

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Liquid crystal display devices –
Part 6-3: Measuring methods for liquid crystal display modules – Motion artifact
measurement of active matrix liquid crystal display modules**

**Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 6-3: Méthodes de mesure pour les modules d'affichage à cristaux
liquides – Mesure de l'artefact de mouvement dans les modules d'affichage
à cristaux liquides à matrice active**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Liquid crystal display devices –
Part 6-3: Measuring methods for liquid crystal display modules – Motion artifact
measurement of active matrix liquid crystal display modules**

**Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 6-3: Méthodes de mesure pour les modules d'affichage à cristaux
liquides – Mesure de l'artefact de mouvement dans les modules d'affichage
à cristaux liquides à matrice active**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 31.120

ISBN 978-2-88912-586-9

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Abbreviations	7
5 Standard measuring conditions.....	7
5.1 Temperature, humidity and pressure conditions.....	7
5.2 Illumination condition.....	7
6 Standard motion-blur measuring methods.....	8
6.1 General.....	8
6.2 Direct measurement method.....	8
6.2.1 Standard measuring process	8
6.2.2 Test patterns	8
6.2.3 Analysis method	10
6.3 Indirect measurement method	12
6.3.1 Temporal step response	12
6.3.2 High speed camera.....	15
7 Test report.....	16
7.1 General.....	16
7.2 Items to be reported	16
7.2.1 Environmental conditions.....	16
7.2.2 Display parameters.....	16
7.2.3 Measuring method and conditions	16
7.2.4 Analysis method	16
Annex A (informative) Subjective test method	18
Annex B (informative) Motion contrast degradation	19
Annex C (informative) Dynamic modulation transfer function.....	21
Bibliography.....	23
Figure 1 – Examples of edge blur test pattern.....	8
Figure 2 – Example of a pivoting pursuit camera system.....	9
Figure 3 – Example of a linear pursuit camera system	9
Figure 4 – Example of luminance cross section profile of blurred edge	11
Figure 5 – Example of luminance cross section profile of blurred edge	11
Figure 6 – PBET calculation.....	12
Figure 7 – Set-up to measure the temporal step response	13
Figure 8 – Example of a LC response time measurement.....	14
Figure 9 – Example of a motion picture response curve derived from the response measurement presented in Figure 8, and a convolution with a one frame wide window function.....	15
Figure 10 – Example of measurement data reporting	17
Figure B.1 – Example of motion contrast degradation test pattern.....	19
Figure B.2 – Example of motion contrast degradation due to line spreading.....	20
Figure C.1 – Example of motion contrast degradation	21

Figure C.2 – Example of DMTF properties for different motion speeds (V) 22

Table 1 – Step response data for different luminance transitions 10

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61747-6-3:2011

Withd2Wm

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICES –

**Part 6-3: Measuring methods for liquid crystal display modules –
Motion artifact measurement of
active matrix liquid crystal display modules**

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 61747-6-3 has been prepared by IEC technical committee 110: Flat panel display devices.

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

FDIS	Report on voting
110/296/FDIS	110/313/RVD

Full information on the voting for the approval on 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 parts of the IEC 61747 series, under the general title *Liquid crystal display devices*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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.

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.

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICES –

Part 6-3: Measuring methods for liquid crystal display modules – Motion artifact measurement of active matrix liquid crystal display modules

1 Scope

This part of IEC 61747 applies to transmissive type active matrix liquid crystal displays.

This standard defines general procedures for quality assessment related to the motion performance of LCDs. It defines artifacts in the motion contents and methods for motion artifact measurement.

NOTE Motion blur measurement methods and analysis methods introduced in this standard could not be universal tools for all different LCD motion enhancement technologies due to its complexity. Users shall be notified of these circumstances.

2 Normative references

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

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

3 Terms and definitions

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

3.1

motion picture response curve

a curve representing the convolution of the temporal step response with a moving window function of 1-frame wide. It shows how the luminance is integrated over time during smooth pursuit eye tracking and combines the effects of the LCD response time and the hold-type characteristics of the device under test

3.2

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 The profile can be calculated from the motion picture response curve for any given motion speed.

3.3

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 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 liquid crystal cell in combination with the hold-type characteristics.

3.4

perceived blurred edge time

time-related equivalent of the perceived blurred edge width. The latter one is derived from the motion induced edge profile by means of filtering the edge profile with the contrast sensitivity function of the human eye

4 Abbreviations

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

BET	blurred edge time
BEW	blurred edge width
CCD	charge-coupled device
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage (international commission on illumination)
CMOS	complimentary metal-oxide semiconductor
CSF	contrast sensitivity function
DMTF	dynamic modulation transfer function
DUT	display under test
DVI	digital visual interface
EBET	extended blurred edge time
FFT	fast Fourier transform
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
JND	just noticeable difference
LCD	liquid crystal display
LMD	light measuring device
LVDS	low-voltage differential signaling
MCD	motion contrast degradation
MPRC	motion picture response curve
MTF	modulation transfer function
PBET	perceived blurred edge time
PBEW	perceived blurred edge width
TN-LCD	twisted nematic liquid crystal display
VA-LCD	vertically-aligned liquid crystal display

5 Standard measuring conditions

5.1 Temperature, humidity and pressure conditions

The standard environmental condition for the motion artifact measurement is $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for temperature, 25 % to 85 % for relative humidity, and 86kPa to 106kPa for air pressure. All visual inspection tests shall be tested in $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

5.2 Illumination condition

The illuminance at the measuring spot of the DUT shall be below 1 lx (standard dark room condition as defined in IEC 61747-6).

6 Standard motion-blur measuring methods

6.1 General

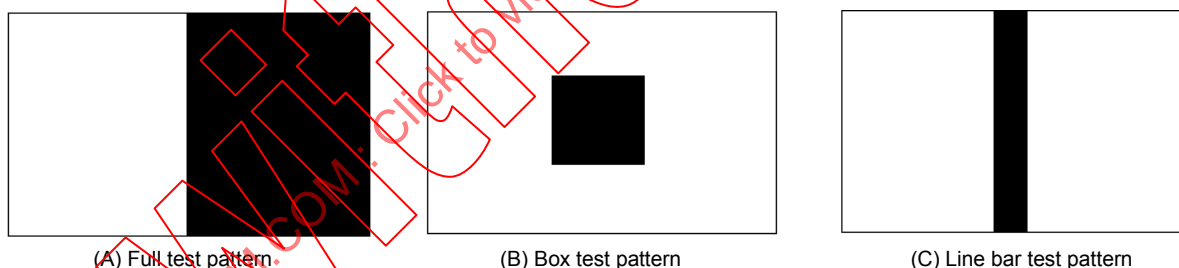
Motion induced object blur is the result of a slow response of the liquid crystal cells and a stationary representation of the temporal image (related to the hold time of the display), in combination with smooth pursuit eye-tracking of an object over the display surface. When an object moves across the display and the eye is tracking this object, a spatiotemporal integration of the object luminance is taken 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 standard.

6.2 Direct measurement method

6.2.1 Standard measuring process

6.2.2 Test patterns

There are several patterns that can be used to measure motion induced object blur, such as full test pattern, box test pattern, and line bar test pattern (see Figure 1). The details of the used test pattern(s) shall be reported. When using a pursuit system, the width of the test pattern should be sufficiently wide, e.g. 5 time the advancement (step-width) per frame, to capture the total temporal response of the display. It is recommended that a minimum of seven gray shades, including black and white, are used for 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 ($L^*a^*b^*$) color spaces, can be used to space the intermediate gray shades equally on the lightness scale. One of gray level data that are available at the LCD modules input, e.g. 0 to 255 for an 8-bit LCD module, also can be used as this gray level.



IEC 1605/11

Figure 1 – Examples of edge blur test pattern

6.2.2.1 Pursuit detection system

Measuring edge blur of the LCD module should be done by using CCD 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]¹ to [5].

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

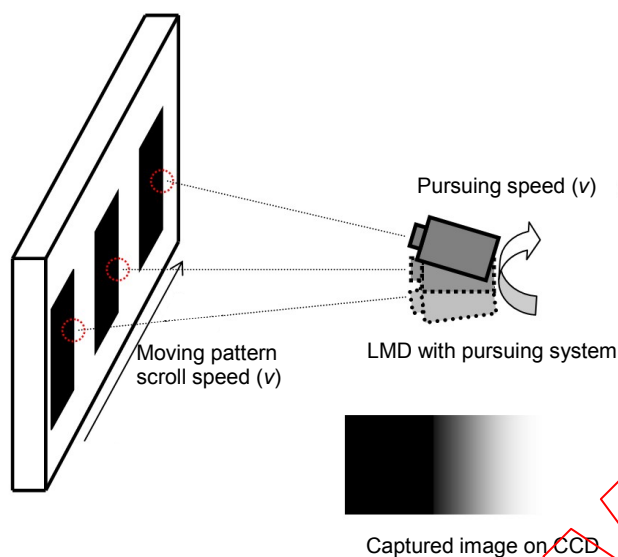


Figure 2 – Example of a pivoting pursuit camera system

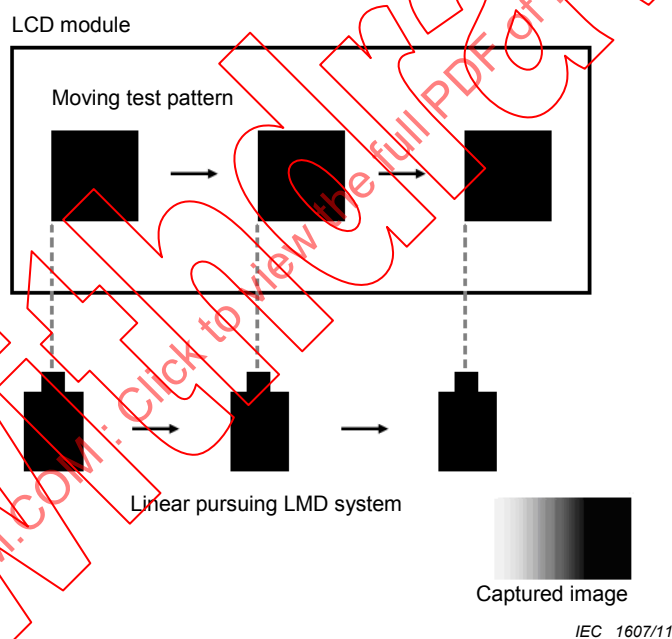


Figure 3 – Example of a linear pursuit camera system

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

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

6.2.2.2 Specified conditions

- a) Any deviations from the standard measurement conditions shall be reported: “Full test pattern” shown in Figure 1(A) shall be used as the test pattern for this test method. Other test patterns, such as “Box test pattern” shown in Figure 1(B) or “Line bar test pattern” shown in Figure 1(C), can be used additionally depending on the requirements. The used patterns shall be reported.

NOTE When other test patterns other than the standard “Full test pattern” are used, special care should be taken because the size of the pattern can alter the luminance level of some of the LCD modules equipped with automatic luminance level control function, or some long tails of the blurred edge can fall on the adjacent edge causing ambiguity in the data analysis.

- b) The signal level (the start level and the end level) for the test pattern is summarized Table 1.

Table 1 – Step response data for different luminance transitions

Data per color (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	$L_{N-1}(t)$	$L_{N-2}(t)$	$L_{N-3}(t)$			

- c) Standard measuring conditions

- 1) Scroll speed : 4, 8, 12 pixel/frame
- 2) Shutter speed of camera : 1/20 sec

6.2.3 Analysis method

6.2.3.1 Blurred edge time

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

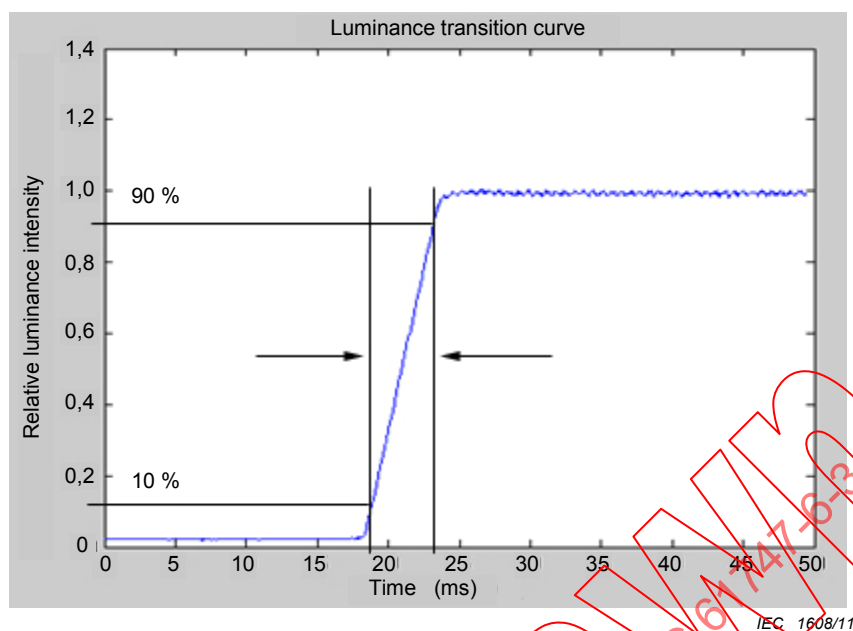


Figure 4 – Example of luminance cross section profile of blurred edge

6.2.3.2 Extended blurred edge time

The extended blurred edge time is defined as $EBET = BET/0.8$, which linearly extends the BET to the 0 % to 100 % levels (see Figure 5).

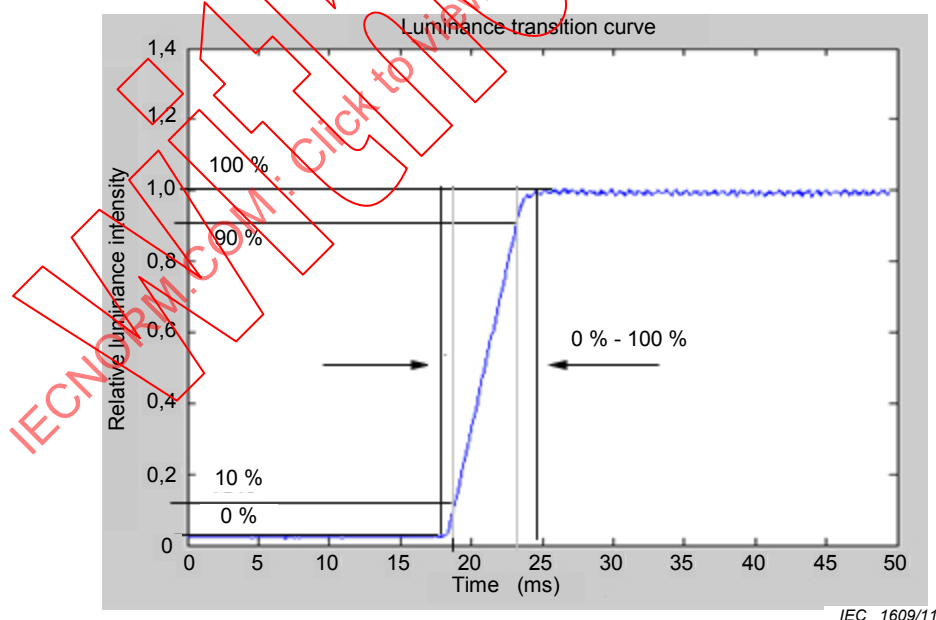


Figure 5 – Example of luminance cross-section profile of blurred edge

6.2.3.3 Perceived blurred edge time

The process to obtain a PBET curve is described in bibliographic reference [6], and summarized in Figure 6. Luminance blurred edge is converted to a spectrum by a fast Fourier transformation (FFT). The spectrum is multiplied by values given by CSF. After then a PBET

curve is obtained by an inverse FFT. The value of the PBET is the distance between the peaks of PBET curve (expressed in ms).

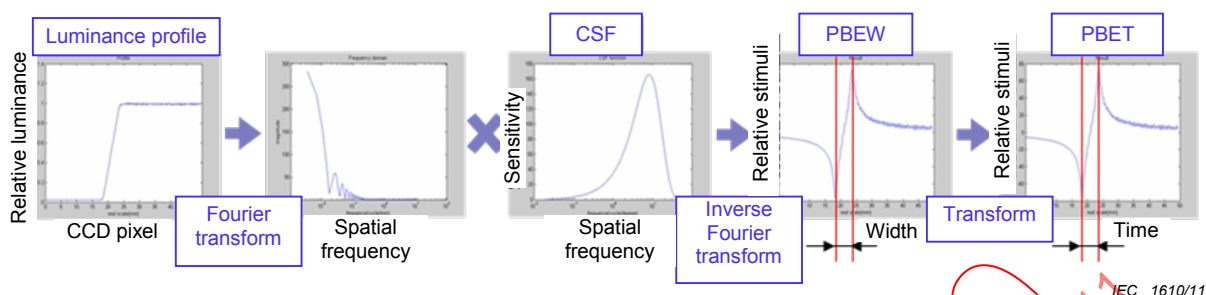


Figure 6 – PBET calculation

NOTE This standard recommends Peter Barten's CSF (reference [7]), although other CSFs could be used.

Barten's CSF formulae:
$$S(u) = \frac{1}{m_t(u)} = \frac{e^{-2\pi^2\sigma^2u^2}/K}{\sqrt{\frac{2}{T} \left(\frac{1}{X_0^2} + \frac{1}{X_{\max}^2} + \frac{u^2}{N_{\max}^2} \right) \left(\frac{1}{\eta p E} + \frac{\Phi_0}{1 - e^{-(u/u_0)^2}} \right)}}$$

where

- $S(u)$ is the spatial contrast sensitivity function for binocular vision;
- $m_t(u)$ is the modulation threshold;
- u is the spatial frequency;
- σ is the standard deviation of the line-spread function of the eye ;
- K is the signal-to-noise ratio (3,0);
- T is the integration time of the eye (0,1 s);
- X_0 is the angular size of the object;
- $X_{\max}$ is the maximum angular filed size of the object (12°);
- $N_{\max}$ is the maximum number of cycles over which the eye can integrate (15 cycles);
- η is the quantum efficiency of the eye (0,03);
- p is the photon conversion factor, depending on the light source (e.g. $1,2 \cdot 10^6$ photons/sec/deg²/Td) ;
- E is the retinal illumination (Td);
- Φ_0 is the spectral density of the neural noise ($3,10^{-8}$ sec deg²);
- U_0 is the spatial frequency above which the lateral inhibition ceases (7 cycles/degree).

For the calculations, the viewing distance is set to 1.5 times the diagonal screen size of the active display area (approximately 3 x height of display active area)

6.3 Indirect measurement method

6.3.1 Temporal step response

The temporal step response measurement method is based on the literature, indicated in the Bibliography, i.e., references [9] to [15].

6.3.1.1 Measurement system

A schematic representation of the measurement set-up to measure the temporal step response is shown in Figure 7.

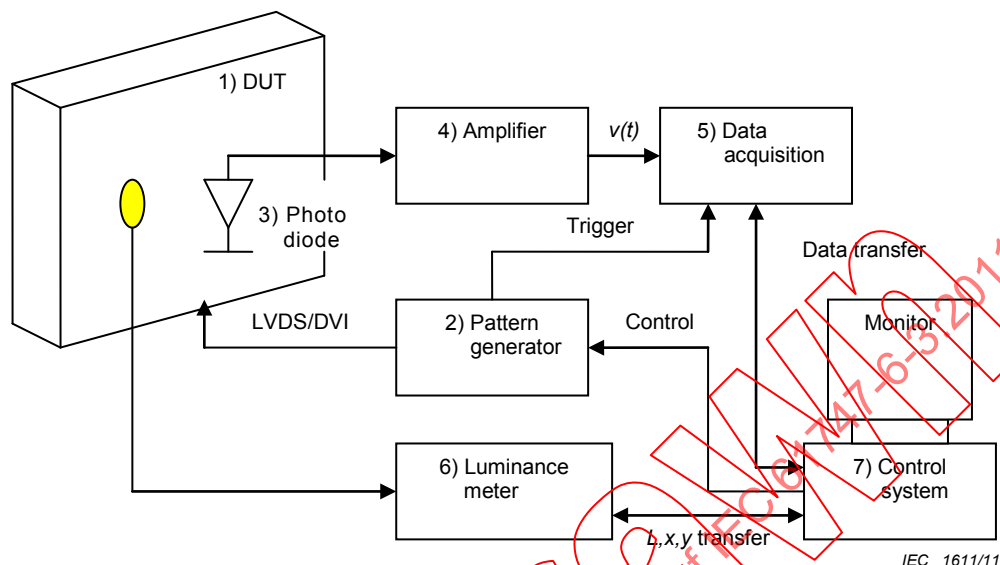


Figure 7 – Set-up to measure the temporal step response

The measurement set-up, presented in Figure 7, comprises of the following components:

The DUT (1), which is the 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 should also include a trigger output signal that can be used to start the data acquisition process.

A fast response photo-diode or other opto-electrical detector (3), with a spectral sensitivity that is matched to the spectral luminous efficiency function $V(\lambda)$ for photopic vision. This detector is used to capture the temporal luminance, produced by the DUT.

A signal amplifier (4), which is used for signal amplification to match the input range of data acquisition device, and for low-pass filtering to attenuate the signal noise.

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 acquiring 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. 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), e.g. a personal computer, which can be used to start the measurement procedure, and to collect and process all data.

6.3.1.2 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 should be at least seven, and they should be spaced equidistant on the CIE1976 lightness scale. In order to determine the appropriate luminance levels, first the luminance transfer function of the DUT should be measured.

The pattern generator should generate images with grey-level values ranging from 0 to 255 (for an 8-bit display), and the corresponding luminance levels should be measured with the luminance meter. At about the same screen position, the photo-diode (3) signal should 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, 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 comprise 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 with the following table, where each cell in the table consists of an array with the temporal luminance data. To enable analyzing motion related color artifacts, tables are required for each primary color as well as for white (see Table 1).

6.3.1.3 Data analysis

6.3.1.3.1 Motion picture response curve

From the temporal step response, the motion picture response curve shall be calculated for each transition and each primary color. This is done with a simple convolution of the step response with a moving window function of 1-frame-time wide (see for instance [12]). An example of the convolution process is depicted in Figure 8, and the result is depicted in Figure 9.

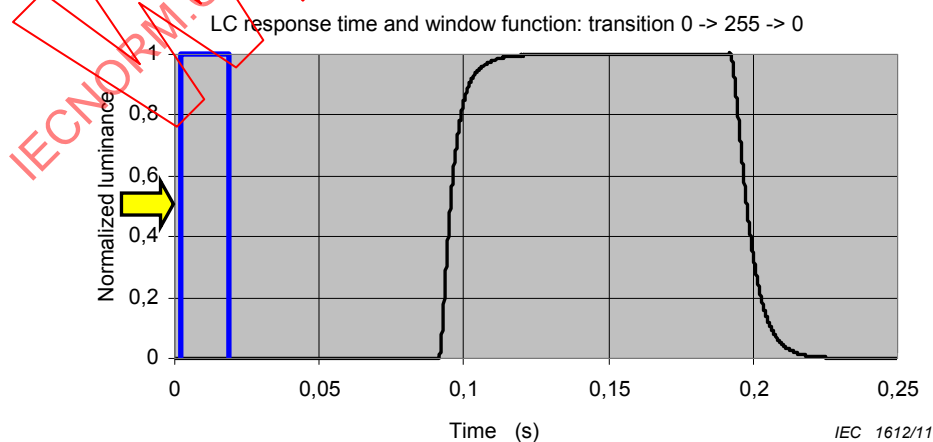


Figure 8 – Example of a LC response time measurement

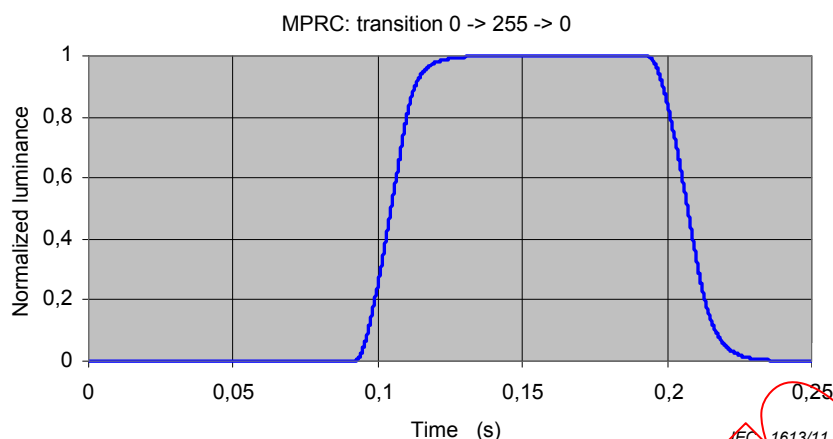


Figure 9 – Example of a motion picture response curve derived from the response measurement presented in Figure 8, and a convolution with a one frame wide window function

6.3.1.3.2 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 with 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 display pixel size and 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. [13]). For these LCD-types, the BET, EBET, and/or PBET can be derived according to 6.2.3.

6.3.2 High speed camera

The movement of the visual target is recorded by many individual images taken during one frame period of the display (i.e. oversampling) followed by numerical processing of the images to realize a pursuit of the target and evaluation of the corresponding blur characteristics.

When a moving block target is used as test-pattern, the block-width (w) should be several times the advancement (step-width) per frame, Δ (e.g. $w=5 \cdot \Delta$) in order to allow the optical response to settle to a steady state which then serves as reference level for the evaluations (100 % or 0 % level). Under this condition the step-response of the display under test is measured. It must be assured that the optical response of the display under test (DUT) is sampled with a sufficient number of images per frame-period.

Characteristics for the width of the blurred edges can be obtained e.g. by the distance between the 10 % and 90 % luminance levels (BEW) for both rising and falling edge.

The optical transitions should be classified according to the underlying electrical driving conditions (i.e. increasing or decreasing voltage, ON and OFF respectively) rather than by the slope of the optical response to avoid confusion (a normally-black VA-LCD is activated to turn bright, a normally white TN-LCD is activated to turn dark).

7 Test report

7.1 General

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

7.2 Items to be reported

In the report, at least the following items shall be described.

7.2.1 Environmental conditions

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

7.2.2 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)
- Drive mode (when optional driving mode, e.g. "over drive" are installed in the module, the driving mode used for the test shall be reported).

NOTE Driving mode could interfere with experimental results.

7.2.3 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 pixels per display pixel, the diaphragm, the dynamic range, and the exposure time
- For pursuit systems, the synchronization accuracy
- Light measuring device (luminance meter, color analyzer, spectroradiometer, other)
- Scroll speed(s) (ex. 8 pixels/frame)
- Gray levels (start levels and end levels, see Table 1)
- Test pattern(s) details
- Other measuring conditions, such as shutter speed of the camera, frame frequency, etc.

7.2.4 Analysis method

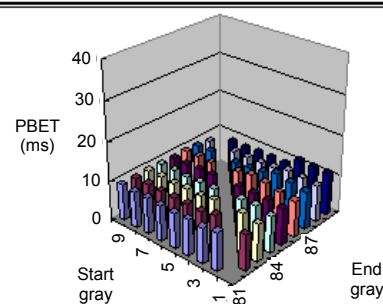
- Parameter (EBET, BET, PBET)
- Threshold for EBET or BET calculation, e.g. 10% to 90%
- Type of CSF and the CSF parameters for PBET calculation

An example for visually reporting the PBET analysis data is shown in Figure 10.

PBET1

C:\MPRT-1000 DATA\AV40\HHLH1\010A-2.csv

PBET (ms)	Ini: 0	Ini: 1	Ini: 2	Ini: 3	Ini: 4	Ini: 5	Ini: 6	Ini: 7	Ini: 8
Fin: 0		96	88	90	90	90	91	91	93
Fin: 1	8.8		99	91	93	91	91	93	93
Fin: 2	94	103		100	94	94	93	94	94
Fin: 3	93	100	100		94	94	91	94	94
Fin: 4	93	96	97	97		96	94	93	94
Fin: 5	93	97	106	11,1	103		96	97	96
Fin: 6	96	103	11,1	100	94	93		94	94
Fin: 7	94	99	102	94	91	91			91
Fin: 8	109	109	11,1	88	88	88	87	88	
Average	9.5								
Standard dev	06								
Maximum	11,1								
Minimum	8.7								



IEC 1614/11

Figure 10 – Example of measurement data reporting

Annex A (informative)

Subjective test method

It operates on a pair of images (test and reference), one of which may be a uniform field. The images are defined as digital grayscale images, with an arbitrary size in pixels but subtending 2 degrees or less. Larger images can be handled with suitable extensions to the metric. The images are assumed to be viewed at a specific viewing distance, and the pixels have a known relation to luminance. The output of the metric is a measure of the visibility of the difference between test and reference images, in units of just-noticeable difference (JND).

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61747-6-3:2011

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 for Moving-Edge or Box Edge Blur. It can provide meaningful results for understanding motion performance of a display. The width and amplitude or luminance of the spreading line is measured.

B.2 Direct measurement

Measurement method is the same as edge blurring method except the test pattern (see [8]). Since this method is targeted to measure moving line spreading, narrow vertical line pattern should be used. The example of the test pattern is shown in Figure B.1.



IEC 1615/11

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

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

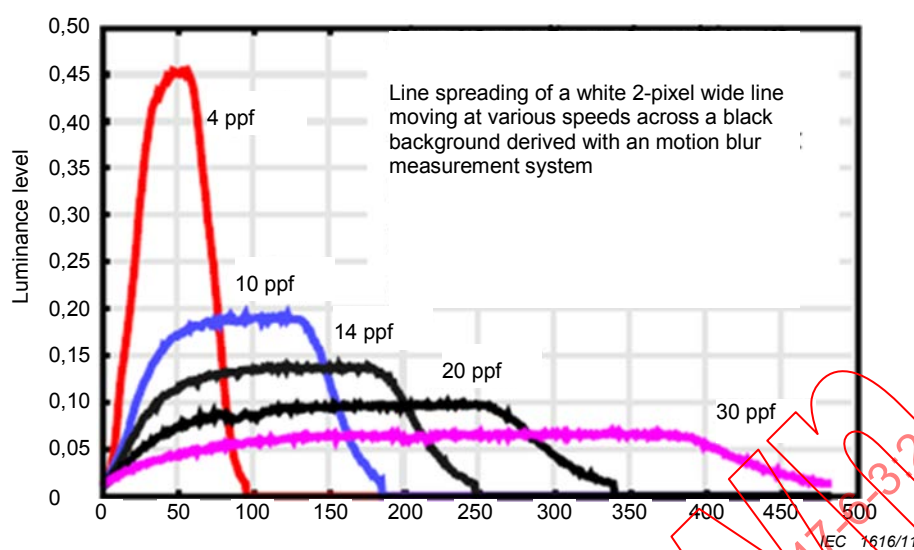


Figure B.2 – Example of motion contrast degradation due to line spreading

B.3 Indirect measurement

To derive the luminance degradation of a line the same measurement system and process can be used as described in 6.3.1. In this case the number of frames with the line luminance shall be identical to the line width. From the motion picture response curves the line spreading can be calculated for any desired motion speed.

Annex C (informative)

Dynamic modulation transfer function

Dynamic modulation transfer function (DMTF) is introduced to characterize the display performance when rendering motion images. DMTF presents the resolving power of a display at different spatial frequency components for specific motion speeds. The calculation of DMTF is based on the captured temporal luminance variation for special input code sequences, which temporal characteristics translate, under the specific condition of smooth pursuit eye tracking, to spatial effects. The spatiotemporal conversion is obtained by smooth pursuit eye tracking and temporal light integration at the human retina (see [10] and 6.3.1). By modeling the perceived performance of a moving sine wave pattern on the display and calculating the subsequent contrast degradation, the DMTF property is derived:

$$\text{DMTF}(V, f) = A_p(V, f) / A_i,$$

where V is the motion speed of the pattern (in pixels per frame), f is the spatial frequency of the pattern (in cycles per pixel), A_p is the perceived amplitude of the pattern during motion, and A_i is the amplitude of the original input pattern (see Figure C.1). An example of resulting DMTF calculations is presented in Figure C.2.

For more details on DMTF calculation, see e.g. [16].

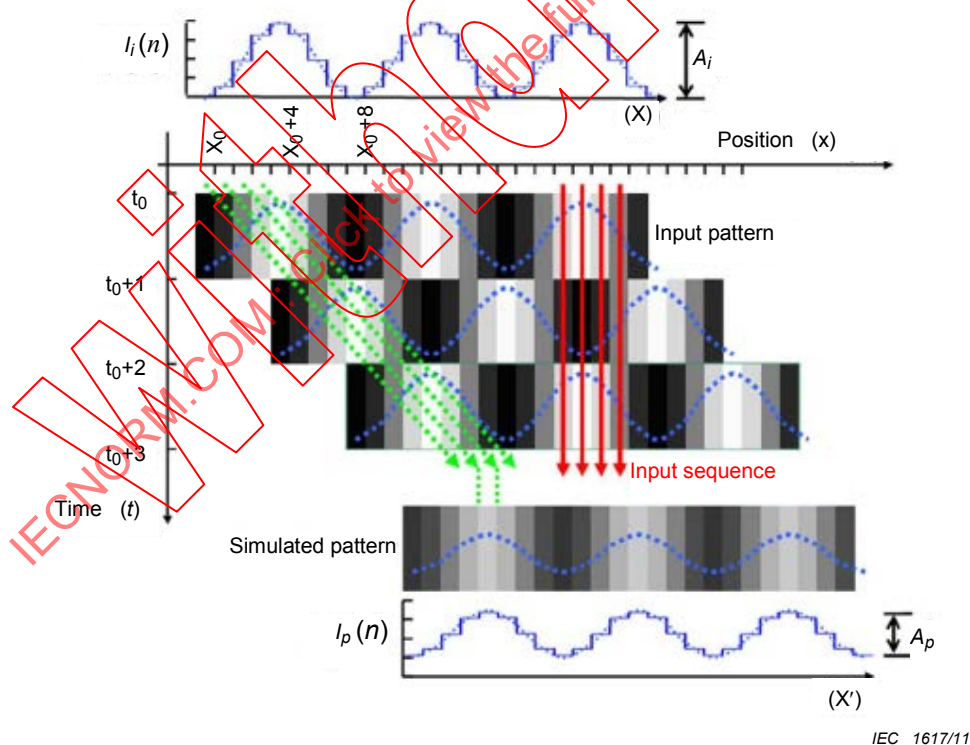


Figure C.1 – Example of motion contrast degradation

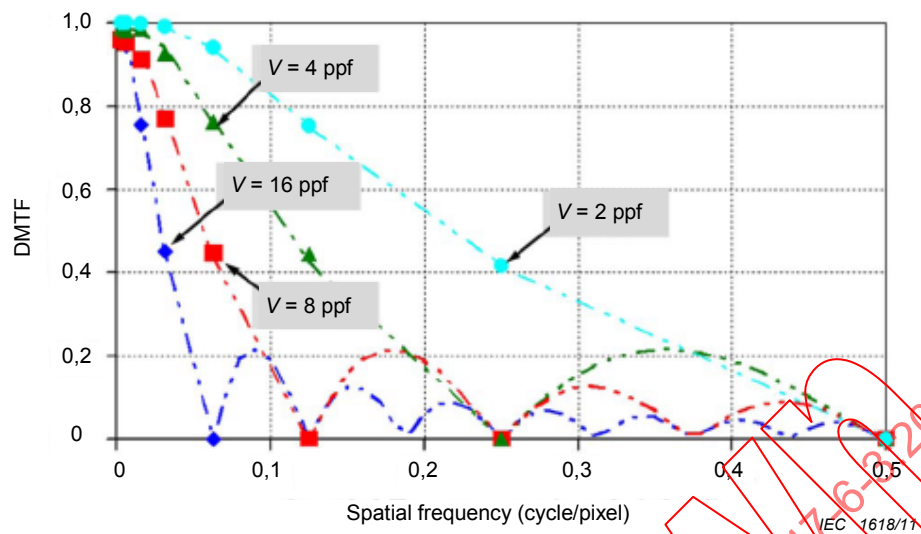


Figure C.2 – Example of DMTF properties for different motion speeds (V)

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] 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)
- [7] P.G.J. Barten, "Contrast sensitivity of the human eye and its effects on image quality", *SPIE Optical Engineering Press*, Bellingham, Washington, 1999
- [8] 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)
- [9] X. Li, X. Yang, and C. Teunissen, "LCD motion artifact determination using simulation methods", *SID Symposium Digest Tech Papers* **37**, 6–9 (2006).
- [10] C. Teunissen *et al.*, "Method for predicting motion artifacts in matrix displays", *Journal of the Society for Information Display* **14/10**, 957–964 (2006)
- [11] X. Feng *et al.*, "26.2: Comparison of Motion Blur Measurement in LCD", *SID Symposium Digest Tech Papers* **38**, 1126–1129 (2007)
- [12] 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)
- [13] C. Teunissen *et al.*, "Perceived motion blur in LCD displays", *Proc IDW '06*, 1463–1466 (2006)
- [14] 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)
- [15] 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)
- [16] 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)

- [17] IEC 61747-1:2003, *Liquid crystal and solid-state display devices – Part 1: Generic specification*
- [18] IEC 61747-5:1998, *Liquid crystal and solid-state display devices – Part 5: Environmental, endurance and mechanical test methods*
- [19] ISO 9241, *Ergonomics of human-system interaction – Ergonomic requirements and measurement techniques for electronic visual displays – Part 305: Optical laboratory test methods, Part 307: Analysis and compliance test methods*
- [20] ISO 11664-4:2008, *Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L*a*b* Color space*

—

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61747-6-3:2011

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61747-6-3:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	30
4 Abréviations	31
5 Conditions de mesure normalisées	32
5.1 Conditions de température, d'humidité et de pression	32
5.2 Condition d'éclairement	32
6 Méthodes normalisées de mesure du flou de mouvement	32
6.1 Généralités	32
6.2 Méthode de mesure directe	32
6.2.1 Processus de mesure normalisé	32
6.2.2 Mires d'essai	32
6.2.3 Méthode d'analyse	34
6.3 Méthode de mesure indirecte	36
6.3.1 Réponse à un échelon temporel	36
6.3.2 Caméra à grande vitesse	39
7 Rapport d'essai	40
7.1 Généralités	40
7.2 Eléments à indiquer	40
7.2.1 Conditions d'environnement	40
7.2.2 Paramètres d'affichage	40
7.2.3 Conditions et méthode de mesure	40
7.2.4 Méthode d'analyse	40
Annexe A (informative) Méthode d'essai subjective	42
Annexe B (informative) Dégradation du contraste de mouvement	43
Annexe C (informative) Fonction de transfert de modulation dynamique	45
Bibliographie	47
Figure 1 – Exemples de mire pour flou de bords	32
Figure 2 – Exemple de système de caméra de poursuite pivotante	33
Figure 3 – Exemple de système de caméra de poursuite linéaire	33
Figure 4 – Exemple de profil de section de luminance pour un bord flou	35
Figure 5 – Exemple de profil de section de luminance pour un bord flou	35
Figure 6 – Calcul de PBET	36
Figure 7 – Montage de mesure de la réponse à un échelon temporel	37
Figure 8 – Exemple d'une mesure du temps de réponse des cristaux liquides	38
Figure 9 – Exemple d'une courbe de réponse d'image animée obtenue par la mesure de réponse présentée à la Figure 8, et une convolution avec une fonction fenêtre d'une trame de largeur	39
Figure 10 – Exemple de rapport de données de mesure	41
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

Figure C.1 – Exemple de dégradation du contraste de mouvement 45

Figure C.2 – Exemple de propriétés de la DMTF pour différentes vitesses de mouvement (V) 46

Tableau 1 – Données de réponses à un échelon pour différentes transitions de luminance 34

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61747-6-3:2011

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE À CRISTAUX LIQUIDES –

Partie 6-3: Méthodes de mesure pour les modules d’affichage à cristaux liquides – Mesure de l’artefact de mouvement dans les modules d’affichage à cristaux liquides à matrice active

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 61747-6-3 a été établie par le comité d'études 110 de la CEI: Dispositifs d’affichage à panneaux plats.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
110/296/FDIS	110/313/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 61747, sous le titre général *Dispositifs d'affichage à cristaux liquides et à semiconducteurs*, est disponible sur le site web de la CEI.

Les normes futures de cette série porteront le nouveau titre général cité ci-dessus. Les titres des normes existant déjà dans cette série seront mis à jour lors d'une prochaine édition.

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.

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

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE À CRISTAUX LIQUIDES –

Partie 6-3: Méthodes de mesure pour les modules d’affichage à cristaux liquides – Mesure de l’artefact de mouvement dans les modules d’affichage à cristaux liquides à matrice active

1 Domaine d’application

La présente partie de la CEI 61747 s’applique aux afficheurs à cristaux liquides à matrice active de type transmissifs.

Cette norme définit les procédures générales pour l’évaluation de la qualité en ce qui concerne les performances du mouvement des afficheurs LCD. Elle définit les artefacts dans les contenus en mouvement et les méthodes de mesure de l’artefact de mouvement.

NOTE Les méthodes de mesure du flou de mouvement et les méthodes d’analyse introduites dans la présente norme ne sauraient être des outils universels pour toutes les différentes technologies de mesure de l’amélioration du mouvement LCD en raison de sa complexité. Les utilisateurs doivent être informés de ces circonstances.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l’application du présent document. Pour les références datées, seule l’édition citée s’applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s’applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61747-6, *Dispositifs d’affichage à cristaux liquides et à semiconducteurs – Partie 6: Méthodes de mesure pour les modules à cristaux liquides – Type transmissif*

3 Termes et définitions

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

3.1

courbe de réponse d’image animée

courbe représentant la convolution de la réponse à un échelon temporel avec une fonction fenêtre mobile d’une trame de largeur. 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)

3.2

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 Le profil peut être calculé à partir de la courbe de réponse d’image animée pour n’importe quelle vitesse de déplacement donnée.

3.3

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 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 de la cellule de cristal liquide en combinaison avec les caractéristiques de maintien.

3.4

durée perçue de bords flous

équivalent temporel de la largeur perçue de bords flous. Cette dernière est dérivée du profil de bords induit par le mouvement au moyen d'un filtrage du profil de bords avec la fonction sensibilité au contraste de l'œil humain

4 Abréviations

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

BET	durée de bords flous (<i>blurred edge time</i>)
BEW	largeur de bords flous (<i>blurred edge width</i>)
CCD	dispositif à couplage de charge (<i>charge-coupled device</i>)
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CMOS	métal-oxyde-semi-conducteur complémentaire (<i>complimentary metal-oxide semiconductor</i>)
CSF	fonction sensibilité au contraste (<i>contrast sensitivity function</i>)
DMTF	fonction de transfert de modulation dynamique (<i>dynamic modulation transfer function</i>)
DEE	Dispositif en essai
DVI	interface visuelle numérique (<i>digital visual interface</i>)
EBET	durée de bords flous étendue (<i>extended blurred edge time</i>)
FFT	transformée de Fourier rapide (<i>fast Fourier transform</i>)
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
ISO	International Organization for Standardization (<i>organisation internationale de normalisation</i>)
DJP	Différence juste perceptible
LCD	affichage à cristaux liquides (<i>liquid crystal display</i>)
LMD	luxmètre (<i>light measuring device</i>)
LVDS	signalisation différentielle basse tension (<i>low-voltage differential signaling</i>)
MCD	dégradation du contraste de mouvement (<i>motion contrast degradation</i>)
MPRC	courbe de réponse d'image animée (<i>motion picture response curve</i>)
MTF	fonction de transfert de modulation (<i>modulation transfer function</i>)
PBET	durée perçue de bords flous (<i>perceived blurred edge time</i>)
PBEW	largeur perçue de bords flous (<i>perceived blurred edge width</i>)
TN-LCD	affichage à cristaux liquides nématique en hélice (<i>twisted nematic liquid crystal display</i>)
VA-LCD	affichage à cristaux liquides à alignement vertical (<i>vertically-aligned liquid crystal display</i>)

5 Conditions de mesure normalisées

5.1 Conditions de température, d'humidité et de pression

La condition environnementale normalisée pour la mesure de l'artefact de mouvement correspond à une température de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, à une humidité relative comprise entre 25 % et 85 % et à une pression atmosphérique comprise entre 86 kPa et 106 kPa. Tous les essais d'inspection visuelle doivent être menés à $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

5.2 Condition d'éclairage

L'éclairage au niveau du spot de mesure du DEE doit être inférieur à 1 lx (condition normalisée de chambre noire comme définie dans la CEI 61747-6).

6 Méthodes normalisées de mesure du flou de mouvement

6.1 Généralités

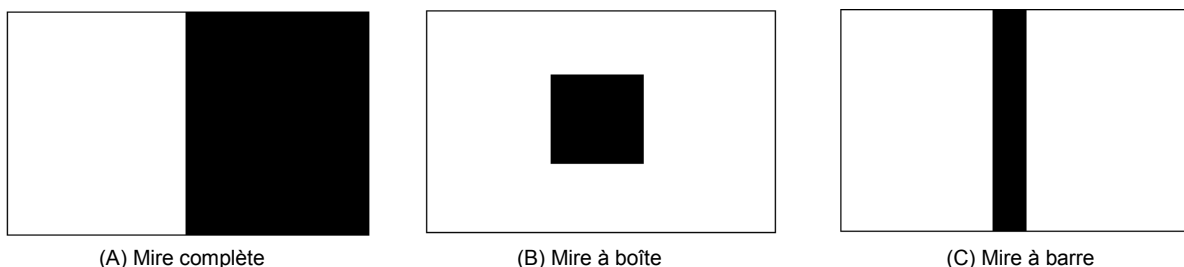
Le flou d'objet induit par le mouvement résulte d'une réponse lente des cellules à cristaux liquides et d'une représentation fixe de l'image temporelle (en rapport avec le temps de maintien de l'affichage), en combinaison avec le mouvement oculaire de poursuite lente sur la surface d'affichage. Lorsqu'un objet se déplace à travers l'affichage et que l'œil suit cet objet, une intégration spatio-temporelle de l'éclairage de l'objet a lieu au niveau de la rétine humaine. Il existe plusieurs façons de mesurer et de caractériser cette intégration spatio-temporelle, par une technique de mesure directe ou indirecte. Pour les mesures directes, on peut recourir à un système de caméra de poursuite; la mesure indirecte consiste à mesurer les courbes de réponse temporelle et, à partir de celles-ci, on peut calculer le flou d'objet induit par le mouvement qui se produira sur la rétine. La présente norme décrit les mesures directes et les mesures indirectes.

6.2 Méthode de mesure directe

6.2.1 Processus de mesure normalisé

6.2.2 Mires d'essai

Il existe plusieurs mires utilisables pour mesurer le flou d'objet induit par le mouvement, telles que la mire complète, la mire à boîte, la mire à barre (voir Figure 1). Les détails des mires utilisées doivent être indiqués. Lorsqu'on utilise un système de poursuite, il convient que la mire ait une largeur suffisante, par exemple 5 fois l'avance (largeur d'échelon) par trame, pour saisir la réponse temporelle totale de l'affichage. Il est recommandé d'utiliser au moins sept nuances de gris, y compris le noir et le blanc, pour le niveau de gris de chaque partie d'une mire dans 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.



(A) Mire complète

(B) Mire à boîte

(C) Mire à barre

Figure 1 – Exemples de mire pour flou de bords

6.2.2.1 Système de détection de poursuite

Pour mesurer le flou de bords du module LCD, il convient d'utiliser une caméra CCD 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]¹ à [5].

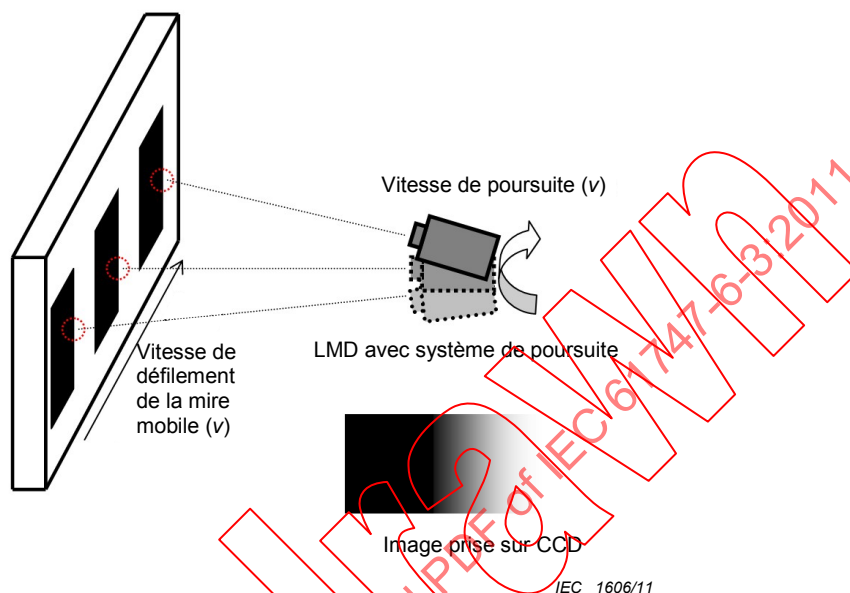


Figure 2 – Exemple de système de caméra de poursuite pivotante

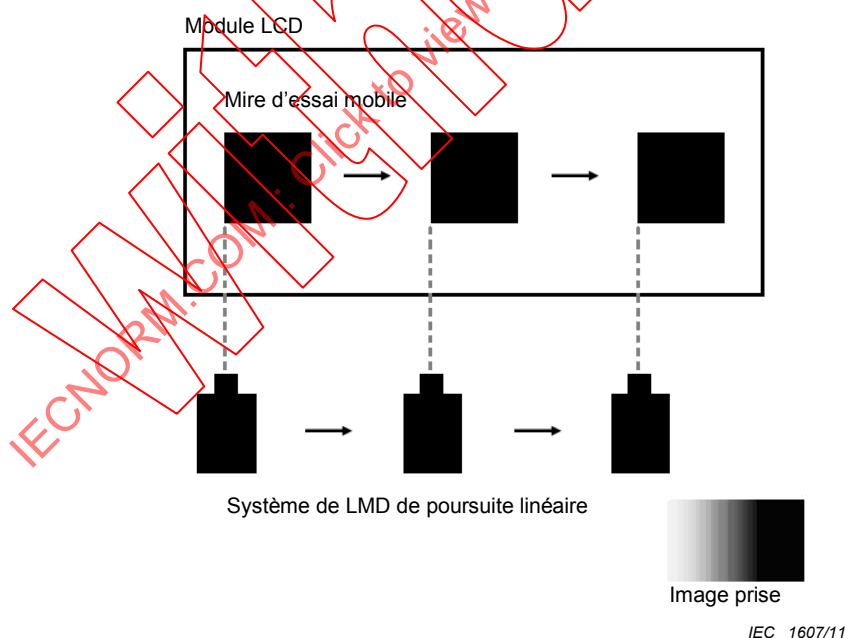


Figure 3 – Exemple de système de caméra de poursuite linéaire

Les directives suivantes sont recommandées pendant la mise en œuvre du système de mesure de poursuite:

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

- a) LMD: dispositifs de mesure de surface du type CCD ou CMOS (caméra CCD), de préférence avec une fonction sensibilité lumineuse photopique de la CIE 1931 (mesure de luminance).
- b) Vitesse de défilement: la vitesse de défilement de la mire et la vitesse de poursuite du LMD doivent être synchronisées avec précision pour empêcher les erreurs d'intégration.
- c) Système de poursuite: soit un système de poursuite pivotant, soit un système de poursuite linéaire, montrés respectivement à la Figure 2 et à la Figure 3. La rotation angulaire doit être limitée pour éviter les dépendances liées à l'angle d'observation (inférieur à $\pm 5^\circ$).

6.2.2.2 Conditions spécifiées

- a) Tout écart par rapport aux conditions de mesure normalisées doit être indiqué. La "mire complète" représentée à la Figure 1(A) doit être utilisée comme la mire de cette méthode d'essai. D'autres mires, telles que la "mire à boîte" représentée à la Figure 1(B) ou la "mire à barre" représentée à la Figure 1(C), peuvent également être utilisées en fonction des exigences. Les mires utilisées doivent être indiquées.

NOTE Lorsque des mires différentes de la "mire complète" normalisée sont utilisées, il convient de prendre des précautions spéciales parce que la taille de la mire peut modifier le niveau de luminance de certains des modules LCD équipés d'une fonction de contrôle automatique du niveau de luminance, ou parce que de longues queues du bord flou peuvent tomber sur le bord adjacent et rendre ambiguë l'analyse des données.

- b) Le niveau de signal (le niveau de départ et le niveau de fin) pour la mire est résumé dans le Tableau 1.

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

Données par couleur (par exemple: R, V, 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	$L_{N-1}(t)$	$L_{N-2}(t)$	$L_{N-3}(t)$			

- c) Conditions de mesure normalisées
 - 1) Vitesse de défilement: 4, 8, 12 pixels/trame
 - 2) Vitesse d'obturation de la caméra: 1/20 sec.

6.2.3 Méthode d'analyse

6.2.3.1 Durée de bords flous

Le temps entre la transition de 10 % à 90 % sur la courbe de transition de luminance (voir Figure 4) sert à représenter la durée de bords flous. D'autres plages, par exemple de 40 % à 60 %, peuvent être utilisées, mais elles doivent être indiquées.

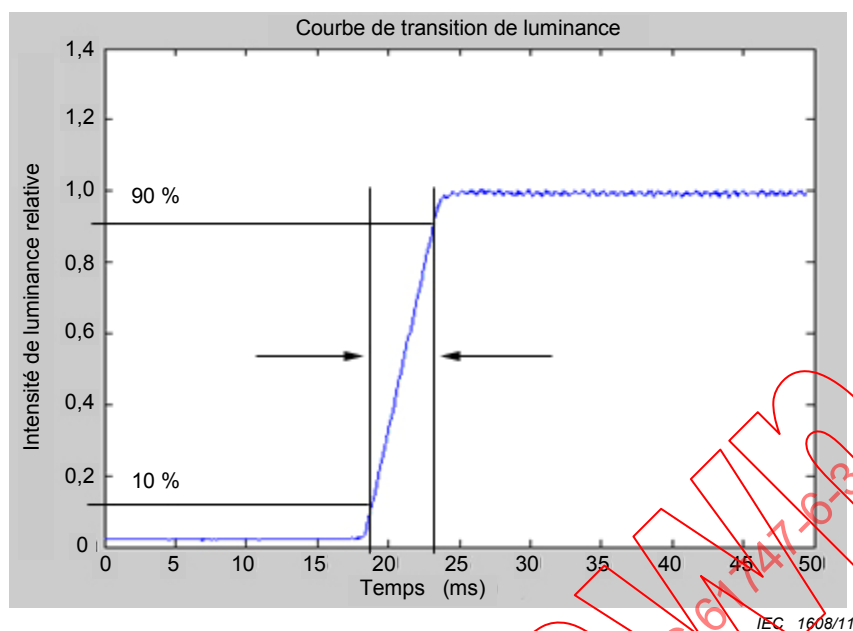


Figure 4 – Exemple de profil de section de luminance pour un bord flou

6.2.3.2 Durée de bords flous étendue

La durée de bords flous étendue (EBET) est définie par $EBET = BET/0,8$, (BET: durée de bords flous) qui étend linéairement la durée de bords flous (BET) aux niveaux 0 % à 100 % (voir Figure 5).

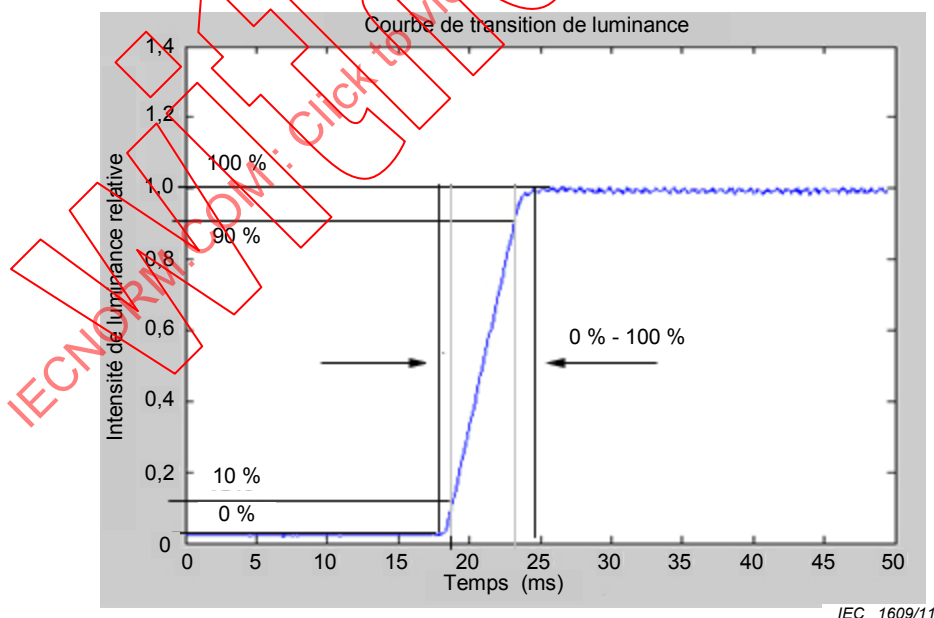


Figure 5 – Exemple de profil de section de luminance pour un bord flou

6.2.3.3 Durée perçue de bords flous

Le processus permettant d'obtenir une courbe PBET est décrit dans la référence bibliographique [6], et résumé à la Figure 6. Le bord flou de luminance est converti en un spectre par une transformation de Fourier rapide (FFT). Le spectre est multiplié par les

valeurs données par la fonction CSF. Une courbe PBET est ensuite obtenue par une FFT inverse. La valeur de la durée perçue de bords flous (PBET) est la distance entre les crêtes de la courbe PBET (exprimée en ms).

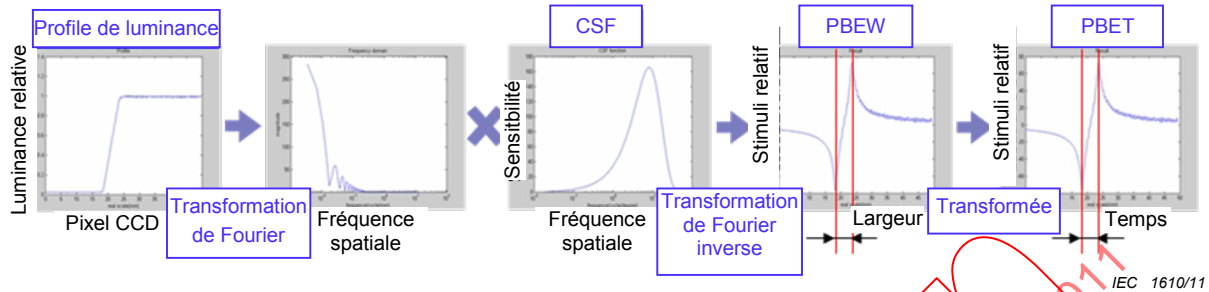


Figure 6 – Calcul de PBET

NOTE La présente norme recommande le modèle CSF de Peter Barten (référence [7]), bien que d'autres CSF peuvent être utilisées.

Formule de la CSF de Barten:

$$S(u) = \frac{1}{m_t(u)} = \frac{e^{-2\pi^2 \sigma^2 u^2 / k}}{\sqrt{2 \left(\frac{1}{X_0^2} + \frac{1}{X_{\max}^2} + \frac{u^2}{N_{\max}^2} \right) \left(\frac{1}{\eta p E} + \frac{\Phi_0}{1 - e^{-(u/u_0)^2}} \right)}}$$

où

- $S(u)$ est la fonction spatiale de sensibilité au contraste pour la vision binoculaire ;
- $m_t(u)$ est le seuil de modulation ;
- u est la fréquence spatiale ;
- σ est l'écart type de la fonction d'étalement de ligne de l'œil ;
- k est le rapport signal sur bruit (3,0) ;
- T est la durée d'intégration de l'œil (0, 1 s) ;
- X_0 est la taille angulaire de l'objet ;
- $X_{\max}$ est la taille angulaire maximale de l'objet (12°) ;
- $N_{\max}$ est le nombre maximal de cycles sur lequel l'œil peut intégrer (15 cycles) ;
- η est le rendement quantique de l'œil (0,03) ;
- p est le facteur de conversion des photons, en fonction de la source de lumière (par exemple $1,2 \cdot 10^6$ photons/sec/deg²/Td) ;
- E est l'éclairement de la rétine (Td) ;
- Φ_0 est la densité spectrale du bruit neuronal ($3 \cdot 10^{-8}$ sec deg²) ;
- u_0 est la fréquence spatiale au-delà de laquelle l'inhibition latérale cesse (7 cycles/deg).

Pour les calculs, la distance d'observation est fixée à 1,5 fois la dimension diagonale de la zone active de l'affichage (approximativement trois fois la hauteur de la zone active de l'affichage).

6.3 Méthode de mesure indirecte

6.3.1 Réponse à un échelon temporel

La méthode de mesure de la réponse à un échelon temporel est basée sur les documents indiqués dans la Bibliographie, à savoir les références [9] à [15].

6.3.1.1 Système de mesure

La Figure 7 est une représentation schématique du montage de mesure pour déterminer la réponse à un échelon temporel.

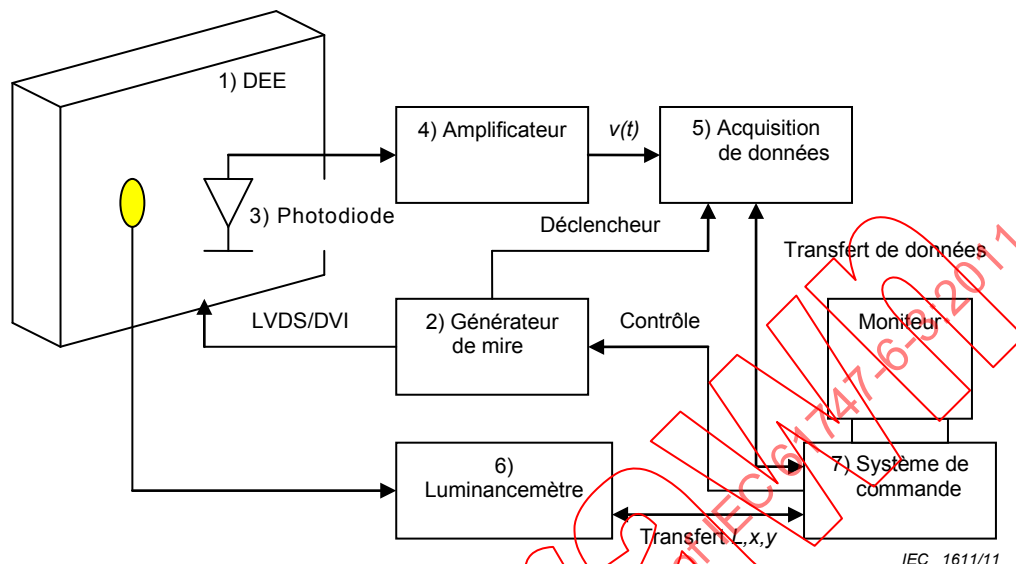


Figure 7 – Montage de mesure de la réponse à un échelon temporel

Le montage de mesure, présenté à la Figure 7, comprend les composants suivants:

Le DEE (1), qui est l'afficheur devant être mesuré.

Un générateur de mires (2), qui génère les mires 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. Il convient également que le générateur de mires comprenne un signal de sortie de déclenchement qui peut servir à lancer le processus d'acquisition de données.

Une photodiode à réponse rapide ou un autre détecteur optoélectrique (3), avec une sensibilité spectrale adaptée à la fonction spectrale d'efficacité lumineuse $V(\lambda)$ pour la vision photopique. Ce détecteur est utilisé pour capter la luminance temporelle, produite par le DEE.

Un amplificateur de signal (4), qui est utilisé pour l'amplification de signal servant à l'adaptation à la plage d'entrée du dispositif d'acquisition de données et pour le filtrage passe-bas servant à atténuer le bruit du signal.

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 précise des données. On peut utiliser un oscilloscope ou une carte d'acquisition de données 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). Avec cette information, le signal de la photodiode à valeur variable dans le temps $v(t)$ peut être traduit en un signal de luminance à valeur variable 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.

6.3.1.2 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. Il convient que les niveaux de transition de luminance soit au nombre de sept au moins et séparés par une égale distance sur l'échelle de clarté CIE1976. Afin de déterminer les niveaux de luminance adéquats, il convient de mesurer en premier lieu la fonction de transfert de luminance du DEE.

Il convient que le générateur de mires génère des images avec des valeurs de niveau de gris comprises entre 0 et 255 (pour un affichage sur 8 bits) et il convient de mesurer les niveaux de luminance correspondants avec le luminancemètre. A peu près à la même position sur l'écran, il convient de mesurer en parallèle le signal de la photodiode (3) 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 à un échelon temporel du DEE. Dans ce cas, le générateur de mires générera les transitions de luminance, qui seront 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 comprenne six trames avec le niveau de départ et au moins six trames avec le niveau de fin. Naturellement, il est possible et permis d'enregistrer les transitions de luminance montantes et descendantes en une seule passe. Les mesures peuvent être résumées avec le tableau suivant, dont chaque cellule est constituée d'une matrice avec les données de luminance temporelles. Pour permettre l'analyse des artefacts de couleurs liés au mouvement, des tableaux sont nécessaires pour chaque couleur primaire et pour le blanc (voir Tableau 1).

6.3.1.3 Analyse de données

6.3.1.3.1 Courbe de réponse d'image animée

La courbe de réponse d'image animée doit être calculée à partir de la réponse à un échelon temporel pour chaque transition et chaque couleur primaire, par une simple convolution de la réponse à un échelon avec une fonction fenêtre mobile d'une trame temporelle de largeur (voir par exemple [12]). Un exemple du processus de convolution est décrit à la Figure 8, et le résultat est décrit à la Figure 9.

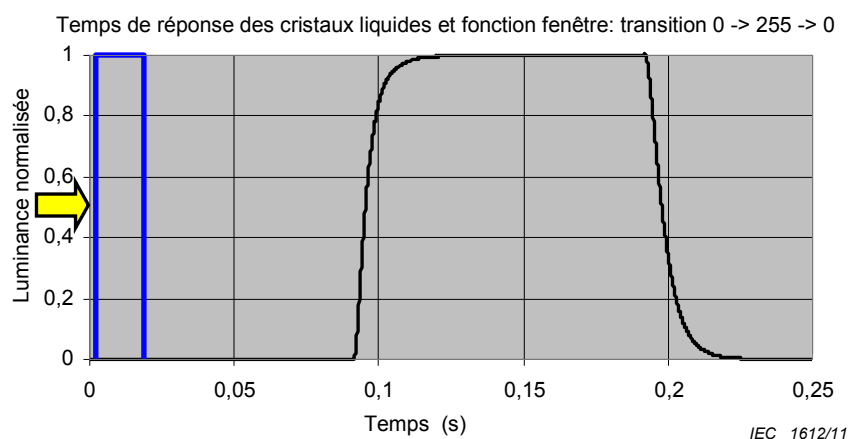


Figure 8 – Exemple d'une mesure du temps de réponse des cristaux liquides

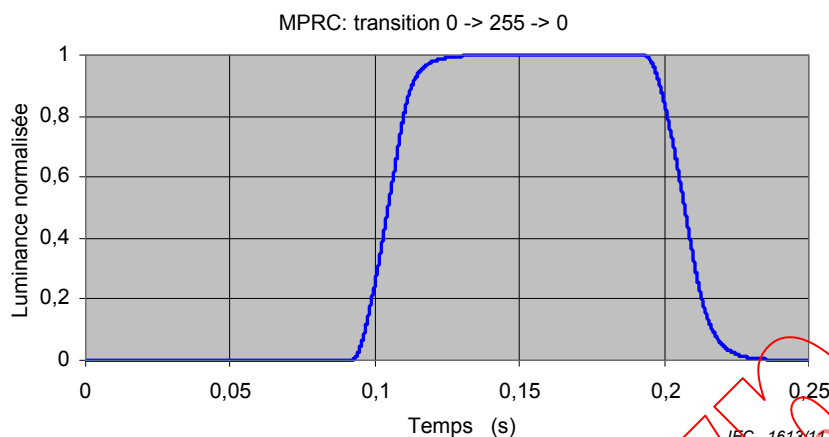


Figure 9 – Exemple d'une courbe de réponse d'image animée obtenue par la mesure de réponse présentée à la Figure 8, et une convolution avec une fonction fenêtre d'une trame de largeur

6.3.1.3.2 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 sera prononcée. La visibilité du flou de bords dépend de la relation entre la taille de pixel 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 [13]). Pour ces types de LCD, la BET, l'EBET et/ou la PBET peuvent être obtenues conformément à 6.2.3.

6.3.2 Caméra à grande vitesse

D'abord, le mouvement de la cible visuelle est enregistré par plusieurs images individuelles prises au cours d'une période de trame de l'affichage (c'est-à-dire par suréchantillonnage) et ensuite les images sont traitées numériquement pour réaliser une poursuite de la cible et l'évaluation des caractéristiques de flou correspondantes.

Lorsqu'une cible bloc en mouvement est utilisée comme mire, il convient que la largeur du bloc (w) soit égale à plusieurs fois l'avance (largeur d'échelon) par trame Δ (par exemple $w=5 \cdot \Delta$) afin de permettre à la réponse optique de s'établir dans un état permanent qui sert alors de niveau de référence pour les évaluations (niveau 100 % ou 0 %). Dans cet état, on mesure la réponse à un échelon de l'afficheur en essai. Il faut s'assurer que la réponse optique de l'afficheur en essai (DEE) est échantillonnée avec un nombre suffisant d'images par période de trame.

Les caractéristiques pour la largeur des bords flous peuvent être obtenues par exemple par la distance entre les niveaux de luminance (BEW) 10 % et 90 % tant pour le front de montée que pour le front de descente.

Il convient de classer les transitions optiques plutôt selon les conditions d'excitation électrique sous-jacente (à savoir: tension croissante ou décroissante, respectivement MARCHE et ARRÊT) que par la pente de la réponse optique afin d'éviter toute confusion (un VA-LCD