

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 09047

(54) Système de traitement vidéo d'images en couleurs.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 04 N 9/491.

(22) Date de dépôt..... 25 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 2-12-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF. — FR.

(72) Invention de : Jean Claude Reymond.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75379 Paris Cedex 08.

SYSTEME DE TRAITEMENT VIDEO D'IMAGES EN COULEURS

La présente invention concerne en un système de traitement de signaux vidéo d'images en couleurs permettant de réduire le nombre de composantes chromatiques et dont l'utilisation s'avère avantageuse pour la transmission à distance des images en couleurs, ainsi que pour le traitement numérique de la couleur.

Pour restaurer une image ou améliorer le rapport signal à bruit ou la reconnaissance de formes, il est connu d'utiliser diverses techniques de traitement électronique, numérique, voire optique.

En imagerie monochrome il est connu de superposer à une image, une image dérivée. On pourra se reporter à ce sujet au livre intitulé "Digital Image Processing" de W. K. Pratt édité par John Wiley fils en 1978, notamment au chapitre 4 "Image Restoration and Enhancement" pages 305 et suivantes. En désignant $F(x,y)$ l'image normale où x correspond à la direction ligne d'un balayage conventionnel du type télévision, l'image dérivée désignée par $F'(x,y)$ peut être formée de diverses façons. L'image peut être dérivée en x seulement, c'est la dérivée ligne qui est obtenue aisément par dérivation du signal vidéo analogique. L'image dérivée peut être donnée par le gradient de l'image normale, ou par son scalaire. Suivant encore une autre solution, l'image dérivée est obtenue par corrélation avec une matrice constituée par au moins trois lignes et trois colonnes.

Quelle que soit la solution retenue, en chaque point de coordonnée x,y de l'écran on peut afficher une intensité égale à la somme de l'image directe F et de l'image dérivée F' , chacune affectée d'un coefficient, respectivement p et $(1-p)$ en sorte que la somme est constante et égale à 1, selon la relation :

$$I(x,y) = p F(x,y) + (1 - p) F'(x,y)$$

en modifiant la valeur du paramètre p entre les limites 0 et 1 on donnera plus ou moins de poids à l'image directe ($p = 1$) ou à l'image dérivée ($p = 0$).

5 Un objet de la présente invention est de permettre une opération analogue mais transposée en imagerie trichrome.

On sait qu'une image couleur est formée par addition trichrome de trois composantes, rouge R, vert V, et bleu B ; elle peut donc être représentée de manière générale par un vecteur à trois dimensions pour chaque point de coordonnée x, y :

$$\begin{vmatrix} R(x,y) \\ V(x,y) \\ B(x,y) \end{vmatrix}$$

où R, V, B, représentent les amplitudes de chacune des composantes.

15 Toute combinaison linéaire non triviale de ces trois composantes peut représenter aussi bien l'image par exemple :

$$\begin{vmatrix} R(x,y) \\ V(x,y) \\ L = k(R+V+B) \end{vmatrix}$$

20 où la dernière composante représente la luminance c'est-à-dire l'image normale monochrome en noir et blanc $F(x,y)$.

Si l'on convient de normer la somme des trois signaux couleurs pour vérifier la relation $R+V+B = 1$ (ou une quantité constante), un point peut alors être représenté par les trois paramètres :

$$\begin{vmatrix} \alpha = R(x,y) \\ \beta = V(x,y) \\ L = F(x,y) = k \end{vmatrix}$$

c'est sous cette forme que les signaux vidéo d'images de télévision en couleurs sont généralement traités.

30 La couleur dépend des deux paramètres α et β , a priori indépendants, mais la dérivation de l'image par rapport à l'un ou l'autre de ces paramètres ne fournit pas de résultats cohérents et s'avère donc inexploitable.

Suivant un autre objet de l'invention on remédie à ces inconvénients en représentant l'image colorée par seulement deux paramètres, celui de luminance et un autre pour la couleur en sorte de pouvoir effectuer sur ce paramètre couleur unique des fonctions de traitement diverses, notamment de dérivation, habituellement opérées sur le paramètre luminance en imagerie monochrome.

Selon l'invention, il est proposé un système de traitement vidéo d'images en couleurs, utilisant les signaux vidéo correspondant aux trois composantes couleurs conventionnelles rouge R, verte V et bleue B après leur conversion en un premier paramètre de luminance L résultant de la somme des composantes et en deux autres paramètres α et β pour définir la chrominance au moyen de deux de ces composantes, le système se caractérisant en ce que les deux paramètres de chrominance α et β , indépendants et évoluant dans un espace à deux dimensions constitué par le diagramme des couleurs, sont traités à leur tour pour aboutir par une seconde conversion à un paramètre unique de chrominance T évoluant dans un espace à une seule dimension.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit donnée à titre d'exemple non limitatif, à l'aide des figures annexées qui représentent :

Fig 1, un diagramme des couleurs destiné à expliquer le procédé mis en oeuvre ;

Fig 2, un bloc-diagramme général d'une chaîne vidéo aménagée avec un traitement vidéo conforme à l'invention ;

Fig 3, un diagramme des circuits de traitement permettant d'obtenir l'image vidéo avec deux paramètres, l'un pour la luminance et l'autre pour la chrominance ;

Fig 4, un diagramme d'une réalisation selon l'invention montrant des traitement par renforcement de contours et dérivation.

Sur la Fig 1 le diagramme des couleurs est représenté selon le triangle de JUDD, mais le raisonnement peut être transposé à toute autre représentation et quelle que soit la métrique, même non euclidienne.

La courbe C correspond aux couleurs monochromatiques encore appelées couleurs saturées, ou couleurs pures, du spectre visible. Le point A au milieu du triangle a une saturation nulle et représente le blanc. Tout point interne au diagramme limité par C correspond à une couleur pure mélangée avec une certaine proportion de blanc. Ainsi un point M quelconque de cette surface correspond à une couleur pure définie par la radiation correspondant au point P (intersection de la droite AM avec la courbe C) mélangée avec une certaine quantité de blanc. Cette quantité varie de 0 à 100 et est une fonction croissante du rapport MP/AP qui varie de 0 à 1 lorsque M parcourt PA de P en A. La couleur pure représentée par le point P, situé sur la droite AM et du même côté que M par rapport à A, est appelé "couleur équivalente" pour tout point M de AP. La deuxième intersection de AM avec la courbe C qui est une courbe fermée s'effectue en un point P' qui correspond à une autre couleur pure que l'on appelle "couleur complémentaire" de la couleur P.

Le triangle permet de définir les coordonnées α , β et γ de tout point M. Ces coordonnées sont mesurées le long des axes respectifs correspondant aux côtés, par exemple α le long de BR de la valeur 0 à la valeur maximale en R que l'on considère normée à 1. Les coordonnées vérifient ainsi la relation $\alpha + \beta + \gamma = 1$ et connaissant deux d'entre elles, α et β par exemple, on en déduit la troisième γ . Le passage à des coordonnées cartésiennes s'effectue aisément, ainsi pour le système d'axes x, y représenté on obtient les relations de conversion :

$$x = 1/2 (1 + \alpha - \beta)$$

$$y = \sqrt{3}/2 (1 - \alpha - \beta)$$

pour calculer x,y à partir de α , β

$$\alpha = x - y/\sqrt{3}$$

$$\beta = 1 - x - y/\sqrt{3}$$

pour calculer α et β à partir de x,y.

Conformément à l'invention, au lieu de considérer les coordonnées α , β , (ou x , y) d'un point M, coordonnées qui définissent exactement sa chrominance, on prend en considération une donnée plus large couvrant une pluralité de valeurs de chrominance mais
 5 liées entre elles par une relation ou une caractéristique déterminée. On substitue à la notion de chrominance du point M définie par deux paramètres, une notion de chrominance relative unique, par exemple celle des différents points du segment AP pour lesquels on peut ne s'intéresser en fait qu'à la couleur équivalente du point P. Dans ce
 10 concept, un seul paramètre T suffit puisque le diagramme des couleurs représenté par toute la surface limitée par C va se trouver remplacé par un espace à une seule dimension, la courbe C dans l'exemple où l'on ne considère que les couleurs pures. Cette courbe est convexe et fermée et pour repérer un point P quelconque il
 15 suffit de calculer un seul paramètre, par exemple le paramètre angulaire φ que fait la droite AP avec une direction de référence ; l'angle φ est donné par la relation $T = \tan \varphi = (y - y_0)/(x - x_0)$ où x_0 et y_0 sont les coordonnées de A, x et y les coordonnées d'un point M sur AP et BR la direction de référence. Cette nouvelle définition de
 20 chrominance fait appel à la notion de couleur équivalente sans tenir compte de la saturation (ou de la pureté). Il est entendu qu'une relation biunivoque, par exemple un table numérique de points, permet de passer d'une valeur de chrominance T à la combinaison α , β (ou R, V, B) d'un point P correspondant (et
 25 inversement).

L'image couleur conventionnelle est caractérisée par trois paramètres R, V, B, ou L, α , β , et sa transmission exige la transmission simultanée de ces trois valeurs pour déterminer chacun de ses points. Grâce à la transformatin proposée, la transmission de
 30 deux paramètres la luminance L et la chrominance T (relative par exemple à la couleur équivalente en P) suffit.

Le paramètre T suivant l'exemple envisagé s'écrit (au facteur $\sqrt{3}$ près et au signe négatif près, éléments qui sont secondaires

car on peut les faire entrer dans un tableau de conversion) :

$$\frac{(\alpha - \alpha_0) + (\beta - \beta_0)}{(\alpha - \alpha_0) - (\beta - \beta_0)}$$

5 Il peut être utile ou avantageux, par exemple pour mieux respecter le choix des couleurs à reproduire ou les modifier volontairement, de choisir un point fixe autre que celui A (α_0, β_0) représentant le blanc, ce point étant toutefois choisi à l'intérieur du diagramme C. On pourrait aussi envisager de choisir non pas un mais
10 plusieurs points fixes correspondant par exemple à différentes plages de φ , ces points pouvant être répartis sur un cercle autour du point A.

De même, toute représentation dans laquelle les coefficients de α et de β ne sont plus égaux à 1 ou -1 est aussi bijective et définit un paramètre T analogue à l'angle polaire φ mais qui n'a
15 plus obligatoirement de signification géométrique évidente ou simple.

Ainsi, le système proposé selon l'invention permet de transmettre une image vidéo en couleurs qui peut être définie par les paramètres :

$$L = F(x, y)$$

$$T = \frac{a + b\alpha + c\beta}{d + e\alpha + f\beta}$$

où a,b,c,d,e,f sont des coefficients que l'utilisateur peut déterminer au préalable ou faire varier en fonction d'impératifs techniques ou
25 ergonomiques qu'il désire prendre en considération. Cette expression de T n'est pas à considérer limitative ; toute conversion des paramètres α et β indépendants et évoluant dans un espace à deux dimensions constitué par le diagramme des couleurs, en un seul paramètre T permettant de définir une chrominance évoluant dans
30 un espace à une dimension et correspondant à une courbe fermée interne au diagramme, peut être considérée a priori envisageable. Le choix de la conversion sera généralement lié au résultat obtenu par conversion inverse des paramètres L et T.

Le paramètre T représentant à lui seul la couleur, il est
35 possible de lui faire subir des traitements habituellement appliqués à

la luminance en imagerie monochrome, par exemple des dérivations comme on le verra ultérieurement.

La Fig. 2 représente une chaîne vidéo complète aménagée conformément à l'invention. Cette chaîne part d'un générateur 1 de signal vidéo couleur et aboutit à une unité d'utilisation 2, moniteur
5 de visualisation ou autre dispositif. Le bloc 3 est un convertisseur analogique-numérique dans l'hypothèse où le générateur 1 délivre les signaux R,V,B, sous forme analogique. Dans le même aspect, le convertisseur numérique-analogique 4 est prévu lorsque l'utili-
10 sation 2 exige cette forme de signal. Les autres blocs représentent des circuits de traitement.

Un premier circuit de traitement 5 effectue la conversion L, α, β à partir des composantes chromatiques R,V,B ; un deuxième circuit 6 convertit les paramètres α et β selon un
15 paramètre unique T de chrominance. A ce niveau, les sorties L et T peuvent constituer les sorties de la partie émettrice lorsque l'information est à transmettre à distance. La partie inférieure du diagramme correspondra à la partie réceptrice d'une telle transmission symbolisée par des pointillés. Cette partie réceptrice com-
20 porte un troisième circuit 7 chargé d'effectuer une conversion inverse de celle du circuit 6 mais non identique, étant donné la notion relative de chrominance T s'appliquant à chaque fois à une pluralité de points M du diagramme couleurs . Le circuit d'identi-
25 fication 7 peut être apparenté à une charte de couleurs qui fait correspondre à la variable T des données R',V',B' prédéterminées (couleur pure par exemple). Ces signaux sont en réalité obtenus après multiplication par le coefficient de luminance L dans des circuits multiplicateurs 8, 9 et 10.

Le circuit 11 symbolise un circuit de traitement couleur
30 interposé sur la voie de chrominance T en amont du circuit de conversion 7, pour effectuer un traitement couleur préalable désiré. Ce traitement peut être très divers, en dehors d'un aspect de dérivation précité on peut supposer par exemple que l'on veut faire une sélection de couleur ; dans ce concept simple le circuit 11 peut

être aménagé pour identifier certaines valeurs de T correspondant à des couleurs que l'on ne veut pas afficher, le rouge par exemple, et empêcher la transmission binaire vers le circuit 7 ; ce dernier pourra être aménagé pour donner en remplacement les valeurs correspondant au blanc.

La Fig. 3 se rapporte aux circuits de traitement à l'émission. La première conversion (circuit 5 Fig.1), conventionnelle, peut être faite avec un circuit sommateur 15 qui délivre la luminance $L = R+V+B$ et deux circuits diviseurs 16 et 17 pour le calcul de $\alpha = R/(R+V+B)$ et $\beta = B/(R+V+B)$. La seconde conversion peut être réalisée par un circuit de calcul 6 qui élabore le paramètre $T(\alpha, \beta)$ ou $T(x,y)$, par exemple celui défini précédemment à partir des coefficients a, b, c, d, e et f . Ces coefficients numériques peuvent être stockés dans une mémoire morte ou si l'on désire les faire varier ils peuvent être élaborés à partir d'un microprocesseur et placés dans une mémoire tampon ; de multiples réalisations sont envisageables.

Le circuit de traitement additionnel 11 (Fig.2) peut être déterminé pour calculer les fonctions gradient et laplacien représentant les variations de couleur dans les deux dimensions x, y . Comme les calculs de ces fonctions sont peu commode à effectuer notamment en analogique, on leur substitue un traitement numérique en appliquant au paramètre de couleur $T(x,y)$ des convolutions déterminées. Cette technique utilise le plus souvent des matrices 3×3 , par exemple :

25	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	Pour le gradient
30	<p>et</p> $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	Pour le laplacien

Ces opérations permettent d'obtenir des fonctions $T'(x,y)$ dérivées de la fonction $T(x,y)$ et qui constituent des dérivées chromatiques de l'image. Grâce à une charte de couleurs constituée

par le circuit de conversion 7, il devient possible de visualiser une dérivée chromatique en faisant correspondre à chaque valeur $T'(x,y)$ des signaux R',V',B' en vue utilisation, celle-ci pouvant s'effectuer en superposant à l'image dérivée R',V',B' l'image normale R,V,B . De même qu'en imagerie monochromatique, l'image normale peut être affectée d'un poids p et l'image dérivée d'un poids complémentaire $(1-p)$.

La Fig. 4 représente un diagramme d'une solution de ce genre. Un circuit de multiplication 18 permet de produire les données $p.L$ et $(1-p)L$ à partir du paramètre de luminance. La pondération correspondante des données R,V,B s'effectue grâce aux circuits multiplicateurs 19,20,21 où elles sont multipliées par $p.L$. De même, les données R',V',B' sont multipliées par $(1-p)L$ dans les circuits multiplicateurs 8,9,10. Les sorties pondérées de ces circuits sont respectivement additionnées dans les circuits sommateurs 22,23,24 pour obtenir finalement des valeurs R'',V'',B'' correspondant à l'image en couleur : $p(R,V,B) + (1-p)(R',V',B')$.

Le paramètre poids p peut être rendu variable par commande de l'opérateur symbolisée par arrivée d'un signal S .

Du point de vue réalisation, les circuits numériques entrant en jeu dans une telle structure peuvent être obtenus aisément. Ainsi, dans le cas simple envisagé, le circuit 6 peut constituer en trois circuits soustracteurs, un circuit d'addition et un circuit diviseur pour le calcul de $\tan \varphi(\alpha, \beta, \alpha_0, \beta_0)$. Le circuit 11 est réalisable aisément en logique cablée pour former un convolveur utilisant une matrice 3×3 de forme connue. Le charte de couleurs en 7 est réalisable sous forme d'une mémoire vive programmable dite "PROM". On peut se rendre compte que la structure proposée se prête aisément à l'introduction de mémoires d'images et d'une gestion centralisée par un microprocesseur. Ainsi de multiples variantes de réalisation sont possibles.

Comme indiqué précédemment le paramètre T peut être défini pour représenter les couleurs équivalentes en C (couleurs pures) ou sur une courbe interne C' (couleurs contenant un pourcentage donné

de blanc) ; au lieu de la valeur équivalente (P) on peut prendre la valeur complémentaire (P'), etc... Quelle que soit l'option choisie, il suffit de déterminer une charte de couleurs adaptée pour réaliser la correspondance T à (R,V,B) désirée, étant entendu que la relation de transformation permet de définir un espace à une seule dimension
 5 dans le diagramme des couleurs.

Dans l'exemple T (α , β , α_0 , β_0) précité on peut se rendre compte que l'expression est indéterminée pour le point A ($\alpha = \beta_0$, $\beta = \beta_0$). Cette indétermination peut être levée, par exemple, en calculant la longueur AM et en convenant qu'au dessous d'un seuil
 10 prédéterminé, c'est-à-dire une longueur minimale pour AM, la couleur équivalente P sera remplacée par le blanc A. Une telle solution implique un circuit de calcul 25 de la longueur AM qui peut être inclus dans les circuits 6 (Fig.3) et dont l'état de la sortie va commander un interrupteur 26 (transistor à effet de champ par exemple) connecté sur la sortie T ; il est entendu que l'absence de la
 15 donnée T lors de la deuxième conversion en 7 est interprétée comme une identification de blanc pour l'utilisation en 2.

Compte-tenu de la nature numérique du traitement, les valeurs de chrominance T sont évidemment choisies en nombre
 20 limité pour couvrir avec une précision désirée les plages de variation analogique des facteurs R,V,B et consécutivement α , β , γ . Cet échantillonnage peut s'exercer au niveau de la conversion numérique en 3 (Fig.2). Il est entendu qu'il est de même pour l'opérateur de conversion inverse en 7 où la charte de couleurs comporte également des informations en nombre limité. Dans le cas de sélection des couleurs pures sur la courbe C, la charte correspond à un certain nombre de points pris sur la courbe C et qui correspondent respectivement aux divers échantillons T1,T2,T3... de T c'est à dire à des
 25 valeurs φ_1 , φ_2 , φ_3 , ... prédéterminée de la pente φ de AP (Fig.1).
 30

REVENDECATIONS

1 - Système de traitement numérique d'images vidéo en couleurs, comportant des moyens de traitement (5) pour convertir les composantes R,V,B conventionnelles en un paramètre de luminance L et deux paramètres de chrominance α et β , indépendants et évoluant dans l'espace à deux dimensions constitué par le diagramme des couleurs, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de traitement additionnels (6) pour convertir à leur tour les paramètres α et β de chrominance en un paramètre unique T permettant de définir une chrominance évoluant dans un espace à une seule dimension, chaque valeur de T correspondant à une pluralité de points du diagramme auxquels on fait correspondre une valeur de chrominance selon une charte de couleurs prédéterminée.

2 - Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte également des moyens de conversion inverse (7 à 10) pour faire correspondre à chaque valeur de T une couleur selon la dite charte de couleurs et reformer à partir des paramètres L et T des valeurs prédéterminées (R',V',B') des composantes couleurs.

3 - Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de traitement additionnels (6) sont constitués par un ensemble logique de calcul ou de circuits opérateurs et que les moyens de conversion inverse comportent une mémoire vive programmée (7) constituant la charte de couleurs et ayant trois sorties, et trois circuits multiplicateurs (8,9,10) pour multiplier par la valeur de luminance L les signaux de sortie de la mémoire et reformer trois composante (R',V',B').

4 - Système selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les moyens de traitement additionnels (6) effectuent une transformation de la forme

$$T = (a + b\alpha + c\beta) / (d + e\alpha + f\beta)$$

où a,b,c,d,e et f sont des coefficients multiplicateurs prédéterminés.

5 - Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque valeur de chrominance T correspond aux différents points situés sur un segment de droite (AP) dans le diagramme des couleurs.

5 6 - Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le segment de droite s'étend entre le point (A) représentatif du blanc et un point représentant une couleur pure (P).

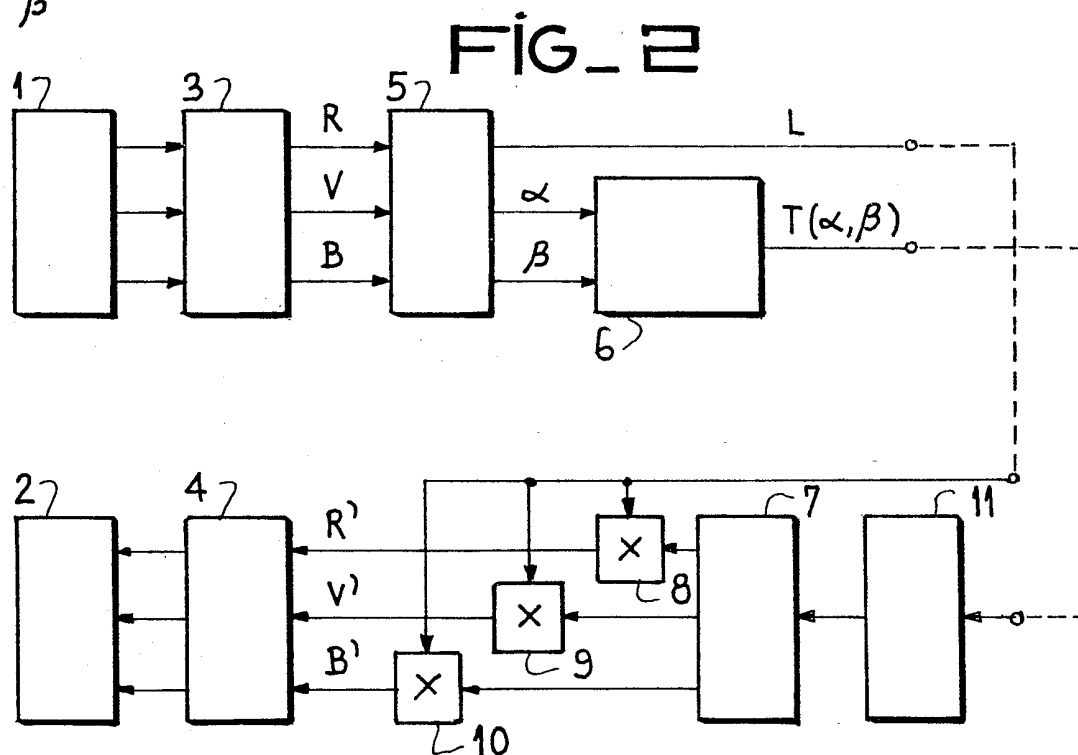
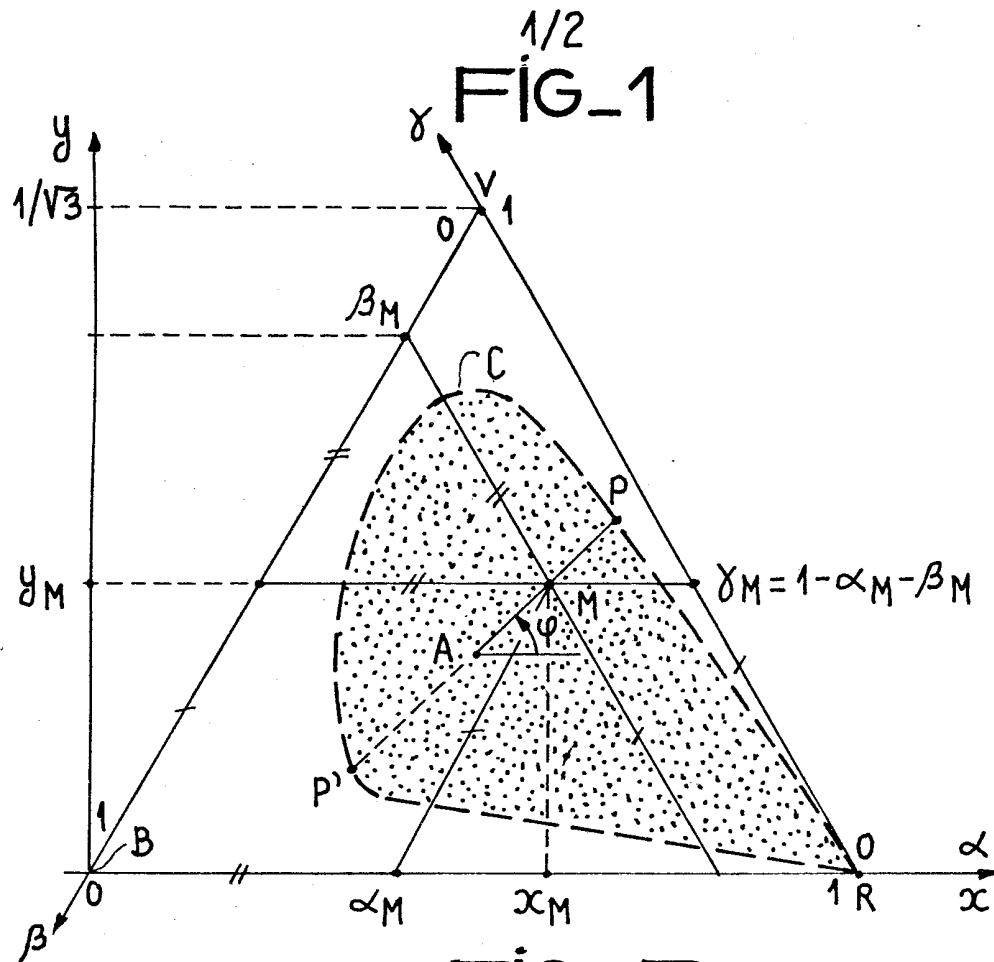
10 7 - Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, des moyens de traitement couleur (11) interposés entre les moyens de traitement additionnels (6) et les moyens de conversion inverse (7) pour effectuer un traitement désiré sur l'unique composante T de chrominance.

15 8 - Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de traitement couleur (11) comportent un circuit convolveur logique correspondant à une matrice 3x3, pour effectuer une dérivation d'image.

20 9 - Système selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, des moyens de pondération pour multiplier par un facteur (p) réglable entre 0 et 1 les composantes (R,V,B) et par le facteur complémentaire (1-p) les composantes (R',V',B') reformées et pour additionner les valeurs ainsi pondérées et former des composantes finales (R'',V'',B'') qui vérifient la relation $p(R,V,B) + (1-p)(R',V',B')$, ces moyens de pondération consistant en un circuit de multiplication complémentaire (18,19,20 et 21) et en un circuit d'addition (22,23,24).

25 10 - Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, utilisé pour la transmission d'images en couleurs, caractérisé en ce que la partie émettrice (1,3,5,6) délivre l'information de luminance (L) et celle de chrominance, cette dernière sous forme d'un paramètre unique (T).

30



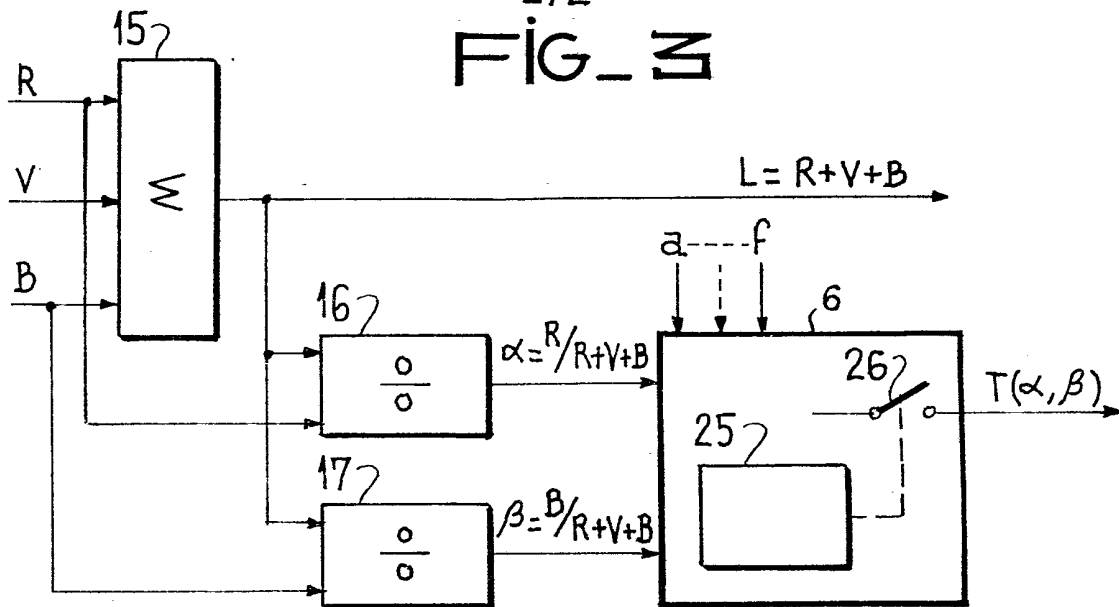
2/2
FIG. 3

FIG. 4

