

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-2**

Première édition
First edition
1995-10

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 2: Méthodes de mesure des dimensions

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 2: Measuring methods for dimensions



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 793-1-2: 1995

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-2**

Première édition
First edition
1995-10

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 2: Méthodes de mesure des dimensions

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 2: Measuring methods for dimensions

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue



Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Référence normative.....	8
3 Essais relatifs aux dimensions	8
4 Surface de référence	12
5 Erreur de concentricité.....	12
6 Tolérances.....	12
7 Définitions opérationnelles	12
8 Méthode CEI 793-1-A1 – Profil d'indice de réfraction.....	14
9 Méthode CEI 793-1-A2 – Géométrie de la section droite à l'extrémité d'une fibre optique déterminée à partir de la répartition de la lumière en champ proche	34
10 Méthode CEI 793-1-A3 – Répartition de la lumière en vue latérale pour la mesure du revêtement primaire	48
11 Méthode CEI 793-1-A4 – Mesure mécanique du diamètre.....	56
12 Méthode CEI 793-1-A5 – Mesure mécanique de la longueur	60
13 Méthode CEI 793-1-A6 – Mesure de la longueur par mesure du retard de l'impulsion transmise et/ou de l'impulsion réfléchie	60
14 Méthode CEI 793-1-A7 – Mesure de l'allongement d'une fibre	72

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative reference.....	9
3 Dimensional tests.....	9
4 Reference surface.....	13
5 Concentricity error	13
6 Tolerances.....	13
7 Operational definitions	13
8 Method IEC 793-1-A1 – Refractive index profile.....	15
9 Method IEC 793-1-A2 – End face geometry of optical fibre determined from the near-field light distribution	35
10 Method IEC 793-1-A3 – Side view light distribution for primary coating	49
11 Method IEC 793-1-A4 – Mechanical diameter measurement	57
12 Method IEC 793-1-A5 – Mechanical length measurement	61
13 Method IEC 793-1-A6 – Length measurement by delay measuring of transmitted pulse and/or reflected pulse	61
14 Method IEC 793-1-A7 – Fibre elongation measurement method	73

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparées par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment, dans la plus grande mesure possible, un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 793-1-2 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La quatrième édition de la CEI 793-1, parue en 1992, a fait l'objet d'une révision. Elle a été divisée en cinq normes regroupant chacune une section.

Cette première édition de la CEI 793-1-2 annule et remplace la section 2 de la CEI 793-1, dont elle constitue une révision technique.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec les normes suivantes:

CEI 793-1-1: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 793-1-3: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques*

CEI 793-1-4: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission*

CEI 793-1-5: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1: Generic specification –
Section 2: Measuring methods for dimensions**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 793-1-2 has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The fourth edition of IEC 793-1, published in 1992, has been subject to revision. It has been divided into five standards each of which incorporates one section.

This first edition of IEC 793-1-2 cancels and replaces section 2 of IEC 793-1, of which it constitutes a technical revision.

This standard shall be used in conjunction with the following standards:

IEC 793-1-1: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 793-1-3: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics*

IEC 793-1-4: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics*

IEC 793-1-5: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 5: Measuring methods for environmental characteristics*

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
86A/301/DIS	86A/327/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.

Withdrawn

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

DIS	Report on voting
86A/301/DIS	86A/327/RVD

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

Withdrawn

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 793-1 présente les méthodes de mesure applicables à la mesure pratique de la longueur et des dimensions en section droite d'une fibre optique. Elles sont à utiliser pour le contrôle des fibres lors des relations commerciales.

L'objet de cette section est d'établir des prescriptions uniformes relatives aux caractéristiques géométriques des fibres optiques.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 793-1. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 793-1 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 794-1: 1993, *Câbles à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

3 Essais relatifs aux dimensions

Les dimensions des fibres optiques doivent être déterminées en soumettant les échantillons à des essais choisis dans le tableau 1. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être tels que ceux qui sont indiqués dans la spécification particulière. Il est clair que ce tableau englobe toutes les catégories de fibres, mais que les essais ne sont pas tous applicables à n'importe quelle catégorie de fibre.

Lorsque le revêtement primaire comporte au moins deux couches concentriques coaxiales constituées de matériaux différents, la couche qui recouvre la gaine doit être définie comme première couche, la couche concentrique suivante qui la recouvre sera la deuxième couche, etc.

OPTICAL FIBRES –

Part 1: Generic specification – Section 2: Measuring methods for dimensions

1 Scope and object

This section of IEC 793-1 gives the measuring methods applicable to the practical measurement of the length and the cross-sectional dimensions of an optical fibre. The methods are to be used for inspection of optical fibres for commercial purposes.

The object of this section is to establish uniform requirements for geometrical characteristics of optical fibres.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 793-1. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 793-1 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 794-1: 1993, *Optical fibre cables – Part 1: Generic specification*

3 Dimensional tests

The dimensions of the optical fibres shall be determined by subjecting samples to tests selected from table 1. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as specified in the detail specification. It should be clear that this table encompasses all categories of fibres, but not all tests are applicable to any one fibre category.

When the primary coating is composed of two or more coaxial and concentric layers of different materials, the layer applied immediately over the cladding shall be defined as the first layer, the layer applied concentrically over it shall be defined second layer, etc.

Tableau 1 – Dimensions des fibres optiques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 793-1-A1A	Champ proche réfracté	Diamètre du coeur Diamètre de gaine Non-circularités
CEI 793-1-A1B	Interférométrie transversale	Erreurs de concentricité
CEI 793-1-A2	Géométrie de la section droite à l'extrémité d'une fibre optique déterminée à partir de la répartition de la lumière en champ proche	Diamètre du coeur Diamètre de gaine Diamètre du revêtement primaire Diamètre du revêtement protecteur Non-circularités Erreurs de concentricité
CEI 793-1-A3	Répartition de la lumière en vue latérale pour revêtement primaire	Diamètre du revêtement primaire Non-circularité des couches du revêtement primaire Erreurs de concentricité des couches du revêtement primaire
CEI 793-1-A4	Mesure mécanique du diamètre	Diamètre de gaine Diamètre du revêtement primaire Diamètre du revêtement protecteur Non-circularités
CEI 793-1-A5	Mesure mécanique de la longueur (à l'étude)	Longueur de la fibre
CEI 793-1-A6	Retard d'impulsion transmise et/ou réfléchi	Longueur de la fibre
CEI 793-1-C1C de la CEI 793-1-4	Technique de rétrodiffusion	Longueur de la fibre
CEI 793-1-A7	Allongement d'une fibre	Variation de longueur

NOTES

- 1 La technique du champ proche réfracté est une application directe de la définition du coeur basée sur le profil de l'indice de réfraction. Cette méthode donne le profil d'indice de réfraction à partir duquel les dimensions et l'ouverture numérique peuvent être calculées.
- 2 Avec la répartition de la lumière en champ proche, les dimensions obtenues sont corrélées au profil d'indice de réfraction, mais ne sont pas strictement en accord avec la définition du diamètre de coeur.
- 3 Pour les dimensions liées à la partie transmission des fibres unimodales (c'est-à-dire diamètre du champ de mode, concentricité du champ de mode) voir la CEI 793-1-4.
- 4 Pour des raisons pratiques, le diamètre du coeur des fibres unimodales n'est normalement pas spécifié.
- 5 Une définition du diamètre du coeur des fibres unimodales est à l'étude.

Table 1 – Dimensions of optical fibres

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 793-1-A1A	Refracted near-field	Diameter of core Diameter of cladding Non-circularities
IEC 793-1-A1B	Transverse interference method	Concentricity errors
IEC 793-1-A2	End face geometry of optical fibre determined from the near-field light distribution	Diameter of core Diameter of cladding Diameter of primary coating Diameter of buffer Non-circularities Concentricity errors
IEC 793-1-A3	Side view light distribution for primary coating	Diameter of primary coating layers Non-circularity of primary coating layers Concentricity error of primary coating layers
IEC 793-1-A4	Mechanical diameter measurement	Diameter of cladding Diameter of primary coating Diameter of buffer Non-circularities
IEC 793-1-A5	Mechanical length measurement (under consideration)	Length of fibre
IEC 793-1-A6	Delay of transmitted and/or reflected pulse	Length of fibre
IEC 793-1-C1C of IEC 793-1-4	Backscattering technique	Length of fibre
IEC 793-1-A7	Fibre elongation	Length variation

NOTES

- 1 The refracted near-field technique is a direct application of core definition based on the refractive index profile. This method gives the refractive index profile from which the dimensions and numerical aperture can be calculated.
- 2 With the near-field light distribution the dimensions obtained are correlated to the refractive index profile, but are not strictly in accordance with the definition of core diameter.
- 3 For dimensions linked to transmission part of single-mode fibres (i.e. diameter of mode field, concentricity of mode field) see IEC 793-1-4.
- 4 For practical reasons, the core diameter of single-mode fibres is not normally specified.
- 5 A definition of the core diameter of single-mode fibres is under consideration.

4 Surface de référence

La surface de référence sera déterminée dans la spécification particulière et pourra être soit la surface du coeur, de gaine, du revêtement primaire, soit celle du revêtement protecteur.

5 Erreur de concentricité

L'erreur de concentricité peut être spécifiée entre deux quelconques des diamètres mentionnés ci-dessus, et peut être indiquée dans la spécification particulière.

6 Tolérances

Les tolérances sur les diamètres peuvent être indiquées dans la spécification particulière.

7 Définitions opérationnelles

7.1 Définition du diamètre du coeur d'une fibre optique multimodale

Le diamètre du coeur d'une fibre optique multimodale est défini à partir du profil d'indice de réfraction comme le diamètre passant par le centre du coeur et coupant le profil d'indice au point n_3 , de sorte que:

$$n_3 = n_2 + k(n_1 - n_2)$$

où

n_2 est l'indice de réfraction de la gaine homogène;

n_1 est l'indice de réfraction maximal; et

k est une constante communément désignée par «facteur k ».

Le profil d'indice de réfraction peut être déterminé par des techniques de mesures de profil telles que la mesure du champ proche réfracté ou l'interférométrie transversale ou par la mesure du champ proche d'un coeur entièrement éclairé telle que la mesure du champ proche transmis.

Il est recommandé d'utiliser un ajustement de courbe avec les techniques de mesure de profil d'indice et les techniques de mesure du champ proche afin d'améliorer la précision de la mesure du diamètre du coeur.

NOTES

1 De façon typique, $k = 0,025$ pour les techniques ajustées de mesure de profil ou pour la méthode de mesure du champ proche transmis non ajustée est équivalente à $k = 0$ pour la méthode de mesure du champ proche transmis avec ajustement.

2 Pour ce qui concerne les fibres présentant des profils d'indice de réfraction ayant une région de transition progressive au niveau de leur limite coeur/gaine, une valeur de $k = 0,05$ pour la méthode de mesure du champ proche transmis non ajustée est équivalente à $k = 0$ pour la méthode de mesure du champ proche transmis avec ajustement.

4 Reference surface

The reference surface will be defined in the detail specification and may be either the core, cladding, primary coating, or buffer surface.

5 Concentricity error

The concentricity error may be specified between any two of the above-mentioned diameters, and can be specified in the detail specification.

6 Tolerances

Tolerances on diameters can be specified in the detail specification.

7 Operational definitions

7.1 Definition of multimode fibre diameter

The core diameter of a multimode optical fibre is defined from the refractive index profile as that diameter passing through the core center and intersecting the index profile at the points n_3 such that:

$$n_3 = n_2 + k(n_1 - n_2)$$

where

n_2 is the refractive index of the homogeneous cladding

n_1 is the maximum refractive index, and

k is a constant commonly called the "k factor"

The refractive index profile can be measured by profiling techniques such as the refracted near-field measurement (RNF) or transverse interferometry (TI), and by measurement of the near-field of a fully illuminated core such as the transmitted near-field measurement (TNF).

It is recommended that curve fitting be used with both the index profiling and the TNF techniques to improve the measurement precision of the core diameter.

NOTES

1 Typically, $k = 0,025$ for either the fitted profiling methods or the unfitted TNF method is equivalent to $k = 0$ for the fitted TNF method.

2 For fibres with refractive index profiles that have gradual transition region at their core/cladding boundary, a value of $k = 0,05$ for the unfitted TNF method is equivalent to $k = 0$ for the fitted TNF method.

8 Méthode CEI 793-1-A1 – Profil d'indice de réfraction

8.1 Méthode CEI 793-1-A1A – Profil d'indice de réfraction – Méthode du champ proche réfracté

8.1.1 Objet

La mesure du champ proche réfracté est simple, précise et mesure directement les variations de l'indice de réfraction transversalement à la fibre (cœur et gaine). La mesure présente une bonne résolution et peut être calibrée pour donner des valeurs absolues de l'indice de réfraction. Elle peut être utilisée indifféremment pour les fibres unimodales et multimodales.

8.1.2 Appareillage

Une représentation schématique de l'appareillage est donnée par les figures 1 et 2.

8.1.2.1 Source

Un laser stable émettant quelques milliwatts de puissance optique sur le mode TEM_{00} est nécessaire.

Un laser hélium-néon émettant sur la longueur d'onde de 633 nm peut être utilisé, mais un facteur de correction est à apporter pour extrapoler les résultats à des longueurs d'onde différentes. Il est à noter que la mesure à 633 nm peut ne pas donner des informations complètes à des longueurs d'onde plus élevées, en particulier un dopage non uniforme de la fibre peut affecter la correction.

Une lame quart d'onde est introduite pour transposer le faisceau d'une polarisation rectiligne à une polarisation circulaire, car la réflexion de la lumière sur une interface air-verre dépend étroitement de l'angle et de la polarisation.

Un diaphragme au foyer de la lentille 1 agit en tant que filtre spatial.

8.1.2.2 Optique d'injection

L'optique d'injection, qui est déterminée pour saturer l'ouverture numérique de la fibre, délimite un faisceau de lumière focalisée sur la face plane de la fibre. Il convient que l'angle de ce faisceau avec l'axe de la fibre soit inférieur à 1° . La résolution de l'équipement est déterminée par la taille de la tache focale, qui doit être aussi petite que possible pour maximiser la résolution, par exemple plus petite que $1,5 \mu m$. L'équipement permet de déplacer cette tache focale le long du diamètre de la fibre.

8.1.2.3 Cellule à liquide d'indice

Le liquide de la cellule à liquide d'indice doit avoir un indice de réfraction légèrement plus grand que celui de la gaine de la fibre.

8.1.2.4 Détection

La lumière réfractée est collectée et envoyée sur le détecteur en s'assurant que toute la lumière est collectée. La dimension nécessaire pour le disque et sa position le long de l'axe central peuvent être déterminées par calcul.

8 Method IEC 793-1-A1 – Refractive index profile

8.1 Method IEC 793-1-A1A – Refractive index profile – Refracted near-field method

8.1.1 Object

The refracted near-field measurement is straightforward, accurate and measures directly the refractive index variation across the fibre (core and cladding). The measurement is capable of good resolution and can be calibrated to give absolute values of refractive indexes. It can be used to obtain profiles of both single-mode and multimode fibres.

8.1.2 Test apparatus

A schematic diagram of the test apparatus is shown in figures 1 and 2.

8.1.2.1 Source

A stable laser giving a few milliwatts of power in the TEM_{00} mode is required.

A HeNe laser, which has a wavelength of 633 nm, may be used, but a correction factor must be applied to the results for extrapolation at different wavelengths. It shall be noted that measurement at 633 nm may not give complete information at longer wavelengths, in particular non-uniform fibre doping can affect the correction.

A quarter-wave plate is introduced to change the beam from linear to circular polarization because the reflectivity of light at an air-glass interface is strongly angle and polarization dependent.

A pinhole placed at the focus of lens 1 acts as a spatial filter.

8.1.2.2 Launch optics

The launch optics, which are arranged to overfill the NA of the fibre, brings a beam of light to a focus on the flat end of the fibre. The optical axis of the beam of light should be within 1° of the axis of the fibre. The resolution of the equipment is determined by the size of the focused spot, which should be as small as possible in order to maximize the resolution, for example less than $1,5 \mu m$. The equipment enables the focused spot to be scanned across the fibre diameter.

8.1.2.3 Liquid cell

The liquid in the liquid cell shall have a refractive index slightly higher than that of the fibre cladding.

8.1.2.4 Sensing

The refracted light is collected and brought to the detector in any convenient manner provided that all the refracted light is collected. By calculation, the required size of disc and its position along the central axis can be determined.

8.1.3 Préparation de l'échantillon

Une longueur de fibre d'environ 1 m est nécessaire.

L'ensemble des protections mécaniques doit être éliminé de la section de fibre immergée dans la cellule à liquide d'indice.

Les faces de la fibre doivent être propres, planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.

8.1.4 Procédure

On se référera au schéma représentant l'appareillage (figure 2).

8.1.4.1 Courbe de profil d'indice de la fibre

La face d'entrée de la fibre à mesurer est immergée dans une cellule à liquide d'indice dont l'indice de réfraction est légèrement supérieur à l'indice de la gaine de la fibre. La fibre est illuminée par l'arrière par un flux lumineux issu d'une lampe à filament de tungstène. Les objectifs 2 et 3 produisent une image de la fibre.

La position de l'objectif 3 est ajustée pour centrer et mettre au point l'image de la fibre; le faisceau laser est en même temps centré et focalisé sur la fibre.

Le disque est centré sur le cône de sortie. Pour les fibres multimodales, le disque est positionné sur l'axe optique de manière à n'occulter que les modes de fuite. Pour les fibres unimodales, le disque est positionné pour obtenir la résolution maximale.

Les modes réfractés passant au-delà du disque sont collectés et focalisés sur une photodiode. La tache laser focalisée est déplacée le long de la section de l'extrémité de la fibre et un enregistrement de la variation de l'indice de réfraction est obtenu directement.

8.1.4.2 Etalonnage de l'équipement

L'étalonnage de l'équipement est réalisé lorsque la fibre n'est pas présente dans la cellule à liquide d'indice. Pendant la mesure, l'angle du cône de lumière varie en fonction de l'indice de réfraction vu au point d'impact sur la fibre (entraînant une variation de la puissance optique au-delà du disque). Connaissant l'indice du liquide et l'épaisseur de la cellule, cette variation peut être simulée, fibre ôtée, par translation du disque le long de l'axe optique. En amenant le disque sur un certain nombre de positions prédéterminées, on peut ainsi étalonner le profil en terme d'indices relatifs. Les indices absolus, par exemple n_1 et n_2 , peuvent être déterminés seulement si l'indice de gaine ou celui du liquide sont connus avec précision pour la longueur d'onde utilisée et à la température de mesure.

8.1.3 *Sample preparation*

A length of fibre of about 1 m is required.

All fibre coatings shall be removed from the section of fibre immersed in the liquid cell.

The fibre ends shall be clean, smooth and perpendicular to the fibre axis.

8.1.4 *Procedure*

Refer to the schematic diagram of the test apparatus (figure 2).

8.1.4.1 *Fibre index profile plot*

The launch end of the fibre to be measured is immersed in a liquid cell whose refractive index is slightly higher than that of the fibre cladding. The fibre is back illuminated by light from a tungsten lamp. Lenses 2 and 3 produce a focused image of the fibre.

The position of lens 3 is adjusted to centre and focus the fibre image, and the laser beam is simultaneously centred and focused on the fibre.

The disc is centred on the output cone. For multimode fibre, the disc is positioned on the optical axis to just block the leaky modes. For single-mode fibre, the disc is positioned to give optimum resolution.

Refracted modes passing the disc are collected and focused onto a photodiode. The focused laser spot is traversed across the fibre end and a plot of fibre refractive index variation is directly obtained.

8.1.4.2 *Equipment calibration*

The equipment is calibrated with the fibre removed from the liquid cell. During the measurement the angle of the cone of light varies according to the refractive index seen at the entry point to the fibre (hence the change of power passing the disc). With the fibre removed and the liquid index and cell thickness known, this change in angle can be simulated by translating the disc along the optic axis. By moving the disc to a number of predetermined positions the profile can be scaled in terms of relative index. Absolute indices, that is n_1 and n_2 , can only be found if the cladding index or the liquid index, at the measurement wavelength and temperature, is known accurately.

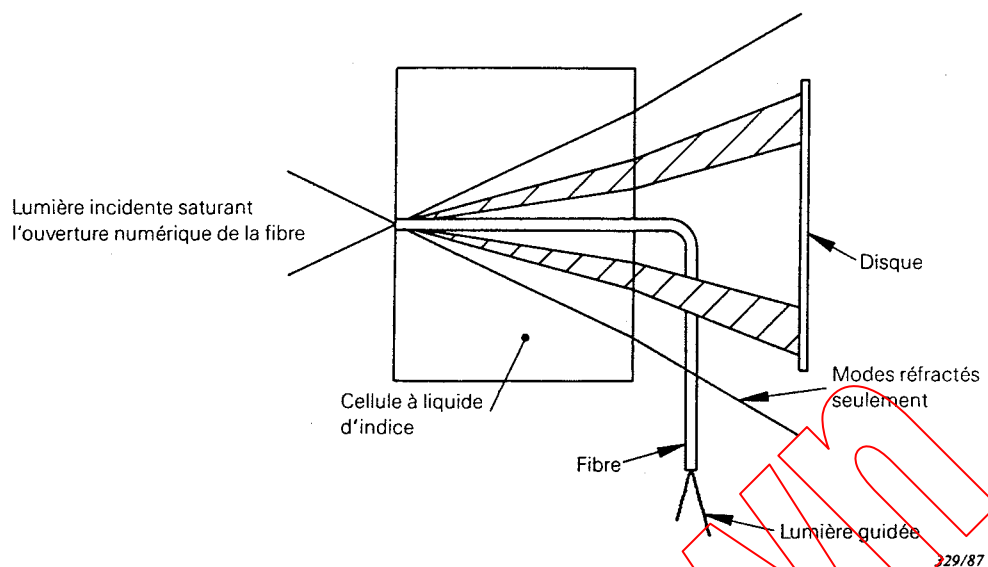


Figure 1 – Technique du champ proche réfracté – Représentation schématique

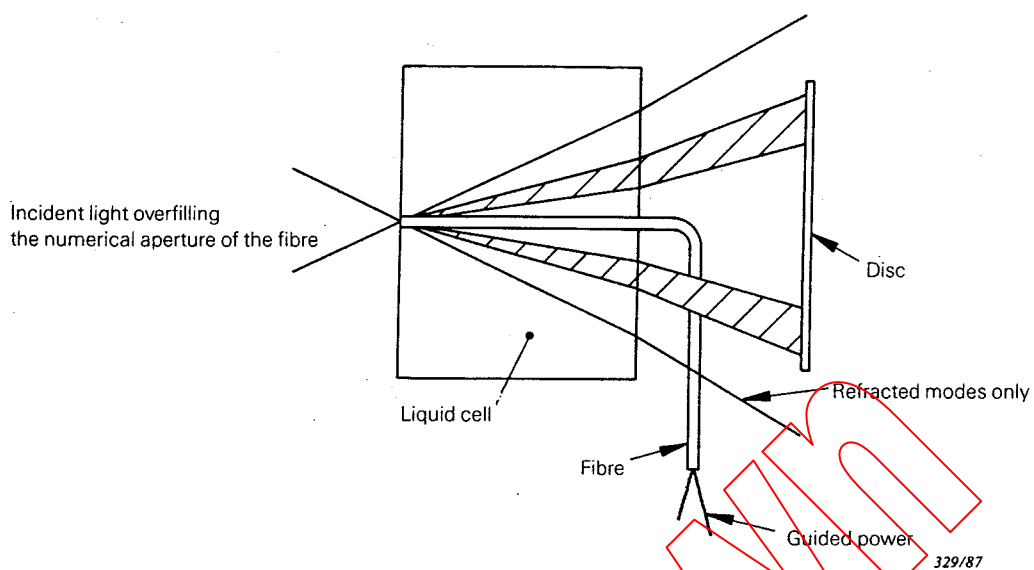


Figure 1 – Refracted near-field technique – Schematic diagram

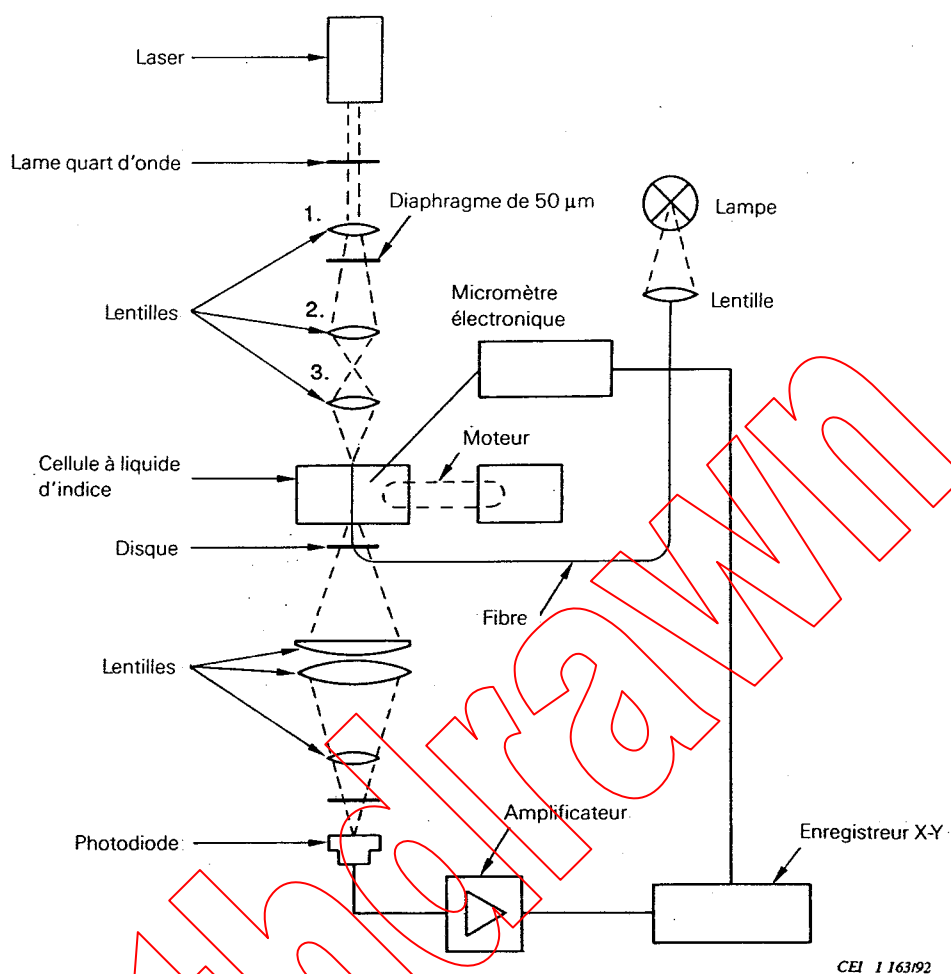


Figure 2 – Exemple typique d'un appareillage de mesure du champ proche réfracté

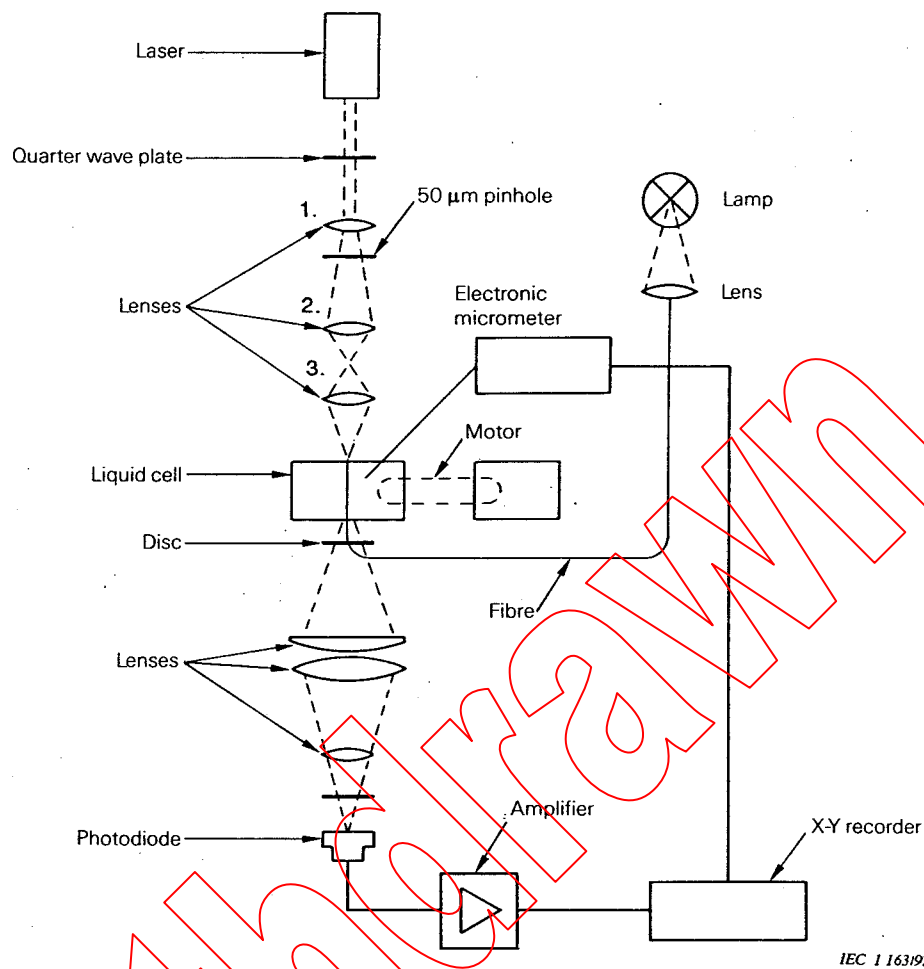


Figure 2 – Typical arrangement of the refracted near-field test set

8.1.4.3 Résultats

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- disposition du montage d'essai et procédure de correction en longueur d'onde;
- humidité relative et température ambiante;
- identification de la fibre. Suivant les prescriptions de la spécification:
 - profil correspondant aux centres du coeur et de la gaine et étalonné pour une longueur d'onde déterminée;
 - profils le long des axes principaux du coeur étalonnés pour une longueur d'onde déterminée;
 - profils le long des axes principaux de la gaine étalonnés pour une longueur d'onde déterminée.

A partir du balayage d'une section du profil, les grandeurs suivantes peuvent être calculées:

- diamètre du coeur;
- diamètre de gaine;
- erreur de concentricité entre le coeur et la gaine;
- non-circularité du coeur;
- non-circularité de la gaine;
- ouverture numérique théorique maximale;
- différence d'indice;
- différence d'indice relative;
- indications sur la précision et la reproductibilité.

8.2 Méthode CEI 793-1 A1B – Profil d'indice de réfraction – Méthode d'interférométrie transversale

8.2.1 Objet

La présente méthode d'essai établit les procédures à suivre afin de déterminer le profil d'indice de réfraction $n(r)$ d'un échantillon de fibre optique par interférométrie transversale. Au moyen d'un microscope interférentiel, l'échantillon de fibre est éclairé perpendiculairement à son axe afin de générer un diagramme de franges. Le profil d'indice de réfraction est obtenu par détection vidéo et numérisation des franges d'interférence par moyen informatique.

Il est également admis de déterminer le diamètre du coeur d'une fibre de catégorie A1 sur la base des résultats de cette procédure d'essai.

Il est permis de déterminer l'ouverture numérique maximale d'une fibre de catégorie A1 sur la base des résultats de cette procédure d'essai.

8.2.2 Appareillage

Pour effectuer cette mesure, les équipements d'essai illustrés sur la figure 3 ci-après sont nécessaires.

8.1.4.3 Results

The following details shall be presented:

- test arrangement and wavelength correction procedure;
- relative humidity and ambient temperature;
- fibre identification. Depending on specification requirement:
 - profile through core and cladding centres calibrated for a given wavelength;
 - profiles along the core major and minor axes calibrated for a given wavelength;
 - profiles along the cladding major and minor axes calibrated for a given wavelength.

By the raster scan of the cross-section of the profile, the following quantities may be calculated:

- diameter of core;
- diameter of cladding;
- concentricity error core/cladding;
- non-circularity of core;
- non-circularity of cladding;
- maximum theoretical numerical aperture;
- index difference;
- relative index difference;
- indications of accuracy and reproducibility.

8.2 Method IEC 793-1-A1B – Refractive index profile, transverse interference method

8.2.1 Object

The intent of this test method is to establish procedures to be followed to determine the refractive index profile $n(r)$ of an optical fibre sample by transverse interferometry. Using an interference microscope, the fibre sample is illuminated perpendicular to its axis to generate a fringe pattern. The refractive index profile is obtained from video detection and digitization of the interference fringes under computer control.

Determination of the core diameter of a category A1 fibre may also be made from the results of this test procedure.

Determination of the maximum theoretical numerical aperture of a category A1 fibre may also be made from the results of this test procedure.

8.2.2 Apparatus

The following test equipment shown in figure 3 is necessary to make this measurement:

8.2.2.1 *Microscope interférentiel de lumière transmise*

Ce microscope spécial est constitué par la combinaison de deux microscopes et d'un interféromètre permettant d'obtenir une image agrandie des objets soumis à l'essai avec des franges interférentielles. Un condenseur parallèle ainsi qu'un objectif génère un chemin optique au travers de l'échantillon en essai et un chemin de référence pour la lumière d'éclairage quasi cohérente obtenue au moyen d'un filtre à bande étroite et d'une source de lumière blanche.

8.2.2.2 *Caméra et moniteur de télévision*

La caméra produit une image électronique qui permet de quantifier les nuances de frange de façon que des méthodes analytiques puissent être utilisées pour localiser de manière précise les coordonnées centrales d'une frange. Ceci permet également d'effectuer des mesures à des longueurs d'onde non incluses dans le spectre visible. Le moniteur permet à l'opérateur de visualiser facilement l'échantillon d'essai et l'aide à mettre en place les procédures nécessaires au réglage adéquat de l'échantillon et des franges.

8.2.2.3 *Numériseur vidéo*

Cet ensemble fonctionne avec la caméra et l'ordinateur de façon que le champ de sortie du microscope, tel que vu par la caméra, puisse être numérisé. L'ordinateur adresse un emplacement sur le vidicon de la caméra et le numériseur renvoie à l'ordinateur un nombre binaire, par exemple à 8 bits, indiquant la nuance de gris au niveau de l'emplacement adressé. L'emplacement du point en cours de codage est indiqué sur le moniteur par un curseur point qui sert d'aide à l'opérateur.

8.2.2.4 *Calculateur programmable et traceur*

L'ordinateur (calculateur programmable) cumule des informations d'intensité par rapport à la position de façon que le déplacement d'une frange à partir de son niveau de gaine puisse être déterminé en fonction de la position radiale du coeur. L'ordinateur calcule Δn puis trace le profil d'indice en même temps que les coordonnées radiales. L'ordinateur détermine alors une courbe du profil d'indice ajustée en puissance et la courbe est dessinée par le traceur.

8.2.3 *Echantillon en essai*

Un échantillon en essai doit être constitué d'une longueur de 20 mm de fibre propre non revêtue.

8.2.4 *Procédure d'essai*

8.2.4.1 *Préparation*

L'échantillon en essai est placé à plat sous l'objectif du microscope d'essai, sur un porte-éprouvette optiquement plat (fourni avec le microscope). Des quantités égales d'huile ayant un indice de réfraction égal à celui de la gaine sont alors placées sur le porte-éprouvette et sur la plaque de référence. En utilisant des objectifs à immersion de grossissement X 100, on monte la platine porte-objet du microscope jusqu'à ce que les objectifs soient en contact avec l'huile. La fibre est alors placée dans le champ de l'objectif et mise au point en bloquant le faisceau de référence. Le faisceau de référence est ensuite débloquent et les commandes du microscope réglées de manière à visualiser sur le moniteur d'affichage un diagramme de franges très contrasté comme illustré sur la figure 3, où les courbes des franges sont dues au coeur.