

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 9: Digital cameras**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 9: Appareils numériques de prise de vue**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-9:2003



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2003 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 9: Digital cameras**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 9: Appareils numériques de prise de vue**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.160.60; 35.040; 37.040

ISBN 978-2-83220-607-2

**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.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	7
4 Conditions	7
4.1 Environmental conditions	7
4.2 Conditions of measurements.....	7
5 Measurement equipment.....	9
5.1 Spectral light source	9
5.2 Colour temperature conversion filter	9
5.3 Dark box.....	9
5.4 Test charts	11
5.5 Radiance meter	13
5.6 Spectro-radiometer	14
5.7 Luminance meter.....	14
6 Tone characteristics	14
6.1 Characteristics to be measured.....	14
6.2 Measurement conditions	14
6.3 Method of measurement	15
6.4 Presentation of results	15
7 Spectral responsivity characteristics.....	17
7.1 Characteristics to be measured.....	17
7.2 Measurement conditions	17
7.3 Method of measurement	17
7.4 Presentation of results	18
8 Spectral distribution of built-in electronic flash.....	19
8.1 Characteristics to be measured.....	19
8.2 Measurement conditions	19
8.3 Method of measurement	19
8.4 Presentation of results	20
9 Spatial non-uniformity	20
9.1 Characteristics to be measured.....	20
9.2 Measurement conditions	20
9.3 Method of measurement	20
9.4 Presentation of results	21
Annex A (normative) Letters and symbols.....	23
Annex B (informative) Procedure to calculate the inverse function	24
Annex C (informative) Example of the use of the reported results for colour management.....	25
Annex D (normative) Method to compensate spectral responsivity characteristics at the neutral point.....	28
Annex E (informative) Automated extraction of data from the test chart image	29
Bibliography	31

Figure 1 – Equipment arrangement for measurements	8
Figure 2 – Dark box.....	10
Figure 3 – Test chart 1	11
Figure 4 – Test chart 2 with replaceable chip i	12
Figure 5 – Test chart 3	12
Figure 6 – Example plot of tone characteristics (correlated colour temperature: 5 500 K)	16
Figure 7 – Example of spectral responsivity characteristics (correlated colour temperature: 5 500 K)	19
Figure 8 – Example of the spectral distribution characteristics of a built-in electronic flash	20
Figure 9 – Equipment arrangement for measurement of spatial non-uniformity.....	21
Figure C.1 – An example of spectral responsivity controlled to approximate the ideal scRGB characteristics superimposed as the broken curves	27
Figure E.1 – Example to compare a typical optical viewfinder area and the corresponding image sensible area (outer rectangle)	29
Figure E.2 – Test chart with extended orientation markers	29
Table 1 – Nominal reflectances of the grey-scale section and the grey chips	13
Table 2 – Example of tone characteristics (correlated colour temperature: 5 500 K)	16
Table 3 – An example of reporting form for spatial non-uniformity	22

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-9:2003

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 9: Digital cameras

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 61966-9 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 2003-11.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2000. This edition includes the following significant technical changes from the previous edition.

- a) In the light of issuing IEC 61966-2-2, the relevant reference IEC 61966-2-1 in Annex C has been replaced by IEC 61966-2-2 together with sRGB by scRGB.
- b) The previous Annex C has been replaced by the new Annex C where the previous Figure C.1 has been deleted.

The text of this standard was submitted to the national committees for voting under the Fast Track Procedure as the following documents:

CDV	Report on voting
100/666/CDV	100/722/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 2-0: Colour management
- 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
- Part 8: Multimedia colour scanners
- Part 9: Digital cameras
- Part 10: Quality assessment – Colour image in network systems
- Part 11: Quality assessment – Impaired video in network systems

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. 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.

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 9: Digital cameras

1 Scope

This part of IEC 61966 is applicable to the assessment of colour reproduction of digital cameras used in open computer systems and similar applications.

A series of methods and parameters for colour measurements and management for use in multimedia systems and equipment is applicable to the assessment of colour reproduction.

This standard deals with digital cameras to capture colour still images and moving images for use in multimedia applications.

The methods of measurement standardized in this standard are designed to make possible the objective performance assessment and characterization of the colour reproduction of digital cameras which can capture colour still and moving images, and output colour information corresponding to red – green – blue digital image data. The measured results are intended to be used for the purpose of colour management in multimedia systems, typically in the Internet.

This standard defines test charts, measurement conditions and methods of measurement, so as to make possible the colour management in open multimedia systems and comprehensive comparison of the results of measurements for assessment of digital cameras.

Colour control within digital cameras is outwith 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*.

IEC 61146-1:1994, *Video cameras (PAL/SECAM/NTSC) – Methods of measurement – Part 1: Non-broadcast single-sensor cameras*

IEC 61966-2-1:1999, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB*

ISO 2813:1994, *Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees*

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

CIE 17.4:1987, *International lighting vocabulary*

3 Terms and definitions

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

3.1

colour control

conversion of equipment-dependent colour-image data to equipment-independent data for a specific colour space including tone characteristics

3.2

digital camera

electronic imaging equipment which can capture colour still and moving images, and outputs digital image data for red – green – blue channels either by itself or using incorporated colour control software

4 Conditions

4.1 Environmental conditions

All measurements specified in this standard shall be carried out in a dark room.

Electric power to a digital camera under test shall be supplied using an a.c. adapter or batteries recommended by the manufacturer.

The mains voltage and frequency applied to the a.c. adapter shall be at the rated value specified by the manufacturer of the digital camera. When the mains voltage fluctuates, a stabilizer shall be used to attain a stability value of $\pm 5\%$ of the rated value.

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

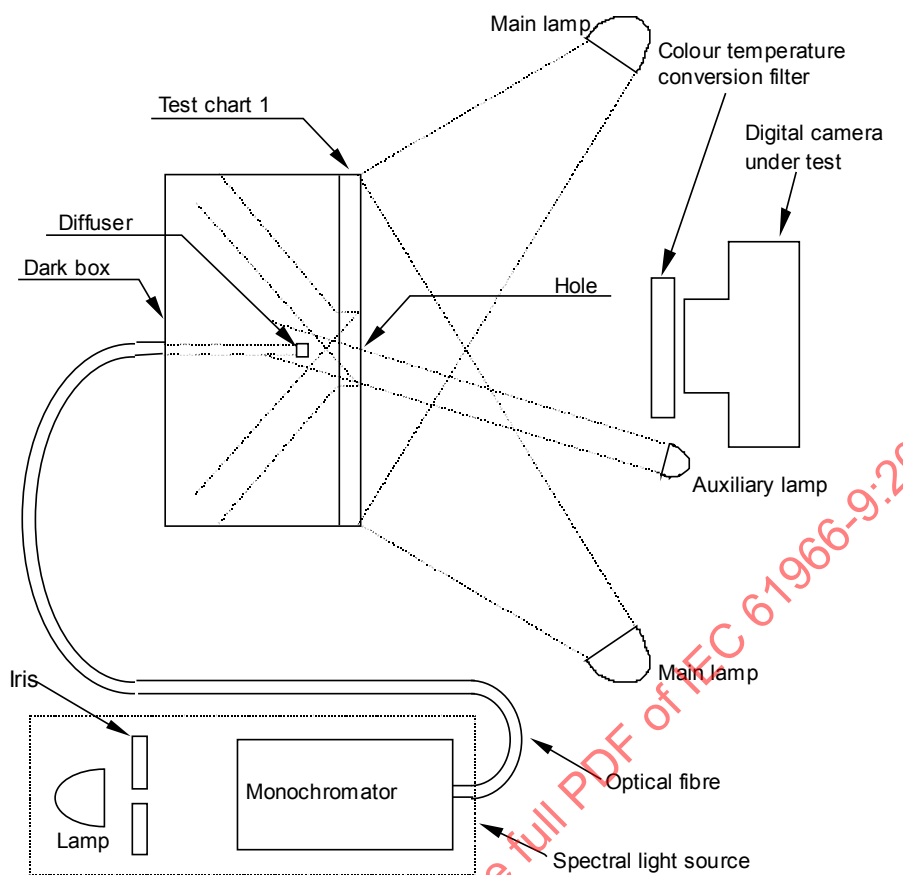
For additional environmental conditions not specified in this subclause, if any, the specifications of the manufacturer of the digital camera shall be taken into account.

4.2 Conditions of measurements

4.2.1 Measurement arrangement

Unless otherwise specified, a shooting object shall be a test chart with the dark box shown in Figure 1. The specifications for the centre hole of the chart are given in Figure 3. Relative positions shall be selected to prevent unnecessary glare from the diffuser.

NOTE The spectral light source consisting of the lamp, the iris, the monochromator, the optical fibre and the diffuser may be configured in other ways, provided that the required specifications are met.



IEC 612/2000

Figure 1 – Equipment arrangement for measurements

4.2.2 Illumination

Illumination of the test charts shall be performed by two or four main lamps and one auxiliary lamp depending on the characteristics to be measured. Incident lights from the main lamps shall be 45° relative to the surface of the test chart. An auxiliary lamp to illuminate the diffuser in Figure 1 is used only for the measurement specified in Clause 7. The diffuser shall not be directly illuminated by the main lamps. The main lamps and the auxiliary lamp shall be halogen lamps with a well-regulated power supply.

The correlated colour temperature of the lamps shall be $3\,100\text{ K} \pm 100\text{ K}$ as specified in IEC 61146-1. The non-uniformity of illumination shall be less than 5 %. The average illuminance on the test chart shall be $2\,000\text{ lx} \pm 100\text{ lx}$.

4.2.3 Shooting conditions

The optical axis of the digital camera under test shall coincide with the normal to the test chart.

If the digital camera under test is equipped with a zoom lens, the distance between the test chart and the digital camera under test, unless otherwise specified, shall be approximately 1,5 m. The zooming shall be adjusted so that the horizontal and vertical markers fit within the full frame of an image area.

If the digital camera under test is not equipped with a zoom lens, the distance between the test chart and the digital camera under test, unless otherwise specified, shall be adjusted so that the horizontal and vertical markers fit within the full frame of an image area.

4.2.4 Digital image data

The red – green – blue data necessary for the calculation and characterization of the digital camera under measurement shall be acquired and recorded depending on the cases described below.

- a) If red – green – blue digital image data are obtained direct from the digital camera under test, the values shall be recorded.
- b) If red – green – blue digital image data are not directly obtainable, they should be calculated by the manufacturer's driver software.
- c) If red – green – blue digital image data are calculated by any independent application software on the digital camera under measurement, the name and version of the software shall be reported together with the values.

5 Measurement equipment

5.1 Spectral light source

The spectral light source consists of a halogen lamp powered by a well-regulated d.c. electric power source, an iris, a monochromator and an optical fibre with a diffuser as in Figure 1. Specifications of the constituent parts of the equipment arrangement should be as follows.

a) Output of spectral light source

- 1) Diameter of the diffuser: approximately $\frac{1}{45}h$
- 2) Radiance: more than 10 mW/sr/m²
- 3) Stability of light output: within $\pm 0,5\%$

NOTE An integrating sphere may be incorporated to increase uniformity.

b) Monochromator

- 1) Wavelength range: including from 380 nm to 780 nm
- 2) Spectral bandwidth: 5 nm (FWHM)¹, triangle
- 3) Wavelength accuracy: $\pm 0,5$ nm
- 4) Stray light: less than 10^{-4}

NOTE Higher-order spectra from the monochromator should be removed.

5.2 Colour temperature conversion filter

The amount of reciprocal correlated colour temperature change shall be -140 MK^{-1} in order to achieve $5\,500 \text{ K} \pm 300 \text{ K}$.

5.3 Dark box

The dark box for the measurements should be as shown in Figure 2. The reflectance of the inside of the dark box shall be less than 2 %. The accuracy of the dimensions should be within $\pm \frac{1}{50}h$. The geometrical specification of the holes whose positions are designated by "0" shall be as in Figure 3.

¹ FWHM stands for full-width half maximum.

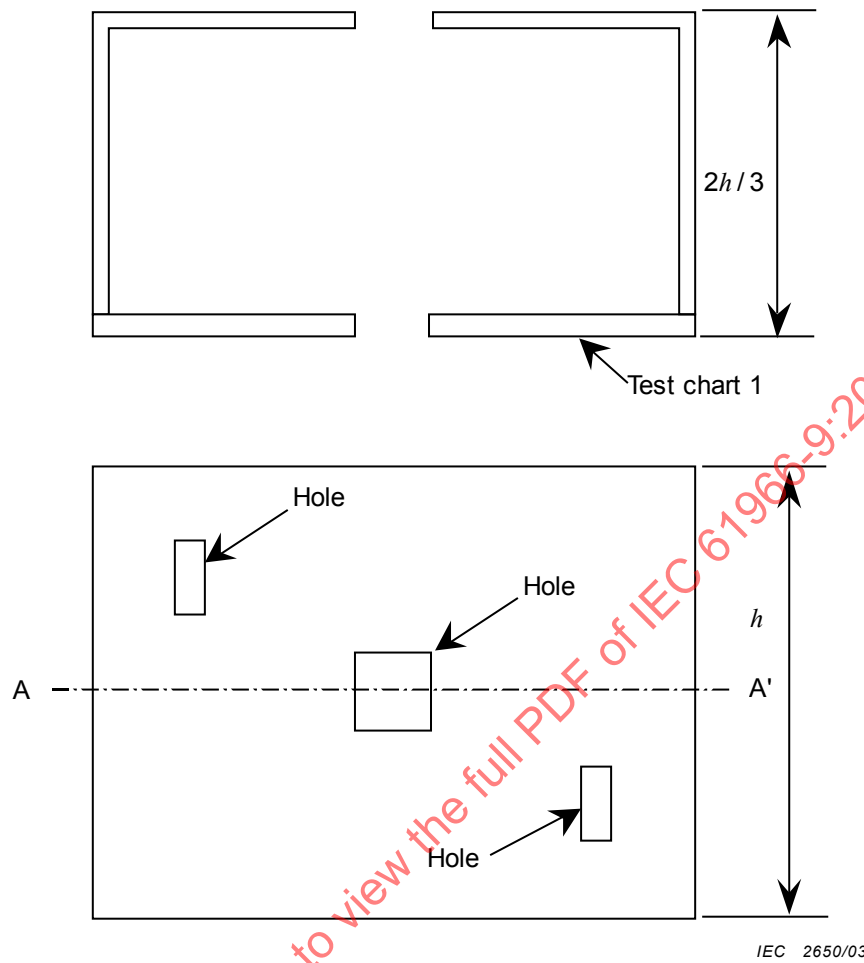
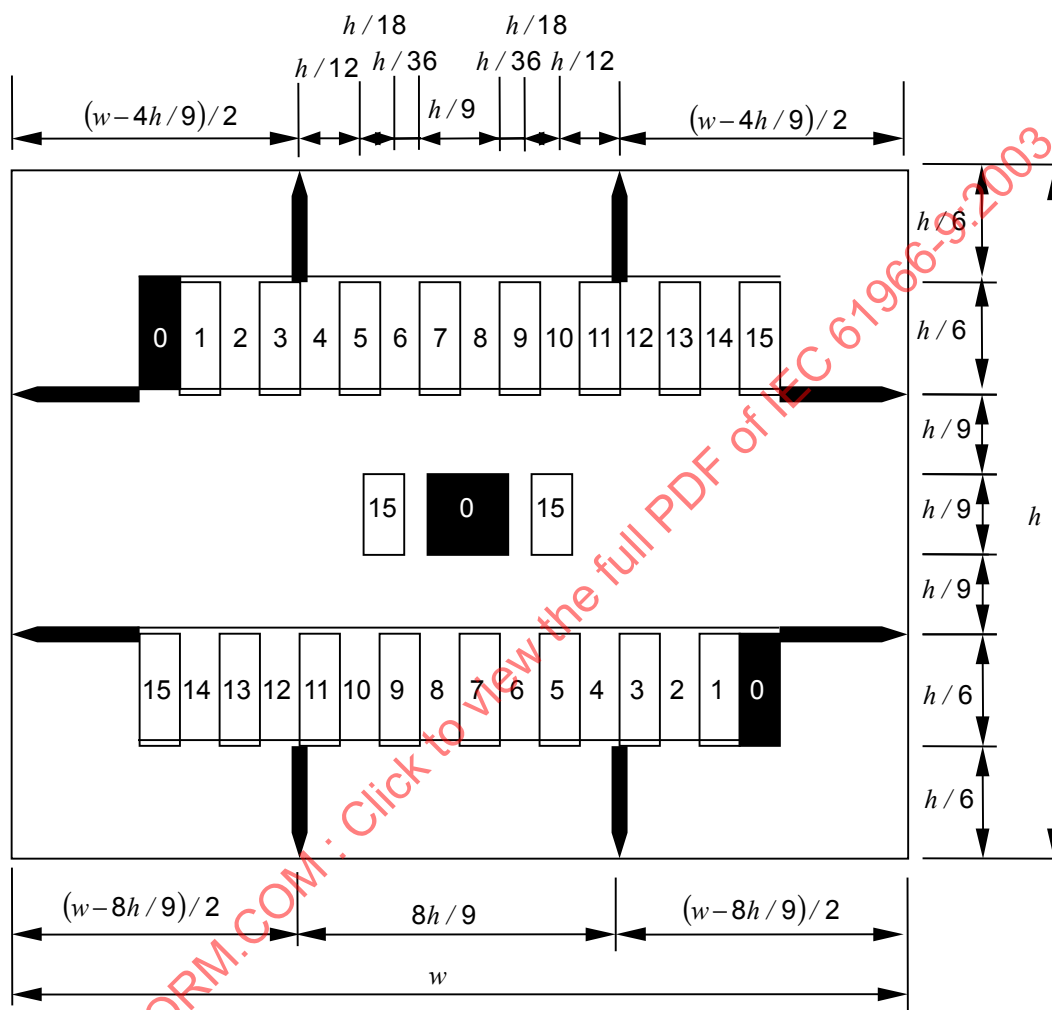


Figure 2 – Dark box

IEC 2650/03

5.4 Test charts

- a) The specular gloss at 60° shall be less than 2,5 %, according to ISO 2813, for all test charts. The geometric specification of the test charts shall be as shown in Figures 3, 4 and 5. The accuracy of the dimensions should be within $\pm \frac{1}{50} h$.



IEC 614/2000

Figure 3 – Test chart 1

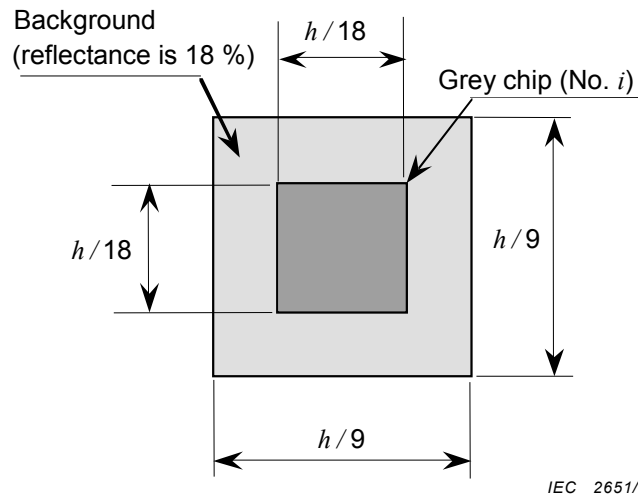


Figure 4 – Test chart 2 with replaceable chip i

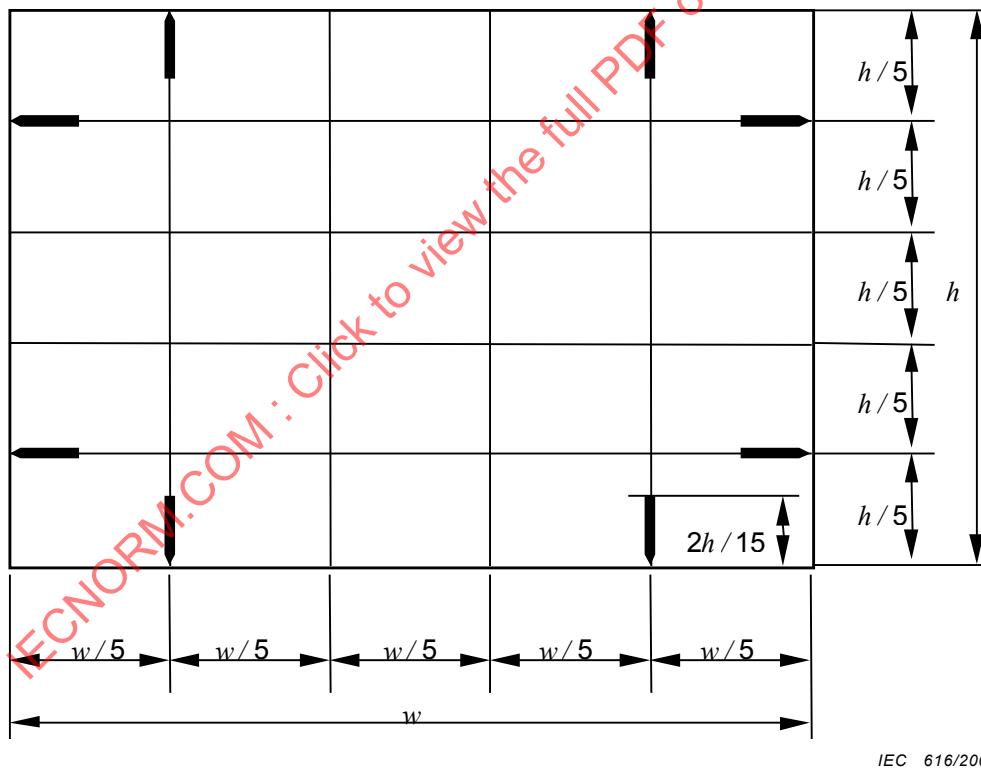


Figure 5 – Test chart 3

- b) Test chart 3 in Figure 5 shall be the white chart with a nominal reflectance of 88,1 %. It shall be superimposed with a rectangular grid. The designation of position j in Figure 5 shall be numbered from the top left to the bottom right for the centre of each rectangular area as $j = 1$ to 25.
- c) The reflectances of the grey steps in test chart 1 shall have the values specified in Table 1, where the positions designated by "0" are holes.

Table 1 – Nominal reflectances of the grey-scale section and the grey chips

<i>i</i>	Reflectance (%)
0	0,0(hole)
1	2,0
2	4,0
3	6,0
4	8,0
5	10,3
6	14,7
7	19,8
8	25,8
9	32,5
10	39,9
11	48,1
12	57,0
13	66,6
14	77,0
15	88,1
Background	18,0

5.5 Radiance meter

A radiance meter with the following specification should be used for the measurements of the output from the spectral light source.

- a) Wavelength range: from 380 nm to 780 nm
- b) Measurable range: from 1 $\mu\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$ to 1 $\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$
- c) Relative accuracy: $\pm 5\%$ (from 380 nm to 780 nm)
- d) Linearity: $\pm 2\%$
- e) Measurement resolution: less than 0,5 %

NOTE 1 Radiance can be measured with an irradiance meter at a known distance from a source. A spectro-radiometer in radiance geometry can also be used to measure radiance.

NOTE 2 If a wavelength range beyond the specification in a) is required from the results reported in Clause 7, the wavelength range should be from 360 nm up to a wavelength where a response of less than 5 % of the maximum is observed.

5.6 Spectro-radiometer

A spectro-radiometer with the following specification should be used for the measurement for a built-in electronic flash in Clause 8.

- a) Wavelength range: from 380 nm to 780 nm
- b) Field of view: between 0,1° and 2,0°
- c) Wavelength uncertainty: less than 0,5 nm throughout the wavelength range
- d) Scanning interval: 5 nm or less
- e) Bandpass: 5 nm or less
- f) Repeatability: less than 0,5 % in radiance at each wavelength

NOTE 1 A temporal integration capability for measuring flashing lights is required.

NOTE 2 If a wavelength range beyond the specification in a) is required from the results reported in Clause 8, the wavelength range should be from 360 nm up to a wavelength where a response of less than 5 % of the maximum is observed.

NOTE 3 Periodic calibration should be carried out with a standard optical source of known spectral power distribution.

NOTE 4 Further technical details of the design, characterization, and calibration of spectro-radiometers can be found in CIE 63 [7], CIE 105 [8] and JIS Z 8724 [3]².

5.7 Luminance meter

The luminance meter should have the following specifications for the measurement of luminance in Clause 7. A colorimeter with luminance output in Y can also be used.

- a) Field of view: any value between 0,1° and 2,0°
- b) Spectral responsivity: compliant to the CIE 2° colour-matching function, $\bar{y}(\lambda)$, as defined in ISO/CIE 10527
- c) Repeatability: less than 0,5 %

6 Tone characteristics

6.1 Characteristics to be measured

The relationship between the luminance of the shooting object and the digital image data at the centre of the image shall be measured.

6.2 Measurement conditions

The arrangement of the equipment should be as in Figure 1. The optical fibre shall be removed and the hole on the rear side of the dark box shall be covered with a lid similarly painted as the inside of the dark box. The auxiliary lamp shall be switched off.

Two separate measurements, with the colour temperature conversion filter in front of the lens for 5 500 K and without for 3 100 K, shall be conducted.

NOTE Additional conditions of correlated colour temperature may be set according to the needs.

² Figures in square brackets refer to the bibliography.

6.3 Method of measurement

- a) Test chart 2 with the grey chip i shall sequentially be inserted into the front hole at the centre of test chart 1 for $i = 0$ to 15. The reflectances of the grey chips shall be as shown in Table 1.

NOTE The grey chip for $i = 0$ is a hole without a grey chip.

- b) The luminance L_i of the grey chip i shall be measured using the luminance meter and test chart 1 shall be shot by the digital camera under test.
- c) The mean values corresponding to the grey chip i mounted at the centre, D'_{R_i} , D'_{G_i} and D'_{B_i} , of red – green – blue digital image data shall be recorded.
- d) The mean values $E_{i_j}^R$, $E_{i_j}^G$ and $E_{i_j}^B$ corresponding to step j of the upper grey steps with the grey chip i mounted at the centre shall also be noted for red – green – blue image data, respectively.

6.4 Presentation of results

- a) The recorded data shall be compensated for, in order to eliminate any autonomous exposure control or errors of a mechanical shutter of the digital camera under test as follows.

$$D_{R_i} = \frac{1}{2^n - 1} \left(\frac{E_{8_{j+1}}^R - E_{8_j}^R}{E_{i_{j+1}}^R - E_{i_j}^R} \left(D'_{R_i} - E_{i_j}^R \right) + E_{8_j}^R \right) \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

where

j is the step number of the grey steps in which the inequality $E_{i_j}^R < D'_{R_i} < E_{i_{j+1}}^R$ holds;

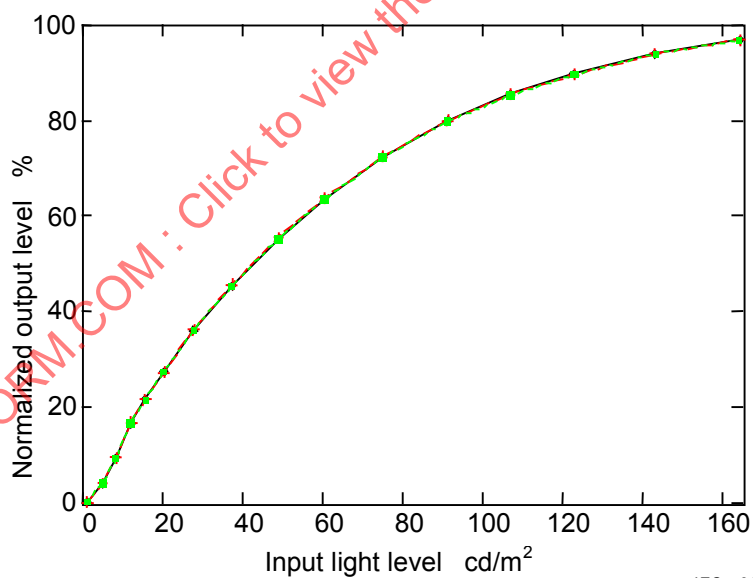
n is the number of bits in each channel.

A similar compensation shall be conducted for recorded data D'_{G_i} and D'_{B_i} to obtain D_{G_i} and D_{B_i} , respectively, for green and blue channels.

- b) The measured and calculated data L_i , D_{R_i} , D_{G_i} , D_{B_i} for $i = 0$ to $i = 15$ shall be reported as in Table 2, together with the effective correlated colour temperature of the illumination.
- c) The results shall also be reported as a graphical representation, as shown in Figure 6, where the horizontal axis is the luminance L_i and the vertical axis is for D_{R_i} , D_{G_i} and D_{B_i} . The correlated colour temperature shall also be reported.

Table 2 – Example of tone characteristics
(correlated colour temperature: 5 500 K)

i	L (cd/m ²)	D_R (%)	D_G (%)	D_B (%)
0	1,37	0,00	0,00	0,00
1	5,17	3,83	4,00	3,94
2	8,57	9,45	9,34	9,31
3	12,3	16,4	16,7	16,5
4	15,9	21,6	21,6	21,5
5	20,5	27,3	27,2	27,2
6	27,9	36,0	36,1	36,1
7	37,5	45,3	45,5	45,2
8	49,2	55,2	55,5	55,2
9	60,8	63,6	63,7	63,4
10	75,1	72,4	72,3	72,2
11	91,4	79,9	80,0	79,7
12	107,2	85,5	85,5	85,2
13	123,1	89,8	89,5	89,6
14	143,3	94,0	94,0	93,9
15	164,5	96,8	96,8	96,8



IEC 2652/03

Figure 6 – Example plot of tone characteristics
(correlated colour temperature: 5 500 K)

7 Spectral responsivity characteristics

7.1 Characteristics to be measured

The relationship between wavelength λ of monochromatic incident light and red – green – blue digital image data obtained from the digital camera shall be measured.

7.2 Measurement conditions

- a) The arrangement of equipment should be as shown in Figure 1. The optical fibre connected to the spectral light source shall be inserted into the dark box from the rear side. All measurement and shooting by the digital camera shall be conducted through the correlated colour conversion filter wherever applicable.

NOTE 1 Illumination with a correlated colour temperature of 3 100 K is normally achieved without the correlated colour conversion filter in front of the lens.

NOTE 2 Additional correlated colour temperatures may be set according to the needs.

- b) The intensity of the auxiliary lamp, with the iris in front of the monochromator shut, shall be adjusted so that digital image data corresponding to the diffuser is around 20 % of a full data range of the digital camera. If underflows are observed in the data processing in 7.4c), the value of 20 % should be increased.

NOTE The lower intensity of the auxiliary lamp is better for measurement accuracy.

- c) The iris in front of the monochromator shall be adjusted once so that the maximum data in red – green – blue channels are between 70 % and 80 % inclusive of the full scale on condition that the auxiliary lamp in Figure 1 is switched on. It shall be kept unchanged after this adjustment.

7.3 Method of measurement

- a) The measurement shall be conducted for both illuminations with effective correlated colour temperatures of 5 500 K and 3 100 K.
- b) The radiance $L(\lambda_i)$ on the diffuser from the spectral light source shall be measured using the radiance meter with the auxiliary lamp switched off. When the measurement is conducted for 5 500 K, the colour conversion filter shall be inserted between the diffuser and the radiance meter.
- c) The auxiliary lamp shall then be switched on and the iris in front of the monochromator shall be shut. The digital image data corresponding to the diffuser shall be recorded in pixel by pixel as three sets of data D_{R_0}'' , D_{G_0}'' and D_{B_0}'' for red – green – blue channels, respectively.
- d) Test chart 1, in which the centre portion illuminated by the spectral light source from the back and by the auxiliary lamp from the front, shall be shot by the digital camera under test at each wavelength λ_i , where $i = 1$ to 81, corresponding to the wavelength from 380 nm to 780 nm with an interval of 5 nm.
- e) The pixel-by-pixel output data corresponding to the diffuser shall be recorded as $D_R''(\lambda_i)$, $D_G''(\lambda_i)$ and $D_B''(\lambda_i)$ for red – green – blue channels, respectively.
- f) The mean values F_{ij}^R , F_{ij}^G and F_{ij}^B corresponding to step j of the upper grey steps, with the monochromatic radiation at wavelength λ_i at the centre of test chart 1, shall also be noted for red – green – blue image data, respectively, for $j = 0$ to 15.
- g) The auxiliary lamp shall be switched off and test chart 2 with the grey chip 8 shall be inserted into the front hole at the centre of test chart 1. Spectral distribution characteristics $L_8(\lambda_i)$ shall be measured using a spectro-radiometer, where $i = 1$ to 81, corresponding to the wavelength from 380 nm to 780 nm with an interval of 5 nm.

NOTE If the wavelength range beyond the specification is required from the results reported in 7.4, it should be from 360 nm up to a wavelength where response less than 5 % will be observed.

7.4 Presentation of results

- a) The recorded pixel-by-pixel data $D_R^*(\lambda_i)$ shall be compensated to eliminate any autonomous exposure control or errors due to a mechanical shutter of the digital camera under test as follows:

$$D'_R(\lambda_i) = \frac{E_{8j+1}^R - E_{8j}^R}{F_{ij+1}^R - F_{ij}^R} \left(D_R^*(\lambda_i) - F_{ij}^R \right) + E_{8j}^R \quad (2)$$

where the index j is the step number of the grey steps in which the inequality $F_{ij}^R < D_R^*(\lambda_i) < F_{ij+1}^R$ holds.

A similar compensation shall be conducted to the recorded data $D_G^*(\lambda_i)$ and $D_B^*(\lambda_i)$ to obtain $D'_G(\lambda_i)$ and $D'_B(\lambda_i)$ respectively, for green and blue channels.

- b) The pixel-by-pixel digital image data D' shall be linearized using the results reported in 6.4 for the tone characteristics, and averaged over the centre portion of the digital image corresponding to the monochromatic radiation at wavelength λ_i to get $L_R(\lambda_i)$, $L_G(\lambda_i)$, $L_B(\lambda_i)$ as follows:

$$\begin{aligned} L_R(\lambda_i) &= \frac{f_R^{-1}(D'_R(\lambda_i)) - f_R^{-1}(D'_{R0})}{f_R^{-1}(D'_{R1}) - f_R^{-1}(D'_{R0})} \\ L_G(\lambda_i) &= \frac{f_G^{-1}(D'_G(\lambda_i)) - f_G^{-1}(D'_{G0})}{f_G^{-1}(D'_{G1}) - f_G^{-1}(D'_{G0})} \\ L_B(\lambda_i) &= \frac{f_B^{-1}(D'_B(\lambda_i)) - f_B^{-1}(D'_{B0})}{f_B^{-1}(D'_{B1}) - f_B^{-1}(D'_{B0})} \end{aligned} \quad (3)$$

where $f_R^{-1}()$, $f_G^{-1}()$ and $f_B^{-1}()$ are the inverse relations of the tone characteristics for red – green – blue channels, respectively.

NOTE For practical calculation of the inverse relationship, see Annex B.

- c) To take the radiance of the spectral light source $L(\lambda_i)$ into account, $R_C(\lambda_i)$, $G_C(\lambda_i)$ and $B_C(\lambda_i)$ shall be calculated by the following formulae:

$$\begin{aligned} R_C(\lambda_i) &= p_R \frac{L_R(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\ G_C(\lambda_i) &= p_G \frac{L_G(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\ B_C(\lambda_i) &= p_B \frac{L_B(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \end{aligned} \quad (4)$$

where p_R , p_G , p_B are coefficients to align the chromaticity coordinate value to the neutral point in the coordinate. For the determination of the coefficients, see Annex D.

- d) The spectral responsivity characteristics $R_C(\lambda_i)$, $G_C(\lambda_i)$ and $B_C(\lambda_i)$ shall be reported in electronic form together with the effective correlated colour temperature.
- e) They shall also be plotted as curves as shown in Figure 7 with the correlated colour temperature.

NOTE Recommended use of the reported results for colour management is described in Annex C.

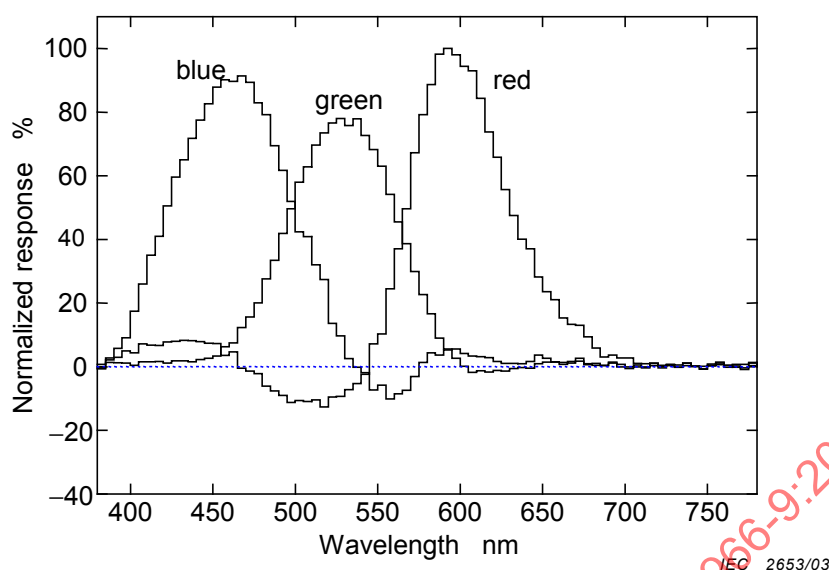


Figure 7 – Example of spectral responsivity characteristics
(correlated colour temperature: 5 500 K)

NOTE An alternative method based on digital image data acquired by shooting a set of colour chips with known spectral reflectance may be used to estimate the spectral responsivity. The details are given in IEC 61966-8.

8 Spectral distribution of built-in electronic flash

8.1 Characteristics to be measured

The spectral characteristics of the light emitted from the electronic flash light source integrated in digital cameras for illuminating objects to be shot.

8.2 Measurement conditions

The arrangement of measuring equipment shall be as in Figure 1. Test chart 2 with grey chip 15 shall be inserted into the hole at the centre of test chart 1.

8.3 Method of measurement

- The spectral reflectance characteristics, $W(\lambda)$, at the centre of grey chip 15 in test chart 2 shall be known.
- The spectral distribution characteristics, $L_W(\lambda)$, of the reflected light at the centre of the grey chip illuminated by the built-in electronic flash shall be measured using the spectro-radiometer.
- The spectral distribution characteristics of the built-in flash, $L_S(\lambda)$, shall be calculated using the following formula:

$$L_S(\lambda) = k \frac{L_W(\lambda)}{W(\lambda)} \quad (5)$$

where k is an arbitrary normalization factor for the maximum value of $L_S(\lambda)$ to be 100 %.

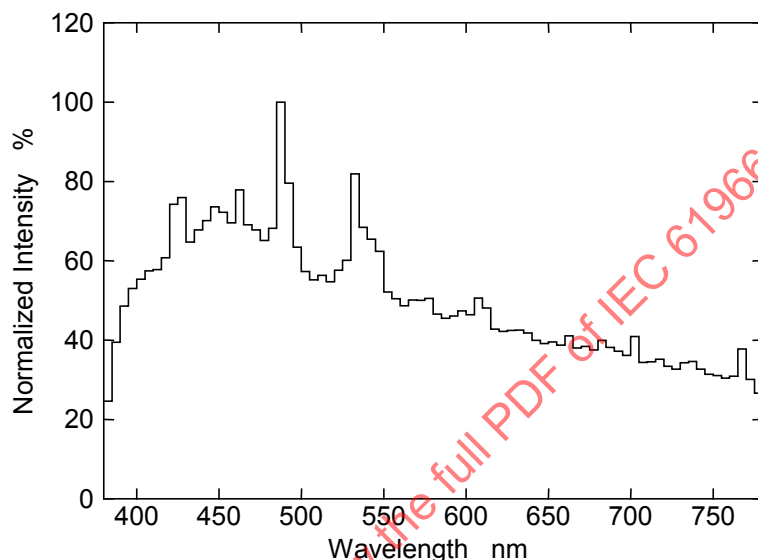
NOTE 1 The spectral distribution of the built-in flash may be directly measured using the spectro-radiometer in irradiance geometry.

NOTE 2 An auxiliary flash or a lamp other than built-in can be measured by the method specified in this clause.

8.4 Presentation of results

- The spectral characteristics of the built-in electronic flash, $L_S(\lambda)$, shall be reported in electronic form.
- The characteristics, $L_S(\lambda)$, shall be plotted as the curve exemplified in Figure 8.
- The correlated colour temperature, defined in 5.5 of CIE 15.2, for the built-in flash light 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 [6].



IEC 2654/03

Figure 8 – Example of the spectral distribution characteristics of a built-in electronic flash

9 Spatial non-uniformity

9.1 Characteristics to be measured

The non-uniformity of the digital image data acquired by shooting an evenly illuminated white chart.

9.2 Measurement conditions

The arrangement of the equipment shall be as shown in Figure 9. The illumination shall be the same as that specified in 4.2.2 with the colour temperature conversion filter of -140 MK^{-1} to achieve an effective correlated colour temperature of 5 500 K.

9.3 Method of measurement

- Test chart 3 in Figure 5 shall be shot by the digital camera under test.
- The mean values, D_{R_j} , D_{G_j} , D_{B_j} of red – green – blue digital image data for $P_v/100 \times P_v/100$ picture elements peripheral to the position j specified in 5.4b) shall be recorded for $j = 1$ to 25, where P_v is the number of picture elements in the vertical direction.

NOTE If further precise measurement is required, the luminance in cd/m^2 at the centre of each point may be measured and the values obtained in b) can be compensated.

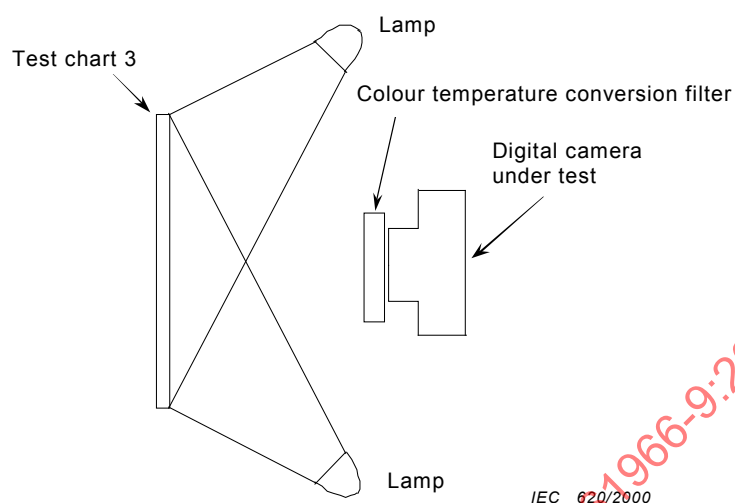


Figure 9 – Equipment arrangement for measurement of spatial non-uniformity

9.4 Presentation of results

- The R, G, and B data shall be converted to the tristimulus values X , Y , and Z in accordance with 3.2 of IEC 61966-2-1.
- As indices of non-uniformity, calculated results, $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC_{ab}^* for $i = 1$ to 25 shall be reported as a table, as shown in Table 3.

Table 3 – An example of reporting form for spatial non-uniformity

j	D_R (%)	D_G (%)	D_B (%)	$\Delta u' \times 10^3$	$\Delta v' \times 10^3$	$\Delta u'v' \times 10^3$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	52,2	47,8	46,3	1,95	-1,78	2,64	-5,41	2,10
2	55,9	52,4	49,4	0,91	-0,29	0,95	-2,80	0,71
3	56,6	53,6	50,3	0,42	-0,10	0,43	-2,17	0,32
4	55,6	52,6	49,4	0,46	-0,14	0,48	-2,75	0,37
5	51,1	47,9	45,6	0,86	-0,91	1,25	-5,55	1,06
6	55,3	51,6	49,0	1,10	-0,71	1,31	-3,23	1,04
7	57,6	55,0	51,2	0,04	0,33	0,33	-1,43	0,18
8	59,1	56,2	52,6	0,22	0,02	0,22	-0,70	0,14
9	57,7	55,3	51,6	-0,16	0,14	0,21	-1,28	0,16
10	54,1	51,2	47,8	0,47	0,23	0,53	-3,61	0,24
11	56,7	53,4	50,1	0,69	-0,03	0,70	-2,25	0,47
12	59,1	56,3	52,5	0,15	0,24	0,28	-0,67	0,15
13	60,2	57,5	53,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	59,2	56,5	52,8	0,05	0,09	0,10	-0,56	0,04
15	55,2	52,5	49,0	0,23	0,20	0,30	-2,86	0,10
16	56,6	53,3	50,2	0,68	-0,28	0,73	-2,30	0,57
17	58,4	55,7	52,1	0,07	0,03	0,08	-1,01	0,04
18	59,4	56,5	53,2	0,18	-0,36	0,40	-0,52	0,33
19	58,6	55,8	52,5	0,13	-0,32	0,35	-0,93	0,30
20	55,0	52,0	48,6	0,52	0,17	0,55	-3,12	0,29
21	55,4	50,9	49,1	1,80	-1,55	2,38	-3,51	1,90
22	56,8	53,6	50,4	0,58	-0,19	0,61	-2,14	0,47
23	57,1	54,0	50,9	0,46	-0,37	0,59	-1,92	0,50
24	56,5	53,4	50,5	0,48	-0,57	0,74	-2,26	0,63
25	53,2	49,4	47,3	1,30	-1,18	1,76	-4,53	1,43

Annex A (normative)

Letters and symbols

D_R	Compensated and normalized image data for the red channel
D_G	Compensated and normalized image data for the green channel
D_B	Compensated and normalized image data for the blue channel
E^R	Mean value corresponding to the step of grey steps for the tone-characteristic measurement of the red channel
E^G	Mean value corresponding to the step of grey steps for the tone-characteristic measurement of the green channel
E^B	Mean value corresponding to the step of grey steps for the tone-characteristic measurement of the blue channel
F^R	Mean value corresponding to the step of grey steps for the spectral responsivity characteristic measurement of the red channel
F^G	Mean value corresponding to the step of grey steps for the spectral responsivity characteristic measurement of the green channel
F^B	Mean value corresponding to the step of grey steps for the spectral responsivity characteristic measurement of the blue channel
$f_R()$	Tone characteristics of the red channel
$f_G()$	Tone characteristics of the green channel
$f_B()$	Tone characteristics of the blue channel
h	Height of the test charts
w	Width of the test charts
L	Luminance of the test charts in cd/m^2
$L(\lambda_i)$	Light intensity at wavelength λ_i measured through the correlated colour temperature conversion filter
$L_S(\lambda_i)$	Spectral distribution of the built-in flash
P_v	Number of picture elements in the vertical direction of digital camera picture data
$R_C(\lambda)$	Spectral responsivity characteristics of the red channel of the digital camera
$G_C(\lambda)$	Spectral responsivity characteristics of the green channel of the digital camera
$B_C(\lambda)$	Spectral responsivity characteristics of the blue channel of the digital camera

Annex B (informative)

Procedure to calculate the inverse function

The normalized set of data, D_{R_i} , D_{G_i} , and D_{B_i} should be retrieved from Table 2.

A mean data of D_x is supposed where $D_i \leq D_x \leq D_{i+1}$. Figure 6 is approximated in a piecewise linear relationship as in

$$D_x = \frac{D_{i+1} - D_i}{L_{i+1} - L_i} L_x + \frac{D_i L_{i+1} - D_{i+1} L_i}{L_{i+1} - L_i} \quad (\text{B.1})$$

Thus, the corresponding radiance L_x in cd/m^2 to the data D_x will be obtained as a solution of equation B.1 as in

$$L_x = \frac{D_{i+1} L_{i+1} - D_x L_i}{D_{i+1} - D_i} \quad (\text{B.2})$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-9:2003

Annex C (informative)

Example of the use of the reported results for colour management

C.1 Introduction

There will be multiple methods to perform external colour control of image data for characterization of digital cameras in use for an open system as a constituent part of colour information production and reproduction systems under colour management. This annex is in line with IEC TTA-3 [2] and describes a method to control colour reproduction based on the data reported as the results of performing the measuring methods specified in this standard. In other words, colour control methods based on equipment-dependent characteristics, being capable of conversion to the equipment-independent characteristics are described as examples.

C.2 Colorimetric characteristics of the scRGB colour space

The ideal spectral characteristics of digital cameras $r_s(\lambda)$, $g_s(\lambda)$, and $b_s(\lambda)$ compliant to the scRGB colour space as defined in IEC 61966-2-2, is obtained by the following calculation based on CIE 1931 colour-matching functions $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, and $\bar{z}(\lambda)$; chromaticity coordinate values in CIE 1931 chromaticity diagram for red – green – blue (x_R, y_R), (x_G, y_G), and (x_B, y_B); and the neutral colour (CIE D65) (x_n, y_n), all of which are defined in CIE 15.2.

Namely, based on equation 1 of IEC 61966-2-2, by expanding the relationship to spectral characteristics, the following more strict constraint is obtained.

$$\begin{pmatrix} r_s(\lambda) \\ g_s(\lambda) \\ b_s(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,240\ 625 & -1,537\ 208 & -0,498\ 629 \\ -0,968\ 931 & 1,875\ 756 & 0,041\ 518 \\ 0,055\ 710 & -0,204\ 021 & 1,056\ 996 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{pmatrix} \quad (\text{C.1})$$

C.3 Colour control for digital cameras

C.3.1 Matching tone characteristics to the scRGB

Let the measured and reported tone characteristics be $t(x)$ and the ideal target tone characteristics of scRGB specified in IEC 61966-2-2 be $scRGB(x)$, where x corresponds to a light input level normalized to $[0, 1]$. A $t(x)$ differing from $scRGB(x)$ will be converted so that

$$A\tilde{t}(x)^p \approx scRGB(x) \quad (\text{C.2})$$

where $\tilde{t}(x) = t(x) - t(0)$, and the parameters A and p are unknowns and will be determined by the method of the least squares.

Taking logarithm of equation C.2,

$$\sum_x (a + p \log \tilde{t}(x) - \log scRGB(x))^2 = f(a, p) \quad (\text{C.3})$$

where $a = \log A$. From partial differentiations of equation C.3 by a and p , it permits the determination of the unknowns in order to minimize $f(a, p)$.

$$\begin{pmatrix} \sum_x \log \tilde{t}(x) & \sum_x \log^2 \tilde{t}(x) \\ n & \sum_x \log \tilde{t}(x) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_x \log \tilde{t}(x) \log scRGB(x) \\ \sum_x \log scRGB(x) \end{pmatrix} \quad (C.4)$$

where n is the number of sample data in the summation.

C.3.2 Colorimetric match to the scRGB

Let the spectral responsivity characteristics reported in 7.4 be $r_c(\lambda)$, $g_c(\lambda)$, and $b_c(\lambda)$. Here is an example to approximate these characteristics to the ones for the scRGB digital camera. Let an unknown linear conversion matrix be C as in

$$C \begin{pmatrix} r_c(\lambda) \\ g_c(\lambda) \\ b_c(\lambda) \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} m_r r_s(\lambda) \\ m_g g_s(\lambda) \\ m_b b_s(\lambda) \end{pmatrix} \quad (C.5)$$

where m_r , m_g and m_b are coefficients in which the white balancing control is considered. For a digital camera, and illumination of spectral distribution characteristics $L(\lambda)$, the coefficients should be calculated as follows.

$$\begin{aligned} m_r &= \int_{\lambda} g_s(\lambda) L(\lambda) d\lambda / \int_{\lambda} r_s(\lambda) L(\lambda) d\lambda \\ m_g &= 1 \\ m_b &= \int_{\lambda} g_s(\lambda) L(\lambda) d\lambda / \int_{\lambda} b_s(\lambda) L(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (C.6)$$

Taking into account the spectral distribution characteristics $L(\lambda)$ of halogen lamps of 3 100 K with the correlated colour conversion filter, m_r , m_g and m_b are calculated as follows:

$$\begin{aligned} m_r &= 0,9255 \\ m_g &= 1,0000 \\ m_b &= 1,4087 \end{aligned} \quad (C.7)$$

The nine unknown coefficients of the matrix C will be determined by the method of least squares applied to equation C.5.

Let $r_c(\lambda_i) = r_{c_i}$, $g_c(\lambda_i) = g_{c_i}$, $b_c(\lambda_i) = b_{c_i}$; $r_s(\lambda_i) = r_{s_i}$, $g_s(\lambda_i) = g_{s_i}$, $b_s(\lambda_i) = b_{s_i}$ then the following simultaneous equation holds.

$$\begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n r_{c_i}^2 & \sum_{i=1}^n g_{c_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n b_{c_i} r_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n r_{c_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n g_{c_i}^2 & \sum_{i=1}^n b_{c_i} g_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n r_{c_i} b_{c_i} & \sum_{i=1}^n g_{c_i} b_{c_i} & \sum_{i=1}^n b_{c_i}^2 \end{pmatrix} C = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} b_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} b_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} b_{c_i} \end{pmatrix} \quad (C.8)$$

where n is the number of samples in wavelength.

The matrix C is a solution of the equation C.8.

The method applied to the report in 7.4 results the matrix C as in

$$C = \begin{pmatrix} 0,9255 & -0,3120 & 0,0153 \\ 0,1004 & 0,7179 & -0,1538 \\ -0,0326 & -0,2393 & 0,9179 \end{pmatrix} \quad (C.9)$$

When colour control in equation C.5 is applied, the spectral responsivity characteristics in Figure C.1 will be obtained. For information, the ideal scRGB responses are shown in broken curves.

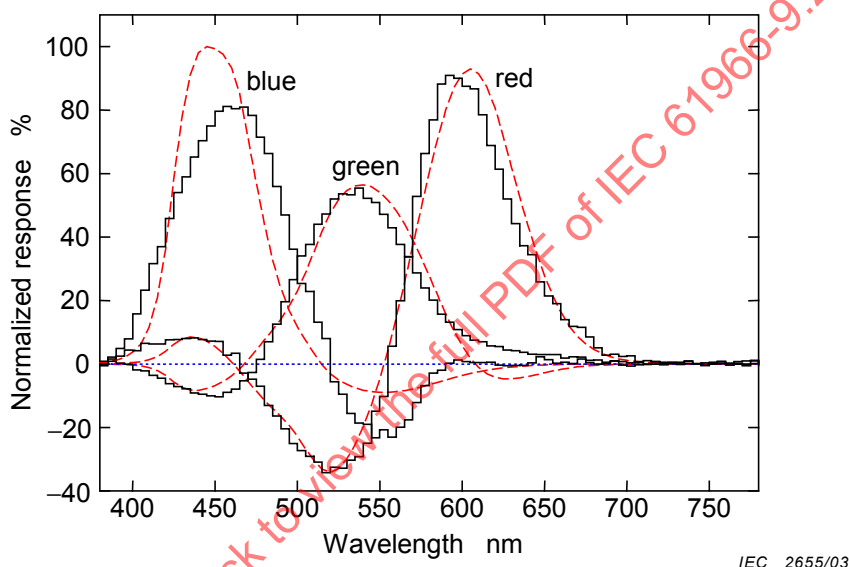


Figure C.1 – An example of spectral responsivity controlled to approximate the ideal scRGB characteristics superimposed as the broken curves

C.3.3 Transformation from image data of digital cameras to the data in scRGB colour space

Raw image data obtained from digital cameras will be transformed to the data in scRGB colour space by the following process in order to make the original data to be equipment independent.

- a) The original image data from a digital camera should be linearized by taking into account the tone characteristics $t(x)$ of the digital camera under characterization. Namely, the inverse relation of the tone characteristics should be applied to the data to obtain linearized set of data D'_R , D'_G and D'_B as in equation C.10.

$$C \begin{pmatrix} t_R^{-1}(D_R) \\ t_G^{-1}(D_G) \\ t_B^{-1}(D_B) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D'_R \\ D'_G \\ D'_B \end{pmatrix} \quad (C.10)$$

- b) The linearized set of data D'_R , D'_G and D'_B should be normalized in accordance with 4.2 of IEC 61966-2-2 finally to obtain R_{scRGB} , G_{scRGB} and B_{scRGB} .

Annex D (normative)

Method to compensate spectral responsivity characteristics at the neutral point

To compensate the neutral point shift due to possible errors caused by the measurement system, the following procedure shall be applied to decide the coefficients p_R , p_G and p_B , where $L_8(\lambda_i)$ is the spectral distribution characteristics of grey chip 8.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{81} p_R R'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) &= \sum_{i=1}^{81} p_G G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) \\ \sum_{i=1}^{81} p_B B'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) &= \sum_{i=1}^{81} p_G G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) \end{aligned} \quad (D.1)$$

With constraint $p_G = 1$, the unknown coefficients p_R and p_B will be obtained as solutions of equation D.1 as in

$$\begin{aligned} p_R &= \frac{\sum_{i=1}^{81} G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)}{\sum_{i=1}^{81} R'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)} \\ p_B &= \frac{\sum_{i=1}^{81} G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)}{\sum_{i=1}^{81} B'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)} \end{aligned} \quad (D.2)$$

Annex E (informative)

Automated extraction of data from the test chart image

E.1 Introduction

The optical viewfinder of a digital camera is designed to restrict the user's field of view to only a portion of the image actually captured by the image sensor. This helps to ensure that the digital camera actually captures every scene detail that was originally composed by the user as illustrated in Figure E.1.

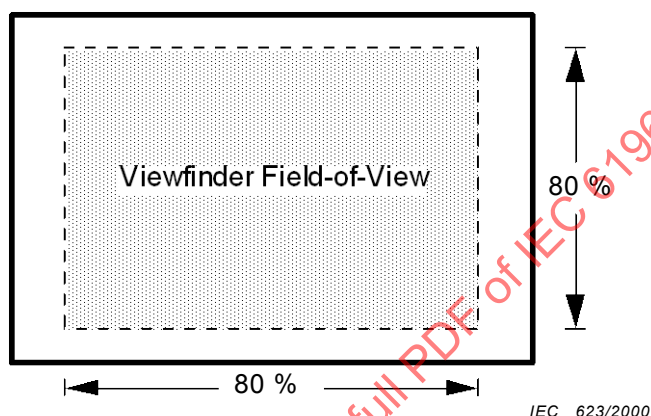


Figure E.1 – Example to compare a typical optical viewfinder area and the corresponding image sensor area (outer rectangle)

Due to manufacturing tolerances and parallax errors, other differences occur between what the user sees in the viewfinder of the digital camera and the captured image. These differences are to be apparent as a shift in the vertical and/or horizontal directions or a rotation in the image. The parallax error can only be zero at a single object distance. Often, this distance is chosen to be the point of best focus or hyper-focal distance of the lens. The addition of horizontal and vertical shift markers to a test chart is recommended to support automated extraction of data from the test chart image. These can be provided in the existing test chart by simply extending the current markers as shown in Figure E.2.

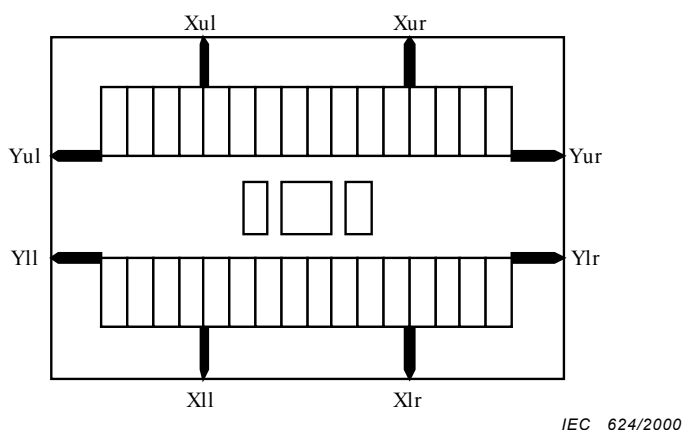


Figure E.2 – Test chart with extended orientation markers

The notations in the following information should be taken from Figure E.2.

E.2 Horizontal image shift

Horizontal image shift, S_H , can be determined by calculating the difference between the average of the centres of the upper left (X_{ul}) and lower right (X_{lr}) orientation markers and the ideal horizontal image centre (X_c) according to equations E.1 and E.2. The upper right (X_{ur}) and lower left (X_{ll}) orientation markers can also be used.

$$S_H = \frac{1}{2}(X_{ul} + X_{lr} - X_c) \quad (\text{pixels}) \quad (\text{E.1})$$

Normalized horizontal image shift, s_h , will be

$$s_h = \frac{1}{P_w} S_H \times 100 \quad (\%) \quad (\text{E.2})$$

where P_w is the image width in pixels.

E.3 Vertical image shift

Similarly, vertical image shift, S_V , can be determined by calculating the difference between the average of the centres of the upper left (Y_{ul}) and lower right (Y_{lr}) orientation markers and the ideal vertical image centre (Y_c) according to equations E.3 and E.4. The lower left (Y_{ll}) and upper right (Y_{ur}) orientation markers can also be used.

$$S_V = \frac{1}{2}(Y_{ul} + Y_{lr} - Y_c) \quad (\text{pixels}) \quad (\text{E.3})$$

Normalized vertical image shift, s_v , will be

$$s_v = \frac{1}{P_h} S_V \times 100 \quad (\%) \quad (\text{E.4})$$

where P_h is the image height in pixels.

E.4 Image rotation

Image rotation, $\Re$, can be determined from a knowledge of the location of the centres of the upper left (Y_{ul}) and upper right (Y_{ur}) orientation markers and the horizontal distance (ΔX , in pixels) between which these centres were measured by the software according to equation E.5.

$$\Re = \tan^{-1} \left(\frac{Y_{ul} - Y_{ur}}{\Delta X} \right) \quad (\text{E.5})$$

E.5 Image magnification

No formulae are offered for calculating image magnification. However, this parameter can easily be determined by calculating the distance (in pixels) between either set of vertical orientation.

Bibliography

- [1] SUGIURA H., KUNO T., MATOBA N. and IKEDA H. "A measurement method for spectral responsivity of digital cameras with tone characteristics compensation per pixel", *Proceedings of SPIE*, Vol. 3650, p. 128–137 (January, 1999)
 - [2] IEC TTA-3:1997, IKEDA H., ABE M., and HIGAKI Y. "Equipment independent colour reproduction systems", IEC Technical Trend Assessment, No.3, IEC Geneva (1997)
 - [3] JIS Z 8724:1996, *Methods of measurement for light source colour*
 - [4] IKEDA H., ABE M., HIGAKI Y., KOBAYASHI T. and NAKAMICHI M. "Automated Evaluation of Colour Reproduction for Colour Video Cameras", *IEE Conference Publication* No.335, p.31–38 (June, 1991)
 - [5] IKEDA H. "Colorimetric parameters in television systems", *Journal of the Institute of Television Engineers of Japan*, Vol.43, No.6, p. 620–622 (June, 1989)
 - [6] ROBERTSON A.R. "Computation of correlated color temperature and distribution temperature," *J. Opt. Soc. Amer.*, Vol. 58, No. 11, p. 1528–1535 (November, 1968).
 - [7] CIE 63:1984, *The spectroradiometric measurement of light sources*
 - [8] CIE 105:1993, *Spectroradiometry of pulsed optical radiation sources*
 - [9] CIE15.2:1986, *Colorimetry*
 - [10] IEC 61966-2-2:2003, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – scRGB*
 - [11] IEC 61966-8:2001, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 8: Multimedia colour scanners*
 - [12] ISO 14524:1999, *Photography – Electronic still-picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions (OECFs)*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Termes et définitions	37
4 Conditions	37
4.1 Conditions d'environnement	37
4.2 Conditions de mesures	37
5 Appareils de mesure	39
5.1 Source de lumière spectrale	39
5.2 Filtre de conversion de température de couleur	40
5.3 Boîte noire	40
5.4 Mires	41
5.5 Appareil de mesure de la luminance énergétique	43
5.6 Spectroradiomètre	44
5.7 Luminancemètre	44
6 Caractéristiques de valeurs	44
6.1 Caractéristiques à mesurer	44
6.2 Conditions de mesure	44
6.3 Méthode de mesure	45
6.4 Présentation des résultats	45
7 Caractéristiques de sensibilité spectrale	47
7.1 Caractéristiques à mesurer	47
7.2 Conditions de mesure	47
7.3 Méthode de mesure	47
7.4 Présentation des résultats	48
8 Répartition spectrale du flash électronique intégré	50
8.1 Caractéristiques à mesurer	50
8.2 Conditions de mesure	50
8.3 Méthode de mesure	50
8.4 Présentation des résultats	50
9 Non-uniformité spatiale	51
9.1 Caractéristiques à mesurer	51
9.2 Conditions de mesure	51
9.3 Méthode de mesure	51
9.4 Présentation des résultats	52
Annexe A (normative) Lettres et symboles	54
Annexe B (informative) Procédure de calcul de la fonction inverse	55
Annexe C (informative) Exemple d'utilisation de rapport de résultats pour la gestion de la couleur	56
Annexe D (normative) Méthode destinée à compenser les caractéristiques de sensibilité spectrale au point neutre	60
Annexe E (informative) Extraction automatisée de données à partir de l'image de la mire	61

Bibliographie.....	64
Figure 1 – Disposition de l'équipement pour les mesures.....	38
Figure 2 – Boîte noire	41
Figure 3 – Mire 1	41
Figure 4 – Mire 2 avec pastille remplaçable i	42
Figure 5 – Mire 3	42
Figure 6 – Exemple de tracé de caractéristiques de valeurs (température de couleur proximale: 5 500 K).....	46
Figure 7 – Exemple de caractéristiques de sensibilité spectrale (température de couleur proximale: 5 500 K)	49
Figure 8 – Exemple de caractéristiques de répartition spectrale d'un flash électronique intégré	51
Figure 9 – Disposition de l'équipement pour la mesure de la non-uniformité spatiale	52
Figure C.1 – Exemple de sensibilité spectrale contrôlée pour s'approcher des caractéristiques scRVB idéales superposées en courbes discontinues	58
Figure E.1 – Exemple destiné à comparer une zone type du viseur optique et la zone d'image perceptible correspondante (rectangle extérieur)	61
Figure E.2 – Mire avec extension de repères d'orientation	62
Tableau 1 – Facteurs de réflexion nominaux de la section d'échelle de gris et des pastilles de gris.....	43
Tableau 2 – Exemple de caractéristiques de valeurs (température de couleur proximale: 5 500 K).....	46
Tableau 3 – Exemple de formulaire de rapport pour la non-uniformité spatiale.....	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 9: Appareils numériques de prise de vue

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 61966-9 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2000. Cette édition contient les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Compte tenu de la publication de la CEI 61966-2-2, la référence correspondante, à la CEI 61966-2-1 de l'Annexe C, a été remplacé par CEI 61966-2-2 et sRVB par scRVB.
- b) L'ancienne Annexe C a été remplacée par la nouvelle Annexe C, dans laquelle l'ancienne Figure C.1 a été supprimée.

La présente version bilingue (2013-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2003-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/666/CDV et 100/722/RVC.

Le rapport de vote 100/722/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française 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 2-0: 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 – sRVB
- 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: Écrans de projection frontale
- Partie 7-1: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées RVB
- Partie 7-2: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées CMYK
- Partie 8: Scanners multimédia couleur
- Partie 9: Appareils numériques de prise de vue
- Partie 10: Assurance de la qualité – Image en couleur dans les systèmes de réseau
- Partie 11: Assurance de la qualité – Vidéo dégradée dans les systèmes de réseau

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. 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.

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

Partie 9: Appareils numériques de prise de vue

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61966 est applicable à l'évaluation de la reproduction de la couleur des appareils numériques de prise de vue utilisés dans les systèmes informatiques ouverts et applications similaires.

Une série de méthodes et de paramètres pour les mesures et la gestion de la couleur en vue d'une utilisation dans les systèmes et appareils multimédia est applicable à l'évaluation de la reproduction de la couleur.

La présente norme traite des appareils numériques de prise de vue destinés à prendre des images fixes et des images animées en couleur utilisées dans des applications multimédia.

Les méthodes de mesure normalisées dans la présente norme sont conçues pour permettre l'évaluation objective de la performance et la caractérisation de la reproduction des couleurs des appareils numériques de prise de vue qui peuvent prendre des images en couleur fixes et animées, et des informations de couleur en sortie correspondant aux données numériques d'images rouge, vert et bleu. Les résultats mesurés sont destinés à être utilisés pour la gestion de la couleur dans les systèmes multimédia, généralement sur Internet.

Cette norme définit les mires, les conditions de mesure et les méthodes de mesure, de manière à permettre la gestion de la couleur dans les systèmes multimédia ouverts et une comparaison détaillée des résultats des mesures pour l'évaluation des appareils numériques de prise de vue.

Le contrôle de couleur dans les appareils numériques de prise de vue 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 Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Éclairage*

CEI 61146-1:1994, *Caméras vidéo (PAL/SECAM/NTSC) – Méthodes de mesure – Partie 1: Caméras monocapteurs hors de la radiodiffusion*

CEI 61966-2-1:1999, *Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur dans les systèmes et appareils multimédia – Partie 2-1: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB par défaut – sRVB*

ISO 2813:1994, *Peintures et vernis – Détermination de la réflexion spéculaire des feuilles de peinture non métallisées à 20 degrés, 60 degrés et 85 degrés*

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

CIE 17.4:1987, *Vocabulaire international de l'éclairage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions de la CEI 60050-845 et de la CIE 17.4, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

contrôle de couleur

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

3.2

appareil numérique de prise de vue

appareil d'imagerie électronique qui peut saisir des images en couleur fixes et animées, et délivre en sortie des données numériques d'images pour les voies rouge, verte et bleue, soit de façon autonome soit en utilisant un logiciel intégré de contrôle de couleur

4 Conditions

4.1 Conditions d'environnement

Toutes les mesures spécifiées dans cette norme doivent être effectuées dans un local noir.

L'alimentation électrique de l'appareil numérique de prise de vue en essai doit être fournie par un adaptateur à courant alternatif ou des piles ou batteries recommandées par le fabricant.

La tension et la fréquence d'alimentation appliquées à l'adaptateur à courant alternatif doivent avoir les valeurs nominales spécifiées par le fabricant de l'appareil numérique de prise de vue. Lorsque la tension d'alimentation fluctue, un stabilisateur doit être utilisé pour atteindre une stabilité de $\pm 5\%$ de la valeur nominale.

D'autres conditions d'environnement telles que la température et l'humidité relative doivent figurer dans le rapport avec les résultats de mesure.

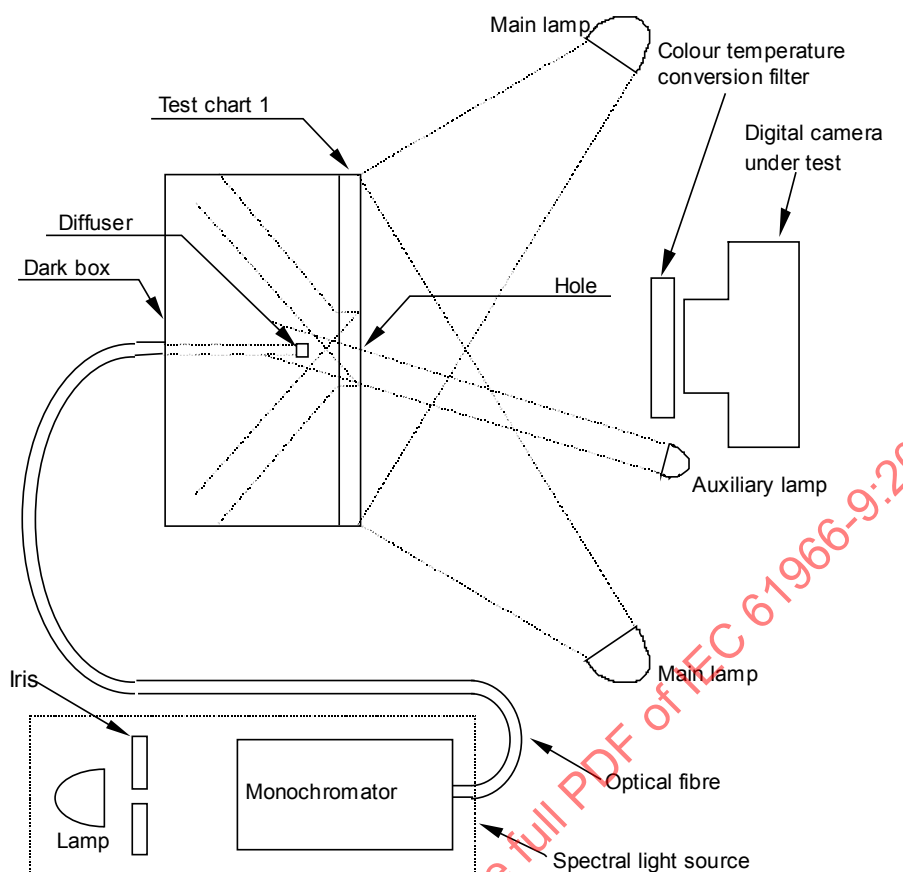
Pour les conditions d'environnement complémentaires non spécifiées dans ce paragraphe, le cas échéant, on doit prendre en compte les spécifications du fabricant de l'appareil numérique de prise de vue.

4.2 Conditions de mesures

4.2.1 Disposition de mesure

Sauf spécification contraire, l'objet de la prise de vue doit être une mire disposée sur la boîte noire représentée à la Figure 1. Les spécifications du trou central de la mire sont données à la Figure 3. Les positions relatives doivent être choisies de façon à éviter un éblouissement inutile par le diffuseur.

NOTE La source de lumière spectrale constituée de la lampe, du diaphragme, du monochromateur, de la fibre optique et du diffuseur peut être configurée d'autres manières, à condition que les spécifications exigées soient satisfaites.



IEC 612/2000

Légende

Anglais	Français
Main lamp	Lampe principale
Colour temperature conversion filter	Filtre de conversion de la température de couleur
Test chart 1	Mire 1
Diffuser	Diffuseur
Dark box	Boîte noire
Hole	Trou
Digital camera under test	Appareil numérique de prise de vue en essai
Auxiliary lamp	Lampe auxiliaire
Main lamp	Lampe principale
Iris	Diaphragme
Lamp	Lampe
Monochromator	Monochromateur
Optical fibre	Fibre optique
Spectral light source	Source de lumière spectrale

Figure 1 – Disposition de l'équipement pour les mesures

4.2.2 Eclairage

L'éclairage des mires doit être réalisé au moyen de deux ou quatre lampes principales et une lampe auxiliaire en fonction des caractéristiques à mesurer. La lumière incidente des lampes principales doit être à 45° de la normale à la surface de la mire. Une lampe auxiliaire destinée à éclairer le diffuseur de la Figure 1 est utilisée uniquement pour les mesures spécifiées à

l'Article 7. Le diffuseur ne doit pas être éclairé directement par les lampes principales. Les lampes principales et auxiliaires doivent être des lampes à halogène avec une alimentation bien régulée.

La température de couleur proximale des lampes doit être de $3\,100\text{ K} \pm 100\text{ K}$, comme spécifié dans la CEI 61146-1. La non-uniformité d'éclairage doit être inférieure à 5 %. L'éclairement moyen sur la mire doit être de $2\,000\text{ lx} \pm 100\text{ lx}$.

4.2.3 Conditions de prise de vue

L'axe optique de l'appareil numérique de prise de vue en essai doit coïncider avec l'axe perpendiculaire à la mire.

Si l'appareil numérique de prise de vue en essai est équipé d'un objectif zoom, la distance entre la mire et l'appareil numérique de prise de vue en essai doit être d'environ 1,5 m, sauf spécification contraire. Le zoom doit être réglé de telle sorte que les repères horizontaux et verticaux soient situés dans le cadre complet de la zone d'image.

Si l'appareil numérique de prise de vue en essai n'est pas équipé d'un objectif zoom, la distance entre la mire et l'appareil numérique de prise de vue en essai doit être réglée de telle sorte que les repères horizontaux et verticaux soient situés dans le cadre complet de la zone d'image.

4.2.4 Données numériques d'image

Les données rouge, vert et bleu nécessaires au calcul et à la caractérisation de l'appareil numérique de prise de vue en cours de mesure doivent être saisies et enregistrées selon les cas décrits ci-après:

- a) si les données numériques d'image rouge, vert et bleu sont directement obtenues de l'appareil numérique de prise de vue en essai, les valeurs doivent être enregistrées;
- b) si les données numériques d'image rouge, vert et bleu ne sont pas directement disponibles, il convient qu'elles soient calculées par le logiciel pilote du fabricant;
- c) si les données numériques d'image rouge, vert et bleu sont calculées par un logiciel d'application indépendant sur l'appareil numérique de prise de vue en cours de mesure, le nom et la version du logiciel doivent figurer dans le rapport avec les valeurs.

5 Appareils de mesure

5.1 Source de lumière spectrale

La source de lumière spectrale est constituée d'une lampe halogène alimentée par une source d'énergie électrique à courant continu bien régulée, d'un diaphragme, d'un monochromateur et d'une fibre optique avec un diffuseur, comme l'illustre la Figure 1. Il convient que les spécifications des parties constitutives dans la disposition de l'équipement soient les suivantes.

a) Sortie de la source de lumière spectrale

- 1) Diamètre du diffuseur: approximativement $\frac{1}{45}h$
- 2) Luminance énergétique: supérieure à 10 mW/sr/m^2
- 3) Stabilité de sortie de lumière: à $\pm 0,5\%$ près

NOTE Une sphère intégrante peut être incorporée pour augmenter l'uniformité.

b) Monochromateur

- 1) Gamme de longueurs d'onde: au moins de 380 nm à 780 nm
- 2) Largeur de bande spectrale: 5 nm (FWHM)¹, triangle
- 3) Exactitude de la longueur d'onde: $\pm 0,5$ nm
- 4) Lumière parasite inférieure à 10^{-4}

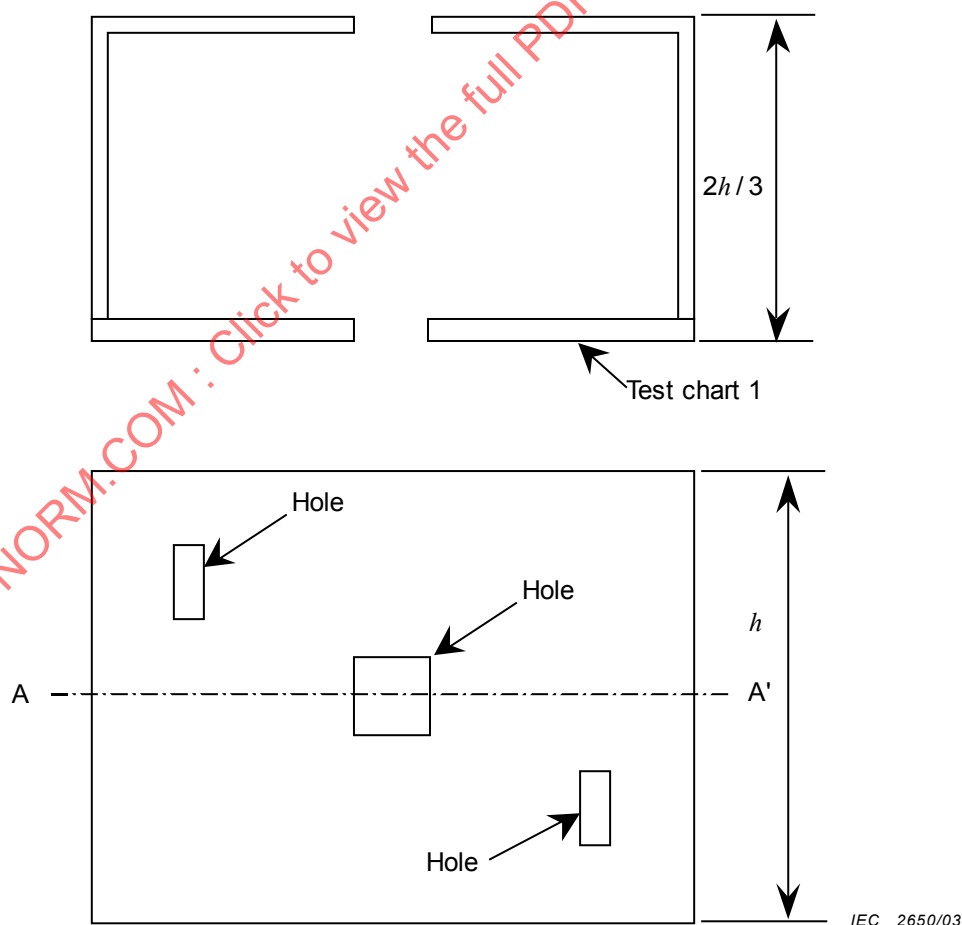
NOTE Il convient que les spectres d'ordre supérieur du monochromateur soient enlevés.

5.2 Filtre de conversion de température de couleur

Le changement de température de couleur proximale réciproque doit être de -140 MK^{-1} afin d'atteindre $5\,500 \text{ K} \pm 300 \text{ K}$.

5.3 Boîte noire

Il convient que la boîte noire pour les mesures soit conforme à la Figure 2. Le facteur de réflexion de l'intérieur de la boîte noire doit être inférieur à 2 %. Il convient que l'exactitude des dimensions soit de $\pm \frac{1}{50} h$. La spécification géométrique des trous dont les positions sont désignées par «0» doit être conforme à la Figure 3.



¹ FWHM signifie largeur à mi-hauteur.

Légende

Anglais	Français
Test chart 1	Mire 1
Hole	Trou

Figure 2 – Boîte noire

5.4 Mires

- a) Le brillant spéculaire à 60° doit être inférieur à 2,5 %, conformément à l'ISO 2813, pour toutes les mires. La spécification géométrique des mires doit être conforme aux Figures 3, 4 et 5. Il convient que l'exactitude des dimensions soit de $\pm \frac{1}{50} h$.

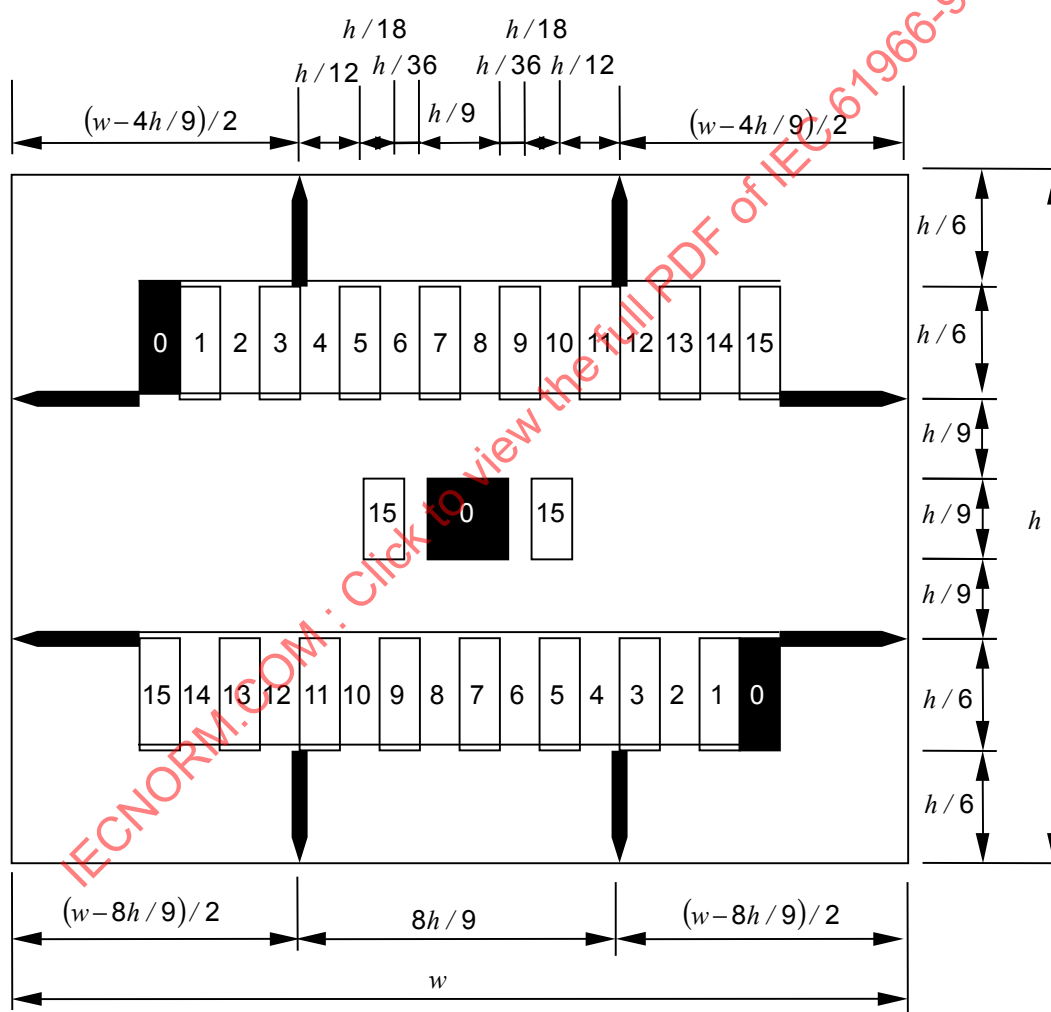
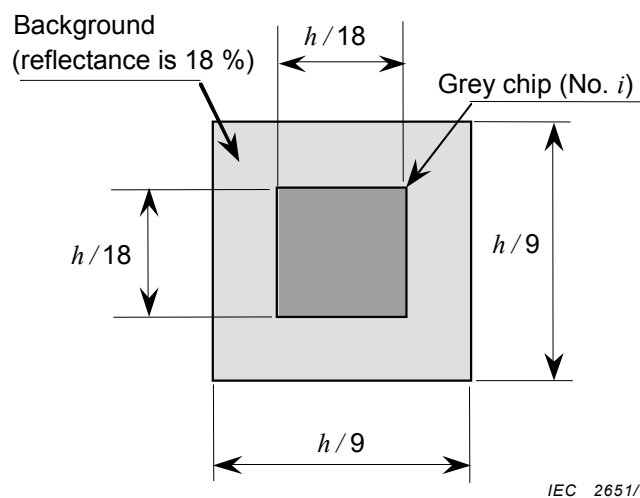


Figure 3 – Mire 1



Légende

Anglais	Français
Background (reflectance is 18%)	Luminance de fond (le facteur de réflexion est de 18 %)
Grey chip (No. i)	Pastille de gris (n° i)

Figure 4 – Mire 2 avec pastille remplaçable i

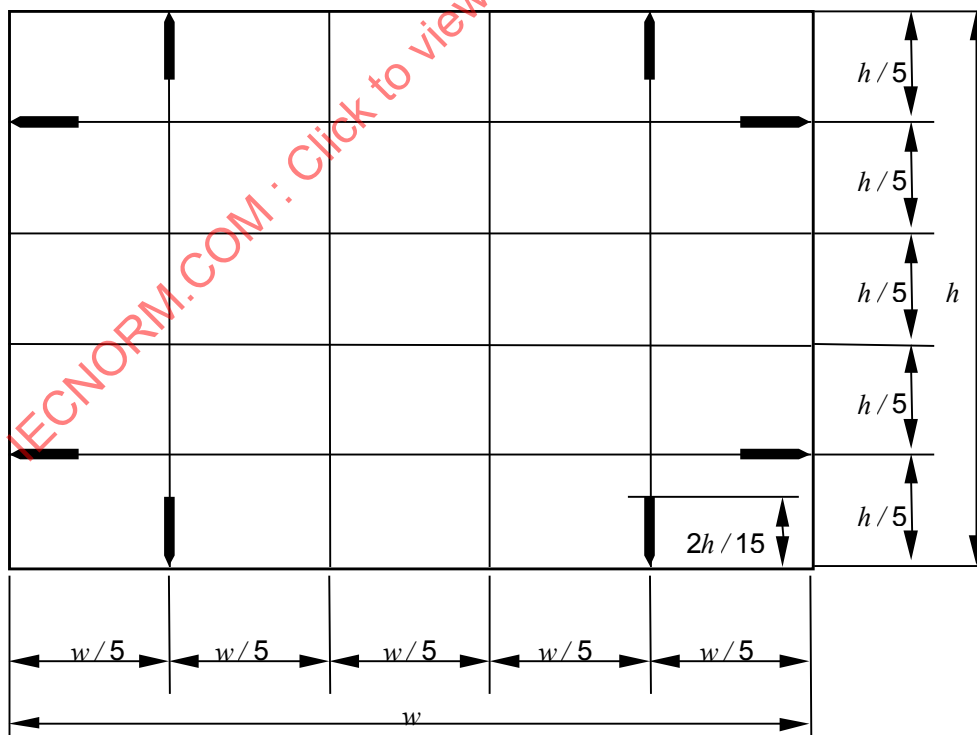


Figure 5 – Mire 3

- b) La mire 3 de la Figure 5 doit être la mire blanche avec un facteur de réflexion nominal de 88,1 %. Elle doit être superposée avec une grille rectangulaire. La désignation de la

position j de la Figure 5 doit être numérotée à partir du haut à gauche jusqu'en bas à droite pour le centre de chaque zone rectangulaire, tel que $j = 1$ à 25.

- c) Les facteurs de réflexion de l'échelle de gris dans la mire 1 doivent avoir les valeurs spécifiées dans le Tableau 1, où les positions désignées par «0» sont des trous.

Tableau 1 – Facteurs de réflexion nominaux de la section d'échelle de gris et des pastilles de gris

i	Facteurs de réflexion (%)
0	0,0 (trou)
1	2,0
2	4,0
3	6,0
4	8,0
5	10,3
6	14,7
7	19,8
8	25,8
9	32,5
10	39,9
11	48,1
12	57,0
13	66,6
14	77,0
15	88,1
Fond	18,0

5.5 Appareil de mesure de la luminance énergétique

Pour les mesures de la sortie à partir de la source de lumière spectrale, il convient d'utiliser, un dispositif de mesure de la luminance énergétique avec la spécification suivante:

- a) Gamme de longueurs d'onde: de 380 nm à 780 nm
- b) Gamme mesurable de 1 $\mu\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$ à 1 $\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$
- c) Exactitude relative: $\pm 5 \%$ (de 380 nm à 780 nm)
- d) Linéarité: $\pm 2 \%$
- e) Résolution de mesure: Inférieure à 0,5 %

NOTE 1 La luminance énergétique peut être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure de l'éclairement énergétique à une distance connue depuis une source. Un spectroradiomètre en géométrie de luminance énergétique peut aussi être utilisé pour mesurer la luminance énergétique.

NOTE 2 Si une gamme de longueurs d'onde supérieure à la spécification donnée en a) est nécessaire à partir des résultats rapportés dans l'Article 7, il convient que la gamme de longueurs d'onde soit comprise entre 360 nm et une longueur d'onde où l'on observe une réponse inférieure à 5 % du maximum.

5.6 Spectroradiomètre

Pour la mesure de l'Article 8 concernant un flash électronique intégré, il convient d'utiliser un spectroradiomètre avec la spécification suivante:

- a) Gamme de longueurs de 380 nm à 780 nm d'onde:
- b) Champ de vision: entre 0,1° et 2,0°
- c) Incertitude sur la longueur d'onde: inférieure à 0,5 nm dans toute la gamme de longueurs d'onde
- d) Pas de mesure: 5 nm ou inférieur
- e) Largeur de bande: 5 nm ou inférieur
- f) Répétabilité: inférieure à 0,5 % en luminance énergétique à chaque longueur d'onde

NOTE 1 Une capacité d'intégration temporelle, pour la mesure des éclairs de flash, est nécessaire.

NOTE 2 Si une gamme de longueurs d'onde supérieure à la spécification donnée en a) est nécessaire à partir des résultats rapportés dans l'Article 8, il convient que la gamme de longueurs d'onde soit comprise entre 360 nm et une longueur d'onde où l'on observe une réponse inférieure à 5 % du maximum.

NOTE 3 Il convient d'effectuer un étalonnage périodique avec une source optique étalon de distribution spectrale de puissance connue.

NOTE 4 De plus amples précisions techniques de conception, de caractérisation et d'étalonnage des spectroradiomètres figurent dans la CIE 63 [7], la CIE 105 [8] et dans la JIS Z 8724 [3]².

5.7 Luminancemètre

Pour la mesure de la luminance de l'Article 7 il convient d'utiliser, un luminancemètre avec la spécification donnée ci-dessous. On peut utiliser un colorimètre avec sortie de luminance en Y.

- 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, $\bar{y}(\lambda)$, comme défini dans l'ISO/CIE 10527
- c) Répétabilité: inférieure à 0,5 %

6 Caractéristiques de valeurs

6.1 Caractéristiques à mesurer

La relation entre la luminance de l'objet de la prise de vue et les données numériques d'image au centre de l'image doit être mesurée.

6.2 Conditions de mesure

Il convient que la disposition de l'équipement soit conforme à la Figure 1. La fibre optique doit être enlevée et le trou sur la face arrière de la boîte noire doit être couvert par un couvercle peint comme l'intérieur de la boîte noire. La lampe auxiliaire doit être éteinte.

On doit effectuer deux mesures séparées, avec le filtre de conversion de température de couleur en face de l'objectif pour 5 500 K, et sans le filtre pour 3 100 K.

² Les nombres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

NOTE Des conditions complémentaires de température de couleur proximale peuvent être établies en fonction des besoins.

6.3 Méthode de mesure

- a) La mire 2 avec la pastille de gris i doit être séquentiellement insérée dans le trou de devant au centre de la mire 1 pour $i = 0$ à 15. Les facteurs de réflexion des pastilles de gris doivent être conformes au Tableau 1.

NOTE La pastille de gris pour $i = 0$ est un trou sans pastille de gris.

- b) La luminance L_i de la pastille de gris i doit être mesurée au moyen du luminancemètre, et la mire 1 doit être prise par l'appareil numérique de prise de vue en essai.
- c) Les valeurs moyennes D'_{R_i} , D'_{V_i} et D'_{B_i} , des données numériques d'image rouge, vert et bleu, correspondant à la pastille de gris i montée au centre, doivent être enregistrées.
- d) Les valeurs moyennes $E_{i_j}^R$, $E_{i_j}^V$ et $E_{i_j}^B$ correspondant à l'échelon j de l'échelle de gris située en partie haute avec la pastille de gris i montée au centre, doivent aussi être notées pour les données d'image rouge, vert et bleu, respectivement.

6.4 Présentation des résultats

- a) Les données enregistrées doivent être compensées pour éliminer tout contrôle d'exposition autonome ou toutes erreurs d'un obturateur mécanique de l'appareil numérique de prise de vue en essai, de la façon suivante:

$$D_{R_i} = \frac{1}{2^n - 1} \left(\frac{E_{8_{j+1}}^R - E_{8_j}^R}{E_{i_{j+1}}^R - E_{i_j}^R} \left(D'_{R_i} - E_{i_j}^R \right) + E_{8_j}^R \right) \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

où

j est le numéro de l'échelon dans l'échelle de gris pour lequel on vérifie l'inégalité

$$E_{i_j}^R < D'_{R_i} < E_{i_{j+1}}^R;$$

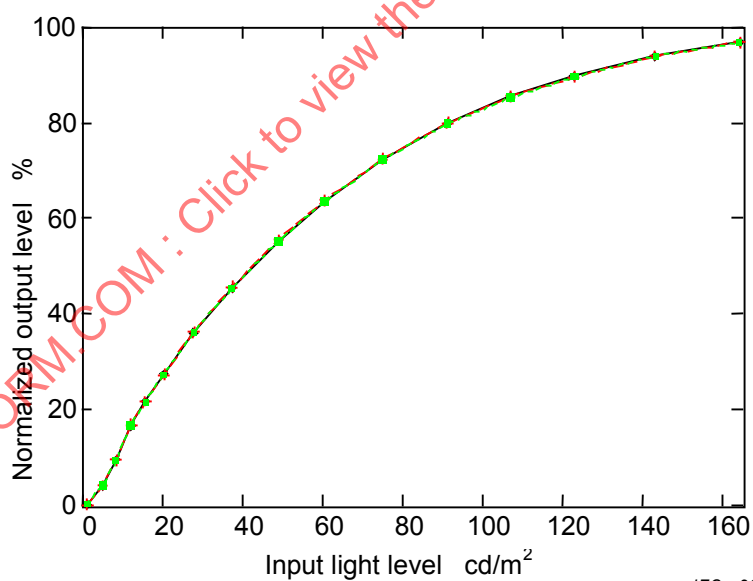
n est le nombre de bits de chaque voie.

Une compensation similaire doit être réalisée pour les données enregistrées D'_{V_i} et D'_{B_i} afin d'obtenir D_{V_i} et D_{B_i} , respectivement pour les voies verte et bleue.

- b) Les données mesurées et calculées L_i , D_{R_i} , D_{V_i} , D_{B_i} pour $i = 0$ à $i = 15$ doivent figurer dans un rapport, comme le montre le Tableau 2, avec la température de couleur proximale réelle de l'éclairage.
- c) Les résultats doivent aussi figurer dans un rapport sous forme de représentation graphique, comme le montre la Figure 6, où l'axe horizontal est la luminance L_i et l'axe vertical concerne D_{R_i} , D_{V_i} et D_{B_i} . La température de couleur proximale doit aussi figurer dans le rapport.

Tableau 2 – Exemple de caractéristiques de valeurs
(température de couleur proximale: 5 500 K)

i	L (cd/m ²)	D_R (%)	D_V (%)	D_B (%)
0	1,37	0,00	0,00	0,00
1	5,17	3,83	4,00	3,94
2	8,57	9,45	9,34	9,31
3	12,3	16,4	16,7	16,5
4	15,9	21,6	21,6	21,5
5	20,5	27,3	27,2	27,2
6	27,9	36,0	36,1	36,1
7	37,5	45,3	45,5	45,2
8	49,2	55,2	55,5	55,2
9	60,8	63,6	63,7	63,4
10	75,1	72,4	72,3	72,2
11	91,4	79,9	80,0	79,7
12	107,2	85,5	85,5	85,2
13	123,1	89,8	89,5	89,6
14	143,3	94,0	94,0	93,9
15	164,5	96,8	96,8	96,8



IEC 2652/03

Légende

Anglais	Français
Normalized output level %	Niveau de sortie normalisé (%)
Input light level cd/m ²	Niveau de lumière d'entrée (cd/cm ²)

Figure 6 – Exemple de tracé de caractéristiques de valeurs
(température de couleur proximale: 5 500 K)

7 Caractéristiques de sensibilité spectrale

7.1 Caractéristiques à mesurer

La relation entre la longueur d'onde λ de la lumière incidente monochromatique et les données numériques d'image rouge, vert et bleu obtenues à partir de l'appareil numérique de prise de vue doit être mesurée.

7.2 Conditions de mesure

- a) Il convient que la disposition de l'équipement soit comme représenté à la Figure 1. La fibre optique connectée à la source de lumière spectrale doit être insérée dans la boîte noire par le côté arrière. Toutes les mesures et les prises de vue effectuées par l'appareil numérique de prise de vue doivent être réalisées à travers le filtre de conversion de couleur proximale, si applicable.

NOTE 1 L'éclairage avec une température de couleur proximale de 3 100 K est normalement réalisé sans le filtre de conversion de couleur proximale devant l'objectif.

NOTE 2 Des températures de couleur proximale additionnelles peuvent être utilisées en fonction des besoins.

- b) L'intensité de la lampe auxiliaire, le diaphragme en face du monochromateur étant fermé, doit être réglée de telle sorte que les données numériques d'image correspondant au diffuseur représentent environ 20 % de toute la gamme de données de l'appareil numérique de prise de vue. Si l'on observe, dans le traitement des données, en 7.4 c), que la gamme complète des données numériques de l'appareil de prise de vue n'est pas atteinte, il convient d'augmenter la valeur de 20 %.

NOTE L'intensité la plus faible de la lampe auxiliaire est la meilleure pour l'exactitude de la mesure.

- c) Le diaphragme en face du monochromateur doit être réglé une seule fois de sorte que les données maximales dans les voies rouge, verte et bleue se situent entre 70 % et 80 %, limites comprises, de la pleine échelle à condition que la lampe auxiliaire de la Figure 1 soit allumée. Il doit être maintenu inchangé après ce réglage.

7.3 Méthode de mesure

- a) La mesure doit être réalisée pour les deux éclairages avec des températures de couleur proximale effectives de 5 500 K et 3 100 K.
- b) La luminance énergétique $L(\lambda_i)$ sur le diffuseur provenant de la source de lumière spectrale doit être mesurée en utilisant l'appareil de mesure de la luminance énergétique, la lampe auxiliaire étant éteinte. Lorsque la mesure est réalisée pour 5 500 K, le filtre de conversion de couleur doit être inséré entre le diffuseur et l'appareil de mesure de luminance énergétique.
- c) La lampe auxiliaire doit ensuite être allumée et le diaphragme face au monochromateur doit être fermé. Les données numériques d'image correspondant au diffuseur doivent être consignées pour chaque pixel, en trois ensembles de données D''_{R_0} , D''_{V_0} et D''_{B_0} pour les voies rouge, verte et bleue, respectivement.
- d) La mire 1, dans laquelle la portion centrale est éclairée par la source de lumière spectrale provenant de l'arrière et par la lampe auxiliaire de la partie avant, doit être prise par l'appareil numérique de prise de vue en essai à chaque longueur d'onde λ_i , où $i = 1$ à 81, correspondant aux longueurs d'onde comprises entre 380 nm et 780 nm avec un intervalle de 5 nm.
- e) Les données de sortie pour chaque pixel correspondant au diffuseur doivent être consignées en tant que $D''_R(\lambda_i)$, $D''_V(\lambda_i)$ et $D''_B(\lambda_i)$ pour les voies rouge, verte et bleue, respectivement.

- f) Les valeurs moyennes F_{ij}^R , F_{ij}^V et F_{ij}^B correspondant à l'échelon j de l'échelle de gris située en partie haute de la mire 1 photographiée, avec le rayonnement monochromatique à la longueur d'onde λ_i au centre de la mire 1, doivent aussi être notées pour les données d'image rouge, verte et bleue, respectivement, pour $j = 0$ à 15.
- g) La lampe auxiliaire doit être éteinte et la mire 2 avec la pastille de gris 8 doit être insérée dans le trou frontal au centre de la mire 1. Les caractéristiques de répartition spectrale $L_8(\lambda_i)$ doivent être mesurées au moyen d'un spectroradiomètre, où $i = 1$ à 81, correspondant aux longueurs d'onde comprises entre 380 nm et 780 nm avec un intervalle de 5 nm.

NOTE Si une gamme de longueurs d'onde supérieure à la spécification est nécessaire à partir des résultats rapportés en 7.4, il convient que la gamme de longueurs d'onde soit comprise entre 360 nm et une longueur d'onde où l'on observe une réponse inférieure à 5 % du maximum.

7.4 Présentation des résultats

- a) Les données enregistrées de chaque pixel $D_R^*(\lambda_i)$ doivent être compensées pour éliminer tout contrôle d'exposition autonome ou toutes erreurs dues à un obturateur mécanique de l'appareil numérique de prise de vue en essai, de la façon suivante:

$$D_R'(\lambda_i) = \frac{E_{8j+1}^R - E_{8j}^R}{F_{i,j+1}^R - F_{ij}^R} \left(D_R^*(\lambda_i) - F_{ij}^R \right) + E_{8j}^R \quad (2)$$

où l'indice j est le numéro de l'échelon dans l'échelle de gris pour lequel on vérifie l'inégalité $F_{ij}^R < D^*(\lambda_i) < F_{i,j+1}^R$.

Une compensation similaire doit être réalisée pour les données enregistrées $D_V^*(\lambda_i)$ et $D_B^*(\lambda_i)$ afin d'obtenir $D_V'(\lambda_i)$ et $D_B'(\lambda_i)$, respectivement pour les voies verte et bleue.

- b) Les données numériques d'image sur chaque pixel D' doivent être linéarisées en utilisant le rapport des résultats de 6.4 pour les caractéristiques de valeurs, et la moyenne doit en être établie sur la portion centrale de l'image numérique correspondant au rayonnement monochromatique à la longueur d'onde λ_i pour obtenir $L_R(\lambda_i)$, $L_V(\lambda_i)$, $L_B(\lambda_i)$ comme suit:

$$\begin{aligned} L_R(\lambda_i) &= \frac{f_R^{-1}(D_R'(\lambda_i)) - f_R^{-1}(D_{R0}')}{f_R^{-1}(D_{R1}') - f_R^{-1}(D_{R0}')} \\ L_V(\lambda_i) &= \frac{f_V^{-1}(D_V'(\lambda_i)) - f_V^{-1}(D_{V0}')}{f_V^{-1}(D_{V1}') - f_V^{-1}(D_{V0}')} \\ L_B(\lambda_i) &= \frac{f_B^{-1}(D_B'(\lambda_i)) - f_B^{-1}(D_{B0}')}{f_B^{-1}(D_{B1}') - f_B^{-1}(D_{B0}')} \end{aligned} \quad (3)$$

où $f_R^{-1}()$, $f_V^{-1}()$ et $f_B^{-1}()$ sont les relations inverses des caractéristiques de valeurs pour les voies rouge, verte et bleue, respectivement.

NOTE Voir l'Annexe B pour le calcul pratique de la relation inverse.

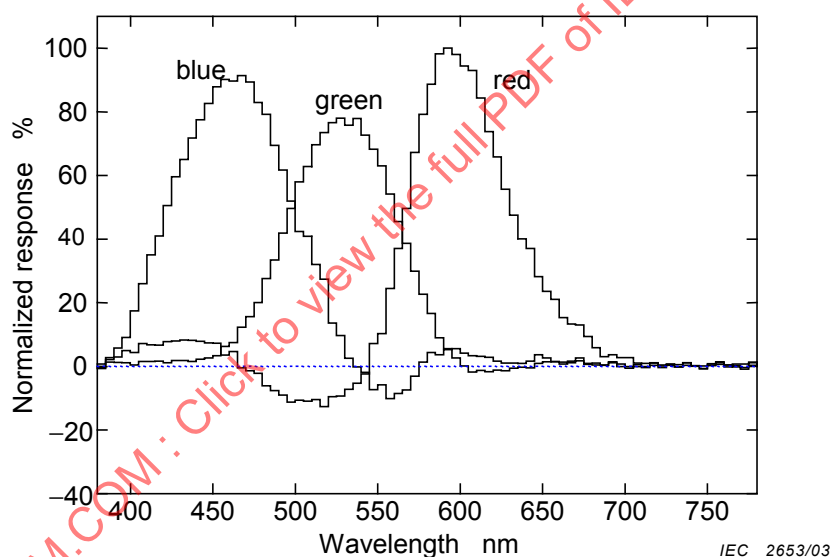
- c) Pour prendre en compte la luminance énergétique de la source de lumière spectrale $L(\lambda_i)$, $R_C(\lambda_i)$, $V_C(\lambda_i)$ et $B_C(\lambda_i)$ doivent être calculés au moyen des formules suivantes:

$$\begin{aligned}
 R_C(\lambda_i) &= p_R \frac{L_R(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\
 V_C(\lambda_i) &= p_V \frac{L_V(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\
 B_C(\lambda_i) &= p_B \frac{L_B(\lambda_i)}{L(\lambda_i)}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

où p_R , p_G , p_B sont des coefficients pour l'alignement de la valeur des coordonnées trichromatiques au point neutre dans les coordonnées. Pour la détermination des coefficients, voir l'Annexe D.

- d) Les caractéristiques de sensibilité spectrale $R_C(\lambda_i)$, $V_C(\lambda_i)$ et $B_C(\lambda_i)$ doivent faire l'objet d'un rapport sous forme électronique, avec la température de couleur proximale réelle.
- e) Elles doivent aussi être tracées sous forme de courbes, comme représenté à la Figure 7 avec la température de couleur proximale.

NOTE L'utilisation recommandée du rapport des résultats pour la gestion de la couleur est décrite dans l'Annexe C.



Légende

Anglais	Français
Normalized response %	Réponse normalisée (%)
blue	bleu
green	vert
red	rouge
Wavelength nm	Longueur d'onde (nm)

Figure 7 – Exemple de caractéristiques de sensibilité spectrale
(température de couleur proximale: 5 500 K)

NOTE Une méthode alternative basée sur les données numériques d'image saisies par la prise de vue d'un ensemble de pastilles de couleur avec un facteur de réflexion spectral connu peut être utilisée pour évaluer la sensibilité spectrale. Les détails sont donnés dans la CEI 61966-8.

8 Répartition spectrale du flash électronique intégré

8.1 Caractéristiques à mesurer

Caractéristiques spectrales de la lumière émise par la source de lumière du flash électronique intégré dans les appareils numériques de prise de vue pour éclairer les objets dont on effectue une prise de vue.

8.2 Conditions de mesure

La disposition de l'équipement de mesure doit être conforme à la Figure 1. La mire 2 avec la pastille de gris 15 doit être insérée dans le trou au centre de la mire 1.

8.3 Méthode de mesure

- Les caractéristiques du facteur de réflexion spectral, $W(\lambda)$, au centre de la pastille de gris 15 dans la mire 2 doivent être connues.
- Les caractéristiques de répartition spectrale, $L_W(\lambda)$, de la lumière réfléchie au centre de la pastille de gris éclairée par le flash électronique intégré doivent être mesurées au moyen du spectroradiomètre.
- Les caractéristiques de répartition spectrale du flash intégré, $L_S(\lambda)$, doivent être calculées au moyen de la formule suivante:

$$L_S(\lambda) = k \frac{L_W(\lambda)}{W(\lambda)} \quad (5)$$

où k est un facteur de normalisation arbitraire pour que la valeur maximale de $L_S(\lambda)$ soit de 100 %.

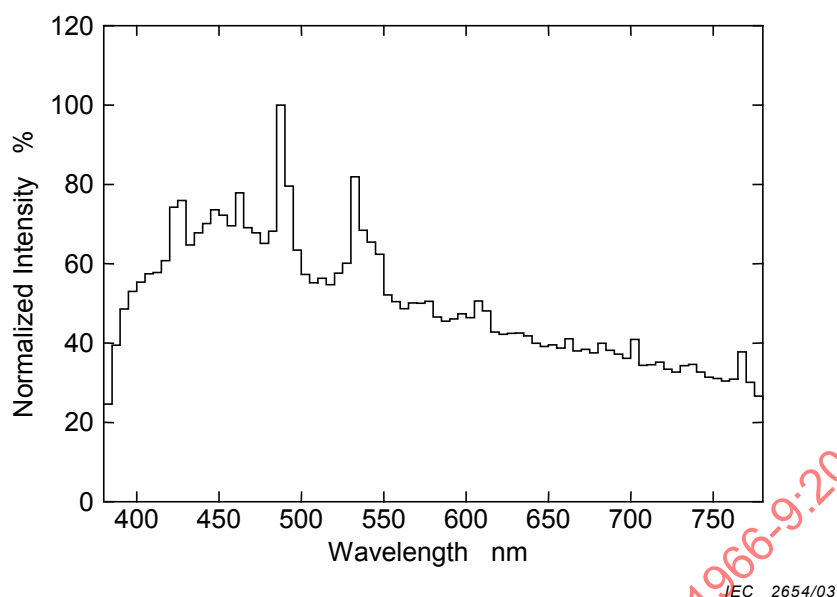
NOTE 1 La répartition spectrale du flash intégré peut être mesurée directement au moyen du spectroradiomètre dans la géométrie d'éclairement énergétique.

NOTE 2 Une lampe ou un flash auxiliaire non intégré peut être mesuré par la méthode spécifiée dans cet article.

8.4 Présentation des résultats

- Les caractéristiques spectrales du flash électronique intégré, $L_S(\lambda)$, doivent faire l'objet d'un rapport sous forme électronique.
- Les caractéristiques, $L_S(\lambda)$, doivent être tracées sous forme de courbes, comme l'illustre l'exemple de la Figure 8.
- La température de couleur proximale, définie en 5.5 de la CIE 15.2, pour les éclairs du flash intégré doit aussi être calculée et donnée en kelvins, ainsi que l'écart Δ_{uv} .

NOTE Pour la procédure réelle de calcul des températures de couleur proximale, voir [6].

**Légende**

Anglais	Français
Normalized intensity %	Intensité normalisée (%)
Wavelength nm	Longueur d'onde (nm)

Figure 8 – Exemple de caractéristiques de répartition spectrale d'un flash électronique intégré

9 Non-uniformité spatiale

9.1 Caractéristiques à mesurer

Non-uniformité des données numériques d'image saisies en prenant une vue d'une mire blanche éclairée de façon uniforme.

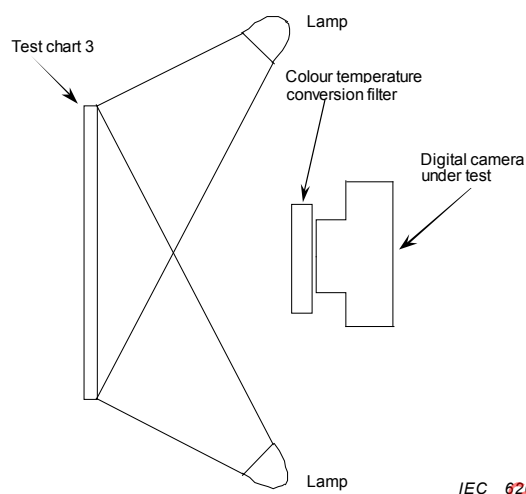
9.2 Conditions de mesure

La disposition de l'équipement doit être conforme à la Figure 9. L'éclairage doit être le même que celui qui est spécifié en 4.2.2 avec le filtre de conversion de température de couleur de – 140 MK⁻¹ pour atteindre une température de couleur proximale effective de 5 500 K.

9.3 Méthode de mesure

- La mire 3 de la Figure 5 doit être prise par l'appareil numérique de prise de vue en essai.
- Les valeurs moyennes, D_{R_j} , D_{V_j} , D_{B_j} , des données numériques d'image rouge, vert et bleu pour les éléments d'image $P_v/100 \times P_v/100$ périphériques à la position j spécifiée en 5.4 b), doivent être consignées pour $j = 1$ à 25, où P_v est le nombre d'éléments d'image dans le sens vertical.

NOTE Si une mesure précise supplémentaire est exigée, la luminance en cd/m² au centre de chaque point peut être mesurée et les valeurs obtenues en b) peuvent être compensées.



Légende

Anglais	Français
Lamp	Lampe
Test chart 3	Mire 3
Colour temperature conversion filter	Filtre de conversion de température de couleur
Digital camera under test	Appareil de prise de vue en essai
Lamp	Lampe

Figure 9 – Disposition de l'équipement pour la mesure de la non-uniformité spatiale

9.4 Présentation des résultats

- Les données R, V, et B doivent être converties en composantes trichromatiques X , Y , et Z selon 3.2 de la CEI 61966-2-1.
- En tant qu'indices de non-uniformité, les résultats calculés, $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* et ΔC_{ab}^* pour $i = 1$ à 25, doivent être enregistrés sous forme de tableau, comme l'illustre le Tableau 3.