des directions parallèles à proximité de l'électrode positive.

Une situation encore différente est illustrée sur la figure 12, dans laquelle les deux électrodes sont constituées par deux plaques, ou deux disques, percés d'un trou central. Les lignes équipotentielles suivent le trajet indiqué car le champ électrostatique s'étend en dehors des ouvertures. Le mouvement des électrons est influencé par ce champ, non seulement dans l'espace compris entre les deux électrodes, mais également en dehors de cet espace, à proximité des ouvertures.

Si trois électrons, a, b et c, doivent passer par ces trous, en entrant par A et en se dirigeant vers la droite, les électrons a et c doivent tout d'abord converger, car ils traversent des lignes équipotentielles convexes. Puis, au milieu de l'espace compris entre les deux plaques, leurs trajets coïncident, pour se séparer de nouveau, en divergeant, au fur et à mesure qu'ils s'approchent de l'ouverture de l'électrode B. Mais, dans ce cas également, l'électron b se déplace suivant une ligne droite puisqu'il se trouve sur l'axe de symétrie.

Le phénomène représenté sur la figure 12 présente une forte analogie avec le comportement des lentilles vis-à-vis des rayons lumineux. De même qu'avec deux lentilles on peut concentrer un rayon lumineux, on peut également concentrer un faisceau d'électrons en mouvement au moyen de deux électrodes convenablement polarisées.

Un autre système de concentration est représenté sur la figure 13, dans lequel les deux électrodes (vues en coupe) sont constituées par deux petits cylindres creux. Si le plus petit tube (A) est positif par rapport à un point fixe de référence, tandis que le plus grand (B) est porté à un potentiel positif encore plus élevé, un champ électrostatique prend naissance entre eux. Toutes les lignes de force se dirigent dans la même di-

rection et, à cause de leur répulsion mutuelle, tendent à s'aplatir à proximité de l'axe, où elles sont presque parallèles. Les lignes équipotentielles résultantes prennent donc, dans l'ensemble, trois formes principales (figure 14).

Elles sont donc convexes à l'intérieur du cylindre A, planes à proximité de la zone où les bords des deux cylindres coïncident et concaves à l'intérieur du cylindre B.

Les électrons qui partent d'un point situé à gauche de la figure 14, forment un faisceau qui s'ouvre en éventail sous l'effet du potentiel positif appliqué au cylindre A, lequel attire les électrons et leur donne une certaine accélération. Dès que les électrons pénètrent dans l'espace compris dans le cylindre, ils subissent une nouvelle force résultant du champ existant dans l'espace entre A et B; cette force tend à les déplacer de la surface interne du premier cylindre, vers les électrons et le mouvement qui en résulte est produit par la combinaison de ces forces. La convergence des divers électrons du faisceau et due au fait que ceux-ci traversent toujours perpendiculairement les lignes équipotentielles. Les électrons qui se déplacent le long de l'axe commun aux deux cylindres satisfont toujours à cette exigence et, comme dans le cas précédent, leur direction n'est nullement modifiée.

Le lecteur aura remarqué que dans les exemples illustrés par les figures ci-dessus, nous nous sommes rapprochés progressivement de la forme et de la disposition des électrodes que l'on trouve réellement dans un tube à rayons cathodiques. Le dernier exemple, celui de la figure 14, représente le système de concentration dans les tubes modernes, il permet la focalisation d'un rayon cathodique et donne le moyen de concentrer un très grand nombre d'électrons en un unique point lumineux sur l'écran fluorescent.

FORMATION DU RAYON CATHODIQUE

Dans les tubes modernes, les électrons sont émis par une cathode incandescente, qui peut être à chauffage direct ou indirect, comme dans les tubes. La figure 15 nous montre les diverses électrodes, parmi lesquelles

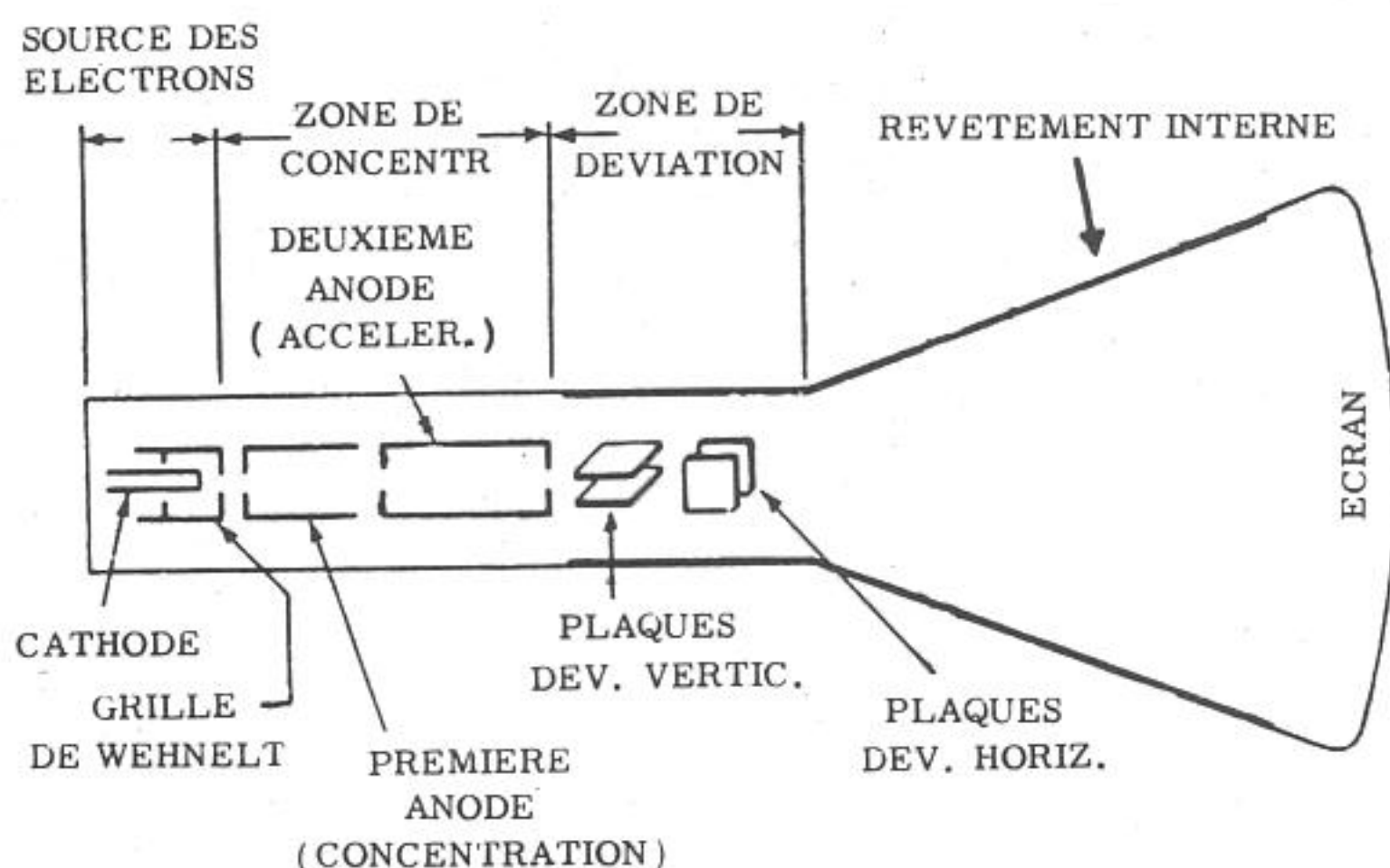


Fig. 15 - Section schématisée d'un tube à rayons cathodiques à déflexion électrostatique, ayant une anode intensificatrice et une anode postaccélératrice (la première peut être reliée ou non à l'anode accélératrice, selon le type du tube).

on trouve une électrode jouant le rôle d'une grille de commande, appelée cylindre de Ellert Wehnelt constitue par un cylindre fermé à une de ses extrémités et percé d'un petit trou; sa fonction a déjà été expliquée dans les paragraphes précédents. En effet, en portant cette électrode à un potentiel négatif, par rapport à la cathode, on peut repousser tout ou une partie des électrons émis par la cathode, selon que son potentiel est très négatif ou nul. Les électrons passant par le wehnelt sont immédiatement attirés par la première anode cylindrique et subissent une première accélération. Ensuite, grâce à la différence de potentiel existant entre les deux anodes, le faisceau des électrons en mouvement va converger suffisamment pour ne former qu'un point de très petites dimensions au moment de son arrivée sur l'écran fluorescent. Les dimensions de ce point peuvent être plus ou moins réduites en faisant varier le potentiel relatif des deux anodes, tandis que l'intensité lumineuse peut être réglée en faisant varier le potentiel négatif du cylindre de wehnelt.

L'ECRAN FLUORESCENT

Nous savons que le faisceau d'électrons d'un tube cathodique est rendu visible par la luminescence qui se produit au point où ce faisceau frappe l'écran. Cette luminescence est le résultat du choc des électrons sur quelques substances (dites fluorescentes « phosphorescentes »), qui absorbent une certaine quantité de l'énergie cinétique des électrons et la transforme en des radiations qui, ayant une fréquence comprise dans la gamme des ondes lumineuses, se traduit en lumière visible pour notre oeil. Pour accentuer ce phénomène, la couche luminescente est rendue plus sensible par l'adjonction d'impuretés, appelées « activateurs » dont la nature détermine la couleur de la lumière produite. Par exemple, le sulfure de zinc donne une lumière bleu s'il est activé par l'argent, vert-bleu s'il est activé par le cuivre et orange après activation par le manganèse.

Lorsque la luminescence ne se manifeste que pendant la durée du bombardement électronique, elle porte le

nom de **fluorescence**. Lorsque la luminescence persiste un certain temps, après la cessation du bombardement électronique, elle porte le nom de **phosphorescence**.

A ce sujet, il convient qu'il existe divers types d'écrans à courte, moyenne et longue persistance. On dit que la persistance est courte lorsque la phosphorescence, après le passage du rayon cathodique, a une durée comprise entre quelques microsecondes et une milliseconde. Une persistance moyenne a une durée comprise entre 1 milliseconde et 2 secondes, au maximum; quant à la longue, elle dépasse naturellement cette durée.

Dans la 96ème leçon, nous avons groupé un certain nombre de tableaux renfermant les principales caractéristiques des tubes à rayons cathodiques; l'un de ces tableaux donne des détails sur les diverses substances employées pour le revêtement des écrans fluorescents et sur les résultats qu'elles permettent d'obtenir. Ces renseignements sont utiles car ils nous font mieux comprendre le sujet actuellement traité et d'autres qui le seront par la suite.

L'écran du tube à rayons cathodiques est très fragile et peut être facilement endommagé si l'on ne prend pas quelques précautions indispensables. En effet, l'émission de lumière produite par le choc des électrons provient de la transformation d'une énergie en une autre énergie, plus précisément en lumière visible et en chaleur. Toutes deux sont d'autant plus élevées que l'intensité du rayon cathodique incident est plus forte, et la chaleur produite par la transformation de cette énergie pourrait endommager l'écran fluorescent si l'impact des électrons se faisait toujours en un même point, pendant un certain temps. C'est pourquoi, on fait toujours en sorte que le point lumineux soit en perpétuel mouvement pour que l'énergie soit répartie sur une grande surface et non sur un simple point. Dans le cas où le faisceau doit rester immobile pendant un certain temps on doit réduire son intensité jusqu'à la limite de la visibilité.

Signalons, enfin, que le choc des électrons sur l'écran, se traduit également par l'émission de rayons X mous et par l'émission d'électrons secondaires.

Leçon n° 92

CIRCUITS OSCILLATEURS POUR ONDES NON SINUSOIDALES

Dans une leçon précédente, nous nous sommes occupés de l'étude des formes d'onde non sinusoïdales, sans toutefois nous intéresser aux différents moyens permettant de les produire. La technique électronique moderne fait de plus en plus appel à ces types de signaux et impulsions diverses et, par conséquent, de nombreux montages de générateurs pour signaux non sinusoïdaux ont été développés durant ces dernières années. Nous passerons en revue les principaux d'entre-eux, en détaillant particulièrement les multivibrateurs, les oscillateurs bloqués et les générateurs de signaux en dents de scie. Nous nous occuperons également, plus brièvement, des circuits spéciaux tels que les différentiateurs, les intégrateurs, les «Phantastrons» et autres circuits.

LES MULTIVIBRATEURS

Les montages multivibrateurs sont utilisés principalement pour la production de signaux carrés ou rectangulaires. Ils peuvent être divisés en 3 catégories principales:

- 1) Les multivibrateurs **bistables** (également appelés «Eccles-Jordan»).
- 2) Les multivibrateurs **monostables** (également appelés «flip-flop»).
- 3) Les multivibrateurs **astables** (ou à oscillations libres).

Chacune de ces catégories peut être divisée — à son tour — en divers types.

Les multivibrateurs fonctionnent suivant le principe de la **relaxation**, qui consiste à emmagasiner de l'énergie dans un condensateur puis, quand un certain niveau est atteint, à décharger rapidement ce condensateur. Les multivibrateurs trouvent de nombreuses applications en tant que générateurs d'impulsions, diviseurs de fréquence, interrupteurs électroniques, générateurs d'ondes rectangulaires et circuits de retard.

Il convient de récapituler certaines propriétés des circuits à tubes électroniques, pour une bonne compréhension du principe de fonctionnement des multivibrateurs.

Une augmentation (dans le sens positif) de la tension de la grille de commande d'un tube, entraîne une augmentation de l'intensité de son courant anodique; inversement, ce courant anodique diminue lorsque la tension grille devient moins positive. En outre, si l'on polarise la grille de commande (négativement) au delà d'une certaine valeur, appelée tension de coupure ou

de «cut-off», le tube ne conduit plus, le courant anodique cesse de passer. Toute augmentation de l'intensité du courant anodique qui passe dans la résistance de charge (en série dans le circuit plaque) provoque une diminution de la tension anodique du tube. Inversement, une diminution de ce courant entraîne une augmentation de la tension de plaque.

La tension aux bornes d'un condensateur ne peut varier instantanément; en effet, il lui faut un certain laps de temps pour se charger ou se décharger et ce temps dépend de la constante RC des circuits.

Les montages multivibrateurs, de quelques types qu'ils soient, sont toujours constitués de deux tubes triodes, l'un d'entre eux laissant passer un certain courant, tandis que l'autre est bloqué. Par une rapide inversion de ces deux états de fonctionnement des triodes, on peut obtenir une tension rectangulaire aux bornes de la résistance de charge de l'un des étages.

En effet, considérons la tension présente aux bornes de la résistance de charge d'un tube triode. Quand le tube ne conduit pas, le courant passant dans cette résistance est nul, donc la différence de potentiel aux bornes de celle-ci est également nulle. Par contre, lorsque le tube laisse passer un certain courant I , et si nous désignons par R la résistance de charge, on trouvera une tension $V=IR$ aux bornes de celle-ci. Supposons, maintenant, que nous puissions, par un moyen quelconque, inverser régulièrement les conditions de fonctionnement et de blocage du tube. Dans ce cas, le signal recueilli aux bornes de la résistance de charge aura la forme représentée sur la **figure 1**. Il s'agit bien là d'un signal de forme rectangulaire.

Voyons, maintenant, comment on peut réaliser les blocages et déblocages successifs du tube; c'est justement à ce propos qu'intervient la classification des différents types de multivibrateurs.

MULTIVIBRATEURS BISTABLES

Un type classique de multivibrateur bistable, ou à deux états stables est représenté sur la **figure 2**. En choisissant convenablement les valeurs des tensions et des résistances, il apparaît évident que les deux états que peut prendre le multivibrateur: 1° tube V_1 bloqué, V_2 débloqué, ou 2° tube V_1 débloqué, tube V_2 bloqué, sont tous deux des états stables. Considérons d'abord l'état n° 1: étant donné que V_2 conduit, on a une chute de tension aux bornes de la résistance de charge de ce tube; en conséquence, sa tension anodique diminue de



Fig. 1 - Forme d'onde rectangulaire que l'on recueille aux bornes de la résistance de charge d'un tube triode, lorsqu'on interrompt périodiquement et brutalement le courant anodique du tube.

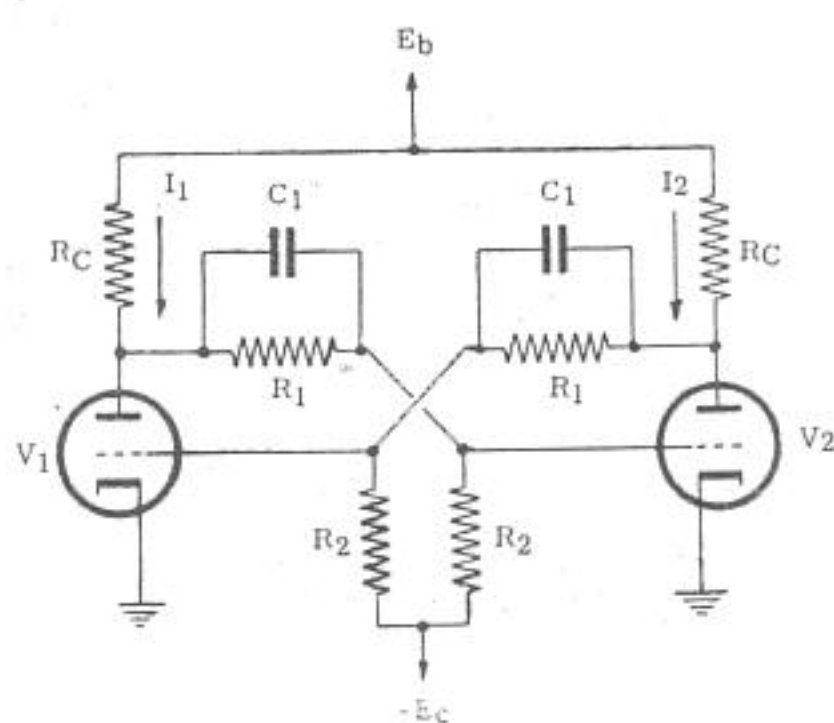


Fig. 2 - Schéma de principe d'un multivibrateur à deux états d'équilibre (bistable). Pour obtenir le signal à onde rectangulaire voulu, il est nécessaire d'ajouter un dispositif extérieur qui alterne périodiquement les conditions de fonctionnement.

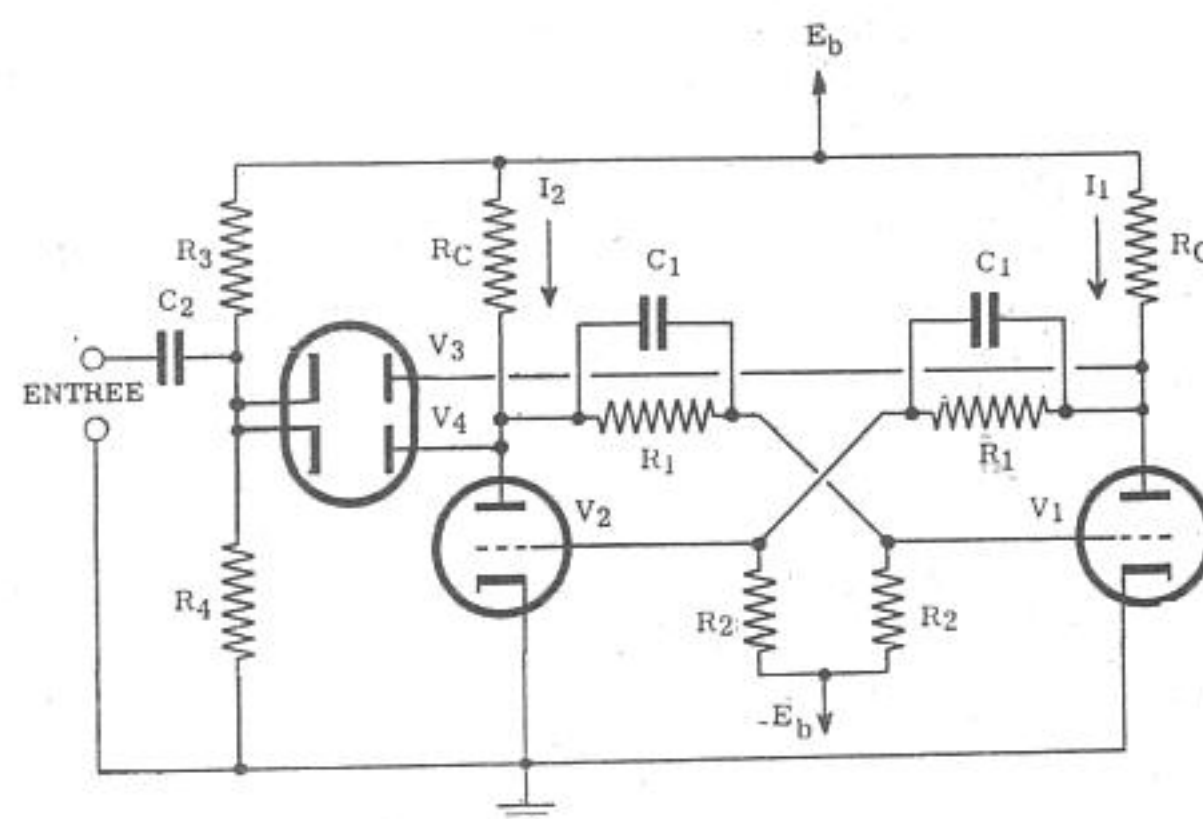


Fig. 3 - Modification du multivibrateur de la figure 2. En ajoutant la double-diode qui permet d'alterner périodiquement les deux conditions stables de fonctionnement, on obtient un signal rectangulaire.

valeur et, puisque la grille de l'autre tube est reliée à l'anode de V2, la tension grille de V1 devient également plus faible. En choisissant convenablement la valeur de la résistance, on peut faire en sorte que cette tension grille soit au dessous du seuil de coupure (tension de cut-off) du tube V1 qui est donc bloqué. Comme on le voit cet état est stable, il persiste tant que V2 conduit et se maintient indéfiniment jusqu'à ce qu'une intervention extérieure se produise. Il en est de même pour l'état n° 2, qui est en tout point symétrique à celui ci-dessus.

Nous voulons maintenant démontrer que les deux états opposés, c'est-à-dire ceux pendant lesquels les deux tubes laissent passer un certain courant, sont tous deux instables; cela signifie que, si le circuit — pour une raison quelconque — se trouve dans une telle condition, il revient de lui-même, très rapidement, à un des deux états stables qui sont les seuls possibles.

Supposons donc que le courant passant dans le tube V1 soit I_1 et que celui du tube V2 soit I_2 . Considérons le cas dans lequel I_1 est plus petit que I_2 , la tension anodique de V1 sera supérieure à celle de V2 produisant ainsi une tension grille plus élevée sur V2. Cette tension grille plus forte provoque, à son tour, une augmentation encore plus grande du courant I_2 , donc une baisse de la tension plaque de V2 et de la tension grille de V1. Ceci contribue, à son tour, à produire une nouvelle diminution du courant I_1 . La tension de coupure (ou cut-off) se trouve être rapidement atteinte et l'on arrive donc à un des deux états stables, celui dans lequel V1 est bloqué et V2 est débloquent. Il est évident que dans le cas inverse, c'est-à-dire celui dans lequel le courant I_1 est plus grand que I_2 , le processus est symétrique et l'on aboutit dans un temps très court, à l'autre état stable, celui où V1 est débloquent et V2 est bloqué.

Un tel montage que l'on appelle bistable parce qu'il a deux états stables, ne peut — à lui tout seul — constituer un générateur de signaux. Cela est évident, étant donné qu'il prend immédiatement un des deux états stables possibles et y reste indéfiniment. Pour produire un signal rectangulaire, il faut donc ajouter

un circuit supplémentaire qui permette de faire alterner périodiquement les deux états stables de fonctionnement. Un tel circuit peut être constitué par les deux diodes (double diode) représentées sur la figure 3. Les cathodes de ces diodes réunies entre elles, sont polarisées à un potentiel légèrement supérieur à celui de l'anode du tube V1 ou V2 par le diviseur de tension R3 - R4.

Nous supposons que, au départ, le tube V1 est bloqué, tandis que le tube V2 conduit. Une impulsion négative (figure 4) est appliquée à l'entrée, sur les cathodes des diodes V3 et V4, à travers le condensateur C2. Le potentiel de cathode de ces diodes diminue et la diode V3 débite la première puisque son anode, étant relié à celle de V1, est plus positive que celle de la diode V4. En effet, le tube triode V1 est bloqué et sa tension anodique est maximale et égale à la haute tension d'alimentation (aucune chute de tension dans sa résistance de charge). L'impulsion de déclenchement est donc transmise à V1 seule, l'anode de la diode V4 étant reliée directement à celle du tube triode V2, sa tension anodique est trop faible pour qu'elle puisse conduire et laisser passer l'impulsion appliquée sur sa cathode. En effet, le tube V2 est conducteur et sa tension anodique est nulle (chute de tension maximale et égale à la haute tension d'alimentation dans sa résistance de charge). L'impulsion négative, appliquée à travers V3 à l'anode de V1 reliée à la grille de V2 par le circuit R1 C1, provoque une diminution de la tension de cette grille.

Cette baisse de tension provoque une augmentation de la tension grille de V1 ce qui a pour effet de débloquent ce tube. Il se produit donc un courant I_1 qui provoque encore une diminution de la tension grille de V2. Au bout d'un certain nombre de cycles analogues à celui qui vient d'être décrit, la tension grille de V2 atteint le «cut-off» et le tube V2 est bloqué. On est donc passé à l'autre état stable, dans lequel V2 est bloqué et V1 conduit. Le passage du nouvel état à l'état antérieur se fait suivant un processus identique, au moment où une nouvelle impulsion négative parvient à l'entrée. C'est ainsi qu'on peut transformer la ten-

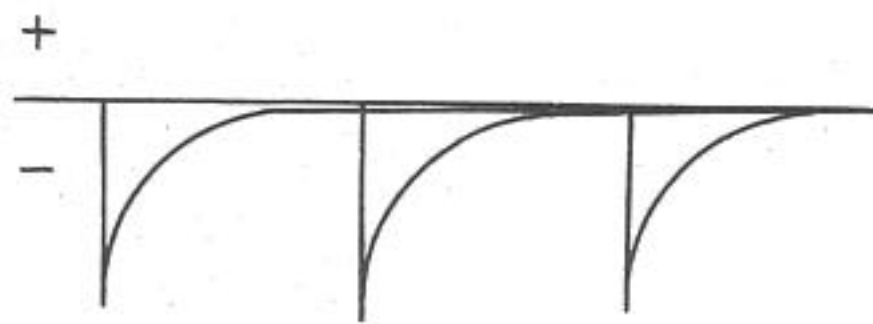


Fig. 4 - Impulsions négatives appliquées à l'entrée du multivibrateur. Les caractéristiques de fonctionnement sont telles que ces impulsions sont transformées en signaux rectangulaires.

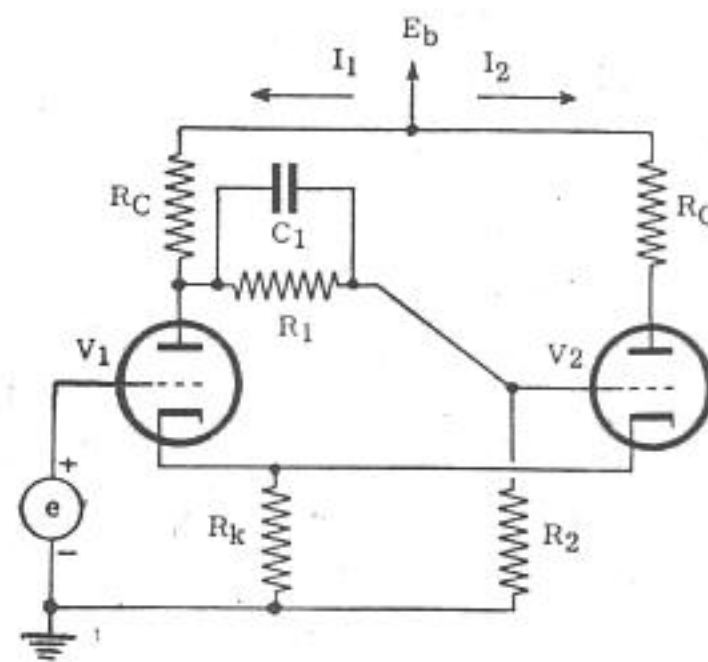


Fig. 5 - Montage multivibrateur bistable à liaison par les cathodes.

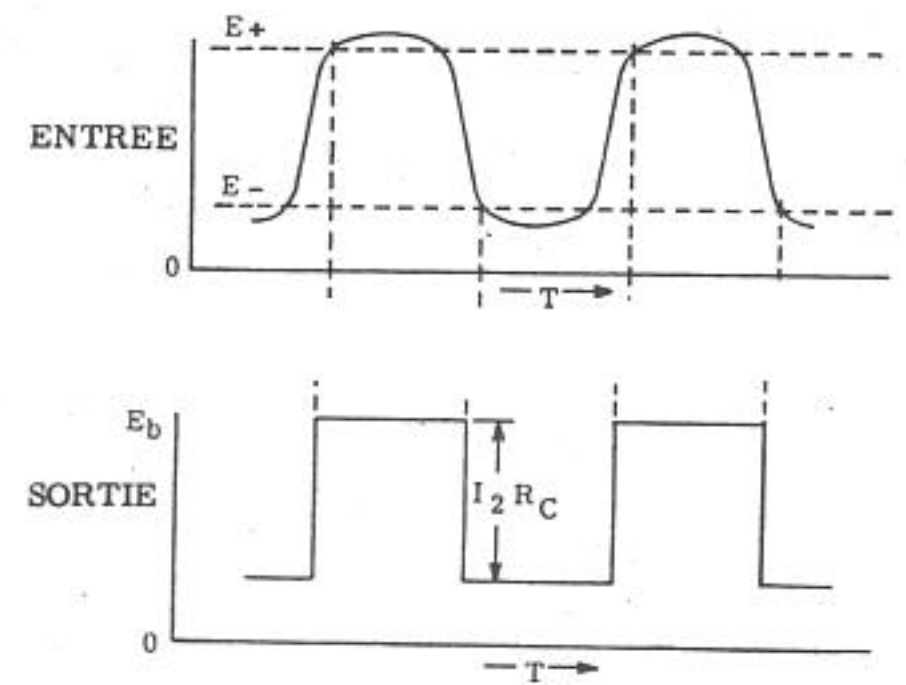


Fig. 6 - Analyse graphique de la transformation d'une onde sinusoïdale en onde rectangulaire.

sion d'impulsion de commande en un signal de forme rectangulaire. Ce mode de déclenchement du multivibrateur est recommandé lorsqu'on désire que le montage subisse des basculements répétés à fréquence élevée (plusieurs centaines de kHz).

Il existe un autre montage de multivibrateur à deux états stables, c'est le multivibrateur à «couplage cathodique» ou «couplage par les cathodes» de la figure 5. Comme on peut le voir, on a remplacé une des liaisons plaque-grille (grille V1 à plaque V2), par un couplage entre les deux cathodes qui ont une résistance de charge commune R_k . Supposons qu'au départ la tension soit nulle. Les résistances R_1 et R_2 ont été calculées de telle sorte que la tension présente entre grille et cathode de V2 rende conducteur ce tube. Le courant passant dans R_k donne naissance à une tension U_k positive, qui, en rendant la grille négative, met le tube triode V1 en état de non conduction (sa grille étant portée à une tension négative supérieure à celle de «cut-off»). En général, la tension U_k est de l'ordre du 1/3 de la tension plaque. A ce moment, supposons que nous augmentions e : il ne se produit aucun changement dans les conditions de fonctionnement du circuit jusqu'à ce que V1 commence à conduire. Au moment du déblocage, le courant I_1 produit une diminution de la tension d'anode du premier tube et par conséquent de la tension de grille du second. Ce signal produit une diminution du courant I_2 donc une diminution de la tension U_k . Il se produira donc une nouvelle augmentation de I_1 et une diminution de la tension anodique du premier tube et ce processus continue jusqu'à ce que le second tube soit bloqué à son tour. Au moyen de ce montage, on peut transformer un signal d'entrée sinusoïdal en un signal rectangulaire (figure 6).

MULTIVIBRATEURS MONOSTABLES

Le multivibrateur monostable, ou à un seul état stable, est caractérisé par le fait que, comme son nom l'indique, des deux états possibles, l'un est stable, tandis que l'autre est instable. Il demeurerait dans son état stable pendant un temps indéfini, s'il n'intervenait

pas une impulsion de commande extérieure susceptible de le faire basculer dans l'état instable. Par contre, le passage de l'état instable à l'état stable se produit spontanément, après un certain laps de temps, déterminé par les valeurs des composants du montage, sans qu'une impulsion extérieure soit nécessaire.

La figure 7 donne le schéma de principe d'un multivibrateur monostable. Il est intéressant de noter que le couplage entre la plaque de V1 et la grille de V2 se fait par l'intermédiaire d'un simple condensateur, c'est-à-dire qu'il est du type généralement utilisé pour le transfert des tensions alternatives. Par contre, le couplage dans l'autre sens est réalisé de la même façon que celui employé dans les multivibrateurs bistables de la figure 2. La tension E_c et les résistances sont choisies de valeurs telles que V1 se trouve bloqué (son anode est alors au potentiel $+E_b$, tandis que V2 conduit. Son anode est à un potentiel voisin de 0. Le circuit de commande peut être réalisé de la même façon que dans le montage bistable; l'unique différence réside dans le fait qu'une seule diode V3 est nécessaire, dans ce cas. Si nous appliquons une impulsion négative sur la cathode de la diode, celle-ci devient conductrice et transmet l'impulsion négative à l'anode de V1 et, à travers C_2 , à la grille de V2. Il se produit alors une diminution du courant anodique, donc une augmentation de la tension anodique de V2 qui sera reportée sur la grille de V1, grâce à la liaison $R_1 R_2$, et provoquera une augmentation du courant I_1 . Il se produit, alors, une chute de la tension anodique de V1 qui est transmise par le condensateur C_2 , à la grille du second tube triode. En conséquence, le cycle habituel commence et conduit à l'état instable, celui dans lequel V2 est bloqué tandis que V1 se déblocue.

Immédiatement après le passage à cet état, la tension grille de V2 reste — pendant un certain temps — très négative, en raison du fait que C_2 met un certain temps à se charger à travers la résistance R_3 que l'on a choisie de valeur élevée. Quand C_2 est suffisamment chargé, la tension grille de V2 atteint un potentiel qui permet le déblocage du tube. Dès que cette triode commence à conduire, le cycle de fonctionnement opposé

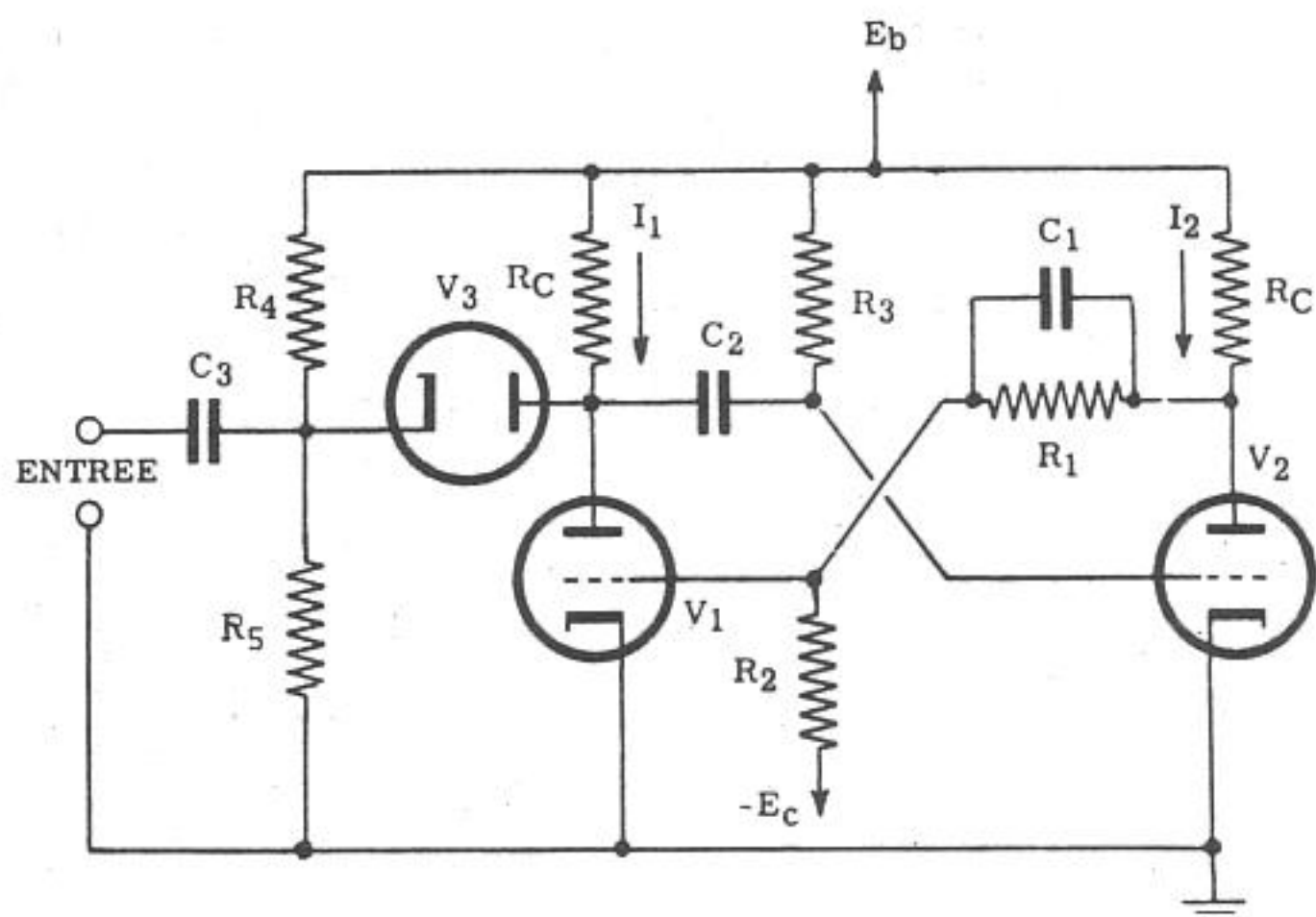


Fig. 7 - Schéma de principe d'un multivibrateur monostable (à un seul état d'équilibre), commandé par des impulsions extérieures.

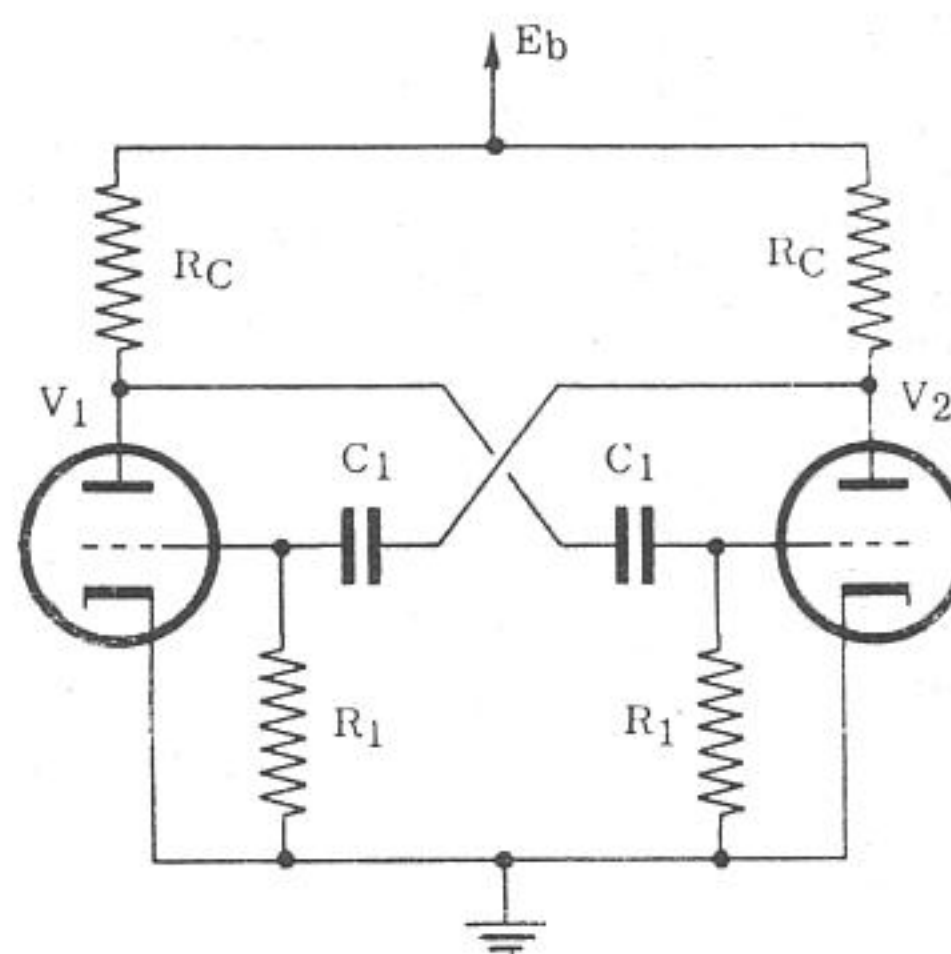


Fig. 8 - Multivibrateur astable. Ce montage peut osciller sans impulsions extérieures.

prend naissance et — dans un temps très bref — le circuit retourne à son état stable.

Ce montage, tout comme le précédent, permet de transformer des impulsions négatives du genre de celles de la figure 4, en des signaux rectangulaires qui sont prélevés aux bornes de la résistance de charge de V2.

Le circuit monostable que nous venons de décrire est du type à couplage grille-plaque. On peut également, tout comme dans le multivibrateur bistable, introduire un couplage par les cathodes et le fonctionnement est alors analogue à celui décrit plus haut.

MULTIVIBRATEURS ASTABLES

Les multivibrateurs astables comportent une différence essentielle par rapport aux deux autres catégories précédemment décrites, en raison du fait que les deux états de fonctionnement habituels sont également instables. Ces montages peuvent donc fonctionner en générateurs de signaux; ce sont des oscillateurs produisant des oscillations entretenues sans l'intervention de signaux de commande extérieurs.

Le montage le plus classique de multivibrateur astable est celui de la figure 8. La plaque de chaque triode est reliée à la grille de l'autre par l'intermédiaire d'un condensateur. C'est ainsi que, si nous tenons compte de ce qui a été dit à propos du multivibrateur monostable concernant le passage de son état stable à l'état instable, nous comprendrons aisément que chacune des deux triodes demeure bloquée seulement pendant le temps nécessaire à la charge de son condensateur de grille. Le blocage et le déblocage des deux tubes se produit donc alternativement d'une manière spontanée.

Toutefois, les multivibrateurs astables n'ont pas une bonne stabilité en fréquence; il suffit, qu'une légère modification des caractéristiques des triodes, des condensateurs ou des résistances, se produise pour que la fréquence des oscillations varie. Pour stabiliser la fréquence, il faut synchroniser le multivibrateur sur un signal extérieur. Néanmoins, précisons que ce **signal de synchronisme** n'est nullement indispensable au fonctionnement propre du circuit, car un multivibrateur

astable n'a pas besoin de recevoir un signal extérieur pour osciller. Ce signal de synchronisme est nécessaire simplement pour stabiliser la fréquence des oscillations produites.

Synchronisation par un signal sinusoïdal - Supposons que nous appliquions un signal sinusoïdal sur la grille du tube triode V1. La tension présente à l'origine sur la grille de ce tube est figurée dans le premier cycle de la figure 9-A l'instant $t=0$, la tension de grille est juste en dessous du seuil de blocage. En l'absence de signal de synchronisme, le condensateur demande 5 microsecondes pour se charger suffisamment et entrainer le déblocage du tube. Par contre, quand on applique sur la grille un signal sinusoïdal, le point de déblocage est atteint après 4,5 microsecondes seulement. Ceci est dû au fait que les alternances positives du signal de synchronisme s'ajoutent à la charge du condensateur, comme dans le second cycle du signal représenté sur la figure 9-A, font en sorte que le point de déblocage soit atteint plus rapidement.

Etant donné que le signal de synchronisme a, par définition, une fréquence parfaitement constante, le multivibrateur se trouve être stabilisé sur cette fréquence. Dans le cas illustré sur la figure 9-A, la fréquence du signal de synchronisme est égale à 6 fois celle du multivibrateur; inversement, la fréquence du multivibrateur vaut le sixième de celle du signal de synchronisme. Supposons que la fréquence propre d'un multivibrateur astable soit de 12.500 Hz environ, c'est-à-dire qu'elle varie autour de cette valeur, et que nous appliquions à ce multivibrateur un signal de synchronisme ayant une fréquence de 76.800 Hz. La fréquence des signaux produits par le multivibrateur sera stabilisée à 12.800 Hz, c'est-à-dire exactement sur une fréquence égale au sixième de celle des signaux de synchronisme.

Le rapport entre la fréquence des signaux de synchronisme et celle des signaux de sortie peut être changé en faisant varier convenablement l'amplitude des signaux de synchronisme. Par exemple, si l'on augmente l'amplitude de ceux-ci, on atteindra le point de

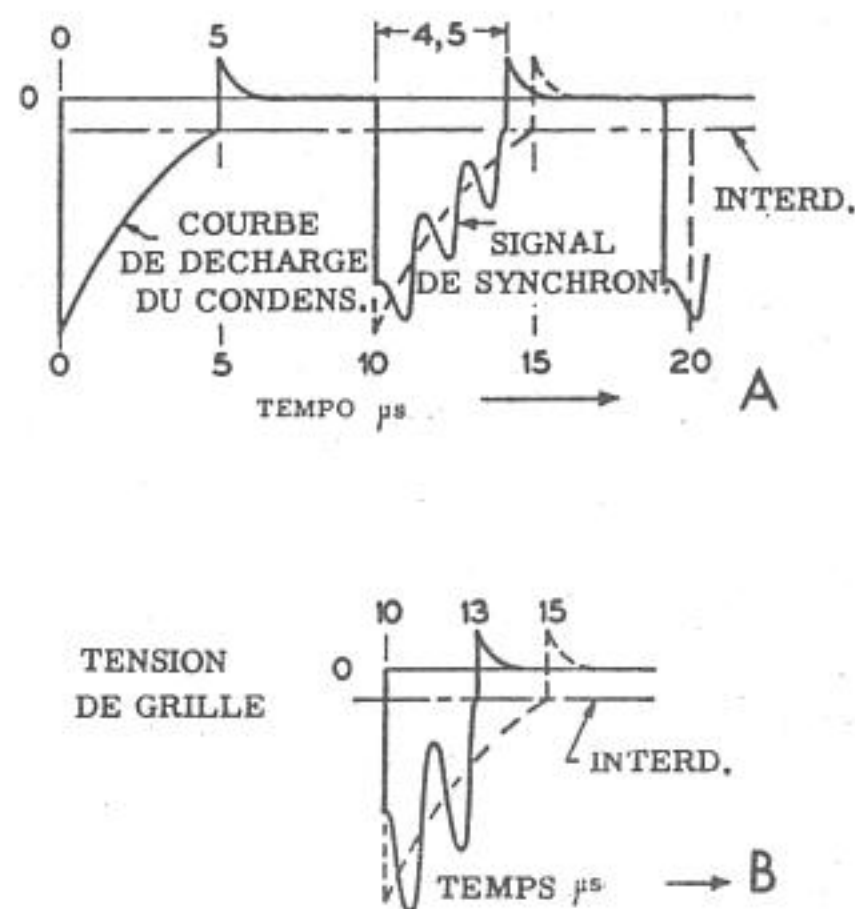


Fig. 9 - Analyse de la commande d'un multivibrateur astable avec signaux sinusoïdaux.

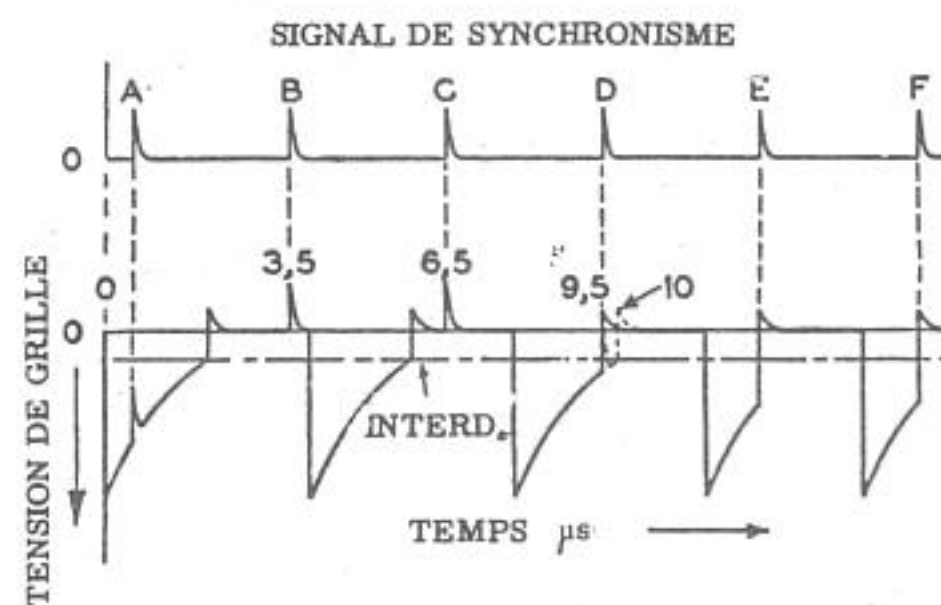


Fig. 10 - Analyse du processus de synchronisation d'un multivibrateur, avec impulsions positives.

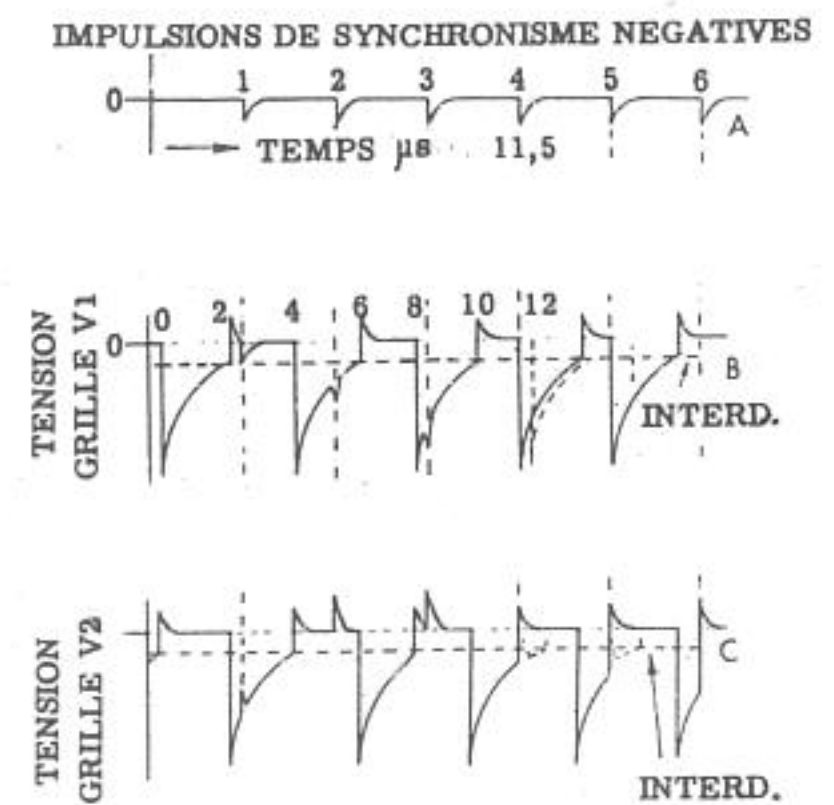


Fig. 11 - Processus illustrant comment obtenir la synchronisation par impulsions négatives.

déblocage du tube en un temps plus court (figure 9.B) et la fréquence des signaux produit par le multivibrateur augmentera. En effet, sur la figure, le point de déblocage est atteint au bout de deux cycles seulement et — dans ce cas — la fréquence des signaux de sortie sera égale au quart de celle des signaux de synchronisme. Si, pour reprendre l'exemple précédent, celle-ci est de 76.800 Hz, celle des signaux de sortie sera de 19.200 Hz.

Synchronisation par impulsions - Un moyen plus courant et plus efficace de stabilisation de la fréquence d'un multivibrateur est la synchronisation par impulsions. Cette méthode est plus efficace du fait qu'en superposant une impulsion à la tension normale de grille, on obtient une variation de tension mieux définie. Dans la synchronisation par onde sinusoïdale, la variation de tension est progressive; en conséquence, le seuil de déblocage peut être atteint en des temps légèrement différents au cours des différents cycles. Dans la synchronisation par impulsions, par contre, l'instant où la tension fait le bond dans le sens positif est parfaitement déterminé et la fréquence du signal de sortie est beaucoup mieux stabilisée.

Sur la figure 10 se trouve représentée la synchronisation du signal de sortie d'un multivibrateur, obtenue par l'application d'impulsions positives sur la grille de la triode V1. Seules, les impulsions qui provoquent le basculement du tube de l'état bloqué à celui déblocé, ont un effet sur la fréquence des oscillations et sur la durée du signal de sortie. Quand on applique l'impulsion A au circuit, elle ne peut accroître la tension de grille suffisamment pour atteindre le seuil de déblocage et le tube reste dans l'état de non conduction. Les impulsions B et C se produisent pendant la période de conduction et, en conséquence, elles n'ont d'autre effet que d'augmenter momentanément les courants de grille et de plaque du tube.

Par contre, l'impulsion D, arrivant au moment propice, provoque le déblocage de la triode plus tôt qu'il ne se serait produit en l'absence de cette impulsion. En effet, la tension grille dépasse le seuil de déblocage à l'instant $t=9,5$ au lieu de l'instant $t=10$. Les im-

pulsions E, F, et toutes celles qui suivent, produisent ensuite le même phénomène et concourent donc à la synchronisation de la fréquence du multivibrateur.

On peut également obtenir la synchronisation au moyen d'impulsions de synchronisme négatives; la figure 11 en montre le processus. Dans ce cas, les impulsions sont appliquées sur la grille de la triode qui conduit, laquelle les amplifie en inversant leur phase, c'est-à-dire en les rendant positives. Ces impulsions positives sont alors transmises, par le condensateur de couplage, à la grille du tube bloqué et provoquent son déblocage à intervalles réguliers. On peut donc, également dans ce cas, obtenir la synchronisation des oscillations du multivibrateur.

OSCILLATEURS BLOQUES

Il s'agit là de types spéciaux d'oscillateurs employés pour la production d'impulsions. Ils sont constitués par un tube, généralement triode, dont la grille et la plaque sont très fortement couplées par un transformateur. Aucun signal de commande n'est nécessaire à leur fonctionnement car ce sont de véritables auto-oscillateurs. Un montage typique d'oscillateur bloqué est donné par le schéma de la figure 12A. Le transformateur, à couplage très serré, est branché dans un sens tel qu'il provoque une réaction positive entre les circuits d'anode et de grille du tube.

Initialement (temps $t=0$), la grille du tube est au potentiel de la cathode et le courant anodique circule dans le sens indiqué par les flèches; le coefficient de couplage étant très élevé, la condition d'entretien des oscillations est très largement remplie et celles-ci s'amorcent brusquement.

Le courant anodique du tube augmente et cette variation, en traversant le primaire du transformateur, induit sur la grille une tension positive élevée, ce qui augmente encore le courant anodique du tube (figure 12-B). Très rapidement ce courant atteint une valeur considérable et un courant de grille intense prend naissance. Ce courant de grille a pour effet de charger négativement le condensateur C1, à travers la résistance R1, (l'armature reliée à la grille est négati-

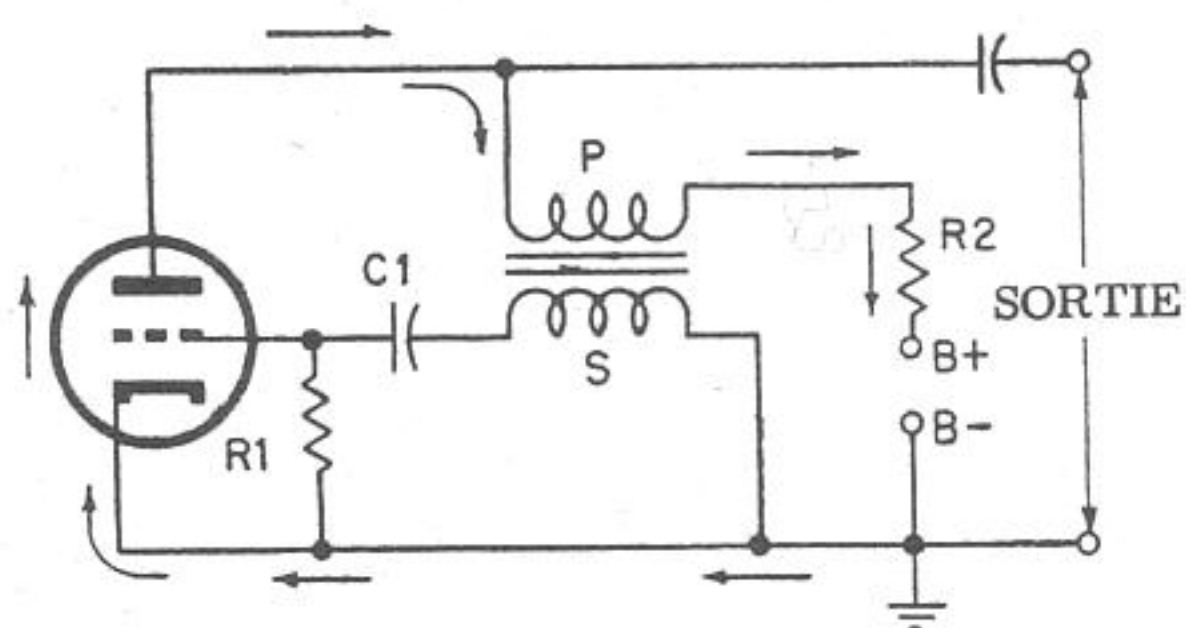


Fig. 12 A - Schéma de principe d'un oscillateur bloqué. Il oscille de lui-même sans être commandé par des impulsions extérieures. Il peut être synchronisé comme le multivibrateur astable, au moyen d'impulsions de synchronisme.

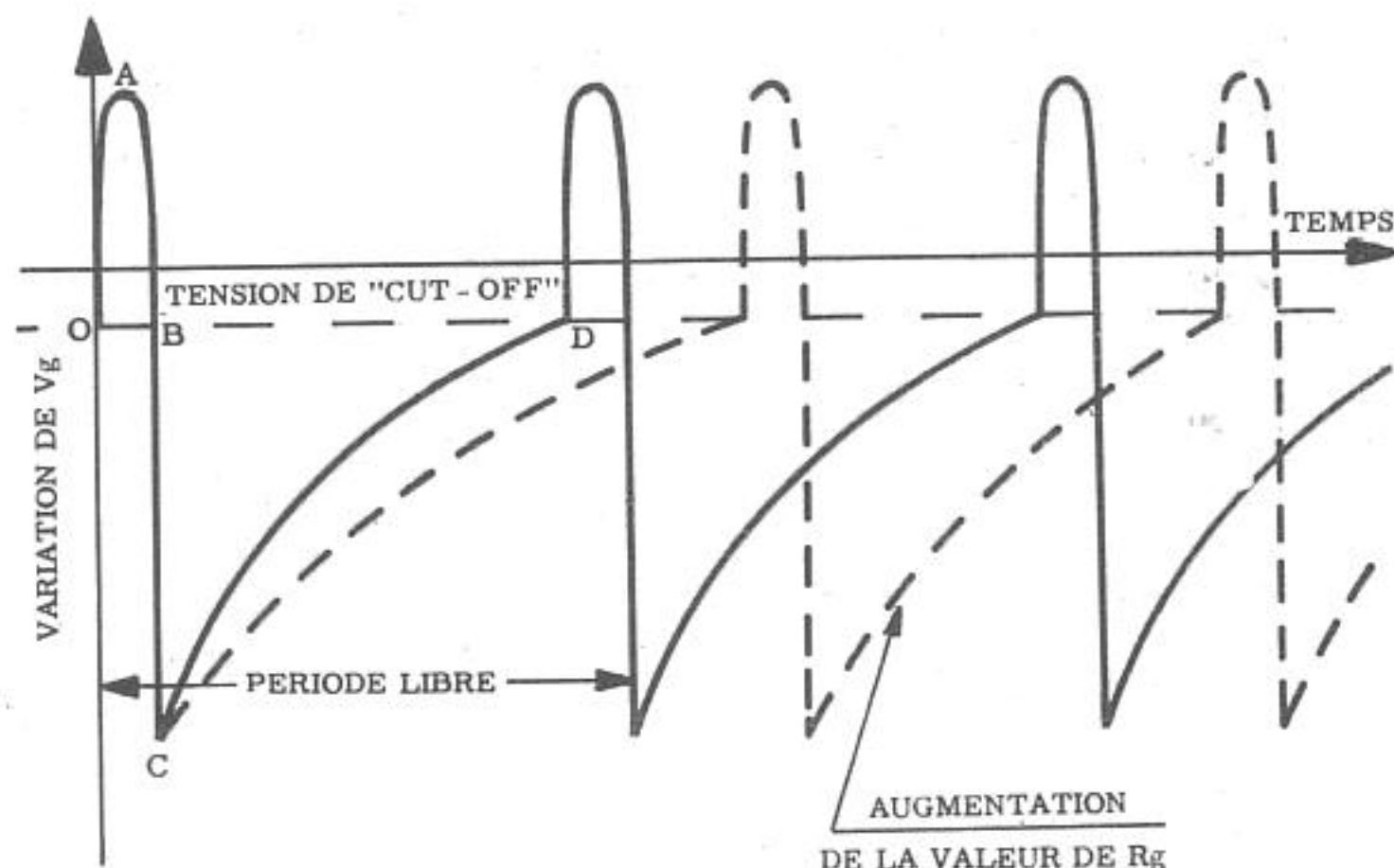


Fig. 12 B - Allure de la tension de grille, en fonction du temps, de l'oscillateur bloqué de la figure 12 A.

ve par rapport à celle reliée à la cathode).

Contrôlée par la tension négative de charge du condensateur, la tension de grille décroît aussi rapidement qu'elle a monté, et atteint le «cut-off».

On a donc simultanément:

- a) grille maintenue négative par la présence du condensateur C1;
- b) courant anodique annulé.

Le tube se bloque dès la première alternance négative des oscillations, d'où le nom d'oscillateur bloqué donné à ce montage (branche AB de la courbe - figure 12-B).

La tension de grille descend bien au dessous du «cut-off», et s'y maintient pendant un certain temps (branche BC — figure 12 B).

Le condensateur C1 se décharge alors dans la résistance R1 et le potentiel de grille devient de moins en moins négatif (branche CD de la courbe). Au point D, le potentiel de grille atteint la valeur correspondant au recul de grille et la dépasse. Le courant anodique apparaît, l'oscillation se réamorç et les mêmes phénomènes se reproduisent périodiquement, le tube étant **bloqué** pendant une petite partie de la période et **débloqué** pendant le reste du temps.

On recueille sur l'armature de C1 reliée à la grille, une tension en dents de scie, et, sur l'anode, des impulsions positives produites par l'effet de l'inductance du primaire pendant le blocage du tube.

L'oscillateur bloqué, tout comme le multivibrateur astable, peut être synchronisé au moyen d'impulsions de synchronisme de fréquence appropriée. Si ces impulsions sont appliquées au circuit grille peu avant l'instant où celle-ci atteint la tension de déblocage, et si elles ont une amplitude suffisante pour porter cette tension au dessus de ce seuil, la lampe commence à conduire avant l'instant où elle le ferait normalement, en l'absence d'impulsions.

Le processus est absolument identique à celui que nous avons examiné en détail lors de l'étude sur la synchronisation des multivibrateurs.

GENERATEURS DE DENTS DE SCIE

Un générateur de signaux en dents de scie est nécessaire lorsqu'on veut disposer de tensions augmentant linéairement avec le temps jusqu'à une valeur déterminée, puis diminuant brusquement jusqu'à zéro, ou toute autre valeur désirée. Comme nous le verrons plus loin, on utilise des signaux en dents de scie dans les oscilloscopes à rayons cathodiques, entre autres.

Ces générateurs se divisent en deux catégories distinctes, selon qu'ils oscillent librement ou qu'ils sont commandés.

Un générateur de signaux en dents de scie oscillant librement produit des tensions dont la fréquence est fonction des valeurs des différents éléments du circuit. Naturellement, dans ce cas également, il est possible de prévoir une synchronisation extérieure dont l'objet est de stabiliser la fréquence des oscillations produites. Les signaux de synchronisme peuvent avoir soit la même fréquence que celle du signal en dents de scie, soit une fréquence qui soit un multiple de celle-ci.

Les oscillateurs commandés, dits oscillateurs déclenchés, produisent une seule forme d'onde en dents de scie chaque fois qu'un signal pilote approprié, généralement une impulsion ou un signal rectangulaire, est appliqué à leurs bornes d'entrée.

Nous commencerons par l'étude de ces derniers car les précédents, qui utilisent un tube à gaz, sont — actuellement — rarement employés. Un type classique d'oscillateur de signaux en dents de scie commandé est représenté sur la figure 13. Il nécessite — pour son fonctionnement — la présence à ses bornes d'entrée d'un signal de forme rectangulaire; le signal désiré est obtenu en mettant à profit le phénomène de la charge d'un circuit RC série, représenté sur la figure 14.

Sur cette figure, la première partie de la courbe est sensiblement linéaire et elle peut être utilisée comme partie ascendante d'un signal en dents de scie. Si nous considérons, alors, le schéma de la figure 13, nous pouvons remarquer que, lorsque le signal d'entrée passe de sa valeur maximale à sa valeur minimale, la tension grille de la triode descend au dessous du «cut-

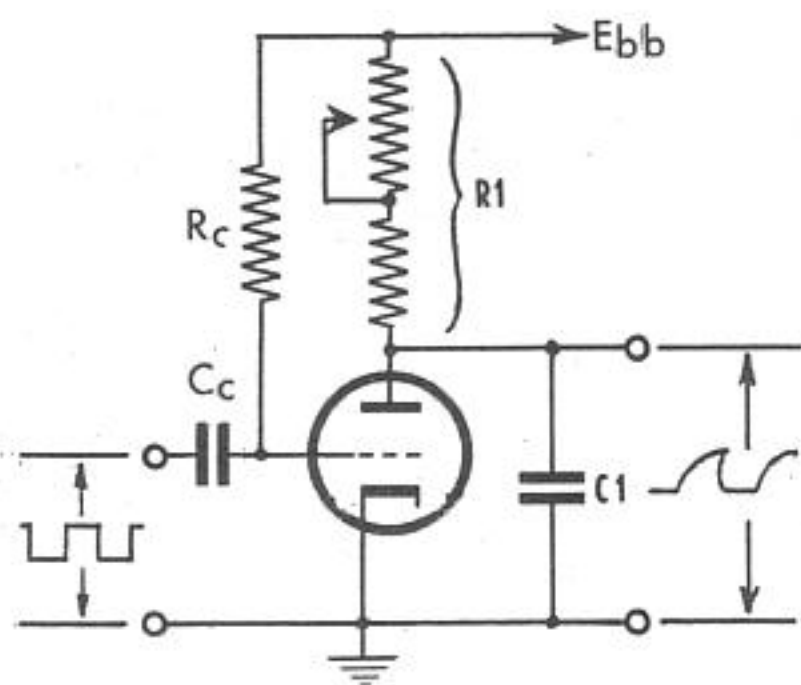


Fig. 13 - Schéma de principe d'un générateur de signaux en dents de scie. Son fonctionnement requiert l'application de signaux rectangulaires à ses bornes d'entrée.

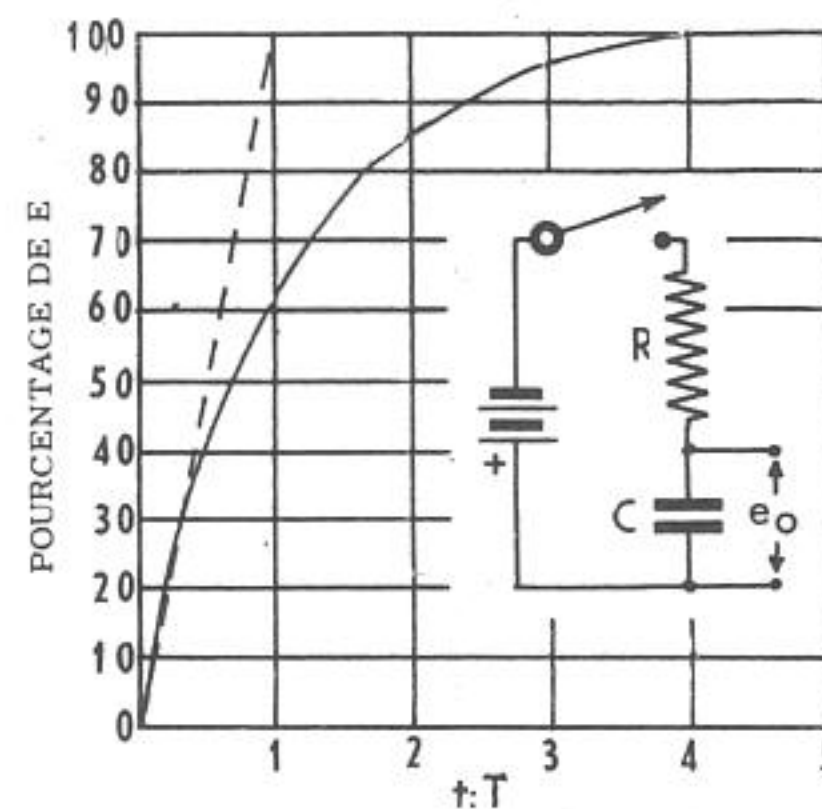


Fig. 14 - Analyse graphique de la charge d'un condensateur dans un circuit du type RC série. En abscisse le temps, en ordonnée le pourcentage de tension.

off». Il en résulte que le courant traversant la résistance $R1$ tombe à zéro et que la tension aux bornes de $C1$ baisse brusquement. Ensuite, la tension aux bornes de $C1$ recommence à augmenter en suivant la courbe de la figure 14, dont la première partie est sensiblement linéaire. La durée de cette phase dépend de la fréquence de répétition du signal rectangulaire appliqué à l'entrée. En effet, dès que la tension d'entrée augmente brusquement sous l'effet de l'alternance positive de l'onde rectangulaire, la grille du tube est portée à une tension supérieure au seuil de déblocage et, par suite, la différence de potentiel aux bornes de $C1$ tombe brutalement à sa valeur minimale. Elle reste à cette valeur jusqu'au début d'un nouveau cycle négatif du signal de commande. On obtient, ainsi, un signal en dents de scie dont la fréquence est parfaitement synchronisée sur celle du signal pilote appliqué à l'entrée.

La figure 15 représente un générateur de tensions en dents de scie négatives, employant une pentode comme source de courant de charge constant. $V1$ et $V2$ sont, normalement, conducteurs. Le début de la dent de scie négative s'obtient quand on applique sur la grille de $V1$ un signal négatif, dont l'effet est d'interdire le passage du courant dans le tube. Naturellement, l'amplitude de la tension négative que l'on applique sur la grille de $V1$ doit être égale, ou plus grande, que la somme du potentiel de coupure et de l'amplitude du signal que l'on désire obtenir à la sortie.

Dès que $V1$ se débloque, $V2$ commence à décharger le condensateur $C1$ et au fur et à mesure qu'il se décharge, la tension plaque de $V2$ diminue. Toutefois son courant anodique reste constant puisque la résistance dynamique de plaque de $V2$ est relativement élevée, s'agissant d'une pentode. Au moment où la partie positive de l'onde rectangulaire appliquée à l'entrée se superpose à la tension grille de $V1$, cette triode se débloque et provoque immédiatement une diminution de la tension anodique de $V2$, ce qui complète la dent de scie négative recueillie à la sortie. Également dans ce cas, en faisant varier la valeur de la résistance $R1$, on peut obtenir différentes inclinaisons de la partie descendante du signal de sortie.

Un autre genre de montage assez fréquemment utilisé pour la production de tensions en dents de scie est le générateur de Miller. Il existe des générateurs de Miller à triode et à pentode.

Le schéma d'un oscillateur de Miller à pentode est donné sur la figure 16. Les impulsions de commande sont, ici, envoyées sur la grille de suppression. Dans les conditions normales, la tension négative appliquée à la grille de suppression est suffisante pour annuler le courant anodique du tube. Mais alors la pentode se comporte comme une triode, car la grille-écran fait fonction de plaque. Pendant cette période, la tension sur la grille de commande est peu différente de celle de la cathode, en raison de la forte chute de tension aux bornes de la résistance R , produite par la présence d'un courant grille.

Si on applique une tension positive sur la grille de suppression, le potentiel de celle-ci s'élève au dessus du seuil de coupure et une brusque augmentation du courant anodique se produit, donnant naissance à une tension aux bornes de la résistance de charge de la pentode. La tension anodique de celle-ci descend alors de E_{bb} à $E_{bb} - \Delta E$, comme le montre la courbe de la figure 17. Puis le courant plaque continue à augmenter d'intensité sous l'effet du couplage de la plaque avec la grille de commande. Mais, cette fois-ci, l'augmentation n'est pas brutale, elle se fait plus lentement, d'une manière linéaire. La tension anodique descendra, alors, linéairement à la valeur E_{bmin} . Quand l'impulsion négative suivante parvient à la grille de suppression, la lampe se bloque, le courant anodique tombe brusquement à zéro et l'unique courant qui passe encore dans la résistance RL est celui provenant de la décharge du condensateur. En résumé, la variation de la tension sur la plaque du tube suit la courbe de la figure 17, qui montre clairement les différents paliers précisés ci-dessus. Mais on voit que cette courbe ne présente qu'une vague ressemblance avec la dent de scie classique (négative). Un montage qui, dérivé du générateur de Miller, donne à cet égard de bien meilleurs résultats est le montage «phantastron».

La figure 18 donne le schéma de principe d'un phan-

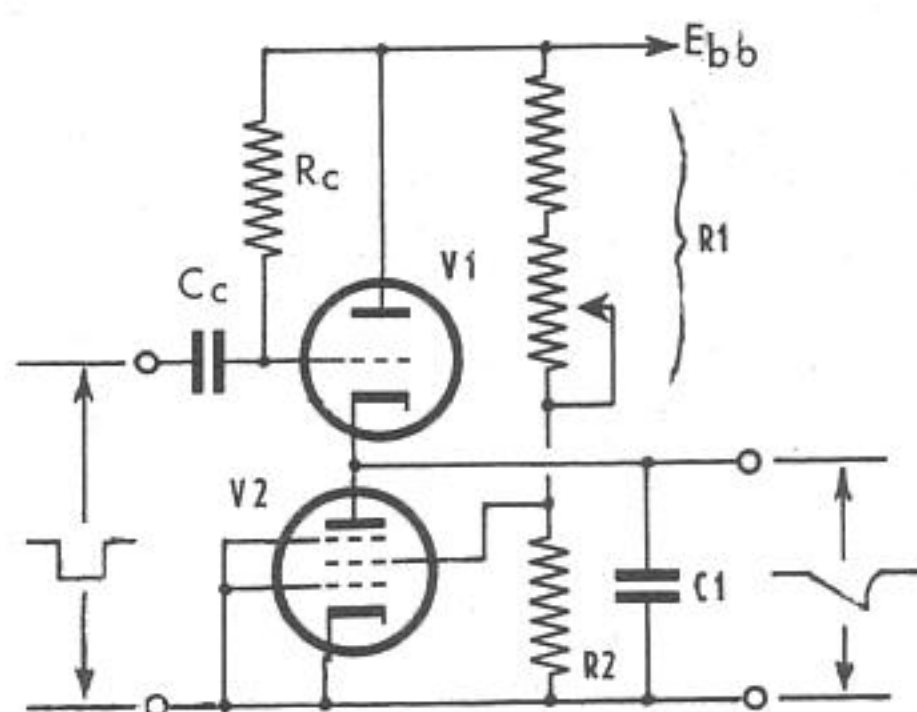


Fig. 15 - Schéma de principe d'un générateur pour la production de dents de scie négatives. Ce circuit nécessite également des impulsions de commande rectangulaires.

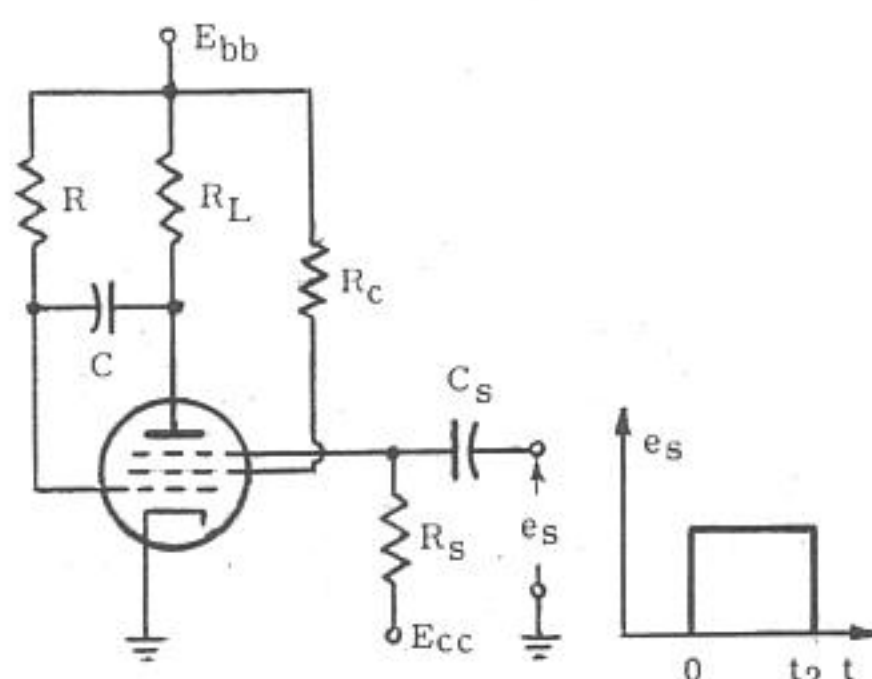


Fig. 16 - Exemple d'un montage « Miller » à pentode. On a représenté, à droite, la forme des impulsions de commande appliquées à la grille de suppression.

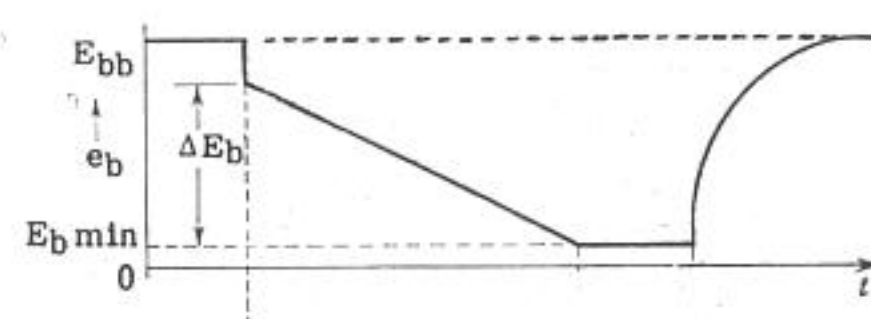


Fig. 17 - Représentation graphique de la forme de la tension plaque du générateur « Miller » de la figure 16. Le signal obtenu est semblable à un signal en dents de scie.

tastron. On voit que le condensateur de réaction C a été remplacé par un dispositif plus complexe, comprenant une triode, faisant office d'interrupteur électronique. On arrive, ainsi, à supprimer la « queue » de la dent de scie, que l'on peut voir sur la figure 17, puisque la décharge du condensateur, se faisant maintenant dans la triode, n'a plus aucune influence sur la tension anodique de la pentode. On remarquera, dans ce montage, la présence des deux diodes D1 et D2, dont la fonction est de limiter les tensions positives par rapport à la masse, d'une part de la grille du tube triode (et donc de la plaque de la pentode qui lui est reliée) et, d'autre part, de la grille de suppression.

On doit également remarquer que, dans le montage phantatron une partie des impulsions positives est appliquée à la grille-écran. Ces impulsions favorisent la brusque augmentation de la tension de grille-écran qui doit se produire, normalement, par suite de la diminution du courant passant dans sa résistance de charge quand le courant anodique commence à apparaître. On obtient sur la grille-écran des signaux dont la forme se rapproche notablement d'une onde rectangulaire et l'on pourrait, en envoyant ces signaux sur la grille de suppression, réaliser un circuit phantatron auto-oscillateur, c'est à dire produisant des tensions en dents de scie sans qu'il soit nécessaire de le commander par des impulsions extérieures.

CIRCUITS POUR LA MODIFICATION DES FORMES D'ONDES

Dans les applications pratiques, il est parfois nécessaire — comme nous l'avons mentionné dans la précédente leçon — de changer ou de modifier la forme des signaux. Ceci peut se faire au moyen de circuits RC et RL, avec des constantes de temps appropriées; parmi ces circuits, les plus couramment employés sont le circuit **différentiateur** et le circuit **intégrateur**.

Circuits différentiateurs - Ces circuits donnent une tension de sortie dont l'amplitude est proportionnelle

à la vitesse de variation de la tension d'entrée.

Nous nous bornerons, ici, à étudier le type le plus simple de circuit différentiateur (figure 19). On voit qu'il est constitué par un unique circuit RC. En effet, on peut employer pour la différentiation des signaux un simple condensateur, car le courant qui le traverse est égal au produit de la vitesse de variation de la tension appliquée par la capacité du condensateur. Celle-ci étant, dans chaque cas déterminé, une constante, il devient évident que le courant passant dans le condensateur est bien proportionnel à la vitesse de variation de la tension.

Il est souvent plus intéressant de recueillir à la sortie une tension plutôt qu'un courant, c'est pourquoi on met une résistance R en série avec le condensateur C on obtient ainsi, aux bornes de cette résistance, une tension proportionnelle à la vitesse de variation de la tension appliquée à l'entrée du circuit; on a donc bien réalisé un circuit différentiateur.

Étudions, maintenant, les tensions que l'on peut recueillir à la sortie d'un différentiateur lorsqu'on applique à l'entrée différentes formes d'ondes. Supposons, tout d'abord qu'une tension continue soit appliquée à l'entrée: dans ce cas, quelle que soit la valeur de cette tension, elle reste constante, c'est-à-dire que sa vitesse de variation est nulle. En conséquence la tension de sortie sera également nulle.

Voyons, par contre, ce qui se passe lorsqu'on applique à l'entrée d'un différentiateur une tension augmentant uniformément, suivant une ligne droite. Une telle tension peut être comparée à celle représentée par la partie inclinée de la forme d'onde en dents de scie. Nous savons que cette tension augmente régulièrement: sa vitesse de variation est positive (puisque la tension augmente) et constante. A la sortie du différentiateur, on recueillera donc une tension continue positive dont la valeur dépendra, naturellement, des valeurs choisies pour C et R

De même une tension uniformément décroissante (partie inclinée d'une dent de scie négative) produira, à la sortie du différentiateur, une tension continue

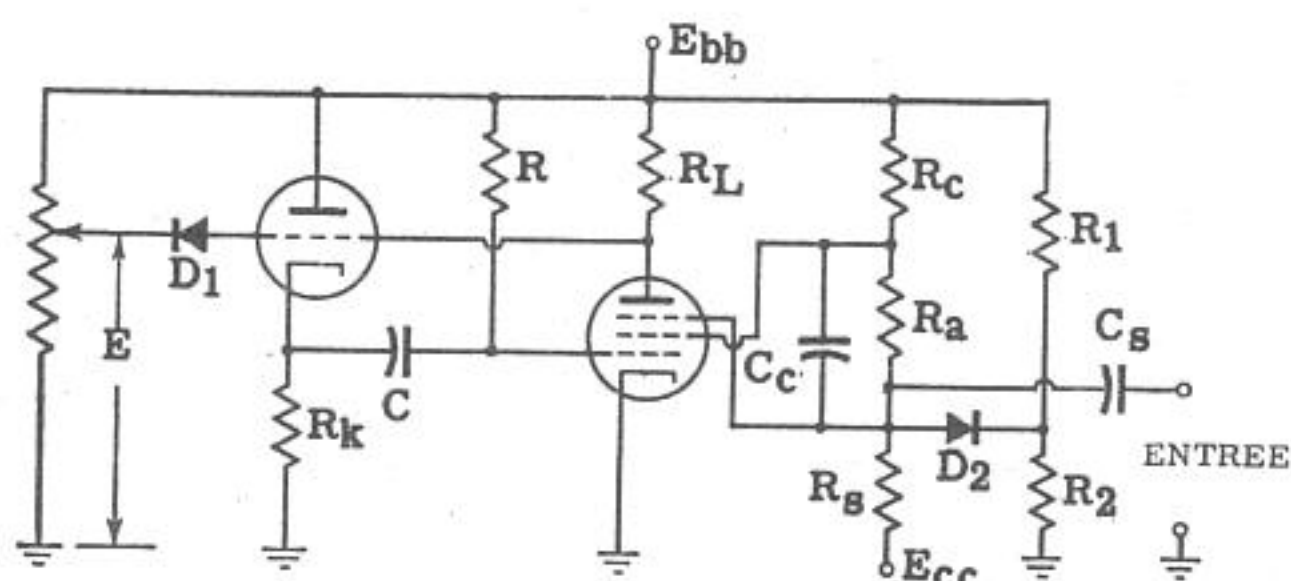


Fig. 18 - Montage oscillateur pour la production de signaux en dents de scie du type « phantastron », dérivé du circuit Miller. Il produit des signaux plus réguliers.

Fig. 19 - Exemple simple d'un circuit différentiateur. Ses caractéristiques dépendent de la constante de temps RC . Le courant est proportionnel à la vitesse de variation de la tension d'entrée.

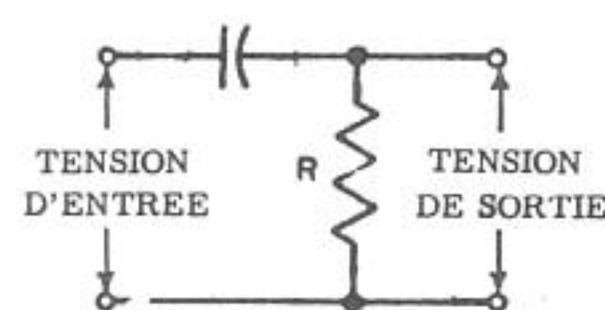
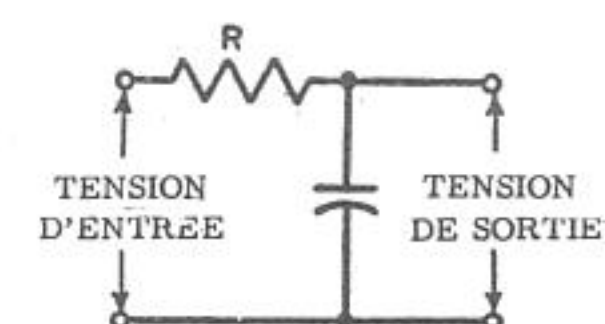


Fig. 20 - Circuit intégrateur symétrique du circuit différentiateur de la figure 19. Comme on le voit, les éléments R et C ont été intervertis. Il peut être comparé à un filtre « passe-bas » simple.



négative; ceci en raison du fait, que, si une tension décroît, sa vitesse de variation est négative.

En gardant présent à l'esprit ces trois cas fondamentaux, il sera facile au lecteur de déterminer la forme des tensions que l'on peut obtenir à la sortie d'un circuit différentiateur lorsqu'on applique à son entrée différents types de formes d'ondes d'allure géométrique (onde carrée, rectangulaire, impulsion, dents de scie, onde trapézoïdale, etc...).

Dans le cas où la forme d'onde appliquée à l'entrée présente des parties curvilignes, la tension recueillie à la sortie du différentiateur ne peut pas être déterminée aussi facilement. Il faut alors employer des méthodes d'analyse mathématique assez compliquées. Indiquons simplement, à titre d'exemple, qu'en appliquant ces méthodes, on parvient à la conclusion suivante: si l'on injecte à l'entrée une tension sinusoïdale on recueille à la sortie une tension également sinusoïdale.

Si nous remarquons qu'un circuit différentiateur est pratiquement identique au circuit de couplage par résistance et capacité utilisé dans les amplificateurs, nous voyons que ce genre de couplage est parfaitement adapté à la transmission des signaux sinusoïdaux, mais qu'il peut très souvent modifier profondément la forme d'autres genres de signaux. Il faut aussi tenir compte du fait que la réponse du circuit aux variations de la tension d'entrée dépend de la constante de temps. Si celle-ci est très faible, les raisonnements développés jusqu'à présent sont pleinement valables. Si la constante de temps est élevée, il faut, pour déterminer la forme d'onde obtenue à la sortie, tenir compte du fait que la réponse du circuit est considérablement ralentie.

Circuits intégrateurs - Un circuit intégrateur peut être considéré comme étant un circuit d'accumulation, dont la tension de sortie est proportionnelle à l'énergie totale emmagasinée. Le type le plus classique de circuit intégrateur est représenté sur la figure 20. Le principe de fonctionnement est très simple; nous savons, en effet, que la tension aux bornes d'un

condensateur est proportionnelle à sa charge électrique. Plus forte est la capacité, plus élevée sera la tension à ses bornes. Si nous appliquons un courant constant au condensateur, la tension augmente avec une vitesse constante. En théorie il suffit donc d'un condensateur pour constituer un circuit intégrateur. On ajoute la résistance en série en raison du fait qu'il est naturellement plus facile d'intégrer des tensions que des courants, et cette résistance permet d'appliquer des tensions à l'entrée du circuit. Dans ce cas, ces tensions d'entrée provoquent le passage d'un courant, qui leur est proportionnel, dans la résistance R et donc dans le condensateur C .

Le circuit intégrateur de la figure 20 peut être considéré comme étant du même type qu'un filtre passe-bas. L'unique différence est que, pour qu'il agisse en tant que circuit intégrateur, il faut que sa constante de temps soit au moins dix fois plus grande.

On peut également réaliser un circuit intégrateur en montant en série une résistance et une inductance. Dans ce cas, le signal d'entrée est appliqué aux bornes de l'ensemble, tandis que le signal de sortie est recueilli aux bornes de la seule résistance. Le fonctionnement est basé sur le fait que, si l'on applique une tension de forme rectangulaire aux bornes d'une inductance, pendant la partie positive de l'impulsion, le courant croît régulièrement de zéro à un maximum, limité par la durée de l'impulsion. Naturellement, il faut que la durée de celle-ci soit très inférieure à la constante de temps du circuit intégrateur. Dans ce circuit, comme pour les autres, la résistance série a pour fonction de transformer les variations de courant en variations de tensions proportionnelles.

Lors de l'étude d'un tel circuit, il faut nécessairement tenir compte de la capacité répartie de l'enroulement de l'inductance. Cette capacité forme avec l'inductance un circuit LC qui tend à osciller sur sa fréquence de résonance propre. Ceci est souvent un inconvénient car, même en réalisant soigneusement cette inductance, on ne réussit pas toujours à éliminer complètement ces oscillations parasites qui fréquemment se mélangent au signal de sortie.

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 91 et 92

- N. 1 — Quel type de signal peut-on obtenir à la sortie des montages multivibrateurs ? Pour quelle raison ?
- N. 2 — Parmi les divers montages multivibrateurs, quels sont ceux qui doivent nécessairement être excités par des impulsions extérieures et ceux qui, par contre, peuvent osciller d'eux-même ?
- N. 3 — Comment peut-on synchroniser un multivibrateur stable ?
- N. 4 — Sur quel phénomène est basé le fonctionnement de la plupart des générateurs de signaux en dents de scie ?
- N. 5 — Quel effet obtient-on en faisant passer un signal de forme quelconque dans un circuit différentiateur ?
- N. 6 — Quel effet obtient-on en faisant passer un signal de forme quelconque dans un circuit intégrateur ?
- N. 7 — Quel est le principe de fonctionnement de l'oscillateur bloqué ?
- N. 8 — Quelle est la principale différence entre le tube de Braun et le tube de Johnson ? Quel est l'avantage que le second présente sur le premier ?
- N. 9 — Quelle direction un électron tend-il à prendre par rapport aux lignes de force électrostatique, et aux lignes équipotentiels ?
- N. 10 — Quelle est la caractéristique de la force subie par un électron plongé en un point quelconque d'un champ électrostatique ?
- N. 11 — De quelle façon peut-on dévier un rayon électronique ?
- N. 12 — Quels sont les phénomènes physiques permettant de concentrer le point lumineux et de le faire déplacer sur l'écran ?
- N. 13 — Par quel moyen peut-on faire varier l'intensité d'un rayon cathodique et, par conséquent la luminosité du point sur l'écran ?
- N. 14 — Comment règle-t-on la concentration ?
- N. 15 — Quelle est la propriété des substances luminescentes qui a permis la réalisation du tube à rayons cathodiques ?
- N. 16 — A quoi est due la couleur de la lumière produite par un écran fluorescent ?
- N. 17 — Quelles sont les électrodes constituant le canon à électrons d'un tube triode ?
- N. 18 — Quelles sont les électrodes permettant de faire déplacer le point lumineux sur l'écran ?
- N. 19 — Qu'entend-t-on par « persistance » de la trace lumineuse sur l'écran ?

REponses aux QUESTIONS de la p. 715

- N. 1 — Dans les corps ferromagnétiques doux, le magnétisme disparaît dès que cesse la cause qui l'a fait naître; il subsiste dans les corps ferromagnétiques durs.
- N. 2 — La prémagnétisation du ruban par un courant de fréquence ultra sonore (inaudible).
- N. 3 — Il s'effectue en faisant passer le ruban magnétique, avec une vitesse rigoureusement constante, devant l'entrefer d'une tête magnétique excitée par le courant phonique convenablement amplifié.
- N. 4 — Non. En effet, particulièrement dans les magnétophones d'amateurs, une seule tête est utilisée pour ces deux usages.
- N. 5 — En faisant défiler le ruban, à sa vitesse normale, devant une tête alimentée par un courant à fréquence ultra-sonore sous une intensité convenable.
- N. 6 — La fidélité du microphone, de l'amplificateur, la qualité de la tête d'enregistrement et la vitesse de défilement du ruban.
- N. 7 — Parce que, en augmentant la vitesse de défilement du ruban, chaque cycle d'une fréquence élevée peut alimenter une portion de ruban dont la largeur est supérieure à celle d'une particule de fer.
- N. 8 — En faisant en sorte que la courbe de réponse de l'amplificateur compense la non linéarité de la tête.
- N. 9 — Cinq fois la fréquence maximale des sons à enregistrer.
- N. 10 — Il sert à contrôler le niveau de la modulation.
- N. 11 — En appliquant le théorème de Fournier, selon lequel tout signal non sinusoïdal peut être décomposé en une série d'ondes sinusoïdales (harmoniques) ayant des fréquences multiples de la fondamentale.
- N. 12 — La symétrie par rapport à l'axe zéro, la symétrie « demi-onde » et « quart d'onde ».
- N. 13 — Elles ne sont pas valables, car elles sont basées exclusivement sur la supposition que le signal passant dans le condensateur ou l'inductance est de forme sinusoïdale.
- N. 14 — La première méthode consiste à décomposer le signal d'entrée en toutes les harmoniques qui le composent et à examiner successivement le comportement de chacune d'entre elles. Puis, pour obtenir la forme d'onde du signal de sortie, on effectue la recombinaison du signal. Une autre méthode est basée sur la réponse du circuit aux tensions transitoires.
- N. 15 — Les ondes carrées et rectangulaires, les dents de scie et les impulsions.
- N. 16 — Les harmoniques d'ordre pair.
- N. 17 — Le temps « montée » est le temps que met le signal pour passer de 10% à 90% de son amplitude totale. La « durée » est l'intervalle de temps pendant lequel le signal reste à sa valeur maximale. Le temps de « descente » est le temps nécessaire pour passer de la valeur maximale à la valeur minimale.
- N. 18 — L'effet principal se produit sur la partie de la forme d'onde qui est la plus inclinée par rapport à l'axe horizontal. Dans le cas des impulsions, en particulier, il en résulte une déformation du front avant et du front arrière et un arrondissement des angles.
- N. 19 — Dans ce cas, l'effet principal se produit sur les parties du signal qui sont parallèles à l'axe horizontal; ces parties cessent d'être rectilignes et s'incurvent.

TABLEAU 86 - EXEMPLES DE MONTAGES MULTIVIBRATEURS A LAMPES

Dans ce tableau nous avons réuni, pour la commodité du lecteur, un certain nombre de schémas de montages multivibrateurs à lampes en indiquant les valeurs des éléments. A côté des schémas usuels, sont dessinées les formes d'ondes des signaux présents sur les différentes électrodes des tubes.

Les symboles portés sur les schémas et sur les formes d'ondes ont les significations suivantes:

E_{bb} = tension positive maximale (anodique)

E_{cc} = tension négative maximale (polarisation grille).

E_{co} = tension de coupure du tube (cut-off).

Les deux premiers schémas concernent deux montages de multivibrateurs bistables, l'un d'eux étant du type normal, utilisant une double-triode 12AU7, et l'autre d'un type spécial, utilisant quatre pentodes E180F. Ce dernier multivibrateur présente la particularité d'avoir un temps de montée et un temps de descente extrêmement courts et il est donc capable de produire des

signaux rectangulaires de fréquence très élevée.

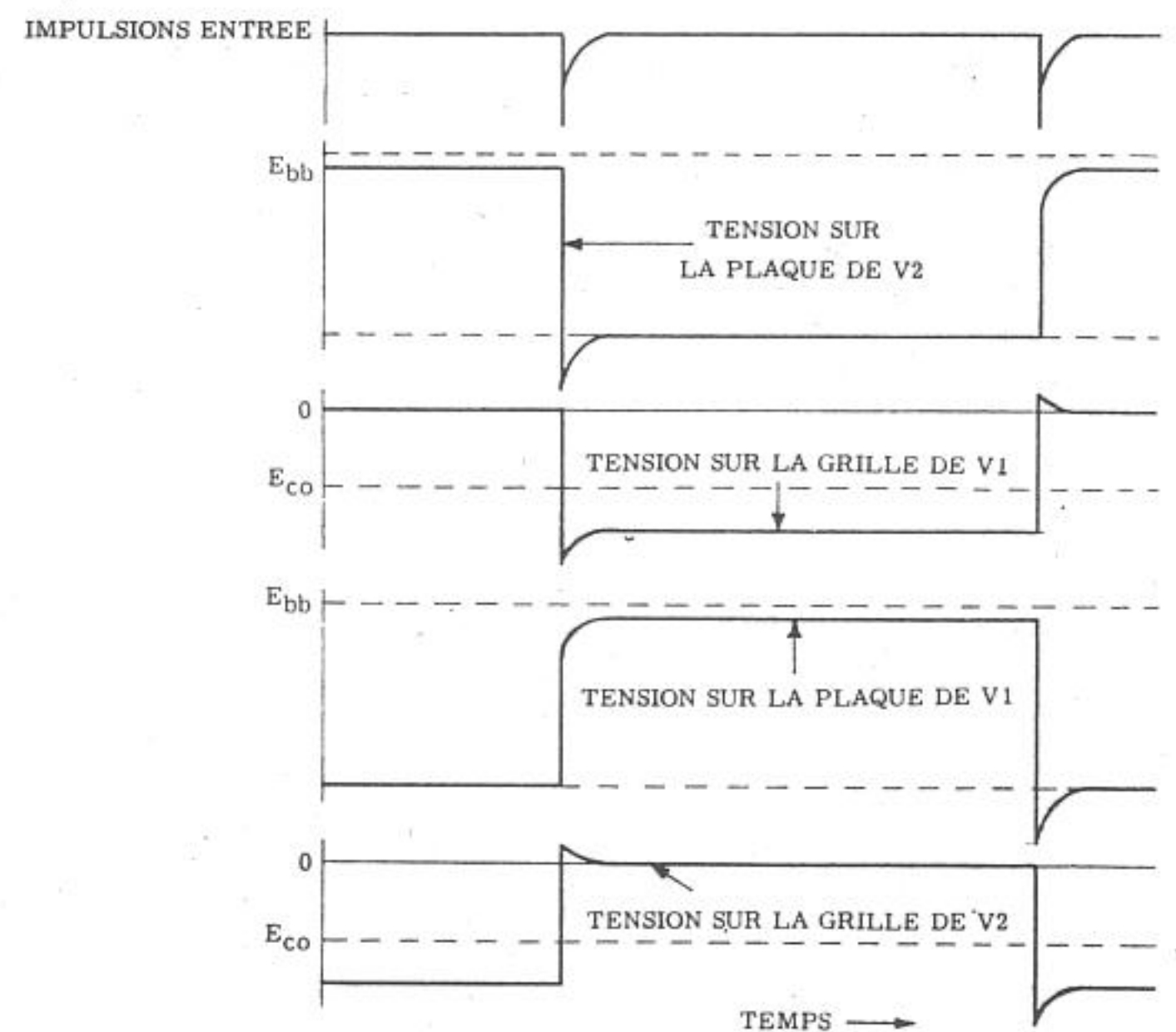
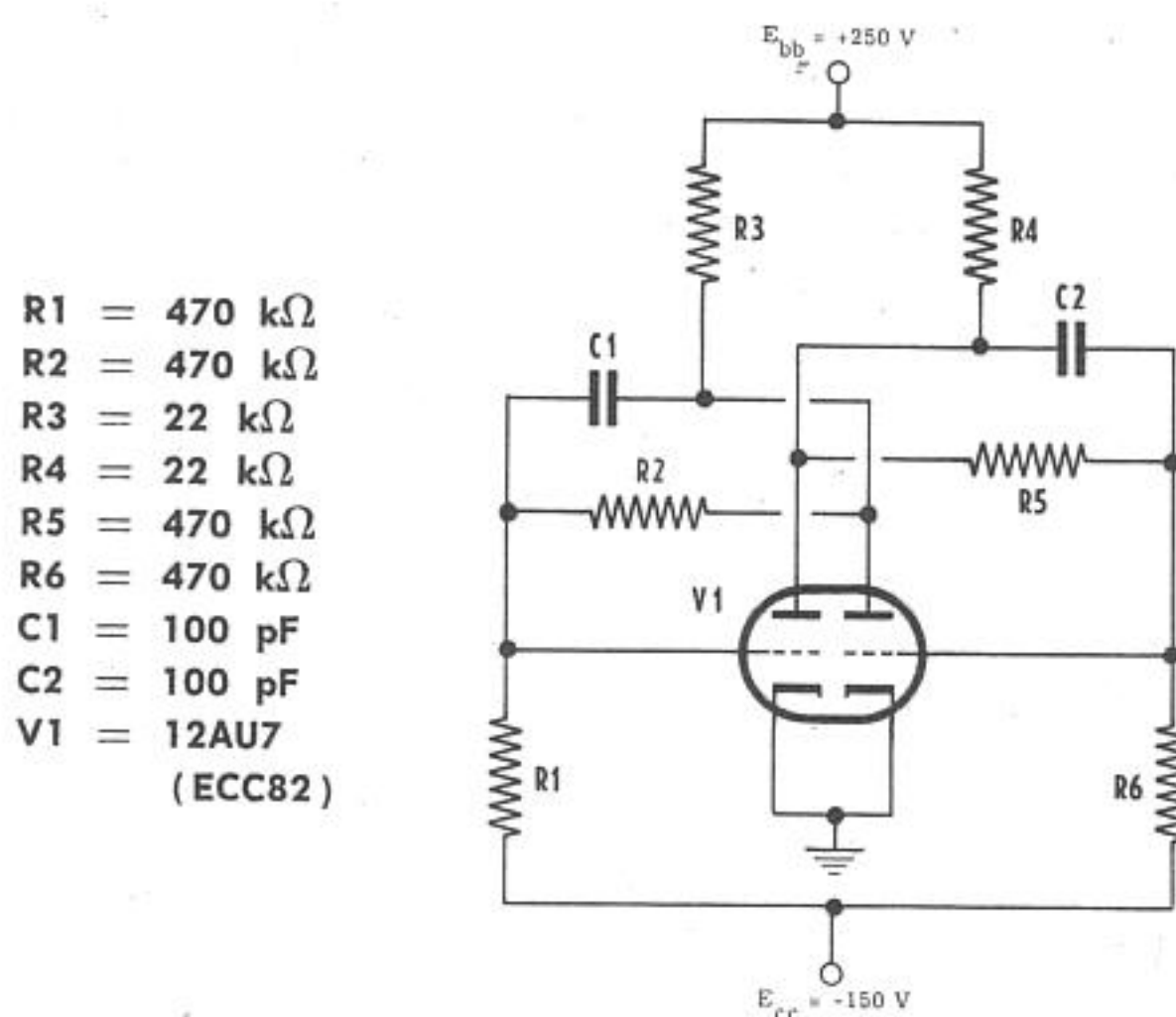
Nous avons, ensuite, représenté deux types de multivibrateurs monostables: l'un à couplage plaque-grille et l'autre à couplage par les cathodes.

Enfin, nous donnons le schéma d'un multivibrateur astable comportant une double-triode 6J6 (ou ECC91).

Etant donné que ces montages sont tous d'une réalisation et d'une mise au point assez faciles, nous conseillons d'entreprendre la construction d'au moins un d'entre-eux, que l'on pourra faire sur un petit châssis d'aluminium. Il pourra être alimenté par une alimentation séparée utilisée pour d'autres montages.

Dans les deux prochaines leçons, nous étudierons l'oscilloscope à rayons cathodiques et décrirons une réalisation pratique d'un de ces instruments; ceux de nos lecteurs qui le construiront, pourront alors observer directement sur l'écran les différentes formes d'ondes, représentées en marge des schémas de ce tableau en branchant la sonde de l'instrument aux différentes broches des tubes.

MULTIVIBRATEUR BISTABLE NORMAL



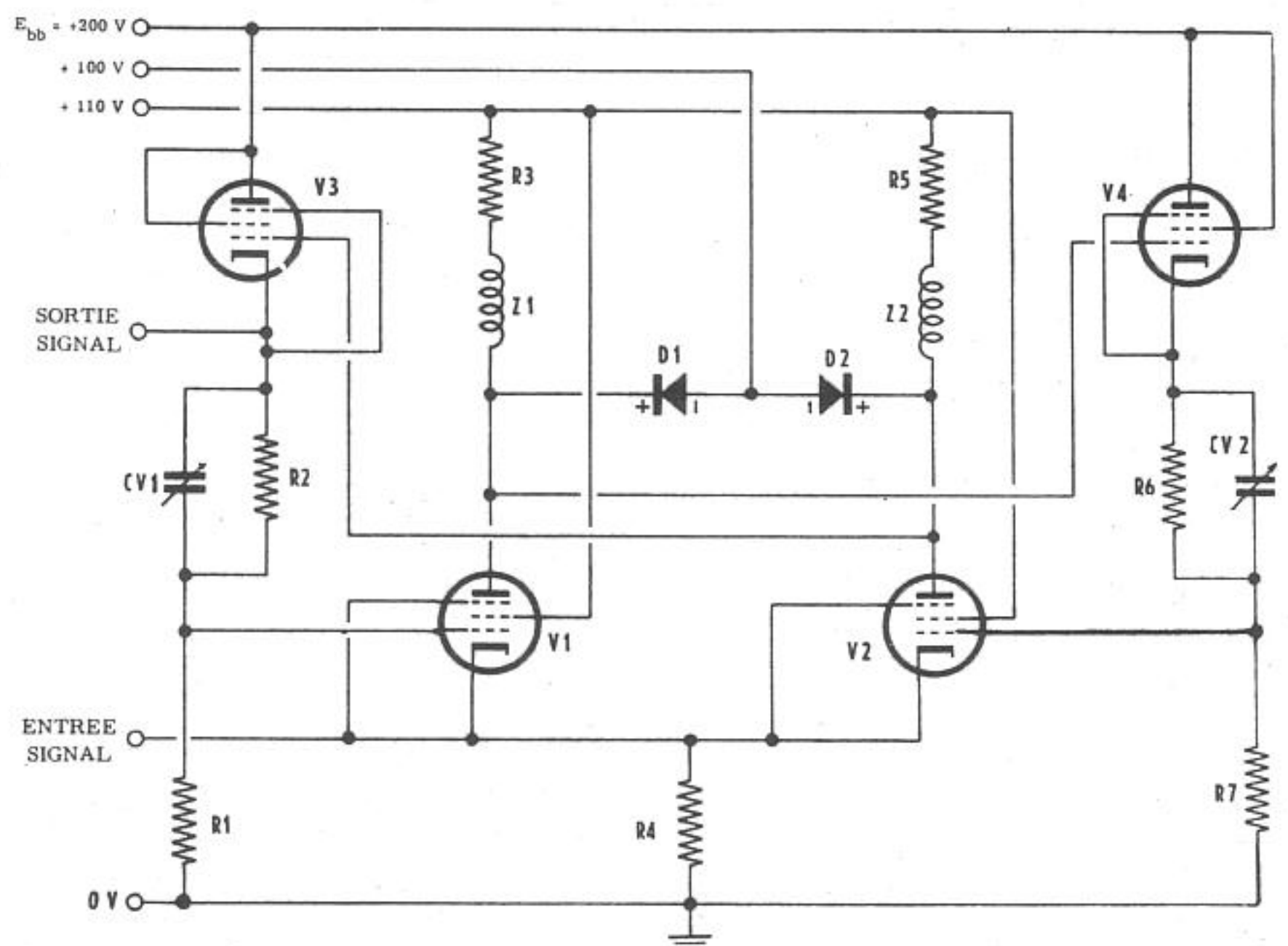
MULTIVIBRATEUR BISTABLE POUR FREQUENCES ELEVEES

- $R1, R2 = 2 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}$
 $R3 = 470 \Omega$
 $R4 = 2,2 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}$
 $R5 = 470 \Omega$
 $R6, R7 = 2 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}$
 $Z1, Z2 = 5 \mu\text{H}$
 $CV1, CV2 = 6-30 \text{ pF}$
 $V1, V2, V3, V4 = E180F$

Ce montage présente les modifications fondamentales suivantes:

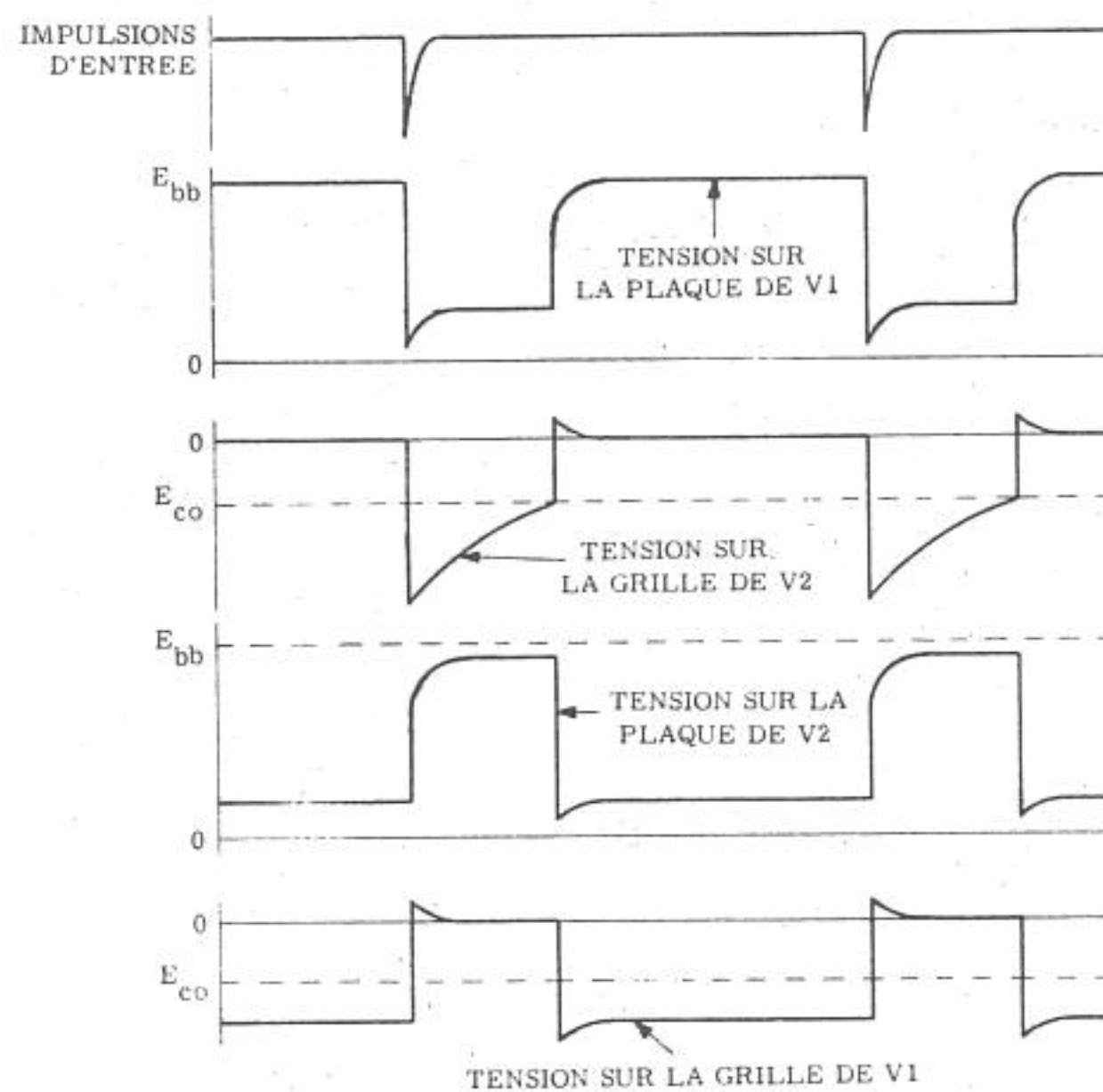
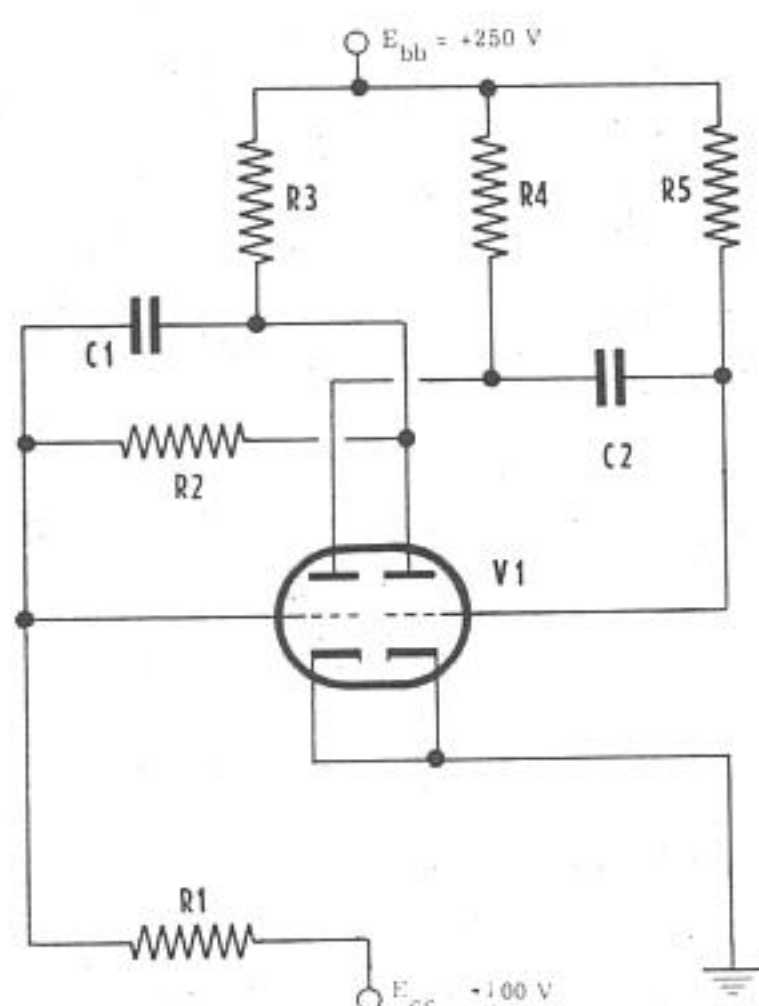
1) On utilise des pentodes, au lieu des triodes, car elles permettent d'obtenir une meilleure amplification des fréquences élevées, ce qui, dans ce cas, signifie un passage plus rapide de l'état de fonctionnement à celui de blocage, et inversement.

2) Les liaisons plaque-grille sont faites au moyen de deux étages, pentodes à sortie sur la cathode (au lieu d'être simplement réalisées au moyen du classique circuit RC), ce qui permet de diminuer encore le temps de réponse.



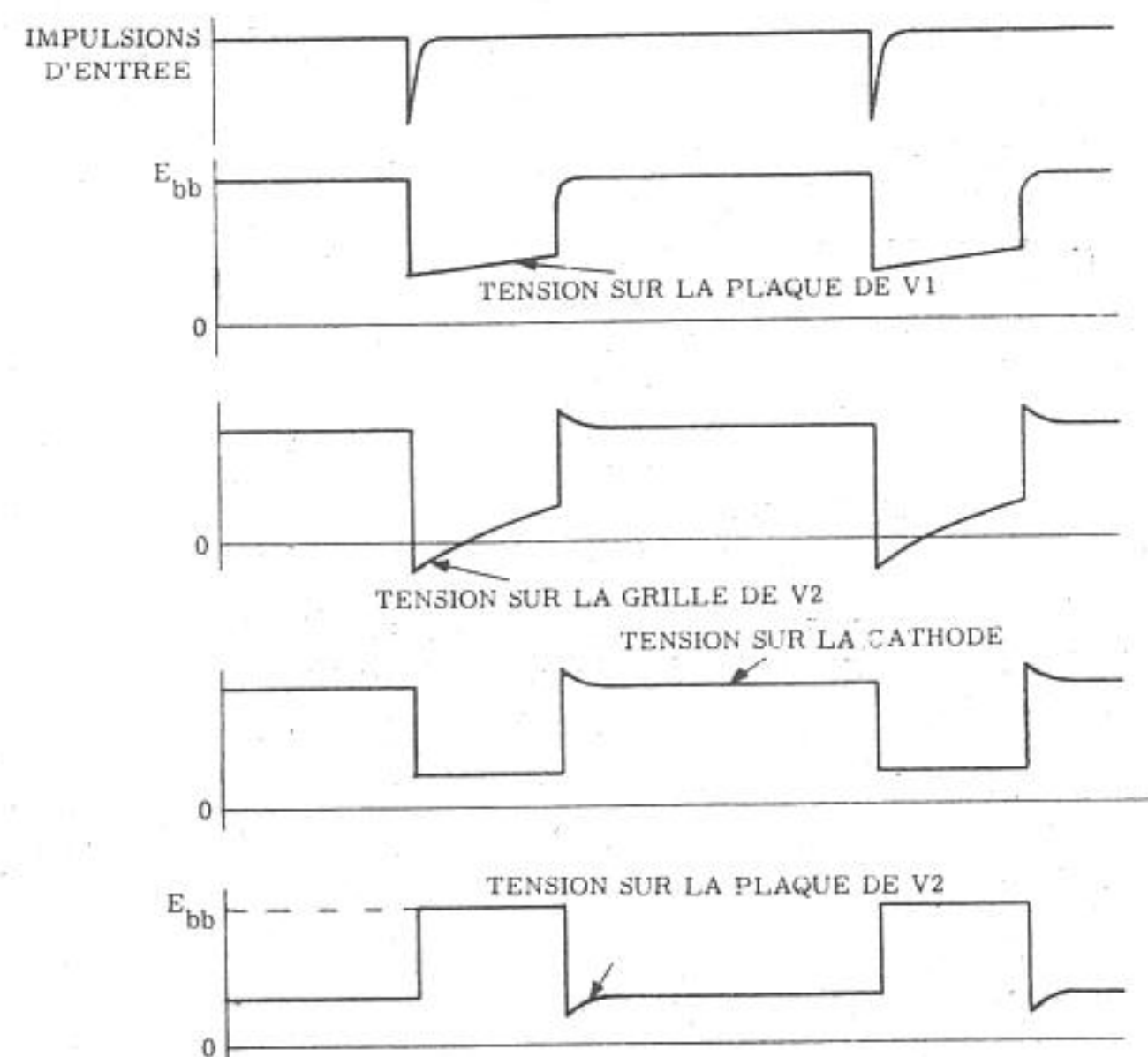
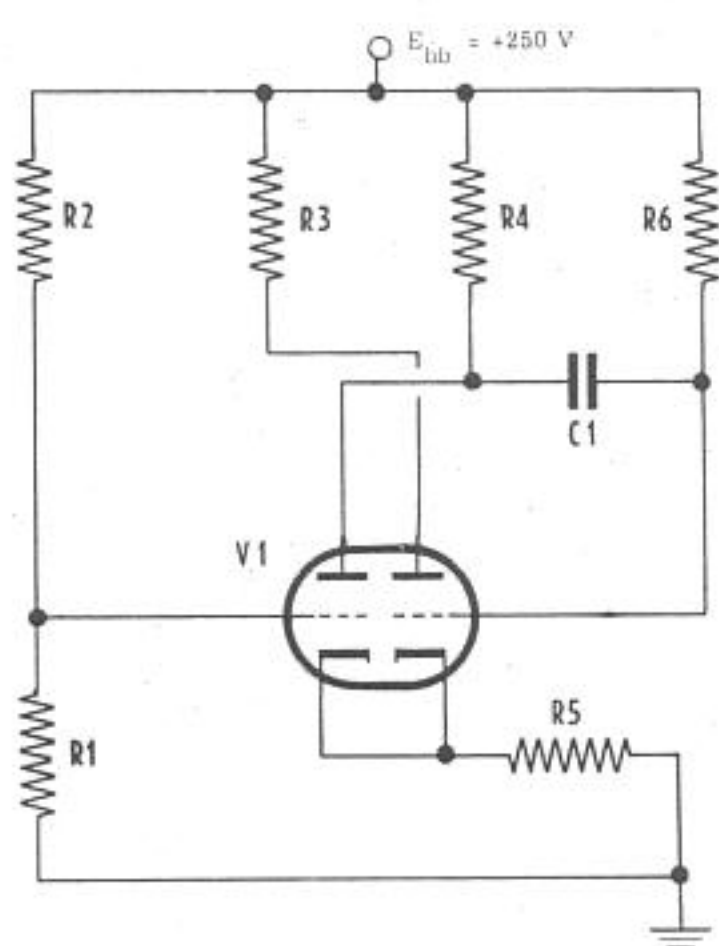
MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE A COUPLAGE PLAQUE-GRILLE

$R1 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R2 = 1,5 \text{ M}\Omega$
 $R3 = 25 \text{ k}\Omega$
 $R4 = 100 \text{ k}\Omega$
 $R5 = 1 \text{ M}\Omega$
 $C1 = 47 \text{ pF}$
 $C2 = 700 \text{ pF}$
 $V1 = 12\text{AU7}$
 (ECC82)



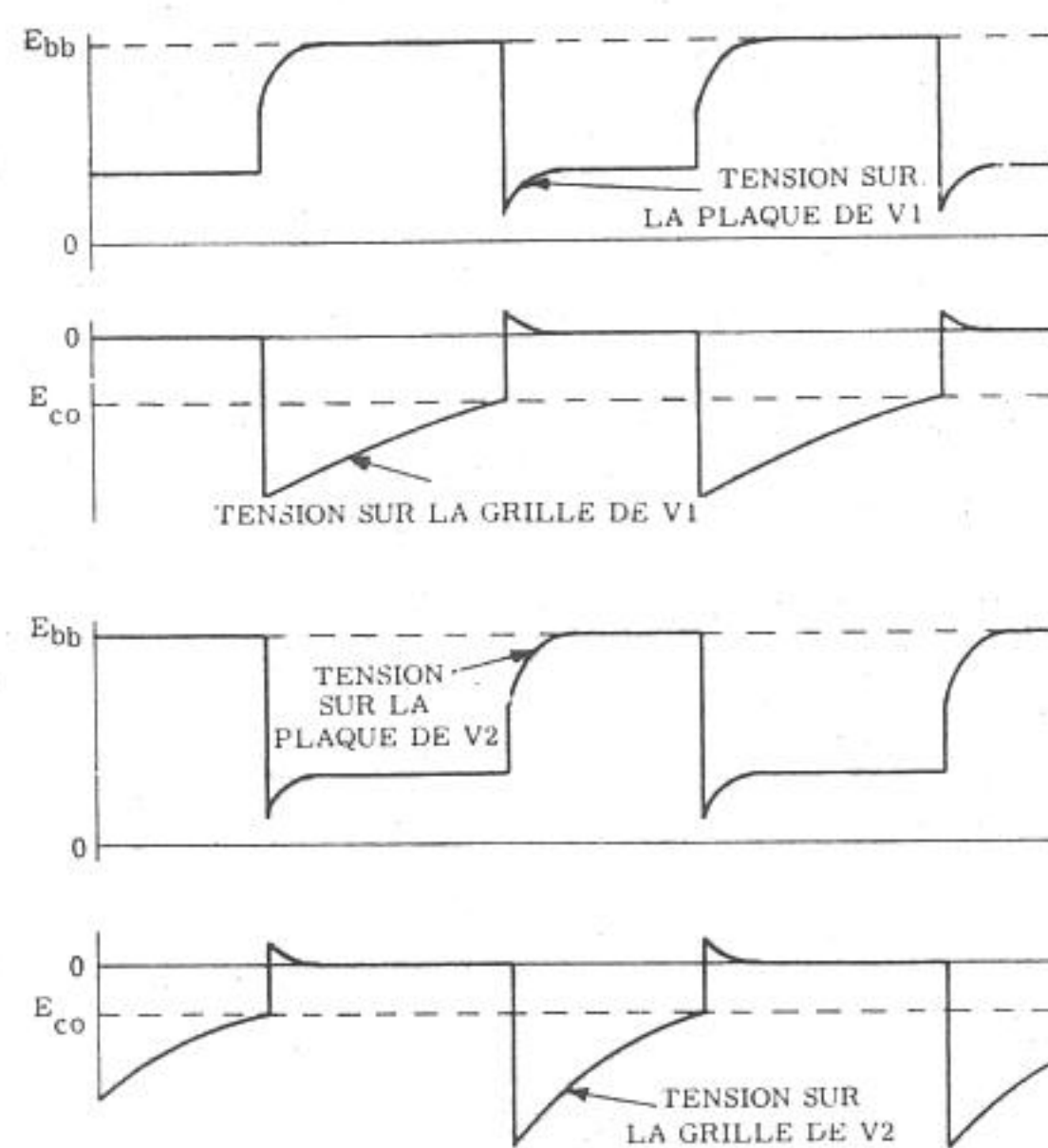
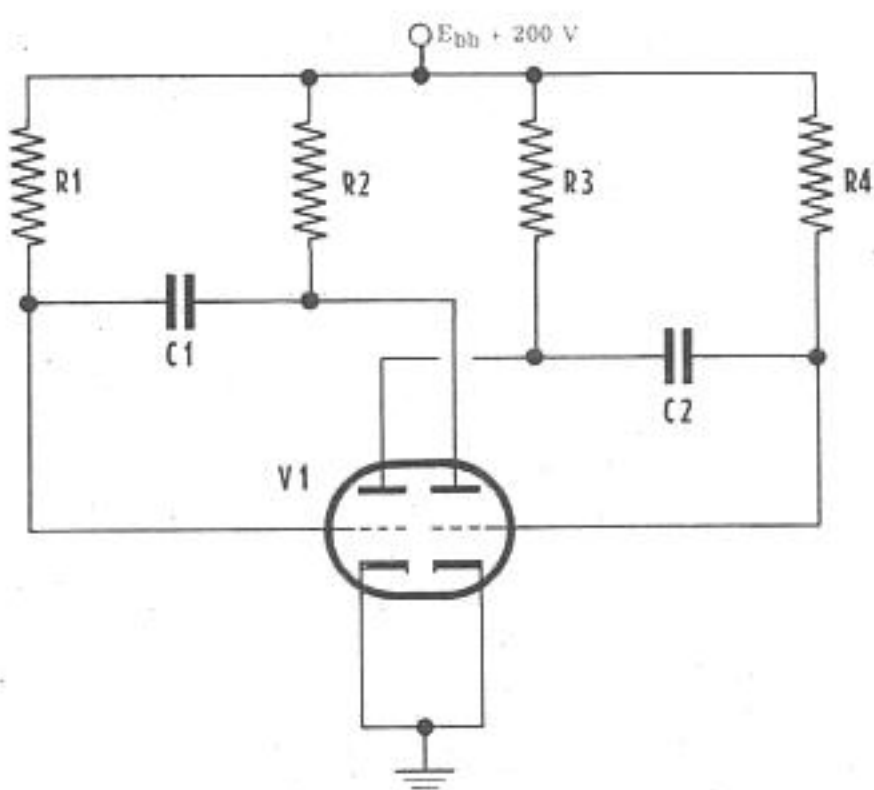
MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE A COUPLAGE PAR LES CATHODES

$R1 = 100 \text{ k}\Omega$
 $R2 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R3 = 10 \text{ k}\Omega$
 $R4 = 47 \text{ k}\Omega$
 $R5 = 3,3 \text{ k}\Omega$
 $R6 = 1 \text{ M}\Omega$
 $C1 = 800 \text{ pF}$
 $V1 = 6\text{J6}$
 (ECC91)



MULTIVIBRATEUR ASTABLE

$R1 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R2 = 12 \text{ k}\Omega$
 $R3 = 12 \text{ k}\Omega$
 $R4 = 1 \text{ M}\Omega$
 $C1 = 115 \text{ pF}$
 $C2 = 115 \text{ pF}$
 $V1 = 6\text{J6}$
 (ECC91)



Ce type de multivibrateur, bien que pouvant être employé comme générateur autonome d'oscillations, est généralement commandé (ou, pour mieux dire, synchronisé) au moyen d'impulsions extérieures. En effet, en l'absence de synchronisation, la fréquence des signaux est instable.

TABEAU 87 - EXEMPLES DE MONTAGES MULTIVIBRATEURS A TRANSISTORS

Dans ce tableau, nous présentons une série de schémas de montages multivibrateurs à transistors et indiquons, pour certains, les formes d'ondes sur les électrodes.

Sont représentés quatre multivibrateurs bistables; deux multivibrateurs monostables, dont l'un à couplage par les émetteurs; un multivibrateur astable normal et un à couplage par les émetteurs. Nous verrons également un exemple de multivibrateur à couplage inductif.

Les symboles utilisés pour les signaux présents sur les différentes électrodes des transistors ont les signi-

fications suivantes:

e_{c1} = tension sur le collecteur de T1

e_{c2} = tension sur le collecteur de T2

e_{b1} = tension sur la base de T1

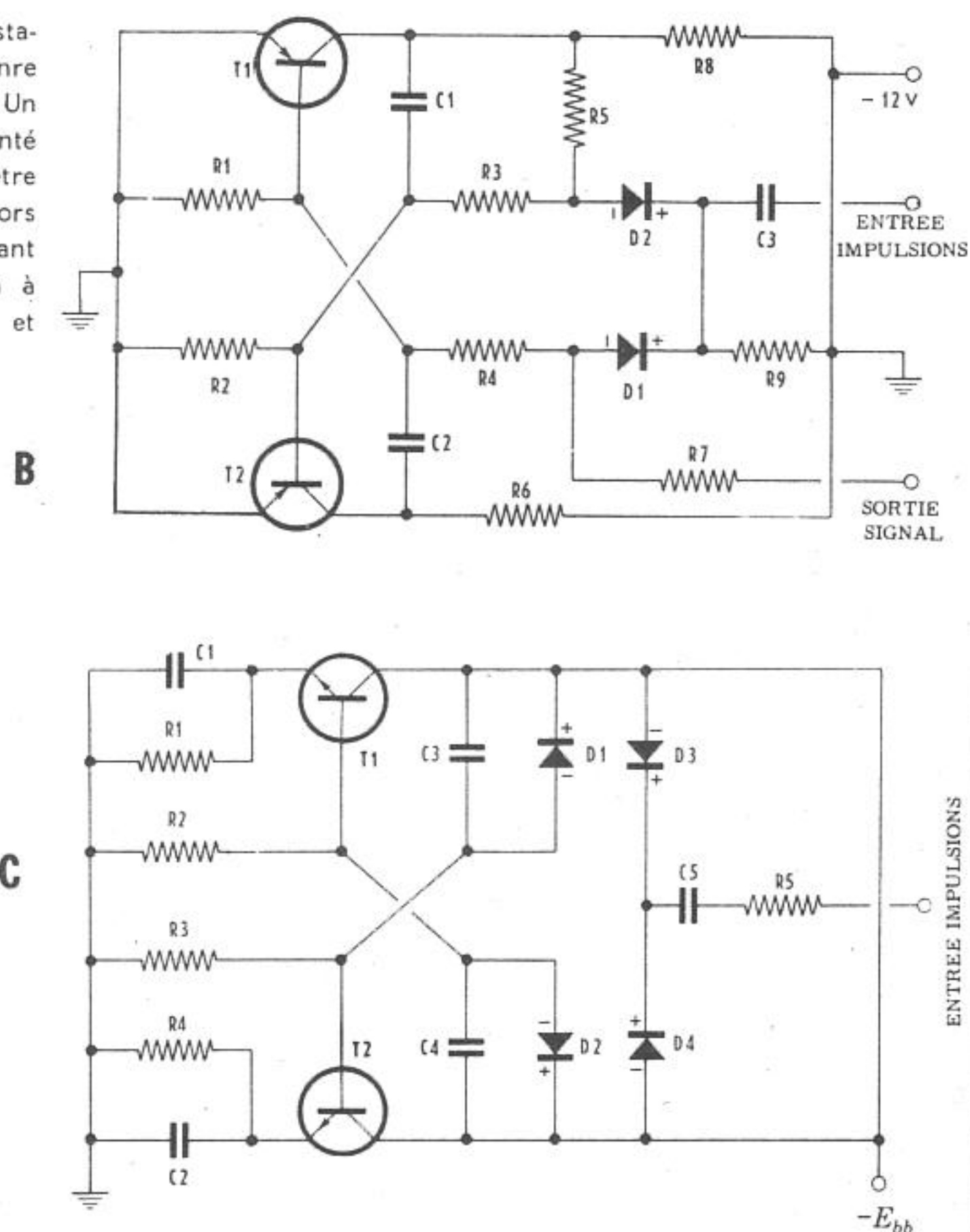
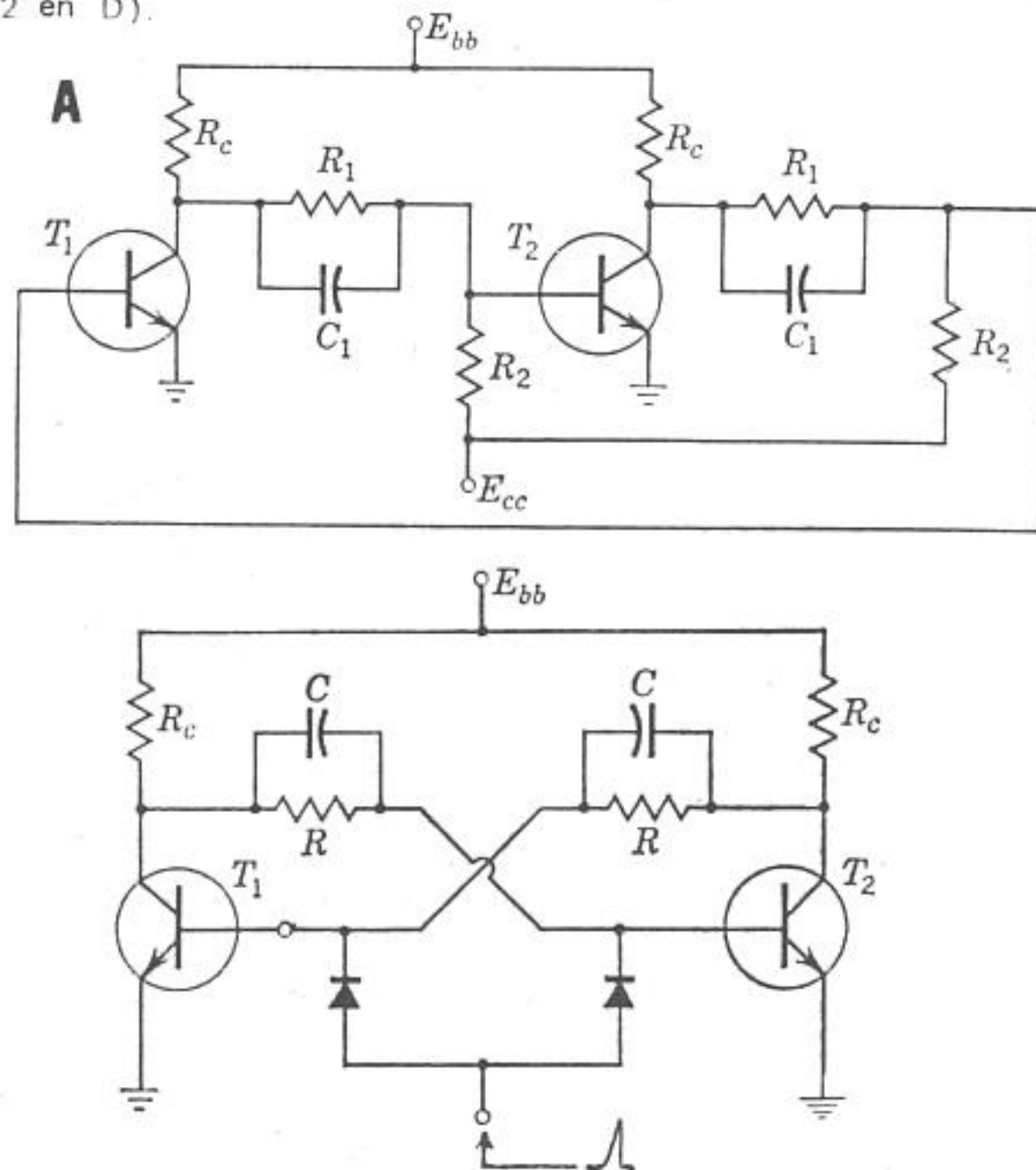
e_{b2} = tension sur la base de T2

e_e = tension sur les émetteurs.

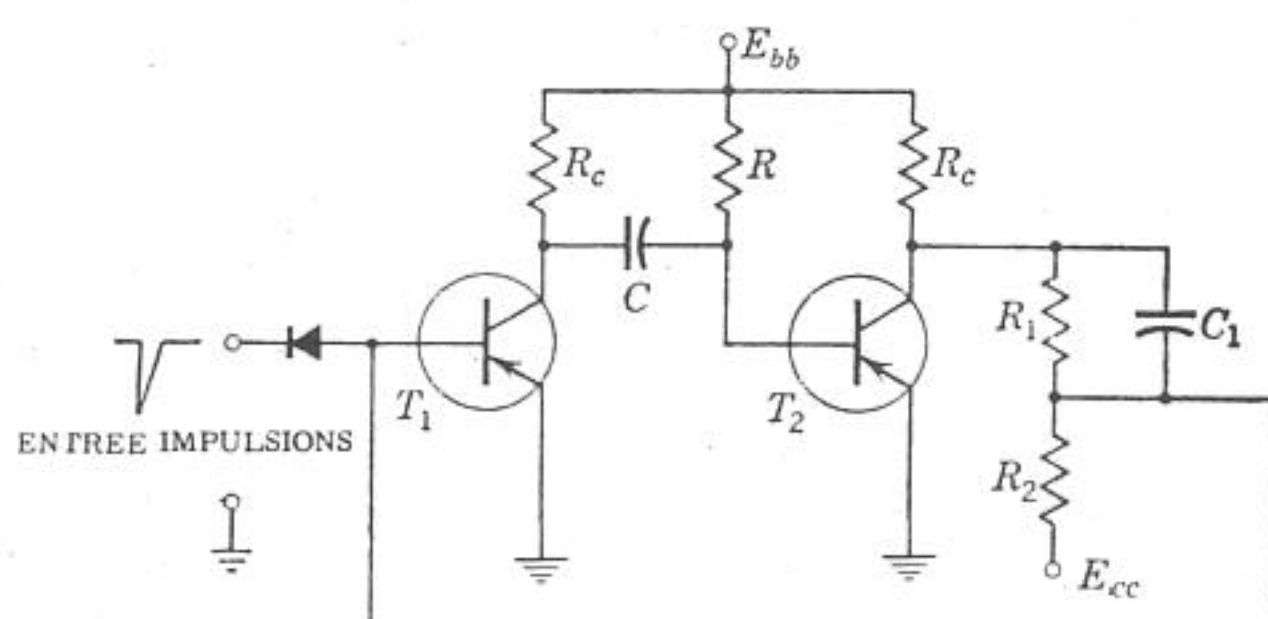
Cette fois, également, les schémas indiqués peuvent être facilement réalisés, car toutes les valeurs des éléments sont indiquées. On utilisera des transistors du type normal Basse Fréquence (0C70, 0C71, 0C76).

MULTIVIBRATEUR BISTABLE A TRANSISTORS

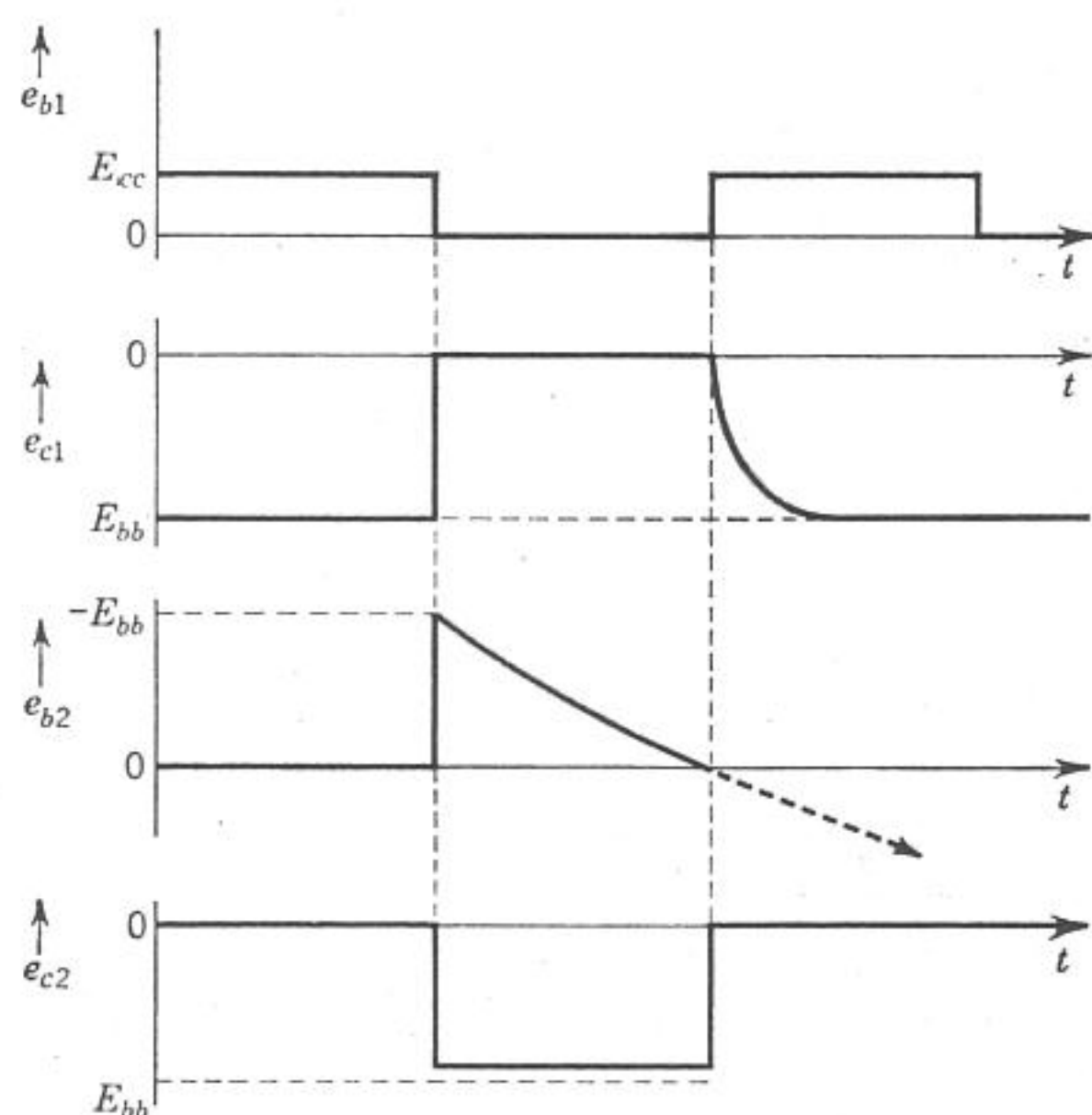
En A est représenté le type le plus simple de multivibrateur bistable à transistors; en B on peut voir un montage du même genre pourvu d'une entrée pour impulsions de commande positives. Un autre circuit de ce type, légèrement plus compliqué, est représenté en C; dans ce montage, les impulsions de commande peuvent être de forme carrée. Pour éviter que, dans ce montage, les transistors travaillent dans leur zone de saturation, en raison de l'important retard qui se produit lors du passage de la zone de conduction à la zone d'interdiction, il convient de prévoir deux diodes (D1 et D2 en D).



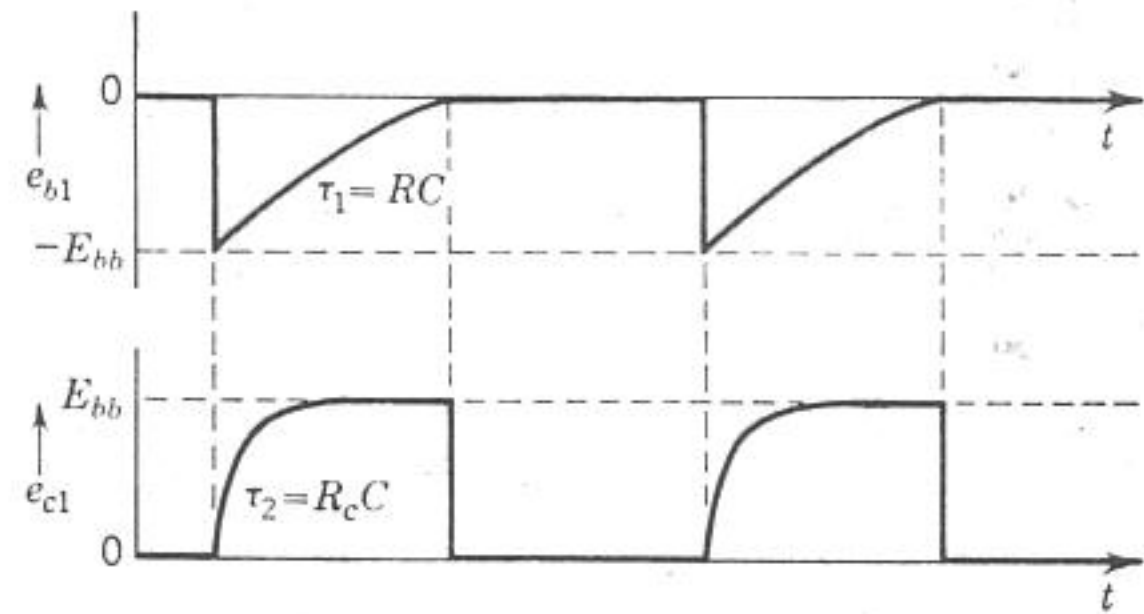
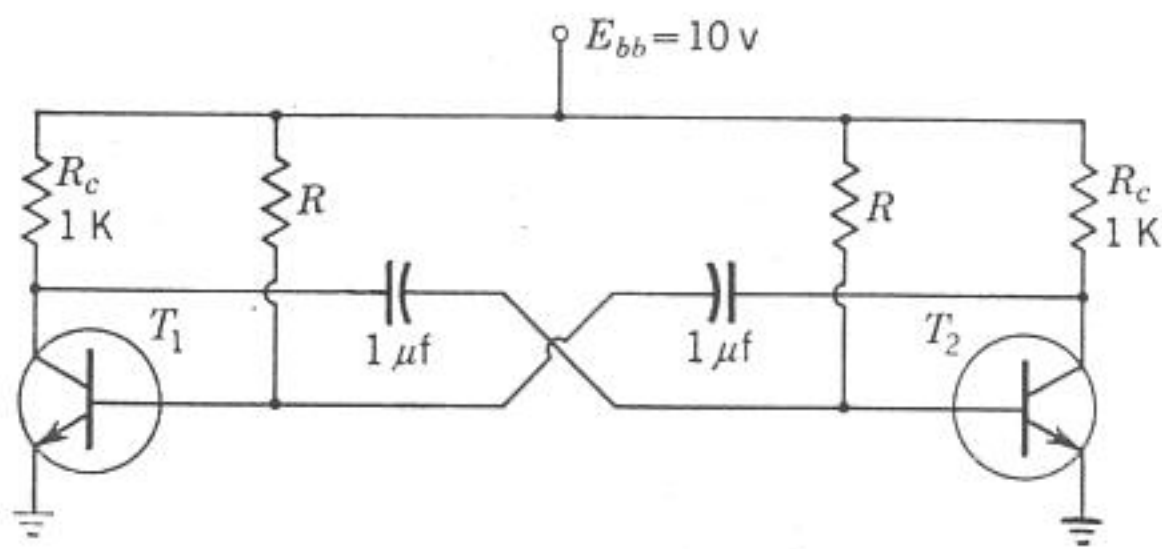
MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE A TRANSISTORS



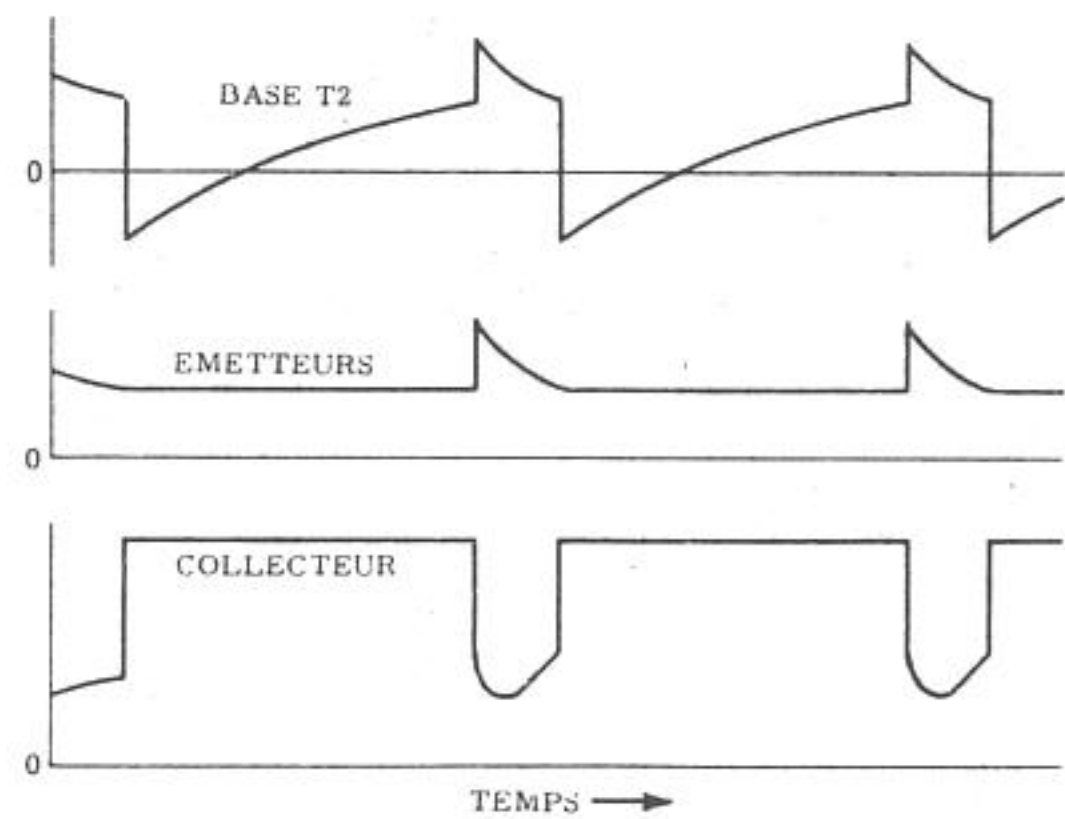
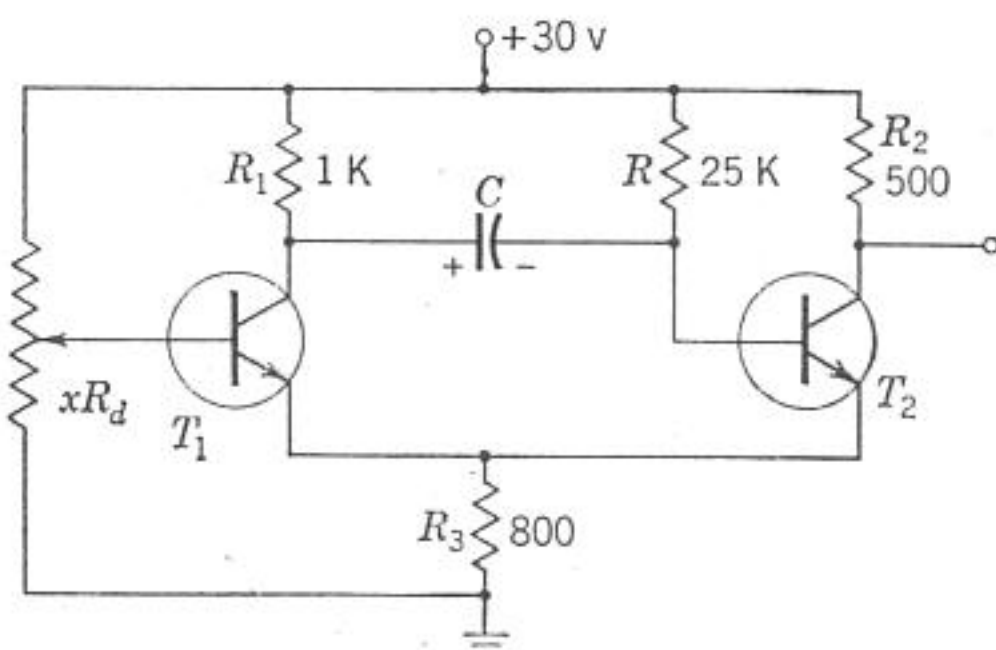
Ce montage, pour le fonctionnement duquel des impulsions de commande négatives sont nécessaires, est semblable à celui à tube correspondant. La ligne en pointillés qui continue le signal de la base de T2, va jusqu'à la valeur E_{bb} .



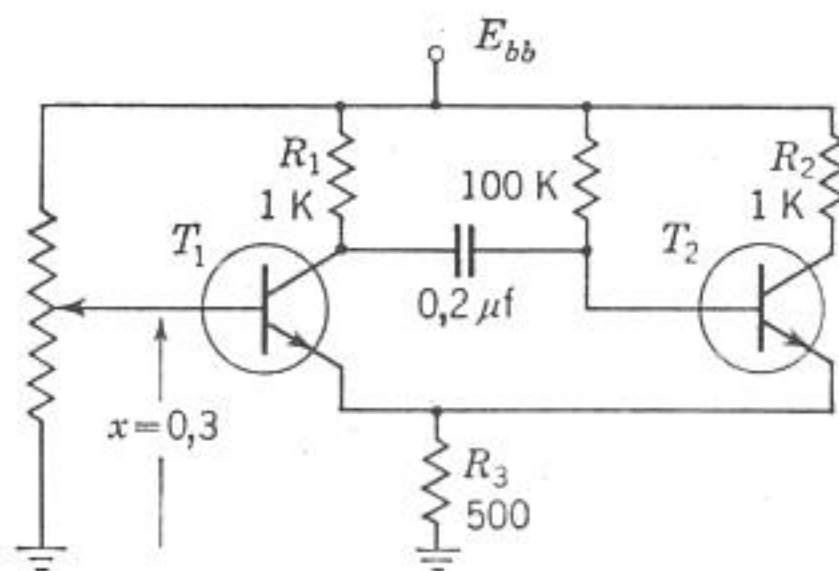
MULTIVIBRATEUR ASTABLE A TRANSISTORS



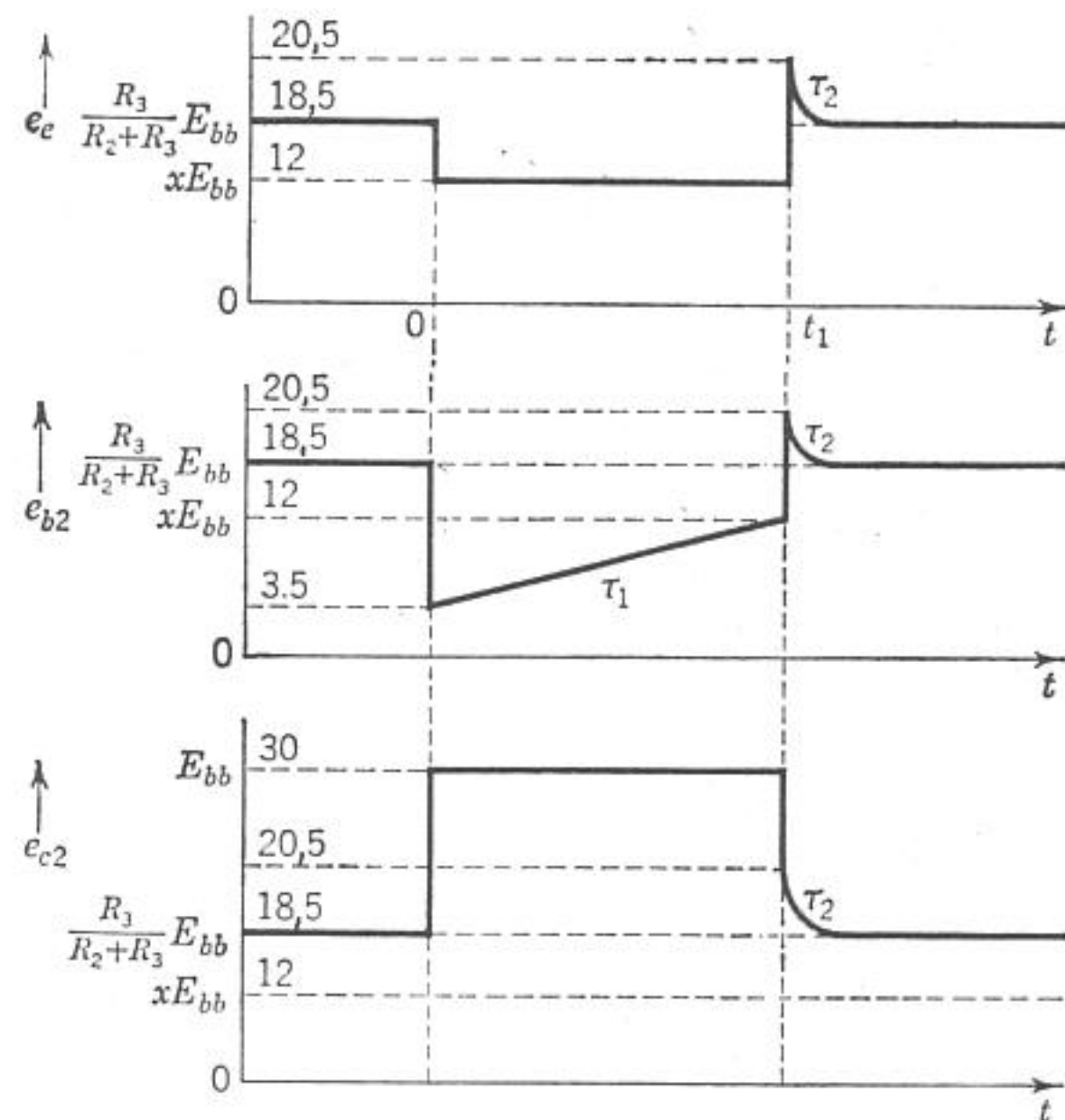
MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE A COUPLAGE PAR LES EMETTEURS



MULTIVIBRATEUR ASTABLE A COUPLAGE PAR LES EMETTEURS

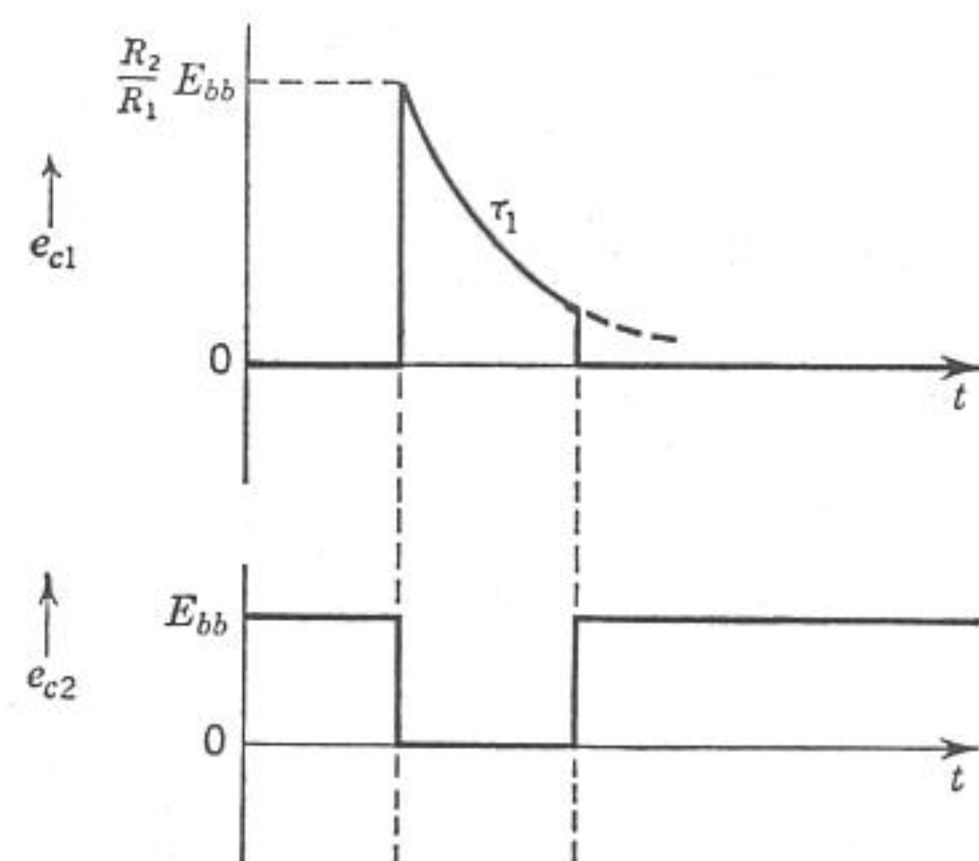
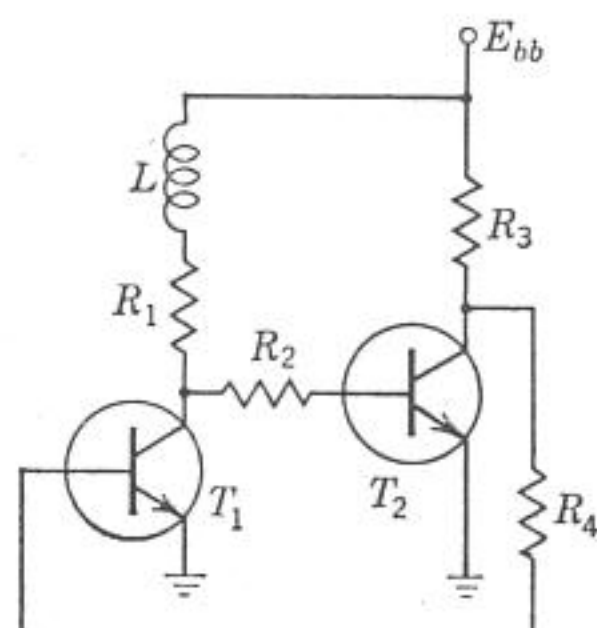


Dans ce montage, un des couplage entre base et collecteur a été remplacé par une liaison directe entre les deux émetteurs. Il n'y a donc qu'une seule résistance de polarisation.



MULTIVIBRATEUR A COUPLAGE INDUCTIF

Dans les montages à couplage par capacité étudié jusqu'ici, une des deux conditions de fonctionnement impliquait l'interdiction du passage du courant dans les transistors (ou les tubes); dans ce circuit, par contre, on fait appel à la saturation du transistor et l'élément apte à la provoquer n'est plus un condensateur, mais une inductance.



One-to-one transformer — Transformateur de rapport 1.

O network — Réseau électrique en O (formé par quatre impédances branchées en série de façon à former un circuit fermé).

One-way — Unidirectionnel.

One-way communication — Transmission (radio) unidirectionnelle.

One-way repeater — Répéteur qui amplifie les signaux dirigés dans une direction.

One-way switch — Interrupteur unidirectionnel.

One-wire — Se rapportant à des composants et liaisons utilisés dans des circuits ayant un côté à la masse.

On-net station — Station qui fait partie d'une chaîne.

On-off control — Système de contrôle où le dispositif à contrôler résulte complètement opérant ou non, sans aucune position de travail intermédiaire.

On-off keying — Manipulation marche-arrêt.

On-off switch — Interrupteur marche arrêt.

On period — Période de conduction.

On position — Position de fonctionnement.

On the air — En transmission.

On-the-air monitor — Moniteur de transmission.

On the beam — Qui suit le faisceau radio.

Opacimeter — Opacimètre (instrument qui mesure l'opacité d'un liquide au moyen d'un dispositif photoélectrique qui mesure la quantité de lumière qui traverse le liquide).

Opacity — Opacité.

Opaque — Opaque.

Open — Ouvert, rupture ou discontinuité dans un circuit.

Open (to) a circuit — Ouvrir un circuit.

Open-air ionization chamber — Chambre d'ionisation à air.

Open antenna — Antenne extérieure.

Open area — L'aire où l'identification immédiate d'objets en vol n'est pas requise.

Open-center control — Présentation visuelle radar avec la zone centrale dilatée.

Open-centre display — Idem.

Open center ppi — Idem.

Open circuit — Circuit ouvert.

Open-circuit admittance — Admittance d'un circuit ouvert.

Open-circuit battery — Batterie employée seulement dans des circuits qui fonctionnent par de brefs intervalles de temps.

Open-circuit characteristic — Caractéristique interne.

Open-circuited — A circuit ouvert.

Open-circuit impedance — Impédance d'un circuit ouvert.

Open circuit jack — Jack qui normalement laisse le propre circuit ouvert. Le circuit peut être fermé seulement à travers un circuit relié à la fiche qui est insérée dans le jack.

Open-circuit loss — Perte à vide.

Open-circuit parameter — Paramètre d'un circuit ouvert (d'un circuit équivalent de transistor).

Open-circuit transfer admittance — Admittance de transfert pour circuit ouvert (entre deux paires de noeuds d'un réseau).

Open-circuit transfer impedance — Impédance de transfert pour circuit ouvert (entre deux paires de noeuds d'un réseau).

Open-circuit transition — Système de commutation série-parallèle.

Open-circuit trouble — Panne par interruption de circuit.

Open-circuit voltage — Tension de circuit ouvert (aux bornes d'une batterie ou autre source de tension lorsqu'aucun courant de valeur considérable n'y circule).

Open-circuit voltmeter — Voltmètre à travers lequel ne circule aucun courant. Son fonctionnement est basé sur les charges électrostatiques produites.

Open-core transformer — Transformateur à circuit magnétique ouvert.

Open cycle — Cycle ouvert.

Open delta connection — Connexion triangulaire ouverte.

Open half-wave line — Ligne résonnante à demi-onde, ouverte à une des extrémités. Elle se comporte comme un circuit résonnant en parallèle avec la fréquence de résonance.

Open fuse — Fusible interrompu, ou nu.

Opening — Ouverture.

Opening angle — Angle d'ouverture.

Opening extra current — Extra-courant d'ouverture.

Opening spark — Etincelle d'ouverture.

Open ligne — Ligne de transmission ouverte.

Open link fuse — Fusible nu.

Open loop — Circuit ouvert.

Open machine — Machine électrique découverte (dans le but de ventilation).

Open phase relay — Relais qui fonctionne par l'ouverture d'une ou plusieurs phases d'un circuit polyphase, lorsque dans la phase ou les phases restantes circule un courant suffisant.

Open plug — Fiche qui maintient en position ouverte les ressorts d'un jack, sans faire partie du circuit.

Open quarter-wave line — Ligne résonnante en quart d'onde ouverte à une des extrémités. Elle se comporte comme un circuit résonnant en série avec la fréquence de résonance.

Open wire — Conducteur interrompu, ou aérien.

Open-wire circuit — Circuit à conducteurs aériens.

Open-feeder — Ligne de transmission à deux conducteurs parallèles convenablement séparés.

Open-wire feed-line — Idem.

Open-wire line — Ligne à conducteurs aériens.

Open-wire transmission line — Voir «Open-wire feeder».

Open-work reflector — Réflecteur d'antenne à grille.

Operand — Opérateur (une des quantités qui entrent en jeu dans une opération d'un calculateur électronique).

Operate time — Le temps total qui s'écoule entre l'excitation d'un relais et l'ouverture ou la fermeture complète de ses contacts.

Operating — Fonctionnant.

Operating angle — Angle de flux (l'angle électrique du signal d'entrée pendant lequel circule un courant anodique dans un tube amplificateur. Ces angles sont, pour les trois types principaux d'amplification: Classe A moins de 360°; Classe B moins de 360° et plus de 180°; Classe C moins de 180°).

Operating characteristics — Caractéristiques de fonctionnement.

Operating conditions — Conditions de travail.

Operating current — Courant d'exercice.

Operating frequency — Fréquence de travail.

Operating point — Point de travail (d'un tube, sur la courbe caractéristique).

Operating power — Puissance d'antenne (d'un émetteur).

Operating temperature of a condenser — Température de travail d'un condensateur.

Operating time — Temps de fonctionnement.

Operating trouble — Ennuis de fonctionnement.

Operating voltage — Tension de travail.

Operation — Fonctionnement, travail.

Operational characteristics — Caractéristiques fonctionnelles.

Operational test — Vérification fonctionnelle.

Operator — Opérateur.

Operator's log — Régistre d'opérateur (enregistrement chronologique d'événements relatifs au fonctionnement d'un appareil particulier).

Opposite current — Courant opposé.

Opposite forces — Forces opposées.

Opposite phase — Phase opposée (une différence de phase de 180° électriques).

Opposition — Opposition (la relation de phase entre deux quantités périodiques ayant la même fréquence lorsque la différence de phase est de 180°, à savoir un semicycle).

OPR — Abréviation de « Operator » (opérateur).

Optar — Abréviation de « Optical automatic ranging » (Dispositif de guide pour les aveugles).

Optical — Optique.

Optical angle — Angle optique.

Optical axis — Axe optique (dans un cristal, c'est l'axe Z).

Optical filter — Filtre optique.

Optical horizon — Horizon optique.

Optical maser — Maser optique ou « laser » (un « maser » où la fréquence des « coups de pompe » est comprise entre la gamme de lumière visible ou radiation infrarouge).

Optical pattern — Diagramme optique (on l'observe lorsque la surface d'un disque enregistré est illuminée par un faisceau de lumière parallèle avec la surface elle-même).

Optical photon — Photon optique (ayant une énergie qui correspond à une longueur d'onde voisine ou comprise dans le spectre de lumière visible).

Optical resonance — Résonance optique (luminescence où les fréquences de la radiation excitante et émise sont les mêmes).

Optical sound recorder — Enregistreur sonore photographique.

Optical sound reproducer — Reproducteur sonore photographique.

Optical sound track — Piste sonore optique (de pellicule cinématographique).

Optical system — Système optique.

Optical twinning — Doublement optique (défaut qui a lieu dans les cristaux naturels de quartz, dans des régions réduites de matériel à éliminer pendant la taille).

le du cristal pour l'emploi piézoélectrique).

Optics — Optique.

Optimum bunching — Accumulation optimum (condition nécessaire dans un tube à modulation de vitesse pour obtenir la sortie maximum).

Optimum coupling — Couplage optimum ou critique (qui permet le transfert maximum d'énergie d'un circuit à un autre).

Optimum load — Charge optimum.

Optimum programming — Programmation optimum (d'un ordinateur).

Optimum traffic frequency — Fréquence optimum de trafic (pour la propagation ionosphérique entre deux localités spécifiques).

Optimum working frequency — Fréquence optimum de travail (pour la propagation ionosphérique entre deux localités spécifiques).

Optophone — Optophone (dispositif photoélectrique de lecture pour les aveugles).

OPV — Abréviation de « Ohms per volt ».

Orbit — Orbite.

Orbital — Orbital.

Orbital-beam tube — Tube à faisceau électronique.

Orbital electron — Electron orbital.

Orbital quantum number — Nombre quantique orbital.

Orbit point — Point orbital.

Orbit-shift coil — Une des bobines employées pour modifier l'orbite des particules du faisceau d'un béatron ou synchrotron.

Or-circuit — Circuit électronique dont la sortie résulte activée uniquement lorsqu'une ou plusieurs des ses nombreuses entrées se trouvent dans une condition prescrite. Il est employé dans les calculateurs numériques).

Order — Ordre, séquence d'événements.

Order of reflection — Ordre de réflexion (le nombre de réflexions de la terre à l'ionosphère et de celle-ci à la terre, réalisées par une onde radio en passant d'un point à l'autre).

Order wire circuit — Circuit téléphonique pour appel de service.

Ordinary component — Composante ou rayon ordinaire (d'un faisceau de lumière qui traverse un prisme de Nicol).

Ordinary ray — Idem.

Ordinary wave — Onde ordinaire (une des deux composantes en qui se divise une onde radio dans l'ionosphère par le champ magnétique de la terre).

Ordinary-wave component — Idem.

Ordinate — Ordonnée (la valeur qui spécifie la distance en direction verticale sur un graphique).

Ordir — Abréviation de « Omnidirectional radar » (radar qui sert à intercepter des missiles ayant une portée d'environ 4 000 kilomètres).

Orefice — Orifice (l'ouverture ou fenêtre d'un guide d'ondes à travers laquelle on transmet l'énergie).

Organic electricity — Electricité organique.

Or-gate — Circuit électronique dont la sortie résulte activée lorsqu'une ou plusieurs de ses nombreuses entrées se trouvent dans une condition prescrite).

Orient (to) — Orienter, tourner.

Orientation — Orientation.

Orientation twinning — Défaut qui a lieu

dans les cristaux naturels de quartz où des régions adjacentes de quartz ont les pôles opposés.

Origin — Origine (le point d'intersection des axes de référence dans un graphique).

Origin distortion — Distortion d'origine (perte apparente de sensibilité, due à l'effet de charge spatiale, dans un tube à rayons cathodiques à déflexion électronique avec focalisation ionique à gaz).

Original master — Voir « Metal master ».

Orioscope — Orioscope (instrument pour localiser les axes électriques d'un cristal et déterminer le sens).

Orthogonal — Orthogonal, à angle droits.

Orthographic projection — Projection orthographique (d'une carte géographique).

OS — Nomenclature JAN pour « test oscilloscope » (oscilloscope d'essai).

Osc — Abréviation de « Oscillator ».

Oscillate (to) — Osciller.

Oscillating — Oscillant.

Oscillating circuit — Circuit oscillant.

Oscillating current — Courant oscillant (qui augmente et diminue alternativement d'amplitude dans le temps).

Oscillating discharge — Décharge oscillante (une série de décharges d'un condensateur).

Oscillating quantity — Quantité oscillante.

Oscillating tube — Tube oscillateur.

Oscillation — Oscillation.

Oscillation constant — Constante d'oscillation.

Oscillation frequency — Fréquence d'oscillation.

Oscillations start — Amorçage des oscillations.

Oscillations started — Amorcé.

Oscillator — Oscillateur (circuit qui engendre un courant alternatif à une fréquence déterminée par les valeurs de ses composants).

Oscillator adjustment — Mise au point de l'oscillateur.

Oscillator anode grid — Grille anodique de l'oscillateur (dans le tube superposeur).

Oscillator calibration — Etalonnage de l'oscillateur.

Oscillator circuit — Circuit oscillant.

Oscillator coil — Bobine ou transformateur H.F. d'un oscillateur.

Oscillator control grid — Grille oscillatrice (du tube superposeur).

Oscillator design — Projet d'un oscillateur.

Oscillator detector — Oscillateur détecteur.

Oscillator drift — Ecartement, dérive de fréquence de l'oscillateur.

Oscillator feedback — Amplificateur dont la réaction positive est si grande qu'il oscille.

Oscillator frequency — Fréquence d'oscillateur.

Oscillator harmonic interference — Interférence d'harmoniques de l'oscillateur local.

Oscillator harmonic response — Réponse aux harmoniques de l'oscillateur (d'un récepteur superhétérodyne), lorsque le récepteur est accordé sur une fréquence qui est un multiple entier de celle de l'oscillateur local.

Oscillator injection voltage — La tension de signal de l'oscillateur appliquée à la grille du tube mélangeur.

Oscillator-mixer-first detector — Etage con-

vertisseur (d'un poste récepteur superhétérodyne).

Oscillator padder — Condensateur réglable branché en série avec le circuit bouchon de l'oscillateur d'un poste récepteur superhétérodyne, afin de permettre l'accrochage entre l'oscillateur et le présélecteur à l'extrémité Basse Fréquence du cadran.

Oscillator plate efficiency — Rendement anodique de l'oscillateur.

Oscillator quartz — Quartz de qualité telle à être employé pour la fabrication de plaques pour oscillateurs.

Oscillator radiation — Rayonnement de l'oscillateur.

Oscillator stability — Stabilité de l'oscillateur.

Oscillator triode — Triode oscillatrice.

Oscillator tube — Tube oscillateur.

Oscillator tuning — Accord de l'oscillateur.

Oscillator with tuned grid circuit — Oscillateur à circuit de grille accordé.

Oscillator with tuned plate circuit — Oscillateur à circuit anodique accordé.

Oscillatory circuit — Circuit oscillatoire.

Oscillatory current — Courant oscillatoire (un courant dont la direction de flux s'inverse périodiquement comme résultat d'un équilibrage entre l'inductance et le condensateur dans le circuit à travers lequel il circule).

Oscillatory discharge — Décharge oscillatoire.

Oscillatory movement — Mouvement oscillatoire.

Oscillatory surge — Surtension oscillatoire (les valeurs positives et négatives comprises).

Oscillogram — Oscillogramme (l'enregistrement permanent produit par un oscillographe).

Oscillograph — Oscillographe (instrument qui fournit un enregistrement des valeurs instantanées d'une ou plusieurs quantités électriques variables, en fonction du temps ou bien une autre quantité électrique ou mécanique).

Oscillography — Oscillographie.

Oscilloscope — Oscilloscope (instrument qui rend possible la recherche visuelle de la forme d'onde de quantités électriques variables).

Oscilloscope pattern — Oscillogramme.

Oscilloscope tube — Tube à rayons cathodiques pour oscilloscope.

O shell — Couche O (la cinquième couche d'électrons autour d'un noyau d'un atome).

Osmium — Osmium (élément métallique employé en alliage avec l'iridium pour la fabrication d'aiguilles phonographiques).

Osophone — Osophone (Récepteur téléphonique pour les sourds, lequel applique les vibrations directement aux os de la tête).

Out — Débranché.

OUT — Abréviation de « Output » (sortie).

Outdoor antenna — Antenne externe.

Outdoor transformer — Transformateur à essai d'intempérie.

Outer coating — Revêtement extérieur.

Outer conductor — Conducteur extérieur.

Outer electrode — Electrode extérieure, c'est-à-dire placée à l'extérieur de l'ampoule.

Outer grid — Grille extérieure (dans un tube multigrille, l'électrode la plus voisine à la paroi de l'ampoule).

(voir Numéro précédent)

L'AGENT TECHNIQUE ELECTRONICIEN de LABORATOIRE dans un CENTRE de RECHERCHE

D'autre part, chacun de nous a le droit et le devoir de réserver plusieurs heures par semaine à tour de rôle pour s'informer, étudier, se tenir au courant des progrès si rapides de l'Electronique, mettre à jour sa propre documentation. C'est indispensable et profitable: il n'est pas rare que l'un de nous découvre au moment précis où elle nous était nécessaire, une information, une nouveauté technique ou matérielle, nous épargnant ainsi un temps précieux en tâtonnements ou enquêtes fastidieuses auprès de fournisseurs éventuels.

— J'avoue que je conçois mieux maintenant que votre travail d'équipe soit si efficace.

— Il doit l'être dans notre cas. On ne saurait prétendre à de telles recherches par un travail individuel.

Il faut en commun les facultés, les dispositions naturelles, les connaissances de nos divers techniciens, et cependant, ils doivent être « interchangeables et polyvalents » car nos études ne peuvent souffrir de retard en cas de maladie ou d'accidents.

— Vous bénéficiez aussi d'un cadre et d'une ambiance bénéfiques: pour moi, pauvre Parisien, votre décor est bien tentateur !

— Il était indispensable en effet que nous puissions travailler dans le calme et l'isolement, car malgré nos locaux spacieux, nos « essais » de botanique, les très beaux jardins qui nous entourent, et qui ne pouvaient être conçus que loin de Paris, dans une banlieue bien aérée, malgré tout cela, il m'arrive très souvent d'être « vidé » le soir !

— Vos horaires sont ?

— Très réguliers = 8 h 30 à 18 h. Nous sommes loin de l'artisanat. C'est là un avantage encore que ne connaît pas notre ami commun, car sa profession dite libérale empiète trop souvent sur ses loisirs, ses week-ends, ses vacances même. En outre, nous ignorons ses soucis matériels, l'insécurité parfois menaçante d'un travail qui dépend d'une clientèle.

— Et l'avenir, l'avancement ?

— Il dépend surtout de l'agent technique lui-même. Notre groupe étant restreint, chacun y est aisément apprécié à sa juste valeur, volonté de travail comprise. Les possibilités d'avenir sont très grandes, tant chez nous que dans d'autres centres analogues, centres qui se multiplient d'ailleurs. Tous ceux qui ne se laisseront pas distancer par le progrès et plus encore pour ceux qui auront le courage de poursuivre leurs études le soir, afin d'obtenir des diplômes officiels: en quelques années ils pourront prétendre au titre d'Ingénieurs. Ils seront d'autant plus recherchés que leur formation sera tout à la fois théorique et pratique.



LE SALON INTERNATIONAL RADIO TELEVISION

Le 25ème Salon de la Radio et de la Télévision a ouvert ses portes au public le jeudi 9 septembre à 10 heures. Pendant 11 jours, l'O.R.T.F. a proposé aux visiteurs des programmes continus de 10 h à 20 h, sous forme d'émissions réalisées en public, des spectacles diffusés en direct ou en différé.

De nombreuses vedettes internationales ont été réunies au Salon dans les différents spectacles et manifestations organisés par l'O.R.T.F. à l'intention du public.

De très importants moyens techniques ont permis de réaliser et de transmettre ces programmes sur les 500 récepteurs du Salon.

L'alimentation des récepteurs a été faite par 2 émetteurs: l'un en 819 lignes, l'autre en 625 lignes, les programmes diffusés par ces émetteurs étant issus de 2 régions; chacune des régions ne fonctionnant que dans une seule définition.

Les images ont été fournies par 2 cars de reportage, 13 caméras, 1 télécinéma double bande 2 x 16, 2 télécinémas double bande 16 simple, 1 magnétoscope.

Télévision

La Télévision Française a préparé 220 heures de programmes représentatifs de la première et de la deuxième chaînes. Cela représente 142 000 mètres de films sélectionnés dans la cinémathèque de l'O.R.T.F.; 50 000 mètres de spectacles enregistrés sur pellicule magnétique: 90 heures de spectacles réalisés en présence du public et diffusés en direct sur les récepteurs du Salon.

Le service de la Recherche et la Télévision Scolaire ont disposé d'un stand pour accueillir le public désireux d'être informé sur leurs activités et leurs missions.

Radiodiffusion

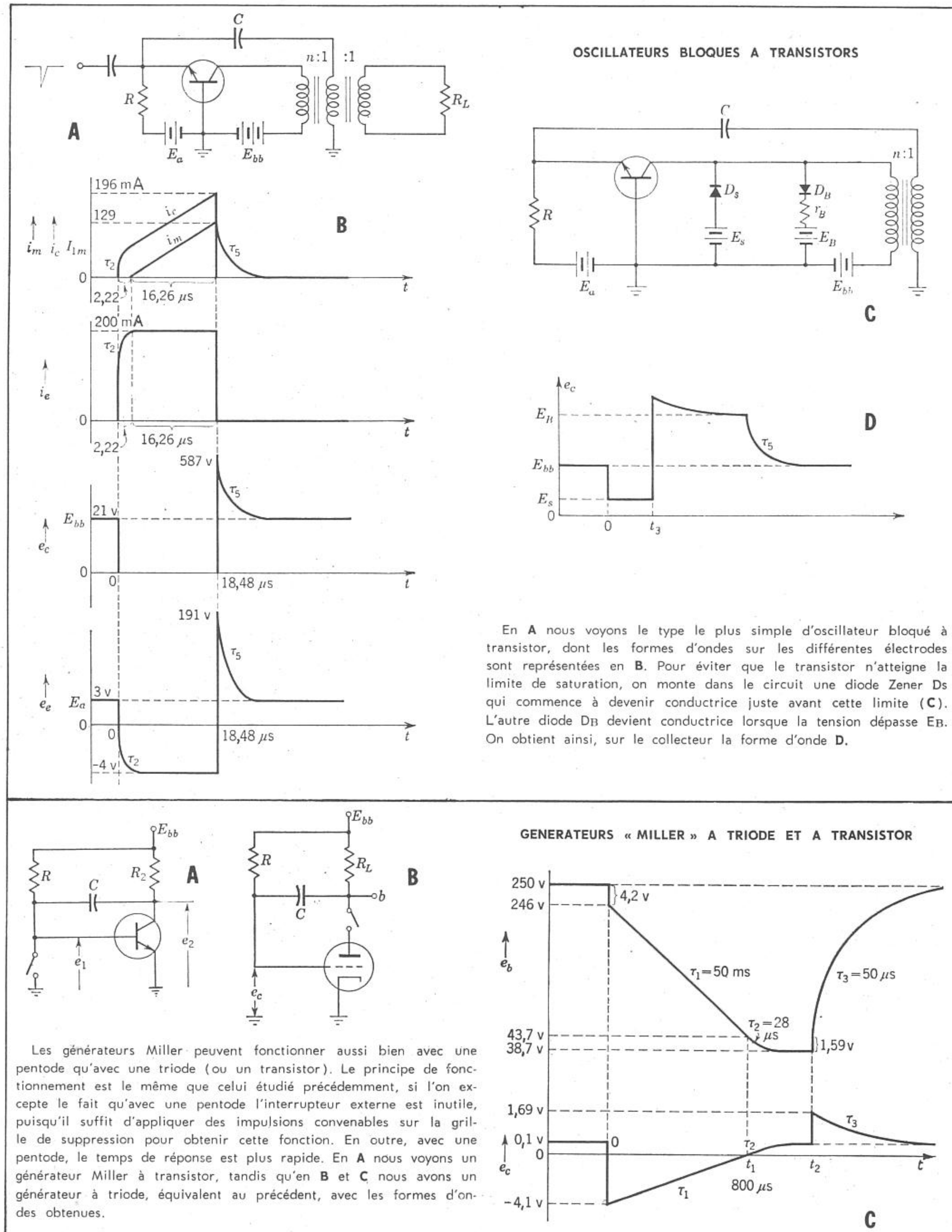
Tous les après-midi, le public a pu assister à deux sortes de spectacles réalisés par la Radiodiffusion Française au Grand Auditorium: chansons et théâtre. La seconde représentation, en fin de journée, a été consacrée alternativement à des concerts classiques et de variétés. France Inter a été diffusé en direct depuis un studio aménagé au Salon.

Un Salon d'écoute en Modulation de Fréquence a permis au public de se familiariser avec la stéréophonie.

TABLEAU 88 - OSCILLATEURS BLOQUES ET GENERATEURS DE DENTS DE SCIE

Nous avons réuni dans ce tableau deux schémas typiques d'oscillateurs bloqués à transistors, avec les formes d'ondes correspondantes, et deux montages générateurs. La tensions en dents de scie du type « Miller », l'un à tube et l'autre à transistor. La différence entre les

circuits « Miller » représentés ici et ceux décrits dans la leçon précédente à trait au type de tube employé. Les circuits « Miller » à triode, représentés ci-dessous, ont un temps de réponse plus long que ceux du type pentode, décrits antérieurement.



— 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 **MEMENTO 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



un catalogue champion !

celui des **Comptoirs**

CHAMPIONNET

demandez-le **VITE!**

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

RADIO-VOLTAIRE

GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSCO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIOTECHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11^e ROQ. 98-64

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation

Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones
Elect. phones - HI-FI - Enceintes acoustiques - Émetteurs
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 GRÂCE 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).