

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 6: Front projection displays**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 6: Ecrans de projection frontale**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 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
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

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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

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

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: 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

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

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

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

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 6: Front projection displays**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 6: Ecrans de projection frontale**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 17.180.20; 33.160.60

ISBN 978-2-83220-609-6

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Letters and symbols	8
5 Conditions	9
5.1 Environmental conditions	9
5.2 Conditions for measurements	9
5.3 Input digital data	11
6 Measurement equipment	11
6.1 Spectroradiometer.....	11
6.2 Colorimeter	12
7 Spectral characteristics and intensity of the primaries and white.....	12
7.1 Characteristics to be measured	12
7.2 Measurement conditions.....	12
7.3 Method of measurement.....	13
7.4 Presentation of results	13
8 Basic colorimetric characteristics.....	14
8.1 Characteristics to be measured	14
8.2 Method of measurement.....	14
8.3 Presentation of results	15
9 Tone characteristics	15
9.1 Characteristics to be measured	15
9.2 Measurement conditions.....	15
9.3 Method of measurement.....	15
9.4 Presentation of results	16
10 Other characteristics	19
10.1 Inter-channel dependency	19
10.1.1 Characteristics to be measured	19
10.1.2 Measurement conditions.....	19
10.1.3 Method of measurement.....	19
10.1.4 Presentation of results.....	22
10.2 Spatial non-uniformity.....	23
10.2.1 Characteristics to be measured	23
10.2.2 Measurement conditions.....	23
10.2.3 Method of measurement.....	23
10.2.4 Presentation of results.....	27
Bibliography.....	30
Figure 1 – Equipment arrangement for measurements (side view)	10
Figure 2 – Size of colour patch	10
Figure 3 – Example of the spectral radiance distributions $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$	13

Figure 4 – Measured points and interpolated curves	16
Figure 5 – Measurement points for spatial non-uniformity (25 points).....	23
Figure 6 – Measurement points for spatial non-uniformity (9points).....	25
Figure 7 – Measurement points for spatial non-uniformity (13 points).....	26
Table 1 – Input data for peak primaries and peak white	13
Table 2 – Example of reporting form for colours in maximum excitations.....	14
Table 3 – Example of reporting form	15
Table 4 – Example set of basic normalized data for tone characteristics	18
Table 5 – Digital driving levels to generate colour patches for measurement of interchannel dependency	20
Table 6 – Example of normalized tristimulus values (matrix A)	22
Table 7 – Example of reporting form	28
Table 8 – Example of reporting form	28
Table 9 – Example of reporting form	29

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-6:2005

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT –
COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –****Part 6: Front projection displays**

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 61966-6 has been prepared by technical area 2: Colour measurement and management, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This bilingual version (2013-03) corresponds to the monolingual English version, published in 2005-03.

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

CDV	Report on voting
100/835/CDV	100/915/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 1: General

Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB

Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – scRGB

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 (under consideration)

Part 8: Multimedia colour scanners

Part 9: Digital cameras

Part 10: Quality assessment - Colour image in network systems (under consideration)

Part 11: Quality assessment - Impaired video in network systems (under consideration)

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.

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

The IEC 61966 series of standards defines methods and parameters for colour measurements and colour management for use in multimedia systems and equipment, applicable to colour production and reproduction. Part 6 deals with front projection displays.

The methods of measurement standardized in this part are designed to make possible the objective characterization of colour reproduction of front projection displays which accept red-green-blue analogue and/or digital signals from electrical input terminals and output light corresponding to the intended colour. The measured results are intended to be used for the purpose of equipment-specific colour control in order to attain colour management in open multimedia systems and should generally be adequate for this purpose. However, in some cases, it may be necessary to consider additional factors not addressed in this part of IEC 61966, such as the actual environment in which the front projection display will be used, to achieve the desired colour reproduction.

Readers of this standard are also encouraged to review IEC 61947-1 and IEC 61947-2, which apply to the measurement and documentation of key performance criteria for multimedia projectors.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-6:2005

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 6: Front projection displays

1 Scope

This part of IEC 61966 defines input test signals, measurement conditions, methods of measurement and reporting of the measured data, to be used for colour characterization and colour management of front projection displays in multimedia systems.

Colour control within equipment is outside the scope of this part. It does not specify limiting values for various parameters.

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) – Chapter 845: Lighting*/CIE 17.4: 1987, *International Lighting Vocabulary* (Joint IEC/CIE publication)

IEC 61947 (all parts), *Electronic projection – Measurement and documentation of key performance criteria*

ISO/CIE 10527:1991, *CIE standard colorimetric observers*

CIE 15.2:1986, *Colorimetry*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-845 and CIE 17.4, as well as the following, apply.

3.1

background

data corresponding to an image surrounding the target colour patch to be measured

3.2

colour control

effort to convert equipment-dependent colour image data to equipment-independent data for a specific colour space including tone characteristics

3.3

colour patch, test area

square colour image on a virtual screen of the front projection display subject to be measured for colour reproduction, in which input data for the red, green and blue channels are kept constant within the image area

3.4

CRT

colorimetrically well-controlled equipment using cathode ray tubes to present colour images with digital inputs for reference

3.5

effective screen height

vertical dimension of the effective screen area

3.6

effective screen area

area where a picture can be produced

3.7

normalized (image) signal

input signal normalized by its full-scale value, whose level is of interest in calculation and evaluation of colour control function within front projection display (see also equation (1) in 5.3)

3.8

uncertainty (of measurement)

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the particular quantity subject to measurement (see also the IEC Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1995)

3.9

virtual screen

perfect reflecting diffuser-to-image input data

4 Letters and symbols

The notations consistently adopted in this part of IEC 61966 are summarized below.

A	display area ratio
N	number of bits in digital data for each channel
M	maximum integer for non-negative N -bits system; $M = 2^N - 1$
D_R	digital data applied for red channel
D_G	digital data applied for green channel
D_B	digital data applied for blue channel
R	normalized input level to red channel
G	normalized input level to green channel
B	normalized input level to blue channel
X	one of measured raw data using spectroradiometers and colorimeters corresponding to tristimulus values
Y	one of measured raw data using spectroradiometers and colorimeters corresponding to tristimulus values in candela per square metre
Z	one of measured raw data using spectroradiometers and colorimeters corresponding to tristimulus values
R'	linearized data for red channel taking into account the tone characteristics of the channel

- G' linearized data for green channel taking into account the tone characteristics of the channel
- B' linearized data for blue channel taking into account the tone characteristics of the channel
- X' one of the tristimulus values normalized by Y_n (candela per square metre) for peak white
- Y' one of the tristimulus values normalized by Y_n (candela per square metre) for peak white
- Z' one of the tristimulus values normalized by Y_n (candela per square metre) for peak white

5 Conditions

5.1 Environmental conditions

All measurements specified in this document shall be carried out in a dark room. Particular attention should be paid to prevent reflected illumination caused by the ambient objects (desktop, wall, etc.) and direct illumination from light-emitting indicators of measuring instruments.

An hour warm-up time should precede this measurement, if not specified by the manufacturer of the equipment.

The mains voltage and frequency shall be at the rated value specified by the manufacturer. If the mains voltage fluctuates, a regulated power supply shall be used to maintain the supply voltage to within ± 5 % of the rated value.

Other environmental conditions such as room temperature and relative humidity shall be reported together with the results of measurements.

If additional environmental conditions are described in the manufacturer's specifications, these should be taken into account.

5.2 Conditions for measurements

Contrast, brightness and additional adjustments shall be set to the preset positions specified by the manufacturer. If the adjustment is set to another position than the preset, the position or corresponding value shall be reported with the results of measurements.

Geometrical adjustment shall be set to default position.

The arrangement of equipment for measurements shall be as shown in Figure 1. It incorporates a spectroradiometer or a non-contact colorimeter, depending on the characteristics to be measured.

The diagonal image size on the screen shall be set to the preset size specified by the manufacturer. If no size is specified, it shall be set to 102 cm.

The height of front projection display (H) and the distance between the screen and the head of the front projection display (L) shall be set to the preset positions specified by the manufacturer. They depend on the screen size.

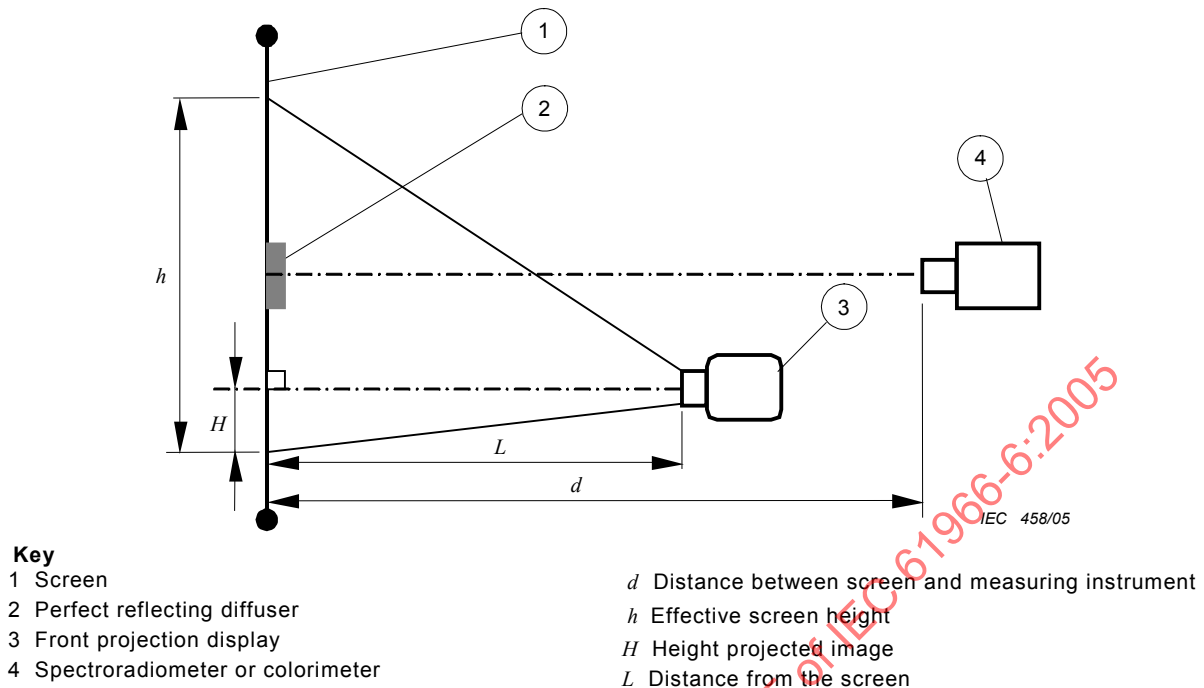


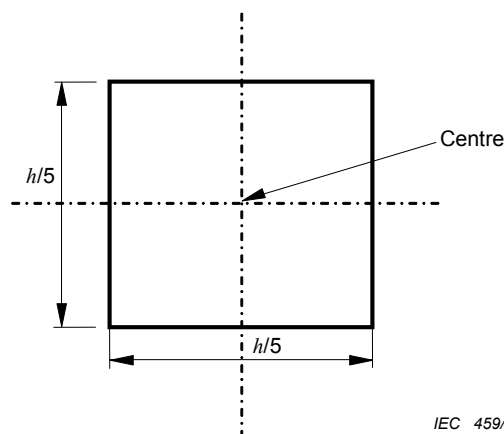
Figure 1 – Equipment arrangement for measurements (side view)

The instrument optical axis should be perpendicular to the screen. If another measurement angle is recommended by the manufacturer, it shall be reported together with the results of measurements. The distance d shall be $4h < d < 5,5h$.

A perfect reflecting diffuser shall be set on the centre of effective screen area.

The measured light shall be that reflected by a perfect reflecting diffuser.

Test signals applied to the red, green, and blue channels shall result in a colour patch of the size shown in Figure 2 on the screen. The positioning of the colour patch shall be referred to by the centre as in Figure 2. The background shall be black ($D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$), unless otherwise specified.



NOTE In the case where the appropriate relationship is confirmed, it is acceptable to measure luminous intensity direct instead of using the perfect reflecting diffuser.

Figure 2 – Size of colour patch

5.3 Input digital data

The relationship between the input digital data, D_R , D_G , D_B of N bits per channel and corresponding normalized signal levels R , G , B for calculations shall be

$$\left. \begin{aligned} R_i &= \frac{D_{R_i}}{2^N - 1} \\ G_i &= \frac{D_{G_i}}{2^N - 1} \\ B_i &= \frac{D_{B_i}}{2^N - 1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

where the index i denotes the i th measurement step.

NOTE When the input signal is applicable in analogue voltage, the signal level normalized by the maximum input voltage should correspond to the signal level for each step defined in equation (1).

6 Measurement equipment

6.1 Spectroradiometer

A spectroradiometer with the following specification should be used for measurements.

- | | |
|---------------------------|---|
| a) Wavelength range | at least 380 nm to 780 nm |
| b) Field of view | between 0,1° and 2,0° |
| c) Wavelength uncertainty | less than 0,5 nm at wavelengths specified by the manufacturer of the instrument |
| d) Scanning interval | 5 nm or less |
| e) Bandpass | 5 nm or less |
| f) Repeatability | 0,001 in x , y and 0,5 % in luminance (in candela per square metre) for the light source specified by the manufacturer of instrument |
| g) Uncertainty | 0,005 in x , y for red, green, blue and white of a standard CRT display and 4 % in luminance (in candela per square meter) for white of the CRT display that has a definite x , y and luminance value |
| h) Polarization error | within 5 % |

The (x, y) is the CIE 1931 chromaticity coordinate defined in CIE 15.2.

NOTE 1 Periodic calibration should be carried out with a standard source of known spectral power distribution.

NOTE 2 Further technical details of the design, characterization, and calibration of spectroradiometers can be found in CIE 63 [17] and JIS Z 8724 [7].¹

NOTE 3 The standard CRT display is referred to because no standard projection display exists. When it is available, the standard CRT should be replaced by the projection display.

If the spectroradiometer used for measurements does not meet the above specifications, the name of the model and the specification of the equipment shall be reported, together with the results of measurements.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

6.2 Colorimeter

The colorimeter in Figure 1 should have the following specifications.

- | | |
|--------------------------|--|
| a) Field of view | Any value between 0,1° and 2,0° |
| b) Spectral responsivity | conforming to the CIE 2° colour-matching function as defined in ISO/CIE 10527 |
| c) Repeatability | 0,002 in x , y and 0,5 % for luminance for a light source specified by the manufacturer of the instrument |
| d) Uncertainty | 0,005 in x , y for red, green, blue and white of the CRT display and 4 % in luminance (in candela per square meter) for white of the CRT display that has a definite x , y and luminance value |

The (x , y) is the CIE 1931 chromaticity coordinate defined in CIE 15.2.

NOTE 1 If the original uncertainty of the colorimeter does not meet this recommendation, correction methods are available to improve the accuracy for the CRT display measurement. (See [4] and [11].)

NOTE 2 The instrument should be calibrated periodically to assure the uncertainty recommendation given in d) above.

NOTE 3 The standard CRT display is referred to because no standard projection display exists. When it is available, the standard CRT should be replaced by the projection display.

The readings of the colorimeter, X , Y (in candela per square meter), and Z shall be normalized by the luminance level of a peak neutral colour (white), Y_n (in candela per square metre), as follows:

$$\left. \begin{aligned} X' &= \frac{X}{Y_n} \\ Y' &= \frac{Y}{Y_n} \\ Z' &= \frac{Z}{Y_n} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

If the colorimeter used for measurements does not meet the above specifications, the name of the model and the specification of the equipment shall be reported, together with the results of measurements.

7 Spectral characteristics and intensity of the primaries and white

7.1 Characteristics to be measured

Spectral radiance distributions and corresponding tristimulus values for the peak of three primaries, red-green-blue, and white.

7.2 Measurement conditions

- The arrangement of equipment shall be as in Figure 1 with the spectroradiometer.
- The colour signal shall be so generated that the colour patch is positioned at the centre of the screen under measurement.
- Digital data for the background shall be $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$.

7.3 Method of measurement

- a) The centred colour patches shall be generated following the measurement steps as shown in Table 1, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits.

Table 1 – Input data for peak primaries and peak white

Steps	Colours	D_R	D_G	D_B
1	Peak red	M	0	0
2	Peak green	0	M	0
3	Peak blue	0	0	M
4	Peak white	M	M	M

- b) Spectral radiance distributions $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda), w(\lambda)$ for peak red, green, blue and white images on the screen shall be measured successively by the spectroradiometer.
- c) Readings of the spectroradiometer with an emulation function of colorimeters $X_{C'}$, $Y_{C'}$, $Z_{C'}$ shall also be noted, where the suffix C corresponds to R, G, B for primary colours and to W for the peak white, respectively.

7.4 Presentation of results

- a) The measured data for spectral radiance distributions shall be reported for the peak colours red, green, blue, and white.
- b) The spectral radiance distributions $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$ shall be plotted for the peak colours red, green, and blue, respectively, as illustrated in Figure 3.
- c) The readings of the spectroradiometer $X_{C'}$, $Y_{C'}$, $Z_{C'}$ for peak red, green, blue and white shall be reported as a table as shown in Table 2.

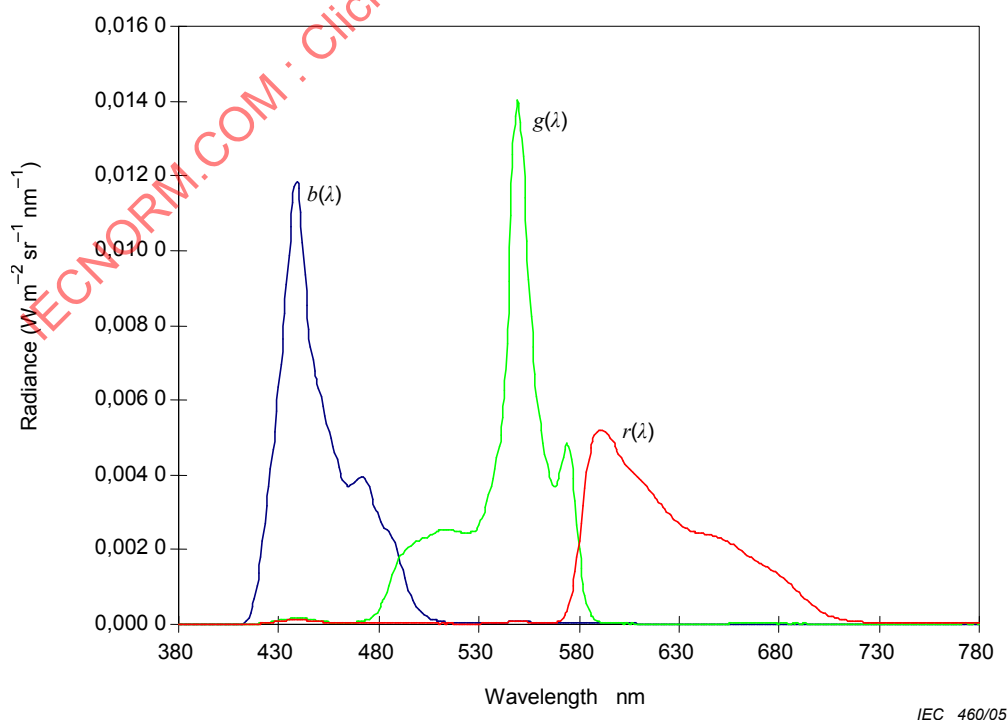


Figure 3 – An example of the spectral radiance distributions $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$

Table 2 – Example of reporting form for colours in maximum excitations

Steps	Colours	X	Y (cd/m ²)	Z
1	Peak red	159,20	95,07	4,58
2	Peak green	113,60	243,30	23,59
3	Peak blue	71,82	16,84	378,60
4	Peak white	509,60	548,60	647,60

8 Basic colorimetric characteristics

8.1 Characteristics to be measured

Linear relation between maximum input excitation and the tristimulus values of light output.

8.2 Method of measurement

- a) The reported results of measurement in 7.4 shall be used to obtain tristimulus values to characterize the three primaries, red-green-blue, and white. The luminance in cd/m² shall be normalized as follows for red, green, blue and white replacing the suffix C by R, G, B, W:

$$\left. \begin{aligned} X'_C &= \frac{X_C}{Y_n} \\ Y'_C &= \frac{Y_C}{Y_n} \\ Z'_C &= \frac{Z_C}{Y_n} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

where the normalization factor Y_n is the measured luminance value for peak white Y_w which is reported in Table 2.

- b) The CIE 1931 xy chromaticity coordinate values, x_C , y_C shall be calculated for primary colours and for white as defined in CIE 15.2, where the suffix C corresponds to R, G, B for primary colours, and W for white, respectively.

$$\left. \begin{aligned} x_C &= \frac{X'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ y_C &= \frac{Y'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ z_C &= 1 - x_C - y_C \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

- c) The elements of a 3×3 matrix, S , defined as

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad (5)$$

shall be decided as in

$$S = \begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R & 0 & 0 \\ 0 & S_G & 0 \\ 0 & 0 & S_B \end{pmatrix} \quad (6)$$

where S_R , S_G , S_B are solutions of equation (7);

$$\begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R \\ S_G \\ S_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{pmatrix} \quad (7)$$

8.3 Presentation of results

- a) The tristimulus values multiplied by 100 and the CIE 1931 xy chromaticity coordinates values shall be reported as a table, as shown in Table 3.

Table 3 – Example of reporting form

Colours	Tristimulus values			Chromaticity coordinates	
	X'	Y'	Z'	x	y
Peak red	29,02	17,33	0,84	0,615	0,367
Peak green	20,71	44,35	4,30	0,299	0,639
Peak blue	13,09	3,07	69,01	0,154	0,036
Peak white	92,89	100,00	118,05	0,299	0,321

NOTE CIE 1976 UCS coordinate values, u' , v' and CIELAB values, L^* , a^* , b^* may additionally be reported.

- b) The coefficient matrix shall be reported as shown.

$$S = \begin{pmatrix} 0,383 & 1 & 0,337 & 3 & 0,208 & 6 \\ 0,228 & 8 & 0,722 & 3 & 0,048 & 9 \\ 0,011 & 0 & 0,070 & 0 & 1,099 & 4 \end{pmatrix} \quad (8)$$

- c) The correlated colour temperature T_{CP} defined in 5.5 of CIE 15.2, for peak white shall also be calculated and reported in Kelvins, together with the deviation Δ_{uv} .

NOTE For the actual procedure to calculate correlated colour temperatures, refer to [16].

9 Tone characteristics

9.1 Characteristics to be measured

Non-linear transfer relationship between the normalized input signal level applied to each of the red, green and blue channels and the normalized luminance level of a front projection display.

9.2 Measurement conditions

- a) The arrangement of the equipment shall be as in Figure 1.
- b) The input data D_R , D_G , D_B for measurement step i shall be so applied as to generate colour patches (see Figure 2) positioned at the centre of the screen under measurement.
- c) The digital input data for the background shall be $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$.

NOTE 1 For the relationship between digital data D_R , D_G , D_B and values of R , G , B , see equation (1) in 5.3.

NOTE 2 If analogue input is used, the input signal should be at the same level as in the digital data.

9.3 Method of measurement

- a) The centred colour patches shall be displayed for equally stepped values of input data from $0, \frac{1}{m}2^N, \frac{2}{m}2^N, \dots$, to $M = 2^N - 1$, where $m+1$ is the number of data, and should be

more than 32, and N is the number of bits, for each of the three channels. For the red channel measurement, $D_G = D_B = 0$, for the green channel, $D_R = D_B = 0$, and for the blue channel, $D_R = D_G = 0$ shall be kept, respectively.

- b) The readings of the colorimeter for each colour patch on the screen shall be recorded successively and noted as X_C^i, Y_C^i, Z_C^i where the suffix C should be replaced by R, G and B for red, green, blue channels, respectively; and a superfix i corresponds to measurement steps, $i = 0, 1, 2, \dots, m$.
- c) The measured tristimulus values shall be normalized by the values corresponding to the maximum excitation for the last step m with input data $M = 2^N - 1$.

$$\left. \begin{aligned} X_{iC}'' &= \frac{X_C^i}{X_C^m} \\ Y_{iC}'' &= \frac{Y_C^i}{Y_C^m} \\ Z_{iC}'' &= \frac{Z_C^i}{Z_C^m} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

where the suffix C shall be replaced by each of R, G and B.

9.4 Presentation of results

The measured and normalized data X_i'', Y_i'' and Z_i'' for $i = 0$ to $i = m$ shall be reported as plots for $C = R, G, B$ with interpolated non-linear transfer relation, as shown in Figures 4a, 4b and 4c.

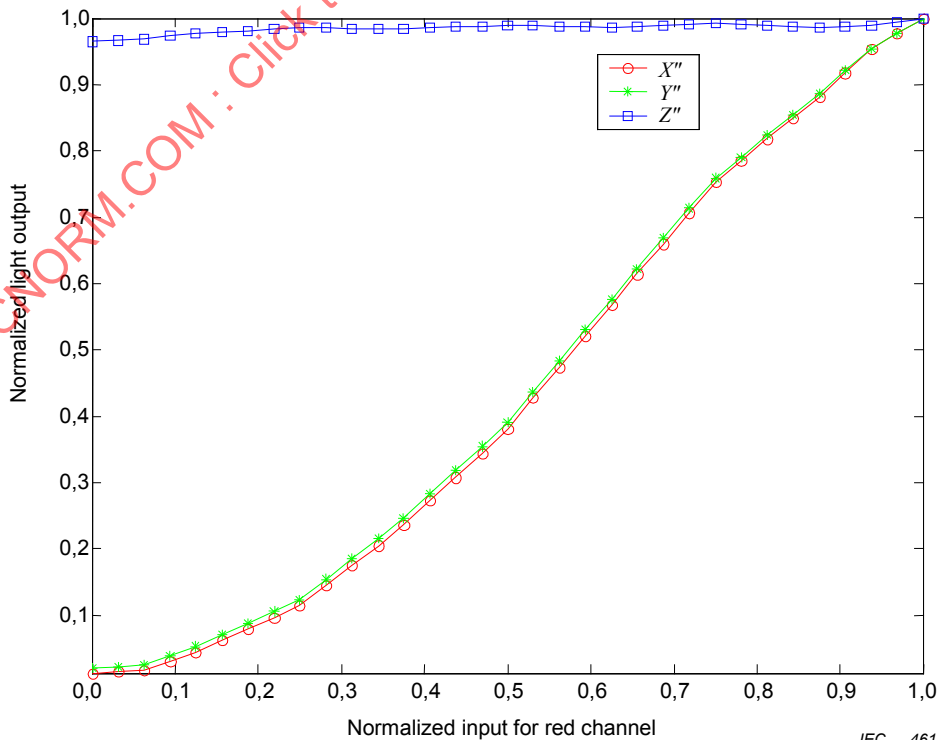


Figure 4a – Red channel

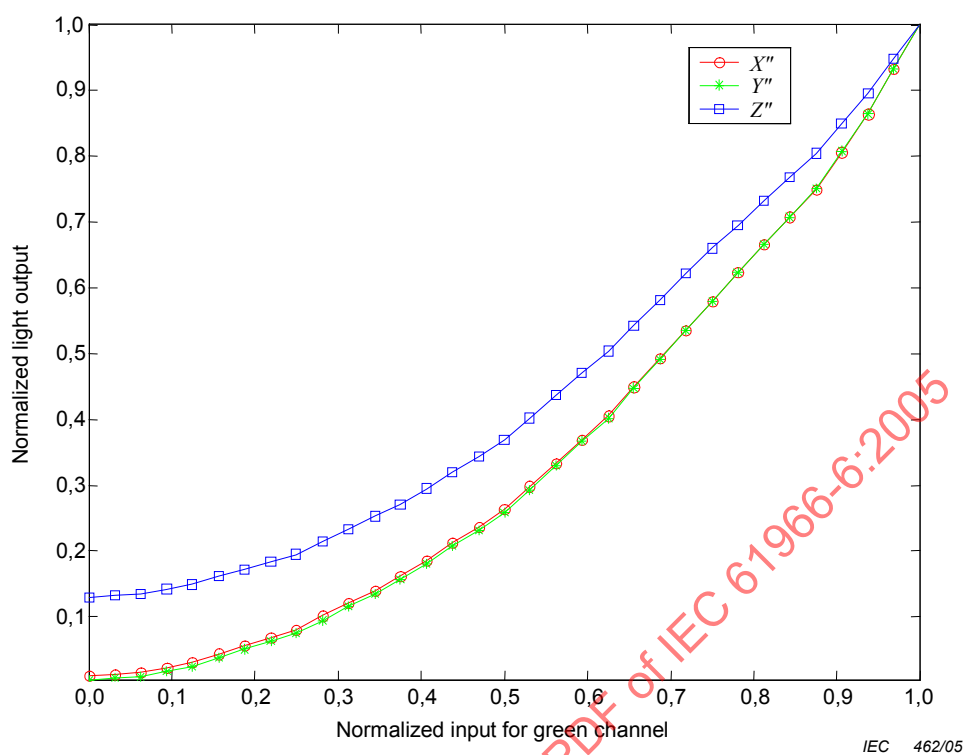


Figure 4b –Green channel

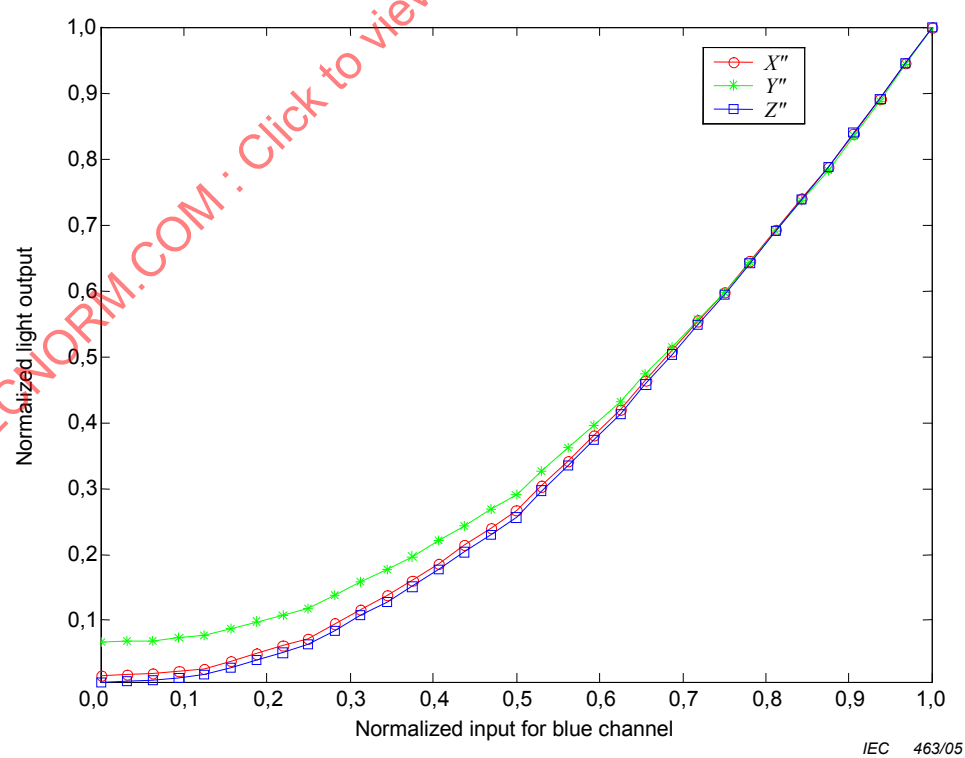


Figure 4c – Blue channel

Figure 4 – Measured points and interpolated curves

The basic normalized data defined by equation (9) in item c) of 9.3 shall also be reported as a table as shown in Table 4.

Table 4 – Example set of basic normalized data for tone characteristics

[illegible]

10 Other characteristics

10.1 Inter-channel dependency

10.1.1 Characteristics to be measured

Inter-channel relationship between input data and tristimulus values, X' , Y' , Z' of displayed colours.

The relationship depending upon channel interaction shall be defined as follows:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \mathbf{T} \begin{pmatrix} 1 \\ R' \\ G' \\ B' \\ R'G' \\ G'B' \\ B'R' \\ R'G'B' \end{pmatrix} \quad (10)$$

where the variables R' , G' , B' are data obtained by interpolation of measured data which are reported as X_R'' , X_G'' , X_B'' in Table 4, and dependent variables X' , Y' , Z' are measured and normalized tristimulus values of light output, as in 8.2. In equation (10), $\mathbf{S}$ and $\mathbf{T}$ are 3×3 and 3×8 matrices respectively defined as follows:

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{pmatrix} \quad (11)$$

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} t_{0X} & t_{1X} & t_{2X} & t_{3X} & t_{4X} & t_{5X} & t_{6X} & t_{7X} \\ t_{0Y} & t_{1Y} & t_{2Y} & t_{3Y} & t_{4Y} & t_{5Y} & t_{6Y} & t_{7Y} \\ t_{0Z} & t_{1Z} & t_{2Z} & t_{3Z} & t_{4Z} & t_{5Z} & t_{6Z} & t_{7Z} \end{pmatrix} \quad (12)$$

NOTE The matrix $\mathbf{S}$ is the dominant relation obtained and reported in 8.3, and the matrix $\mathbf{T}$ defines cross-channel relations among red-green-blue channels.

10.1.2 Measurement conditions

- The arrangement of the equipment shall be as in Figure 1.
- The colour signal shall be so applied as to generate the colour patch positioned at the centre of the screen under measurement.
- The input data for the background shall be $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$.

10.1.3 Method of measurement

- The centred colour patches shall be displayed with the input data following the measurement steps, as shown in Table 5, for 32 colours.

Table 5 – Digital driving levels to generate colour patches for measurement of interchannel dependency

Step. i	Colour	D_R	D_G	D_B
1	grey 1	D_1	D_1	D_1
2	grey 2	D_2	D_2	D_2
3	grey 3	D_3	D_3	D_3
4	grey 4	D_4	D_4	D_4
5	grey 5	D_5	D_5	D_5
6	grey 6	D_6	D_6	D_6
7	grey 7	D_7	D_7	D_7
8	grey 8	D_8	D_8	D_8
9	red 1	D_4	D_0	D_0
10	red 2	D_6	D_2	D_2
11	red 3	D_8	D_0	D_0
12	red 4	D_8	D_4	D_4
13	green 1	D_0	D_4	D_0
14	green 2	D_2	D_6	D_2
15	green 3	D_0	D_8	D_0
16	green 4	D_4	D_8	D_4
17	blue 1	D_0	D_0	D_4
18	blue 2	D_2	D_2	D_6

Table 5 (continued)

Step. i	Colour	D_R	D_G	D_B
19	blue 3	D_0	D_0	D_8
20	blue 4	D_4	D_4	D_8
21	yellow 1	D_4	D_4	D_0
22	yellow 2	D_6	D_6	D_2
23	yellow 3	D_8	D_8	D_0
24	yellow 4	D_8	D_8	D_4
25	magenta 1	D_4	D_0	D_4
26	magenta 2	D_6	D_2	D_6
27	magenta 3	D_8	D_0	D_8
28	magenta 4	D_8	D_4	D_8
29	cyan 1	D_0	D_4	D_4
30	cyan 2	D_2	D_6	D_6
31	cyan 3	D_0	D_8	D_8
32	cyan 4	D_4	D_8	D_8

In Table 5, the values of data D_k shall be

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{for } k = 0, \dots, 7, \\ 2^{N-3}k - 1 & \text{for } k = 8. \end{cases} \quad (13)$$

where N is the number of bits for each channel.

NOTE If the analogue input is used, the input signal should be of the same level as the digital data.

- b) The tristimulus values X'_i , Y'_i , Z'_i normalized in accordance with equation (2), shall successively be measured by the colorimeter for $i = 1$ to $i = 32$ for all colour patches in the screen.
- c) The data R'_i, G'_i, B'_i , corresponding to D_R, D_G, D_B in Table 5, shall be calculated and the values of coefficient matrix, T , defined in equation (10) shall be calculated by the following equation

$$T = S^{-1} \left((D' D)^{-1} D' A \right)^t \quad (14)$$

where

$$D = \begin{pmatrix} 1 & R'_1 & G'_1 & B'_1 & R'_1 G'_1 & G'_1 B'_1 & B'_1 R'_1 & R'_1 G'_1 B'_1 \\ 1 & R'_2 & G'_2 & B'_2 & R'_2 G'_2 & G'_2 B'_2 & B'_2 R'_2 & R'_2 G'_2 B'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R'_{32} & G'_{32} & B'_{32} & R'_{32} G'_{32} & G'_{32} B'_{32} & B'_{32} R'_{32} & R'_{32} G'_{32} B'_{32} \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X'_{32} & Y'_{32} & Z'_{32} \end{pmatrix} \quad (16)$$

10.1.4 Presentation of results

a) The values of coefficient matrix **T** shall be reported as shown in the example.

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} -0,2109 & 1,0591 & 0,3193 & 0,0101 & -0,1782 & -0,3815 & 0,0752 & 0,3864 \\ -0,3062 & 0,1954 & 1,2655 & 0,4591 & -0,3091 & -0,4925 & -0,3309 & 0,2921 \\ -0,1892 & 0,1343 & 0,1982 & 0,8673 & -0,2507 & -0,0809 & -0,0646 & 0,1712 \end{pmatrix} \quad (17)$$

b) The measured data shall also be reported as shown in Table 6.

Table 6 – Example of normalized tristimulus values (matrix **A)**

<i>i</i>	<i>X'</i>	<i>Y'</i>	<i>Z'</i>
1	0,0146	0,0147	0,0168
2	0,0494	0,0497	0,0560
3	0,1190	0,1201	0,1313
4	0,2223	0,2254	0,2429
5	0,3607	0,3673	0,3949
6	0,5309	0,5408	0,5850
7	0,7555	0,7676	0,8133
8	0,9551	1,0000	1,0720
9	0,0969	0,0589	0,0115
10	0,2498	0,1550	0,0570
11	0,3908	0,2331	0,0329
12	0,4991	0,3494	0,2321
13	0,1131	0,2041	0,0448
14	0,2453	0,4274	0,1225
15	0,5101	0,9259	0,1868
16	0,5046	0,7912	0,3352
17	0,0494	0,0487	0,2130
18	0,1562	0,1383	0,5187
19	0,2085	0,2096	0,9351
20	0,3693	0,3220	0,9515
21	0,1795	0,2234	0,0448
22	0,4288	0,5073	0,1237
23	0,7833	1,0078	0,1895
24	0,8076	0,9330	0,3378
25	0,1599	0,1142	0,2207
26	0,3820	0,2717	0,5306
27	0,6711	0,4840	0,9701
28	0,6818	0,5026	0,9736
29	0,1205	0,1803	0,2428
30	0,3081	0,4354	0,5803
31	0,5354	0,8161	1,0577
32	0,6315	0,8389	1,0570

10.2 Spatial non-uniformity

10.2.1 Characteristics to be measured

Non-uniformity of lightness (see IEV 845-03-54 and IEV 845-03-56) and chromaticity coordinates over the entire screen.

10.2.2 Measurement conditions

The arrangement of the equipment shall be as in Figure 1.

10.2.3 Method of measurement

The method of measurement shall be in accordance with one of 10.2.3.1, 10.2.3.2 and 10.2.3.3 depending upon requirement.

10.2.3.1 Measurement at 25 points

- The data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied to display white over the entire screen, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits.
- Tristimulus values X_i , Y_i , Z_i shall be measured using the colorimeter at 25 points ($1 \leq i \leq 25$) as shown in Figure 5.

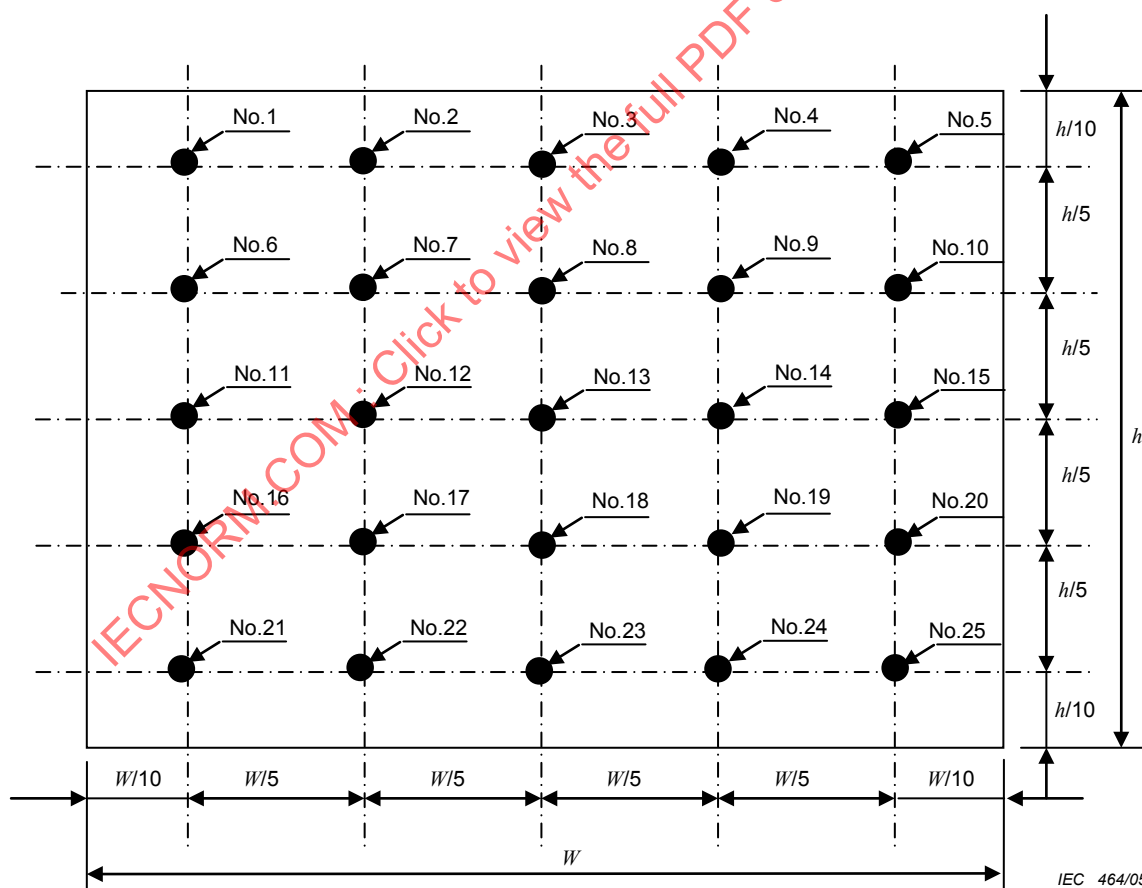


Figure 5 – Measurement points for spatial non-uniformity (25 points)

- c) The following colour differences in CIE 1976 UCS and CIE 1976 L^* , a^* , b^* coordinate systems shall be calculated with a reference data X_{13} , Y_{13} , Z_{13} at the centre of the screen.

$$\left. \begin{aligned} \Delta u'_i &= u'_i - u'_{13} \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_{13} \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i} \\ \Delta L^*_i &= L^*_i - L^*_{13} \\ \Delta C^*_{ab_i} &= \sqrt{(a^*_i - a^*_{13})^2 + (b^*_i - b^*_{13})^2} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

where u' , v' and L^* , a^* , b^* are defined by CIE 15.2 as in

$$\left. \begin{aligned} u'_i &= \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \\ v'_i &= \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

$$\left. \begin{aligned} L^*_i &= 116 \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\ a^*_i &= 500 \left[\left(\frac{X_i}{X_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \\ b^*_i &= 200 \left[\left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

NOTE These equations are valid for $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008856$.

10.2.3.2 Measurement at 9 points

- a) The data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied to display white over the entire screen, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits.
- b) Tristimulus values X_i , Y_i , Z_i shall be measured using the colorimeter at 9 points ($1 \leq i \leq 9$) as shown in Figure 6.

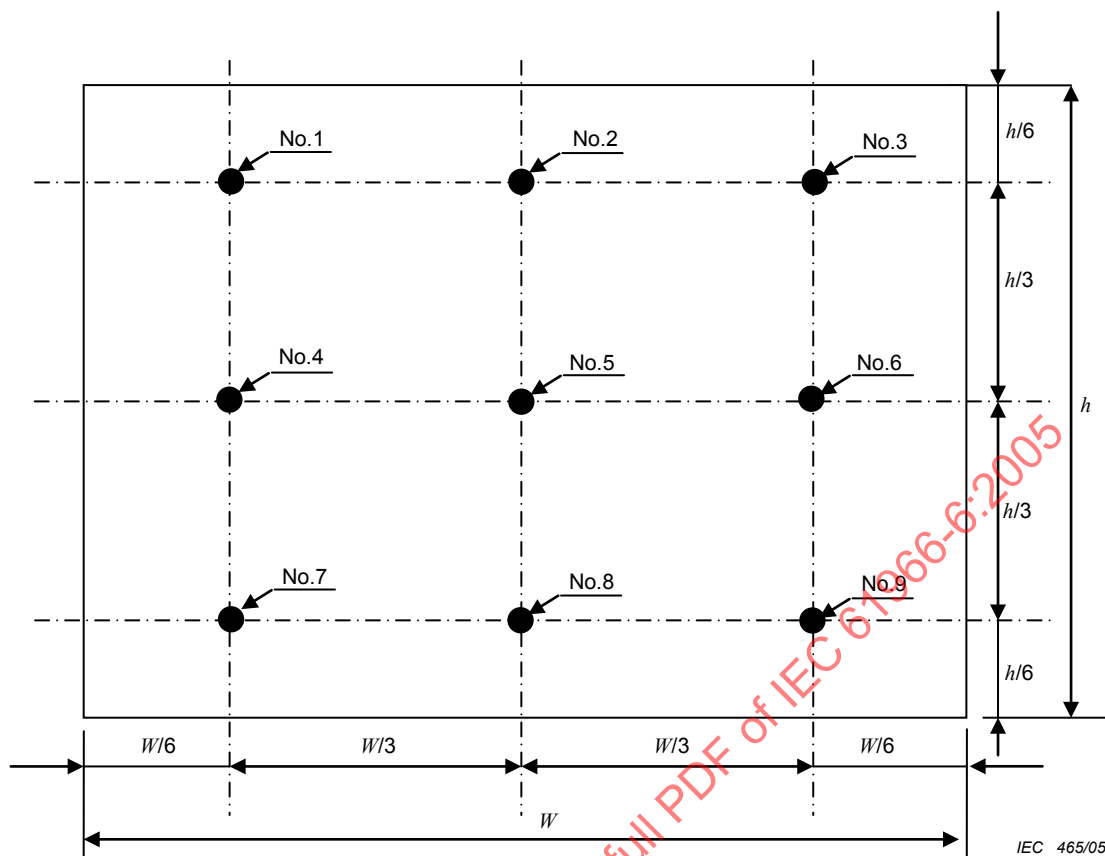


Figure 6 – Measurement points for spatial non-uniformity (9 points)

- c) The following colour differences in CIE 1976 UCS and CIE 1976 L^* , a^* , b^* coordinate systems shall be calculated with a reference data X_5 , Y_5 , Z_5 at the centre of the screen.

$$\left. \begin{aligned} \Delta u'_i &= u'_i - u'_5 \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_5 \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u_i'^2 + \Delta v_i'^2} \\ \Delta L_i^* &= L_i^* - L_5^* \\ \Delta C_{ab_i}^* &= \sqrt{(a_i^* - a_5^*)^2 + (b_i^* - b_5^*)^2} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

where u' , v' and L^* , a^* , b^* are defined by CIE 15.2 as in

$$\left. \begin{aligned} u'_i &= \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \\ v'_i &= \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} L_i^* &= 116 \left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\ a_i^* &= 500 \left[\left(\frac{X_i}{X_5} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \\ b_i^* &= 200 \left[\left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_5} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

NOTE These equations are valid for $\frac{Y_i}{Y_5} \geq 0,008856$.

10.2.3.3 Measurement at 13 points

- The data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied to display white over the entire screen, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits.
- Tristimulus values X_i , Y_i , Z_i shall be measured using the colorimeter at 13 points ($1 \leq i \leq 13$) to be in agreement with IEC 61947-1 and IEC 61947-2 as shown in Figure 7. The four corner points 10, 11, 12 and 13 are located at 10 % of the distance from the corner itself to the centre of point 5.

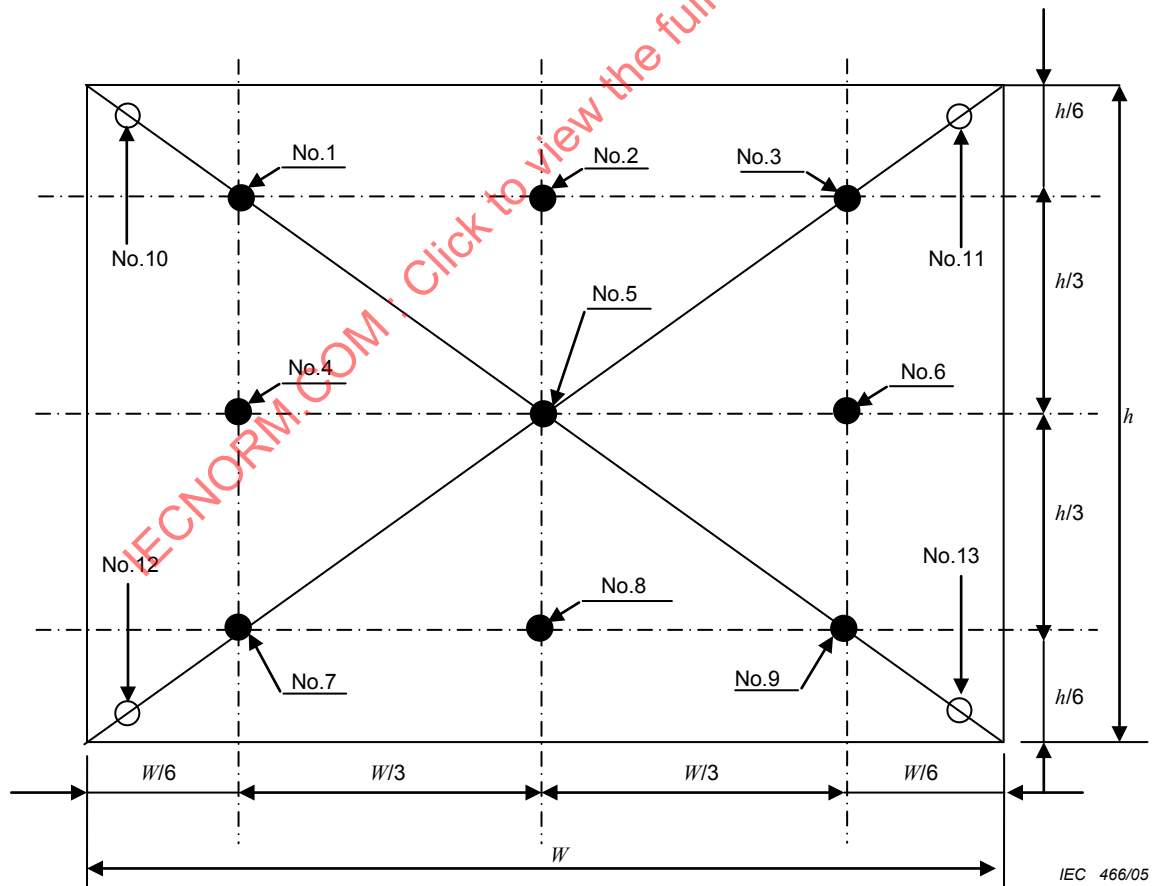


Figure 7 – Measurement points for spatial non-uniformity (13 points)

- c) The following colour differences in CIE 1976 UCS and CIE 1976 L^* , a^* , b^* coordinate systems shall be calculated with a reference data X_5 , Y_5 , Z_5 at the centre of the screen.

$$\left. \begin{aligned} \Delta u'_i &= u'_i - u'_5 \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_5 \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i} \\ \Delta L^*_i &= L^*_i - L^*_5 \\ \Delta C^*_{ab_i} &= \sqrt{(a^*_i - a^*_5)^2 + (b^*_i - b^*_5)^2} \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

where u' , v' and L^* , a^* , b^* are defined by CIE 15.2 as in

$$\left. \begin{aligned} u'_i &= \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \\ v'_i &= \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} L^*_i &= 116 \left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\ a^*_i &= 500 \left[\left(\frac{X_i}{X_5} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \\ b^*_i &= 200 \left[\left(\frac{Y_i}{Y_5} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_5} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

NOTE These equations are valid for $\frac{Y_i}{Y_5} \geq 0,008856$.

10.2.4 Presentation of results

The presentation of results shall be in accordance with either 10.2.4.1, 10.2.4.2 or 10.2.4.3 depending on the selected method of measurement.

10.2.4.1 Method of measurement specified in 10.2.3.1

As indices of non-uniformity, the calculated results $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC^*_{ab} for $1 \leq i \leq 25$ shall be reported as a table, as shown in Table 7.

NOTE A simple index, such as the maximum $\Delta u'v'$ recommended by 6.2 of ISO 9241-8 [5] may be reported.

Table 7 – Example of reporting form

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	–0,0004	–0,0001	0,0005	–4,39	0,37
2	–0,0017	–0,0017	0,0024	–0,72	1,67
3	–0,0013	0,0006	0,0015	–4,75	1,37
4	–0,0006	0,0035	0,0036	–0,07	3,20
5	–0,0008	0,0015	0,0017	–8,63	1,54
6	0,0006	–0,0010	0,0012	–5,98	1,11
7	–0,0005	–0,0014	0,0015	1,60	1,12
8	–0,0003	0,0002	0,0004	–1,62	0,36
9	–0,0002	0,0018	0,0018	3,04	1,64
10	0,0003	0,0010	0,0010	–2,77	0,77
11	0,0004	0,0005	0,0007	–5,11	0,44
12	–0,0006	–0,0012	0,0013	–7,59	0,89
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
14	–0,0007	0,0014	0,0016	2,79	1,54
15	–0,0001	0,0010	0,0010	–5,37	0,84
16	–0,0007	0,0013	0,0015	0,09	1,45
17	–0,0006	0,0031	0,0031	1,84	2,83
18	0,0009	–0,0008	0,0012	1,30	1,23
19	–0,0006	0,0026	0,0027	–0,17	2,41
20	–0,0008	0,0015	0,0017	–6,40	1,53
21	–0,0023	0,0040	0,0046	2,18	4,53
22	–0,0025	0,0014	0,0029	4,98	2,94
23	–0,0008	0,0027	0,0028	6,41	2,75
24	–0,0012	0,0051	0,0053	5,84	5,04
25	–0,0017	0,0035	0,0038	0,47	3,67

10.2.4.2 Method of measurement specified in 10.2.3.2

As indices of non-uniformity, the calculated results $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC_{ab}^* for $1 \leq i \leq 9$ shall be reported as a table, as shown in Table 8.

NOTE A simple index, such as the maximum $\Delta u'v'$ recommended by 6.2 of ISO 9241-8 [5], may be reported.

Table 8 – Example of reporting form

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	–0,0005	–0,0011	0,0012	–2,29	0,85
2	–0,0008	0,0004	0,0009	–3,16	0,85
3	–0,0003	0,0020	0,0020	–1,95	1,77
4	–0,0001	–0,0003	0,0003	–6,33	0,22
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
6	–0,0004	0,0012	0,0013	–1,14	1,20
7	–0,0016	0,0024	0,0029	2,30	2,87
8	0,0000	0,0011	0,0011	3,91	0,92
9	–0,0011	0,0033	0,0035	0,10	3,24

10.2.4.3 Method of measurement specified in 10.2.3.3

As indices of non-uniformity, the calculated results $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC_{ab}^* for $1 \leq i \leq 13$ shall be reported as a table, as shown in Table 9.

NOTE Simple index such as the maximum $\Delta u'v'$ recommended by 6.2 of ISO 9241-8 [5] may be reported.

Table 9 – Example of reporting form

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	–0,0005	–0,0011	0,0012	–2,29	0,85
2	–0,0008	0,0004	0,0009	–3,16	0,85
3	–0,0003	0,0020	0,0020	–1,95	1,77
4	–0,0001	–0,0003	0,0003	–6,33	0,22
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
6	–0,0004	0,0012	0,0013	–1,14	1,20
7	–0,0016	0,0024	0,0029	2,30	2,87
8	0,0000	0,0011	0,0011	3,91	0,92
9	–0,0011	0,0033	0,0035	0,10	3,24
10	–0,0004	–0,0001	0,0005	–4,39	0,37
11	–0,0008	0,0015	0,0017	–8,63	1,54
12	–0,0008	0,0015	0,0017	–6,40	1,53
13	–0,0017	0,0035	0,0038	0,47	3,67

Bibliography

- [1] IEC 61966-2-1, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB*
- [2] IEC 61966-3, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 3: Equipments using cathode ray tubes*
- [3] IEC TTA-3:1997, Hiroaki Ikeda, Masato Abe, and Yasuhiko Higaki: *Equipment independent colour reproduction systems*, IEC Technical Trend Assessment, No. 3, IEC Geneva (1997)
- [4] Y. Ohno, J.E. Hardis: *Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters*, Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference, pp. 301–305 (November 1997)
- [5] ISO 9241-8:1997, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours*
- [6] Pefferkorn, S., Vienot, F., Chiron, A. and Brettel, H. *Problem of spectroradiometric calibration of polarized displays*, Conference Proceedings of the 13th International Display Research Conference, pp. 443-446 (1993)
- [7] JIS Z 8724:1997, *Methods of colour measurement – Light-source colour*
- [8] CIE 122:1996, *The relationship between digital and colorimetric data for computer-controlled CRT displays*
- [9] ASTM E 1455:1996, *Standard practice for obtaining colorimetric data from a visual display*
- [10] EBU tech. 3273-E: *Methods of measurement of the colorimetric performance of studio monitors*, European Broadcasting Union (Oct., 1993).
- [11] STM designation E 1455-92: *Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters*, American Society of Testing and Materials (1992).
- [12] ASTM designation E 1336-91: *Obtaining colorimetric data from a video display unit by spectro-radiometry*, American Society of Testing and Materials (1991)
- [13] ASTM designation E 1341-91: *Obtaining spectroradiometric data from radiant sources for Colorimetry*, American Society of Testing and Materials (1991).
- [14] CIE 87: 1990, *Colorimetry of self-luminous displays – A bibliography*
- [15] CIE 60: 1984, *Vision and the visual display unit work stations*
- [16] R. Robertson: *Computation of correlated color temperature and distribution temperature*, J.Opt. Soc. Amer, Vol. 58, No. 11, pp. 1528–1535 (Nov., 1968)
- [17] CIE 63: 1984, *The spectroradiometric measurement of light sources*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-6:2005

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	37
4 Lettres et symboles	38
5 Conditions	39
5.1 Conditions d'environnement	39
5.2 Conditions de mesures	39
5.3 Données numériques en entrée	41
6 Appareils de mesure	41
6.1 Spectroradiomètre	41
6.2 Colorimètre	42
7 Caractéristiques spectrales et intensité des stimuli primaires et blanc	43
7.1 Caractéristiques à mesurer	43
7.2 Conditions de mesure	43
7.3 Méthode de mesure	43
7.4 Présentation des résultats	43
8 Caractéristiques colorimétriques de base	44
8.1 Caractéristiques à mesurer	44
8.2 Méthode de mesure	44
8.3 Présentation des résultats	45
9 Caractéristiques de valeurs	46
9.1 Caractéristiques à mesurer	46
9.2 Conditions de mesure	46
9.3 Méthode de mesure	46
9.4 Présentation des résultats	47
10 Autres caractéristiques	50
10.1 Dépendance inter-voies	50
10.1.1 Caractéristiques à mesurer	50
10.1.2 Conditions de mesure	51
10.1.3 Méthode de mesure	51
10.1.4 Présentation des résultats	54
10.2 Non-uniformité spatiale	55
10.2.1 Caractéristiques à mesurer	55
10.2.2 Conditions de mesure	55
10.2.3 Méthode de mesure	55
10.2.4 Présentation des résultats	59
Bibliographie	62
Figure 1 – Disposition de l'équipement pour les mesures (vue de côté)	40
Figure 2 – Dimension d'un motif de couleur	41
Figure 3 – Exemple des distributions de radiance spectrale $r(\lambda)$, $v(\lambda)$ et $b(\lambda)$	44

Figure 6 – Points de mesure pour non-uniformité spatiale (25 points)	55
Figure 6 – Points de mesure pour non-uniformité spatiale (9 points)	57
Figure 7 – Points de mesure pour non-uniformité spatiale (13 points)	58
Tableau 1 – Données en entrée pour les couleurs primaires de crête et le blanc de crête	43
Tableau 2 – Exemple de formulaire de compte rendu pour les couleurs en excitations maximales	44
Tableau 3 – Exemple de formulaire de compte rendu	45
Tableau 4 – Exemple d'ensemble de données normalisées de base pour caractéristiques de valeurs	49
Tableau 5 – Niveaux de commande numérique pour produire des motifs de couleur pour la mesure de la dépendance inter-voie	52
Tableau 6 – Exemple de composantes trichromatiques normalisées (matrice A)	54
Tableau 7 – Exemple de formulaire de compte rendu	60
Tableau 8 – Exemple de formulaire de compte rendu	60
Tableau 9 – Exemple de formulaire de compte rendu	61

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-6:2005

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 6: Ecrans de projection frontale

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 61966-6 a été établie par le domaine technique 2: Mesure et gestion de la couleur, du 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 2005-03.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/835/CDV et 100/915/RVC.

Le rapport de vote 100/915/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 1: Généralités

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 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 (à l'étude)

Partie 8: Scanner couleur multimédia

Partie 9: Appareils numériques de prise de vue

Partie 10: Assurance de la qualité – Image en couleur dans les systèmes de réseau (à l'étude)

Partie 11: Assurance de la qualité – Vidéo dégradée dans les systèmes de réseau (à l'étude)

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.

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

La série de normes CEI 61966 définit des méthodes et des paramètres pour les mesures colorimétriques et la gestion de la couleur pour une utilisation dans les systèmes et appareils multimédia, applicable à la production et la reproduction de la couleur. La Partie 6 traite les écrans de projection frontale.

Les méthodes de mesure normalisées dans cette partie sont conçues pour permettre une caractérisation objective de la reproduction des couleurs des écrans de projection frontale qui acceptent des signaux analogiques et/ou numériques rouge-vert-bleu provenant de bornes d'entrée électriques et fournissent en sortie la lumière correspondant à la couleur prévue. Les résultats mesurés sont destinés au contrôle de la couleur spécifique des appareils afin de parvenir à une gestion de la couleur dans les systèmes multimédia ouverts et il convient qu'ils soient globalement adaptés à cet objectif. Dans certains cas toutefois, il peut être nécessaire de tenir compte de facteurs supplémentaires qui ne sont pas traités dans la présente partie de la CEI 61966, tels que l'environnement réel dans lequel l'écran de projection frontale sera utilisé, pour obtenir la reproduction de couleur désirée.

Les lecteurs de la présente norme sont encouragés à revoir la CEI 61947-1 et la CEI 61947-2 qui s'appliquent à la mesure et à la documentation des critères principaux de performance des projecteurs multimédia.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-6:2005

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

Partie 6: Ecrans de projection frontale

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61966 définit les signaux d'essai d'entrée, les conditions de mesure, les méthodes de mesure et le rapport des données mesurées, destinés à être utilisés pour la caractérisation des couleurs et la gestion des couleurs des écrans de projection frontale dans les systèmes multimédia.

Le contrôle de la couleur dans un appareil ne fait pas partie du domaine d'application de cette partie. Elle ne spécifie pas les valeurs limites pour divers paramètres.

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 Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Éclairage/CIE 17.4: 1987, Vocabulaire international de l'éclairage (publication commune CEI/CIE)*

CEI 61947 (toutes les parties), *Projection électronique – Mesure et documentation des critères principaux de performance*

ISO/CIE 10527:1991, *Observateurs de référence colorimétriques CIE*

CIE 15.2:1986, *Colorimétrie*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-845 et la CIE 17.4, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

fond

données correspondant à une image entourant le motif de couleur cible à mesurer

3.2

contrôle de couleur

effort de conversion de données d'images couleur dépendantes des appareils en données indépendantes des appareils pour un espace chromatique spécifique, y compris les caractéristiques de valeurs

3.3

motif de couleur, zone d'essai

image carrée en couleur sur un écran virtuel de l'écran de projection frontale, soumis à la mesure pour la reproduction de couleurs, dans laquelle les données d'entrée pour les voies rouge, verte et bleue sont conservées constantes dans la zone d'image

3.4

écran à tube cathodique

appareil bien contrôlé du point de vue colorimétrique utilisant des tubes à rayons cathodiques pour présenter des images en couleur avec des entrées numériques pour référence

3.5

hauteur effective d'écran

dimension verticale de la zone effective d'écran

3.6

zone effective d'écran

zone dans laquelle on peut produire une image

3.7

signal (image) normalisé(e)

signal d'entrée normalisée par sa valeur pleine échelle, dont le niveau est intéressant pour le calcul et l'évaluation de la fonction de contrôle de couleur dans l'écran de projection frontale (voir également l'équation (1) de 5.3)

3.8

incertitude (de mesure)

paramètre associé au résultat d'une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peut être raisonnablement attribuée à la quantité particulière mesurée (voir aussi le Guide CEI sur l'expression de l'incertitude des mesures, 1995)

3.9

écran virtuel

diffuseur réfléchissant parfait vers les données d'image en entrée

4 Lettres et symboles

Les notations adoptées dans la présente partie de la CEI 61966 sont résumées ci-après.

A	rapport de la zone d'affichage
N	nombre de bits de données numériques pour chaque voie
M	nombre entier maximal pour système à N bits non négatif; $M = 2^N - 1$
D_R	données numériques appliquées à la voie rouge
D_V	données numériques appliquées à la voie verte
D_B	données numériques appliquées à la voie bleue
R	niveau d'entrée normalisé pour la voie rouge
V	niveau d'entrée normalisé pour la voie verte
B	niveau d'entrée normalisé pour la voie bleue
X	une des données brutes mesurées en utilisant les spectroradiomètres et les colorimètres correspondant aux composantes trichromatiques

Y	une des données brutes mesurées en utilisant les spectroradiomètres et les colorimètres correspondant aux composantes trichromatiques, en candela par mètre carré
Z	une des données brutes mesurées en utilisant les spectroradiomètres et les colorimètres correspondant aux composantes trichromatiques
R'	données linéarisées pour la voie rouge en tenant compte des caractéristiques de niveaux de la voie
V'	données linéarisées pour la voie verte en tenant compte des caractéristiques de niveaux de la voie
B'	données linéarisées pour la voie bleue en tenant compte des caractéristiques de niveaux de la voie
X'	l'une des composantes trichromatiques normalisée par Y_n (candela par mètre carré) pour le blanc de crête
Y'	l'une des composantes trichromatiques normalisée par Y_n (candela par mètre carré) pour le blanc de crête
Z'	l'une des composantes trichromatiques normalisée par Y_n (candela par mètre carré) pour le blanc de crête

5 Conditions

5.1 Conditions d'environnement

Toutes les mesures spécifiées dans ce document doivent être effectuées dans un local noir. Il convient de prêter une attention particulière pour éviter l'éclairage par réflexion provoquée par l'environnement (plateau de table, mur, etc.) et l'éclairage direct par les indicateurs émetteurs de lumière des instruments de mesure.

Il convient qu'une heure de préchauffage précède cette mesure, sauf spécification contraire du fabricant de l'appareil.

La tension et la fréquence du secteur doivent correspondre à la valeur assignée spécifiée par le fabricant. Si la tension du secteur fluctue, une alimentation régulée doit être utilisée pour maintenir la tension d'alimentation à ± 5 % par rapport à la valeur assignée.

D'autres conditions d'environnement telles que la température de la salle et l'humidité relative doivent être consignées avec les résultats des mesures.

Si des conditions d'environnement complémentaires sont décrites dans la spécification du fabricant, il convient de les prendre en compte.

5.2 Conditions de mesures

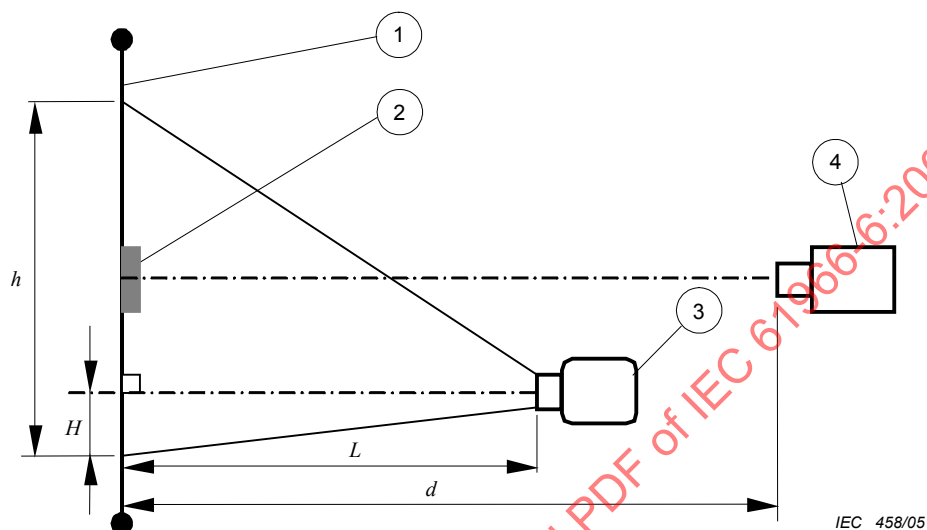
Le contraste, la luminosité et les réglages complémentaires doivent être placés dans les positions de préréglage spécifiées par le fabricant. Si le réglage est effectué avec une autre position que le préréglage, la position ou la valeur correspondante doit être consignée avec les résultats des mesures.

Le réglage géométrique doit être mis dans la position par défaut.

La disposition de l'équipement pour les mesures doit être conforme à la Figure 1. L'équipement comprend un spectroradiomètre ou un colorimètre sans contact, en fonction des caractéristiques à mesurer.

La dimension diagonale de l'image sur l'écran doit être fixée à la dimension prééglée spécifiée par le fabricant. Si aucune dimension n'est spécifiée, elle doit être fixée à 102 cm.

La hauteur de l'écran de projection frontale (H) et la distance entre l'écran et la tête de l'écran de projection frontale (L) doivent être fixées aux positions prééglées spécifiées par le fabricant. Elles dépendent de la taille de l'écran.



Légende

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Écran | d Distance entre l'écran et l'instrument de mesure |
| 2 Diffuseur réfléchissant parfait | h Hauteur effective d'écran |
| 3 Écran de projection frontale | H Hauteur de l'image projetée |
| 4 Spectroradiomètre ou colorimètre | L Distance par rapport à l'écran |

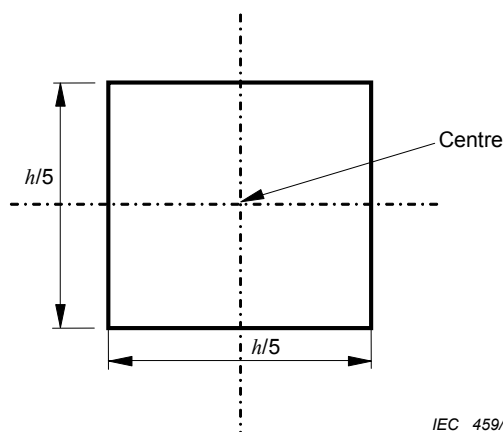
Figure 1 – Disposition de l'équipement pour les mesures (vue de côté)

Il convient que l'axe optique de l'instrument soit perpendiculaire à la surface de l'écran. Si un autre angle de mesure est recommandé par le fabricant, il doit être consigné avec les résultats des mesures. La distance d doit être de $4h < d < 5,5h$.

Un diffuseur réfléchissant parfait doit être positionné au centre de la zone d'écran effective.

La lumière mesurée doit être celle qui est réfléchiée par un diffuseur réfléchissant parfait.

Les signaux d'essai appliqués aux voies rouge, verte et bleue doivent produire un motif de couleur sur l'écran de la taille présentée à la Figure 2. La position du motif de couleur doit avoir comme référence le centre, comme sur la Figure 2. La luminance de fond doit être noire ($D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$), sauf spécification contraire.



IEC 459/05

NOTE Dans le cas où la relation appropriée est confirmée, on peut accepter de mesurer l'intensité lumineuse directe au lieu d'utiliser le diffuseur réfléchissant parfait.

Figure 2 – Dimension d'un motif de couleur

5.3 Données numériques en entrée

La relation entre les données numériques en entrée, D_R , D_G , D_B de N bits par voie et les niveaux de signaux normalisés correspondants R , G , B pour les calculs doit être la suivante

$$\left. \begin{aligned} R_i &= \frac{D_{R_i}}{2^N - 1} \\ G_i &= \frac{D_{G_i}}{2^N - 1} \\ B_i &= \frac{D_{B_i}}{2^N - 1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

où l'indice i représente le i ème palier de mesure.

NOTE Lorsque le signal d'entrée est applicable dans une tension analogique, il convient que le niveau de signal normalisé par la tension d'entrée maximale corresponde au niveau de signal pour chaque palier défini dans l'équation (1).

6 Appareils de mesure

6.1 Spectroradiomètre

Il convient d'utiliser pour les mesures un spectroradiomètre ayant les spécifications suivantes.

- a) Gamme de longueurs d'onde au moins 380 nm à 780 nm
- b) Champ de vision entre 0,1° et 2,0°
- c) Incertitude sur la longueur d'onde inférieure à 0,5 nm aux longueurs d'ondes spécifiées par le fabricant de l'instrument
- d) Pas de mesure 5 nm ou inférieur
- e) Largeur de bande 5 nm ou inférieur
- f) Répétabilité 0,001 en x , y et 0,5 % en luminance (en candela par mètre carré) pour la source de lumière spécifiée par le fabricant de l'instrument
- g) Incertitude 0,005 en x , y pour le rouge, vert, bleu et blanc d'un écran à tube cathodique normalisé et 4 % en luminance (en

candela par mètre carré) pour le blanc de l'écran à tube cathodique ayant une valeur x , y et de luminance définie

h) Erreur de polarisation moins de 5 %

(x , y) correspond aux coordonnées chromatiques CIE 1931 définies dans la CIE 15.2.

NOTE 1 Il convient d'effectuer un étalonnage périodique avec une source étalon de distribution spectrale de puissance connue.

NOTE 2 De plus amples précisions techniques de conception, de caractérisation et d'étalonnage des spectroradiomètres figurent dans la CIE 63 [17] et dans la JIS Z 8724 [7].¹

NOTE 3 L'écran à tube cathodique normalisé est pris comme référence car aucun écran de projection normalisé n'existe. Il convient que l'écran à tube cathodique normalisé soit remplacé par l'écran de projection dès qu'il sera disponible.

Si le spectroradiomètre utilisé pour les mesures ne répond pas aux spécifications ci-dessus, la spécification et le nom du modèle de l'équipement doivent être consignés avec les résultats des mesures.

6.2 Colorimètre

Il convient que le colorimètre de la Figure 1 soit conforme aux spécifications suivantes.

- a) Champ de vision Toute valeur entre 0,1° et 2,0°
- b) Sensibilité spectrale conforme à la fonction d'égalisation de couleur de 2° CIE comme défini dans l'ISO/CIE 10527
- c) Répétabilité 0,002 en x , y et 0,5 % en luminance pour la source de lumière spécifiée par le fabricant de l'instrument
- d) Incertitude 0,005 en x , y pour le rouge, vert, bleu et blanc d'un écran à tube cathodique et 4 % en luminance (en candela par mètre carré) pour le blanc de l'écran à tube cathodique ayant une valeur x , y et une valeur de luminance définie

(x , y) correspond aux coordonnées chromatiques CIE 1931 définies dans la CIE 15.2.

NOTE 1 Si l'incertitude d'origine du colorimètre ne satisfait pas à cette recommandation, il existe des méthodes de correction pour améliorer la précision de la mesure sur TRC. (Voir [4] et [11].)

NOTE 2 Il convient que l'instrument soit étalonné périodiquement pour répondre à la recommandation d'incertitude donnée en d) ci-dessus.

NOTE 3 L'écran à tube cathodique normalisé est pris comme référence car aucun écran de projection normalisé n'existe. Il convient que l'écran à tube cathodique normalisé soit remplacé par l'écran de projection dès qu'il sera disponible.

Les relevés sur le colorimètre, X , Y (en candela par mètre carré) et Z doivent être normalisés par le niveau de luminance d'une couleur neutre de crête (blanc) Y_n , (en candela par mètre carré), comme suit:

$$\left. \begin{aligned} X' &= \frac{X}{Y_n} \\ Y' &= \frac{Y}{Y_n} \\ Z' &= \frac{Z}{Y_n} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

¹ Les nombres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

Si le colorimètre utilisé pour les mesures ne répond pas aux spécifications ci-dessus, la spécification et le nom du modèle de l'équipement doivent être consignés avec les résultats des mesures.

7 Caractéristiques spectrales et intensité des stimuli primaires et blanc

7.1 Caractéristiques à mesurer

Distributions de radiance spectrale et composantes trichromatiques correspondantes pour la crête des trois couleurs primaires rouge, vert, bleu, et pour le blanc.

7.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit correspondre à la Figure 1 avec le spectroradiomètre.
- Le signal de couleur doit être produit de telle sorte que le motif de couleur soit placé au centre de l'écran en cours de mesure.
- Les données numériques pour la luminance de fond doivent correspondre à $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$.

7.3 Méthode de mesure

- Les motifs de couleur centrés doivent être produits en suivant les paliers de mesure comme le montre le Tableau 1, où $M = 2^N - 1$ et N est le nombre de bits.

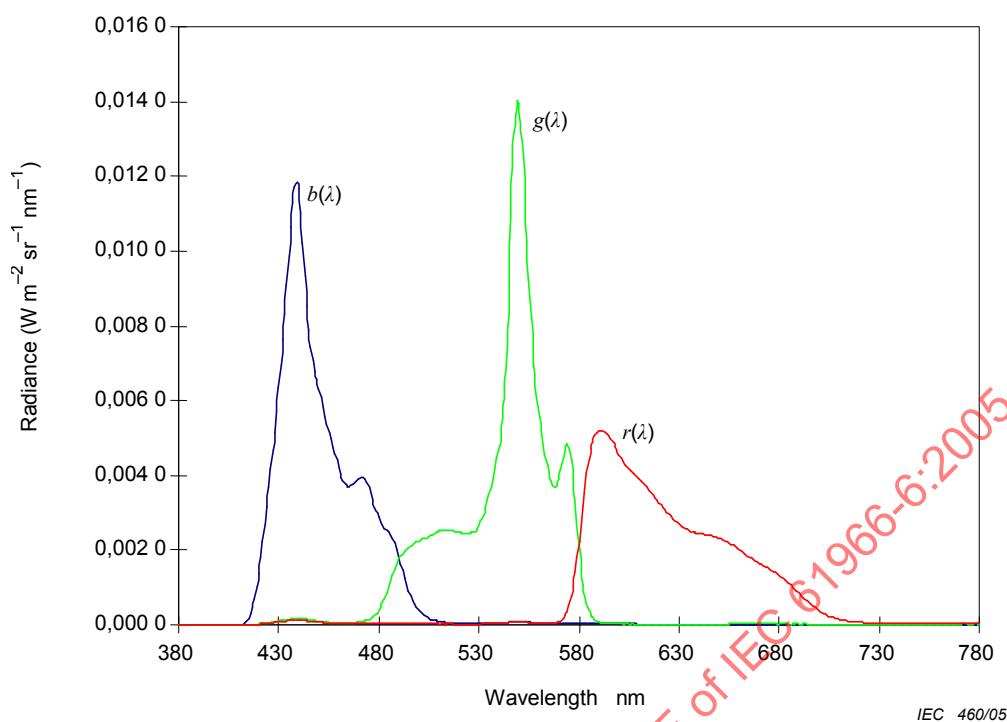
Tableau 1 – Données en entrée pour les couleurs primaires de crête et le blanc de crête

Paliers	Couleurs	D_R	D_G	D_B
1	Rouge de crête	M	0	0
2	Vert de crête	0	M	0
3	Bleu de crête	0	0	M
4	Blanc de crête	M	M	M

- Les distributions de radiance spectrale $r(\lambda)$, $v(\lambda)$, $b(\lambda)$ et $w(\lambda)$ pour les images de crête rouge, verte, bleue et le blanc sur l'écran doivent être mesurées successivement par le spectroradiomètre.
- Les relevés sur le spectroradiomètre avec une fonction d'émulation des colorimètres X_C , Y_C , Z_C doivent également être notés, le suffixe C correspondant respectivement à R, V, B pour les couleurs primaires et W pour le blanc.

7.4 Présentation des résultats

- Les données mesurées pour les distributions de radiance spectrale doivent être consignées dans un rapport pour les couleurs de crête rouge, verte, bleue, et le blanc de crête.
- Les distributions de radiance spectrale $r(\lambda)$, $v(\lambda)$, $b(\lambda)$ doivent être tracées pour les couleurs de crête, rouge, verte, et bleue, comme illustré à la Figure 3.
- Les relevés du spectroradiomètre X_C , Y_C , Z_C pour les valeurs de crête rouge, verte, bleue et le blanc doivent être consignés sous forme de tableau, comme le montre le Tableau 2.



Légende

Anglais	Français
Radiance	Radiance
Wavelength	Longueur d'onde

Figure 3 – Exemple des distributions de radiance spectrale $r(\lambda)$, $v(\lambda)$ et $b(\lambda)$

Tableau 2 – Exemple de formulaire de compte rendu pour les couleurs en excitations maximales

Paliers	Couleurs	X	Y (cd/m ²)	Z
1	Rouge de crête	159,20	95,07	4,58
2	Vert de crête	113,60	243,30	23,59
3	Bleu de crête	71,82	16,84	378,60
4	Blanc de crête	509,60	548,60	647,60

8 Caractéristiques colorimétriques de base

8.1 Caractéristiques à mesurer

Relation linéaire entre l'excitation d'entrée maximale et les composantes trichromatiques de sortie de lumière.

8.2 Méthode de mesure

- a) Les résultats de mesure de 7.4 doivent être utilisés pour obtenir les composantes trichromatiques pour caractériser les trois couleurs primaires, rouge, verte, bleu, et le blanc. La luminance en cd/m² doit être normalisée comme suit pour le rouge, le vert, le bleu et le blanc en remplaçant l'indice C par R, V, B, W :

$$\left. \begin{aligned} X'_C &= \frac{X_C}{Y_n} \\ Y'_C &= \frac{Y_C}{Y_n} \\ Z'_C &= \frac{Z_C}{Y_n} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

où le facteur de normalisation Y_n est la valeur de luminance mesurée pour le blanc de crête Y_w qui est consignée au Tableau 2.

- b) Les valeurs de coordonnées chromatiques xy CIE 1931, x_C , y_C , doivent être calculées pour les couleurs primaires et pour le blanc comme le définit la CIE 15.2, où l'indice C correspond respectivement à R, V, B pour les couleurs primaires, et à W pour le blanc.

$$\left. \begin{aligned} x_C &= \frac{X'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ y_C &= \frac{Y'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ z_C &= 1 - x_C - y_C \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

- c) Les éléments d'une matrice 3×3 , S , définie par

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad (5)$$

doivent être décidés de la même façon que dans

$$S = \begin{pmatrix} x_R/y_R & x_V/y_V & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_V/y_V & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R & 0 & 0 \\ 0 & S_V & 0 \\ 0 & 0 & S_B \end{pmatrix} \quad (6)$$

où S_R , S_V , S_B sont les solutions de l'équation (7);

$$\begin{pmatrix} x_R/y_R & x_V/y_V & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_V/y_V & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R \\ S_V \\ S_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{pmatrix} \quad (7)$$

8.3 Présentation des résultats

- a) Les composantes trichromatiques multipliées par 100 et les valeurs des coordonnées chromatiques xy CIE 1931 doivent être consignées sous forme de tableau, comme l'illustre le Tableau 3.

Tableau 3 – Exemple de formulaire de compte rendu

Couleurs	Composantes trichromatiques			Coordonnées chromatiques	
	X'	Y'	Z'	x	y
Rouge de crête	29,02	17,33	0,84	0,615	0,367
Vert de crête	20,71	44,35	4,30	0,299	0,639
Bleu de crête	13,09	3,07	69,01	0,154	0,036
Blanc de crête	92,89	100,00	118,05	0,299	0,321

NOTE Les valeurs de coordonnées de diagramme de chromaticité uniforme (UCS) CIE 1976, u' , v' , et les valeurs CIELAB L^* , a^* , b^* peuvent être ajoutées au rapport.

b) La matrice des coefficients doit être consignée comme suit.

$$S = \begin{pmatrix} 0,383 & 1 & 0,337 & 3 & 0,208 & 6 \\ 0,228 & 8 & 0,722 & 3 & 0,048 & 9 \\ 0,011 & 0 & 0,070 & 0 & 1,099 & 4 \end{pmatrix} \quad (8)$$

c) La température de couleur proximale T_{CP} définie en 5.5 de la CIE 15.2, pour le blanc de crête doit aussi être calculée et consignée en kelvins, de même que l'écart Δ_{uv} .

NOTE Pour la procédure réelle de calcul des températures de couleur proximale, voir [16].

9 Caractéristiques de valeurs

9.1 Caractéristiques à mesurer

La relation de transfert non linéaire entre le niveau de signal d'entrée normalisé appliqué à chacune des voies rouge, verte et bleue et le niveau de luminance normalisé d'un afficheur à plasma.

9.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit être conforme à la Figure 1.
- Les données d'entrée D_R , D_V , D_B pour le palier de mesure i doivent être appliquées de façon à produire des motifs de couleur (voir la Figure 2) placés au centre de l'écran en cours de mesure.
- Les données d'entrée numériques pour la luminance de fond doivent correspondre à $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$.

NOTE 1 Pour connaître la relation entre les données numériques D_R , D_V , D_B et les valeurs de R , V , B , voir l'équation (1) en 5.3.

NOTE 2 Si une entrée analogique est utilisée, il convient que le signal d'entrée soit au même niveau que dans les données numériques.

9.3 Méthode de mesure

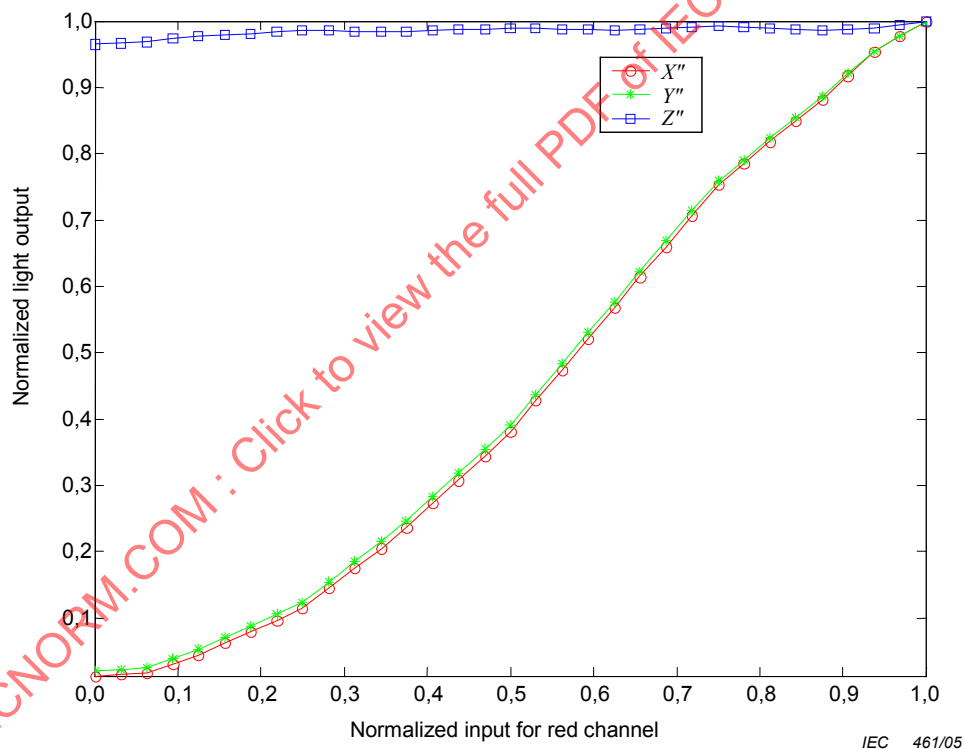
- Les motifs de couleur centrés doivent être affichés pour des valeurs à paliers égaux de données d'entrée de $0, \frac{1}{m} 2^N, \frac{2}{m} 2^N, \dots$, à $M = 2^N - 1$, où $m+1$ est le nombre de données et il convient qu'il soit supérieur à 32, et N est le nombre de bits, pour chacune des trois voies. On doit maintenir respectivement pour la mesure de la voie rouge, $D_V = D_B = 0$; pour la voie verte, $D_R = D_B = 0$ et pour la voie bleue, $D_R = D_V = 0$.
- Les relevés des colorimètres pour chaque motif de couleur sur l'écran doivent être enregistrés successivement et notés X_C^i , Y_C^i , Z_C^i où il convient de remplacer respectivement l'indice C par R , V et B pour les voies rouge, verte et bleue; et un exposant i correspond aux paliers de mesure, $i = 0, 1, 2, \dots, m$.
- Les valeurs des composantes chromatiques doivent être normalisées par les valeurs correspondant à l'excitation maximale pour le dernier palier m avec les données d'entrée $M = 2^N - 1$.

$$\left. \begin{aligned} X_{iC}'' &= \frac{X_C^i}{X_C^m} \\ Y_{iC}'' &= \frac{Y_C^i}{Y_C^m} \\ Z_{iC}'' &= \frac{Z_C^i}{Z_C^m} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

où l'indice C doit être remplacé par chacun des indices R , V et B .

9.4 Présentation des résultats

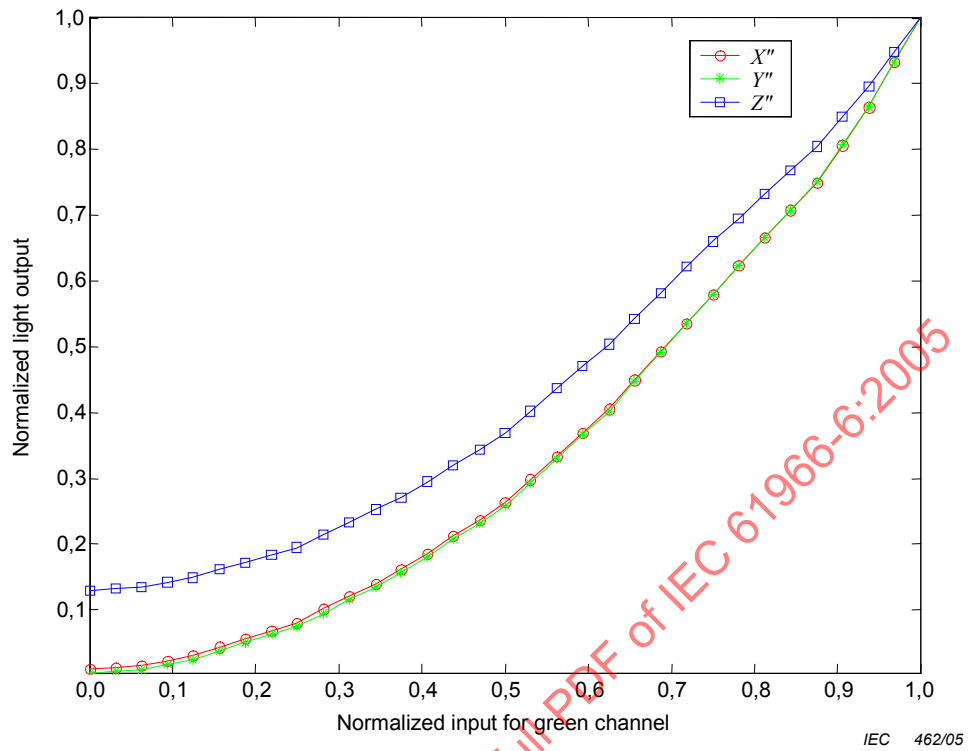
Les données mesurées et normalisées X_i'' , Y_i'' et Z_i'' pour $i=0$ à $i=m$ doivent être consignées en tant que tracés pour $C = R, V, B$ avec la relation de transfert non linéaire interpolée, comme le montrent les Figures 4a, 4b et 4c.



Légende

Anglais	Français
Normalized light output	Sortie de lumière normalisée
Normalized input for red channel	Entrée normalisée pour la voie rouge

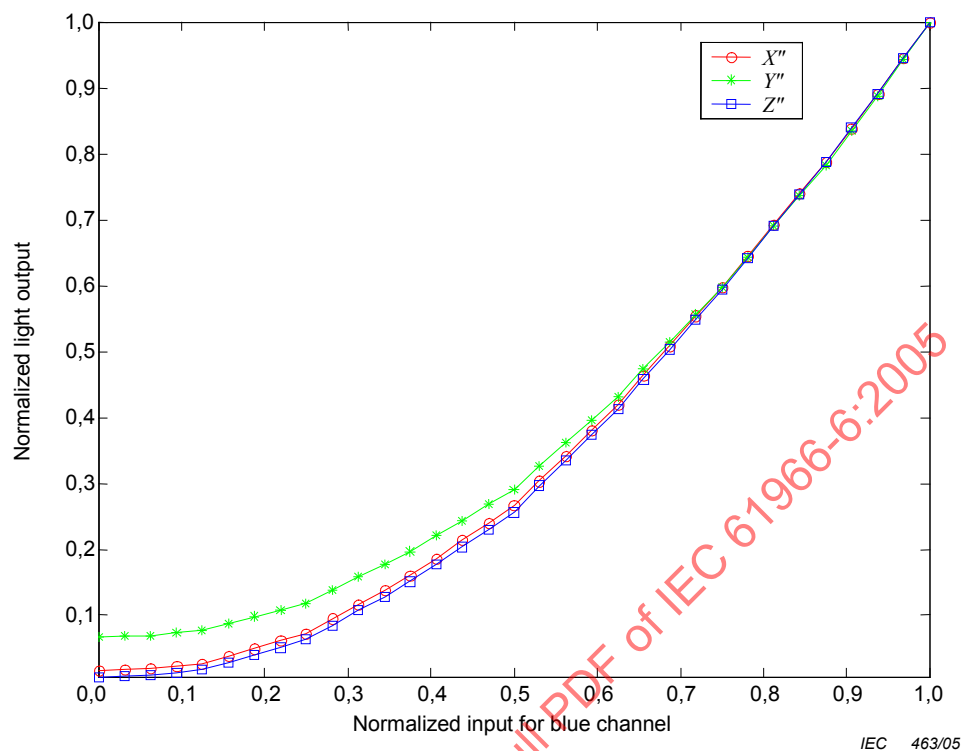
Figure 4a – Voie rouge



Légende

Anglais	Français
Normalized light output	Sortie de lumière normalisée
Normalized input for green channel	Entrée normalisée pour la voie verte

Figure 4b – Voie verte



Légende

Anglais	Français
Normalized light output	Sortie de lumière normalisée
Normalized input for blue channel	Entrée normalisée pour la voie bleue

Figure 4c – Voie bleue

Figure 4 – Points mesurés et courbes interpolées

Les données de base normalisées définies par l'équation (9) au point c) de 9.3 doivent également être consignées en tableau, comme représenté au Tableau 4.

Tableau 4 – Exemple d'ensemble de données normalisées de base pour caractéristiques de valeurs

i	X''_R	Y''_R	Z''_R	X''_V	Y''_V	Z''_V	X''_B	Y''_B	Z''_B
0	0,0111	0,0187	0,9636	0,0101	0,0045	0,1297	0,0169	0,0669	0,0066
1	0,0136	0,0214	0,9657	0,0127	0,0069	0,1327	0,0180	0,0680	0,0076
2	0,0162	0,0240	0,9679	0,0152	0,0094	0,1357	0,0190	0,0692	0,0086
3	0,0302	0,0384	0,9722	0,0233	0,0174	0,1427	0,0233	0,0732	0,0129
4	0,0441	0,0527	0,9764	0,0315	0,0253	0,1496	0,0276	0,0773	0,0173
5	0,0614	0,0702	0,9786	0,0440	0,0379	0,1610	0,0389	0,0876	0,0287
6	0,0788	0,0877	0,9807	0,0565	0,0504	0,1723	0,0502	0,0979	0,0401
7	0,0961	0,1052	0,9829	0,0691	0,0630	0,1837	0,0615	0,1082	0,0515
8	0,1134	0,1227	0,9850	0,0816	0,0755	0,1951	0,0728	0,1185	0,0629
9	0,1438	0,1534	0,9845	0,1015	0,0956	0,2141	0,0948	0,1382	0,0849

i	X''_R	Y''_R	Z''_R	X''_V	Y''_V	Z''_V	X''_B	Y''_B	Z''_B
10	0,1742	0,1841	0,9839	0,1215	0,1157	0,2331	0,1167	0,1580	0,1068
11	0,2046	0,2148	0,9834	0,1414	0,1358	0,2522	0,1387	0,1777	0,1287
12	0,2351	0,2455	0,9829	0,1613	0,1558	0,2712	0,1606	0,1974	0,1507
13	0,2711	0,2816	0,9845	0,1867	0,1813	0,2956	0,1870	0,2210	0,1773
14	0,3072	0,3177	0,9861	0,2120	0,2067	0,3200	0,2134	0,2446	0,2038
15	0,3433	0,3539	0,9877	0,2374	0,2321	0,3445	0,2398	0,2683	0,2304
16	0,3794	0,3900	0,9893	0,2627	0,2576	0,3689	0,2661	0,2919	0,2570
17	0,4263	0,4364	0,9882	0,2983	0,2938	0,4027	0,3043	0,3269	0,2958
18	0,4732	0,4827	0,9872	0,3340	0,3301	0,4366	0,3425	0,3649	0,3346
19	0,5201	0,5291	0,9861	0,3696	0,3663	0,4705	0,3807	0,3968	0,3733
20	0,5670	0,5755	0,9850	0,4052	0,4026	0,5043	0,4189	0,4318	0,4121
21	0,6134	0,6214	0,9866	0,4489	0,4470	0,5432	0,4638	0,4732	0,4575
22	0,6598	0,6673	0,9882	0,4927	0,4913	0,5821	0,5087	0,5146	0,5030
23	0,7062	0,7132	0,9898	0,5364	0,5357	0,6210	0,5535	0,5560	0,5484
24	0,7526	0,7591	0,9914	0,5802	0,5801	0,6599	0,5984	0,5974	0,5938
25	0,7848	0,7907	0,9898	0,6226	0,6228	0,6960	0,6457	0,6437	0,6422
26	0,8170	0,8223	0,9882	0,6651	0,6656	0,7320	0,6929	0,6899	0,6905
27	0,8492	0,8539	0,9866	0,7075	0,7083	0,7680	0,7402	0,7362	0,7389
28	0,8814	0,8855	0,9850	0,7500	0,7511	0,8040	0,7874	0,7825	0,7873
29	0,9175	0,9200	0,9872	0,8066	0,8074	0,8501	0,8386	0,8344	0,8390
30	0,9536	0,9545	0,9893	0,8632	0,8636	0,8963	0,8898	0,8864	0,8907
31	0,9768	0,9773	0,9946	0,9316	0,9318	0,9481	0,9449	0,9432	0,9453
32	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

10 Autres caractéristiques

10.1 Dépendance inter-voies

10.1.1 Caractéristiques à mesurer

Relation inter-voies entre les données d'entrée et les composantes trichromatiques, X' , Y' , Z' , des couleurs affichées.

La relation dépendant de l'interaction des voies doit être définie comme suit:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \times \mathbf{T} \begin{pmatrix} 1 \\ R' \\ V' \\ B' \\ R'V' \\ V'B' \\ B'R' \\ R'V'B' \end{pmatrix} \quad (10)$$

où les variables R' , V' , B' sont des données obtenues par interpolation de données mesurées, qui sont consignées en tant que X''_R , X''_V , X''_B au Tableau 4, et les variables dépendantes X' , Y' , Z' sont les composantes trichromatiques mesurées et normalisées de