

L'OSCILLOGRAPHIE

Par Roger DAMAN Ingénieur E. S. E.

PRINCIPES DE L'OSCILLOGRAPHIE

Le temps n'est pas bien loin où étaient publiés, pour la première fois en France, dans l'ONDE ELECTRIQUE, des enregistrements obtenus par DUFOUR, avec le premier oscillographe à rayons cathodiques... On hésite à employer le mot « appareil » pour désigner l'ensemble des éléments constituant cet oscillographe. Le mot « usine » serait plus exact...

Les différents éléments occupaient à peu près, le volume d'un appartement destiné à abriter un ménage de « français moyen ». Le tube luminescent, qui était « A CATHODE FROIDE » était un véritable monument. Il était démontable : il fallait, en effet, placer les plaques photographiques à l'intérieur, au moyen d'un sorte d'écluse. Il fallait naturellement y associer : pompes à vide préparatoire et pompes à vide moléculaire. Le GÉNÉRATEUR DE HAUTE TENSION était une énorme machine électro-statique fournissant plusieurs dizaines de kilovolts... ce qui impliquait des dispositifs de sécurité, eux-mêmes assez encombrants, Les BASES DE TEMPS, du type SINUSOIDAL étaient de véritables émetteurs...

Toutefois, ce vénérable ancêtre comportait, en germe, à peu près tous les éléments de nos oscillographes modernes... Ce qui était une

curiosité de laboratoire est devenu un des outils les plus courants de l'électronicien. Ce qui était un ensemble énorme est devenu un appareil portatif qu'on peut facilement emporter dans les déplacements. Il y a des appareils très coûteux et il y a aussi des appareils « à la portée » de presque toutes les bourses. Bien mieux : l'électronicien expérimenté peut fort bien réaliser lui-même un oscillographe très acceptable, convenant, par exemple, pour le dépannage et le réglage des téléviseurs...

D'aucun prétendent, peut-être qu'on peut dépanner un téléviseur avec un voltmètre, un tournevis, une pince universelle et un fer à souder. Cela peut être exact... Mais il faut alors avoir beaucoup de chance, ou perdre beaucoup de temps. L'oscillographe simplifie le travail du dépanneur dans d'énormes proportions...

Toutefois, il en est de l'oscillographe comme de tous les outils : ils valent ce que vaut la main... ou la cervelle, qui s'en sert. Et, pour savoir s'en servir, il faut apprendre. Dans cette série d'articles, nous nous proposons d'initier nos lecteurs à l'emploi de l'oscillographe. Nous commencerons, aujourd'hui, par en exposer les principes de fonctionnement.

Rayons cathodiques.

D'où vient le terme *rayons cathodiques* ? Pour le comprendre, il faut remonter jusqu'aux origines. Considérons un « tube à décharge » (comme on disait il y a soixante ans) constitué par une ampoule de verre et deux électrodes.

La cathode est une électrode plane, l'anode est une simple tige de métal qui est disposée latéralement. Une pompe à vide permet d'abaisser la pression de gaz intérieur. Tant que cette pression reste supérieure à un millième de millimètre de mercure, on constate le passage d'une *décharge lumineuse*, quand on applique une tension suffisante entre les deux électrodes.

La lueur, très visible, est d'une couleur qui varie avec le gaz intérieur. Si celui-ci est du néon, c'est la belle lumière rouge orangée que tout le monde connaît. La lumière suit le trajet du courant, depuis l'anode jusqu'à la cathode. L'intensité peut atteindre quelques milliampères. La tension nécessaire pour amorcer la décharge varie beaucoup avec la pression. Elle passe par un minimum pour une certaine valeur (courbe de Paschen), puis remonte ensuite. Elle dépend naturellement des dimensions du tube et de la nature de la cathode ; elle varie entre quelques dizaines et quelques milliers de volts.

A mesure que la pression s'abaisse, on constate que l'aspect de la décharge change

progressivement. La lumière produite est beaucoup moins vive. Il faut appliquer une tension de plus en plus élevée entre les électrodes pour amorcer la décharge.

Et puis, brusquement, on se trouve en présence d'un phénomène nouveau. Il n'y

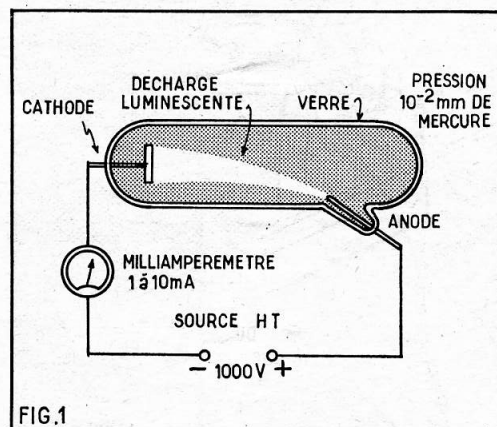


FIG. 1. — La décharge lumineuse dans un tube à gaz correspond à des pressions supérieures à un centième de millimètre de mercure. La lueur apparaît nettement entre la cathode et l'anode. La tension dépend du degré de vide, de la nature du gaz, et de celle de la cathode.

à pratiquement plus de lueur, sauf une pâle luminosité qui semble s'échapper de la cathode, perpendiculairement à sa surface, et aller frapper la face opposée de l'ampoule de verre où elle suscite une très vive luminosité. Le phénomène demeure identique, quelle que soit la position de l'anode.

Ces rayons, dont la cathode semble être l'origine, sont des *rayons cathodiques*. La tension nécessaire pour amorcer le passage du courant est alors extrêmement élevée : de plusieurs dizaines de kilovolts. L'intensité de courant est très faible : quelques microampères.

Nature des « rayons cathodiques ». Tube à cathode froide.

Ces « rayons cathodiques » ont, pendant longtemps, été un mystère pour les physiciens. On a fait bien des hypothèses pour les expliquer. Nous n'entrerons pas dans tous ces détails. Il est certain aujourd'hui que ces « rayons » ne font pas partie du « rayonnement ». Ils ne sont pas de la même famille que les *ondes hertziennes*, les *rayons infrarouges*, la *lumière visible*, les *rayons ultraviolets*, les *rayons X* et les *rayons gamma*. Ils sont constitués par des électrons projetés avec une telle vitesse qu'ils s'en vont droit devant eux frapper le verre.

Ces minuscules projectiles sont arrachés au métal par l'effet de *cathode froide*. Il faut entendre par là que la valeur du champ électrique à la surface de la cathode est assez grande pour annuler partiellement la barrière de potentiel qui maintient les électrons à l'intérieur du métal. Grâce à la présence d'ions positifs, il y a annulation du champ électrique dans le tube, sauf dans une très mince pellicule, à la surface de la cathode. C'est pour cette raison que les électrons ne sont pas précipités vers l'anode, mais s'en vont perpendiculairement à leur surface de départ.

Pour que cet effet se produise, la présence d'une très faible pression de gaz résiduelle est nécessaire. Si la pression descendait jusqu'au cent millième de millimètre de mercure (10^{-5} mm) il serait impossible d'amorcer le passage des rayons cathodiques. En augmentant la tension appliquée on pourrait fort bien constater le passage de la décharge entre la cathode et l'anode, mais à l'extérieur du tube, en contournant le verre de l'ampoule.

Comment se ferme le circuit ?

En considérant la figure 2 avec attention, on est amené à se poser une question : comment le circuit est-il fermé ? Les électrons partent de la cathode et vont bombarder le verre de l'ampoule. Mais après ? Il est d'autant plus important d'élucider

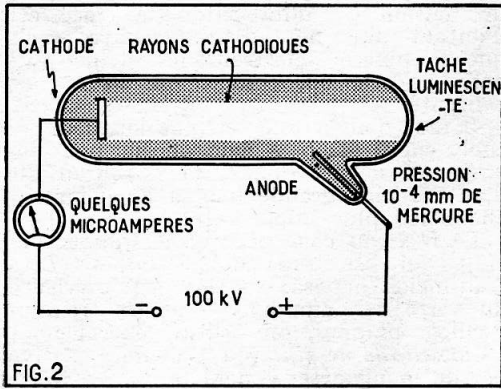


FIG. 2. — Quand la pression est inférieure au cent millièrme de millimètre de mercure, il faut appliquer une tension de plusieurs dizaines de kilovolts pour amorcer la décharge. Celle-ci prend un caractère très particulier.

La lueur, à peine visible, est émise perpendiculairement à la cathode quelle que soit la position de l'anode.

On note une luminescence vive du verre à l'endroit frappé par l'émission de la cathode. Celle-ci produit des rayons cathodiques.

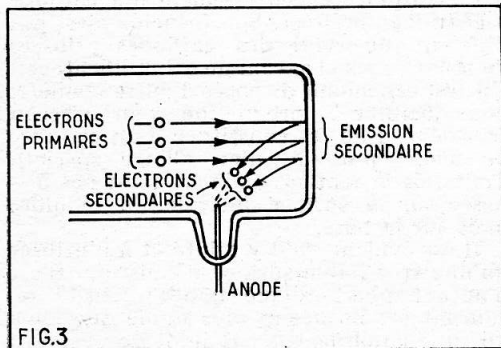


FIG. 3. — Le circuit se referme grâce aux électrons secondaires arrachés au verre par le choc des électrons primaires.

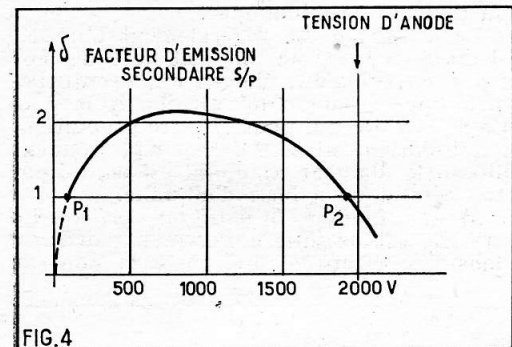


FIG. 4. — Courbe d'émission secondaire d'une cible isolée.

ce mystère que nous le retrouverons quand il s'agira des tubes à rayons cathodiques modernes. Nos lecteurs le pensent bien : il n'y a pas de mystère...

Le verre étant frappé par les électrons issus de la cathode devrait prendre une charge négative de plus en plus grande. Cette charge ne pouvant s'écouler, le potentiel local devrait repousser les électrons primaires. En réalité, les choses ne se passent pas ainsi. Le verre, frappé par les charges négatives, devient le siège d'une émission secondaire. Ces électrons secondaires, émis avec une vitesse faible, s'en vont vers l'anode. Ainsi, le circuit est fermé et tout entre dans l'ordre logique. Le facteur d'émission secondaire, rapport S/P entre le nombre d'électrons secondaires produits S et le nombre d'électrons pri-

maires P est fonction de la vitesse des électrons secondaires et de la nature de la surface frappée.

Les électrons secondaires ne sont pas rapides... Tous n'atteignent pas l'anode. Mais une régulation automatique se produit entre la tension de la surface frappée et celle de l'anode, et, par conséquent, celle de la cathode.

Si l'on établit une courbe du facteur d'émission secondaire en fonction de la tension de la surface frappée, on obtient le diagramme de la figure 4. Pour le point P, correspondant à une tension de cible légèrement inférieure à celle de l'anode, le facteur d'émission secondaire est égal à 1. En conséquence, le verre se maintient ainsi à un potentiel légèrement inférieur à celui de l'anode (quelques volts). Il est facile de montrer que le point P, correspond à un équilibre stable. Toute augmentation de tension entraîne une diminution de S/P et, par conséquent, tend à rendre la cible négative et inversement.

La luminescence.

Le verre devient luminescent sous l'impact des électrons mais le rendement de la transformation de l'énergie cinétique des projectiles en lumière est très faible. Certaines substances sont beaucoup plus intéressantes à ce sujet, comme le sulfure ou l'orthosilicate de zinc.

On peut encore se demander quelle est exactement l'origine de l'énergie lumineuse puisque l'écran perd exactement autant d'électrons qu'il en reçoit pendant un intervalle de temps donné.

La réponse est facile à trouver... C'est, en effet, que l'écran reçoit des électrons rapides (électrons « primaires ») alors que les électrons qui le quittent sont des électrons lents (électrons secondaires). L'énergie lumineuse représente tout simplement la différence entre les deux énergies cinétiques.

Propriétés des rayons cathodiques.

a) *Champ électrique.* Les rayons cathodiques sont constitués par des projectiles négativement électrisés. Ces projectiles, placés dans un champ électrique, sont soumis à une force. Pour obtenir un *champ électrique* il suffit d'appliquer une différence de potentiel entre deux plaques conductrices (fig. 5). Si les deux plaques sont parallèles, le champ est uniforme, c'est-à-dire que son intensité est la même en chaque point situé entre les plaques. Il en

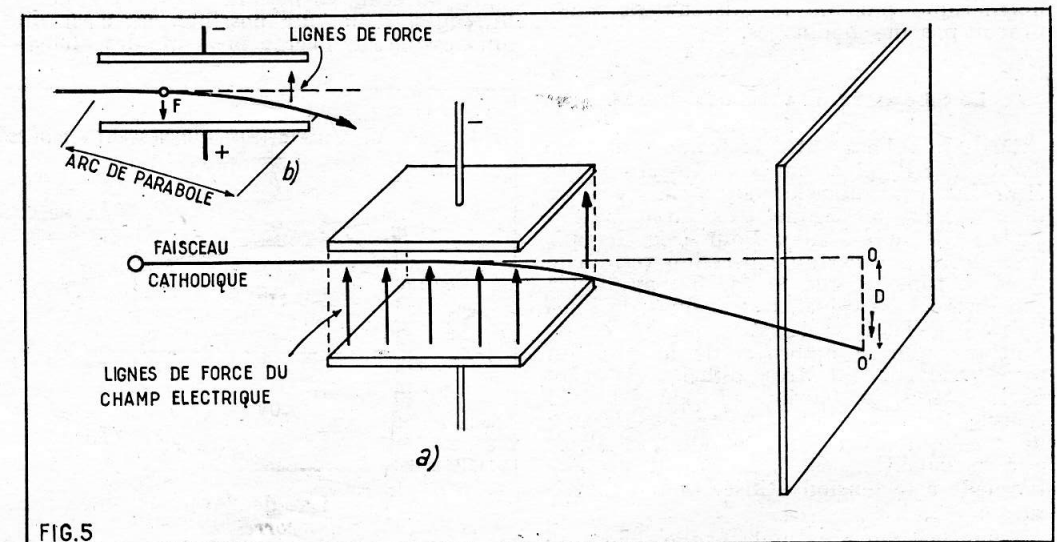


FIG. 5. — Le champ électrique produit par l'application d'une tension entre deux plaques provoque la déviation des rayons cathodiques dans la direction des lignes de force. Dans un champ uniforme la force de déviation est constante, la trajectoire devient alors parabolique.

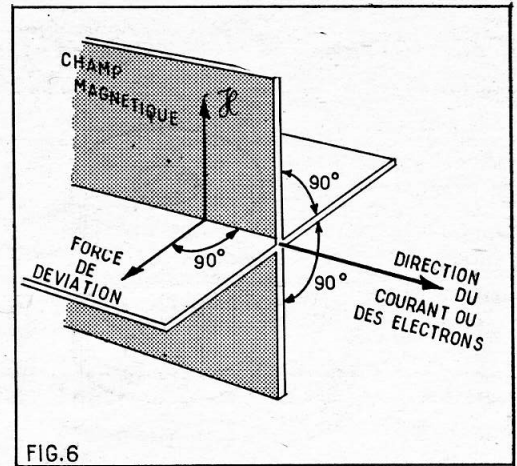


FIG. 6. — Dans un champ magnétique la force de déviation s'exerce dans une direction perpendiculaire au plan défini par la direction du faisceau et celle des lignes de force.

résultera ainsi un changement de direction (fig. 5). D'une manière plus rigoureuse, on peut montrer que la force de déviation F est égale au produit de la charge de l'électron e par l'intensité du champ électrique E. Cette dernière est proportionnelle à la tension appliquée entre les deux plaques de déviation.

La force de déviation est donc constante pendant le passage des électrons entre les deux plaques. Elle s'exerce dans la direction des lignes de faces, c'est-à-dire perpendiculairement aux plaques de déviation.

Il résulte de tout cela que les particules décrivent une trajectoire parabolique pendant qu'elles sont soumises à l'action du champ électrique. A la sortie des plaques, elles filent en suivant la tangente à la parabole.

Finalement, si l'on recueille le faisceau cathodique sur un écran placé à une certaine distance des plaques de déviation on constate que la trace a été déviée d'une certaine quantité D dans la direction des lignes de force du champ.

Pour ceux qui désirent des précisions, nous indiquerons plus loin la formule permettant de calculer la déviation D.

b) *Champ magnétique.* Un courant électrique n'est pas autre chose qu'un déplacement de charges électriques. Or, un courant placé dans un champ magnétique est soumis à une force de déviation. C'est ce

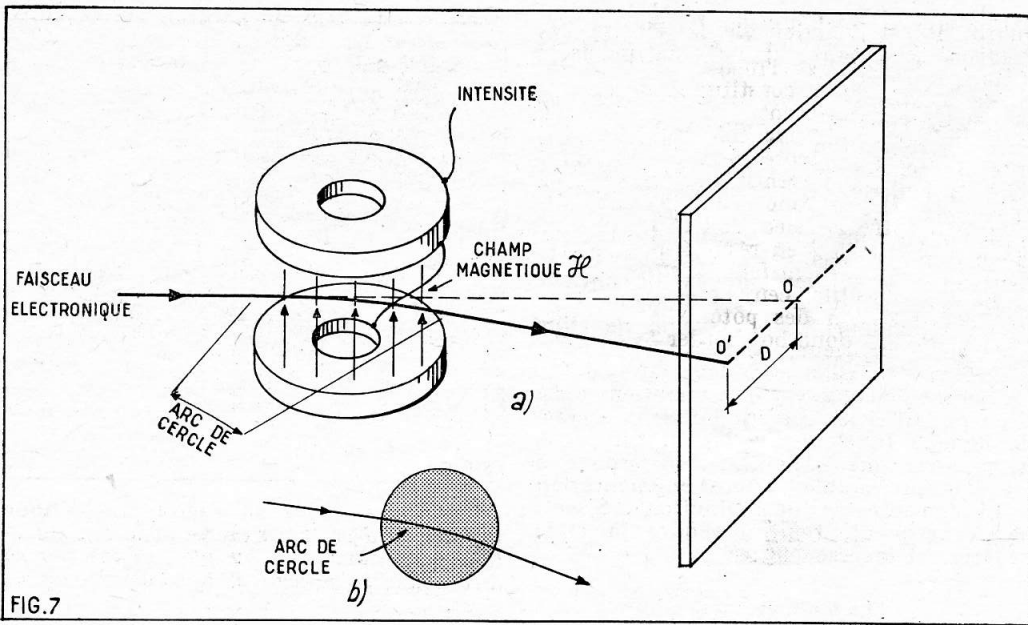


FIG. 7

FIG. 7. — Principe de la déviation magnétique. La déviation du faisceau se produit parallèlement au plan des bobines. La trajectoire est un arc de cercle pendant l'action de la déviation.

qui résulte des lois de Laplace, c'est le principe même qui est utilisé dans les moteurs électriques. Dans le cas particulier où les lignes de force du champ magnétique sont perpendiculaires à la direction du courant, la force de déviation est perpendiculaire, à la fois, au champ magnétique et à la direction du courant (fig. 6).

On peut facilement créer un champ magnétique à l'aide de deux bobines parcourues par une intensité de courant (fig. 7).

Le faisceau, passant entre les deux bobines, c'est-à-dire dans l'espace où règne un champ magnétique, subit une déviation. Pendant ce passage on peut montrer que sa trajectoire est transformée en arc de cercle (fig. 7 b).

Il est fort important de bien noter que la déviation s'effectue dans un plan parallèle à celui des bobinages, alors que dans le cas de la déviation électrique elle a lieu dans un plan perpendiculaire à celui des plaques de déviation. Dans ce dernier cas, si la déviation est trop grande, ou si les plaques de déviation sont trop rapprochées ou trop longues, le faisceau peut venir heurter la plaque de déviation positive. Rien de semblable n'est à craindre avec la déviation magnétique puisque le faisceau ne s'approche pas des bobinages.

Le tube moderne à cathode chaude.

Dans le tube à cathode froide que nous avons décrit plus haut, l'extraction des électrons est subordonnée à la création d'un champ électrique très intense à la surface de la cathode. Pour cela, il faut qu'il reste une certaine pression résiduelle dans le tube et que la tension appliquée soit énorme — (plusieurs dizaines de kilovolts) — Tout cela est d'autant moins pratique que le maintien de la pression intérieurement est très difficile. D'autre part, quand la tension utilisée est très grande, il en résulte une perte considérable de sensibilité. On peut, en effet, montrer que la déviation est inversement proportionnelle à la tension utilisée pour l'accélération...

Dans le tube à cathode froide, l'énorme tension appliquée sert, à la fois, à extraire les électrons de la cathode et à leur communiquer l'accélération nécessaire. Il est certain qu'on peut obtenir un dispositif beau-

coup plus souple en séparant les deux fonctions :

- a) Production des électrons ;
- b) Accélération du faisceau.

C'est précisément ce qui est réalisé dans les tubes modernes qui sont « à cathode chaude ».

C'est qu'en effet, on sait aujourd'hui constituer des sources très commodes d'électrons en portant certains matériaux à une température de quelques centaines de degrés centigrades. C'est cette *émission thermo-ionique* qui est le principe des *cathodes chaudes*, élément essentiel de tous les tubes amplificateurs.

La production des électrons étant ainsi assurée, il est inutile et même nuisible de ménager une atmosphère résiduelle dans le tube. Il faut, au contraire, y effectuer le vide moléculaire le plus parfait possible.

Il faut, aussi, prévoir un groupe d'électrodes qui assure le contrôle d'électrons par la cathode et les concentre en un mince faisceau et leur communique l'accélération indispensable. Cet ensemble d'électrodes se nomme le *canon à électrons*, terme qui est la traduction de l'expression anglaise équivalente *electron gun*.

Le faisceau cathodique doit être aussi fin, aussi délié que possible, car c'est lui qui dessine sur l'écran la forme des phéno-

mènes qu'il s'agit d'étudier : variations de tension ou d'intensité. Le tracé est d'autant plus net, d'autant plus précis que le pinceau électronique est de plus petit calibre, ou, comme on dit « plus concentré ».

Il faut donner une certaine longueur au tube, car il est bien évident que pour un angle au départ donné, la déviation est d'autant plus grande que la longueur est elle-même plus importante.

Le faisceau concentré vient frapper l'écran qui est une couche luminescente translucide déposée sur la face intérieure du verre de l'ampoule. Pour les travaux oscillographiques, on utilise généralement l'*orthosilicate de zinc* (ou Willemite) activé par du manganèse — dont la lumière vert-jaune correspond au maximum de sensibilité de l'œil humain.

Le tracé est observé de l'extérieur, c'est pour cette raison que la couche luminescente de l'écran doit être translucide.

L'ensemble se présente finalement comme nous l'indiquons sur la figure 8.

Le canon à électron.

a) *La cathode*. Revenons maintenant avec plus de détails sur la construction du canon à électrons.

La cathode est généralement une cathode à chauffage indirect. Son principe n'est pas différent de celui des cathodes utilisées dans les tubes électroniques amplificateurs. Elle est cependant disposée d'autre manière, pour faciliter la production d'un faisceau très délié. Elle est constituée d'un cylindre de nickel pur (ou d'un alliage spécial). Toutefois la matière émissive n'est pas disposée sur la surface latérale du cylindre mais sur la base.

Il est évident qu'il y a intérêt à n'utiliser qu'une très faible surface d'émission. C'est d'autant plus indiqué que l'intensité de courant est beaucoup plus faible que dans un tube amplificateur. Il suffit de quelques dizaines de microampères. Même dans les tubes à rayons cathodiques utilisés en télévision avec un écran de très grande surface l'intensité totale de faisceau ne dépasse guère 100 à 150 μ A, c'est-à-dire un dixième de milliampère.

Le chauffage est généralement indirect. Il est assuré par un filament de tungstène replié en épingle à cheveu ou, éventuellement spiralé pour réduire le champ magnétique parasite qui pourrait être produit.

L'isolation entre la cathode proprement dite et le filament chauffant est assurée par une céramique à base d'alumine.

b) *Le cylindre de Wehnelt ou « grille »*. La cathode est presque entièrement enfermée dans une électrode qui porte le nom de

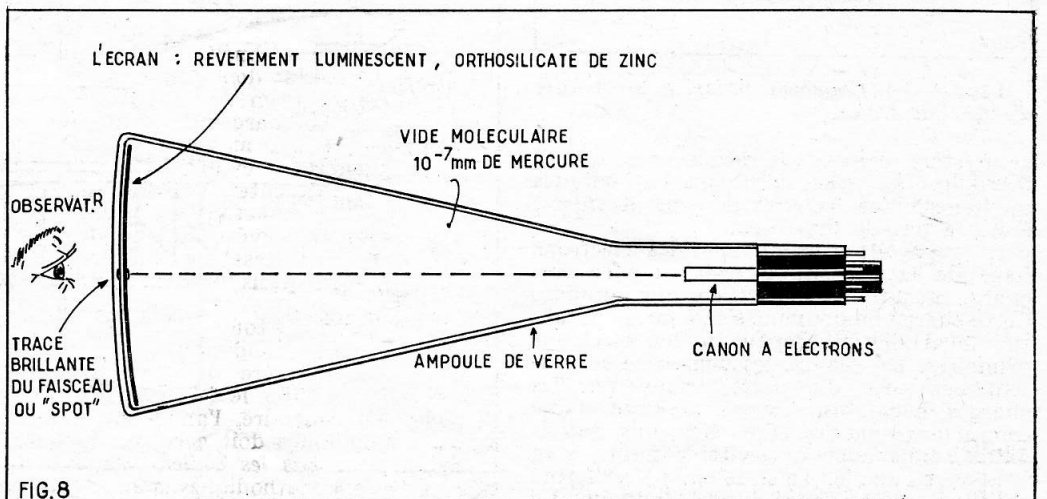


FIG. 8

FIG. 8. — Principe général de l'oscilloscope cathodique moderne, utilisant un tube à cathode chaude.

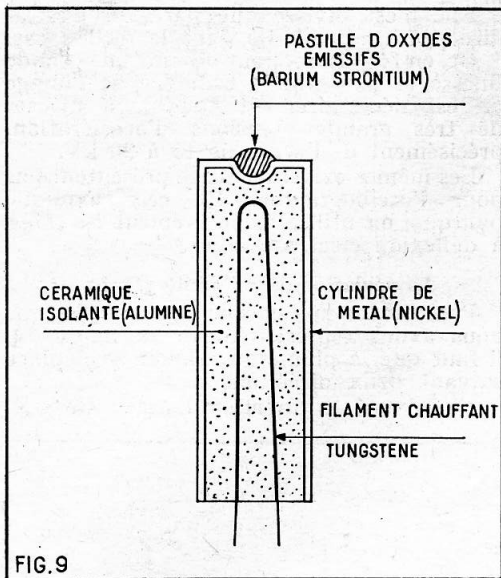


FIG. 9. — Cathode à chauffage indirect pour tube à rayons cathodiques.

« cylindre de Wehnelt », ou encore de grille. Cette électrode comporte naturellement une petite ouverture ou diaphragme permettant aux électrons de s'élancer vers l'écran (fig. 10).

Ce cylindre de Wehnelt est d'une importance capitale : en effet, il accomplit trois missions essentielles :

1° Il contrôle le départ des électrons. Il doit toujours être porté à une tension négative par rapport à la cathode et joue ainsi le même rôle que la grille d'un tube électronique ;

Si la tension devient très négative, le faisceau cathodique ne peut s'échapper par l'ouverture du diaphragme : le spot disparaît de l'écran. Eventuellement, cette électrode sert à moduler le faisceau en intensité, comme c'est le cas en télévision ;

2° Le diaphragme concentre le faisceau

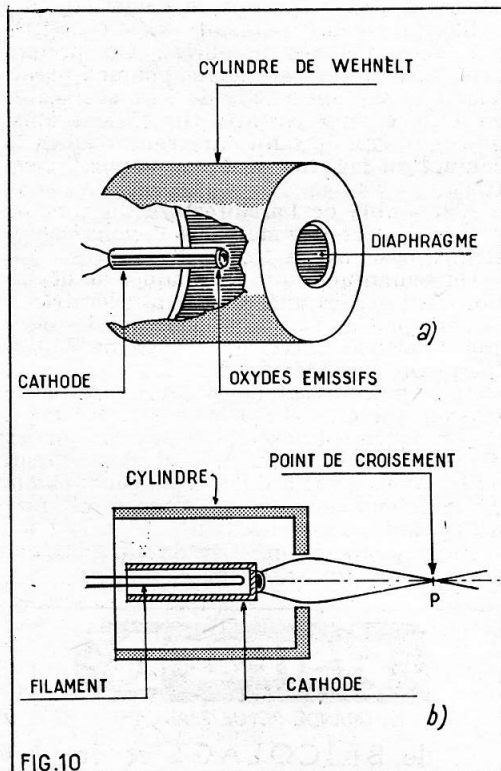


FIG. 10

FIG. 10. — Le cylindre de Wehnelt entoure presque complètement la cathode. Un diaphragme permet le passage du pinceau de rayons.

cathodique de manière que les trajectoires viennent se couper sur l'axe, au point de croisement P. C'est l'image de ce point de croisement qui constitue le « spot » sur l'écran lumineux.

3° Bien que le vide soit très élevé, il reste cependant encore plusieurs milliards de molécules par centimètre cube dans l'ampoule. Il y a donc nécessairement des collisions entre les électrons et les atomes du gaz résiduel. Il en résulte que ceux-ci sont transformés en ions positifs. Parce qu'ils sont positifs, ceux-ci sont accélérés dans la direction des potentiels négatifs. Ils viendraient donc bombarder la cathode

porté à une tension positive élevée suffit à accélérer les électrons.

C'est parce qu'il est nécessaire de faire converger le faisceau vers l'écran qu'on emploie plusieurs anodes portées à des potentiels différents.

Deux cylindres portés à des tensions différentes constituent en électronique l'équivalent d'une lentille convergente en optique.

Ainsi, en optique les rayons divergents à partir d'un point lumineux P_1 convergent vers le point P_2 qui est l'image optique du point P_1 . La distance D dépend de la distance focale de la lentille L .

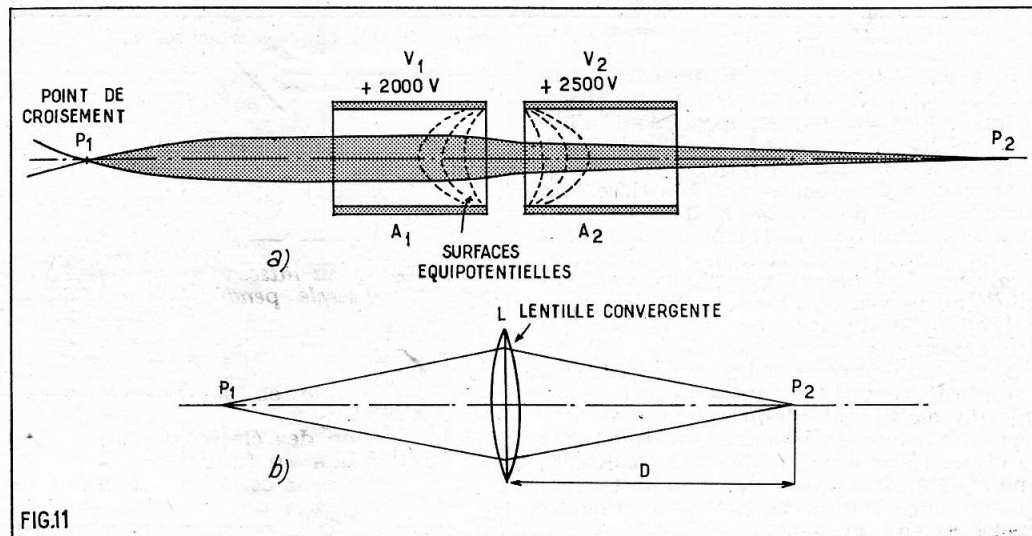


FIG. 11

FIG. 11. — Deux cylindres portés à des tensions différentes constituent une lentille électronique équivalente à une lentille optique convergente.

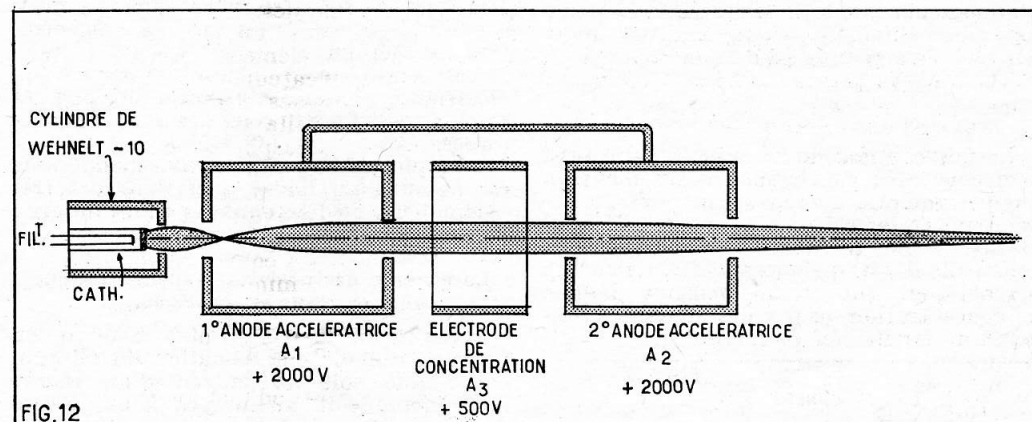


FIG. 12

FIG. 12. — Architecture d'un canon à électrons comportant une double anode d'accélération et une anode de concentration.

si le cylindre de Wehnelt ne la protégeait pas. Le cylindre est donc une cuirasse évitant la désagrégation de la cathode sous l'influence des bombardements ioniques.

c) Les anodes. Les anodes sont des électrodes analogues au cylindre de Wehnelt, qui peuvent présenter un ou plusieurs diaphragmes et qui sont portées à des potentiels positifs élevés pour communiquer aux électrons la vitesse nécessaire et les concentrer pour qu'ils viennent converger vers l'écran.

Ce rôle est donc tout différent de celui que doit remplir l'anode d'un tube électronique. Cette dernière doit purement et simplement recueillir le faisceau issu de la cathode. Au contraire, l'anode du tube à rayons cathodiques doit accélérer les électrons mais ne pas les capter. L'anode du tube à rayons cathodiques sera d'autant plus efficace qu'elle captera moins d'électrons.

Le simple fait de traverser un cylindre

De même, en électronique, le faisceau divergent à partir du point de croisement P_1 est rendu convergent après passage dans les deux anodes cylindriques A_1 et A_2 . La distance focale de la lentille électronique ainsi constituée dépend essentiellement du rapport des tensions, c'est-à-dire de V_1 et de V_2 ou plus exactement de V_1/V_2 . En conséquence il suffit d'ajuster ce rapport pour que le second point de croisement P_2 , c'est-à-dire le spot lumineux vienne se former exactement sur l'écran lumineux.

Quand il est nécessaire d'obtenir une forte convergence, on peut utiliser deux lentilles successives. Il suffit, pour cela, de prévoir trois cylindres, comme ceux de la figure 11 a, dont les deux extrêmes, reliés entre eux, sont par conséquent portés au même potentiel.

Enfin, on améliore la finesse du spot en éliminant les rayons marginaux au moyen de diaphragmes.

Nous pouvons maintenant nous repré-

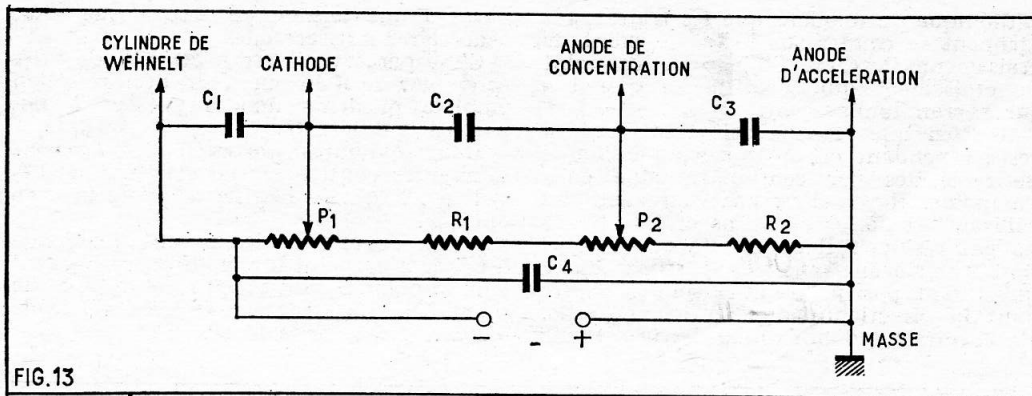


FIG. 13. — Dispositif d'alimentation d'un tube à rayons cathodiques.

senter exactement l'architecture complète d'un canon à électrons (voir fig. 12). Il y a deux anodes accélératrices qui sont d'ailleurs reliées entre elles à l'intérieur du tube.

L'anode de concentration est placée entre les deux anodes accélératrices. On règle la finesse du spot (ou la concentration) en modifiant la tension de l'anode de concentration par rapport à celle des anodes accélératrices. Les rayons marginaux sont éliminés au moyen de plusieurs diaphragmes. L'intensité du spot (ou de la lumière) est déterminée au moyen de la tension négative appliquée au cylindre de Wehnelt.

Ces différentes tensions sont prises sur un dispositif potentiométrique alimenté par une source unique. Nous indiquons la disposition générale (fig. 13). On notera que c'est le pôle positif de la haute tension qui est mis à la masse. Nous expliquerons tout à l'heure pourquoi.

La disposition du canon à électrons indiquée figure 12 est donnée à titre d'exemple. Beaucoup de variantes peuvent exister. Certains tubes ne comportent qu'une seule anode accélératrice. Les diaphragmes éliminant les rayons marginaux peuvent être disposés d'une autre manière.

Toutefois le principe demeure inchangé.

Concentration magnétique.

Le faisceau issu de la cathode peut aussi être concentré par le moyen d'un champ magnétique. Ce système peut éventuellement présenter certains avantages. Il était exclusivement utilisé dans les téléviseurs construits il y a quelques années. Ce champ magnétique était produit par une bobine de concentration ou par des aimants annulaires de ferrite (ferroxdur).

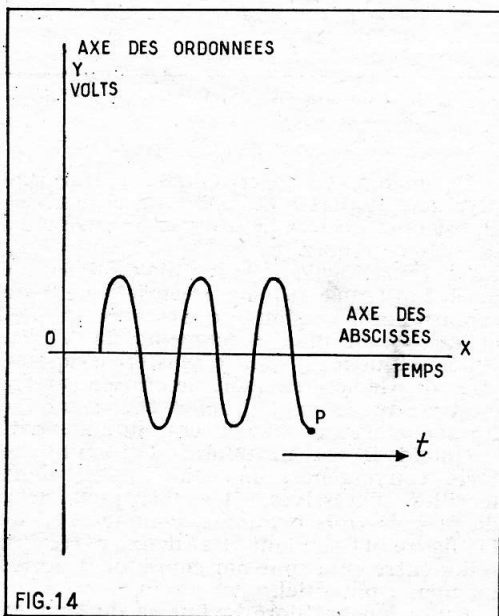


FIG. 14. — Pour tracer une courbe, il faut déplacer la plume dans deux directions perpendiculaires.

Elle n'est divisée que par $\sqrt{20}$, c'est-à-dire pratiquement 4,5 dans le second cas. Or, en télévision, pour obtenir une grande finesse et une grande brillance de l'image on est nécessairement conduit à utiliser de très grandes tensions d'accélération, précisément de l'ordre de 15 à 20 kV.

Les mêmes exigences ne se présentent pas pour l'oscillographie. Et cela explique pourquoi on utilise exclusivement les tubes à déflexion électrostatique.

La déviation dans l'oscillographe.

Pour tracer une courbe comme celle que nous avons représentée sur la figure 14, il faut que la plume ou crayon se déplace suivant deux directions :

a) Suivant la direction horizontale OX,

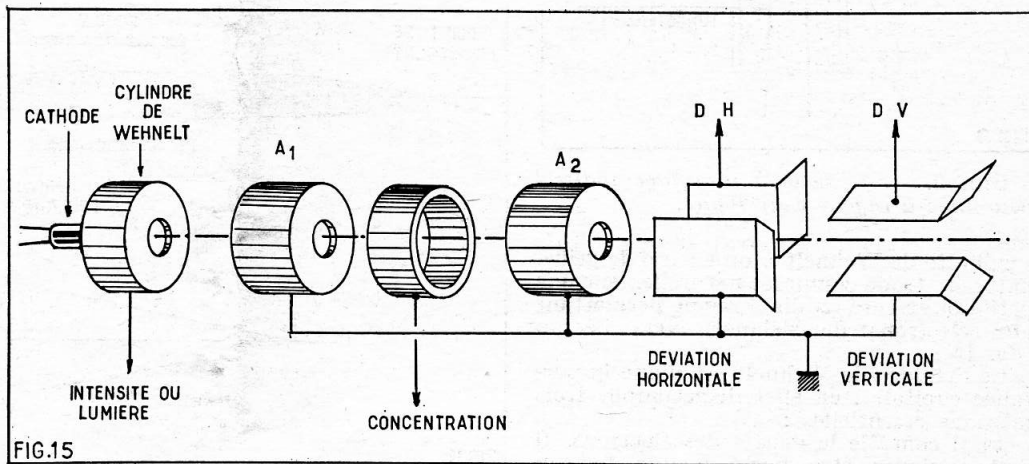


FIG. 15. — Ensemble des électrodes d'un tube à rayons cathodiques pour oscillographe.

Les grands progrès réalisés par les constructeurs dans la réalisation des canons à électrons ont fait disparaître d'une manière à peu près complète les tubes à concentration magnétiques.

Les tubes à concentration statiques (ou électrique) construits aujourd'hui ont un « spot » aussi fin que celui des tubes magnétiques.

L'emploi de la concentration magnétique est aujourd'hui limité à certains cas très particuliers, comme dans les tubes de prise de vue, par exemple.

Le système des déviations électrostatique et électromagnétique.

Nous avons reconnu plus haut qu'on pourrait obtenir une déviation du faisceau cathodique soit au moyen d'un champ magnétique, soit au moyen d'un champ électrique. Dans le premier cas, on emploie des bobines de déviation, dans le second des plaques de déviation ou déflectrices.

Les tubes de télévision sont toujours à déviation magnétique, ce qui s'explique pour deux raisons également impératives :

1° Les tubes de télévision doivent avoir un écran de grande surface. Pour éviter que le tube ne soit trop long, il faut prévoir un angle de déviation très grand. Nous avons reconnu que ce n'était possible qu'avec la déviation magnétique. En fait, dans les tubes modernes pour télévision, les angles de déviation du faisceau cathodique dépassent 110°. Avec les tubes à déviation électrique, on ne peut guère dépasser 30° ;

2° La sensibilité de déviation varie d'une manière inversement proportionnelle à la tension d'accélération dans les tubes du type « électrique ». Dans les tubes « magnétiques » elle est inversement proportionnelle à la racine carrée de la tension d'accélération ce qui est évidemment très différent.

Dans le premier cas, si l'on passe d'une tension d'accélération de 1 000 V à une tension de 20 000 V, la sensibilité est divisée par 20.

c'est l'axe des abscisses qui est ici celui des temps ;

b) Suivant la direction verticale OY, c'est l'axe des ordonnées qui est ici celui des tensions.

Pour tracer cette courbe au moyen du spot lumineux de l'oscillographe, il faut prévoir les mêmes déplacements suivant les deux axes. Il faut donc prévoir deux systèmes de déflecteurs ou de déviation.

Chacun d'eux pourrait être constitué par deux plaques parallèles. On préfère généralement ne laisser les plaques parallèles que sur une partie de leur surface et les faire écarter ensuite. On obtient ainsi une plus grande sensibilité sans risquer le contact du faisceau et d'une plaque déflectrice.

L'ensemble de l'architecture du tube se présente alors comme nous l'avons représenté sur la figure 15.

On remarquera que les plaques de déviation sont reliées aux anodes accélératrices. Il faut qu'il en soit ainsi pour que les électrons puissent traverser le système déflecteur. On comprend dès lors pourquoi c'est le pôle positif de la source de haute tension qui est relié à la masse. En effet, les branchements extérieurs se font sur les plaques de déviation. Il faut donc qu'on puisse avoir accès à celles-ci au cours même du fonctionnement sans risquer de fortes désagréables secousses.

Nous poursuivrons l'étude de l'oscillographe dans un article prochain.

SYSTEME "D"

LA GRANDE REVUE FRANÇAISE

de BRICOLAGE et de TRAVAUX D'AMATEURS

TOUS LES MOIS

116 pages I NF