

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



3D display devices –

**Part 12-2: Measuring methods for stereoscopic displays using glasses –
Motion blur**

Dispositifs d'affichage 3D –

**Partie 12-2: Méthodes de mesure pour les écrans stéréoscopiques utilisant
des lunettes – Flou de mouvement**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online and once a month by email.

IEC 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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



3D display devices –

**Part 12-2: Measuring methods for stereoscopic displays using glasses –
Motion blur**

Dispositifs d'affichage 3D –

**Partie 12-2: Méthodes de mesure pour les écrans stéréoscopiques utilisant
des lunettes – Flou de mouvement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.120; 31.260

ISBN 978-2-8322-6687-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Abbreviated terms.....	7
4 Standard measuring conditions.....	7
4.1 Temperature, humidity and pressure conditions	7
4.2 Illumination conditions	7
5 Standard motion-blur measurement methods.....	8
5.1 General.....	8
5.2 Direct measurement method	8
5.2.1 Standard measuring process	8
5.2.2 Analysis method	11
5.3 Indirect measurement method.....	12
5.3.1 General	12
5.3.2 Measurement system.....	12
5.3.3 Measurement process	13
5.3.4 Data analysis.....	14
6 Test report.....	15
6.1 General.....	15
6.2 Items to be reported.....	15
6.2.1 Environmental conditions.....	15
6.2.2 Display parameters.....	15
6.2.3 Measuring method and conditions.....	16
6.2.4 Analysis method	16
Annex A (informative) Effect of binocular saccade on 3D motion blur.....	18
Annex B (informative) Motion contrast degradation	19
Annex C (informative) Activation of external 3D signal emitter	21
Bibliography.....	22
Figure 1 – Example of edge blur test pattern of top/bottom 3D format.....	8
Figure 2 – Example of pivoting pursuit camera system.....	9
Figure 3 – Example of linear pursuit camera system	9
Figure 4 – Example of luminance cross-section profile of a blurred edge with BET.....	11
Figure 5 – Example of luminance cross-section profile of a blurred edge with EBET	12
Figure 6 – Set-up to measure the temporal step response	13
Figure 7 – Example of temporal response of left or right view	14
Figure 8 – Example of motion picture response curves	15
Figure 9 – Example of visually reporting BET analysis data	16
Figure A.1 – Example of binocular saccade to follow the motion of 3D image.....	18
Figure B.1 – Example of motion contrast degradation test pattern.....	19
Figure B.2 – Example of motion contrast degradation due to line spreading.....	20

Table 1 – Step response data for different luminance transitions	10
Table 2 – Example of measuring conditions	10
Table 3 – BET analysis data in 2D mode.....	17
Table 4 – BET analysis data in 3D mode.....	17

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-12-2:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

3D DISPLAY DEVICES –

Part 12-2: Measuring methods for stereoscopic displays using glasses – Motion blur

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 62629-12-2 has been prepared by IEC technical committee 110: Electronic displays.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
110/978/CDV	110/1049/RVC

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

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-12-2:2019

3D DISPLAY DEVICES –

Part 12-2: Measuring methods for stereoscopic displays using glasses – Motion blur

1 Scope

This part of IEC 62629 specifies the measuring methods of motion artifacts for stereoscopic displays using glasses. This document is applicable to stereoscopic displays using glasses, which consist of transmissive type active matrix liquid crystal display modules (without a post image processing).

NOTE Motion blur measurement methods and analysis methods introduced in this document are not universal tools for all different LCD motion enhancement technologies due to their complexity, and displays with some motion quality enhancement technologies cannot be measured or analysed by the methods introduced in this document. If this is the case, users are made aware of this.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61747-30-1, *Liquid crystal display devices – Part 30-1: Measuring methods for liquid crystal display modules – Transmissive type*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the following terms, definitions and abbreviated terms apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

motion picture response curve

curve, representing the convolution of the temporal step response with a moving window function of 1-frame wide

Note 1 to entry: This shows how the luminance is integrated over time during smooth pursuit eye tracking and combines the effects of the display response time and the hold-type characteristics of the device under test.

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.1, modified – the second part of the definition has been made into a note.]

3.1.2

motion induced edge profile

luminance profile of an intrinsically sharp moving luminance transition when this transition is followed with smooth pursuit eye tracking along its motion trajectory

Note 1 to entry: The profile can be calculated from the motion picture response curve for any given motion speed.

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.2]

3.1.3

edge blur

blur that becomes visible on an intrinsically sharp transition between two adjacent areas, with a different luminance level, when the transition smoothly moves across the display as a function of time

Note 1 to entry: Preconditions for this type of edge blur are smooth pursuit eye tracking of the object, and no obvious flicker, indicating that luminance integration with a frame period is allowed. This blur phenomenon is mainly caused by a slow response time of the display device in combination with the hold-type characteristics.

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.3]

3.2 Abbreviated terms

BET	blurred edge time
CCD	charge-coupled device
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination)
CMOS	complimentary metal-oxide semiconductor
DUT	display under test
DVI	digital visual interface
EBET	extended blurred edge time
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
LCD	liquid crystal display
LMD	light measuring device
LPF	low-pass filtering
LVDS	low-voltage differential signaling
MCD	motion contrast degradation
MPRC	motion picture response curve

4 Standard measuring conditions

4.1 Temperature, humidity and pressure conditions

The standard environmental conditions for the motion artifact measurement are as follows:

- temperature: $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$
- relative humidity: 25 % to 85 %
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa

4.2 Illumination conditions

The illuminance at the measuring spot of the DUT shall be below 1 lx (standard dark room conditions as defined in IEC 61747-30-1).

5 Standard motion-blur measurement methods

5.1 General

Motion induced object blur is the result of a slow response of the liquid crystal cells and a stationary representation of the temporal image (related to the hold time of the display), in combination with smooth pursuit eye-tracking of an object over the display surface. When an object moves across the display and the eye is tracking this object, a spatiotemporal integration of the object luminance is taking place at the human retina. There are several ways to measure and characterize this spatiotemporal integration, via a direct measurement or via an indirect measurement technique. For direct measurements a pursuit camera system can be used, and the indirect measurement is based on measuring the temporal response curves, and from those curves the motion induced object blur that will occur on the retina can be calculated. Both direct and indirect measurements will be described in this document. In addition to the characteristics of motion blur of two-dimensional (2D) LCD modules, there exist influences from the 3D operation of the display device and the 3D glasses, which result in a change in the perceived hold time. The direction of image motion is another factor to be considered regarding the fact that the 3D image can be perceived to move in a 3D space – not in a 2D plane. See Annex A for an example.

5.2 Direct measurement method

5.2.1 Standard measuring process

5.2.1.1 Test patterns

The test pattern shall be displayed to fill the entire screen to measure the motion blur of stereoscopic 3D display modules. In order to preserve the horizontal resolution in the 3D driving mode, the top/bottom or frame sequential test pattern shall be used. In order to prevent influences from the 3D crosstalk between the left-eye and the right-eye patterns, the test pattern shall be located in the left-eye pattern while the right-eye pattern shall be a black screen (see Figure 1). The details of the test pattern(s) used shall be reported. When using a pursuit system, the width of the test pattern should be sufficiently wide, for example 5 times the advancement (step-width) per frame, to capture the total temporal response of the display. It is recommended that a minimum of seven equally divided gray levels, including black and white, be used for the gray level of each part of a test pattern in Figure 1. The lightness function, specified in CIE 1976 ($L^*u^*v^*$) and CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) colour spaces, can be used to space the intermediate gray shades equally on the lightness scale. One of the gray level data that are available at the LCD modules input, for example 0 to 255 for an 8-bit LCD module, can also be used as this gray level. See Annex B for the line spreading method.



IEC

Figure 1 – Example of edge blur test pattern of top/bottom 3D format

5.2.1.2 Pursuit detection system

Measurement of the edge blur of the LCD module should be done by using a CCD or CMOS camera with the pursuit measurement system shown in Figure 2 and Figure 3. Relevant literature on these systems can be found in the Bibliography, references [1] to [6]¹.

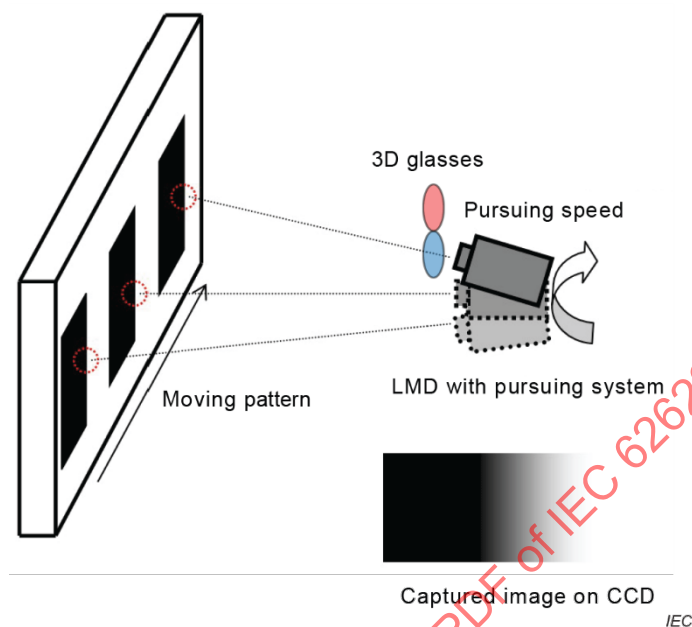


Figure 2 – Example of pivoting pursuit camera system

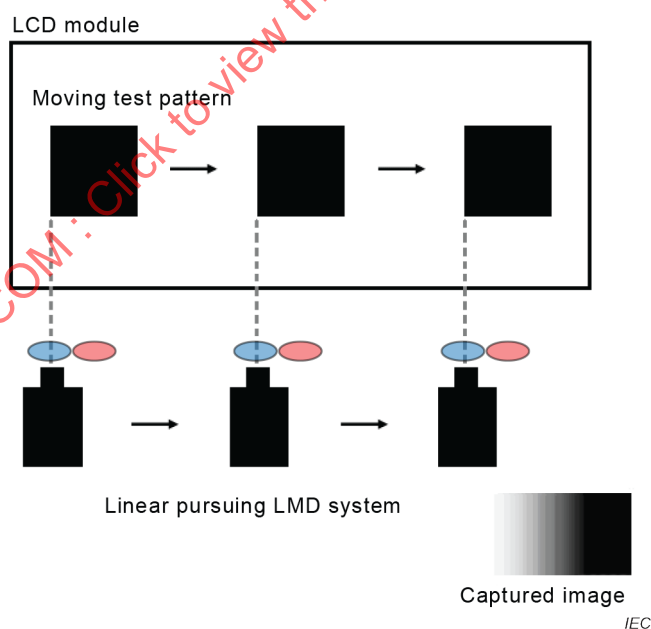


Figure 3 – Example of linear pursuit camera system

The following elements are recommended when implementing the pursuit measuring system:

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

- a) LMD: CCD or CMOS type surface measurement devices, with preferably an integrated CIE 1931 photopic luminous sensitivity function (measuring luminance).
- b) Scroll speed: the scroll speed of the test pattern and the pursuing speed of the LMD shall be synchronized to prevent integration errors.
- c) Pursuing system: either the pivoting or linear pursuit system shown in Figure 2 and Figure 3, respectively. The angular rotation shall be limited to avoid viewing-angle and depth of focus related dependencies (less than $\pm 5^\circ$).
- d) Location of the 3D glasses: if the LMD uses a scanning mirror and a fixed camera, the 3D glasses shall be located between the scanning mirror and the lens.

5.2.1.3 Specified conditions

The specified conditions shall be as follows, and shall be reported:

- a) Any deviations from the standard measurement conditions.
- b) The signal level (the start level and the end level) for the test pattern is summarized in Table 1.

Table 1 – Step response data for different luminance transitions

Data per colour (e.g. R,G,B,W)		End level					
		L_1	L_2	L_3	..	..	L_N
Start level	L_1		$L_{1-2}(t)$	$L_{1-3}(t)$			$L_{1-N}(t)$
	L_2	$L_{2-1}(t)$		$L_{2-3}(t)$			$L_{2-N}(t)$
	L_3	$L_{3-1}(t)$	$L_{3-2}(t)$				$L_{3-N}(t)$
	..						
	..						
	L_N	$L_{N-1}(t)$	$L_{N-2}(t)$	$L_{N-3}(t)$			

NOTE The gray levels are typically used.

- c) Standard measuring conditions
 - 1) Scroll speed (pixel/frame): 4, 8, 12.
 - 2) Shutter speed of camera (in seconds): multiples of a single frame time, which means a period of $1/R_{vf}$ (R_{vf} : video refresh rate) for a pair of left-eye patterns and right-eye patterns which are displayed.
- d) Requirements for measuring set-up
 - 1) Measuring distance

It is recommended to set a pursuing angle no larger than $\pm 5^\circ$ (as described in 5.2.1.2 c)) during the shutter speed. The measuring distance shall be set to satisfy the above criterion of pursuing angle. Table 2 shows an example.

Table 2 – Example of measuring conditions

Size of display screen (diagonal, inch)	24
Pixel size (mm)	0,276
Scroll speed (pixel/frame)	8
Shutter speed of camera (frame)	4
Measuring distance (mm)	300
Pursuing angle (degrees)	1,7

2) Measuring positions at screen

It is recommended to set the measuring positions at the centre of the screen. In addition, the measuring positions can also be horizontally centred at the top and bottom of the screen, provided that is included in the report.

5.2.1.4 Requirements for the measuring system

The measuring system shall have the following conditions:

- The spectral sensitivity of the camera shall be adjusted to be fitted with a photopic vision function by using an adjusting element such as an optical filter.
- The camera shall be able to focus at the display screen.
- The measuring device shall include an iris to adjust the sensitivity.
- The measuring device shall be able to pursue the scrolled pattern smoothly (consistently uniform pursuing velocity).
- The measuring system shall be able to provide a cross-section of the luminance profile from the captured images of the scrolled pattern using the pursuing operation.
- The measuring system shall provide consistent results with the measuring conditions with various scroll speeds of the pattern and various shutter speeds of the camera (various multiples of $1/R_{vf}$).

5.2.2 Analysis method

5.2.2.1 Blurred edge time

The time between the transitions from 10 % to 90 % in the luminance transition curve (see Figure 4) is used to represent the blurred edge time. Other ranges, such as 40 % to 60 %, can be used, but they shall be reported.

NOTE The relation between the motion blur and the shape of the luminance transition curve (see Figure 4) is still not clear, because the actual curve shape is not so simple (i.e., overshoot, ...).

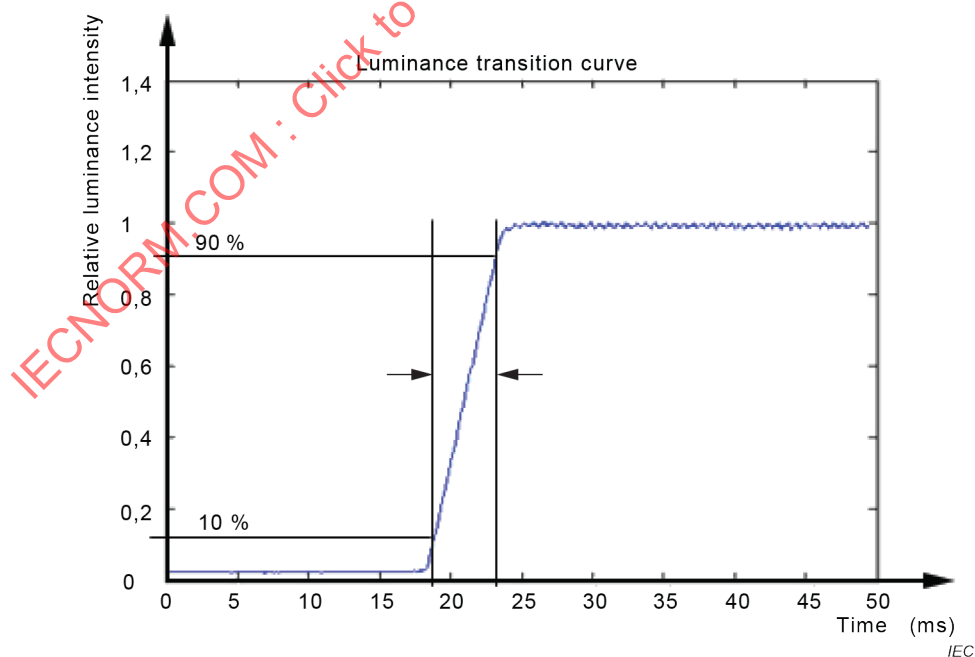


Figure 4 – Example of luminance cross-section profile of a blurred edge with BET

A schematic representation of the measurement set-up to measure the temporal step response is shown in Figure 6.

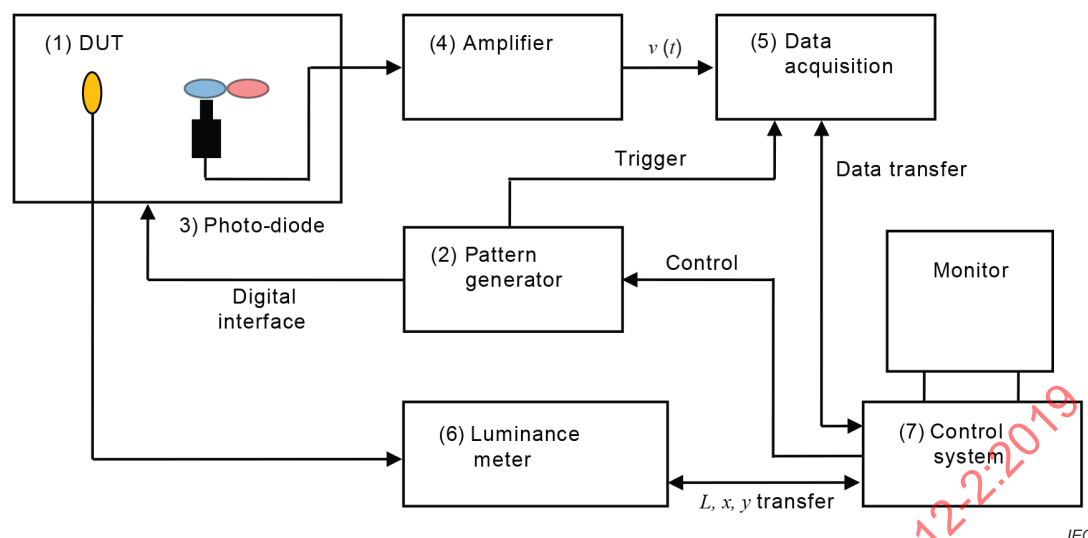


Figure 6 – Set-up to measure the temporal step response

The measurement set-up, presented in Figure 6, comprises the following components:

- The DUT (1), which is the 3D display to be measured.
- A pattern generator (2), which generates the test patterns in the native display resolution and applicable refresh rates. The pattern generator, preferably, has a control terminal or interface, which enables selection of the pattern and start-stop of the measurement procedure. The output of the pattern generator may consist of one or more LVDS, DVI, or other output terminal(s), which can be connected with the display input terminal(s). The pattern generator shall also include a trigger output signal that can be used to start the data acquisition process.
- A fast response (rise time less than 5 μs) photo-diode or other opto-electrical detectors (3), with a spectral sensitivity that is matched to the spectral luminous efficiency function $V(\lambda)$ for photopic vision. The detector is used to capture the temporal luminance, produced by the DUT. As shown in Figure 6, the glasses are placed between the photo-diode and display, the photo-diode with lens shall be used and it shall be able to focus at the display screen to avoid the stray light.
- A signal amplifier (4), which is used for signal amplification to match the input range of the data acquisition device and for low-pass filtering (LPF) to attenuate the signal noise. The low-pass characteristics shall be tuned to the display response speed; the LPF cut-off frequency shall be at least 10 kHz.
- A data acquisition device (5) that records the amplified signal $v(t)$ of the photo-diode. The sampling rate shall be at least 10 kHz to enable the acquisition of temporal luminance data with sufficient temporal resolution, and furthermore the sampling rate should be related to the refresh rate of the display to allow time accurate analysis of the data. The minimum sampling rate per refresh rate shall be no less than 100/1. An oscilloscope or a data-acquisition card can be used to acquire and digitize the time-varying luminance signal.
- A luminance meter (6) that records the luminance of the display for each input code (0 to 255 for an 8-bit input signal). With this information the time varying photo-diode signal $v(t)$ can be translated to a time varying luminance signal $L(t) = f(v(t))$.
- A control system (7), for example a personal computer, which can be used to start the measurement procedure, and to collect and process all data.

5.3.3 Measurement process

In liquid crystal displays the temporal luminance transition from one level to another depends on the selected input codes. The time required for the transition to be completed has an influence on the perceived motion blur, and therefore several luminance transitions need to be

measured. The number of luminance transition levels shall be at least seven, and they shall be spaced equidistantly on the CIE1976 lightness scale. In order to determine the appropriate luminance levels, first the luminance transfer function of the DUT shall be measured.

The pattern generator shall generate images with gray-level values ranging from 0 to 255 (for an 8-bit display), and the corresponding luminance levels shall be measured with the luminance meter. At about the same screen position, the photo-diode (3) signal shall be measured in parallel to enable conversion from the time-varying voltage values to luminance values. Next, the (seven) luminance levels will be used as start and end levels to measure the temporal step responses of the DUT. In this case the pattern generator will generate the luminance transitions, which will be recorded with the data acquisition device (5) via the photo-diode and amplifier combination.

Multiple traces can be acquired with the control system (7) to enable temporal averaging of the step responses. Furthermore, to assure accurate and stable start- and end-levels, the step response should be comprised of six frames with the start-level and at least six frames with the end-level. Of course, it is also possible and allowed to record the rising and falling luminance transitions in one pass. The measurements can be summarized using Table 1, where each cell in the table consists of an array with the temporal luminance data. To enable analyzing motion related colour artifacts, tables are required for each primary colour as well as for white (see Table 1).

5.3.4 Data analysis

5.3.4.1 Motion picture response curve

From the temporal step response of each view (left and right), the motion picture response curve (MPRC) shall be calculated for each transition and each primary colour. This is done with a simple convolution of the step response with a moving window function one-frame-time wide (see for instance [13]). An example of the convolution process and results are depicted in Figure 7.

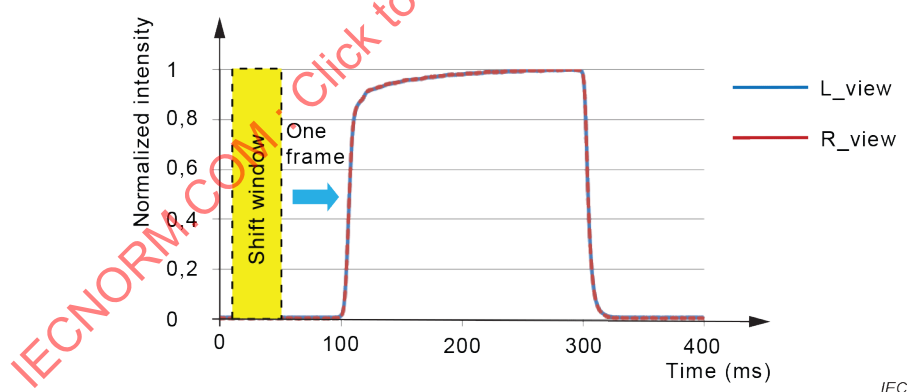


Figure 7 – Example of temporal response of left or right view

The motion picture response curves in Figure 8 are derived from the temporal response presented in Figure 7, and a convolution with a one-frame-wide window function is applied.

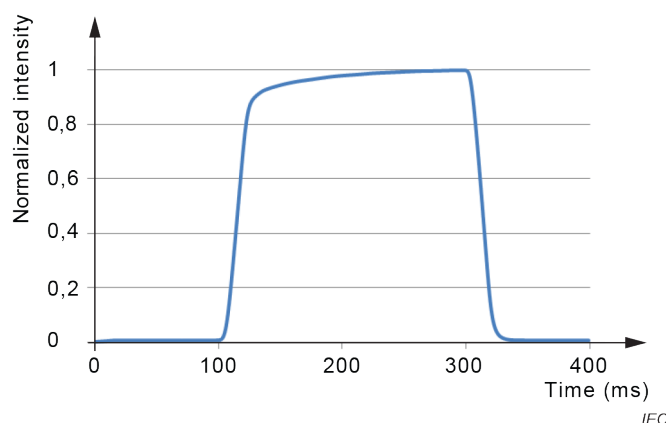


Figure 8 – Example of motion picture response curves

5.3.4.2 Motion induced edge profile

From the motion picture response curves, the edge profiles can be derived for any given object speed. First the motion picture response curves shall be converted from the temporal to the spatial domain using the relation $x_r = -v \cdot \tau / T_f$, in which x_r is the position of the display pixel, projected on the retina, τ is time, T_f is the frame time, and v is the motion speed expressed in pixels per frame (the minus sign indicates motion from left to right). For each luminance transition, the edge blur profile linearly scales with the motion speed. The higher the motion speed the less pronounced the luminance transition of the edge will be. The visibility of the edge blur depends on the relation between the display pixel size and the viewing distance, but also the luminance contrast and the edge profile have an effect on the perceived edge blur. The edge profile currently is sufficient as a measure for the motion performance, because the relation between the perceived sharpness and the edge blur is only established for continuous backlight type LCDs (see e.g. [14]). For these LCD types, the BET and/or EBET can be derived according to 6.2.2.

6 Test report

6.1 General

Test results of the following items shall be reported in conjunction with the test method, the measurement conditions, and the analysis method(s).

6.2 Items to be reported

6.2.1 Environmental conditions

- Temperature, humidity, and atmospheric pressure.
- Illumination level.
- Other conditions which are different from the standard measuring conditions (Clause 5).

6.2.2 Display parameters

- Refresh rate.
- Native display resolution.
- Backlight driving (impulse, stationary, blinking, scanning, other).
- Minimum and peak luminance.
- Display gamma function (sometimes referred to as electro-optical transfer function).
- Display settings (if applicable).
- Driving mode (when optional driving modes, for example “over drives”, are installed in the module, the driving mode used for the test shall be reported).

- Type of 3D glasses (active, passive).

NOTE The driving mode could interfere with experimental results.

6.2.3 Measuring method and conditions

- Measuring device (pursuit detection system, temporal step response, high speed camera).
- Number of bits in the measuring device, used to capture the luminance signal.
- For imaging devices, the number of CCD or CMOS pixels per display pixel, the diaphragm, the dynamic range, and the exposure time.
- For pursuit systems, the synchronization accuracy.
- For some 3D systems without an embedded 3D emitter, synchronization of the operation of the external 3D emitter with the scrolling of the test pattern. See Annex C.
- Light measuring device (luminance meter, colour analyzer, spectroradiometer, other).
- Scroll speed(s) (for example 8 pixels/frame).
- Gray levels (start levels and end levels, see Table 1).
- Other measuring conditions, such as shutter speed of the camera, frame frequency, etc.

6.2.4 Analysis method

- Parameter (EBET, BET).
- Threshold for EBET or BET calculation (for example 10 % to 90 %).
- If the data includes some irregularities such as overshoot, it shall be reported.

An example for visually reporting the BET analysis data is shown in Figure 9, Table 3, and Table 4.

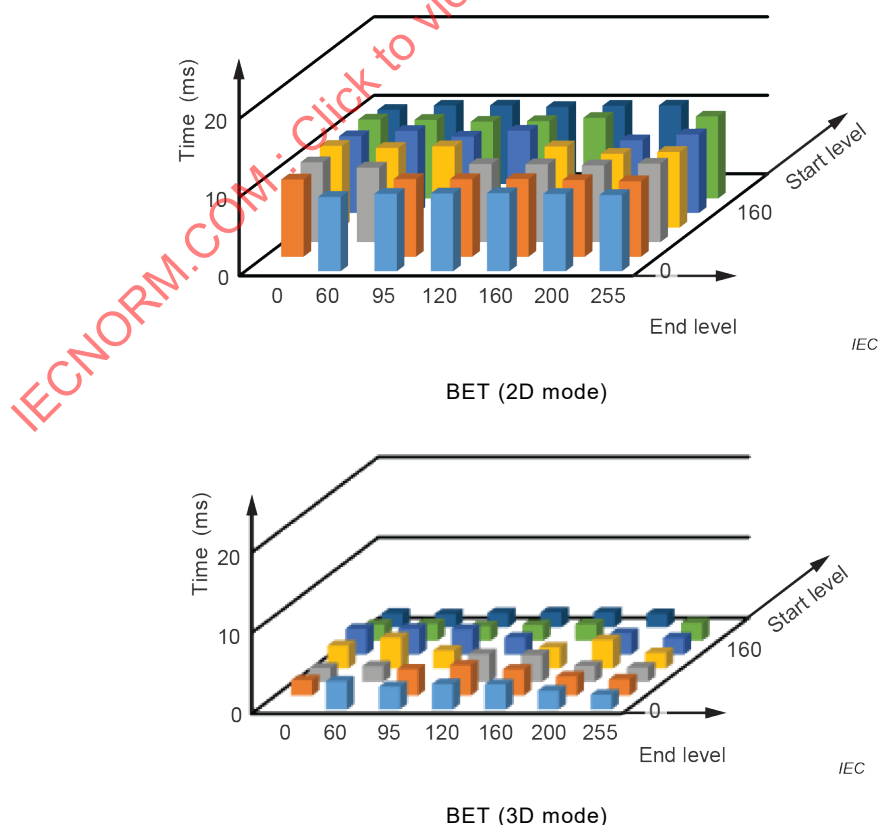


Figure 9 – Example of visually reporting BET analysis data

Table 3 – BET analysis data in 2D mode

BET (2D mode)	End level (gray)							
		0	60	95	120	160	200	255
Start level (gray)	0		9,49	9,88	9,92	9,97	9,86	9,73
	60	9,85		9,9	9,89	9,91	9,78	9,63
	95	10,19	9,51		9,96	9,93	9,79	10,02
	120	10,43	10,16	10,36		10,35	9,41	9,65
	160	9,8	10,47	9,74	10,51		9,28	10,03
	200	10,07	10,03	9,8	9,87	10,28		10,46
	255	9,44	9,99	10,01	9,82	9,97	10,00	
Maximum	10,51	ms						
Minimum	9,28	ms						
Average	9,93	ms						

Table 4 – BET analysis data in 3D mode

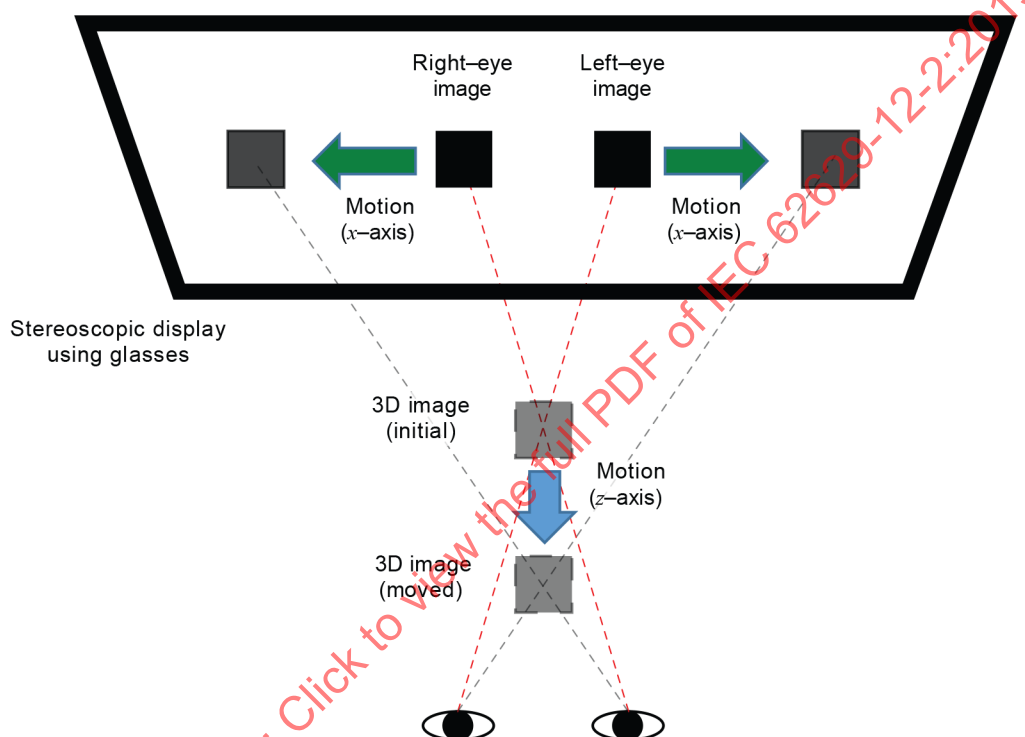
BET (3D mode)	End level (gray)							
		0	60	95	120	160	200	255
Start level (gray)	0		3,51	2,82	3,16	3,12	2,33	1,83
	60	1,95		3,29	3,78	3,27	2,41	2,05
	95	1,76	1,97		3,48	3,37	2,02	1,82
	120	2,83	3,83	2,22		2,61	3,53	1,94
	160	3,21	3,25	3,15	2,13		2,67	2,08
	200	2,04	2,16	1,84	2,00	2,1		2,24
	255	1,73	1,65	1,78	1,87	1,86	1,69	
Maximum	3,83	ms						
Minimum	1,65	ms						
Average	2,48	ms						

Annex A (informative)

Effect of binocular saccade on 3D motion blur

When two eyes are in saccadic movements (binocular saccade), they are initially linked to be in the same direction. Due to the binocular saccadic movements, the eye movement may not be matched with the direction of the image movement.

This can occur when the left-eye and right-eye image moves differently because the 3D image movement includes a vector through the z -axis (depth) direction (see Figure A.1).



IEC

Figure A.1 – Example of binocular saccade to follow the motion of 3D image

Though vergence eye movement will correct this, it is slower than the saccadic movements. Thus, when the eyes follow the motion of a 3D image including a z -axis movement, this can result in a different magnitude of saccade in each eye. As a result, the 3D motion blur perceived in each eye can be different from each other.

Annex B (informative)

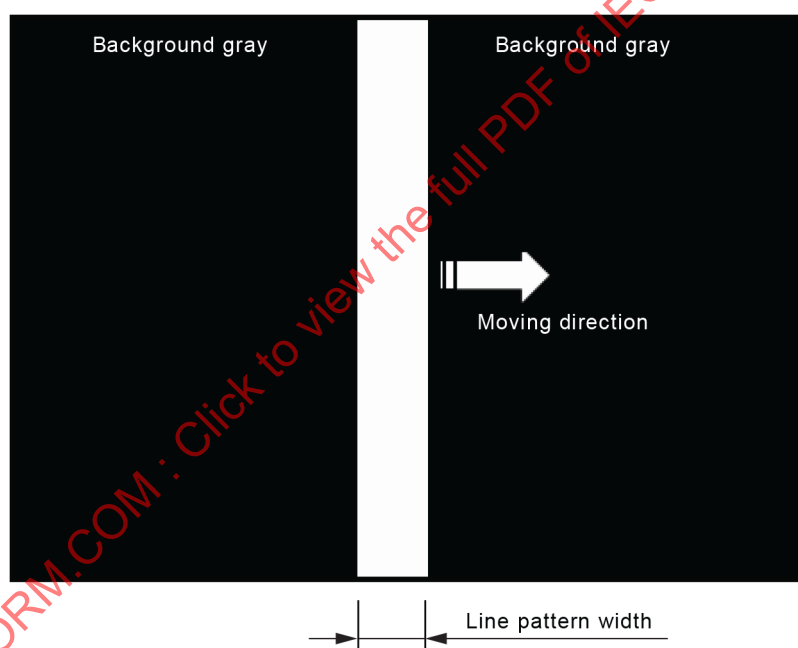
Motion contrast degradation

B.1 General

Line spreading is a method to evaluate motion blur magnitude plus contrast degradation as a function of speed, both within a single measurement. It is more efficient and simplified than dual edge methods such as moving edge or box edge blur. It can provide meaningful results for understanding the motion performance of a display. The width and amplitude or luminance of the spreading line are measured.

B.2 Direct measurement

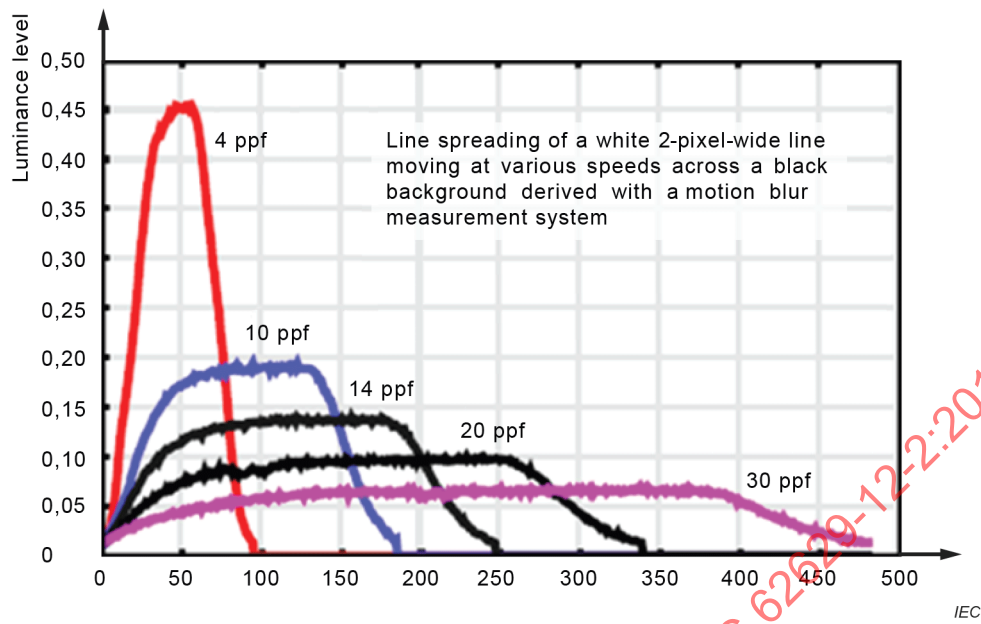
The measurement method is the same as the edge blurring method except for the test pattern (see [9]). Since this method is targeted to measure the moving line spreading, a narrow vertical line pattern can be used. An example of the test pattern is shown in Figure B.1



IEC

Figure B.1 – Example of motion contrast degradation test pattern

The motion contrast degradation (MCD) characteristics can be analyzed using line spreading measurement. An example of the result is shown in Figure B.2.



NOTE ppf: pixels per frame.

Figure B.2 – Example of motion contrast degradation due to line spreading.

Annex C

(informative)

Activation of external 3D signal emitter

Some 3D displays do not have an embedded 3D signal emitter. If that is the case, it is necessary to activate the external 3D signal emitter using a computer. It is also necessary to synchronize the scrolling of the pattern and the operation of the external 3D signal emitter. A special software can be necessary for that purpose.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-12-2:2019

Bibliography

- [1] Y. Igarashi, *et al.*, “Summary of moving picture response time (MPRT) and futures”, *SID International Symposium Digest of Technical Papers* **35**, 1262 – 1265 (2004)
- [2] J. Miseli, “Motion artifacts”, *SID International Symposium Digest of Technical Papers* **35**, 86 – 89 (2004)
- [3] M. Shigeta, and H. Fukuoka, “Development of high quality LCDTV”, *SID International Symposium Digest of Technical Papers* **35**, 754 – 757 (2004)
- [4] K. Oka, and Y. Enami, “Development of accurate and reliable system for motion picture quality analysis”, *IDW’03 Proceedings*, 1483 (2003)
- [5] K. Oka, and Y. Enami, “Moving picture response time (MPRT) measurement system”, *SID International Symposium Digest of Technical Papers* **35**, 1266 – 1269 (2004)
- [6] M. Rejhon, J. Bergquist, E. F. Kelley, and P. A. Boynton, “Manual pursuit camera and a method of verifying pursuit accuracy”, *Proceedings of the 21st International Display Workshops*, VHF3-1 (2014)
- [7] K. Oka, Y. Enami, J.S. Lee, and T. Jun, “Edge blur width analysis using a contrast sensitivity function”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **37**, 10 – 13 (2006)
- [8] P.G.J. Barten, “Contrast sensitivity of the human eye and its effects on image quality”, SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, Washington, 1999
- [9] J. Miseli, J.S. Lee, and J.H. Suk, “Advanced motion artifact analysis method for dynamic contrast degradation caused by line spreading”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **37**, 2 – 5 (2006)
- [10] X. Li, X. Yang, and C. Teunissen, “LCD motion artifact determination using simulation methods”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **37**, 6–9 (2006).
- [11] C. Teunissen *et al.*, “Method for predicting motion artifacts in matrix displays”, *Journal of the Society for Information Display* **14/10**, 957–964 (2006)
- [12] X. Feng *et al.*, “26.2: Comparison of Motion Blur Measurement in LCD”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **38**, 1126–1129 (2007)
- [13] A.B. Watson, “31.1: Invited Paper: The Spatial Standard Observer: A Human Vision Model for Display Inspection”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **37**, 1312–1315 (2006)
- [14] C. Teunissen *et al.*, “Perceived motion blur in LCD displays”, *Proc IDW ’06*, 1463–1466 (2006)
- [15] X. Li, L. Chai, C. Teunissen, and I. Heynderickx, “Characterizing LCD motion color artifacts using simulation methods”, *SID Symposium Digest Tech Papers* **38**, 1130–1133 (2007)
- [16] C. Teunissen, X. Li, L. Chai, and I. Heynderickx, “Modeling motion-induced color artifacts from the temporal step response”, *Journal of the Society for Information Display* **15/12**, 1065-1071 (2007)

- [17] Y. Zhang, C. Teunissen, W. Song, and X. Li, "Dynamic modulation transfer function: a method to characterize the temporal performance of liquid-crystal displays", *Optics Letters* **33**/6, 533–535 (2008)
 - [18] IEC 61747-1-1:2014, *Liquid crystal display devices – Part 1-1: Generic – Generic specification*
 - [19] IEC 61747-10-1:2013, *Liquid crystal display devices – Part 10-1: Environmental, endurance and mechanical test methods – Mechanical*
 - [20] IEC 61747-10-2:2014, *Liquid crystal display devices – Part 10-1: Environmental, endurance and mechanical test methods – Environmental and endurance*
 - [21] ISO 9241-305, *Ergonomics of human-system interaction – Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays*
 - [22] ISO 9241-307, *Ergonomics of human-system interaction – Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays*
 - [23] ISO 11664-4:2008, *Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour space*
 - [24] H. Collewyn, C. J. Erkelens, and R. M. Steinman, "Trajectories of the human binocular fixation point during conjugate and non-conjugate gaze-shifts", *Vision Res.*, Vol. 37, No. 8, pp. 1049-1069, (1997)
 - [25] IEC 61747-6-3:2011, *Liquid crystal display devices – Part 6-3: Measuring methods for liquid crystal display modules – Motion artifact measurement of active matrix liquid crystal display modules*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes, définitions et termes abrégés	28
3.1 Termes et définitions	28
3.2 Termes abrégés	29
4 Conditions de mesure normalisées	29
4.1 Conditions de température, d'humidité et de pression	29
4.2 Conditions d'éclairement	30
5 Méthodes normalisées de mesure du flou de mouvement	30
5.1 Généralités	30
5.2 Méthode de mesure directe	30
5.2.1 Processus de mesure normalisé	30
5.2.2 Méthode d'analyse	34
5.3 Méthode de mesure indirecte	35
5.3.1 Généralités	35
5.3.2 Système de mesure	35
5.3.3 Processus de mesure	37
5.3.4 Analyse des données	37
6 Rapport d'essai	38
6.1 Généralités	38
6.2 Éléments à consigner	38
6.2.1 Conditions d'environnement	38
6.2.2 Paramètres d'affichage	38
6.2.3 Conditions et méthode de mesure	39
6.2.4 Méthode d'analyse	39
Annexe A (informative) Effet de la saccade binoculaire sur le flou de mouvement 3D	42
Annexe B (informative) Dégradation du contraste de mouvement	43
Annexe C (informative) Activation d'un transmetteur externe de signal 3D	45
Bibliographie	46
Figure 1 – Exemple de mire d'essai de flou de bords du format 3D haut/bas	31
Figure 2 – Exemple de système de caméra de poursuite pivotante	31
Figure 3 – Exemple de système de caméra de poursuite linéaire	32
Figure 4 – Exemple de profil de section de la luminance d'un bord flou avec la BET	34
Figure 5 – Exemple de profil de section de la luminance d'un bord flou avec l'EBET	35
Figure 6 – Montage de mesure de la réponse temporelle à un échelon	36
Figure 7 – Exemple de réponse temporelle de la vue gauche ou droite	37
Figure 8 – Exemple de courbes de réponse d'image animée	38
Figure 9 – Exemple d'indication visuelle des données d'analyse de la BET	40
Figure A.1 – Exemple de saccade binoculaire suivant le mouvement de l'image 3D	42
Figure B.1 – Exemple de mire d'essai de dégradation du contraste de mouvement	43
Figure B.2 – Exemple de dégradation du contraste de mouvement du fait de l'étalement de ligne	44

Tableau 1 – Données de réponse à un échelon pour différentes transitions de luminance	33
Tableau 2 – Exemple de conditions de mesure	33
Tableau 3 – Données d'analyse de la BET en mode 2D	40
Tableau 4 – Données d'analyse de la BET en mode 3D	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-12-2:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE 3D –

Partie 12-2: Méthodes de mesure pour les écrans stéréoscopiques utilisant des lunettes – Flou de mouvement

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 62629-12-2 a été établie par le comité d'études 110 de l'IEC: Affichages électroniques.

Le texte de cette norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
110/978/CDV	110/1049/RVC

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

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62629-12-2:2019

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE 3D –

Partie 12-2: Méthodes de mesure pour les écrans stéréoscopiques utilisant des lunettes – Flou de mouvement

1 Domaine d’application

La présente partie de l'IEC 62629 spécifie les méthodes de mesure des artéfacts de mouvement pour les écrans stéréoscopiques utilisant des lunettes. Le présent document s'applique aux écrans stéréoscopiques utilisant des lunettes, qui consistent en des modules d'affichage à cristaux liquides à matrice active de type transmissif (sans post-traitement d'image).

NOTE Les méthodes de mesure et d'analyse du flou de mouvement présentées dans le présent document ne constituent pas des outils universels pour les techniques d'amélioration des mouvements LCD du fait de leur complexité. Les afficheurs comprenant des technologies d'amélioration de la qualité des mouvements ne peuvent être soumis à des mesurages ou analysés avec les méthodes présentées dans le présent document. Si tel est le cas, les utilisateurs en sont informés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61747-30-1, *Dispositifs d'affichage à cristaux liquides – Partie 30-1: Méthodes de mesure pour les modules d'affichage à cristaux liquides – Type transmissif*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

courbe de réponse d'image animée

courbe représentant la convolution de la réponse temporelle à un échelon avec une fonction fenêtre mobile d'une trame de largeur

Note 1 à l'article: Elle montre comment la luminance est intégrée sur le temps au cours des mouvements oculaires de poursuite lente et comment elle combine les effets du temps de réponse du LCD et les caractéristiques de type maintien du dispositif en essai (DEE).

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.1, modifié – la deuxième partie de la définition a été transformée en note.]

3.1.2

profil des bords induit par le mouvement

profil de luminance d'une transition de luminance de mouvement intrinsèquement brusque lorsque cette transition est suivie de mouvements oculaires de poursuite lente sur sa trajectoire de déplacement

Note 1 à l'article: Le profil peut être calculé à partir de la courbe de réponse d'image animée pour n'importe quelle vitesse de déplacement donnée.

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.2]

3.1.3

flou de bords

flou devenant visible sur une transition intrinsèquement brusque entre deux zones adjacentes, avec un niveau de luminance différent, lorsque la transition se déplace en douceur à travers l'affichage en fonction du temps

Note 1 à l'article: Les conditions préalables pour ce type de flou de bords sont le mouvement oculaire de poursuite lente et l'absence de scintillement évident, indiquant que l'intégration de la luminance dans une période de trame est autorisée. Ce phénomène de flou est principalement dû à un temps de réponse lent du dispositif d'affichage en combinaison avec les caractéristiques de maintien.

[SOURCE: IEC 61747-6-3:2011, 3.3]

3.2 Termes abrégés

BET	blurred edge time (durée de bords flous)
CCD	charge-coupled device (dispositif à couplage de charge)
CIE	Commission internationale de l'éclairage
CMOS	complimentary metal-oxide semiconductor (métal-oxyde-semi-conducteur complémentaire)
DEE	dispositif en essai
DVI	digital visual interface (interface visuelle numérique)
EBET	extended blurred edge time (durée de bords flous étendue)
IEC	International Electrotechnical Commission (Commission électrotechnique internationale)
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
LCD	liquid crystal display (affichage à cristaux liquides)
LMD	light measuring device (dispositif de mesure de la lumière)
LPF	low pass filtering (filtrage passe-bas)
LVDS	low-voltage differential signaling (signalisation différentielle basse tension)
MCD	motion contrast degradation (dégradation du contraste de mouvement)
MPRC	motion picture response curve (courbe de réponse d'image animée)

4 Conditions de mesure normalisées

4.1 Conditions de température, d'humidité et de pression

Les conditions d'environnement normalisées pour le mesurage des artéfacts de mouvement sont comme suit:

- température: $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$
- humidité relative: 25 % à 85 %
- pression de l'air: 86 kPa à 106 kPa

4.2 Conditions d'éclairage

L'éclairage au point de mesure du DEE doit être inférieur à 1 lx (conditions normalisées de chambre noire comme cela est défini dans l'IEC 61747-30-1).

5 Méthodes normalisées de mesure du flou de mouvement

5.1 Généralités

Le flou d'objet induit par le mouvement est le résultat d'une réponse lente des cellules à cristaux liquides et d'une représentation fixe de l'image temporelle (en rapport avec la durée de maintien de l'affichage), en combinaison avec le mouvement oculaire de poursuite lente d'un objet sur la surface d'affichage. Lorsqu'un objet se déplace sur l'afficheur et que l'œil suit cet objet, une intégration spatiotemporelle de la luminance de l'objet a lieu au niveau de la rétine humaine. Il existe plusieurs façons de mesurer et de caractériser cette intégration spatiotemporelle, par une technique de mesure directe ou indirecte. Pour les mesurages directs, un système de caméra de poursuite peut être utilisé. Le mesurage indirect consiste à mesurer les courbes de réponse temporelle et, à partir de celles-ci, à calculer le flou d'objet induit par le mouvement qui se produit sur la rétine. Le présent document décrit les mesurages directs et les mesurages indirects. En plus des caractéristiques du flou de mouvement des modules LCD en deux dimensions (2D), il existe des influences provenant du fonctionnement en 3D du dispositif d'affichage et des lunettes 3D, ce qui modifie la perception de la durée de maintien. L'image 3D pouvant être perçue en mouvement dans un espace en 3D, et non dans un plan en 2D, la direction du mouvement d'image est un autre facteur à prendre en considération. Un exemple est présenté à l'Annexe A.

5.2 Méthode de mesure directe

5.2.1 Processus de mesure normalisé

5.2.1.1 Mires d'essai

La mire d'essai doit être affichée de façon à remplir l'écran dans son intégralité afin de mesurer le flou de mouvement des modules d'affichage 3D stéréoscopiques. Afin de préserver la résolution horizontale en mode d'excitation 3D, une mire d'essai haut/bas ou à trame séquentielle doit être utilisée. Afin d'éviter les influences de la diaphonie 3D entre les mires de l'œil gauche et de l'œil droit, la mire d'essai doit être placée au niveau de l'œil gauche, tandis que la mire de l'œil droit doit être un écran noir (voir la Figure 1). Les détails de la ou des mires d'essai utilisées doivent être indiqués. Il convient, lors de l'utilisation d'un système de poursuite, que la mire d'essai ait une largeur suffisante, par exemple 5 fois l'avance (largeur d'échelon) par trame, pour saisir la réponse temporelle totale de l'afficheur. Il est recommandé d'utiliser au moins sept niveaux de gris également divisés, y compris le noir et le blanc, pour le niveau de gris de chaque partie d'une mire d'essai à la Figure 1. La fonction clarté, spécifiée dans les espaces chromatiques $L^*u^*v^*$ CIE 1976 et $L^*a^*b^*$ CIE 1976 peut être utilisée pour espacer uniformément les nuances de gris intermédiaires sur l'échelle de clarté. Une des données de niveau de gris disponibles à l'entrée des modules LCD, par exemple 0 à 255 pour un module LCD sur 8 bits, peut également être utilisée comme ce niveau de gris. La méthode de dispersion linéaire est présentée à l'Annexe B.



Figure 1 – Exemple de mire d'essai de flou de bords du format 3D haut/bas

5.2.1.2 Système de détection de poursuite

Pour mesurer le flou de bords du module LCD, il convient d'utiliser une caméra CCD ou CMOS avec le système de mesure de poursuite représenté à la Figure 2 et à la Figure 3. Les ouvrages de référence applicables à ces systèmes peuvent être trouvés dans la Bibliographie, références [1] à [6]¹.

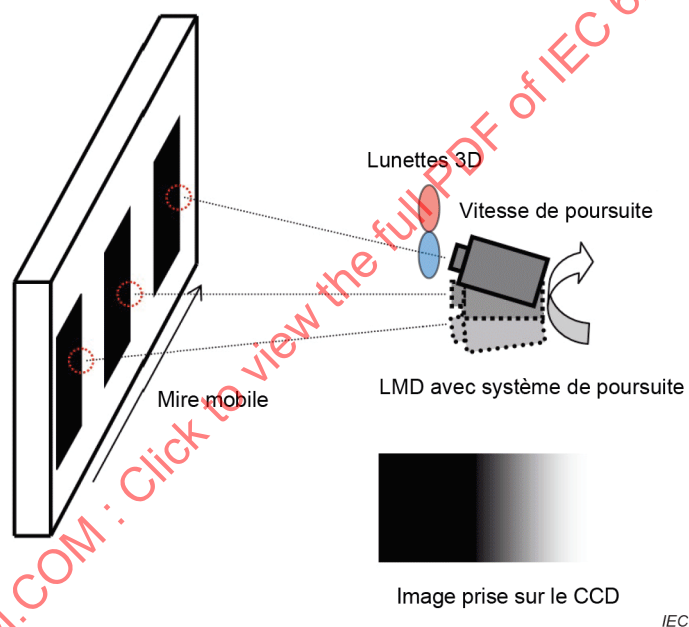


Figure 2 – Exemple de système de caméra de poursuite pivotante

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie

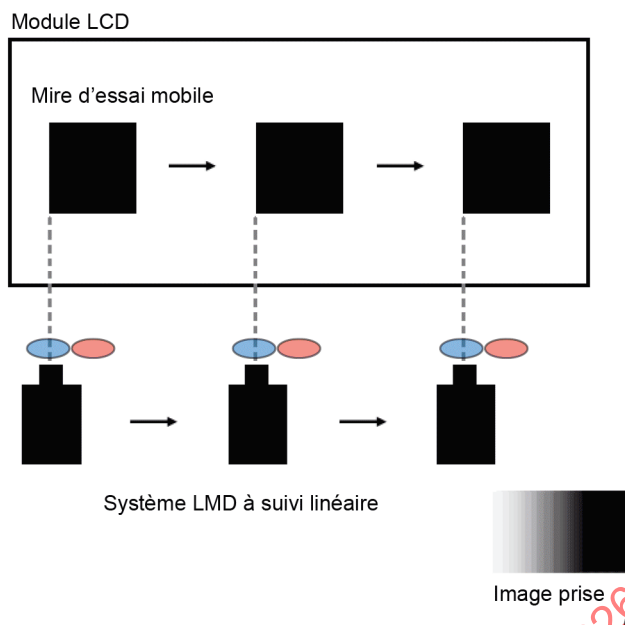


Figure 3 – Exemple de système de caméra de poursuite linéaire

Les éléments suivants sont recommandés pendant la mise en œuvre du système de mesure de poursuite:

- LMD: dispositifs de mesure de surface du type CCD ou CMOS, de préférence avec une fonction sensibilité lumineuse photopique de la CIE 1931 intégrée (mesurage de luminance).
- Vitesse de défilement: la vitesse de défilement de la mire d'essai et la vitesse de poursuite du LMD doivent être synchronisées afin d'éviter les erreurs d'intégration.
- Système de poursuite: soit un système de poursuite pivotant, soit un système de poursuite linéaire, représentés respectivement à la Figure 2 et à la Figure 3. La rotation angulaire doit être limitée afin d'éviter les dépendances liées à l'angle de vision et à la profondeur de champ (inférieures à $\pm 5^\circ$).
- Emplacement des lunettes 3D: si le LMD utilise un miroir de balayage et une caméra fixe, les lunettes 3D doivent être placées entre le miroir de balayage et l'objectif.

5.2.1.3 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées doivent être les suivantes, et doivent être consignées:

- Tout écart par rapport aux conditions de mesure normalisées.
- Le niveau de signal (le niveau de départ et le niveau de fin) de la mire d'essai est résumé dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Données de réponse à un échelon pour différentes transitions de luminance

Données par couleur (par exemple R,G,B,W)		Niveau de fin				
		L_1	L_2	L_3	..	L_N
Niveau de départ	L_1		$L_{1-2}(t)$	$L_{1-3}(t)$		$L_{1-N}(t)$
	L_2	$L_{2-1}(t)$		$L_{2-3}(t)$		$L_{2-N}(t)$
	L_3	$L_{3-1}(t)$	$L_{3-2}(t)$			$L_{3-N}(t)$
	..					
	..					
	L_N	$L_{N-1}(t)$	$L_{N-2}(t)$	$L_{N-3}(t)$		

NOTE Les niveaux de gris sont habituellement utilisés.

c) Conditions de mesure normalisées

1) Vitesse de défilement (pixel/trame): 4, 8, 12.

2) Vitesse d'obturation de la caméra (en secondes): multiples d'une durée de trame unique, ce qui signifie une période de $1/R_{vf}$ (R_{vf} : fréquence de rafraîchissement vidéo) pour une paire de mires de l'œil gauche et de mires de l'œil droit qui sont affichées.

d) Exigences du dispositif de mesure

1) Distance de mesure

Il est recommandé de régler un angle de poursuite inférieur ou égal à $\pm 5^\circ$ (comme cela est décrit en 5.2.1.2 c)) pendant la vitesse d'obturation. La distance de mesure doit être réglée de façon à se conformer au critère d'angle de poursuite ci-dessus. Un exemple est présenté dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exemple de conditions de mesure

Taille de l'écran d'affichage (diagonale, pouces)	24
Taille de pixel (mm)	0,276
Vitesse de défilement (pixel/trame)	8
Vitesse d'obturation de la caméra (trame)	4
Distance de mesure (mm)	300
Angle de poursuite (degrés)	1,7

2) Positions de mesure à l'écran

Il est recommandé de régler les positions de mesure au centre de l'écran. En outre, les positions de mesure peuvent également être centrées horizontalement en haut et en bas de l'écran, à condition que cela soit indiqué dans le rapport.

5.2.1.4 Exigences pour le système de mesure

Le système de mesure doit présenter les conditions suivantes:

- La sensibilité spectrale de la caméra doit être réglée de façon à comporter une fonction de vision photopique en utilisant un élément d'ajustement comme un filtre optique.
- La caméra doit pouvoir faire une mise au point sur l'écran d'affichage.
- Le dispositif de mesure doit comporter un diaphragme afin d'ajuster la sensibilité.

- d) Le dispositif de mesure doit être capable de suivre sans difficulté la mire en défilement (vitesse de poursuite toujours uniforme).
- e) Le système de mesure doit pouvoir fournir une section du profil de la luminance à partir des images capturées de la mire en défilement à l'aide de l'opération de poursuite.
- f) Le système de mesure doit fournir des résultats homogènes avec les conditions de mesure ayant différentes vitesses de défilement de la mire et différentes vitesses d'obturation de la caméra (différents multiples de $1/R_{vf}$).

5.2.2 Méthode d'analyse

5.2.2.1 Durée de bords flous

La durée entre les transitions de 10 % à 90 % sur la courbe de transition de la luminance (voir la Figure 4) est utilisée pour représenter la durée de bords flous. D'autres plages, comme celle allant de 40 % à 60 %, peuvent être utilisées, mais cela doit être consigné.

NOTE La relation entre le flou de mouvement et la forme de la courbe de transition de la luminance (voir la Figure 4) n'est pas toujours claire en raison de la relative complexité de la forme réelle de la courbe (c'est-à-dire dépassement ...).

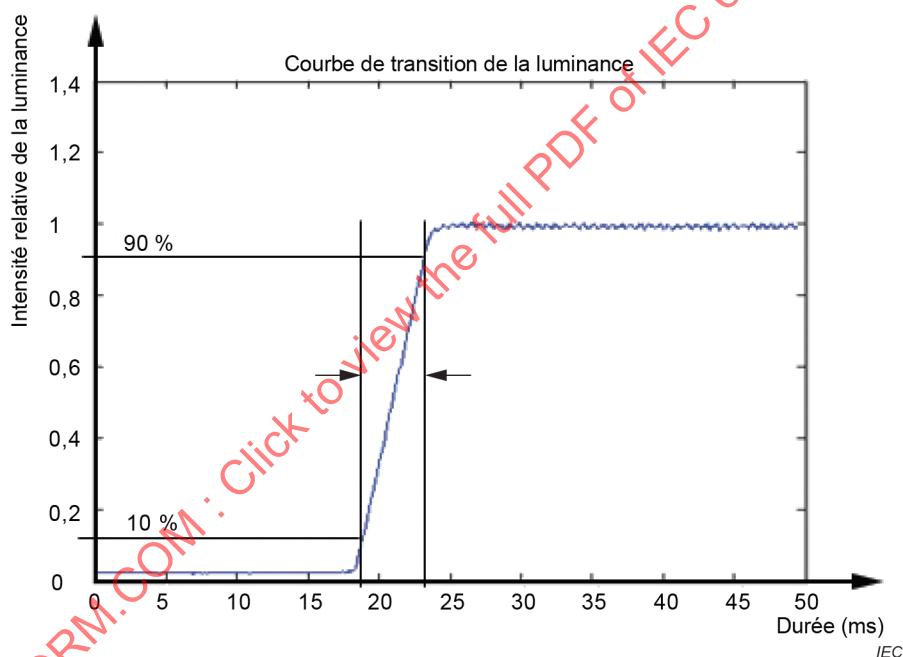


Figure 4 – Exemple de profil de section de la luminance d'un bord flou avec la BET

5.2.2.2 Durée étendue de bords flous

La durée étendue de bords flous est définie à 80 % de la BET, qui étend linéairement la BET du niveau 0 % à 100 % (voir la Figure 5).

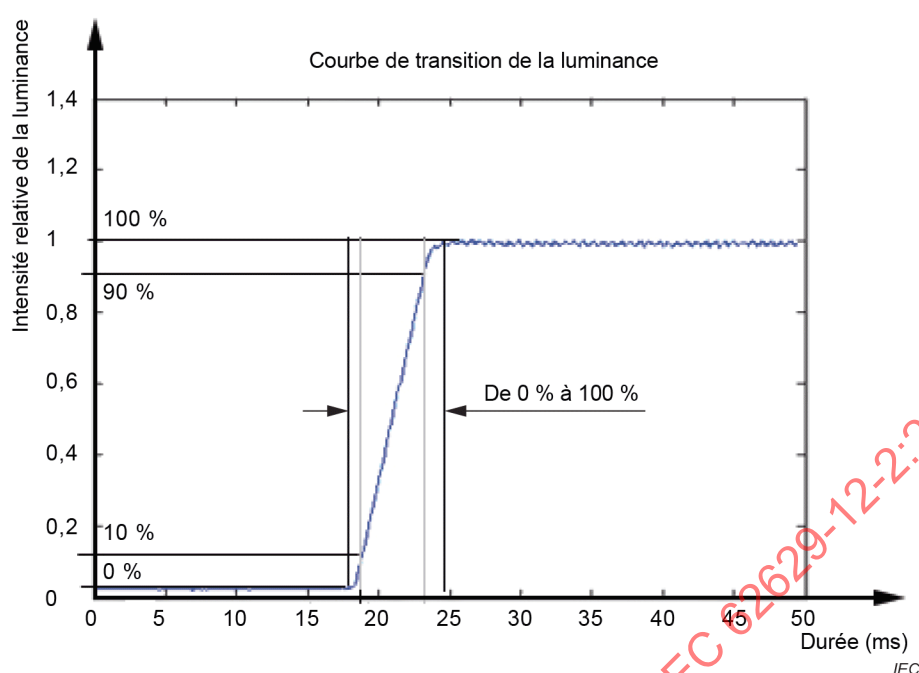


Figure 5 – Exemple de profil de section de la luminance d'un bord flou avec l'EBET

NOTE La relation stipulant que l'EBET est égale à 80 % de la BET peut être utilisée uniquement si une BET de 10 % à 90 % de la courbe de transition de la luminance a été utilisée.

5.3 Méthode de mesure indirecte

5.3.1 Généralités

La méthode de mesure indirecte adoptée est la méthode de mesure de la réponse temporelle à un échelon, fondée sur la documentation donnée dans la Bibliographie, références [10] à [16]. Si l'afficheur ne possède pas de traitement d'imagerie spatiale, comme l'amélioration de la netteté (un filtre passe-haut spatial), la méthode indirecte peut être utilisée.

5.3.2 Système de mesure

La Figure 6 est une représentation schématique du montage de mesure pour déterminer la réponse temporelle à un échelon.

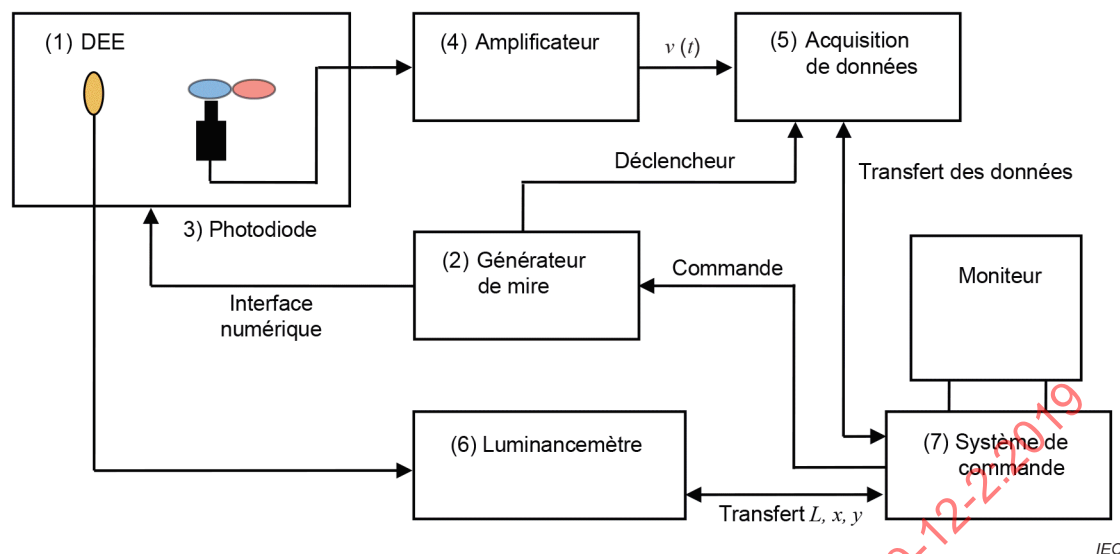


Figure 6 – Montage de mesure de la réponse temporelle à un échelon

Le montage de mesure représenté à la Figure 6 comprend les composants suivants:

- Le DEE (1), qui est l'afficheur 3D à mesurer.
- Un générateur de mires (2), qui génère les mires d'essai dans la résolution d'affichage native et les vitesses de rafraîchissement applicables. De préférence, le générateur de mires a une borne ou une interface de commande, qui permet de choisir la mire et de démarrer/arrêter la procédure de mesure. La sortie du générateur de mires peut être constituée d'une ou de plusieurs bornes LVDS, DVI ou autre, qui peuvent être connectées à une ou plusieurs bornes d'entrée de l'affichage. Le générateur de mires doit également comprendre un signal de sortie de déclenchement pouvant servir à lancer le processus d'acquisition de données.
- Une photodiode à réponse rapide (temps de montée inférieur à 5 μ s) ou d'autres détecteurs optoélectriques (3), avec une sensibilité spectrale adaptée à la fonction spectrale d'efficacité lumineuse $V(\lambda)$ pour la vision photopique. Le détecteur est utilisé pour capter la luminance temporelle produite par le DEE. Les lunettes sont placées entre la photodiode et l'afficheur, comme représenté à la Figure 6. Une photodiode avec un objectif doit être utilisée, et elle doit être capable de faire la mise au point sur l'écran d'affichage afin d'éviter la lumière parasite.
- Un amplificateur de signal (4) utilisé pour amplifier le signal afin qu'il corresponde à la plage d'entrée du dispositif d'acquisition de données et pour le filtrage passe-bas (LPF) afin d'atténuer le bruit du signal. Les caractéristiques passe-bas doivent être réglées à la vitesse de réponse de l'afficheur; la fréquence de coupure LPF doit être d'au moins 10 kHz.
- Un dispositif d'acquisition de données (5) qui enregistre le signal amplifié $v(t)$ de la photodiode. La fréquence d'échantillonnage doit être d'au moins 10 kHz pour permettre l'acquisition de données de luminance temporelle avec une résolution temporelle suffisante. Il convient de surcroît que la fréquence d'échantillonnage soit reliée à la fréquence de rafraîchissement de l'affichage pour permettre une analyse temporelle exacte des données. La fréquence minimale d'échantillonnage par fréquence de rafraîchissement ne doit pas être inférieure à 100/1. Un oscilloscope ou une carte d'acquisition de données peut être utilisé(e) pour acquérir et numériser le signal de luminance variant dans le temps.
- Un luminancemètre (6) qui enregistre la luminance de l'affichage pour chaque code d'entrée (0 à 255 pour un signal d'entrée sur 8 bits). Ces informations permettent de traduire le signal de la photodiode variant dans le temps $v(t)$ en un signal de luminance variant dans le temps $L(t) = f(v(t))$.
- Un système de commande (7), par exemple un ordinateur personnel (PC), qui peut servir à lancer la procédure de mesure et à enregistrer et traiter toutes les données.

5.3.3 Processus de mesure

Dans les afficheurs à cristaux liquides, la transition de luminance temporelle d'un niveau à un autre dépend des codes d'entrée choisis. Le temps nécessaire pour que la transition s'achève a une influence sur le flou de mouvement perçu et il est donc nécessaire de mesurer plusieurs transitions de luminance. Les niveaux de transition de luminance doivent être au nombre de sept au moins et doivent être équidistants sur l'échelle de clarté CIE1976. Afin de déterminer les niveaux de luminance adéquats, la fonction de transfert de luminance du DEE doit être mesurée en premier lieu.

Le générateur de mires doit générer des images avec des valeurs de niveau de gris comprises entre 0 et 255 (pour un affichage sur 8 bits) et les niveaux de luminance correspondants doivent être mesurés avec le luminancemètre. À peu près à la même position sur l'écran, le signal de la photodiode (3) doit être mesuré en parallèle pour permettre la conversion des valeurs de tension variant dans le temps en valeurs de luminance. Ensuite, les (sept) niveaux de luminance serviront de niveaux de départ et de fin pour mesurer les réponses temporelles à un échelon du DEE. Dans ce cas, le générateur de mires génère les transitions de luminance, qui sont enregistrées avec le dispositif d'acquisition de données (5) par la combinaison de la photodiode et de l'amplificateur.

Plusieurs traces peuvent être acquises avec le système de commande (7) pour permettre le calcul de la moyenne temporelle des réponses à un échelon. En outre, afin d'assurer des niveaux de départ et de fin précis et stables, il convient que la réponse à un échelon soit composée de six trames avec le niveau de départ et au moins six trames avec le niveau de fin. Naturellement, il est également possible et permis d'enregistrer les transitions de luminance montantes et descendantes en une seule passe. Les mesurages peuvent être résumés à l'aide du Tableau 1, dont chaque cellule est constituée d'une matrice avec les données de luminance temporelle. Pour permettre l'analyse des artefacts de couleurs liés au mouvement, des tableaux sont exigés pour chaque couleur primaire et pour le blanc (voir Tableau 1).

5.3.4 Analyse des données

5.3.4.1 Courbe de réponse d'image animée

La courbe de réponse d'image animée (MPRC) doit être calculée à partir de la réponse temporelle à un échelon pour chaque transition et chaque couleur primaire de chaque vue (gauche et droite). Ce calcul est effectué par une simple convolution de la réponse à un échelon avec une fonction fenêtre mobile d'une trame temporelle de largeur (voir par exemple [13]). La Figure 7 donne un exemple de processus de convolution et de résultats.

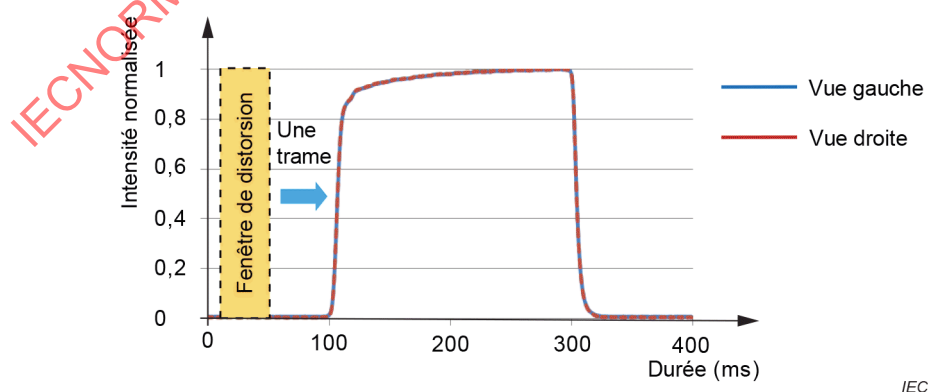


Figure 7 – Exemple de réponse temporelle de la vue gauche ou droite

Les courbes de réponse d'image animée de la Figure 8 sont tirées de la réponse temporelle représentée à la Figure 7, et une convolution avec une fonction fenêtre d'une trame de largeur est appliquée.

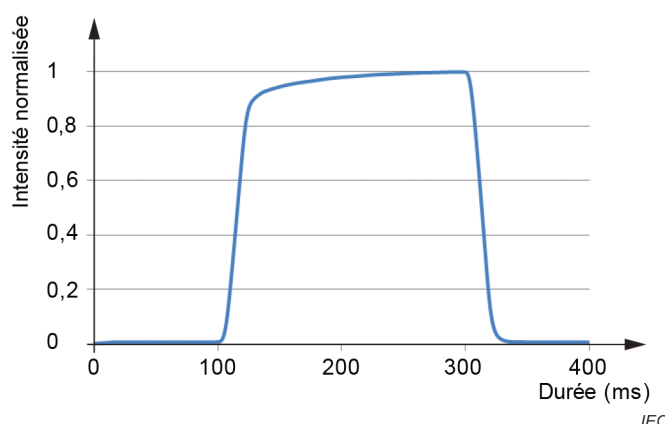


Figure 8 – Exemple de courbes de réponse d'image animée

5.3.4.2 Profil des bords induit par le mouvement

Les profils de bords peuvent être dérivés des courbes de réponse d'image animée pour n'importe quelle vitesse d'objet donnée. Tout d'abord, les courbes de réponse d'image animée doivent être converties du domaine temporel au domaine spatial à l'aide de la relation $x_r = -v \cdot \tau / T_f$, où x_r est la position du pixel d'affichage, projetée sur la rétine, τ est le temps, T_f est la durée de trame, et v est la vitesse de mouvement exprimée en pixels par trame (le signe moins indique un mouvement de la gauche vers la droite). Pour chaque transition de luminance, le profil de flou des bords est linéairement corrélé à la vitesse de mouvement. Plus la vitesse de mouvement est élevée, moins la transition de luminance du bord est prononcée. La visibilité du flou de bords dépend de la relation entre la taille de pixel de l'affichage et la distance d'observation. Mais par ailleurs, le contraste de luminance et le profil de bord ont aussi un effet sur le flou de bords perçu. Le profil de bord suffit actuellement comme mesure de la performance du mouvement car la relation entre la netteté perçue et le flou de bord est seulement établie pour les LCD à rétroéclairage continu (voir par exemple [14]). Pour ces types de LCD, la BET et/ou l'EBET peuvent être obtenues conformément à 6.2.2.

6 Rapport d'essai

6.1 Généralités

Les résultats d'essai des éléments suivants doivent être consignés avec la méthode d'essai, les conditions de mesure et la ou les méthodes d'analyse.

6.2 Éléments à consigner

6.2.1 Conditions d'environnement

- Température, humidité et pression atmosphérique.
- Niveau d'éclairement.
- Autres conditions différentes des conditions de mesure normalisées (Article 5).

6.2.2 Paramètres d'affichage

- Fréquence de rafraîchissement.
- Résolution d'affichage native.
- Excitation du rétroéclairage (impulsions, stationnaire, clignotant, balayage, autre).
- Luminance minimale et maximale.
- Fonction gamma de l'affichage (parfois appelée fonction de transfert électro-optique).
- Réglages de l'affichage (le cas échéant).

- Mode d'excitation (lorsque des modes d'excitation facultatifs, par exemple «survolteurs», sont installés dans le module, le mode d'excitation utilisé pour l'essai doit être consigné).
- Type de lunettes 3D (actives, passives).

NOTE Le mode d'excitation peut interférer avec les résultats expérimentaux.

6.2.3 Conditions et méthode de mesure

- Dispositif de mesure (système de détection de poursuite, réponse temporelle à un échelon, caméra à grande vitesse).
- Nombre de bits dans le dispositif de mesure utilisé pour capter le signal de luminance.
- Pour les dispositifs d'imagerie, le nombre de pixels CCD ou CMOS par pixel d'affichage, le diaphragme, la plage dynamique et la durée d'exposition.
- Pour les systèmes de poursuite, l'exactitude de la synchronisation.
- Pour certains systèmes 3D sans transmetteur 3D incorporé, la synchronisation du fonctionnement du transmetteur 3D externe avec le défilement de la mire d'essai. Voir l'Annexe C.
- Dispositif de mesure de la lumière (luminancemètre, analyseur de couleur, spectroradiomètre, autres).
- Vitesse(s) de défilement (par exemple 8 pixels/trame).
- Niveaux de gris (niveaux de départ et niveaux de fin, voir le Tableau 1).
- Autres conditions de mesure, par exemple la vitesse d'obturation de la caméra, la fréquence des trames, etc.

6.2.4 Méthode d'analyse

- Paramètre (EBET, BET).
- Seuil de calcul de l' EBET ou de la BET (par exemple 10 % à 90 %).
- Si les données comprennent des irrégularités comme un dépassement, cela doit être consigné.

Un exemple d'indication visuelle des données d'analyse de la BET est représenté à la Figure 9, dans le Tableau 3 et dans le Tableau 4.