

DOUZIÈME CAUSERIE

Amplifier et détecter le signal rayonné par un émetteur est, en télévision, une tâche autrement ardue que dans le domaine de la radiophonie. La fréquence élevée de l'onde porteuse et la grande largeur des bandes latérales de modulation modifient sensiblement les données du problème. Abordant l'exploration méthodique du récepteur, nos amis étudieront ci-dessous sa partie H.F., y compris le changement de fréquence et l'amplificateur M.F. Cela les amènera à parler des sujets suivants :

Gain et sélectivité. — Nécessité d'un nombre élevé d'étages H.F. — Le « souffle » en télévision. — Sa réduction par la préamplification H.F. — Elimination du signal-image. — Rapport L/C des circuits accordés. — Réglage des bobinages à air, à noyau magnétique ou à noyau de cuivre. — Résistances d'amortissement. — Découplage. — Méthode des circuits décalés. — Contraste. — Changement de fréquence. — Oscillateur Colpitts. — Séparation son-image.

PETIT SIGNAL DEVIENDRA GRAND

Les mauvais circuits sont bons.

Ignotus. — La dernière fois, nous avons, de la hauteur de la Tour Eiffel, contemplé sous son aspect le plus général, la constitution d'un récepteur de télévision, qu'il soit à amplification directe ou à changement de fréquence. Tel que je vous connais, *Curiosus*, aujourd'hui, vous allez me prendre par la main pour en explorer en détail les divers circuits.

Curiosus. — J'aurais mauvaise grâce à tromper votre attente. Si vous voulez bien, examinons la partie du montage chargée de l'amplification du signal entre l'antenne et le tube cathodique, en laissant de côté les dispositifs de synchronisation et de l'alimentation.

Ig. — En somme, ce qui nous intéresse pour le moment, c'est l'amplification H.F., la détection, puis l'amplification V.F. dans le cas du récepteur à amplification directe. Et, s'il s'agit d'un superhétérodyne, nous aurons à étudier l'amplification H.F., le changement de fréquence, l'amplification M.F., la détection et l'amplification V.F. Par rapport à la radio, il n'y a, en somme, qu'une seule différence : à la place de la basse fréquence, nous avons, ici, affaire à la vidéo fréquence.

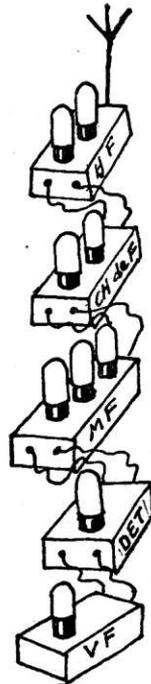
Cur. — Que mes oreilles n'entendent plus pareils propos sortir de votre bouche ! Comment pouvez-vous comparer la radiophonie, avec ses bandes latérales s'étalant sur une dizaine de kilohertz, à la télévision où la bande des fréquences vidéo transmise est de plusieurs mégahertz. Cela change complètement la conception des circuits.

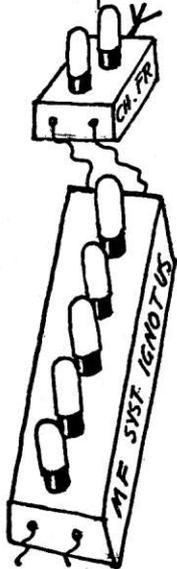
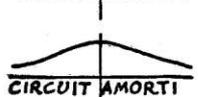
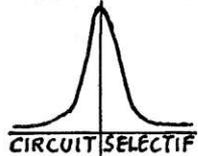
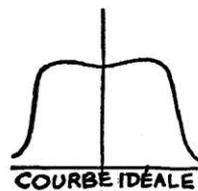
Ig. — Evidemment, il ne s'agit pas de les rendre aussi sélectifs qu'en radio ! Voilà donc au moins une difficulté évitée.

Cur. — Quelle erreur ! Si le problème de la réception radiophonique est dominé par le conflit qui oppose la sélectivité à la fidélité, en télévision, nous nous heurtons à un conflit non moins aigu entre le gain et la sélectivité.

Ig. — Si j'ai bien compris, il nous faut des circuits très peu sélectifs, afin qu'ils soient capables de laisser passer la très large bande des fréquences. Quand je songe de quels soins il faut entourer les circuits de radio pour les rendre sélectifs, tout me laisse supposer qu'il ne doit pas être bien difficile d'en réduire la sélectivité. Il suffit, je pense, d'utiliser pour cela des circuits de mauvaise qualité.

Cur. — C'est exact. Malheureusement, ces circuits ne permettent pas d'obtenir un gain élevé. Or, ce que nous cherchons avant tout, c'est d'appliquer au wehnelt du tube cathodique quelques dizaines de volts de signal vidéo en





partant d'une tension H. F., à l'entrée, qui est bien souvent inférieure à 1 millivolt. C'est donc dire que le gain total en tension doit être de l'ordre de 50.000 fois.

Ig. — C'est donc pour cela qu'on utilise, en télévision, un nombre aussi élevé d'étages d'amplification ?

Cur. — Bien entendu. Et les fabricants de lampes ne s'en plaignent pas, loin de là...

Les bienfaits de la préamplification H. F.

Ig. — En somme, dans un téléviseur à changement de fréquence, nous pouvons avoir plusieurs étages d'amplification H.F., d'autres en M.F. et d'autres encore en V.F. ?

Cur. — Il est rare qu'on utilise plus de deux étages V.F. En revanche, un étage H.F. et 3 ou 4 étages M.F. sont de pratique courante. Il y a, d'ailleurs, très peu de différence dans leur composition. Vous comprenez, Ignotus, que quand on accorde les M.F. sur des fréquences supérieures à 10 MHz, elles ne diffèrent guère des H.F. Voilà pourquoi nous pouvons les étudier en même temps.

Ig. — Dans ces conditions, je ne vois pas quel intérêt on a à répartir l'amplification entre les étages H.F. et M.F. Autant faire un superhétérodyne avec 5 étages M.F.

Cur. — Encore que leur gain soit peu élevé, ces étages en cascade risqueraient de devenir le siège d'oscillations spontanées. En répartissant l'amplification entre deux chaînes d'étages accordés sur des fréquences différentes, nous écartons ce risque. La préamplification H.F. a, d'ailleurs, d'autres avantages. Elle permet de réduire l'importance du « souffle » par rapport au signal.

Ig. — De quel souffle s'agit-il donc dans un récepteur d'images ?

Cur. — Excusez-moi d'employer un terme qui n'a de sens qu'en radiophonie. On y appelle ainsi les irrégularités du courant amplifié qui se manifestent par un bruit confus, surtout perceptible en l'absence de l'émission, et dû à plusieurs causes : aux résistances, aux circuits oscillants et au manque de régularité dans l'émission électronique des cathodes.

Ig. — Cependant, votre « souffle » demeure inaudible en télévision !

Cur. — Mais, en revanche, il devient visible. Les irrégularités de la tension amplifiée appliquée au wehnelt ajoutent aux variations de l'intensité lumineuse du spot leur rapide modulation parasite et créent ce que l'on peut appeler « le grain de l'image » (par analogie avec le grain des émulsions photographiques qui devient apparent dans les agrandissements de rapport élevé).

Ig. — Ainsi donc, la préamplification H.F. réduit ce « souffle » des images ?

Cur. — Oui, au même titre que, dans un récepteur de radio, elle diminue le souffle de l'audition... Et à cela ne se limitent pas les bienfaits des étages d'amplification placés avant le changement de fréquence. Ils empêchent les tensions engendrées par l'oscillateur local de rayonner par l'antenne en gênant les récepteurs voisins. Enfin, encore que rendus peu sélectifs, ils contribuent à éviter des interférences indésirables avec des signaux de fréquences voisines.

Ig. — Mais compte tenu du faible nombre des émetteurs de télévision, ce danger ne nous menace pas encore.

Cur. — Sans doute. Mais il peut y avoir des interférences par « fréquences-images ».

Ig. — On appelle ainsi, je me souviens, les fréquences qui se trouvent, par rapport à celle de l'oscillateur, symétriques de la fréquence de l'émetteur reçu.

Cur. — Quelle bonne mémoire ! Eh bien, si vous recevez le signal de 185,25 MHz avec l'oscillateur accordé sur 149,1 MHz pour obtenir une M.F. de :

$$185,25 - 149,1 = 36,15 \text{ MHz,}$$

un signal de 112,85 MHz vous donnera, par battements, avec ce même oscillateur, cette même M.F. :

$$149,1 - 112,85 = 36,15 \text{ MHz.}$$

Ig. — Or, un signal de 112,85 MHz correspond à une longueur d'onde de 2,8 mètres. Nous sommes en plein dans le domaine des ondes métriques de la radio !

Cur. — Vous voyez donc quel est le danger que l'on élimine grâce à la sélectivité des étages H.F. qui ne laisseront pas passer un signal de fréquence aussi écartée de celle de leur accord.

Schéma avec éléments invisibles.

Ig. — Pourriez-vous dessiner le schéma d'un étage amplificateur H.F. ?

Cur. — En voici un, tel qu'on l'utilise aussi bien avant le changement de fréquence que dans les récepteurs à amplification directe. Nous sommes, ici, en présence de la liaison classique par circuit accordé dans l'anode.

Ig. — Vous moquez-vous de moi, Curiosus ? « Me ferez-vous croire que la bobine L_3 avec la résistance R_5 constitue un circuit oscillant ?!...

Cur. — N'avons-nous pas déjà eu l'occasion de parler d'éléments « invisibles » ou, du moins, ne figurant pas d'une façon explicite dans les schémas ?

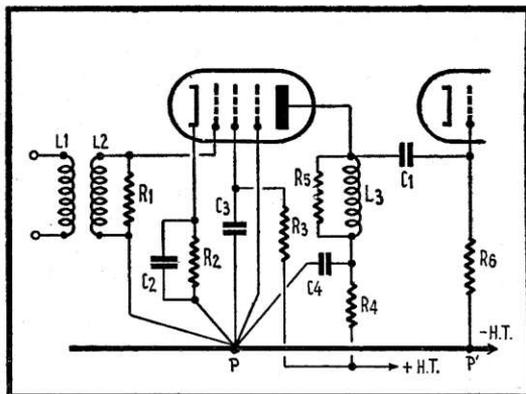


Fig. 77. — Etage classique d'amplification H.F.

Tel est le cas de la capacité qui accorde le bobinage L_3 . Elle est constituée par la somme de toutes les capacités parasites branchées en parallèle sur ce bobinage : sa propre capacité répartie, les capacités du câblage, les capacités interélectrodes des lampes (entre l'anode et les autres électrodes de la première lampe de même qu'entre la grille et les autres électrodes de la deuxième lampe).

Ig. — Mais pourquoi n'a-t-on pas utilisé un véritable condensateur comme dans tout circuit oscillant qui se respecte ?...

Cur. — Car, pour obtenir ici un gain tant soit peu acceptable, on a intérêt à avoir un circuit comportant une self-induction élevée et une capacité aussi faible que possible. On s'efforce donc d'établir un câblage bien aéré avec des connexions très courtes, de manière à réduire ses capacités parasites.

Ig. — Et la bobine L_2 constitue-t-elle aussi un circuit accordé ?

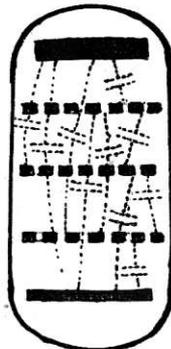
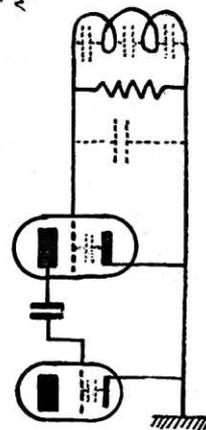
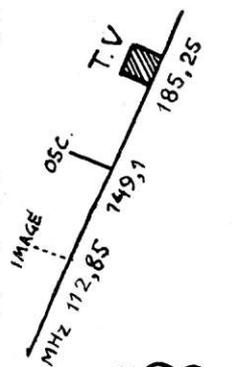
Cur. — Oui, de la même manière que L_3 . Elle est, d'ailleurs, dans notre schéma, couplée par induction avec la bobine d'antenne L_1 .

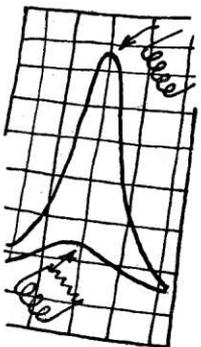
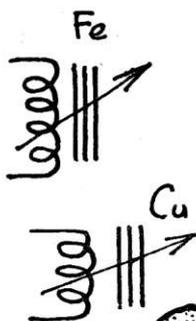
Ig. — Mais comment accorde-t-on pratiquement de tels circuits oscillants, puisqu'on ne dispose pas de condensateurs variables ?

Cur. — En modifiant leur self-induction. Quand il s'agit de bobinages à air, ceux-ci, pour des fréquences aussi élevées, sont constitués par quelques spires de fil rigide formant un solénoïde. Il suffit de rapprocher ou d'écartier légèrement ces spires pour augmenter ou diminuer la self-induction. Mais on utilise également des noyaux à fer divisé ou des noyaux en cuivre.

Ig. — Les noyaux magnétiques me sont déjà connus, puisqu'on les utilise également en radio. Mais le cuivre n'est pas un métal magnétique, et je ne vois pas comment sa présence peut modifier la self-induction d'un bobinage.

Cur. — Il agit par les courants qui sont induits dans sa masse par le bobinage. Ces courants, dits de Foucault, induisent, à leur tour, des courants dans le bobinage, mais dans le sens contraire à celui des courants de self-induction





en diminuant de la sorte leur intensité. Tout se passe donc comme si le coefficient de self-induction du bobinage était plus faible qu'en l'absence du noyau de cuivre.

Ig. — Cela me rappelle mon passage dans la caverne des Brigands...

Cur. — Je vous avoue que le rapport m'échappe.

Ig. — Lorsque je suis allé visiter cette fameuse caverne, je ne me sentais pas très rassuré. Aussi, pour me donner du courage, me suis-je mis à pousser des cris. Malheureusement, l'écho me les a renvoyés. Et cela m'a fait tellement peur... que je me suis sauvé à toutes jambes.

Cur. — Il est évident qu'une certaine analogie existe entre votre écho et les courants de Foucault. Vous noterez donc que l'action des noyaux conducteurs (en cuivre ou en laiton, par exemple) est tout à fait opposée à celle des noyaux magnétiques qui, eux, par leur présence, accroissent la self-induction des bobinages.

Ig. — Je vois cependant une difficulté pratique. Comment peut-on régler les noyaux de ces deux espèces pour accorder nos circuits sur la fréquence voulue ? En effet, si vous les faites avancer ou reculer à l'intérieur du bobinage à l'aide d'un tournevis, la tige en acier de ce dernier, par sa présence, changera complètement l'accord.

Cur. — Objection tout à fait valable. Et c'est la raison pour laquelle ce réglage est effectué à l'aide de tournevis en matière isolante.

Ig. — Vous remarquerez que je pense à tout !... Mais revenons donc à notre schéma. Je vois qu'en dérivation sur les circuits oscillants L_2 et L_3 vous avez branché des résistances R_1 et R_2 , j'espère qu'elles sont de valeur suffisamment élevée. Sinon, elles vont absorber une bonne partie de l'énergie de nos circuits oscillants.

Cur. — Non, Ignotus, ces résistances sont de valeur relativement faible, quelque 2.000 ohms en moyenne. Et, comme vous dites très justement, elles absorbent l'énergie de nos circuits oscillants. Il en résulte ce que les techniciens appellent l'amortissement de ces circuits. Et c'est précisément en amortissant (ou en « abrutissant », ce qui est moins académique, mais non moins éloquent) les circuits accordés, qu'on en aplatit la courbe de sélectivité pour en élargir la bande passante.

Ig. — Vous m'en voyez bien attristé. A la nécessité de passer toutes les fréquences de la modulation, on sacrifie les faibles parcelles d'énergie H.F. recueillies dans les circuits oscillants. Et qu'en fait-on ? On les dissipe sous forme de chaleur dans les résistances d'amortissement ! Cette façon de chauffer les appartements est un gaspillage sans nom.

Cur. — Hélas, nous y sommes contraints. Vous comprenez, dès lors, pourquoi le gain d'un tel étage est faible. Pour le relever, on doit utiliser des lampes à pente élevée (1). Il existe fort heureusement des pentodes dont la pente atteint 9,5 mA/V et qui, de ce fait, permettent d'assurer des gains acceptables.

Le problème des masses.

Ig. — Il y a quelque chose d'insolite dans le schéma que vous avez tracé. D'habitude, vous dessinez à l'aide d'un T et d'une équerre, toutes les connexions

(1) Rappelons que le gain d'un étage, c'est-à-dire le rapport entre ses tensions de sortie et d'entrée est égal à :

$$G = \frac{RK}{\rho + R}$$

ou R est la résistance de charge, ρ la résistance interne du tube et K son coefficient d'amplification. En divisant numérateur et dénominateur par ρ , on trouve :

$$G = \frac{RK/\rho}{1 + R/\rho} = \frac{RS}{1 + R/\rho}$$

car $K/\rho = S$ (pente du tube). Si R est très faible par rapport à ρ (et tel est le cas en l'occurrence), le quotient R/ρ devient négligeable et le gain devient égal à : $G = RS$.

Si l'impédance de charge anodique est de 1.200 ohms, par exemple, et si la pente du tube est de 8 mA/V (ou 0,008 A/V) le gain est : $G = 0,008 \times 1.200 = 9,6$.

Mais avec une pentode ordinaire ayant $S = 1,5$ mA/V, le gain tombe à : $G = 0,0015 \times 1.200 = 1,8$. Un tel étage ne serait pas bien utile...

étant horizontales ou verticales. Mais il y a ici un splendide faisceau d'obliques convergeant dans un point de masse. Pourquoi ?

Cur. — En représentant ainsi toutes les connexions d'un même étage, aboutissant au négatif de la haute tension, j'ai voulu souligner la nécessité de soigner tout spécialement les découplages en offrant, aux composantes alternatives des courants, les trajets les plus courts. L'usage, répandu dans le câblage des récepteurs de radio, de faire aboutir aux divers points d'un châssis les connexions allant au pôle négatif de la haute tension, est à proscrire en télévision. Ici, les composantes alternatives doivent se refermer immédiatement dans chaque circuit sans qu'il y ait des trajets communs, dans la masse du châssis, pour les courants de divers étages. Sinon, gare aux accrochages !

Ig. — Je vois, en effet, que la grille-écran est découplée par R_3 et C_3 , et le circuit anodique par R_1 et C_1 , et que les composantes alternatives C_4 et C_2 aboutissent au point commun P, d'où, par le condensateur C_2 de découplage de la résistance de polarisation R_2 , elles retournent vers la cathode.

Cur. — A vrai dire, le découplage eût été encore plus efficace si C_3 et C_4 étaient reliés directement à la cathode. Mais le câblage est plus facile à établir en adoptant la méthode des points communs affectés à chaque étage. Ainsi P est, dans notre schéma, le point commun du premier étage.

Ig. — Faudra-t-il désormais dessiner ainsi tous les schémas de télévision ?

Cur. — Cela n'est pas nécessaire du moment que l'on connaît et adopte le principe que je vous ai exposé. Ainsi, par exemple, je dessine ici d'une façon habituelle deux autres variantes du schéma d'un étage H.F. ou M.F.

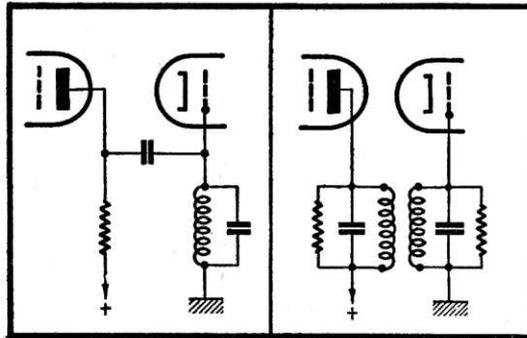


Fig. 78 (à gauche). — Liaison par circuit accordé dans la grille.

Fig. 79 (à droite). — Liaison par transformateur à primaire et secondaire accordés.

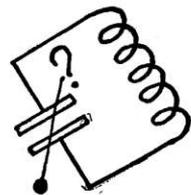
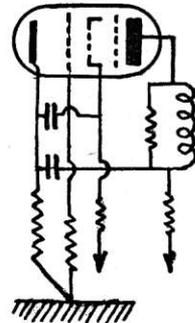
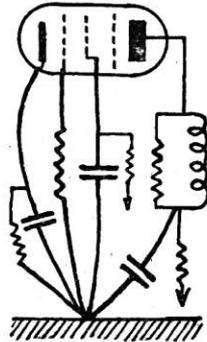
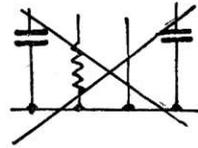
Ig. — Je reconnais sans difficulté la liaison par circuit de grille accordé (tout à fait équivalent à celui que nous venons d'examiner) et celle par transformateur avec primaire et secondaire accordés. Tiens, tiens ! Ici vous avez fait figurer les condensateurs d'accord.

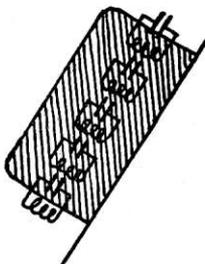
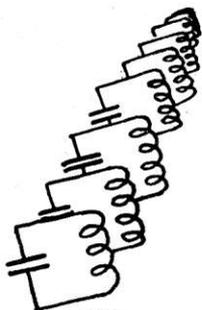
Cur. — Oui, car ce montage est parfois utilisé en M.F. où, à la rigueur, on peut utiliser de très faibles condensateurs d'accord.

Ig. — Il a sans doute l'avantage d'améliorer la sélectivité de l'ensemble ?

Chameau à bosses multiples.

Cur. — Mon pauvre Ignotus, vous continuez à penser et à vous exprimer en bon radiotechnicien. Mais la télévision est à la radio ce que celle-ci est à la technique des courants forts. Il faut complètement changer de mentalité. « Améliorer la sélectivité », comme vous dites si gentiment, est pour nous une véritable calamité. Et la multiplication des circuits accordés nous y conduit fatalement. Voici, pour vous mieux convaincre, la courbe de sélectivité d'un seul circuit superposée à celles résultant de l'action commune de 2, de 3, de 4 et de 5 circuits identiques (fig. 80). La bande passante devient, vous le voyez, de plus en plus étroite. Et nos fréquences de modulation vidéo ont de moins en moins de place pour passer.





Ig. — C'est horrible! Mais si vous me montrez ce pénible tableau, c'est que, tel que je vous connais, vous tenez en réserve un remède radical. Alors, vite! Dites-moi en quoi consiste la panacée.

Cur. — Décaler l'accord des circuits!

Ig. — Comment?! Ne pas accorder tous les circuits sur la même fréquence au milieu des bandes de modulation? Faire sciemment ce que, sans le vouloir, font les mauvais metteurs au point des postes de radio?...

Cur. — Parfaitement. En répartissant convenablement les fréquences d'accord des divers circuits oscillants, on parvient à une courbe de sélectivité totale

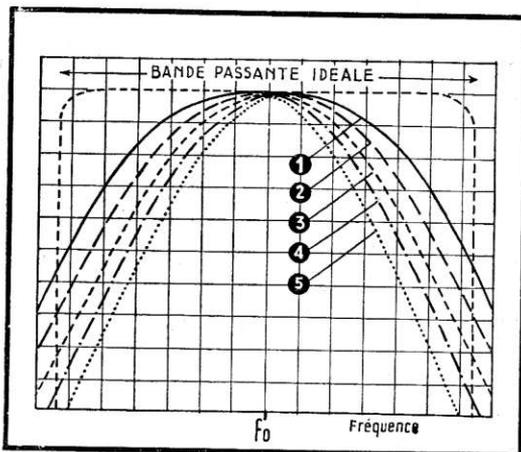
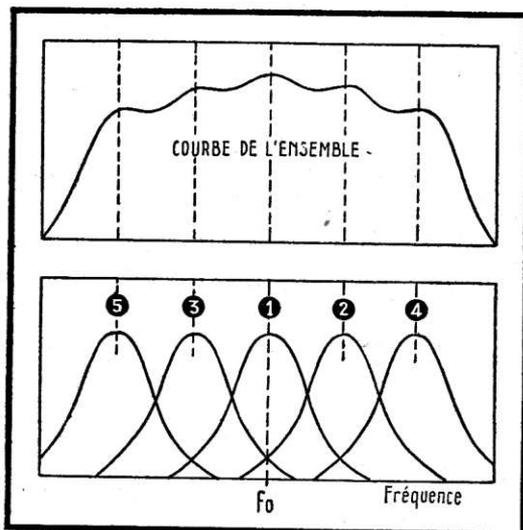


Fig. 80. — Courbe de sélectivité résultante de 1, 2, 3, 4 ou 5 circuits accordés sur la même fréquence f_0 .

Fig. 81. — Méthode des circuits décalés. En bas, courbe de chacun des cinq circuits utilisés. En haut, courbe résultante.



se rapprochant sensiblement de la forme idéale souhaitable pour la transmission de toutes les fréquences de la modulation. Certes, le gain s'en trouve un peu réduit, mais on ne fait pas d'omelette sans casser les œufs.

Ig. — Vos courbes décalées me rappellent la façon dont, étant gosses, mes camarades et moi, nous jouions au chameau en nous mettant en file indienne et en nous recouvrant d'un drap de lit. L'animal de fantaisie ainsi obtenu —

il ne manquait pas d'allure! — avait tout de votre courbe résultante... Mais au fait, procède-t-on ainsi seulement en H.F. ?

Cur. — Non. On décale aussi bien l'accord des circuits M.F. que celui des circuits H.F. L'action de ces décalages s'ajoute pour donner la courbe désirée.

Sensibilité et contraste.

Ig. — Ma question vous paraîtra peut-être naïve. Mais je voudrais savoir si le gain d'un amplificateur H.F. ou M.F. est fixe ou s'il existe un bouton permettant de le régler.

Cur. — Bien souvent, il est rendu réglable. On utilise à cette fin un des moyens habituels, tel que le changement du potentiel de la première grille des pentodes, par exemple ou, plus simplement, la variation de la polarisation par le réglage de la résistance cathodique.

Ig. — Quelle est l'action de ce réglage de sensibilité? Je suppose qu'il se manifeste par une brillance plus ou moins grande de l'image. De même que, dans un récepteur de radio, les sons sont rendus plus ou moins forts, ici, l'image deviendra plus ou moins lumineuse.

Cur. — Vous vous trompez gravement, Ignotus. La luminosité est tout bonnement dosée en modifiant la polarisation du tube cathodique. Nous en parlerons, d'ailleurs, plus tard. Quant au réglage de sensibilité, il modifie l'amplitude des tensions de modulation appliquées au wehnelt. Quand cette amplitude est faible...

Ig. — ...la brillance du spot varie peu.

Cur. — Evidemment. Par contre, quand les tensions appliquées au wehnelt varient fortement, le spot passe par toute la gamme des brillances, de la lumière la plus forte dont il est capable à l'extinction totale.

Ig. — Par conséquent, dans le premier cas on obtient une image très grise, alors que dans le second elle est violemment contrastée. C'est comme les photographies tirées sur un papier « doux » et sur un papier « vigoureux ».

Cur. — Votre comparaison est juste. Vous ne serez donc pas surpris en apprenant que, dans un récepteur de télévision, le réglage de sensibilité porte le nom, combien plus explicite, de réglage de contraste.

Ig. — Je suppose que ce réglage peut être placé aussi bien dans la partie H.F. que M.F. ?

De la H. F. à la M. F.

Cur. — Bien entendu. Et l'on pourrait même le disposer entre les deux, sur le tube modulateur, dans le cas du changement de fréquence par deux tubes.

Ig. — Y a-t-il avantage à utiliser le changeur à deux tubes en télévision ?

Cur. — Incontestablement. Certes, on utilise souvent le même montage qu'en radiophonie à un seul tube triode-hexode ou triode-heptode. Mais le gain procuré par un tel changeur de fréquence est très faible. Aussi, dans bien des récepteurs, préfère-t-on utiliser comme modulateur une pentode à forte pente, l'oscillation locale étant engendrée par une triode distincte et étant appliquée soit à la troisième grille de la pentode, soit à sa première grille, conjointement avec le signal H.F.

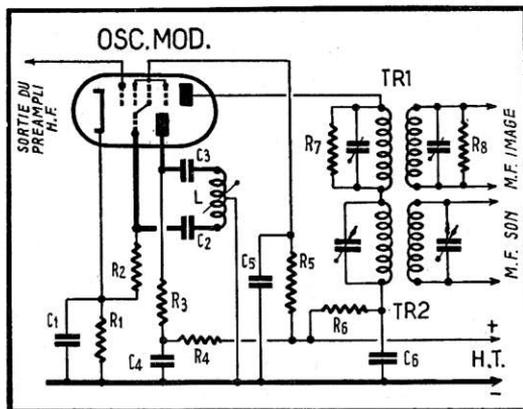
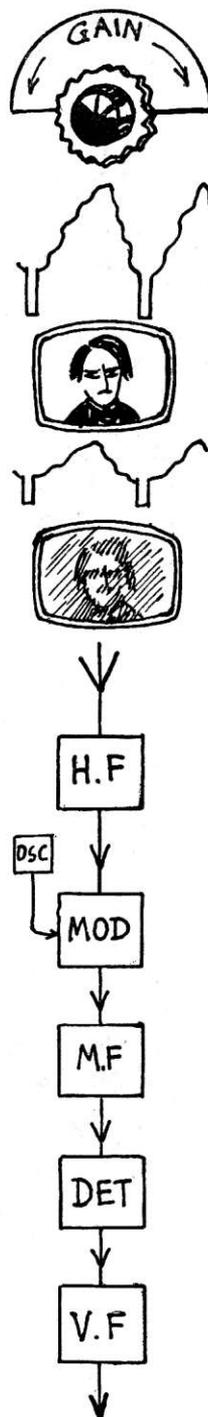
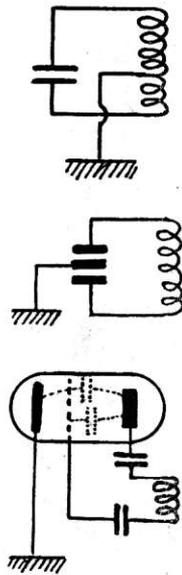


Fig. 82. — Changeur de fréquence à triode-hexode.





préamplifié. A titre d'exemple, voici les schémas des deux types de changeurs de fréquence : à une et à deux lampes (fig. 82 et 83).

Ig. — Dans les deux, je reconnais les éléments habituels : polarisation de la cathode par R_1 découplé par C_1 ; tension de la grille-écran fixée par R_2 , découplé par C_2 ; tension de l'anode oscillatrice fixée par R_3 et R_4 avec découplage par C_4 ; découplage de l'anode modulatrice R_5 et C_5 . Je constate, d'autre part, que les éléments de l'oscillateur local sont dessinés en gros trait. Dans le montage à une seule lampe, j'identifie sans peine un Hartley. La prise médiane du bobinage oscillateur L est tellement caractéristique ! Mais qu'est-ce que cet oscillateur que vous avez employé dans le montage avec triode séparée ? Je n'y vois qu'un bobinage L sans aucune prise...

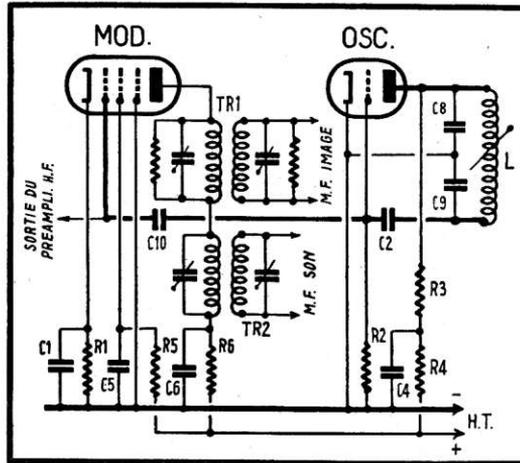


Fig. 83. — Changement de fréquence par deux tubes.

Cur. — On l'appelle Colpitts et il possède bel et bien une prise. Seulement, au lieu d'être faite sur la bobine même, elle est faite sur la capacité du circuit accordé. Vous voyez que celle-ci est constituée par les deux condensateurs C_8 et C_9 . Leur connexion commune constitue le « milieu électrique » de la capacité totale. Ce point est connecté à la cathode. C'est vous dire que le montage est équivalent au Hartley que vous connaissez bien.

Ig. — Et, bien entendu, C_8 et C_9 doivent, dans notre cas, être de très faible valeur ?

Cur. — Tellement faible qu'en réalité, on les omet purement et simplement.

Ig. — Mais alors ? !...

Cur. — Cela fonctionne très bien, car le rôle de C_8 est assumé par la capacité parasite anode-cathode du tube. Et la capacité grille-anode remplace C_9 .

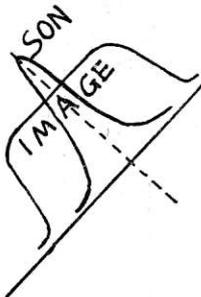
Sons sans images et images sans sons.

Ig. — En somme, la télévision permet de mettre à profit les défauts mêmes des lampes que sont leurs capacités interélectrodes... J'en reviens, cependant, à vos schémas pour constater que dans le même circuit anodique de la modulatrice vous placez en série deux transformateurs M.F. L'un (TR1) accordé sur la M.F. image et l'autre (TR2) sur la M.F. du son. Pourquoi ce dernier n'a-t-il pas de résistances de dérivation ?

Cur. — Parce que, ne l'oubliez pas, la M.F. du son doit être sélective et ne sera donc pas amortie comme celle de l'image. On peut, par conséquent, constituer des circuits avec des condensateurs « réels ».

Ig. — Est-ce le seul moyen de séparer les tensions M.F. du son et de l'image ?

Cur. — Non. On peut s'y prendre de bien des manières. A la place de la liaison par transformateurs à primaire et secondaire accordés, on utilise souvent



la liaison par circuits anodiques accordés (L_1 pour la M.F. image et L_2, C_2 pour la M.F. du son) et condensateurs C_1 et C_3 menant vers les grilles des amplificatrices M.F. de la chaîne image et de la chaîne du son (fig. 84). On peut aussi appliquer les deux composantes M.F. à la grille d'une seule lampe en y opérant la séparation grâce à un circuit L_3, C_3 accordé sur la M.F. du son et intercalé dans la cathode (fig. 85).

Ig. — Je ne vois pas comment cela peut fonctionner.

Cur. — Vous savez qu'un circuit ainsi accordé laisse aisément passer les courants de toutes les fréquences...

Ig. — ...sauf celle sur laquelle il est accordé. Il y a belle lurette que vous m'avez appris le comportement du circuit résonnant parallèle.

Cur. — Parfait. Vous comprenez dès lors que pour tous les signaux, sauf la M.F. du son, la polarisation est déterminée tout simplement par la résistance R_1 qui permet d'obtenir le gain maximum. Ainsi en est-il notamment pour la tension M.F. image que l'on recueille, convenablement amplifiée, dans le circuit anodique.

Fig. 84 (à gauche). — Séparation des signaux son et image dans l'anode de la changeuse de fréquence.

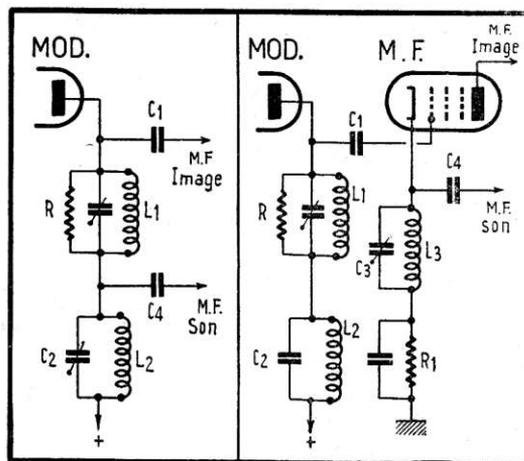


Fig. 85 (à droite). — Séparation son-image par contre-réaction sélective dans la cathode du premier tube M.F.

Ig. — Je devine la suite du raisonnement. Les choses se gâtent pour la tension M.F. du son, car, pour elle, le circuit L_3, C_3 vient ajouter sa forte impédance (à la résonance) à la résistance R_1 . Il en résulte une forte réduction de l'amplification pour cette malheureuse fréquence.

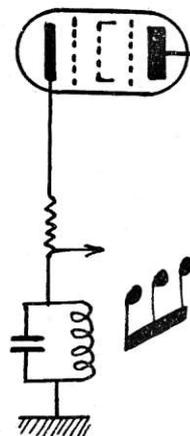
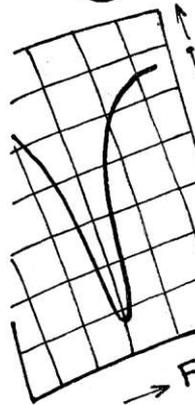
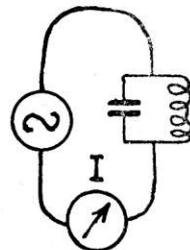
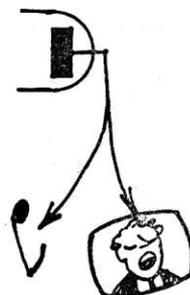
Cur. — Très juste. En fait, elle sera de la sorte éliminée du circuit anodique. Mais grâce au condensateur C_1 , nous pourrions amener à la grille d'une amplificatrice M.F. du son la tension prélevée sur le circuit oscillant L_3, C_3 .

Ig. — Est-ce que nous ne sommes pas, ici, en présence d'un phénomène de contre-réaction ?

Cur. — Parfaitement et, qui plus est, de contre-réaction sélective.

Ig. — Tout cela me paraît bougrement compliqué !

Cur. — Car vous n'êtes pas encore familiarisé avec ces méthodes. Mais, en réalité, c'est très simple. La contre-réaction sélective est souvent utilisée pour éliminer une fréquence donnée.



TREIZIÈME CAUSERIE

Poursuivant l'exploration méthodique des étages d'un téléviseur, Curiosus et Ignotus analyseront maintenant la détection (où ils se heurteront au problème de la polarité) et l'amplification à vidéo-fréquence (où les capacités parasites jouent un rôle particulièrement néfaste). Comme en H. F. et en M. F., on est amené ici à sacrifier le gain pour élargir la bande passante. Mais il y a aussi la possibilité d'utiliser des circuits compensateurs... Le sommaire de cette causerie s'établit ainsi :

Détection positive et négative. — Polarité avec 1 ou 2 étages V. F. — Valeurs des éléments du détecteur. — Montage symétrique. — Gain en V. F. — Action des capacités parasites. — Valeur des résistances de charge. — Compensation en série, en parallèle et mixte. — Courbes de réponse résultantes.

DE LA H. F. AU TUBE CATHODIQUE

Sur les chemins de montagne.

Ignotus. — De temps à autre, nos entretiens me font penser à des promenades sur des routes de montagne.

Curiosus. — Est-ce parce que les difficultés du raisonnement vous rappellent les périlleux exploits des alpinistes ?

Ig. — Non, ce n'est pas du tout à cela que je fais allusion ; mais vous connaissez ces chemins en lacets qui grimpent lentement au flanc des montagnes et où l'on a toujours l'impression de repasser par les mêmes endroits, alors qu'en réalité on s'élève sans cesse. Eh bien, j'ai par moments la sensation de repasser mon cours de radio, tant les notions que nous examinons sont, si je peux dire, « parallèles » à celles de la radioélectricité. N'avons-nous pas, la dernière fois, parlé de l'amplification H. F. et M. F. et du changement de fréquence ?

Cur. — Si je dois adopter votre comparaison, j'irai plus loin encore en disant que, au fur et à mesure qu'on s'élève, le paysage que l'on découvre change d'aspect, devient plus vaste. Et quand nous étudions la constitution des divers étages d'un téléviseur, nous avons affaire à des conditions de fonctionnement autrement ardues qu'en radio, puisque le signal porté, comme l'onde porteuse, sont de fréquences bien supérieures.

Ig. — Sans vouloir jouer aux prophètes, je devine que nous allons nous engager maintenant dans ces tronçons de chemin que les panneaux de signalisation routière appellent « Détection » et « Amplification B. F. ».

Cur. — Certes, nous commencerons notre causerie d'aujourd'hui par le problème de la détection. En effet, après avoir convenablement amplifié en haute et, éventuellement, en moyenne fréquence le signal capté par l'antenne, il est temps de dégager la modulation qu'il a transportée. Il ne faut pas perdre de vue le fait que le rôle de la H. F. est auxiliaire, c'est un moyen de transport... très rapide, mais rien de plus. Comme on charge un colis dans un camion pour, une fois arrivé à destination, l'en décharger, on incorpore, dans l'émetteur, la vidéo-fréquence dans le courant porteur H. F. Maintenant, le moment est venu de l'en extraire, et telle est la tâche de la détection.

Ig. — Et ensuite notre signal détecté sera, je suppose, amplifié en B. F.

Cur. — Il est pour le moins abusif d'appeler « basse fréquence » le signal vidéo qui se compose de toute une bande de fréquences allant de zéro à plusieurs millions de périodes par seconde. Aussi sera-t-il plus correct de parler de l'amplificateur V. F. (à vidéo-fréquence).



Question de polarité.

Ig. — Vous avez entièrement raison. Mais n'anticipons pas et, si vous voulez bien, commençons par la détection. Je suppose que nous pouvons, en télévision, utiliser les mêmes modes de détection qu'en radio, c'est-à-dire détection par cristal, par diode ou par une lampe à trois électrodes ou plus, et cela en détection « par la grille » ou « par la plaque ».

Cur. — Rien ne s'y oppose. Cependant, le plus souvent on utilise la diode, plus rarement la détection par courbure de la caractéristique anodique. On remplace parfois la diode par un détecteur à cristal qui, grâce à sa faible capacité et à sa résistance peu élevée, se prête à la détection des fréquences élevées et, à ce titre, est couramment utilisé dans les radars à micro-ondes.

Ig. — Est-ce que le schéma du détecteur à diode diffère en télévision de celui employé en radio ?

Cur. — Nullement. Voyez vous-même. Les tensions H.F. (ou M.F.) du circuit oscillant que forme le bobinage L avec sa capacité répartie, sont appliquées à la diode branchée en série avec le circuit d'utilisation RC. Les alternances

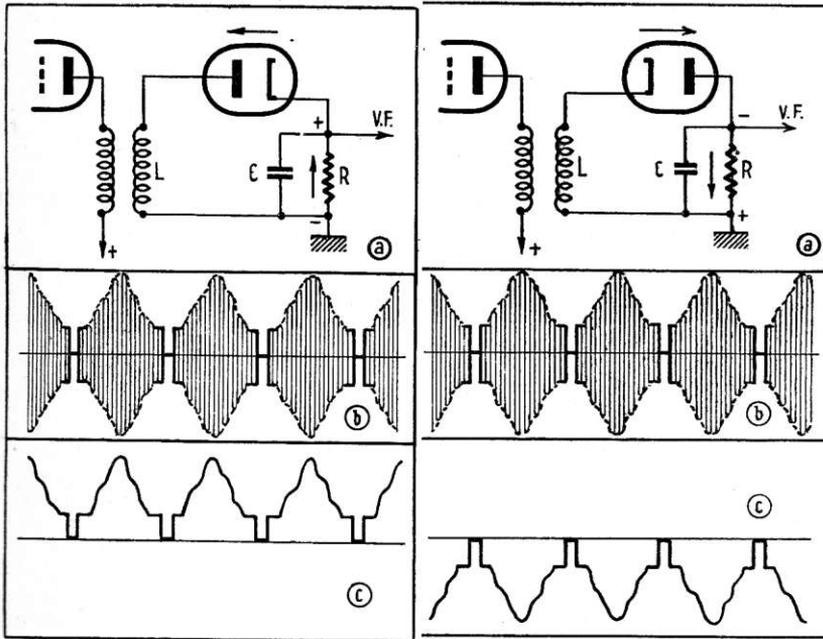
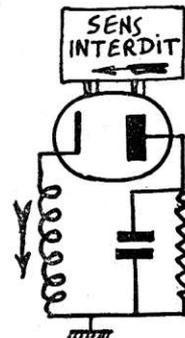
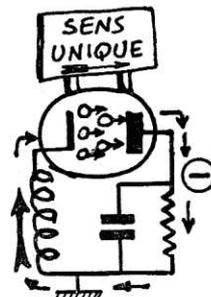
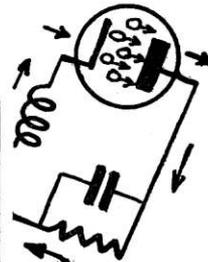
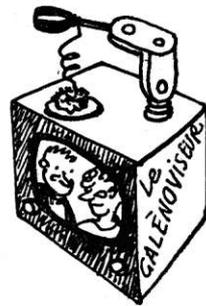


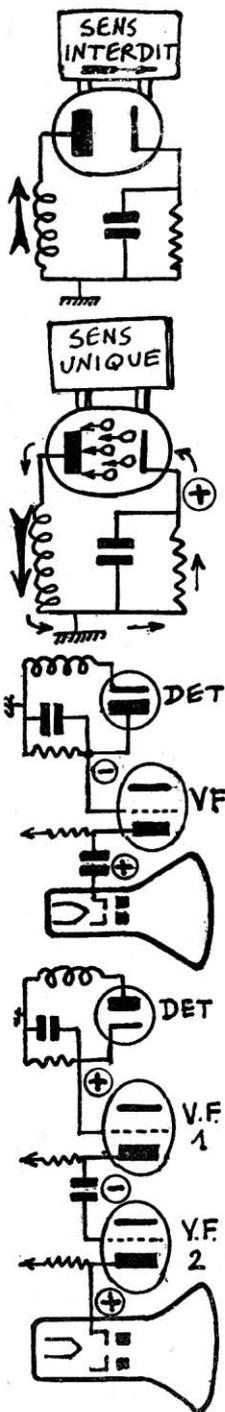
Fig. 86. — Détection à polarité positive. Fig. 87. — Détection à polarité négative. En a le schéma (les flèches montrent le sens du courant électronique). — En b signal H.F. avant détection. — En c tension détectée.

negatives du courant ne passent pas, car la diode leur oppose son sens interdit anode-cathode. Par contre, les alternances positives passent dans le sens des flèches (sens du mouvement des électrons) et...

Ig. — Excusez-moi, mais qu'appellez-vous en l'occurrence alternances positives et négatives ?

Cur. — J'appelle alternance positive celle qui fait passer le courant dans le sens des flèches en créant dans la résistance R une chute de tension qui rend positive son extrémité supérieure. C'est en ce point que nous prélevons les tensions détectées qui seront appliquées à l'amplificateur V.F.





Ig. — Par conséquent, si nous représentons graphiquement le courant H.F. (ou M.F.) modulé, notre détecteur efface tout ce qui est sous l'axe horizontal et ne laisse subsister que les alternances positives qui, d'ailleurs, perdent leur individualité et, grâce à l'action accumulative du condensateur C, se confondent pour donner lieu à la tension V.F.

Cur. — Je constate avec satisfaction que vous n'avez rien oublié de ce que naguère je vous ai exposé sur la radio. Notez maintenant qu'au lieu de laisser passer les alternances positives, on peut ouvrir la voie aux seules alternances négatives. Il suffit pour cela de monter la diode dans le sens inverse.

Ig. — Ce serait une folie ! Car, à ce moment, les maxima du courant de vidéo-fréquence, qui correspondent aux plus grandes luminosités de l'image, seraient, dans la tension détectée, traduits par les valeurs les plus négatives. Une telle tension appliquée au wehnelt du tube cathodique inscrirait donc une image où les blancs seraient remplacés par des noirs et inversement. Nous aurions... mais oui, ce serait une image négative !

Cur. — Votre raisonnement est impeccable. Et si l'on applique directement au wehnelt la tension détectée, il faut utiliser le montage à détection positive. Mais le plus souvent, entre le détecteur et le tube cathodique, on interpose un ou deux étages V.F., car la tension détectée n'est que de quelques volts et ne suffit pas pour moduler à fond le tube cathodique en variant la brillance du spot entre le noir et le blanc le plus éclatant. Or, un étage amplificateur inverse la phase des tensions : une impulsion positive appliquée à la grille détermine sur l'anode une diminution de la tension et inversement.

Ig. — Je devine la suite. Dans ces conditions, avec un étage V.F. placé à la suite d'un détecteur positif, nous trouverions sur le wehnelt des tensions inversées, donc négatives. Par conséquent, c'est le montage à détection négative, qu'il conviendra d'utiliser avec un seul étage V.F. Mais avec deux, il faudra revenir à la détection positive.

Cur. — C'est juste. Il faut pourtant remarquer qu'il est possible d'appliquer les tensions V.F. non pas au wehnelt, mais à la cathode du tube cathodique, en maintenant le wehnelt à un potentiel négatif fixe. De la sorte, plutôt que de rendre le wehnelt plus ou moins positif par rapport à la cathode, on rend celle-ci plus ou moins négative par rapport au wehnelt.

Ig. — Dans ce cas, il faut procéder de la manière opposée à celle qu'on adopte en appliquant la V.F. au wehnelt. Autrement dit, avec un seul étage V.F., nous utiliserons la détection positive : avec deux étages ou bien sans aucune amplification V.F., il faudra recourir à la détection négative. Voilà des situations pour le moins paradoxales : pour que l'image soit positive, on doit utiliser tantôt une détection positive, tantôt une détection négative !...

Chute des valeurs.

Cur. — Ne jouez pas sur les mots, Ignotus. Essayez plutôt de préciser les valeurs du condensateur C et de la résistance R de détection.

Ig. — Je pense que les valeurs classiques de 100 picofarads et de 0,5 mégohm utilisées dans tous les récepteurs de radio conviendront également en télévision.

Cur. — Je ne partage point votre façon de penser. Songez que le courant détecté atteint des fréquences de plusieurs mégahertz. Pouvez-vous calculer la capacitance que votre petit condensateur de 100 pF oppose à un courant de 7 MHz par exemple ?

Ig. — Laissez-moi faire... Voyons... j'obtiens 226 ohms. Est-ce possible ?

Cur. — Cela doit être juste. Voici donc un condensateur qui n'oppose que 226 ohms aux fréquences élevées du courant détecté. Que valent ces 226 ohms en comparaison avec le demi-mégohm de la résistance R ?

Ig. — Evidemment, celle-ci se trouve tout à fait court-circuitée par le condensateur. De la sorte, pratiquement aucune tension n'apparaîtra aux bornes de R et ne sera donc transmise à l'amplificateur V.F.

Cur. — Conclusion par trop précipitée, mon ami. Car les fréquences peu

élevées du signal vidéo seront détectées sans atténuation notable. L'atténuation des fréquences élevées se manifesterait donc par un manque de détails nets dans l'image, du moins dans le sens de l'exploration des lignes. Nous aurons une image floue, comme cela se produira chaque fois que, pour une cause quelconque, la bande de fréquences vidéo transmises sera rétrécie.

Ig. — Que faut-il donc faire ? Doit-on réduire considérablement la capacité de C pour que, même aux fréquences élevées, sa capacitance demeure suffisamment grande ?

Cur. — Cette solution s'impose. On ne peut toutefois pas aller trop loin dans cette voie, car la valeur de C doit rester nettement supérieure à la capacité cathode-anode de la diode, pour que la majeure partie de la tension détectée apparaisse aux bornes de C et de R. On utilise donc une capacité d'une vingtaine de picofarads. Et encore, compte tenu des capacités parasites, un condensateur d'une dizaine de picofarads suffit. Parfois, on l'omet purement et simplement, laissant aux capacités parasites le soin d'en assumer la tâche.

Fig. 88. — Filtre passe-bas éliminant la composante H.F. dans la tension détectée.

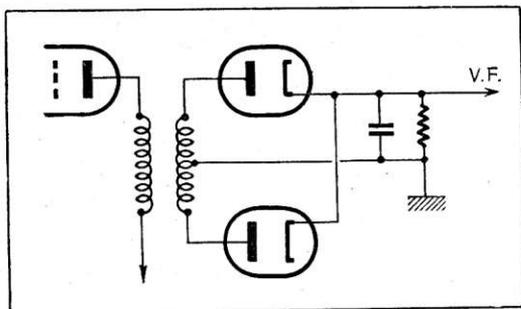
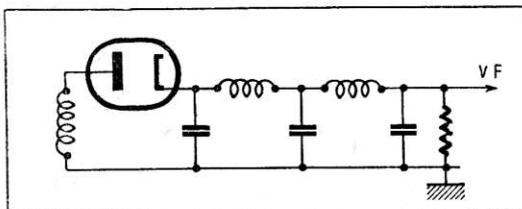


Fig. 89. — Détection des deux alternances par deux diodes en montage symétrique.

Ig. — C'est évidemment plus économique. Mais il me semble que même avec 20 pF la capacitance sera encore trop faible (1.130 ohms à 7 MHz) en comparaison avec R.

Cur. — Aussi faut-il également réduire fortement la valeur de cette résistance qui n'aura que de 1.000 à 4.000 ohms.

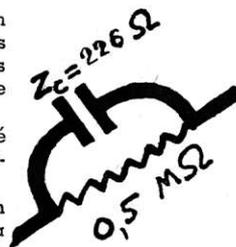
Ig. — Je suppose qu'avec une résistance de charge aussi réduite le rendement de la détection est loin d'être brillant.

Cur. — Certes, nous sommes loin d'y recueillir, comme en radio, 90 % de la tension détectée en supposant que celle-ci soit modulée au taux de 100 %. Mais en utilisant des diodes spécialement conçues pour la télévision et qui ont à la fois une faible capacité cathode-anode et une faible résistance interne, on parvient à recueillir sur R une bonne moitié de la tension détectée.

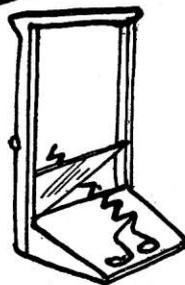
Ig. — En somme, notre détecteur a le même schéma, mais des valeurs beaucoup plus faibles qu'en radio ?

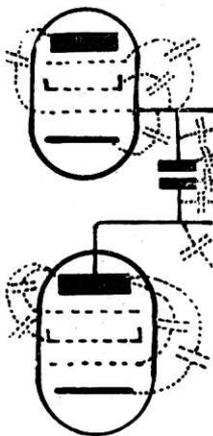
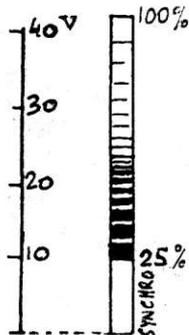
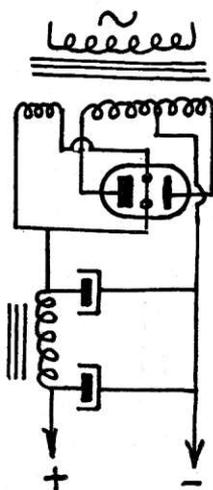
Cur. — Parfaitement. En outre, bien plus fréquemment qu'en radio, on le fait suivre d'un filtre passe-bas ayant pour but d'éliminer les composantes résiduelles H.F. ou M.F.

Ig. — Le filtre que vous avez dessiné ressemble étrangement aux filtres d'alimentation pour la haute tension.



$$Z_C = \frac{1}{2\pi f C}$$





Cur. — Rien d'étonnant à cela, Ignotus, puisque, dans les deux cas, il s'agit d'éliminer une composante de fréquence plus élevée que le courant que l'on désire laisser passer. A cette composante, les bobinages opposent leur inductance (qui croît avec la fréquence); et les condensateurs (dont la capacité diminue quand la fréquence augmente) offrent des voies faciles de dérivation.

Ig. — Puisque le filtre ressemble à celui utilisé pour l'alimentation classique en haute tension, ne pourrait-on pas, pour la détection même, utiliser le schéma du redresseur à deux alternances en faisant travailler à tour de rôle deux diodes ?

Cur. — Votre idée est parfaitement réalisable, et, à condition d'avoir à l'entrée un transformateur bien approprié, le rendement de la détection sera, avec ce montage (fig. 89) supérieur à celui des redresseurs à une seule alternance. De plus, le filtrage sera plus facile.

V. F. n'est pas B. F.

Ig. — Maintenant que nous avons enfin dégagé, grâce au détecteur, la composante V.F., il ne reste qu'à l'amplifier. Je suppose que cela se passe dans les mêmes conditions que pour la B.F. des récepteurs de radio, avec toutefois cette différence que la gamme des fréquences à amplifier atteint plusieurs millions de périodes par seconde. Je pense que, pour de telles fréquences, les capacités parasites doivent créer de sérieuses difficultés.

Cur. — Et vous ne vous trompez pas. Mais la différence avec la B.F. ne se borne pas au problème de l'amplification d'une très large bande de fréquences. Il y a, fort heureusement, deux autres points particuliers qui rendent la solution moins ardue. Tout d'abord, nous n'avons besoin, à la sortie de notre amplificateur, que d'une tension appliquée au wehnelt du tube cathodique et non d'une puissance à fournir à un haut-parleur. Vous verrez cependant qu'une certaine puissance devra être développée dans les résistances de charge anodiques.

Ig. — En somme, ici, nous fabriquons des volts et non des watts. J'aime autant cela, car les calculs sont certainement plus faciles. Et quel est l'autre particularité de l'amplificateur V.F. ?

Cur. — Le fait que nous avons besoin d'un gain plutôt modique. Pour moduler à fond la brillance du spot, une variation de tension d'une vingtaine ou d'une trentaine de volts suffit généralement. Je parle bien entendu des valeurs comprises entre les niveaux du noir et du blanc, soit entre 25 % et 100 % de la tension maximum. Or, à la sortie du détecteur, on dispose déjà d'une tension de l'ordre du volt. Aussi, en dépit des conditions défavorables où il fonctionne et qui tendent à en réduire le gain, un seul étage V.F. suffit dans la plupart des montages. Et cela simplifie bien des problèmes. Cependant deux étages sont quelquefois utilisés pour la haute définition et, presque toujours, pour la moyenne.

Ig. — Je suppose que, comme dans le cas de la détection, les ennuis sont dus au comportement des capacités aux fréquences élevées.

Cur. — Bien entendu. Dans notre amplificateur V.F., nous utilisons le classique montage à liaison par résistance. Or, en dérivation sur cette résistance de charge R il existe une capacité parasite C d'une trentaine de picofarads qui se compose de plusieurs capacités.

Ig. — Je vois lesquelles : la capacité entre l'anode et les autres électrodes et des capacités du câblage.

Cur. — Vous oubliez encore la capacité entre le wehnelt et la cathode au cas où la tension de sortie de notre étage est appliquée au tube cathodique, ou bien la capacité grille-cathode de l'amplificatrice suivante dans le cas où il s'agit du premier étage d'un amplificateur V.F. à deux étages.

Ig. — Evidemment, avec toutes ces capacités parasites, à 7 MHz, leur ensemble offrira au courant anodique une capacitance de moins de 1.000 ohms. Si nous utilisons une résistance de charge R de 100.000 ohms, comme en radio, toutes les composantes de fréquences élevées vont passer par cette sorte de

court-circuit capacitif, et le gain sera, pour elles, presque nul. Nous perdrons donc toutes les aiguës... pardon! tous les détails de l'image.

Cur. — Puisque vous avez si bien su analyser les causes du mal, vous n'aurez pas de peine à préconiser le remède.

Ig. — Hélas, c'est encore un sacrifice qu'il faut consentir sans doute. Nous réduirons très fortement la valeur de la résistance de charge R de manière à la rendre, aux fréquences les plus élevées, comparable à la capacité de C . Evidemment, avec R de l'ordre de 2.000 ohms, le gain sera bien faible. Et avec une résistance aussi faible, il faudra un courant anodique important pour développer la tension nécessaire. C'est dire que la lampe devra fournir des watts.

Cur. — Tout cela est exact. Et, de même que dans le cas de l'amplification H.F. ou M.F., nous avons ici encore tout intérêt à utiliser une penthode à pente aussi élevée que possible, qui sera souvent une lampe de puissance. Car le

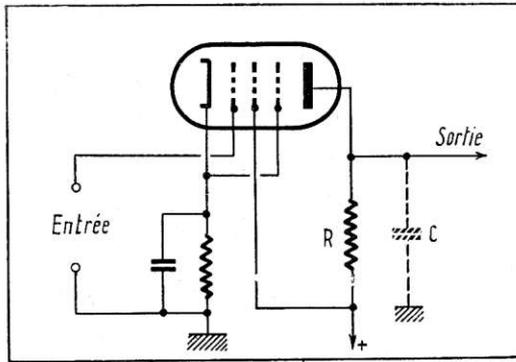


Fig. 90. — Schéma fondamental d'un étage amplificateur à liaison par résistance.

gain est, dans ce cas, pratiquement égal au produit de la pente par la résistance de charge.

Ig. — En somme, la télévision est fondée sur un gaspillage à tous les étages. On prend les tubes les plus remarquables et l'on n'utilise qu'une faible fraction de leur pouvoir amplificateur, soit en amortissant les circuits oscillants, ce qui en diminue l'impédance, soit en réduisant les valeurs d'autres résistances de charge. Quelle triste époque !...

Cur. — Ne vous lamentez pas, Ignoutus, puisque, malgré tout, les téléviseurs fonctionnent et qu'en particulier, dans le cas de la V.F., le faible gain obtenu est, en général, suffisant.

On inflige une correction pour redresser une courbe.

Ig. — Comme toujours, j'ai tendance à procéder par analogies avec la

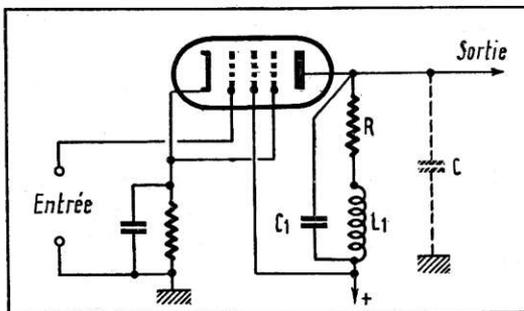
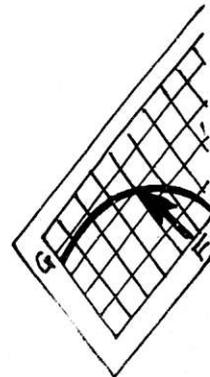
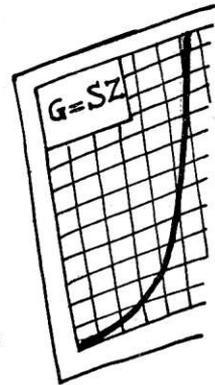
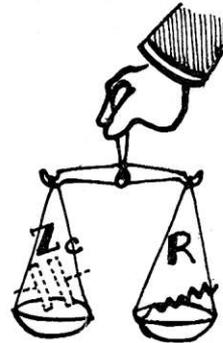
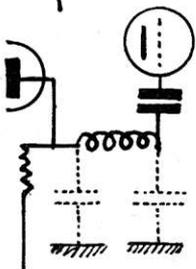
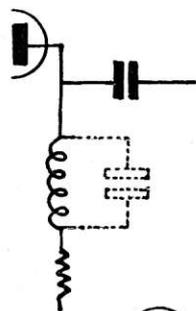
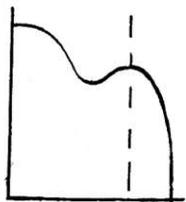
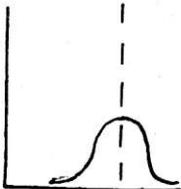
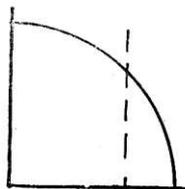


Fig. 91. — Méthode de correction de la courbe de réponse par le bobinage L_1 placé en parallèle sur la capacité parasite.

radio. Aussi je me demande s'il n'existe pas un moyen de corriger la courbe de réponse de l'amplificateur V.F. en la remontant aux fréquences élevées.

Cur. — Vous avez raison de vous poser la question puisque, en effet, une telle correction est couramment pratiquée. On utilise à cette fin des bobinages de faible self-induction que l'on place soit en parallèle, soit en série avec la capacité parasite,





soit dans les deux positions à la fois. Dans le cas de la « compensation parallèle », le bobinage L_1 placé en série avec la résistance de charge R est accordé par C . En déterminant convenablement la valeur de L_1 , on parvient à améliorer considérablement la courbe de réponse, en la remontant aux fréquences élevées.

Ig. — Je suppose que le circuit L_1C est accordé sur ces fréquences élevées qu'il s'agit de renforcer ; aussi, son impédance, faible aux autres fréquences, s'accroît considérablement pour ces fréquences élevées et, s'ajoutant à la résistance de charge R , vient opportunément à sa rescousse pour remonter le gain de l'étage.

Cur. — Les choses se passent, en effet, ainsi. Et même un peu mieux, car la présence du bobinage de compensation L_1 , en neutralisant dans une certaine mesure l'action de la capacité parasite C , permet d'augmenter la valeur de la résistance de charge R et d'accroître ainsi le gain pour l'ensemble des fréquences.

Fig. 92. — Compensation en série par le bobinage L_2 .

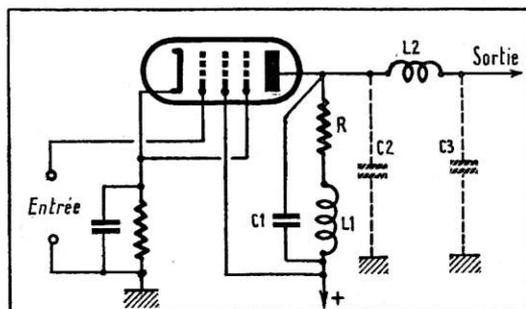
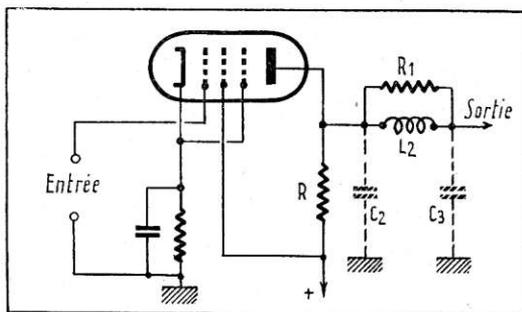


Fig. 93. — Compensation mixte série-parallèle par les bobinages L_1 et L_2 .

Ig. — En somme, notre courbe a une forme plus satisfaisante et remonte dans son ensemble ?

Cur. — Exactement. Le même résultat, ou légèrement meilleur, est obtenu par le montage de « compensation série » où la bobine L_2 est placée dans la liaison de sortie de manière à partager en deux (C_2 et C_3) la capacité parasite C . Dans certains cas, L_2 peut comporter en dérivation une résistance R , du même ordre de grandeur que R .

Ig. — Cela ressemble beaucoup à un filtre passe-bas.

Cur. — C'en est un, mais laissant passer des fréquences jusqu'à une valeur très élevée. Ce montage est d'une mise au point assez délicate. Pour être vraiment efficace, il faut que C_2 et C_3 soient dans un rapport déterminé. Or, avec ces sauvages capacités parasites, on n'est jamais sûr de rien...

Ig. — N'avez-vous pas dit tout à l'heure que l'on pouvait combiner en un montage mixte les deux modes de compensation que nous venons d'examiner ?

Cur. — Certes. Et, lorsqu'elle est bien établie, la « compensation série-parallèle » est vraiment efficace. Elle procure une belle courbe de réponse et permet de remonter le gain général en augmentant encore la valeur de R . Mais il faut que tous les éléments soient très soigneusement calculés et réalisés.

Ig. — Emploie-t-on les mêmes montages pour l'amplificateur V.F. à deux étages ?

Cur. — Bien entendu. Notez également que ces moyens de correction peuvent être utilisés dans le circuit de liaison entre le détecteur et l'étage V.F.

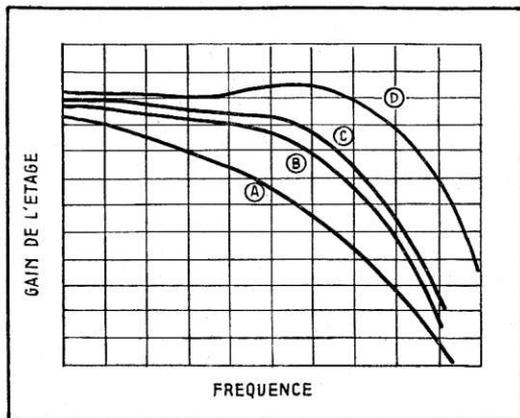


Fig. 94. — Courbes de réponse obtenues :
en A sans correction (schéma de la fig. 90);
en B avec la correction parallèle (fig. 91);
en C avec la correction série (fig. 92), et
en D avec la correction mixte (fig. 93).

Ig. — Puisque nous avons comparé la V.F. à la B.F., je me demande si l'on n'utilise pas dans les étages V.F. un réglage de gain analogue au réglage d'intensité sonore.

Cur. — Dans certains téléviseurs, on peut régler le gain en V.F. pour doser le contraste, comme cela se fait aussi dans les étages H.F. ou M.F. Nous en avons, d'ailleurs, parlé tout récemment. Bien entendu, ce réglage ne s'effectue pas à l'aide d'un potentiomètre placé dans un circuit de grille (comme dans la B.F. des récepteurs de radio), car les capacités d'un potentiomètre feraient perdre toutes les fréquences élevées, mais en agissant, le plus souvent par la cathode, sur la polarisation d'un tube V.F. à pente variable.

Ig. — En fait de pente, je me sens glisser sur celle du sommeil, car il se fait tard...



QUATORZIÈME CAUSERIE

En passant à travers un condensateur de liaison, le signal vidéo perd sa composante continue. Il en résulte une reproduction inexacte de teinte moyenne des images et aussi des troubles de synchronisation. Dans certains cas, on peut se passer de condensateurs de liaison. Dans d'autres, on doit pourvoir à la restitution de la composante continue. Voilà le sujet de cette causerie au cours de laquelle nos amis traiteront de :

Passage d'une tension à travers un condensateur. — Signaux non symétriques. — Perte de la composante continue. — Action sur la teinte et sur la synchronisation. — Montages à liaison directe. — Restitution de la composante continue à l'aide d'une diode. — Emplacement des diodes de restitution. — Polarisation pour signaux unipolaires.

ESCAMOTAGE ET RESTITUTION



Le doux balancement des électrons.

Ignotus. — En étudiant, la dernière fois, l'amplification à vidéo-fréquence, vous vous êtes longtemps appesanti sur le problème des fréquences les plus élevées. Mais, à l'autre bout de la gamme, il doit y avoir aussi des difficultés.

Curiosus. — Que voulez-vous dire par là ?

Ig. — Je me demande si, dans certains cas, le signal vidéo ne se réduit pas à une simple tension continue. Par exemple, si l'image comporte une large bande horizontale de teinte uniforme. Or, une tension continue n'est pas transmise à travers les condensateurs de liaison entre étages.

Cur. — La difficulté serait réelle s'il n'y avait pas de tops de synchronisation qui, à la fin de chaque trame, viennent modifier rapidement la valeur de la tension et empêchent ainsi le signal vidéo d'avoir une valeur constante même dans l'exemple que vous donnez. Certes, il faut utiliser des condensateurs de liaison de capacité suffisante pour transmettre des composantes de fréquence assez faible. Mais, comme vous le dites fort à propos, un condensateur n'est pas apte à transmettre une tension continue. Et cela crée certaines difficultés d'un ordre un peu différent.

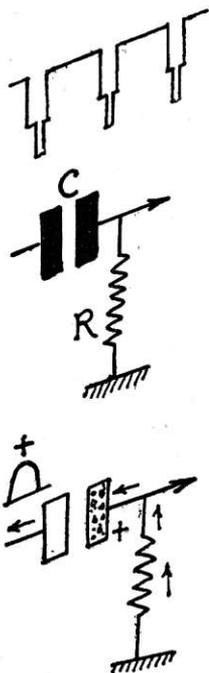
Ig. — Si vous voulez être moins mystérieux, je parviendrai peut-être à les comprendre et — qui sait ? — à les vaincre.

Cur. — Eh bien, réfléchissez un peu à la façon dont une tension variable est transmise dans le circuit classique de liaison par condensateur C avec résistance de fuite R.

Ig. — Nous l'avons analysé naguère, et rien n'est plus simple. Une tension alternative est appliquée à l'armature de gauche du condensateur. Pendant l'alternance positive, il s'y forme une raréfaction des électrons. Dès lors, en raison de l'attraction que des atomes positifs (ceux qui sont déficients en électrons) exercent sur les électrons, ceux-ci sont appelés vers l'armature de droite. D'où peuvent-ils venir ? Evidemment de la masse. Ils traversent donc la résistance R de bas en haut en déterminant une chute de tension telle que l'extrémité supérieure devient positive. Tout se passe comme si l'alternance positive avait traversé le condensateur.

Cur. — Avec, toutefois, cette différence que si une tension continue est superposée à la composante alternative — et c'est le cas dans un circuit anodique où l'on trouve la haute tension — celle-ci n'est pas transmise par le condensateur. Que se passe-t-il maintenant pour l'alternance négative ?

Ig. — Les électrons affluent à l'armature de gauche et, par conséquent, en chassent d'autres de celle de droite, car rien n'est plus repoussant pour un électron qu'un autre électron... Les électrons ainsi expulsés iront vers la masse



en traversant la résistance R de manière à rendre négative son extrémité supérieure. Là encore, tout se passe comme si, à la place du condensateur, un conducteur laissait passer la tension alternative.

Cur. — Tout cela est juste. Et vous remarquerez que nos électrons se balancent doucement et symétriquement comme des enfants sur une escarpolette.

Symétrie et équilibre.

Ig. — Je le sais depuis longtemps. Pourquoi donc m'avez-vous fait évoquer à nouveau toutes ces notions ?

Cur. — Parce que, pour le signal vidéo, les choses se déroulent un peu différemment.

Ig. — Pour quelle raison ?

Cur. — Du fait que, contrairement à la forme des signaux H.F. modulés et des signaux B.F. correspondant à des sons, les signaux V.F. ne sont pas symétriques, c'est-à-dire ne comportent pas d'alternances positives et négatives qui se ressemblent comme le reflet dans un miroir ressemble à l'objet réfléchi.

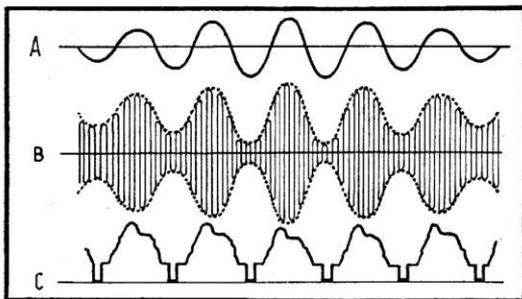


Fig. 95. — Si les tensions de B.F. (en A) ou de H.F. modulée (en B) sont symétriques, celle de vidéo-fréquence, représentée en C, ne l'est plus.

Ig. — En effet, à la sortie de la détectrice, notre signal V.F. est, selon la polarité de la détection, ou entièrement positif ou entièrement négatif. Seuls, les fonds des tops de synchronisation sont au potentiel zéro. Aucun axe de symétrie ne peut d'ailleurs être tracé voir les signaux de cette forme.

Cur. — Essayez, maintenant, d'examiner la façon dont de tels signaux seront transmis par notre circuit de liaison CR de la détectrice à l'amplificatrice V.F.

Ig. — Quelle sera la polarité de la détection ?

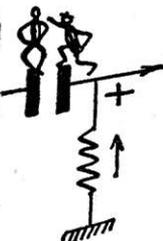
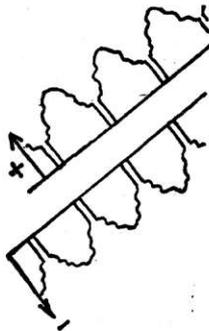
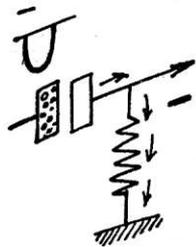
Cur. — Admettons qu'il s'agisse du cas le plus fréquent : celui d'un récepteur à un seul étage V.F. et à modulation appliquée sur le wehnelt. La détection est alors...

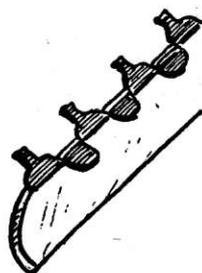
Ig. — ...négative. Nous aurons donc constamment un excédent d'électrons sur l'armature de gauche, sauf aux courts instants des tops de synchronisation. Par conséquent, de l'armature de droite, un nombre plus ou moins grand d'électrons sera expulsé.

Cur. — Très juste. Lorsque la tension négative détectée atteint le maximum (blanc de l'image), le plus grand nombre d'électrons est expulsé de droite pour aller à la masse à travers la résistance. A ce moment, le courant des électrons rend le sommet de la résistance négatif.

Ig. — Je vois où vous voulez en venir. Quand nous avons des tensions moins négatives, comme le niveau du noir ou même la valeur nulle des tops, une partie des électrons expulsés revient vers l'armature de droite. Le courant qui les y amène de la masse va alors dans l'autre sens et rend le sommet de la résistance positif.

Cur. — Vous voyez donc que, si nous retrouvons, après le condensateur une tension de la même forme que la tension détectée, elle n'est plus entièrement négative (ou entièrement positive si la polarité de la détection est telle). Nous trouvons sur la grille de l'amplificatrice V.F. une tension qui, sans être symétrique, comporte des alternances positives et négatives qui se répartissent équitablement autour du potentiel nul de la masse.

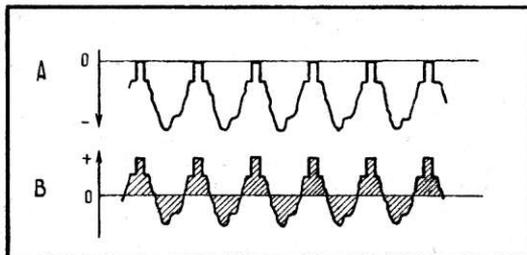




Ig. — Qu'appellez-vous « équitablement » ?

Cur. — De manière que la quantité totale des électrons quittant l'armature de droite (alternance négative) soit égale à celle qui y revient (alternance positive), car, comme un bon comptable, je cherche à équilibrer les recettes et les dépenses. Et pour peu que vous y réfléchissiez, sans faire appel au calcul intégral, vous trouverez que ces quantités d'électrons sont proportionnelles aux surfaces que limite la courbe de chaque alternance.

Fig. 96. — La tension vidéo de polarité négative à la sortie de la détection, a l'aspect représenté en A. Après son passage à travers un condensateur de liaison, elle revêt la forme représentée en B. Dans cette dernière courbe, les surfaces hachurées au-dessus et au-dessous de l'axe horizontal, s'équilibrent.



Ig. — En somme, pour trouver à quel endroit de la courbe passera maintenant l'axe au potentiel zéro, je n'ai qu'à découper la courbe de telle manière qu'en posant l'axe sur une lame de couteau, elle tienne en équilibre.

Cur. — Du moins est-ce le moyen de vérifier si l'axe est bien tracé... Vous voyez donc qu'en faisant passer notre signal notre signal détecté par le condensateur de liaison, vous l'avez rendu alternatif, vous l'avez privé de sa polarité, vous avez surtout arraché les tops de synchronisation de leur niveau constant de zéro volt.

Nouveaux méfaits de la capacité.

Ig. — Et c'est grave ?

Cur. — Catastrophique ! Car selon la forme du signal, c'est-à-dire selon l'aspect de l'image transmise, nos tops iront se promener plus ou moins haut. On ne pourra pas alors assurer une synchronisation correcte. De plus, les teintes mêmes de l'image risquent d'être altérées.

Ig. — Pourquoi donc ?

Cur. — Pour mieux vous faire comprendre l'étendue du désastre, je vous propose un exemple concret et fort simple. Supposons que l'image se compose d'un triangle équilatéral uniformément blanc sur un fond uniformément noir. Essayez de tracer la forme du signal vidéo détecté (toujours en polarité négative) pour trois lignes de balayage : l'une située en haut, l'autre au milieu, la troisième en bas.

Ig. — Pas difficile. Pour la première ligne, nous avons les tops jusqu'à 25 % de l'amplitude maximum, puis un palier noir à 25 %, à l'exception d'une courte pointe à 100 % correspondant au sommet du triangle blanc. Pour la ligne du milieu, les paliers noirs se rétrécissent au profit d'un palier blanc. Et celui-ci occupe la presque totalité de la dernière ligne.

Cur. — Parfait. Pourriez-vous maintenant tracer en pointillé, pour chacune des trois lignes, l'axe de potentiel zéro tel qu'il se situera après le passage des signaux à travers le condensateur ?

Ig. — Voici. Je crois que mes surfaces ne sont pas trop mal équilibrées.

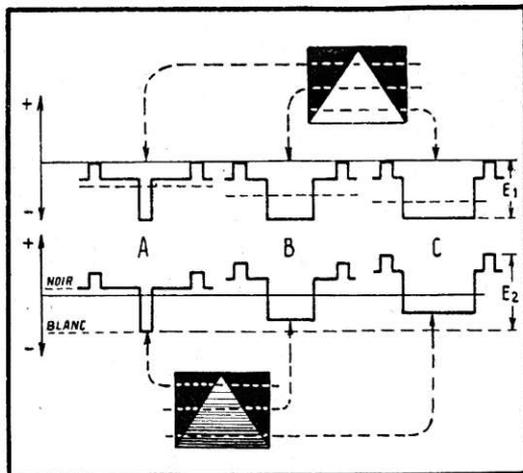
Cur. — Poursuivons nos exercices graphiques. Voulez-vous maintenant re-tracer ces mêmes signaux tels qu'ils seront effectivement situés par rapport à un axe de zéro volt, après leur passage à travers le condensateur de liaison.

Ig. — C'est facile. Les voici tous les trois.

Cur. — Vous constatez maintenant que nos tops de synchronisation se trouvent à des potentiels différents, ce qui empêchera le fonctionnement correct du dispositif de synchronisation. Mais ce n'est pas tout ; si vous appliquez de tels signaux au wehneil d'un tube cathodique, en le réglant de manière à



Fig. 97. — Les trois lignes analysées dans l'image placée en haut sont, à la sortie de la détectrice, traduites par des tensions A, B et C représentées en haut. Après passage à travers un condensateur, ces tensions sont décalées comme il est montré en bas. Et si l'on ne prend pas de précautions appropriées, on verra sur l'écran du récepteur l'image représentée en bas.



obtenir une gradation correcte des teintes du noir au blanc pour la première ligne, les teintes ne seront plus respectées pour les suivantes : ce qui aurait dû être blanc dans la ligne du milieu sera gris, et le blanc de la dernière ligne sera d'un gris encore plus foncé. En définitive, notre triangle, loin d'être uniformément blanc, sera de plus en plus foncé vers le bas.

A bas les condensateurs !

Ig. — Vous m'en voyez tout à fait désolé. En somme, qu'il s'agisse de capacités parasites ou de celles de condensateurs qui n'ont rien de clandestin, toutes exercent les effets les plus néfastes en télévision. Et si on les supprimait purement et simplement ?

Cur. — Ce que vous dites par boutade est réalisé dans certains montages dits « à liaison directe ». Rien ne s'oppose à la suppression du condensateur de liaison entre la détectrice et la grille de l'amplificatrice V.F. Ce qui est un

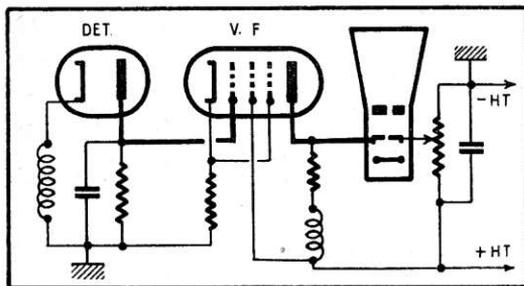
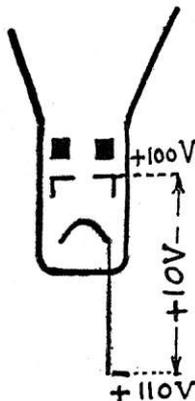
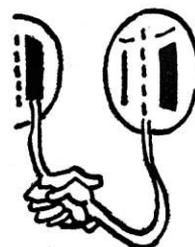


Fig. 98. — Le moyen le plus simple pour ne pas perdre la composante continue, est d'assurer la liaison directe entre les étages qui suivent la détectrice.

peu plus délicat, c'est la liaison directe entre l'anode de l'amplificatrice et le wehnelt. En l'absence du condensateur, le wehnelt se trouve porté au potentiel positif élevé de l'anode du tube V.F.

Ig. — Mais c'est impossible ! Ne m'avez-vous pas dit que le wehnelt doit être polarisé négativement par rapport à la cathode, au même titre que la grille d'une vulgaire triode ?

Cur. — C'est exact. Aussi s'arrange-t-on, dans ce montage, pour porter la cathode du tube cathodique à un potentiel positif fixe supérieur à celui du wehnelt. De la sorte, celui-ci se trouve négatif par rapport à la cathode.





Ig. — Et voilà nos condensateurs de liaison supprimés ! Je ne croyais pas que la solution était si simple.

Cur. — Ne criez pas trop tôt victoire. En réalité, les choses sont un peu moins simples. Tel que je vous l'ai décrit, le montage est affligé de certains défauts. La vie du tube cathodique, notamment, est soumise à un certain risque.

Ig. — Pourquoi, mon Dieu ?

Cur. — Supposons que, pour une raison quelconque, ne serait-ce que la classique coupure du filament, le tube V.F. cesse de fonctionner. Aussitôt la tension sur son anode monte considérablement, puisque, en l'absence de courant anodique, il n'y a plus de chute de tension dans la résistance de charge.

Ig. — Je vois la tragédie. La tension sur l'anode, donc sur le wehnelt, devient égale à la haute tension. Au lieu d'être négativement polarisé, le wehnelt devient positif et vide rapidement la cathode du tube cathodique. Privé de son émission électronique, il sera juste bon pour la poubelle... Belle affaire pour le fabricant des tubes !... Que faire alors ?

Cur. — Il existe des montages plus compliqués à liaison directe, où ce risque, ainsi que certains autres défauts, sont éliminés. Vous concevez que si, au lieu du wehnelt, on attaque par le signal vidéo la cathode, le tube est à l'abri du fâcheux accident que je viens d'évoquer. Il y a, toutefois, d'autres moyens que la liaison directe pour remettre en place les tensions V.F. après leur passage, dans les condensateurs de liaison.

Une simple restitution.

Ig. — Je voudrais bien les connaître, à moins qu'ils soient plus complexes que les montages perfectionnés à liaison directe.

Cur. — Vous avez noté que tous les ennuis causés par le condensateur de liaison sont dus au passage des électrons dans les deux sens à travers la résistance R. Ce sont les chutes de tension déterminées par ces courants électroniques qui font apparaître des alternances tour à tour positives et négatives.

Ig. — Evidemment, si on pouvait faire revenir les électrons vers l'armature de droite sans les faire passer par la résistance, il n'y aurait plus d'alternances positives. Mais je ne vois pas du tout le moyen de le faire.

Cur. — Il existe pourtant, et il est simple. Il suffit pour cela de brancher, en parallèle sur la résistance R, une diode dont la cathode est reliée à la masse.

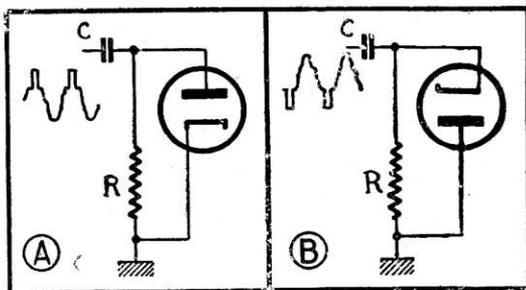
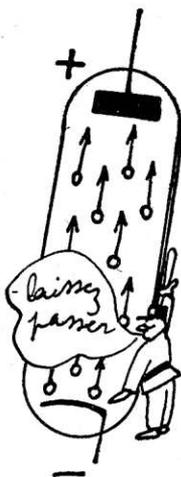
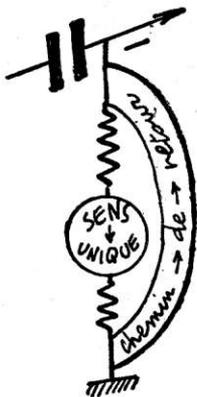


Fig. 99. — Montage de la diode de restitution pour signaux à polarité négative (en A) et positive (en B).

Ig. — Je n'y avais pas pensé ! Je comprends que, dans ces conditions, les électrons chassés de l'armature de droite ne peuvent aller vers la masse que par la voie de la résistance, car la diode leur oppose son sens interdit. Ils créent donc la tension négative voulue. Mais pour revenir vers l'armature, les électrons, à la place de la résistance élevée R, choisiront le chemin beaucoup plus facile que leur offre l'espace cathode-anode de la diode. Et, sur cette faible résistance, il n'apparaîtra qu'une insignifiante tension positive.

Cur. — En fait, les phénomènes qui se déroulent dans ce circuit élémentaire sont loin d'être simples. Les électrons dont est chargé le condensateur C ne s'écoulent pas instantanément à travers la résistance R. Le rôle de la diode

est donc d'amener à l'armature droite du condensateur une charge suffisante d'électrons pour que tout le signal V.F. se trouve dans le domaine des tensions négatives, les tops étant seuls à atteindre le potentiel zéro. Grâce à l'action de la diode, au lieu d'avoir pour potentiel moyen celui de la masse, c'est-à-dire zéro volt, l'armature droite du condensateur a zéro volt comme potentiel maximum.

Ig. — Est-ce que les électrons traversent la diode à chaque trame de balayage ?

Cur. — Pas obligatoirement. Si les tensions des trames successives ont sensiblement la même forme ou, plus exactement, mettent en mouvement la même charge d'électrons, la diode n'a plus à intervenir après avoir convenablement chargé le condensateur. Mais si des quantités plus importantes d'électrons sont mis en jeu, la diode en laisse passer suffisamment pour compléter la charge. Et quand les charges doivent être plus faibles, l'excédent des électrons s'écoule à travers la résistance R. De toute manière, la diode de restitution...

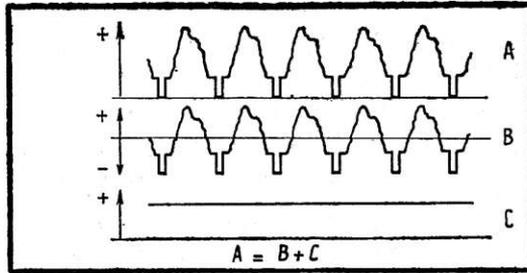
Ig. — Est-ce ainsi qu'on l'appelle ?

Cur. — J'ai, en effet, omis de faire les présentations. Aussi ai-je l'honneur de vous présenter la diode de restitution de la composante continue. Tel est, en effet, son appellation officielle.

Ig. — Et quelle est la composante continue en question ?

Cur. — C'est une sorte de vue de l'esprit. La tension d'une seule polarité (c'est-à-dire entièrement positive ou entièrement négative) telle qu'on la trouve

Fig. 100. — Un signal vidéo de polarité positive tel qu'il est représenté en A, peut être considéré comme la somme d'un signal équilibré B et d'une composante continue C.



après la détection, peut être considérée comme la somme de deux tensions : une tension alternative ayant justement la forme de celle que l'on trouve après le passage par le condensateur de liaison, et une tension continue de signe convenable et de valeur suffisante pour la situer entièrement dans le domaine des tensions positives ou négatives.

Ig. — Je devine, d'ailleurs, que cette tension continue est égale à celle que j'ai dessinée en pointillé sur mon graphique pour partager en surfaces égales la courbe du signal V.F.

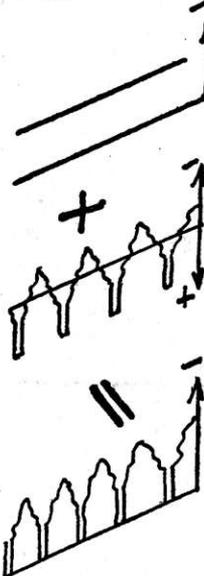
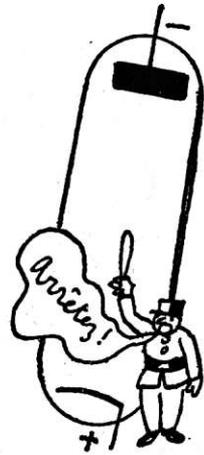
Cur. — Une fois de plus, vous êtes dans le vrai, Ignotus.

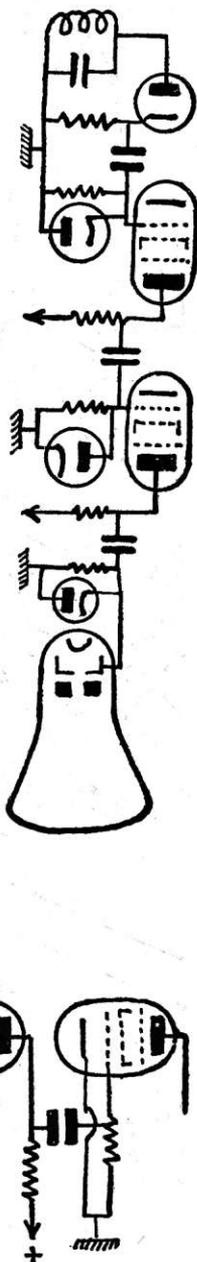
Ig. — Vous avez envisagé le cas des tensions de polarité négative. Comment faut-il procéder dans le cas contraire ?

Cur. — Rien de plus simple. Si vos tensions ont la polarité positive, inversez le sens de la diode, c'est-à-dire connectez l'anode à la masse et la cathode au sommet de la résistance. Refaites pour ce cas tous nos raisonnements, et vous constaterez que le dispositif fonctionne aussi bien... et de surcroît vous aurez accompli un bon exercice de gymnastique cérébrale.

Diode par ci, diode par là...

Ig. — A quel point précis de la chaîne de V.F. doit-on restituer la composante continue ? Pour ma part, je suppose qu'il suffit de le faire à la sortie du dernier étage d'amplification, sur la liaison avec le wehnelt ou avec la cathode du tube cathodique.





Cur. — On pourrait s'en contenter, à condition, bien entendu, que les tensions de synchronisation soient prélevées en ce point, ce qui est fréquemment le cas. Mais on pourrait utiliser plusieurs diodes de restitution : l'une après la détectrice, l'autre après l'étage V.F. et, s'il y a deux étages V.F., une troisième diode après le second étage.

Ig. — Etes-vous actionnaire d'une usine de diodes pour préconiser pareille profusion de ces petites lampes ?

Cur. — Mes conseils sont tout à fait désintéressés. Revenez à l'exemple que nous avons examiné tout à l'heure (fig. 97). Ne voyez-vous pas que, en l'absence de la diode, le domaine des tensions E_g occupé par les signaux est nettement supérieur à celui E_1 qui suffit aux signaux quand ils sont bien sagement alignés sur la même ligne de départ grâce à l'action de la diode ?

Ig. — Et pourquoi faut-il éviter cet étalement des signaux sur l'échelle des tensions ?

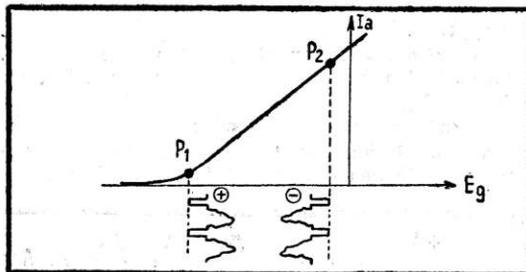


Fig. 101. — La polarisation d'un étage V.F. doit être réglée de manière que le point de fonctionnement permette au signal unipolaire de s'étendre dans la région rectiligne de la courbe caractéristique. Cicontre, cas des signaux à polarisation positive et négative.

Cur. — Parce que les amplificatrices V.F. fonctionnent dans des conditions peu favorables et qu'il est inutile de leur donner à digérer des signaux s'étalant sur un domaine étendu des tensions de grille. Toutefois, les amplitudes assez faibles des signaux mis en jeu, nous dispensent de cette orgie de diodes.

Ig. — Je me demande, d'ailleurs, de quelle manière il faut polariser les tubes V.F. quand il s'agit d'amplifier des signaux non symétriques et « unipolaires ».

Cur. — Vous avez tout à fait raison de poser cette question. Il est, en effet, inutile de fixer ici le point de fonctionnement au milieu de la partie rectiligne de la caractéristique située dans le domaine des tensions négatives de grille. Ici, pour des signaux à polarité négative, on se place au point zéro volt ou moins un volt. Et s'il s'agit de signaux à polarité positive, le point de fonctionnement sera fixé à l'extrémité la plus négative de la partie rectiligne. Dans les deux cas, grâce à cette polarisation, le signal disposera de l'étendue maximum de la partie rectiligne de la caractéristique.

Ig. — Pour résumer, si je prends le cas concret d'un récepteur à un seul étage V.F., où la tension de modulation est appliquée au wehnelt, nous y aurons une détection à polarité négative. Une diode de restitution suffira en dérivation sur la résistance de fuite du wehnelt.

Cur. — Notez encore que, pour des signaux V.F. de polarité négative, l'espace cathode-grille d'un tube peut remplacer la diode. Depuis l'époque où nous avons analysé le mécanisme de la détection par la grille, vous savez qu'en réalité cette électrode peut, dans un tube non polarisé, jouer le rôle d'anode d'une petite diode. Dans le cas du signal négatif, elle est branchée dans le sens convenable, pour remplacer la diode de restitution.

Ig. — Et moi qui vous accusais de faire de la propagande pour l'usage massif des diodes !...

QUINZIÈME CAUSERIE

Cette fois-ci, le dialogue de nos deux amis sera d'une longueur inusitée. Le sujet débattu mérite, en effet, qu'on lui consacre une attention soutenue. Il s'agit des méthodes permettant d'extraire du signal général de vidéo-fréquence les tops de synchronisation, puis des procédés servant à séparer les tops de lignes de ceux d'images. L'étude de ces questions conduira Curiosus à analyser les remarquables propriétés du circuit très simple composé d'une résistance et d'un condensateur en série. Chemin faisant, nos amis examineront les sujets suivants :

Nécessité de la séparation. — Ecrêtage. — La place du séparateur. — Séparateurs à diode en parallèle et en série. — Montages avec penthode. — Questions de polarité. — Emploi d'une diode de restitution. — Transformation des durées en amplitudes. — Différentiation et intégration. — Influence de la constante de temps. — Forme des signaux différenciés et intégrés. — Montages pratiques.

SÉPARATION ET TRIAGE

Nivellement par le bas.

Ignotus. — Je crois que, maintenant, je sais tout.

Curiosus. — Tout ? Que signifie cette affirmation pleine de modestie ?

Ig. — Je veux dire que je connais maintenant tous les étages d'un téléviseur, du préamplificateur H.F. au dernier étage V.F. relié au tube cathodique. Et comme, au surplus, je n'ai rien oublié de la composition des bases de temps, j'ai l'agréable impression de connaître enfin l'ensemble de cette technique complexe que...

Cur. — Détrompez-vous, mon pauvre Ignotus. Il vous reste encore bien des choses à apprendre. Ne serait-ce, par exemple, que la façon de synchroniser ces bases de temps que vous évoquez fort à propos.

Ig. — Je me souviens, en effet, que les tops de fins de lignes et de fins d'images servent à synchroniser les deux bases de temps du récepteur avec celles de l'émetteur. Mais ne suffit-il pas, pour ce faire, d'appliquer à ces bases de temps le signal vidéo complet ?

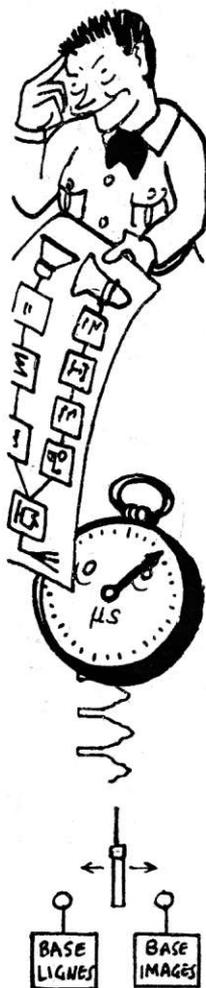
Cur. — Vous provoquerez ainsi les pires catastrophes. Le mélange des signaux d'images avec les tops de fins de lignes et les tops de fins d'images déclenchera chacune des bases à des instants les moins appropriés. Dans ce domaine, où le temps est compté en fractions de microseconde, tout doit être net et clair. Chaque base doit recevoir les tops qui lui sont destinés à l'exclusion de tout autre signal. Car le déclenchement de chaque décharge s'opère souvent sous l'action des moindres fluctuations de tension sur la grille du tube servant à cette décharge.

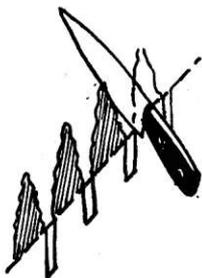
Ig. — Je vois où vous voulez en venir : à la nécessité de séparer les signaux de synchronisation des tensions traduisant les luminosités de l'image. D'ailleurs, lorsque nous avons essayé de dresser le schéma général d'un téléviseur, vous y avez bien prévu à cette fin un étage « séparateur ».

Cur. — J'espère, d'ailleurs, que vous devinerez sans peine le principe permettant d'opérer la séparation.

Ig. — Je suppose qu'il s'agit d'une sorte de commutateur électronique qui, aux instants propices, dirige les signaux sur les bases de temps correspondantes. Par exemple, à la fin de chaque ligne, la tension est appliquée à la base « lignes » et...

Cur. — Non, Ignotus, votre commutateur serait d'autant plus difficile à concevoir que, pour fonctionner correctement, il devrait être synchronisé lui-même. Vous vous enfermez donc dans un cercle vicieux avec votre projet... Ne voyez-vous pas un autre moyen de séparation des signaux d'image et des





tops, moyen basé sur la différence fondamentale existant entre ces deux sortes de signaux ?

Ig. — Cette différence est représentée, évidemment, par leurs amplitudes...

Cur. — Voilà le grand mot lâché. Maintenant, vous êtes sur la bonne voie. Continuez.

Ig. — Les tops de synchronisme occupent l'intervalle entre 0 et 25 % de l'amplitude maximum possible du signal vidéo. Tout ce qui est au-dessus, c'est-à-dire compris entre 25 et 100 %, représente toute la gamme des luminosités allant du noir au blanc. Par conséquent, il n'y a qu'à couper toutes les tensions dépassant 25 % pour qu'il ne reste plus que les tops.

Cur. — Bien raisonné, Ignotus ! Il faut, avec une sorte de couteau, couper dans la tension vidéo tout ce qui dépasse les 25 % réservés aux tops. On appelle cette ablation de la partie supérieure d'une tension « écrêtage ».

Ig. — Et comment opère-t-on cette sorte de nivellement par le bas ?



Les limites de la patience.

Cur. — En appliquant les signaux à un tube qui veut bien fonctionner jusqu'à un certain niveau, mais qui se refuse à dépasser cette limite.

Ig. — C'est comme mon oncle Jules qui, lorsque j'étais gosse, supportait parfaitement que je joue de la trompette, mais s'est fâché tout rouge le jour où j'ai tenté d'exercer mes talents sur un tambour... Mais quel genre de tube manifeste ainsi ses limites de patience ?

Cur. — D'habitude, on se sert de penthodes. Mais une profusion de grilles n'est guère obligatoire, et, dans certains montages économiques, une simple diode fait tant bien que mal l'affaire.

Ig. — Et où place-t-on cet étage séparateur ?

Cur. — Théoriquement, on pourrait lui appliquer la tension du signal avant la détection car, tout en écrêtant, il détecterait en même temps. Mais le fonctionnement serait incertain. En fait, on a intérêt à l'alimenter par des signaux d'amplitude aussi élevée que possible. Aussi les prélève-t-on en fin de la chaîne d'amplification, donc à la sortie du dernier étage V.F. ou, dans les rares montages dépourvus d'amplificateur V.F., à la sortie de la détectrice.

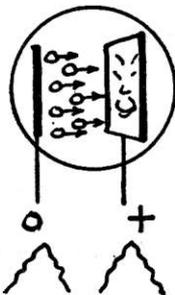
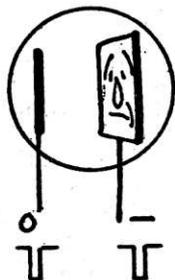
Ig. — On peut donc admettre que le signal utilisé dans le séparateur peut être aussi bien de polarité positive que négative, selon que la tension vidéo est respectivement appliquée au wehnelt ou à la cathode du tube cathodique.

Cur. — Nous aurons, en effet, à envisager les deux cas.

Ig. — Admettons, si vous le voulez bien, que le signal soit de polarité positive, c'est-à-dire que les tops de synchronisme « s'appuient » sur le potentiel de zéro volt et que tout le reste du signal monte dans le domaine des tensions positives. Comment l'écrêtez-vous à l'aide d'une diode ?

Cur. — Il existe plusieurs montages utilisés à cette fin. Les plus simples comportent une diode polarisée en dérivation sur la tension vidéo. Ainsi, dans le cas d'une tension à polarité positive (fig. 102), la cathode de la diode est rendue légèrement positive par rapport à son anode. De la sorte, tant qu'on n'applique pas à l'anode des tensions supérieures à cette tension de polarisation, aucun courant n'y circule. Mais que le potentiel de l'anode devienne positif par rapport à celui de la cathode, et voilà qu'un courant s'établit. Une diode rendue ainsi conductrice équivaut à un véritable court-circuit et empêche l'accès vers la sortie des tensions supérieures à celles qui donnent naissance à son courant.

Ig. — Je crois comprendre que la tension de polarisation est réglée de manière à être quelque peu inférieure à l'amplitude des tops de synchronisme. De la sorte, pour les tops, la diode n'exerce aucune action, et ils sont sans dommage transmis vers la sortie. Mais dès que la tension dépasse celle de polarisation, comme c'est le cas des signaux d'image proprement dits, la guillotine fonctionne, et tout passe à travers la diode sans atteindre la sortie. Mais à quoi sert la résistance R ?



Cur. — A préserver la résistance de charge de l'étage qui précède de l'action de court-circuit de la diode.

Ig. — Je n'y avais pas songé... Pourriez-vous me tracer le schéma utilisé pour les signaux à polarité négative? Je suppose qu'on inverse le sens de la diode.

Cur. — Bien entendu. Et, là encore (fig. 103), vous le voyez, on rend l'anode négative par rapport à la cathode. Tant que, durant les tops, la cathode ne devient pas plus négative que l'anode, la diode ne laisse passer aucun courant et n'exerce donc aucune action sur les tensions des tops fidèlement transmis vers la sortie. Mais les signaux d'image la rendent plus négative que l'anode, le courant s'établit, et la sortie, court-circuitée par la diode, ignore les signaux



Fig. 102. — Séparateur à diode en parallèle pour signaux positifs.

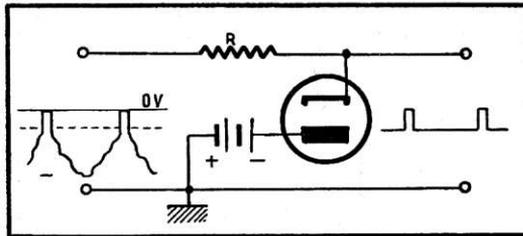
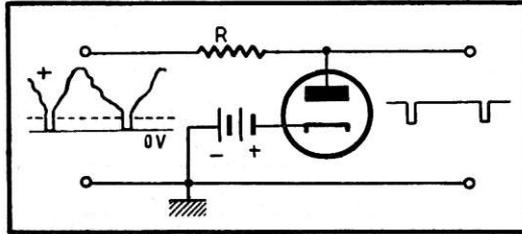
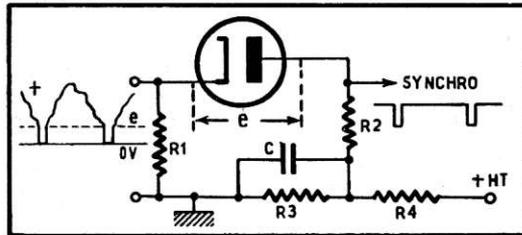


Fig. 103. — Même montage que figure 102, mais pour signaux négatifs.

Fig. 104. — Séparateur à diode montée en série pour signaux positifs.



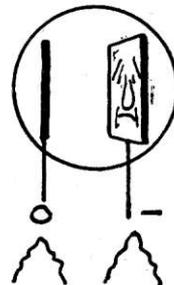
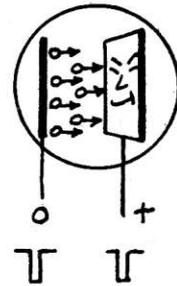
d'image. Voilà le fonctionnement un peu schématisé de l'écrêteur diode branché en dérivation.

Ig. — Cela me laisse supposer qu'il existe, d'autre part, un montage en série. Comment est-il conçu?

Cur. — Le schéma en est très simple (fig. 104). Nous utilisons une diode dont l'anode est rendue légèrement positive grâce au diviseur de tension constitué par les deux résistances R_3 et R_4 , disposées entre le négatif et le positif de la haute tension. Le condensateur C, de capacité suffisante, sert à laisser passer les composantes alternatives du courant.

Ig. — Mais il circulera, dans notre diode, un courant continu, puisque son anode est rendue positive par rapport à la cathode.

Cur. — Il en sera du moins ainsi en l'absence de signal appliqué à l'entrée du montage. Et encore, ne croyez pas que ce courant soit très fort. En effet, il détermine dans la résistance de charge R_2 , une chute de tension telle que la différence de potentiel e entre anode et cathode demeure relativement faible.





On s'arrange, d'ailleurs, par le choix approprié de R_1 et de R_2 , pour que e soit légèrement inférieur à la tension des tops de synchronisme.

Ig. — Et que vient faire ici R_1 ?

Cur. — C'est la résistance de liaison de l'étage précédent que j'ai fait figurer dans notre schéma pour montrer que le circuit du courant de la diode est bien fermé.

Ig. — Je crois deviner sans peine ce qui se passe dans notre montage. Tant que les tensions que le signal vidéo applique à la cathode demeurent inférieures à la différence de potentiel e , c'est-à-dire pendant la durée des tops de synchronisme où ces tensions sont nulles, l'anode reste positive par rapport à la cathode, et le courant passe dans la diode. Mais en dehors de ces courts instants, la tension positive appliquée à la cathode est supérieure à e et rend ainsi l'anode négative par rapport à la cathode. Dès lors, la diode est bloquée, c'est-à-dire ne laisse passer aucun courant.

Cur. — Votre raisonnement est juste. Vous voyez donc que, dans notre montage, le courant ne passe que pendant les tops de synchronisme. Chacune de ces impulsions de courant crée dans R_1 une chute de tension se manifestant par une impulsion négative de la tension prélevée sur l'anode.

Ig. — N'est-ce pas mauvais ? Je me souviens que certaines bases de temps exigent des tops de synchronisation positifs alors que d'autres sont plus éclectiques.

Cur. — On peut toujours, si c'est nécessaire, inverser la phase des tops à l'aide d'une lampe déphaseuse.

Ig. — Et comment faut-il opérer dans le cas de signaux de polarité négative ?

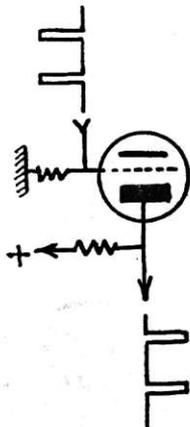
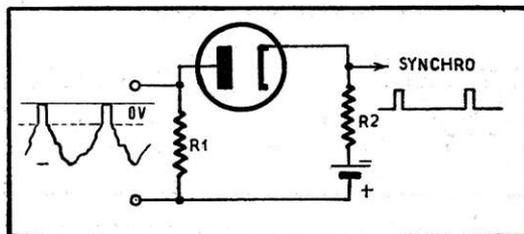


Fig. 105. — Pour des signaux négatifs, le séparateur est monté comme ci-dessus.



Cur. — Le principe est le même. Mais il faut inverser la diode et appliquer à sa cathode une très légère polarisation négative. Là encore, la diode laisse passer le courant pendant la durée des tops. Mais les signaux d'image rendent l'anode plus négative que la cathode, ce qui arrête le passage du courant. Chaque impulsion du courant se traduit, sur la résistance de charge, par une impulsion positive de tension.

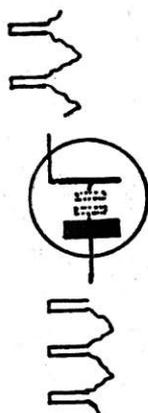
Avec trois grilles en plus.

Ig. — Je constate qu'en somme la diode ne modifie pas la polarité des tops. De toute manière, ces montages me semblent d'une simplicité séduisante et je ne vois pas pourquoi leur en préférer d'autres, sans doute plus compliqués, utilisant des pentodes.

Cur. — En matière de technique, la simplicité ne va pas toujours de pair avec la perfection. Ainsi nos séparatrices diodes sont-elles loin d'être douées de toutes les vertus. La séparation qu'elles assurent est imparfaite, car le signal d'image, lorsqu'il traduit de très rapides variations de luminosité, parvient à pénétrer jusqu'aux bases de temps à travers la capacité parasite anode-cathode de la diode. C'est dire que le fonctionnement des bases est sujet à des troubles de synchronisation. D'autre part, une diode ne restitue que ce qu'on lui applique, et encore pas totalement. En revanche, on a tout intérêt à bénéficier du pouvoir amplificateur des pentodes qui, de surcroît, n'offrent qu'une très faible capacité entre la grille et l'anode.

Ig. — Mais comment s'y prendre pour limiter la patience des pentodes ?

Cur. — Cette « patience » ou, en fait, le courant anodique, peut être limité



aux deux extrémités. D'une part, à sa naissance, dans la région des tensions négatives de grille; c'est, vous le savez, le coude inférieur de la courbe caractéristique. D'autre part, on peut déterminer, aux environs de zéro volt de grille, un coude supérieur très prononcé suivi d'un palier horizontal.

Ig. — En sorte que toute augmentation de la tension de grille au delà de zéro volt n'entraîne plus aucune variation du courant anodique ?

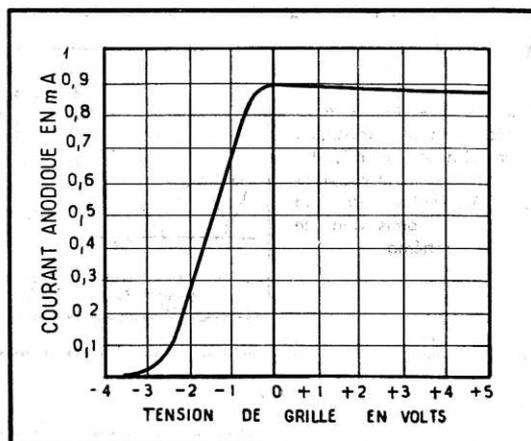


Fig. 106. — Caractéristique d'une penthode séparatrice.

Cur. — Exactement, au même titre que toute diminution de son potentiel au delà de la tension correspondant à la naissance du courant anodique. Nul à cet instant, le courant anodique ne pourra que rester nul si la grille devient encore plus négative.

Ig. — Je commence à subodorer tout le parti que l'on peut tirer de ces deux limites de patience. Mais je voudrais auparavant savoir par quels artifices on parvient à modeler ainsi la courbe caractéristique d'une penthode.

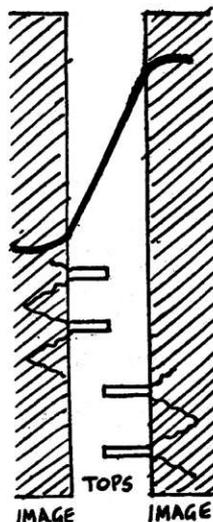
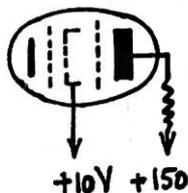
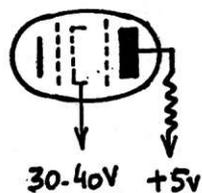
Cur. — Le but visé est d'empêcher l'anode de recevoir un flux d'électrons dépassant une certaine intensité, quelle que soit dès lors l'ouverture de ce robinet à électrons que constitue la grille. On y parvient en appliquant des tensions appropriées à l'anode et à la grille-écran. On peut, par exemple, laisser sur l'anode une tension positive très faible, de l'ordre de 5 volts, tout en appliquant de 30 à 40 volts à la grille-écran. Ou bien on fera le contraire, en maintenant l'anode à une tension normalement élevée, mais en appliquant une tension relativement faible à la grille-écran.

Tops vers le haut et tops vers le bas.

Ig. — Je suppose que, dans tous les séparateurs à penthode, on s'arrange pour que les tops de synchronisation intéressent le domaine des tensions de grille pour lesquelles le courant anodique varie, autrement dit la partie montante de la courbe caractéristique. Quant au signal d'image proprement dit, on le rejette certainement soit dans le palier horizontal supérieur, soit dans le domaine où le courant anodique est nul. Dans les deux cas, seuls les tops de synchronisation se trouvent amplifiés par le tube, alors que les signaux d'image n'entraînent aucune variation du courant d'anode.

Cur. — Vous avez fort bien exposé le principe des séparateurs à penthode. Aussi n'aurai-je aucune difficulté à en analyser les montages en détail. Prenons, si vous voulez bien, à titre d'exemple, le cas des signaux vidéo de polarité positive, où la tension n'est nulle que pendant la durée des tops; le reste du temps elle est positive. Voici (fig. 107) une penthode où, grâce au diviseur des tensions composé des résistances R_1 à R_4 , l'anode se trouve à un potentiel très faible, la grille-écran est portée à un potentiel plus fort, et la cathode est, en raison de la chute de tension dans R_1 , plus positive que la grille ou, ce qui





revient au même, la grille a une polarisation négative par rapport à la cathode.

Fig. — Tout cela est clair. Mais à quoi sert cette polarisation ?

Cur. — Regardez la caractéristique du tube. On règle la polarisation de telle manière que le point de fonctionnement soit situé à la naissance du courant anodique. De la sorte, les tops de synchronisme s'étendront sur toute la région des tensions de grille où le tube amplifie (partie montante de la caractéristique). Il faut, d'ailleurs, que les tops atteignent ou même dépassent

Fig. 107. — Montage à faible tension anodique. Pour plus de clarté, les condensateurs découplant les électrodes de la lampe sont omis dans le schéma.

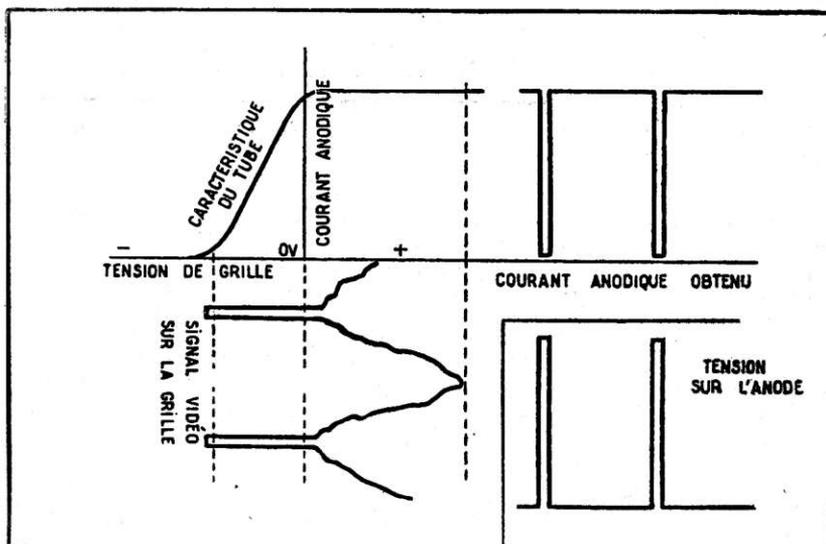
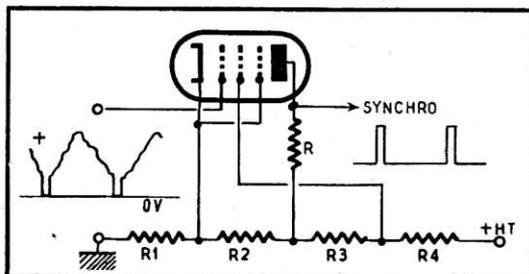
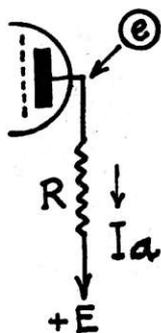


Fig. 108. — Voici comment fonctionne le séparateur à penthode dans le cas des signaux positifs.

le coude supérieur. Ainsi donc, toute la partie des signaux relative à l'image est rejetée dans le palier horizontal de la caractéristique où le courant anodique demeure pratiquement invariable. De la sorte, seuls les tops se retrouvent amplifiés, chacun se manifestant par une annulation du courant anodique qui, le reste du temps, conserve sa valeur maximum.

Fig. — Puisque le courant détermine une chute de tension dans la résistance de charge R, chute qui réduit d'autant la véritable tension sur l'anode, aux instants des tops, cette chute, en l'absence du courant, devient nulle ; à ce moment, l'anode devient donc beaucoup plus positive, puisqu'elle atteint le potentiel de la haute tension d'alimentation appliquée à R. Par conséquent, nous recueillerons sur l'anode des impulsions positives de synchronisation, à la place des impulsions dirigées dans le sens négatif qui sont appliquées à la grille !



Cur. — Cela vous surprend-il ? C'est pourtant l'éternelle histoire d'inversion de phase qu'introduit toute amplificatrice... Et maintenant, au risque de vous décevoir, je dois vous dire que, tel que je vous ai tracé le schéma, le séparateur ne pourra pas fonctionner correctement.

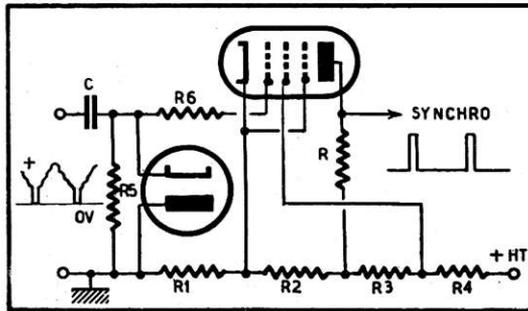
Ig. — Oh, Curiosus ! Vous continuez à me faire subir vos habituelles douces écossoises. Voilà un montage simple et sympathique. Pourquoi faut-il qu'il soit affligé de défauts ? !

Cur. — Parce que, tout d'abord, notre séparateur est très probablement branché à l'étage qui le précède à travers un condensateur de liaison. Or, qui dit « condensateur », dit « disparition de la composante continue ».

Ig. — Nous en avons, en effet, suffisamment parlé la dernière fois. Mais en quoi cela nous gêne-t-il en l'occurrence ?

Cur. — Cela ne vous saute-t-il pas aux yeux ?... Tout le fonctionnement du séparateur est basé sur le bel alignement des « pieds » des tops sur le point de la tension de grille correspondant à la naissance du courant anodique. Si, en l'absence de la composante continue, les pieds des tops entreprennent une

Fig. 109. — Une diode de restitution vient compléter utilement le schéma de la figure 107. Ici encore, les condensateurs de découplage ont été omis.



sorte de ballet désordonné, chacun se plaçant à un niveau différent selon la forme de la tension d'image, le courant anodique sera fatalement influencé par cette tension, les impulsions de synchronisation seront inégales, et les bases de temps ne seront plus correctement synchronisées, car la modulation image pourra les atteindre à travers la séparatrice.

Ig. — Quel désastre ! Ne pourrait-on pas y porter remède en branchant, en dérivation sur la résistance de fuite R_5 de la grille, notre bonne diode de restitution ?

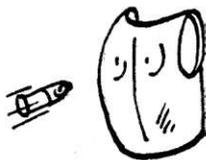
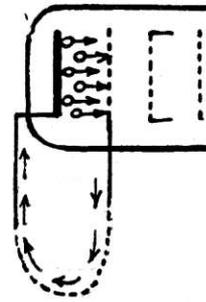
Cur. — C'est ce que l'on fait, et ainsi tout rentre dans l'ordre... ou presque, car il y a aussi les perturbations dues au courant de grille...

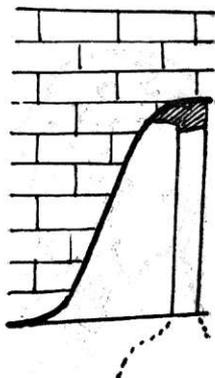
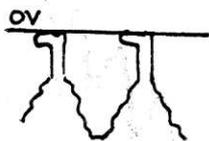
Ig. — Qu'est-ce encore que cette calamité ?

Cur. — Comme vous pouvez le constater, le signal d'image porte la grille à des potentiels positifs relativement élevés. Dans ces conditions, la grille agit comme une anode, c'est-à-dire capte des électrons ; et il se forme ainsi un courant allant, à l'extérieur du tube, de la grille à la cathode. Pour remédier à cet inconvénient, on intercale, sur le trajet de ce courant, une résistance R_5 . Le courant de grille y détermine une chute de tension tendant à rendre la grille négative et l'empêche ainsi d'atteindre des potentiels positifs élevés.

Ig. — La technique de la télévision ressemble singulièrement à la vieille histoire de la balle et de la cuirasse : il y a toujours des défauts qui menacent de tout flanquer par terre, et il y a toujours de providentiels moyens permettant de rétablir la situation... Pour en revenir à notre séparateur, comment procède-t-on dans le cas de signaux de polarité négative ? Je suppose que la diode de restitution doit être branchée à l'envers et que...

Cur. — Pas question de diode ! Avec les signaux de polarité négative, le problème est bien simplifié. Plus besoin de polarisation, car il suffit de faire reposer les « pieds » des tops au potentiel zéro. Plus besoin de diode de restitution, puisque la grille d'un tube non polarisé joue le rôle d'anode d'une telle diode, comme nous l'avons vu lors de notre dernier entretien. Enfin,





plus de risque de courant de grille, puisque tout se passe dans la région des tensions négatives de la grille.

Ig. — C'est vraiment épataant ! Et je vois qu'ici encore seuls les tops intéressent la partie montante de la courbe caractéristique. Quant aux signaux d'image proprement dits, ils sont rejetés dans la zone de courant anodique nul, en sorte qu'ils n'affectent en rien le courant d'anode.

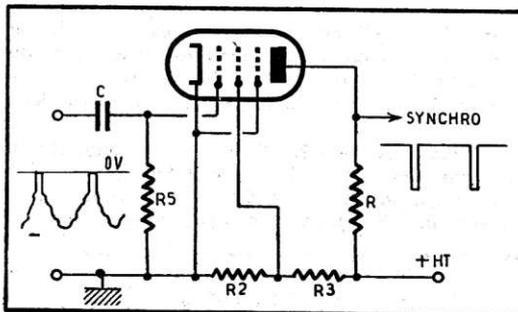


Fig. 110. — Quand les signaux sont négatifs, inutile d'employer une diode de restitution. Ci-dessus, montage à faible tension d'écran.

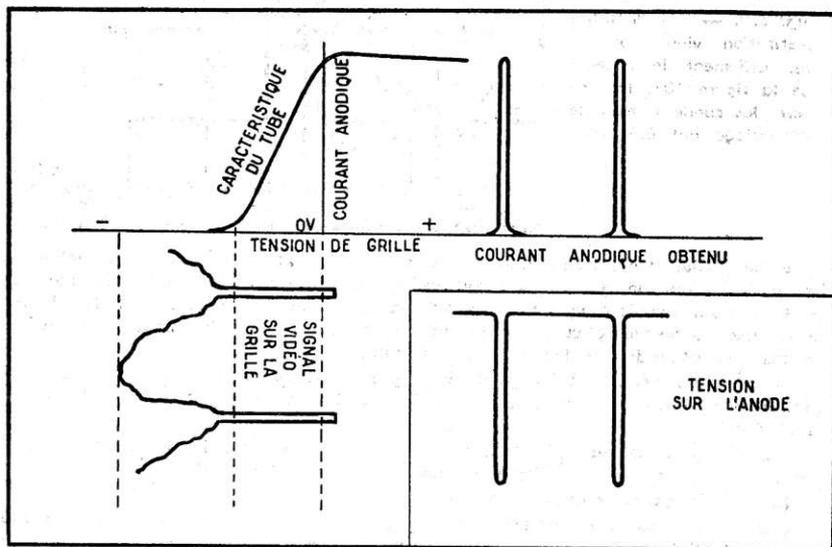


Fig. 111. — Fonctionnement du séparateur à penthode dans le cas des signaux négatifs.

Cur. — Je vous laisse le soin de remarquer qu'une fois de plus les signaux de sortie sont de phase opposée à celle des signaux d'entrée. Les tops se manifestent par des impulsions de courant anodique qui, en raison de la chute de tension dans la résistance de charge, donnent lieu à des impulsions de tension négatives.

Le doux condensateur et la résistance hargneuse.

Ig. — Et maintenant que nous savons, enfin, extraire nos bons tops positifs ou négatifs, à l'aide de diodes ou de pentodes, que faut-il faire pour trier les tops de lignes des tops d'images ?

Cur. — Vous savez ce qui les différencie : c'est leur durée. Le principe du triage consiste à transformer les durées en amplitudes.

Ig. — Voilà qui est clair ! Les pythies de la Grèce antique ne s'exprimaient pas d'une manière plus explicite...

Cur. — C'est pourtant bien simple. Le plus souvent, on a recours à des procédés de différentiation ou d'intégration.

Ig. — De mieux en mieux ! Il faudra sans doute que j'étudie maintenant le calcul différentiel et intégral pour comprendre vos explications...

Cur. — Cela n'est nullement nécessaire. Les termes qui vous ont tellement impressionné désignent ici le comportement des signaux dans un circuit on ne peut plus simple : une résistance et un condensateur reliés en série. Analysons, si vous voulez bien, ce qui va se passer si nous appliquons brusquement aux bornes d'un tel circuit une tension E , si nous la maintenons pendant un certain temps T et la supprimons ensuite.

Ig. — Depuis le temps que nous nous rencontrons, j'ai appris beaucoup de choses et, notamment, à deviner vos intentions cachées. Cette tension qu'on applique, puis qu'on supprime brusquement, je vois très bien ce que c'est : c'est tout bonnement le signal rectangulaire constitué par un top de ligne, si T est court, ou par un top d'image si T est de durée plus grande. N'est-ce pas cela ?

Cur. — On ne peut rien vous cacher, Ignotus ! Ce que nous examinerons, c'est la forme des tensions V_r et V_c qui apparaîtront respectivement sur la résistance et sur le condensateur.

Ig. — Mais, mon cher Curiosus, ce problème est loin d'être nouveau pour moi. En fait, nous l'avons déjà étudié au cours de notre cinquième causerie, en abordant les bases de temps. Quand vous appliquez la tension E , vous commencez à charger le condensateur C à travers la résistance R . La tension V_c aux bornes du condensateur montera donc selon une courbe exponentielle, plus ou moins rapidement, selon la constante de temps du circuit, qui est le produit de RC .

Cur. — Votre excellente mémoire me facilite bien des choses. Effectivement, selon que la résistance et le condensateur ont une valeur élevée ou faible (dans le dessin, je prévois les deux cas) le condensateur sera chargé lentement ou rapidement. Pouvez-vous me dire ce qui se passera pendant ce temps dans la résistance R ?

Ig. — Eh bien, au début de la charge, elle sera traversée par un courant maximum qui déterminera une forte chute de tension V_r . Puis, au fur et à mesure de la charge, l'intensité du courant et, par conséquent, la valeur de la tension V_r diminuera, là encore selon une courbe exponentielle.

Cur. — N'avez-vous pas songé que la somme des deux tensions V_r et V_c doit être, à tout instant, égale à la tension totale E ?

Ig. — Je vous avoue que cette vérité, pourtant élémentaire, m'avait échappé. Evidemment, si l'on en tient compte, on peut déduire la forme de la

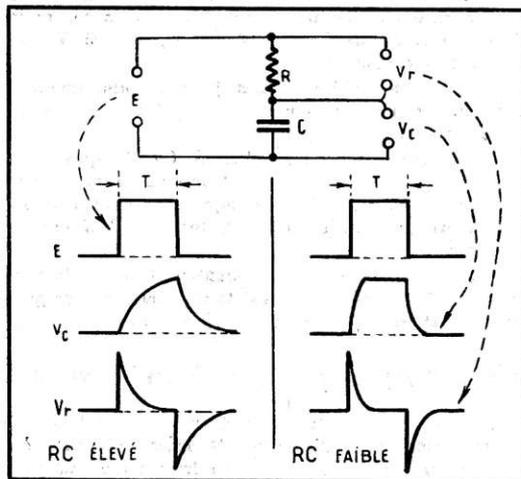
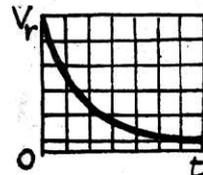
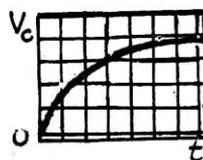
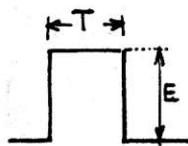
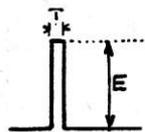
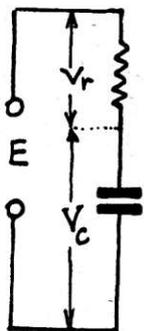
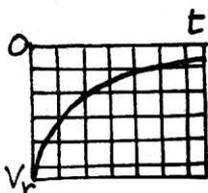
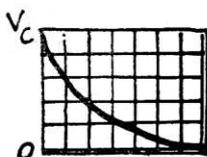


Fig. 112. — Métamorphose du signal rectangulaire dans une résistance et un condensateur en série. — A gauche : constante de temps élevée. — A droite : faible constante de temps.





$$E = V_r + V_c$$



courbe V_r de celle de V_c et inversement, puisque leur somme doit donner lieu au palier horizontal E .

Cur. — J'ai dessiné pour vous les courbes de nos tensions pour une constante de temps RC élevée par rapport à la durée T du top rectangulaire et pour un RC faible. Dans le premier cas, j'ai supposé que la charge était pratiquement achevée à la fin du temps T . Dans le second cas, elle est terminée très rapidement, en sorte que les tensions V_c et V_r sont ensuite prolongées par un palier horizontal. Maintenant, passons au deuxième acte du drame : la tension appliquée E retombe à zéro.

Ig. — A cet instant, le condensateur C commence à se décharger à travers la résistance R et la source de tension. Par conséquent, la tension V_c à ses bornes se met à décroître, là encore selon une courbe exponentielle et avec la même constante de temps. Et quand celle-ci est assez élevée, nous retrouvons notre bonne vieille connaissance, la dent de scie, une de ces dents dont nous avions plein la bouche à l'époque où nous étudions les bases de temps.

Cur. — Notre dent de scie diffère quand même des autres par le fait que charge et décharge s'effectuent ici selon la même loi, alors que, dans les bases de temps, la décharge est beaucoup plus rapide, puisque le circuit de décharge offre une très faible résistance et, par conséquent, a une faible constante de temps... Revenons-en, cependant, à nos tensions. Que devient V_r sur la résistance ?

Ig. — Ça alors, c'est renversant ! C'est bien le mot... Maintenant que le condensateur se décharge, le courant dans R a changé de sens. Nous avons donc une chute de tension négative. Et ici encore, le courant et, par conséquent, la tension, sont élevées au début de la décharge, puis diminuent selon la loi exponentielle qui semble décidément être la loi suprême en matière de télévision...

Cur. — Ne soyez pas tellement surpris de l'inversion du sens de la tension sur R . Avec un peu de logique, vous auriez pu le prévoir. Puisque $V_c + V_r = E$ et que maintenant E est tombé à zéro, pour que notre égalité demeure valable, il faut que V_r devienne négative si V_c est positive, sinon leur somme ne pourra être zéro...

Ig. — C'est évident. Mais je n'ai pas, comme vous, la bosse des mathématiques, et un raisonnement physique est pour moi plus accessible. Vos termes savants...

Cur. — N'en soyez pas effrayé. On dit que la tension E est intégrée si vous prélevez la tension V_c sur le condensateur. Sa forme est modifiée en ce sens que tout est arrondi. Les changements brusques sont adoucis. En revanche, ils sont encore accentués dans la tension différentielle V_r que vous prélevez sur la résistance.

Ig. — En somme, le condensateur c'est le bon gros qui prend les choses du bon côté. Par contre, la résistance est une chipie hargneuse aux mouvements brusques et aux éclats de colère tonitruants...

Différentiateurs et intégrateurs en action.

Cur. — Votre antropomorphisme me défrise... Retenez cependant, de tout ce que nous avons dit, ceci : le même circuit peut servir de différentiateur et d'intégrateur selon qu'on prélève la tension sur la résistance ou sur le condensateur. Cependant, dans le circuit différentiateur, on doit avoir R et C de valeur relativement faible, leur produit, c'est-à-dire la constante de temps, ne devant pas dépasser le cinquième de la durée T du top. Par contre, R et C auront des valeurs plus élevées dans un circuit intégrateur, de manière que la constante de temps soit plusieurs fois supérieure à T .

Ig. — Donc, si j'ai bien compris, on utilisera pratiquement des circuits distincts pour la différentiation et l'intégration. Je vous avoue, toutefois, que je ne vois pas bien comment on s'en sert.

Cur. — Vous en savez pourtant assez pour le comprendre. Tracez donc la forme des signaux de synchronisme tels qu'on les trouve à la sortie de la séparatrice.

Ig. — En voici une belle rangée. J'ai représenté deux tops de fin de lignes, puis des tops plus longs de fins d'images, puis à nouveau les tops des lignes.

Cur. — De mon côté, je complète votre dessin en marquant par des flèches les instants de déclenchement de la base des lignes. Je vous rappelle, en passant, que son synchronisme est maintenu même pendant la durée des signaux des fins d'images. Pouvez-vous, maintenant, tracer la forme des tensions différentiées ?

Ig. — Conformément à ce que vous indiquez tout à l'heure, je suppose que la constante de temps est très faible, moins du cinquième de la durée des tops... de quoi ?

Cur. — Des tops les plus courts, ceux des lignes.

Ig. — Dès lors, les signaux différentiés se présentent sous la forme de rapides et brusques impulsions positives ou négatives selon qu'il s'agit du commencement ou de la fin du top.

Cur. — Ces signaux, effilés comme une lame de rasoir, se prêtent admirablement à la synchronisation précise de la base lignes. Et maintenant, essayez de tracer la forme des signaux à la sortie d'un circuit intégrateur.

Ig. — Je suppose que celui-ci doit avoir une constante nettement supérieure à la durée d'un top d'image. Dans ces conditions, il ne se produira pas

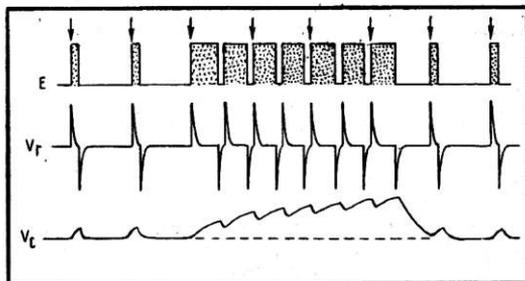


Fig. 113. — Triage des signaux de synchronisme à l'aide du montage de la figure 114.

grand-chose pour un top de ligne. En effet, la charge du condensateur à peine commencée, voilà qu'il faut déjà que s'amorce la décharge. Le pauvre gros n'aura pas le temps d'atteindre une tension notable avant que celle-ci commence à baisser.

Cur. — Tant mieux, Ignote ! Que les tops de lignes ne se manifestent guère à la sortie du circuit intégrateur est une excellente chose, car ce circuit nous servira à dégager les tops d'images. Voyez donc comment il réagit à ces derniers.

Ig. — Comme leur durée est plus grande, le condensateur a le temps de se charger dans une certaine mesure. Mais à la fin du premier top et pendant le court instant qui le sépare du top suivant, il se déchargera un peu. Puis, pendant le deuxième top, sa tension remontera encore. Suivra une courte décharge, puis une nouvelle charge et ainsi de suite. Tout cela ressemble à cette danse où l'on fait trois pas en avant, puis un pas en arrière, puis de nouveau trois en avant, etc...

Cur. — Avec, toutefois, cette différence que, au fur et à mesure que la tension monte, les pas deviennent plus courts.

Ig. — Evidemment, car l'ensemble est toujours régi par cette inévitable loi exponentielle... Mais toute chose a, ici, une fin. Et quand le train des tops d'images aura achevé son défilé, le condensateur se déchargera selon la plus belle courbe exponentielle.

Cur. — Pas si belle que ça, car elle risque d'avoir pour « accidents » les petits boutons que lui infligeront les tops des lignes qui suivent.

Ig. — En somme, grâce à notre circuit intégrateur, l'ensemble des tops d'images se présente sous l'aspect d'une longue et forte dent de scie où les tops les signes disparaissent pratiquement en tant que petits « accidents »





ou insignifiants boutons, pour adopter votre terminologie. Que fait-on de cette tension intégrée ?

Cur. — On l'applique à la base images et, si l'on a de la chance, celle-ci est convenablement synchronisée par ces impulsions, se manifestant à la fin de chaque trame des lignes paires ou impaires. Si l'on veut raffiner, on peut utiliser une diode polarisée pour ne laisser passer que les crêtes des tensions et éliminer ainsi les « accidents ». Mais ce n'est guère utile. Aussi, le plus souvent, le circuit de triage se présente sous cette forme simple où, à la sortie de l'étage séparateur, la tension développée dans la résistance de charge R est appliquée, d'une part, au circuit différentiateur C_1-R_1 , qui est branché à la

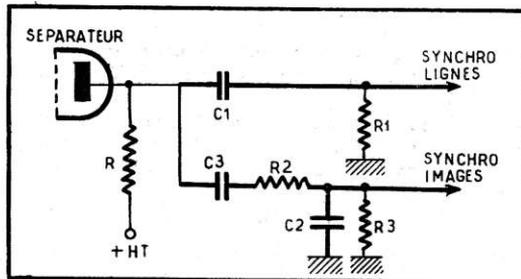


Fig. 114. — Montage différentiateur permettant de trier les tops de lignes et montage intégrateur pour les tops d'images.

base lignes et, d'autre part, au circuit intégrateur R_2-C_2 qui est relié à la base images.

Ig. — Et à quoi servent C_3 et R_3 ?

Cur. — Le condensateur C_3 assure la liaison tout en empêchant la tension positive continue de l'anode du tube séparateur d'accéder à l'entrée de la base images. Quant à R_3 , c'est une résistance de fuite de grille.

Ig. — Très joli tout cela ! Mais est-ce que C_3 et R_3 ne constituent pas une sorte de circuit différentiateur qui se superpose à l'intégrateur et va perturber son fonctionnement ?

Cur. — Rassurez-vous, Ignotus. Ces deux éléments ont des valeurs suffisamment élevées pour que leur action différentiatrice soit insignifiante.

Escalier exponentiel.

Ig. — Pourquoi m'avez-vous dit tout à l'heure, avec un sourire mi-figue mi-raisin, que « si l'on a de la chance », la base images sera convenablement synchronisée par le circuit intégrateur ?

Cur. — Parce que je n'aime pas ces circuits. Le signal qu'ils procurent manque de netteté : c'est mou, c'est informe, c'est tout en rondeurs... Parlez-moi des différentiateurs où, à un moment précis, le signal se déploie dans toute son ampleur !

Ig. — Vous n'allez quand même pas utiliser un circuit différentiateur pour trier les tops d'images ?

Cur. — Et pourquoi pas ? Seulement, je prendrai à cette fin un condensateur et une résistance de valeurs suffisantes pour obtenir une constante de temps beaucoup plus élevée que dans le différentiateur pour tops des lignes.

Ig. — Je ne vois pas de quelle manière cela fonctionnera. Ne pourriez-vous pas, une fois de plus, me faciliter la compréhension par un graphique approprié ?

Cur. — Prenons donc des tops allant dans le sens négatif (ce qui suppose qu'au tube séparateur on applique un signal vidéo de polarité négative). Essayez de tracer la forme de la tension apparaissant sur la résistance.

Ig. — Au moment où s'établit la tension négative d'un top de ligne, cette tension apparaît entièrement sur la résistance. Le courant de charge qui la détermine décroît lentement, en raison de la constante de temps élevée du circuit et...

Cur. — Mais, mon cher Ignotus, notre charge ne pourra pas durer bien

longtemps, car le top de ligne qui la détermine est lui-même de très courte durée.

Ig. — C'est exact. Aussi, après un début de charge se manifestant par une diminution de la tension sur la résistance, cette tension remontera à l'instant de la cessation du top de ligne et reviendra à zéro.

Cur. — En êtes-vous tellement sûr? Quand la tension du signal appliqué passe de moins E volts à zéro, elle monte de E volts. Et il en est de même de la tension sur la résistance. Or, comme, après le début de la charge, elle était déjà un peu remontée à partir de moins E volts, elle atteindra, à l'instant de la cessation du top, une certaine petite valeur positive, après quoi, en se déchargeant, le condensateur ramènera progressivement à zéro la tension sur la résistance.

Ig. — C'est exact. Mais, mon Dieu, quelles choses complexes peuvent avoir lieu dans une simple résistance associée à un condensateur!

Cur. — Tout cela est bien plus simple qu'il n'y paraît de prime abord. Voyez maintenant ce qui va se produire pour les tops d'images.

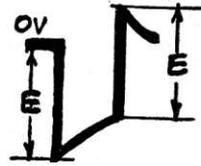
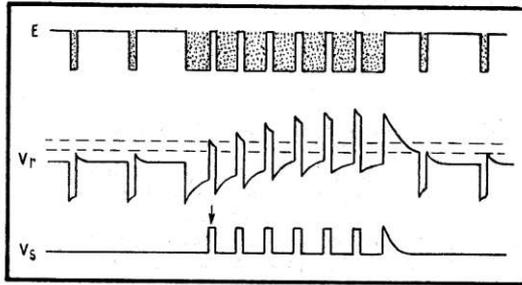


Fig 115. — Triage des tops d'images à l'aide d'un montage différentiateur.



Ig. — En principe, les mêmes phénomènes que pour les tops de lignes. Mais, en fait, la charge durera plus longtemps pour chaque top. Aussi la tension aura-t-elle davantage de temps pour remonter. Et, à chaque cessation de top, en montant de E volts, la tension sur la résistance deviendra de plus en plus positive. Et cela d'autant plus qu'entre deux tops d'images successifs, le condensateur n'aura guère de temps pour se décharger.

Cur. — Vous voyez donc comment les tensions montent en formant une sorte d'escalier...

Ig. — ...exponentiel, j'en suis persuadé. Et cela dure jusqu'à la fin des tops d'image, après quoi, le condensateur peut enfin se décharger en poussant un « ouf » de soulagement...

Cur. — Vous voyez maintenant que notre différentiateur à grande constante de temps a réussi à mettre en évidence les tops d'images sous la forme d'une série d'impulsions qui dominent nettement le paysage. Que faut-il faire pour les rendre utilisables aux fins de synchronisation?

Ig. — Je devine qu'en coupant tout ce qui est en dehors de l'intervalle des amplitudes compris entre les deux niveaux marqués en pointillés, on obtiendra les tensions dessinées en V_s . On pourra y parvenir à l'aide de limiteurs à diodes ou à pentodes. Et la tension ainsi obtenue servira à synchroniser la base images.

Cur. — Remarquez combien elle est nette en comparaison de celle que procure un intégrateur. Dès la première impulsion, là où j'ai tracé une flèche, la base images sera déclenchée avec précision.

Ig. — Quant à moi, cette base de temps que je porte en bracelet me montre qu'il est temps de me mettre au lit pour intégrer vos explications différentielles.



SEIZIÈME CAUSERIE

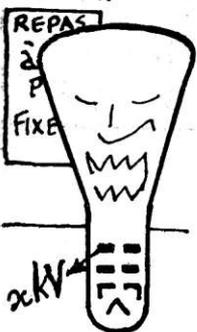
Le problème de l'alimentation est, pour les récepteurs de télévision, aussi important que pour les êtres humains. Quand il est sous-alimenté, un téléviseur montre des images pâles et dépérit. Plus vorace que le récepteur de radiodiffusion, il exige davantage de watts et davantage de volts. Diverses solutions, souvent fort ingénieuses, permettent d'obtenir la très haute tension qui doit être appliquée à la dernière anode des tubes cathodiques.

En examinant ces diverses questions, nos deux amis aborderont les sujets que voici :

Alimentation H. T. — Filtrage. — Réglage de la concentration et de la brillance. — T. H. T. obtenue à l'aide d'une redresseuse monoplaque. — Dangers de la T. H. T. et mesures de sécurité. — Tension inverse de pointe. — Redresseurs à contact. — Doubleurs de tension. — Alimentation d'un tube à champs électriques. — T. H. T. par oscillateurs B. F. ou H. F. — Utilisation de la surtension de retour de lignes.

PROBLÈMES ALIMENTAIRES

Dans le domaine classique.



Ignotus. — Eh bien, cette fois-ci, je crois, il ne manque plus rien. J'ai beau y réfléchir, je ne vois plus de partie de téléviseur que nous n'ayons étudiée.

Curiosus. — Dans une certaine mesure, c'est exact. Mais si vous bâtissez un récepteur d'images avec les éléments que nous avons examinés, il ne marchera pas mieux qu'un homme privé de nourriture.

Ig. — Certes, nous n'avons pas évoqué le problème de l'alimentation. Mais je suppose que les solutions classiques appliquées en radio sont également valables en télévision. Je conçois fort bien qu'un téléviseur à 20 ou 25 tubes exigera une puissance autrement élevée qu'un banal superhétérodyne à 4 lampes. Mais avec un robuste transformateur de 250 watts ou plus, à la place de son modeste collègue de la « boîte à musique » qui délivre paisiblement ses 50 watts, et avec une valve correspondante, le tour sera facilement joué.

Cur. — Ce que vous dites n'est pas dépourvu de bon sens, encore que la difficulté essentielle semble vous échapper.

Ig. — Et c'est ?...

Cur. — Les milliers de volts que nécessite la dernière anode du tube cathodique. Mais laissons cette question de côté pour l'instant. Il est exact qu'une alimentation semblable à celle des postes de radio, mais plus puissante, pourra être utilisée pour le reste du montage. Cependant, il faudra prévoir une chaîne de filtrage séparée pour l'alimentation des bases de temps avec leurs amplificateurs. Sinon, les brusques et fortes variations de débit nécessaires pour la création des dents de scie influenceront la haute tension de l'amplificateur des signaux vidéo et du récepteur du son qui ronflera fortement, alors que l'image sera déformée. Le mieux est de prévoir des chaînes de filtrage distinctes pour le balayage, le récepteur d'images et le récepteur du son.

Ig. — Belle affaire pour les fabricants d'inductances de filtrage !

Cur. — Pas tant que cela, car on utilise souvent, à la place d'une des inductances, la bobine de concentration du tube cathodique.

Ig. — Au même titre, sans doute, que dans un récepteur de radio on assure le filtrage par la bobine d'excitation du haut-parleur électrodynamique ?

Cur. — Exactement, encore que l'emploi de plus en plus fréquent d'excellents aimants permanents tend à reléguer le haut-parleur à excitation dans le domaine des souvenirs de notre enfance, de même que les bobinages de concentration que l'on remplace avantageusement par des aimants permanents en forme de cylindre.

Ig. — En somme, la concentration n'a pas besoin d'être ajustée ?

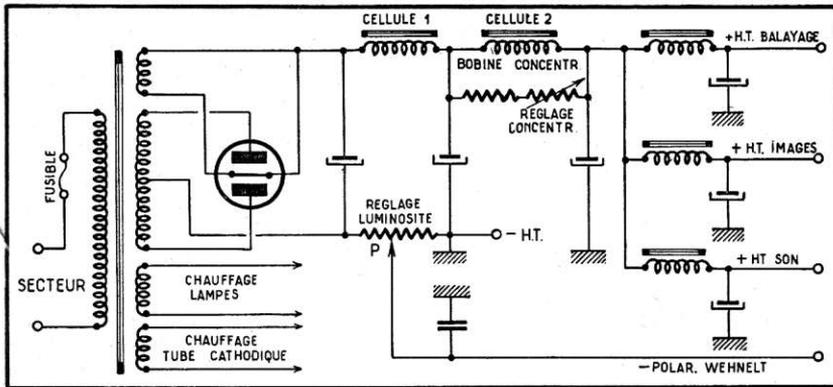


Fig. 116. — Alimentation d'un téléviseur utilisant un tube cathodique à concentration magnétique. La source de tension pour son anode ne figure pas dans ce schéma.

Cur. — Que si ! A cette fin, on dérive une partie du courant dans une résistance variable, en série avec une résistance fixe, de manière que la variation du courant soit suffisante pour modifier convenablement le champ engendré par la bobine de concentration.

Ig. — Je vois que, dans le schéma que vous avez tracé, la cellule de filtrage comportant la bobine de concentration est précédée d'une autre. Je suppose que vous cherchez ainsi à améliorer le filtrage général et à empêcher le passage d'une composante alternative trop importante dans la bobine de concentration.

Cur. — Vos suppositions sont tout à fait justifiées. Vous remarquerez, d'ailleurs, que j'intercale, dans le conducteur négatif de la première cellule, un potentiomètre P sur lequel se produit une chute de tension le rendant plus négatif que la masse que nous désignerons comme le pôle négatif de la haute tension. De la sorte, le curseur du potentiomètre permettra de communiquer au wehnelt une polarisation négative par rapport à la cathode dont le potentiel sera celui de la masse. C'est donc à l'aide de P que nous réglerons la luminosité ou, plus exactement, la brillance moyenne de l'image.

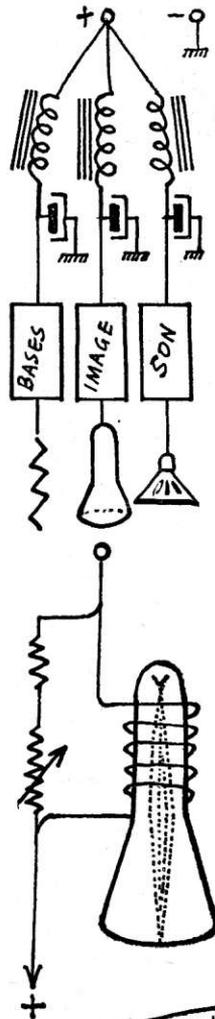
Ig. — Je vois, enfin, à la sortie de la deuxième cellule de filtrage, les trois cellules branchées en dérivation, qui distribuent le courant anodique aux circuits de balayage, au récepteur d'images proprement dit et au récepteur de son. De plus, je constate que notre transformateur comporte un enroulement supplémentaire destiné au chauffage du filament du tube cathodique.

Cur. — C'est une précaution utile, surtout dans le cas où la polarisation du wehnelt est assurée par une méthode différente de celle que j'ai indiquée dans ce schéma. Toutefois, dans les tubes actuels, l'isolement entre filament et cathode est suffisant pour permettre l'emploi d'un même enroulement de chauffage pour les lampes et le tube cathodique.

Ig. — D'une manière ou d'une autre, le problème de l'alimentation est pour moi résolu à 90 % puisque je sais déjà comment pourvoir en tensions nécessaires toutes les électrodes à l'exception de la dernière anode du tube cathodique. Que faut-il inscrire à son menu ?

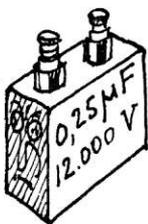
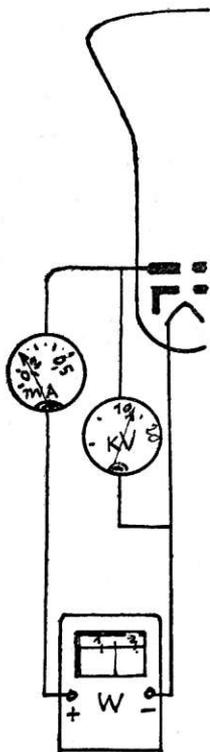
Au pays des kilovolts.

Cur. — Cette anode n'est pas très vorace, mais elle a des goûts raffinés. Il lui faut entre 800 et 4.000 volts dans les tubes à concentration et déflexion électrostatiques. Dans les tubes à champs magnétiques, principalement utilisés en télévision, elle exige de 5.000 à 20.000 volts. Et les tubes pour projection sur grand écran, dont nous parlerons un jour, aiment à sentir sur leur anode une tension de l'ordre de 25.000 volts et même 2 ou 3 fois plus...



A "Plein la lampe"
MENU

- 1) Chauffage lampes
- 2) Chauffage tube cathodique
- 3) Haute Tension
- 4) Très Haute Tension



Ig. — Mais vous ferez sauter mon compteur avec ces quantités de kilovolts !

Cur. — Aucun danger, pour le compteur du moins, car ces kilovolts ne consomment point des kilowatts. Le débit anodique des tubes cathodiques se mesure en microampères. En général, il demeure inférieur au milliampère. Et tel tube de 43 cm de diamètre n'a, sous 12.000 V, qu'un courant de 0,1 mA, ce qui correspond à une puissance de 1,2 W. Votre compteur regarde avec dédain une telle puissance...

Ig. — Puisqu'il en est ainsi, aucune difficulté, je suppose, pour obtenir la haute tension nécessaire à partir du secteur ?

Cur. — On dit « très haute tension » (T.H.T.) en parlant de ces milliers de volts.

Ig. — Tous les schémas utilisés pour obtenir la H.T. doivent également convenir à la T.H.T., n'est-ce pas ?

Cur. — Sans aucun doute. Mais, étant donné la faiblesse du débit nécessaire et la facilité du filtrage qui en résulte, le montage le plus simple, celui du redressement d'une seule alternance à l'aide d'une valve monoplaque, doit largement suffire.

Ig. — Sur votre schéma, le filtrage a l'air d'être bien rudimentaire : un condensateur et deux résistances.

Cur. — En fait, le condensateur seul suffit. Chargé 50 fois par seconde à chaque alternance qui rend la valve conductrice, il se décharge si peu entre

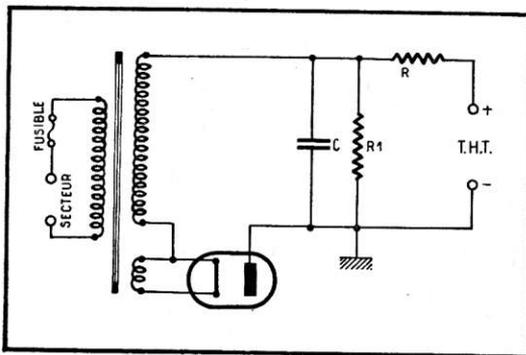


Fig. 117. — Méthode classique de redresseuse monoplaque pour l'obtention de la T.H.T.

deux charges consécutives que la tension sur ses armatures demeure pratiquement constante et à peu de choses près égale à la tension de pointe du secondaire de très haute tension du transformateur. Un condensateur de 0,1 à 0,25 μ F suffit largement.

Ig. — Un si petit condensateur ?

Cur. — Petit par la capacité, il ne le sera pas forcément par le volume, car il doit être très bien isolé pour supporter sans accident les milliers de volts développés entre ses armatures. Cela suppose une certaine épaisseur du diélectrique, donc un encombrement non négligeable.

Ig. — Je suppose que la résistance R complète utilement l'action filtrante du condensateur.

Cur. — Non, ce n'est pas pour cela qu'on l'utilise. Cette résistance, de 50 à 100 kilohms, sert de protection à la valve et au transformateur, limitant l'intensité du courant en cas de court-circuit accidentel de la T.H.T.

Ig. — Et à quoi sert R_1 en dérivation sur C ?

Cur. — Encore une mesure de sécurité, mais cette fois pour protéger le technicien. Cette résistance, de valeur élevée (de l'ordre de 20 M Ω), sert à décharger le condensateur C après l'arrêt du récepteur. Par temps sec, un condensateur peut garder sa charge pendant des heures. Et un contact avec les bornes d'un condensateur de 0,25 μ F chargé sous 12.000 V peut être mortel ou, dans le meilleur cas, donner lieu à une sérieuse commotion. Les dépanneurs qui, pour faire une blague, vous mettent en main un condensa-

teur chargé sur la H.T. d'un récepteur, soit sous 300 volts environ, ont tort de commettre d'aussi stupides plaisanteries. Mais une tension 40 fois supérieure n'a rien d'agréable, croyez-en mon expérience personnelle...

Ig. — Pourtant, avec cette résistance de décharge R_1 nous ne courons plus aucun risque.

Cur. — Un bon conseil, Ignotus : ne touchez jamais à un montage T.H.T. en fonctionnement. Et, après avoir coupé le courant, ne vous fiez pas à la protection de résistance R_1 , car elle peut se couper. Commencez donc par court-circuiter les bornes du condensateur C à l'aide d'une lame de tournevis que vous tiendrez, bien entendu, par le manche isolant. Et si vous entendez le claquement d'une grosse étincelle, adressez une pensée reconnaissante à votre ami Curiosus et... une commande d'un autre condensateur à votre fournisseur habituel. Car il y a des chances pour qu'une décharge brusque ait démoli ce condensateur qui, toutefois, est moins délicat que l'organisme humain...

Ig. — Je vous remercie, Curiosus, de me mettre en garde contre les dangers mortels qu'un téléviseur recèle dans ses flancs.

Les multiples dangers du redresseur T. H. T.

Cur. — Il en comporte d'autres, qui menacent ses propres éléments. C'est ainsi que la valve et le transformateur de T.H.T. ont à supporter des différences de potentiel qui les soumettent à une rude épreuve.

Ig. — Mais oui, la tension de pointe du secondaire de très haute tension.

Cur. — Dites plutôt le double de cette tension.

Ig. — Là, alors, je ne vous suis plus. Pourquoi le double ?

Cur. — Pour être plus clair, je redessine le schéma du redresseur d'une manière qui est moins orthodoxe.

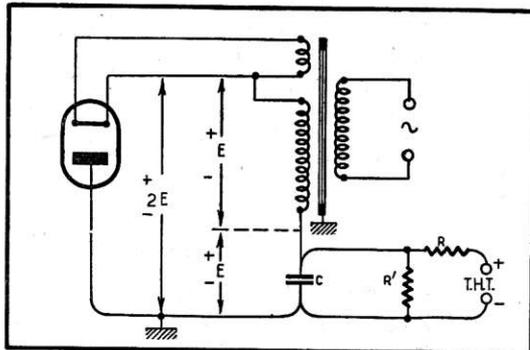


Fig. 118. — En dépit de sa disposition inhabituelle, ce schéma est identique à celui de la figure 117. Il met en évidence les origines de la tension inverse de pointe.

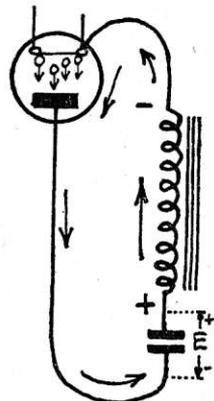
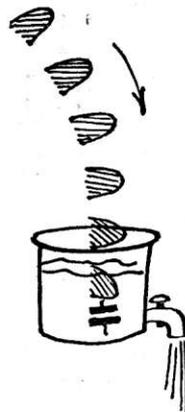
Ig. — Ainsi représenté, le montage me rappelle un peu ceux des bases de temps : à gauche, on voit le circuit de charge où les tensions du secondaire donnent lieu à des courants qui, redressés par la valve, chargent le condensateur C qui, ensuite, se décharge dans le circuit de droite.

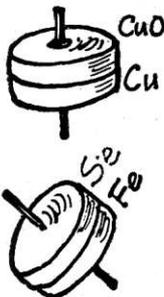
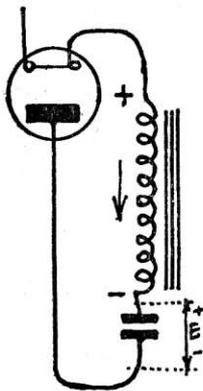
Cur. — Pareille conception n'est pas dénuée d'intérêt et peut vous aider notamment à mieux analyser le mécanisme du filtrage. Mais, pour l'instant, c'est un autre aspect des phénomènes mis en jeu que je voudrais mettre en évidence. A cette fin, procédons selon notre méthode habituelle.

Ig. — Vous voulez examiner ce qui se passe à chaque alternance ? Ce n'est pas difficile. Prenons d'abord celle où le courant passe à travers la valve. C'est l'alternance où les électrons sont poussés vers le haut du secondaire, c'est-à-dire où la force électromotrice rend l'extrémité supérieure du secondaire négative par rapport à l'extrémité inférieure.

Cur. — Parfait, Ignotus. On dirait que vous devinez où je veux conduire le raisonnement.

Ig. — Non, à vrai dire. Mais je constate que les électrons passent bien de





la cathode à l'anode de la valve et chargent le condensateur à la tension de pointe E développée sur le secondaire, l'armature inférieure étant rendue négative par rapport à la supérieure.

Cur. — Voulez-vous maintenant voir ce qui se passe durant l'alternance suivante, en le dessinant sur le schéma.

Ig. — Il ne se passera rien, à mon avis, puisque maintenant la force électromotrice sur le secondaire rend son extrémité supérieure positive de E volts par rapport à l'extrémité inférieure. Or, les électrons ne peuvent pas aller de l'anode à la cathode. Donc aucun courant ne circulera dans le circuit.

Cur. — Evidemment. Mais que se passe-t-il pendant ce temps sur le condensateur C ?

Ig. — Il se décharge très lentement dans le circuit d'utilisation. Mais pratiquement, la tension sur ses armatures demeure égale à E .

Cur. — Eh bien, regardez ce que tout cela donne sur le schéma. Vous avez la tension E deux fois en série : sur le condensateur et sur le secondaire de très haute tension. Aussi la « tension inverse de pointe » — c'est ainsi qu'on l'appelle — qui est appliquée entre la cathode et l'anode de la valve est égale à $2E$. Avec une T.H.T. de 12.000 V, cela donne, pendant les alternances non conductrices, des pointes à 24.000 V. Pour que des étincelles, ou même un arc, ne s'amorcent pas à l'intérieur de la valve, celle-ci doit être réalisée spécialement pour supporter pareille tension entre ses électrodes. De plus, des précautions d'isolement doivent être prises dans les connexions et dans la fabrication du transformateur. Vous remarquerez, en particulier, que cette tension inverse est entièrement appliquée entre l'enroulement de chauffage et le noyau magnétique mis à la masse.

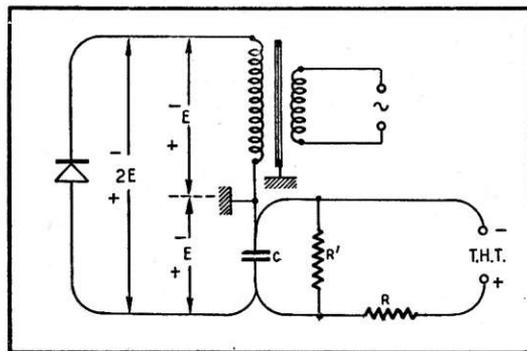


Fig. 119. — L'emploi d'un redresseur à contact permet d'éliminer les risques que la tension inverse de pointe fait courir au transformateur.

Ig. — En somme, notre montage est également dangereux pour les hommes et pour le matériel. Que faire ?

Cur. — On peut quelque peu améliorer cet état de choses en faisant emploi des redresseurs à contact (à oxyde de cuivre, au sélénium et même au germanium). Puisqu'on n'a plus de cathode à chauffer, on peut utiliser le montage que je représente encore d'une manière peu orthodoxe. Le redresseur est symbolisé par la flèche dont la pointe indique le sens du passage des électrons. Vous voyez qu'ici encore le redresseur a à supporter la tension inverse de pointe $2E$. Mais entre l'extrémité du secondaire et le noyau magnétique la tension maximum ne dépasse pas E .

Ig. — Tout cela n'est pas bien consolant. Quand il s'agit d'obtenir des tensions très élevées, il doit se poser de ces casse-têtes chinois d'isolement !

Cur. — A ce moment, il est préférable de recourir au multiplicateur de tension.

Ig. — Qu'est-ce ? Vous ne m'en avez jamais parlé.

Cur. — Il n'est pas difficile de comprendre le fonctionnement d'un doubleur de tension tel celui que je vous ai dessiné (fig. 120)). Je vous laisse le soin de raisonner selon notre méthode habituelle.

Ig. — Merci de l'honneur ! Je suppose que, par exemple, pendant une première alternance les électrons sont, dans le secondaire, poussés de gauche à droite. Ils pourront alors passer par le redresseur supérieur (mais pas à travers celui du bas) en chargeant le condensateur supérieur à E volts. Pendant l'alternance suivante, poussés de droite à gauche, les électrons ne pourront traverser que le redresseur inférieur et chargeront à la tension E le condensateur du bas. Mais vous avez, ma foi, raison, Curiosus ! Les tensions de nos deux condensateurs s'ajoutent en série, et nous obtenons à la sortie une tension $2E$! C'est vraiment ingénieux !

Cur. — On peut employer un montage quelque peu différent (fig. 121) où, pendant une première alternance, le courant passe à travers le redresseur

Fig. 120. — Montage classique de doubleur de tension représenté d'une manière peu orthodoxe, mais qui facilite singulièrement la compréhension de son fonctionnement.

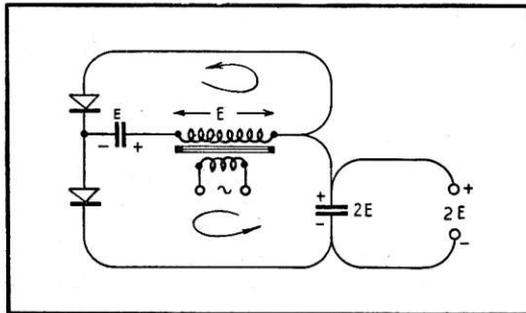
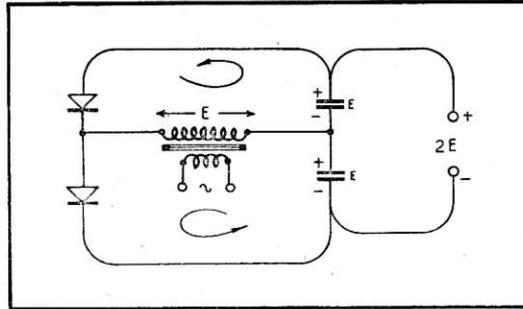


Fig. 121. — En disposant les mêmes éléments que ceux de la figure 120 d'une façon différente, on obtient le doubleur de Schenkel.

supérieur et charge à la tension E le condensateur mis en série avec le secondaire. Lors de l'alternance suivante, la tension du condensateur vient s'ajouter à celle du secondaire pour, à travers le redresseur inférieur, charger à $2E$ volts le condensateur de sortie.

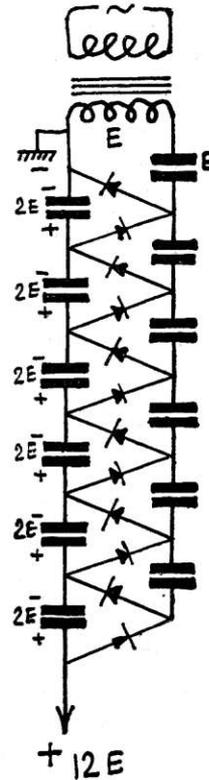
Ig. — Tout cela semble tenir de la sorcellerie.

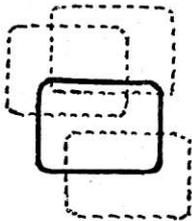
Cur. — Vous ne me croirez donc pas si je vous dis qu'en mettant en cascade toute une série de multiplicateurs de tension on parvient à atteindre des millions de volts dans les modernes dispositifs à briser les atomes dont les noms finissent en « tron ».

Ig. — J'ai bien entendu parler de ces cyclotrons et autres bétatrons. Mais si nous revenons à nos modestes tubes cathodiques dont les ambitions se mesurent non en mégavolts, mais en simples kilovolts.

Beaucoup de résistances...

Cur. — Eh bien, je vous dirai pour en finir avec le classique système à transformateur et redresseur que, en raison des divers dangers qu'il offre, on a de moins en moins tendance à l'utiliser, du moins quand il s'agit de tubes exigeant des tensions élevées. En revanche, il se prête fort bien à l'alimentation des tubes à concentration et déflexion par champs électriques. Voici, par exem-





ple, le schéma d'une alimentation où, à partir de la très haute tension redressée et filtrée par une cellule à résistance C_1RC , on obtient toutes les tensions nécessaires à l'aide d'un diviseur de tension.

Fig. — Oui, je vois la cathode portée à un potentiel positif par rapport à la masse à l'aide d'une résistance variable R_1 en série avec une résistance fixe R_2 . Comme le wehnelt est, grâce à la résistance de fuite R_3 , au potentiel de la masse, il est rendu négatif par rapport à la cathode, et R_1 sert à régler la brillance moyenne. Les potentiels croissants des trois anodes sont fixés par

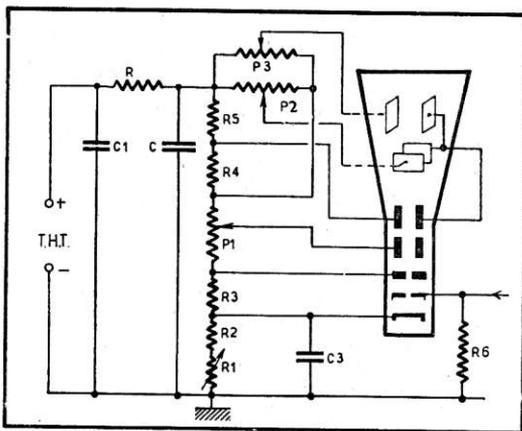


Fig. 122. — Alimentation complète d'un tube à concentration et déflexion par champs électriques, tel qu'on les utilise encore, de nos jours, dans les oscilloscopes cathodiques.

la chaîne des résistances R_3, P_1, R_4, R_5 ; et, grâce au potentiomètre P_1 , on peut varier le potentiel de la deuxième anode pour régler la concentration du spot. Mais je ne vois pas à quoi servent les potentiomètres P_2 et P_3 .

Cur. — Le point médian de leurs résistances se trouve au même potentiel que la troisième anode (car $R_4 = R_5$). Leurs curseurs communiquent donc aux plaques de déflexion leur potentiel moyen qui peut ainsi être fixé un peu au-dessus ou un peu au-dessous de celui de la dernière anode. De la sorte, on peut régler la position moyenne du spot, tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical. On effectue donc ainsi le « cadrage » de l'image, en la déplaçant à droite et à gauche ou en haut et en bas, pour la faire tenir sur la surface de l'écran.

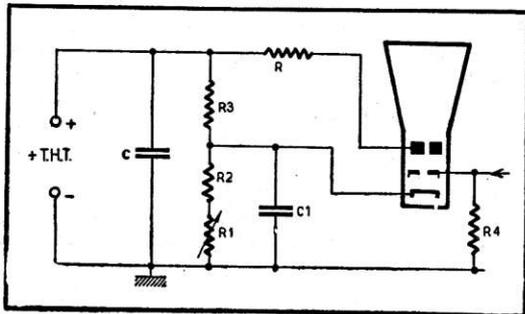


Fig. 123. — Méthode de diviseur de tension procurant à la cathode une tension positive réglable.

Fig. — C'est le même « cadrage » qu'au cinéma où l'on évite que l'image soit coupée par le milieu, ce qui provoque les sifflements des spectateurs... Mais dites-moi, Curiosus, ne peut-on pas utiliser ce même principe de polarisation du wehnelt pour les tubes à concentration et déflexion magnétiques ?

Cur. — Bien entendu. Quel que soit le mode d'obtention de la haute tension,

on peut toujours établir un diviseur de tension (fig. 123) permettant de communiquer au wehnelt une tension négative réglable par rapport à la cathode afin de doser la brillance du spot.

Fabrication sur place du courant alternatif.

Ig. — Vous me laissez clairement entendre qu'en dehors du système classique d'obtention de la T.H.T. qui a l'air de vous déplaire souverainement, il en existe d'autres. Est-ce vrai ?

Cur. — Certes. Voyez-vous, ce que je reproche surtout au système classique, c'est la fréquence trop faible du courant soumis au redressement. De ce fait, nous sommes obligés d'utiliser des condensateurs de filtrage de capacité relativement élevée. Une charge accumulée sur un quart de microfarad par une dizaine de kilovolts peut être mortelle, je vous l'ai dit. Mais si nous pouvons redresser un courant de 10.000 p/s par exemple, un condensateur 200 fois plus faible suffira. Et la décharge d'un tel condensateur, encore que désagréable, n'aura rien de dangereux, surtout si l'intensité du courant de charge est limitée.

Ig. — Tout cela est bien joli. Mais je ne crois pas que sur un simple coup de téléphone de votre part les ingénieurs de la centrale électrique accélèrent la rotation des alternateurs au point de vous fournir vos 10.000 p/s.

Cur. — Je ne me fais aucune illusion à ce sujet. Aussi fabriquerai-je mon courant alternatif moi-même.

Ig. — Allons bon ! Il va falloir caser un petit groupe électrogène à l'intérieur du téléviseur !

Cur. — Oui, mais rassurez-vous ; il sera purement électronique. On utilise tout bonnement une lampe de puissance, empruntant ses tensions à l'alimenta-

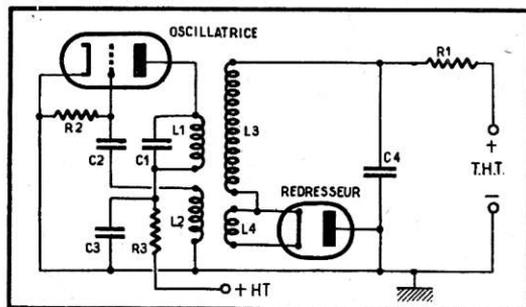


Fig. 124. — Création de la T.H.T. par oscillateur local suivi d'un redresseur avec filtre.

tion du téléviseur, et que l'on fait osciller à la fréquence voulue. N'importe quel montage oscillateur, — à grille ou anode accordée, Hartley ou autre, — pourra servir. Une fois le courant produit, on l'utilise exactement comme dans les alimentations T.H.T. classiques.

Ig. — C'est-à-dire ?

Cur. — Eh bien, on élève la tension à l'aide d'un enroulement secondaire à grand nombre de spires et on le redresse à l'aide d'une valve monoplaque.

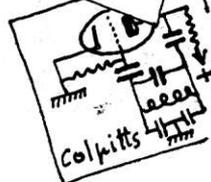
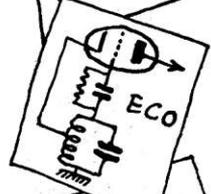
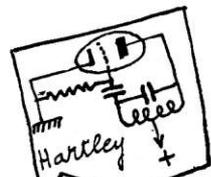
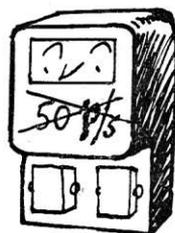
Ig. — Je vois que vous chauffez le filament de cette valve par le courant de l'oscillateur à l'aide d'un petit enroulement prévu à cette fin.

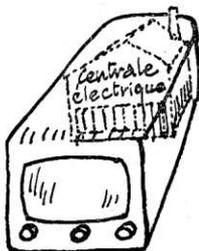
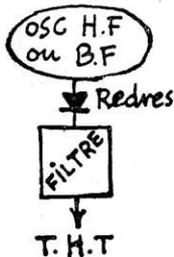
Cur. — Pourquoi pas ? C'est plus élégant que l'emploi d'un secondaire spécial sur le transformateur d'alimentation.

Ig. — Sur quelle fréquence doit-on accorder l'oscillateur ?

Cur. — On peut employer aussi bien des basses fréquences à partir de 500 p/s que des fréquences élevées de l'ordre de 250.000 p/s. Dans le premier cas, le transformateur sera à noyau de fer, alors que dans les oscillateurs H.F. il sera à air, ce qui simplifie le problème de l'isolement.

Ig. — Car là aussi il faut en tenir compte ?





Cur. — Et comment ! D'ailleurs, pour éviter qu'entre couches successives il y ait de trop grosses différences de potentiel, on préfère souvent réaliser l'ensemble du bobinage en forme de galette plate, avec un grand nombre de couches dont chacune a peu de spires.

Ig. — Je vous avoue que l'idée de produire sur place le courant nécessaire me paraît ingénieuse.

Où le vice se mue en vertu.

Cur. — Sans doute, encore que le rendement énergétique d'un oscillateur électronique ne soit pas bien élevé. Mais, après tout, on peut souvent s'en dispenser. Pourquoi, en effet, installer ce petit générateur de courant alternatif, s'il en existe déjà un, dans les entrailles du téléviseur.

Ig. — Aujourd'hui vous vous êtes juré de tenir un langage sybillin pour soumettre ma curiosité aux plus dures épreuves. Faites-vous allusion à l'oscillateur du changeur de fréquence ?

Cur. — Non, cher ami, encore qu'il soit possible de s'en servir comme source de courant alternatif, à condition de lui conférer une puissance suffisante. Mais j'ai pensé à autre chose. Ne vous souvenez-vous pas des méfaits des surtensions qui se produisent, aux instants des retours de lignes, sur le primaire du transformateur de sortie qui relie les bobines de déflexion lignes à leur base de temps ?

Ig. — En effet, j'y pense maintenant. La brusque variation du courant que provoque la tombée de la dent de scie donne lieu à des surtensions dange-

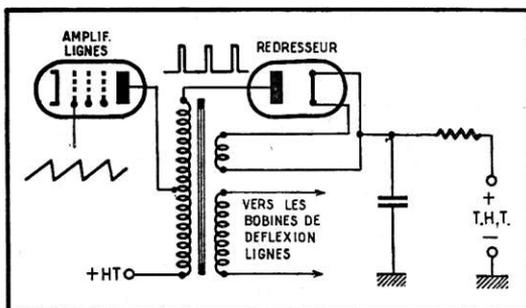


Fig. 125. — La T.H.T. est ici obtenue à partir de la base lignes.

reuses sur le primaire du transformateur branché dans le circuit anodique de la penthode amplifiant les tensions de la base lignes. Et — ceci me revient à la mémoire — vous m'avez dit que ce vice peut se muer en vertu quand on utilise ces surtensions comme source de très haute tension. (Voir page 64.)

Cur. — Décidément, votre mémoire continue à forcer mon admiration. Vous voyez donc que nous disposons ici d'impulsions de tension élevée qui se produisent à la fréquence du balayage des lignes. Nous pouvons encore, s'il en est besoin, accroître la tension disponible à l'aide d'un enroulement supplémentaire, l'ensemble formant un autotransformateur élévateur.

Ig. — Dès lors, je vois, il ne reste qu'à redresser les tensions disponibles par la méthode habituelle. Et je constate qu'ici encore vous chauffez le filament de la redresseuse par les tensions prélevées sur un enroulement du même transformateur.

Cur. — J'attire votre attention, Ignorant, sur un avantage supplémentaire de cette source de T.H.T., la plus élégante de toutes. Si, par accident, les bases de temps tombent en panne et que, de ce fait, le balayage s'arrête, le spot immobilisé provoque la détérioration de l'écran fluorescent à son point d'impact. Mais, avec le système d'obtention de la T.H.T. par surtension du retour de la base lignes, l'arrêt de la base entraîne la suppression de la T.H.T., donc la disparition du spot.

Ig. — Par conséquent, le tube cathodique ne risque rien avec ce système. Voilà enfin une parole apaisante après tous les dangers que vous avez évoqués aujourd'hui... Merci !

DIX-SEPTIÈME CAUSERIE

Souvent négligé en radiophonie, le problème de l'antenne de réception, est, en télévision, d'une importance capitale. Recueillir dans l'espace le maximum d'énergie H.F. pour toute l'étendue de la bande passante et sans capter les parasites ou des ondes réfléchies par des obstacles, telles est la fonction d'une antenne digne de ce nom.

Comment doit être réalisée une bonne antenne? Pour répondre à cette question, Curiosus et Ignotus passeront successivement en revue les notions suivantes :

Propagation des ondes métriques. — Antenne en demi-onde. — Problème de la bande passante. — Polarisation du champ. — Répartition de l'intensité du courant. — Dipôle ou doublet. — Descente ou « feeder ». — Réflexions. — Adaptation des impédances. — Impédance caractéristique. — Branchement du feeder. — Divers modèles d'antennes. — Propriétés du modèle « folded ». — Images-fantômes. — Antennes directives. — Fonctionnement du réflecteur. — Le directeur. — Dimensions des éléments parasites.

POUR CAPTER LES ONDES



Les nourritures spirituelles.

Ignotus. — Maintenant que nous avons appris à alimenter le téléviseur entièrement tant en basse qu'en haute et très haute tension...

Curiosus. — Croyez-vous vraiment que cela suffit? Sauriez-vous, cher ami, vous contenter de ces nourritures terrestres?

Ig. — Je ne vois cependant pas de quel genre de nourritures spirituelles ou célestes notre récepteur de télévision aurait besoin.

Cur. — Vous oubliez tout simplement que ce qui va, en fin de compte, animer son écran, ce seront les images véhiculées, sous la forme de signal vidéo, par le courant porteur H.F.

Ig. — Evidemment. Mais cette sorte d'alimentation ne me préoccupe guère. Comme dans un récepteur de radio, un bout de fil pompeusement baptisé antenne fera parfaitement notre affaire.

Cur. — Je n'en suis pas tellement sûr. A moins que vous vous trouviez dans le voisinage de l'émetteur, où le champ est intense, votre bout de fil se révélera comme un bien médiocre collecteur d'ondes.

Ig. — Je ne vois cependant pas de différence avec la radio.

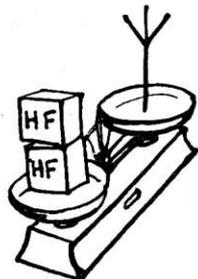
Cur. — Nous utilisons, ne l'oubliez pas, des ondes métriques qui ne vont pas bien loin et que l'on ne reçoit avec certitude que dans les limites de l'horizon visible. Des obstacles conducteurs les arrêtent ou les atténuent fortement car, avec leur caractère rectiligne, elles n'ont pas la souplesse des ondes plus longues qui contournent les obstacles.

Ig. — Il en résulte qu'il convient de bien soigner nos antennes de télévision.

Cur. — Sachez, Ignotus, que l'antenne est un élément très important dans une installation réceptrice. Bien conçue, elle remplace avantageusement un ou deux étages d'amplification H.F. ou M.F. Voilà pourquoi il faut que nous l'étudions de près... Alors qu'en radiophonie, la longueur de l'antenne est bien inférieure à celle des ondes qu'elle reçoit, en télévision les longueurs sont du même ordre de grandeur. Différence fondamentale dont on tire le plus grand profit, car on peut accorder nos antennes sur les fréquences reçues.

Ig. — Vous n'allez pas affirmer, Curiosus, qu'un fil tendu constitue un circuit oscillant avec sa fréquence d'accord et sa courbe de résonance?!

Cur. — Parfaitement. Et il faut même que cette courbe de résonance soit suffisamment large pour laisser passer toute la bande de fréquences de la





modulation vidéo avec, de surcroît, l'émission du son effectuée sur une longueur d'onde voisine, car son et image sont reçus avec la même antenne.

Ig. — Je devine que les antennes répondant à toutes ces conditions, doivent être passablement complexes. Il doit y avoir des condensateurs d'accord et des résistances d'amortissement servant à élargir la bande passante.

Cur. — Rien de tout cela, Ignorant ! La vérité est infiniment plus simple. Et vous allez la découvrir en essayant de raisonner logiquement. Vous savez ce que sont les ondes ?

Ig. — Ce sont des champs électromagnétiques, créés par le courant H.F. qui parcourt l'antenne d'émission, et qui s'en vont en promenade à la modique vitesse de 300.000 kilomètres par seconde.

Cur. — Votre définition est exacte dans l'esprit, sinon dans la lettre. Vous savez que ces ondes engendrent des forces électromotrices dans tous les conducteurs se trouvant sur leur passage. Pouvez-vous me dire quelle distance minimum sépare deux points de l'espace entre lesquels les ondes feront naître dans un conducteur la plus grande différence de potentiel ?

Ig. — Il suffit de représenter le champ existant à un instant donné par la sempiternelle sinusoïde pour constater que la différence maximum a lieu entre

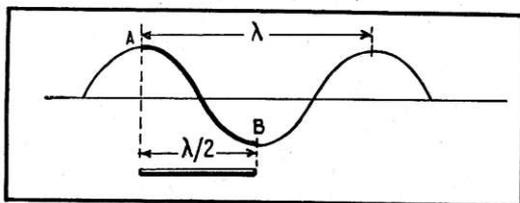
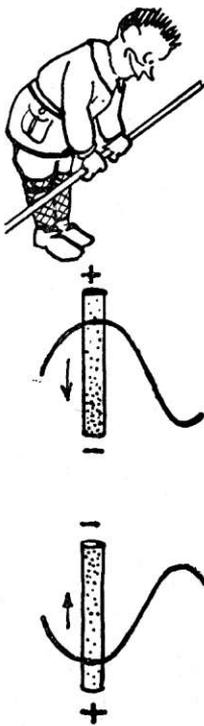


Fig. 126. — C'est entre les points A et B espacés de la moitié de la longueur d'onde qu'existe la plus grande différence de potentiel. La tige ayant pour longueur $\lambda/2$ constitue une antenne en demi-onde.

les sommets des alternances positive et négative, ces sommets étant écartés d'une moitié de la longueur d'onde.

Cur. — Par conséquent, si je prends une tige métallique dont la longueur est la moitié de la longueur d'onde, je vais recueillir le maximum de tension entre ses extrémités. Une telle tige constitue une antenne en demi-onde.



Une tige accordée.

Ig. — En somme, les ondes qui passent au voisinage de votre tige rendent alternativement positive et négative son extrémité supérieure, alors que son bout inférieur devient respectivement négatif et positif. De la sorte, pendant une demi-période, les électrons se précipitent de bas en haut, puis, pendant la demi-période suivante, de haut en bas.

Cur. — Et remarquez que le temps mis par le courant pour aller d'une extrémité à l'autre de cette antenne en demi-onde est justement égal à la demi-période des ondes, puisque la vitesse de la propagation du courant est égale à celle des ondes radioélectriques.

Ig. — En sorte que, si j'ai bien compris, le balancement des électrons le long de notre tige s'effectue tout naturellement à la cadence des ondes qui le suscitent. C'est pour cela, sans doute, que vous m'avez dit que nous utilisons des antennes accordées.

Cur. — C'est bien en ce sens que j'ai employé ce terme. Livrés à eux-mêmes, les électrons de notre tige auraient oscillé à la même fréquence si une impulsion initiale avait déséquilibré leur répartition le long du conducteur... Remarquez que mon raisonnement est quelque peu théorique, car il est valable pour une tige très fine suspendue dans le vide, loin de tout corps conducteur. En réalité, le voisinage d'un mât servant de support, d'un toit et du sol crée des capacités qui viennent augmenter la période propre de la tige. Pour l'accorder correctement sur les ondes à recevoir, on est donc conduit à la raccourcir légèrement. En général, on la fait 6 % plus courte que la demi-longueur d'onde.

Ig. — Par conséquent si je veux recevoir des ondes de 1,62 m correspon-

dant aux émissions de Paris à 819 lignes sur 185,25 MHz, il faudra prendre une tige de 81 cm moins 6 %, soit environ 76 cm (1).

Cur. — C'est juste. Mais comme il faudrait également recevoir, avec la même antenne, le son émis sur 74,1 MHz, soit 1,72 m, vous pourriez choisir une valeur moyenne de longueur plus élevée.

Ig. — Il faut donc avoir une bande passante assez large. De quoi dépend-elle ?

Cur. — Du diamètre de la tige ou, plus exactement, du rapport de sa longueur au diamètre. Pour obtenir une bande passante acceptable, il faut que le diamètre de la tige soit supérieur au deux-centième de sa longueur. Pratiquement, on utilise des tubes de 5 à 8 mm de diamètre, car il est inutile d'avoir des tiges pleines.

Ig. — Je me souviens que les courants de haute fréquence se propagent à la surface des conducteurs. Vous appelez cela « effet pelliculaire ». Je me demande si on ne pourrait pas constituer l'antenne à l'aide de plusieurs fils parallèles formant une sorte de cylindre.

Cur. — On le fait avec succès. Tendez une dizaine de fils entre des cerceaux d'une dizaine de centimètres de diamètre, et vous aurez une très bonne antenne en demi-onde ayant une bande passante très largement suffisante.

Ig. — Autre question. Doit-on mettre ces antennes verticalement ou horizontalement ?

Cur. — Cela dépend de l'orientation du champ électromagnétique des ondes à recevoir ou, comme on dit, de leur polarisation. Une antenne d'émission verticale rayonne des ondes polarisées verticalement, et on doit les recevoir à l'aide d'antennes verticales. C'était le cas des anciennes émissions françaises à moyenne définition (441 lignes) et c'est toujours le cas des émissions anglaises sur 405 lignes utilisant des ondes métriques. Mais les émetteurs français à haute définition (à quelques exceptions près) utilisent la polarisation horizontale. Elle est également utilisée dans la plupart des émetteurs du continent européen et par toutes les stations américaines.

Ig. — Si j'ai bien compris, dans ces émissions les antennes des émetteurs comme celles des récepteurs doivent être disposées horizontalement ?

Cur. — Bien entendu. Notez cependant que la propagation des ondes est un phénomène bien capricieux et que leur « plan de polarisation » peut tourner en cours de trajet. On peut alors obtenir une meilleure réception en inclinant plus ou moins le collecteur d'ondes.

Un immeuble d'âge atomique.

Ig. — Je suppose que la descente d'antenne, servant à amener au récepteur le courant recueilli, sera branchée à l'extrémité inférieure de la tige.

Cur. — Croyez-vous sérieusement qu'il y existe un courant ?

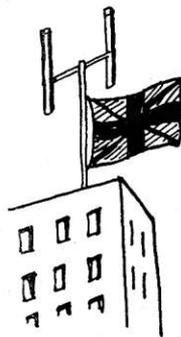
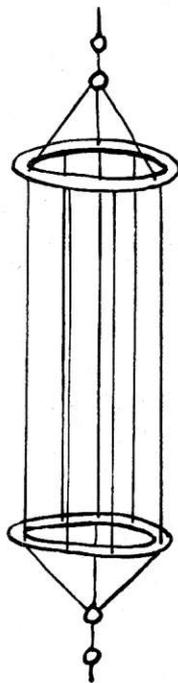
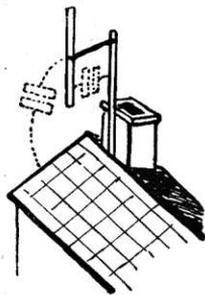
Ig. — Evidemment ! Puisque c'est aux extrémités que se manifestent les plus grandes différences de potentiel.

Cur. — Oui, mais avez-vous vu à quel endroit le tapis de votre escalier est le plus usé ?

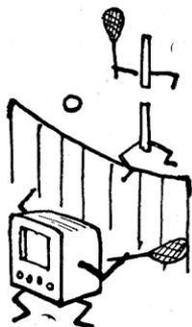
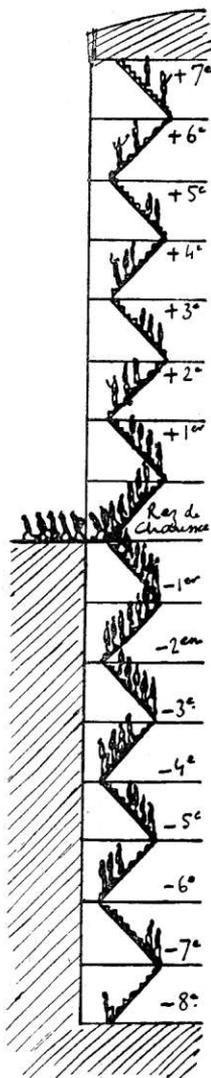
Ig. — Pourquoi ce coq à l'âne ?

Cur. — Pour vous expliquer clairement la répartition des tensions et des courants dans notre tige oscillante. Supposez un immeuble bâti en prévision des guerres atomiques et comportant sept étages au-dessus du sol et huit étages souterrains. Les quinze étages sont habités par des locataires en nombre sensiblement égal. Croyez-vous que le tapis de l'escalier soit usé de la même façon sur toute sa longueur ?

Ig. — Non. Aux étages extrêmes, seuls passent les locataires qui les habitent : ceux qui aiment à être tout près du ciel et ceux qui redoutent le plus les effets des bombardements. Mais sur la partie du tapis qui est au



(1) Ces données sont également valables pour l'émetteur de Lille. Pour les autres émetteurs, on effectuera un calcul analogue.



niveau du sol et qui conduit vers la sortie, passent tous les locataires, aussi bien ceux qui bénéficient de la lumière du jour que les troglodytes condamnés à la lumière électrique. L'usure du tapis y est le plus marquée.

Cur. — Ne voyez-vous pas l'analogie entre les habitants de notre immeuble atomique et les électrons de la tige ?

Ig. — Compris ! Aux extrémités de la tige ne passent que les peu nombreux électrons habitant ces extrémités. Mais au fur et à mesure que l'on s'approche du centre de la tige, le nombre d'électrons participant au courant augmente, car viennent s'y ajouter tous les électrons des portions intermédiaires de la tige. Et au centre, le courant est le plus intense : c'est la grande foule des électrons !

Cur. — Vous voyez que mon exemple a bien facilité l'examen d'une question essentielle. Maintenant que vous savez où le courant est le plus intense, vous comprenez que c'est au milieu de la tige qu'il faut le prélever pour l'amener vers le récepteur.

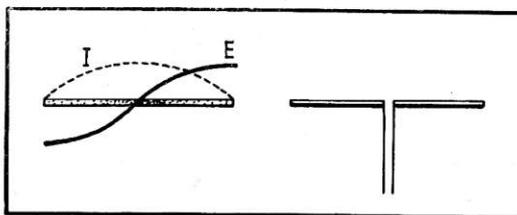


Fig. 127. — L'intensité de courant I est maximum au centre de la tige en demi-onde, alors que la différence de potentiel E est maximum entre les extrémités. Pour recueillir le courant le plus intense, on coupe la tige au milieu et on branche là les deux fils de la descente.

Ig. — Mais, mon cher Curiosus, comment voulez-vous procéder ? Il faudrait, pour profiter de ce courant, en quelque sorte intercaler le circuit d'entrée du récepteur au centre de notre tige oscillante. Et ce n'est pas possible !

Cur. — Pourquoi pas ? Coupez notre tige au milieu et, par deux conducteurs parallèles, amenez le courant vers le circuit d'entrée. Vous êtes en présence de la plus classique et la plus répandue des antennes de télévision : le dipôle formé de deux brins en quart d'onde. Ces deux brins sont, en réalité, là encore, de 6 % plus courts que le quart de la longueur d'onde. Espacés de quelques centimètres, ils sont fixés à l'aide d'une monture isolante sur un mât. On appelle cela également doublet.

Réflexions sur les réflexions.

Ig. — J'ai déjà vu de telles antennes. Et j'ai remarqué que leur descente part effectivement du centre du doublet.

Cur. — C'est exact. D'ailleurs, le rôle de cette descente (ou « feeder ») est extrêmement important. Il faut qu'elle assure, dans les meilleures conditions, le transfert vers le récepteur de l'énergie recueillie dans l'antenne. Or, aux fréquences aussi élevées que celles que nous utilisons, la tâche est délicate. Il faut notamment éviter des réflexions de l'énergie dans la descente.

Ig. — Qu'appellez-vous ainsi ?

Cur. — Si la descente est mal adaptée à l'antenne d'une part, au circuit d'entrée du récepteur d'autre part, l'énergie H.F. qui y pénètre risque de n'être qu'en partie acceptée par le circuit d'entrée. Une autre partie est réfléchi vers l'antenne qui la renvoie vers le récepteur qui n'en recueille qu'une partie et ainsi de suite.

Ig. — En somme, mauvaise transmission effectuée en plusieurs livraisons au lieu d'un transfert simultané. Quelles seront les conséquences pratiques de cet état des choses ?

Cur. — Elles apparaîtront sur l'écran sous l'aspect d'images multiples. En plus de l'image inscrite par la première et la plus importante livraison d'énergie, celles qui suivront à des intervalles très courts donneront lieu à d'autres images, plus faibles et légèrement décalées par rapport à la première. Ce décalage est dû au fait que, pendant le court intervalle de temps, le spot s'est déplacé

légèrement. On a, d'ailleurs, l'habitude d'appeler ces images décalées : « réflexions ».

Ig. — Pour ma part, sans le vouloir, j'ai obtenu parfois des réflexions de ce genre en tirant par contact des épreuves photographiques. Il suffit de déplacer légèrement le négatif par rapport au papier pour obtenir le même effet.

Cur. — L'effet est sans doute curieux, mais il faut l'éviter à tout prix. A cette fin, l'impédance caractéristique de la descente doit être égale d'une part à l'impédance de l'antenne au centre et, d'autre part, à l'impédance d'entrée du récepteur.

Ig. — Nom d'une électrode ! Qu'est-ce encore que toutes ces impédances ?

Cur. — Je pourrais vous répondre par une élégante pirouette en vous disant que, selon la suprême loi d'Ohm, il s'agit, dans chaque cas, du rapport de la tension à l'intensité du courant. Cela ne vous expliquerait pas grand-chose. Aussi est-il préférable de dire que toute antenne possède une résistance, une capacité et une self-induction dont la résultante forme une certaine impédance. Dans un dipôle, l'impédance au centre est de l'ordre de 72 ohms. La descente a, elle aussi, réparties sur toute sa longueur, de la résistance, de la capacité et de la self-induction. L'impédance résultante est appelée impédance caractéristique. Et, enfin, l'entrée d'un récepteur offre également une certaine impédance.

Fig. 128. — Divers types de conducteurs pour descentes d'antennes. A, fils parallèles, enrobés dans un ruban de polythène. - B, fils torsadés. - C, câble coaxial (1. âme; 2. isolant; 3. gaine métallique; 4. gaine protectrice isolante).

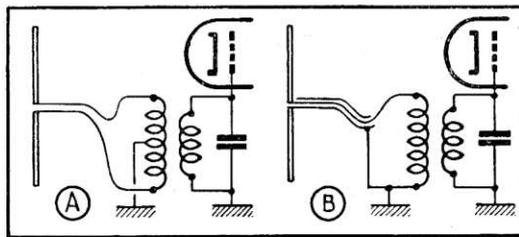
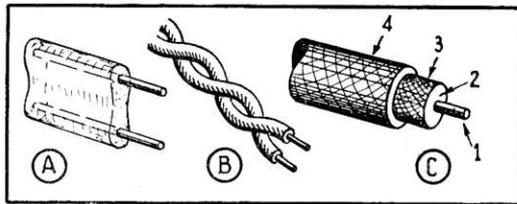
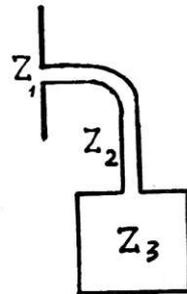


Fig. 129. — Branchement d'un feeder symétrique en A et d'une descente par câble coaxial en B.

Ig. — Si je vous ai bien compris, pour que tout aille bien, pour que l'énergie de l'antenne soit entièrement et sans réflexion transférée au récepteur, il suffit que l'impédance caractéristique de la descente soit, elle aussi, de 72 ohms et que telle soit également l'impédance du récepteur.

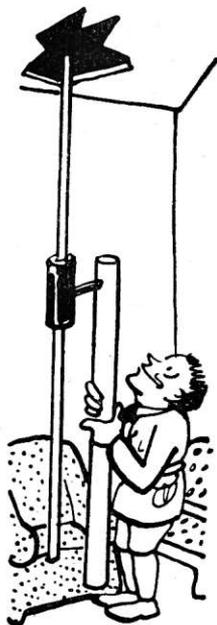
Cur. — Vous ne vous trompez pas. On trouve, d'ailleurs, divers modèles de conducteurs pour descentes, ayant cette impédance caractéristique : lignes bifilaires composées de deux fils parallèles enrobés dans du polythène ; lignes bifilaires entourées d'une gaine métallique protectrice ; fils torsadés comme les classiques conducteurs pour la distribution de la lumière ; enfin câbles coaxiaux composés d'un fil intérieur appelé « âme » et d'une gaine métallique elle-même revêtue d'un isolant et servant de deuxième conducteur. Alors que, pour toutes les descentes bifilaires, on utilise un circuit d'entrée symétrique où la prise médiane de l'enroulement primaire est connectée à la masse, dans le cas de descente par câble coaxial, c'est la gaine métallique qui est habituellement connectée à la masse.



$$Z_1 = Z_2 = Z_3$$



Abondance d'impédances.



Ig. — Est-il indispensable d'installer l'antenne sur le toit ?

Cur. — Oui, sauf lorsqu'on se trouve dans des conditions particulièrement favorables, c'est-à-dire à une distance relativement faible de l'émetteur. Dans ce cas, on peut se contenter d'une antenne intérieure.

Ig. — Avec les longueurs d'onde utilisées en France, une telle antenne ne sera pas trop encombrante. Mais avec les émissions à moyenne définition anglaises (ou celles que l'on faisait naguère en France), un doublet mesure 2 ou 3 mètres. Et je le vois très mal dans un salon.

Cur. — On peut en réduire notablement la longueur en augmentant sa self-induction à l'aide d'un bobinage placé entre les deux brins. L'ensemble pourra être ainsi accordé sur l'onde à recevoir. Mais son efficacité sera plus faible que celle d'un dipôle normal. On peut aussi, dans une antenne intérieure, placer le brin inférieur horizontalement. Je vous signale pour mémoire, deux autres modèles d'antenne de hauteur réduite : le « T renversé » et le « V renversé », ce dernier se prêtant fort bien à l'installation sous les combles d'un grenier.

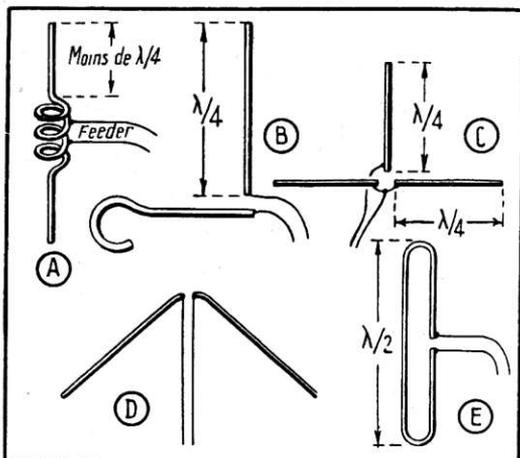
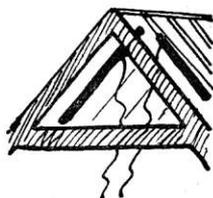


Fig. 130. — Quelques variantes des dipôles en quart d'onde. — A, modèle à self-induction additionnelle. — B, modèle en « L ». — C, antenne en « T renversé ». — D, antenne en « V renversé ». — E, antenne trombone.



Ig. — Et que faut-il faire si l'impédance d'entrée du récepteur est supérieure à 72 ohms ? Peut-on utiliser un transformateur d'impédance ?

Cur. — Oui, et on le fait quelquefois. Mais il existe d'autres modèles d'antennes ayant une impédance supérieure. Ainsi, en branchant en parallèle avec un dipôle une tige ayant la longueur d'une demi-onde, on obtient une antenne du type « trombone » que l'on appelle en anglais « folded » (pliée), car on la réalise en pliant convenablement une tige ayant la longueur d'une onde. Son impédance, au centre, est de 300 ohms. Et, propriété très intéressante, on peut modifier cette impédance en variant le rapport des diamètres des brins du dipôle et de la tige parallèle.

Ig. — Je crains fort qu'il en soit des antennes de télévision comme des remèdes pour le rhume : le fait qu'il en existe tant démontre qu'aucun n'est vraiment radical. Et, en télévision, l'antenne idéale n'existe sans doute pas.

Cur. — Comme dans d'autres domaines, l'idéal demeure toujours inaccessible. Mais les antennes que je vous ai décrites procurent, en général, de bonnes réceptions quand le champ électromagnétique est suffisamment intense à l'endroit de la réception et quand les images-fantômes ne sont pas à redouter.

Histoires de fantômes.

Ig. — Est-ce que les écrans des téléviseurs sont hantés par des apparitions comme de vulgaires châteaux historiques? Je crois que vous êtes en train d'abuser de ma crédulité.

Cur. — Telle n'est nullement mon intention. Il ne s'agit pas d'histoires de spectres. Et vous comprendrez les choses avec un peu de réflexion... D'autant plus qu'il s'agit justement de réflexions. Vous savez que les corps conducteurs dont les dimensions sont nombre de fois supérieures à la longueur d'onde sont capables de réfléchir les ondes.

Ig. — Je le sais, car c'est là le principe même du radar où l'on utilise des ondes suffisamment courtes pour qu'elles soient réfléchies par la faible surface d'un avion. Quant aux ondes moyennes, elles subissent la réflexion contre la couche ionisée de la haute atmosphère. Mais un pauvre avion serait bien incapable de leur servir de miroir.

Cur. — Vous comprenez donc que les ondes métriques utilisées en télévision risquent d'être réfléchies par bien des surfaces conductrices: un pont métallique, un gazomètre, une cheminée d'usine en tôle ou même un bâtiment en ciment armé. En raison de ces réflexions, surtout fréquentes dans les grandes agglomérations, l'antenne de réception risque de capter, en plus des ondes venant directement de l'émetteur, celles qui lui parviennent après une réflexion (sinon deux). Le trajet des ondes réfléchies étant plus long que celui des ondes directes...

Ig. — ...Laissez-moi finir ce raisonnement que j'ai déjà fait naguère, quand nous examinions le phénomène du fading. Les deux trajets étant inégaux, les ondes n'arrivent pas forcément dans la même phase. Si elles arrivent en opposition de phase, il en résulte un affaiblissement. Si elles arrivent en phase, elles se renforcent mutuellement, et tout va bien!

Cur. — Non, Ignotus, même en ce cas, cela ne va pas bien. Car la différence des temps de trajet se manifestera sur l'écran par l'apparition d'une deuxième image, dite « fantôme », décalée par rapport à la première vers la droite d'un intervalle justement proportionnel à cette différence.

Ig. — Je suppose qu'en mesurant sur l'écran la distance qui sépare l'image principale de son fantôme, on pourrait calculer la différence des trajets des ondes.

Cur. — Rien de plus facile. Sur un écran de 30 cm de diamètre analysé par 819 lignes, le spot parcourt plus de 6.000 mètres par seconde. Cette vitesse, pour honorable qu'elle soit, n'en est pas moins 50.000 fois plus faible que celle des ondes électromagnétiques. Par conséquent, pendant que le spot parcourt sur l'écran un millimètre (et cela s'effectue en 1/6.000.000 de seconde), les ondes parcourent 50 mètres. Si l'image fantôme est, sur notre téléviseur, décalée de 6 mm, la différence des trajets est de 300 mètres, ce qui vous permet d'identifier, parfois, avec certitude, la surface conductrice coupable du méfait.

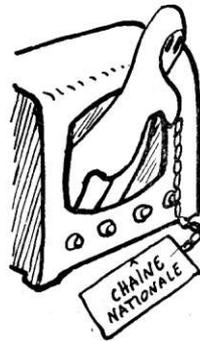
Ig. — Et si c'est un gazomètre ou une tour métallique, il ne me reste qu'à les faire scuter à la dynamite?

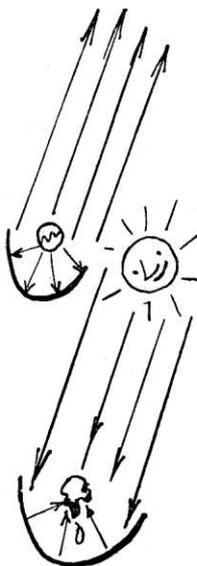
Cur. — Point n'est besoin de recourir à des mesures aussi barbares pour éliminer l'image-fantôme. Il suffit, le plus souvent, d'utiliser une antenne directive qui ne reçoit bien que l'onde directe, pour atténuer suffisamment, sinon faire disparaître la deuxième image due à l'onde réfléchie.

Les H sur les toits.

Ig. — Je savais que l'on utilise des antennes directives à l'émission, pour favoriser la propagation des ondes dans une direction déterminée. Je sais même que l'on peut, grâce à des réflecteurs, concentrer les ondes courtes en un faisceau étroit à la manière du faisceau projeté par un phare à miroir parabolique. Mais j'ignorais qu'une antenne de réception pouvait être directive et mieux capter les ondes provenant d'une direction privilégiée.

Cur. — Bon nombre des phénomènes de la nature sont réversibles. Vous mentionniez à l'instant le phare à miroir parabolique qui projette, sous la forme





de rayons parallèles, la lumière émanant d'une source placée en son foyer optique. Inversement, si vous captez avec un tel miroir les rayons du soleil, il les concentrera dans son foyer où la chaleur développée pourra suffire pour faire fondre un morceau de métal.

Ig. — Par conséquent, une antenne directive à l'émission le sera également à la réception. Et nous n'avons qu'à adopter une de ces antennes pourvues de tout un réseau de fils formant miroir pour être débarrassés de tous les fantômes.

Cur. — La solution serait radicale, mais quelque peu coûteuse. Cependant, en ne maintenant que 3 ou 5 brins de l'ensemble des fils formant un miroir cylindro-parabolique, vous obtiendrez une directivité suffisante et, de plus, vous capterez davantage d'énergie, ce qui peut être fort utile lorsqu'on est loin de l'émetteur. Généralement, un seul brin réflecteur procure déjà une nette amélioration du gain et assure une directivité suffisante. Ce brin, d'une longueur légèrement supérieure à celle du dipôle, est placé isolé à une distance d'un quart d'onde de lui.

Ig. — Décidément, Curiosus, je ne vous suis plus. Je veux bien admettre que trois brins puissent vaguement rappeler un réflecteur parabolique. Mais un seul !...

Cur. — Vous aussi, Ignotus, vous devriez réfléchir... un brin. Vous vous rendez alors compte que le réflecteur capte lui aussi les ondes qui y engendrent des courants. Et ces courants, à leur tour, suscitent des ondes qui, parvenues au dipôle, renforcent celles qu'il reçoit.

Ig. — Vous avez peut-être raison. Mais je préfère ma méthode d'analyse des phénomènes que je vais appliquer incontinent. A un moment donné, je suppose, l'onde venant au dipôle y chasse les électrons de haut en bas. Cette même onde atteint le réflecteur un quart de période plus tard, puisque la distance

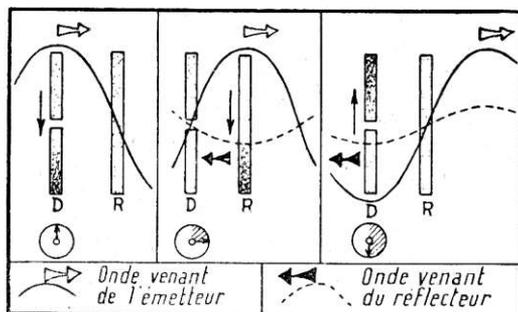
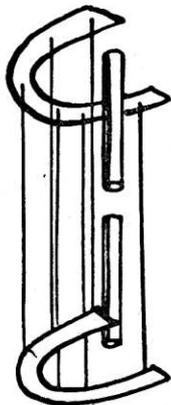
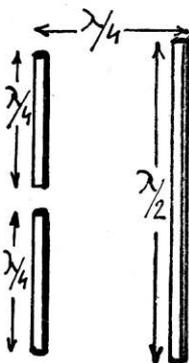


Fig. 131. — Position des ondes venant de l'émetteur et du réflecteur et mouvement des électrons dans le dipôle D et le réflecteur R à trois instants successifs, séparés d'un quart de période.

qui le sépare du dipôle est justement d'un quart d'onde. Là aussi, elle détermine ce même mouvement des électrons de haut en bas. Selon les lois de l'induction (qui, nous le savons, est synonyme d'opposition), ce déplacement d'électrons va engendrer une onde tendant à communiquer aux électrons un mouvement en sens inverse, c'est-à-dire de bas en haut. Cette onde atteindra à son tour le dipôle un quart de période plus tard. Et elle y chassera les électrons de bas en haut, donc dans le sens contraire de l'onde initiale ! Pourquoi prétendez-vous alors qu'il y a un renforcement.

Cur. — Mon pauvre ami ! Votre raisonnement, parfaitement amorcé, a lamentablement échoué dans ses conclusions, tout simplement parce que vous avez oublié qu'entre les moments où l'onde initiale a effleuré le dipôle et où celle du réflecteur y est parvenue, s'est écoulé un temps égal à une demi-période. De la sorte, à l'instant où l'onde du réflecteur vient chasser les électrons du dipôle de bas en haut, l'onde qui y parvient alors de l'émetteur est de phase opposée à celle d'il y a une demi-période. Et elle aussi...

Ig. — ...chasse les électrons de bas en haut ! Vous avez raison. Maintenant, je comprends que le réflecteur renforce le pouvoir collecteur de l'antenne. Et je comprends qu'il le fait le mieux pour les ondes venant de la direction du dipôle. Pour les sources situées latéralement ou en arrière, il sera inefficace.



Cur. — Sachez que l'antenne à réflecteur est de loin la plus utilisée en Angleterre. Avec la barre transversale qui les maintient, le dipôle et le réflecteur dessinent la lettre H. Et les toits des villes où la télévision est répandue se couvrent de toute une forêt de H caractéristique du paysage urbain anglais. Du temps des émissions à moyenne définition, on voyait également nombre de ces « H » sur nos toits.

Un directeur objectif.

Ig. — Dommage qu'on ne puisse pas, comme en optique, utiliser, pour capter et concentrer les ondes, non seulement des réflecteurs, mais aussi des objectifs. Ainsi, l'analogie serait-elle complète avec les télescopes et les lunettes des astronomes.

Cur. — Méfions-nous des analogies trop loin poussées. Cependant, il existe un dispositif que l'on peut, à la rigueur, assimiler à un objectif : c'est le directeur.

Ig. — Si vous parlez du directeur des émissions, vous manquez votre objectif.

Cur. — Assez, je vous en prie, de ces détestables jeux de mots. On appelle « directeur » un brin légèrement plus court que le dipôle et placé en avant de

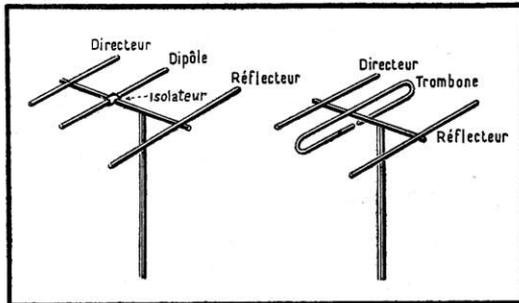
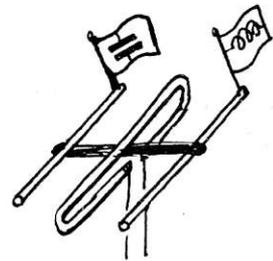


Fig. 132. — Antenne doublet pourvue d'un réflecteur et d'un directeur.



celui-ci, dans la direction de l'émetteur, alors que le réflecteur, plus long que le dipôle, se trouve en arrière de celui-ci. Rarement utilisé seul avec le dipôle, le réflecteur est associé fréquemment à l'antenne en H, dont il renforce la directivité et le pouvoir collecteur.

Ig. — Mais, en dehors de la petite différence des dimensions, le directeur ressemble comme un frère jumeau au réflecteur. Comment se fait-il que son action soit opposée ?

Cur. — La « petite différence » en question est déterminante. Plus long que le dipôle, le réflecteur a un caractère inductif. En revanche, étant plus court, le directeur offre un caractère capacitif. C'est dire qu'ils modifient très différemment les phases des ondes rerayonnées. Nous n'entrerons pas dans l'analyse détaillée des phénomènes. Sachez seulement que les dimensions de ces éléments (dits « parasites ») sont assez critiques, que leur présence diminue l'impédance au centre de l'antenne et cela d'autant plus qu'ils en sont plus rapprochés. Car l'écart d'un quart d'onde n'est pas obligatoire. Et pour que l'impédance ne soit pas trop faible, on substitue le plus souvent un trombone au simple dipôle.

Ig. — Je crois, mon cher Curiosus, que vous avez, aujourd'hui, un peu abusé du pouvoir collecteur de cette antenne que constitue mon pauvre cerveau.



EN GUISE DE DIX-HUITIÈME CAUSERIE

Après avoir étudié séparément et méthodiquement l'anatomie et la physiologie des divers éléments d'un téléviseur, Curiosus et Ignotus mettront à profit les connaissances acquises pour aborder l'examen de schémas complets. De la sorte, le rôle et la place de chacun des éléments de l'ensemble apparaissent avec le maximum de clarté. En outre, l'analyse des montages complets constitue un excellent exercice de récapitulation puisqu'elle fait appel à la plupart des éléments précédemment étudiés.

Dans le texte ci-après où, exceptionnellement, le style épistolaire remplace le dialogue habituel, les sujets suivants sont abordés successivement :

Récepteurs à amplification directe. — Etude des divers éléments du montage. —
Téléviseur à changement de fréquence. — Amplification des tops de synchronisation. —
Polarité des tops différenciés.

DEUX TÉLÉVISEURS COMPLETS

Curiosus écrit à Ignotus.

Mon cher Ignotus,

Votre lettre m'est bien parvenue et m'a beaucoup attristé. Que voilà une grippe qui vient fort mal à propos ! Juste au moment où nous avons terminé l'étude des divers éléments constituant les récepteurs de télévision et où, comme vous le dites très justement dans votre missive, nous pourrions assembler ces briques séparées pour édifier un téléviseur complet.

Si l'aspirine est tout indiquée pour combattre la fièvre de la grippe, la fièvre de l'impatience qui vous dévore ne saurait être calmée que par des doses massives de schémas appropriés. Vous me demandez de dessiner à votre intention le schéma d'un téléviseur. Je ferai mieux : je vous en envoie deux.

Le premier est un récepteur à amplification directe de sensibilité moyenne. Il ne peut convenir qu'aux téléspectateurs habitant à faible distance d'un émetteur ou utilisant une antenne particulièrement efficace. De surcroît, c'est un montage qui convenait surtout à la télévision à moyenne définition émise sur ondes de plusieurs mètres. Mais nous allons néanmoins analyser son schéma à titre d'exercice, pour appliquer les connaissances acquises.

Le second schéma comprend 22 lampes (trois de plus que le premier), sans compter le tube cathodique. Il s'agit d'un montage à changement de fréquence, plus sensible que le premier et qui, pour cette raison, est mieux adapté à la réception des émissions venant de loin et effectuées sur les longueurs d'onde actuellement utilisées.

En analysant leurs schémas, vous remarquerez, mon bon Ignotus, que ces deux montages se composent essentiellement des éléments que nous avons précédemment étudiés. Ma lettre ne vous

apportera donc guère de notions nouvelles. Cependant, il est très utile de voir comment s'imbriquent les divers éléments connus pour donner lieu à un ensemble harmonieux. Et, de surcroît, cet examen des schémas complets auquel je vous convie vous permettra de procéder à une très utile révision des connaissances acquises au cours de nos précédentes causeries.

Pour qu'un tel examen vous soit vraiment profitable, je vous conseille de vous appesantir sur tous les détails des schémas et de vous reporter constamment aux causeries où ils ont été traités. Ainsi accompli, le travail sera plus fécond.

Un mot encore avant d'entrer dans le vif de nos schémas. J'ai simplifié les notations en désignant toutes les résistances de découplage, quelles qu'en soient les valeurs, par la lettre R sans indice numérique. De même, tous les condensateurs de découplage sont uniformément affectés de la lettre C sans indice.

Quant aux valeurs que vous me demandez, je ne vous les indique pas. Elles dépendent des modèles de tubes utilisés, des standards de l'émission reçue, de la bande passante admise et de bien d'autres facteurs. Pour comprendre le fonctionnement des téléviseurs, leur connaissance n'est pas nécessaire. Et pour la réalisation des montages, vous trouverez des schémas appropriés à chaque cas concret et pourvus de toutes les valeurs.

Récepteur à amplification directe.

Commençons, si vous voulez bien, par le plus simple de nos deux récepteurs : celui à amplification directe.

Il comporte une entrée symétrique prévue pour un dipôle à descente bifilaire connectée aux points AA. La porteuse, modulée par la vidéo-

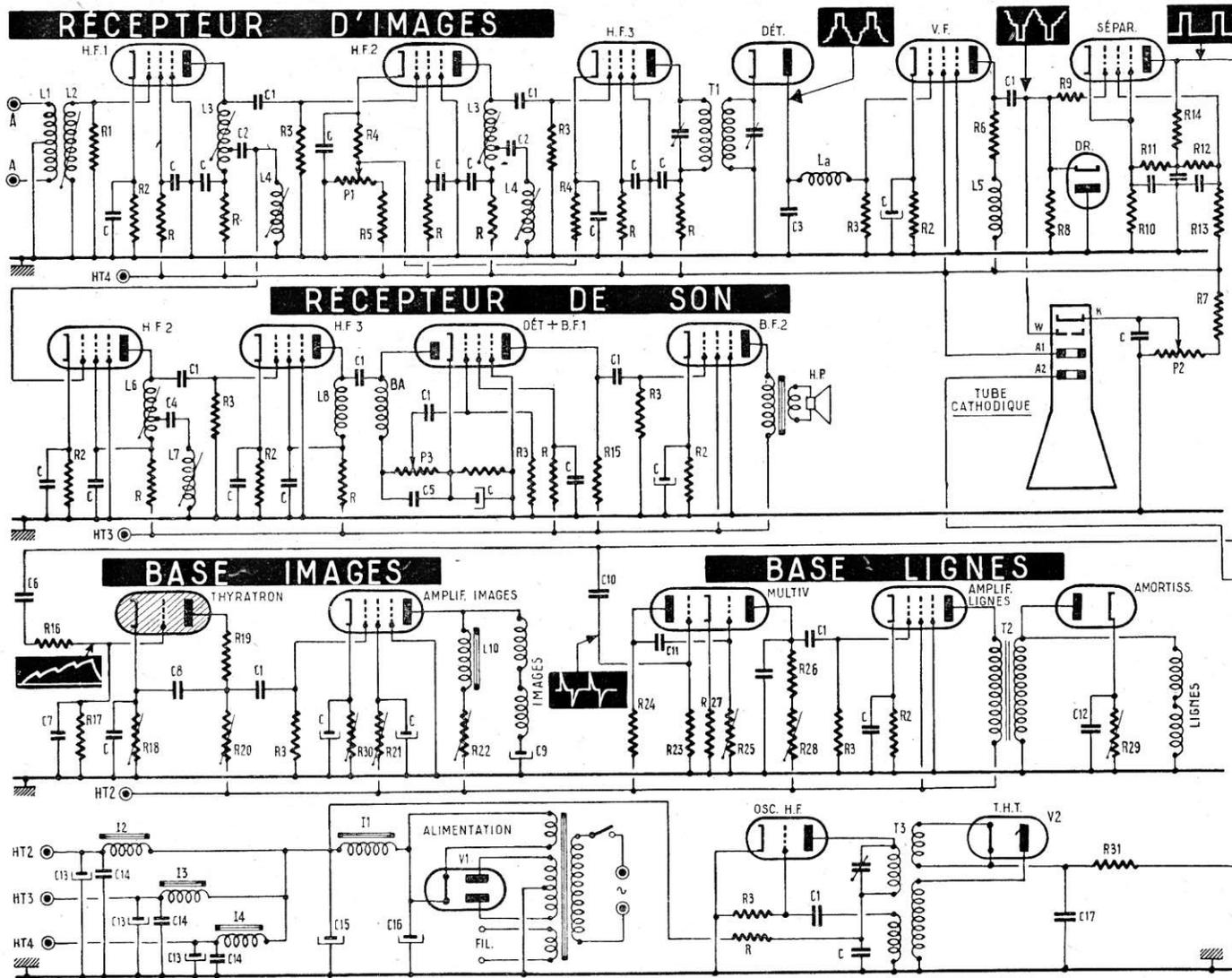


Fig. 133. — Schéma d'un récepteur de sensibilité moyenne à amplification directe. On notera que des éléments assumant des fonctions semblables sont affectés de références identiques, encore que leurs valeurs puissent être différentes.

fréquence, est amplifiée dans trois étages H.F. Après détection, le signal est amplifié dans un étage V.F. avant d'être appliqué au wehnelt du tube cathodique.

Une séparatrice, précédée d'une diode de restitution, permet d'appliquer les signaux de synchronisme aux deux bases de temps. Triés à l'aide d'un intégrateur et d'un différentiateur, les tops sont ainsi appliqués d'une part à la base images utilisant un thyatron suivi d'une penthode amplificatrice, d'autre part à la base lignes utilisant une double-triode montée en multivibrateur, elle aussi suivie d'une penthode amplificatrice.

Enfin, l'alimentation en haute tension est assurée par une valve bipolaire dont le courant est divisé en trois branches desservant le récepteur d'images, le récepteur de son et les bases de temps. Quant à la très haute tension que nécessite la deuxième anode du tube cathodique, on l'obtient à l'aide d'un oscillateur H.F. suivi d'une valve monopolaire.

Telle est la composition générale de notre premier récepteur de télévision. Si vous voulez bien, nous allons maintenant l'examiner plus en détail.

Récepteur d'images.

L'entrée se fait à l'aide d'un transformateur H.F. L_1 , L_2 dont le secondaire, accordé par un noyau magnétique ajustable, est amorti par la résistance R_1 . Je ne mentionne que pour mémoire la résistance de polarisation R_2 ainsi que le découplage RC de la grille-écran. Voyons plutôt ce qui se passe du côté de l'anode, car pour le reste notre étage ressemble comme un frère à celui de la figure 77 de la 12^e causerie.

L'impédance de charge anodique est constituée par le bobinage L_3 qui est accordé par son noyau magnétique ajustable (en tenant compte de sa capacité repartie et des capacités du câblage). Vous remarquerez qu'à une prise pratiquée sur L_3 est connecté un circuit composé d'un condensateur C_2 et d'un bobinage L_4 en série. Alors que L_2 et L_3 sont accordés sur la fréquence de l'onde porteuse de l'image, l'ensemble C_2L_4 est accordé sur l'onde porteuse du son. Ce circuit a une double fonction. D'une part, il sert de réjecteur de son permettant d'éliminer des étages ultérieurs le signal du son. D'autre part, la tension développée aux bornes de L_4 y est prélevée pour être appliquée au récepteur de son proprement dit.

Les deux étages suivants, H.F.2 et H.F.3, sont composés de la même manière que l'étage H.F.1. Un deuxième réjecteur de son C_2L_4 est branché sur la bobine L_3 placée dans le circuit anodique de H.F.2, de manière à éliminer les dernières traces de la porteuse de son admise par le circuit d'entrée à large bande.

Vous remarquerez d'autre part qu'un poten-

tiomètre P_1 permet de varier le potentiel des cathodes des tubes H.F.2 et H.F.3 entre un potentiel presque nul fixé par les résistances cathodiques de découplage R_4 et un potentiel positif déterminé par R_5 qui relie P_1 à la haute tension. De la sorte, le gain de ces deux tubes est rendu réglable. Vous devinez donc aisément que P_1 permet de régler le contraste de l'image.

À la sortie de H.F.3, une transformateur T_1 , à primaire et secondaire accordés, applique la tension H.F. amplifiée à une diode détectrice montée de telle manière que sur son anode apparaît le signal vidéo en négatif (voyez notre 13^e causerie). Le résidu de la H.F. est éliminé par le filtre passe-bas composé de la bobine L et du condensateur C_3 . Le signal détecté est amplifié dans le tube V.F. monté selon le schéma de la correction parallèle (figure 91 de la 13^e causerie) où la bobine de correction L_5 est connectée en série avec la résistance de charge R_6 .

Du fait de la liaison directe entre la détectrice et l'étage V.F., aucun dispositif de restitution de la composante continue ne s'impose ici. En revanche, la liaison entre le tube V.F. et la séparatrice étant effectuée à travers un condensateur de liaison C_1 , l'emploi d'une diode de restitution DR s'impose d'autant plus qu'après l'étage V.F. le signal redevient positif.

C'est ce signal, orienté dans le bon sens et maintenu au niveau correct grâce à la diode de restitution, que nous appliquerons au wehnelt W du tube cathodique dont la brillance moyenne du spot sera réglée à l'aide du potentiomètre P_2 , déterminant le potentiel de sa cathode K. Branché en pont entre le négatif et le positif (à travers la résistance limitatrice R_7) de haute tension, P_2 rend la cathode plus ou moins positive par rapport au wehnelt dont le potentiel moyen est fixé par la résistance R_8 reliée au pôle négatif de la H.T.

Enfin, dans le montage de la séparatrice avec sa diode de restitution, vous reconnaîtrez sans peine le schéma de la figure 109 de la 15^e causerie. Nous avons une penthode dont la grille-écran est portée à un potentiel supérieur à celui de l'anode. Vous savez ce qui en résulte. Mais avant de nous lancer à la poursuite des tops de synchronisation mis à nu, voyons brièvement le...

... récepteur de sons.

Alors que le tube H.F.1 amplifiait avec le même zèle la porteuse d'image et la porteuse de son, grâce à la discrimination établie, comme nous venons de le voir, par C_2 et L_4 , H.F.2 supérieur s'occupe uniquement de la porteuse image, alors que la porteuse son arrive sur la grille de H.F.2 inférieur. Dans le circuit anodique de ce tube, nous trouvons un bobinage L_6 que son noyau magnétique ajustable permet d'accorder sur la porteuse son. Quant aux dernières traces de la

porteuse image, elles sont éliminées par le circuit réjecteur C_4L_7 , justement accordé sur sa fréquence.

Vous n'avez, j'espère, pas oublié que le circuit résonnant série offre une très faible résistance (se réduisant à sa résistance ohmique) aux courants de la fréquence sur laquelle il est accordé. En l'occurrence C_4L_7 , constitue un véritable court-circuit pour les courants de la porteuse image qui sont ainsi impitoyablement éliminés.

Les tensions H.F. sont amplifiées dans H.F.2 sont appliquées à un troisième étage H.F.3, puis détectées et préamplifiées dans une diode-penthode pour être finalement amplifiées dans une penthode de puissance B.F.2 qui débite sur un haut-parleur H.P.

Vous me ferez le plaisir de choisir un haut-parleur de très bonne qualité lorsque vous entreprendrez le montage de votre téléviseur. Car le son accompagnant les images est transmis sur une large bande de fréquences musicales, ce qui assure une excellente fidélité à l'émission. Et, tenez-le pour dit, la qualité du son est bien souvent supérieure à celle des images...

Bases de temps.

Revenons cependant à notre récepteur d'images. Les tops de synchronisation sont triés à l'aide d'un montage différentiateur-intégrateur semblable à celui de la figure 114 de la 15^e causerie. Grâce à l'ensemble des résistances et des condensateurs C_6R_{16} et C_7R_{17} , les tops d'images sont appliqués à la grille du thyatron. Celui-ci est monté exactement comme la base de temps de la figure 35 de la 6^e causerie. Vous aurez cependant quelque peine à identifier les deux schémas, car je me suis toujours efforcé de dessiner les montages élémentaires de manière à faciliter au maximum la compréhension de leur fonctionnement. Comme je vous l'avais fait remarquer à l'époque, la résistance de charge, désignée maintenant R_{20} , peut être intercalée dans la connexion positive (point Z du schéma 35 de la 6^e causerie).

En réglant la valeur de cette résistance R_{20} , nous pourrions ajuster à la valeur convenable la fréquence de la base images. Quant à l'amplitude des signaux engendrés et, partant, à la hauteur de l'image obtenue, on la détermine en ajustant la résistance de polarisation R_{18} .

Notre thyatron relaxateur est suivi d'une penthode amplificatrice qui, en même temps, servira à linéariser les dents de scie quelque peu courbées. A cette fin, on triture les caractéristiques de la penthode en agissant sur ses résistances de polarisation (R_{20}), de grille-écran (R_{21}) et d'anode (R_{22}). C'est bien le diable si, avec un peu de patience, vous ne parvenez pas à compenser la courbure des tensions par la courbure inverse de la caractéristique du tube !...

Les tensions amplifiées sont recueillies aux bornes de l'impédance L_{10} pour être appliquées aux bobines de déflexion verticale se refermant sur le négatif de la haute tension à travers un condensateur C_9 qui, compte tenu de leur fréquence très basse, devra avoir une capacité considérable et, par conséquent, sera du modèle électrolytique.

Les tops pour la base lignes sont appliqués à travers le différentiateur $C_{10}R_{23}$. Vous souvenez-vous encore du montage multivibrateur utilisant une double triode (fig. 53 de la 7^e causerie) ? C'est ce montage que nous utilisons ici pour la base lignes. La fréquence des oscillations est réglée à l'aide de la résistance variable R_{25} . Leur amplitude et, par conséquent, la largeur de l'image, est déterminée en ajustant la résistance R_{26} .

Ici encore, une penthode permet d'amplifier les dents de scie avant de les appliquer, à travers un transformateur T_2 , aux bobinages de déflexion horizontale. Le montage utilisant une diode d'amortissement est celui de la figure 62 de la 8^e causerie.

Alimentation.

Reste à examiner un problème très terre-à-terre : celui de l'alimentation des diverses parties de notre ensemble.

La H.T. est obtenue par le montage classique utilisant une redresseuse biplaque V_1 dont le courant est tout d'abord filtré par l'inductance I_1 et les deux condensateurs électrolytiques C_{15} et C_{16} . Puis, il se divise en trois branches pour alimenter respectivement les bases de temps, le récepteur de son et le récepteur d'image. Dans chaque branche, est prévu un filtre comprenant l'une des inductances I_2 , I_3 et I_4 et un condensateur électrolytique C_{18} , doublé d'un condensateur au papier C_{14} affecté à la transmission des composantes H.F. auxquelles le condensateur électrolytique oppose dans un sens une résistance élevée.

Quant à la très haute tension que nécessite la dernière anode du tube cathodique, nous la produisons à l'aide d'un oscillateur H.F. suivi d'une redresseuse V_2 à une alternance. Le schéma utilisé est analogue à celui de la figure 124 de la 16^e causerie.

Voilà, vous le voyez, mon bon Ignotus : notre schéma, si complexe en apparence, se compose en fait d'éléments que vous connaissez intimement. Et rien ne saurait vous y faire peur.

Et voici un autre schéma.

Maintenant que j'ai soigneusement décortiqué pour vous le premier schéma d'ensemble, je vous laisserai le soin d'analyser vous-même le second ;

ce sera pour vous un excellent exercice d'application.

Toutefois, je vous faciliterai le travail en examinant certains points particuliers. Mais, tout d'abord, jetons un coup d'œil général sur le schéma.

Le récepteur d'images comporte un étage préamplificateur H.F. suivi d'une changeuse de fréquence avec oscillateur séparé. Jusque-là, son et image empruntent une voie commune. Mais la séparation se fait à la sortie de la changeuse de fréquence. Quatre étages M.F. sont utilisés dans la chaîne d'image alors que deux suffisent dans la chaîne son qui, par ailleurs, n'offre aucune particularité digne d'être mentionnée.

La détection du signal vidéo est de polarité positive. Nous avons un étage V.F. suivi d'une séparatrice. Du fait que la détection est positive, à la sortie de l'étage V.F. le signal est négatif ; aussi est-il appliqué à la cathode du tube cathodique dont la brillance est commandée par le potentiel du wehnelt.

Le tri des tops se fait par différenciation

Après cette rapide promenade à travers les méandres du schéma, examinons-en quelques détails.

L'entrée est faite pour descente en câble coaxial. Les étages H.F. et M.F. sont du type classique dont nous avons parlé dans la 12^e causerie. Le changement de fréquence se fait tout bêtement (mais très efficacement) en appliquant à la première grille de la penthode modulatrice aussi bien les ondes incidentes (son et image) que la tension de l'oscillateur local monté en Hartley.

Le gain des quatre étages M.F. est commandé par le potentiomètre P_1 qui règle ainsi le contraste de l'image.

Les circuits d'absorption L_1C_1 sont accordés sur la fréquence de la porteuse de son et servent à l'éliminer de la chaîne d'image. De surcroît, la tension prélevée sur le premier de ces circuits constitue le signal appliqué à l'entrée de la chaîne de son.

La détectrice est montée selon la figure 86 de la 13^e causerie, et l'étage V.F. selon la fi-

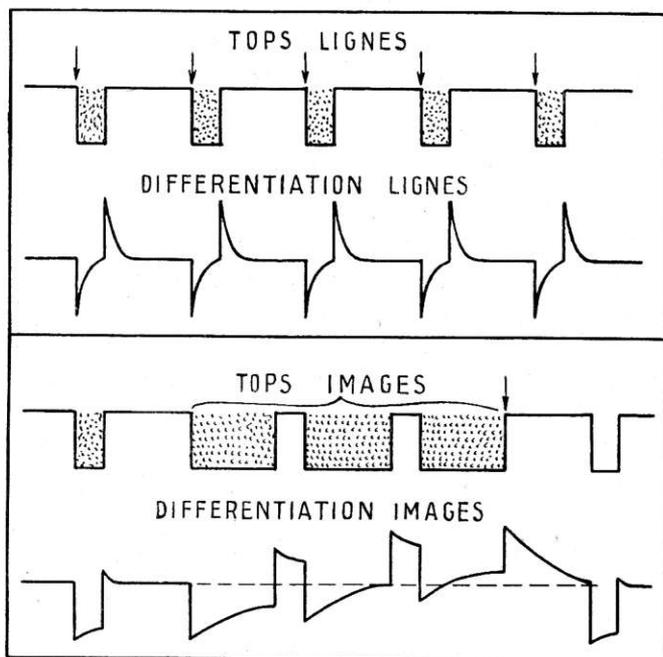


Fig. 134. — La différenciation des signaux de lignes donne lieu à des impulsions ayant la même polarité que les tops aux instants (indiqués par des flèches) où doit être déclenchée la décharge de la base. La différenciation des tops d'images engendre des signaux de sens contraire à hauteur des fronts arrière.

aussi bien pour la base images que pour la base lignes. Les deux bases utilisent des oscillateurs bloqués suivis d'amplificateurs penthodes.

Je n'ai pas figuré dans le schéma la trop classique alimentation H.T. Vous y trouverez en revanche le dispositif engendrant la T.H.T. en partant des surtensions de retour de lignes redressées à l'aide d'une valve monoplaque.

gure 91 de la même causerie. Quant à la séparatrice, comme celle de la figure 110 de la 15^e causerie, elle fonctionne avec une faible tension de la grille-écran.

Pour rendre la synchronisation plus efficace, les tops, avant d'être appliqués à chacune des bases, sont amplifiés à l'aide d'une triode. Les oscillateurs bloqués sont montés selon le schéma

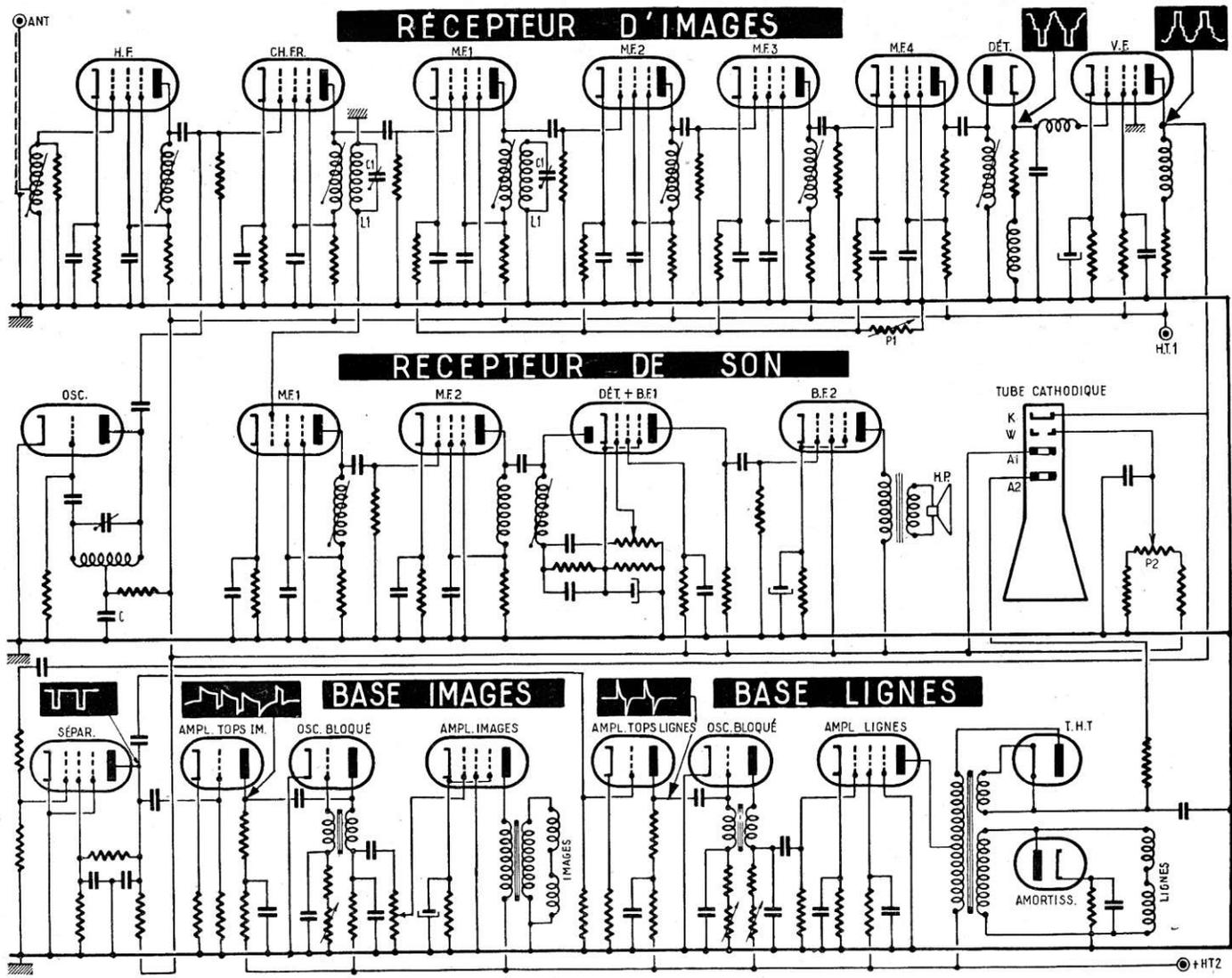


Fig. 135. — Téléviseur de sensibilité élevée à changement de fréquence.

de la figure 49 de la 7^e causerie. Vous remarquerez, toutefois, mon cher Ignorant, que les tops sont appliqués à l'anode de l'oscillateur bloqué de la base images, alors que dans la base lignes ils sont appliqués à la grille. Pourquoi cette différence de traitement ?

Vous vous souvenez sans doute que l'oscillateur bloqué doit être synchronisé à l'aide de tops positifs appliqués à sa grille. Or, quelle est la polarité des tops dont nous disposons ?

A la sortie de la séparatrice, ils sont négatifs. En les différenciant pour la base lignes, nous obtenons des impulsions négatives et positives. Mais, seules les premières sont utiles, car elles déterminent le moment précis du déclenchement de la décharge dans la base de temps.

Or, en inversant leur phase, l'amplificatrice des tops des lignes rend précisément positives ces impulsions qui, dès lors, peuvent être appliquées à la grille sans aucune réticence.

Mais il n'en va pas de même en ce qui concerne le différentiateur des tops d'images. Si vous vous reportez à l'analyse que nous avons faite de son fonctionnement à la fin de la 15^e causerie (dont je vous rappelle ici la figure 115), vous constaterez que le signal d'image différencié est de polarité opposée à celle des tops de synchronisme. Ceux-ci étant, dans notre schéma, négatifs, le signal différencié sera positif. Mais après son passage dans l'amplificateur, le voici négatif ! Que faire ?

Eh bien, je l'applique à l'anode de l'oscillateur bloqué. A vrai dire, il n'exerce qu'une influence négligeable sur cette électrode. Mais, à travers le transformateur, il sera appliqué à la grille en opposition de phase, c'est-à-dire avec la polarité positive voulue.

Vous voyez que c'est très simple : il fallait seulement y songer !

Pour terminer, vous constatez que l'alimentation H.T. (non dessinée) comporte deux branches : + H.T.1 alimentant les récepteurs d'image et de son et + H.T.2 alimentant les bases de temps.

Quant à la T.H.T., elle est obtenue en élevant par un auto-transformateur la surtension du retour des lignes et en la redressant à l'aide d'une valve, montage identique à celui de la figure 125 de la 16^e causerie.

Vous noterez encore que la brillance du spot est réglée en communiquant au wehnelt, à l'aide du potentiomètre P_2 un potentiel positif inférieur à celui de la cathode du tube cathodique qui, elle, est connectée à la plaque du tube V.F.

Si votre grippe ne vous a pas trop fatigué, pas plus que la lecture de ma lettre, efforcez-vous d'analyser en détail les divers circuits de mes schémas.

Je vous souhaite une prompte guérison et espère vous retrouver bientôt vaillant pour reprendre nos causeries.

Votre ami CURIOSUS.



DIX-NEUVIÈME CAUSERIE

Jusqu'à présent, Curiosus et Ignotus ont étudié la technique de la transmission des images monochromes, c'est-à-dire d'une seule couleur. Mais, suivant en ceci l'exemple du cinéma, la télévision deviendra tôt ou tard polychrome en permettant la reproduction des images avec leurs couleurs naturelles.

Le problème, passablement complexe, de la télévision en couleurs, comporte plusieurs solutions que Curiosus exposera au cours de cette causerie qui traitera successivement de :

Principe de la trichromie. — Décomposition et reconstitution des images. — Transmission simultanée des trois images composantes. — Méthode de transmission successive. — Filtres à disques ou tambours. — Le problème des bandes de modulation. — Entrelaçage des trames, des lignes ou des points. — Miroirs dichroïques. — Ecrans trichromes. — Tube à trois canons avec masque.

DE TOUTES LES COULEURS

Analyse et synthèse.

Curiosus. — Pourquoi cette mauvaise humeur, cet air furibond ?

Ignotus. — Parce que je viens de voir un film dont les couleurs m'ont fait hurler tant elles étaient criardes. Encore une chance que la télévision ne soit pas en couleurs !

Cur. — Ne vous réjouissez pas trop. Aux Etats-Unis il existe déjà des émissions de télévision en couleurs. J'ajoute, pour votre apaisement, que les couleurs sont généralement plus fidèles qu'au cinéma.

Ig. — Puisqu'il en est ainsi, pourriez-vous m'expliquer en quelques mots comment on transmet les images en couleurs.

Cur. — Plusieurs systèmes ont été proposés et même expérimentés. Tous sont, bien entendu, fondés sur le principe de la trichromie.

Ig. — Je pense que vous entendez par là le fait qu'on peut reproduire toutes les teintes en partant des trois couleurs fondamentales : le rouge, le bleu et le vert-jaune. En les mélangeant dans des proportions convenables, on obtient toutes les nuances possibles.

Cur. — Bravo, Ignotus ! Je ne vous savais pas aussi bien documenté sur la question.

Ig. — J'ai appris tout cela en visitant une imprimerie où l'on faisait le tirage de tableaux en couleurs. J'ai vu qu'on imprimait successivement en rouge, en bleu et en jaune. Et, d'ailleurs, en examinant à la loupe une trichromie, on voit qu'elle se compose de points rouges, bleus et jaunes juxtaposés, l'œil faisant la synthèse de ces trois couleurs fondamentales. Cela ressemble un peu à un tableau de l'école impressionniste.

Cur. — Décidément, vous ne cessez aujourd'hui de me surprendre. Voilà que vous faites preuve d'érudition en matière de peinture !

Ig. — Me prendriez-vous pour un ignare ?.. Revenons, cependant, à nos moutons. Je suppose que, pour transmettre une image en couleurs, il faut faire la même chose qu'en imprimerie : la décomposer en trois images des couleurs fondamentales, puis les transmettre séparément et les superposer pour faire la synthèse.

Cur. — En somme, d'après vous, il faudrait pour commencer obtenir, à partir de l'image multicolore, trois images : une rouge, une bleue et une verte. Comment le ferez-vous ?

Ig. — A l'aide de filtres des couleurs correspondantes ; par exemple, en projetant l'image à travers un verre rouge, nous obtiendrons une image rouge



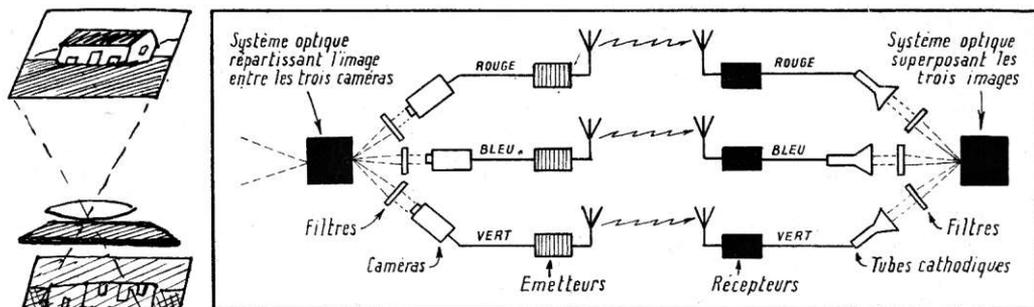


Fig. 136. — Transmission des images en couleurs utilisant trois chaînes complètes acheminant simultanément les images en trois couleurs fondamentales.

où la brillance de chaque surface élémentaire dépendra de la quantité de lumière rouge qui émane de la surface correspondante de l'image analysée. Ainsi les parties rouges seront les plus brillantes ; par contre, aucune lumière rouge ne venant des parties bleues ou vertes de l'image, celles-ci seront tout à fait noires dans l'image vue à travers le filtre rouge.

Cur. — C'est exact. Nous obtiendrons donc trois images que nous appellerons rouge, bleue et verte. Qu'en ferez-vous ?

Ig. — Rien de plus simple. Je les transmettrai par les procédés habituels de télévision. Et, au lieu de la réception, chaque image s'inscrira en blanc et noir sur l'écran d'un tube cathodique. Mais je disposerai un verre rouge devant celui qui doit reproduire l'image « rouge », un verre bleu devant l'autre et un vert devant la troisième. Et, en superposant optiquement les trois images — il doit bien y avoir un moyen pour le faire — je reconstituera l'image originale avec ses couleurs naturelles... Ai-je proféré une bêtise ?

Cur. — Pas du tout. Ce que vous dites est tout à fait raisonnable. Et un système de télévision en couleurs réalisé selon votre conception a été expérimenté, non sans succès. En dépit des difficultés qu'entraîne la superposition des trois images, le résultat a été satisfaisant.

Simultanément ou successivement ?

Ig. — Pourtant, à en juger d'après le ton de votre voix, il devait y avoir un « mais ».

Cur. — Ne vous paraît-il pas évident ? Songez que nous sommes obligés de tripler tous les éléments de la chaîne de transmission : trois caméras de prises de vues, trois amplificateurs vidéo, trois émetteurs H.F., trois récepteurs, trois tubes cathodiques !...

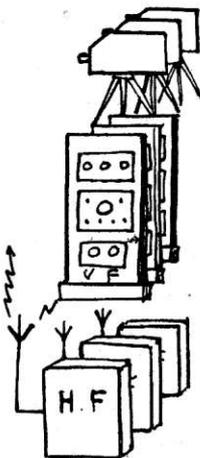
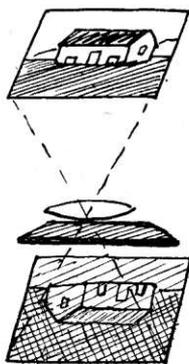
Ig. — Je reconnais, en effet, que cela doit coûter cher et, de surcroît, encombrer singulièrement l'éther... Quelle serait dès lors la bonne solution ?

Cur. — Reportez-vous, Ignotus, aux premières notions que vous avez acquises en télévision. Vous avez alors appris qu'au lieu de transmettre les différents points d'une image simultanément...

Ig. — ...on les transmettait successivement. J'y suis ! Ici la solution consiste également à faire passer successivement, par un unique canal de transmission, nos images rouge, bleue, et verte. À condition de les faire défilé à une cadence suffisamment rapide, la persistance des sensations visuelles opérera la synthèse nécessaire.

Cur. — C'est la méthode qui est, de loin, préférable. Ne croyez pas, toutefois, que l'on transmet d'abord entièrement l'image en une couleur, puis en une autre, puis en une troisième. Car, à moins de faire passer par seconde un nombre très élevé d'images, nous risquerions de nous heurter au phénomène de scintillement.

Ig. — Pourquoi donc ?



Cur. — Supposez qu'une certaine portion de l'image soit d'une teinte bleue pure. Dans ce cas, elle ne sera transmise qu'une fois sur les trois images successivement transmises, car dans les images rouge et verte elle ne donnera lieu à aucun éclaircissement de l'écran à la réception. L'œil aura la sensation d'un léger scintillement dans la portion correspondante de l'image, dû aux intervalles relativement longs d'obscurité entre deux éclaircissements.

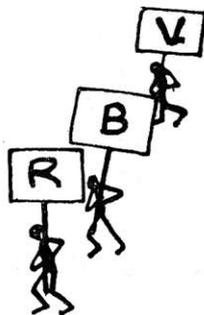
Ig. — Je sais que vous dressez les obstacles uniquement pour le plaisir de les réduire au néant en soufflant dessus. Faites-moi donc le plaisir de souffler sur le scintillement !

Cur. — Je vous en laisse le soin. Souvenez-vous que dans la télévision en noir et blanc on assure une meilleure continuité des sensations visuelles...

Ig. — ...par l'entrelacement : on analyse d'abord les lignes impaires, puis les lignes paires.

Cur. — Pour la couleur, le même principe de l'entrelacement peut être appliqué de bien des manières.

Ig. — Voulez-vous dire que l'on peut, par exemple, transmettre une image en variant les couleurs pour chaque trame ?



Le disque rouge-bleu-vert.

Cur. — Parfaitement. Voici, par exemple, un système actuellement employé dans lequel on utilise des filtres défilant successivement devant la caméra de prises de vues et l'écran du tube récepteur. Ces filtres sont constitués par des pellicules de couleur disposées sur des disques. Bien entendu, un synchronisme rigoureux doit être assuré entre les mouvements des deux disques, à l'émission

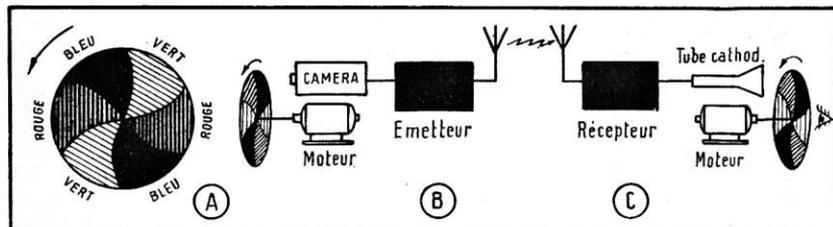


Fig. 137. — Le disque A comportant les filtres des couleurs est utilisé tant à l'émission B qu'à la réception C pour transmettre successivement les trames des images en couleurs fondamentales.

et à la réception. Des signaux spéciaux sont émis à cette fin au début de chaque tour.

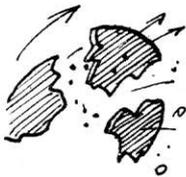
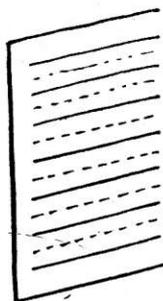
Ig. — Je vois que chaque disque porte six filtres : rouge, bleu, vert, puis de nouveau rouge, bleu et vert. Trois filtres suffiraient à mon sens.

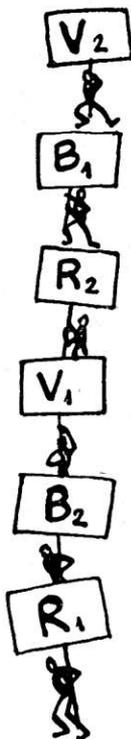
Cur. — Certainement. Mais le fait d'en disposer six permet de réduire de moitié la vitesse de la rotation ; et cela est fort heureux, car les forces centrifuges développées dans le disque sont considérables et risquent de le faire éclater si vous les quadruplez en le faisant tourner deux fois plus vite.

Ig. — En somme, pendant qu'un filtre d'une couleur donnée passe devant la caméra à l'émission et le tube cathodique à la réception, nous analysons probablement non pas l'image entière, mais l'une des deux trames des lignes : paires ou impaires.

Cur. — Justement. Et, en faisant un petit effort, vous parviendrez peut-être à déterminer comment se déroule l'analyse de l'image pendant un tour du disque.

Ig. — Admettons que, pour commencer, nous ayons devant la caméra le secteur rouge et que l'analyse commence par la trame des lignes impaires.





Nous aurons donc les six phases suivantes :

- 1) Rouge, lignes impaires.
- 2) Bleu, lignes paires.
- 3) Vert, lignes impaires.
- 4) Rouge, lignes paires.
- 5) Bleu, lignes impaires.
- 6) Vert lignes paires.

Et puis tout recommence...

Cur. — Vous remarquerez que, dans ce système, au cours d'une même rotation, chaque image a été entièrement analysée dans chacune des trois couleurs fondamentales, tant pour les lignes paires que pour les lignes impaires. Mais les trames ont été entrelacées.

Aux fréquences vertigineuses.

Ig. — Quelle est la fréquence des images dans un tel système ?

Cur. — On explore 24 images complètes (soit 48 trames) par seconde dans chacune des trois couleurs, ce qui fait 72 images ou 144 trames par seconde.

Ig. — Nom d'un orthicon ! Notre disque tourne donc à 72 tours par seconde, soit 4.320 tours par minute ? !

Cur. — Exactement ! Mais ce n'est pas cela qui est la conséquence la plus désagréable de la fréquence élevée des images transmises. Ce qui est catastrophique, c'est la fréquence élevée du signal vidéo obtenu.

Ig. — Je n'y ai pas songé. Mais c'est vrai. Le nombre des points à transmettre par seconde est trois fois plus élevé que dans un système de transmission en blanc et noir, à définition égale bien entendu.

Cur. — Aussi, pour ne pas avoir des bandes latérales de modulation d'une largeur excessive, diminue-t-on quelque peu la finesse de l'analyse, c'est-à-dire le nombre des lignes, par rapport aux systèmes en noir et blanc. L'œil est tellement satisfait par la sensation de vie et même de profondeur que la couleur confère aux images, qu'il se contente aisément d'une définition plus faible sans même s'en rendre compte.

Ig. — En somme, ici encore le maquillage sert à cacher les défauts. Ce n'est pas pour rien que télévision est du féminin...

Cur. — Remarquez, Ignotus, qu'il existe d'autres méthodes ingénieuses, permettant de limiter la largeur des bandes de modulations sans trop sacrifier les détails de l'image, et qui consistent pratiquement à transmettre ceux-ci en noir avec le maximum de finesse, en y ajoutant les images en trois couleurs fondamentales relativement floues, c'est-à-dire nécessitant des bandes de fréquences assez étroites pour leur transmission. Le résultat est très satisfaisant.

Ig. — Bien entendu. Je le sais depuis mon enfance.

Cur. — ?...

Ig. — Mais oui. Quand on me donnait des albums avec des images à colorier, j'étendais des vastes taches de couleurs. Cela n'empêchait pas les images de sauvegarder tous leurs détails qui étaient fort bien imprimés en noir.

Cur. — Je vois que la télévision en couleurs vous paraît très simple.

Ig. — Peut-être. Mais le système que vous m'avez décrit me déplaît. Je suis choqué par la présence de ce disque de filtres qui tourne.

Cur. — Qu'à cela ne tienne. On le remplace souvent par un tambour rotatif, portant des filtres et entourant le tube cathodique.

Ig. — Disque ou tambour, peu m'importe. C'est la présence des pièces en mouvement qui me choque. J'ai l'impression que nous avons rétrogradé pour retrouver le vieux système à disque de Nipkow depuis longtemps tombé dans l'oubli.

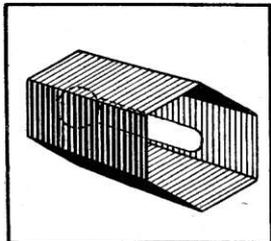


Fig. 138. — Tambour porteur des filtres de couleurs.

Cur. — Je ne partage pas votre avis, Ignoutus, car l'image elle-même est ici fournie par des procédés purement électroniques. Mais puisque vous éprouvez une aversion invincible à l'égard des pièces mécaniques en mouvement, sachez qu'il existe bon nombre de systèmes de transmission des couleurs 100 % électroniques.

De quelques métamorphoses.

Ig. — Je préfère cela. Il y a quelque chose de merveilleux dans ces dispositifs en apparence immobiles et où il se passe des phénomènes complexes se répétant des millions de fois par seconde... Je ne vois pourtant pas comment, sans disques, ni tambours... ni trompettes, on pourra sélectionner les trois couleurs fondamentales.

Cur. — Sans entrer dans le détail, on peut, par exemple, utiliser des objectifs qui divisent l'image en trois semblables, qui peuvent être projetées, à travers des filtres de couleurs, sur trois caméras des prises de vues. C'est la solution que nous avons déjà examinée au début de notre causerie. Mais on peut aussi projeter les trois images ainsi obtenues côte à côte sur l'écran du tube des prises des vues.

Ig. — A quoi bon ? Le rayon électronique analysera dans ces conditions successivement la première ligne de l'image rouge, puis celle de l'image bleue, puis celle de la verte ; il reviendra ensuite à l'image rouge et ainsi de suite.

Cur. — Pourquoi cela n'a-t-il pas l'heur de plaire à Monsieur ? Ne vous rendez-vous pas compte que nous sommes ici en présence d'une analyse entrelacée de lignes alors que dans le système à disque nous n'entrelaçons que les trames.

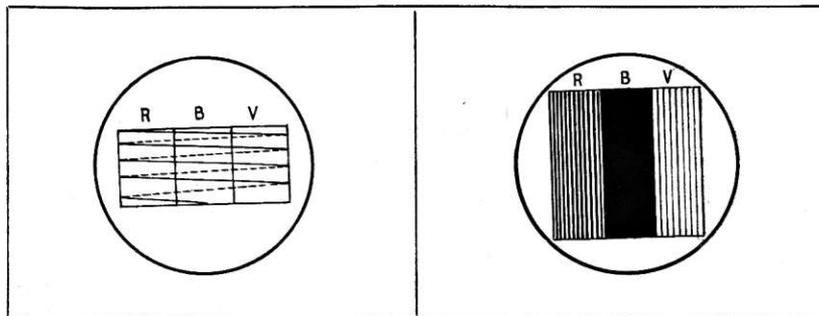


Fig. 139. — Juxtaposition des trois images.

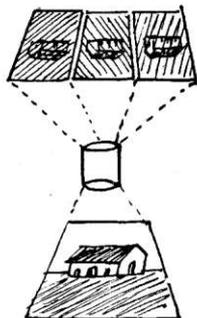
Fig. 140. — Anamorphose des images juxtaposées.

Ig. — Je suppose qu'ici on peut se contenter d'une moindre fréquence d'images sans risque de scintillement.

Cur. — Bien entendu. Et vous devinez qu'à la réception, les trois images qui viennent s'inscrire d'un seul trait, juxtaposées sur l'écran du tube cathodique, sont, à travers des filtres des couleurs correspondantes, projetées en superposition sur un écran qui reconstituera l'image en couleurs.

Ig. — Pas mal, ce système. Mais, à mon avis, la surface du tube est ici insuffisamment utilisée, car les trois images juxtaposées n'occupent qu'une bande relativement étroite (fig. 139).

Cur. — Le fait n'a pas échappé aux réalisateurs de ce système. Et ils y remédient en déformant volontairement les images à l'émission pour couvrir la majeure partie de l'écran. On en exagère la hauteur par rapport à la longueur. A la réception, le système optique de projection opère une déformation inverse et tout rentre dans l'ordre. Ces métamorphoses portent le nom d'*anamorphose*, soit dit en passant.



Ig. — Prétendez-vous sérieusement, Curiosus, que malgré toutes ces « morphoses » on finit par retrouver, sur l'écran récepteur, une image rappelant tant soit peu l'original ? !

Cur. — Pourquoi pas ?... D'ailleurs, l'audace des techniciens ne connaît plus de limites. Et après avoir tâté de l'entrelacement des trames et des lignes, il ont fini par entrelacer les points.

Ig. — Doucement, Curiosus. Sinon mes idées finiront, elles aussi, par s'entrelacer dangereusement. Comment peut-on entrelacer les points ?



Réflexions sur les miroirs.

Cur. — Supposez que par un moyen quelconque, ne serait-ce qu'à l'aide de miroirs dichroïques, nous ayons décomposé l'image en ses couleurs fondamentales.

Ig. — Excusez-moi, cher ami, mais j'ignore totalement ce que vous appelez un miroir dichroïque.

Cur. — On appelle ainsi des miroirs mi-transparents, mi-réfléchissants qui ont la propriété de réfléchir la lumière de l'une des couleurs fondamentales, tout en laissant passer celle des deux autres. Supposez, par exemple, qu'un objectif projette l'image à transmettre sur un premier miroir dichroïque R incliné de 45° et qui réfléchit la lumière rouge tout en laissant passer le bleu et le vert. Les rayons rouges réfléchis seront captés par une première caméra R. Quant aux rayons bleus et verts, ils rencontreront sur leur chemin un deuxième miroir dichroïque B qui...

Ig. — Je devine la suite de l'histoire. Ce deuxième miroir réfléchit les rayons bleus vers la caméra B tout en laissant passer par transparence les rayons verts vers la caméra V.

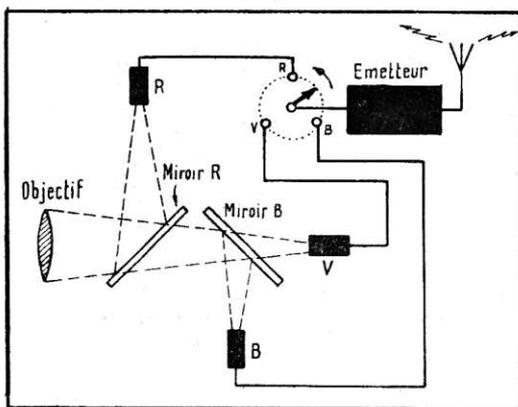
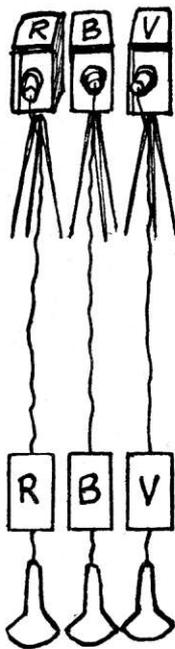


Fig. 141. — Analyse de l'image à l'aide des miroirs dichroïques et principe du commutateur électronique servant à entrelacer les points. Le récepteur sera composé de la même façon, R, V et B désignant alors non plus les caméras des prises de vues, mais les tubes cathodiques.

Cur. — C'est bien cela. De la sorte, chaque caméra explore l'une des trois images en couleurs fondamentales.

Ig. — Et il ne reste qu'à transmettre ces trois images à trois récepteurs dont les trois tubes cathodiques, disposés de la même manière que les caméras RBV, permettront, à l'aide de deux autres miroirs dichroïques, de reconstituer l'image en couleurs.

Cur. — Encore faudrait-il que de chaque tube cathodique émane la lumière de couleur correspondante. On y parvient ou bien en plaçant un filtre devant chaque écran ou, mieux, en utilisant pour les écrans fluorescents des substances engendrant directement la lumière de la couleur voulue.

Ig. — Mais alors, aurons-nous ici de nouveau trois canaux de transmission ?

Cur. — Ce serait bien triste. Dans le système expérimenté avec succès, on préconise une solution plus élégante. Un commutateur permet de prélever suc-

cessivement les signaux de chacune des trois caméras, et cela à la cadence de 3.800.000 prélèvements par seconde opérés pour chaque couleur.

Ig. — Ne vous moquez pas de moi, Curiosus. Vous ne voulez pas raisonnablement prétendre qu'un commutateur tourne à la vitesse de 3.800.000 tours par seconde en venant ainsi successivement en contact avec les sorties des trois caméras ?!

Cur. — Je n'ai jamais parlé d'un commutateur mécanique. Bien entendu, il s'agit ici d'un commutateur électronique. Grâce à sa prodigieuse agilité, les signaux émanant des trois caméras s'enchevêtrent avec un intervalle de seulement 0,0877 microseconde. Vous voyez donc qu'ici nous entrelaçons les points eux-mêmes pour composer un signal unique. Bien entendu, à la réception, un commutateur électronique, analogue et rigoureusement synchronisé, sert à répartir entre les trois tubes les signaux correspondants.

La grande invention d'Ignotus.

Ig. — Tout cela est bien trop compliqué. Il me vient à l'esprit une idée infiniment plus simple qui, je le dis en toute modestie, offre la solution définitive au problème de la télévision en couleurs. Je veux bien vous la communiquer sous le sceau du secret.

Cur. — J'avoue que vous commencez à m'intriguer. Quelle est donc cette formidable idée ?

Ig. — Elle m'est inspirée par les vieux vitraux de nos cathédrales composés d'une véritable mosaïque multicolore. Imaginez un filtre où se succèdent, dans chaque ligne, de minuscules surfaces rouges, bleues et vertes, suffisamment

R	B	V	R	B	V	R	B	V	R
B	V	R	B	V	R	B	V	R	B
V	R	B	V	R	B	V	R	B	V
R	B	V	R	B	V	R	B	V	R
B	V	R	B	V	R	B	V	R	B

Fig. 142. — Ordre d'exploration dans un système à points entrelacés avec la séquence Rouge, Bleu, Vert.

petites pour ne pas dépasser les dimensions du « point » de l'image. Bien entendu, pour deux lignes successives, les surfaces seront décalées ; autrement dit, sous le rouge de la première ligne vous trouverez le bleu de la seconde et ainsi de suite (fig. 142).

Cur. — Tout cela est très bien. Mais où voulez-vous en venir ?

Ig. — Eh bien, à ceci. Supposez que vous disposiez un filtre ainsi composé devant la surface photosensible de la caméra des prises de vues d'un émetteur ordinaire de télévision et que vous placiez un autre filtre semblable devant l'écran du tube cathodique à la réception. Voilà le moyen le plus simple de transmettre les images en couleurs.

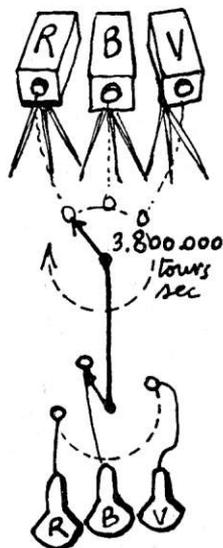
Cur. — Ma foi, vous avez raison. En effet, au moment où, à l'émission, le pinceau analyseur passera sous la partie rouge du filtre, et que le signal vidéo transmettra la valeur correspondante de l'éclairement, le spot sur l'écran de réception aura la brillance correspondante et sera vu à travers une portion rouge du filtre... Félicitations, Ignotus ! vous venez de faire une invention sensationnelle par sa simplicité.

Ig. — Notez qu'elle permet de transformer sans difficulté tous les téléviseurs pour noir et blanc en récepteurs de télévision en couleurs.

Cur. — Attendez, Ignotus ; ne vous rengorgez pas en triomphant prématurément.

Ig. — Y aurait-il un « mais » ?

Cur. — Hélas ! Et il est de taille. Pour bien fonctionner, votre système nécessiterait une identité parfaite des courses des faisceaux balayeurs à





l'émission et à la réception. Le moindre décalage serait catastrophique, car la correspondance des couleurs serait compromise. Or il n'y a pas de bases de temps suffisamment linéaires pour assurer une telle précision de l'analyse. Aussi, avec les moyens dont la technique dispose actuellement, votre idée est irréalisable. Mais, qui sait, peut-être entendrons-nous parler un beau jour du « système Ignotus ».

Ig. — Et moi qui croyais déjà...

Une batterie de trois canons.

Cur. — Votre idée m'en rappelle une autre, plus facile à réaliser, et qui est de plus en plus appliquée. Dans les systèmes à entrelacement de points, on peut utiliser, à la réception, un tube cathodique dont l'écran lui-même est capable de reproduire les trois couleurs fondamentales. À cette fin, il se compose d'une mosaïque semblable à celle du filtre de votre invention, où la luminescence de chaque surface élémentaire est d'une des trois couleurs fondamentales, grâce à la composition chimique de la matière fluorescente.

Ig. — En effet, jusqu'ici, c'est tout à fait analogue à mon idée.

Cur. — Mais où les choses changent, c'est dans le fait que le tube cathodique est pourvu de trois canons électroniques, chacun étant affecté à l'une des trois couleurs fondamentales.

Ig. — Mais comment faire pour que le faisceau de chaque canon ne touche que les points de l'écran de couleur correspondante.

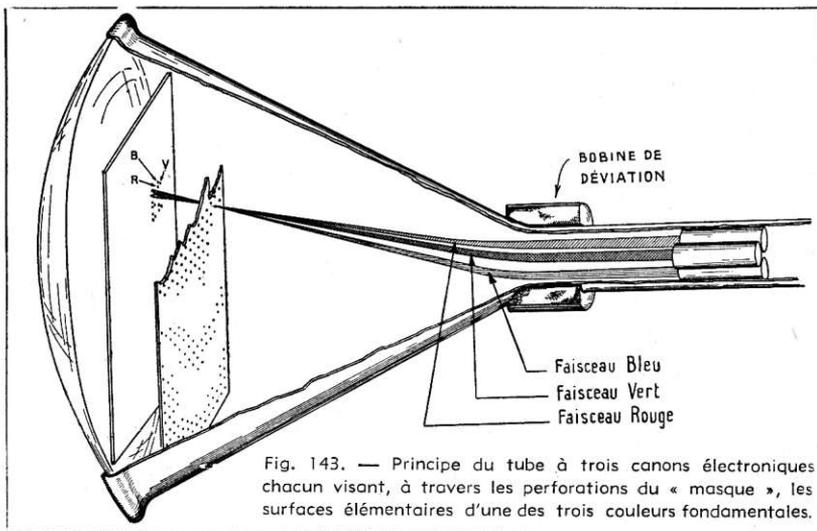


Fig. 143. — Principe du tube à trois canons électroniques chacun visant, à travers les perforations du « masque », les surfaces élémentaires d'une des trois couleurs fondamentales.

Cur. — C'est là toute l'astuce du dispositif : entre les canons et l'écran est interposé un « masque », sorte de paroi percée d'une multitude d'orifices. Chaque faisceau, en traversant ces orifices, ne peut effleurer que les parties de l'écran d'une seule couleur.

Ig. — C'est vraiment ingénieux.

Cur. — Mais de réalisation plutôt ardue, du moins s'il s'agit de fabrication en série.

Ig. — Je vois, en somme, qu'il existe beaucoup de systèmes de télévision en couleurs. Cette multiplicité même montre, je pense, qu'aucun n'est vraiment parfait.

Cur. — Vous ne pouvez pas trouver de meilleure conclusion à notre causerie, cher ami.

VINGTIÈME ET DERNIÈRE CAUSERIE

Parvenus au terme de leurs entretiens, nos deux amis vont analyser ici un dernier problème vital de la télévision : la réception sur grand écran.

Si la dimension des images obtenues sur l'écran fluorescent des tubes cathodiques peut satisfaire les exigences du téléspectateur individuel, la réception collective dans les salles de spectacles impose la projection des images sur un grand écran. Curiosus et Ignotus vont maintenant examiner les divers aspects du difficile problème d'obtention des grandes images :

Dimensions limites des tubes cathodiques. — Projection à l'aide d'un objectif. — Le problème de la brillance. — Tubes spéciaux pour projection. — Projecteurs à réflexion. — Le skiatron. — Les progrès de la télévision. — Les bienfaits de la méthode analytique.

QUAND ON VOIT GRAND

Poids et mesures.

Ignotus. — Délaissons, si vous voulez bien, pour un instant, les questions techniques. Je voudrais soulever un problème psychologique. Hier, mes parents ont passé la soirée chez des amis possédant un téléviseur. Quand je leur ai demandé leurs impressions, ils m'ont dit que l'image leur paraissait trop petite.

Curiosus. — Telle est, en effet, souvent l'impression que laisse le premier contact avec la télévision. On peut en attribuer l'origine à la comparaison que le spectateur établit involontairement entre les dimensions de l'écran du tube cathodique et celles de l'écran des salles de cinéma.

Ig. — Evidemment, celui-là est minuscule en comparaison de celui-ci.

Cur. — Et pourtant, ce qui compte en réalité c'est l'angle sous lequel l'image est vue. Dans les deux cas, il peut être identique. Il peut même être plus grand en télévision, si l'on s'approche davantage de l'écran. Mais on est alors trop près et on distingue les lignes du balayage, ce qui est à éviter... Je reconnais, cependant, que l'augmentation des dimensions des images est souhaitable à bien des égards.

Ig. — Pourquoi ne fait-on pas dès lors des tubes cathodiques de grand format ?

Cur. — Avez-vous oublié ce que nous avons dit naguère au sujet de la pression atmosphérique exercée sur les parois des tubes ?

Ig. — Je me souviens parfaitement que, compte tenu du vide qui règne à l'intérieur de ces tubes, la pression est de un kilogramme sur chaque centimètre carré de leur surface. Nous avons même évalué à trois tonnes environ la pression sur un tube ayant un écran de 40 cm.

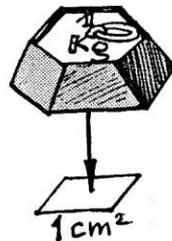
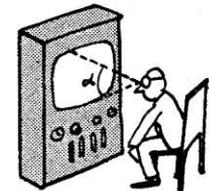
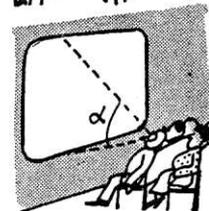
Cur. — Sachez qu'en réalisant en acier la paroi conique et le col du tube et en assurant son scellement hermétique avec le verre de l'écran on est parvenu à fabriquer des tubes atteignant 75 cm de diamètre.

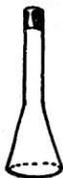
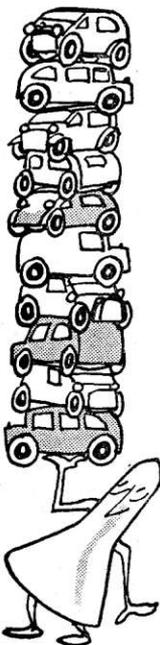
Ig. — Si je ne me trompe pas, la pression qu'un pareil tube doit supporter est de l'ordre de 10 tonnes, dont près de la moitié pèse sur son écran.

Cur. — Vous imaginez-vous ce tube soutenant victorieusement le poids de dix voitures de tourisme ?

Ig. — Certes, c'est une réussite prodigieuse. Je suppose qu'on ne saurait aller plus loin dans cette voie.

Cur. — Il ne serait pas impossible de faire supporter à un tube des pressions plus grandes encore. Mais un autre facteur vient limiter l'accroissement ultérieur des diamètres des écrans. Devinez de quoi il s'agit ?





Ig. — Du prix de revient ?

Cur. — Certes, celui-ci devient prohibitif. Mais avez-vous songé au fait que les portes ordinaires ne mesurent en moyenne que 75 centimètres et qu'il serait impossible de faire passer d'une pièce à l'autre des tubes de dimensions supérieures ou même de les faire entrer dans la maison ?

Ig. — Je vous avoue ne pas y avoir pensé. Que faire dès lors si l'on veut obtenir des images suffisamment grandes pour être contemplées dans une salle de spectacles ?

Réfractions et réflexions sur la projection.

Cur. — Il faut faire ce que l'on fait depuis longtemps en photographie où le format des négatifs tend à se rétrécir de plus en plus alors que celui des positifs ne connaît plus de limites.

Ig. — Aggrandir ?

Cur. — C'est bien cela.

Ig. — Pardi ! J'aurais dû y penser ! Rien de plus facile, en effet. Un agrandisseur de photo n'est rien d'autre que la bonne lanterne magique de nos grands-pères. Par conséquent, il suffit de placer devant l'écran du tube

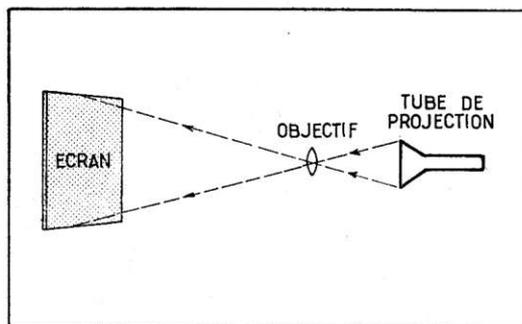


Fig. 144. — Projection sur grand écran à l'aide d'un objectif.

cathodique un objectif de projection pour obtenir sur un écran des dimensions aussi grandes qu'on veut l'image projetée. C'est vraiment simple !

Cur. — Trop ! Car votre image sera bien pâle. Si vous voulez, à partir d'un tube cathodique où elle mesure, disons $18 \times 24 = 432 \text{ cm}^2$, projeter l'image sur un écran où elle mesurera $144 \times 192 = 27.648 \text{ cm}^2$, vous réparez la même quantité de lumière sur une surface 64 fois plus grande.

Ig. — Nom d'une valve ! Ce sera vraiment bien obscur !

Cur. — Plus encore que vous ne le pensez. Car un objectif ne transmet qu'une faible fraction de la lumière. Son coefficient de transmission est de l'ordre de $1/16$. C'est dire que, en réalité, la brillance de l'image projetée sera environ 1.000 fois plus faible que celle de l'écran du tube cathodique.

Ig. — N'y a-t-il pas moyen d'intensifier cette dernière ?

Cur. — C'est précisément ce que l'on fait dans les tubes spéciaux destinés à la projection. On y obtient une brillance élevée en accélérant considérablement les électrons par l'emploi de tensions anodiques élevées, de plusieurs dizaines de milliers de volts. Venant violemment frapper l'écran fluorescent, les électrons donnent lieu à un spot de grand éclat. Comme des électrons aussi rapides ne se laissent pas facilement dévier de leur chemin, l'angle de déflexion maximum est assez faible. Aussi les tubes pour la projection ont-ils en général un écran de faible diamètre. Leur durée n'est pas très élevée. Mais grâce à ces tubes on parvient à créer des images de télévision sur des écrans de cinéma.

Ig. — Je vais peut-être dire une bêtise. Mais si votre système de projection à objectif peut être assimilé à une lunette astronomique, ne pourrait-on pas en envisager un autre assimilable à un télescope, c'est-à-dire utilisant la réflexion

dans un ou plusieurs miroirs plutôt que la réfraction dans une ou plusieurs lentilles.

Cur. — Votre idée n'a rien de ridicule. Bien mieux, les projecteurs à réflexion existent et offrent même certains avantages sur les systèmes à objectif. Le coefficient de transmission d'un dispositif comportant un miroir sphérique avec lentille de correction est environ 4 fois supérieur à celui d'un objectif. Miroir et lentille de correction sont, de surcroît, plus faciles et économiques à fabriquer qu'un objectif de la même qualité. Enfin, l'emploi de miroirs inclinés à 45° permet d'allonger le trajet du faisceau projeté en diminuant ainsi l'encombrement de l'ensemble.

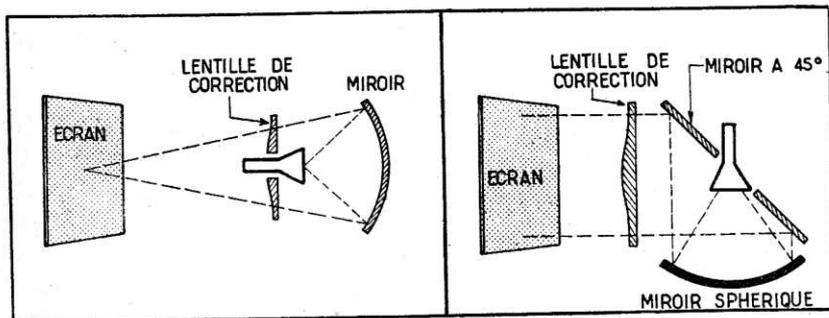


Fig. 145. — Projection à l'aide d'un miroir sphérique. — A gauche, système linéaire où l'on perd beaucoup de lumière, le tube masquant en partie l'écran. — A droite, l'emploi d'un miroir à 45° permet d'éviter cet inconvénient.

Ig. — En somme, l'avenir, c'est la projection par miroirs ?

Cur. — Rien n'est certain dans ce domaine où la technique a encore d'importants progrès à accomplir. N'est-il pas question d'y utiliser des tubes du type skiatron...

Jeux des ombres et des lumières.

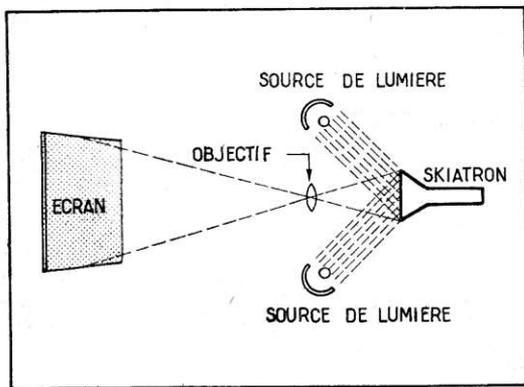


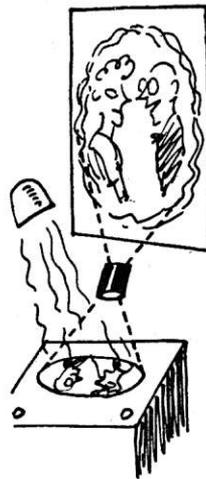
Fig. 146. — Méthode de projection sur grand écran, utilisant un tube skiatron.

tels tubes sont utilisés dans certains radars pour permettre la projection des images.

Ig. — Qu'est-ce encore que cet assemblage de racines grecques ?

Cur. — Dans la langue d'Homère, « ski » veut dire « ombre ». Le skiatron est un tube cathodique dont l'écran est constitué par une substance offrant une curieuse propriété : là où il est effleuré par le faisceau électronique, il absorbe la lumière venant de l'extérieur et cela d'autant plus que le faisceau électronique est plus intense.

Ig. — Maintenant que vous m'en parlez, il me souvient d'avoir lu que de





Cur. — En effet, c'est en vue de leur application au radar que ces tubes ont été créés. On projette sur leur écran un faisceau de lumière aussi intense qu'on le désire. Cette lumière est absorbée par certaines parties de l'écran où le spot électronique est intense et réfléchi par d'autres. Il se forme ainsi une image dont la brillance ne dépend que de l'éclat de la source extérieure de lumière, le rôle du faisceau électronique étant d'en déterminer une absorption plus ou moins forte. Une telle image peut être projetée sur un grand écran à l'aide d'un objectif ou d'un miroir sphérique.

Ignotus dit le mot de la fin.

Ig. — Je sens que nous touchons ici à des domaines de la technique qui sont en plein développement.

Cur. — En effet, loin d'être stabilisée, la technique de la télévision en est encore à chercher ses formes définitives. C'est cela qui en constitue le principal attrait. Ce qui a été accompli est déjà magnifique. Dès à présent, la télévision a atteint le degré de perfection du cinéma. Comme lui, elle est douée du son et de la couleur. Comme lui, elle n'aura guère de difficulté à conquérir la troisième dimension, car les solutions du problème du relief applicables au cinéma sont également valables dans le domaine de la télévision.

Mais il reste encore beaucoup à faire, et si cette nouvelle technique vous passionne, vos jeunes forces pourront utilement s'y employer.

Ig. — Croyez-vous que j'en sais assez pour pouvoir, dès à présent, entreprendre un fécond travail de recherches ?

Cur. — La modestie n'a jamais compté au nombre de vos principales vertus !... Non, Ignotus, ce que vous avez appris au cours de nos causeries ne fait pas de vous un ingénieur de laboratoire. Je n'ai pas cherché à vous exposer tous les montages existant en télévision, ni à vous apprendre comment on doit réaliser un téléviseur. Je me suis, en revanche, efforcé de vous faire comprendre le rôle et le fonctionnement des divers éléments constitutifs. Aujourd'hui, aucun schéma, aussi complexe qu'il paraisse de prime abord, ne doit vous faire peur.

Ig. — Je sais ce que vous allez dire. Vous me conseillez de décomposer ce schéma en un certain nombre de montages élémentaires que nous avons eu l'occasion d'examiner. N'est-ce pas cela que l'on pourrait appeler la méthode analytique ?

Cur. — Exactement. Et si vous prenez l'habitude de procéder ainsi, si vous continuez à suivre les progrès de la télévision en lisant de bons livres et des revues spécialisées, vous constaterez toujours que la télévision...

Ig. — La télévision ?... Mais c'est très simple !

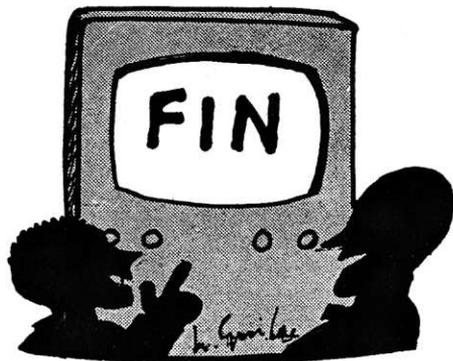


TABLE DES MATIÈRES

PREFACE	5	SEPTIEME CAUSERIE. — BASES AVEC TUBES SANS GAZ	51
PREMIERE CAUSERIE. — VIDEO-FREQUENCE ET HAUTE FREQUENCE	7	Décharge par tube à vide. - Oscillateur bloqué. - Les phases de son fonctionnement. - Bases à oscillateur bloqué. - Multivibrateur. - Oscillations en créneaux. - Multivibrateur à liaison cathodique. - Formation des tensions en dents de scie.	
Ondes métriques et leur propagation. - Portée d'un émetteur de télévision. - Bandes latérales de modulation. - Principe de la transmission successive des éléments d'image. - Signal vidéo. - Déformation d'un signal rectangulaire et sa transformation en sinusoïde. - Fréquence maximum vidéo. - Encombrement de l'éther. - Emploi des ondes métriques. - Rapport de la fréquence porteuse à la fréquence modulatrice.		HUITIEME CAUSERIE. — DENTS DE SCIE EN ACTION	60
DEUXIEME CAUSERIE. — VOYAGE DANS LE PASSE	15	L'amplification des tensions en dents de scie. - Obtention des tensions symétriques. - Déphasage par lampe. - Valeur des champs magnétiques de déflexion. - Self-induction des bobinages défectueux. - Montée et diminution du courant. - Valeurs des surtensions. - Bobines à basse impédance. - Transformateur d'adaptation. - Précautions d'isolement. - La déflexion images. - Oscillations parasites. - Diode d'absorption.	
Disque de Nipkow. - Exploration des images. - Entrelaçage. - Cellules photoélectriques. - Emetteur d'images. - Synchronisme. - Récepteur avec lampe au néon. - Inconvénients des systèmes mécaniques de télévision.		NEUVIEME CAUSERIE. — DU COTE DE L'EMETTEUR	69
TROISIEME CAUSERIE. — ELECTRONS DANS LE VIDE	21	Temps de l'éclairement de l'élément photoélectrique. - Procédé à éclairage permanent et à commutation. - Accumulation des charges. - Iconoscope. - Mosaïque photo-sensible. - Commutateur électronique. - Emission secondaire. - Super-iconoscope. - Image-orthicon. - Multiplicateurs électroniques. - Prises de vues en infra-rouges.	
L'électronique. - Composition du canon électronique. - Pression atmosphérique sur le tube cathodique. - Implosion. - Ecran fluorescent. - Optique électronique. - Concentration par champs électriques. - Lentille électrique. - Spot. - Vitesse des électrons. - Leur retour. - Ecrans aluminisés. - Déflexion électrique. - Plaques déflexrices horizontales et verticales. - Formation de l'image.		DIXIEME CAUSERIE. — DES TOPS ET DES ONDES	77
QUATRIEME CAUSERIE. — PROMENADE DANS LES CHAMPS	28	Schéma général d'un émetteur. - Viseur électronique. - Forme du signal composé. - Différenciation par l'amplitude. - Escamotage des retours du spot. - Forme des tops de lignes et des tops d'images. - Bande de fréquences vidéo. - Emission à bande unique. - Ondes porteuses utilisées. - Spectres des fréquences son et images.	
Champ magnétique de l'électron. - Disposition des champs électriques et magnétiques. Interaction des champs magnétiques. - Bobinages de déflexion. - Concentration magnétique. - Comparaison entre tubes électriques et magnétiques. - Sensibilité de la déflexion. - Angle maximum de déviation.		ONZIEME CAUSERIE. — TELEVISEURS EN CONSERVES	84
CINQUIEME CAUSERIE. — SCIES A DECOUPER LE TEMPS	36	Amplification directe ou superhétérodyne. - Récepteur du son. - Etage H.F. - Sélectivité et séparation son-image. - Réception d'une bande unique. - Restitution de la composante continue. - Séparation et triage. - Amplification H.F. commune son et image. - Séparation son-image dans un superhétérodyne. - Action du glissement de l'oscillateur sur le son.	
Tensions en dents de scie. - Leur production par un dispositif mécanique. - Tour du monde en deux heures. - Charge et décharge d'un condensateur. - Constante de temps. - Courbe exponentielle. - Base de temps à tube au néon.		DOUZIEME CAUSERIE. — PETIT SIGNAL DEVIENDRA GRAND	91
SIXIEME CAUSERIE. — LES BASES DES BASES DE TEMPS	43	Gain et sélectivité. - Nécessité d'un nombre élevé d'étages H.F. - Le « souffle » en télévision. - Sa réduction par la préamplification H.F. - Elimination du signal-image. - Rapport L/C des circuits accordés. - Réglage des bobinages à air, à noyau magnétique ou à noyau de cuivre. - Résistances d'amortissement. - Découplage. - Méthode des circuits décalés. - Contraste. - Changement de fréquence. - Oscillateur Colpitts. - Séparation son-image.	
Les trois éléments constitutifs d'une base de temps. - Triode à gaz. - Base de temps à thyatron. - Rapport de commande. - Réglage de l'amplitude des oscillations. - Tops de synchronisation. - Déclenchement des décharges. - Linéarisation par diode saturée. - Linéarisation par penthode. - Emploi des tubes de courbure opposée.			

TREIZIEME CAUSERIE. — DE LA H.F. AU TUBE CATHODIQUE.	100	DIX-SEPTIEME CAUSERIE. — POUR CAPTER LES ONDES	137
Détection positive et négative. - Polarité avec un ou deux étages V.F. - Valeurs des éléments du détecteur. - Montage symétrique. - Gain en V.F. - Action des capacités parasites. - Valeur des résistances de charge. - Compensation en série, en parallèle et mixte. - Courbes de réponse résultantes.		Propagation des ondes métriques. - Antenne en demi-onde. - Problème de la bande passante. - Polarisation du champ. - Répartition de l'intensité du courant. - Dipôle ou doublet. - Descente ou « feeder ». - Réflexions. - Adaptation des impédances. - Impédance caractéristique. - Branchement du feeder. - Divers modèles d'antennes. - Propriétés du modèle « folded ». - Images fantômes. - Antennes directives. - Fonctionnement du réflecteur. - Le directeur. - Dimensions des éléments parasites.	
QUATORZIEME CAUSERIE. — ESCAMOTAGE ET RESTITUTION	108	DIX-HUITIEME CAUSERIE. — DEUX TELEVISEURS COMPLETS	146
Passage d'une tension à travers un condensateur. - Signaux non symétriques. - Perte de la composante continue. - Action sur la teinte et sur la synchronisation. - Montages à liaison directe. - Restitution de la composante continue à l'aide d'une diode. - Emplacement des diodes de restitution. - Polarisation pour signaux unipolaires.		Récepteur à amplification directe. - Etudes des divers éléments du montage. - Téléviseur à changement de fréquence. - Amplification des tops de synchronisation. - Polarité des tops différenciés.	
QUINZIEME CAUSERIE. — SEPARATION ET TRIAGE	115	DIX-NEUVIEME CAUSERIE. — DE TOUTES LES COULEURS	153
Nécessité de la séparation. - Ecrêtage. - La place du séparateur. - Séparateurs à diode en parallèle et en série. - Montages avec penthode. - Questions de polarité. - Emploi d'une diode de restitution. - Transformation des durées en amplitudes. - Différentiation et intégration. - Influence de la constante de temps. - Forme des signaux différenciés et intégrés. - Montages pratiques.		Principe de la trichromie. - Décomposition et reconstitution des images. - Transmission simultanée des trois images composantes. Méthode de transmission successive. - Filtres à disques ou tambours. - Le problème des bandes de modulation. - Entrelacement des trames, des lignes ou des points. - Miroirs dichroïques. - Ecrans trichromes. - Tube à trois canons avec masque.	
SEIZIEME CAUSERIE. — PROBLEMES ALIMENTAIRES	128	VINGTIEME CAUSERIE. — QUAND ON VOIT GRAND	161
Alimentation H.T. - Filtrage. - Réglage de la concentration et de la brillance. - T.H.T. obtenue à l'aide d'une redresseuse monoplaque. - Dangers de la T.H.T. et mesures de sécurité. - Tension inverse de pointe. - Redresseurs à contact. - Doubleurs de tension. - Alimentation d'un tube à champs électriques. - T.H.T. par oscillateurs B.F. ou H.F. - Utilisation de la surtension de retour de lignes.		Dimensions limites des tubes cathodiques. - Projection à l'aide d'un objectif. - Le problème de la brillance. - Tubes spéciaux pour projection. - Projecteurs à réflexion. - Le skiatron. - Les progrès de la télévision. - Les bienfaits de la méthode analytique.	

Maintenant que vous êtes familiarisé avec la réception et la transmission des images, vous éprouvez le désir de vous tenir au courant des plus récents perfectionnements de la technique.

Lisez donc tous les mois

TÉLÉVISION

Directeur : **E. Aisberg**

Fondée en 1939, cette Revue publie de nombreuses réalisations des récepteurs de télévision, appareils de mesure, antennes, etc., et expose avec clarté et précision tous les aspects théoriques et pratiques de la technique de la transmission des images. Lisez

TÉLÉVISION

La seule revue spécialisée, dont un spécimen vous sera adressé sur simple demande, accompagnée d'un timbre, à la **Société des Editions Radio**, 9, rue Jacob, PARIS (6^{me}).

IMPRIMERIE WALLON -- VICHY
- Dépôt légal 1^{er} Trimestre 1960 -
Editeur : N° 265 - Imprimeur : N° 529

LES MEILLEURS OUVRAGES TECHNIQUES

THÉORIE ET APPLICATIONS

- LA RADIO?... MAIS C'EST TRES SIMPLE!**, par E. Aisberg. — Le meilleur ouvrage d'initiation. Présenté sous forme de 22 causeries copieusement illustrées par des schémas et des dessins marginaux de H. Guilac, cet ouvrage classique traduit en plusieurs langues a enseigné la radio à plus d'un million de techniciens.
184 pages, format 18-23 6 N. F.
- COURS FONDAMENTAL DE RADIOELECTRICITE PRATIQUE**, publié sous la direction de W.-L. Everitt. — Ouvrage de chevet de l'étudiant spécialisé en radio, et du technicien qui veut compléter la lecture de « La Radio?... Mais c'est très simple ».
Volume relié de 366 pages, format 16-24 10,80 N. F.
- TECHNIQUE ET APPLICATIONS DES TUBES ELECTRONIQUES**, par H.-J. Reich. — Un cours complet sur la théorie et l'utilisation des tubes électroniques dans l'électronique et dans les télécommunications.
320 pages, format 16-24 10,80 N. F.
- CIRCUITS ELECTRONIQUES**, par J.-P. Ehmichen. — La solution de tous les problèmes électroniques. Etude des signaux: production, transformation, mesure et utilisation.
256 pages, format 16-24 12 N. F.
- TECHNIQUE DE LA TELEVISION**, par A. V. J. Martin.
T. I: Les récepteurs son et image.
368 pages, format 16-24 15 N. F.
T. II: Alimentation et Bases de temps.
456 pages, format 16-24 19,50 N. F.
- TECHNIQUE DE LA MODULATION DE FREQUENCE**, par H. Schreiber. — Principes de la F. M. Analyse des divers montages. Récepteurs F.M. et combinés AM/FM. Antennes spéciales.
176 pages, format 16-24 9 N. F.
- REPRODUCTION SONORE A HAUTE FIDELITE**, par G.-A. Briggs. — Tous les secrets de la réussite en basse fréquence dévoilés par le grand spécialiste anglais.
368 pages, format 16-24 18 N. F.
- TECHNIQUE ET APPLICATION DES TRANSISTORS**, par H. Schreiber. — Propriétés, fonctionnement, mesure et utilisation des divers types de transistors.
240 pages, format 16-24 12 N. F.
- TECHNIQUE MODERNE DU CINEMA SONORE**, par R. Miquel. — Description, entretien et dépannage des installations de cinéma.
160 pages, format 13-21 4,50 N. F.
- MATHEMATIQUES POUR TECHNICIENS**, par E. Aisberg. — Cours complet d'arithmétique et algèbre destiné aux techniciens. Nombreux problèmes avec leurs solutions.
288 pages, format 15-26 6,60 N. F.

CONSTRUCTION

- SCHEMAS D'AMPLIFICATEURS B. F. A TRANSISTORS**, par R. Besson. — Amplificateurs pour radio, phono, prothèse auditive, préamplificateurs, interphones, etc...
32 pages, format 21-27 4,50 N. F.
- NOUVEAUX SCHEMAS D'AMPLIFICATEURS, B. F. A LAMPES**, par R. Besson. — Nouvelle édition refondue. Une gamme complète d'amplificateurs à petite et grande puissance.
48 pages, format 21-27 5,40 N. F.

SCHEMAS DE RECEPTEURS POUR MODULATION DE FREQUENCE, par R. de Schepper. — Théorie et pratique de la F. M. avec 9 schémas détaillés de récepteurs.
40 pages, format 21-27 3,60 N. F.

LA PRATIQUE DE LA CONSTRUCTION RADIO, par E. Frechet. — L'ouvrage des jeunes techniciens; étude des pièces détachées; construction, câblage et alignement d'un récepteur.
80 pages, format 13-22 3,60 N. F.

RADIORECEPTEURS A PILES ET A ALIMENTATION MIXTE, par W. Sorokine. — Etude détaillée de l'alimentation et des différents étages. Schémas-types.
64 pages, format 27-21 6 N. F.

SCHEMAS DE RADIORECEPTEURS, par L. Gaudillat. — Schémas de récepteurs alternatifs et universels avec valeurs de tous les éléments.
Fascicule premier (32 p., 21-27)... 1,80 N. F.
Fascicule second (32 p., 21-27)... 1,80 N. F.
Fascicule troisième (16 p., 21-27)... 1,80 N. F.
Fascicule quatrième (16 p., 21-27)... 3 N. F.

PRATIQUE ELECTRONIQUE, par J.-P. Ehmichen. — Conception, calcul et réalisation des ensembles électroniques.
304 pages, format 16-24 13,50 N. F.

L'ONDIOLINE, par H. Jenny. — Conception et réalisation d'un instrument de musique électronique. Cet ouvrage comporte une introduction de E. Aisberg décrivant le principe de la musique électronique.
36 pages, format 21-27 3,60 N. F.

APPAREILS A TRANSISTORS, par H. Schreiber. — Conception et réalisation pratique d'appareils de mesure, amplificateurs, récepteurs et dispositifs électroniques.
80 pages, format 16-24 4,80 N. F.

RADIORECEPTEURS A GALENE, par Ch. Guilbert. — Réalisation des postes à galène du plus simple au plus perfectionné.
16 pages, format 21-27 2,40 N. F.

TECHNIQUE DE LA RADIOCOMMANDE, par P. Bignon. — Théorie et pratique de la commande par ondes hertziennes des modèles réduits d'avions et de bateaux.
196 pages, format 16-24 13,50 N. F.

PLANS DE TELECOMMANDE DE MODELES REDUITS, par Ch. Pépin. — Schémas et plans d'émetteurs et récepteurs pour la commande à distance.
32 pages, format 21-27 3 N. F.

LES SECRETS DE L'AMPLIFICATION A HAUTE FIDELITE. — Conception et réalisation des amplificateurs, mesures et mise au point.
128 pages, format 16-24 6 N. F.

LABORATOIRE ET MESURES

LABORATOIRE MODERNE RADIO, par F. Haas. — Tout ce qui concerne le laboratoire: sources de tension, instruments de mesure, voltmètres électroniques, oscillographes cathodiques, étalons d'impédance, etc...
200 pages, format 16-24 10,80 N. F.

MESURES RADIO, par F. Haas. — Ce livre est la suite logique du « Laboratoire Moderne Radio » du même auteur.
200 pages, format 13-21 4,50 N. F.

● Les prix sont en Nouveaux Francs ● Ajouter 10 % pour frais d'expédition ●

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

Ch. P. 1164-34

9, rue Jacob. PARIS-6^e

Tél. : ODÉ 13-65

LES MEILLEURS OUVRAGES TECHNIQUES

L'OSCILLOGRAPHE AU TRAVAIL, par F. Haas. — Réalisation des montages appropriés et méthodes de mesures; interprétation de 252 oscillogrammes originaux relevés par l'auteur.
252 pages, format 13-21 7,50 N.F.

VOLTMÈTRES ÉLECTRONIQUES MODERNES, par F. Haas. — Etude, réalisation et utilisation des voltmètres à lampes modernes.
96 pages, format 16-24 4,80 N.F.

LES GÉNÉRATEURS B. F., par F. Haas. — Principe, construction et étalonnage.
64 pages, format 13-21 1,80 N.F.

MISE AU POINT - DÉPANNAGE

TELEVISION PRATIQUE. — Tous les aspects pratiques de la télévision.
Tome I. — Standards et Schémas.
248 pages, format 16-24 15 N.F.

Tome II. — Mise au point et dépannage.
312 pages, format 16-24 18 N.F.

ALIGNEMENT DES RECEPTEURS, par W. Sorokine. — L'alignement dans tous ses détails pratiques.
128 pages, format 16-24 6 N.F.

BASES DU DEPANNAGE, par W. Sorokine. — Un cours complet de radioélectricité à l'usage du dépanneur. Le tome I est consacré à l'alimentation et la B. F., le tome II à la détection, la H. F., la M. F. et au changement de fréquence.
Tome I: 328 pages, format 16-24 10,80 N.F.
Tome II: 288 pages, format 16-24 10,80 N.F.

500 PANNES, par W. Sorokine. — Etude pratique de 509 pannes types. Diagnostic et remèdes. Edition entièrement refondue.
244 pages, format 13-18 7,50 N.F.

DEPANNAGE DES POSTES DE MARQUE, par W. Sorokine. — Une documentation pratique sur les pannes courantes des radio-récepteurs commerciaux.
160 pages, format 13-18 2,40 N.F.

REGLAGE ET MISE AU POINT DES TELEVISEURS PAR L'INTERPRETATION DES IMAGES SUR L'ECRAN, par F. Klinger. — 96 photos d'images avec interprétation. Tableau synoptique de dépannage et mise au point.
28 pages, format 27-21 3,60 N.F.

LA CLEF DES DEPANNAGES, par E. Guyot. — Cet ouvrage se compose d'une suite de pannes logiquement classées, avec le diagnostic correspondant et les remèdes à appliquer.
80 pages, format 13-22 3 N.F.

SCHEMATHÈQUE, par W. Sorokine. — Chacun des ouvrages donne, à l'usage des dépanneurs, les schémas avec valeurs des récepteurs commerciaux de l'année correspondante.
Schémathèque 54 (112 p., 21-27)..... 7,20 N.F.
Schémathèque 58 (80 p., 21-27)..... 9 N.F.
Schémathèque 59 (64 p. 21-27)..... 9 N.F.

TUBES ET TRANSISTORS

LEXIQUE OFFICIEL DES LAMPES RADIO, par L. Gaudillat. — Sous une forme pratique et condensée, toutes les caractéristiques de service, les culottages et équivalences des lampes européennes et américaines.
88 pages, format 13-22 3,60 N.F.

GUIDE MONDIAL DES TRANSISTORS, par H. Schreiber. — Caractéristiques homogènes, types de remplacement et tableaux par fonction de tous les transistors européens, russes et américains.
56 pages, format 13-22 5,40 N.F.

RADIO-TUBES, par E. Aisberg, L. Gaudillat et R. de Scheeper. — Une documentation unique donnant instantanément et sans aucun renvoi toutes les valeurs d'utilisation et culottages de toutes les lampes usuelles. Reliure spéciale.
168 pages, format 13-22 7,50 N.F.

TELE-TUBES, par R. de Scheeper. — Une documentation à reliure spirale, d'une présentation identique, à celle de Radio-Tubes, donnant toutes les caractéristiques des Tubes-Images, Tubes amplificateurs et Bases de temps. Diodes.
160 pages, format 13-21 9 N.F.

TOUTES LES LAMPES, par M. Jamain. — Tableau mural en couleurs donnant instantanément les culottages de toutes les lampes de réception.
Format 50-65 1,50 N.F.

CARACTERISTIQUES OFFICIELLES DES LAMPES RADIO. — Courbes et caractéristiques détaillées.
32 pages, format 21-27 :

Fascicule 3 (lampes rimlock) 3 N.F.
Fascicule 5 (tubes cathodiques) 3 N.F.
Fascicule 6 (lampes noval) 3 N.F.
Fascicule 7 (lampes noval, seconde partie) 3 N.F.
Fascicule 8 (lampes noval, troisième partie) 3 N.F.

TECHNOLOGIE

TRANSFORMATEURS RADIO, par C. Guilbert. — Calcul et réalisation des transformateurs d'alimentation, des transformateurs B.F. et des inductances de filtrage. Conseils sur l'utilisation des transformateurs.
64 pages, format 16-24 3 N.F.

BLOCS D'ACCORD 54, par W. Sorokine. — Schémas de branchement et d'utilisation des blocs de bobinages commerciaux utilisés en 1954.
32 pages, format 21-27 3 N.F.

DIVERS

PRODUCTION ET APPLICATIONS DE L'ENERGIE ATOMIQUE, par H. Piraux. — Physique nucléaire, isotopes, réacteurs, le présent et l'avenir de l'énergie atomique.
128 pages, format 16-24 6 N.F.

40 ABAQUES DE RADIO, par A. de Gouvenain. — Recueil d'abaques pour la solution rapide de nombreux problèmes de radioélectricité.
40 planches 24-32 cm. accompagnées d'une brochure de 72 pages contenant les notions de théorie, le mode d'utilisation et de nombreux exemples numériques 12 N.F.

ELECTROACOUSTIQUE, par J. Jourdan. — Tableau mural en couleurs donnant les valeurs et équivalences des décibels et les principales formules et abaques d'électroacoustique.
Format 50-65 1 N.F.

FORMULAIRE DE LA RADIO, par W. Sorokine. — Méthodes et exemples pratiques de calcul; tableaux numériques et valeurs usuelles.
96 pages, format 13-22 4,50 N.F.

MANUEL D'ECLAIRAGE PHILIPS. — Traité de vulgarisation de la technique de l'éclairage. Applications pratiques. Extraits du Code Officiel de l'Eclairage.
148 pages, format 16-24 10,80 N.F.

● Les prix sont en Nouveaux Francs ● Ajouter 10 % pour frais d'expédition ●

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

Ch. P. 1164-34

9, rue Jacob, PARIS-6^e

Tél. : ODÉ 13-65

NON ! Contrairement à ce qu'affirme le titre, la technique de la transmission des images est passablement complexe. Et pourtant la télévision deviendra très simple pour celui qui lira attentivement les 20 causeries amusantes composant ce livre.

Dû à la plume de l'auteur de « **La Radio ?... Mais c'est très simple !** » (ouvrage d'initiation le plus répandu dans le monde entier) et rédigé dans le même esprit, le présent volume sera aisément assimilé de tous ceux qui possèdent des notions élémentaires de radioélectricité.

Loin d'esquiver les difficultés, il les divise selon la meilleure méthode cartésienne, de manière à rendre aisée la compréhension des phénomènes et des montages les plus complexes. Le fonctionnement de tous les appareils modernes utilisés en télévision est de la sorte analysé en détail et illustré de 146 schémas et de 800 dessins fort spirituels de Guilac.

L'émission, la propagation des ondes métriques, les antennes, l'anatomie et la physiologie des tubes cathodiques, les divers montages de réception, la synchronisation, la transmission des images en couleurs, la projection sur grand écran, tels sont les principaux problèmes examinés.

C'est en vérité, **un cours complet de télévision** que présente ici, sans inutile austérité, celui qui en 1928 dirigeait la première revue de télévision et qui dirige toujours la principale publication consacrée à cette nouvelle technique.