

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –  
Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video  
applications – xvYCC**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –  
Partie 2-4: Gestion de la couleur – Extension de gamme de l'espace chromatique  
YCC pour applications vidéo – xvYCC**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

### About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

#### Useful links:

IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

#### Liens utiles:

Recherche de publications CEI - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –  
Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video  
applications – xvYCC**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –  
Partie 2-4: Gestion de la couleur – Extension de gamme de l'espace chromatique  
YCC pour applications vidéo – xvYCC**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

R

ICS 33.160.40

ISBN 978-2-83220-610-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                             | 3  |
| INTRODUCTION.....                                                                         | 5  |
| 1 Scope.....                                                                              | 6  |
| 2 Normative references .....                                                              | 6  |
| 3 Terms and definitions.....                                                              | 6  |
| 4 Colorimetric parameters and related characteristics .....                               | 7  |
| 4.1 Primary colours and reference white.....                                              | 7  |
| 4.2 Opto-electronic transfer characteristics .....                                        | 7  |
| 4.3 YCC (luma-chroma-chroma) encoding methods.....                                        | 8  |
| 4.4 Digital quantization methods .....                                                    | 8  |
| 5 Encoding transformations .....                                                          | 9  |
| 5.1 Introduction .....                                                                    | 9  |
| 5.2 Transformation from xvYCC values to CIE 1931 XYZ values.....                          | 9  |
| 5.3 Transformation from CIE 1931 XYZ values to xvYCC values .....                         | 11 |
| Annex A (informative) Compression of specular components of Y' signals .....              | 13 |
| Annex B (informative) Default transformation from 16-bit scRGB values to xvYCC values.... | 14 |
| Annex C (informative) xvYCC/ITU-R BT.709 and sYCC/sRGB compatibility .....                | 16 |
| Bibliography.....                                                                         | 18 |
| Figure A.1 – Example of the specular compression method .....                             | 13 |
| Figure C.1 – Relationship between ITU-R BT.709 and sRGB .....                             | 16 |
| Figure C.2 – Relationship between xvYCC and sYCC .....                                    | 17 |
| Table 1 – CIE chromaticities for reference primary colours and reference white.....       | 7  |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT –  
COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –**
**Part 2-4: Colour management –  
Extended-gamut YCC colour space  
for video applications – xvYCC**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61966-2-4 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This bilingual version (2013-03) corresponds to the monolingual English version, published in 2006-01.

The text of this standard is based on the following documents:

|             |                  |
|-------------|------------------|
| CDV         | Report on voting |
| 100/967/CDV | 100/1026/RVC     |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 61966 consists of the following parts, under the general title *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management*:

- Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB
- Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – scRGB
- Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video applications – xvYCC
- Part 2-5: Colour management – Optional RGB colour space – opRGB (under consideration)
- Part 3: Equipment using cathode ray tubes
- Part 4: Equipment using liquid crystal display panels
- Part 5: Equipment using plasma display panels
- Part 6: Front projection displays
- Part 7-1: Colour printers – Reflective prints – RGB inputs
- Part 7-2: Colour printers – Reflective prints – CMYK inputs (proposed work item)
- Part 8: Multimedia colour scanners
- Part 9: Digital cameras
- Part 10: Quality assessment (proposed work item)
- Part 11: Quality assessment – Impaired video in network systems (proposed work item)

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of November 2006 have been included in this copy.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

After the publication of IEC 61966-2-1, Amendment 1, the sYCC colour encoding was used to capture, store and print extended colour gamut for still image applications. Users received pleasant benefit by exchanging and reproducing wide-gamut colour images.

Recently, various kinds of displays that are capable of producing a wider gamut of colour than the conventional CRT-based displays are emerging. However, most of the current video contents that are displayed on conventional displays, are rendered for the sRGB-gamut. Users of wide-gamut displays could benefit from wide-gamut colour images by video colour encoding that supports a larger colour gamut.

This standard defines the “extended-gamut YCC colour space for video applications”. It is based on the current implementation of YCC colour encoding that is used in the video industry (namely ITU-R BT.709-5) and extends its definition to the wider gamut of colour range.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006

# MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

## Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video applications – xvYCC

### 1 Scope

This part of IEC 61966 is applicable to the encoding and communication of YCC colours used in video systems and similar applications by defining encoding transformations for use in defined reference capturing conditions. If actual conditions differ from the reference conditions, additional rendering transformations may be required. Such additional rendering transformations are beyond the scope of this standard.

### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 845: Lighting*

ITU-R Recommendation BT.601-5:1995, *Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios*

ITU-R Recommendation BT.709-5:2002, *Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions, as well as those concerning illuminance, luminance, tristimulus, and other related lighting terms given in IEC 60050-845, apply.

#### 3.1

##### **scene-referred colour encoding**

representation of estimated colour-space coordinates of the elements of an original scene, where a scene is defined to be the relative spectral radiance

#### 3.2

##### **output-referred colour encoding**

representation of estimated colour-space coordinates of image data that are appropriate for specified output device and viewing conditions

#### 3.3

##### **extended gamut**

colour gamut extending outside that of the standard sRGB CRT display defined in IEC 61966-2-1

### 3.4

#### **luma**

luminance signal as defined by SMPTE/EG28:1993

NOTE 1 To avoid interdisciplinary confusion resulting from the two distinct definitions of luminance, it has been proposed that the video documents use “luma” for “luminance, television” (i.e., the luminance signal).

NOTE 2 Video systems approximate the lightness response of vision by computing a luma component  $Y'$  as a weighted sum of non-linear (or gamma-corrected)  $R'G'B'$  primary components. Luma is often carelessly referred to as luminance.

## 4 Colorimetric parameters and related characteristics

This clause defines colorimetric parameters and the related characteristics of reference capturing devices.

### 4.1 Primary colours and reference white

The CIE chromaticities for the reference red, green, and blue primary colours, and for reference white CIE standard illuminant D65, are given in Table 1. These primaries and white point values are identical to those of ITU-R BT.709-5.

**Table 1 – CIE chromaticities for reference primary colours and reference white**

|     | Red     | Green   | Blue    | White/D65 |
|-----|---------|---------|---------|-----------|
| $x$ | 0,640 0 | 0,300 0 | 0,150 0 | 0,312 7   |
| $y$ | 0,330 0 | 0,600 0 | 0,060 0 | 0,329 0   |
| $z$ | 0,030 0 | 0,100 0 | 0,790 0 | 0,358 3   |

### 4.2 Opto-electronic transfer characteristics

Opto-electronic transfer characteristics are defined as follows.

If  $R, G, B \leq -0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= -1,099 \times (-R)^{0,45} + 0,099 \\ G' &= -1,099 \times (-G)^{0,45} + 0,099 \\ B' &= -1,099 \times (-B)^{0,45} + 0,099 \end{aligned} \quad (1)$$

If  $-0,018 < R, G, B < 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 4,50 \times R \\ G' &= 4,50 \times G \\ B' &= 4,50 \times B \end{aligned} \quad (2)$$

If  $R, G, B \geq 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 1,099 \times (R)^{0,45} - 0,099 \\ G' &= 1,099 \times (G)^{0,45} - 0,099 \\ B' &= 1,099 \times (B)^{0,45} - 0,099 \end{aligned} \quad (3)$$

where  $R, G, B$  is a voltage normalized by reference white level and proportional to the implicit light intensity that would be detected with a reference camera colour channel;  $R', G', B'$  is the resulting non-linear primary signal.

### 4.3 YCC (luma-chroma-chroma) encoding methods

The encoding equations from the primary RGB (red-green-blue) signal:  $R', G', B'$  to the YCC (luma-chroma-chroma) signal:  $Y', Cb', Cr'$  is defined by the following two methods. It is important to follow one of the encodings in the specified application.

xvYCC<sub>601</sub>, which is implemented mainly in the SDTV (standard-definition television) applications as defined in ITU-R BT. 601-5, is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\ 0 & 0,587\ 0 & 0,114\ 0 \\ -0,168\ 7 & -0,331\ 3 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,418\ 7 & -0,081\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (4)$$

NOTE The coefficients in equation (4) are from ITU-R BT.601-5 which defines  $Y'$  of YCC to the three decimal place accuracy. An additional decimal place is defined above to be consistent with the other matrix coefficients defined in this standard.

xvYCC<sub>709</sub>, which is implemented mainly in the HDTV (high-definition television) applications as defined in ITU-R BT. 709-5, is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,212\ 6 & 0,715\ 2 & 0,072\ 2 \\ -0,114\ 6 & -0,385\ 4 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,454\ 2 & -0,045\ 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (5)$$

### 4.4 Digital quantization methods

Quantization of YCC (luma-chroma-chroma) signal:  $Y', Cb', Cr'$  is defined as follows.

For 8-bit representation:

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(8)} &= \text{round}[219 \times Y' + 16] \\ Cb_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cb' + 128] \\ Cr_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cr' + 128] \end{aligned} \quad (6)$$

For  $n$ -bit ( $n > 8$ ) representation:

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(219 \times Y' + 16) \times 2^{n-8}] \\ Cb_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cb' + 128) \times 2^{n-8}] \\ Cr_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cr' + 128) \times 2^{n-8}] \end{aligned} \quad (7)$$

NOTE Bit levels "from 0 to  $2^{N-8}-1$ " and "from  $255 \times 2^{N-8}$  to  $2^N-1$ " (0 and 255, for the case of 8-bit encoding) are used exclusively for synchronization and are not allowed for storing colour values. Levels from " $2^{N-8}$ " to " $255 \times 2^{N-8}-1$ " (from 1 to 254, for the case of 8-bit encoding) are available.

## 5 Encoding transformations

### 5.1 Introduction

The encoding transformations between xvYCC values and CIE 1931 XYZ values provide unambiguous methods to represent optimum image colorimetry of the captured scene. Scene colorimetry is defined as relative to the white objects, assuming that the exposure is properly controlled. It should be noted that dynamic range compression is needed when storing the wide dynamic range images (see Annex A for descriptions). Additionally, if the condition of the capturing device deviates from the ideal condition defined in Clause 4, operations such as colour compensation, colour correction and a certain degree of colour rendering can be performed. However, the methods for these operations are beyond the scope of this standard.

### 5.2 Transformation from xvYCC values to CIE 1931 XYZ values

For 24-bit encoding (8-bit/channel), the relationship between 8-bit values and  $Y',Cb',Cr'$  is defined as:

$$\begin{aligned} Y' &= (Y_{xvYCC(8)} - 16)/219 \\ Cb' &= (Cb_{xvYCC(8)} - 128)/224 \\ Cr' &= (Cr_{xvYCC(8)} - 128)/224 \end{aligned} \quad (8)$$

For  $N$ -bit/channel ( $N > 8$ ) encoding, the relationship between  $N$ -bit values and  $Y',Cb',Cr'$  is defined as:

$$\begin{aligned} Y' &= \left( \frac{Y_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 16 \right) / 219 \\ Cb' &= \left( \frac{Cb_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 128 \right) / 224 \\ Cr' &= \left( \frac{Cr_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 128 \right) / 224 \end{aligned} \quad (9)$$

For xvYCC<sub>601</sub> encoding, the non-linear  $Y',Cb',Cr'$  values are transformed to the non-linear  $R',G',B'$  values as follows:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,000 & 0 & 0,000 & 0 & 1,402 & 0 \\ 1,000 & 0 & -0,344 & 1 & -0,714 & 1 \\ 1,000 & 0 & 1,772 & 0 & 0,000 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} \quad (10)$$

NOTE The possible range for non-linear  $R'G'B'_{(601)}$  calculated from, for example, equation (10) will be between -1,0732 and 2,0835.

For xvYCC<sub>709</sub> encoding, the non-linear  $Y',Cb',Cr'$  values are transformed to the non-linear  $R',G',B'$  values as follows:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,000 & 0 & 0,000 & 0 & 1,574 & 8 \\ 1,000 & 0 & -0,187 & 3 & -0,468 & 1 \\ 1,000 & 0 & 1,855 & 6 & 0,000 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} \quad (11)$$

NOTE The possible range for non-linear  $R'G'B'_{(709)}$  calculated from, for example, equation (11) will be between -1,1206 and 2,1305.

The non-linear  $R', G', B'$  values are then transformed to linear  $R, G, B$  values as follows.

If  $R', G', B' \leq -0,081$

$$\begin{aligned} R &= -\left(\frac{R' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ G &= -\left(\frac{G' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ B &= -\left(\frac{B' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \end{aligned} \quad (12)$$

If  $-0,081 < R', G', B' < 0,081$

$$\begin{aligned} R &= R'/4,50 \\ G &= G'/4,50 \\ B &= B'/4,50 \end{aligned} \quad (13)$$

If  $R', G', B' \geq 0,081$

$$\begin{aligned} R &= \left(\frac{R' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ G &= \left(\frac{G' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ B &= \left(\frac{B' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \end{aligned} \quad (14)$$

The linear  $R, G, B$  values are transformed to CIE 1931 XYZ values as follows:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,412\ 4 & 0,357\ 6 & 0,180\ 5 \\ 0,212\ 6 & 0,715\ 2 & 0,072\ 2 \\ 0,019\ 3 & 0,119\ 2 & 0,950\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (15)$$

NOTE When the capturing device performs dynamic range compression of the brighter-than-white (for example, specular) components, the compressed colours will be displayed at the top-end range of the "reference" display as described in Annex C. In this case, the XYZ tristimulus values of the compressed components represent the colorimetry of the rendered scene, not the colorimetry of the original scene.

### 5.3 Transformation from CIE 1931 XYZ values to xvYCC values

The CIE 1931 XYZ values can be transformed to linear  $R, G, B$  values as follows:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,241\,0 & -1,537\,4 & -0,498\,6 \\ -0,969\,2 & 1,876\,0 & 0,041\,6 \\ 0,055\,6 & -0,204\,0 & 1,057\,0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (16)$$

In the xvYCC encoding process, negative RGB tristimulus values and RGB tristimulus values greater than 1,0 are retained.

The linear  $R, G, B$  values are then transformed to non-linear  $R', G', B'$  values as follows.

If  $R, G, B \leq -0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= -1,099 \times (-R)^{0,45} + 0,099 \\ G' &= -1,099 \times (-G)^{0,45} + 0,099 \\ B' &= -1,099 \times (-B)^{0,45} + 0,099 \end{aligned} \quad (17)$$

If  $-0,018 < R, G, B < 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 4,50 \times R \\ G' &= 4,50 \times G \\ B' &= 4,50 \times B \end{aligned} \quad (18)$$

If  $R, G, B \geq 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 1,099 \times (R)^{0,45} - 0,099 \\ G' &= 1,099 \times (G)^{0,45} - 0,099 \\ B' &= 1,099 \times (B)^{0,45} - 0,099 \end{aligned} \quad (19)$$

The relationship between non-linear  $R', G', B'$  and xvYCC<sub>601</sub> is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\,0 & 0,587\,0 & 0,114\,0 \\ -0,168\,7 & -0,331\,3 & 0,500\,0 \\ 0,500\,0 & -0,418\,7 & -0,081\,3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (20)$$

The relationship between non-linear  $R', G', B'$  and xvYCC<sub>709</sub> is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,212\,6 & 0,715\,2 & 0,072\,2 \\ -0,114\,6 & -0,385\,4 & 0,500\,0 \\ 0,500\,0 & -0,454\,2 & -0,045\,8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (21)$$

NOTE If the capturing device is capable of storing  $Y'$  greater than 238/219 (or 1,086 758), dynamic range compression can be performed at this stage. Please refer to Annex A for the descriptions.

and quantization for xvYCC for 24-bit encoding (8-bit/channel) is defined as:

$$\begin{aligned} Y_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[219 \times Y' + 16] \\ Cb_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[224 \times Cb' + 128] \\ Cr_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[224 \times Cr' + 128] \end{aligned} \quad (22)$$

For 24-bit encoding, the xvYCC values shall be limited to a range from 1 to 254 according to equation (22).

For  $N$ -bit/channel ( $N > 8$ ) encoding, the relationship is defined as:

$$\begin{aligned} Y_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(219 \times Y' + 16) \times 2^{n-8}] \\ Cb_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(224 \times Cb' + 128) \times 2^{n-8}] \\ Cr_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(224 \times Cr' + 128) \times 2^{n-8}] \end{aligned} \quad (23)$$

For  $N$ -bit/channel encoding, the xvYCC values shall be limited to a range from " $2^{N-8}$ " to " $254 \times 2^{N-8}$ " according to equation (23).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006

## Annex A (informative)

### Compression of specular components of $Y'$ signals

This annex describes an example method for the dynamic range compression of the specular components that are brighter than white in  $Y'$  (or Luma) signal.

In xvYCC colour encoding, linear  $R, G, B$  values after equation (8), or non-linear  $R', G', B'$  values after equations (9) to (11) are not limited between 0 and 1. After the YCC quantization (equation (14)), the value range will be limited as follows:

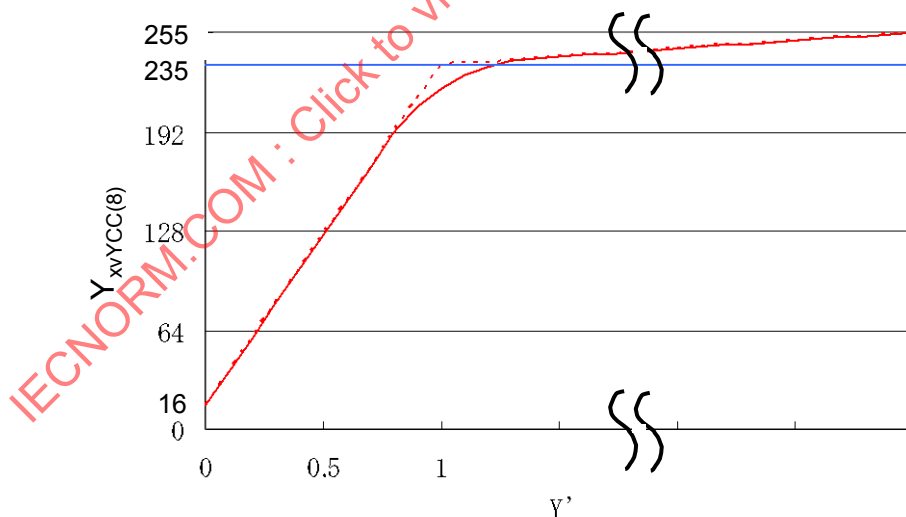
$Y'$  signal:  $-15/219$  to  $+238/219$  (or  $-0,068\ 493$  to  $+1,086\ 758$ )

$Cb', Cr'$  signal:  $-127/224$  to  $+126/224$  (or  $-0,566\ 964$  to  $+0,562\ 500$ )

For the surface colours,  $Y'$  signals shall be in the range of 0 and 1, while over-ranged values (greater than 1,0 or smaller than 0,0) in  $Cb'$  and  $Cr'$  are used for storing saturated colours.

However, if the specular components that are brighter than white exist in a captured image, there will be pixels with  $Y'$  signals greater than “1”. These components should be compressed (or clipped) into the given quantization range. An example for the specular compression method is provided in Figure A.1.

NOTE Different proprietary compression methods in either  $Y'$  components or  $R'G'B'$  components are used in practice.



**Figure A.1 – Example of the specular compression method**

## Annex B (informative)

### Default transformation from 16-bit scRGB values to xvYCC values

#### B.1 Introduction

This annex describes the default transformation from scRGB (as defined in IEC 61966-2-2) to xvYCC. Since the dynamic range of scRGB is wider than that of xvYCC, dynamic range compression (or clipping) for brighter than white colours is needed in the transformation (see Annex A for details).

#### B.2 Transformation from scRGB values to 8-bit xvYCC

The relationship between 16-bit scRGB values and linear  $R_{\text{scRGB}}, G_{\text{scRGB}}, B_{\text{scRGB}}$  values is defined as follows:

$$\begin{aligned} R_{\text{scRGB}} &= \left( R_{\text{scRGB}(16)} \div 8192,0 \right) - 0,5 \\ G_{\text{scRGB}} &= \left( G_{\text{scRGB}(16)} \div 8192,0 \right) - 0,5 \\ B_{\text{scRGB}} &= \left( B_{\text{scRGB}(16)} \div 8192,0 \right) - 0,5 \end{aligned} \quad (\text{B.1})$$

The linear  $R_{\text{scRGB}}, G_{\text{scRGB}}, B_{\text{scRGB}}$  values are then transformed to non-linear  $R', G', B'$  values as follows.

If  $R_{\text{scRGB}}, G_{\text{scRGB}}, B_{\text{scRGB}} < -0,018$

$$\begin{aligned} R' &= -1,099 \times (-R_{\text{scRGB}})^{0,45} + 0,099 \\ G' &= -1,099 \times (-G_{\text{scRGB}})^{0,45} + 0,099 \\ B' &= -1,099 \times (-B_{\text{scRGB}})^{0,45} + 0,099 \end{aligned} \quad (\text{B.2})$$

If  $-0,018 \leq R_{\text{scRGB}}, G_{\text{scRGB}}, B_{\text{scRGB}} \leq 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 4,50 \times R_{\text{scRGB}} \\ G' &= 4,50 \times G_{\text{scRGB}} \\ B' &= 4,50 \times B_{\text{scRGB}} \end{aligned} \quad (\text{B.3})$$

If  $R_{\text{scRGB}}, G_{\text{scRGB}}, B_{\text{scRGB}} > 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 1,099 \times (R_{\text{scRGB}})^{0,45} - 0,099 \\ G' &= 1,099 \times (G_{\text{scRGB}})^{0,45} - 0,099 \\ B' &= 1,099 \times (B_{\text{scRGB}})^{0,45} - 0,099 \end{aligned} \quad (\text{B.4})$$

The relationship between non-linear  $R', G', B'$  and  $xvYCC_{601}$  is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\ 0 & 0,587\ 0 & 0,114\ 0 \\ -0,168\ 7 & -0,331\ 3 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,418\ 7 & -0,081\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (B.5)$$

The relationship between non-linear  $R', G', B'$  and  $xvYCC_{709}$  is defined as follows:

$$\begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,212\ 6 & 0,715\ 2 & 0,072\ 2 \\ -0,114\ 6 & -0,385\ 4 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,454\ 2 & -0,045\ 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (B.6)$$

NOTE If the capturing device is capable of storing  $Y'$  greater than 238/219 (or 1,086 758), dynamic range compression can be performed at this stage. See Annex A for the descriptions.

and quantization for  $xvYCC$  for 24-bit encoding (8-bit/channel) is defined as:

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(8)} &= \text{round}[219 \times Y' + 16] \\ Cb_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cb' + 128] \\ Cr_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cr' + 128] \end{aligned} \quad (B.7)$$

For 24-bit encoding, the  $xvYCC$  values shall be limited to a range from 1 to 254 according to equation (22).

For  $N$ -bit/channel ( $N > 8$ ) encoding, the relationship is defined as:

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(219 \times Y' + 16) \times 2^{n-8}] \\ Cb_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cb' + 128) \times 2^{n-8}] \\ Cr_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cr' + 128) \times 2^{n-8}] \end{aligned} \quad (B.7')$$

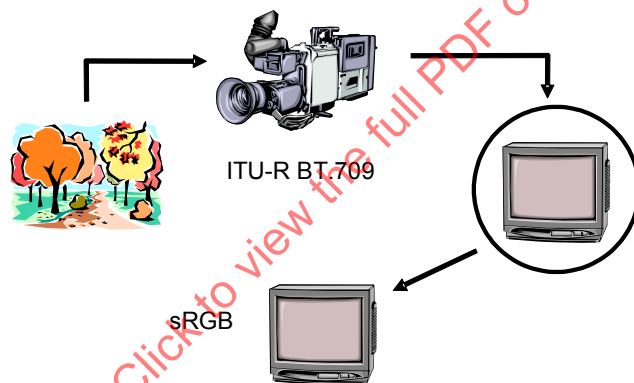
For  $N$ -bit/channel encoding, the  $xvYCC$  values shall be limited to a range from " $2^{N-8}$ " to " $254 \times 2^{N-8}$ " according to equation (23).

## Annex C (informative)

### xvYCC/ITU-R BT.709 and sYCC/sRGB compatibility

Annex B of IEC 61966-2-1 provides an explanation for the compatibility between sRGB and ITU-R BT.709. ITU-R BT.709 specifically describes the encoding of the “reference” video camera, which will produce an “excellent” image when the resulting image is viewed on a “reference” display. IEC 61966-2-1 provides a clear and well-defined “reference” display for a dim viewing environment.

Figure C.1 illustrates both the sRGB colour space and the extraction of the reference display specifications (with its viewing conditions) implicit in ITU-R BT.709. By building on this system, the sRGB colour space provides a display definition that can be used independently from ITU-R BT.709 while maintaining compatibility. The tree, first arrow, camera, second arrow and circled display represent the same concepts as in Figure C.1. The bottom display is identical to the targeted ITU display and is intended to show that sRGB is simply the targeted display of the ITU capture/display system, independent of the capture encoding space.



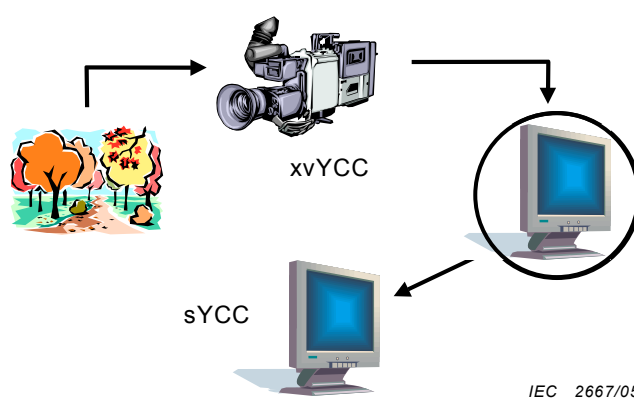
IEC 2666/05

**Figure C.1 – Relationship between ITU-R BT.709 and sRGB**

However, this system was based on the CRT displays whose RGB chromaticity is within a certain tolerance of the sRGB specification. With the emergence of novel displays based on other technologies (for example, LCDs, PDPs, etc.) that are capable of displaying wider colour gamut, the demands for extended-gamut colour space encoding increased. IEC 61966-2-1, Amendment 1, was published to answer those needs for storing and exchanging out-of-sRGB-gamut saturated colours between devices. This sYCC colour space is adopted in the Exif file format (JEITA CP-3451) and is now in widespread use in still imaging applications.

On the other hand, ITU-R BT.709 colour space is utilized for storing and exchanging in most of the video applications. Therefore, this standard is intended to provide a solution for extending the gamut of ITU-R BT.709, like sYCC colour space extended the gamut of sRGB colour space.

Figure C.2 illustrates the same flow as Figure C.1, but ITU-R BT.709 is now replaced by extended-gamut colour space: xvYCC, and sRGB is replaced by sYCC.



**Figure C.2 – Relationship between xvYCC and sYCC**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006

## Bibliography

- [1] IEC 61966-2-1:1999, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB* Amendment 1 (2003)
- [2] IEC 61966-2-2:2003, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – scRGB*
- [3] ITU-R BT.470-5:1998, *Conventional television systems*
- [4] ITU-R BT.1361:1998, *Worldwide unified colorimetry and related characteristics of future television and imaging systems*
- [5] SMPTE EG28:1993, *Annotated Glossary of Essential Terms for Electronic Production*
- [6] SMPTE RP 177:1993, *Derivation of Basic Television Color Equations (R1997)*
- [7] CIE168:2005, *Criteria for the evaluation of extended-gamut colour encodings*
- [8] JEITA CP-3451:2002, *Exchangeable image file format for digital still cameras*, Exif Version 2.2
- [9] Pointer, MR., The gamut of real surface colours, *Colour Research and Applications*, 1980, Vol.5, p.145-155
- [10] Kumada, J. and Nishizawa, T., Reproducible colour gamut of television systems, *SMPTE Journal*, 1992, Vol.101, p.559-567
- [11] Katoh, N. and Deguchi, T., Reconsideration of CRT Monitor Characteristics, *Proc. IS&T/SID Fifth Color Imaging Conference: Color Science, Systems and Applications*, 1997, p.33-40
- [12] Katoh, N., Extended colour space for capturing devices (invited paper), *Proc. 10th Congress of the International Colour Association: AIC Colour 05*, Granada, Spain, 2005. p. 647-652
- [13] Poynton, C., *Digital Video and HDTV: Algorithms and Interfaces*, Morgan Kaufman Publishers, 2002
- [14] Poynton, C. A., *A Technical Introduction to Digital Video*, John Wiley and Sons, 1996
- [15] Sproson, WN., *Colour Science in Television and Display Systems*, Adam Hilger Ltd., Bristol, 1983
- [17] Giorgianni, EG., and Madden, TE., *Digital Color Management: Encoding Solutions*, Addison Wesley, 1998
- [18] Hunt, R WG., *The Reproduction of Colour*, 5th Ed., Fountain Press, England, 1995

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006

## SOMMAIRE

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                       | 21 |
| INTRODUCTION.....                                                                                        | 23 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                            | 24 |
| 2 Références normatives .....                                                                            | 24 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                            | 24 |
| 4 Paramètres colorimétriques et caractéristiques associées .....                                         | 25 |
| 4.1 Couleurs primaires et blanc de référence .....                                                       | 25 |
| 4.2 Caractéristiques de transfert optoélectronique.....                                                  | 25 |
| 4.3 Méthodes de codage YCC (luma-chroma-chroma).....                                                     | 26 |
| 4.4 Méthodes de quantification numérique .....                                                           | 26 |
| 5 Transformations des codages.....                                                                       | 27 |
| 5.1 Introduction .....                                                                                   | 27 |
| 5.2 Transformation des valeurs xvYCC en valeurs CIE 1931 XYZ .....                                       | 27 |
| 5.3 Transformation des valeurs CIE 1931 XYZ en valeurs xvYCC .....                                       | 29 |
| Annexe A (informative) Compression des composantes spéculaires des signaux Y' .....                      | 31 |
| Annexe B (informative) Transformation par défaut des valeurs scRVB sur 16 bits en<br>valeur xvYCC.....   | 32 |
| Annexe C (informative) Compatibilité entre xvYCC/UIT-R BT.709 et sYCC/sRVB .....                         | 34 |
| Bibliographie.....                                                                                       | 36 |
| Figure A.1 – Exemple de méthode de compression spéculaire .....                                          | 31 |
| Figure C.1 – Relation entre l'UIT-R BT.709 et le sRVB .....                                              | 34 |
| Figure C.2 – Relation entre xvYCC et sYCC .....                                                          | 35 |
| Tableau 1 – Chromaticités CIE pour les couleurs primaires de référence et le blanc de<br>référence ..... | 25 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA –  
MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –****Partie 2-4: Gestion de la couleur –  
Extension de gamme de l'espace chromatique YCC  
pour applications vidéo – xvYCC**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61966-2-4 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

La présente version bilingue (2013-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2006-01.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/967/CDV et 100/1026/RVC.

Le rapport de vote 100/1026/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 61966 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général: *Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur*:

Partie 2-1: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB par défaut – sRVB

Partie 2-2: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB étendu – scRVB

Partie 2-4: Gestion de la couleur – Extension de gamme de l'espace chromatique YCC pour applications vidéo – xvYCC

Partie 2-5: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB optionnel – opRVB (à l'étude)

Partie 3: Appareils utilisant des tubes cathodiques

Partie 4: Appareils utilisant des afficheurs à cristaux liquides

Partie 5: Appareils utilisant des afficheurs à plasma

Partie 6: Ecrans de projection frontale

Partie 7-1: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées RVB

Partie 7-2: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées CMYK (sujet de travail proposé)

Partie 8: Scanner couleur multimédia

Partie 9: Appareils numériques de prise de vue

Partie 10: Assurance de la qualité (sujet de travail proposé)

Partie 11: Assurance de la qualité – Vidéo dégradée dans les systèmes de réseau (sujet de travail proposé)

Le comité a décidé que le contenu de cette publication restera inchangé jusqu'à la date des résultats de maintenance indiquée sur le site Web de la CEI, "<http://webstore.iec.ch>", pour les données concernant la publication spécifique. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de novembre 2006 a été inclus dans ce document.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

À la suite de la publication de la CEI 61966-2-1, Amendement 1, le codage de couleur sYCC a été utilisé pour la prise de vue, la mémorisation et l'impression de la gamme de couleurs étendue pour les applications d'images fixes. Les utilisateurs en retirent un avantage agréable par l'échange et la reproduction d'images en couleur d'une large gamme.

Divers types de dispositifs d'affichage capables de produire une gamme de couleurs plus large que les dispositifs d'affichage classiques à TRC sont apparus récemment. Cependant, la majeure partie du contenu vidéo actuel affiché sur les dispositifs d'affichage classiques sont restitués pour la gamme sRGB. Les utilisateurs de dispositifs d'affichage à large gamme peuvent profiter d'images en couleur à large gamme grâce à un codage vidéo couleur prenant en charge une gamme de couleurs plus large.

La présente norme définit «l'extension de gamme de l'espace chromatique YCC pour applications vidéo». Elle est fondée sur la mise en œuvre actuelle du codage de couleurs YCC qui est utilisé dans l'industrie de la vidéo (à savoir, l'UIT-R B.T.709-5) et étend sa définition à la gamme de plage de couleurs plus large.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006

## **SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA – MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –**

### **Partie 2-4: Gestion de la couleur – Extension de gamme de l'espace chromatique YCC pour applications vidéo – xvYCC**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 61966 est applicable au codage et à la communication des couleurs YCC utilisées dans des systèmes vidéo et applications analogues en définissant les transformations de codage utilisées dans des conditions de capture définies. Si les conditions réelles diffèrent des conditions de référence, les transformations de rendu complémentaires peuvent être nécessaires. De telles transformations de rendu complémentaires se situent au delà du domaine d'application de cette norme.

#### **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-845:1987, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Eclairage*

Recommandation UIT-R BT.601-5 1995, *Paramètres de codage en studio de la télévision numérique pour des formats standards d'image 4:3 (normalisé) et 16:9 (écran panoramique)*

Recommandation UIT-R BT.709-5:2002, *Valeurs des paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international des programmes*

#### **3 Termes et définitions**

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions qui suivent, ainsi que ceux qui concernent l'éclairage, la luminance, les composantes trichromatiques et autres termes relatifs à l'éclairage donnés dans la CEI 60050-845, s'appliquent.

##### **3.1**

##### **codage de couleur en référence à la scène**

représentation des coordonnées estimées dans l'espace chromatique des éléments d'une scène originale, où une scène est définie par la radiance spectrale relative

##### **3.2**

##### **codage de couleur en référence à la sortie**

représentation des coordonnées estimées dans l'espace chromatique de données d'images appropriées pour un dispositif de sortie spécifié et des conditions de vision spécifiées

##### **3.3**

##### **gamme étendue**

gamme de couleurs se prolongeant en dehors de l'affichage sur TRC normalisé sRGB défini dans la CEI 61966-2-1

### 3.4

#### **luma**

signal de luminance défini par la SMPTE/EG28:1993

NOTE 1 Pour éviter une confusion en domaines résultant de deux définitions distinctes de la luminance, on a proposé que les documents relatifs à la vidéo utilisent le terme «luma» pour «luminance, télévision» (c'est-à-dire, le signal de luminance).

NOTE 2 Les systèmes vidéo effectuent une approximation de la réponse de clarté de la vision en calculant une composante luma Y' sous la forme d'une somme pondérée de composantes primaires R'V'B' non linéaires (ou à gamma corrigé). La luma est souvent appelée improprement luminance.

## 4 Paramètres colorimétriques et caractéristiques associées

Cet article définit les paramètres colorimétriques et les caractéristiques associées des dispositifs de capture de référence.

### 4.1 Couleurs primaires et blanc de référence

Les chromaticités CIE pour les couleurs primaires de référence rouge, verte et bleue, et pour l'illuminant normalisé CIE D65 du blanc de référence, sont données au Tableau 1. Les valeurs de ces primaires et du point blanc sont identiques à celles de l'UIT-R BT.709-5.

**Tableau 1 – Chromaticités CIE pour les couleurs primaires de référence et le blanc de référence**

|     | Rouge   | Vert    | Bleu    | Blanc/D65 |
|-----|---------|---------|---------|-----------|
| $x$ | 0,640 0 | 0,300 0 | 0,150 0 | 0,312 7   |
| $y$ | 0,330 0 | 0,600 0 | 0,060 0 | 0,329 0   |
| $z$ | 0,030 0 | 0,100 0 | 0,790 0 | 0,358 3   |

### 4.2 Caractéristiques de transfert optoélectronique

Les caractéristiques de transfert optoélectronique sont définies comme suit.

Si  $R, G, B \leq -0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= -1,099 \times (-R)^{0,45} + 0,099 \\ G' &= -1,099 \times (-G)^{0,45} + 0,099 \\ B' &= -1,099 \times (-B)^{0,45} + 0,099 \end{aligned} \quad (1)$$

Si  $-0,018 < R, G, B < 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 4,50 \times R \\ G' &= 4,50 \times G \\ B' &= 4,50 \times B \end{aligned} \quad (2)$$

Si  $R, G, B \geq 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 1,099 \times (R)^{0,45} - 0,099 \\ G' &= 1,099 \times (G)^{0,45} - 0,099 \\ B' &= 1,099 \times (B)^{0,45} - 0,099 \end{aligned} \quad (3)$$

où  $R, G, B$  est une tension normalisée par le niveau de blanc de référence et proportionnelle à l'intensité de lumière implicite qui serait détectée par une voie couleur d'une caméra de référence;  $R', G', B'$  est le signal primaire non linéaire résultant.

#### 4.3 Méthodes de codage YCC (luma-chroma-chroma)

Les équations de codage du signal primaire RVB (rouge-vert-bleu):  $R', G', B'$  au signal YCC (luma-chroma-chroma):  $Y', Cb', Cr'$  sont définies par les deux méthodes suivantes. Il est important de suivre l'un des codages dans l'application spécifiée.

xvYCC<sub>601</sub>, qui est principalement mis en œuvre dans les applications SDTV (télévision de définition normalisée) définies dans l'UIT-R BT.601-5, est défini comme suit:

$$\begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\ 0 & 0,587\ 0 & 0,114\ 0 \\ -0,168\ 7 & -0,331\ 3 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,418\ 7 & -0,081\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (4)$$

NOTE Les coefficients de l'équation (4) proviennent de l'UIT-R BT.601-5, qui définit  $Y'$  de YCC avec une exactitude de trois décimales. Une décimal supplémentaire est définie ci-dessus comme étant cohérente avec les autres coefficients de la matrice définie dans cette norme.

xvYCC<sub>709</sub>, qui est principalement mis en œuvre dans les applications SDTV (télévision haute définition) définies dans l'UIT-R BT.601-5, est défini comme suit:

$$\begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,212\ 6 & 0,715\ 2 & 0,072\ 2 \\ -0,114\ 6 & -0,385\ 4 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,454\ 2 & -0,045\ 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (5)$$

#### 4.4 Méthodes de quantification numérique

La quantification du signal YCC (luma-chroma-chroma):  $Y', Cb', Cr'$  est définie comme suit.

Pour une représentation sur 8 bits:

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(8)} &= \text{round}[219 \times Y' + 16] \\ Cb_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cb' + 128] \\ Cr_{xvYCC(8)} &= \text{round}[224 \times Cr' + 128] \end{aligned} \quad (6)$$

Pour une représentation sur  $n$  bits ( $n > 8$ ):

$$\begin{aligned} Y_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(219 \times Y' + 16) \times 2^{n-8}] \\ Cb_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cb' + 128) \times 2^{n-8}] \\ Cr_{xvYCC(N)} &= \text{round}[(224 \times Cr' + 128) \times 2^{n-8}] \end{aligned} \quad (7)$$

NOTE Les niveaux de bits «de 0 à  $2^{N-8}-1$ » et de « $255 \times 2^{N-8}$  à  $2^N-1$ » (0 et 255, dans le cas d'un codage sur 8 bits) sont utilisés exclusivement pour la synchronisation et ne sont pas autorisés pour mémoriser des valeurs de couleur. Les niveaux de « $2^{N-8}$  à « $255 \times 2^{N-8}-1$ » (de 1 à 254, dans le cas d'un codage sur 8 bits) sont disponibles.

## 5 Transformations des codages

### 5.1 Introduction

Les transformations de codage entre les valeurs xvYCC et les valeurs CIE 1931 XYZ fournissent des méthodes claires pour la représentation de la colorimétrie de l'image optimale de la scène capturée. La colorimétrie des scènes est définie comme relative aux objets blancs, en supposant que l'exposition est convenablement contrôlée. Il convient de noter qu'une compression de plage dynamique est nécessaire lors de la mémorisation des images d'une plage dynamique large (voir les descriptions à l'Annexe A). De plus, si l'état du dispositif de capture s'écarte de la condition idéale définie à l'Article 4, des opérations telles que la compensation de couleur, la correction de couleur et un certain degré de restitution de couleur peuvent être effectuées. Cependant, les méthodes concernant ces opérations ne font pas partie du domaine d'application de la présente norme.

### 5.2 Transformation des valeurs xvYCC en valeurs CIE 1931 XYZ

Pour un codage sur 24 bits (8 bits par voie), la relation entre les valeurs sur 8 bits et  $Y', Cb', Cr'$  est définie par:

$$\begin{aligned} Y' &= (Y_{xvYCC(8)} - 16) / 219 \\ Cb' &= (Cb_{xvYCC(8)} - 128) / 224 \\ Cr' &= (Cr_{xvYCC(8)} - 128) / 224 \end{aligned} \quad (8)$$

Pour un codage de  $N$  bits/voie ( $N > 8$ ) la relation entre les valeurs de  $N$  bits et  $Y', Cb', Cr'$  est définie par:

$$\begin{aligned} Y' &= \left( \frac{Y_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 16 \right) / 219 \\ Cb' &= \left( \frac{Cb_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 128 \right) / 224 \\ Cr' &= \left( \frac{Cr_{xvYCC(N)}}{2^{N-8}} - 128 \right) / 224 \end{aligned} \quad (9)$$

Pour un codage xvYCC<sub>601</sub>, les valeurs non linéaires  $Y', Cb', Cr'$  sont transformées en valeurs non linéaires  $R', G', B'$  comme suit:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,000 & 0 & 0,000 & 0 & 1,402 & 0 \\ 1,000 & 0 & -0,344 & 1 & -0,714 & 1 \\ 1,000 & 0 & 1,772 & 0 & 0,000 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} \quad (10)$$

NOTE La plage possible pour  $R'G'B'_{(601)}$  non linéaires calculée par exemple d'après l'équation (10) sera comprise entre -1,0732 et 2,0835.

Pour un codage xvYCC<sub>709</sub>, les valeurs non linéaires  $Y', Cb', Cr'$  sont transformées en valeurs non linéaires  $R', G', B'$  comme suit:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,000 & 0 & 0,000 & 0 & 1,574 & 8 \\ 1,000 & 0 & -0,187 & 3 & -0,468 & 1 \\ 1,000 & 0 & 1,855 & 6 & 0,000 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} \quad (11)$$

NOTE La plage possible pour  $R'G'B'_{(709)}$  non linéaire calculée par exemple d'après l'équation (11) sera comprise entre -1,1206 et 2,1305.

Les valeurs non linéaires  $R', G', B'$  sont ensuite transformées en valeurs linéaires  $R, G, B$  comme suit.

Si  $R', G', B' \leq -0,081$

$$\begin{aligned} R &= -\left(\frac{R' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ G &= -\left(\frac{G' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ B &= -\left(\frac{B' - 0,099}{-1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \end{aligned} \quad (12)$$

Si  $-0,081 < R', G', B' < 0,081$

$$\begin{aligned} R &= R'/4,50 \\ G &= G'/4,50 \\ B &= B'/4,50 \end{aligned} \quad (13)$$

Si  $R', G', B' \geq 0,081$

$$\begin{aligned} R &= \left(\frac{R' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ G &= \left(\frac{G' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \\ B &= \left(\frac{B' + 0,099}{1,099}\right)^{\frac{1}{0,45}} \end{aligned} \quad (14)$$

Les valeurs linéaires  $R, G, B$  sont transformées en valeur CIE 1931 XYZ comme suit:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,412\,4 & 0,357\,6 & 0,180\,5 \\ 0,212\,6 & 0,715\,2 & 0,072\,2 \\ 0,019\,3 & 0,119\,2 & 0,950\,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (15)$$

NOTE Lorsque le dispositif de capture effectuera une compression de plage dynamique des composantes plus lumineuses que le blanc (par exemple, spéculaires), les couleurs compressées seront affichées dans la plage supérieure du dispositif d'affichage de «référence» comme décrit à l'Annexe C. Dans ce cas, les composantes trichromatiques XYZ des composantes compressées représentent la colorimétrie de la scène restituée et non la colorimétrie de la scène originale.

### 5.3 Transformation des valeurs CIE 1931 XYZ en valeurs xvYCC

Les valeurs CIE 1931 XYZ peuvent être transformées en valeur  $R, G, B$  linéaires comme suit:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,241\,0 & -1,537\,4 & -0,498\,6 \\ -0,969\,2 & 1,876\,0 & 0,041\,6 \\ 0,055\,6 & -0,204\,0 & 1,057\,0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (16)$$

Dans le processus de codage xvYCC, les composantes trichromatiques RVB négative et les composantes trichromatiques RVB supérieures à 1,0 sont conservées.

Les valeurs linéaires sont ensuite transformées en valeur non linéaires  $R, G, B$  comme suit.

Si  $R, G, B \leq -0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= -1,099 \times (-R)^{0,45} + 0,099 \\ G' &= -1,099 \times (-G)^{0,45} + 0,099 \\ B' &= -1,099 \times (-B)^{0,45} + 0,099 \end{aligned} \quad (17)$$

Si  $-0,018 < R, G, B < 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 4,50 \times R \\ G' &= 4,50 \times G \\ B' &= 4,50 \times B \end{aligned} \quad (18)$$

Si  $R, G, B \geq 0,018$ ,

$$\begin{aligned} R' &= 1,099 \times (R)^{0,45} - 0,099 \\ G' &= 1,099 \times (G)^{0,45} - 0,099 \\ B' &= 1,099 \times (B)^{0,45} - 0,099 \end{aligned} \quad (19)$$

La relation entre  $R', G', B'$  non linéaire et xvYCC<sub>601</sub> est définie comme suit:

$$\begin{bmatrix} Y'_{601} \\ Cb'_{601} \\ Cr'_{601} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\,0 & 0,587\,0 & 0,114\,0 \\ -0,168\,7 & -0,331\,3 & 0,500\,0 \\ 0,500\,0 & -0,418\,7 & -0,081\,3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (20)$$

La relation entre  $R', G', B'$  non linéaire et xvYCC<sub>709</sub> est définie comme suit:

$$\begin{bmatrix} Y'_{709} \\ Cb'_{709} \\ Cr'_{709} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,212\,6 & 0,715\,2 & 0,072\,2 \\ -0,114\,6 & -0,385\,4 & 0,500\,0 \\ 0,500\,0 & -0,454\,2 & -0,045\,8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (21)$$

NOTE Si le dispositif de capture est capable de mémoriser  $Y'$  supérieur à 238/219 (ou 1,086 758), la compression de plage dynamique peut être effectuée à cette étape. Se référer à l'Annexe A pour les descriptions.

et la quantification pour xvYCC pour un codage sur 24 bits (8 bits/voie) est définie par:

$$\begin{aligned} Y_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[219 \times Y' + 16] \\ Cb_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[224 \times Cb' + 128] \\ Cr_{\text{xvYCC}(8)} &= \text{round}[224 \times Cr' + 128] \end{aligned} \quad (22)$$

Pour un codage sur 24 bits, les valeurs xvYCC doivent être limitées à une plage de 1 à 254 conformément à l'équation (22).

Pour un codage de  $N$  bits/voie ( $N > 8$ ) la relation est définie par:

$$\begin{aligned} Y_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(219 \times Y' + 16) \times 2^{n-8}] \\ Cb_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(224 \times Cb' + 128) \times 2^{n-8}] \\ Cr_{\text{xvYCC}(N)} &= \text{round}[(224 \times Cr' + 128) \times 2^{n-8}] \end{aligned} \quad (23)$$

Pour un codage de  $N$  bits/voie, les valeurs xvYCC doivent être limitées à une plage de « $2^{N-8}$ » à « $254 \times 2^{N-8}$ » conformément à l'équation (23).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-2-4:2006