

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 8: Multimedia colour scanners**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 8: Scanners multimédia couleur**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-8:2001



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2001 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 8: Multimedia colour scanners**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 8: Scanners multimédia couleur**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 33.160.60; 35.180

ISBN 978-2-83220-608-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Letters and symbols	11
5 Conditions	12
5.1 General conditions	12
5.2 Output digital image data	12
6 Measurement equipment and target of scan	12
6.1 Spectrophotometer.....	12
6.2 Spectroradiometer.....	12
6.3 Specification of the target.....	13
7 Spectral power distribution of the built-in light source	15
7.1 Characteristics to be measured	15
7.2 Measurement conditions.....	15
7.3 Presentation of results	15
8 Tone characteristics	17
8.1 Characteristics to be measured	17
8.2 Measurement conditions.....	17
8.3 Method of measurement.....	17
8.4 Calculation of results.....	17
8.5 Presentation of results	18
9 Inverse tone characteristics.....	19
9.1 Characteristics to be calculated.....	19
9.2 Method of calculation	19
9.3 Presentation of results	20
10 Spectral responsivity characteristics.....	20
10.1 Characteristics to be measured	20
10.2 Measurement conditions.....	21
10.3 Method of measurement.....	21
10.4 Presentation of results	21
11 Spatial non-uniformity.....	25
11.1 Characteristics to be measured	25
11.2 Measurement conditions.....	25
11.3 Method of measurement.....	25
11.4 Presentation of results	27
12 Mid-term instability	28
12.1 Characteristics to be measured	28
12.2 Measurement conditions.....	28
12.3 Method of measurement.....	29
12.4 Presentation of results	29
13 Large area spatial crosstalk.....	29
13.1 Characteristics to be measured	29
13.2 Measurement conditions.....	29

13.3 Method of measurement	30
13.4 Presentation of results	31
Annex A (normative) Estimation of multiband of wavelength sensitivities	32
A.1 Quantities to be estimated	32
A.2 Input to the algorithm	32
A.3 Output to the algorithm	33
A.4 Internal variables of the algorithm	33
A.5 Estimation algorithm	33
Annex B (normative) Scanner model output data from estimated multiband sensitivities	36
Annex C (informative) Examples for the application of the spectral characteristics	37
C.1 Calculation of the ICC profiles	37
C.2 Calculation of an optimized conversion for sRGB colour space	37
Bibliography	38
Figure 1 – Specification of the target for characterization of multimedia colour scanners	13
Figure 2 – Example of graphical representation of multiband spectral reflection of a colour patch	14
Figure 3 – Scanning area and the points of measurement	15
Figure 4 – Example of the normalized spectral power distribution of the built-in light source	16
Figure 5 – Example of reporting form of tone characteristics, light flux Φ vs. output data	19
Figure 6 – An example of multiband spectral responsivity, s_R , s_G and s_B	23
Figure 7 – Example of reporting form of the overall multiband spectral responsivity, $S_n s_{R_n}$, $S_n s_{G_n}$ and $S_n s_{B_n}$	25
Figure 8 – Measurement points for spatial non-uniformity	26
Figure 9 – Example of report of mid-term instability	29
Figure 10 – Target for the measurement of spatial crosstalk	30
Table 1 – Example of reporting form of a spectral table	14
Table 2 – Example of multiband spectral characteristics of the light source	16
Table 3 – Example of reporting form of the polynomial coefficients of the red, green and blue channel	18
Table 4 – Example of reporting form of the polynomial coefficients of the red, green and blue channels	20
Table 5 – Example of reporting form of the multiband responsivity characteristics	22
Table 6 – Reporting form for the measurement of spatial non-uniformity	28
Table 7 – Reporting form for the measurement of spatial crosstalk	31
Table 8 – Reporting form of average data and maximum crosstalk given by relative maximum differences and relative standard deviations of data in red, green and blue channels (8 bits per channel)	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 8: Multimedia colour scanners

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides, and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this international standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61966-8 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 2001-02. The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
100/192/FDIS	100/218/RVD

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 3.

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

- Part 1: General¹
- Part 2-0: Colour management in multimedia systems¹
- Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB
- Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – sRGB64¹
- Part 2-3: Colour management – Default YCC colour space – sYCC¹
- Part 3: Equipment using cathode ray tubes
- Part 4: Equipment using liquid crystal display panels
- Part 5: Equipment using plasma display panels¹
- Part 6: Equipment used for digital image projection¹
- Part 7-1: Colour printers – Reflective prints – RGB inputs¹
- Part 7-2: Colour printers – Reflective prints – CMYK input¹
- Part 7-3: Colour printers – Transparent prints¹
- Part 8: Multimedia colour scanners¹
- Part 9: Digital cameras
- Part 10: Quality assessment – Colour image in network systems¹
- Part 11: Quality assessment – Impaired video in network systems¹

Annexes A and B form integral parts of this standard.

Annex C is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003. 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.

¹ To be published.

INTRODUCTION

This introduction is intended to distinguish the field of application of ISO 12641 and IEC 61966-8.

In order to standardize the calibration procedure for input scanners used in the printing and prepress industry, ISO 12641 was published in 1997. This part of IEC 61966 targets colour scanners for multimedia applications by providing characterization data necessary for colour management in open multimedia systems. It characterizes any multimedia colour scanners for consumer use, typically being connected to personal computers so as to capture colour images and display the colour information, either locally or distributed worldwide.

In such applications, colour management is important. Any red – green – blue data should have their colorimetric attributes clearly specified. The characterization data reported from this part of IEC 61966 will be used for the calculation of equipment specific colorimetric characterization so that colour management in open systems can be conducted.

The capture of colour information in a prepress input scanner usually assumes that the source is a positive film (transparent) original. The second most common type of original is positive photographic printing paper (reflective). Recently, prepress input scanners can support various types of reflective originals in addition to printing paper and can also capture an image directly from a negative film, although this is not yet very common. Due to these circumstances, ISO 12641 was established for prepress digital data exchange corresponding to transparent and reflective originals. However, a standard colour target for transparent film negative originals has not yet been established.

Spectral sensitivity characteristics of prepress scanners are not derived from the calculation based on a special colour system or the spectral distribution of printing ink; but are base signals relatively close to the three primary colours (red, green, blue) acquired for calibration purposes. The characteristics of the prepress input scanners are guaranteed by the experience of the operator or the sophistication of the colour processing application so that subtle variations among the colours appear in the printed result. In fact, printing and prepress scanners have many settings that are made available to professional users, and the operator can control the input scanner characteristics in a non-linear fashion to suit their objectives. In older input scanners, these controls were part of the stand-alone scanner system itself. For the scanners of the printing industry, these controls are typically part of the colour processing application software which processes the signals after capture and transfers them to the general purpose computer (workstation or server). In other words, a highly experienced and skilled operator can adjust the settings to freely change scanner characteristics such as tone and colour separation as he desires. Furthermore, scanner characteristics can be changed to correct and compensate for the characteristics of the original image target, such as colour fogging, as well as absorb them, and the operator can even change scanner colour separation conditions (typically cyan, yellow, magenta and black) in anticipation of the later printing process so as to obtain the most feasible printed result. As such, on the site of the prepress scanner, good colour separation (reproduction) is and has been dependent on the skill of the operator.

All prepress input scanners show variation in colour sensitivity characteristics depending on types, manufacturers, manufactured time and condition. Prepress input scanners tend to show less variation than other general-purpose multimedia colour scanners because of their usage in critical colour capturing in a closed system in comparison with the worldwide open system such as the Internet. There has never been an attempt to standardize the colour characteristics of prepress input scanners put on the market by different manufacturers.

However, it is demanded that the printing process should produce essentially the same results from the same original regardless of the input scanner used. This demand has been accomplished by the skill of the operator. For this reason, the process of scanning, including colour processing for the raw data, should involve the human operator, and the total system be considered as one system. In this human-machine interaction system, the characteristics can be understood as unified or standardized.

Under these circumstances, and in consideration of the actual work process, ISO/TC 130 (Graphic technology) has established a method using a colour target as stipulated in ISO 12641 for prepress input scanner calibration that includes functions capable of handling colour changes accompanying local distortions in colour regions. These targets for both positive reflective material (photographic printing paper) and positive transmission material (photographic film) are implemented by the photographic manufacturers on their specific materials of their particular products.

Multimedia colour scanners for general use which are much less expensive in comparison with prepress input scanners, are available for small office/home office personal computers. Targets for scanning are not specified as in prepress input scanners. Images of natural objects such as the petals of violets, green plants or human skin will be most important. As many of the users of multimedia colour scanners are not colour experts, it is preferable to have an automatic system requiring minimal adjustment. The manufacturers of this type of colour scanner do not provide colorimetric specifications of the red – green – blue data obtained from their scanner on one hand. On the other hand, the data obtained from the multimedia colour scanner are easily compressible and compatible to the World Wide Web and anonymous users will use the colour information in colour reproduction without having available the specific features of the original generator.

Prepress scanners have been used for many years in the printing and prepress industry and an environment has already been created in which only prepress scanners meeting certain critical criteria are selected. This being the case, there is no need for a new evaluation of prepress input scanner performance. In such an environment, however, the maintenance of input scanner quality is important and it is necessary and sufficient to calibrate a scanner using the appropriate target. The internationally standardized target in ISO 12641 exists for this purpose.

However, open multimedia systems and composing equipment creates a new environment different from the conventional printing industry, and the colour scanners used for multimedia systems have not undergone a similar evaluation process in related industries. In the multimedia environment, it is assumed that multimedia colour scanners will be used for a variety of purposes. This means that the initially assumed environment will vary and the functions required for individual multimedia colour scanners will also vary. In other words, the multimedia colour scanners supplied to the market and bought by general users might be designed for different purposes and will not all assure the same quality and characteristics. This will not be the case if multimedia colour scanner specifications are unified in the future; however, there is currently no movement in this direction.

Therefore, it would be a great advantage to the general user, if he could evaluate the characteristics of the multimedia colour scanner he is about to buy and judge whether it suits his purpose. In other words, knowing the colour reproduction characteristics of each scanner before making a decision, would allow the user to select a multimedia colour scanner having characteristics suited to his purpose.

While there is hope that scanners used in a multimedia environment will undergo critical evaluation in the market over time, the ability to quantitatively evaluate the colour reproduction of such multimedia colour scanners would be of direct benefit to the critical issue of colour management that we now face.

The purpose of IEC 61966-8 is to provide a method for evaluating the colour reproduction of multimedia colour scanners used in a multimedia environment and allows the specification of their colour reproduction characteristics from spectral transmission functions, which can be used for colour management. In an environment such as multimedia that has not yet matured and is constantly developing, the most critical consideration is determining whether or not a multimedia colour scanner is suited to the intended purpose. For this reason, IEC 61966-8 must be viewed separately from strict standards (such as ISO 12641) applicable to the equipment once characteristics have reached a certain level. As such, IEC 61966-8 is presented as a critical, though interim tool, during the undetermined period of evolution of these types of scanners.

Colour control within the equipment is out of the scope of this part. This is because the output data of a multimedia colour scanner depend on the spectral characteristics of the colour pigments or colour inks of the original and a large variety of originals with different pigments or inks has to be considered in office and multimedia applications, for example, photographic colour pigments, offset printing colours, ink jet colours, painting art colours, etc. The output data of the multimedia colour scanner are the result of the spectral reflection of a colour of a document under the in-built light source and the respective selection by the spectral sensitivity curves of the three sensor channels of the multimedia colour scanner. Since the spectral sensitivity curves of multimedia colour scanners do not fit a linear combination of the colour matching functions in ISO/CIE 10527, metameric colours scanned from different colour originals will result in different output data.

Due to this fact, colour control and management requires the restriction to certain classes of colour inks of the originals to be scanned. The multimedia colour scanner characterization of this standard therefore focuses on the characterization of spectral transfer functions of the three channels as multiband sensitivities and achromatic tone characteristics. This enables the user of the standard to optimize colour management for his own class of originals. An example for the use of the spectral characterization defined in this standard to specify sRGB values according to IEC 61966-2-1 is given in annex C.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 61966-8:2001

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 8: Multimedia colour scanners

1 Scope and object

This part 8 of IEC 61966 is applicable to the characterization and assessment of multimedia colour scanners used in computer systems, multimedia and similar applications.

The methods of measurement standardized in this part are designed to make possible the characterization and objective performance assessment of multimedia colour scanners which can capture colour images and output colour information such as red, green and blue data from reflective originals. The measured results are intended to be used for the purpose of colour management in multimedia systems. Measurement conditions, possible methods of measurement and characterization are defined to make colour management possible.

Colour control within the equipment is out of the scope of this part. For calibration of prepress input scanners, ISO 12641 will be applied.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61966. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61966 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(845)/CIE 17.4:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting – International Lighting Vocabulary* (IEC/CIE joint publication)

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

CIE 15.2:1986, *Colorimetry*

ISO 5-4:1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO 9241-8:1997, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours*

ISO 12641:1997, *Graphic technology – Prepress digital data exchange – Colour targets for input scanners calibration*

ISO 13655:1996, *Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*

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

3 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 61966, the definitions given in IEC 60050(845)/CIE 17.4 and the following apply.

3.1

illuminant E

illuminant of constant spectral power distribution $S_n = 1$ where S_n represents the relative radiant power in the n -th interval per 10 nm bandwidth

3.2

input scanner

equipment capable of converting the light reflected by a photographic paper into electronic signals, where the electronic signals are arranged to have an organized relationship to the spatial areas of the paper evaluated

3.3

multimedia colour scanner

electrotechnical equipment with a light source illuminating a scanning area where an original is placed, which provides means to sense colour signals from the light reflected from specified picture elements within the scanning area in digital form as output data

3.4

driver software

computational function to control the multimedia colour scanner from internal parameters and parameters specified by the user such as scaling of scan, spatial resolution, etc. comprising a colour control function to convert the colour signals of the multimedia colour scanner into approximate components of a defined colour space such as the sRGB colour space in IEC 61966-2-1 or an equipment independent colour space such as the CIE 1931 XYZ colour space or the CIELAB colour space in CIE 15.2

3.5

light flux

incident radiant power valued by physical spectral responsivities

3.6

scanning area

dimension of the area to be scanned, given in square centimetres or the number of resolved picture elements along the vertical and the horizontal directions from which digital image data are made readily available at the output

3.7

spatial resolution

number of picture elements used to describe a region of an image of fixed spatial size

3.8

scaling of scan

magnification or reduction of pieces of the scanning area and corresponding image data

3.9

target

image composed of grey patches or colour patches for use in the measurement for characterization of multimedia colour scanners

3.10**original**

reflective material, for example, a sheet of paper, a photograph, a hardcopy, etc. to be scanned to obtain corresponding red, green and blue data

4 Letters and symbols

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

- Φ_R : normalized light flux reflected from the target and captured by the red channel. See also 3.5 for the definition of light flux
- Φ_G : normalized light flux reflected from the target and captured by the green channel. See also 3.5 for the definition of light flux
- Φ_B : normalized light flux reflected from the target and captured by the blue channel. See also 3.5 for the definition of light flux
- D_R : integer data obtained from the red channel of the multimedia colour scanner averaged for more than 10×10 picture elements corresponding to the centre of a patch of the target
- D_G : integer data obtained from the green channel of the multimedia colour scanner averaged for more than 10×10 picture elements corresponding to the centre of a patch of the target
- D_B : integer data obtained from the blue channel of the multimedia colour scanner averaged for more than 10×10 picture elements corresponding to the centre of a patch of the target
- d_R : normalized D_R by $2^N - 1$
- d_G : normalized D_G by $2^N - 1$
- d_B : normalized D_B by $2^N - 1$
- N : the number of bits per channel
- Y : luminance factor. One of the tristimulus values in the CIE 1931 XYZ colour space with the reference illuminant E
- λ_n : the n -th wavelength at the centre of 10 nm wavelength band
- S_n : spectral power of a built-in light source at the centre wavelength λ_n
- p_{R_n} : physical spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n of the red channel
- p_{G_n} : physical spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n of the green channel
- p_{B_n} : physical spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n of the blue channel
- s_{R_n} : effective spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n as response of light flux being captured by the red channel; it is a linear combination of p_{R_n} , p_{G_n} and p_{B_n}
- s_{G_n} : effective spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n as response of light flux being captured by the green channel; it is a linear combination of p_{R_n} , p_{G_n} and p_{B_n}
- s_{B_n} : effective spectral sensitivities at the centre wavelength λ_n as response of light flux being captured by the blue channel; it is a linear combination of p_{R_n} , p_{G_n} and p_{B_n}
- r_{k_n} : spectral reflectance of the k -th colour patch at the centre wavelength λ_n
- K : the number of usable colour patches

5 Conditions

5.1 General conditions

Unless otherwise specified, automatic functions shall be disabled to prevent the multimedia colour scanner from responding automatically to the target and from establishing scanning conditions. This condition shall not be changed during the period of the test.

The scaling of scan shall be set to unity. Resolution of scanning shall be set to the maximum spatial resolution. The multimedia colour scanner shall be powered on 1 h before the measurement, except for the measurement in clause 12.

Environmental conditions such as temperature and relative humidity shall be reported together with the results of measurement. If additional environmental conditions are described in the manufacturer's specifications, these should be taken into account.

Unless otherwise stated in this standard, conditions of measurement shall be set to the conditions recommended by the manufacturer as default conditions.

5.2 Output digital image data

Red – green – blue digital image data, D_R , D_G , D_B , corresponding to the target shall be used as basic data for reporting and further processing of the data. If direct output from the multimedia colour scanner is not available, red – green – blue data shall be calculated using the driver software provided or specified by the manufacturer of the equipment being characterized.

When a general-purpose software is used for handling the raw data, its name and version number shall be reported together with the results of measurements.

6 Measurement equipment and target of scan

6.1 Spectrophotometer

A spectrophotometer with the following specifications shall be used for the measurements.

- a) Wavelength range and interval: minimum range between 400 nm and 700 nm at 10 nm intervals, measurements beyond the minimum range are permissible.
- b) Geometry: $45^\circ/0^\circ$ or $0^\circ/45^\circ$ per ISO 5-4.

The guidance in ISO 13655 shall be taken into account as appropriate.

6.2 Spectroradiometer

A one-shot spectroradiometer, which picks up spectral data in parallel at a certain time, with the following specifications shall be used for the measurement of spectral distribution of the built-in light source in clause 7.

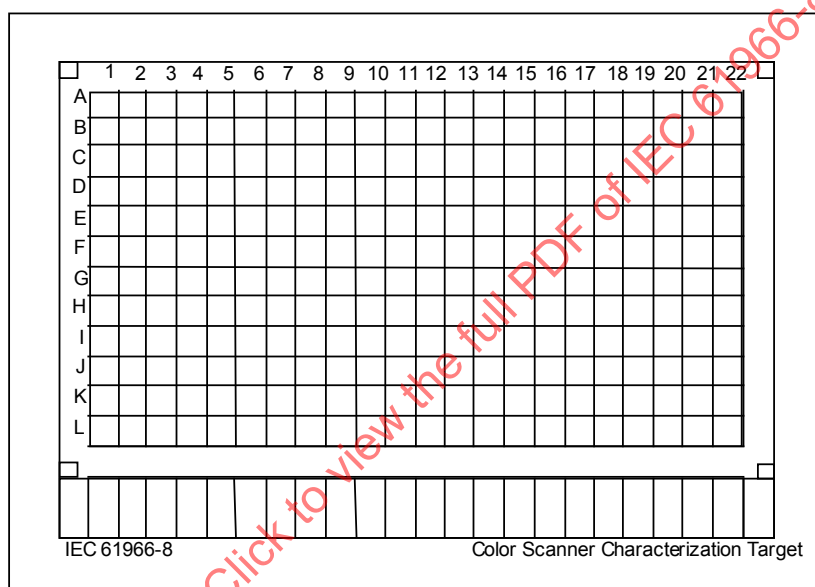
- a) Wavelength range and interval: minimum range between 400 nm and 700 nm at 10 nm intervals, measurements beyond the minimum range are permissible.
- b) Built-in calibrated spectral reference table.
- c) Mobile sensor head to be placed on the scanning area.

6.3 Specification of the target

A special reflective target shall be used for the measurements in clauses 8 and 10. The layout of the target is shown in figure 1. The basic format is 12,7 cm × 17,8 cm in accordance with the ISO 12641. There are 12 rows and 22 columns of colour patches with the size of 6,5 mm × 6,5 mm. The patches at the addresses A1 to L22 are filled with selected printing colours of high saturation and strong variation of their spectral reflection.

An achromatic neutral scale lying along the bottom of the target has lightness values according to ISO 12641. The patch located to the left of step one of the grey scale (column zero) has the highest lightness value. The patch to the right of the 24th step (column 23) of the grey scale is of the lowest lightness value.

NOTE It is most important for the application in this standard that the neutral grey scale is printed from a single black colourant to assure that the spectral reflectances of the patches of the grey scale from light to dark just differ by a luminance factor.



IEC 124/01

Figure 1 – Specification of the target for characterization of multimedia colour scanners

Calibrated targets are the targets with measured spectral reflection of each patch on the basis of a calibrated spectrophotometer as specified in 6.1. The luminance factor Y of each patch of the grey scale shall be calculated in reference to the illuminant E. The tristimulus values of each colour patch at addresses from A1 to L22 and the grey scale patches in the CIE 1931 XYZ colour space or the values in the CIELAB colour space calculated in reference to the illuminant E shall be given together with the actual target being used for characterization.

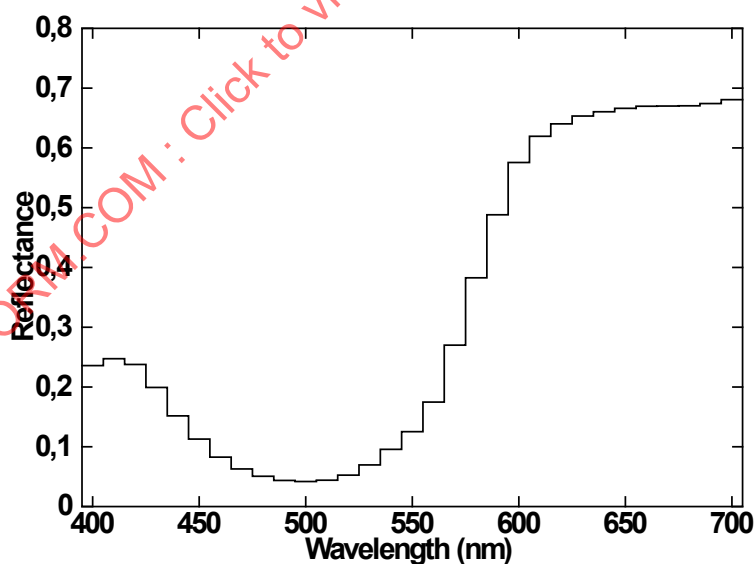
NOTE The illuminant E is the simplest illuminant which provides equally bright spectral radiant power as defined in 3.1. Under the assumption that the grey scale is neutral as specified, it does not matter which illuminant is used. In the algorithm incorporated in IEC 61966-8, the Y values are used as relative factors just describing the relative response of the red, green and blue channels for the patches of the grey scale.

The multiband spectral reflection shall be specified according to the example of table 1 and its graphical representation of figure 2 at 10 nm intervals from 400 nm to 700 nm. The white reference of the spectrophotometer, normally barium sulfate or equivalent, shall be used for normalization.

Table 1 – Example of a reporting form of a spectral table

n	λ_n (nm)	r_n	n	λ_n (nm)	r_n
1	400	0,2358	17	560	0,1748
2	410	0,2474	18	570	0,2700
3	420	0,2377	19	580	0,3827
4	430	0,1993	20	590	0,4881
5	440	0,1517	21	600	0,5756
6	450	0,1129	22	610	0,6194
7	460	0,0827	23	620	0,6402
8	470	0,0629	24	630	0,6533
9	480	0,0507	25	640	0,6605
10	490	0,0437	26	650	0,6662
11	500	0,0419	27	660	0,6697
12	510	0,0441	28	670	0,6700
13	520	0,0526	29	680	0,6704
14	530	0,0697	30	690	0,6742
15	540	0,0957	31	700	0,6807
16	550	0,1253			

Spectral values are understood to represent the spectral energy in the 10 nm interval around the centre wavelengths.



IEC 125/01

Figure 2 – Example of graphical representation of multiband spectral reflection of a colour patch

7 Spectral power distribution of the built-in light source

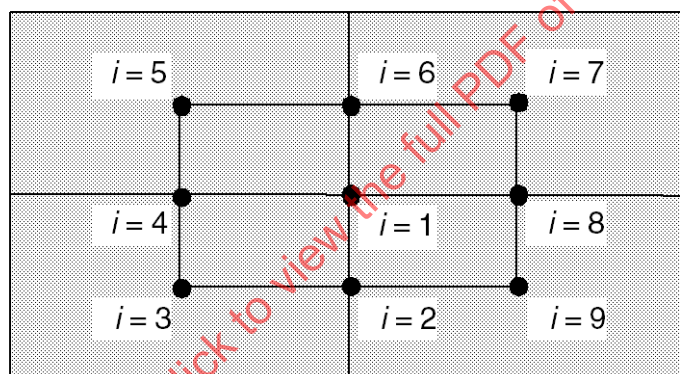
7.1 Characteristics to be measured

Spectral power distribution $S(\lambda_n) = S_n$ of the built-in light source normalized by S_{16} for the wavelength λ_n for the wavelength range from 400 nm to 700 nm at 10 nm intervals denoted by n being from 1 for the interval centred at 400 nm to $n = 31$ for the interval centred at 700 nm with reference to the illuminant E.

NOTE If it is not possible to measure the spectral power distribution of the built-in light source(s) of the multimedia colour scanner, the following measurement as in clause 7 may be skipped. In this case, the spectral characteristics of the unknown light source should be reported as in table 2 and figure 3 and should be set to unity, which will be used as in clause 10.

7.2 Measurement conditions

The spectroradiometer shall be used for the measurement with the sensor head placed at the centre of the scanning area (the position $i = 1$), the sensitive area of the head parallel to the scanning area, and the eight positions from $i = 2$ to $i = 9$ half way out of the centre of the scanning area according to figure 3.



IEC 126/01

Figure 3 – Scanning area and the points of measurement

If the points of measurement are not accessible due to mechanical reasons, deviated points of measurement shall be reported.

7.3 Presentation of results

a) The average values S_n of the measured values S_{n_i} of the nine locations,

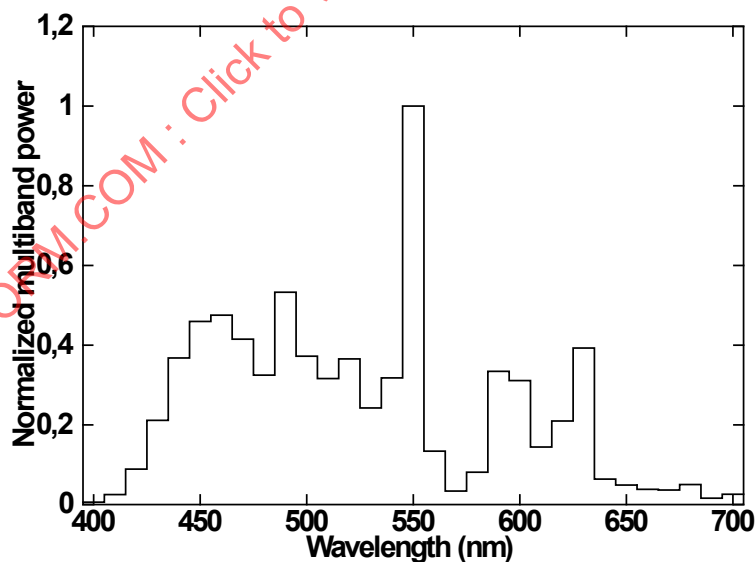
$$S_n = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 S_{n_i}$$

shall be calculated and reported as in table 2 together with wavelength λ_n .

Table 2 – Example of multiband spectral characteristics of the light source

n	λ_n (nm)	S_n	n	λ_n (nm)	S_n
1	400	0,006	17	560	0,134
2	410	0,025	18	570	0,033
3	420	0,089	19	580	0,081
4	430	0,211	20	590	0,334
5	440	0,367	21	600	0,311
6	450	0,459	22	610	0,144
7	460	0,475	23	620	0,209
8	470	0,415	24	630	0,392
9	480	0,324	25	640	0,063
10	490	0,532	26	650	0,049
11	500	0,372	27	660	0,038
12	510	0,316	28	670	0,036
13	520	0,365	29	680	0,050
14	530	0,242	30	690	0,016
15	540	0,317	31	700	0,025
16	550	1,000			

- b) The average values S_n shall also be graphically presented as exemplified in figure 3, where the horizontal axis is the wavelength in nanometres and the vertical axis denotes the normalized spectral values.



IEC 127/01

Figure 4 – Example of the normalized spectral power distribution of the built-in light source

8 Tone characteristics

8.1 Characteristics to be measured

Relationship between the normalized light flux, Φ_{R_i} , Φ_{G_i} and Φ_{B_i} , reflected from the grey patches of the grey scale of the target and captured by the red, green and blue channels and output digital image data of the red, green and blue channels normalized to their maximum values as follows for N -bit quantization per channel; $d_{R_i}(\Phi_{R_i})$, $d_{G_i}(\Phi_{R_i})$ and $d_{B_i}(\Phi_{B_i})$.

$$d_{R_i} = D_{R_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{G_i} = D_{G_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{B_i} = D_{B_i} / (2^N - 1)$$

The grey patches are denoted by the column number $i = 0$ to $i = 23$ from left to right in the target shown in figure 1.

8.2 Measurement conditions

- The target shall be placed over the surface at the centre of the scanning area.
- A non-linear function applied to the output digital image data by the driver software should be set to unity wherever possible.
- The red, green and blue data of the channels of the multimedia colour scanner should be set to 0,96 of the maximum data value for the mean measurements of the patch of the grey scale with the highest reflectance wherever adjustable (245 in 8-bit quantization for each channel). If it is not adjustable, a respective remark shall be made in the report of the measurement.

8.3 Method of measurement

- The multiband spectral reflectance of each grey patch shall be measured using the spectrophotometer. One of the tristimulus values Y in the CIE 1931 XYZ colour space for illuminant E shall be calculated from the spectral reflectances and normalized to get Y_i so that the value of $Y_0 = 1,0$.

NOTE For these measurements, the normalized Y_i values are used to represent the normalized light flux Φ captured by the red – green – blue channels with respective spectral sensitivities. This assumes constant multiband spectral distribution of the grey patches of the target, and $\Phi_{R_i} \propto Y_i$, $\Phi_{G_i} \propto Y_i$ and $\Phi_{B_i} \propto Y_i$.

- The red, green and blue data of the channels of the multimedia colour scanner for more than 10×10 picture elements corresponding to the centre of the grey patches shall be averaged to obtain D_{R_i} , D_{G_i} and D_{B_i} for the grey patch i .
- The scan shall be repeated 10 times for each of the grey patches and the red, green and blue data of the channels shall be averaged.
- The measured and averaged data shall be normalized as in 8.1 and shall be recorded.

8.4 Calculation of results

A set of coefficients $(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)$ of the 4th order polynomial for the red channel, coefficients $(g_0, g_1, g_2, g_3, g_4)$ for the green channel and coefficients $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)$ for the blue channel shall be calculated according to the method of the least squares as follows.

$$(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^4 \right)^t \quad (1)$$

$$(g_0, g_1, g_2, g_3, g_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^4 \right)^t \quad (2)$$

$$(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^4 \right)^t \quad (3)$$

where values d_{R_i} , d_{G_i} and d_{B_i} correspond to the values D_{R_i} , D_{G_i} and D_{B_i} normalized by $2^N - 1$, respectively, and M is the number of grey patches used in calculation.

The common matrix $\mathbf{M}$ is a 5×5 matrix with elements m_{ij} defined as in equation (4).

$$m_{ij} = \sum_{k=0}^{M-1} Y_k^{(i-1)+(j-1)} \quad (4)$$

8.5 Presentation of results

a) The calculated coefficients shall be reported as shown in table 3.

Table 3 – Example of a reporting form of the polynomial coefficients of the red, green and blue channels

Index (i)	Red channel (r_i)	Green channel (g_i)	Blue channel (b_i)
0	0,010 753	0,012 568	0,017 003
1	0,973 467	1,035 753	0,954 590
2	0,894 595	0,310 046	1,045 692
3	-1,560 279	-0,121 839	-2,004 106
4	1,217 356	0,136 919	1,453 908

b) The results of the polynomial characterization shall be reported in mathematical form with scaling factors applied as follows:

$$\begin{aligned} d_R(\Phi_R) &= r_0 + r_1 \Phi_R + r_2 \Phi_R^2 + r_3 \Phi_R^3 + r_4 \Phi_R^4 \\ d_G(\Phi_G) &= g_0 + g_1 \Phi_G + g_2 \Phi_G^2 + g_3 \Phi_G^3 + g_4 \Phi_G^4 \\ d_B(\Phi_B) &= b_0 + b_1 \Phi_B + b_2 \Phi_B^2 + b_3 \Phi_B^3 + b_4 \Phi_B^4 \end{aligned} \quad (5)$$

Data Φ_R , Φ_G and Φ_B denote the normalized light flux captured by the red, green and blue channels. These responses are given by the light reflected from the scanned grey chips, picked up by the channels and weighted with the respective spectral channel sensitivities.

c) Graphical representations as shown in figure 4 shall also be reported, where the horizontal axis is the normalized light flux Φ_R , Φ_G and Φ_B , and the vertical axis is the evaluated values d_R , d_G and d_B of the polynomials in equation (5) with measured and normalized values as points.

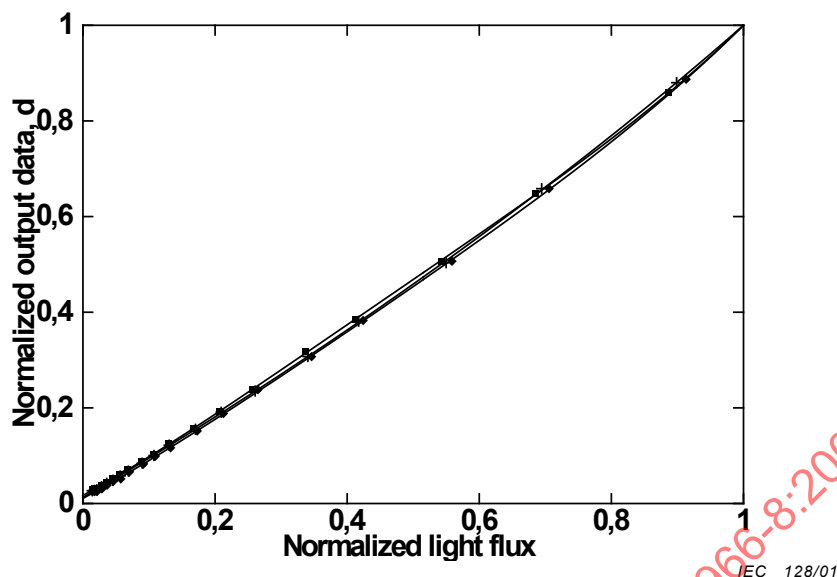


Figure 5 – Example of reporting form of tone characteristics, light flux Φ vs. output data

9 Inverse tone characteristics

9.1 Characteristics to be calculated

Relationship between the normalized output data, d_R , d_G and d_B and normalized light flux $\Phi_R(d_R)$, $\Phi_G(d_G)$ and $\Phi_B(d_B)$ captured by the red, green and blue channels.

9.2 Method of calculation

A set of coefficients $(r_0^*, r_1^*, r_2^*, r_3^*, r_4^*)$ for the red channel, coefficients $(g_0^*, g_1^*, g_2^*, g_3^*, g_4^*)$ for the green channel and coefficients $(b_0^*, b_1^*, b_2^*, b_3^*, b_4^*)$ for the blue channel of polynomials of degree four shall be calculated according to the method of the least squares as follows:

$$\begin{pmatrix} r_0^* & r_1^* & r_2^* & r_3^* & r_4^* \end{pmatrix}^t = \mathbf{T}_R^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i} & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^2 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^3 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^4 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} g_0^* & g_1^* & g_2^* & g_3^* & g_4^* \end{pmatrix}^t = \mathbf{T}_G^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i} & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^2 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^3 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^4 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\begin{pmatrix} b_0^* & b_1^* & b_2^* & b_3^* & b_4^* \end{pmatrix}^t = \mathbf{T}_B^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i} & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^2 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^3 & \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^4 \end{pmatrix} \quad (8)$$

where Y_i is considered to be the channel stimulus and d_{R_i} , d_{G_i} and d_{B_i} are the normalized output data from the red, green and blue channels recorded in 8.3 d), and M is the number of data used for calculation.

T_R , T_G and T_B are 5×5 matrices with elements $t_{R_{ij}}$, $t_{G_{ij}}$ and $t_{B_{ij}}$ of the form:

$$\begin{aligned} t_{R_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{R_k}^{(i-1)+(j-1)} \\ t_{G_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{G_k}^{(i-1)+(j-1)} \\ t_{B_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{B_k}^{(i-1)+(j-1)} \end{aligned} \quad (9)$$

9.3 Presentation of results

The calculated coefficients shall be reported as shown in table 4 and in polynomial form:

$$\begin{aligned} \Phi_R(d_R) &= r_0^* + r_1^* d_R + r_2^* d_R^2 + r_3^* d_R^3 + r_4^* d_R^4 \\ \Phi_G(d_G) &= g_0^* + g_1^* d_G + g_2^* d_G^2 + g_3^* d_G^3 + g_4^* d_G^4 \\ \Phi_B(d_B) &= b_0^* + b_1^* d_B + b_2^* d_B^2 + b_3^* d_B^3 + b_4^* d_B^4 \end{aligned} \quad (10)$$

where data d_R , d_G and d_B are the normalized output data produced by the normalized light flux Φ_R , Φ_G and Φ_B , considered to be captured by the red, green and blue channels, respectively. The results represent the polynomial transformation from normalized output data to captured light flux of the red, green and blue channels.

Table 4 – Example of reporting form of the polynomial coefficients of the red, green and blue channels

Index (i)	Red channel (r_i^*)	Green channel (g_i^*)	Blue channel (b_i^*)
0			
1			
2			
3			
4			

10 Spectral responsivity characteristics

10.1 Characteristics to be measured

Effective spectral sensitivities s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} as multiband of wavelength response of light flux captured by red, green and blue channels and overall spectral characteristics of multimedia colour scanners.

NOTE The algorithm in clause 10 will automatically calculate the overall responsivity of the multimedia colour scanner taking into account the spectral power distribution of the built-in light source, yet, an effect of strong spikes of the actual built-in light source will not be reproduced in the results when it is not measured and reported as in clause 7. The algorithm reproduces responsivities with limited non-smoothness and averaged spikes.

10.2 Measurement conditions

- a) The scanning target shall be placed over the centre of the scanning area.
- b) A non-linear adjustment, if there is any, applied to the output digital image data by the driver software shall be the same as in the measurement in clause 8.
- c) The red, green and blue data of the channels of the multimedia colour scanner shall be set to 0,96 of the maximum value (245 at 8-bit quantization for each channel) for the measurement of the patch of the grey scale with maximum reflectance (white reference).

10.3 Method of measurement

- a) Spectral characteristics, $r_{ij}(\lambda_n) = r_{ijn}$, of each colour patch composing the target with row numbers $i = 1 \dots 12$ corresponding to rows A to L and column number $j = 1 \dots 22$ (see figure 1) shall be measured by the spectrophotometer over the wavelength range from 400 nm to 700 nm in 10 nm steps denoted by $n = 1 \dots 31$.
- b) Red – green – blue output data of more than 10×10 picture elements corresponding to the centre of the colour patches shall be averaged to obtain the output values $D_{R_{ij}}$, $D_{G_{ij}}$ and $D_{B_{ij}}$, respectively.
- c) Only colour patches that provide the output data $D_{R_{ij}}$, $D_{G_{ij}}$ and $D_{B_{ij}}$ between 2 % and 96 % of the maximum value (i.e. between 5 and 245 in 8-bit quantization for each channel) shall be used and the other data shall be excluded. The remaining data are denoted as D_{R_k} , D_{G_k} and D_{B_k} , where $k = 1 \dots K$ and $K \leq 264$.

NOTE There will be 88 different colours of large chroma values in rows E, F, G, H in the target. A similar set of colours are available with reduced lightness of the bright colours and the dark colours of small chroma values in rows A, B, C, D (10 % reduction) and rows I, J, K, L (20 % reduction). If too many output data corresponding to colours of the target are excluded, the spectral responsivity characterization of the multimedia colour scanner in this clause will not work.

- d) Normalized light flux values Φ_{R_k} , Φ_{G_k} , Φ_{B_k} shall be calculated from the normalized output d_{R_k} , d_{G_k} and d_{B_k} using the polynomials corresponding to the inverse tone characteristics expressed in equation (10).
- e) The multiband spectral responsivity characteristics of the multimedia colour scanner s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} for the red, green and blue channels shall be estimated as a solution of the minimum error algorithm shown in annex A, using all of the multiband spectral reflectance characteristics of the colour patches $r_k(\lambda_n) = r_{kn}$, the multiband spectral power distribution $S(\lambda_n) = S_n$ of the built-in light source reported in 7.3, and the averaged and normalized red, green and blue output data d_{R_k} , d_{G_k} and d_{B_k} for the k -th colour patch. If the multiband spectral power distribution is not available from 7.3, $S_n = 1$ shall be used.

NOTE The estimation algorithm for the minimum error algorithm is based on the linear programming using the simplex algorithm. See detailed description shown in annex A and available software in the bibliography.

10.4 Presentation of results

- a) Multiband integrated responsivity characteristics s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} shall be reported as in table 5 together with step n and centre wavelength λ_n .

Table 5 – Example of a reporting form of the multiband responsivity characteristics

n	λ_n	S_{R_n}	S_{G_n}	S_{B_n}
1	400	–0,002 971	0,010 477	0,146 219
2	410	–0,002 512	0,006 859	0,136 913
3	420	–0,002 052	0,003 241	0,127 606
4	430	–0,001 593	–0,000 378	0,118 300
5	440	–0,001 133	–0,003 996	0,108 994
6	450	–0,000 516	–0,002 730	0,096 202
7	460	0,000 260	0,003 422	0,079 917
8	470	0,000 952	0,013 436	0,062 620
9	480	0,001 316	0,026 288	0,046 794
10	490	0,001 353	0,041 977	0,032 439
11	500	0,001 062	0,060 504	0,019 553
12	510	–0,001 193	0,080 104	0,008 976
13	520	–0,003 607	0,094 817	0,001 892
14	530	–0,004 480	0,103 493	–0,001 775
15	540	–0,002 112	0,104 982	–0,002 097
16	550	0,003 498	0,099 285	0,000 925
17	560	0,012 686	0,087 826	0,003 839
18	570	0,025 601	0,071 230	0,005 133
19	580	0,040 398	0,054 249	0,004 498
20	590	0,055 245	0,038 145	0,003 618
21	600	0,066 608	0,028 202	0,001 875
22	610	0,076 271	0,019 410	0,000 207
23	620	0,083 991	0,010 743	0,001 095
24	630	0,089 376	0,003 800	0,003 577
25	640	0,091 276	0,003 020	0,005 196
26	650	0,091 477	0,003 389	0,006 890
27	660	0,089 978	0,004 908	0,008 658
28	670	0,086 779	0,007 578	0,010 501
29	680	0,083 580	0,010 247	0,012 344
30	690	0,080 381	0,012 917	0,014 186
31	700	0,077 183	0,015 586	0,016 029

- b) The responsivity characteristics shall also be plotted as steps, as shown in figure 5 as an example for the red channel with bands centred at wavelengths 400 nm to 700 nm at 10 nm intervals.

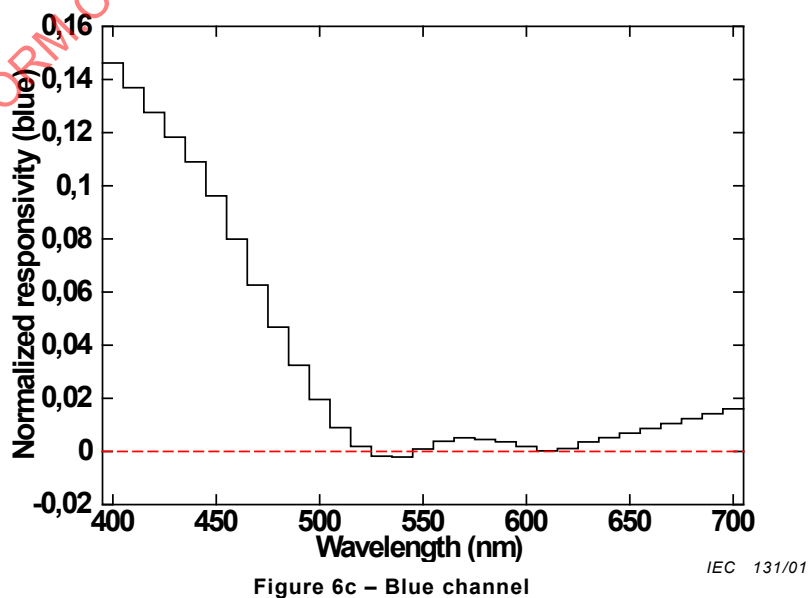
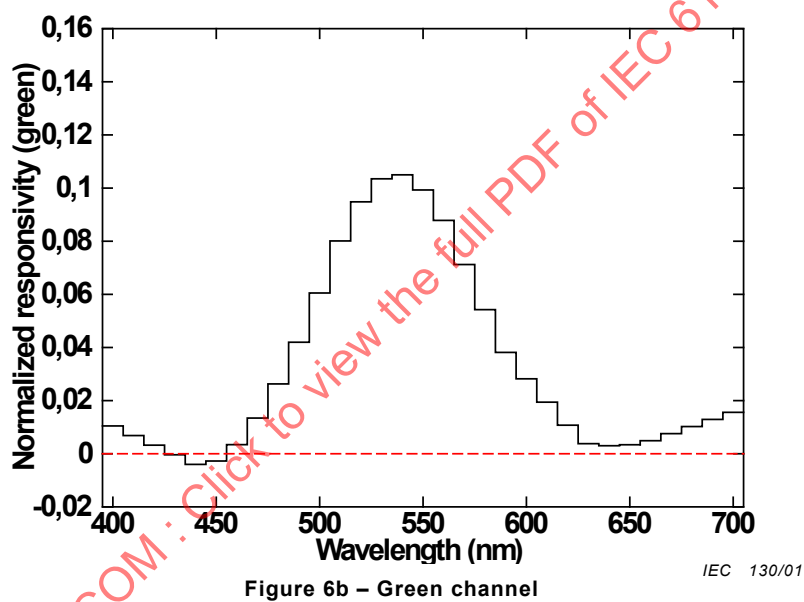
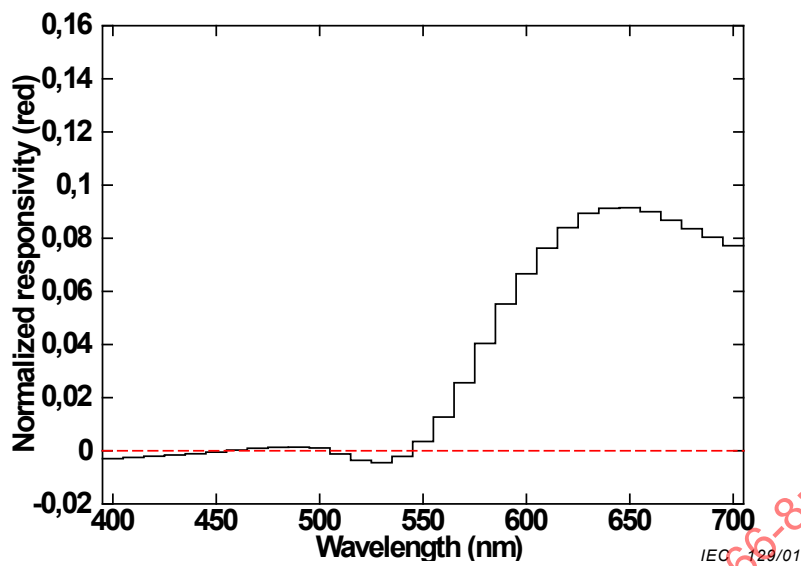


Figure 6 – An example of multiband spectral responsivity, s_R , s_G and s_B

- c) Multiband overall responsivity characteristics $S_n s_{R_n}$, $S_n s_{G_n}$ and $S_n s_{B_n}$ shall also be reported as in figure 6 taking into account the multiband spectral power distribution of the built-in light source reported in 7.3.

NOTE If the multiband spectral power distribution of the built-in light source is not measured and reported as in 7.3, this item is not applicable.

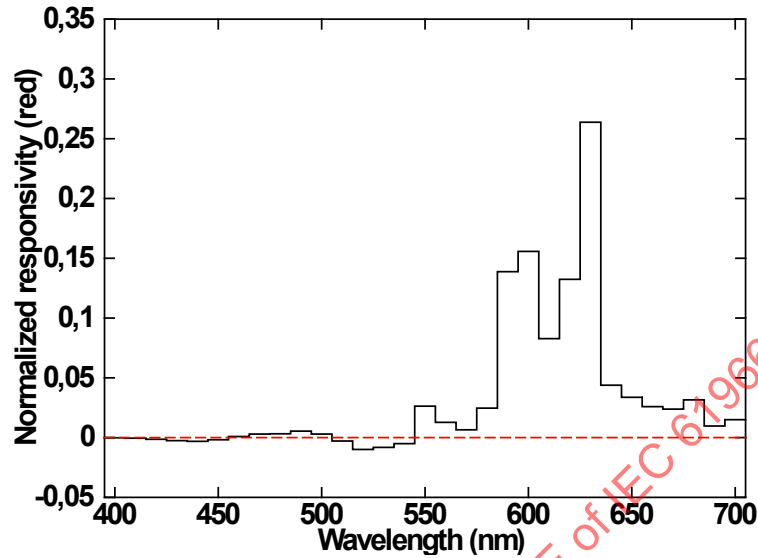


Figure 7a – Red channel

IEC 132/01

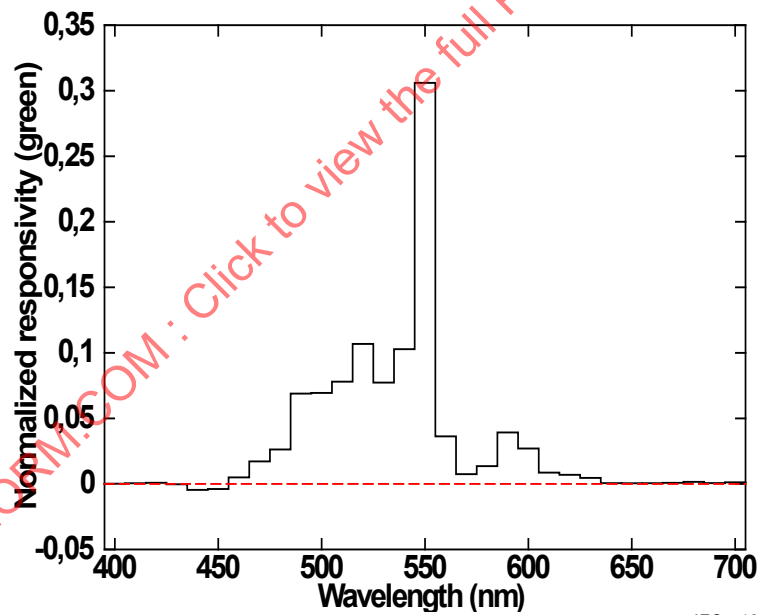


Figure 7b – Green channel

IEC 133/01

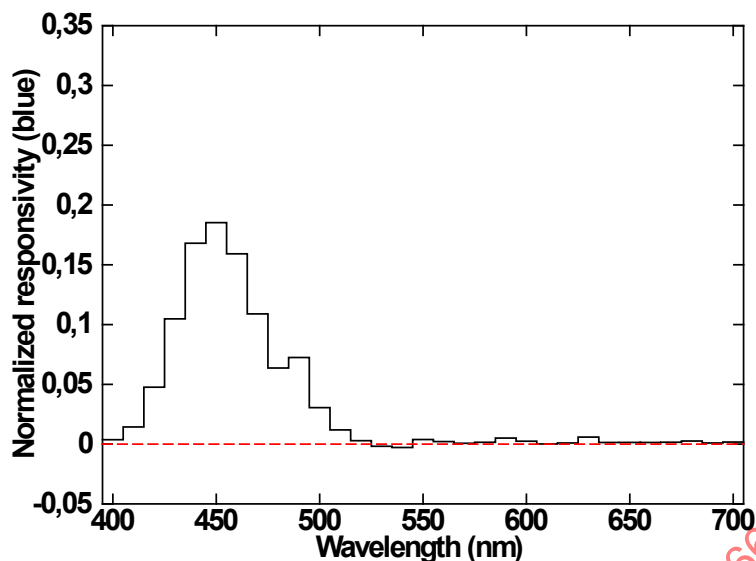


Figure 7c – Blue channel

IEC 134/01

Figure 7 – Example of a reporting form of the overall multiband spectral responsivity, $S_n s_{R_n}$, $S_n s_{G_n}$ and $S_n s_{B_n}$

11 Spatial non-uniformity

11.1 Characteristics to be measured

Dependency on scanning position in terms of colour reproduction.

11.2 Measurement conditions

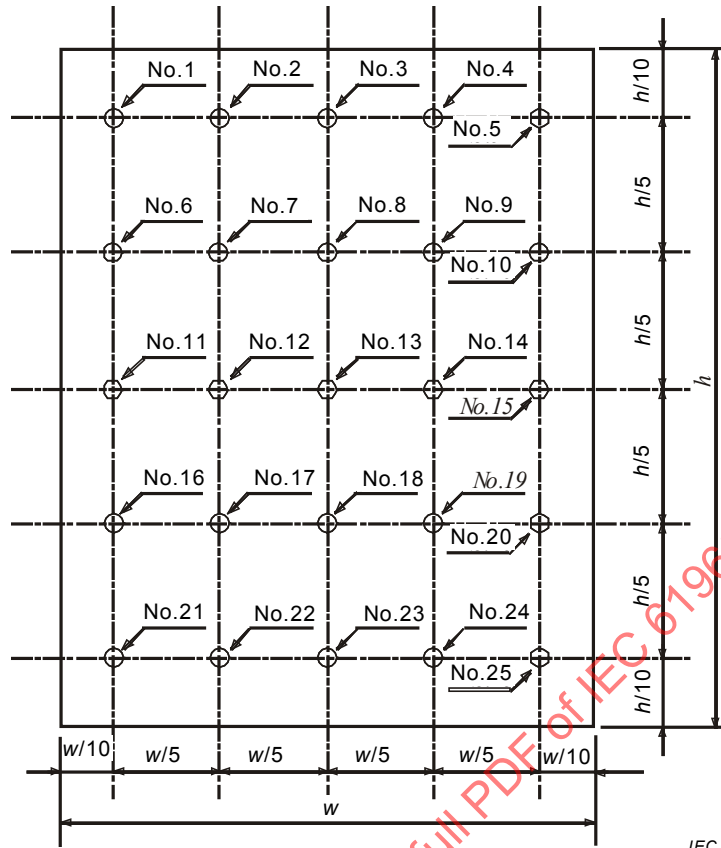
- a) A grey sheet of paper with reflectance between 60 % and 80 % shall be used for the measurements as the target.

NOTE It is recommended that uniformity of greyness should be $\Delta E_{ab}^* \leq 0,5$ between the centre of the paper (point 13) and any of the 24 other points across the paper.

- b) The target shall be placed over the surface at the centre of the scanning area so that no space or air gap exists between them as far as possible.

11.3 Method of measurement

- a) The uniform grey target shall be scanned and the mean values of more than 10×10 picture elements shall be calculated and recorded for peripherals at 25 points indicated in figure 7, where h and w are height and width, respectively, of the whole scanning area.



IEC 135/01

Figure 8 – Measurement points for spatial non-uniformity

NOTE If a single sheet of the uniform scanning target does not cover the whole scanning area, the same target may be moved and replaced to acquire the necessary data for the whole area.

- b) Output data D_{R_i} , D_{G_i} and D_{B_i} corresponding to the position i shall be used if the specification of an RGB colorimetric specification of the equipment under measurement is not provided by the manufacturer and mean square deviations from the centre point ($i = 13$) shall be calculated for each component.
- c) Alternately, the tristimulus values X_i , Y_i , Z_i defined in CIE 15.2 shall be calculated based on the RGB specification of the multimedia colour scanner provided by the manufacturer. In that case, the following colour differences in CIE 1976 UCS and CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space shall be calculated with a reference to the data X_{13} , Y_{13} , Z_{13} , which correspond to the centre of the scanning area.

$$\begin{aligned}\Delta u'_i &= u'_i - u'_{13} \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_{13} \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i} \\ \Delta L^*_i &= L^*_i - L^*_{13} \\ \Delta C^*_{ab_i} &= \sqrt{a^{*2}_i + b^{*2}_i} - \sqrt{a^{*2}_{13} + b^{*2}_{13}}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 u'_i &= \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \\
 v'_i &= \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i} \\
 L_i^* &= 116 \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\
 a_i^* &= 500 \left\{ \left(\frac{X_i}{X_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \\
 b_i^* &= 200 \left\{ \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}
 \end{aligned}$$

NOTE These equations are valid for $\frac{X_i}{X_{13}} \geq 0,008\ 856$, $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008\ 856$ and $\frac{Z_i}{Z_{13}} \geq 0,008\ 856$.

11.4 Presentation of results

The original data D_R , D_G and D_B and the respective mean square deviations or the calculated results, $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC_{ab}^* for $1 \leq i \leq 25$ shall be reported as indices of non-uniformity, together with the reflectance of the uniform grey target, as shown in table 6. For interpretation and requirement for the values of $\Delta u'v'$, ISO 9241-8 shall be referred to.

Table 6 – Reporting form for the measurement of spatial non-uniformity

i	D_R	D_G	D_B	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	246,63	247,81	247,44	–0,00048	–0,00071	0,00086	0,84	0,62
2	242,19	242,63	241,81	–0,00014	–0,00036	0,00039	–0,92	0,30
3	243,19	242,88	241,50	0,00023	0,00006	0,00023	–0,79	0,18
4	243,19	243,75	242,00	–0,00015	0,00020	0,00025	–0,56	0,23
5	247,88	246,75	245,88	0,00056	–0,00019	0,00059	0,63	0,53
6	248,06	249,31	248,88	–0,00051	–0,00068	0,00085	1,35	0,60
7	238,75	239,25	238,75	–0,00018	–0,00056	0,00059	–2,09	0,46
8	244,63	244,19	242,13	0,00031	0,00049	0,00058	–0,34	0,41
9	242,94	243,50	242,19	–0,00017	–0,00007	0,00018	–0,63	0,13
10	248,50	248,75	246,75	0,00000	0,00036	0,00036	1,19	0,32
11	250,44	251,06	250,75	–0,00024	–0,00070	0,00074	2,01	0,56
12	244,63	245,44	245,44	–0,00034	–0,00091	0,00097	0,05	0,73
13	245,06	245,25	243,88	0,00000	0,00000	0,00000	0,00	0,00
14	246,63	248,00	246,50	–0,00052	–0,00004	0,00052	0,86	0,42
15	250,13	250,88	249,13	–0,00023	0,00016	0,00028	1,90	0,28
16	251,44	252,25	252,06	–0,00032	–0,00079	0,00085	2,41	0,64
17	246,31	246,81	246,00	–0,00016	–0,00038	0,00041	0,53	0,31
18	248,38	247,44	246,06	0,00050	0,00010	0,00051	0,84	0,40
19	245,19	246,00	244,88	–0,00029	–0,00021	0,00036	0,22	0,25
20	250,25	250,63	249,50	–0,00009	–0,00018	0,00021	1,86	0,15
21	251,25	251,63	251,44	–0,00013	–0,00075	0,00076	2,23	0,61
22	246,19	246,00	245,63	0,00012	–0,00058	0,00059	0,31	0,53
23	247,13	247,31	246,50	–0,00002	–0,00035	0,00035	0,73	0,29
24	246,19	247,00	246,06	–0,00030	–0,00033	0,00044	0,57	0,31
25	251,13	252,06	249,75	–0,00029	0,00047	0,00055	2,28	0,55

12 Mid-term instability

12.1 Characteristics to be measured

The instability of output data upon turning on the multimedia colour scanner.

12.2 Measurement conditions

- The multimedia colour scanner under measurement shall be powered down for more than 2 h before beginning any measurement.
- The scaling of scan shall be set to unity. Resolution of scanning shall be set to the maximum spatial resolution.
- A uniform grey sheet of paper as in 11.2 shall be used as the target for the measurement.
- The target shall be placed in the centre of the scanning area in intimate contact with the scanning field of the multimedia colour scanner.

12.3 Method of measurement

- The target shall be placed over the scanning area.
- The multimedia colour scanner shall be powered on.
- The small target area at about the centre of the scanning area shall be scanned after 1 min, and successively scanned once per minute for 120 min.
- The output data corresponding to more than 10×10 picture elements for each red, green and blue channel, respectively, shall be averaged and recorded as D_R , D_G and D_B .

12.4 Presentation of results

The measured data, D_R , D_G and D_B shall be normalized by the average value, respectively, and reported as shown in figure 8.

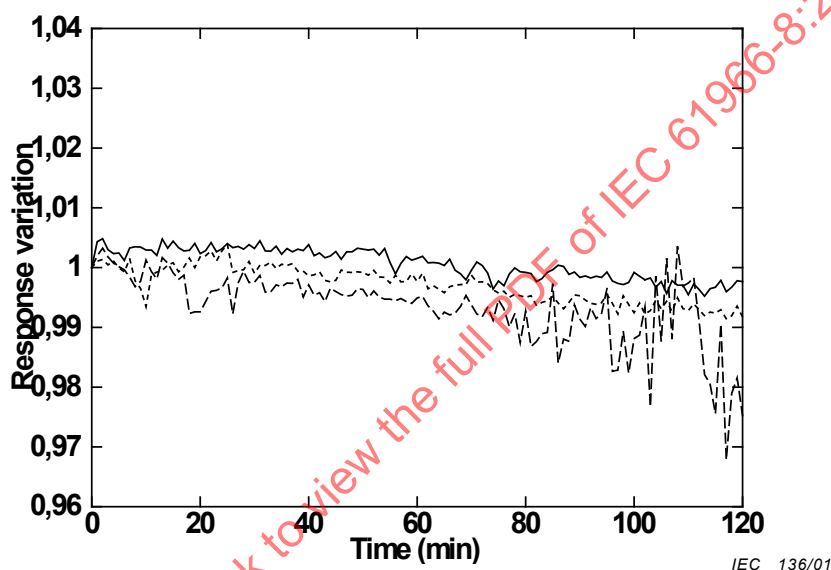


Figure 9 – Example of a report of mid-term instability

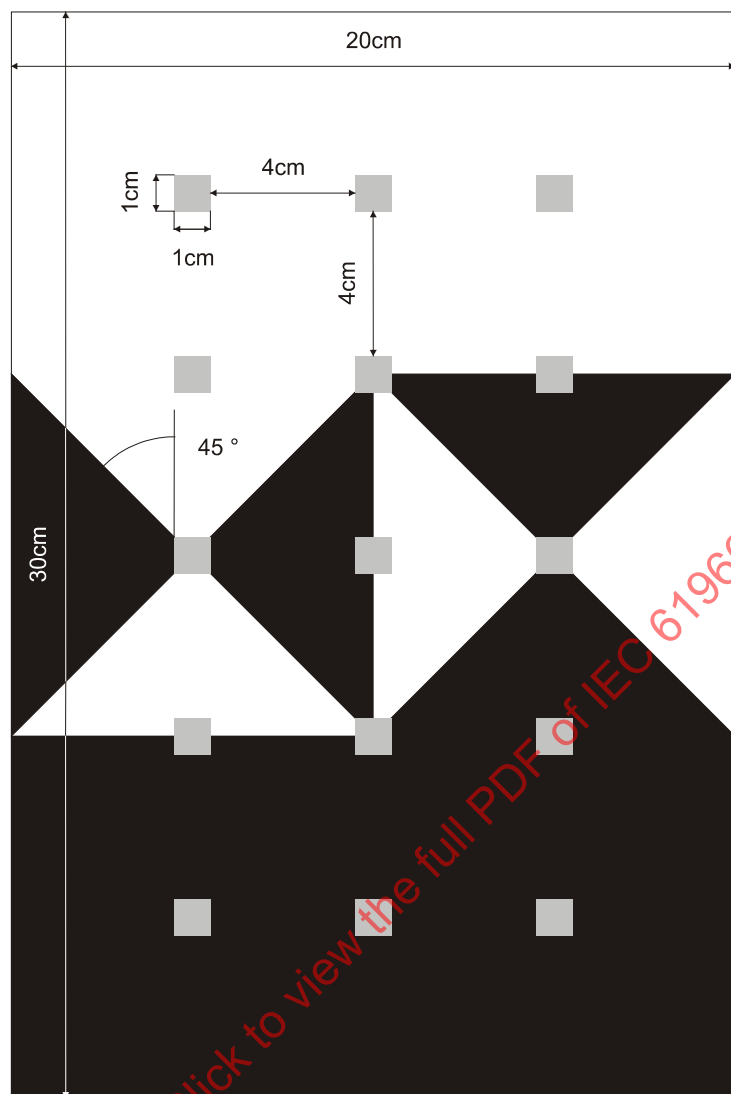
13 Large area spatial crosstalk

13.1 Characteristics to be measured

Dependency of the output digital data of a colour patch on reflectance of surrounding areas.

13.2 Measurement conditions

- A target with 15 square test patches as specified in figure 9 shall be used for the measurements. The target shall be printed on a sheet of non-fluorescent paper. The test patches shall be uniform grey with reflectance between 20 % and 40 %. The colour differences ΔE_{ab}^* among the 15 test patches shall be $\Delta E_{ab}^* \leq 0,5$. The white areas of the target are the surface reflectances of the paper, and the dark areas are of black at the maximum density of a printing system. The size of the target shall be magnified or reduced to fit to a scanning field of the multimedia colour scanner under examination.
- The target shall be placed over the surface at the centre of the scanning area so that no space or air gap exists between them as far as possible.



IEC 137/01

Figure 10 – Target for the measurement of spatial crosstalk

13.3 Method of measurement

- a) The target shall be scanned three times in one direction and scanned three times in the opposite direction after rotating the target by 180°. The mean values of more than 10×10 picture elements in the centre of each of the 15 colour patches specified in figure 8 shall be recorded as output data D_{R_p} , D_{G_p} and D_{B_p} for $1 \leq p \leq 15$.

- b) The output data of the grey patches shall be averaged to determine the mean data values

$$\langle D_R \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{R_p}, \quad \langle D_G \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{G_p} \quad \text{and} \quad \langle D_B \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{B_p}.$$

- c) The maximum data $D_{R_{\max}}$, $D_{G_{\max}}$ and $D_{B_{\max}}$, the minimum data $D_{R_{\min}}$, $D_{G_{\min}}$ and $D_{B_{\min}}$ and the relative differences between these values in the red, green and blue channels shall be calculated as percentage points as in $\frac{\Delta D_R}{\langle D_R \rangle} \times 100$, $\frac{\Delta D_G}{\langle D_G \rangle} \times 100$ and $\frac{\Delta D_B}{\langle D_B \rangle} \times 100$.

- d) The relative root mean standard deviations resulting from all the patches shall be

calculated as percentage points as in $100\sqrt{\frac{1}{15}\sum_{p=1}^{15}\left(\frac{D_{R_p}}{\langle D_R \rangle}\right)^2} - 1$, $100\sqrt{\frac{1}{15}\sum_{p=1}^{15}\left(\frac{D_{G_p}}{\langle D_G \rangle}\right)^2} - 1$ and

$$100\sqrt{\frac{1}{15}\sum_{p=1}^{15}\left(\frac{D_{B_p}}{\langle D_B \rangle}\right)^2} - 1.$$

NOTE Detailed analysis of the large area crosstalk shows that the effect on a colour patch under test is approximately proportional to the reflectance of that colour patch.

13.4 Presentation of results

- a) The original data D_{R_p} , D_{G_p} and D_{B_p} shall be reported as exemplified in table 7.

Table 7 – Reporting form for the measurement of spatial crosstalk

p	D_R	D_G	D_B
1	186,33	189,04	203,71
2	186,68	189,64	205,22
3	186,40	189,36	204,25
4	187,80	190,19	205,42
5	181,02	183,18	199,02
6	179,05	181,02	196,37
7	176,69	178,90	192,52
8	178,97	181,57	196,00
9	183,58	188,23	202,21
10	178,64	182,17	195,56
11	173,79	177,47	191,26
12	171,21	174,91	188,45
13	166,27	168,18	181,27
14	167,44	169,38	183,61
15	169,77	173,03	187,49

- b) The average data, the crosstalk given by the relative differences between maximum and minimum data in percentage points and the relative root mean standard deviations given in percentage points shall be reported as exemplified in table 8.

Table 8 – Reporting form of average data and maximum crosstalk given by relative maximum differences and relative standard deviations of data in red, green and blue channels (8 bits per channel)

	Red channel	Green channel	Blue channel
Average data	178,26	181,1	195,5
Relative maximum differences (%)	12,1	12,1	12,4
Relative standard deviations (%)	4,1	4,1	4,1

NOTE The accuracy of spectral characterization of the multimedia colour scanner according to clauses 8 and 9 will be limited by spatial crosstalk with worst case values as estimated above.

Annex A (normative)

Estimation of multiband of wavelength sensitivities

A.1 Quantities to be estimated

Effective spectral sensitivities of multimedia colour scanners, s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} at the centre wavelength λ_n , as multiband of wavelength responses of the red, green and blue channels; and built-in 3×3 channel-coupling matrix C , with elements c_{ij} for i -th row and j -th column, determining the relation between the effective spectral sensitivities and the physical sensitivities p_{R_n} , p_{G_n} and p_{B_n} at the centre wavelength λ_n of the red, green and blue channels as in equation (A.1).

$$\begin{pmatrix} p_{R_n} \\ p_{G_n} \\ p_{B_n} \end{pmatrix} = C \begin{pmatrix} s_{R_n} \\ s_{G_n} \\ s_{B_n} \end{pmatrix} \quad (\text{A.1})$$

NOTE If there is no built-in coupling matrix between the channels, the physical and the effective spectral sensitivities are identical and the matrix C will be the identity matrix.

A.2 Input to the algorithm

- a) Effective multiband spectral stimuli $r_k^*(\lambda_n) = r_{k_n}^*$ defined in equation (A.2) of the test patches of the target ($k = 1 \dots K$) over the wavelength range from 400 nm to 700 nm in 10 nm steps denoted $n = 1 \dots 31$. The effective multiband spectral reflectance is calculated from the multiband spectral reflectance $r_k(\lambda_n) = r_{k_n}$ of the test patches and the spectral power distribution $S(\lambda_n) = S_n$ of the built-in light source, reported in 7.3, according to equation (A.2).

$$r_{k_n}^* = S_n r_{k_n} \quad (\text{A.2})$$

If the spectral power distribution of the built-in light source of the multimedia colour scanner is not reported in 7.3, S_n for all n shall be set to unity.

NOTE The algorithm of this standard will automatically calculate the overall responsivity of the multimedia colour scanner including the power distribution of the light source, yet, strong spikes of the actual light source will not be reproduced in the results in this case. The algorithm of this standard reproduces responsivities with limited non-smoothness and averaged spikes.

- b) Normalized light flux at the input of the red, green and blue channels, Φ_{R_k} , Φ_{G_k} and Φ_{B_k} , inversely calculated from the normalized output data d_{R_k} , d_{G_k} and d_{B_k} , according to equation (10).
- c) Diagonal elements of the channel-coupling matrix C , $c_{ij} = 1$ for $i = j$.
- d) Weight factors w_N , $w_{N_{\max}}$, w_P , and $w_{P_{\max}}$ denoting the weight of the corresponding internal parameters of the objective function defined in equation (A.4) for an optimum estimation of the multiband spectral sensitivities.

NOTE For small noise levels of the multimedia colour scanner, the weighting factors $w_N = \frac{1}{3K}$; $w_{N_{\max}} = 10$; $w_P = 0,023$ and $w_{P_{\max}} = 2$ should be used. For higher noise levels, the weight factors w_P and $w_{P_{\max}}$ should slightly be increased.

A.3 Output to the algorithm

- Estimated physical sensitivities p_{R_n} , p_{G_n} and p_{B_n} of the red, green and blue channels, where $p_{R_n} \geq 0$, $p_{G_n} \geq 0$ and $p_{B_n} \geq 0$ for $n = 1 \dots 31$.
- Estimated off-diagonal elements of the channel-coupling matrix C , c_{ij} for $i \neq j$, where $-1 \leq c_{ij} \leq 1$.
- Estimated spectral sensitivities s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} calculated from equation (B.1).

A.4 Internal variables of the algorithm

The estimation algorithm requires a number of internal variables and parameters to be defined.

- Absolute values of the model errors for the k -th test patch defined for the red, green and blue channel by:

$$\begin{aligned} N_{R_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{R_n} r_{k_n}^* - (c_{11}\Phi_{R_k} + c_{12}\Phi_{G_k} + c_{13}\Phi_{B_k}) \right| \\ N_{G_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{G_n} r_{k_n}^* - (c_{21}\Phi_{R_k} + c_{22}\Phi_{G_k} + c_{23}\Phi_{B_k}) \right| \\ N_{B_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{B_n} r_{k_n}^* - (c_{31}\Phi_{R_k} + c_{32}\Phi_{G_k} + c_{33}\Phi_{B_k}) \right| \end{aligned} \quad (A.3)$$

- Maximum values of the absolute values defined by equation (A.3): $N_{R_{\max}} = \max(N_{R_k})$, $N_{G_{\max}} = \max(N_{G_k})$ and $N_{B_{\max}} = \max(N_{B_k})$.
- Non-smoothness measures defined by equation (A.4) for multiband of wavelength $n = 2 \dots 30$.

$$\begin{aligned} P_{R_n} &= |p_{R_{n-1}} - 2p_{R_n} + p_{R_{n+1}}| \\ P_{G_n} &= |p_{G_{n-1}} - 2p_{G_n} + p_{G_{n+1}}| \\ P_{B_n} &= |p_{B_{n-1}} - 2p_{B_n} + p_{B_{n+1}}| \end{aligned} \quad (A.4)$$

NOTE Small values of the non-smoothness measure mean smooth function.

- Maximum values of the non-smoothness measures defined by equation (A.4): $P_{R_{\max}} = \max(P_{R_n})$, $P_{G_{\max}} = \max(P_{G_n})$ and $P_{B_{\max}} = \max(P_{B_n})$.

A.5 Estimation algorithm

The physical spectral sensitivities of the multimedia colour scanners are estimated by using the simplex algorithm to solve the linear programming system described by equation (A.5).

$$\min \left(\begin{aligned} &w_{N_{\max}} (N_{R_{\max}} + N_{G_{\max}} + N_{B_{\max}}) + w_N \sum_{k=1}^K (N_{R_k} + N_{G_k} + N_{B_k}) \\ &+ w_{P_{\max}} (P_{R_{\max}} + P_{G_{\max}} + P_{B_{\max}}) + w_P \sum_{n=2}^{30} (P_{R_n} + P_{G_n} + P_{B_n}) \end{aligned} \right) \quad (\text{A.5})$$

where the ranges of the values are $p_{R_n} \geq 0$, $p_{G_n} \geq 0$ and $p_{B_n} \geq 0$ for $n = 1 \dots 31$; $-1 \leq c_{ij} \leq 1$ for $i \neq j$ and $1 \leq i, j \leq 3$.

The absolute values in equations (A.3) and (A.4) cannot be used to solve the linear programming system. However, if $x = |a|$ is required and x is a variable to be minimized, it is possible to use $x \geq a$ and $x \geq -a$ instead to fulfil the requirement. The following constraints are formulated accordingly:

a) Constraints for the definitions of the model errors N_k for $k = 1 \dots K$.

$$\begin{aligned} N_{R_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{R_n} - (\Phi_{R_k} + c_{12} \Phi_{G_k} + c_{13} \Phi_{B_k}) \\ N_{R_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{R_n} + (\Phi_{R_k} + c_{12} \Phi_{G_k} + c_{13} \Phi_{B_k}) \\ N_{G_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{G_n} - (c_{21} \Phi_{R_k} + \Phi_{G_k} + c_{23} \Phi_{B_k}) \\ N_{G_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{G_n} + (c_{21} \Phi_{R_k} + \Phi_{G_k} + c_{23} \Phi_{B_k}) \\ N_{B_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{B_n} - (c_{31} \Phi_{R_k} + c_{32} \Phi_{G_k} + \Phi_{B_k}) \\ N_{B_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{B_n} + (c_{31} \Phi_{R_k} + c_{32} \Phi_{G_k} + \Phi_{B_k}) \\ N_{R_{\max}} &\geq N_{R_k} \\ N_{G_{\max}} &\geq N_{G_k} \\ N_{B_{\max}} &\geq N_{B_k} \end{aligned}$$

b) Constraints for the definitions of non-smoothness terms for $n = 2 \dots 30$.

$$\begin{aligned} P_{R_n} &\geq p_{R_{n-1}} - 2p_{R_n} + p_{R_{n+1}} \\ P_{R_n} &\geq -p_{R_{n-1}} + 2p_{R_n} - p_{R_{n+1}} \\ P_{G_n} &\geq p_{G_{n-1}} - 2p_{G_n} + p_{G_{n+1}} \\ P_{G_n} &\geq -p_{G_{n-1}} + 2p_{G_n} - p_{G_{n+1}} \\ P_{B_n} &\geq p_{B_{n-1}} - 2p_{B_n} + p_{B_{n+1}} \\ P_{B_n} &\geq -p_{B_{n-1}} + 2p_{B_n} - p_{B_{n+1}} \\ P_{R_{\max}} &\geq P_{R_k} \\ P_{G_{\max}} &\geq P_{G_k} \\ P_{B_{\max}} &\geq P_{B_k} \end{aligned}$$

The solution of this linear programming system is to be obtained using the SIMPLEX algorithm [2],[3].

NOTE Differences between the available software packages concern the speed of computation but not the results.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-8:2001

Annex B (normative)

Scanner model output data from estimated multiband sensitivities

Scanner model output data D_R , D_G and D_B of the red, green and blue channels for an arbitrary colour patch with given multiband spectral reflection $r(\lambda_n)=r_n$ for $n=1...31$ are calculated from the estimated multiband sensitivities in 10.4 and the multiband spectral power distribution $S(\lambda_n)=S_n$ of the built-in light source according to the following algorithm.

- a) The normalized light flux values Φ_R , Φ_G , Φ_B of the red, green and blue channel are calculated from the spectral reflection $r(\lambda_n)=r_n$ for $n=1...31$ of the colour patch, the multiband spectral power distribution $S(\lambda_n)=S_n$, the effective multiband responsivities, s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} , normalized to the respective values of the white reference colour with spectral reflection $r_W(\lambda_n)=r_{W_n}$ for $n=1...31$ as follows:

$$\begin{aligned}\Phi_R &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{R_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{R_n} \\ \Phi_G &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{G_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{G_n} \\ \Phi_B &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{B_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{B_n}\end{aligned}\tag{B.1}$$

- b) The normalized channel output data d_R , d_G and d_B are calculated from equation (B.2):

$$\begin{aligned}d_R &= r_0 + r_1 \Phi_R + r_2 \Phi_R^2 + r_3 \Phi_R^3 + r_4 \Phi_R^4 \\ d_G &= g_0 + g_1 \Phi_G + g_2 \Phi_G^2 + g_3 \Phi_G^3 + g_4 \Phi_G^4 \\ d_B &= b_0 + b_1 \Phi_B + b_2 \Phi_B^2 + b_3 \Phi_B^3 + b_4 \Phi_B^4\end{aligned}\tag{B.2}$$

- c) The digital output data D_R , D_G and D_B are calculated from equation (B.3):

$$\begin{aligned}D_R &= d_R D_{RW} \\ D_G &= d_G D_{GW} \\ D_B &= d_B D_{BW}\end{aligned}\tag{B.3}$$

where D_{RW} , D_{GW} and D_{BW} are the digital output model values for the white reference (for example 255 for 8-bit quantization).

Annex C (informative)

Examples for the application of the spectral characteristics

C.1 Calculation of the ICC profiles

- a) Measure the spectral reflectances r_{k_n} of the test patches of the test chart.
- b) Use the spectral reflectances r_{k_n} to calculate the tristimulus values in CIE 1931 XYZ colour space for each patch.
- c) Use the spectral power distribution S_n of the built-in light source to calculate the spectral stimuli $r_{k_n}^* = S_n r_{k_n}$.
- d) Calculate the normalized light flux at the input of the red, green and blue channels, Φ_{R_k} , Φ_{G_k} and Φ_{B_k} according to equation (10).
- e) Calculate normalized output data d_{R_k} , d_{G_k} and d_{B_k} according to equation (5). Use this to calculate digital output data D_{R_k} , D_{G_k} and D_{B_k} .

Use digital output D_{R_k} , D_{G_k} and D_{B_k} and the calculated tristimulus values in CIE 1931 XYZ colour space to generate the ICC profile 5].

C.2 Calculation of an optimized conversion for sRGB colour space

- a) Measure the spectral reflectances r_{k_n} of the test patches of the test chart containing a white patch and at least two more colours.
- b) Use the spectral reflectances r_{k_n} to calculate values in the sRGB colour space, R_k , G_k and B_k , for each patch.
- c) Use the spectral power distribution S_n of the built-in light source reported in 7.3 to calculate the spectral stimuli $r_{k_n}^* = S_n r_{k_n}$.
- d) Use the effective multiband spectral sensitivities of the multimedia colour scanner s_{R_n} , s_{G_n} and s_{B_n} to calculate the normalized light flux at the input of the red, green and blue channels, Φ_{R_k} , Φ_{G_k} and Φ_{B_k} .
- e) Calculate normalized output data d_{R_k} , d_{G_k} and d_{B_k} according to equation (5). Use this to calculate digital output data D_{R_k} , D_{G_k} and D_{B_k} .
- f) Calculate a 3×3 matrix $\mathbf{M}$ that maps the white patch to the white point of the sRGB colour space defined in IEC 61966-2-1 and minimizes the colour errors for the remaining colours.

$$\begin{pmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{pmatrix} = \mathbf{M} \begin{pmatrix} D_{R_k} \\ D_{G_k} \\ D_{B_k} \end{pmatrix} \quad \text{for the achromatic patches}$$

$$\begin{pmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{pmatrix} \approx \mathbf{M} \begin{pmatrix} D_{R_k} \\ D_{G_k} \\ D_{B_k} \end{pmatrix} \quad \text{for the remaining patches}$$

Bibliography

- [1] IEC TTA-3: 1997, Hiroaki Ikeda, Masato Abe, and Yasuhiko Higaki: "Equipment independent colour reproduction systems", IEC Technical Trend Assessment, No .3, IEC, Geneva.
 - [2] PAPADIMITRIOU, C.H. and STEIGLITZ, K, "Combinatorial optimization: Algorithms and complexity", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1982.
 - [3] SCHRIJUV, Alexander, "Theory of linear and integer programming", J. Wiley and Sons, 1996.
 - [4] ISO/IEC 14473: 1999 (E), *Information technology – Office equipment – Minimum information to be specified for image scanners*.
 - [5] ICC specification ICC.1: 1989-09, File format for color profiles: Document ICC.1A: 1999-04, Amendment 2 to Spec. ICC.1: 1989-09.
 - [6] Complete software package for linear programming, for example, LPAKO at ftp://orly1.snu.ac.kr/pub/sal_sw/lpako/.
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-8:2001

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61966-8:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
INTRODUCTION	44
1 Domaine d'application et objet	47
2 Références normatives	47
3 Termes et définitions	48
4 Lettres et symboles	49
5 Conditions	50
5.1 Conditions générales	50
5.2 Données d'image numérique de sortie	50
6 Matériel de mesure et cible de balayage	50
6.1 Spectrophotométrie	50
6.2 Spectroradiomètre	51
6.3 Spécification de la cible	51
7 Répartition de puissance spectrale de la source de lumière intégrée	53
7.1 Caractéristiques à mesurer	53
7.2 Conditions de mesure	53
7.3 Présentation des résultats	54
8 Caractéristiques de niveaux	55
8.1 Caractéristiques à mesurer	55
8.2 Conditions de mesure	55
8.3 Méthode de mesure	56
8.4 Calcul des résultats	56
8.5 Présentation des résultats	57
9 Caractéristiques de niveaux inverses	58
9.1 Caractéristiques à calculer	58
9.2 Méthode de calcul	58
9.2 Présentation des résultats	59
10 Caractéristiques de sensibilité spectrale	59
10.1 Caractéristiques à mesurer	59
10.2 Conditions de mesure	59
10.3 Méthode de mesure	60
10.4 Présentation des résultats	60
11 Non-uniformité spatiale	64
11.1 Caractéristiques à mesurer	64
11.2 Conditions de mesure	64
11.3 Méthode de mesure	64
11.4 Présentation des résultats	66
12 Instabilité à moyen terme	67
12.1 Caractéristiques à mesurer	67
12.2 Conditions de mesure	67
12.3 Méthode de mesure	68
12.4 Présentation des résultats	68
13 Diaphotie spatiale de zone importante	68
13.1 Caractéristiques à mesurer	68
13.2 Conditions de mesure	68

13.3	Méthode de mesure.....	69
13.4	Présentation des résultats.....	70
Annexe A	(normative) Estimation en multibande des sensibilités de longueurs d'onde.....	72
A.1	Quantités à évaluer.....	72
A.2	Entrée dans l'algorithme.....	72
A.3	Sortie vers l'algorithme.....	73
A.4	Variables internes de l'algorithme.....	73
A.5	Algorithme d'estimation.....	73
Annexe B	(normative) Données de sortie du modèle de scanner à partir des sensibilités multibande estimées.....	76
Annexe C	(informative) Exemples pour l'application des caractéristiques spectrales.....	77
C.1	Calcul des profils ICC.....	77
C.2	Calcul d'une conversion optimisée pour l'espace chromatique sRGB.....	77
Bibliographie		78
Figure 1	– Spécification de la cible pour la caractérisation des scanners couleur multimédia.....	51
Figure 2	– Exemple de représentation graphique de la réflexion spectrale multibande d'un motif de couleur.....	53
Figure 3	– Zone de balayage et points de mesure.....	54
Figure 4	– Exemple de répartition de puissance spectrale normalisée de la source de lumière intégrée.....	55
Figure 5	– Exemple de formulaire de compte rendu des caractéristiques de niveaux, flux de lumière Φ en fonction des données de sortie.....	58
Figure 6	– Exemple de sensibilité spectrale multibande, s_R , s_G et s_B	63
Figure 7	– Exemple de formulaire de compte rendu de la sensibilité spectrale multibande globale, $S_n s_{R_n}$, $S_n s_{G_n}$ et $S_n s_{B_n}$	64
Figure 8	– Points de mesure pour non-uniformité spatiale.....	65
Figure 9	– Exemple de rapport d'instabilité à moyen terme.....	68
Figure 10	– Cible pour la mesure de la diaphotie spatiale.....	69
Tableau 1	– Exemple de formulaire de compte rendu d'un tableau spectral.....	52
Tableau 2	– Exemple de caractéristiques spectrales multibande de la source de lumière.....	54
Tableau 3	– Exemple de formulaire de compte rendu des coefficients des polynômes des voies rouge-, verte et bleue.....	57
Tableau 4	– Exemple de formulaire de compte rendu des coefficients polynomiaux des voies rouge-, verte et bleue.....	59
Tableau 5	– Exemple de formulaire de compte rendu des caractéristiques de sensibilité spectrale multibande.....	61
Tableau 6	– Formulaire de compte rendu pour la mesure de la non-uniformité spatiale.....	67
Tableau 7	– Formulaire de compte rendu pour la mesure de la diaphotie spatiale.....	70
Tableau 8	– Formulaire de compte rendu des données moyennes et diaphotie maximale donnée par les différences maximales relatives et les écarts types relatifs des données dans les voies rouge, verte et bleue (8 bits par voie).....	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 8: Scanners multimédia couleur

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.

La Norme internationale CEI 61966-8 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

La présente version bilingue (2013-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2001-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/192/FDIS et 100/218/RVD.

Le rapport de vote 100/218/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

- Partie 1: Généralités¹
- Partie 2-0: Gestion de la couleur dans les systèmes multimédia¹
- Partie 2-1: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB par défaut – sRVB
- Partie 2-2: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB étendu – sRVB64¹

¹ À publier.

- Partie 2-3: Gestion de la couleur – Espace chromatique YCC par défaut – sYCC¹
- Partie 3: Appareils utilisant des tubes cathodiques
- Partie 4: Appareils utilisant des afficheurs à cristaux liquides
- Partie 5: Appareils utilisant des afficheurs à plasma¹
- Partie 6: Matériel utilisé pour la projection d'images numériques¹
- Partie 7-1: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées RVB¹
- Partie 7-2: Imprimantes couleur – Imprimés à réflexion – Entrées CMYK¹
- Partie 7-3: Imprimantes couleur – Imprimés transparents¹
- Partie 8: Scanners multimédia couleur¹
- Partie 9: Appareils numériques de prise de vue
- Partie 10: Assurance de la qualité – Image en couleur dans les systèmes de réseau¹
- Partie 11: Assurance de la qualité – Vidéo dégradée dans les systèmes de réseau¹

Les Annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

L'Annexe C est donnée à titre d'information uniquement.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

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

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

INTRODUCTION

Cette introduction est destinée à distinguer le champ d'application de l'ISO 12641 et de la CEI 61966-8.

Dans le but de normaliser la procédure d'étalonnage pour les scanners en entrée utilisés dans l'industrie de l'impression et de la préimpression, l'ISO 12641 a été publiée en 1997. La présente partie de la CEI 61966 vise les scanners couleur pour des applications multimédia en fournissant des données de caractérisation nécessaires pour la gestion de la couleur dans des systèmes multimédia ouverts. Elle caractérise tous les scanners couleur multimédia pour un usage grand public, qui sont généralement raccordés à des ordinateurs individuels pour saisir des images couleur et afficher les informations de couleur, soit localement soit par distribution mondiale.

Dans de telles applications, la gestion de la couleur est importante. Il convient de spécifier clairement pour les données rouge – verte – bleue leurs attributs colorimétriques. Les données de caractérisation issues de la présente partie de la CEI 61966 seront utilisées pour le calcul de la caractérisation colorimétrique spécifique de l'appareil, de sorte que la gestion de la couleur dans des systèmes ouverts puisse être réalisée.

La saisie de l'information de couleur dans un scanner en entrée de préimpression suppose habituellement que la source est un original (transparent) de film positif. Le second type le plus courant d'original est un papier d'impression photographique positif (à réflexion). Depuis peu, les scanners en entrée de préimpression supportent divers types d'originaux à réflexion en plus du papier d'impression et peuvent également saisir une image directement d'un film négatif, bien que ce procédé ne soit pas très courant. De ce fait, l'ISO 12641 a été élaborée pour l'échange de données numériques de préimpression correspondant aux originaux transparents et à réflexion. Cependant, une cible de couleur normalisée pour les originaux négatifs de films transparents n'a pas encore été établie.

Les caractéristiques de sensibilité spectrale des scanners de préimpression ne sont pas dérivées du calcul fondé sur un système de couleur spécial ou la répartition spectrale d'encre d'impression; mais elles sont des signaux de base relativement proches de trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu) acquises pour les besoins de l'étalonnage. Les caractéristiques des scanners en entrée de préimpression sont garanties par l'expérience de l'opérateur ou la sophistication de l'application de traitement de couleur de sorte que les variations subtiles parmi les couleurs apparaissent dans le résultat imprimé. En fait, les scanners d'impression et de préimpression ont de nombreux réglages à la disposition des utilisateurs professionnels et l'opérateur peut contrôler les caractéristiques du scanner en entrée selon un mode nonlinéaire pour répondre à leurs objectifs. Dans les scanners en entrée plus anciens, ces contrôles faisaient partie du système de scanner indépendant lui-même. Pour les scanners de l'industrie de l'impression, ces contrôles font généralement partie du logiciel d'application du traitement de la couleur qui traite les signaux après saisie et les transfère à l'ordinateur d'usage général (poste de travail ou serveur). En d'autres termes, un opérateur très expérimenté et qualifié peut adapter les réglages pour modifier librement les caractéristiques du scanner, telles que la séparation de niveau et de couleur suivant ses souhaits. Par ailleurs, les caractéristiques d'un scanner peuvent être modifiées pour corriger et compenser les caractéristiques de la cible d'image originale, telles que le voile de couleur, ainsi que les absorber, et l'opérateur peut même changer les conditions de séparation de couleur du scanner (généralement cyan, jaune, magenta et noir) dans l'attente du procédé d'impression ultérieur, de manière à obtenir le résultat d'impression le plus réalisable. En tant que tel, sur l'emplacement du scanner de préimpression, une bonne séparation (reproduction) de la couleur est et a été dépendante de la compétence de l'opérateur.

Tous les scanners en entrée de préimpression présentent une variation des caractéristiques de sensibilité de la couleur en fonction des types, des fabricants, du temps de fabrication et des conditions de fabrication. Les scanners en entrée de préimpression tendent à présenter moins de variation que d'autres scanners couleur multimédia à usage général du fait de leur utilisation dans la saisie critique de couleur dans un système fermé par comparaison avec le

système ouvert mondial tel qu'Internet. On n'a jamais tenté de normaliser les caractéristiques de couleur des scanners en entrée de préimpression mis sur le marché par divers fabricants.

Cependant, il convient que le traitement d'impression produise principalement les mêmes résultats du même original sans tenir compte du scanner en entrée utilisé. Cette demande a été satisfaite par la compétence de l'opérateur. C'est pourquoi, il convient de préférence que le traitement de balayage, y compris le traitement de la couleur pour les données brutes concerne l'opérateur humain, et que l'ensemble du système soit considéré comme un seul système. Dans ce système d'interaction homme-machine, on peut percevoir les caractéristiques comme étant harmonisées ou bien normalisées.

Dans ces circonstances, et en considérant le traitement des travaux réels, l'ISO/TC 130 (Technologie graphique) a établi une méthode en utilisant une cible de couleur ainsi que le stipule l'ISO 12641 pour l'étalonnage de scanner d'entrée de préimpression qui comprend des fonctions capables de traiter les modifications de couleur accompagnant les distorsions locales dans des zones de couleur. Ces cibles pour les matériaux à réflexion positifs (papier d'impression photographique) et matériaux de transmission positifs (film photographique) sont réalisées par les fabricants de l'industrie photographique sur leurs matériaux spécifiques de leurs produits particuliers.

Les scanners couleur multimédia pour usage général qui sont beaucoup moins coûteux que les scanners d'entrée de préimpression, sont disponibles pour les petits ordinateurs individuels de bureau et personnels. Les cibles pour le balayage ne sont pas spécifiées comme dans les scanners d'entrée de préimpression. Les images d'objets naturels tels que les pétales de violettes, les plantes vertes ou la peau humaine sont très importantes. Comme de nombreux utilisateurs de scanners couleur multimédia ne sont pas des experts de la couleur, il est préférable de posséder un système automatique exigeant un réglage minimal. D'une part, les fabricants de ce type de scanner couleur ne fournissent pas de spécifications colorimétriques de données rouge – verte – bleue obtenues de leur scanner. D'autre part, les données obtenues du scanner couleur multimédia sont aisément compressibles et compatibles avec le «World Wide Web» et des utilisateurs anonymes utiliseront les informations de couleur dans la reproduction de la couleur sans disposer des caractéristiques spécifiques du générateur original.

Les scanners de préimpression ont été utilisés pendant de nombreuses années dans l'industrie de l'impression et de la préimpression et un environnement a déjà été créé dans lequel seuls les scanners de préimpression répondant à certains critères critiques sont sélectionnés. Cela étant le cas, une nouvelle évaluation n'est pas nécessaire concernant la performance des scanners d'entrée de préimpression. Dans un tel environnement, cependant, la maintenance de la qualité du scanner d'entrée est importante et il est nécessaire et suffisant d'étalonner un scanner en utilisant la cible appropriée. La cible normalisée au niveau international dans l'ISO 12641 a été créée à cet effet.

Cependant, des systèmes multimédia ouverts et un appareil de composition créent un nouvel environnement différent de l'industrie de l'impression conventionnelle et les scanners couleur utilisés pour les systèmes multimédia n'ont pas fait l'objet d'un processus d'évaluation similaire dans les industries afférentes. Dans l'environnement multimédia, on suppose que les scanners couleur multimédia sont utilisés pour des besoins variés. Ce qui signifie que l'environnement supposé initialement varie et les fonctions exigées pour les scanners multimédia individuels varient également. En d'autres termes, les scanners couleur multimédia présentés sur le marché et achetés par des utilisateurs courants pourraient être conçus pour des besoins différents et ils n'auront pas tous les mêmes qualités et caractéristiques. Cela ne sera pas le cas si les spécifications des scanners couleur multimédia sont harmonisées à l'avenir; cependant, il n'existe pas à l'heure actuelle de tendance dans ce sens.

Cependant, il y aurait grand avantage pour l'utilisateur courant, à pouvoir évaluer les caractéristiques du scanner couleur multimédia qu'il est sur le point d'acheter et estimer s'il s'adapte à son besoin. En d'autres termes, la connaissance des caractéristiques de la reproduction de la couleur de chaque scanner avant de prendre une décision, permettrait à

l'utilisateur de sélectionner un scanner couleur multimédia possédant les caractéristiques adaptées à son besoin.

Alors que l'on espère que les scanners utilisés dans un environnement multimédia feront l'objet d'une évaluation critique sur le marché avec le temps, la capacité d'évaluer quantitativement la reproduction de la couleur de tels scanners couleur multimédia serait directement profitable à la question critique de la gestion de la couleur à laquelle nous sommes maintenant confrontés.

L'objet de la CEI 61966-8 est de fournir une méthode d'évaluation de la reproduction des couleurs des scanners couleur multimédia utilisés dans un environnement multimédia et elle permet la spécification des caractéristiques de reproduction des couleurs à partir des fonctions de transmissions spectrales, qui peuvent être utilisées pour la gestion de la couleur. Dans un environnement tel que le multimédia qui n'a pas encore atteint la maturité et qui se développe en permanence, la considération la plus critique réside dans le fait de déterminer si oui ou non le scanner couleur multimédia est adapté à l'objet prévu. C'est pourquoi, la CEI 61966-8 doit être perçue de façon isolée par rapport aux normes strictes (telles que l'ISO 12641) applicables aux appareils une fois que les caractéristiques ont atteint un certain niveau. En tant que telle, la CEI 61966-8 est présentée en tant qu'outil critique bien que temporaire pendant une durée indéterminée d'évolution de ces types de scanners.

Le contrôle de la couleur à l'intérieur de l'appareil n'entre pas en ligne de compte dans le domaine d'application de la présente partie. La raison en est que les données de sortie d'un scanner couleur multimédia dépendent des caractéristiques spectrales des pigments de couleur et des encres de couleur de l'original et une large variété d'originaux de différents pigments ou encres doit être prise en considération dans des applications de bureau et multimédia, par exemple, les pigments de couleur photographiques, les couleurs d'impression offset, les couleurs de jets d'encre et les couleurs dans l'art pictural, etc. Les données de sortie dans le scanner couleur multimédia sont le résultat de la réflexion spectrale d'une couleur d'un document sous une source de lumière intégrée et de la sélection respective par les courbes de sensibilité spectrale des trois voies de capteur du scanner couleur multimédia. Puisque les courbes de sensibilité spectrale des scanners couleur multimédia ne s'adaptent pas à une combinaison linéaire des fonctions colorimétriques de l'ISO/CIE 10527, les couleurs métamériques balayées à partir de différents originaux couleur aboutiront à des données de sortie différentes.

De ce fait, le contrôle et la gestion de la couleur exigent la restriction à certaines classes d'encres de couleur des originaux à balayer. La caractérisation du scanner couleur multimédia de la présente norme se concentre par conséquent sur la caractérisation des fonctions de transfert spectral des trois voies en tant que sensibilités multibande et caractéristiques de niveaux achromatiques. L'utilisateur de la norme est ainsi en mesure d'optimiser la gestion de la couleur pour sa propre classe d'originaux. Dans l'Annexe C figure un exemple de l'utilisation de la caractérisation spectrale définie dans cette norme pour spécifier les valeurs sRGB conformément à la CEI 61966-2-1.

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

Partie 8: Scanners multimédia couleur

1 Domaine d'application et objet

La présente partie 8 de la CEI 61966 est applicable à la caractérisation et l'évaluation des scanners couleur utilisés dans les systèmes informatiques et les applications multimédia et similaires.

Les méthodes de mesure normalisées dans la présente partie sont conçues pour permettre la caractérisation et l'évaluation de la performance objective des scanners couleur multimédia qui peuvent saisir des images couleur et des informations couleur de sortie, telles que les données rouge, verte et bleue à partir des originaux à réflexion. Les résultats mesurés sont destinés à être utilisés pour les besoins de la gestion de la couleur dans les systèmes multimédia. Les conditions de mesure, les méthodes possibles de mesure et la caractérisation sont définies pour permettre la gestion de la couleur.

Le contrôle de la couleur à l'intérieur de l'appareil n'entre pas en ligne de compte dans le domaine d'application de la présente partie. Concernant l'étalonnage des scanners d'entrée de préimpression, c'est l'ISO 12641 qui s'applique.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61966. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61966 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(845), *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Éclairage – Vocabulaire d'Éclairage International* (publication commune CEI/CIE)

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*

CIE 15.2:1986, *Colorimétrie*

ISO 5-4:1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO 9241-8:1997, *Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 8: Exigences relatives aux couleurs affichées*

ISO 12641:1997, *Technologie graphique – Technologie graphique – Échange de données numériques de préimpression – Cibles de couleur pour étalonnage du scanner d'entrée*

ISO 13655:1996, *Technologie graphique – Mesurage spectral et calcul colorimétrique relatifs aux images dans les arts graphiques*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61966, les définitions données dans la CEI 60050(845)/CIE 17.4, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

illuminant E

illuminant de répartition de puissance spectrale constante $S_n = 1$ où S_n représente la puissance rayonnante relative dans le n -ème intervalle par largeur de bande de 10 nm

3.2

scanner d'entrée

appareil capable de convertir la lumière réfléchie par un papier photographique en signaux électriques, où les signaux électroniques sont disposés de manière à avoir une relation organisée avec les zones spatiales du papier évalué

3.3

scanner couleur multimédia

appareil électrotechnique avec une source de lumière éclairant une surface de balayage où est placé un original, et qui fournit des moyens pour capter des signaux couleur de la lumière réfléchie par les éléments d'image spécifiés à l'intérieur de la zone de balayage sous forme numérique comme données de sortie

3.4

logiciel pilote

fonction de calcul pour contrôler le scanner couleur multimédia à partir de paramètres internes et de paramètres spécifiés par l'utilisateur tels que la mise à l'échelle du balayage, la résolution spatiale, etc., comprenant une fonction de contrôle de la couleur pour convertir les signaux couleur du scanner couleur multimédia en composants approximatifs d'un espace chromatique défini tel que l'espace chromatique sRGB de la CEI 61966-2-1 ou un espace chromatique indépendant de l'appareil tel que l'espace chromatique XYZ CIE 1931 ou l'espace chromatique CIELAB de la CIE 15.2

3.5

flux de lumière

puissance rayonnante incidente estimée par des sensibilités spectrales physiques

3.6

zone de balayage

dimension de la zone à balayer, donnée en centimètres carrés ou nombre d'éléments d'image résolus sur les sens vertical et horizontal desquels les données d'image numériques sont aisément disponibles au niveau de la sortie

3.7

résolution spatiale

nombre d'éléments d'image utilisés pour décrire une région d'une image de dimension spatiale fixe

3.8

mise à l'échelle du balayage

grossissement ou réduction des pièces de la zone de balayage et données d'image correspondantes

3.9

cible

image composée de motifs de gris et de motifs de couleur pour utilisation dans la mesure de la caractérisation des scanners couleur multimédia

3.10**original**

matériau à réflexion, par exemple, une feuille de papier, une photographie, une copie papier, etc., à balayer pour obtenir les données rouge, verte et bleue correspondantes

4 Lettres et symboles

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

- Φ_R : flux de lumière normalisé réfléchi par la cible et saisi par la voie rouge. Voir également en 3.5 pour la définition du flux de lumière
- Φ_G : flux de lumière normalisé réfléchi par la cible et saisi par la voie verte. Voir également en 3.5 pour la définition du flux de lumière
- Φ_B : flux de lumière normalisé réfléchi par la cible et saisi par la voie bleue. Voir également en 3.5 pour la définition du flux de lumière
- D_R : données entières obtenues de la voie rouge du scanner couleur multimédia moyennée pour des éléments d'image 10×10 correspondant au centre d'un motif de la cible
- D_G : données entières obtenues de la voie verte du scanner couleur multimédia moyennée pour des éléments d'image 10×10 correspondant au centre d'un motif de la cible
- D_B : données entières obtenues de la voie bleue du scanner couleur multimédia moyennée pour des éléments d'image 10×10 correspondant au centre d'un motif de la cible
- d_R : D_R normalisé par $2^N - 1$
- d_G : D_G normalisé par $2^N - 1$
- d_B : D_B normalisé par $2^N - 1$
- N : nombre de bits par voie
- Y : facteur de luminance. l'une des composantes trichromatiques de l'espace chromatique XYZ CIE 1931 avec l'illuminant de référence E
- λ_n : n -ème longueur d'onde au centre d'une bande de longueur d'onde de 10 nm
- S_n : puissance spectrale d'une source de lumière intégrée au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n
- p_{R_n} : sensibilités spectrales physiques au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n de la voie rouge
- p_{G_n} : sensibilités spectrales physiques au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n de la voie verte
- p_{B_n} : sensibilités spectrales physiques au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n de la voie bleue
- s_{R_n} : sensibilités spectrales effectives au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n comme réponse du flux de lumière saisi par la voie rouge; il s'agit d'une association linéaire de p_{R_n} , p_{V_n} et p_{B_n} .

- s_{G_n} : sensibilités spectrales effectives au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n comme réponse du flux de lumière saisi par la voie verte; il s'agit d'une association linéaire de p_{R_n} , p_{G_n} et p_{B_n} .
- s_{B_n} : sensibilités spectrales effectives au niveau de la longueur d'onde centrale λ_n comme réponse du flux de lumière saisi par la voie bleue; il s'agit d'une association linéaire de p_{R_n} , p_{G_n} et p_{B_n} .
- r_{k_n} : facteur de réflexion spectral du k -ème motif de couleur au centre de la longueur d'onde λ_n
- K : nombre de motifs de couleurs utilisables

5 Conditions

5.1 Conditions générales

Sauf spécification contraire, les fonctions automatiques doivent être désactivées pour éviter que le scanner couleur multimédia ne réponde automatiquement à la cible et n'établisse des conditions de balayage. Cette condition ne doit pas être modifiée au cours de la période d'essai.

La mise à l'échelle du balayage doit être réglée à l'unité. La résolution du balayage doit être réglée à la résolution spatiale maximale. Le scanner couleur multimédia doit être alimenté 1 h avant la mesure, à l'exception de la mesure de l'Article 12.

Les conditions d'environnement telles que la température et l'humidité relative doivent être consignées, ainsi que les résultats de mesure. Si des conditions d'environnement complémentaires sont décrites dans la spécification du fabricant, il convient de les prendre en compte.

Sauf spécification contraire figurant dans cette norme, les conditions de mesure doivent être réglées aux conditions recommandées par le fabricant en tant que conditions par défaut.

5.2 Données d'image numérique de sortie

Les données d'images numériques rouge – verte – bleue, D_R , D_G , D_B , correspondant à la cible doivent être utilisées comme données de base pour consigner et poursuivre le traitement des données. Si la sortie directe du scanner couleur multimédia n'est pas disponible, les données rouge – verte – bleue doivent être calculées en utilisant le logiciel pilote fourni ou spécifié par le fabricant du matériel faisant l'objet de la caractérisation.

Lorsqu'un logiciel à usage général est utilisé pour traiter les données brutes, son nom et son numéro de version doivent être consignés ainsi que les résultats de mesure.

6 Matériel de mesure et cible de balayage

6.1 Spectrophotométrie

Une spectrophotométrie ainsi que les spécifications suivantes doivent être utilisées pour les mesurages.

- a) Gamme de longueur d'onde et intervalle: Gamme minimale entre 400 nm et 700 nm par intervalles de 10 nm, les mesures au-dessus de la plage minimale sont autorisées.
- b) Géométrie: 45°/0° ou 0°/45° selon l'ISO 5-4.

Le guide de l'ISO 13655 doit être pris en compte selon le cas.

6.2 Spectroradiomètre

Un spectroradiomètre à une seule prise, qui relève des données spectrales en parallèle à un certain temps à l'aide des spécifications suivantes, doit être utilisé pour le mesurage de la répartition spectrale de la source de lumière intégrée de l'Article 7.

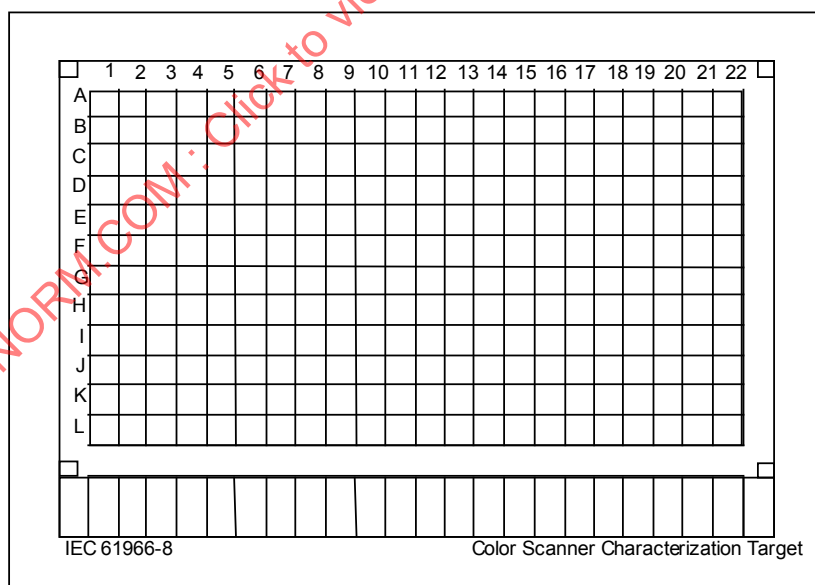
- a) Gamme de longueurs d'onde et intervalle: gamme minimale entre 400 nm et 700 nm par intervalles de 10 nm, des mesures au-delà de la gamme minimale sont admissibles.
- b) Tableau de référence spectrale étalonné incorporé.
- c) Tête de capteur mobile à placer sur la zone de balayage.

6.3 Spécification de la cible

Une cible à réflexion spéciale doit être utilisée pour les mesures dans les Articles 8 et 10. La présentation de la cible est illustrée à la Figure 1. Le format de base est 12,7 cm × 17,8 cm conformément à l'ISO 12641. Il existe 12 rangées et 22 colonnes de motifs de couleur d'une taille de 6,5 mm × 6,5 mm. Les motifs aux adresses A1 à L22 sont remplis de couleurs d'impression sélectionnées de saturation élevée et forte variation de leur réflexion spectrale.

Une échelle neutre achromatique placée le long du bas de la cible a des valeurs de clarté conformes à l'ISO 12641. Le motif situé à la gauche du palier un de l'échelle de gris (colonne zéro) a la valeur de clarté la plus élevée. Le motif situé à la droite du 24ème palier (colonne 23) de l'échelle de gris a la valeur de clarté la plus faible.

NOTE Il importe au plus haut point pour l'application de la présente norme que l'échelle de gris neutre soit imprimée à partir d'un seul colorant noir pour assurer que les facteurs de réflexion spectraux des motifs de l'échelle de gris du clair au sombre diffèrent juste par un facteur de luminance.



IEC 124/01

Légende

Anglais	Français
Color scanner Characterization Target	Cible de caractérisation de scanner couleur

Figure 1 – Spécification de la cible pour la caractérisation des scanners couleur multimédia

Les cibles étalonnées sont des cibles avec une réflexion spectrale mesurée de chaque motif sur la base d'un spectrophotomètre étalonné comme spécifié en 6.1. Le facteur de luminance Y de chaque motif de l'échelle de gris doit être calculé en référence à l'illuminant E. Les composantes trichromatiques de chaque motif de couleur aux adresses de A1 à L22 et les motifs de l'échelle de gris dans l'espace chromatique XYZ CIE 1931 ou les valeurs dans l'espace chromatique CIELAB calculées en référence à l'illuminant E doivent être fournies ainsi que la cible réelle utilisée pour la caractérisation.

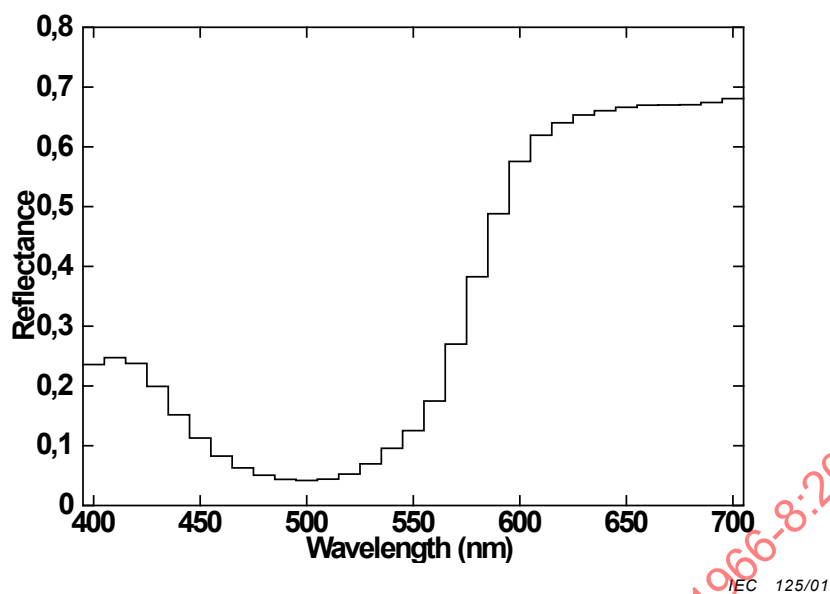
NOTE L'illuminant E est l'illuminant le plus simple qui fournit la puissance rayonnante spectrale également lumineuse définie en 3.1. En supposant que l'échelle de gris est neutre selon la spécification, peu importe le type d'illuminant utilisé. Dans l'algorithme incorporé dans la CEI 61966-8, les valeurs de Y sont utilisées comme facteurs relatifs en décrivant juste la réponse relative des voies rouge, verte et bleue des motifs de l'échelle de gris.

La réflexion spectrale multibande doit être spécifiée selon l'exemple du Tableau 1 et sa représentation graphique de la Figure 2 par intervalles de 10 nm compris entre 400 nm et 700 nm. La référence blanche du spectrophotomètre, généralement le sulfate de baryum ou équivalent, doit être utilisée pour la normalisation.

Tableau 1 – Exemple de formulaire de compte rendu d'un tableau spectral

n	λ_n (nm)	r_n	n	λ_n (nm)	r_n
1	400	0,2358	17	560	0,1748
2	410	0,2474	18	570	0,2700
3	420	0,2377	19	580	0,3827
4	430	0,1993	20	590	0,4881
5	440	0,1517	21	600	0,5756
6	450	0,1129	22	610	0,6194
7	460	0,0827	23	620	0,6402
8	470	0,0629	24	630	0,6533
9	480	0,0507	25	640	0,6605
10	490	0,0437	26	650	0,6662
11	500	0,0419	27	660	0,6697
12	510	0,0441	28	670	0,6700
13	520	0,0526	29	680	0,6704
14	530	0,0697	30	690	0,6742
15	540	0,0957	31	700	0,6807
16	550	0,1253			

Les valeurs spectrales sont censées représenter l'énergie spectrale dans l'intervalle de 10 nm autour des longueurs d'onde centrales.



Légende

Anglais	Français
Reflectance	Facteur de réflexion
Wavelength (nm)	Longueur d'onde (nm)

Figure 2 – Exemple de représentation graphique de la réflexion spectrale multibande d'un motif de couleur

7 Répartition de puissance spectrale de la source de lumière intégrée

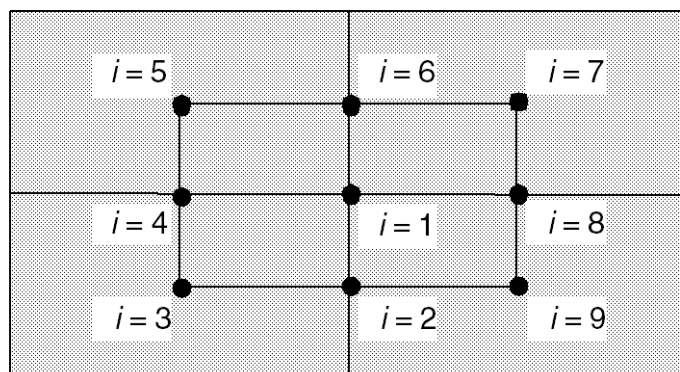
7.1 Caractéristiques à mesurer

La répartition de puissance spectrale $S(\lambda_n) = S_n$ de la source de lumière intégrée normalisée par S_{16} pour la longueur d'onde λ_n pour la gamme de longueurs d'onde comprise entre 400 nm et 700 nm par intervalles de 10 nm indiqués par n correspondant à 1 pour l'intervalle centré au niveau de 400 nm à $n=31$ pour l'intervalle centré au niveau de 700 nm avec référence à l'illuminant E.

NOTE Si on ne peut pas mesurer la répartition de puissance spectrale des sources de lumière intégrées du scanner couleur multimedia, la mesure suivante de l'Article 7 peut être ignorée. Dans ce cas, il convient que les caractéristiques spectrales de la source de lumière inconnue soient consignées au Tableau 2 et à la Figure 3 et il convient qu'elles soient réglées à l'unité, qui sera utilisée dans l'Article 10.

7.2 Conditions de mesure

Le spectroradiomètre doit être utilisé pour la mesure en plaçant la tête du capteur au centre de la zone de balayage (position $i=1$), la zone sensible de la tête parallèle à la zone de balayage, et les huit positions de $i=2$ à $i=9$ à mi-chemin du centre hors de la zone de balayage conformément à la Figure 3.



IEC 126/01

Figure 3 – Zone de balayage et points de mesure

Si les points de mesurage ne sont pas accessibles du fait de raisons mécaniques, on doit consigner les points déviés de mesure.

7.3 Présentation des résultats

a) Les valeurs moyennes S_n des valeurs mesurées S_{n_i} des neuf emplacements,

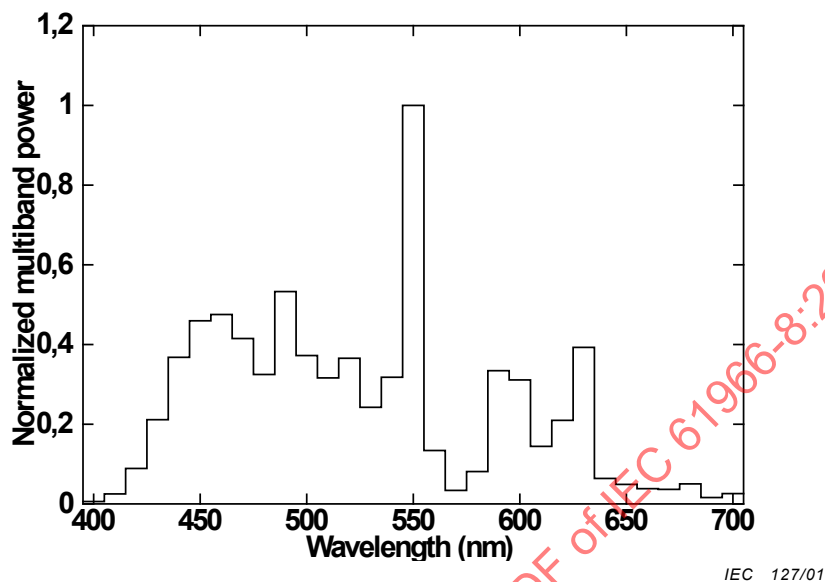
$$S_n = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 S_{n_i}$$

doivent être calculées et consignées comme dans le Tableau 2 ainsi que la longueur d'onde λ_n .

Tableau 2 – Exemple de caractéristiques spectrales multibande de la source de lumière

n	λ_n (nm)	S_n	n	λ_n (nm)	S_n
1	400	0,006	17	560	0,134
2	410	0,025	18	570	0,033
3	420	0,089	19	580	0,081
4	430	0,211	20	590	0,334
5	440	0,367	21	600	0,311
6	450	0,459	22	610	0,144
7	460	0,475	23	620	0,209
8	470	0,415	24	630	0,392
9	480	0,324	25	640	0,063
10	490	0,532	26	650	0,049
11	500	0,372	27	660	0,038
12	510	0,316	28	670	0,036
13	520	0,365	29	680	0,050
14	530	0,242	30	690	0,016
15	540	0,317	31	700	0,025
16	550	1,000			

- b) Les valeurs moyennes S_n doivent également être représentées graphiquement ainsi que l'illustre l'exemple de la Figure 3, où l'axe horizontal est la longueur d'onde en nanomètres et l'axe vertical indique les valeurs spectrales normalisées.



Légende

Anglais	Français
Normalized multiband power	Puissance multibande normalisée
Wavelength (nm)	Longueur d'onde (nm)

Figure 4 – Exemple de répartition de puissance spectrale normalisée de la source de lumière intégrée

8 Caractéristiques de niveaux

8.1 Caractéristiques à mesurer

La relation entre le flux de lumière normalisé, Φ_{R_i} , Φ_{G_i} et Φ_{B_i} , réfléchi par les motifs de gris de l'échelle de gris de la cible et saisi par les voies rouge, verte, bleue et les données d'images numériques de sortie des voies rouge, verte, bleue normalisées à leurs valeurs maximales comme suit pour la quantification N -bit par voie; $d_{R_i}(\Phi_{R_i})$, $d_{G_i}(\Phi_{R_i})$ et $d_{B_i}(\Phi_{B_i})$.

$$d_{R_i} = D_{R_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{G_i} = D_{G_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{B_i} = D_{B_i} / (2^N - 1)$$

Les motifs de gris sont indiqués par le numéro de colonne $i = 0$ à $i = 23$ de gauche à droite sur la cible illustrée à la Figure 1.

8.2 Conditions de mesure

- La cible doit être placée sur la surface au centre de la zone de balayage.
- Il convient qu'une fonction non linéaire appliquée aux données d'images numériques de sortie par le logiciel pilote soit réglée à l'unité toutes les fois que c'est possible.

- c) Il convient que les données rouge, verte et bleue des voies du scanner couleur multimédia soient réglées à 0,96 de la valeur de données maximale pour les mesures moyennes du motif de l'échelle de gris avec le facteur de réflexion le plus élevé là où il est réglable (245 en quantification de 8 bits pour chaque voie). S'il n'est pas réglable, une remarque respective doit être mentionnée dans le rapport de mesurage.

8.3 Méthode de mesure

- a) Le facteur de réflexion spectral multibande de chaque motif de gris doit être mesuré au moyen du spectrophotomètre. Une des composantes trichromatiques Y dans l'espace chromatique XYZ CIE 1931 pour l'illuminant E doit être calculée à partir des facteurs de réflexion spectraux et normalisée pour obtenir Y_i de sorte que la valeur de $Y_0 = 1,0$.

NOTE Pour ces mesures, les valeurs normalisées de Y_i sont utilisées pour représenter le flux de lumière normalisé Φ saisi par les voies rouge – verte – bleue avec des sensibilités spectrales respectives. Ceci suppose une répartition spectrale multibande constante des motifs de gris de la cible, et $\Phi_{R_i} \propto Y_i$, $\Phi_{G_i} \propto Y_i$ et $\Phi_{B_i} \propto Y_i$.

- b) Les données rouge, verte et bleue des voies du scanner couleur multimédia pour plus de 10×10 éléments d'image correspondant au centre des motifs de gris doivent être moyennées pour obtenir D_{R_i} , D_{G_i} et D_{B_i} pour le motif de gris i .
- c) Le balayage doit être répété 10 fois pour chacun des motifs de gris et on doit relever la moyenne des données rouge, verte et bleue des voies.
- d) Les données mesurées et moyennées doivent être normalisées comme en 8.1 et doivent être consignées.

8.4 Calcul des résultats

Un ensemble de coefficients $(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)$ de polynôme du 4^{ème} ordre pour la voie rouge, les coefficients $(g_0, g_1, g_2, g_3, g_4)$ pour la voie verte et les coefficients $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)$ pour la voie bleue doivent être calculés selon la méthode des moindres carrés comme suit.

$$(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^4 \right)^t \quad (1)$$

$$(g_0, g_1, g_2, g_3, g_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^4 \right)^t \quad (2)$$

$$(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left(\sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^4 \right)^t \quad (3)$$

où les valeurs d_{R_i} , d_{G_i} et d_{B_i} correspondent aux valeurs D_{R_i} , D_{G_i} et D_{B_i} normalisées par $2^N - 1$, respectivement, et M est le nombre de motifs de gris utilisés dans le calcul.

La matrice commune $\mathbf{M}$ est une matrice 5×5 avec les éléments m_{ij} définis comme dans l'équation (4).

$$m_{ij} = \sum_{k=0}^{M-1} Y_k^{(i-1)+(j-1)} \quad (4)$$

8.5 Présentation des résultats

a) Les coefficients calculés doivent être consignés ainsi que l'illustre le Tableau 3.

Tableau 3 – Exemple de formulaire de compte rendu des coefficients des polynômes des voies rouge, verte et bleue

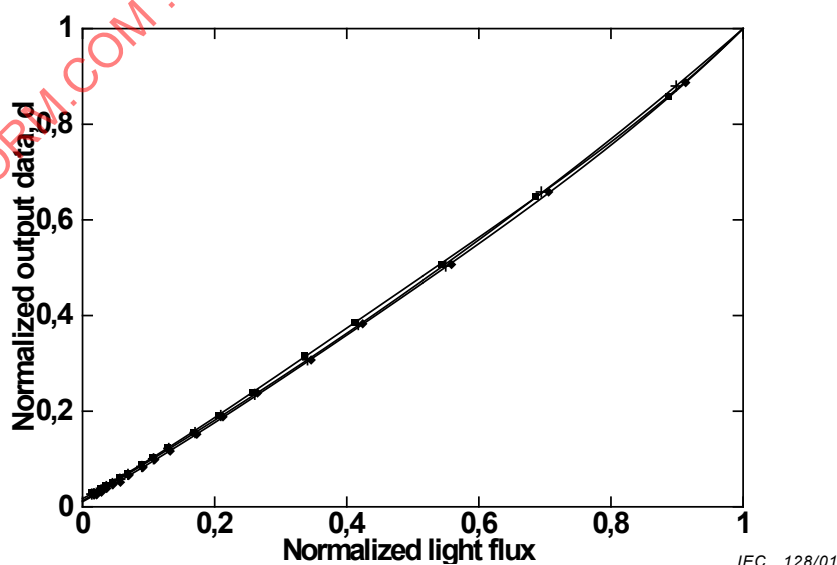
Indice (i)	Voie rouge (r_i)	Voie verte (g_i)	Voie bleue (b_i)
0	0,010 753	0,012 568	0,017 003
1	0,973 467	1,035 753	0,954 590
2	0,894 595	0,310 046	1,045 692
3	–1,560 279	–0,121 839	–2,004 106
4	1,217 356	0,136 919	1,453 908

b) Les résultats de la caractérisation des polynômes doivent être consignés sous une forme mathématique comme suit en appliquant les facteurs d'échelle:

$$\begin{aligned}
 d_R(\Phi_R) &= r_0 + r_1\Phi_R + r_2\Phi_R^2 + r_3\Phi_R^3 + r_4\Phi_R^4 \\
 d_G(\Phi_G) &= g_0 + g_1\Phi_G + g_2\Phi_G^2 + g_3\Phi_G^3 + g_4\Phi_G^4 \\
 d_B(\Phi_B) &= b_0 + b_1\Phi_B + b_2\Phi_B^2 + b_3\Phi_B^3 + b_4\Phi_B^4
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Les données Φ_R , Φ_G et Φ_B indiquent le flux de lumière normalisé saisi par les voies rouge, verte et bleue. Ces réponses sont données par la lumière réfléchie par les pastilles de gris balayées, relevées par les voies et pesées par les sensibilités des voies spectrales respectives.

c) Les représentations graphiques présentées à la Figure 4 doivent également être consignées, lorsque l'axe horizontal est le flux de lumière normalisé Φ_R , Φ_G et Φ_B , et l'axe vertical correspond aux valeurs évaluées d_R , d_G et d_B des polynômes dans l'équation (5) avec les valeurs mesurées et normalisées comme points.



Légende

Anglais	Français
Normalized output data, d	Données de sortie normalisées, d
Normalized light flux	Flux lumineux normalisé

Figure 5 – Exemple de formulaire de compte rendu des caractéristiques de niveaux, flux de lumière Φ en fonction des données de sortie

9 Caractéristiques de niveaux inverses

9.1 Caractéristiques à calculer

Relation entre les données de sortie normalisée d_R , d_G et d_B et le flux de lumière normalisé $\Phi_R(d_R)$, $\Phi_G(d_G)$ et $\Phi_B(d_B)$ saisi par les voies rouge, verte et bleue.

9.2 Méthode de calcul

Un ensemble de coefficients $(r_0^*, r_1^*, r_2^*, r_3^*, r_4^*)$ pour la voie rouge, les coefficients $(g_0^*, g_1^*, g_2^*, g_3^*, g_4^*)$ pour la voie verte et les coefficients $(b_0^*, b_1^*, b_2^*, b_3^*, b_4^*)$ pour la voie bleue des polynômes de degré quatre doivent être calculés conformément à la méthode des moindres carrés comme suit.

$$\begin{pmatrix} r_0^* \\ r_1^* \\ r_2^* \\ r_3^* \\ r_4^* \end{pmatrix} = \mathbf{T}_R^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i} \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^2 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^3 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^4 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} g_0^* \\ g_1^* \\ g_2^* \\ g_3^* \\ g_4^* \end{pmatrix} = \mathbf{T}_G^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i} \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^2 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^3 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^4 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\begin{pmatrix} b_0^* \\ b_1^* \\ b_2^* \\ b_3^* \\ b_4^* \end{pmatrix} = \mathbf{T}_B^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} Y_i \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i} \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^2 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^3 \\ \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^4 \end{pmatrix} \quad (8)$$

où Y_i est considéré comme le stimulus de voie et d_{R_i} , d_{G_i} et d_{B_i} sont les données de sortie normalisées à partir des voies rouge, verte et bleue consignées en 8.3 d), et M est le nombre de données utilisées pour le calcul.

$\mathbf{T}_R$, $\mathbf{T}_G$ et $\mathbf{T}_B$ sont des matrices 5×5 avec les éléments $t_{R_{ij}}$, $t_{G_{ij}}$ et $t_{B_{ij}}$ de la forme:

$$\begin{aligned} t_{R_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{R_k}^{(i-1)+(j-1)} \\ t_{G_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{G_k}^{(i-1)+(j-1)} \\ t_{B_{ij}} &= \sum_{k=0}^{M-1} d_{B_k}^{(i-1)+(j-1)} \end{aligned} \quad (9)$$

9.3 Présentation des résultats

Les coefficients calculés doivent être consignés comme l'indique le Tableau 4 et sous forme de polynôme:

$$\begin{aligned}\Phi_R(d_R) &= r_0^* + r_1^* d_R + r_2^* d_R^2 + r_3^* d_R^3 + r_4^* d_R^4 \\ \Phi_G(d_G) &= g_0^* + g_1^* d_G + g_2^* d_G^2 + g_3^* d_G^3 + g_4^* d_G^4 \\ \Phi_B(d_B) &= b_0^* + b_1^* d_B + b_2^* d_B^2 + b_3^* d_B^3 + b_4^* d_B^4\end{aligned}\quad (10)$$

où les données d_R , d_G et d_B sont les données de sortie normalisées produites par le flux de lumière normalisé Φ_R , Φ_G et Φ_B , que l'on considère être saisi par les voies rouge, verte et bleue, respectivement. Les résultats représentent la transformation polynomiale des données de sortie normalisées en flux de lumière saisi des voies rouge, verte et bleue.

Tableau 4 – Exemple de formulaire de compte rendu des coefficients polynomiaux des voies rouge, verte et bleue

Indice (i)	Voie rouge (r_i^*)	Voie verte (g_i^*)	Voie bleue (b_i^*)
0			
1			
2			
3			
4			

10 Caractéristiques de sensibilité spectrale

10.1 Caractéristiques à mesurer

Les sensibilités spectrales effectives s_{R_n} , s_{G_n} et s_{B_n} comme multibande de la réponse en longueur d'onde du flux de lumière saisi par les voies rouge, verte et bleue et les caractéristiques spectrales globales des scanners couleur multimédia.

NOTE L'algorithme de l'Article 10 calculera automatiquement la sensibilité globale du scanner couleur multimédia prenant en compte la répartition de puissance spectrale de la source de lumière intégrée, pourtant, un effet de fortes pointes de la source de lumière intégrée réelle ne sera pas reproduit dans les résultats lorsqu'il n'est pas mesuré et consigné à l'Article 7. L'algorithme reproduit les sensibilités avec un défaut de lissage limité et des pointes moyennes.

10.2 Conditions de mesure

- La cible de balayage doit être placée au centre de la zone de balayage.
- Le réglage non linéaire, le cas échéant, appliqué aux données d'images numériques de sortie par le logiciel pilote doit être le même que dans la mesure de l'Article 8.
- Les données rouge, verte et bleue des voies du scanner couleur multimédia doivent être réglées à 0,96 fois la valeur maximale (245 pour une quantification de 8 bits pour chaque voie) pour le mesurage du motif de l'échelle de gris avec le facteur de réflexion maximal (référence blanche).

10.3 Méthode de mesure

- a) Les caractéristiques spectrales, $r_{ij}(\lambda_n) = r_{ijn}$, de chaque motif de couleur constituant la cible avec des numéros de rangées $i = 1 \dots 12$ correspondant aux rangées A à L et un numéro de colonne $j = 1 \dots 22$ (voir Figure 1) doivent être mesurées par le spectrophotomètre sur la gamme de longueurs d'onde comprise entre 400 nm et 700 nm par pas de 10 nm indiqués par $n = 1 \dots 31$.
- b) On doit établir les moyennes des données de sortie rouge – verte – bleue pour plus de 10×10 éléments d'image correspondant au centre des motifs de couleur $D_{R_{ij}}$, $D_{G_{ij}}$ et $D_{B_{ij}}$, respectivement.
- c) Seuls les motifs de couleurs qui fournissent les données de sortie $D_{R_{ij}}$, $D_{G_{ij}}$ et $D_{B_{ij}}$ entre 2 % et 96 % de la valeur maximale (c'est-à-dire, entre 5 et 245 pour une quantification sur 8 bits pour chaque voie) doivent être utilisés et les autres données doivent être exclues. Les données restantes sont indiquées en tant que D_{R_k} , D_{G_k} et D_{B_k} , où $k = 1 \dots K$ et $K \leq 264$.

NOTE Il y aura 88 couleurs différentes de grandes valeurs chromatiques dans les rangées E, F, G, H de la cible. Un jeu de couleurs similaires est disponible avec une clarté réduite des couleurs brillantes et couleurs sombres de valeurs chromatiques réduites dans les rangées A, B, C, D (10 % de réduction) et les rangées I, J, K, L (20 % de réduction). Si un trop grand nombre de données de sortie correspondant aux couleurs sont exclues, la caractérisation de la sensibilité spectrale du scanner couleur multimédia de cet article ne fonctionnera pas.

- d) Les valeurs du flux de lumière normalisé Φ_{R_k} , Φ_{G_k} , Φ_{B_k} doivent être calculées à partir de la sortie normalisée d_{R_k} , d_{G_k} et d_{B_k} en utilisant les polynômes correspondant aux caractéristiques de niveaux inverses exprimées dans l'équation (10).
- e) Les caractéristiques de la sensibilité spectrale multibande du scanner couleur multimédia s_{R_n} , s_{G_n} et s_{B_n} pour les voies rouge, verte et bleue doivent être estimées comme solution de l'algorithme d'erreur minimal présentée dans l'Annexe A, en utilisant toutes les caractéristiques de facteur de réflexion spectrale multibande des motifs de couleurs $r_k(\lambda_n) = r_{kn}$, la répartition de puissance spectrale multibande $S(\lambda_n) = S_n$ de la source de lumière intégrée consignée en 7.3, et les données de sortie rouge, verte et bleue normalisées et moyennées d_{R_k} , d_{G_k} et d_{B_k} pour le k -ème motif de couleur. Si la répartition de puissance spectrale multibande n'est pas disponible à partir de 7.3, $S_n = 1$ doit être utilisé.

NOTE L'algorithme d'estimation pour l'algorithme d'erreur minimal repose sur la programmation linéaire utilisant l'algorithme simplex. Voir la description détaillée présentée à l'Annexe A et le logiciel disponible dans la bibliographie.

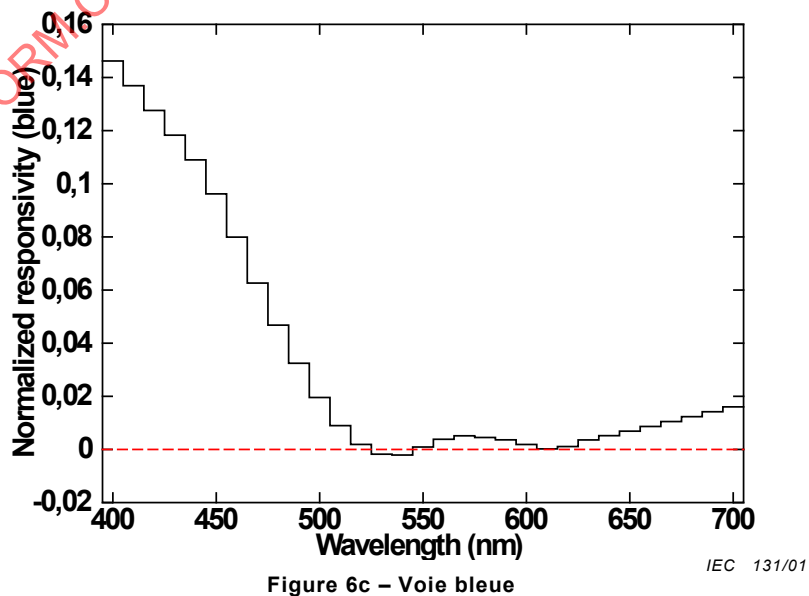
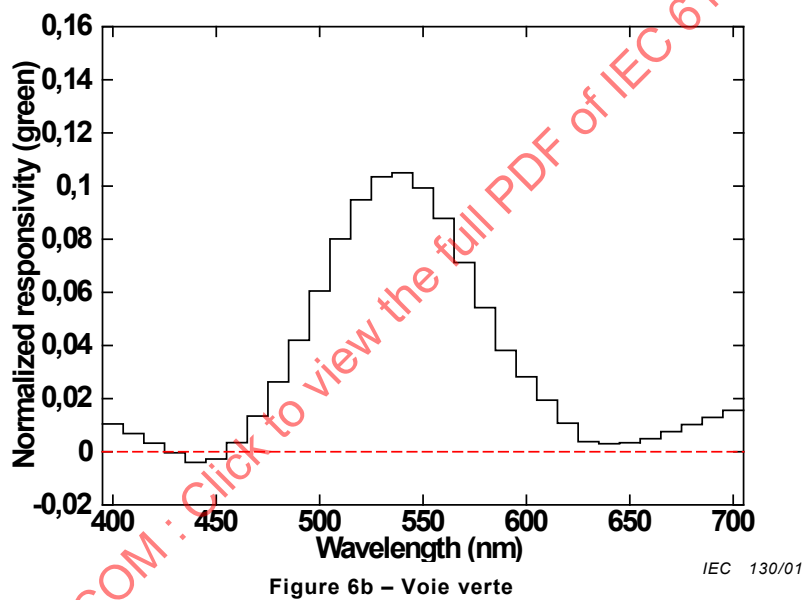
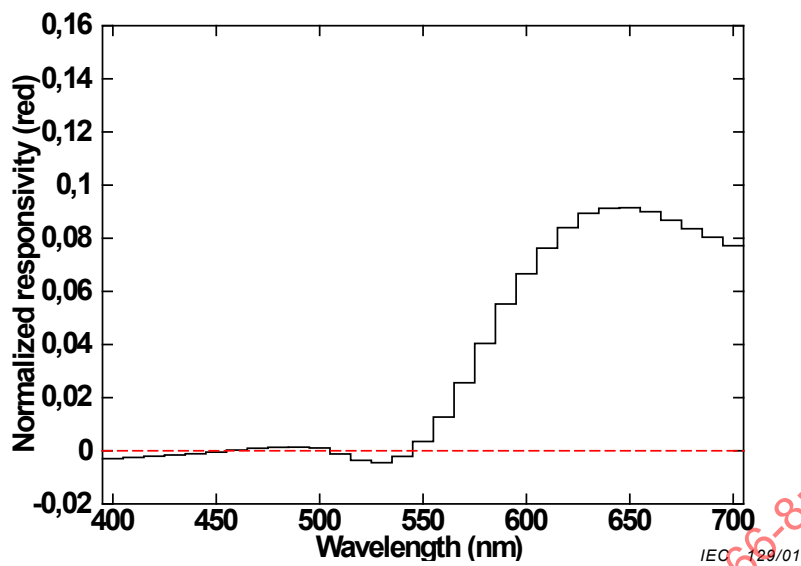
10.4 Présentation des résultats

- a) Les caractéristiques de sensibilité intégrées multibande s_{R_n} , s_{G_n} et s_{B_n} doivent être consignées comme dans le Tableau 5 ainsi que le palier n et la longueur d'onde au centre λ_n .

Tableau 5 – Exemple de formulaire de compte rendu des caractéristiques de sensibilité spectrale multibande

n	λ_n	S_{R_n}	S_{G_n}	S_{B_n}
1	400	–0,002 971	0,010 477	0,146 219
2	410	–0,002 512	0,006 859	0,136 913
3	420	–0,002 052	0,003 241	0,127 606
4	430	–0,001 593	–0,000 378	0,118 300
5	440	–0,001 133	–0,003 996	0,108 994
6	450	–0,000 516	–0,002 730	0,096 202
7	460	0,000 260	0,003 422	0,079 917
8	470	0,000 952	0,013 436	0,062 620
9	480	0,001 316	0,026 288	0,046 794
10	490	0,001 353	0,041 977	0,032 439
11	500	0,001 062	0,060 504	0,019 553
12	510	–0,001 193	0,080 104	0,008 976
13	520	–0,003 607	0,094 817	0,001 892
14	530	–0,004 480	0,103 493	–0,001 775
15	540	–0,002 112	0,104 982	–0,002 097
16	550	0,003 498	0,099 285	0,000 925
17	560	0,012 686	0,087 826	0,003 839
18	570	0,025 601	0,071 230	0,005 133
19	580	0,040 398	0,054 249	0,004 498
20	590	0,055 245	0,038 145	0,003 618
21	600	0,066 608	0,028 202	0,001 875
22	610	0,076 271	0,019 410	0,000 207
23	620	0,083 991	0,010 743	0,001 095
24	630	0,089 376	0,003 800	0,003 577
25	640	0,091 276	0,003 020	0,005 196
26	650	0,091 477	0,003 389	0,006 890
27	660	0,089 978	0,004 908	0,008 658
28	670	0,086 779	0,007 578	0,010 501
29	680	0,083 580	0,010 247	0,012 344
30	690	0,080 381	0,012 917	0,014 186
31	700	0,077 183	0,015 586	0,016 029

- b) Les caractéristiques de sensibilité doivent également être tracées sous forme de paliers, comme le montre la Figure 5 servant d'exemple pour la voie rouge avec des bandes au centre au niveau des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 700 nm par intervalles de 10 nm.



Légende

Anglais	Français
Normalized responsivity (red)	Sensibilité normalisée (rouge)
Normalized responsivity (green)	Sensibilité normalisée (vert)
Normalized responsivity (blue)	Sensibilité normalisée (bleu)
Wavelength (nm)	Longueur d'onde (nm)

Figure 6 – Exemple de sensibilité spectrale multibande, s_R , s_G et s_B

- c) Les caractéristiques de sensibilité globales multibande $S_n s_{R_n}$, $S_n s_{G_n}$ et $S_n s_{B_n}$ doivent également être consignées comme l'illustre la Figure 6 en prenant en compte la répartition de puissance spectrale multibande de la source de lumière intégrée consignée en 7.3.

NOTE Si la répartition de puissance spectrale multibande de la source de lumière intégrée n'est pas mesurée et consignée en 7.3, ce point n'est pas applicable.

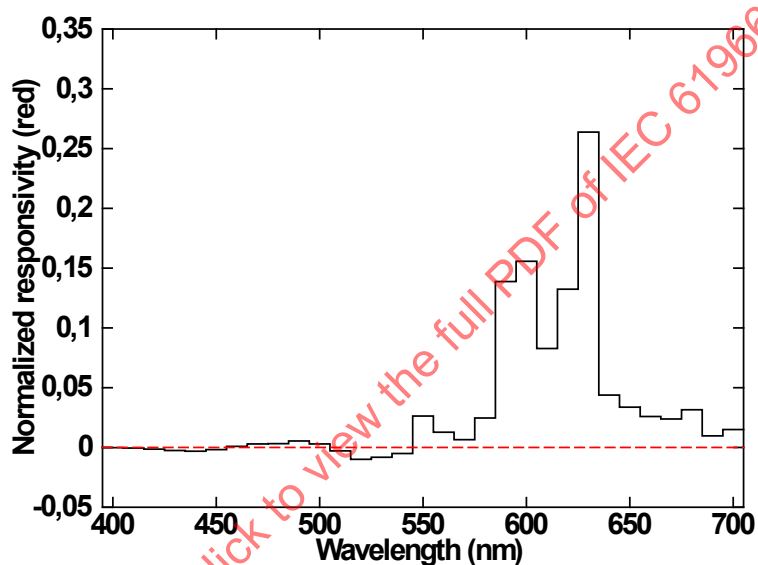


Figure 7a – Voie rouge

IEC 132/01

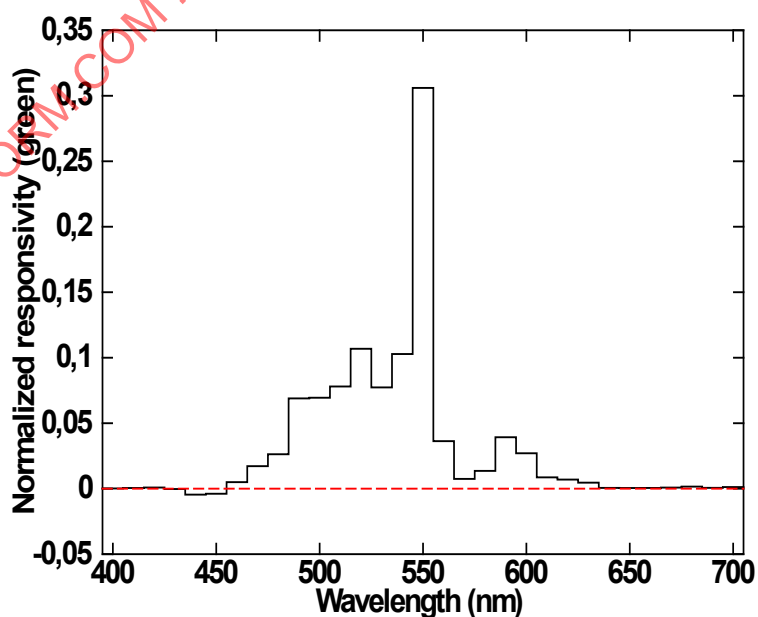


Figure 7b – Voie verte

IEC 133/01