

COLLOQUE NATIONAL SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 21 JUIN 75



UN SYSTEME D'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE D'IMAGES DE TELEVISION COULEUR

EPICURE

SCHWARTZ - MARTI - MAUDUIT -

C.C.E.T.T. 2, RUE DE LA MABILAIS - B.P. 1266 - 35013 RENNES CEDEX.

RESUME

On présente l'étape expérimentale de la conception d'un système de transfert sur film des émissions de télévision couleur. Ce système baptisé EPICURE (Enregistrement Photographique d'Images Couleur Utilisant des Réseaux Electrooptiques), est basé sur la possibilité de matérialiser une ligne complète d'une image de télévision sous la forme d'un ensemble de triplets de points électrooptiques. On donne les critères du choix du composant utilisé. Les dispositions nécessaires à l'expérimentation, compte tenu des défauts actuels des composants, sont décrites. La description du système de modulation et des possibilités de traitement montre l'intérêt des techniques numériques rapides : elles permettent notamment de s'adapter aux caractéristiques du film. Les problèmes rencontrés dans l'étape de réalisation sont évoqués ainsi que les possibilités d'évolution.

SUMMARY

This paper presents some experiments drawn to design a film transfert system for colour TV pictures. In this system, a complete line of a picture made as a set of electrooptic transducers, each point being represented by three different and independent light emitters, one for each colour primary. Among the different possible components, a choice has to be made : the reasons of the choice are given. For the experimentation of the system, taking in account the defects of components available now, a special film has to be used. The modulation system is described with the real time processing facilities which show the interest of fast digital techniques : they allow the modulator to adapt closely to the film properties. The problems encountered when building the experimental system and future adaptation possibilities are described.

1- EXPOSE DU PROBLEME.

Dès les origines de la télévision, l'utilisation de films semble n'avoir posé que peu de problèmes, la conversion entre l'information d'image du support film au signal électronique ne différant pas dans ses principes de la prise de vue directe. Au contraire la conversion inverse, du signal électronique résultant de l'analyse sur un support photographique n'a jamais à ce jour trouvé de solution satisfaisante pour le transfert des émissions de télévision couleur. Or cette opération de transfert présente un intérêt fondamental: alors que les normes de télévision varient entre les pays, celles du cinéma sont bien établies et n'importe qui est capable, n'importe où dans le monde, d'exploiter un film au format 16 mm ou 35 mm. Le problème est encore aggravé dans le cas de la couleur.

On pourrait imaginer qu'il suffit de placer une caméra film devant l'écran d'un récepteur de télévision couleur pour que soit résolu le problème. En fait, la brillance d'un écran de télévision, qui est inférieure à 100 nits, ne permet pas d'obtenir une exposition du film dans de bonnes conditions. En outre, sur l'écran du tube à masque existe une structure physique de points. Lorsque l'image du tube est correctement focalisée sur le film, cette structure de point est enregistrée. Lors de l'utilisation du film sur un lecteur télécinéma, des interférences entre cette structure et la structure de balayage sont inévitables et il en résulte un effet de moiré. de plus, l'écran étant en général courbe, il est impossible d'avoir une image parfaitement nette .

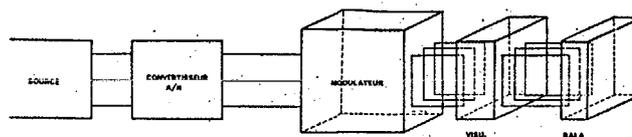
Pour résoudre le problème posé par la lumina- tion insuffisante il existait deux solutions. Le temps d'exposition de chaque point, fixé par le balayage, est de l'ordre de 100ns. La première solution consiste à augmenter l'intensité lumineuse sans renoncer à la loi de balayage point à point. C'est une solution adoptée par les Américains de CBS qui utilisent comme source un ensemble de 3 lasers modulés par le signal de télé- vision, et dont les lumières sont mélangées avant d'être défléchies avec un système à miroir tournant à quelque dizaine de milliers de tours par minute. Le miroir uti- lisé est une turbine au béryllium qui pose, on l'ima- gine sans peine, de gros problèmes de synchronisation et de sécurité .

L'autre option consiste à modifier la durée d'exposition et donc à renoncer au système classique de balayage point à point. C'est cet option qui

constitue la base de départ du système EPICURE.

2- PRINCIPE GENERAL DU SYSTEME.

Pour pouvoir augmenter la durée d'exposition du film, il est évidemment nécessaire de pouvoir expo- ser simultanément plusieurs points. En fait il n'y a pas une infinité de mesures possibles au delà du point: il paraît impensable d'exposer par fraction de ligne ou d'image et les trois seules unités disponibles sont le point, exclu par le principe d'EPICURE, la ligne et l'image complète,(ou à la rigueur la trame). C'est la ligne qui est choisie pour unité par le système. Elle nécessite la matérialisation complète d'une ligne de plus de 600 points quantité jugée raisonnable alors que la réalisation d'une matrice de 360 000 points semble, dans l'état actuel de technique, totalement irréaliste.



Synoptique de la chaîne simplifiée d'Epicura.

L'élément principal d'EPICURE est donc une li- gne matérialisée de 640 points, chaque point étant composé de trois sources indépendantes, une pour cha- cune des trois primaires, chacune de ces 1920 sources pouvant être modulées séparément. Ainsi la durée de modulation de chaque point pourra être de 64 μ s au lieu de 80 ns. Cependant, les composants émetteurs de lu- mière étant non linéaires, la solution retenue consiste à les moduler à niveau constant pendant une durée variable. Afin de faciliter la mise en mémoire des informations nécessaires à toute une ligne, et la con- version d'amplitude en durée, les possibilités des techniques numériques ont semblé bien supérieures à celles des techniques analogiques. La ligne est donc modulée par des signaux d'image numérisés, les ampli- tudes des points successifs étant mis en mémoire avant d'être appliquées à chaque point matérialisé par son transducteur.

3- CHOIX DU TRANSDUCTEUR.

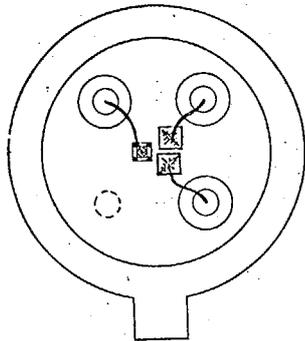
Parmi les transducteurs courant lumière qu'il est possible d'utiliser à priori, à savoir les dispo- sitifs émetteurs de lumière, les portes optiques à céramique ferroélectrique PLZT et les portes optiques



UN SYSTEME D'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE D'IMAGES DE TELEVISION COULEUR

EPIPURE

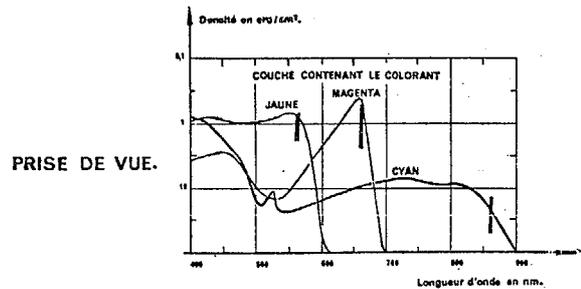
à cristaux liquides, le choix s'est fait en considérant la vitesse de commutation nécessaire. En effet, la durée de modulation correspond à l'amplitude maximale est, comme nous l'avons noté plus haut, de 64 μ s. Ceci élimine déjà les cristaux liquides dont les temps de relaxation sont de quelques millisecondes. Si on désire une finesse suffisante dans le rendu des demi-teintes, il faut pouvoir visualiser une cinquantaine de niveaux. Pour 64 niveaux, ce qui correspond à un codage numérique à 6 éléments binaires, le temps minimum d'exposition est donc de une microseconde. Dans l'état actuel de la technologie, les céramiques au PLZT sont un peu lentes pour permettre d'obtenir une dynamique suffisante mais les études en cours pour l'utilisation de ce matériau permettront d'atteindre les vitesses de commutation nécessaires au système. En attendant, le seul composant permettant d'atteindre l'objectif proposé est le dispositif émetteur de lumière.



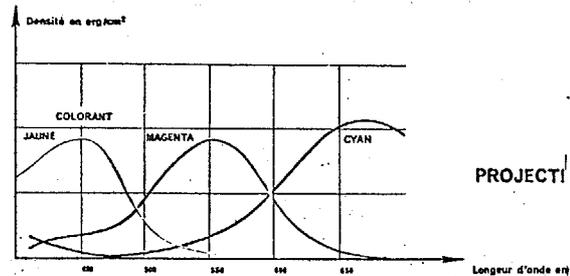
"POINT TRICHROME" EXPERIMENTAL (RTC)

Celui-ci présente cependant un inconvénient qui peut sembler rédhibitoire : il n'y a, actuellement commercialisé, aucune diode électroluminescente émettant dans le bleu. Des recherches sont actuellement menées, notamment à RCA sur l'émission du nitrure de gallium, ou au CNET sur le sulfure de zinc, et dans d'autres laboratoires, mais le temps où ces produits seront disponibles apparaît à peu près aussi éloigné que pour les céramiques. Fort heureusement, s'il s'avérait ainsi impossible de réaliser le système de copie sur film ordinaire, il existe un film qui permet de faire au moins les premiers essais : un film trichrome bien connu des militaires dont une couche sensible à l'infrarouge contient un coupleur se colorant en cyan, une couche sensible au rouge contient un coupleur se

colorant en magenta et la troisième couche, sensible au vert contient un coupleur se colorant en jaune. Comme il existe des diodes émettant dans le vert, dans le rouge ou dans l'infrarouge, il est possible de constituer le couple émetteur-récepteur trichrome.

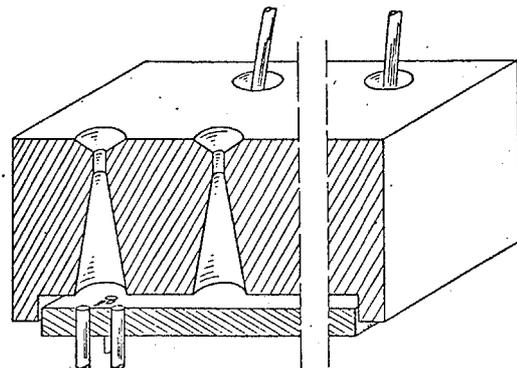


CARACTERISTIQUES DU FILM INFRAROUGE:



4- CONFIGURATION DE LA SOURCE.

Du côté de l'émission, on formera donc des triplets de diodes appelés points trichromes. Etant donné la dimension du triplet, le pas minimum entre deux points doit être environ de deux millimètres, ce qui conduirait à une ligne de 1,20 m de long. De plus, les émetteurs sont séparés et le problème de la structure physique se poserait encore. Aussi a-t-il été imaginé de grouper les points sous forme de barrettes de 64 triplets. Chaque triplet est positionné sous un cône réfléchissant qui assure deux fonctions :

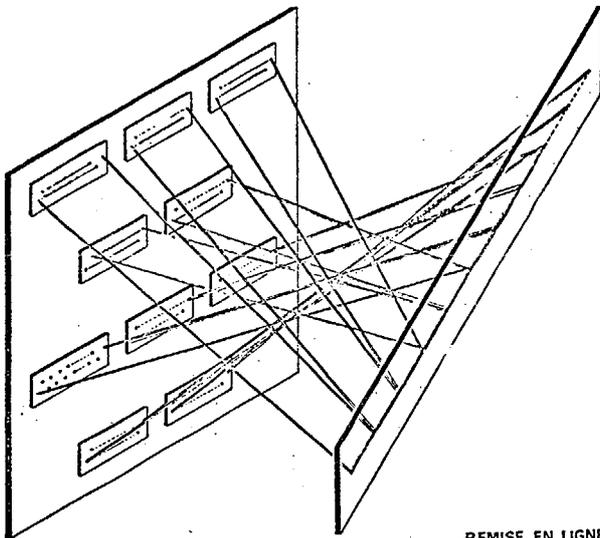


BARRETTE 64 POINTS AVEC CONES REFLECHISSANTS.



le mélange des lumières issues des trois sources et la réduction de format, la source unique ainsi formée ayant 100 microns de diamètre. Ceci est insuffisant pour former une ligne de forme convenable le pas entre les points restant égal à 2 mm. Pour opérer une mise en ligne, on utilise des fibres optiques, qui, issues chacune d'un des cônes réducteurs, sont reliées en nappe pour former après juxtaposition de dix nappes, une ligne d'environ 12 cm de long qu'un système optique peut aisément reprendre.

importante résultant de ce parti pris est la possibilité supplémentaire de traitement offerte par la numérisation.

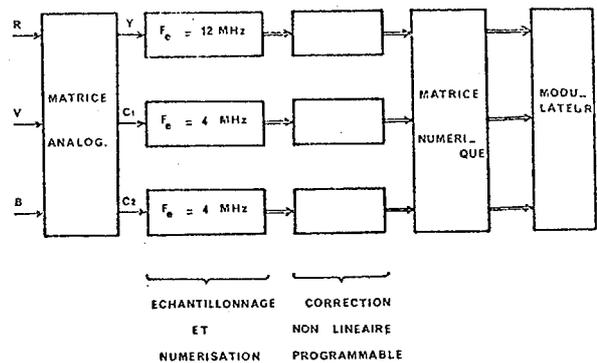


REMISE EN LIGNE
PAR FIBRES OPTIQUES.

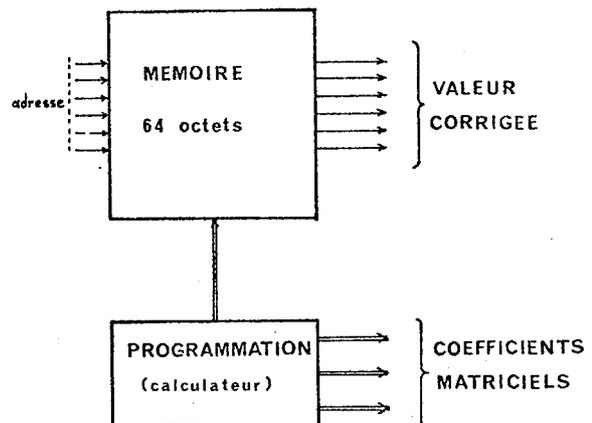
Pour former l'image complète à partir d'une ligne il faut bien entendu opérer un balayage vertical de la ligne complète. Ce balayage est obtenu avec un miroir galvanométrique mu à 50 hertz par une tension de balayage analogue à celle d'un téléviseur.

5- MODULATION ET TRAITEMENT.

Le transducteur étant modulé à niveau constant par un signal tout ou rien de durée variable, il a semblé préférable d'obtenir ce signal, par un procédé de comptage à partir d'un nombre binaire représentatif de l'amplitude lumineuse du point. Les trois signaux vidéo fréquence fournis par la source sont donc, avant toute autre opération, échantillonnés à la fréquence de 12 MHz environ, quantifiés et numérisés à 6 eb/pt. Les valeurs obtenues sont mises en mémoire et les mémoires sont relues à un rythme permettant la modulation directe des transducteurs. Une conséquence



— TRAITEMENT DU SIGNAL —



— CORRECTION DU SIGNAL —



UN SYSTEME D'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE D'IMAGES DE TELEVISION COULEUR

EPICURE

Tout d'abord, 64 niveaux par point, notamment pour la primaire verte, cela suffit à peine à faire disparaître les faux contours de quantification, si le signal est numérisé selon une loi linéaire. Par contre, l'utilisation d'une loi logarithmique permet d'obtenir le résultat souhaité.

D'autre part, les propriétés colorimétriques du film utilisé sont mal connues et il semble nécessaire de disposer d'un système de correction colorimétrique ajustable ou programmable. Ce système est difficile à réaliser avec précision sur le signal analogique, il est par contre relativement facile à concevoir sur les signaux numériques bien que la fréquence d'échantillonnage retenue (12 MHz) conduise à un temps de cycle de 83 ns.

Le système de formation du signal se compose donc d'un étage analogique adoptant les signaux issus de la source à la numérisation, suivi de trois convertisseurs analogique numérique. Ensuite les signaux sont soumis à des corrections non linéaires programmables : le principe consiste à considérer les valeurs des amplitudes à corriger comme les adresses d'une mémoire contenant les valeurs résultant de la correction. La mémoire est remplie à partir d'un système de programmation obtenu, pour les expériences préliminaires, sous forme d'un logiciel adapté sur un mini-calculateur TI600. Les signaux ainsi corrigés sont sensés s'adapter aux non linéarités propres au film. Ils sont alors soumis à un système de matriçage colorimétrique formé de multiplicateurs rapides et d'additionneurs, les coefficients de la loi de matriçage étant soit affichés soit fournis par le système de programmation.

6- DIFFICULTES RENCONTREES.

L'essentiel des problèmes rencontrés ont été posés par la réalisation du composant de visualisation. En effet, la dispersion des diodes provenant d'une même fabrication, si elle ne revêt guère d'importance pour la réalisation de voyants devient catastrophique dès qu'il s'agit d'assurer la qualité de la visualisation. Le problème de l'apairage est complexe puisqu'il fait non seulement intervenir le tri du composant élémentaire lui-même mais aussi le centrage du cône, l'homogénéité de produit de remplissage destiné à adapter les indices, l'angle de couplage avec la fibre, et la qualité de celle-ci, déterminée essentiellement

par sa forme à l'interface. Pour rendre le procédé applicable et surtout industrialisable, il reste à définir une structure à ce composant permettant le remplacement possible de sous ensemble. Nous essayons actuellement de réaliser les barrettes de 64 points sous forme de sous blocs de 8 triplets, bloc liés au système de mélange et de remise en ligne de manière que l'on puisse les ôter et les remplacer. A ce point de l'étude il est difficile de tirer des conclusions définitives sur l'avenir du système. Sa simplicité d'exploitation doit être cependant, si tous les problèmes d'alignement à la construction sont résolus, sans comparaison avec celle des systèmes à tube ou à laser.