

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic communication subsystem test procedures –
Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux
measurement method**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres
optiques –
Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de
mesure du flux inscrit de la source lumineuse**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

CONTENTS

FOREWORD.....	4
0 Introduction	6
0.1 General	6
0.2 Changes from previous edition	6
0.3 Assumptions applicable to the characterization of data sources	6
0.4 Assumptions applicable to the characterization of measurement sources	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Symbols	8
5 Apparatus.....	9
5.1 Common apparatus	9
5.1.1 General	9
5.1.2 Computer	10
5.1.3 Image digitizer.....	10
5.1.4 Detector	10
5.1.5 Magnifying optics.....	11
5.1.6 Attenuation	11
5.1.7 Micropositioner (optional)	11
5.1.8 Input port.....	12
5.1.9 Calibration light source.....	12
5.2 Transmission source apparatus.....	12
5.2.1 General	12
5.2.2 Test jumper assembly.....	13
5.2.3 Fibre shaker	13
5.3 Measurement source apparatus	14
6 Sampling and specimens.....	14
7 Geometric calibration	15
8 Measurement procedure.....	15
8.1 Safety	15
8.2 Image acquisition	15
8.2.1 Raw image acquisition.....	15
8.2.2 Dark image acquisition	16
8.2.3 Corrected image	16
8.3 Optical centre determination.....	16
8.3.1 General	16
8.3.2 Centroid image	16
8.3.3 Centroid computation	17
8.4 Test source image acquisition	17
9 Computation of encircled flux	17
9.1 Computation of radial data functions	17
9.2 Integration limit and baseline determination.....	19
9.2.1 Integration limit.....	19
9.2.2 Baseline determination	19
9.2.3 Baseline subtraction	19

9.3	Computation of encircled flux	19
10	Results	20
10.1	Information available with each measurement	20
10.2	Information available upon request	20
11	Specification information	20
Annex A (informative)	Measurement sensitivity considerations	22
Annex B (informative)	Theory of geometric calibration using the micropositioner	27
Annex C (normative)	Procedure for geometric calibration using the micropositioner	32
Bibliography	34
Figure 1	– Apparatus block diagram	10
Figure 2	– Typical set-up for transmission source measurement	13
Figure 3	– Fibre shaker example	14
Figure 4	– Pixel and ring illustration	18
Figure A.1	– Core images from instrument A and instrument B	22
Figure A.2	– Compressed core images from instrument A and instrument B	22
Figure A.3	– Intensity versus radius for Instruments A and B	23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

**Part 1-4: General communication subsystems –
Light source encircled flux measurement method**

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 61280-1-4 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. This second edition constitutes a technical revision. The significant technical changes with respect to the previous edition are described in the introduction.

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

FDIS	Report on voting
86C/920/FDIS	86C/932/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.

A list of all parts of the IEC 61280 series can be found, under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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 publication using a colour printer.

0 Introduction

0.1 General

This part of IEC 61280 is used to measure the encircled flux of a multimode light source. Encircled flux is a measure, as a function of radius, of the fraction of the total power radiating from a multimode optical fibre's core.

The basic approach is to collect 2D nearfield data using a calibrated camera, and to mathematically convert the 2D data into three normalized functions of radial distance from the fibre's optical centre. The three functions are *intensity*, *incremental flux* and *encircled flux*. Intensity has dimension optical power per area; incremental flux has dimension power per differential of radius; and encircled flux has dimension total optical power, all three being functions of radius.

These three radial functions are intended to characterize fibre optic laser sources either for use in mathematical models predicting the minimum guaranteed length of a communications link, or to qualify a light source to measure insertion loss in multimode links.

0.2 Changes from previous edition

This edition of the standard differs from its predecessor in both scope and content. Many of the content changes improve the measurement precision. Several changes have been made to the computation procedure:

- the integration methodology of the radial functions was simple summation, and is now specified to use trapezoidal integration or other higher-order techniques (see 9.3);
- a baseline subtraction step is specified to improve immunity to DC drifts (see 9.2.2 and 9.2.3);
- the ring width parameter is explicitly specified (see 9.2.1);
- the integration limit is specified (see 9.3).

The geometric calibration of the apparatus microscope now specifies either (depending on the application) the methodology of IEC 61745 or the original technique using the micropositioning stage (see Clause 7). Pixel sensitivity uniformity correction is now optional.

0.3 Assumptions applicable to the characterization of data sources

The 50- μm or 62,5- μm core near-parabolic graded-index multimode fibre used as the "test jumper assembly" is treated as if it possessed perfect circular symmetry about its optical centre, as asymmetries in the launched optical flux distributions will dominate any lopsidedness of the test jumper assembly. It is further assumed that all cladding modes will be stripped by passage through the specified ten metres or more of fibre. The modes of a mode group need not carry equal flux. (In fact, with such short fibres, one thousand metres or less, unequal distribution of flux in the modes of a group is the norm, not the exception.)

0.4 Assumptions applicable to the characterization of measurement sources

Measurement sources are assumed to be sufficiently broadband and incoherent that speckle is not a problem, and to have a sufficiently symmetrical nearfield distribution that the truncated centroid of that nearfield indicates the location of the optical centre of the fibre with sufficient accuracy for the purposes of this standard.

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method

1 Scope

This part of IEC 61280 is intended to characterize the encircled flux of two types of light sources: transmission light sources, which are usually coherent and substantially under-excite the mode volume of a multimode fibre, and measurement light sources, which are incoherent and excite most of the mode volume of a multimode fibre.

This part of IEC 61280 sets forth a standard procedure for the collection of two-dimensional fibre optic nearfield greyscale data and subsequent reduction to one-dimensional data expressed as a set of three sampled parametric functions of radius from the fibre's optical centre. This revision of IEC 61280-1-4 continues to fulfil its original purpose, characterization of transmission light sources, which enables the accurate mathematical prediction of minimum guaranteed link length in 1 gigabit per second or greater fibre optic data communication systems. New to this revision is support for improved measurement precision of insertion loss in multimode fibre optic links through the characterization of measurement light sources.

Estimation of the fibre core diameter is not an objective of this standard.

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 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61745:1988, *End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	38
0 Introduction	40
0.1 Généralités.....	40
0.2 Modifications par rapport à la précédente édition	40
0.3 Hypothèses applicables à la caractérisation des sources des données.....	40
0.4 Hypothèses applicables à la caractérisation des sources des mesures.....	40
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives.....	41
3 Termes et définitions	41
4 Symboles	43
5 Appareillage	44
5.1 Appareillage commun.....	44
5.1.1 Généralités.....	44
5.1.2 Ordinateur	44
5.1.3 Numériseur d'image.....	44
5.1.4 Détecteur	44
5.1.5 Optiques de grossissement	45
5.1.6 Affaiblissement.....	45
5.1.7 Micropositionneur (facultatif)	46
5.1.8 Port d'entrée.....	46
5.1.9 Source lumineuse d'étalonnage.....	46
5.2 Appareillage de la source de transmission.....	47
5.2.1 Généralités.....	47
5.2.2 Ensemble de liaison d'essai	47
5.2.3 Agitateur de fibre.....	47
5.3 Appareillage de la source de mesure.....	49
6 Échantillonnage et spécimens	49
7 Étalonnage géométrique.....	49
8 Procédure de mesure	49
8.1 Sécurité.....	49
8.2 Acquisition d'image	50
8.2.1 Acquisition d'images brutes	50
8.2.2 Acquisition d'images d'obscurité.....	50
8.2.3 Image corrigée	50
8.3 Détermination du centre optique.....	51
8.3.1 Généralités.....	51
8.3.2 Image du centroïde.....	51
8.3.3 Calcul du centroïde	51
8.4 Acquisition d'images de source d'essai.....	52
9 Calcul du flux inscrit	52
9.1 Calcul des fonctions des données radiales	52
9.2 Limite d'intégration et détermination de la ligne de base.....	53
9.2.1 Limite d'intégration	53
9.2.2 Détermination de la ligne de base.....	54
9.2.3 Soustraction de la ligne de base.....	54

9.3	Calcul du flux inscrit	54
10	Résultats	55
10.1	Informations disponibles pour chaque mesure	55
10.2	Informations disponibles sur demande	55
11	Informations relatives à la spécification	55
Annexe A (informative)	Considérations sur la sensibilité des mesures	56
Annexe B (informative)	Théorie de l'étalonnage géométrique à l'aide du micropositionneur	62
Annexe C (normative)	Procédure d'étalonnage géométrique à l'aide du micropositionneur	68
Bibliographie	71
Figure 1	– Schéma fonctionnel de l'appareillage	44
Figure 2	– Montage typique pour les mesures de la source de transmission	47
Figure 3	– Exemple d'agitateur de fibre.....	48
Figure 4	– Illustration de pixels et d'anneaux	52
Figure A.1	– Images d'un cœur à partir d'un instrument A et d'un instrument B	56
Figure A.2	– Images d'un cœur compressé à partir d'un instrument A et d'un instrument B	57
Figure A.3	– Intensités en fonction du rayon pour les instruments A et B	58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse

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 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 61280-1-4 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2003. Cette seconde édition constitue une révision technique. Les modifications techniques majeures par rapport à l'édition précédente sont décrites en introduction.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/920/FDIS	86C/932/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61280, présentées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à 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 maintenance 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.

0 Introduction

0.1 Généralités

La présente partie de la CEI 61280 sert à mesurer le flux inscrit d'une source lumineuse multimodale. Le flux inscrit est une mesure de la fraction de la puissance totale rayonnée par le cœur d'une fibre optique multimodale en fonction de son rayon.

L'approche de base consiste à rassembler les données de champ proche en 2D en utilisant une caméra étalonnée, et à convertir mathématiquement ces données en 2D en trois fonctions normalisées de la distance radiale par rapport au centre optique de la fibre. Les trois fonctions sont *l'intensité*, *le flux incrémental* et *le flux inscrit*. L'intensité a une puissance optique dimensionnelle par zone; le flux incrémental a une puissance dimensionnelle par différentiel de rayon; et le flux inscrit a une puissance optique totale dimensionnelle, les trois étant fonction du rayon.

Ces trois fonctions radiales sont destinées à caractériser des sources laser à fibres optiques utilisées dans des modèles mathématiques prévoyant la longueur garantie minimale d'une liaison de communication, ou pour qualifier une source lumineuse afin de mesurer la perte d'insertion dans des liaisons multimodales.

0.2 Modifications par rapport à la précédente édition

Le domaine d'application et le contenu de la présente édition de la norme sont différents de ceux de l'édition précédente. De nombreuses modifications du contenu améliorent la précision des mesures. Plusieurs modifications ont été apportées à la procédure de calcul:

- la méthodologie d'intégration des fonctions radiales était une simple somme, et il est maintenant spécifié qu'elle utilise l'intégration trapézoïdale ou d'autres techniques évoluées (voir 9.3);
- une étape de soustraction de ligne de base est spécifiée pour améliorer l'immunité aux dérives en courant continu (voir 9.2.2 et 9.2.3);
- le paramètre de largeur d'un anneau est spécifié explicitement (voir 9.2.1);
- la limite d'intégration est spécifiée (voir 9.3).

L'étalonnage géométrique du microscope spécifie maintenant (selon l'application) soit la méthodologie de la CEI 61745, soit la technique d'origine utilisant l'étage de micro-positionnement (voir Article 7). La correction d'uniformité de sensibilité des pixels est maintenant facultative.

0.3 Hypothèses applicables à la caractérisation des sources des données

La fibre multimodale à gradient d'indice quasi parabolique à cœur de 50 μm ou 62,5 μm utilisée comme «ensemble de liaison d'essai» est traitée comme si elle présentait une symétrie circulaire parfaite autour de son centre optique. En effet, les asymétries dans les distributions de flux optiques injectées l'emporteront sur toute imperfection de l'ensemble de liaison d'essai. On suppose en outre que tous les modes de gaine seront extraits en traversant les dix mètres ou plus spécifiés de fibre. Il n'est pas nécessaire que les modes d'un groupe de modes transportent un flux égal. (En fait, avec de telles fibres courtes, mille mètres ou moins, une distribution inégale du flux dans les modes d'un groupe est la norme, pas l'exception.)

0.4 Hypothèses applicables à la caractérisation des sources des mesures

On suppose que les sources de mesure disposent d'une bande suffisamment large et qu'elles sont incohérentes pour que les «speckles» ne constituent pas un problème. On suppose également que la distribution du champ proche est suffisamment symétrique pour que le centroïde tronqué de ce champ proche indique l'emplacement du centre optique de la fibre avec une précision suffisante pour atteindre les objectifs de la présente norme.

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61280 est destinée à caractériser le flux inscrit de deux types de sources lumineuses: les sources lumineuses de transmission, qui sont généralement cohérentes et sous-excitant sensiblement le volume des modes d'une fibre multimodale et les sources lumineuses de mesure, qui sont incohérentes et excitent la majeure partie du volume des modes d'une fibre multimodale.

La présente partie de la CEI 61280 définit une procédure standard consistant à collecter des données de niveaux de gris de champ proche de fibres optiques bidimensionnelles, puis à les réduire en données unidimensionnelles exprimées sous la forme d'un ensemble de trois fonctions paramétriques échantillonnées du rayon par rapport au centre optique de la fibre. La présente révision de la CEI 61280-1-4 satisfait ce but initial, la caractérisation des sources lumineuses de transmission, qui permet une prévision mathématique précise de la longueur minimum garantie de la liaison dans les systèmes de communication de données par fibres optiques de 1 gigabit par seconde ou plus. Une nouveauté de cette révision est l'amélioration de la précision des mesures des pertes d'insertion dans des liaisons à fibres optiques multimodales par la caractérisation des sources lumineuses de mesure.

L'évaluation du diamètre du cœur des fibres ne constitue pas un objectif de la présente norme.

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 60793-2-10, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A1*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 61745:1988, *Procédure d'analyse d'image d'extrémité pour l'étalonnage de dispositifs d'essais de géométrie des fibres optiques*