



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets

Procédure d'analyse d'image d'extrémité pour l'étalonnage de dispositifs d'essais de géométrie des fibres optiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-4614-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 General information and preparation for calibration	11
4.1 Geometrical parameters of optical fibres	11
4.2 Description of geometry test sets	11
4.3 Calibration standard requirements	12
5 Calibration.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Rationale for calibration of geometry test sets.....	12
5.2.1 General	12
5.2.2 Verification of calibration state.....	13
5.3 Calibration procedure.....	14
5.3.1 General advice and organization.....	14
5.3.2 Test requirements.....	14
5.3.3 Calibration standard requirements	14
5.3.4 Determination of calibration factors.....	14
5.4 Check calibration procedure.....	16
5.5 Spatial linearity	16
5.6 Calibration of core/cladding concentricity error measurement.....	17
5.7 Calibration of non-circularity measurement	17
6 Evaluation of uncertainties	17
6.1 General.....	17
6.2 Evaluation of uncertainty in test set calibration	18
6.2.1 General	18
6.2.2 Uncertainty in scaling factor.....	18
6.2.3 Uncertainty in offset correction factor	19
6.3 Evaluation of uncertainty in fibre measurement	20
6.3.1 General	20
6.3.2 Determination of $u_{Op,I,F}$	21
6.3.3 Determination of $u'_{I,F}$	21
6.4 Evaluation of uncertainty in chromium mask measurement.....	21
6.4.1 General	21
6.4.2 Determination of $u_{Op,I,C}$	21
6.4.3 Determination of $u'_{I,C}$	21
6.5 Summary	22
7 Documentation	22
7.1 Records	22
Annex A (normative) Mathematical basis for measurement uncertainty calculations	23
A.1 General.....	23
A.2 Type A evaluation of uncertainty	23
A.3 Type B evaluation of uncertainty	23
A.4 Determining the combined standard uncertainty.....	24
A.5 Reporting	25

Annex B (informative) Derivation of calibration factors	26
B.1 Derivation of scaling factors	26
B.2 Derivation of correction offset factor	27
Annex C (informative) Examples for the determination of calibration factors	29
C.1 Example of determination of scaling factor	29
C.2 Example of determination of offset correction factor	29
Annex D (informative) Calculation of uncertainties	30
D.1 General	30
D.1.1 Overview	30
D.1.2 Examples of type B evaluation of uncertainty	30
D.2 Combining sources of uncertainty	30
D.2.1 General	30
D.2.2 Example of combining several sources of uncertainty	31
D.3 Student's <i>t</i> distribution	31
Annex E (informative) Worked examples for the determination of uncertainties	33
E.1 General	33
E.2 Example of determination of scaling factor uncertainty	33
E.3 Example of determination of correction offset uncertainty	33
E.4 Example of determination of fibre measurement uncertainty	34
E.5 Example of determination of chromium mask measurement uncertainty	34
Annex F (informative) Generation of working standards	35
F.1 Generation of working standards	35
F.1.1 General	35
F.1.2 Measurement conditions	35
F.2 Procedure for generation of working standards	35
F.2.1 In the case where the infant artefact is a fibre	35
F.2.2 In the case where the infant artefact is a chromium-on-glass artefact	35
Annex G (informative) Estimation of uncertainty in the measurement of core/cladding concentricity error	36
G.1 Method of estimating uncertainty in concentricity error measurement	36
G.1.1 General	36
G.1.2 Determination of <i>u</i>	36
G.1.3 Determination of <i>u</i> _{OP}	36
G.1.4 Determination of <i>CB</i>	36
G.1.5 Determination of <i>u</i> _{CB}	38
G.2 Correcting for concentricity bias	38
Annex H (informative) Estimation of uncertainty in the measurement of non-circularity	39
H.1 Method of estimating uncertainty in non-circularity measurement	39
H.2 Determination of <i>u</i>	39
H.3 Determination of <i>u</i> _{OP}	39
H.4 Determination of <i>NCB</i>	39
H.4.1 General	39
H.4.2 Method A: uncalibrated artefact	40
H.4.3 Method B: calibrated artefact	40
H.5 Determination of <i>u</i> _{NCB}	40
Bibliography	41
Figure 1 – Example of a calibration chain and the accumulation of uncertainties	13

Figure B.1 – Representation of a grid calibration mask	26
Figure B.2 – Representation of an annulus calibration mask	27
Figure B.3 – Derivation of correction offset	28
Table D.1 – Values of t for specified confidence level	32
Table G.1 – Measured values for angular positions	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

END-FACE IMAGE ANALYSIS PROCEDURE FOR THE CALIBRATION OF OPTICAL FIBRE GEOMETRY TEST SETS

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 61745 has been prepared by IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1998, and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) removal of the limitation of single mode optical fibre geometry test sets to include multimode;
- b) addition of a new annex as mathematical basis.

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

CDV	Report on voting
86/510/CDV	86/516/RVC

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

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

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

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

INTRODUCTION

In the research and production environments, there exists a range of test methods for characterizing the geometry of optical fibres. Furthermore, each test method may determine one or more of the many parameters required for complete geometrical characterization. IEC 61745 describes the calibration of test sets that perform end-face image analysis, also known as "near-field" or "grey-scale" analysis. The principles, however, may be applied to test sets of a different type.

END-FACE IMAGE ANALYSIS PROCEDURE FOR THE CALIBRATION OF OPTICAL FIBRE GEOMETRY TEST SETS

1 Scope

This document describes the calibration of test sets that perform end-face image analysis, also known as "near-field" or "grey-scale" analysis. The principles, however, can be applied to test sets of a different type.

The procedures outlined are performed by calibration laboratories and by the manufacturers or users of geometry test sets, for the purpose of calibrating geometry test sets and for evaluating the uncertainties in measurements made on calibrated test sets. The calibration of fibre coating or cable measurement test sets is not covered by this document.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
INTRODUCTION	47
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes et définitions	48
4 Informations générales et préparation pour l'étalonnage	51
4.1 Paramètres géométriques des fibres optiques	51
4.2 Description des dispositifs d'essai de géométrie	51
4.3 Exigences relatives aux étalons pour étalonnage	52
5 Etalonnage	52
5.1 Généralités	52
5.2 Justification de l'étalonnage des dispositifs d'essais de géométrie	52
5.2.1 Généralités	52
5.2.2 Vérification de l'état d'étalonnage	53
5.3 Procédure d'étalonnage	54
5.3.1 Conseil d'ordre général et organisation	54
5.3.2 Exigences relatives aux essais	54
5.3.3 Exigences relatives aux étalons pour étalonnage	54
5.3.4 Détermination des facteurs d'étalonnage	55
5.4 Procédure de vérification d'étalonnage	56
5.5 Linéarité spatiale	57
5.6 Etalonnage de la mesure d'erreur de concentricité cœur/gaine	57
5.7 Etalonnage de la mesure de non-circularité	57
6 Evaluation des incertitudes	57
6.1 Généralités	57
6.2 Evaluation de l'incertitude dans l'étalonnage de dispositifs d'essais	58
6.2.1 Généralités	58
6.2.2 Incertitude du facteur d'échelle	58
6.2.3 Incertitude dans le facteur de correction de décalage	59
6.3 Evaluation de l'incertitude dans la mesure d'une fibre	60
6.3.1 Généralités	60
6.3.2 Détermination de $u_{Op,I,F}$	61
6.3.3 Détermination de $u'_{I,F}$	61
6.4 Evaluation de l'incertitude dans la mesure d'un masque en chrome	61
6.4.1 Généralités	61
6.4.2 Détermination de $u_{Op,I,C}$	62
6.4.3 Détermination de $u'_{I,C}$	62
6.5 Résumé	62
7 Documentation	62
7.1 Enregistrements	62
Annexe A (normative) Base mathématique pour les calculs des incertitudes de mesure	63
A.1 Généralités	63
A.2 Évaluation de l'incertitude de type A	63
A.3 Évaluation de l'incertitude de type B	63
A.4 Détermination de l'incertitude-type composée	64
A.5 Rapport	65

Annexe B (informative) Calcul des facteurs d'étalonnage	66
B.1 Calcul des facteurs d'échelle	66
B.2 Calcul du facteur de correction de décalage.....	67
Annexe C (informative) Exemples pour la détermination de facteurs d'étalonnage	69
C.1 Exemple de détermination du facteur d'échelle	69
C.2 Exemple de détermination du facteur de correction de décalage	69
Annexe D (informative) Calcul des incertitudes	70
D.1 Généralités	70
D.1.1 Vue d'ensemble	70
D.1.2 Exemples d'évaluation de type B de l'incertitude.....	70
D.2 Combinaison de sources d'incertitude	70
D.2.1 Généralités	70
D.2.2 Exemple de combinaison de plusieurs sources d'incertitude	71
D.3 Loi <i>t</i> de Student	72
Annexe E (informative) Exemples pratiques pour la détermination d'incertitudes	73
E.1 Généralités	73
E.2 Exemple de détermination de l'incertitude de facteur d'échelle.....	73
E.3 Exemple de détermination de l'incertitude de décalage correctif	73
E.4 Exemple de détermination de l'incertitude de mesure d'une fibre	74
E.5 Exemple de détermination de l'incertitude de mesure d'un masque en chrome	74
Annexe F (informative) Création d'étalons de travail	75
F.1 Création d'étalons de travail.....	75
F.1.1 Généralités	75
F.1.2 Conditions de mesure	75
F.2 Procédure pour la création d'étalons de travail.....	75
F.2.1 Lorsque l'artefact-fille est une fibre	75
F.2.2 Lorsque l'artefact-fille est un artefact en chrome sur verre.....	75
Annexe G (informative) Estimation de l'incertitude dans la mesure de l'erreur de concentricité cœur/gaine	76
G.1 Méthode d'estimation de l'incertitude dans la mesure de l'erreur de concentricité	76
G.1.1 Généralités	76
G.1.2 Détermination de <i>u</i>	76
G.1.3 Détermination de <i>u</i> _{OP}	76
G.1.4 Détermination de <i>CB</i>	76
G.1.5 Détermination de <i>u</i> _{CB}	78
G.2 Correction pour biais de concentricité	78
Annexe H (informative) Estimation de l'incertitude dans la mesure de la non-circularité.....	79
H.1 Méthode d'estimation de l'incertitude dans la mesure de la non-circularité.....	79
H.2 Détermination de <i>u</i>	79
H.3 Détermination de <i>u</i> _{Op}	79
H.4 Détermination de <i>NCB</i>	79
H.4.1 Généralités	79
H.4.2 Méthode A: artefact non étalonné	80
H.4.3 Méthode B: artefact étalonné	80
H.5 Détermination de <i>u</i> _{NCB}	80
Bibliographie.....	81

Figure 1 – Exemple d'une chaîne d'étalonnage et accumulation des incertitudes	53
Figure B.1 – Représentation d'un masque d'étalonnage en forme de grille.....	66
Figure B.2 – Représentation d'un masque d'étalonnage en forme d'anneau	67
Figure B.3 – Calcul du décalage correctif.....	68
Tableau D.1 – Valeurs de t pour un niveau de confiance spécifié.....	72
Tableau G.1 – Valeurs mesurées pour des positions angulaires.....	78

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROCÉDURE D'ANALYSE D'IMAGE D'EXTRÉMITÉ POUR L'ÉTALONNAGE DE DISPOSITIFS D'ESSAIS DE GÉOMÉTRIE DES FIBRES OPTIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61745 a été établie par le comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1998, dont elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) retrait de la restriction des dispositifs d'essais de géométrie aux fibres optiques unimodales pour inclure les fibres optiques multimodales;
- b) ajout d'une nouvelle annexe portant sur les bases mathématiques.

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

CDV	Report on voting
86/510/CDV	86/516/RVC

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

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

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

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

INTRODUCTION

Dans les environnements de la recherche et de la production, il existe une gamme de méthodes d'essais pour caractériser la géométrie des fibres optiques. En outre, chaque méthode d'essai peut déterminer un ou plusieurs paramètres exigés pour une caractérisation complète de la géométrie. L'IEC 61745 décrit l'étalonnage de dispositifs d'essais qui effectuent une analyse d'image d'extrémité, également appelée "analyse de champ proche" ou "analyse d'échelle de gris". Les principes peuvent toutefois être appliqués à des dispositifs d'essais d'un type différent.

PROCÉDURE D'ANALYSE D'IMAGE D'EXTRÉMITÉ POUR L'ÉTALONNAGE DE DISPOSITIFS D'ESSAIS DE GÉOMÉTRIE DES FIBRES OPTIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document décrit l'étalonnage de dispositifs d'essais qui effectuent une analyse d'image d'extrémité, également appelée "analyse de champ proche" ou "analyse d'échelle de gris". Les principes peuvent toutefois être appliqués à des dispositifs d'essais d'un type différent.

Les procédures indiquées sont réalisées par des laboratoires d'étalonnage et par les fabricants ou les utilisateurs de dispositifs d'essais de géométrie, à des fins d'étalonnage de dispositifs d'essais de géométrie et d'évaluation des incertitudes des mesures effectuées sur des dispositifs d'essais étalonnés. Le présent document ne couvre pas l'étalonnage de dispositifs d'essais de mesure de câbles ou de revêtements de fibres.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.