IEC 62906-5-7

Edition 1.0 2022-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Laser displays –
Part 5-7: Measuring methods of image quality affected by speckle for scanning laser displays

Affichages laser –
Partie 5-7: Méthodes de mesure de la qualité d'image affectée par la tacheture pour les affichages laser à balayage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.260

ISBN 978-2-8322-1069-5

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions, abbreviated terms, and letter symbols 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Abbreviated terms 8
3.3 Letter symbols 9
4 Standard measuring conditions 10
4.1 General 10
4.2 Standard measuring environmental conditions 10
4.3 Standard measuring dark-room conditions 10
4.4 Standard DUT conditions 10
4.5 Standard LMD requirements 10
4.6 Screen requirements 12
5 Standard measurement setup and coordinate system 12
5.1 Direct measurement setup 12
5.2 Diffuse reflectance standard measurement 13
5.3 Full-screen measurement 14
6 Measuring methods 15
6.1 Wavelength/spectrum and photometric/colorimetric measurements 15
6.2 Monochromatic speckle contrast and colour speckle 17
6.2.1 General 17
6.2.2 Noise analysis of speckle 17
6.2.3 Measurement procedure 18
6.3 Speckle-affected image resolution 19
6.3.1 Grille patterns 19
6.3.2 Contrast modulation (grille-pattern contrast) under speckle effects 19
6.3.3 Measurement procedure 22
6.3.4 Colour speckle and dynamic colour speckle 23
6.4 Non-uniformity/uniformity 25
6.4.1 General 25
6.4.2 Measurement points 25
6.4.3 Measuring method 25
Annex A (informative) Spectral accuracy for keeping a specific chromaticity accuracy 28
A.1 General 28
A.2 Calculated example of wavelength accuracy 28
Annex B (informative) Conventional contrast modulation (grille-pattern luminance contrast) for displays 29
Annex C (informative) Examples of speckle data for grille patterns 31
Bibliography 33

Figure 1 – Setup and coordinate system of direct illuminance measurements 13
Figure 2 – Setup and coordinate system of diffuse reflectance standard measurements 14
Figure 3 – Setup and coordinate system of full-screen measurements 14

Figure 4 – Example of spectra of single-longitudinal mode RGB lasers 15
Figure 5 – Example of spectrum of multi-longitudinal modes 16
Figure 6 – Grille patterns in both horizontal and vertical directions 19
Figure 7 – Measured data of speckled grille pattern and lines along the grille direction 21
Figure 8 – Eye-diagram representation of normalized illuminance distribution of speckle 22
Figure 9 – Example of chromaticity distribution for the colour speckle observed in the uniform image region (CIE 1976 plot) 24
Figure 10 – Example of dynamic colour speckle in a period (CIE 1976 plot) 25
Figure 11 – Non-uniformity measurement positions (rectangular pattern) 26
Figure 12 – Non-uniformity measurement positions (grille pattern) 27
Figure A.1 – Calculated wavelength accuracy to keep $|\Delta u'|$, $|\Delta v'| < 0{,}001$ 28
Figure B.1 – Example of the measured grille pattern 29
Figure B.2 – Example of C_{M} plot 30
Figure C.1 – Example of visualized 2D-captured data for R, G, B monochromatic speckle, and for colour speckle of colour W (white) 31
Figure C.2 – Example of $C_{M\text{-speckle}}$ plot under the effects of speckle 32

Table 1 – Letter symbols (quantity symbols / unit symbols) 9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

LASER DISPLAYS –

Part 5-7: Measuring methods of image quality affected by speckle for scanning laser displays

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.

IEC 62906-5-7 has been prepared by IEC technical committee 110: Electronic displays. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
110/1366/FDIS	110/1390/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

A list of all parts in the IEC 62906 series, published under the general title *Laser displays*, can be found on the IEC website.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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 document 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.

INTRODUCTION

Beam-scanning laser displays have specific features which are quite different from full-frame (FF) laser displays using a spatial light modulator (SLM) and other electronic displays.

The image of the beam-scanning laser displays is usually projected on a planar or curved screen. Scanning laser displays that excite or pump full or patterned phosphor layers on a separate screen are excluded. The image pixels are virtually created by high-speed modulation of a scanning laser beam combining at least R, G, B primary colour beams, which is sometimes called "flying spot". Compared with displays with spatial light modulators, the image formed on the screen can have additional spatio-temporal blur and non-uniformities. Therefore, to measure the image quality projected on the screen, the dynamic scan mechanism even for still images is considered.

Furthermore, speckle greatly affects the image quality because a speckle pattern is created on the retina by interference of the coherent or partially coherent laser lights scattered on the screen. It is more difficult for the beam-scanning laser displays to reduce speckle effects than other laser displays. This is because some of the effective speckle-reducing techniques such as moving diffusers and angular compounding are not applicable to a laser beam. Therefore, the speckle more greatly affects the measurements of illuminance, chromaticity and resolution, that is, speckle effects are more dominant in that type of displays and therefore it is necessary to use light measuring equipment designed for measurements under the effect of speckle.

The speckle-affected image quality of scanning laser displays strongly depends on the optical quality of the laser beam, such as scanning speed, scanning angle, image-signal modulation, and speckle. The detail of the measuring methods of the laser beam emitted out of laser modules is specified in IEC 62595-2-4 [1][1].

[1] Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

LASER DISPLAYS –

Part 5-7: Measuring methods of image quality affected by speckle for scanning laser displays

1 Scope

This part of IEC 62906 specifies the standard measurement conditions and methods for determining the quality of images projected by a scanning laser display on a visible light fluorescence-free screen, when observed as being affected by speckle noise due to laser coherence.

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 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 62471 (all parts), *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC 62906-5-2, *Laser display devices – Part 5-2: Optical measuring methods of speckle contrast*

IEC 62906-5-4, *Laser display devices – Part 5-4: Optical measuring methods of colour speckle*

IEC 62906-5-6, *Laser displays – Part 5-6: Measuring methods for optical performance of projection screens*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 36
INTRODUCTION 38
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes, définitions, termes abrégés, et symboles littéraux 39
3.1 Termes et définitions 39
3.2 Termes abrégés 40
3.3 Symboles littéraux 41
4 Conditions de mesure normalisées 42
4.1 Généralités 42
4.2 Conditions d'environnement normalisées 42
4.3 Conditions de chambre noire normalisées 42
4.4 Conditions normalisées du DUT 42
4.5 Exigences normalisées des LMD 42
4.6 Exigences en matière d'écran 44
5 Montage de mesure et système de coordonnées normalisés 44
5.1 Montage de mesure direct 44
5.2 Mesurage normalisé du facteur de réflexion diffuse 45
5.3 Mesurage en plein écran 46
6 Méthodes de mesure 47
6.1 Mesurages de longueurs d'onde/spectres et photométriques/colorimétriques 47
6.2 Contraste de tacheture monochromatique et tacheture de couleurs 49
6.2.1 Généralités 49
6.2.2 Analyse du bruit de tacheture 49
6.2.3 Procédure de mesure 50
6.3 Résolution de l'image affectée par la tacheture 51
6.3.1 Motifs en grille 51
6.3.2 Modulation de contraste (contraste de motif en grille) sous les effets de tacheture 52
6.3.3 Procédure de mesure 54
6.3.4 Tacheture de couleurs et tacheture dynamique de couleurs 55
6.4 Non-uniformité/uniformité 57
6.4.1 Généralités 57
6.4.2 Points de mesure 57
6.4.3 Méthode de mesure 57
Annexe A (informative) Exactitude spectrale permettant de maintenir une exactitude de chromaticité spécifique 60
A.1 Généralités 60
A.2 Exemple de calcul de l'exactitude de la longueur d'onde 60
Annexe B (informative) Modulation classique de contraste (contraste de luminance de motif en grille) pour les affichages 61
Annexe C (informative) Exemples de données de tacheture pour les motifs en grille 63
Bibliographie 65

Figure 1 – Montage et système de coordonnées pour les mesurages directs de l'éclairement lumineux 45

Figure 2 – Montage et système de coordonnées pour les mesurages normalisés du facteur de réflexion diffuse 46
Figure 3 – Montage et système de coordonnées pour les mesurages en plein écran 46
Figure 4 – Exemple de spectres de lasers RVB en mode longitudinal unique 47
Figure 5 – Exemple d'un spectre en modes longitudinaux multiples 48
Figure 6 – Motifs en grille dans les directions horizontale et verticale 51
Figure 7 – Données mesurées du motif en grille tacheté et des lignes dans la direction de la grille 53
Figure 8 – Représentation en diagramme de l'œil de la distribution de l'éclairement lumineux normalisé de la tacheture 54
Figure 9 – Exemple de distribution de la chromaticité pour la tacheture de couleurs observée dans la région uniforme de l'image(graphique CIE 1976) 56
Figure 10 – Exemple de tacheture dynamique de couleurs dans une période (graphique CIE 1976) 57
Figure 11 – Positions de mesure de la non-uniformité (motif rectangulaire) 58
Figure 12 – Positions de mesure de la non-uniformité (motif en grille) 59
Figure A.1 – Exactitude de la longueur d'onde calculée pour maintenir $|\Delta u'|$, $|\Delta v'| < 0{,}001$ 60
Figure B.1 – Exemple de motif en grille mesuré 61
Figure B.2 – Exemple de courbe C_{M} 62
Figure C.1 – Exemple de données enregistrées visualisées en 2D pour la tacheture monochromatique R, V, B, et pour la tacheture de couleurs de la couleur W (blanc) 63
Figure C.2 – Exemple de courbe $C_{M\text{-speckle}}$ sous l'effet de la tacheture 64

Tableau 1 – Symboles littéraux (symboles de grandeurs/symboles d'unités) 41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

AFFICHAGES LASER –

Partie 5-7: Méthodes de mesure de la qualité d'image affectée par la tacheture pour les affichages laser à balayage

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.

L'IEC 62906-5-7 a été établie par le comité d'études 110 de l'IEC: Affichages électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
110/1366/FDIS	110/1390/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62906, publiées sous le titre général *Affichages laser*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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 du présent document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les affichages laser à balayage de faisceau présentent des caractéristiques spécifiques qui sont très différentes des affichages laser plein cadre (FF - *full-frame*) utilisant un modulateur spatial de lumière (SLM - *spatial light modulator*) et d'autres affichages électroniques.

L'image des affichages laser à balayage de faisceau est généralement projetée sur un écran plan ou courbe. Cette projection ne concerne pas les affichages laser à balayage qui excitent ou pompent des couches de luminophores pleines ou à motifs sur un écran distinct. Les pixels d'image sont théoriquement créés par la modulation à grande vitesse d'un faisceau laser à balayage combinant au moins les faisceaux de couleurs primaires R, V, B, ce qui est parfois appelé "spot mobile". L'image formée sur l'écran peut présenter un flou spatiotemporel supplémentaire et des irrégularités par rapport aux affichages avec des modulateurs spatiaux de lumière. Par conséquent, pour mesurer la qualité de l'image projetée sur l'écran, le mécanisme de balayage dynamique, même pour les images fixes, est envisagé.

En outre, la tacheture affecte grandement la qualité de l'image car un motif de tacheture est produit sur la rétine par l'interférence des lumières laser cohérentes ou partiellement cohérentes diffusées sur l'écran. Contrairement aux autres affichages laser, il est plus difficile pour les affichages laser à balayage de faisceau de réduire les effets de tacheture. En effet, certaines techniques efficaces de réduction de la tacheture, telles que les diffuseurs mobiles et le compoundage angulaire, ne sont pas applicables à un faisceau laser. La tacheture affecte donc davantage les mesurages d'éclairement lumineux, de chromaticité et de résolution. Autrement dit, les effets de tacheture dominent plus dans ce type d'affichages et il est donc nécessaire d'utiliser un appareil de mesure de la lumière conçu pour les mesurages sous l'effet de tacheture.

La qualité d'image affectée par la tacheture des affichages laser à balayage dépend fortement des propriétés optiques du faisceau laser (par exemple, la vitesse de balayage, l'angle de balayage, la modulation signal-image et la tacheture). L'IEC 62595-2-4 [1][1] spécifie de manière détaillée les méthodes de mesure du faisceau laser émis par les modules laser.

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

AFFICHAGES LASER –

Partie 5-7: Méthodes de mesure de la qualité d'image affectée par la tacheture pour les affichages laser à balayage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62906 spécifie les conditions de mesure normalisées et les méthodes pour déterminer la qualité des images projetées par un affichage laser à balayage sur un écran de lumière visible libre de toute fluorescence, les images observées étant affectées par le bruit de tacheture dû à la cohérence du laser.

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 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 62471 (toutes les parties), *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

IEC 62906-5-2, *Laser display devices – Part 5-2: Optical measuring methods of speckle contrast* (disponible en anglais seulement)

IEC 62906-5-4*, Laser display devices – Part 5-4: Optical measuring methods of colour speckle* (disponible en anglais seulement)

IEC 62906-5-6, *Laser displays – Part 5-6: Measuring methods for optical performance of projection screens* (disponible en anglais seulement)