IEC 60793-1-42

Edition 3.0 2013-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-83220-576-1

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

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

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 7
3 Overview of methods 7
3.1 Method A, phase shift 7
3.2 Method B, spectral group delay in the time domain 7
3.3 Method C, differential phase shift 7
4 Reference test methods 8
4.1 Category A1 and sub-category A4f, A4g and A4h multimode fibres 8
4.2 Class B single-mode fibres 8
5 Apparatus 8
5.1 General 8
5.2 Launch optics 8
5.3 High-order mode filter (single-mode) 8
5.4 Input positioning apparatus 8
5.5 Output positioning apparatus 8
5.6 Computation equipment 9
6 Sampling and specimens 9
6.1 Specimen length 9
6.2 Specimen end face 9
6.3 Reference fibre 9
7 Procedure 9
8 Calculations 9
8.1 General 9
8.2 Category A1 and sub-category A4f, A4g, A4h multimode fibres and category B1.1, B1.3 and sub-category B6_a1 and B6_a2 single-mode fibres 10
8.3 Category B1.2 single-mode fibres 10
8.4 Category B2 single-mode fibres 10
8.5 Category B4 and B5 single-mode fibres 11
9 Results 11
9.1 Report the following information with each measurement: 11
9.2 The following information shall be available upon request: 11
10 Specification information 11
Annex A (normative) Requirements specific to method A, phase-shift 12
Annex B (normative) Requirements specific to method B, spectral group delay in the time domain 17
Annex C (normative) Requirements specific to method C, differential phase-shift 21
Annex D (normative) Chromatic dispersion fitting 26
Bibliography 28

Figure A.1 – Chromatic dispersion measurement set, multiple laser system (typical) 13
Figure A.2 – Typical delay and dispersion curves 13
Figure A.3 – Chromatic dispersion measurement set, LED system (typical) 15
Figure B.1 – Block diagram, fibre Raman laser system 18
Figure B.2 – Block diagram, multiple laser diode system 18

Figure C.1 – Chromatic differential phase dispersion measurement set, multiple laser system 22
Figure C.2 – Chromatic differential phase dispersion measurement set, LED system 23
Figure C.3 – Chromatic dispersion measurement set, differential phase by dual wavelength method 23
Figure C.4 – Chromatic dispersion measurement set, differential phase by double demodulation 24

Table D.1 – Definition of fit types and fit coefficients; equations for group delay and dispersion coefficient 26
Table D.2 – Slope equations 26
Table D.3 – Zero-dispersion wavelength and slope equations 27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

OPTICAL FIBRES –

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

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 60793-1-42 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2007. It constitutes a technical revision.

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

a) the inclusion of category B6 single-mode fibres;

b) the deletion of test method D (interferometry).

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

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

CDV	Report on voting
86A/1419/CDV	86A/1443/RVC

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.

A list of all the 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 publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

OPTICAL FIBRES –

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

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the chromatic dispersion of optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

Chromatic dispersion varies with wavelength. Some methods and implementations measure the group delay as a function of wavelength and the chromatic dispersion and dispersion slope are deduced from the derivatives (with respect to wavelength) of this data. This differentiation is most often done after the data are fitted to a mathematical model. Other implementations can allow direct measurement (of the chromatic dispersion) at each of the required wavelengths.

For some (sub-) categories of fibre, the chromatic dispersion attributes are specified with the parameters of a specific model. In these cases, the relevant recommendation or standard defines the model appropriate for the definition of the specified parameters. For other fibre (sub-) categories, the dispersion is specified to be within a given range for one or more specified wavelength intervals. In the latter case, either direct measurements may be made at the wavelength extremes or some fitting model may be used to either allow group delay measurement methods or implementations, or to allow storage of a reduced set of parameters that may be used to calculate the interpolated dispersion for particular wavelengths which may not have actual direct measurement values.

Annex D gives a general description of chromatic dispersion fitting and outlines a number of fitting equations suitable for use with any of the measurement methods or fibre categories.

This standard gives three methods for measuring chromatic dispersion:

– method A: phase shift;
– method B: spectral group delay in the time domain;
– method C: differential phase shift.

Methods A, B, and C apply to the measurement of chromatic dispersion of the following fibres from IEC 60793-2 over a specified wavelength range:

– category A1 graded-index multimode fibres;
– sub-category A4f, A4g and A4h multimode fibres;
– category B1, B2, B4, B5 and sub-categories B6_a1 and B6_a2 single-mode fibres.

The methods can be applied to laboratory, factory and field measurements of chromatic dispersion, and the wavelength range of the measurements can be tailored as required. Measurements are made at temperature as stated in Table 1 of IEC 60793-1-1:2008, Standard range of atmospheric conditions.

The methods are suitable for fibre or cable lengths greater than 1 km. They may also be applied to shorter lengths, but accuracy and repeatability may be compromised.

Information common to all methods is contained in Clauses 1 to 8, and information pertaining to each individual method appears in Annexes A, B and C, respectively.

2 Normative references

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

IEC 60793-1-1:2008, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

IEC 60793-1-41, *Optical fibres – Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
1 Domaine d'application 34
2 Références normatives 35
3 Vue d'ensemble des méthodes 35
3.1 Méthode A, déphasage 35
3.2 Méthode B, temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel 35
3.3 Méthode C, déphasage différentiel 36
4 Méthodes de mesure de référence 36
4.1 Fibres multimodales de catégorie A1 et des sous-catégories A4f, A4g et A4h 36
4.2 Fibres unimodales de classe B 36
5 Appareillage 36
5.1 Généralités 36
5.2 Composants optiques d'injection 36
5.3 Filtre de mode d'ordre supérieur (fibres unimodales) 37
5.4 Appareillage du positionnement de l'entrée 37
5.5 Appareillage du positionnement de la sortie 37
5.6 Equipement de calcul 37
6 Echantillonnage et échantillons soumis à essai 37
6.1 Longueur de l'échantillon à l'essai 37
6.2 Extrémité de l'échantillon à l'essai 37
6.3 Fibre de référence 37
7 Procédure 38
8 Calculs 38
8.1 Généralités 38
8.2 Fibres multimodales de catégorie A1 et des sous-catégories A4f, A4g, A4h et fibres unimodales des catégories B1.1, B1.3 et sous-catégories B6_a1 et B6_a2 38
8.3 Fibres unimodales de catégorie B1.2 39
8.4 Fibres unimodales de catégorie B2 39
8.5 Fibres unimodales des catégories B4 et B5 39
9 Résultats 40
9.1 Relever les informations suivantes pour chaque mesure: 40
9.2 Les informations suivantes doivent être fournies sur demande: 40
10 Informations à mentionner dans la spécification 40
Annexe A (normative) Exigences spécifiques à la méthode A, déphasage 41
Annexe B (normative) Exigences spécifiques à la méthode B, temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel 47
Annexe C (normative) Exigences spécifiques à la méthode C, déphasage différentiel 51
Annexe D (normative) Modélisation de la dispersion chromatique 57
Bibliographie 60

Figure A.1 – Montage de mesure de dispersion chromatique, système à diodes laser multiples (exemple type) 42
Figure A.2 – Courbes typiques des temps de propagation et des dispersions 42

Figure A.3 – Montage de mesure de dispersion chromatique, système à diodes électroluminescentes (exemple type) 44
Figure B.1 – Schéma fonctionnel, système laser à fibre Raman 47
Figure B.2 – Schéma fonctionnel, système à diodes laser multiples 48
Figure C.1 – Montage de mesure de dispersion chromatique de phase différentielle, système à lasers multiples 52
Figure C.2 – Montage de mesure de dispersion chromatique de phase différentielle, système à diodes électroluminescentes 53
Figure C.3 – Montage de mesure de dispersion chromatique, phase différentielle par la méthode à double longueur d'onde 53
Figure C.4 – Montage de mesure de dispersion chromatique, phase différentielle par double démodulation 54

Tableau D.1 – Définition des types de modélisation et des coefficients de modélisation; équations de calcul du temps de propagation de groupe et du coefficient de dispersion 57
Tableau D.2 – Equations de pente 58
Tableau D.3 – Longueur d'onde de dispersion nulle et équations de pente 58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 60793-1-42 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2007, et constitue une révision technique.

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

a) Ajout des fibres unimodales de catégorie B6;
b) Suppression de la méthode d'essai D (interférométrie).

Il convient que la présente norme soit lue conjointement avec la CEI 60793-1-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86A/1419/CDV	86A/1443/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

1 Domaine d'application

La présent partie de la CEI 60793 établit des exigences uniformes pour la mesure de la dispersion chromatique des fibres optiques, contribuant ainsi au contrôle des fibres et des câbles dans les relations commerciales.

La dispersion chromatique varie en fonction de la longueur d'onde. Certaines méthodes et techniques mesurent le temps de propagation de groupe en fonction de la longueur d'onde, et la dispersion chromatique et la pente de la dispersion sont déduites des dérivées (par rapport à la longueur d'onde) de ces données. Cette différenciation est plus souvent réalisée après représentation des données par un modèle mathématique. D'autres techniques peuvent permettre la mesure directe (de la dispersion chromatique) à chacune des longueurs d'ondes exigées.

Pour certaines (sous-)catégories de fibres, les attributs de la dispersion chromatique sont spécifiés avec les paramètres d'un modèle spécifique. Dans ces cas, la recommandation ou la norme correspondante définit le modèle approprié pour la définition des paramètres spécifiés. Pour les autres (sous-)catégories de fibres, la dispersion est spécifiée pour se situer dans une plage donnée pour un ou plusieurs intervalles de longueurs d'ondes spécifiés. Dans ce dernier cas, des mesures directes peuvent être réalisées aux extrêmes de longueurs d'ondes ou un modèle de représentation peut être utilisé, soit pour permettre des méthodes ou des techniques de mesure du temps de propagation de groupe, soit pour permettre le stockage d'un ensemble réduit de paramètres pouvant être utilisés pour calculer la dispersion par interpolation pour des longueurs d'ondes particulières qui peuvent ne pas avoir de valeurs de mesure directe réelles.

L'Annexe D donne une description générale de la modélisation de la dispersion chromatique et présente un certain nombre d'équations de modélisation pouvant être utilisées avec toutes les méthodes de mesure ou toutes les catégories de fibres.

La présente norme donne trois méthodes relatives à la mesure de la dispersion chromatique:

– méthode A: déphasage;
– méthode B: temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel;
– méthode C: déphasage différentiel.

Les méthodes A, B et C s'appliquent à la mesure de la dispersion chromatique des fibres suivantes définies dans la CEI 60793-2, dans la plage de longueurs d'ondes spécifiée:

– fibres multimodales à gradient d'indice de catégorie A1;
– fibres multimodales des sous-catégories A4f, A4g et A4h;
– fibres unimodales de catégorie B1, B2, B4, B5 et sous-catégories B6_a1 et B6_a2.

Ces méthodes peuvent être appliquées à des mesures de dispersion chromatique effectuées en laboratoire, en usine et sur site, et la plage de longueurs d'ondes des mesures peut être adaptée aux besoins. Les mesures sont faites à la température indiquée au Tableau 1 de la CEI 60793-1-1:2008, Plage standard des conditions atmosphériques.[1]

---

1 Titre du Tableau 1 recopié de la deuxième édition:2002.

Ces méthodes sont appropriées à des longueurs de fibres ou de câbles supérieures à 1 km. Elles peuvent aussi être appliquées à des longueurs plus courtes, mais précision et répétabilité peuvent être compromises.

Les informations communes à toutes ces méthodes sont contenues dans les Articles 1 à 8 et les informations propres à chaque méthode individuelle apparaissent respectivement dans les Annexes A, B et C.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60793-1-1, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*
(disponible uniquement en anglais)

CEI 60793-1-41, *Fibres optiques – Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande*

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*