مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

إيجاد خوارزمية لتحديد العلاقة بين تغيرات جهود الإشارات المطبقة على أنبوب الصورة وما يقابلها من تغيرات لونية على الشاشة التلفزيونية

الدكتورة لميس قدسي*

(قبل للنشر في 2003/9/7)

□ الملخّص □

إن التطورات المتلاحقة في أنظمة الاتصالات بشكل عام وفي الأنظمة التلفزيونية خاصة، حملت في طياتها التوصل إلى إرسال فعال وذو جودة عالية وبالتالي تأمين صورة تلفزيونية عالية الدقة وبألوان متميزة وعليه فإن ظهور دراسات جديدة تزيد من جودة ودقة الصورة التلفزيونية ستكون بلا أدنى شك ذات أهمية كبيرة.

تم تخصيص هذا البحث للدراسة التحليلية وبشكل رياضي آلية تحول الجهود الكهربائية المطبقة على أنبوب الصورة إلى ألوان على الشاشة التلفزيونية علاوة على إيجاد خوارزمية تحدد العلاقة بين تلك الجهود والتغيرات اللونية للصورة والممثلة بتغيرات الإحداثيات اللونية على مثلث الألوان في نظامي XYZ-1930 و VUW-1961، والذي يعتبر بحد ذاته بحثاً مهماً يتم استخدامه لتقييم تشوهات الصورة وإيجاد آلية لتصحيح تلك التشوهات.

* مدرسة في قسم الهندسة الإلكترونية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين– اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

"Finding an Algorithm to Define the Relationship between Alterations of Signal Tensions Exerted on A Picture Tube and the Opposing Colour Alterations on the TV Screen"

Dr. Lamis Kudsi*

(Accepted 7/9/2003)

□ ABSTRACT □

The successive developments in the communication system in general and especially in TV Systems led to an active and high quality transmission; and consequently providing a highly exacted TV picture and distinguished colours; so emerging new studies which increase goodness and exactness of the TV picture would definitely be of a great importance.

We have specialized this analytic study which describes mathematically the mechanism of changing the electric tensions exerted on the picture into colours on the TV Screen in addition to finding an algorithm defining the relationship among those tensions and colour changes in a picture which would be seen in the changes colour coordinates on the triangle of colours in the two systems (XYZ-1930, UVW-1961); which is considered in itself vital study used to evaluate the picture distortions and finding a mechanism to correct those distortions.

* **Lecturer At Electronic Engineering Department Of Faculty Of Mechanical & Electrical Engineering - Tishreen University, Latakkia, Syria.**

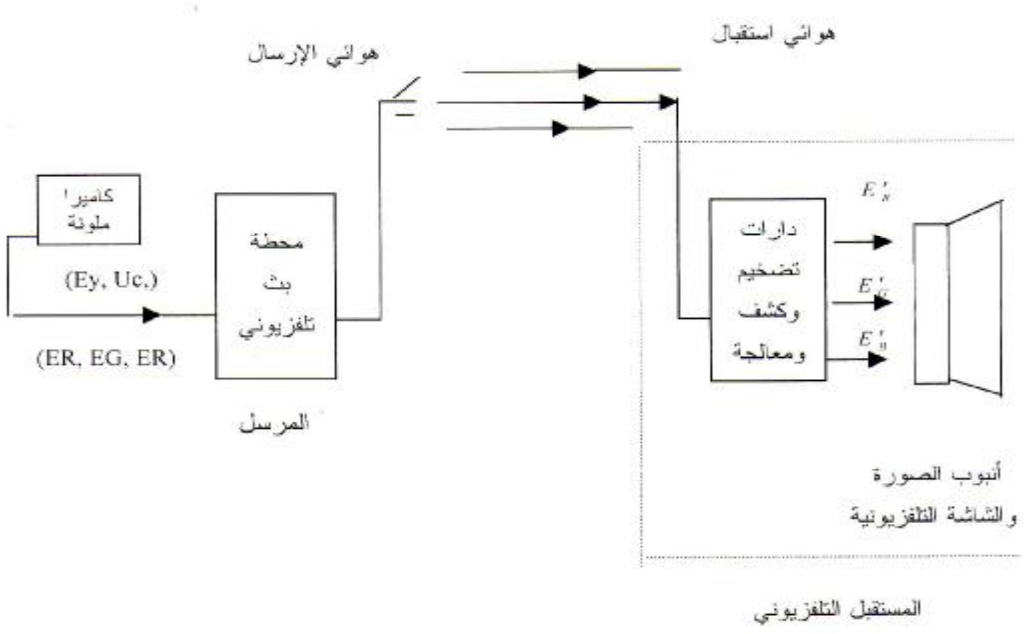
مقدمة:

تتعرض الإشارة التلفزيونية TV الملونة أثناء انتقالها من قناة الإرسال لتشوهات عديدة مردها أنواع الضجيج المختلفة بالإضافة إلى التشوهات الناتجة عن المميزات اللاخطية لقناة الإرسال ونخص بالذكر التشوهات التفاضلية الناتجة عن إرسال إشارتي اللون والنصوع جنباً إلى جنب في حزمة ترددية واحدة. وعليه فإن اللون في الصورة المرسلة سوف يتعرض لبعض التغيرات وخصوصاً أثناء الانتقال من الألوان العالية النصوع (الأصفر، الفضي) إلى الألوان الفاتحة قليلة النصوع (كالأزرق والأحمر) وبالعكس [6،5]. استناداً إلى ما تقدم فإن إيجاد خوارزمية تحدد العلاقة بين جهود الإشارات المطبقة على أنبوب الصورة والإحداثيات اللونية في نظامي (XYZ) ,(VUW) سيعطي فكرة واضحة عن قيم وطبيعة تغيرات الجهود نتيجة لاستقبال صورة ذات ألوان مغايرة لألوان الصورة المرسلة مما قد يؤمن إمكانية تصحيح الإشارة TV وبالتالي التوصل إلى صورة ذات جودة عالية.

مبادئ الإرسال التلفزيوني الملون:

من المعروف أن الإشارة التلفزيونية المركبة TV تتألف بشكل أساسي من إشارتي النصوع E_y واللون U_c بالإضافة إلى إشارات التزامن ونبضات الإطفاء والرشقة اللونية من تردد الحامل ...الخ. يوضح الشكل (1) المخطط الصندوقي المبسط لمنظومة إرسال تلفزيونية ملونة.

بعد الحصول على إشارتي النصوع E_y واللون U_c (إشارات الألوان الأساسية $E_R,\ E_G,\ E_B$) عن طريق الكاميرا يتم تشكيل الإشارة التلفزيونية المركبة والتي بدورها ترسل عبر قناة الاتصال وفي قسم الاستقبال وبعد مرورها في مراحل متعددة من عمليات الكشف نحصل على إشارات الألوان الأساسية E'_R, E'_G, E'_B على مدخل أنبوب الصورة حيث تختلف عن تلك التي في طرف الإرسال نتيجة للتشوهات الآنفة الذكر. ولذلك فإن الصورة المستقبلة على الشاشة التلفزيونية ستختلف عن تلك الملتقطة بواسطة الكاميرا ويتجسد هذا الاختلاف بتغير اللون للصورة المستقبلة وهذا مرده إلى تغير جهود الإشارات المطبقة على أنبوب الصورة.



الشكل (1-1): المخطط الصندوقي المبسط لمنظومة إرسال TV ملونة.

دراسة العلاقة بين إشارات الألوان الأساسية $E_R^{\phi}, E_G^{\phi}, E_B^{\phi}$ والنصوع النسبي للصورة التلفزيونية:

بعد تحديد إشارات الألوان الأساسية يمكن التوصل إلى قيمة التيار الذي يحدثه الشعاع الإلكتروني الموافق لكل من الألوان الأساسية باستخدام علاقة ABLARD-MOSS [4]:

$$\begin{aligned} I_R &= K E_R^{g} / E_{ZR}^{q} \\ I_G &= K E_G^{g} / E_{ZG}^{q} \\ I_B &= K E_B^{g} / E_{ZB}^{q} \end{aligned} \qquad (1)$$

حيث: K، g، q ثوابت (3، 2.8، 1.5) على الترتيب

E_{ZR}– جهد إطفاء الشعاع الإلكتروني للون الأحمر ويساوي 80

E_{ZG}– جهد إطفاء الشعاع الإلكتروني للون الأخضر ويساوي 120

E_{ZB}– جهد إطفاء الشعاع الإلكتروني للون الأزرق ويساوي 171

بعد التوصل إلى قيم I_B, I_G, I_R ومن أجل قيمة معروفة للجهد العالي للمصعد الثاني في أنبوب الصورة Ua يمكن إيجاد استطاعة الشعاع الإلكتروني الموافق لتيارات الألوان الأساسية:

$$\begin{aligned} P_R &= I_R Ua \\ P_G &= I_G Ua \\ P_B &= I_B Ua \end{aligned} \qquad (2)$$

Ua– الجهد العالي لأنبوب الصورة (Ua = 20 KV)

وبمعرفة الشدة اللونية والتي تقاس بـ (Cd/V) يمكن إيجاد نصوع الشاشة الموافق لكل من الألوان الأساسية وفق العلاقات التالية [2]:

$$\begin{aligned} L_R &= s_R P_R / pS \\ L_G &= s_G P_G / pS \\ L_B &= s_B P_B / pS \end{aligned} \qquad (3)$$

حيث:

S: مساحة الشاشة التلفزيونية وتقاس بـ Cm^2. وذلك من أجل مساحة شاشة $1700\ Cm^2$.

s_R: تساوي $5(\frac{LM}{W})$

s_G: تساوي $29(\frac{LM}{W})$

s_B: تساوي $5(\frac{LM}{W})$

باستخدام العلاقات (2–3) يمكن إيجاد النصوع النسبي للشاشة التلفزيونية من أجل الألوان الأساسية [2]:

$$L_R' = L_R / L_S$$
$$L_G' = L_G / L_S \quad (4)$$
$$L_B' = L_B / L_S$$

حيث: L_S النصوع الكلي – ($L_S = L_R + L_G + L_B$) ويساوي ($200\frac{Cd}{M^2}$) من أجل اللون الأبيض القياسي D_{65}.

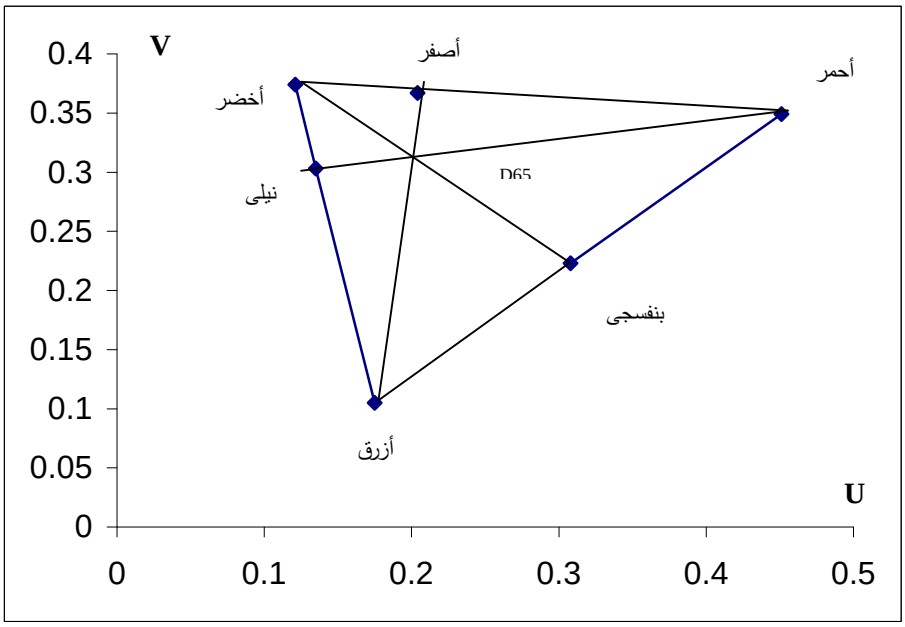
تحديد الإحداثيات اللونية في أنظمة 1930 - XYZ، 1961 – UVW انطلاقاً من قيم جهود إشارات الألوان الأساسية: E_R' , E_G' , E_B'

من المعروف أنه لكل لون من ألوان إشارة البث التجريبي قيم محددة لجهود الإشارات E_R' , E_G' , E_B' بالإضافة إلى إحداثيات معروفة على مثلث الألوان في نظامي XYZ، UVW كما موضح في الجدول (1).

جدول (1) إحداثيات مثلث الألوان في نظامي UVW-XYZ

اللون	إشارات الألوان الأساسية			النظام XYZ		النظام UVW	
	E_R'	E_G'	E_B'	X	Y	U	V
الأبيض	1	1	1	0.313	0.321	0.198	0.451
الأصفر	0.75	0.75	0	0.417	0.499	0.204	0.367
النيلي	0	0.75	0.75	0.22	0.329	0.135	0.303
الأخضر	0	0.75	0	0.29	0.6	0.121	0.374
البنفسجي	0.75	0	0.75	0.327	0.158	0.308	0.223
الأحمر	0.75	0	0	0.64	0.33	0.451	0.349
الأزرق	0	0	0.75	0.15	0.06	0.175	0.105
الأسود	0	0	0	0.313	0.321	0.198	0.451

إن القيم الواردة في الجدول (1) لجهود إشارات الألوان المختلفة ستعاني بعض التغير نتيجة لتشوهات الإشارة التلفزيونية TV مما يؤدي إلى تغير موقعها على مثلث الألوان أي تغير في إحداثياتها اللونية كما هو مبين في الشكل (2) – مثلث الألوان في نظام UVW.



الشكل (2) مثلث الألوان في نظام UVW.

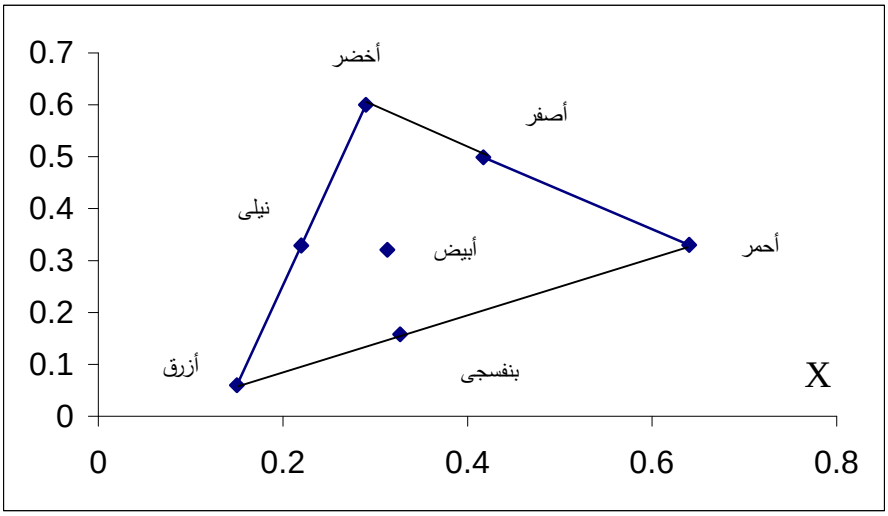
لذلك وبغية تحديد تغيرات الإحداثيات اللونية انطلاقاً من جهود إشارات الألوان الأساسية يمكن استخدام قيم النصوع النسبي $L_R^{\Cent}$, $L_G^{\Cent}$, $L_B^{\Cent}$ من أجل لون ما وليكن اللون C [4]:

$$
\begin{aligned}
L_R^{\Cent} &= (Y_R / Y_C)\left[X_C(y_G - y_B) - y_C(X_G - X_B) + X_G Y_B - X_B Y_G\right]/ D_1 \\
L_G^{\Cent} &= (Y_G / Y_C)\left[X_C(y_B - y_R) - y_C(X_B - X_R) + X_R Y_B - X_B Y_R\right]/ D_1 \quad (5) \\
L_B^{\Cent} &= (Y_B / Y_C)\left[X_C(y_R - y_G) - y_C(X_R - X_G) + X_R Y_G - X_G Y_R\right]/ D_1
\end{aligned}
$$

حيث:

$$D = X_R(y_R - y_B) + X_G(y_B - y_R) + X_B(y_R - y_G)$$

X_B , X_G , X_R ، Y_B , Y_G , Y_R الإحداثيات اللونية الموافقة للألوان R, G, B على مثلث الألوان في النظام اللوني X, Y, Z في الشكل (3).



الشكل (3) مثلث الألوان في نظام XYZ.

بحل جملة معادلات النصوع النسبي L_R^{ϕ} , L_G^{ϕ} , L_B^{ϕ} نستنتج قيم إحداثيات اللون المدروس X_C , Y_C وفق العلاقات التالية:

$$\begin{aligned} X_C &= (1/a_1)\{y_C[(L_R^{\phi} D_1 / y_R) + a_2] - a_3\} \\ X_C &= (1/a_4)\{y_C[(L_G^{\phi} D_1 / y_G) + a_5] - a_6\} \\ X_C &= (1/a_7)\{y_C[(L_B^{\phi} D_1 / y_B) + a_8] - a_9\} \end{aligned} \qquad (6)$$

حيث:

$$\begin{aligned} a_1 &= y_G - y_B \\ a_2 &= X_G - X_B \\ a_3 &= X_G y_B - X_B y_G \\ a_4 &= y_B - y_R \\ a_5 &= X_B - X_R \\ a_6 &= X_B y_R - X_R y_B \\ a_7 &= y_R - y_G \\ a_8 &= X_R - X_G \\ a_9 &= X_R y_G - X_G y_R \end{aligned}$$

$$y_c = 1/(L_R^{\phi}/Y_R + L_B^{\phi}/Y_B + L_G^{\phi}/Y_G) \qquad (7)$$

من خلال هذه العلاقات يمكن تحديد قيمة إحداثيات اللون المدروس (xc, yc) في النظام XYZ.

ومن أجل حساب قيم الإحداثيات المقابلة لها في النظام UVW يمكن استخدام العلاقة التالية [6]:

$$U_c = 2X_c / N \qquad (8)$$
$$V_c = 3Y_c / N$$

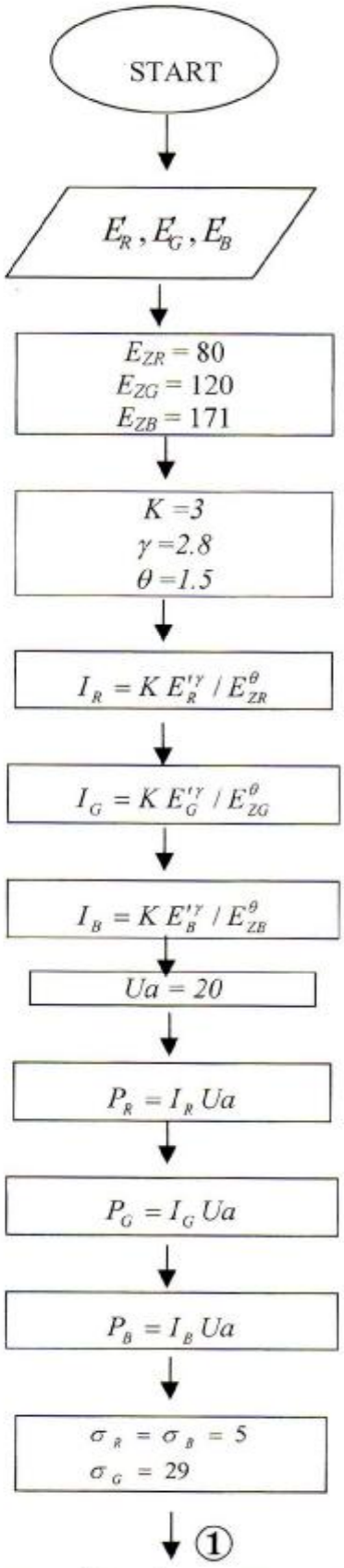
حيث: $N = 6y_c - x_c + 1.5$

علماً أن الحدود المسموح بها للتغيرات اللونية في نظام UVW تقاس بعدد العتبات اللونية المتوسطة حيث تعتبر قيمة ثلاث عتبات لونية هي القيمة الحدية المسموحة في الأنظمة الأساسية للإرسال التلفزيوني الملون، حيث كل عتبة تمثل بـ 0..004 أي أن القيمة الحدية المسموحة على المحاور UV لا تفوق 0.012.

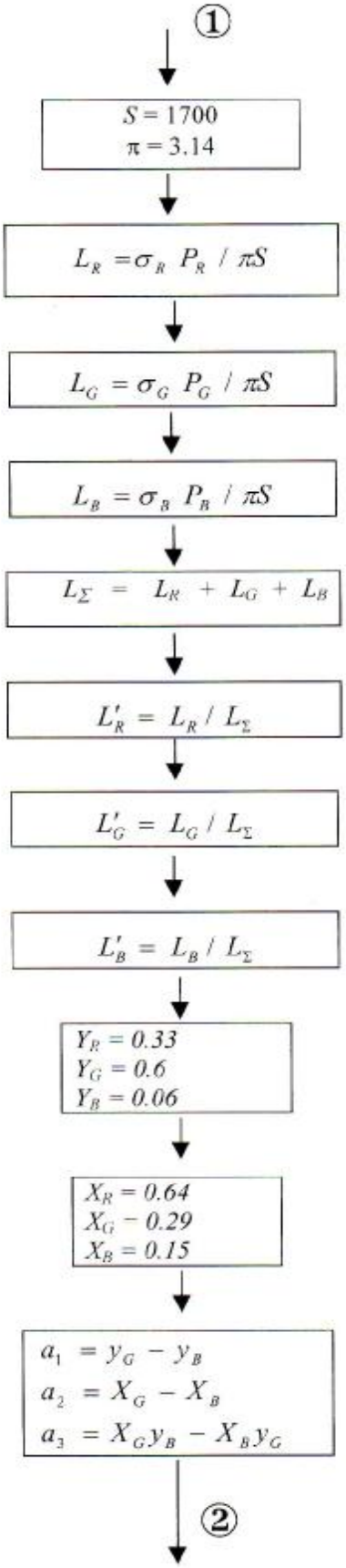
خوارزمية حساب الإحداثيات اللونية انطلاقاً من جهود إشارات الألوان الأساسية:

إن الفكرة الأساسية في هذا البحث تكمن في إيجاد الموديل الرياضي لآلية تحويل الجهود الكهربائية على مدخل أنبوب الصورة إلى ألوان مرئية على الشاشة التلفزيونية، وبالتالي إمكانية تقييم تشوهات الصورة من خلال خوارزمية تحدد العلاقة بين تلك الجهود والإحداثيات اللونية للألوان المرسلة وتتمثل هذه الخوارزمية في المخطط النهجي المبين في الشكل (4).

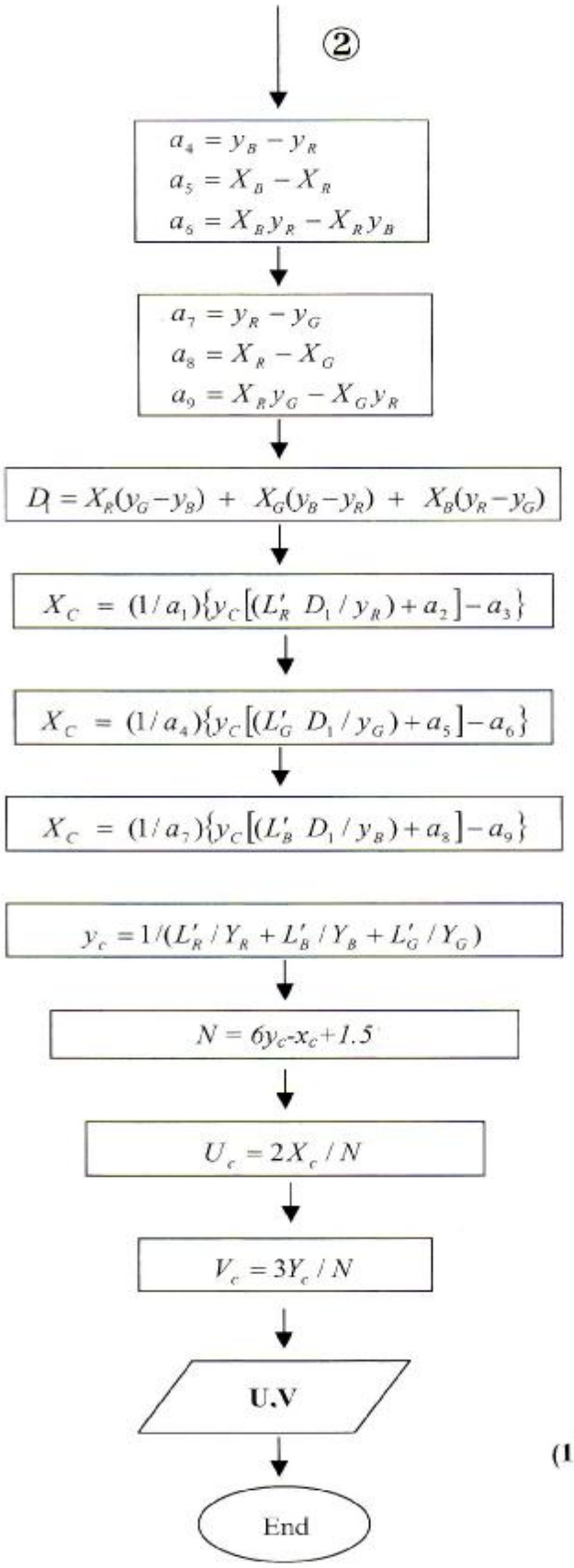
باستخدام هذه الخوارزمية يمكن إدخال المعطيات للإشارة المشوهة والواقعة للون معروف مسبقاً عندها نحصل على الإحداثيات اللونية لهذا اللون المشوه وبالتالي الحصول على تصور واضح عن التغيرات المترافقة مع تغيرات جهود الإشارات المطبقة على أنبوب الصورة.



الشكل (4-1)- المخطط النهجي لحساب الإحداثيات اللونية انطلاقاً من جهد إشارات الألوان الأساسية.



تابع الشكل (4-1)



تابع الشكل (4-1)

النتائج والتوصيات:

1- تضمن هذا البحث دراسة رياضية تحليلية تم التوصل من خلالها إلى الموديل الرياضي الذي يحدد تغيرات الألوان نتيجة لتشوهات الإشارات اللونية وتشوهات الجهود المطبقة على أنبوب الصورة.

2- باستخدام الدراسة الآنفة الذكر يمكن تحديد الجهود المسموح بها بعد إيجاد تغيرات الإحداثيات U .V وبالتالي التوصل إلى طريقة جديدة لقياس تشوهات الإشارات اللونية باستخدام العلاقة:

$$(U, V) = F (E_R, E_G, E_B)$$

إضافة إلى ذلك الحصول على التغيرات في الإحداثيات اللونية وتغيرات جهود إشارات الألوان الأساسية:

$$(DU, DV) = F (DE_R, DE_G, DE_B)$$

3- بعد الأخذ بعين الاعتبار النتائج السابقة وباستخدام الخوارزمية الواردة في هذا البحث، يمكن وضع برنامج يؤمن آلية سريعة لحساب التشوهات اللونية الناتجة عن الضجيج والتشوهات اللاخطية في قناة الإرسال التلفزيونية. وبالتالي تجعل الأمر ممكناً لتصحيح تلك التشوهات.

4- يمكن استخدام الخوارزمية في دراسة التشوهات في معظم الأنظمة التلفزيونية الملونة الشهيرة-SCAM NTSC-PALمع الأخذ بعين الاعتبار معادلات الإشارات اللونية الموافقة لكل نظام على حده.

المراجع:

.....

1- Dennis Roddy ,John Coolen "Electronic communication" 4th Edution,1995 by Printice-Hall,inc.

2- Pivzner V.M "Quality of images in colored T.V" Printice-Radio-and Communication-Moscow 1988.

3- Novacovski C.V "Colour in colored T.V" Printice-Radio-and Communication-Moscow 1988.

4- Krivosheev M.M "Fundamentals of television measurements" Printice-Radio-and Communication-Moscow 1989.

5- Novakovski C.B "Noise effect from signal brightness on colour fleck formation in the colored T.V" Printice- Television- Radio-Technique-Moscow 1993.

6- Novakovski C.B "Study the distortion of video signal on quality recovering colour television image" Printice- Technique of cinema and television -Moscow 1993 N°1.