

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Optical fibres –
Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter**

**Fibres optiques –
Partie 1-45 : Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ
de mode**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-8639-5

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms.....	7
4 General consideration about mode field diameter	8
5 Reference test method	8
6 Apparatus.....	8
6.1 General.....	8
6.2 Light source	9
6.3 Input optics	9
6.4 Input positioner	9
6.5 Cladding mode stripper	9
6.6 High-order mode filter	9
6.7 Output positioner	9
6.8 Output optics	10
6.9 Detector.....	10
6.10 Computer.....	10
7 Sampling and samples.....	10
7.1 Sample length.....	10
7.2 Sample end face.....	10
8 Procedure.....	10
9 Calculations.....	10
9.1 Basic formulae	10
9.2 Method A – Direct far-field scan	10
9.3 Method B – Variable aperture in the far field	11
9.4 Method C – Near-field scan.....	12
10 Results	13
10.1 Information available with each measurement.....	13
10.2 Information available upon request	13
11 Specification information	13
Annex A (normative) Requirements specific to method A – Mode field diameter by direct far-field scan	14
A.1 Apparatus	14
A.1.1 General	14
A.1.2 Scanning detector assembly – Signal detection electronics	14
A.1.3 Computer.....	15
A.2 Procedure	15
A.3 Calculations	15
A.3.1 Determine folded power curve	15
A.3.2 Compute the top (T) and bottom (B) integrals of Formula (1)	15
A.3.3 Complete the calculation	16
A.4 Sample data	16
Annex B (normative) Requirements specific to method B – Mode field diameter by variable aperture in the far field	17

B.1	Apparatus	17
B.1.1	General	17
B.1.2	Output variable aperture assembly	17
B.1.3	Output optics system	18
B.1.4	Detector assembly and signal detection electronics	18
B.2	Procedure	18
B.3	Calculations	18
B.3.1	Determine complementary aperture function	18
B.3.2	Complete the integration	19
B.3.3	Complete the calculation	19
B.4	Sample data	19
Annex C (normative) Requirements specific to method C – Mode field diameter by near-field scan		20
C.1	Apparatus	20
C.1.1	General	20
C.1.2	Magnifying output optics	20
C.1.3	Scanning detector	21
C.1.4	Detection electronics	21
C.2	Procedure	21
C.3	Calculations	21
C.3.1	Calculate the centroid	21
C.3.2	Fold the intensity profile	22
C.3.3	Compute the integrals	22
C.3.4	Complete the calculation	23
C.4	Sample data	23
Annex D (normative) Requirements specific to method D – Mode field diameter by optical time domain reflectometer (OTDR)		24
D.1	General	24
D.2	Apparatus	24
D.2.1	OTDR	24
D.2.2	Optional auxiliary switches	24
D.2.3	Optional computer	25
D.2.4	Test sample	25
D.2.5	Reference sample	25
D.3	Procedure – Orientation and notation	25
D.4	Calculations	26
D.4.1	Reference fibre mode field diameter	26
D.4.2	Computation of the sample mode field diameter	27
D.4.3	Validation	27
Annex E (informative) Sample data sets and calculated values		29
E.1	General	29
E.2	Method A – Mode field diameter by direct far-field scan	29
E.3	Method B – Mode field diameter by variable aperture in the far field	30
E.4	Method C – Mode field diameter by near-field scan	30
Bibliography		31
Figure 1 – Transform relationships between measurement results		8
Figure A.1 – Far-field measurement set		14

Figure B.1 – Variable aperture by far-field measurement set..... 17

Figure C.1 – Near-field measurement set-ups 20

Figure D.1 – Optical switch arrangement 25

Figure D.2 – View from reference fibre A 26

Figure D.3 – View from reference fibre B 26

Figure D.4 – Validation example – Comparison of methods..... 27

Table 1 – Abbreviated terms 7

Table E.1 – Sample data, method A – Mode field diameter by direct far-field scan 29

Table E.2 – Sample data set, method B – Mode field diameter by variable aperture in
the far field 30

Table E.3 – Sample data set, method C – Mode field diameter by near-field scan..... 30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-45: Measurement methods and test procedures –
Mode field diameter**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60793-1-45 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2017. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Modification of the minimum distance between the fibre end and the detector for the direct far field scan (Annex A).
- b) Generalization of the requirement for the minimum dynamic range for all fibre types (Annex A).

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

Draft	Report on voting
86A/2300/CDV	86A/2366/RVC

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.

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/publications.

A list of all parts in the IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres*, can be found on the IEC website.

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, or
- revised.

OPTICAL FIBRES –

Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the mode field diameter (MFD) of single-mode optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

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 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Attenuation measurement methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	35
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes, définitions et termes abrégés	37
3.1 Termes et définitions	37
3.2 Termes abrégés	37
4 Considérations générales concernant le diamètre du champ de mode	38
5 Méthode d'essai de référence	38
6 Appareillage	38
6.1 Généralités	38
6.2 Source de lumière	39
6.3 Système optique d'entrée	39
6.4 Dispositif de positionnement d'entrée	39
6.5 Extracteur de modes de gaine	39
6.6 Filtre des modes d'ordre supérieur	39
6.7 Dispositif de positionnement de sortie	39
6.8 Dispositif optique de sortie	40
6.9 Détecteur	40
6.10 Calculateur	40
7 Échantillonnage et échantillons	40
7.1 Longueur d'échantillon	40
7.2 Extrémité de l'échantillon	40
8 Procédure	40
9 Calculs	40
9.1 Formules de base	40
9.2 Méthode A – Exploration directe en champ lointain	41
9.3 Méthode B – Ouverture variable en champ lointain	41
9.4 Méthode C – Exploration en champ proche	42
10 Résultats	43
10.1 Informations disponibles pour chaque mesure	43
10.2 Informations disponibles sur demande	43
11 Informations à mentionner dans la spécification	43
Annexe A (normative) Exigences spécifiques à la méthode A – Diamètre du champ de mode par la technique de l'exploration directe en champ lointain	44
A.1 Appareillage	44
A.1.1 Généralités	44
A.1.2 Ensemble détecteur à balayage – Système électronique de détection des signaux	44
A.1.3 Calculateur	45
A.2 Procédure	45
A.3 Calculs	45
A.3.1 Déterminer la courbe de puissance symétrisée par moyennes des écarts	45
A.3.2 Calculer l'intégrale du numérateur (T) et l'intégrale du dénominateur (B) de la Formule (1)	45
A.3.3 Effectuer le calcul	46

A.4	Données sur échantillon.....	46
Annexe B (normative) Exigences spécifiques à la méthode B – Diamètre du champ de mode par la technique de l'ouverture variable en champ lointain.....		
B.1	Appareillage.....	47
B.1.1	Généralités.....	47
B.1.2	Ensemble à ouvertures variables de sortie.....	47
B.1.3	Dispositifs optiques de sortie.....	48
B.1.4	Ensemble détecteur et dispositif électronique de détection des signaux.....	48
B.2	Procédure.....	48
B.3	Calculs.....	49
B.3.1	Déterminer la fonction complémentaire d'ouverture.....	49
B.3.2	Effectuer l'intégration.....	49
B.3.3	Effectuer le calcul.....	49
B.4	Données sur échantillon.....	49
Annexe C (normative) Exigences spécifiques à la méthode C – Diamètre du champ de mode par la technique de l'exploration en champ proche.....		
C.1	Appareillage.....	50
C.1.1	Généralités.....	50
C.1.2	Ensembles optiques de grossissement.....	51
C.1.3	Détecteur à balayage.....	51
C.1.4	Systèmes électroniques de détection.....	51
C.2	Procédure.....	51
C.3	Calculs.....	52
C.3.1	Calculer le barycentre.....	52
C.3.2	Symétriser le profil d'intensité.....	52
C.3.3	Calculer les intégrales.....	52
C.3.4	Effectuer le calcul.....	53
C.4	Données sur échantillon.....	53
Annexe D (normative) Exigences spécifiques à la méthode D – Diamètre du champ de mode par réflectomètre optique dans le domaine temporel (OTDR).....		
D.1	Généralités.....	54
D.2	Appareillage.....	54
D.2.1	OTDR.....	54
D.2.2	Commutateurs auxiliaires facultatifs.....	54
D.2.3	Calculateur facultatif.....	55
D.2.4	Échantillon d'essai.....	55
D.2.5	Échantillon de référence.....	55
D.3	Procédure – Orientation et notation.....	55
D.4	Calculs.....	56
D.4.1	Diamètre du champ de mode de la fibre de référence.....	56
D.4.2	Calcul du diamètre du champ de mode de l'échantillon.....	57
D.4.3	Validation.....	57
Annexe E (informative) Ensemble de données sur échantillon et valeurs calculées.....		
E.1	Généralités.....	59
E.2	Méthode A – Diamètre du champ de mode par exploration directe en champ lointain.....	59
E.3	Méthode B – Diamètre du champ de mode par la méthode de l'ouverture variable en champ lointain.....	60
E.4	Méthode C – Diamètre du champ de mode par exploration en champ proche.....	61

Bibliographie.....	62
Figure 1 – Relations de transformées entre les résultats de mesure	38
Figure A.1 – Montage de mesure en champ lointain.....	44
Figure B.1 – Montage de mesure par ouverture variable en champ lointain.....	47
Figure C.1 – Montages de mesure en champ proche.....	50
Figure D.1 – Montage de commutation optique	55
Figure D.2 – Vue depuis la fibre de référence A.....	56
Figure D.3 – Vue depuis la fibre de référence B.....	56
Figure D.4 – Exemple de validation: comparaison de méthodes.....	58
Tableau 1 – Termes abrégés	37
Tableau E.1 – Données sur échantillon, méthode A – Diamètre du champ de mode par exploration directe en champ lointain.....	59
Tableau E.2 – Données sur échantillon, méthode B – Diamètre du champ de mode par la méthode de l’ouverture variable en champ lointain.....	60
Tableau E.3 – Données sur échantillon, méthode C – Diamètre du champ de mode par exploration en champ proche	61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode

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. 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [a/n'a pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

L'IEC 60793-1-45 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2017. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) modification de la distance minimale entre l'extrémité de la fibre et le détecteur pour l'exploration directe en champ lointain (Annexe A),
- b) généralisation de l'exigence de plage dynamique minimale pour tous les types de fibres (Annexe A).

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

Projet	Rapport de vote
86A/2300/CDV	86A/2366/RVC

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.

Ce 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/publications/.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 établit des exigences harmonisées pour mesurer le diamètre du champ de mode (MFD, *Mode Field Diameter*) d'une fibre optique unimodale, contribuant ainsi au contrôle des fibres et câbles à des fins commerciales.

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 60793-1-40:2019, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesurage de l'affaiblissement*