

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-52: Examinations and measurements – Guide hole and alignment pin deformation constant, C_D for 8 degree angled PC rectangular ferrule, single mode fibres

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Procédures fondamentales d'essais et de mesures –**

Partie 3-52: Examens et mesures – Constante C_D de déformation de l'alésage de guidage et de la broche d'alignement, pour fêrûle rectangulaire PC avec angle de 8 degrés, fibres unimodales



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-52: Examinations and measurements – Guide hole and alignment pin deformation constant, CD for 8 degree angled PC rectangular ferrule, single mode fibres

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Procédures fondamentales d'essais et de mesures –**

Partie 3-52: Examens et mesures – Constante CD de déformation de l'alésage de guidage et de la broche d'alignement, pour fêrle rectangulaire PC avec angle de 8 degrés, fibres unimodales

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

J

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-1389-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 General description	5
2.1 General.....	5
2.2 Test conditions	6
3 Apparatus.....	6
3.1 Precision linear scale.....	6
3.2 Sample preparation.....	7
4 Procedure.....	8
5 Details to be specified	8
Bibliography.....	9
Figure 1 – Y_i and C_D definitions	5
Figure 2 – Precision linear scale and C_D measurement set-up.....	7
Figure 3 – Sample preparation.....	8
Table 1 – Test conditions.....	6

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-52:2014

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-52: Examinations and measurements – Guide hole and alignment pin deformation constant, C_D for 8 degree angled PC rectangular ferrule, single mode fibres

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 61300-3-52 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86B/3704/FDIS	86B/3727/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 in the IEC 61300 series, published under the general title, *Fibre optic interconnecting and passive components – Basic test and measurement procedures*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-52:2014

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-52: Examinations and measurements – Guide hole and alignment pin deformation constant, C_D for 8 degree angled PC rectangular ferrule, single mode fibres

1 Scope

This part of IEC 61300 describes a procedure to measure guide hole and alignment pin deformation constant, C_D for 8 degree angled PC rectangular ferrule multi-fibre connectors.

2 General description

2.1 General

Alignment pin and ferrule deformation dependence on applied force at the pin edge can vary for different ferrule design attributes including material properties, internal geometry and surface roughness. The amount of deformation influences the amount of y-direction translation and therefore the nominal y-offset location of the fibre cores, Y_i .

Y_i is described by the next expression and shown in Figure 1:

$$Y_i = \alpha (ID - OD)/2 + C_D$$

where

- α is the coefficient that depends on the difference between guide hole pitches for mated plugs;
- ID is the inside diameter of the guide hole;
- OD is the outside diameter of the alignment pin;
- C_D is the alignment pin and guide hole deformation constant for an applied force of 0,7 N to each hole corresponding to the nominal mating force value of 9,8 N.

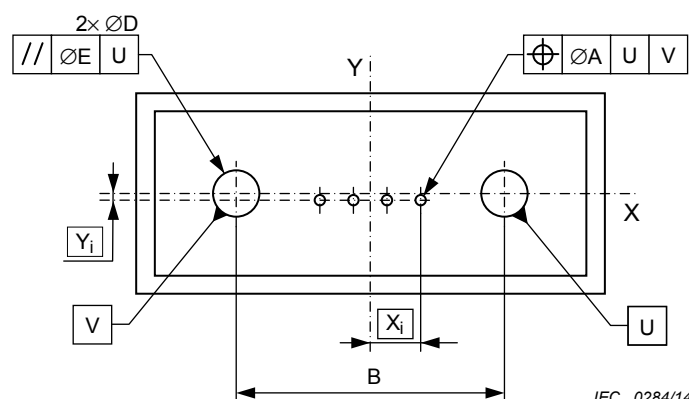


Figure 1 – Y_i and C_D definitions

2.2 Test conditions

For precise measurement such as design verification, the test condition shall be controlled as required in Table 1.

Table 1 – Test conditions

Condition	Requirement
Temperature T	22,0°C to 24,0 °C
MT ferrule adhesion	Adhesive shall not cover guide pins.
MT ferrule position	MT ferrule shall be centred on gauge block
Relative humidity RH	(50,0 ± 10,0) % RH
Maximum pin size	0,6988 mm

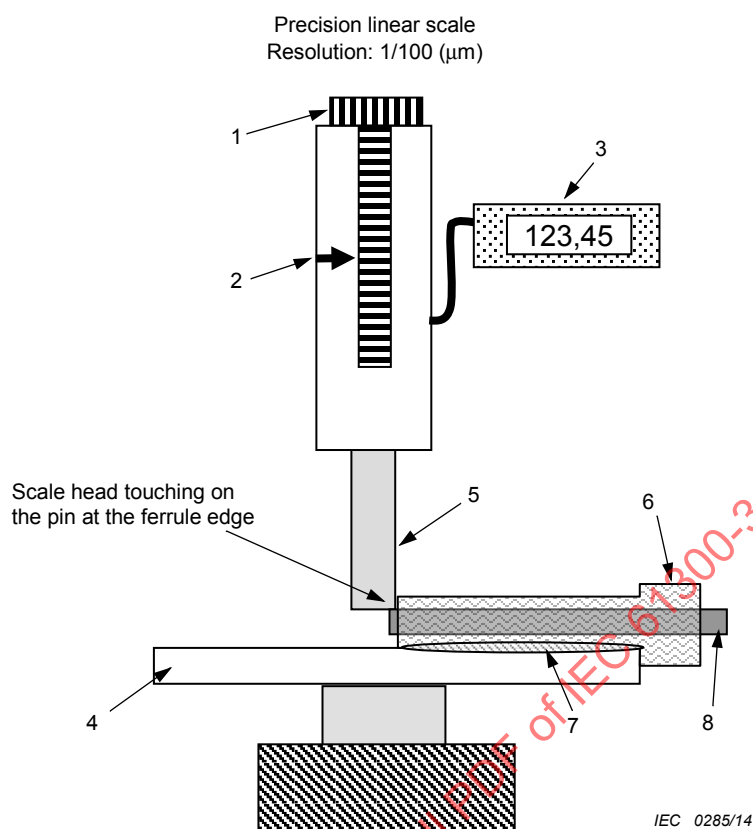
3 Apparatus

3.1 Precision linear scale

The structure of precision linear scale used for the C_D measurement is shown in Figure 2. The apparatus consists of a measurement force setter, a force indicator, a position indicator, a scale head touching the samples to be measured and a scale stage. The linear scale has a resolution of 1/100 µm and the measurement force setting up to 2,20 N.

The measurement procedure is as follows:

- Measurement force applied between the scale head and the scale stage of the linear scale is adjusted by the measurement force setter.
- The measurement force is read directly from the force indicator of the main body.



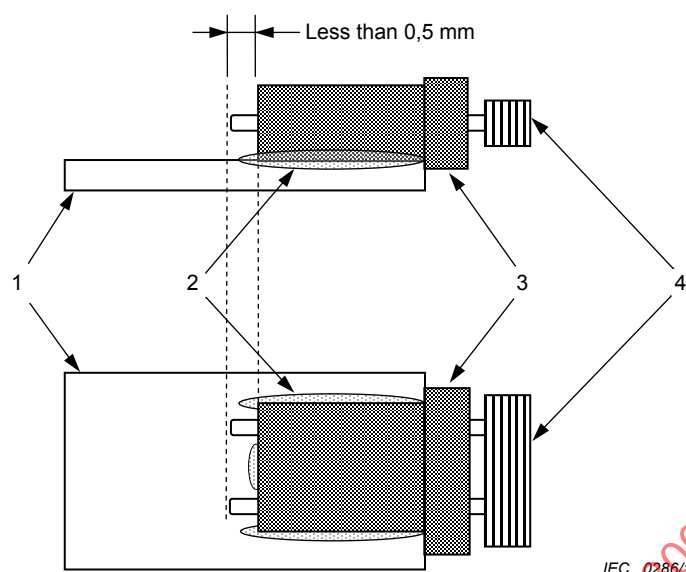
Key

- 1 measurement force setter
- 2 force indicator
- 3 position indicator
- 4 gauge block
- 5 scale head
- 6 MT ferrule
- 7 adhesive
- 8 alignment pin

Figure 2 – Precision linear scale and C_D measurement set-up

3.2 Sample preparation

Each sample MT ferrule is fixed with a cyanoacrylate type adhesive at the edge of a gauge block. A gauge block is employed due to its very fine surface roughness, surface hardness and parallelism between two surfaces. The MT ferrule shall be located centrally on the gauge block. The adhesive shall not touch the guide holes. Alignment pins are inserted into the guide holes with the pin top protrusions from the ferrule less than 0,5 mm, as shown in Figure 3.



Key

- 1 gauge block
- 2 adhesive
- 3 MT ferrule
- 4 alignment pins with pin clamp

Figure 3 – Sample preparation

4 Procedure

Details of the measurement procedure are as follows:

- a) Before measuring, the surface of the sample gauge block and the ferrule need to be cleaned. The end of the alignment pin shall protrude from the ferrule by less than 0,5 mm.
- b) The sample is placed stably between the scale head and the scale stage with the maximum measurement force as shown in Figure 2. Put the scale head in contact with the protruding guide pin and set to zero for displacement.
- c) The measurement force is set to the minimum, 0,5 N, and the position indicator display is read. The measurement force is increased in constant steps; at each step, the position indicator display is read. The setting is changed to the maximum measurement force, 1,4 N, and the position indicator display is read.
- d) This measurement is repeated five times for each guide hole, and the average values of the data are plotted in the graph, then a fitted line is applied to the plots. Then the inclination of deformation to the force is obtained. The C_D values for a 9,8 N mating force are obtained for the deformation at $0,7 \text{ N} (\approx 9,8 \text{ N} \times \sin 8^\circ \times 0,5)$ of the measuring force.

5 Details to be specified

The following details shall be stated in the relevant specification:

- procedure of preparations;
- gauge block specification;
- alignment pin specification;
- acceptable value of guide hole and alignment pin deformation constant C_D ;
- maximum measurement force applied to the sample;
- difference from this method.
- measurement uncertainty.

Bibliography

IEC 61754-7, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 7: Type MPO connector family*

IEC 61754-10, *Fibre optic connector interfaces – Part 10: Type Mini-MPO connector family*

IEC/PAS 61755-3-32, *Fibre optic connector optical interfaces – Part 3-32: Optical interface, 8 degrees angled PC end-face thermoset rectangular ferrule, single mode fibres*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-52:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	11
1 Domaine d'application	13
2 Description générale.....	13
2.1 Généralités	13
2.2 Conditions d'essai.....	14
3 Appareillage	14
3.1 Codeur linéaire de précision	14
3.2 Préparation des échantillons	15
4 Procédure.....	16
5 Détails à spécifier	17
Bibliographie.....	18
Figure 1 – Définitions de Y_i et C_D	13
Figure 2 – Codeur linéaire de précision et montage de mesure de C_D	15
Figure 3 – Préparation de l'échantillon	16
Tableau 1 – Conditions d'essai	14

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-52:2014

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET
COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES –
PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 3-52: Examens et mesures –
Constante C_D de déformation de l'alésage
de guidage et de la broche d'alignement, pour férule
rectangulaire PC avec angle de 8 degrés, fibres unimodales**

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 61300-3-52 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/3704/FDIS	86B/3727/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 61300, publiées sous le titre général, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-52:2014

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES – PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-52: Examens et mesures – Constante C_D de déformation de l'alésage de guidage et de la broche d'alignement, pour fêrle rectangulaire PC avec angle de 8 degrés, fibres unimodales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61300 décrit une procédure en vue de mesurer la constante C_D de déformation de l'alésage de guidage et de la broche d'alignement, pour connecteurs multifibres à fêrle rectangulaire PC avec angle de 8 degrés.

2 Description générale

2.1 Généralités

La dépendance de la déformation de la broche d'alignement et de la fêrle par rapport à la force appliquée au niveau du bord de la broche peut varier selon différents attributs de conception de la fêrle, y compris les propriétés du matériau, la géométrie interne et la rugosité de surface. Le taux de déformation influe sur les possibilités de déplacement selon la direction y et, de ce fait, sur l'emplacement de la valeur en y nominale des cœurs de fibres, Y_i .

Y_i est décrit par l'expression suivante et représenté à la Figure 1:

$$Y_i = \alpha (ID - OD)/2 + C_D$$

où

α est le coefficient dépendant de la différence entre les pas d'alésages de guidage pour les fiches accouplées;

ID est le diamètre intérieur de l'alésage de guidage;

OD est le diamètre extérieur de la broche d'alignement;

C_D est la constante de déformation de la broche d'alignement et de l'alésage de guidage pour une force appliquée de 0,7 N à chaque alésage, correspondant à la valeur de la force nominale d'accouplement de 9,8 N.

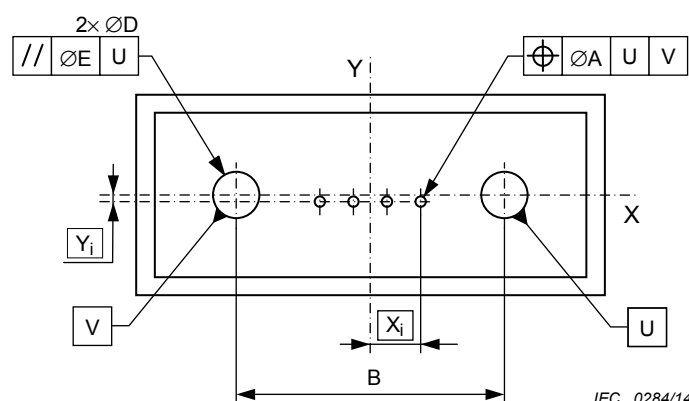


Figure 1 – Définitions de Y_i et C_D

2.2 Conditions d'essai

En vue de mesure précise telle que pour la vérification de la conception, les conditions d'essai doivent être contrôlées comme requis dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Conditions d'essai

Condition	Exigence
Température T	De 22,0 °C à 24,0 °C
Humidité relative HR	(50,0 ± 10,0) % HR
Taille maximale de la broche	0,6988 mm
Collage de la férule MT	L'adhésif ne doit pas couvrir les broches de guidage
Position de la férule MT	La férule MT doit être centrée sur la cale-étalon

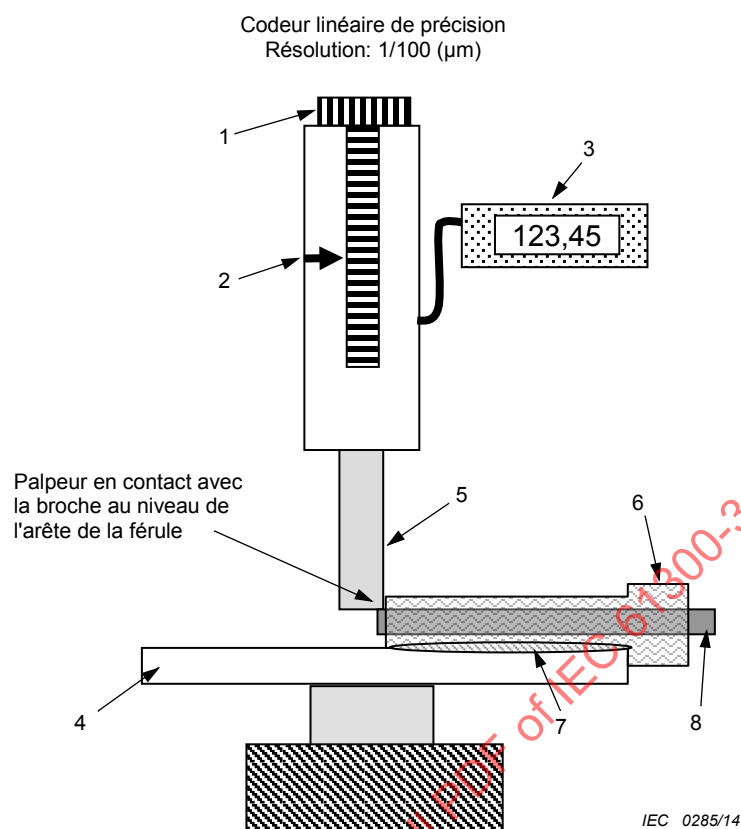
3 Appareillage

3.1 Codeur linéaire de précision

La structure du codeur linéaire de précision utilisé pour la mesure de la CD est représentée en Figure 2. L'appareillage est constitué d'un dispositif de réglage de la force de mesure, d'un indicateur de force, d'un indicateur de position, d'un palpeur en contact avec les échantillons à mesurer, ainsi que d'un socle. Le codeur linéaire dispose d'une résolution de 1/100 µm et d'un réglage de la force de mesure atteignant 2,20 N.

La procédure de mesure est la suivante:

- La force de mesure appliquée entre le palpeur et le socle du codeur linéaire est ajustée par le dispositif de réglage de la force de mesure.
- La force de mesure est lue directement sur l'indicateur de force du corps principal.



Légende

- 1 dispositif de réglage de la force de mesure
- 2 indicateur de force
- 3 indicateur de position
- 4 cale-étalon
- 5 palpeur
- 6 fêrile MT
- 7 adhésif
- 8 broche d'alignement

Figure 2 – Codeur linéaire de précision et montage de mesure de C_D

3.2 Préparation des échantillons

Chaque échantillon de fêrile MT est fixé à l'aide d'une colle de type cyanoacrylate au bord d'une cale-étalon. Une cale-étalon est employée en raison de sa très faible rugosité de surface, de sa dureté de surface, et de son parallélisme entre deux surfaces. La fêrile MT doit être centrée sur la cale-étalon. La colle ne doit pas être en contact avec les alésages de guidage. Les broches d'alignement sont insérées dans les alésages de guidage, de telle façon que la partie en saillie du niveau supérieur des broches dépassant de la fêrile soit inférieure à 0,5 mm, comme représenté à la Figure 3.