

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

3D display devices –

Part 22-1: Measuring methods for autostereoscopic displays – Optical

Dispositifs d'affichage 3D –

Partie 22-1: Méthodes de mesure des écrans autostéréoscopiques – Optique



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

3D display devices –

Part 22-1: Measuring methods for autostereoscopic displays – Optical

Dispositifs d'affichage 3D –

Partie 22-1: Méthodes de mesure des écrans autostéréoscopiques – Optique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.120; 31.260

ISBN 978-2-83220-614-0

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.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Abbreviations	7
4 Standard measuring conditions.....	8
4.1 Standard environmental conditions.....	8
4.1.1 Temperature, humidity and pressure conditions.....	8
4.1.2 Illumination conditions	8
4.2 Light measuring device.....	8
4.2.1 General	8
4.2.2 Aperture size	9
4.3 Measuring setup.....	9
4.3.1 Designed viewing distance	9
4.3.2 Measurement area.....	10
4.3.3 Measuring layout	10
4.4 Test signal	12
4.5 Standard measuring points.....	13
5 Measuring method for two-view/multi-view displays	14
5.1 Maximum luminance direction	14
5.1.1 General.....	14
5.1.2 Measuring equipment.....	14
5.1.3 Measuring conditions.....	15
5.1.4 Measuring procedure.....	15
5.1.5 Measurement report	15
5.2 Lobe angle and lobe angle variation on screen.....	16
5.2.1 General	16
5.2.2 Measuring equipment	16
5.2.3 Measuring conditions.....	16
5.2.4 Measuring procedure.....	16
5.2.5 Measurement report	16
5.3 Luminance, screen luminance uniformity, and angular luminance variation.....	17
5.3.1 Luminance and screen luminance uniformity.....	17
5.3.2 Angular luminance variation.....	19
5.4 White chromaticity, white chromaticity uniformity on screen, and white chromaticity variation in angle	20
5.4.1 White chromaticity and white chromaticity uniformity on screen	20
5.4.2 White chromaticity angular variation	21
5.5 3D crosstalk (luminance components ratio), 3D crosstalk variation on screen, and 3D crosstalk variation in angle.....	23
5.5.1 3D crosstalk (luminance components ratio) and 3D crosstalk variation on screen	23
5.5.2 3D crosstalk angular variation.....	25
6 Standard measuring method for integral imaging displays (1-D/2-D).....	26
6.1 General.....	26
6.2 Lobe angle and lobe angle variation on screen.....	27

6.3	Luminance, screen luminance uniformity, and angular luminance variation.....	27
6.3.1	Luminance and screen luminance uniformity.....	27
6.3.2	Angular luminance variation.....	27
6.4	White chromaticity, white chromaticity uniformity on screen, and white chromaticity variation in angle	27
6.4.1	White chromaticity and white chromaticity uniformity on screen	27
6.4.2	White chromaticity variation in angle.....	27
Annex A (informative)	Principle of autostereoscopic display.....	28
Annex B (informative)	Angular profile of luminance	32
Bibliography		33
Figure 1	– Measuring system	9
Figure 2	– Measuring layout for centre point measurement	10
Figure 3	– Measuring layout for multi-point measurement (side view).....	11
Figure 4	– Other measuring layout for multi-point measurement (side view).....	11
Figure 5	– Measuring layout for horizontal viewing direction dependency.....	12
Figure 6	– Measuring layout for vertical viewing direction dependency.....	12
Figure 7	– Two examples of the relation between pixel and lenslet in multi-view display (number of views is N)	13
Figure 8	– Measuring points for the centre and multi-point measurement	14
Figure 9	– Example of n by m measuring points	14
Figure 10	– Example of measurement results for angular luminance profile	15
Figure 11	– Example of lobe angle measurement.....	17
Figure 12	– Example of 3D crosstalk variation on screen	23
Figure 13	– Example of acquired images in multi-view display	24
Figure 14	– Spatial luminance data acquirement (left) and example of calculated spatial crosstalk graph (right).....	25
Figure A.1	– Structure of two-view display	28
Figure A.2	– Basic principle of two-view display.....	29
Figure A.3	– Structure of multi-view display	29
Figure A.4	– Basic principle of multi-view display.....	30
Figure A.5	– Basic principle of integral imaging display.....	31
Figure B.1	– Example of angular profile of luminance.....	32
Table 1	– Example of reported specification of two dimensional LMD.....	9
Table 2	– Example of measurement results for maximum luminance direction.....	16
Table 3	– Example of measurement results for lobe angle variation on screen	17
Table 4	– Example of measurement results for luminance and screen luminance non-uniformity.....	18
Table 5	– Example of measurement results for angular luminance variation	20
Table 6	– Example of measurement results for white chromaticity and white chromaticity uniformity on screen.....	21
Table 7	– Example of measurement results for white chromaticity variation in angle	23
Table 8	– Example of measurement results for 3D crosstalk variation on screen.....	25
Table 9	– Example of measurement results for 3D crosstalk angular variation	26

Table B.1 – Example of measurement results	32
--	----

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-22-1:2013

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

3D DISPLAY DEVICES –

**Part 22-1: Measuring methods for autostereoscopic displays –
Optical**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62629-22-1 has been prepared by IEC technical committee 110: Electronic display devices.

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

FDIS	Report on voting
110/428/FDIS	110/455/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.

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

A list of all the parts in the IEC 62629 series, under the general title *3D display devices*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-22-1:2013

3D DISPLAY DEVICES –

Part 22-1: Measuring methods for autostereoscopic displays – Optical

1 Scope

This part of IEC 62629-22 specifies optical measuring methods for autostereoscopic display devices. It defines general measuring procedures for optical characteristics of two-view and multi-view displays and integral imaging displays.

2 Normative references

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

IEC 62629-1-2, *3D display devices – Part 1-2: Generic – Terminology and letter symbols*¹

CIE 15:2004, *Colorimetry*, 3rd Edition

CIE 69:1987, *Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions given in IEC 62629-1-2 apply.

3.2 Abbreviations

For the purposes of this document, the following abbreviations apply.

Abbreviation	Definition
CCD	charge-coupled device
DVD	designed viewing distance
FWHM	full width half maximum
FWTQM	full width at three-quarter maximum
LMD	light measuring device

¹ To be published.

4 Standard measuring conditions

4.1 Standard environmental conditions

4.1.1 Temperature, humidity and pressure conditions

Standard environmental conditions shall be applied for the measurements of autostereoscopic display devices.

The standard environmental conditions for the measurements of autostereoscopic display devices are $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ temperature, 45 % to 75 % relative humidity, and 86 kPa to 106 kPa pressure.

4.1.2 Illumination conditions

Standard dark room conditions shall be applied.

In standard dark room conditions, the illuminance at any position on the screen (the display device screen) is below 0,3 lx in all directions.

NOTE Illuminance is measured without the measured display or in conditions where the display is turned off.

4.2 Light measuring device

4.2.1 General

The LMD used for measurements of the displays shall be checked for the following criteria and specified accordingly:

- aperture size (window function of LMD) (see 4.2.2);
- sensitivity of the measured quantity;
- errors caused by veiling glare and lens flare (i.e. stray light in optical system);
- timing of data-acquisition, low-pass filtering and aliasing-effects;
- linearity of detection and data-conversion;
- resolution and moiré in the use of two-dimensional LMD.

A point-measurement LMD, such as a spot luminance meter, or a two-dimensional LMD such as a CCD area detector shall be used for these measurements. A conoscopic type LMD can be used for some measurements. When using a two-dimensional LMD and/or a conoscopic type LMD, they shall be calibrated, so that the measurement results correspond to those of the point-measurement LMD. The specification of the LMD used shall be noted in the report as in the example shown in Table 1.

NOTE 1 The point-measurement LMD measures the luminance and/or colour coordinate at each measurement point on the screen. A two-dimensional LMD measures the map of luminance and/or colour coordinate over the measurement area of the screen. A conoscopic type LMD measures the directional characteristics of luminance and/or colour coordinate at each measurement point on the screen.

NOTE 2 A point-measurement LMD usually has higher sensitivity than a two-dimensional LMD. A two-dimensional LMD measures the uniformity of the measuring area more easily than a point-measurement LMD.

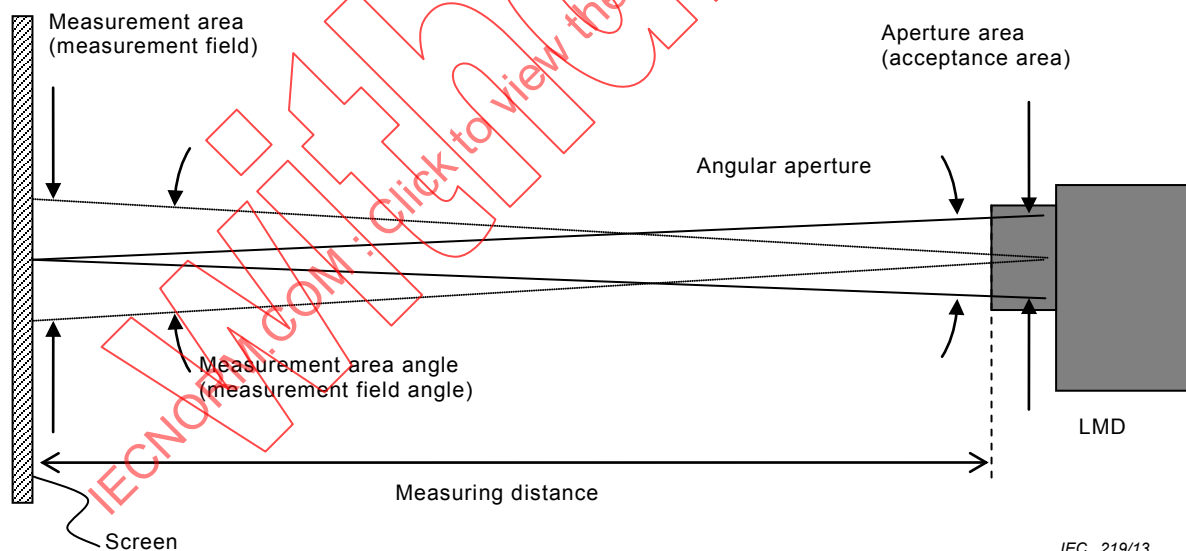
Table 1 – Example of reported specification of two dimensional LMD

CCD resolution	4 096 × 2 048	
CCD A/D dynamic range	More than 12 bits = 4 096 gray scale levels	
Wavelength range	380 nm to 780 nm	
System accuracy	Luminance variation	± 3 %
	CIE 1931 chromaticity coordinates (x, y)	± 0,003
Colorimetric filters	CIE 1931 colour matching functions for a 2 ⁰ observer	

4.2.2 Aperture size

The aperture size (entrance pupil, see CIE 69) of an LMD including point measurement and two-dimensional type LMDs (smaller than the size of the object lens of the LMD) shall be equal to or smaller than 8 mm. When a larger aperture LMD is used, the measurement results shall be checked so that the results are equivalent to those of the smaller aperture LMD. The aperture size shall be reported by the supplier (the manufacturer of the 3D display device) in the relevant specification.

NOTE In the measurement of autostereoscopic displays, the aperture size of the LMD greatly affects the measurement results. So the LMD aperture size is defined in this document. The aperture size similar to the size of the pupil of an eye is ideal for the measurements (e.g. crosstalk), but smaller aperture decreases sensitivity. The size of 8 mm is small enough for the measurement and large enough for the sensitivity. The exact value of the aperture size of LMD used will be informed by the LMD supplier. The relation among the aperture size, measuring area size and measuring distance is shown in Figure 1 and explained in 4.3. When a larger aperture LMD is used, the measuring distance is increased as long as the measuring distance does not affect the measurement results by changing the measuring distance.



IEC 219/13

Figure 1 – Measuring system

4.3 Measuring setup

4.3.1 Designed viewing distance

A DVD shall be defined by the supplier in the relevant specification. The DVD is the distance from which proper stereoscopic views are intended to be observed, and/or the characteristics of an autostereoscopic display are measured accurately.

For the measurements, the designed viewing distance shall be applied as the measuring distance. The measuring distance shall be fixed when items planned to be evaluated are

measured. Only one designed viewing distance shall be defined and applied to an autostereoscopic display device.

4.3.2 Measurement area

The LMD shall be set at a proper measurement area angle (measurement field angle, see Figure 1) less than or equal to 2 degrees, and shall have a measurement area of at least 500 pixels whose diameter is less than 10 % of the screen height. This area corresponds to including a circular measurement area of at least 26 lines in diameter when the screen has a square pixel consisting of 3 subpixels. If the above conditions cannot be applied, the applied measurement area shall include as many pixels as possible. The applied measuring conditions shall be noted in the report.

NOTE Based on the information given by the supplier, such as number of views and lobe angle, the measurement field angle, aperture angle and measuring distance are determined. The aperture angle is small so that the angular luminance profile can be measured precisely. In general, the more the number of views increases, the smaller the required aperture angle is. In theory, when a smaller aperture is applied, a smaller field angle is desirable. In addition, some autostereoscopic displays are designed so that the screen produces different distribution of light rays to improve 3D observation. When considering these points, the field angle is introduced. The range of measuring distance is decided by the size of aperture and measurement field. The measuring distance and the field angle are adjusted to achieve a viewing area greater than 500 pixels, whose diameter is less than 10 % of the screen height, if it is difficult to set the field angle above.

4.3.3 Measuring layout

4.3.3.1 Centre point measurement

The measuring layout for a centre point measurement is shown in Figure 2. The aperture of LMD shall be set at the designed viewing distance.

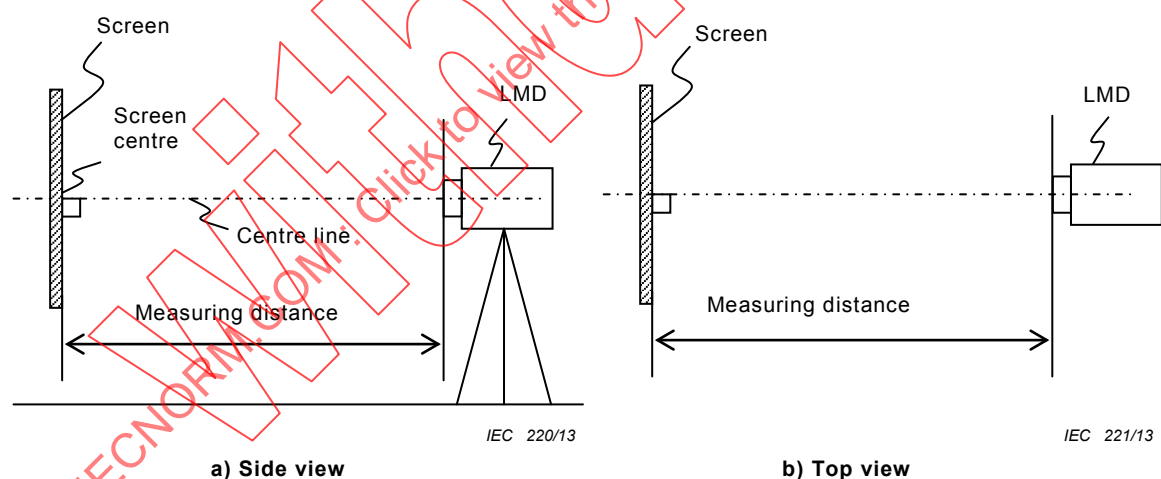
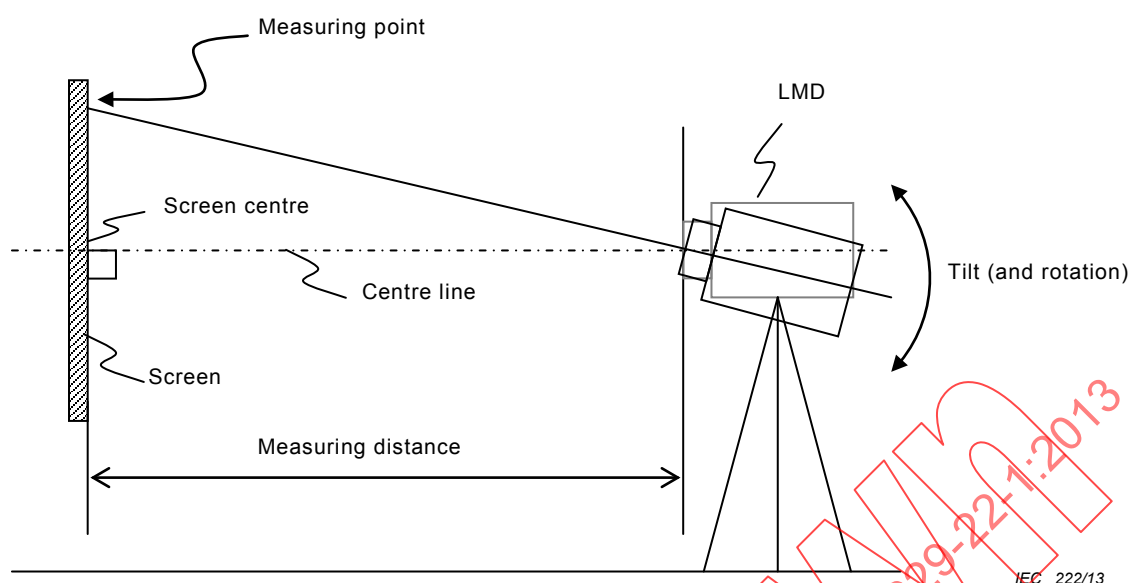


Figure 2 – Measuring layout for centre point measurement

4.3.3.2 Multi-point measurement

The measuring layout for a multi-point measurement is shown in Figure 3. When a multi-point measurement is carried out using the two-dimensional LMD, the measuring layout shown in Figure 2 shall be applied. In this case the measurement result shall be confirmed to be the same as that measured by the multi-point measurement shown in Figure 3.



NOTE A similar layout is applied to the measurement with rotation.

Figure 3 – Measuring layout for multi-point measurement (side view)

The measuring layout shown in Figure 4 can also be applied to certain measuring items. This layout is suitable for certain measuring items where the display does not strongly depend on LMD positions (i.e. integral imaging display). The layout used for the measurement shall be noted in the report. When a different measuring layout is used, this shall be noted in the report.

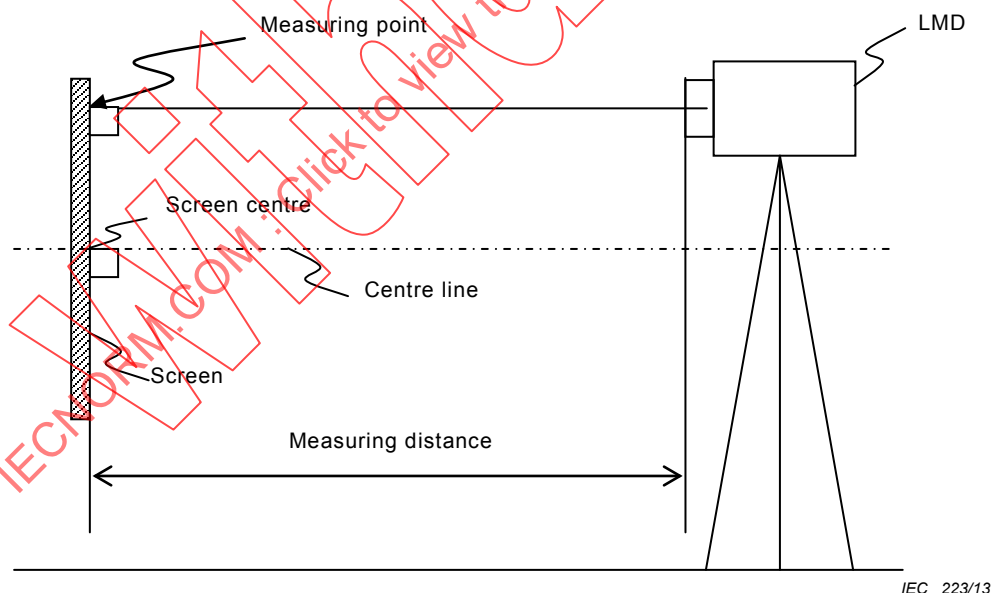


Figure 4 – Other measuring layout for multi-point measurement (side view)

4.3.3.3 Measurement of viewing direction dependency

To measure viewing direction dependency, the characteristics at the centre of the screen are measured from the vertical or horizontal viewing directions defined in each measurement method or relevant specification as shown in Figure 5 and Figure 6. Instead of moving the LMD, the autostereoscopic display can be tilted vertically or turned horizontally to be measured as shown in Figure 5 b) and Figure 6 b). The horizontal and vertical measuring

angular ranges and pitch shall be defined by the supplier in the relevant specification, and shall be noted in the report.

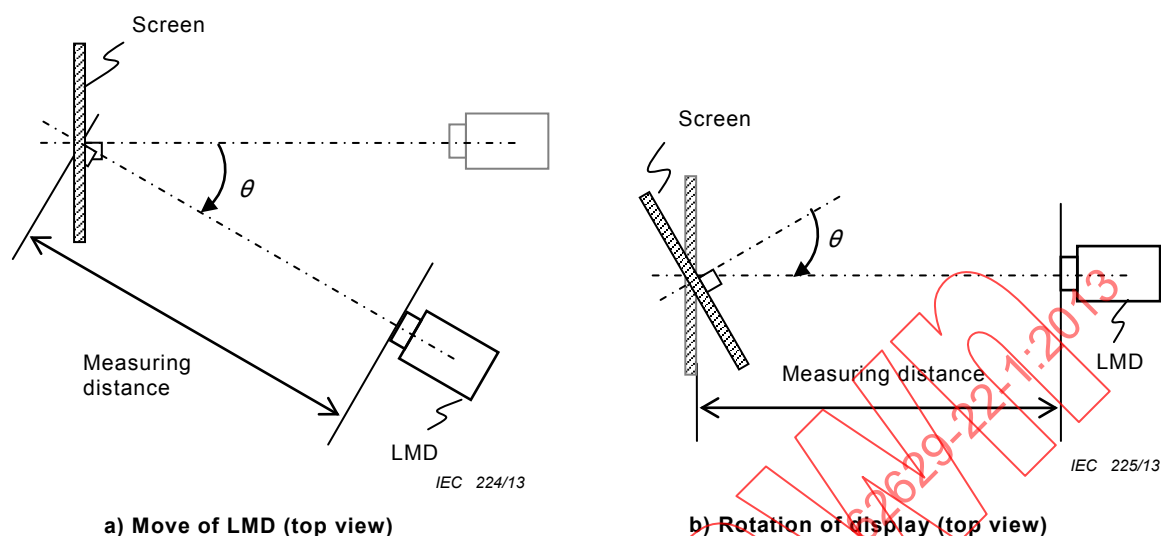


Figure 5 – Measuring layout for horizontal viewing direction dependency

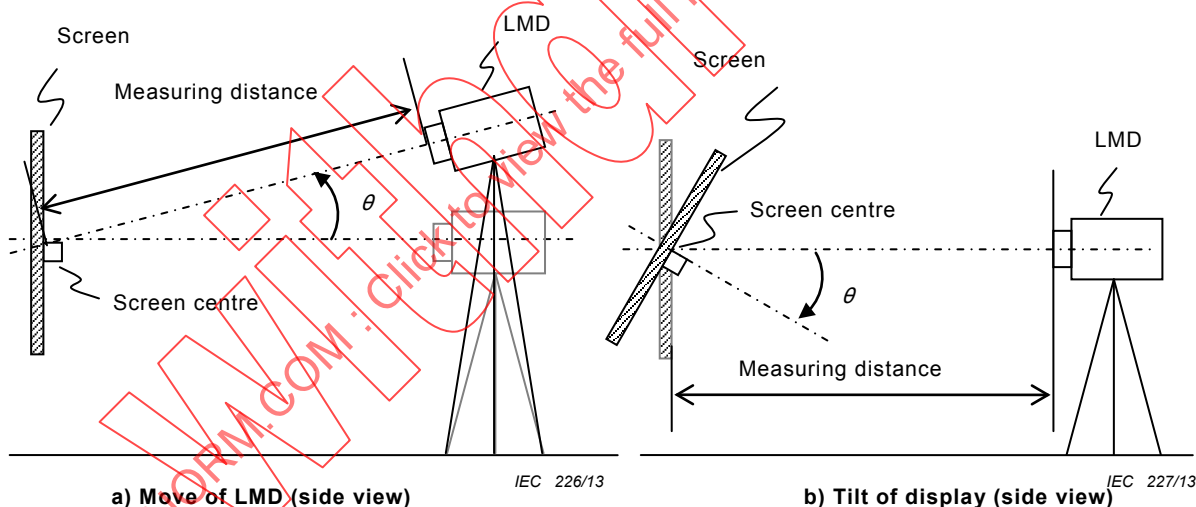


Figure 6 – Measuring layout for vertical viewing direction dependency

4.4 Test signal

All pixel white signal, all pixel black signal, and i^{th} pixel white signal are defined below:

- a) $Im_{\text{all white}}$: all pixel white signal (at 100 % level) or all pixel white

NOTE 1 All pixel white signal denotes that all pixels on the screen are activated by the input of level 100 %.

- b) $Im_{\text{all black}}$: all pixel black signal (at 0 % level) or all pixel black

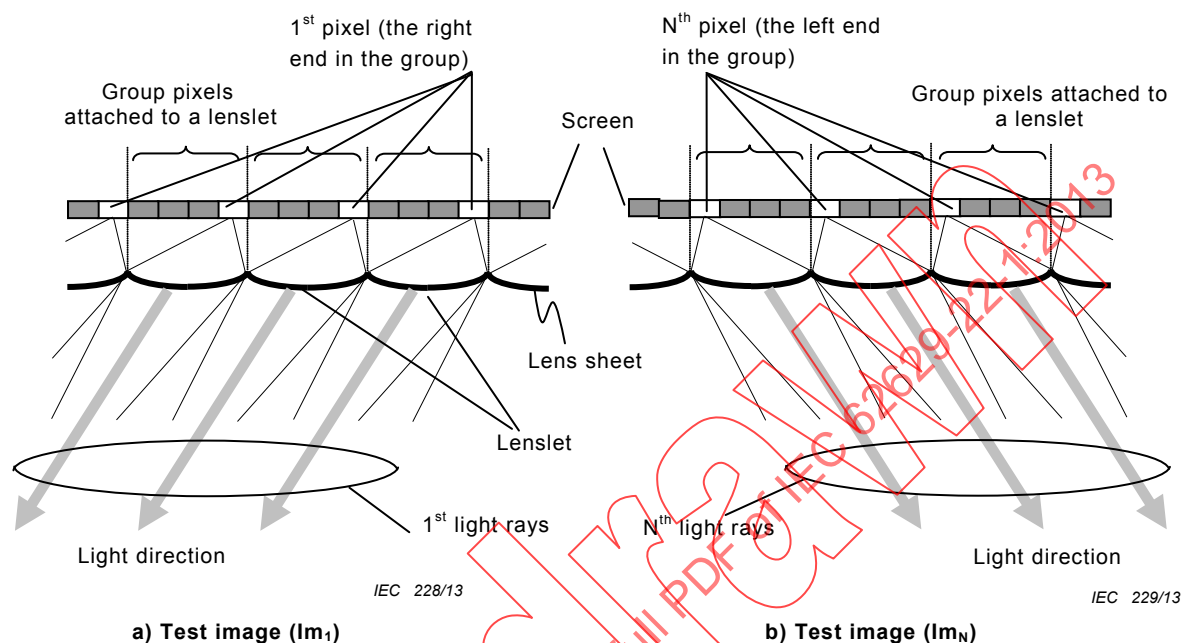
NOTE 2 All pixel black signal denotes that all pixels on the screen are suppressed by the input of level 0 %.

- c) Im_i : i^{th} pixel white signal (at 100 % level) with the other pixel blackened or i^{th} pixel white, where i is 1 to N (see Figure 7). And N is the number of views (multi-views). For temporal use, i^{th} light ray white signal (at 100 % level) with the other light rays blackened or i^{th} light ray white can be used.

NOTE 3 i^{th} pixel white signal indicates that only i^{th} pixels in the group are activated by the input of 100 % level.

NOTE 4 Light ray is explained in Annex A.

The signal details of signals for i^{th} pixel white signal, or the details of the pixels and lenslet as shown in Figure 7 shall be described by the supplier in the relevant specification.



Key : pixel at level 100 % : pixel at level 0 %, Im₁ and Im_N are 1st and Nth pixel white signals

NOTE As shown in a), every pixel at the right end in the group (every 1st pixel) is at level 100 %, and as shown in b), so is every pixel on the left end in the group (every Nth pixel).

Figure 7 – Two examples of the relation between pixel and lenslet in multi-view display (number of views is N)

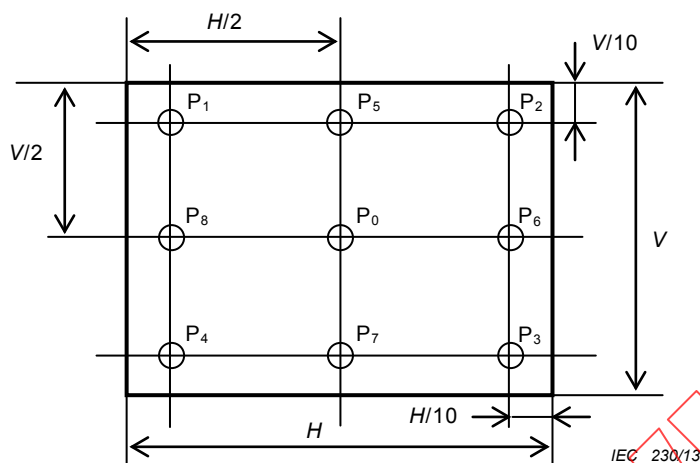
4.5 Standard measuring points

The centre point (one-point) and multi-point (three-point, five-point or nine-point) measurements are applied. The measuring points are shown in Figure 8. The measuring point of one-point measurement is named P_0 . In multi-point measurements the three points are P_0 , P_6 and P_8 , the five points and nine points are, from P_0 to P_4 and from P_0 to P_8 , respectively.

The n by m points for 3D crosstalk variation on screen are shown in Figure 9. The applied number of measuring points (n by m) shall be defined by the supplier in relevant specification.

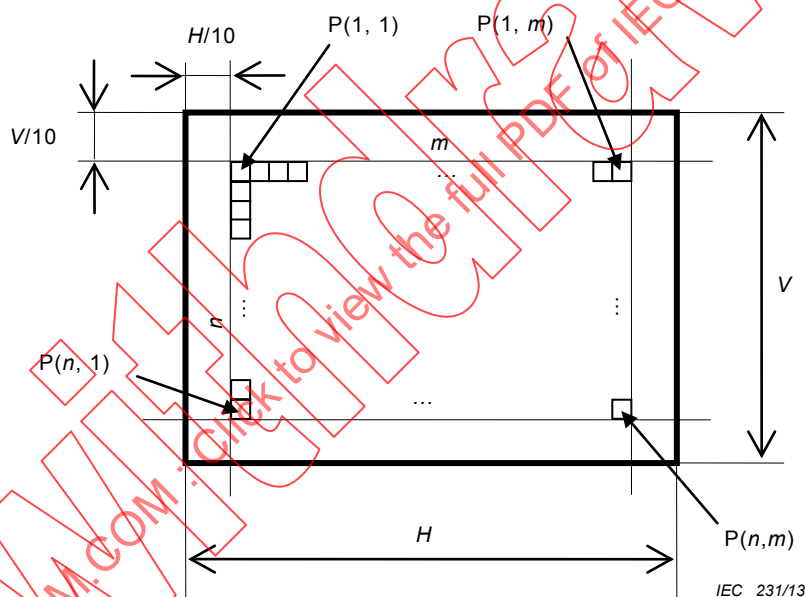
Applied measuring points are defined in each measurement item. If other measuring points are applied, this shall be defined by the supplier in the relevant specification.

NOTE One-point measurement is carried out to obtain the typical characteristics at the centre of the screen. Others are carried out to obtain deviations, averages and uniformities.



Key V is the short side width of the screen (usually screen height). H is the long side width of the screen (usually screen width). $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$ and P_8 show measuring points.

Figure 8 – Measuring points for the centre and multi-point measurement



Key V is the short side width of the screen (usually screen height). H is the long side width of the screen (usually screen width). $P(a,b)$, where $a = 1$ to n and $b = 1$ to m , show the measuring points.

Figure 9 – Example of n by m measuring points

5 Measuring method for two-view/multi-view displays

5.1 Maximum luminance direction

5.1.1 General

The purpose of this measurement is to measure the angular luminance profile and to obtain a maximum luminance direction. The maximum luminance direction is calculated as an angular position where the luminance is the highest on the angular luminance profile.

5.1.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- a) driving power source;
- b) driving signal equipment; and
- c) LMD.

5.1.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- a) test signal: i^{th} pixel white (see 4.4);
- b) measuring point: the centre point (see Figure 2);
- c) measuring angular range: the supplier specifies the measuring angular range and resolution (see Figure 5);
- d) measuring distance: designed viewing distance (see 4.3.1).

5.1.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- a) after warming up the display, apply the test signal Im_1 ;
- b) measure the angular luminance profile at each selected angle and record the luminance values;
- c) change the test signal, and repeat b) until all tests (test signals Im_1 to Im_N) are carried out.

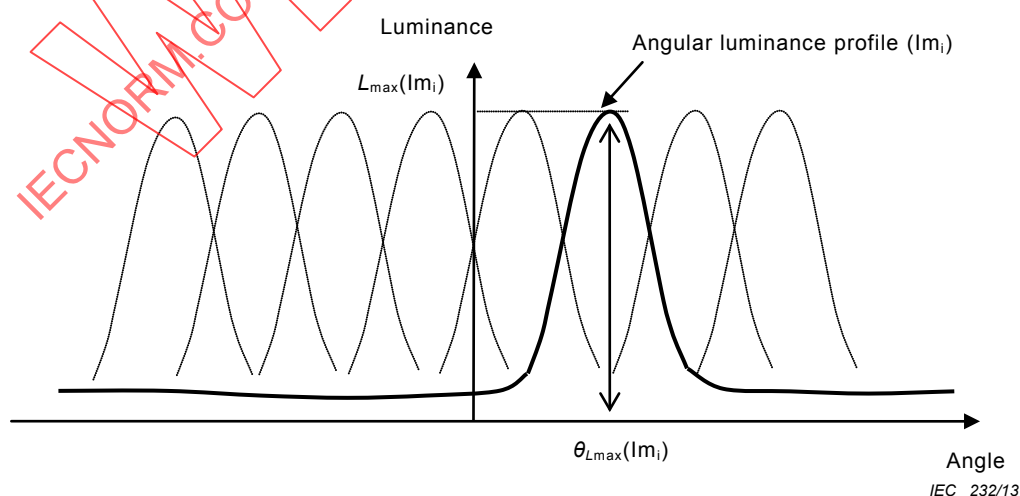
5.1.5 Measurement report

The following measurement report shall be written:

- a) plot the angular luminance profiles as shown in Figure 10;
- b) report the angular position of each maximum luminance $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$ in a table. Table 2 shows an example.

The angular position of each maximum luminance $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$ is the angle of each maximum luminance value of the closest peak from the perpendicular of the display.

When the angular luminance profile does not show a clear peak, the center of FWHM can be applied (see Annex B).



Key

$L_{\max}(Im_i)$: maximum luminance of the angular luminance profile (Im_i) $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$: angular position of $L_{\max}(Im_i)$

Figure 10 – Example of measurement results for angular luminance profile

Table 2 – Example of measurement results for maximum luminance direction

Test signal	$\theta_{Lmax}(Im_i)$ degree
Im_1	-12,2
Im_2	-8,6
Im_3	-4,5

5.2 Lobe angle and lobe angle variation on screen

5.2.1 General

The purpose of this measurement is to measure lobe angle and lobe angle variation on screen.

NOTE 1 In general, autostereoscopic displays form the group of pixels corresponding to each lens/slit. The light rays from each pixel group form a lobe. When the light rays go through the corresponding lens/slit, they form the main lobe, or side lobes in other cases. On the boundary of the lobes, pseudostereoscopy or image breaking is perceived. A wider lobe angle can reduce these phenomena.

NOTE 2 In this document, the term of “lobe” means the bundle of light rays emitted from each pixel group going through the corresponding lens/slit. However, note that the term of “lobe” is sometimes used as a different meaning.

5.2.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- a) driving power source;
- b) driving signal equipment; and
- c) LMD.

5.2.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- a) test signal: 1st pixel white and N^{th} pixel white are applied (see 4.4);
- b) measuring points: the multi-point measurements are applied (see Figure 8). The applied number of measuring points (nine points) shall be noted on the report. Three points measurement may be used, when it is enough for characterization;
- c) measuring directions: the supplier specifies measuring directions;
- d) measuring distance: designed viewing distance (see 4.3.1).

5.2.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- a) after warming up the display, apply the test signals for Im_1 ;
- b) measure the angular luminance profile at each selected angle at each selected point and record the luminance values;
- c) change the test signal to Im_N , and repeat b).

5.2.5 Measurement report

The following measurement report shall be written:

- a) at each measuring point, plot the angular luminance profiles;
- b) find the maximum luminance angles $\theta_{aLmax}(Im_1)$ and $\theta_{aLmax}(Im_N)$ of Im_1 and Im_N profiles of each measuring point P_a (see Figure 10), and then calculate the lobe angle θ_{aLA} (see Figure 11)

$$\theta_{aLA} = |\theta_{aLmax}(Im_1) - \theta_{aLmax}(Im_N)|$$

where

$\theta_{aLmax}(Im_i)$ is the maximum luminance angle of Im_i of i^{th} ray at the measuring point P_a ;

c) report the angles in a table. Table 3 shows an example.

NOTE This measurement can be applied not only to the main lobe, but also to side lobes.

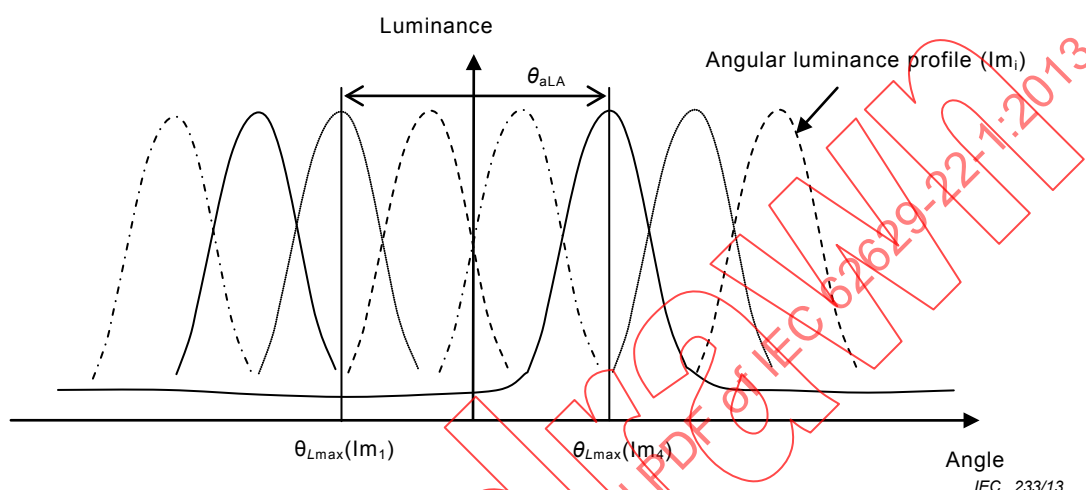


Figure 11 – Example of lobe angle measurement

Table 3 – Example of measurement results for lobe angle variation on screen

Measuring point	$\theta_{aLmax}(Im_1)$	$\theta_{aLmax}(Im_N)$	θ_{aLA}
P_0	-15,2	15,4	30,6
P_1	-15,3	15,2	30,5
P_2	-15,0	15,4	30,4
P_3	-15,5	15,0	30,5
P_4	-15,7	14,8	30,5
P_5	-14,8	15,8	30,6
P_6	-15,2	15,6	30,8
P_7	-15,7	14,6	30,3
P_8	-14,7	15,5	30,2

5.3 Luminance, screen luminance uniformity, and angular luminance variation

5.3.1 Luminance and screen luminance uniformity

5.3.1.1 General

The purpose of this measurement is to measure the luminance and luminance uniformity of the screen. The measurement of screen luminance uniformity is related to luminance moiré due to the structure of autostereoscopic displays. Low-frequency moiré can be observed as screen non-uniformity. When luminance moiré occurs, luminance uniformity will be degraded.

5.3.1.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- a) driving power source;
- b) driving signal equipment; and
- c) LMD.

5.3.1.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- a) test signal: all pixel white are applied (see 4.4);
- b) measuring points: the multi-point measurements are applied (see Figure 8). The applied number of measuring points (five points or nine points) shall be noted on the report;
- c) measuring direction: perpendicular to the display is applied (see Figure 4);
- d) measuring distance: designed viewing distance is applied (see 4.3.1).

5.3.1.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- a) after warming up the display, apply all pixel white test signal ($L_{m, all\ white}$);
- b) measure the luminance at each selected point and record the luminance values;
- c) calculate average luminance L_{sav} , and luminance deviation ΔL_{si} as follows:
for five-point measurement:

$$L_{sav} = (L_{s0} + L_{s1} + L_{s2} + L_{s3} + L_{s4}) / 5$$

or for nine-point measurement:

$$L_{sav} = (L_{s0} + L_{s1} + L_{s2} + L_{s3} + L_{s4} + L_{s5} + L_{s6} + L_{s7} + L_{s8}) / 9$$

$$\Delta L_{si} = L_{si} - L_{sav}$$

where

L_{si} is luminance measured at the measuring point P_i , and

$i = 0$ to 4 for five-point measurement, and

$i = 0$ to 8 for the nine-point measurement.

5.3.1.5 Measurement report

The measurement result shall be reported in a table. Table 4 shows an example. Luminance uniformity shall be reported as a list of luminance non-uniformity.

Table 4 – Example of measurement results for luminance and screen luminance non-uniformity

Measuring point	Luminance L_{si} cd/m ²	Luminance non-uniformity $\Delta L_{si} / L_{sav} \times 100$ %
P ₀	115	3,9
P ₁	107	-3,3
P ₂	111	0,3
P ₃	108	-2,4

Measuring point	Luminance L_{si} cd/m ²	Luminance non-uniformity $\Delta L_{si} / L_{sav} \times 100$ %
P ₄	106	-4,2
P ₅	113	2,1
P ₆	115	3,9
P ₇	110	-0,6
P ₈	111	0,3
Average luminance L_{sav} : 111cd/m ²		

5.3.2 Angular luminance variation

5.3.2.1 General

The purpose of this measurement is to measure angular luminance variations. Angular luminance variation is related to luminance moiré due to the unique optical structure of autostereoscopic displays. When the angular luminance variation is large, luminance moiré may occur.

5.3.2.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- driving power source;
- driving signal equipment, and
- LMD.

5.3.2.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- test signal: all pixel white are applied (see 4.4);
- measuring point: the centre point is applied (see Figure 2);
- measuring directions: maximum luminance directions (see 5.1) and middles of neighbouring maximum luminance directions are applied. The measuring angular range shall contain the main lobe. When more detail of angular luminance variation is needed, extra measuring directions can be added. The applied measuring directions shall be described in the relevant specification;
- measuring distance: designed viewing distance shall be applied (see 4.3.1).

5.3.2.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- after warming up the display, apply the test signal $Im_{all\ white}$;
- measure luminance at each selected direction and record the luminance values;
- calculate angular luminance variation $\Delta L_{Hi0,5}$, ΔL_{Hi} as follows:

$$\Delta L_{Hi0,5} = L_{Hi} - L_{Hi-0,5}$$

$$\Delta L_{Hi} = L_{Hi} - L_{Hi-1}$$

where

L_{Hi} is the luminance measured in i^{th} measuring direction, and

$L_{Hi-0.5}$ is the luminance measured in the middle of i^{th} measuring direction and $(i-1)^{th}$ measuring direction.

5.3.2.5 Measurement report

The measured result shall be reported in a table. Table 5 shows an example.

Table 5 – Example of measurement results for angular luminance variation

i^{th} Measuring direction	Angles of measurement θ_H degree	Luminance L_{Hi} cd/m ²	Angular luminance variation between maximum luminance direction and mid direction $\Delta L_{Hi0,5}$	Angular luminance variation between maximum luminance directions ΔL_{Hi}
1	-12,2	115	–	–
1,5	-10,4	107	-8	–
2	-8,6	111	4	-4
2,5	-6,6	109	-2	–
3	-4,5	113	4	2
3,5	-2,5	108	-5	–

5.4 White chromaticity, white chromaticity uniformity on screen, and white chromaticity variation in angle

5.4.1 White chromaticity and white chromaticity uniformity on screen

5.4.1.1 General

The purpose of this measurement is to measure white chromaticity and white chromaticity uniformity of the display. The measurement of chromatic screen uniformity is related to chromatic moiré due to the structure of autostereoscopic displays. When chromatic moiré occurs, chromatic screen uniformity will be degraded.

5.4.1.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- driving power source;
- driving signal equipment, and
- LMD.

5.4.1.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- test signal: all pixel white are applied (see 4.4);
- measuring points: the multi-point measurements are applied (see Figure 8). The applied number of measuring points (5 points or 9 points) shall be noted on the report;
- measuring direction: perpendicular to the display is applied (see Figure 4);
- measuring distance: designed viewing distance is applied (see 4.3.1).

5.4.1.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- after warming up the display, apply all pixel white signal;

- b) measure white chromaticity $C_i(u' v')$ at each selected point and record the chromaticity values, where u' and v' are chromaticity coordinates of UCS chromaticity diagram shown in CIE 15:2004;

NOTE It is permitted to use the chromaticity coordinates x, y of CIE 1931 chromaticity coordinates defined in CIE 15.2 for the measurement. The chromaticity coordinates u', v' are transformed from the chromaticity coordinates x, y as:

$$u' = \frac{4x}{3-2x+12y} \quad v' = \frac{9y}{3-2x+12y}$$

- c) calculate the chromaticity deviation $\Delta u'_{si} \Delta v'_{si}$ as follows:

$$\Delta u'_{si} = u'_{si} - u'_{s0}$$

$$\Delta v'_{si} = v'_{si} - v'_{s0}$$

where

$(u'_{si} v'_{si})$ is the white chromaticity measured at the measuring point P_i in Figure 8, and

$i = 0$ to 4 for five-point measurement, and

$i = 0$ to 8 for the nine-point measurement;

- d) calculate the maximum deviation $\Delta u'_{md}$ and $\Delta v'_{md}$ among all measuring points.

5.4.1.5 Measurement report

The measurement result shall be reported in a table. Table 6 shows an example.

Table 6 – Example of measurement results for white chromaticity and white chromaticity uniformity on screen

Measuring point	u'_{si}	$\Delta u'_{si}$	v'_{si}	$\Delta v'_{si}$
P ₀	0,195	0,000	0,436	0,000
P ₁	0,192	-0,003	0,436	0,000
P ₂	0,195	0,000	0,428	-0,008
P ₃	0,188	-0,007	0,437	0,001
P ₄	0,193	-0,002	0,437	0,000
P ₅	0,191	-0,004	0,433	-0,003
P ₆	0,190	-0,005	0,431	-0,005
P ₇	0,195	-0,001	0,436	0,000
P ₈	0,190	-0,006	0,440	0,004
Maximum deviation	$\Delta u'_{md}=0,007$		$\Delta v'_{md}=0,008$	

5.4.2 White chromaticity angular variation

5.4.2.1 General

The purpose of this measurement is to measure white chromaticity angular variations. The measurement of chromatic angular uniformity is related to chromatic moiré due to the unique optical structure of autostereoscopic displays. When the white chromaticity angular variation is large, chromatic moiré may occur.

5.4.2.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- a) driving power source;
- b) driving signal equipment, and
- c) LMD.

5.4.2.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- a) test signal: all pixel white are applied (see 4.4);
- b) measuring point: the centre point is applied (see Figure 2);
- c) measuring directions: maximum luminance directions (see 5.1) and middles of neighbouring maximum luminance directions are applied. The measuring angular range shall contain the main lobe. When more detail of angular luminance variation is needed, extra measuring directions can be added. The applied measuring directions shall be described in the relevant specification;
- d) measuring distance: designed viewing distance is applied (see 4.3.1).

5.4.2.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- a) after warming up the display, apply the test signal $Im_{all\ white}$;
- b) measure the white chromaticity in each selected direction and record the chromaticity values;
- c) calculate the white chromaticity variation in angle $\Delta u'_{Hi0,5}$, $\Delta v'_{Hi0,5}$, $\Delta u'_{Hi}$, $\Delta v'_{Hi}$ as follows:

$$\Delta u'_{Hi0,5} = u'_{Hi} - u'_{Hi-0,5}$$

$$\Delta v'_{Hi0,5} = v'_{Hi} - v'_{Hi-0,5}$$

$$\Delta u'_{Hi} = u'_{Hi} - u'_{Hi-1}$$

$$\Delta v'_{Hi} = v'_{Hi} - v'_{Hi-1}$$

where

(u'_{Hi}, v'_{Hi}) is the white chromaticity measured in the i^{th} measuring direction, and

$(u'_{Hi-0,5}, v'_{Hi-0,5})$ is the white chromaticity measured in the middle of the i^{th} measuring direction and $(i-1)^{th}$ measuring direction.

5.4.2.5 Measurement report

The measured result shall be reported in a table. Table 7 shows an example.

Table 7 – Example of measurement results for white chromaticity variation in angle

i^{th} Measuring direction	Angles of measurement θ_{H} degree	u'_{Hi}	$\Delta u'_{\text{Hi0,5}}$	$\Delta u'_{\text{Hi}}$	v'_{Hi}	$\Delta v'_{\text{Hi0,5}}$	$\Delta v'_{\text{Hi}}$
1	-12,2	0,195	–	–	0,436	–	–
1,5	-10,4	0,192	-0,003	–	0,436	0,000	–
2	-8,6	0,195	0,003	0,000	0,428	-0,008	-0,008
2,5	-6,6	0,188	-0,007	–	0,437	0,009	–
3	-4,5	0,193	0,005	-0,002	0,437	0,000	0,009
3,5	-2,5	0,188	-0,005	–	0,437	0,000	–

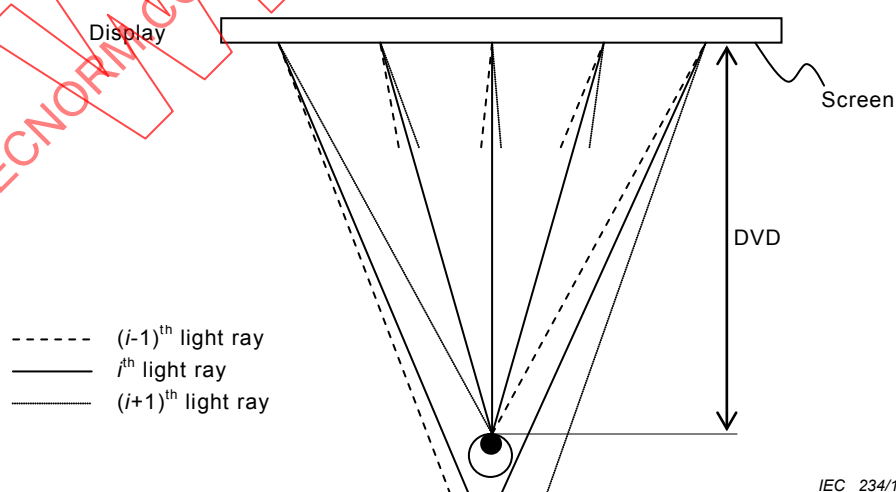
5.5 3D crosstalk (luminance components ratio), 3D crosstalk variation on screen, and 3D crosstalk variation in angle

5.5.1 3D crosstalk (luminance components ratio) and 3D crosstalk variation on screen

5.5.1.1 General

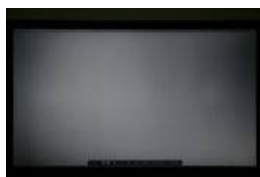
The purpose of this measurement is to measure 3D crosstalk and its variation on screen. 3D crosstalk as well as the luminance components ratio and 3D crosstalk variation on screen shall be reported. 3D crosstalk variation on screen is expressed as the maximum, minimum and average of 3D crosstalk. If 3D crosstalk variation on screen is small, when the i^{th} pixel white signal is applied, the full-screen white signal will be observed in the maximum luminance direction of the closest peak from the perpendicular of the display. If 3D crosstalk variation is greater, as shown in Figure 12, in some cases luminance variation can be observed on screen as in Figure 13.

NOTE The relation between 3D crosstalk and depth visibility needs further discussion. In some cases, an autostereoscopic display with high 3D crosstalk cannot provide a clear image with great depth (see Figure 12). However, in the definition provided in this document, 3D crosstalk depends on the number of views. When the number of views increases, 3D crosstalk is greater. This means that it is difficult for a multi-view display with a larger number of views to achieve lower 3D crosstalk. In addition, when depth is limited by visual ergonomic factors, clear images can be perceived even if 3D crosstalk is high. Therefore, the luminance components ratio is checked one by one.



IEC 234/13

Figure 12 – Example of 3D crosstalk variation on screen



IEC 235/13

Figure 13 – Example of acquired images in multi-view display

5.5.1.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- a) driving power source;
- b) driving signal equipment; and
- c) LMD.

5.5.1.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- a) test signal: i^{th} pixel white is applied (see 4.4).
- b) measuring points: the multi-point measurements are applied (see Figure 9). The applied number of measuring points (n by m) shall be noted on the report;
- c) measuring direction: at the centre point on screen, the maximum luminance direction of the closest peak from the perpendicular of the display is obtained (see 5.1 Maximum luminance direction). From the centre point, the measuring direction is this maximum luminance direction. The luminance of light ray where the closest peak exists is assigned to L_{main} . $L_{\text{main}}(a, b)$ is the luminance of the selected light ray at the measuring point, P (a, b). For each measuring point, the measuring direction is the direction from the LMD position to each measuring point. The selected light ray as Main and the selected direction shall be noted on the report;

NOTE For a two-view display, at least two measuring points are necessary.

- d) measuring distance: designed viewing distance is applied (see 4.3.1).

5.5.1.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- a) after warming up the display, apply the test signals for Im_1 ;
- b) measure luminance and record the luminance values;
- c) change the test signal, and repeat b) until all test signals Im_1 to Im_N are measured;
- d) calculate 3D crosstalk at each position P(a, b) (see Figure 13 and Figure 14):

$$\text{3D crosstalk (a,b)} = \frac{\sum_{i=1}^N [L_i(a,b)] - L_{\text{main}}(a,b)}{L_{\text{main}}(a,b)} \times 100\%$$

where

$L_{\text{main}}(a, b)$ is the luminance of the selected light ray at the measuring point P(a, b);

$L_i(a, b)$ is the luminance of i^{th} light ray at the measuring point P(a, b);

N is the number of views.

5.5.1.5 Measurement report

3D crosstalk as well as the luminance components ratio and 3D crosstalk variation on screen shall be reported in a table. Table 8 shows an example.

Report the 3D crosstalk at the centre position. For the 3D crosstalk variation on screen, report the maximum and minimum of 3D crosstalk with their positions on screen, and average 3D crosstalk on screen. The 3D crosstalk at each position shall be reported, if required in the relevant specification.

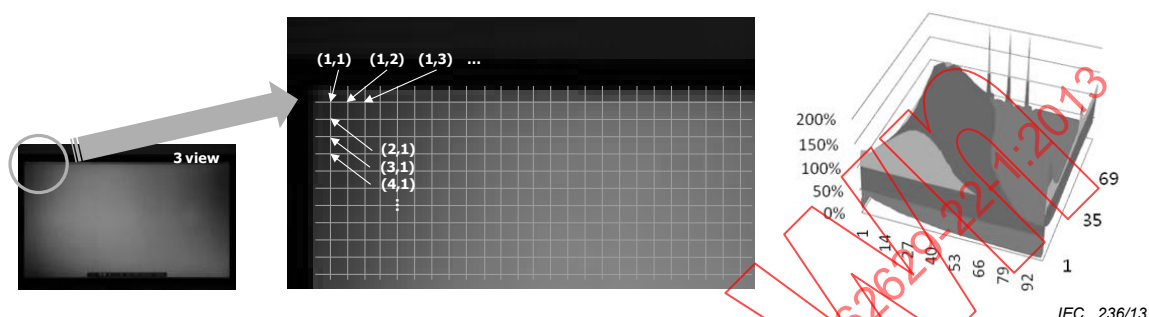


Figure 14 – Spatial luminance data acquisition (left) and example of calculated spatial crosstalk graph (right)

Table 8 – Example of measurement results for 3D crosstalk variation on screen

	Result	Measurement position P(a, b)
Main	3 ^d	–
Average	95 %	–
Maximum	152 %	P(3, 4)
Minimum	53 %	P(35, 22)
Measuring positions are P(1,1) to P(80, 45).		

5.5.2 3D crosstalk angular variation

5.5.2.1 General

The purpose of this measurement is to measure 3D crosstalk angular variation.

5.5.2.2 Measuring equipment

The following equipment shall be used:

- driving power source;
- driving signal equipment; and
- LMD.

5.5.2.3 Measuring conditions

The following detailed conditions shall be applied:

- test signal: i^{th} pixel white is applied (see 4.4);
- measuring point: the centre point is applied (see Figure 2);
- measuring direction: the supplier specifies the measuring angular range and resolution (see Figure 5). The applied measuring angular resolution shall be described in the

relevant specification. The applied angular range and resolution shall be noted in the report;

NOTE For a two-view display, at least two measuring points are necessary.

d) measuring distance: designed viewing distance is applied (see 4.3.1).

5.5.2.4 Measuring procedure

The following measuring procedure shall be carried out:

- after warming up the display, apply the test signals for Im_1 ;
- change the measuring direction, measure luminance and record the luminance values;
- change the test signal to Im_N , and repeat the measurement;
- calculate 3D crosstalk and luminance components ratio:

$$3D \text{ crosstalk} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i - \max(L_i)_{i=1}^N}{\max(L_i)_{i=1}^N} \times 100\%$$

$$\text{Luminance components ratio } (I) = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^N L_i} \times 100\%$$

where

L_i is the luminance of i^{th} pixel white.

5.5.2.5 Measurement report

3D crosstalk and luminance component ratio at each angle shall be reported. Table 9 shows an example.

Table 9 – Example of measurement results for 3D crosstalk angular variation

Measuring direction θ_H	3D crosstalk
0	5,0
1	5,2
2	5,8
3	5,6
4	5,2

6 Standard measuring method for integral imaging displays (1-D/2-D)

6.1 General

An integral imaging display is based on the spatial image reproduction method, which optically reproduces an object surface in space so that it features homogeneous image quality with no specific viewing position. It is important to know how homogeneous the image quality is and, therefore, in the measurements of integral imaging displays, the uniformity in space (i.e. angular uniformity and screen uniformity) shall be evaluated.

The most popular structure for the integral imaging display is a combination of a fly-eye lens sheet and a high-resolution display. This document calls it a two-dimensional (2-D) integral imaging display, because the display can produce horizontal and vertical parallaxes. Lately, one-dimensional (1-D) integral imaging displays have been developed. In order to provide only horizontal parallax, a one-dimensional optical sheet like a lenticular sheet or a parallax barrier is adopted in place of the fly-eye lens. The measurement methods in this clause can be applied to 1-D/2-D integral imaging displays.

NOTE 1 Multi-view displays are generally designed so that they create the viewing positions where each stereoscopic image can be observed all over the screen. The position is often called “viewpoint”. Then, Clause 5 describes methods in which the viewpoint is treated as the specific position for measurements (i.e. DVD). For example, in the measurements for screen uniformity, optical characteristics at each point on the screen are measured from the position determined by the DVD and maximum luminance direction.

NOTE 2 The design approach of integral imaging displays is similar to that of conventional 2-D displays because no specific viewing position is supposed and in some measurements for uniformity, the policy of conventional methods for 2-D displays can be applied. However, the binocular characteristics for stereopsis are unknown in integral imaging displays. Current standards only focus on the fundamental characteristics.

6.2 Lobe angle and lobe angle variation on screen

See 5.2.

When the relevant specification requires measurements in the vertical angular direction, the measurement method described in 5.2 shall be applied.

6.3 Luminance, screen luminance uniformity, and angular luminance variation

6.3.1 Luminance and screen luminance uniformity

The measurement method is the same as the one described in 5.3.1.3 except for the measuring direction which has to be perpendicular to the screen.

NOTE The integral imaging display is designed so that the display has uniformity. Therefore, the measuring direction can be perpendicular at each point on the screen.

6.3.2 Angular luminance variation

See 5.3.2.

When the relevant specification requires measurements in the vertical angular direction, the measurement method described in 5.3.2 shall be applied.

6.4 White chromaticity, white chromaticity uniformity on screen, and white chromaticity variation in angle

6.4.1 White chromaticity and white chromaticity uniformity on screen

The measurement method is the same as the one described in 5.4.1.3 except for the measuring direction which has to be perpendicular to the screen.

6.4.2 White chromaticity variation in angle

See 5.4.2.

When the relevant specification requires measurements in the vertical angular direction, the measurement method described in 5.4.2 shall be applied.

Annex A (informative)

Principle of autostereoscopic display

A.1 General

The autostereoscopic display treated in this document is characterized by radial light emission from group pixels on the screen and classified into three types according to how the emission is controlled, i.e. two-view display, multi-view display and integral imaging display. This classification follows recent academic and industrial trends in general. The following sections briefly introduce these three types respectively.

A.2 Two-view display

A two-view display has two kinds of pixel for showing left and right images (1st pixel and 2nd pixel), as shown in Figure A.1. On the screen, an optical component for distributing the light from each pixel into each eye, such as a lens sheet, is attached. Each lenslet of the lens sheet corresponds to each pixel group of 1st and 2nd pixels. The light ray from 1st pixel passing through the corresponding lenslet will generate 1st light rays, while the light ray from 2nd pixel will generate 2nd light rays. When the left part of stereoscopic images is observed by the left eye, and the right part is observed by the right eye, as illustrated in Figure A.2, binocular parallax for depth perception is created.

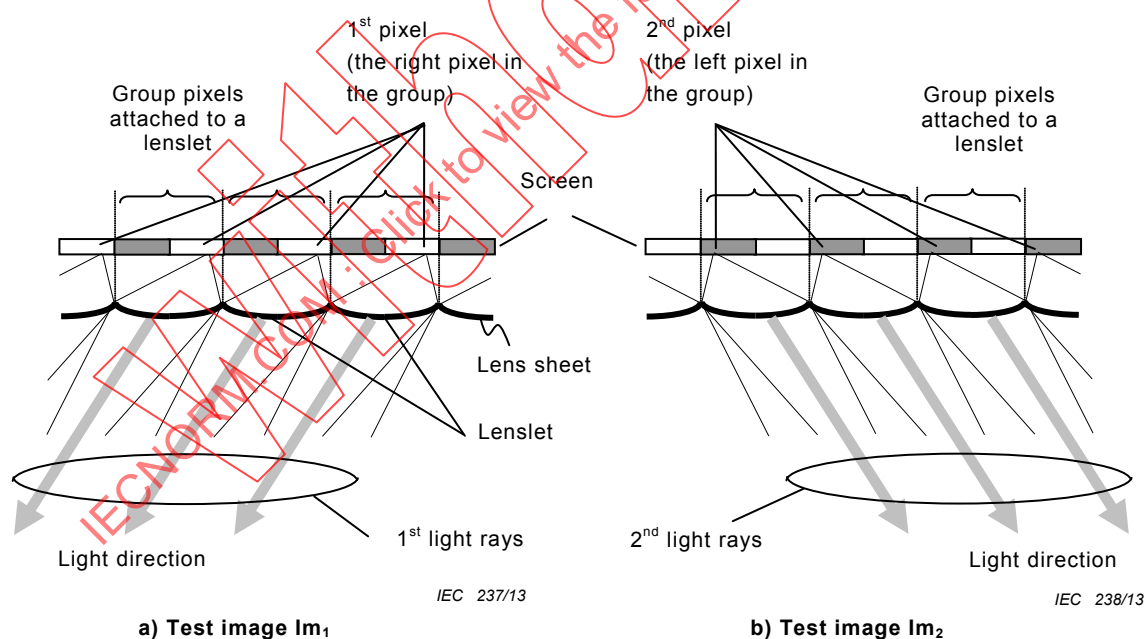


Figure A.1 – Structure of two-view display

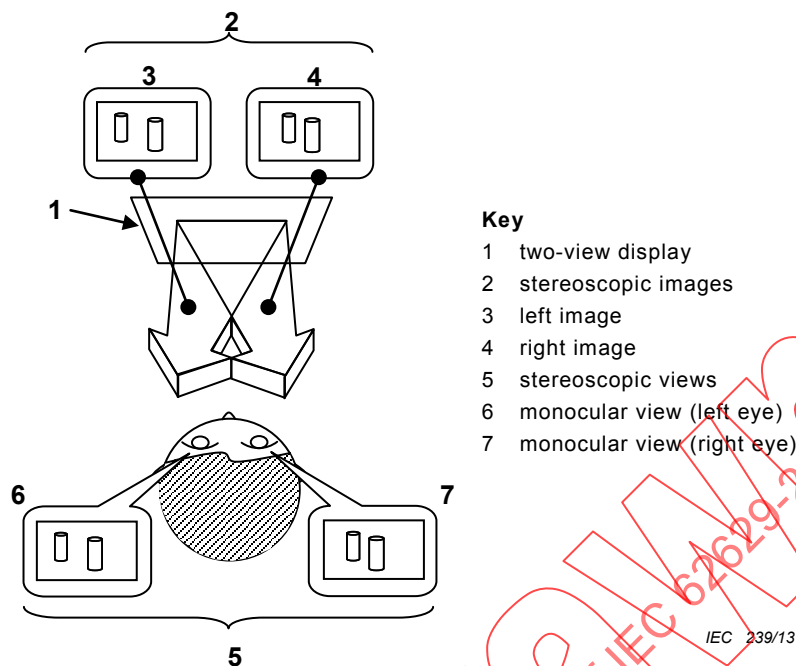


Figure A.2 – Basic principle of two-view display

A.3 Multi-view display

A multi-view display is an autostereoscopic display that creates more than two monocular views with which the stereoscopic images are coupled. Figure A.3 and Figure A.4 show a typical multi-view display whose number of views is four. The number of views is defined as the number of monocular views with which stereoscopic images are coupled. In this case four stereoscopic images (images 1, 2, 3 and 4), are shown. When the left eye sees image 1 and the right eye sees image 2, binocular parallax for depth perception can be created. In addition, when each eye sees the other images, binocular parallax can also be created. This means that motion parallax can be obtained, when the head moves from left to right and vice versa.

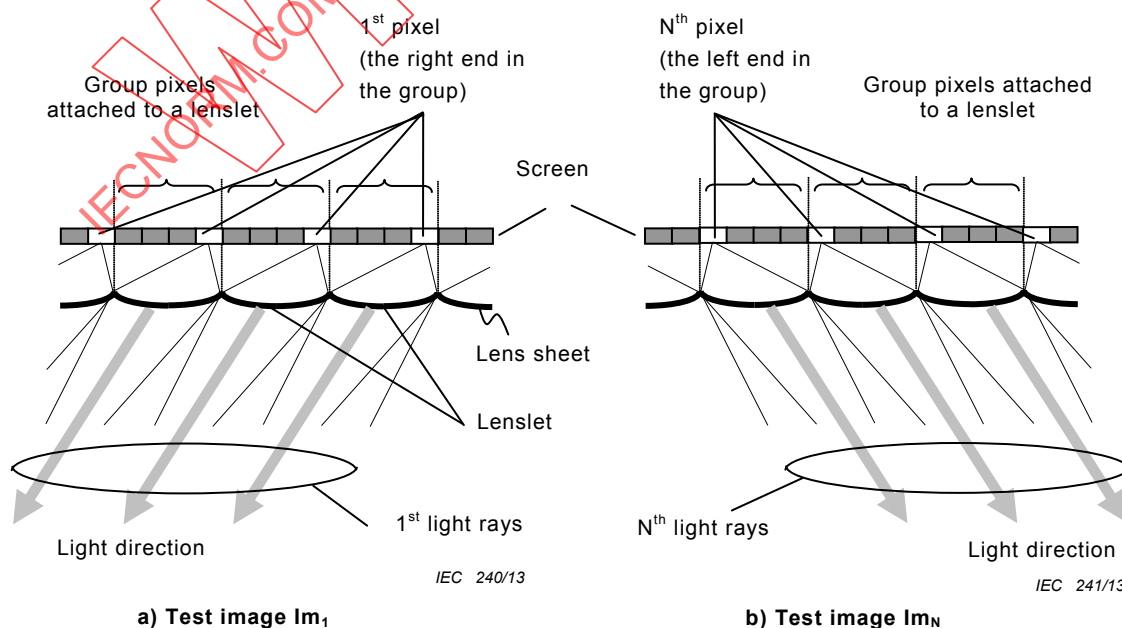
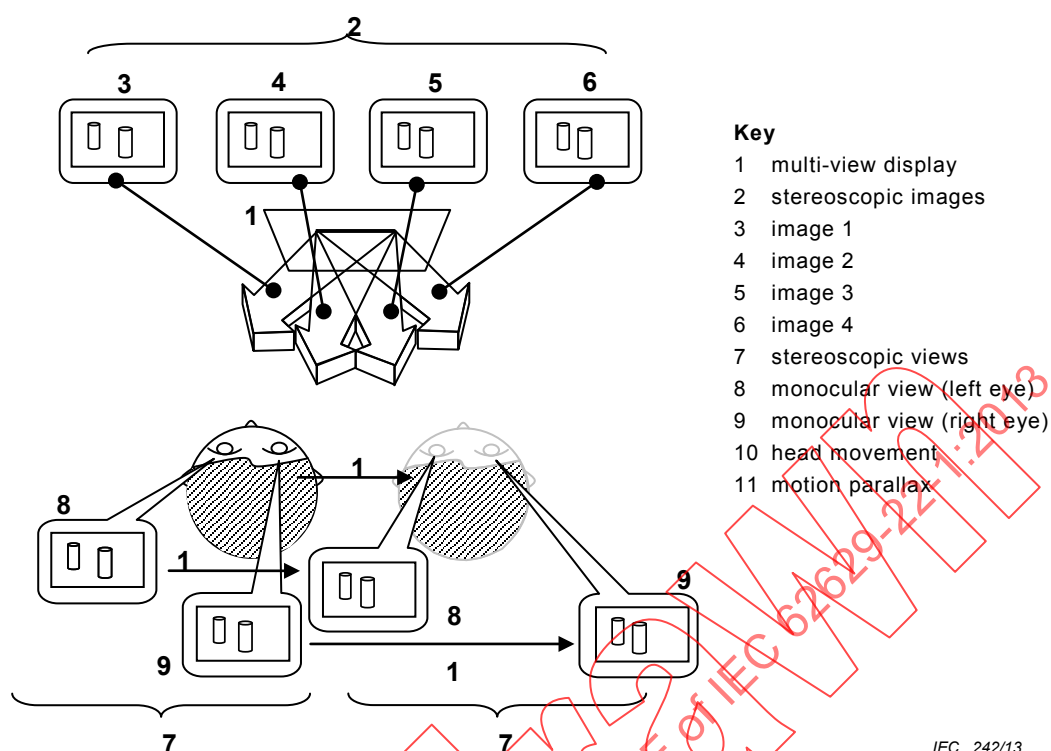


Figure A.3 – Structure of multi-view display

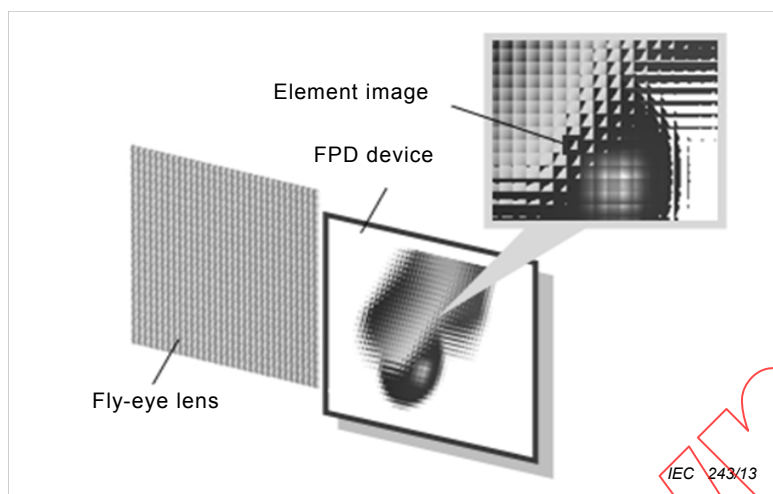


IEC 242/13

Figure A.4 – Basic principle of multi-view display

A.4 Integral imaging display

An integral imaging display is based on the method of spatial image reproduction, which optically reproduces an object surface in space. The integral imaging display simulates the reflected light so that plural observers can see the surface of the displayed object. Therefore, it is necessary that the surface of the real object is optically sampled and that the obtained small images, which are called elemental images, are projected in space. Observers perceive a reproduced object as if it exists in space with binocular or motion parallax. For the sampling and projection shown in Figure A.5, a fly-eye lens – a sheet of two-dimensionally arranged lenslets – is generally used. A lenticular sheet is adopted in place of the fly-eye lens to provide only horizontal parallax.

**Key**

FPD flat panel display

Figure A.5 – Basic principle of integral imaging display

The structure of the integral imaging display is similar to that of the multi-view display. However, the design of an integral display is not based on the premise that there should be a specific viewing position that many light rays concentrate on.

Annex B (informative)

Angular profile of luminance

The following items are suitable for characterizing the angular profile of luminance shown in Figure B.1 and Table B.1.

$L_{\max}(Im_i)$: maximum luminance in the angular profile of i^{th} light ray.

$\theta_{L\max}(Im_i)$: angle of the maximum luminance of i^{th} light ray.

$L_{\min}(Im_i)$: minimum luminance in the angular profile of i^{th} light ray.

FWHM(Im_i): angular range of full width at half maximum in luminance.

FWTQM(Im_i): angular range of full width at 3/4 maximum in luminance.

$\Delta\theta_{L\max}(Im_i, Im_{i+1})$: angular difference between i^{th} and $i+1^{\text{th}}$ light rays.

If the maximum luminance angle is not clear, the center of FWHM is applied.

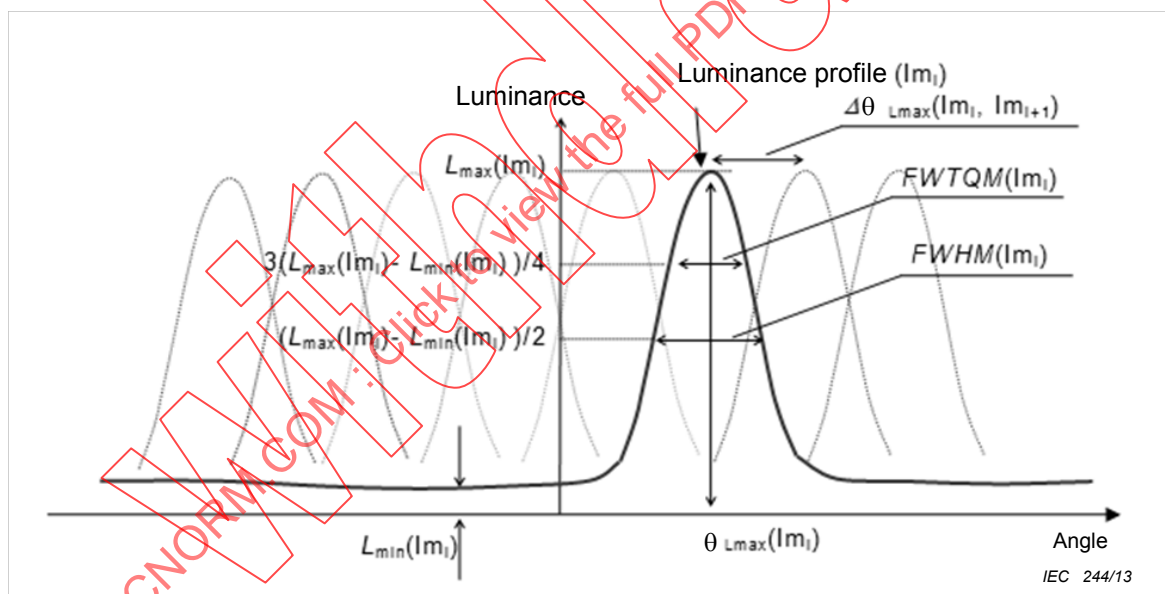


Figure B.1 – Example of angular profile of luminance

Table B.1 – Example of measurement results

Test signal	$L_{\max}(Im_i)$ cd/m ²	$\theta_{L\max}(Im_i)$ degree	$L_{\min}(Im_i)$ cd/m ²	FWHM(Im_i) degree	FWTQM(Im_i) degree	$\Delta\theta_{L\max}(Im_i, Im_{i+1})$ degree
Im_1	110	-12,2	10,2	3,2	1,6	–
Im_2	135	-8,6	8,5	3,5	1,7	3,6
Im_3	120	-4,5	9,4	3,4	1,6	4,1
...						

Bibliography

IEC 61747-6:2004, *Liquid crystal and solid-state display devices – Part 6: Measuring methods for liquid crystal modules – Transmissive type*

IEC 61988-2-1:1999, *Plasma Display Panels – Part 2-1: Measuring methods – Optical and optoelectrical*

IEC 62341-6-1:2009, *Organic Light Emitting Diode (OLED) displays – Part 6-1: Measuring methods of optical and electro-optical parameters*

ISO 9241-302:2008, *Ergonomics of human–system interaction – Part 302: Terminology for electronic visual displays*

ISO 9241-305:2008, *Ergonomics of human–system interaction – Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays*

ISO 9241-306:2008, *Ergonomics of human–system interaction – Part 306: Field assessment methods for electronic visual displays*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-22-1:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes, définitions et abréviations	39
3.1 Termes et définitions	39
3.2 Abréviations	39
4 Conditions de mesure normalisées	40
4.1 Conditions environnementales normalisées	40
4.1.1 Conditions de température, d'humidité et de pression	40
4.1.2 Conditions d'éclairage	40
4.2 Appareil de mesure de la lumière	40
4.2.1 Généralités	40
4.2.2 Taille d'ouverture	41
4.3 Montage de mesure	41
4.3.1 Distance d'observation prévue	41
4.3.2 Surface de mesure	42
4.3.3 Présentation de la mesure	42
4.4 Signal d'essai	44
4.5 Points de mesure normalisés	45
5 Méthode de mesure pour des écrans à deux fenêtres/multifenêtre	46
5.1 Direction de luminance maximale	46
5.1.1 Généralités	46
5.1.2 Appareillage de mesure	46
5.1.3 Conditions de mesure	47
5.1.4 Mode opératoire	47
5.1.5 Rapport de mesure	47
5.2 Angle de lobe et variation de l'angle de lobe sur l'écran	48
5.2.1 Généralités	48
5.2.2 Appareillage de mesure	48
5.2.3 Conditions de mesure	48
5.2.4 Mode opératoire	48
5.2.5 Rapport de mesure	48
5.3 Luminance, uniformité de luminance de l'écran et variation angulaire de luminance	49
5.3.1 Luminance et uniformité de luminance de l'écran	49
5.3.2 Variation angulaire de luminance	51
5.4 Chromaticité blanche, uniformité de chromaticité blanche à l'écran et variation angulaire de la chromaticité blanche	52
5.4.1 Chromaticité blanche et uniformité de chromaticité blanche à l'écran	52
5.4.2 Variation angulaire de la chromaticité blanche	53
5.5 Diaphonie 3D (rapport des composantes de luminance), variation diaphonique 3D sur l'écran et variation diaphonique 3D angulaire	55
5.5.1 Diaphonie 3D (rapport des composantes de luminance) et variation diaphonique 3D sur l'écran	55
5.5.2 Variation diaphonique 3D angulaire	57
6 Méthode de mesure normalisée pour les écrans d'imagerie intégrale (1-D/2-D)	58
6.1 Généralités	58

6.2	Angle de lobe et variation de l'angle de lobe sur l'écran	59
6.3	Luminance, uniformité de luminance de l'écran et variation angulaire de luminance.....	59
6.3.1	Luminance et uniformité de luminance de l'écran.....	59
6.3.2	Variation angulaire de luminance.....	59
6.4	Chromaticité blanche, uniformité de chromaticité blanche à l'écran et variation angulaire de la chromaticité blanche	59
6.4.1	Chromaticité blanche et uniformité de chromaticité blanche à l'écran	59
6.4.2	Variation angulaire de la chromaticité blanche.....	59
Annexe A (informative)	Principe de l'écran autostéréoscopique	61
Annexe B (informative)	Profil angulaire de luminance	65
Bibliographie.....		66
Figure 1 – Système de mesure		41
Figure 2 – Présentation de la mesure du point central		42
Figure 3 – Présentation de la mesure à plusieurs points (vue latérale).....		43
Figure 4 – Autre présentation de la mesure à plusieurs points (vue latérale).....		43
Figure 5 – Présentation de la mesure de la dépendance à la direction de visée horizontale.....		44
Figure 6 – Présentation de la mesure de la dépendance à la direction de visée verticale.....		44
Figure 7 – Deux exemples de relation entre le pixel et la petite lentille dans un affichage multifenêtre (le nombre de vues est N)		45
Figure 8 – Mesures du point central et à plusieurs points.....		46
Figure 9 – Exemple de points de mesure n par m		46
Figure 10 – Exemple de résultats de mesure du profil angulaire de luminance		47
Figure 11 – Exemple de mesure de l'angle de lobe		49
Figure 12 – Exemple de variation diaphonique 3D sur l'écran		55
Figure 13 – Exemple d'images obtenues sur un écran multifenêtre		56
Figure 14 – Acquisition de données de luminance spatiale (gauche) et exemple de graphique de diaphonie spatiale calculée (droite)		57
Figure A.1 – Structure de l'écran à deux fenêtrés		61
Figure A.2 – Principe de base de l'écran à deux fenêtrés.....		62
Figure A.3 – Structure de l'écran multifenêtre		62
Figure A.4 – Principe de base de l'écran multifenêtre		63
Figure A.5 – Principe de base de l'écran d'imagerie intégrale		64
Figure B.1 – Exemple de profil angulaire de luminance		65
Tableau 1 – Exemple de spécification signalée du LMD à deux dimensions		41
Tableau 2 – Exemple de résultats de mesure de la direction de luminance maximale		48
Tableau 3 – Exemple de résultats de mesure de variation de l'angle de lobe sur l'écran		49
Tableau 4 – Exemple de résultats de mesure de luminance et de non-uniformité de luminance de l'écran		50
Tableau 5 – Exemple de résultats de mesure de la variation angulaire de luminance		52
Tableau 6 – Exemple de résultats de mesure de la chromaticité blanche et de l'uniformité de chromaticité blanche à l'écran.....		53

Tableau 7 – Exemple de résultats de mesure de la variation angulaire de la chromaticité blanche	55
Tableau 8 – Exemple de résultats de mesure de variation diaphonique 3D à l'écran	57
Tableau 9 – Exemple de résultats de mesure de variation diaphonique 3D angulaire	58
Tableau B.1 – Exemple de résultats de mesure	65

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-22-1:2013

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'AFFICHAGE 3D –

Partie 22-1: Méthodes de mesure des écrans autostéréoscopiques –
Optique

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62629-22-1 a été établie par le comité d'études 110 de la CEI: Dispositifs d'affichage électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
110/428/FDIS	110/455/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62629, présentées sous le titre général *Dispositifs d'affichage 3D*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-22-1:2013

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE 3D –

Partie 22-1: Méthodes de mesure des écrans autostéréoscopiques – Optique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62629-22 spécifie les méthodes de mesure optique des dispositifs d’affichage autostéréoscopiques. Elle définit les procédures générales de mesure des caractéristiques optiques des écrans à deux fenêtres, multifenêtre et d’imagerie intégrale.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l’édition citée s’applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s’applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62629-1-2, *Dispositifs d’affichage 3D – Partie 1-2: Généralités – Terminologie et symboles littéraux*¹

CIE 15:2004, *Colorimétrie*, 3ème Édition

CIE 69:1987, *Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 62629-1-2 s’appliquent.

3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s’appliquent.

Abréviation	Définition en anglais	Définition en français
CCD	charge-coupled device	dispositif à couplage de charge
DVD	designed viewing distance	distance d’observation prévue
FWHM	full width half maximum	largeur à mi-crête (d’une caractéristique) / étendue à mi-crête
FWTQM	full width at three-quarter maximum	largeur à trois-quarts crête
LMD	light measuring device	appareil de mesure de la lumière

¹ A paraître.

4 Conditions de mesure normalisées

4.1 Conditions environnementales normalisées

4.1.1 Conditions de température, d'humidité et de pression

Les conditions environnementales normalisées doivent être appliquées pour mesurer des dispositifs d'affichage autostéréoscopiques.

Les conditions environnementales normalisées relatives aux mesures des dispositifs d'affichage autostéréoscopiques sont de $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pour la température, de 45 % à 75 % pour l'humidité relative et de 86 kPa à 106 kPa pour la pression.

4.1.2 Conditions d'éclairage

Les conditions de chambre noire normalisée doivent être appliquées.

Dans les conditions de chambre noire normalisée, l'éclairement lumineux à n'importe quelle position sur l'écran (l'écran du dispositif d'affichage) est inférieur à 0,3 lx dans toutes les directions.

NOTE L'éclairement lumineux est mesuré sans l'écran mesuré ou selon des conditions dans lesquelles l'écran est éteint.

4.2 Appareil de mesure de la lumière

4.2.1 Généralités

Le LMD utilisé pour mesurer les écrans doit être vérifié en fonction des critères suivants et spécifié en conséquence:

- la taille d'ouverture (fonction fenêtre du LMD) (voir 4.2.2);
- la sensibilité de la grandeur mesurée;
- les erreurs générées par l'éblouissement par réflexion et le reflet parasite (c'est-à-dire la lumière parasite du système optique);
- la temporisation de l'acquisition de données, le filtrage passe-bas et les effets de crénelage;
- la linéarité de la détection et de la conversion de données;
- la résolution et le moiré dans l'utilisation de LMD à deux dimensions.

Un LMD de mesure en un point, tel qu'un luminancemètre à faisceau, ou un LMD à deux dimensions tel qu'un capteur CCD, doit être utilisé dans le cadre de ces mesures. Un LMD de type conoscopique peut être utilisé pour certaines mesures. Si un LMD à deux dimensions et/ou un LMD de type conoscopique sont utilisés, ils doivent être étalonnés de sorte que les résultats de mesure correspondent à ceux du LMD de mesure en un point. La spécification du LMD utilisé doit être signalée dans le rapport comme illustré dans l'exemple du Tableau 1.

NOTE 1 Le LMD de mesure en un point mesure la luminance et/ou les coordonnées de couleur à chaque point de mesure sur l'écran. Un LMD à deux dimensions mesure la carte de luminance et/ou les coordonnées de couleur sur toute la surface de mesure de l'écran. Un LMD de type conoscopique mesure les caractéristiques directionnelles de la luminance et/ou les coordonnées de couleur de chaque point de mesure sur l'écran.

NOTE 2 En règle générale, la sensibilité d'un LMD de mesure en un point est plus importante que celle d'un LMD à deux dimensions. Un LMD à deux dimensions mesure l'uniformité de la surface de mesure plus aisément qu'un LMD de mesure en un point.

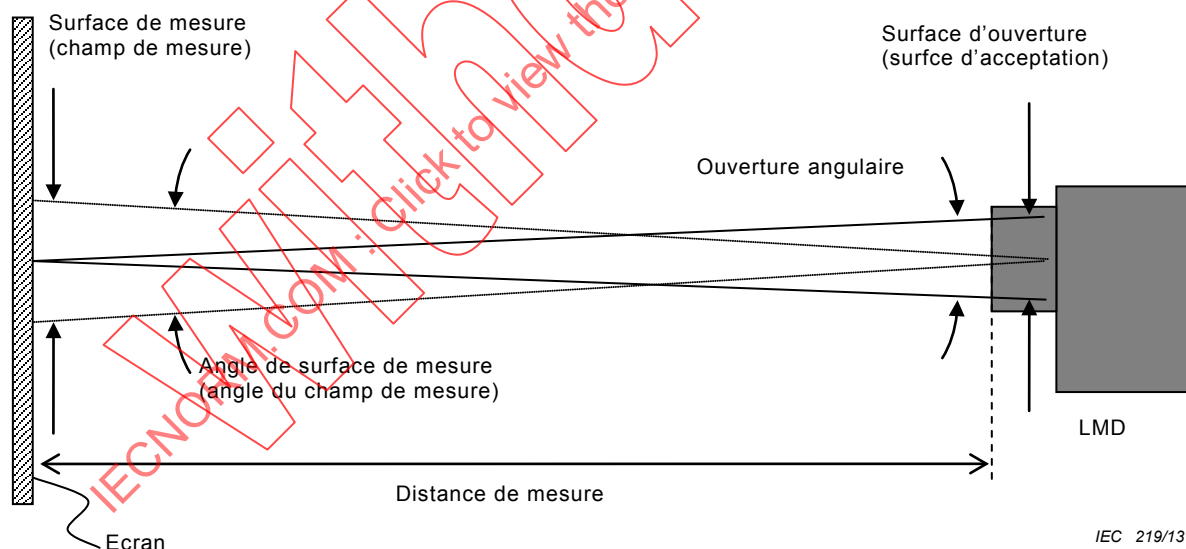
Tableau 1 – Exemple de spécification signalée du LMD à deux dimensions

Résolution CCD	4 096 × 2 048	
Plage dynamique CCD A/N	Plus de 12 bits = 4 096 niveaux d'échelle de gris	
Intervalle de longueur d'onde	380 nm à 780 nm	
Exactitude du système	Variation de luminance	± 3 %
	Coordonnées trichromatiques CIE 1931 (x, y)	± 0 003
Filtres colorimétriques	Fonctions colorimétriques CIE 1931 pour un observateur 2°	

4.2.2 Taille d'ouverture

La taille d'ouverture (pupille d'entrée, voir CIE 69) d'un LMD, y compris un LMD de mesure en un point et un LMD à deux dimensions (inférieure à la taille de l'objectif du LMD), doit être inférieure ou égale à 8 mm. Si un LMD dont l'ouverture est plus importante est utilisé, les résultats de la mesure doivent être vérifiés de sorte qu'ils soient équivalents à ceux du LMD dont l'ouverture est plus petite. La taille d'ouverture doit être consignée par le fournisseur (le fabricant du dispositif d'affichage 3D) dans la spécification correspondante.

NOTE Dans les mesures des écrans autostéréoscopiques, la taille d'ouverture du LMD affecte de manière significative les résultats de la mesure. La taille d'ouverture du LMD est donc définie dans le présent document. Une taille d'ouverture équivalente à celle d'une pupille est idéale pour les mesures (diaphonie, par exemple), une ouverture plus petite diminuant toutefois la sensibilité. Une ouverture de 8 mm est suffisamment petite pour procéder à la mesure et suffisamment importante pour la sensibilité. La valeur exacte de la taille d'ouverture du LMD utilisé est indiquée par le fournisseur. La relation entre la taille d'ouverture, la taille de la surface de mesure et la distance de mesure est illustrée à la Figure 1 et expliquée en 4.3. Si un LMD à ouverture plus large est utilisé, la distance de mesure est augmentée tant que la modification de cette dernière n'affecte pas les résultats de la mesure.

**Figure 1 – Système de mesure**

4.3 Montage de mesure

4.3.1 Distance d'observation prévue

Une DVD doit être définie par le fournisseur dans la spécification correspondante. La DVD est la distance permettant de réaliser des observations stéréoscopiques correctes et/ou de mesurer avec exactitude les caractéristiques d'un écran autostéréoscopique.

Pour les mesures, la distance d'observation prévue doit être appliquée comme étant la distance de mesure. La distance de mesure doit être fixe lors de la mesure des éléments à

évaluer. Une seule distance d'observation prévue doit être définie et appliquée à un dispositif d'affichage autostéréoscopique.

4.3.2 Surface de mesure

Le LMD doit être configuré selon un angle de la surface de mesure correct (angle du champ de mesure, voir Figure 1) inférieur ou égal à 2 degrés, et doit présenter une surface de mesure d'au moins 500 pixels dont le diamètre représente moins de 10 % de la hauteur de l'écran. Cette surface revient à inclure une surface de mesure circulaire d'au moins 26 lignes de diamètre si l'écran comporte un pixel carré composé de 3 sous-pixels. Si les conditions ci-dessus ne peuvent pas être appliquées, la surface de mesure appliquée doit inclure autant de pixels que possible. Les conditions de mesure appliquées doivent être consignées dans le rapport.

NOTE Selon les informations données par le fournisseur, le nombre de vues et l'angle de lobe, par exemple, l'angle du champ de mesure, l'angle d'ouverture et la distance de mesure sont déterminés. L'angle d'ouverture est petit, de manière à pouvoir mesurer précisément le profil angulaire de luminance. En règle générale, plus le nombre de vues augmente, plus l'angle d'ouverture requis est petit. En théorie, si une ouverture plus petite est appliquée, un angle de champ plus petit est souhaitable. De plus, certains écrans autostéréoscopiques sont conçus pour répartir de manière différente les rayons lumineux afin d'améliorer l'observation 3D. En considérant ces points, l'angle du champ est déterminé. La plage des distances de mesure est choisie en fonction de la taille de l'ouverture et du champ de mesure. La distance de mesure et l'angle du champ sont ajustés afin d'obtenir une zone d'observation supérieure à 500 pixels, dont le diamètre est inférieur à 10 % de la hauteur de l'écran s'il s'avère difficile de configurer l'angle du champ ci-dessus.

4.3.3 Présentation de la mesure

4.3.3.1 Mesure du point central

La présentation de la mesure du point central est illustrée à la Figure 2. L'ouverture du LMD doit être définie à la distance d'observation prévue.

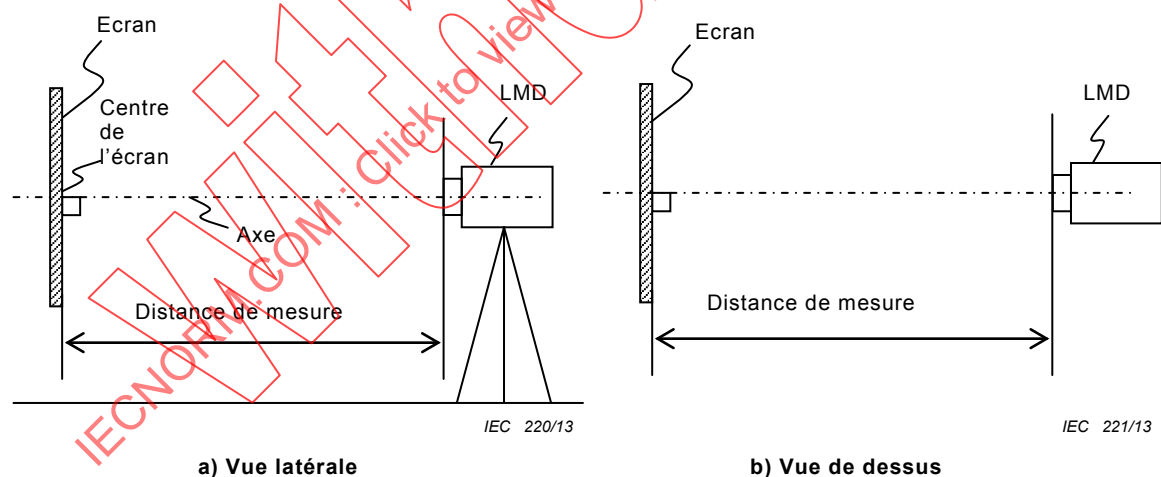
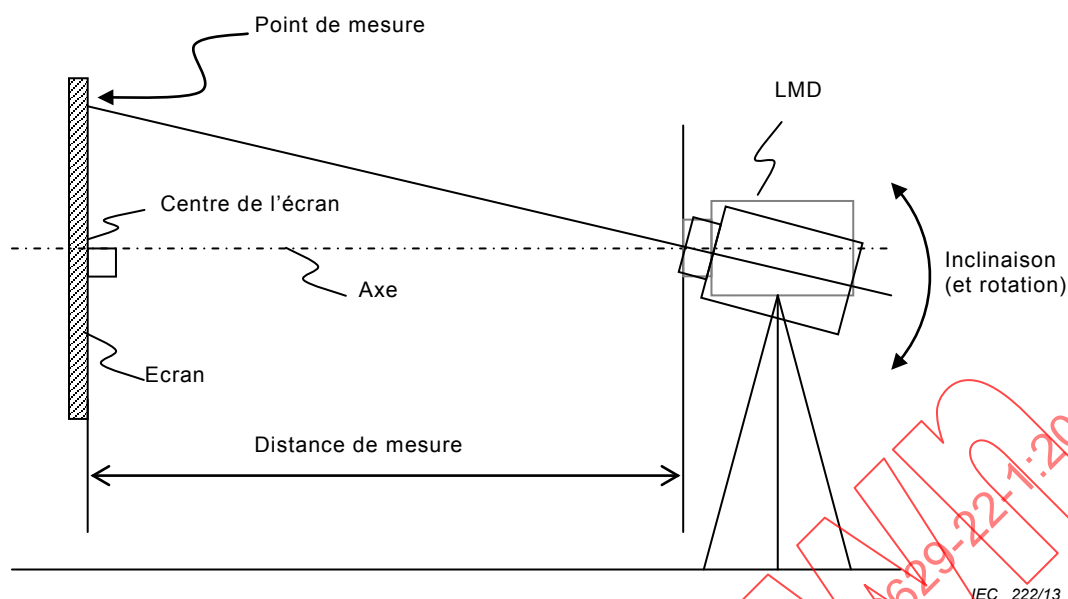


Figure 2 – Présentation de la mesure du point central

4.3.3.2 Mesure à plusieurs points

La présentation de la mesure à plusieurs points est illustrée à la Figure 3. Si une mesure à plusieurs points est réalisée à l'aide du LMD à deux dimensions, la présentation de la mesure de la Figure 2 doit être appliquée. Dans ce cas, le résultat de la mesure doit être confirmé comme étant identique à celui de la mesure à plusieurs points de la Figure 3.



NOTE Une présentation analogue est appliquée à la mesure avec rotation.

Figure 3 – Présentation de la mesure à plusieurs points (vue latérale)

La présentation de la mesure à la Figure 4 peut également être appliquée à certains éléments de mesure. Cette présentation est adaptée à certains éléments de mesure, où l'écran ne dépend pas totalement des positions du LMD (c'est-à-dire l'écran d'imagerie intégrale). La présentation utilisée pour la mesure doit être consignée dans le rapport. Si une présentation de mesure différente est utilisée, cela doit être consigné dans le rapport.

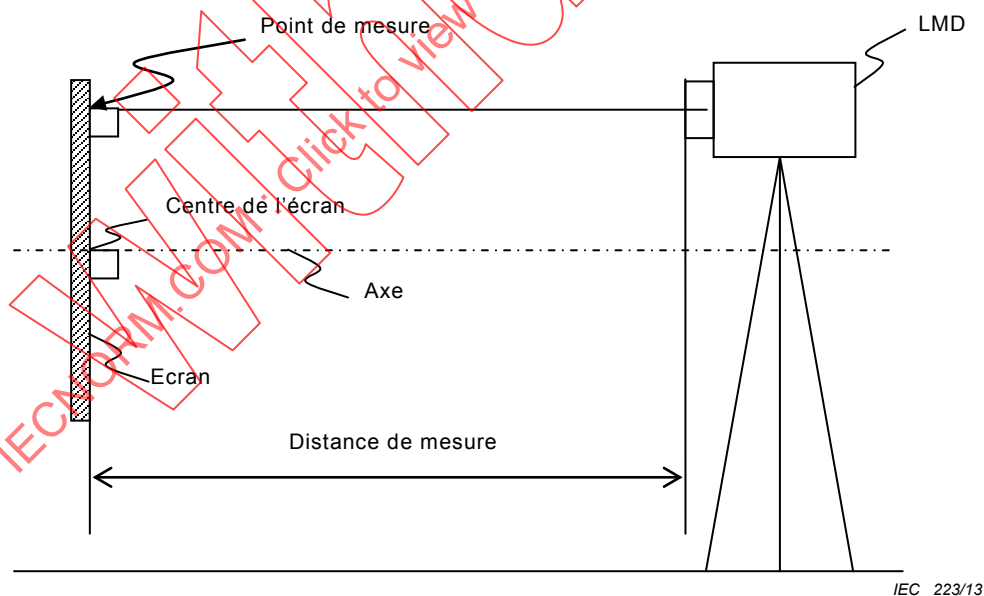


Figure 4 – Autre présentation de la mesure à plusieurs points (vue latérale)

4.3.3.3 Mesure de la dépendance à la direction de visée

Pour mesurer la dépendance à la direction de visée, les caractéristiques au centre de l'écran sont mesurées dans les directions de visée verticales ou horizontales définies dans chaque méthode de mesure ou spécification correspondante (voir Figure 5 et Figure 6). Au lieu de déplacer le LMD, l'écran autostéréoscopique peut être incliné verticalement ou tourné horizontalement afin d'être mesuré tel qu'illustré à la Figure 5 b) et à la Figure 6 b). Les

gammas d'écart angulaire de mesure horizontale et verticale et le pas doivent être définis par le fournisseur dans la spécification correspondante, et doivent être consignés dans le rapport.

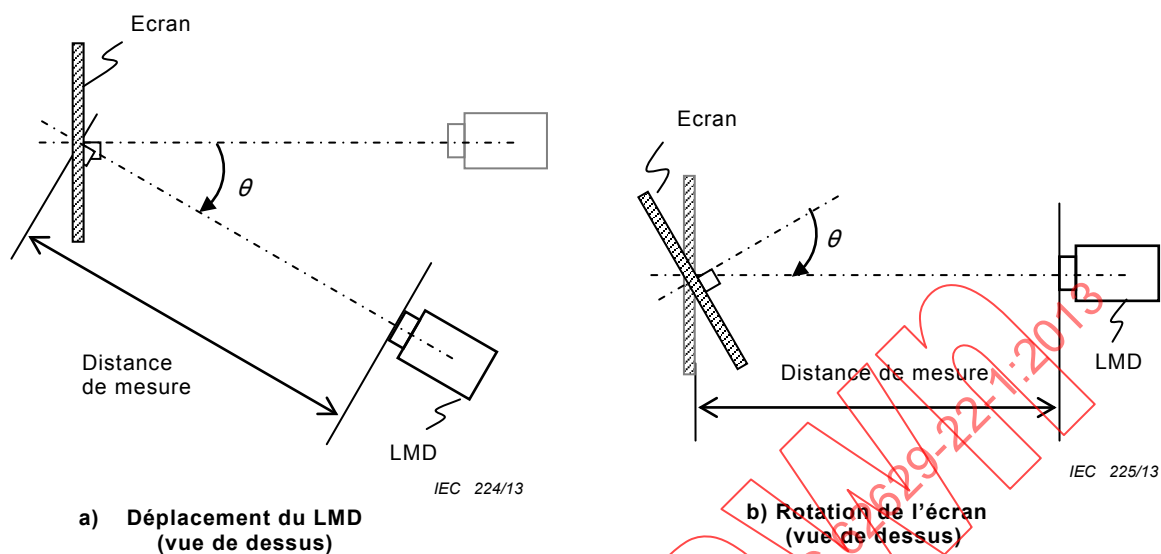


Figure 5 – Présentation de la mesure de la dépendance à la direction de visée horizontale

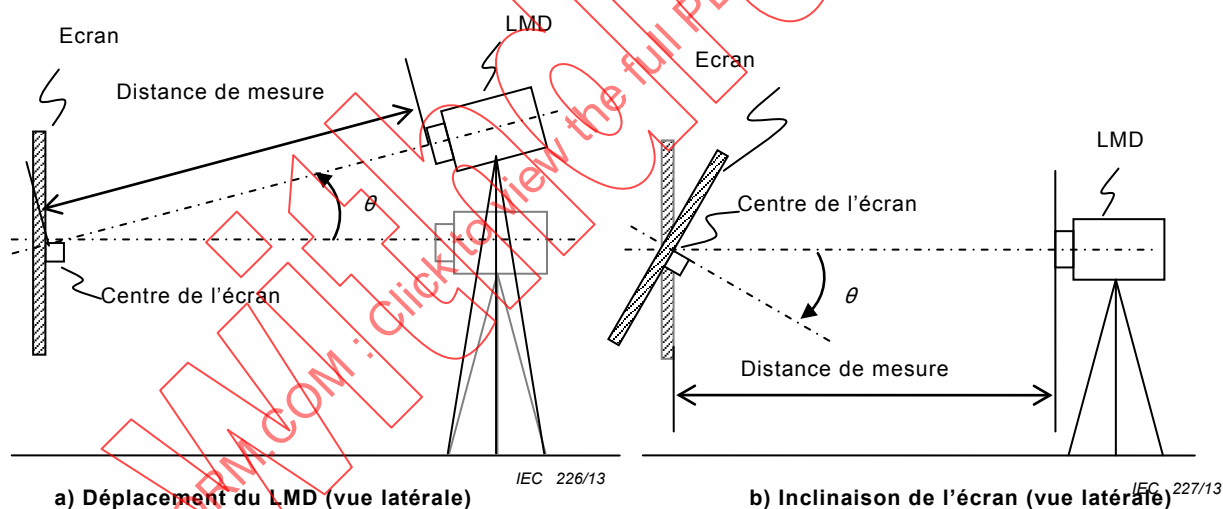


Figure 6 – Présentation de la mesure de la dépendance à la direction de visée verticale

4.4 Signal d'essai

Un signal de pixel blanc, un signal de pixel noir et un $i^{\text{ème}}$ signal de pixel blanc sont définis ci-dessous:

- a) $Im_{\text{tout blanc}}$: signal de pixel blanc (à 100 %) ou pixel blanc

NOTE 1 Le signal de pixel blanc indique que tous les pixels de l'écran sont activés par l'entrée de niveau 100 %.

- b) $Im_{\text{tout noir}}$: signal de pixel noir (à 0 %) ou pixel noir

NOTE 2 Le signal de pixel noir indique que tous les pixels de l'écran sont supprimés par l'entrée de niveau 0 %.

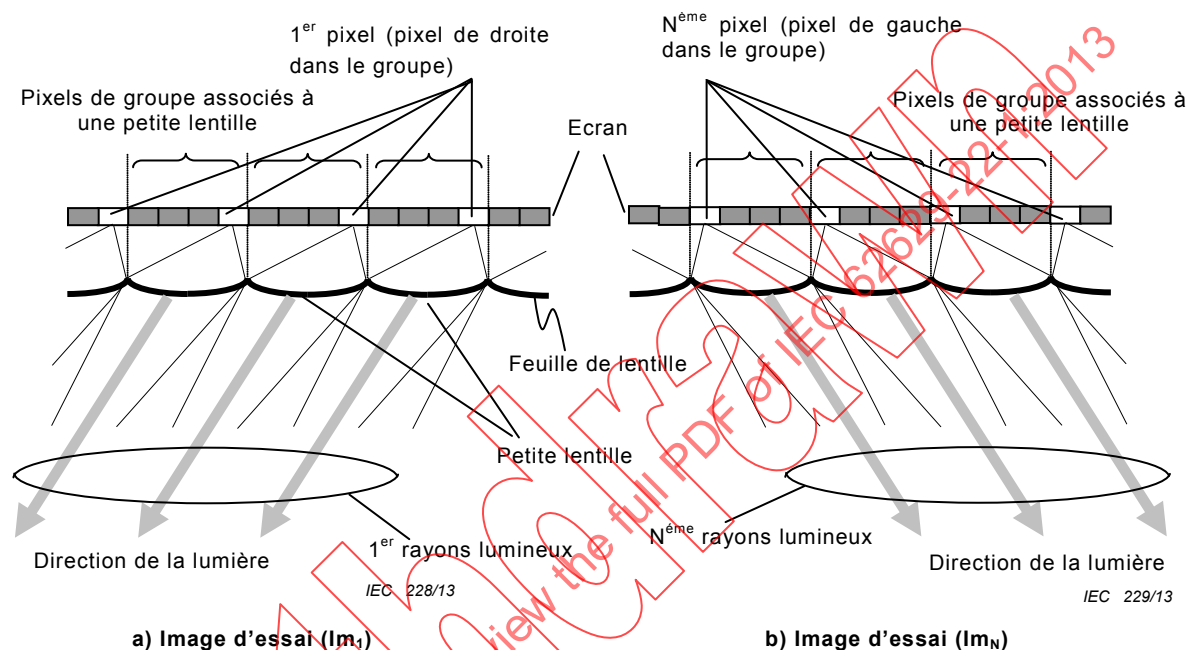
- c) Im_i : $i^{\text{ème}}$ signal de pixel blanc (à 100 %), l'autre pixel étant noirci ou $i^{\text{ème}}$ pixel blanc, où i est compris entre 1 et N (voir Figure 7). N est le nombre de vues (multifenêtre). Pour une

utilisation provisoire, $i^{\text{ème}}$ signal blanc de rayon lumineux (à 100 %), les autres rayons lumineux étant noircis ou $i^{\text{ème}}$ rayon lumineux blanc peuvent être utilisés.

NOTE 3 $i^{\text{ème}}$ signal de pixel blanc indique que seuls les $i^{\text{ème}}$ pixels du groupe sont activés par l'entrée de niveau 100 %.

NOTE 4 Le rayon lumineux est présenté à l'Annexe A.

Les détails des signaux du $i^{\text{ème}}$ signal de pixel blanc ou les détails des pixels et de la petite lentille (voir Figure 7) doivent être décrits par le fournisseur dans la spécification correspondante.



Légende □ : pixel à 100 %, ■ : pixel à 0 %, Im1 et ImN sont les premier et $N^{\text{ème}}$ signaux de pixel blanc

NOTE Comme indiqué en a), tous les pixels à droite du groupe (tous les premiers pixels) sont à 100 %. Il en est de même, comme indiqué en b), pour tous les pixels à gauche du groupe (tous les $N^{\text{ème}}$ pixels).

Figure 7 – Deux exemples de relation entre le pixel et la petite lentille dans un affichage multifenêtre (le nombre de vues est N)

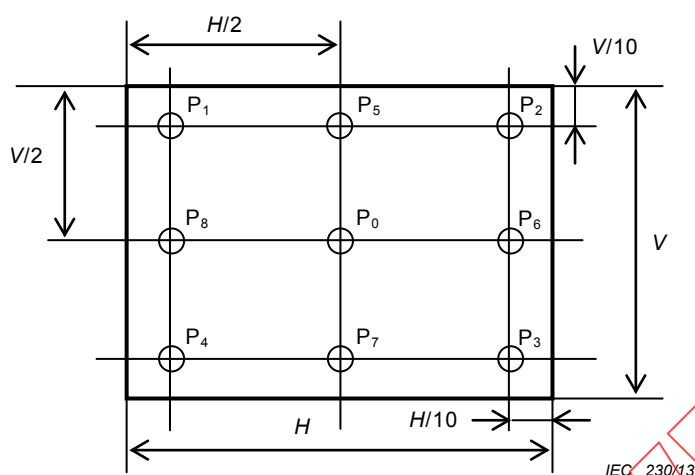
4.5 Points de mesure normalisés

Les mesures du point central (à un point) et à plusieurs points (trois points, cinq points ou neuf points) sont appliquées. Les points des mesures sont présentés à la Figure 8. Le point de la mesure à un point est appelé P_0 . Pour les mesures à plusieurs points, les trois points sont P_0 , P_6 et P_8 . Les cinq et neuf points sont respectivement compris entre P_0 et P_4 et entre P_0 et P_8 .

Les points n par m de la variation diaphonique 3D sur l'écran sont présentés à la Figure 9. Le nombre appliqué de points de mesure (n par m) doit être défini par le fournisseur dans la spécification correspondante.

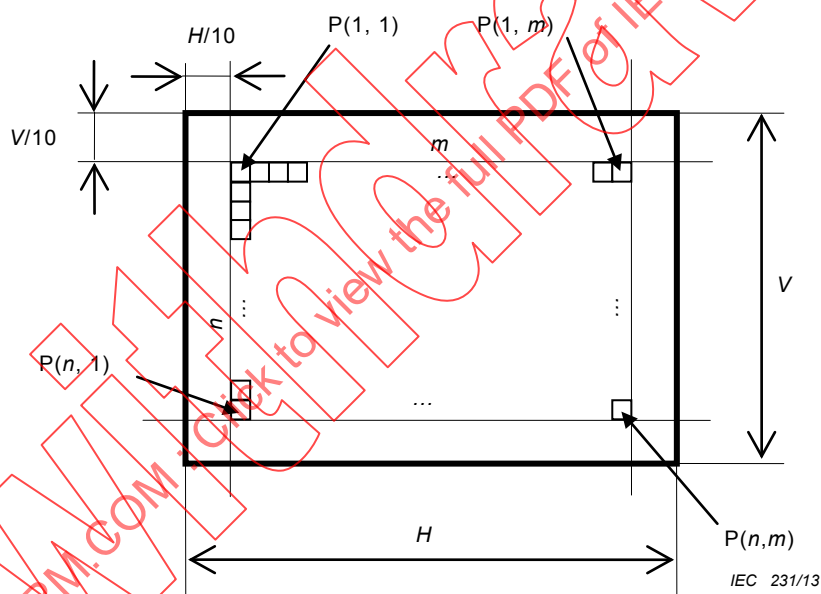
Les points de mesure appliqués sont définis dans chaque élément de mesure. Si d'autres points de mesure sont appliqués, ils doivent être définis par le fournisseur dans la spécification correspondante.

NOTE Une mesure en un point est réalisée afin d'obtenir les caractéristiques classiques au centre de l'écran. D'autres mesures sont réalisées pour obtenir les écarts, les moyennes et les uniformités.



Légende: V est la largeur du côté court de l'écran (en général, la hauteur de l'écran). H est la largeur du côté long de l'écran (en général, la largeur de l'écran). P_0 , P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , P_6 , P_7 et P_8 présentent les points de mesure.

Figure 8 – Mesures du point central et à plusieurs points



Légende: V est la largeur du côté court de l'écran (en général, la hauteur de l'écran). H est la largeur du côté long de l'écran (en général, la largeur de l'écran). $P(a,b)$, où $a = 1$ à n et $b = 1$ à m illustre les points de mesure.

Figure 9 – Exemple de points de mesure n par m

5 Méthode de mesure pour des écrans à deux fenêtres/multifenêtre

5.1 Direction de luminance maximale

5.1.1 Généralités

Il s'agit de mesurer le profil angulaire de luminance et d'obtenir une direction de luminance maximale. La direction de luminance maximale est calculée comme étant une position angulaire dans laquelle la luminance est la plus élevée du profil angulaire de luminance.

5.1.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.1.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: $i^{\text{ème}}$ pixel blanc (voir 4.4);
- b) point de mesure: point central (voir Figure 2);
- c) gamme d'écart angulaire de mesure: le fournisseur précise la gamme d'écart angulaire de mesure et la résolution (voir Figure 5);
- d) distance de mesure: distance d'observation prévue (voir 4.3.1).

5.1.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer le signal d'essai Im_1 ;
- b) mesurer le profil angulaire de luminance à chaque angle sélectionné, puis enregistrer les valeurs de luminance;
- c) modifier le signal d'essai, puis répéter b) tant que tous les essais (signaux d'essai Im_1 à Im_N) ne sont pas réalisés.

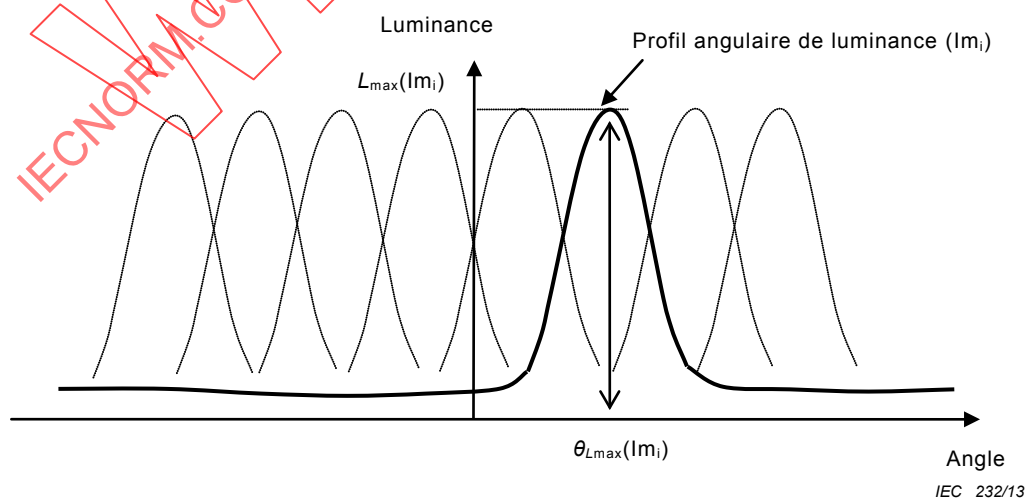
5.1.5 Rapport de mesure

Le rapport de mesure suivant doit être rédigé:

- a) tracer les profils angulaires de luminance illustrés à la Figure 10;
- b) reporter la position angulaire de chaque luminance maximale $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$ dans un tableau. Le Tableau 2 présente un exemple.

La position angulaire de chaque luminance maximale $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$ est l'angle de chaque valeur maximum du pic le plus proche de la perpendiculaire de l'écran.

Si le profil angulaire de luminance ne présente aucun pic évident, le centre de FWHM (largeur à mi-crête) peut être appliqué (voir Annexe B).



Légende

$L_{\max}(Im_i)$: luminance maximale du profil angulaire de luminance (Im_i) $\theta_{L_{\max}}(Im_i)$: position angulaire de $L_{\max}(Im_i)$

Figure 10 – Exemple de résultats de mesure du profil angulaire de luminance

Tableau 2 – Exemple de résultats de mesure de la direction de luminance maximale

Signal d'essai	$\theta_{L,max}(Im_i)$ degré
Im_1	-12,2
Im_2	-8,6
Im_3	-4,5

5.2 Angle de lobe et variation de l'angle de lobe sur l'écran

5.2.1 Généralités

Cette mesure a pour objet de mesurer l'angle de lobe et sa variation sur l'écran.

NOTE 1 En règle générale, les écrans autostéréoscopiques forment le groupe de pixels correspondant à chaque lentille/fente. Les rayons lumineux provenant de chaque groupe de pixels forment un lobe. Lorsque les rayons lumineux traversent la lentille/fente correspondante, ils forment le lobe principal, ou des lobes latéraux dans les autres cas. A la limite des lobes est perçue une pseudostéréoscopie ou une rupture d'image. Un angle de lobe plus large peut réduire ces phénomènes.

NOTE 2 Dans le présent document, le terme "lobe" signifie le bouquet de rayons lumineux émis par chaque groupe de pixels traversant la lentille/fente correspondante. Toutefois, noter que ce terme est parfois utilisé dans des sens différents.

5.2.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.2.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: le 1^{er} pixel blanc et le N^{ème} pixel blanc sont appliqués (voir 4.4);
- b) points de mesure: les mesures à plusieurs points sont appliquées (voir Figure 8). Le nombre appliqué de points de mesure (neuf points) doit être consigné dans le rapport. Trois points de mesure peuvent être utilisés, si ce nombre est suffisant pour la caractérisation;
- c) directions de mesure: le fournisseur précise les directions de mesure.
- d) distance de mesure: distance d'observation prévue (voir 4.3.1).

5.2.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer les signaux d'essai pour Im_1 ;
- b) mesurer le profil angulaire de luminance à chaque angle sélectionné, à chaque point sélectionné, puis enregistrer les valeurs de luminance;
- c) remplacer le signal d'essai par Im_N , puis répéter b).

5.2.5 Rapport de mesure

Le rapport de mesure suivant doit être rédigé:

- a) sur chaque point de mesure, tracer les profils angulaires de luminance;

- b) rechercher les angles de luminance maximale $\theta_{aLmax}(Im_1)$ et $\theta_{aLmax}(Im_N)$ des profils Im_1 et Im_N pour chaque point de mesure P_a (voir Figure 10), puis calculer l'angle de lobe θ_{aLA} (voir Figure 11)

$$\theta_{aLA} = |\theta_{aLmax}(Im_1) - \theta_{aLmax}(Im_N)|$$

où

$\theta_{aLmax}(Im_i)$ est l'angle de luminance maximale de Im_i du i^{th} rayon au point de mesure P_a ;

- c) reporter les angles dans un tableau. Le Tableau 3 présente un exemple.

NOTE Cette mesure peut être appliquée à un lobe principal, mais également à des lobes latéraux.

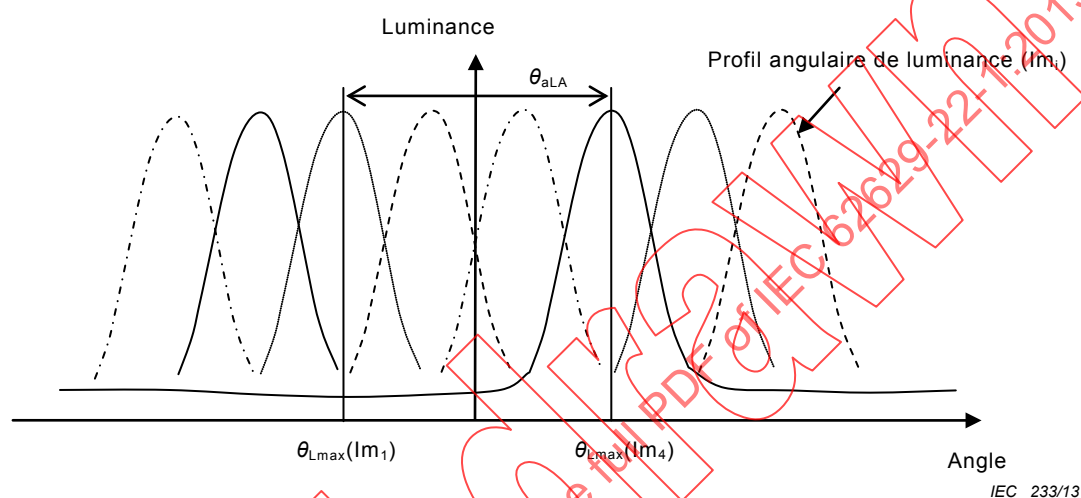


Figure 11 – Exemple de mesure de l'angle de lobe

Tableau 3 – Exemple de résultats de mesure de variation de l'angle de lobe sur l'écran

Point de mesure	$\theta_{aLmax}(Im_1)$	$\theta_{aLmax}(Im_N)$	θ_{aLA}
P_0	-15,2	15,4	30,6
P_1	-15,3	15,2	30,5
P_2	-15,0	15,4	30,4
P_3	-15,5	15,0	30,5
P_4	-15,7	14,8	30,5
P_5	-14,8	15,8	30,6
P_6	-15,2	15,6	30,8
P_7	-15,7	14,6	30,3
P_8	-14,7	15,5	30,2

5.3 Luminance, uniformité de luminance de l'écran et variation angulaire de luminance

5.3.1 Luminance et uniformité de luminance de l'écran

5.3.1.1 Généralités

Il s'agit de mesurer la luminance et l'uniformité de luminance de l'écran. La mesure de l'uniformité de luminance de l'écran est liée au moiré de luminance dû à la structure des écrans autostéréoscopiques. Le moiré à basse fréquence peut être considéré comme une non-uniformité de l'écran. En cas de moiré de luminance, l'uniformité de la luminance est dégradée.

5.3.1.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.3.1.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: tous les pixels blancs sont appliqués (voir 4.4);
- b) points de mesure: les mesures à plusieurs points sont appliquées (voir Figure 8). Le nombre appliqué de points de mesure (cinq ou neuf points) doit être consigné dans le rapport;
- c) direction de mesure: la direction de mesure perpendiculaire à l'écran est appliquée (voir Figure 4);
- d) distance de mesure: la distance d'observation prévue est appliquée (voir 4.3.1).

5.3.1.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer le signal de pixel blanc ($Im_{\text{tout blanc}}$);
- b) mesurer la luminance à chaque point sélectionné, puis enregistrer les valeurs de luminance;
- c) calculer la luminance moyenne L_{sav} , puis l'écart de luminance ΔL_{si} comme suit:
pour une mesure à cinq points:

$$L_{\text{sav}} = (L_{\text{s0}} + L_{\text{s1}} + L_{\text{s2}} + L_{\text{s3}} + L_{\text{s4}}) / 5$$

ou pour une mesure à neuf points:

$$L_{\text{sav}} = (L_{\text{s0}} + L_{\text{s1}} + L_{\text{s2}} + L_{\text{s3}} + L_{\text{s4}} + L_{\text{s5}} + L_{\text{s6}} + L_{\text{s7}} + L_{\text{s8}}) / 9$$

$$\Delta L_{\text{si}} = L_{\text{si}} - L_{\text{sav}}$$

où

L_{si} est la luminance mesurée au point de mesure P_i , et

$i = 0$ à 4 pour la mesure à cinq points, et

$i = 0$ à 8 pour la mesure à neuf points.

5.3.1.5 Rapport de mesure

Le résultat de la mesure doit être consigné dans un tableau. Le Tableau 4 présente un exemple. L'uniformité de luminance doit être consignée dans une liste de non-uniformités de luminance.

Tableau 4 – Exemple de résultats de mesure de luminance et de non-uniformité de luminance de l'écran

Point de mesure	Luminance L_{ei} cd/m ²	Non-uniformité de luminance $\Delta L_{\text{ei}} / L_{\text{eav}} \times 100$ %
P ₀	115	3,9
P ₁	107	-3,3

Point de mesure	Luminance L_{ei} cd/m ²	Non-uniformité de luminance $\Delta L_{ei} / L_{sav} \times 100$ %
P ₂	111	0,3
P ₃	108	-2,4
P ₄	106	-4,2
P ₅	113	2,1
P ₆	115	3,9
P ₇	110	-0,6
P ₈	111	0,3
Luminance moyenne L_{sav} : 111cd/m ²		

5.3.2 Variation angulaire de luminance

5.3.2.1 Généralités

Il s'agit de mesurer les variations de luminance en fonction de l'angle. La variation angulaire de luminance est liée au moiré de luminance dû à la structure optique unique des écrans autostéréoscopiques. Si la variation angulaire de luminance est importante, le moiré de luminance peut se produire.

5.3.2.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.3.2.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: tous les pixels blancs sont appliqués (voir 4.4);
- b) point de mesure: le point central est appliqué (voir Figure 2);
- c) directions de mesure: les directions de luminance maximale (voir 5.1) et les milieux des directions de luminance maximale avoisinantes sont appliqués. La gamme d'écart angulaire de mesure doit contenir le lobe principal. Si une variation angulaire de luminance plus détaillée est nécessaire, des directions de mesure supplémentaires peuvent être ajoutées. Les directions de mesure appliquées doivent être décrites dans la spécification correspondante;
- d) distance de mesure: la distance d'observation prévue doit être appliquée (voir 4.3.1).

5.3.2.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer le signal d'essai $Im_{tout\ blanc}$;
- b) mesurer la luminance à chaque direction sélectionnée, puis enregistrer les valeurs de luminance;
- c) calculer la variation angulaire de luminance $\Delta L_{Hi0,5}$, ΔL_{Hi} comme suit:

$$\Delta L_{Hi0,5} = L_{Hi} - L_{Hi-0,5}$$

$$\Delta L_{Hi} = L_{Hi} - L_{Hi-1}$$

où

L_{Hi} est la luminance mesurée dans la $i^{\text{ème}}$ direction de mesure, et

$L_{Hi-0,5}$ est la luminance mesurée au milieu des $i^{\text{ème}}$ et $(i-1)^{\text{ème}}$ directions de mesure.

5.3.2.5 Rapport de mesure

Le résultat mesuré doit être consigné dans un tableau. Le Tableau 5 présente un exemple.

Tableau 5 – Exemple de résultats de mesure de la variation angulaire de luminance

$i^{\text{ème}}$ direction de mesure	Angles de mesure θ_H degré	Luminance L_{Hi} cd/m ²	Variation angulaire de luminance entre la direction de luminance maximale et la direction moyenne $\Delta L_{Hi0,5}$	Variation angulaire de luminance entre les directions de luminance maximale $\Delta L_{Hi0,5}$
1	-12,2	115	–	–
1,5	-10,4	107	-8	–
2	-8,6	111	4	-4
2,5	-6,6	109	-2	–
3	-4,5	113	4	2
3,5	-2,5	108	5	–

5.4 Chromaticité blanche, uniformité de chromaticité blanche à l'écran et variation angulaire de la chromaticité blanche

5.4.1 Chromaticité blanche et uniformité de chromaticité blanche à l'écran

5.4.1.1 Généralités

Il s'agit de mesurer la chromaticité blanche et l'uniformité de chromaticité blanche de l'écran. La mesure de l'uniformité chromatique de l'écran est liée au moiré chromatique dû à la structure des écrans autostéréoscopiques. En cas de moiré chromatique, l'uniformité chromatique de l'écran est dégradée.

5.4.1.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.4.1.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: tous les pixels blancs sont appliqués (voir 4.4);
- b) points de mesure: les mesures à plusieurs points sont appliquées (voir Figure 8). Le nombre appliqué de points de mesure (5 ou 9 points) doit être consigné dans le rapport;
- c) direction de mesure: la direction de mesure perpendiculaire à l'écran est appliquée (voir Figure 4);
- d) distance de mesure: la distance d'observation prévue est appliquée (voir 4.3.1).

5.4.1.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer le signal de pixel blanc;
- b) mesurer la chromaticité blanche $C_i(u' v')$ à chaque point sélectionné et enregistrer les valeurs de chromaticité, où u' et v' sont les coordonnées trichromatiques du diagramme de chromaticité uniforme présenté dans la CIE 15:2004.

NOTE Il est admis d'utiliser les coordonnées trichromatiques x, y relevant des coordonnées trichromatiques CIE 1931 définies dans la CIE 15.2 pour la mesure. Les coordonnées trichromatiques u', v' deviennent les coordonnées trichromatiques x, y comme suit:

$$u' = \frac{4x}{3-2x+12y} \quad v' = \frac{9y}{3-2x+12y}$$

- c) calculer l'écart de chromaticité $\Delta u'_{si} \Delta v'_{si}$ comme suit:

$$\Delta u'_{si} = u'_{si} - u'_{s0}$$

$$\Delta v'_{si} = v'_{si} - v'_{s0}$$

où

$(u'_{si} v'_{si})$ est la chromaticité blanche mesurée au point de mesure P_i de la Figure 8, et

$i = 0$ à 4 pour la mesure en cinq points, et

$i = 0$ à 8 pour la mesure en neuf points;

- d) calculer l'écart maximal $\Delta u'_{md}$ et $\Delta v'_{md}$ parmi tous les points de mesure.

5.4.1.5 Rapport de mesure

Le résultat de la mesure doit être consigné dans un tableau. Le Tableau 6 présente un exemple.

Tableau 6 – Exemple de résultats de mesure de la chromaticité blanche et de l'uniformité de chromaticité blanche à l'écran

Point de mesure	u'_{si}	$\Delta u'_{si}$	v'_{si}	$\Delta v'_{si}$
P ₀	0,195	0,000	0,436	0,000
P ₁	0,192	-0,003	0,436	0,000
P ₂	0,195	0,000	0,428	-0,008
P ₃	0,188	-0,007	0,437	0,001
P ₄	0,193	-0,002	0,437	0,000
P ₅	0,191	-0,004	0,433	-0,003
P ₆	0,190	-0,005	0,431	-0,005
P ₇	0,195	-0,001	0,436	0,000
P ₈	0,190	-0,006	0,440	0,004
Écart maximal	$\Delta u'_{md}=0,007$		$\Delta v'_{md}=0,008$	

5.4.2 Variation angulaire de la chromaticité blanche

5.4.2.1 Généralités

Il s'agit de mesurer les variations angulaires de la chromaticité blanche. La mesure de l'uniformité angulaire chromatique est liée au moiré chromatique dû à la structure optique unique des écrans autostéréoscopiques. Si la variation angulaire de la chromaticité blanche est importante, le moiré de luminance peut se produire.

5.4.2.2 Appareillage de mesure

Le matériel suivant doit être utilisé:

- a) source de puissance d'entrée radiofréquence;
- b) équipement de signal de synchronisation; et
- c) LMD.

5.4.2.3 Conditions de mesure

Les conditions détaillées suivantes doivent être appliquées:

- a) signal d'essai: tous les pixels blancs sont appliqués (voir 4.4);
- b) point de mesure: le point central est appliqué (voir Figure 2);
- c) directions de mesure: les directions de luminance maximale (voir 5.1) et les milieux des directions de luminance maximale avoisinantes sont appliqués. La gamme d'écart angulaire de mesure doit contenir le lobe principal. Si une variation angulaire de luminance plus détaillée est nécessaire, des directions de mesure supplémentaires peuvent être ajoutées. Les directions de mesure appliquées doivent être décrites dans la spécification correspondante;
- d) distance de mesure: la distance d'observation prévue est appliquée (voir 4.3.1).

5.4.2.4 Mode opératoire

Le mode opératoire suivant doit être exécuté:

- a) préchauffer l'écran, puis appliquer le signal d'essai $Im_{\text{tout blanc}}$;
- b) mesurer la chromaticité blanche dans chaque direction sélectionnée, puis enregistrer les valeurs de chromaticité;
- c) calculer la variation angulaire de la chromaticité blanche $\Delta u'_{Hi0,5}$ $\Delta v'_{Hi0,5}$ $\Delta u'_{Hi}$ $\Delta v'_{Hi}$ comme suit:

$$\Delta u'_{Hi0,5} = u'_{Hi} - u'_{Hi-0,5}$$

$$\Delta v'_{Hi0,5} = v'_{Hi} - v'_{Hi-0,5}$$

$$\Delta u'_{Hi} = u'_{Hi} - u'_{Hi-1}$$

$$\Delta v'_{Hi} = v'_{Hi} - v'_{Hi-1}$$

où

$(u'_{Hi} \ v'_{Hi})$ est la chromaticité blanche mesurée dans la $i^{\text{ème}}$ direction de mesure, et
 $(u'_{Hi-0,5} \ v'_{Hi-0,5})$ est la chromaticité blanche mesurée au milieu des $i^{\text{ème}}$ et $(i-1)^{\text{ème}}$ directions de mesure.

5.4.2.5 Rapport de mesure

Le résultat mesuré doit être consigné dans un tableau. Le Tableau 7 présente un exemple.