

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1300-3-16**

Première édition
First edition
1995-05

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

Partie 3-16:
Examens et mesures –
Rayon de la face terminale des embouts polis
sphériquement

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

Part 3-16:
Examinations and measurements –
Endface radius of spherically polished ferrules



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1300-3-16: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1300-3-16**

Première édition
First edition
1995-05

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

Partie 3-16:
Examens et mesures –
Rayon de la face terminale des embouts polis
sphériquement

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

Part 3-16:
Examinations and measurements –
Endface radius of spherically polished ferrules

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

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission
in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**CODE PRIX
PRICE CODE**

J

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3-16: Examens et mesures – Rayon de la face terminale des embouts polis sphériquement

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1300-3-16 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:

DIS	Rapport de vote
86B/521/DIS	86B/594/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.

La CEI 1300 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*:

Partie 1: Généralités et guide

Partie 2: Essais

Partie 3: Examens et mesures

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

**Part 3-16: Examinations and measurements –
Endface radius of spherically polished ferrules**

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 cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1300-3-16 has been prepared by sub-committee 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:

DIS	Report on voting
86B/521/DIS	86B/594/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.

IEC 1300 consists of the following parts, under the general title: *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*:

Part 1: General and guidance

Part 2: Tests

Part 3: Examinations and measurements

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

Partie 3-16: Examens et mesures – Rayon de la face terminale des embouts polis sphériquement

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

L'objet de la présente partie de la CEI 1300 est de décrire des méthodes permettant de mesurer le rayon de la face terminale d'un embout poli sphériquement.

1.2 Description générale

Le rayon R de la face terminale de l'embout est défini comme étant le rayon de courbure de la portion de face terminale qui est bombée pour le polissage par contact physique. Il est généralement admis que la face terminale de l'embout est sphérique alors qu'en réalité elle est, dans bien des cas, asphérique (voir la figure 1).

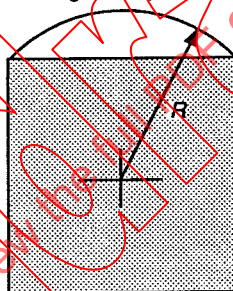


Figure 1 – Rayon de courbure de la face terminale

Le rayon de courbure de la face terminale peut être mesuré en utilisant l'une des trois méthodes suivantes.

Méthode 1 – Profilage de la face terminale à l'aide d'un analyseur de surface

Méthode 2 – Analyse de la séparation des anneaux d'interférence produits lorsque la face terminale est reprise par un interféromètre.

Méthode 3 – Utilisation d'un microprojecteur de profil pour effectuer une simple mesure, avec méthode oui/non, des faces terminales profilées par contact physique et contact physique angulaire.

1.3 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1300. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1300 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2538: 1974, *Ajustements – Séries d'angles et d'inclinaisons de prismes*

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

Part 3-16: Examinations and measurements – Endface radius of spherically polished ferrules

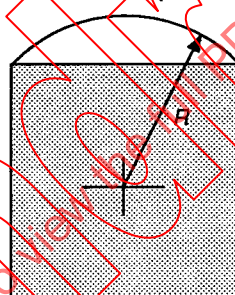
1 General

1.1 Scope and object

The object of this part of IEC 1300 is to describe procedures for measuring the radius of the endface of a spherically polished ferrule.

1.2 General description

The ferrule endface radius R is defined as the radius of curvature of the portion of the endface which is domed for physical contact polishing. It is assumed that the endface is spherical, although in practice the endface is often aspherical (see figure 1).



IEC 297195

Figure 1 – Radius of curvature of the endface

Three methods are described for measuring the endface radius.

Method 1 – Profiling the endface with a surface analyzer

Method 2 – Analyzing the separation of interference rings when the endface is imaged with an interferometer

Method 3 – Use of a profile projector to make a simple go/no go measurement of physical contact and angled physical contact shaped endfaces.

1.3 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this standard. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision and parties to agreements based on this part of IEC 1300 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2538: 1974, *Limits and fits – Series of angles and slopes on wedges and prisms*

2 Matériel

2.1 Méthode 1 – Profilage

Le matériel se compose des éléments suivants.

2.1.1 Rainure en V

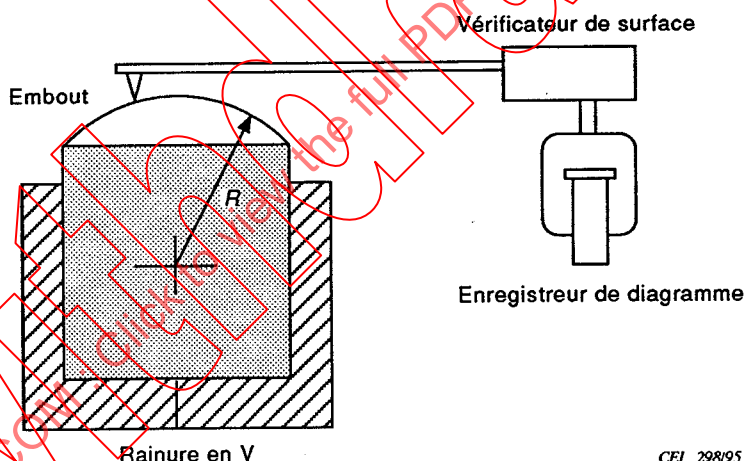
L'axe de la rainure en V est vertical ou, dans le cas d'embouts angulaires, le dispositif de fixation de la rainure en V doit être orienté suivant l'angle nominal de la pointe de l'embout. Conformément à l'ISO 2538, l'angle idéal pour une rainure en V est de 108° .

2.1.2 Vérificateur de surface

Le vérificateur de surface, muni d'une sonde en forme de cale, est disposé de façon que le mouvement de la sonde soit perpendiculaire à l'axe de l'embout.

2.1.3 Enregistreur de diagrammes

L'enregistreur de diagrammes est destiné à enregistrer la trace du vérificateur de surface quand il parcourt la face terminale de l'embout.



CEI 298/95

Figure 2 – Exemple de montage pour mesure par la méthode 1 (profilage)

2.2 Méthode 2 – Interférométrie

Le matériel se compose des éléments suivants.

2.2.1 Dispositif de fixation pour rainures en V

Ce dispositif occupe une position parallèle à l'axe de vue d'un interféromètre à plaque plate ou d'un interféromètre de type sans contact qui fonctionne à une longueur d'onde spécifique. Dans le cas d'un embout à face terminale angulaire, le dispositif de fixation pour la rainure en V doit être réglé suivant l'angle nominal de la face terminale de l'embout.

2 Apparatus

2.1 Method 1 – Profiling

The apparatus consists of the following elements.

2.1.1 V-groove

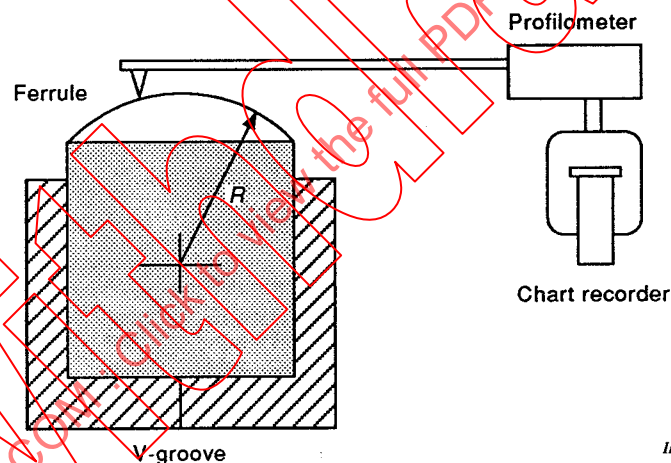
The V-groove axis is vertical or, in the case of the angled type ferrules, the V-groove fixture shall be adjusted according to the nominal angle of the ferrule tip. The preferred angle for a V-groove is 108° according to ISO 2538.

2.1.2 Profilometer

A profilometer, equipped with a chisel type probe, is arranged so that the motion of the trace is perpendicular to the axis of the ferrule.

2.1.3 Chart recorder

A chart recorder is used to record the trace of the profilometer as it moves across the endface of the ferrule.



IEC 298/95

Figure 2 – Example of apparatus using method 1 (profiling)

2.2 Method 2 – Interferometry

The apparatus consists of the following elements.

2.2.1 V-groove fixture

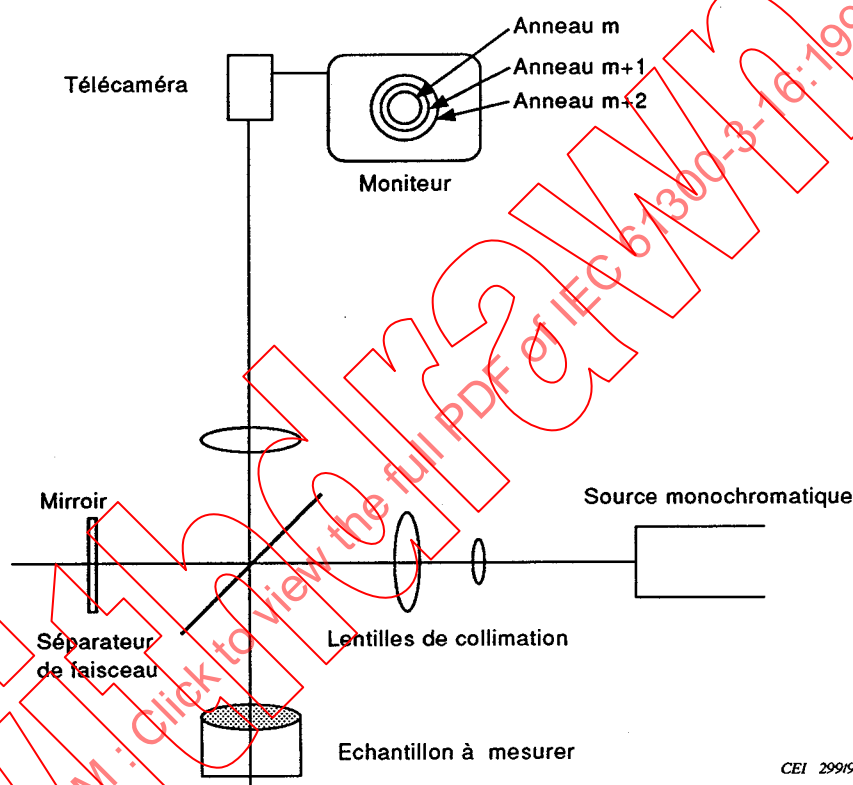
This fixture is parallel to the viewing axis of a flat plate interferometer or a non-contact interferometer operating at a known wavelength. In the case of angled endface type ferrules, the V-groove fixture shall be adjusted according to the nominal angle of the ferrule endface.

2.2.2 Télécamera avec moniteur

Elle permet de visualiser les franges d'interférence qui proviennent de la prise de vue, par l'entremise de l'interféromètre, de la face terminale sphérique de l'embout.

2.2.3 Instrument de visualisation

Il peut être manuel ou automatique, et permet de calculer le diamètre et la position de deux anneaux au moins.



CEI 299/95

Figure 3 – Exemple de montage pour mesure par la méthode 2 (interférométrie)

2.3 Méthode 3 – Microprojecteur de profil

Le matériel se compose d'un microprojecteur de profil ayant les caractéristiques suivantes:

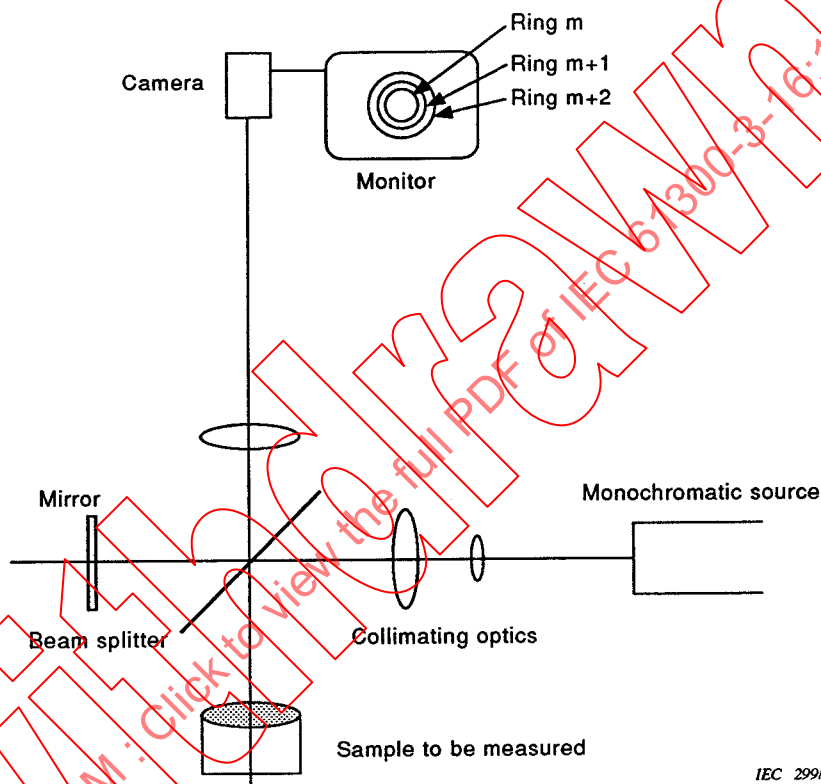
- agrandissement de 20 x minimal;
- éclairage simultané du sommet et du bas;
- tableau goniométrique;
- graphique à réticule;
- diagramme avec profil minimal et maximal de l'objet à mesurer.

2.2.2 Television camera and monitor

This allows the display of the interference fringes that result from viewing the spherical endface with the interferometer.

2.2.3 Means of vision

This may be manual or automatic and permits the determination of the diameter and location of at least two rings.



IEC 299/95

Figure 3 – Example of apparatus using method 2 (interferometry)

2.3 Method 3 – Profile projector

The apparatus consists of a profile projector having the following features:

- magnification of 20x minimum;
- simultaneous top and bottom side illumination;
- goniometer table;
- cross-hair chart;
- chart with the minimum and maximum profile of the object to be measured.

3 Procédure

3.1 Méthode 1 – Profilage

NOTE – Les traces de certains vérificateurs de surface montrent exclusivement l'état de finition de la surface. Il se peut donc que ces vérificateurs de surface relèvent la courbure de la surface sans la précision nécessaire.

3.1.1 Fixer l'embout dans la rainure en V de façon que la partie de l'embout contiguë à sa face terminale soit en contact avec la rainure en V. La longueur du tronçon de l'embout qui est en contact avec la rainure en V doit être deux fois celle du diamètre de l'embout dans la zone de contact.

3.1.2 Etalonner la pointe burinante du vérificateur de surface pour placer son angle inférieur perpendiculairement à l'axe de l'embout.

3.1.3 Régler l'appareil de façon que le tracé du vérificateur de surface passe à travers l'axe de l'embout.

3.1.4 Actionner le vérificateur de surface pour obtenir un tracé qui traverse la surface de la face terminale de l'embout en indiquant, sur l'enregistreur de diagrammes, le déplacement de la pointe en fonction de la longueur (voir figure 2).

3.1.5 Calculer le déplacement vertical de la sonde au point le plus haut de l'embout et sur deux points équidistants par rapport à ce même point. Choisir ces deux points de façon que soit prise en considération une surface d'environ 500 µm de diamètre.

3.1.6 Calculer le rayon de courbure R (voir figure 4) selon l'équation suivante:

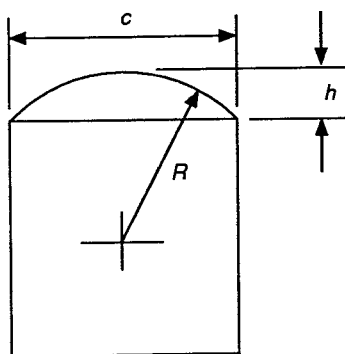
$$R = \frac{c^2}{8h}$$

où

c est la longueur de la corde;

h est la hauteur du sommet au-dessus de la corde.

Pour obtenir plus de précision, plusieurs points du tracé peuvent être numérisés pour l'introduction dans un calcul de tracé du cercle.



CEI 300/95

Figure 4 – Mesures pour le calcul du rayon de courbure

3 Procedure

3.1 Method 1 – Profiling

NOTE – The traces of some profilometers only show surface finish and may not accurately show the curvature of the surface.

3.1.1 Affix the ferrule in the V-groove so that the portion of the ferrule closest to the end face is in contact with the V-groove. The length of the ferrule contacting the V-groove shall be two times the diameter of the ferrule in the contact area.

3.1.2 Adjust the chisel tip of the profilometer so that the bottom edge of the tip is perpendicular to the axis of the ferrule.

3.1.3 Adjust the apparatus so that the profilometer trace passes through the axis of the ferrule.

3.1.4 Cause the profilometer to trace across the surface of the endface, recording the displacement as a function of length on the chart recorder (see figure 2).

3.1.5 Calculate the vertical displacement of the probe at the highest point of the ferrule and at two points equidistant from the highest point. Choose the points to cover an area approximately 500 µm in diameter.

3.1.6 Calculate the radius of curvature R (see figure 4) from the following formula:

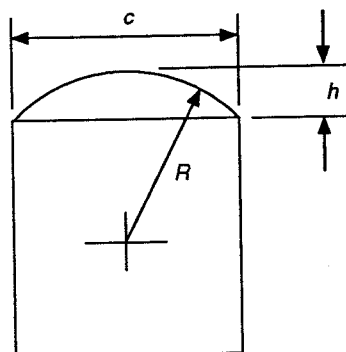
$$R = \frac{c^2}{8h}$$

where

c is the length of the chord;

h is the height of the apex above the chord.

For additional confidence, more points from the trace may be digitized and entered into a circle fit calculation.



IEC 300/95

Figure 4 – Measurements for calculating the radius of curvature

3.2 Méthode 2 - Mesure par interféromètre

3.2.1 Fixer l'embout dans la rainure en V et pointer l'interféromètre pour obtenir les franges d'interférences de la zone qui entoure le trou au centre de la face terminale de l'embout.

3.2.2 Mesurer le diamètre de deux anneaux désignés par m et m+p, où l'anneau m+p est plus grand que l'anneau m. Choisir les diamètres m et m+p pour couvrir une surface d'environ 500 µm qui entoure le centre de l'embout. Calculer le rayon de courbure selon l'équation suivante:

$$R = (D_{m+p}^2 - D_m^2) / 4p\lambda$$

où

R est le rayon de courbure calculé;

D_{m+p} est le diamètre de l'anneau m+p;

D_m est le diamètre de l'anneau m.

On remarque que deux anneaux quelconques peuvent être pris en considération pour obtenir la mesure.

NOTE – Pour plus de certitude, mesurer le diamètre de trois (ou plus de trois) anneaux et calculer le rayon moyen en basant le calcul sur toutes les combinaisons possibles de deux diamètres d'anneaux.

3.3 Méthode 3 – Microprojecteur de profil

3.3.1 Pour des connecteurs qui sont déjà complètement assemblés, monter le connecteur en orientant la clé de détrompage dans le sens prévu par la configuration correspondante sur le tableau goniométrique.

3.3.2 Sur le projecteur, régler le niveau d'éclairage et le dispositif de mise à feu pour obtenir une visibilité optimale sur l'écran.

3.3.3 Introduire le diagramme qui représente la forme minimale et maximale de l'embout sur l'écran de projection.

3.3.4 Placer le bouton de rotation de l'écran sur la position zéro.

3.3.5 Sur le goniomètre, agir sur le dispositif de réglage de précision et aligner l'image de l'embout avec l'axe X du diagramme selon la figure 5 ou selon la figure 6, en ce qui concerne les connecteurs à face terminale angulaire.

3.3.6 Déplacer le tableau goniométrique le long de l'axe X pour confronter l'image de l'embout projetée sur l'écran avec le réticule sur le diagramme.

3.2 Method 2 – Interferometer measurement

3.2.1 Affix the ferrule to the V-groove and focus the interferometer to obtain the interference fringes in the area surrounding the bore at the centre of the ferrule endface.

3.2.2 Measure the diameter of two rings designated as m and m+p, where ring m+p is larger than ring m. Choose the m and m+p diameters to cover an area of approximately 500 µm around the centre of the ferrule. Calculate the radius of curvature from the following equation:

$$R = (D_{m+p}^2 - D_m^2) / 4p\lambda$$

where

R is the calculated radius of curvature;

D_{m+p} is the diameter of the m+p ring;

D_m is the diameter of the m ring.

Note that any two rings can be used to make the measurement.

NOTE – For additional confidence, measure the diameter of three or more rings and calculate an average radius based on all the possible combinations of two ring diameters.

3.3 Method 3 – Profile projector

3.3.1 For completely assembled connectors, install the connector with its key oriented as required for the relevant connector design on the goniometer table.

3.3.2 Adjust the illumination and focusing mechanism of the projector to optimum visibility on the screen.

3.3.3 Install the chart with the connector ferrule minimum and maximum shape on the projection screen.

3.3.4 Set the screen rotation dial to zero.

3.3.5 Using the goniometer fine adjustment align the image of the ferrule with the x-axis of the chart according to figure 5, or according to figure 6 with respect to angled endface connectors.

3.3.6 Move the goniometer table along the x-axis to compare the image of the ferrule on the screen with the cross-hair pattern on the chart.

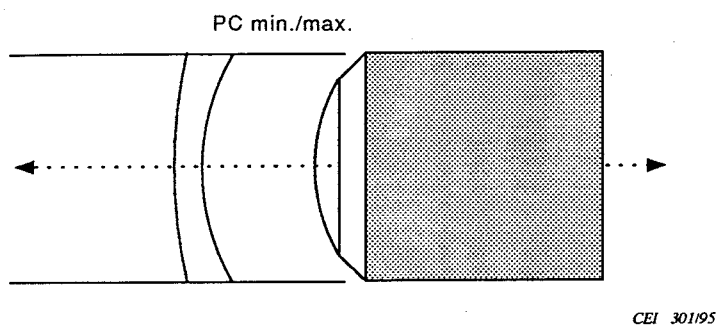


Figure 5

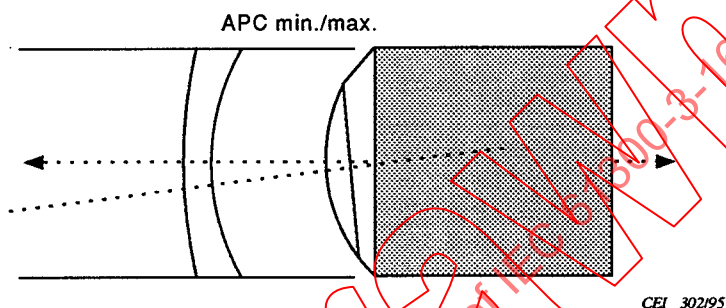


Figure 6

4 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être précisés dans la spécification particulière:

4.1 Méthode 1 – Profilage

- Type de pointe
- Pointe à contact – forme
- Pointe sans contact
- Conditions requises pour la rainure en V
- Filtration
- Angle d'inclinaison nominal si la rainure en V est de type spécifique pour des connecteurs devant être appliqués sur une face terminale angulaire

4.2 Méthode 2 – Interféromètre

- Longueur d'onde de la source de lumière monochromatique ou longueur d'onde équivalente du filtre utilisé avec un interféromètre à lumière blanche
- Conditions requises pour la rainure en V
- Agrandissement au microscope
- Finition de la surface sur la face terminale
- Angle d'inclinaison nominal, si la rainure en V est de type spécifique pour des connecteurs devant être appliqués sur une face terminale angulaire

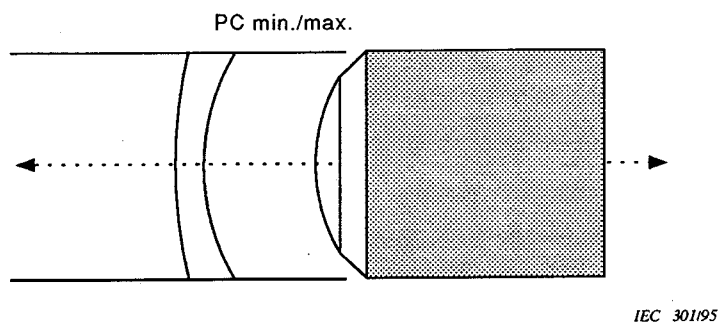


Figure 5

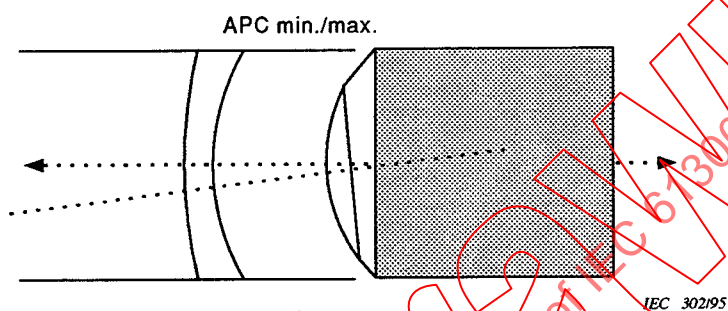


Figure 6

4 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the relevant specification:

4.1 Method 1 – Profiling

- Type of stylus
- Contacting stylus – shape
- Non-contacting stylus
- Requirements of V-groove
- Filtering
- Nominal angle of tilt if V-groove for angled endface connectors

4.2 Method 2 – Interferometer

- Wavelength of monochromatic light source or equivalent wavelength of the filter used with a white-light interferometer
- Requirements of V-groove
- Magnification of microscope
- Surface finish of endface
- Nominal angle of tilt of V-groove for angle endface connectors