

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 28 (1937)
Heft: 13

Artikel: Principes de la transmission des images et de la télévision
Autor: Howald, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058739>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Principes de la transmission des images et de la télévision.

Par W. Howald, Winterthour¹⁾.

621.397

La télémesure et la télécommande ont acquis une grande importance dans l'exploitation des centrales d'électricité. Chaque chef d'exploitation est maintenant familiarisé avec les méthodes d'impulsion et leur combinaison en valeurs de mesure et en commandes de manœuvre. Dans cet article, l'auteur tente d'expliquer d'une façon aussi simple et compréhensible que possible le développement de ces méthodes et leur application à la transmission des images et à la télévision.

Fernmessung und Fernsteuerung haben für den Elektrizitätswerksbetrieb eine grosse Bedeutung gewonnen. Ihre Methoden der Impulsbildung und deren Zusammensetzung zu Messwerten und Schaltbefehlen sind heute jedem Betriebsleiter einigermaßen geläufig. Im nachfolgenden wird versucht, über deren Weiterentwicklung zur Bildübertragung und zum Fernsehen in ganz einfacher und allgemeinverständlicher Weise zu berichten.

1° Généralités.

L'auteur a déjà publié dans ce Bulletin une conférence sur les principes de la surveillance à distance des réseaux électriques²⁾. Il lui semble intéressant d'exposer cette fois-ci les principes du développement que subit cette technique spéciale de la signalisation à distance. On ne pourra naturellement pas décrire ici de façon absolument complète tous les appareils et procédés utilisés, mais on essaiera d'exposer quelques principes fondamentaux qui renferment tout ce qui est essentiel pour comprendre la transmission des images et la télévision.

La transmission des images et la télévision utilisent des impulsions électriques, comme dans le cas de la télémesure et de la télécommande, où la valeur de mesure ou la commande de manœuvre sont transformées en impulsions qui se distinguent, soit par leur durée (méthode des impulsions à durée variable), soit par leur nombre par seconde (méthode des impulsions à fréquence variable) dans le cas de la télémesure, et en impulsions qui se distinguent, soit par leur apparition à des moments différents (méthode à sélecteurs), soit par la formation de groupes d'impulsions (méthode à groupes d'impulsions) dans le cas de la télécommande. La différence essentielle par rapport à la télémesure et à la télécommande consiste dans le fait qu'il ne s'agit plus de grandeurs mécaniques (déviations d'une aiguille, vitesse d'un compteur, position d'un interrupteur, etc.), mais de valeurs lumineuses (différences de brillance) qu'il s'agit de capter et de transformer en impulsions. En outre, les opérations sont sensiblement plus rapides, car elles ne sont plus de l'ordre de 5 à 10 impulsions par seconde, mais de 2000 à 50 000 hertz pour la transmission des images (selon que celle-ci a lieu par fil ou sans fil), et de 50 000 à 3 000 000 de hertz pour la télévision (suivant le nombre de lignes). Ces écarts considérables exigent naturellement l'emploi d'appareils mieux adaptés aux processus rapides que ceux utilisés pour la télémesure et la télécommande et évidemment plus compliqués.

Néanmoins, la transmission comporte dans ce cas également les mêmes quatre opérations que dans les installations de télécommande:

1° *Exploration.* On doit disposer d'un organe électrique sensible aux écarts de brillance et transformant instantanément ces valeurs en courants correspondants. En outre, l'image doit être divisée en points-image.

2° *Transmission.* Les impulsions de courant ainsi obtenues doivent être transmises par des moyens appropriés.

3° *Reconstitution de l'image.* Au poste récepteur, les impulsions correspondant aux divers points-image doivent être reconstituées et transformées en valeurs lumineuses.

4° *Synchronisation.* L'émetteur et le récepteur doivent toujours considérer au même instant le même point-image. La décomposition et la reconstitution de l'image doivent donc être synchrones et de même phase.

2° La transmission des images.

La cellule photoélectrique — genre de tube électronique dont l'écran est enduit d'une préparation à base de potassium — est un instrument qui laisse passer plus ou moins de courant selon la brillance.

Si l'on colle l'image à transmettre sur un cylindre rotatif et si l'on conduit la cellule photoélectrique le long d'une génératrice, cet œil électrique explore l'image sur une spirale et reçoit ainsi la brillance de chaque point ou, à proprement parler, sa réflexion. La première des conditions est ainsi réalisée.

Si, d'autre part, on fait tourner à la même vitesse un cylindre identique au poste récepteur, et si l'on déplace également à la même vitesse le moyen de réception sur la génératrice, la cellule photoélectrique et le récepteur doivent nécessairement passer toujours au même point-image et être en synchronisme. Le maintien du synchronisme est assuré très simplement par des diapasons accordés exactement. L'une des branches du diapason porte un petit miroir sur lequel vient frapper le faisceau lumineux nettement délimité d'une lampe à luminescence. Sa réflexion est projetée sur le bord d'un disque tournant, muni d'une série de fentes. Quand la vitesse de ce disque et le nombre des oscillations du diapason coïncident, le faisceau lumineux reste en place. Mais, dès que la vitesse retarde ou avance, la tache lumineuse se déplace vers le bord interne du disque et le moteur doit être réglé jusqu'à ce que la tache redevenue immobile. Cet effet stroboscopique est un phénomène bien connu et souvent utilisé en physique. Pour conserver un réglage absolument précis, le diapason est logé dans un thermostat qui maintient une température extrêmement constante. Les conditions 3 et 4 sont ainsi réalisées.

Si l'on conduit dans le récepteur le courant émis par la cellule photoélectrique à une pointe qui se déplace sur un papier ioduré, on réalise ainsi un récepteur sous sa forme la plus simple, c'est-à-dire un enregistreur d'images électrolytique. Les images

¹⁾ Extrait d'une conférence donnée à l'Association des Techniciens de Winterthour, le 27 novembre 1936.

²⁾ W. Howald, Bull. ASE 1935, No. 17, p. 477.

obtenues ont déjà un certain modelé, mais elles sont trop grossières pour l'emploi général. Toutefois, un récepteur de ce genre peut s'utiliser pour certaines applications techniques, telles que la transmission d'ordres écrits ou de croquis.

On sait que le courant continu n'est pas approprié à la télétransmission à grandes distances. En outre, la couleur blanche doit également correspondre à un certain courant. On utilise donc un

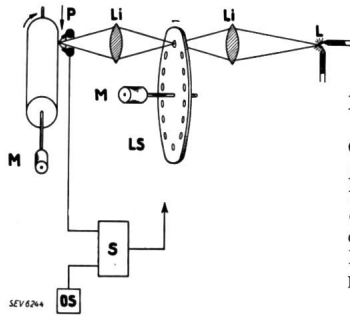


Fig. 1. Emetteur avec disque perforé pour transmission d'images à haute fréquence. L Source lumineuse. Li Lentilles convergentes. LS Disque perforé. M Moteur de commande. OS Oscillateur haute fréquence. P Cellule photoélectrique. S Emetteur.

disque de Nipkow. Il s'agit d'un disque tournant percé d'une série de trous qui hachent le faisceau lumineux et le subdivisent en impulsions lumineuses régulières. La lumière correspond ainsi à une certaine fréquence, qui peut servir à la modulation d'une onde porteuse. En plaçant un tube modulateur et un tube émetteur devant la cellule photoélectrique, on obtient ainsi l'appareillage complet de transmission d'images, où l'image est modulée sur l'onde porteuse à la fréquence du disque perforé, comme c'est le cas pour la musique en radiophonie. La fig. 1 montre le schéma de principe d'un tel émetteur, ainsi qu'une cellule photoélectrique.

Dans le récepteur, le procédé photographique utilise l'effet de Kerr (double réfraction de lumière

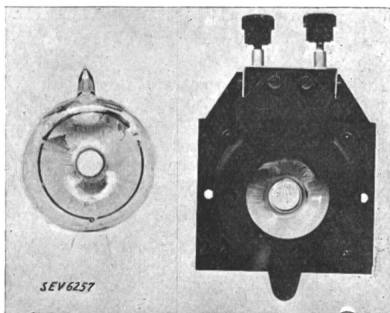


Fig. 1a. Cellules photoélectriques.

polarisée dans le nitrobenzène). La cellule de Kerr doit être considérée comme un condensateur, dont le champ est excité par les oscillations de l'émetteur. Elle possède en outre la propriété optique de décomposer l'oscillation linéaire de la lumière polarisée en deux composantes perpendiculaires, l'une parallèle au champ et l'autre perpendiculaire à celui-ci. Lorsque l'intensité du champ varie, ces deux composantes subissent un déphasage variable.

Derrière la cellule de Kerr se trouve un second prisme de Nicol, qui analyse la lumière polarisée et la transforme en lumière normale. Du fait du déphasage variable que subit l'une des composantes par rapport à l'autre dans la cellule de Kerr, la lumière sortant du second prisme de Nicol inter-

fère entre zéro et la brillance maximum. Cette modification de la brillance correspond exactement à la modulation de l'émetteur. Si, derrière l'analyseur, on fait passer un film à la vitesse de synchronisme devant le faisceau lumineux, ce film reçoit la même image que celle captée par la cellule photoélectrique de l'émetteur.

Des dispositifs plus récents abandonnent la cellule de Kerr et utilisent l'oscillographe à boucle,

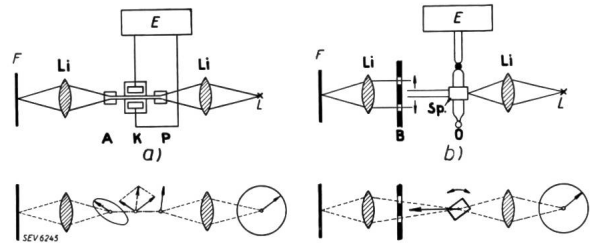


Fig. 2.

Récepteur d'images. Principe de l'optique à cellule de Kerr (a) et de l'optique à boucle (b).

P Polarisateur (prisme de Nicol). K Cellule de Kerr. A Analyseur (prisme de Nicol). Li Lentilles convergentes. F Film. E Récepteur. L Source lumineuse. O Boucle de l'oscillographe. Sp Miroir. B Diaphragme à barrette.

dont l'emploi est actuellement si fréquent pour l'examen des processus ultra-rapides. Lorsque le faisceau lumineux réfléchi par le miroir de l'oscillographe est dirigé sur un diaphragme dont le centre est muni d'une barrette, aucune lumière n'atteint le film quand la boucle est en position zéro. Quand la déviation est plus ou moins grande, la quantité de lumière qui traverse le diaphragme augmente en conséquence et la noirceur du film varie. Ce procédé permet donc de transformer facilement les courants en valeurs lumineuses.

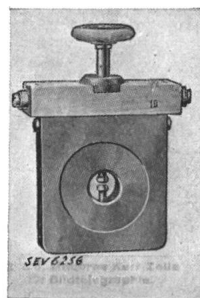


Fig. 2a. Cellule de Kerr moderne pour la télégraphie des images.

La fig. 2 montre le schéma de cette disposition, tandis que la fig. 3 représente une installation complète de télégraphie d'images pour transmission par lignes téléphoniques. On remarquera à gauche le tambour émetteur et son appareillage. Le faisceau lumineux est dirigé sur le tambour par un objectif. Le châssis d'amplification renferme les transmetteurs nécessaires pour raccordement aux lignes téléphoniques. A droite se trouve le récepteur, dont la constitution est analogue. A côté de la commande du tambour d'images, on voit l'objectif qui sert au contrôle du disque stroboscopique de synchronisation.

Le faisceau lumineux présente une surface de $1/25$ mm² environ. La grille est donc de 5 lignes par cm² d'image. L'ensemble de l'image de 18×26 cm est explorée et transmise en 3 minutes environ.

Les opérations sont les suivantes: Après la mise en route de l'émetteur et du récepteur, on vérifie tout d'abord l'accord des diapasons afin d'obtenir

un synchronisme parfait. On règle ensuite la cellule de Kerr, resp. l'oscillographe à boucle, en émettant une impulsion de lumière blanche. Les tambours à images peuvent être alors immédiatement introduits et la transmission peut commencer.

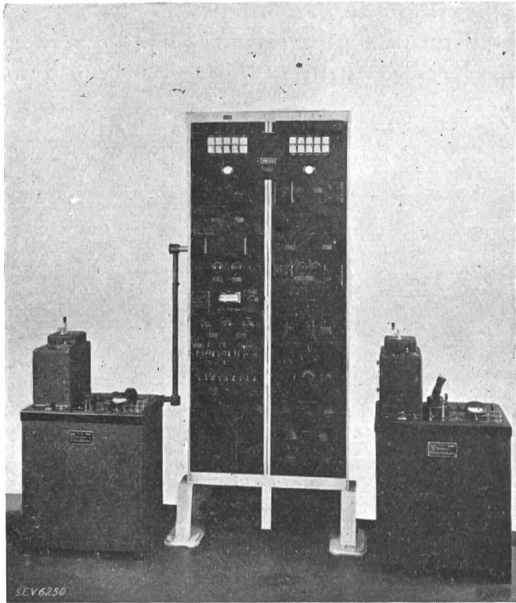


Fig. 3.

Installation de télégraphie des images pour transmission par lignes téléphoniques. Dispositifs d'émission et de réception.

On peut se rendre journalièrement compte de la qualité de ces images télégraphiques (béliogrammes) dans les journaux illustrés. Le réseau de transmission d'images est déjà fort étendu dans le monde entier. La fig. 4 montre une image de ce genre. La différence entre l'original et la retransmission n'est visible que par une observation minu-

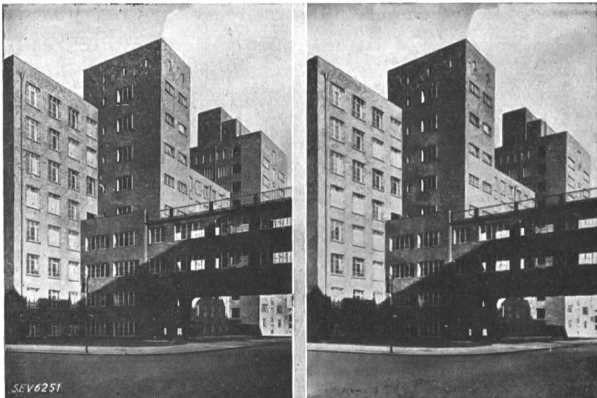


Fig. 4.

Exemples d'images: à gauche l'original, à droite la retransmission.

constater de différence, mais dans le cliché de l'image de droite on pouvait observer la grille).

3° La télévision.

Dans ce qui précède, on a montré que la transmission d'une image nécessite sa division en points-image comme une sorte de mosaïque, et que ces

points-image sont transmis successivement par la ligne jusqu'au récepteur, où ils sont à nouveau disposés dans le même ordre et aux mêmes endroits.

On sait que la cinématographie consiste dans la projection très rapide d'images individuelles sur un écran, de telle sorte que l'œil ne puisse plus distinguer les images individuelles, mais ait l'impression d'un mouvement continu. Il suffit de passer 25 images à la seconde, car l'œil humain exige environ 1/7 s pour s'accomoder à une image individuelle. L'impression du mouvement devient toutefois plus naturelle lorsque la vitesse de projection est doublée.

On comprend immédiatement quelle est la différence fondamentale entre le cinéma ordinaire et le télécinéma (télévision). Dans le cinéma ordinaire, chaque image entière est projetée sur l'écran, tandis que pour la télévision chaque image doit être divisée en points-image. Or, tous ces points-image doivent être transmis dans le même temps de 1/25 s. Pour une image de 20x20 cm, il s'agit donc de transmettre environ 40 000 points-image, lorsque l'image est divisée en 180 lignes de 220 points. La durée de transmission d'un point-image

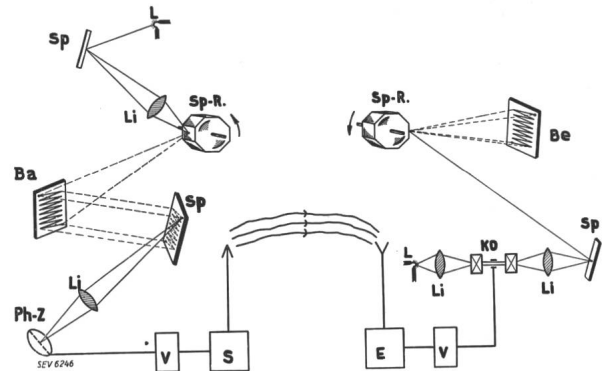


Fig. 5.

Principe de la télévision avec disque à facettes.

L Source lumineuse. Sp Miroir. Li Lentille convergente. Ba Objet à explorer. Be Image reçue. Ph-Z Cellule photoélectrique. V Amplificateur d'image. S Emetteur haute fréquence. E Récepteur haute fréquence. KO Optique de Kerr. Sp-R Disque à facettes.

doit être ainsi de l'ordre de $1 : 40\,000 \times 25 = 1/1\,000\,000$ s.

Pour réaliser pratiquement une disposition de ce genre, on peut avoir recours au disque de Nipkow dont nous avons parlé. Si les trous sont disposés en spirale et distancés de façon qu'un seul trou balaie l'image à la fois, on comprend aisément que le faisceau lumineux traversant les trous explore successivement chaque point-image lorsque le disque tourne. Ces trous étant extrêmement petits (0,1 mm de diamètre) et chaque point n'étant atteint par le faisceau lumineux que durant 1/1 000 000 s, les quantités de lumière traversante sont extrêmement faibles. L'intensité lumineuse de la transmission est donc insuffisante.

Pour cette raison, les laboratoires ont eu recours au disque à facettes, dont l'action est analogue à celle du disque de Nipkow. Chacun des petits mi-

roirs du disque a deux facettes inclinées de part et d'autre. L'inclinaison varie pour chaque élément, de sorte que le faisceau lumineux explore à chaque rotation toute l'image ou tout le champ visuel selon une ligne en zigzag et transmet les diverses brillances à la cellule photoélectrique.

nière engendrera des courants qui correspondent à la brillance du film. Ces valeurs lumineuses de l'image du film peuvent alors être radiodiffusées par des amplificateurs et un émetteur (fig. 7).

Il suffit d'explorer l'image du film, c'est-à-dire de faire passer le faisceau électronique devant tous

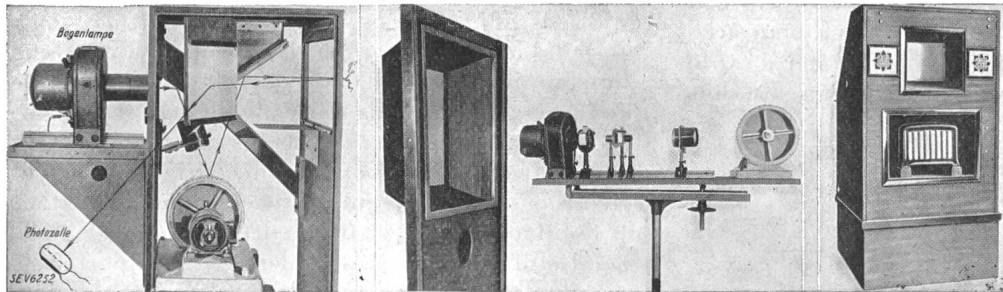


Fig. 6.
Appareillage de télévision
avec disque à facettes
(modèle 1930).

Le récepteur comporte une cellule de Kerr qui projette sa lumière sur un second disque à facettes qui tourne en synchronisme et à la même phase que le disque à facettes de l'émetteur. L'image explorée par l'émetteur doit donc apparaître sur la plaque dépolie du récepteur. La fig. 5 représente la disposition schématique de ce procédé, tandis que la fig. 6 montre l'appareillage exposé en 1930 par Telefunken.

Ce dispositif de transmission est manifestement encombrant et peu rapide. L'objet à explorer doit être dans une demi-obscurité et éclairé violemment. On ne peut donc pas obtenir de la sorte une solution satisfaisante du problème de la télévision.

Par contre, la technique utilise depuis quelques années un instrument destiné à l'étude des phénomènes ultra-rapides et qui réagit instantanément et sans inertie à tous les ordres reçus. Il s'agit du tube à rayons cathodiques³⁾, bien connu sous la forme de tube de Roentgen et sous sa forme dérivée de lampe de radio. Ce tube possède une cathode incandescente avec filament de chauffe séparé, qui émet des électrons, c'est-à-dire des particules d'électricité de charge négative. Leur vitesse d'émission atteint 40 000 km/s, grâce à leur accélération artificielle due aux tensions d'anodes. Devant la cathode se trouve une grille comme dans les lampes de radio. Cette grille porte ici le nom de cylindre de Wehnelt, car elle est disposée cylindriquement autour de la cathode. Selon que ce cylindre possède par rapport à la cathode une tension plus ou moins négative, la sortie des électrons de la cathode est réduite ou accrue. Cette dernière propriété est très importante pour la réception de la télévision et nous y reviendrons un peu plus loin. Le tube est en outre équipé de différents systèmes d'anodes, qui accélèrent le flux d'électrons grâce à leur potentiel positif, le groupent et le dirigent, comme une lentille groupe les rayons lumineux.

Si l'on déroule devant le tube un film au travers duquel passe le flux d'électrons et derrière lequel se trouve une cellule photoélectrique, cette der-

les points de l'image à une grande vitesse, c'est-à-dire en $\frac{1}{25}$ s. On se sert pour cela de deux paires de plaques. Selon la charge électrique de ces plaques, les électrons sont déviés différemment; les paires de plaques étant perpendiculaires l'une à l'autre, on peut réaliser par exemple une allure en dents de scie. Il suffit que les lignes soient suffisamment rapprochées pour que l'on puisse ainsi explorer toute l'image.

On a vu précédemment qu'un point-image n'est éclairé que durant $\frac{1}{1'000'000}$ s, lorsque le nombre de lignes est de 180. Les intensités lumineuses sont donc extrêmement faibles. C'est pourquoi l'on a recours à un film. Les appareils sont toutefois déjà

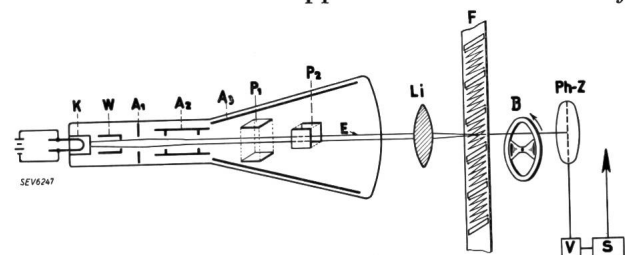


Fig. 7.
Principe du procédé à film intermédiaire avec tube à rayons cathodiques.

K Cathode. W Cylindre de Wehnelt. $A_1 A_2 A_3$ Anodes. $P_1 P_2$ Plaques déviatrices. E Faisceau électronique. Li Lentille. F Film. B Ecran. Ph-Z Cellule photoélectrique. V Amplificateur d'image. S Emetteur haute fréquence.

perfectionnés au point qu'il ne s'écoule guère que 0,5 à 2 minutes entre la prise du film et son exploration. Le système Baird par exemple utilise ce procédé du film intermédiaire, avec lequel on fait actuellement de nombreux essais en Angleterre.

Le professeur américain Zworykin a mis au point un appareil appelé *iconoscope*, qui constitue une innovation remarquable dans ce domaine. Cet appareil est un tube à rayons cathodiques avec cathode, cylindre de Wehnelt, anodes et plaques déviatrices. Il possède en outre une plaque photoélectrique spécialement préparée. Cette plaque porte de nombreux éléments photoélectriques microscopiques qui — comme la rétine de l'œil humain — captent l'image projetée par la lentille et

³⁾ A. v. Sluifers, Le tube à rayons cathodiques, Publ. de la Maison Philips.

⁴⁾ Bull. ASE 1936, No. 23, p. 670 et 673.

accumulent les valeurs lumineuses sous forme de charges électriques.

Lorsque le faisceau électronique explore un tel élément, celui-ci se décharge et fournit un courant à l'amplificateur, ce qui amorce l'opération d'émission de la façon habituelle. On conçoit aisément que ce procédé de prise d'image est beaucoup plus lumineux, car l'élément photoélectrique peut accumuler toute l'énergie lumineuse entre deux explorations, c'est-à-dire pendant $\frac{1}{25}$ s. L'énergie est donc

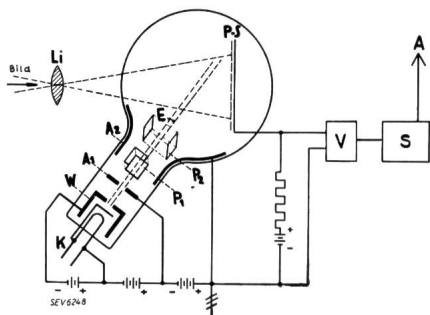


Fig. 8.

Iconoscope utilisé pour la télévision.

K Cathode. W Cylindre de Wehnelt. A₁A₂ Anodes. P₁P₂ Plaques déviantes. E Faisceau électronique. Li Lentille convergente. P-S Couche photoélectrique. V Amplificateur. A Antenne. S Emetteur haute fréquence.

40 000 fois plus grande. L'iconoscope permet une prise de vue directe, même en plein air. La fig. 8 en montre le principe de couplage.

Le récepteur est muni du même tube à rayons cathodiques que précédemment. La cellule photoélectrique est toutefois remplacée par un écran fluorescent qui s'éclaire quand il est atteint par le faisceau électronique. Lorsque les signaux-image sont amenés au cylindre de Wehnelt, il se produit une émission d'électrons plus ou moins intense selon que les amplitudes varient et l'image composée des différentes brillances apparaît alors sur l'écran. La figure 9 montre un tube à rayons cathodiques de ce genre, construit par la Maison Philips pour les récepteurs de télévision.



Fig. 9.

Lampe de télévision.

Avant de poursuivre la description des appareillages de télévision et d'indiquer les résultats obtenus, nous considérerons rapidement la déviation du faisceau électronique. Nous avons déjà mentionné les plaques déviantes. Si l'on charge ces plaques lentement et régulièrement et si on les décharge instantanément, le faisceau électronique se déplace par exemple lentement de gauche à droite, puis revient très rapidement en arrière. En procédant de la sorte $180 \times 25 = 4500$ fois à la

seconde de gauche à droite et en même temps 25 fois de haut en bas, le faisceau électronique explorera 25 fois toute la surface sur 180 lignes. L'image ainsi obtenue est excellente et bien nette. Le faisceau électronique parcourt sur l'écran du tube la distance respectable d'environ 2000 m à chaque seconde. La radiotechnique dispose depuis longtemps de dispositifs de ce genre, qui permettent d'obtenir un lent accroissement de la tension suivi d'une chute rapide. Ce sont des couplages ordinaires de tubes, sur lesquels nous n'insisterons pas. Il est surtout important que les tensions de renversement de l'émetteur et du récepteur soient rigoureusement synchrones. Dans ce but, on excite dans l'émetteur un oscillateur pour la fréquence de lignes de 4500 Hz. Cette fréquence est amenée d'une part à la première paire de plaques de l'iconoscope par l'intermédiaire de l'appareil à tension de renversement de lignes. D'autre part, elle est appliquée à l'onde porteuse par l'intermédiaire du tube de modulation et fournit les impulsions de synchronisation pour la tension de renversement de lignes dans le récepteur. La fréquence de lignes de 4500 Hz est démultipliée par échelons pour obtenir la fréquence d'image, soit 25 Hz, puis amenée à la seconde paire de plaques par l'intermédiaire de l'appareil à tension de renversement d'image, ainsi qu'au modulateur pour

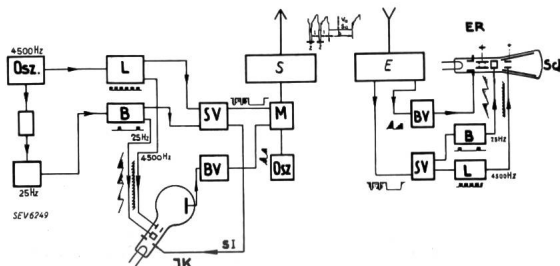


Fig. 10.

Dispositif de télévision (couplage de principe).

S Emetteur. E Récepteur. OSZ Oscillateur. L Appareil à renversement de tension de lignes. SV Amplificateur de synchronisation. BV Amplificateur d'image. I Impulsion lignes-image. z Impulsion de synchronisation de lignes. b Impulsion de synchronisation d'image. M Modulateur. IK Iconoscope. ER Tube récepteur. Sch Ecran récepteur. SI Impulsion de synchronisation. Va Amplitude d'image. Sa Amplitude de synchronisation.

réaliser la synchronisation de la fréquence d'image. Les oscillations de tension de la fréquence d'image engendrées par l'iconoscope sont appliquées à l'onde porteuse après amplification dans le même modulateur.

A l'entrée du récepteur se trouve la partie haute fréquence. Celle-ci sépare la fréquence d'image des impulsions de synchronisation pour les appareils à renversement de tension, qui sont dirigées séparément par un amplificateur spécial vers ces appareils pour les mouvements de lignes et d'image. La fréquence d'image est conduite au cylindre de Wehnelt, qui dirige le faisceau électronique qui reproduit l'image sur l'écran de réception. La figure 10 représente le couplage simplifié d'une installation complète de télévision selon ce procédé.

Ce procédé est utilisé entre autres par Philips⁵⁾ et par Marconi⁶⁾ en Angleterre.

Farnsworth a mis au point un appareil qui diffère quelque peu de l'icône et qui est basé sur l'action photoélectrique d'un faisceau électronique renforcé par une émission secondaire⁷⁾. Nous ne décrivons pas cet appareil car il ne modifie pas le principe du procédé. On cherche maintenant à augmenter le nombre

l'oreille humaine comme des sons plus ou moins harmonieux et non pas seulement comme des bruits. Ces 9000 Hz constituent ce que l'on appelle la largeur de bande. Celle-ci joue un certain rôle dans la répartition des longueurs d'ondes en radiophonie, du fait que les longueurs d'ondes des divers émetteurs doivent précisément être écartées les unes des autres de ces 9000 Hz afin de ne pas se troubler mutuellement.



120 lignes

180 lignes

405 lignes



180 lignes

405 lignes

de lignes et d'images, afin d'obtenir des images aussi nettes que possible. On a obtenu de bons résultats en utilisant une méthode qui consiste à explorer pour chaque image tout d'abord les lignes paires, puis les lignes impaires. On atteint ainsi une séquence plus rapide des images, sans augmenter les fréquences.

La figure 11 permet de juger de la qualité des images obtenues à différents nombres de lignes.

4^o Possibilités de développement.

Après ces quelques explications des méthodes physiques de la transmission des images et de la télévision, nous indiquerons brièvement quelles sont les possibilités de développement. Les conditions sont beaucoup moins bonnes que pour la radiophonie. On sait que les fréquences de 50 à 9000 oscillations par seconde sont perçues par

Lorsqu'il s'agit de transmission d'images et de télévision, la largeur de bande est déterminée par le nombre des points-image à transmettre par seconde. Si l'on se sert pour la transmission d'images d'un faisceau d'environ $1/25 \text{ mm}^2$, on a 2500 points par cm^2 . Une image d'environ $18 \times 26 \text{ cm} = 468 \text{ cm}^2$ renferme donc 1 170 000 points. Si l'on considère d'autre part qu'une période de courant alternatif correspond à un double passage de clair à obscur, on obtient pour une exploration de

12 secondes une fréquence de modulation d'environ 50 000 Hz. Si la fréquence est réduite à 10 000 Hz par exemple, la durée de transmission devient de 1 minute. Pour la transmission par câbles téléphoniques, qui ne sont construits que pour des fréquences sensiblement plus faibles, la durée de transmission augmente en conséquence.

Pour la transmission à haute fréquence, l'onde porteuse doit être un multiple de la fréquence de modulation la plus élevée; si l'on veut maintenir une vitesse d'émission tant soit peu élevée, on doit donc avoir recours aux ondes courtes.

Les ondes courtes, c'est-à-dire les ondes de 20 à 60 m de longueur, offrent l'avantage de pouvoir être dirigées, par exemple de Berlin à Rio-de-Janeiro, etc., et de n'exiger qu'une faible puissance d'émission par rapport aux grandes ondes. D'autre part, il faut changer la longueur d'onde suivant l'heure de la journée, pour tenir compte de l'influence de la couche réfléchissante de Heaviside. Ce mode de transmission est donc sujet à un grand nombre de perturbations secondaires qui exigent un amé-

⁵⁾ Revue Technique Philips 1936, No. 1, p. 16.

⁶⁾ Bull. ASE 1936, No. 23, p. 670 et 673.

⁷⁾ Bull. ASE 1936, No. 4, p. 109.

⁸⁾ Revue Technique Philips 1936, No. 11, p. 325.

Fig. 11
Images de télévision
à différents nombres
de lignes.

nagement fort coûteux des installations, sans parler des effets d'écho par suite de la réflexion variable des ondes.

En partant des mêmes calculs basés sur 180 lignes, la télévision exige environ 500 kHz et, pour 450 lignes, 3000 kHz, ce qui oblige à utiliser des ondes ultra-courtes de 3 à 7 m. Or, ces ondes ultra-courtes présentent le désavantage de se comporter d'une façon presque analogue à celle des rayons lumineux et calorifiques. Elles n'épousent plus la courbure du sol et sont absorbées par les obstacles qu'elles rencontrent, par exemple les collines et les montagnes⁹⁾. Un émetteur de télévision ne peut donc être capté que si son antenne est visible du récepteur, c'est-à-dire tout au plus à une distance de 40 à 50 km. Sans compter les difficultés de modulation, l'emploi d'ondes plus longues, par exemple une onde de 500 m, occuperait l'étendue comprise entre 480 m et 520 m dans le cas de la transmission des images avec 50 kHz, voire même une étendue entre 350 m et 850 m pour la télévision avec 500 kHz. Dans la largeur de bande réservée à la radiophonie, il ne resterait donc de la place que pour très peu

⁹⁾ Les recherches les plus récentes semblent toutefois indiquer que les ondes ultra-courtes offrent des propriétés quelque peu plus favorables. (Rééd.)

d'émetteurs de télévision, sinon ceux-ci se trouble-raient mutuellement.

Un autre désavantage est le prix très élevé des récepteurs. Ainsi, l'un des nouveaux modèles renferme environ 20 lampes et revient à près de 2000 fr.

Enfin, l'expérience prouve que la radiophonie peut être écoutée pendant plusieurs heures sans grande fatigue; il est même possible de s'occuper à d'autres travaux tout en restant à l'écoute. Or, cela n'est pas possible avec la télévision, car celle-ci absorbe entièrement et fatigue vite. Elle sera plutôt appropriée à la réception en commun, comme c'est le cas du cinéma. Ainsi, les performances des Jeux Olympiques de Berlin furent transmises par télévision par l'émetteur d'essai de Witzleben à une trentaine de salles de télévision, d'où l'on pouvait les suivre sans être dans le stade lui-même¹⁰⁾.

Il est fort douteux que la transmission des images et la télévision puissent se généraliser dans la même mesure que la radiophonie. Les difficultés à surmonter sont considérables¹¹⁾. Toutefois, la technique et la science pourront certainement en venir à bout dans un avenir relativement rapproché.

¹⁰⁾ Bull. ASE 1936, No. 23, p. 675.

¹¹⁾ F. Schröter, L'état actuel de la télévision, Revue Telefunken, No. 66/67.

Les pertes supplémentaires par aimantation dans les lignes triphasées à haute tension.

Par Ch. Jean-Richard, Berne.

621.3.017.39 : 621.315.531

L'auteur, ingénieur aux Forces Motrices Bernoises S.A. à Berne, rend compte de quatre séries de mesures faites sur différents types de câbles en aluminium-acier, utilisés pour le réseau à 150 kV des FMB.

Der Autor, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.G., Bern, berichtet über vier Versuchsreihen, welche an verschiedenen Typen von Aluminium-Stahlseilen aufgenommen wurden, die im 150-kV-Netz der BKW verwendet werden.

Nous avons fait pendant les années 1927 à 1930 quelques essais sur des câbles en aluminium-acier pour savoir quelles sont les pertes ohmiques de ces câbles. La disposition de ces essais est représentée par la fig. 1.

Le premier essai se rapporte à une ligne triphasée dont les trois conducteurs en aluminium-acier sont exécutés sur toute leur longueur selon le même mode qui consiste à croiser les fils d'aluminium des différentes couches. Les conducteurs de cette ligne sont placés de part et d'autre d'une rangée de pylônes entièrement métalliques.

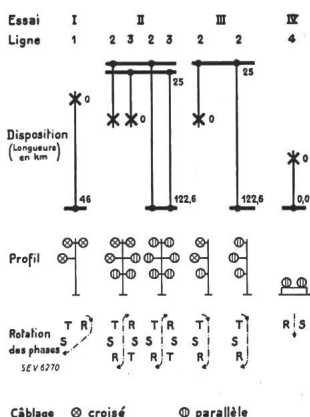


Fig. 1.

Tableau synoptique des lignes essayées.

les fils d'aluminium des différentes couches. Sur le reste du parcours qui comprend environ 10 % de la longueur totale, la ligne se compose d'une partie des câbles essayés précédemment.

Le deuxième essai se rapporte à une ligne double dont les six conducteurs en aluminium-acier sont exécutés sur la plus grande partie de leur longueur selon le même mode qui consiste à ne pas croiser

Le troisième essai se rapporte à la même ligne que le deuxième essai, à ceci près, que seulement trois des six conducteurs ont été examinés.

Le quatrième essai a été fait sur un petit bout de câble formant boucle et étendu à proximité du sol. Les fils d'aluminium de ce câble étaient tous enroulés dans le même sens.

Le tableau I donne des renseignements détaillés sur les deux types de câbles examinés au cours des quatre essais.

Tableau I.

Matériel	Acier		Aluminium	
Diamètre des fils, mm . .	2,69	2,69	2,69	2,69
Nombre de fils par couche	1	6	12	18
Câblage croisé				
Enroulement à	—	gauche	droite	gauche
Déplacement par tour, mm	—	160	137	250
Câblage parallèle				
Enroulement à	—	gauche	droite	droite
Déplacement par tour, mm	—	166,6	125	125

A chacun des essais I à IV nous avons déterminé la température des câbles, soit aux essais I et IV par thermomètres et aux essais II et III par couples thermo-électriques. Pour les quatre essais nous avons rapporté les pertes mesurées à la tempéra-