

Fig. 21. - Il proiettore televisivo PT100 della RCA installato nel cinema Rossini a Venezia, durante le dimostrazioni del Festival del Cinema 1952.

Projector Control rack on the right and the Monitor rack on the left. The units of equipment from top to bottom are; the Projector Control, the Signal Selector, the Horizontal Deflection Amplifier, the 300 volt Regulator, and the High Voltage Control panel. The Picture Monitor is the top unit in its rack; below the Receiver for off-the-air reception, the Vertical Deflection Amplifier, the 400 volt — 400 milliamperere Power Supply and the 400 volt — 800 milliamperere Power Supply. Several of the units of this equipment have not been described because of their conventional design.

The High Voltage supply installation is pictured in Figure 17; the unit requires no attention; as its operation is entirely remote and hence can be placed in a locked enclosure.

The PT-100 Projector is shown in Figure 18 as installed on the theater balcony face complete with an access platform necessary for servicing the unit.

Theater Television as an entertainment medium has now reached the stage where a practical commercial equipment has been produced. To date, twenty (20) installations of the PT-100 equipment are in operation with 150 more equipments to follow. The problems now lie with the industry in the field application. They must determine; the best way to transmit the program to the theater, the type of programming best suited for this new medium, and most important in the long view — how will picture quality best be maintained from the program subject through the long chain of electronic events before the picture image is viewed on the theater screen? Every effort, in the design of the PT-100 equipment, has been placed on building a quality product engineered for present day use, and providing for standards which may be expected in the future as the needs of the industry are crystallized.

Projection Kinescope 7NP4 for Theater Television, L. E. Swedlund and C. W. Thierfelder, SMPTE Journal - March 1951 - Vol. 56.

Installation of Theater Television Equipment, E. Stanko and C. Y. Keen, SMPTE Journal - March 1951 - Vol. 56.

SMPE - 1949 Bulletin - « Theater Television ».

Television Transmission in Local Telephone Exchange Areas, L. W. Morrison, SMPTE Journal - March 1951 - Vol. 56, pp. 280-294.

Image Gradation, Graininess and Sharpness in Television and Motion Picture Systems by O. H. Schade, SMPTE Journal - Feb. 1951 - Vol. 56.

APPENDICE

L'impianto di proiezione televisiva PT100 della RCA è stato presentato in funzione al nuovo Cinema Rossini di Venezia durante il Festival Cinematografico nell'estate 1952.

Venivano proiettate le riprese TV effettuate direttamente con telecamere della RAI nella « hall » del Palazzo del Cinema al Lido di Venezia.

Il collegamento video fra Venezia ed il Lido veniva effettuato mediante un ponte radio a 2000 MHz.

L'impianto del proiettore televisivo al Cinema Rossini era stato effettuato dalla Cinemeccanica di Milano con la partecipazione degli ingg. Keen (RCA) e Bozzi.

Ottimo risultato come qualità e luminosità (uguale a quella di una normale proiezione cinematografica) sono stati ottenuti sullo schermo normale del cinema delle dimensioni di m. 8x6.

Tali dimostrazioni sono state effettuate sotto la direzione tecnica dell'ing. Alessandro Banfi.

L'ing. Giovanni Bozzi ha illustrato al Congresso « Cinema e Televisione » a Torino i particolari dell'impianto di proiezione televisiva PT100 della RCA.

Bibliography.

I. G. MALOFF and D. W. EPSTEIN, *Reflective Optics in Projection Television*, Electronics - Dec. 1944.

Electron-Optical Characteristics of Television Systems, Parts 1, 2, 3, and 4. By O. H. Schade, RCA Review - Vol. IX - 1948.

Optical Problems in Large-Screen Television, I. G. Maloff, SMPE Journal - July 1948 - Vol. 51.

Developments in Large-Screen Television, R. V. Little, Jr., SMPE Journal - July 1948 - Vol. 51.

Progress Report-Theater Television, Barton Kreuzer, SMPE Journal - August 1949 - Vol. 53.

Processo reversibile per la registrazione e per la riproduzione elettronica dei films cinematografici

P. MANDEL

Prendendo lo spunto dalla necessità della trasmissione differita dei programmi di televisione l'Autore esamina un processo reversibile suscettibile di utilizzazione per la registrazione e per la riproduzione elettronica dei films cinematografici.

Il procedimento proposto utilizza un film vergine svolgentsi a velocità uniforme sul quale l'immagine viene registrata mediante il sistema cosiddetto « flying spot ». Lo stesso apparato può venire utilizzato, dopo il trattamento di sviluppo del film, per la riproduzione elettronica di quest'ultimo.

Vengono esaminati successivamente i problemi relativi alla risoluzione, al contrasto, al rapporto segnale/disturbo, come pure i vari fattori aventi un'influenza limitatrice delle possibilità del complesso.

Partant de la nécessité de l'émission différée des programmes de télévision, le rapport examine un procédé réversible susceptible d'être utilisé pour l'enregistrement et pour la reproduction électronique des films cinématographiques. Le procédé proposé se sert d'un film vierge et vitesse uniforme sur lequel l'image est enregistrée par l'utilisation du principe dit « flying spot ». Le même appareillage peut être utilisé après développement du film pour sa reproduction électronique.

On examinera successivement les questions de la résolution, de la gradation, du contraste, du rapport signal/souffle, ainsi que les facteurs ayant une influence limitative sur les performances de l'ensemble.

The paper reviews a reversible system for recording and the electronic scanning of moving pictures on films. This system employs a continuous running film both for the recording and scanning process, in connection with the well known « flying spot » system.

Further on the paper examines all problems relating the resolution, gradation, contrast, the signal to noise ratio, and the factors having a limiting effect to the system performance.

Le Congrès International s'est fixé, comme objet principal de ses travaux, l'examen des rapports existant entre le cinéma et la télévision.

Il n'est pas nécessaire de souligner, ni la variété des rapports entre ces deux techniques, ni l'importance que représente la collaboration fructueuse de ces deux industries. Bien que le but principal des transmissions télévisées consiste en la reproduction simultanée des événements, il reste néanmoins le fait que la télévision ne peut pas se passer des émissions différées des film cinématographiques pour des raisons de commodité évidente. D'autre part, la technique cinématographique peut se servir, dans des conditions particulières, de la technique de la télévision, pour faciliter la solution de certains problèmes de prises de vues.

Nous avons choisi, entre les différentes questions dont la discussion a été proposée aux participants du Congrès, l'examen d'un procédé qui pourrait servir de liaison bilatérale entre la télévision et le cinéma.

Il s'agit d'un appareillage lequel, en partant des films cinématographiques, fournit une image de télévision ou, inversement, peut servir, en partant d'une image télévisée, à l'enregistrement de celle-ci sur une pellicule.

Nous nous proposons, dans cette communication, de décrire son fonctionnement et d'examiner les performances et les limitations du procédé.

L'appareillage consiste en un tube cathodique à forte brillance et d'un système optique projetant l'image du spot lumineux sur le film cinématographique qui se déroule à vitesse uniforme.

En cas de reproduction, la brillance du spot est uniforme et la transparence du film cinématographique, positif ou négatif, variable. Le flux lumineux, modulé par la transparence de la bande, est recueilli par un multiplicateur photoélectrique, dont la tension de sortie correspond, comme fonction du temps, à la variation de la transparence du film, analysé point par point suivant le procédé habituel.

Le dispositif est universellement connu sous la dénomination d'analyseur du type « flying-spot ».

La même appareil peut être utilisé, inversement, pour l'enregistrement des images télévisées (1). En ce cas, la brillance du spot du tube cathodique est modulée par le signal de télévision, inscrivait de cette façon l'image point par point sur le film vierge qui se déroule à vitesse uniforme dans la fenêtre de l'appareil.

Les avantages du procédé comme analyseur sont les suivants:

— fidélité de la reproduction et de la gradation,

— excellent rapport signal/souffle,
— absence totale de tâches parasites superposées à la modulation,
— possibilité d'obtenir une très haute définition,

— niveau noir fixe du signal d'analyse.
Les avantages du procédé pour l'enregistrement sont les suivants:

— absence de vibrations grâce au défilement uniforme du film, d'où grand pouvoir de résolution,
— enregistrement intégral de toutes les images télévisées sans perte de trames,
— pas de limitation du temps de retour du spot à la fin de chaque trame.

Il convient de souligner que les qualités mécaniques et optiques de l'appareil doivent être très hautes, si l'on désire profiter de tous les avantages que le procédé permet d'obtenir.

ANALYSEUR

Fonctionnement de principe.

La figure n. 1 reproduit les éléments essentiels de l'analyseur (2). Le flux lumineux, issu du spot fluorescent P₀, traverse les prismes P₁, P₂ avant d'entrer dans l'objectif, lequel reproduit, dans le plan de la fenêtre de l'appareil, deux images du spot décalées en sens vertical de la moitié de la hauteur de l'image (h). Le spot lui-même décrit une trame entrelacée à brillance constante sur l'écran du tube fluorescent. Un obturateur synchrone Sh. libère alternativement l'image supérieure ou inférieure du spot séparant de cette façon les deux trames entrelacées. Le film, destiné à l'analyse, se déroule à travers de la fenêtre à vitesse constante, son déplacement étant en sens opposé à celui des images du spot.

La vitesse du défilement est choisie de telle manière que la pellicule parcourt, pendant l'analyse d'une image complète télévisée, la hauteur de la fenêtre; par conséquent, chaque image photographiée est analysée successivement deux fois pendant cet intervalle, à l'aide des trames, paire et impaire.

Le flux lumineux correspondant à la transparence du film tombe ensuite sur un multiplicateur électronique, dont la tension de sortie alimente l'amplificateur-vidéo.

Pouvoir de résolution.

La résolution de l'appareil est limitée essentiellement par la diamètre du spot du tube analyseur, par le pouvoir de séparation du système optique et par le pouvoir de résolution du film à reproduire.

En ce qui concerne les limites de la

résolution, déterminées par le diamètre du spot, conjointement avec les aberrations du système optique, elles sont équivalentes à celles provenant de l'insertion d'un filtre fictif passe-bas, sans distorsion de phase (3).

Partant de là, il est possible de corriger cette distorsion à l'aide de réseaux passifs correcteurs appropriés. Cette correction ne peut pas toujours être complète étant donné l'existence de fluctuations du courant électrique issu du multiplicateur électronique. Le souffle accentué par le réseau de correction tend, en effet, à masquer les détails les plus fins de l'image.

Le pouvoir de résolution des films cinématographiques a été le sujet de nombreux travaux (4, 5). Les chiffres obtenus diffèrent largement, très probablement en raison des différences profondes existant entre les procédés de mesure qui ont été employés. Il reste néanmoins le fait que la résolution des films du format 35 mm. est certainement supérieure à la limite actuelle des standards de télévision employés dans les différents pays et n'entre pas, par conséquent, en ligne de compte en ce qui concerne le pouvoir de résolution de l'ensemble.

Il n'en est pas ainsi en ce qui concerne les objectifs. On sait, surtout, depuis, que SCHADE, aux Etats-Unis, a désigné un appareil pour la mesure numérique du contraste et du pouvoir résolvant des objectifs (6) que ces propriétés sont souvent inférieures à celles qu'on les a suppose d'être, en se basant sur des mesures moins précises (Procédé photographique, par exemple). En attendant que les opticiens tirent leurs conclusions des résultats de ce procédé, il convient de choisir avec beaucoup de précaution l'objectif utilisé. A la ligne on peut obtenir, comme résultat, que la résolution de l'analyseur complète reste constante jusqu'au voisinage de 500 points pour décroître ensuite de telle façon que l'amplitude du signal à 900 points soit, environ, 10% de la valeur nominale.

Nous pensons que ces chiffres ne représentent pas une limite et que les perfectionnements apportés aux objectifs et aux tubes cathodiques permettront de les améliorer dans l'avenir.

Trainage et sa correction.

Tandis que le début de l'émission de la lumière des matières fluorescentes coïncide avec l'excitation électronique, l'extinction n'est pas immédiate. De ce fait la source de la lumière de l'écran fluorescent n'est pas concentrée dans un point fin, elle a la forme de traînée à luminosité décroissante. Un simple calcul montre que la même expression mathématique peut représenter la décrois-

(1) P. MANUEL, *L'appareillage de télévision à 1015 lignes*, Bull. Soc. Fr. El., 6 série, tome V, n. 47, Mai 1945.

(2) J. L. DELVEAUX, *Valeurs numériques de la définition des films cinématographiques*, Congrès de Télévision, Paris 1948.

(3) P. MANDEL, *Quelques problèmes des installations de télévision à l'usage de studios Cinématographiques*, idem.

(4) O. H. SCHADE, *Electrooptical characteristics of television systems*, R.C.A. Rev. 1948, Mars, Juin, Sept. Déc.

(5) Brevet français 968.734 E.M.I.

(6) Fernseh Hausmitteilungen, oct. 1942, pp. 138-140.

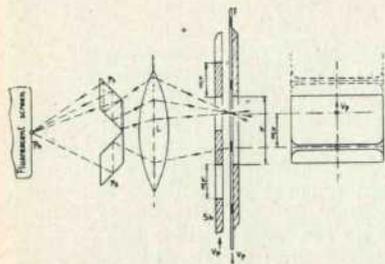


Fig. 1.

sance de la luminosité d'un point fixe donné de l'écran, comme fonction du temps, ou la distribution de la lumière un instant donné, comme fonction de la distance.

Le résultat de ce phénomène bien connu est une augmentation considérable des dimensions du spot d'analyse qui entraîne naturellement une sévère distorsion du signal d'analyse. Il est indispensable de compenser l'inertie de l'écran fluorescent ce qui, chose surprenante, peut être aisément fait par des réseaux correcteurs.

Le procédé de correction consiste à déterminer la réponse impulsionnelle du système qui n'est pas autre chose que la courbe de décroissance de la luminosité d'un point excité d'écran en supposant la durée de l'excitation comme négligeable. Cette courbe décroissante peut être représentée par une ou plusieurs courbes exponentielles, ce qui dépend de la composition de l'écran fluorescent. Il convient ensuite de trouver un réseau fictif électrique ayant la réponse impulsionnelle identique. Ceci fait, on construit un réseau de correction de distorsion destiné à compenser les distorsions provenant de ce réseau fictif. Cette correction est simple, si le réseau fictif, représentant l'influence de l'inertie de l'écran fluorescent, est simple.

Dans le cas d'une extinction purement exponentielle, le réseau fictif peut être représenté par une combinaison série d'une résistance et d'une capacité, la constante de temps de la combinaison étant identique à celle de la constante de temps de la courbe d'extinction.

La réponse, en régime entretenu, de ce réseau fictif est aisément calculable, ainsi que celle du réseau correcteur qui peut être formé par exemple par la combinaison en série d'une résistance et d'une inductance. Il suffit que la constante de temps de cette combinaison soit identique à celle de la réponse impulsionnelle, pour que le traînage soit parfaitement corrigé.

Le phénomène d'extinction, abstraction faite de la composante ultraviolette, de la lumière émise, suit une loi plus compliquée. La courbe d'extinction n'est pas de forme exponentielle, mais elle est représentée par la somme de plusieurs courbes exponentielles, chacune possédant une différente constante de temps. La compensation de traînage de ces écrans doit être faite par plusieurs réseaux, chacun ayant sa constante de temps et son impédance propres.

En l'état actuel des choses, on est

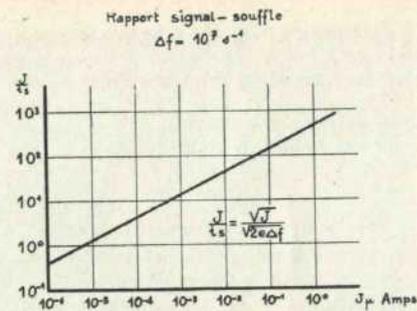


Fig. 2.

réduit, pour rendre cette compensation parfaite de procéder d'une façon expérimentale en ajustant successivement les différents étages de compensation, jusqu'à ce que la réponse impulsionnelle du système devienne satisfaisante. Il est heureux de pouvoir constater qu'une fois la compensation faite pour une matière fluorescente, pour une densité de courant, et pour une tension d'accélération données, elle est pratiquement invariable dans le temps et qu'il n'y a pas lieu de la retoucher, sauf en cas de changement du tube d'analyse ou en cas de changements notables dans les conditions d'excitation.

Gradation.

En supposant que le multiplicateur photo-électrique et l'amplificateur, qui le suit, peuvent être considérés comme un système linéaire, la tension de sortie de l'analyseur est strictement proportionnelle à la transparence du film et, par conséquent, le gamma de l'ensemble est égal à l'unité.

Il ne faut pas perdre de vue qu'en l'état actuel de la technique de la télévision, l'analyseur idéal ne doit pas présenter un gamma égal à l'unité, ceci en raison de la non-linéarité de la réponse des oscillographes cathodiques utilisés, comme éléments de reproduction des images télévisées.

En effet, si l'on fait abstraction des quelques tubes de laboratoires, spécialement conçus pour donner une réponse linéaire, les tubes cathodiques sont très loin d'avoir cette qualité précieuse (3).

En mesurant la brillance d'un écran fluorescent comme fonction de la tension de modulation mesurée, en partant du point d'extinction, on obtient des courbes de forme parabolique ayant un exposant variant entre 2 et 3. L'allure, bien connue, de cette courbe est essentiellement dû au système de modulation du canon électronique. Il en résulte que la gradation de l'image apparaissant sur l'écran est très fortement déformée. On peut tenir compte de cette propriété des tubes de vision en leur attribuant un gamma de l'ordre de 2,5 par exemple. Il devient alors nécessaire de modifier le gamma de l'analyseur de telle façon que le produit des deux gammas soit égal à l'unité. En procédant ainsi, on obtient une amélioration très sensible, mais le résultat ne peut pas être considéré comme parfait: ceci essentiellement en raison du fait que le gamma de l'oscillographe cathodique n'est pas constant dans tout le domaine de l'utilisa-

tion, surtout si l'on désire tenir compte de l'éclairage ambiant. Le résultat final est que la reproduction des teintes grises et blanches est satisfaisante, la gradation des teintes très sombres se trouve plus ou moins comprimé. On se trouve limité pour apporter les corrections nécessaires dans cette région en raison de l'existence du souffle qui met une limite à la non-linéarité qu'il est permis d'introduire dans la pré-distorsion.

Il serait évidemment désirable de pouvoir disposer un jour d'oscillographes cathodiques, dont les courbes de modulation s'approcheraient le plus possible de la réponse linéaire, c'est-à-dire de l'oscillographe cathodique présentant un gamma plus près de l'unité et, surtout, un gamma qui varierait relativement peu dans le domaine de l'utilisation.

Un grand pas vers le perfectionnement sera déjà fait si les tubes du même type avaient des caractéristiques identiques, ce qui, dans l'état actuel des choses, n'est pas toujours le cas. La correction du gamma de l'analyseur ne peut être évidemment faite que pour un seul tube-type à la fois et la fidélité de la reproduction souffrira d'autant plus que les caractéristiques des tubes de reproduction s'écarteront davantage des caractéristiques moyennes sur lesquelles la compensation aura été basée.

Reproduction du film négatif.

En apportant certaines modifications à l'appareillage, il est également capable d'analyser des images enregistrées en négatif, sans passer, comme d'habitude, par le procédé préalable du tirage d'un positif.

Le problème est de produire un signal électrique dont l'amplitude est proportionnelle à la brillance de l'objet photographié. Il convient, en ce cas, de rappeler que la transparence des négatifs est inversement proportionnelle à la brillance de l'objet photographié. Une simple inversion de la polarité, en ajoutant un étage supplémentaire dans la chaîne d'amplification, ne donne pas la fonction inverse, mais la fonction complémentaire. Ce procédé simplifié entraîne une sérieuse détérioration de la gradation. Il convient plutôt d'introduire un étage d'amplification dont la tension de sortie est une fonction inverse de la tension d'entrée. Une fois cette inversion faite, une correction de gamma peut être introduite pour tenir compte que le gamma des négatifs habituels est de l'ordre de 0,6 à 0,8. En introduisant un gamma de l'ordre de 1,2 à 1,6, on obtient un signal de sortie de la forme voulue, le gamma total étant de l'ordre de l'unité.

En raison du fait que les caractéristiques non-linéaires utilisées dans les diverses parties de l'équipement n'ont pas la forme voulue, que dans une région limitée d'amplitude, le niveau de référence correspondant à la transparence zéro doit être tenu fixe; ce résultat peut aisément être obtenu à l'aide de dispositifs « fixation de niveau noir » mieux connus sous la désignation de « clamping ».

Il convient de mentionner qu'après notre expérience, la qualité des images

reproduites, en partant des négatifs, est, dans la majorité des cas, supérieure à celle qu'on peut obtenir en partant de tirages positifs. La fidélité de la gradation est plus grande, l'étendue de contrastes est plus élevée et on observe, en même temps, un gain en définition correspondant aux pertes inévitables de netteté qui résultent des procédés de tirage.

Contraste.

Les limites de contraste de l'image télévisée, que l'on peut obtenir par le procédé, sont essentiellement données par le niveau du souffle qui détermine l'amplitude minima encore perceptible. Ceci peut être tenu 30 à 40 db. en dessous du niveau du signal maximum, ce qui équivaut à un contraste de 1:30 à 1:100.

En l'état actuel des choses, les limitations des contrastes proviennent plutôt des limitations bien connues des oscillographes cathodiques, compte tenu du fait qu'il est extrêmement rare qu'une image télévisée soit observée dans l'obscurité totale comme cela devrait être le cas pour pouvoir profiter de toute l'étendue des contrastes. De grands progrès ont été faits pour permettre l'observation de l'image dans une ambiance éclairée, mais il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine.

Rapport signal/souffle.

La tension de sortie de l'analyseur contient, en dehors du signal proprement dit, un courant superposé provenant essentiellement des fluctuations de l'émission photo-électrique de la photo-cathode.

Le souffle propre d'un bon multiplicateur dû aux résidus éventuels des gaz ou dus à des dépôts conducteurs entre les divers étages peut être complètement négligé en comparaison des fluctuations d'émission photo-électrique.

Le courant de fluctuation i_s dépend uniquement du courant moyen de la photo-cathode I et de la bande passante.

$$i_s = \sqrt{2e \Delta f I} \quad (1)$$

$e = 1,59 \cdot 10^{-19}$ charge d'un électron (Coulombs) ($1,59 \cdot 10^{-19}$)
 Δf bande passante. (s^{-1})

Le rapport signal/souffle

$$\frac{I}{i_s} = \frac{I}{\sqrt{2e \Delta f I}} = \sqrt{\frac{I}{2e \Delta f}} \quad (2)$$

Nous avons tracé, pour fixer les idées sur la fig. 2 le rapport signal/souffle comme fonction du courant moyen I de la photo-cathode; la bande passante étant de 10 Mc/s. On peut déduire de là

que pour obtenir un rapport $\frac{I}{i_s} = 50$ le courant de la photo-cathode doit être égal à $8 \cdot 10^{-3}$ microampères.

Afin que le souffle de l'amplificateur suivant le multiplicateur photo-électrique devienne négligeable, le signal issu du multiplicateur doit être de loin (p fois) supérieure au souffle de la résistance de charge (R) branchée à l'entrée de l'amplificateur.

En désignant par m le taux de multiplication,

en désignant par p le rapport de la tension à l'entrée à la tension de souffle de R , nous obtenons

$$p = \frac{mIR}{\sqrt{4kTR\Delta f}} \quad p = \frac{mI\sqrt{R}}{\sqrt{4kT\Delta f}}$$

k = constante de Boltzmann ($1,37 \cdot 10^{-23}$)

T = température absolue de la résistance de charge.

Le taux de multiplication nécessaire pour obtenir un p donné

$$m = p \frac{\sqrt{4kT\Delta f}}{I\sqrt{R}} \quad (3)$$

(Si l'on continue l'exemple calculé plus haut ($I = 8 \cdot 10^{-3}$ μA) on obtient que le taux de multiplication (m) nécessaire pour obtenir un rapport (p) signal/souffle 100:1 à l'entrée de l'amplificateur, est égale à 160).

Les formules (2) et (3) indiquent les propriétés fondamentales de l'analyseur, en ce qui concerne le rapport signal/souffle.

a) Le rapport signal/souffle dépend, pour une bande passante donnée, uniquement de la racine carrée de l'amplitude du signal en supposant que l'équation (3) est satisfaite. Le souffle se manifeste par conséquent, de préférence, sur les parties sombres de l'image.

b) à partir d'une valeur minimum, du gain de multiplicateur le souffle est indépendant du taux de multiplication: il ne peut être diminué que par l'augmentation du courant de la photo-cathode.

Il convient donc, pour obtenir un rapport signal/souffle élevé,

1) d'augmenter la brillance du spot d'analyse jusqu'à la limite permise,

2) d'utiliser un système optique à grande ouverture, en employant des verres optiques transparents pour tout le spectre de radiation y compris l'ultraviolet,

3) de choisir des photo-cathodes ayant une sensibilité spectrale correspondant au spectre de la lumière émise par le tube d'analyse.

Reglage automatique du niveau de sortie.

Pour des raisons évidentes, on préfère, au cours de l'exploitation de moduler l'onde porteuse des émetteurs en permanence à 100%. Ceci est obtenu s'il s'agit de prises de vues en studio, en égalisant les niveaux de sortie de diverses chaînes de caméras au niveau nominal maximum. Il semble nécessaire de pouvoir opérer de la même façon, lorsqu'il s'agit de transmissions de films cinématographiques. On peut penser, par conséquent, à une correction du niveau de sortie du signal vidéo, destinée à maintenir les crêtes du niveau de modulation voisines du niveau maximum, bien qu'on rencontre au cours de déroulement du film des densités fort différentes.

D'après ce qui précède, le réglage de ce gain ne doit pas se faire par correction du gain du multiplicateur électronique ou du taux d'amplification: il convient plutôt de varier la brillance

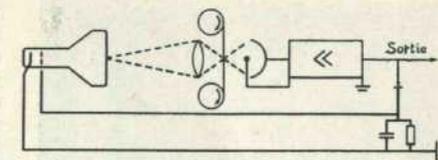


Fig. 3.

du spot d'analyse de telle façon que le niveau de sortie reste constant.

En raison de la succession rapide de diverses scènes, cette opération ne peut être faite manuellement; il est préférable de la rendre automatique.

La fig. 3 montre le schéma d'un tel dispositif (7).

Le principe en est le suivant: Le signal de sortie de l'amplificateur est détecté, la tension de sortie du détecteur correspond, en quelque sorte, à la transparence moyenne du film.

Cette tension est appliquée avec une polarité convenable, sur l'électrode de contrôle du tube d'analyse de telle façon, que l'augmentation de la densité moyenne du film soit accompagnée par une augmentation du courant de faisceau. On peut obtenir, par ce procédé, que le courant moyen de la photo-cathode soit toujours réglé sur une valeur moyenne, correspondant à un rapport signal/souffle donné, indépendamment

entre de très larges limites, des variations de la densité du film analysé. Un autre avantage de ce procédé est l'augmentation notable de la durée de vie de l'écran fluorescent qui n'est fortement chargé que pendant le passage des scènes particulièrement sombres.

Scintillement.

Chaque image de la pellicule étant analysée successivement en deux positions différentes à l'aide d'une trame entrelacée, il existe la possibilité, que la brillance de deux points voisins sur l'image originale ne soit pas la même en raison des limitations optiques du système d'analyse.

L'existence de ce phénomène se manifeste par une scintillation à la fréquence de 25 périodes correspondant à la fréquence d'analyse d'une image.

La raison de l'apparition du scintillement est que l'ouverture effective du système optique varie suivant la position du spot lumineux sur l'écran, c'est-

(7) Brevet français du 21-12-51 PV N° 621,119. La Radió Industrie.

Fig. 4.

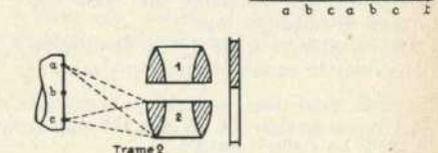
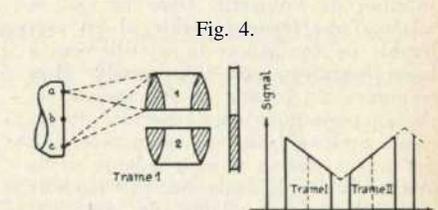
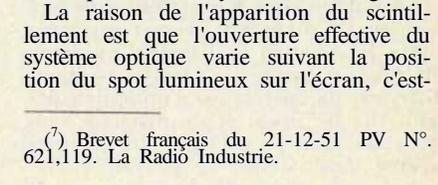


Fig. 4.

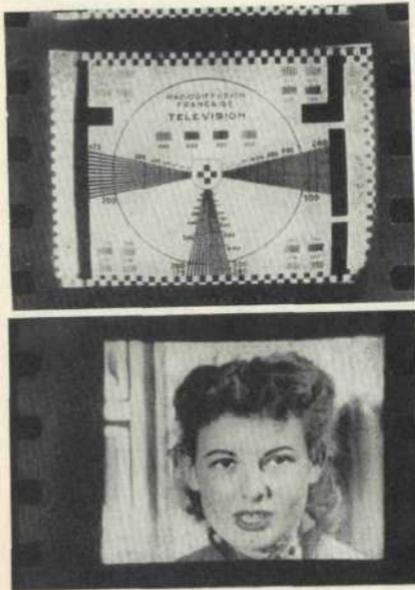


Fig. 5 e 6.

à-dire suivant l'angle d'incidence de la lumière sur le système optique.

La fig. 4 permet l'examen rapide de cette question. Le spot se trouve au début d'analyse de la première trame dans la position a. L'ouverture du demi-système optique 1 libéré par l'obturateur est maximum. Au cours de l'analyse, le spot occupe successivement les positions b et c. Une fraction croissante du flux lumineux incident se trouve arrêté à l'intérieur de l'objectif.

Au début d'analyse de la seconde trame, le spot se trouve de nouveau dans la position a, mais l'obturateur a libéré le demi-système optique 2 et fermé celui utilisé précédemment. L'ouverture optique est minimum, il va en croissant, pendant que le spot occupe les positions b et c.

Le signal correspondant est représenté sur la même figure indiquant l'écart d'amplitudes pouvant exister entre deux signaux successifs provenant de l'analyse du même point.

Le scintillement d'ouverture peut être corrigé en diminuant, autant que possible, la variation de l'angle d'incidence du faisceau lumineux, dans les positions extrêmes du spot et par l'utilisation des objectifs de tirage et de diamètre convenables. Ceci ne peut pas être toujours réalisé sans sacrifier le pouvoir de résolution de l'objectif. Dans ce cas, et même d'une façon générale, il est préférable de compenser le scintillement à basse fréquence par des procédés électroniques, en partant du fait que la variation périodique de l'ouverture du système optique peut être compensée, soit par une variation correspondante de la brillance du spot analyseur, soit par une variation correspondante du gain du système d'amplification.

Le premier procédé (*) a ses limitations dans le canon électronique et dans

l'écran du tube analyseur, la variation du courant de faisceau entraînant une variation du diamètre du spot d'une part, diminuant de cette façon le pouvoir de résolution; les variations de densité de courant d'autre part peuvent changer la loi de décroissance de la luminosité de l'écran introduisant ainsi une variation de traînage indésirable. Le second procédé (**), c'est-à-dire la variation périodique du gain n'est pas sujette à ces limitations; il peut être effectué de la façon la plus simple par la variation périodique de la tension d'un ou de plusieurs étages du multiplicateur photo-électrique. Une tension triangulaire de 25 périodes, dérivée des signaux de synchronisation peut être injectée dans le multiplicateur. Ce procédé de compensation est extrêmement stable et permet l'utilisation d'un système optique relativement simple que l'on devra rejeter, à priori, en raison de la forte variation de l'ouverture avec la position angulaire du faisceau.

Il est également possible de varier le gain d'un ou de plusieurs étages de l'amplificateur suivant les procédés bien connus.

Sauf le cas, relativement rare, des amplificateurs à courant porteur, ce procédé présente peu d'intérêt en raison de sa complexité.

En conclusion, il est permis de dire que le procédé d'analyse du type dit « flying-spot » permet d'obtenir une finesse de reproduction très satisfaisante, même dans les systèmes haute définition.

Le rapport signal/souffle est, dans le cas d'analyse de films de densité moyenne habituelle, entièrement négligeable. La reproduction de la gradation peut être considérée comme très bonne et sujette à des améliorations possibles. L'absence de toute tâche parasite, la possibilité d'obtenir un niveau noir fixe, la possibilité de réglage automatique du gain, sont des avantages considérables dans l'exploitation.

Afin de pouvoir profiter des avantages du procédé, il convient d'étudier, avec beaucoup de soin, le système optique et le système mécanique du dérouleur, dont les qualités ont une influence décisive sur les performances de l'appareil.

ENREGISTREMENT

Le procédé d'analyse peut être transformé en procédé d'enregistrement par la modulation de la brillance de l'oscillographe cathodique à l'aide du signal télévisé et par le remplacement du film exposé, par une pellicule vierge. Tout le reste étant inchangé, il est aisé de voir que les trames successives de l'image télévisée seront enregistrées sur la pellicule cinématographique en forme de trames entrelacées.

La similitude de fonctionnement n'est pas tout à fait complète, et il convient d'examiner quelques points qui sont particuliers au procédé d'enregistrement.

Trainage.

L'influence de l'inertie de l'écran fluorescent se manifeste d'une façon tout à fait différente s'il s'agit de l'enregistrement. Tandis qu'en cas d'analyse, la durée d'extinction dépassant notablement la durée d'analyse d'un point d'image est gênante et doit être corrigée, une durée d'extinction plus longue est acceptable pour l'enregistrement, sans qu'une correction quelconque devienne nécessaire.

En effet, en cas d'enregistrement, le traînage devient gênant seulement à partir du moment où il provoque un flou en raison du déplacement vertical perceptible de la pellicule, pendant la décroissance de la lumière.

En désignant par:

H_i la hauteur de l'image enregistrée,

τ le temps de décroissance de la luminosité à 1% de sa valeur initiale,

Δy le déplacement vertical du film correspondant à T

F_i la fréquence de l'enregistrement des images complètes (2 trames),

on peut écrire $\frac{\Delta y}{H_i} = \tau F_i \dots (4)$.

Le tableau suivant groupant quatre différentes sortes de poudres fluorescentes indique, tandis que les poudres utilisées pour les écrans habituels de vision ne sont pas du tout satisfaisantes, certains écrans spéciaux peuvent donner toute satisfaction même à des définitions les plus élevées.

| Ecran type: | TV | P ₁₁ | P ₅ | P ₁₆ |
|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| τ sec | 510 ⁻² | 10 ⁻² | 410 ⁻⁵ | 10 ⁻⁵ |
| $\frac{\Delta Y}{H_i}$ | 1/0,8 | 1/40 | 1/1000 | 1/4000 |

TV... écran blanc de tubes de vision

P₁₁... écran bleu actinique

P₅... écran bleu photographie rapide

P₁₆... écran type flying-spot

Resolution.

La limite de la résolution d'enregistrement est essentiellement donnée, ainsi que pour l'analyse, par le diamètre du spot et par la qualité du système optique. Il est utile d'incorporer des corrections de distorsion d'ouverture dans la voie de modulation du faisceau cathodique. Le souffle, plus ou moins important du signal-vidéo, apporte une limitation à cette compensation.

L'absence complète des vibrations mécaniques, due à la vitesse constante du défilement de la pellicule, donne la possibilité d'utiliser tout le pouvoir séparateur de l'ensemble pour l'enregistrement.

Nous sommes arrivés, en laboratoire, après réglage soigneux de tous les éléments, d'obtenir 800 points, comme limite de la résolution.

Gradation.

La gradation du film enregistré est déterminée essentiellement par la courbe de modulation de l'oscillographe cathodique de l'enregistrement et par la

courbe sensitométrique du film utilisé, compte tenu de la distribution spectrale de la lumière du tube, et de la durée extrêmement courte de l'exposition.

Il convient d'examiner séparément le procédé suivant le cas que l'on veuille enregistrer des films négatifs ou des films positifs.

Enregistrement de films négatifs (Image électronique positive).

Afin de pouvoir utiliser les films négatifs habituels développés dans les conditions courantes, il semble avantageux de disposer, sur l'écran du tube cathodique d'une gradation, autant que possible, identique au résultat désiré après tirage du positif.

Il convient donc de corriger la réponse du tube d'enregistrement afin que le gamma de l'ensemble comprenant l'appareillage de prise de vue et l'oscillographe d'enregistrement, soit le plus possible voisin de l'unité.

En ce qui concerne l'émulsion utilisée, il est utile de la choisir de telle façon que sa sensibilité chromatique corresponde au spectre de la lumière émise par l'écran du tube d'enregistrement. Il est nécessaire, en plus, de déterminer la courbe de gradation de l'émulsion dans les conditions d'enregistrement parce que elle sera différente de celle mesurée à l'aide des temps d'exposition relativement longs et avec de la lumière blanche. En effet, la loi de réciprocité n'est plus strictement valable s'il s'agit des temps d'exposition de l'ordre de quelques microsecondes.

D'après notre expérience, des différences de courbes de gradation existent, mais les écarts étant relativement faibles, il est aisé d'en tenir compte au cours du développement et d'obtenir, de cette façon, un gamma obtenu par les procédés de photographie habituels. Une fois la correction du gamma du tube d'enregistrement faite et la plage d'illumination déterminée à l'aide de mesures densitométriques, aucun réglage de la brillance n'est nécessaire pendant l'enregistrement si on a pris soin de prévoir une stabilisation automatique du niveau noir de l'image télévisée.

Le but recherché est d'obtenir, avec le développement standard, un positif dont la gradation est identique, autant que possible, à la gradation de l'image télévisée. La transparence du film développé étant inversement proportionnelle à la brillance du spot du tube d'enregistrement, il convient d'introduire, avant l'étape de modulation du tube d'enregistrement, un étage d'amplification ayant une caractéristique hyperbolique, c'est-à-dire dont la tension est inversement proportionnelle à la tension d'entrée.

Enregistrement des films positifs (Image télévisée en polarité négative).

Le but recherché est d'obtenir, avec le développement standard, un positif dont la gradation est identique, autant que possible, à la gradation de l'image télévisée. La transparence du film développé étant inversement proportionnelle à la brillance du spot du tube d'enregistrement, il convient d'introduire, avant l'étape de modulation du tube d'enregistrement, un étage d'amplification ayant une caractéristique hyperbolique, c'est-à-dire dont la tension est inversement proportionnelle à la tension d'entrée.

La correction du gamma du tube d'enregistrement est à éliminer parce que l'on travaille essentiellement sur la partie linéaire de sa caractéristique en le modulant en partant d'une brillance maximum, vers les luminosités décroissantes.

Bien que les résultats qu'on puisse obtenir par les procédés d'enregistre-

ment, à l'aide de tubes cathodiques, sont mieux que satisfaisants, la correction de la réponse du tube ne peut pas être entièrement obtenue s'il s'agit de contrastes très élevés, de l'ordre de 1 à 50 et 1 à 100. La partie initiale de la réponse des oscillographes est difficilement corrigible et il en résulte une légère compression de la gradation, peu perceptible d'ailleurs.

Reglages optiques.

Le fonctionnement correct du dispositif pour la reproduction et pour l'enregistrement dépend essentiellement de l'uniformité de la vitesse du défilement du film et du réglage du système optique qui doit être fait, ainsi qu'il a été dit, de telle façon que la distance des deux spots d'analyse ou d'enregistrement soit exactement égale à la demi-hauteur de l'image.

Le mécanisme de défilement doit être fait avec beaucoup de soin et l'entraînement du film doit être stabilisé à l'aide de systèmes à forte inertie de telle sorte qu'aucune perte de détails visible ne résulte des variations de la vitesse de défilement. La pellicule doit être correctement guidée dans la fenêtre. Des précautions doivent être prises pour éviter le dépôt de tâches d'émulsion dans la couloir, provoquant par adhésion un freinage irrégulier de la bande.

Le réglage du système optique est chose aisée, s'il s'agit d'analyse de films cinématographiques. Ceci peut être fait par simple observation d'une bandette. Le problème est plus compliqué s'il s'agit de l'enregistrement, parce que le réglage ne peut être jugé, en général, qu'après développement de la bande.

Nous avons pu procéder d'une façon particulièrement simple, en observant sur l'écran du tube de contrôle les images des perforations de la bande, en se servant de l'appareil comme dispositif analyseur, la fenêtre d'analyse étant dans ce but légèrement agrandie.

Le film étant arrêté dans la fenêtre, les images des deux perforations successives doivent coïncider avec les images des deux perforations suivantes, du fait que le film standard 35 mm. possède 4 perforations par image. — Ce réglage peut être fait, avec toute la précision désirable, avant le commencement de l'enregistrement.

D'après notre expérience, acquise dans laboratoire, il n'y a pas lieu de retourner ce réglage au cours d'enregistre-

ment, vu que le pas du film négatif vierge est extrêmement uniforme.

Le dispositif servant habituellement à l'analyse des films cinématographiques peut être utilisé pendant l'enregistrement pour des besoins de contrôle. Le flux lumineux traversant la pellicule vierge étant suffisamment fort pour donner un signal électrique d'un niveau convenable: de cette façon, on peut contrôler en permanence pendant l'enregistrement la qualité d'image, la concentration et la luminosité du tube d'enregistrement et on peut y apporter, s'il y a lieu, les corrections nécessaires.

Tandis que l'utilisation du dispositif pour analyseur de films peut être jugée à la lumière de l'exploitation de plusieurs années comme extrêmement satisfaisant, nous n'avons pas encore suffisamment d'expérience pour avoir une opinion définitive quant à son utilisation pour l'enregistrement régulier des programmes télévisés.

Nous pensons néanmoins que les avantages inhérents à ce procédé sont tels que les quelques difficultés restantes une fois éliminées, ils permettront de disposer d'un procédé réversible et de rendre ainsi de excellents services dans l'utilisation des films cinématographiques dans la technique de la Télévision.

Rapporto MANDEL sull'analizzatore Flyng spot.

Mr. CAZALAS chiede alcuni schiarimenti sul dispositivo di correzione della rimanenza dello « spot » del tubo analizzatore. Mr. MANDEL dà le necessarie spiegazioni.

Mr. CAZALAS chiede alcuni dettagli sul sistema per minimizzare il rapporto segnale disturbo. Mr. MANDEL dà le necessarie spiegazioni.

Mr. SCHROTER fa alcune osservazioni circa la correzione del tubo analizzatore nonché sull'utilità di utilizzare una doppia esplorazione.

A questa osservazione MANDEL dà tutti i ragguagli.

L'Ing. BANFI chiede se con l'apparecchio presentato con le opportune modifiche sia possibile registrare col sistema a righe progressive generalmente usato per la produzione dei film elettronici. MANDEL spiega che lo scopo principale dell'apparecchio di registrazione da lui presentato è quello di registrare su film di spettacolo televisivi normali, aventi pertanto le caratteristiche di standard normali a righe interlacciate.

Confronta fra la risoluzione di un'immagine televisiva e la risoluzione di un film cinematografico

ANTONIO NICOLICH

Dopo aver ricordato la definizione di potere risolutivo di un sistema ottico ed elettronico, si riportano le relazioni che permettono il passaggio dalla risoluzione televisiva a quella dei film 35 e 16 mm. e viceversa, nonché dalle linee nominali alle linee di risoluzione verticale e dalla frequenza video massima alle linee di risoluzione orizzontale.

Le rapport examine la question de la résolution d'un système optique et électronique en relation aux images cinématographiques sur films 35 et 16 mm. et aux images de télévision.

(*) Brevet français N°. PV 598,127 du 14-10-1930. La Radio Industrie.

(**) Brevet français No. PV 48755 du 18-11-1950. La Radio Industrie.