

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-1-49

Première édition
First edition
2003-03

Fibres optiques –

**Partie 1-49:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Retard différentiel de mode**

Optical fibres –

**Part 1-49:
Measurement methods and test procedures –
Differential mode delay**

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/5e92e4c-0752-40f7-9914-aa8f48dafb78/iec-60793-1-49-2003>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60793-1-49:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60793-1-49

Première édition
First edition
2003-03

Fibres optiques –

**Partie 1-49:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Retard différentiel de mode**

Optical fibres –

**Part 1-49:
Measurement methods and test procedures –
Differential mode delay**

© IEC 2003 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	4
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Appareillage	10
4.1 Source optique	10
4.2 Stabilité	10
4.3 Système d'injection.....	10
4.4 Système de détection	12
4.5 Equipement de calcul	14
5 Echantillonnage et échantillons d'essai.....	14
5.1 Echantillon d'essai.....	14
5.2 Faces d'extrémités d'échantillons d'essai	14
5.3 Longueur d'échantillon d'essai.....	14
5.4 Emballage de l'échantillon d'essai	14
5.5 Positionnement de l'échantillon d'essai.....	14
6 Procédure.....	14
6.1 Régler et mesurer la réponse du système.....	14
6.2 Régler le système de détection.....	16
6.3 Mesurer l'échantillon d'essai.....	16
7 Calculs et interprétation des résultats	18
7.1 Retard différentiel de mode (DMD)	18
7.2 Normalisation de la longueur	18
8 Documentation.....	18
8.1 Informations requises pour chaque mesure.....	18
8.2 Informations nécessairement disponibles.....	20
9 Informations relatives à la spécification	20
Annexe A (informative) Comparaison entre cette norme et les recommandations UIT	22
Annexe B (normative) Limitation de la largeur spectrale de la source.....	24
Annexe C (informative) Discussion des détails de mesure.....	30
Figure C.1 – Données DMD idéales	30
Tableau B.1 – Dispersion attendue la plus élevée pour les fibres disponibles sur le marché de la catégorie A.1.....	28

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	9
2 Normative references.....	9
3 Definitions	9
4 Apparatus	9
4.1 Optical source	11
4.2 Stability	11
4.3 Launch system	11
4.4 Detection system.....	13
4.5 Computational equipment	15
5 Sampling and specimens	15
5.1 Test sample.....	15
5.2 Specimen endfaces	15
5.3 Specimen length.....	15
5.4 Specimen packaging.....	15
5.5 Specimen positioning.....	15
6 Procedure.....	15
6.1 Adjust and measure system response.....	15
6.2 Adjust detection system.....	17
6.3 Measure the test sample.....	17
7 Calculations and interpretation of results	19
7.1 Differential Mode Delay (DMD).....	19
7.2 Length normalization	19
8 Documentation.....	19
8.1 Report the following information for each test	19
8.2 Information to be available upon request	21
9 Specification information	21
Annex A (informative) Comparison between this Standard and ITU recommendations.....	23
Annex B (normative) Source spectral width limitation	25
Annex C (informative) Discussion of measurement details	31
Bibliography.....	35
Figure C.1 – Idealized DMD data	31
Table B.1 – Highest expected dispersion for commercially available category A.1 fibres	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60793-1-49 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La présente norme annule et remplace l'IEC/PAS 60793-1-49 publié en 2002. Cette première édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/842/FDIS	86A/854/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente norme doit être lue conjointement à la CEI 60793-1-1.

La CEI 60793-1-4X comprend les parties suivantes, sous le titre général *Fibres optiques*:

- Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement
- Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande
- Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-49: Measurement methods and test procedures –
Differential mode delay**

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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60793-1-49 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre Optics.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 60793-1-49 published in 2002. This first edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
86A/842/FDIS	86A/854/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.

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 60793-1-1.

IEC 60793-1-4X consists of the following parts, under the general title *Optical fibres*:

Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation

Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth

Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion

- Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique
- Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure
- Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode
- Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur transmission optique
- Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes dues aux macrocourbures
- Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion de mode de polarisation ¹⁾
- Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de mars 2005 a été pris en considération dans cet exemplaire.

1) A publier.

- Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture
- Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength
- Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter
- Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance
- Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss
- Part 1-48: Measurement methods and test procedures – Polarization mode dispersion ¹⁾
- Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of March 2005 have been included in this copy.

1) To be published.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793 décrit une méthode de caractérisation de la structure modale d'une fibre multimodale à gradient d'indice. Cette information est utile pour évaluer les performances de largeur de bande d'une fibre lorsqu'elle est utilisée avec des sources lasers.

Avec cette méthode, la sortie d'une fibre qui est unimodale à la longueur d'onde d'essai excite la fibre multimodale en essai. Le point de la sonde balaie la face d'extrémité de la fibre en essai et le temps de propagation de l'impulsion optique est déterminé à des positions de décalage spécifiées. La différence de temps de propagation de l'impulsion optique entre le mode le plus rapide et le mode le plus lent de la fibre en essai est déterminé. L'utilisateur spécifie les limites supérieure et inférieure des positions de décalage radial sur lesquelles la fibre sonde est balayée afin de spécifier les limites désirées de structure modale.

La présente norme s'applique uniquement aux fibres multimodales à cœur en verre à gradient d'indice (catégorie A1). Cette méthode d'essai est généralement utilisée dans les installations de production et de recherche et n'est pas facilement réalisée sur le terrain.

2 Références normatives

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

CEI 60793-1-1, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 60793-1-22, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de la longueur*

CEI 60793-1-42, *Fibres optiques – Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique*

CEI 60793-1-45, *Fibres optiques – Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60793, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

limite intérieure

R_{INNER}

limite extérieure

$R_{ OUTER}$

limites des positions de décalage radial sur la face d'extrémité de la fibre en essai balayée par le point de sonde

OPTICAL FIBRES –

PART 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay

1 Scope

This part of IEC 60793 describes a method for characterizing the modal structure of a graded-index multimode fibre. This information is useful for assessing the bandwidth performance of a fibre when used with laser sources.

With this method, the output from a fibre that is single-mode at the test wavelength excites the multimode fibre under test. The probe spot is scanned across the endface of the fibre under test, and the optical pulse delay is determined at specified offset positions. The difference in optical pulse delay time between the fastest and slowest modes of the fibre under test is determined. The user specifies the upper and lower limits of radial offset positions over which the probe fibre is scanned in order to specify desired limits of modal structure.

This standard applies only to multimode, graded-index glass-core (category A1) fibres. The test method is commonly used in production and research facilities, but is not easily accomplished in the field.

2 Normative references

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

IEC 60793-1-1, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 60793-1-22, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

IEC 60793-1-42, *Optical fibres – Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion*

IEC 60793-1-45, *Optical fibres – Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter*

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 60793, the following definitions apply.

3.1

inner limit

R_{inner}

outer limit

R_{outer}

limits of radial offset positions on the endface of the fibre under test over which the probe spot is scanned

3.2

retard différentiel de mode

DMD (Differential Mode Delay)

différence évaluée des temps de propagation de l'impulsion optique entre le mode le plus rapide et le mode le plus lent excité pour toutes les positions de décalage radial entre R_{INNER} et R_{OUTER} inclus

4 Appareillage

4.1 Source optique

Utiliser une source optique qui introduit des impulsions de courte durée et de largeur spectrale étroite dans la fibre sonde.

L'impulsion optique doit avoir une durée suffisamment courte pour mesurer le temps de propagation différentiel prévu. La durée maximale autorisée pour l'impulsion optique, caractérisée pleine largeur à 25 % de l'amplitude maximale, dépendra à la fois de la valeur de DMD qui est à déterminer et de la longueur d'échantillon. Par exemple, si la limite de DMD désirée par rapport à la longueur est de 0,20 ps/m, dans le cas d'un échantillon d'une longueur de 500 m le DMD à mesurer est de 100 ps et une impulsion de durée inférieure à ~110 ps est nécessaire. Des essais à la même limite de DMD sur une longueur de 10000 m de fibre implique la mesure d'un DMD de 2000 ps et une impulsion d'une largeur de ~2200 ps peut être utilisée. Les limites détaillées sont données en 6.1 et peuvent dépendre de la largeur spectrale de la source.

L'élargissement induit par la dispersion chromatique provenant de la largeur spectrale de la source doit se situer dans les limites indiquées à l'Annexe B. La prescription concernant la largeur spectrale peut être satisfaite soit en utilisant une source spectralement étroite, ou bien en utilisant un filtrage optique approprié soit au niveau de la source soit au niveau de l'extrémité de détection.

La longueur d'onde centrale doit être dans les limites de ± 10 nm de la longueur d'onde nominale spécifiée.

Un laser titane-saphir à mode bloqué constitue un exemple de source utilisable pour cette application.

4.2 Stabilité

Les dispositifs doivent être en mesure de positionner les extrémités d'entrée et de sortie de l'échantillon en essai avec une stabilité et une reproductibilité suffisantes pour satisfaire aux conditions de 4.3 et 4.4.

4.3 Système d'injection

La fibre sonde placée entre la source de lumière et l'échantillon en essai doit propager seulement un mode unique à la longueur d'onde de mesure. Le diamètre de champ de mode de la fibre sonde à λ doit être de $(8,7\lambda - 2,39) \pm 0,5 \mu\text{m}$, où λ est la longueur d'onde de mesure en micromètres et le diamètre de champ de mode est déterminé en utilisant la CEI 60793-1-45. Cette équation produit un diamètre de champ de mode de 5 μm à 850 nm et de 9 μm à 1310 nm, qui correspond aux fibres unimodales disponibles sur le marché.

S'assurer que la sortie de la fibre sonde est unimodale. Une méthode pour réaliser cette action consiste à retirer des modes d'ordre supérieur en enroulant la fibre sonde trois tours autour d'un mandrin de 25 mm de diamètre.

La tâche de sortie de la fibre sonde doit balayer la face d'extrémité de l'échantillon en essai avec une précision de position inférieure ou égale à $\pm 0,5 \mu\text{m}$.