

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61300-3-17

Deuxième édition
Second edition
1999-09

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

**Partie 3-17:
Examens et mesures – Angle de la face terminale
des embouts polis angulairement**

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

**Part 3-17:
Examinations and measurements –
Endface angle of angle-polished ferrules**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61300-3-17:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

61300-3-17

Deuxième édition
Second edition
1999-09

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

**Partie 3-17:
Examens et mesures – Angle de la face terminale
des embouts polis angulairement**

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

**Part 3-17:
Examinations and measurements –
Endface angle of angle-polished ferrules**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application et objet.....	8
1.2 Références normatives	8
2 Description générale	8
2.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique.....	10
2.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle.....	12
2.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique.....	12
2.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie.....	14
3 Appareillage	16
3.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique.....	16
3.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle.....	16
3.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique.....	18
3.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie.....	20
4 Procédure	20
4.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique.....	20
4.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle.....	22
4.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique.....	22
4.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie.....	28
5 Détails à spécifier	28
5.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique.....	28
5.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle.....	28
5.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique.....	28
5.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie.....	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
2 General description	9
2.1 Method 1 – Automatic interferometric method	11
2.2 Method 2 – Manual interferometric method	13
2.3 Method 3 – Mechanical profilometer method	13
2.4 Method 4 – Reflected light method	15
3 Apparatus	17
3.1 Method 1 – Automatic interferometric method	17
3.2 Method 2 – Manual interferometric method	17
3.3 Method 3 – Mechanical profilometer method	19
3.4 Method 4 – Reflected light method	21
4 Procedure	21
4.1 Method 1 – Automatic interferometric method	21
4.2 Method 2 – Manual interferometric method	23
4.3 Method 3 – Mechanical profilometer method	23
4.4 Method 4 – Reflected light method	29
5 Details to be specified	29
5.1 Method 1 – Automatic interferometric method	29
5.2 Method 2 – Manual interferometric method	29
5.3 Method 3 – Mechanical profilometer method	29
5.4 Method 4 – Reflected light method	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3-17: Examens et mesures – Angle de la face terminale des embouts polis angulairement

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61300-3-17 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.

Cette deuxième édition de la CEI 61300-3-17 annule et remplace la première édition, parue en 1995, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/1225/FDIS	86B/1261/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 3.

La CEI 61300 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 3-17: Examinations and measurements –
Endface angle of angle-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 co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61300-3-17 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition of IEC 61300-3-17 cancels and replaces the first edition, published in 1995, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
86B/1225/FDIS	86B/1261/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 3.

IEC 61300 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: Examination and measurements

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006.
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 61300-3-17:1999

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-17:1999

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

Partie 3-17: Examens et mesures – Angle de la face terminale des embouts polis angulairement

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

L'objet de la présente partie de la CEI 61300 est de définir des méthodes permettant de mesurer l'angle de la face terminale des embouts polis angulairement convexes ou plats.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61300. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61300 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2538:1998, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Séries d'angles et d'inclinaisons de prismes*

2 Description générale

L'angle de la face terminale θ des embouts polis angulairement se terminant par une face plate est défini comme étant l'angle formé par le plan perpendiculaire à l'axe de l'embout et le plan de la face terminale plate. L'angle de la face terminale θ des embouts polis sphériquement avec face terminale angulaire est l'angle formé par le plan perpendiculaire à l'axe de l'embout et la ligne droite tangente à la surface polie au cœur de la fibre et se dirigeant dans la direction nominale de l'angle (voir figure 1).

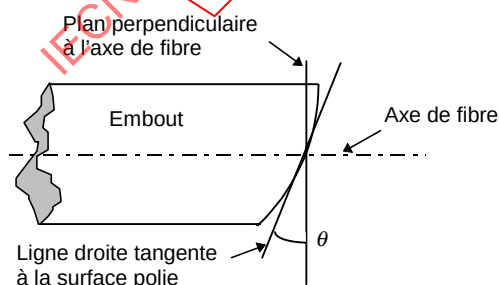


Figure 1a – Embouts polis convexes

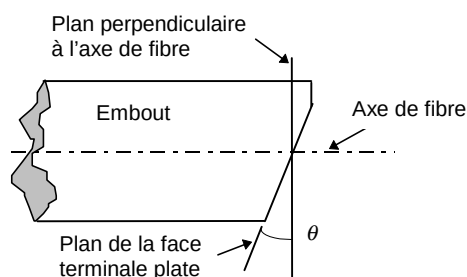


Figure 1b – Embouts polis plats

IEC 1047/99

Figure 1 – Définition de l'angle de la face terminale de l'embout pour embouts polis convexes et plats

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

Part 3-17: Examinations and measurements – Endface angle of angle-polished ferrules

1 General

1.1 Scope and object

The object of this part of IEC 61300 is to describe the methods to measure the endface angle of flat or convex angle-polished ferrules.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61300. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61300 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2538:1998, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Series of angles and slopes on prisms*

2 General description

The ferrule endface angle θ for flat endface angle-polished ferrules is defined as the angle between the plane perpendicular to the axis of the ferrule and the plane of the flat endface. The endface angle θ for spherically polished angled endface ferrules is the angle between the plane perpendicular to the axis of the ferrule and the straight line tangent to the polished surface at the fibre core in the direction of the nominal angle (see figure 1).

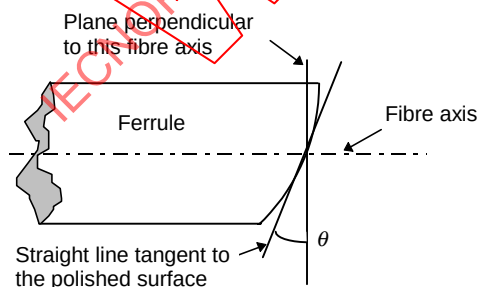


Figure 1a – Convex polished ferrules

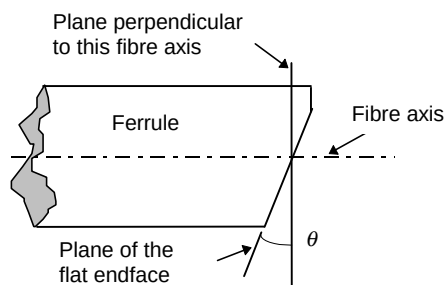


Figure 1b – Flat polished ferrules

IEC 1047/99

Figure 1 – Definition of ferrule endface angle for convex and flat polished ferrules

Quatre méthodes sont décrites pour la mesure de l'angle de la face terminale de l'embout:

- méthode 1: méthode interférométrique automatique (méthode de référence) ;
- méthode 2: méthode interférométrique manuelle ;
- méthode 3: méthode du profilomètre mécanique ;
- méthode 4: méthode de la lumière réfléchie.

2.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique

Etant donné sa plus grande précision, la méthode 1 est considérée comme la méthode de référence.

Dans cette méthode, la face terminale de l'embout est placée dans un micropositionneur inclinable sous un microscope à capacité interférométrique.

NOTE – Un support fixe à la valeur nominale de l'angle devant être mesuré peut être utilisé, mais dans ce cas la procédure d'alignement décrite n'est pas applicable et il est nécessaire d'utiliser une fiche angulaire de référence mesurée à l'aide d'autres méthodes.

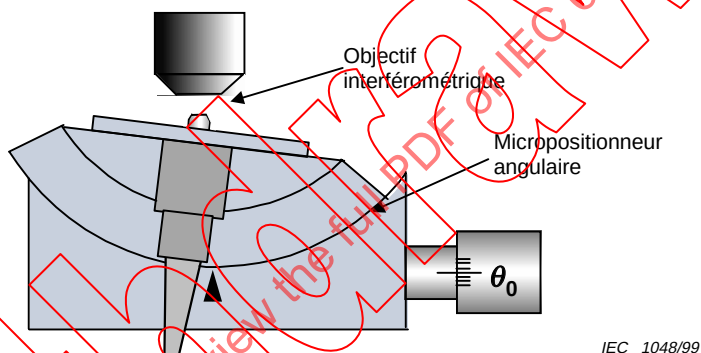


Figure 2 – Exemple de montage de mesure de l'angle au moyen de l'interféromètre

Des différences de phase entre le front d'onde de référence et le front d'onde de la surface de l'embout en essai créent une zone de franges.

L'embout est orienté par le micropositionneur à la valeur nominale θ_0 de l'angle à mesurer. Pour les embouts polis convexes, le rayon de courbure R et le composant à décalage de sommet dans la direction de l'angle E_x sont mesurés à partir de l'analyse de la zone interférométrique (voir figure 3). La valeur de l'angle est évaluée à partir des valeurs de R et E_x .

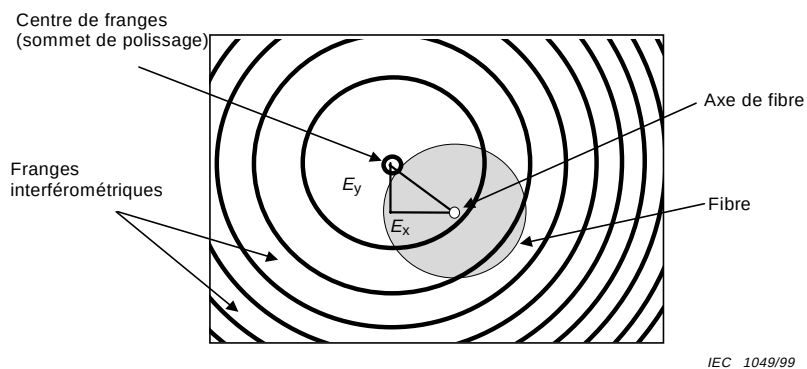


Figure 3 – Exemple de zone d'interférence d'un embout poli convexe

Four methods are described for measuring the ferrule endface angle:

- method 1: automatic interferometric method (reference method);
- method 2: manual interferometric method;
- method 3: mechanical profilometer method;
- method 4: reflected light method.

2.1 Method 1 – Automatic interferometric method

Due to its greater accuracy, method 1 is considered to be the reference method.

In this method, the ferrule endface is placed in a tiltable micropositioner under a microscope with interferometric capability.

NOTE – A fixed holder at the nominal value of the angle that has to be measured may be used, but in this case the alignment procedure described is not applicable and it is necessary to use a reference angled plug measured with other methods.

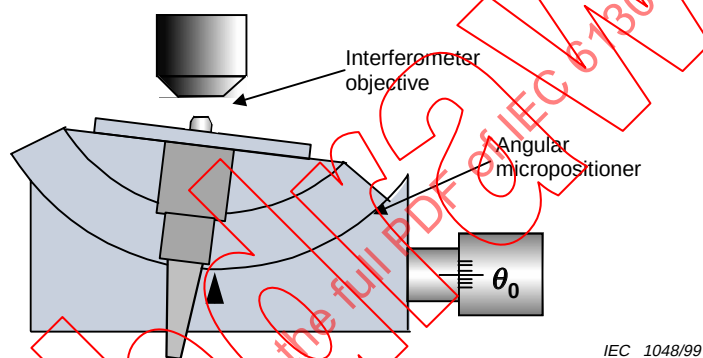


Figure 2 – Example of set-up of angle measurement by means of interferometer

Phase differences between the reference wavefront and the wavefront from the surface of the ferrule under test create a fringe pattern.

The ferrule is tilted by a micropositioner at the nominal value θ_0 of the angle that has to be measured. For a convex polished ferrule, the curvature radius R and the apex offset component in the direction of the angle E_x are measured from the analysis of the interferometric pattern (see figure 3). The value of the angle is evaluated from the values of R and E_x .

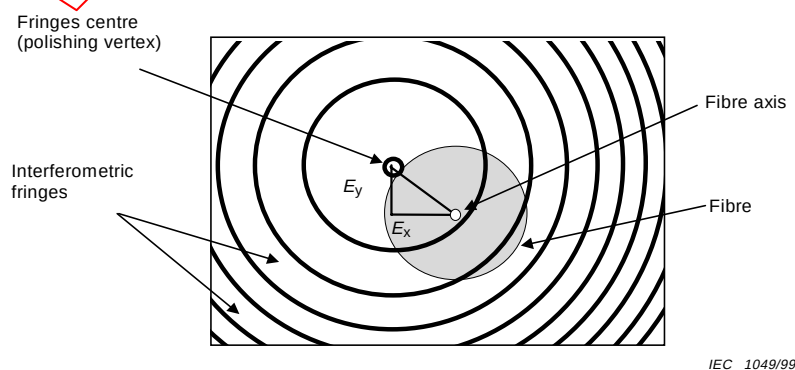


Figure 3 – Example of interference pattern of a convex polished ferrule

Pour un embout poli plat, l'angle est évalué à partir de la fréquence des franges interférométriques dans la direction de l'angle (voir figure 4), c'est-à-dire à partir du nombre d'ondes dans l'unité de longueur $1/\lambda$.

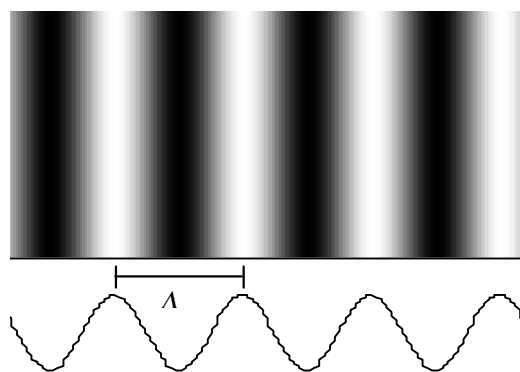


Figure 4 – Exemple de zone d'interférence d'un embout poli plat

2.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle

Comme dans la méthode 1, la face terminale de l'embout est placée dans un micropositionneur inclinable sous un microscope à capacité interférométrique. Mais dans cette méthode, l'embout est incliné par un micropositionneur jusqu'à ce que la surface de la face terminale soit perpendiculaire à l'axe optique de l'interféromètre: cela intervient lorsque la valeur réelle de l'angle est obtenue. Dans le cas de la face terminale d'un embout poli convexe, cette position est obtenue lorsque les anneaux d'interférence et la fibre sont tous les deux symétriques à l'axe de rotation (voir figure 5). Dans le cas d'un embout poli à plat, la position est obtenue lorsque les franges d'interférence disparaissent ou s'élèvent à un nombre minimal.

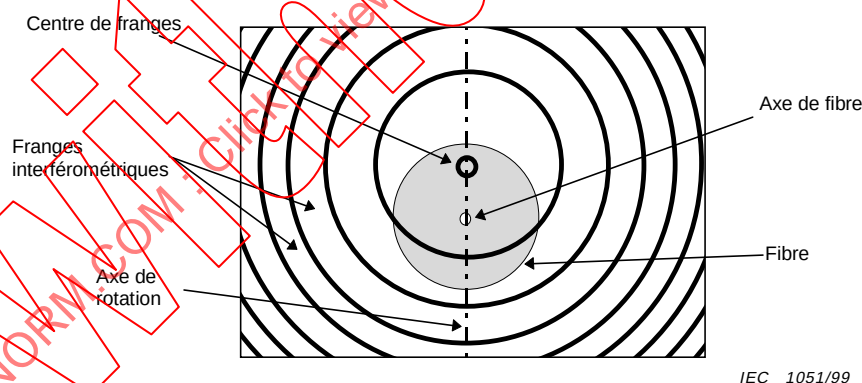


Figure 5 – Exemple de zone d'interférence d'un embout poli convexe réglé pour la mesure de la méthode 2

L'angle de la face terminale de l'embout peut être lu sur le cadran du micropositionneur.

2.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique

Dans cette méthode, l'angle de la face terminale est évalué en profilant l'embout de la face terminale avec l'analyseur de surface.

L'embout est placé dans un support fixe sous le style d'un profilomètre mécanique. L'axe de l'embout doit être parallèle à l'axe du style et la fiche doit être positionnée selon l'angle dans la direction du balayage de style.

L'angle de la face terminale de l'embout est évalué à partir de l'analyse du profil acquis.

For a flat polished ferrule, the angle is evaluated from the frequency of the interferometric fringes in the angle direction (see figure 4), that is, from the number of waves in the length unit $1/\lambda$.

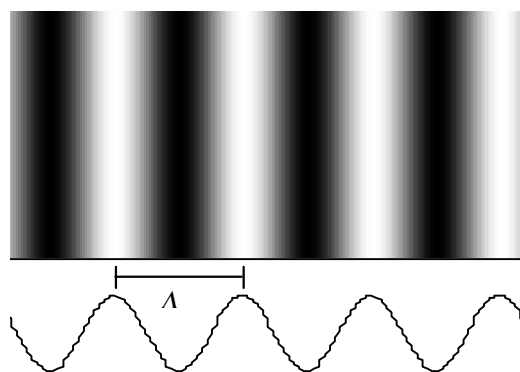


Figure 4 – Example of interference pattern of a flat polished ferrule

2.2 Method 2 – Manual interferometric method

As in method 1, the ferrule endface is placed in a tiltable micropositioner under a microscope with interferometric capability. In this method, however, the ferrule is tilted by a micropositioner until the surface of the endface is normal to the optical axis of the interferometer: this happens when the real value of the angle is reached. In the case of a convex polished ferrule endface, this position is reached when the interference rings and the fibre are both symmetrical to the rotation axis (see figure 5). In the case of a flat polished ferrule, this position is reached when the interference fringes disappear or are at a minimum number.

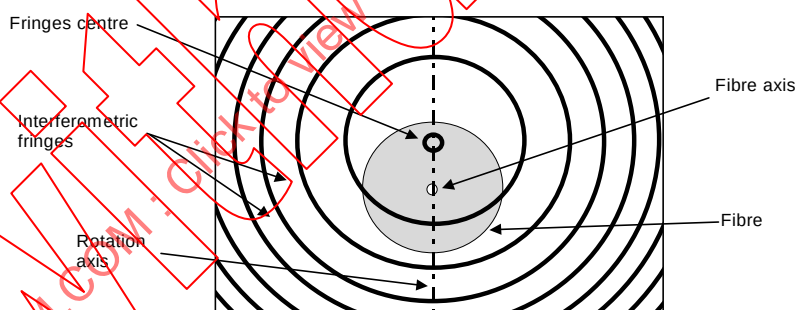


Figure 5 – Example of interference pattern of a convex polished ferrule adjusted for method 2 measurement

The endface angle of the ferrule can be read at the dial of the micropositioner.

2.3 Method 3 – Mechanical profilometer method

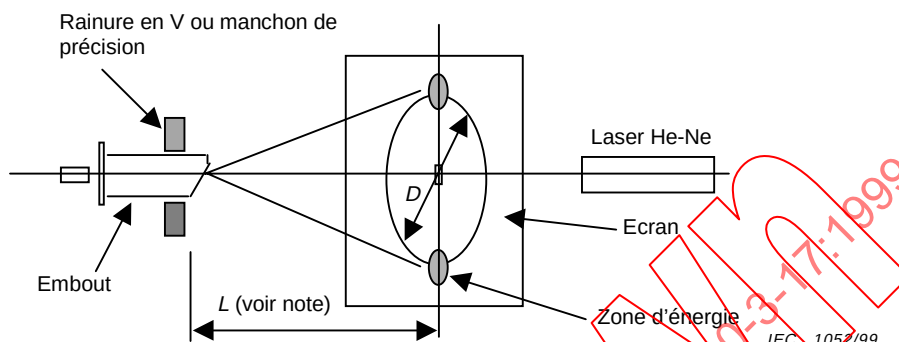
In this method, the endface angle is evaluated by profiling the endface ferrule with a surface analyser.

The ferrule is placed in a fixed holder under the stylus of mechanical profilometer. The ferrule axis shall be parallel to the stylus axis and the plug shall be positioned with the angle in the direction of the stylus scan.

The endface angle of the ferrule is evaluated from the analysis of the acquired profile.

2.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie

Dans cette méthode, un faisceau lumineux He-Ne visible, orienté le long de l'axe de l'embout, est réfléchi par la face terminale de l'embout et dirigé vers un écran sur lequel se forme une zone d'énergie. L'écran est perpendiculaire à l'axe de l'embout et s'étend autour de celui-ci (voir figure 6).



NOTE – Pour des embouts polis convexes, une longueur appropriée L peut se situer entre 20 cm et 50 cm et peut être enregistrée dans le cadre des résultats d'essai.

Figure 6 – Exemple de montage pour la mesure de l'angle de la face terminale de l'embout

Dans le cas d'une face terminale d'embout poli à plat, la zone d'énergie est normalement un petit cercle visible, illuminé de façon presque uniforme, caractérisé par une faible divergence supplémentaire par rapport au faisceau laser. Dans le cas d'une face terminale d'embout poli sphériquement, l'image recueillie est normalement un petit anneau (disque d'Airy) situé au centre d'un grand cercle visible, formé par un faisceau ayant divergé par rapport au faisceau laser original (voir figure 7). Ce petit anneau est le résultat de la diffraction de Fraunhofer du faisceau He-Ne réfléchi par la face terminale de l'embout sphérique contenant une fibre ou un trou de fibre comme ouverture centrale.

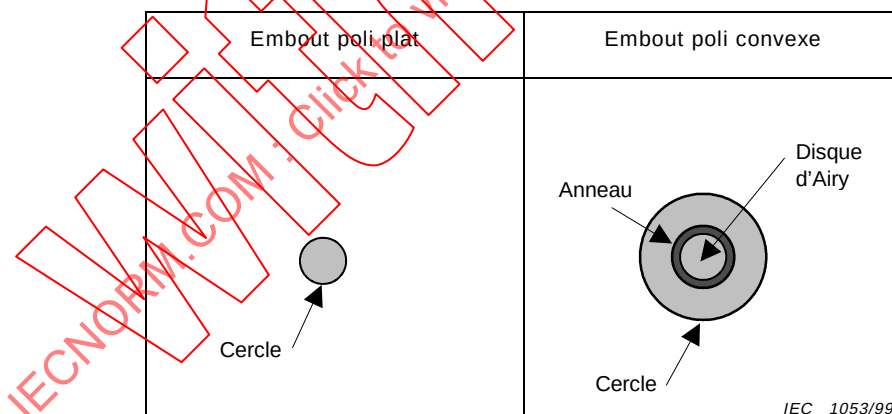


Figure 7 – Zone d'énergie caractéristique

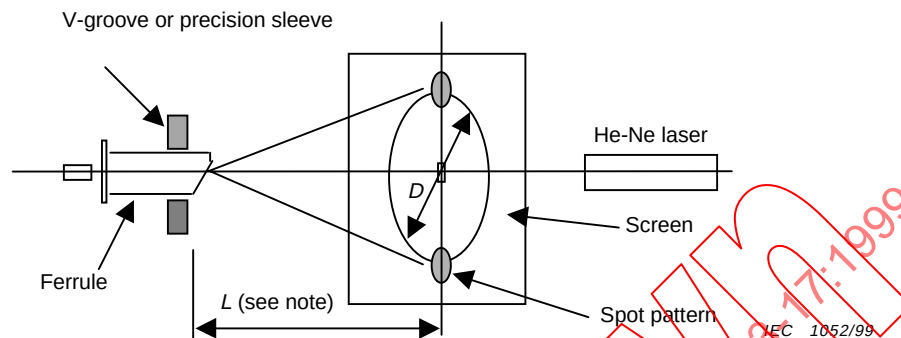
L'angle de face terminale de l'embout q est déterminé en mesurant l'angle de déviation du faisceau He-Ne mesuré au centre du cercle visible ou de l'anneau de la zone d'énergie pendant que l'on fait tourner l'embout autour de son axe.

La résolution du faisceau réfléchi est affectée par le niveau de finition de la surface de face terminale de l'embout. Cette surface doit être polie à un niveau permettant une réflexion spéculaire bien définie du faisceau He-Ne.

Cette méthode ne doit s'appliquer qu'aux embouts polis plats.

2.4 Method 4 – Reflected light method

In this method, a visible light He-Ne beam aligned along the ferrule axis is reflected by the ferrule endface to impinge upon a screen as a spot pattern. The screen is normal to and surrounding the ferrule axis (see figure 6).



NOTE – For convex polished ferrules, a suitable length L may be between 20 cm and 50 cm and may be recorded in the test result.

Figure 6 – Example of set-up for ferrule endface angle measurement

In the case of a flatly polished ferrule endface the spot pattern is typically a small visible, approximately uniformly illuminated circle showing little additional divergence of the laser beam. In the case of a spherically polished ferrule endface, the pattern is typically a small ring (Airy disk) located at the centre of a large visible circle of beam diverged from the original laser beam (see figure 7). This small ring results from Fraunhofer diffraction of the He-Ne beam reflected from the spherical ferrule endface containing a fibre or fibre hole as a centrally located aperture.

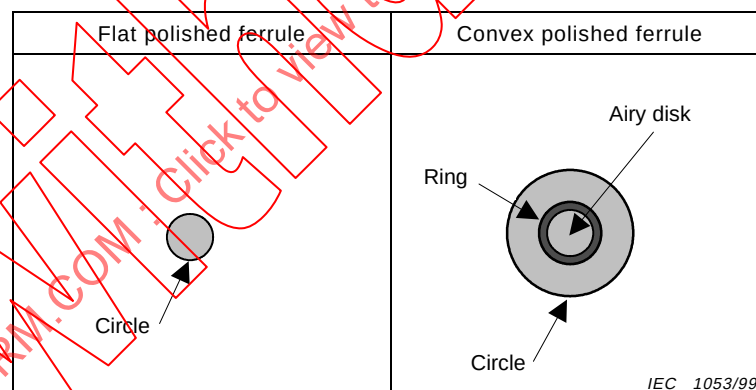


Figure 7 – Typical spot pattern

The ferrule endface angle α is determined by measuring the deviation angle of the He-Ne beam measured to the centre of the visible circle or ring of the spot pattern as the ferrule is rotated around its axis.

The reflected beam resolution will be affected by the surface finish of the ferrule endface. This surface shall be polished to a sufficient level to form a well defined specular reflection of the He-Ne beam.

This method shall be applicable only on flat polished ferrules.

3 Appareillage

3.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique

Pour la méthode 1, un appareillage est présenté à la figure 8, il se compose des éléments suivants:

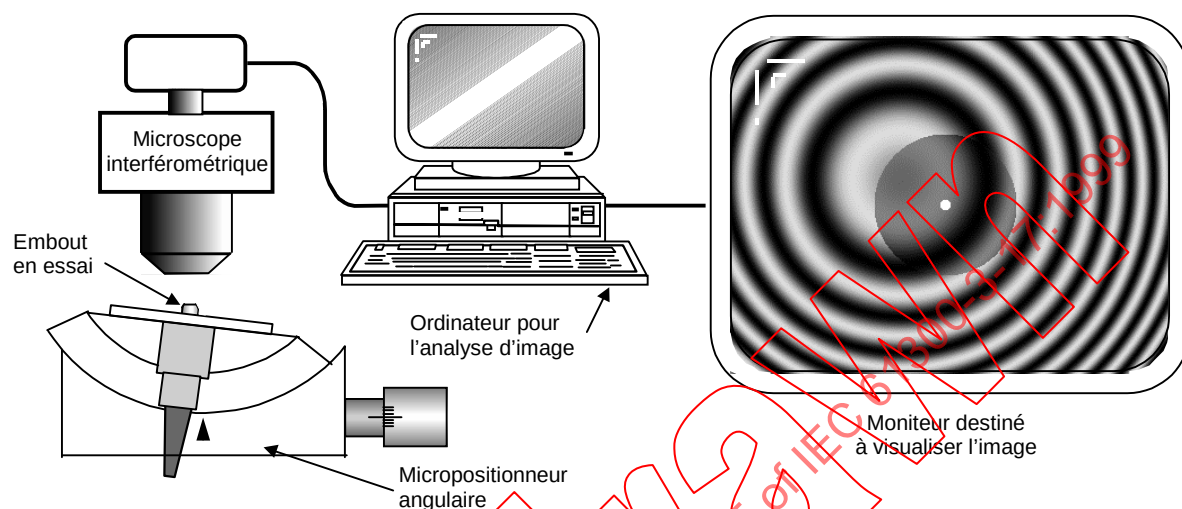


Figure 8 – Exemple d'appareillage pour la mesure de l'angle au moyen de la méthode 1

- Microscope**
Microscope à capacité interférométrique associé à une caméra vidéo pour l'acquisition de l'image.
- Micropositionneur angulaire**
Micropositionneur angulaire avec une résolution supérieure à $0,01^\circ$.
- Support d'embout**
Support adapté tel qu'une rainure en V ou un manchon de précision pour maintenir l'embout selon une position fixe.
- Support de fiche**
Dispositif mécanique capable de maintenir la fiche de manière que la clavette correspondante se situe dans la position exacte selon la direction nominale d'angle.
- Analyseur d'image**
Système d'analyseur capable d'évaluer pour l'image interférométrique le rayon de courbure, le composant de décalage de dôme le long de la direction d'angle et à partir de ceux-ci, la valeur de l'angle par l'équation (1).

Le moniteur doit afficher la surface mesurée avec la zone interférométrique.

3.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle

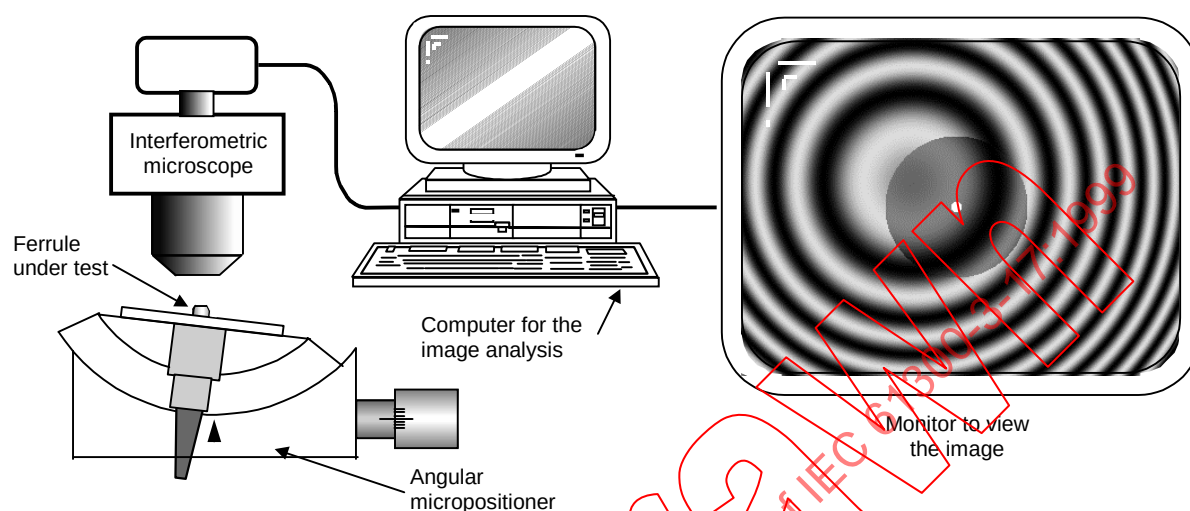
L'appareillage est le même que celui-ci qui est présenté à la figure 8 pour la méthode 1. S'agissant de la méthode 2, l'appareillage est composé des éléments suivants:

- Microscope**
Microscope à capacité interférométrique associé à une caméra vidéo pour l'acquisition d'image.
- Micropositionneur angulaire**
Micropositionneur angulaire à résolution supérieure à $0,01^\circ$.

3 Apparatus

3.1 Method 1 – Automatic interferometric method

For method 1, an apparatus as shown in figure 8 consists of the following elements:



IEC 1054/99

Figure 8 – Example of apparatus for the angle measurement by method 1

a) Microscope

A microscope with interferometric capability associated with a video camera for image acquisition.

b) Angular micropositioner

An angular micropositioner with a resolution better than $0,01^\circ$.

c) Ferrule holder

A suitable fixture such as a V-groove or a precision alignment sleeve to hold the ferrule in a fixed position.

d) Plug holder

A mechanical fixture able to hold the plug such that the relevant key lies in the exact position in respect to the nominal angle direction.

e) Image analyser

An analyser system able to evaluate for the interferometric image, the curvature radius, the dome offset component along the angle direction and, from these, the value of the angle using formula (1).

The monitor shall display the measured surface with the interferometric pattern.

3.2 Method 2 – Manual interferometric method

The apparatus is the same as shown in figure 8 for method 1. For method 2, the apparatus consists of the following elements:

a) Microscope

A microscope with interferometric capability associated with a video camera for image acquisition.

b) Angular micropositioner

An angular micropositioner with a resolution better than $0,01^\circ$.

c) Support d'embout

Dispositif adapté, tel qu'une rainure en V ou un manchon d'alignement de précision pour maintenir l'embout dans une position verticale fixe.

d) Support de fiche

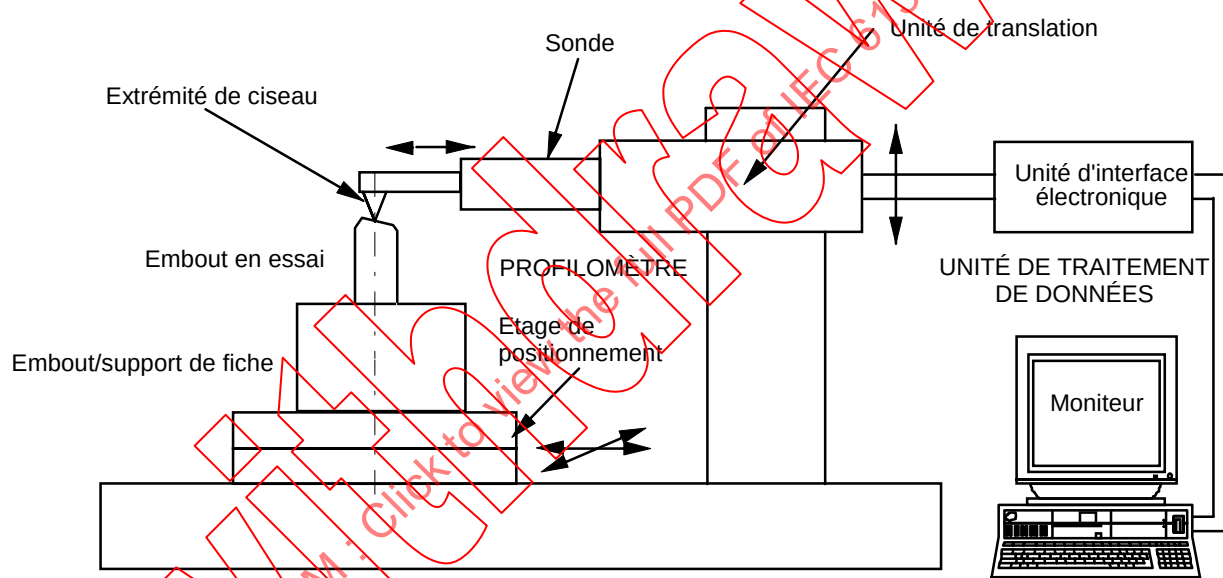
Dispositif mécanique en vue de maintenir la fiche de manière que la clavette correspondante se situe dans la position exacte par rapport à la direction nominale de l'angle.

e) Moniteur destiné à l'analyse visuelle

Moniteur destiné à contrôler la surface d'embout avec la zone interférométrique pendant les opérations de réglage de la position relative de la surface et de l'image interférométrique, en déplaçant le micropositionneur.

3.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique

L'appareillage est présenté à la figure 9. Les parties du composant sont décrites comme suit:



IEC 1055/99

Figure 9 – Exemple de montage pour la mesure de l'angle de la face terminale de l'embout au moyen d'un profilomètre mécanique

a) Support d'embout

Dispositif adapté, tel qu'une rainure en V ou un manchon d'alignement de précision pour maintenir l'embout dans une position verticale fixe.

b) Support de fiche

Dispositif mécanique en vue de maintenir la fiche de manière que la clavette correspondante se situe dans la position exacte par rapport à la direction nominale de l'angle.

c) Etage de positionnement

Dispositif mécanique assurant une fixation rigide du support d'embout et capable de le déplacer selon des positions appropriées.

d) Analyseur de surface bidimensionnel

Analyseur de surface capable de mesurer le profil de la face terminale de l'embout en deux dimensions avec une précision de l'ordre de plusieurs nanomètres.

c) Ferrule holder

A suitable fixture such as a V-groove or a precision alignment sleeve to hold the ferrule in a fixed vertical position.

d) Plug holder

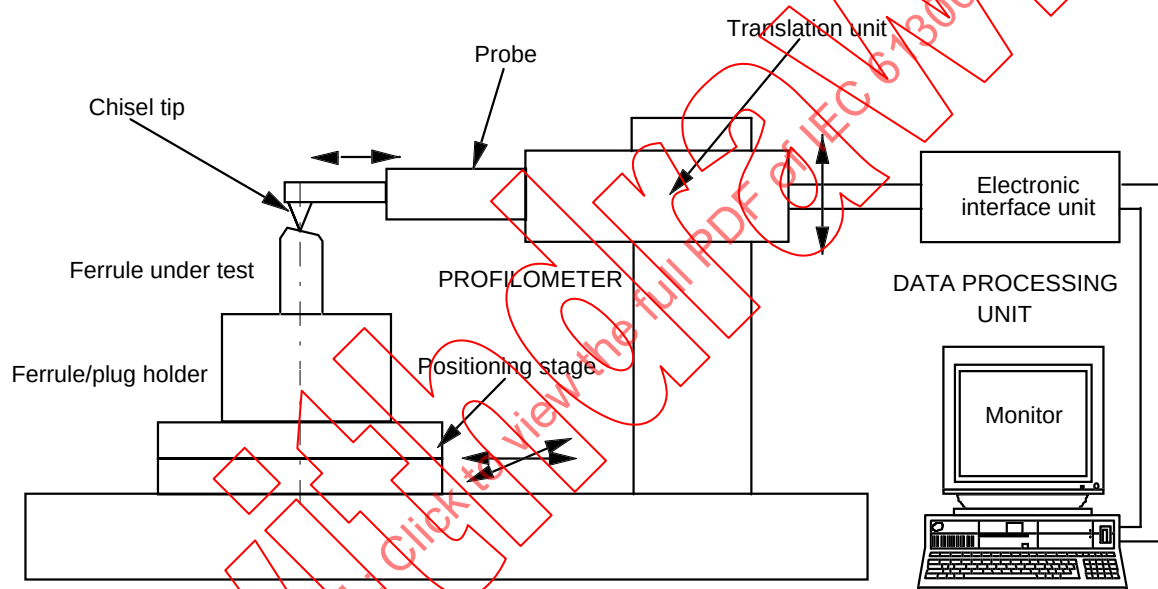
A mechanical fixture able to hold the plug such that the relevant key lies in the exact position in respect to the nominal angle direction.

e) Monitor for visual analysis

A monitor on which to control the ferrule surface with the interferometric pattern during the adjusting operations of the relative position of the interferometric image and the surface by moving the micropositioner.

3.3 Method 3 – Mechanical profilometer method

The apparatus is shown in figure 9. The component parts are described as follows:



IEC 1055/99

Figure 9 – Example of set-up for the measurement of the ferrule endface angle by a mechanical profilometer

a) Ferrule holder

A suitable fixture such as a V-groove or a precision alignment sleeve to hold the ferrule in a fixed vertical position.

b) Plug holder

A mechanical fixture able to hold the plug such a way that the relevant key lies in the exact position in respect to the nominal angle direction.

c) Positioning stage

A mechanical device rigidly fixing the ferrule holder and able to move it at appropriate positions.

d) Two-dimensional surface analyser

A surface analyser able to measure the profile of the ferrule endface in two dimensions with an accuracy in the order of several nanometers.

L'analyseur doit comprendre un profilomètre, une unité de traitement de données de profil et un moniteur. Le profilomètre doit être équipé d'une sonde de type à coin disposée de telle sorte que le mouvement de la trace soit perpendiculaire à l'axe de l'embout, d'un étage de translation et d'une d'unité d'interface électronique qui représente le lien entre le système de mesure et l'unité de traitement de données (c'est-à-dire un ordinateur et un logiciel adapté), fournissant les données d'entrée et de sortie: commandes de mouvement et données de profil. Le traitement de données de profil doit être capable de traiter les données de profil et de calculer, en utilisant un algorithme approprié, l'angle de la face terminale. Le moniteur doit afficher les données de mesure.

3.4 Méthode 4 – Méthode de la lumière réfléchie

- a) Support d'embout
Rainure en V ou manchon d'alignement de précision (selon l'ISO 2538, l'angle préférentiel pour une rainure en V est de 108°).
- b) Ecran
Ecran perpendiculaire à l'axe de la rainure en V ou du manchon de précision.
- c) Laser He-Ne
Laser He-Ne dont le faisceau est orienté de façon à coïncider avec l'axe de la rainure en V ou du manchon de précision et qui est ainsi incident à la face terminale de l'embout.

4 Procédure

4.1 Méthode 1 – Méthode interférométrique automatique

- a) Placer l'embout de référence (non angulaire) dans le support lié au micropositionneur angulaire. L'excentricité due au polissage de l'embout de référence doit être <5 µm. Le rayon de la courbure de l'embout de référence doit être >25 mm.
- b) Placer le micropositionneur sous le microscope à capacité interférométrique. L'axe de l'embout de référence doit être parallèle à l'axe optique du microscope.
- c) Régler précisément l'angle du micropositionneur jusqu'à ce que les anneaux d'interférence et la fibre (de l'embout de référence) soient symétriques à une ligne droite sur l'image qui est parallèle à l'axe de rotation.
- d) Relever l'angle du cadran du micropositionneur. Cet angle représente la valeur de référence.
- e) Placer l'échantillon dans le support de mesure lié au micropositionneur angulaire.
- f) Régler l'angle du micropositionneur à l'angle nominal θ_0 à partir de la position de référence obtenue au point d).
- g) A partir de l'image d'interférence, la valeur de l'angle est obtenue de la façon suivante:
 - 1) Pour les embouts polis convexes

Au moyen d'une procédure d'adaptation, la valeur du rayon de courbure R de la surface de polissage doit être évaluée. La région d'adaptation est définie par la région en forme d'anneau de diamètre extérieur D et de diamètre intérieur E , centrée autour de l'axe de l'embout (voir figure 10). Les diamètres D et E doivent être spécifiés dans les spécifications particulières. Les valeurs préférées sont $D = 250 \mu\text{m}$ et $E = 140 \mu\text{m}$ pour les connecteurs APC de diamètre de fibre nominal de 125 µm et ayant de 5 mm à 12 mm de rayon de courbure des faces terminales des embouts polis angulairement. A partir de l'analyse de l'image, il est nécessaire de mesurer le composant dans la direction d'angle E_x de la distance entre le centre des anneaux interférométriques et le coeur de l'embout (voir figure 3). La valeur de l'angle doit être la suivante:

$$\theta = \arctan \left(\frac{E_x}{R} \right) + \theta_0 \quad (1)$$

The analyser shall consist of a profilometer, a profile data processing unit and a monitor. The profilometer shall be equipped with a wedge type probe arranged so that the motion of the trace is perpendicular to the ferrule axis, a translation stage and an electronic interface unit which represents the link between the measuring system and the data processing unit (i.e. a computer with a suitable software), providing the input and output data: movement commands and profile data. The profile data processing shall be able to process the profile data, calculating, by means of an appropriate algorithm, the endface angle. The monitor shall display the measure data.

3.4 Method 4 – Reflected light method

a) Ferrule holder

A V-groove or precision alignment sleeve (according to ISO 2538, the preferred angle for a V-groove is 108°).

b) Screen

A screen perpendicular to the axis of the V-groove or precision sleeve.

c) He-Ne laser

A He-Ne laser whose beam is aligned to be coincident with the axis of the V-groove or precision sleeve and thus impinges on the endface of the ferrule.

4 Procedure

4.1 Method 1 – Automatic interferometric method

- a) Place the reference ferrule (not angled) in the holder attached to the angular micropositioner. The eccentricity due to polishing of the reference ferrule shall be $<5 \mu\text{m}$. The radius of curvature of the reference ferrule shall be $>25 \text{ mm}$.
- b) Place the micropositioner under the microscope with interferometric capability. The reference ferrule axis shall be parallel to the optical axis of the microscope.
- c) Finely adjust the angle of the micropositioner until interference rings and fibre (of the reference ferrule) are symmetrical to a straight line on the image which is parallel to the rotation axis.
- d) Read the angle from the dial of the micropositioner. This angle represents the reference value.
- e) Place the sample in the measurement holder attached to the angular micropositioner.
- f) Adjust the angle of the micropositioner at the nominal angle θ_0 from the reference position obtained in item d).
- g) From the interference image the value of the angle is obtained in the following way:
 - 1) For convex polished ferrules

By means of a procedure of fitting, the value of the curvature radius R of the polishing surface shall be evaluated. The fitting region is defined by the ring-shaped region having the outer diameter D and the inner diameter E , centred around the axis of the ferrule (see figure 10). The diameters D and E shall be specified in the detail specifications. Preferred values for APC connectors with $125 \mu\text{m}$ nominal fibre diameter and 5 mm to 12 mm as curvature radius of angled polished ferrules endfaces are $D = 250 \mu\text{m}$ and $E = 140 \mu\text{m}$. From the analysis of the image the component in the angle direction E_x of the distance between the centre of the interferometric rings and the ferrule core shall be measured (see figure 3). The value of the angle shall be:

$$\theta = \arctan\left(\frac{E_x}{R}\right) + \theta_0 \quad (1)$$

2) Pour les embouts polis à plat

A partir de l'analyse de l'image, il est nécessaire d'évaluer la fréquence des franges interférométriques dans la direction d'angle (voir figure 3), c'est-à-dire à partir du nombre d'ondes dans l'unité de longueur $1/\Lambda$. La valeur de l'angle doit être la suivante:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\lambda}{\Lambda \times 2} \right) + \theta_0 \quad (2)$$

où λ est la longueur d'onde lumineuse utilisée pour éclairer l'embout en essai.

4.2 Méthode 2 – Méthode interférométrique manuelle

- a) Placer l'embout de référence (non angulaire) dans le support lié au micropositionneur angulaire. L'excentricité due au polissage de l'embout de référence doit être $< 5 \mu\text{m}$. Le rayon de la courbure de l'embout de référence doit être $> 25 \text{ mm}$.
- b) Placer le micropositionneur sous le microscope à capacité interférométrique. L'axe de l'embout de référence doit être parallèle à l'axe optique du microscope.
- c) Régler précisément l'angle du micropositionneur jusqu'à ce que les anneaux d'interférence et la fibre (de l'embout de référence) soient symétriques à une ligne droite sur l'image qui est parallèle à l'axe de rotation.
- d) Relever l'angle du cadran du micropositionneur. Cet angle représente la valeur de référence.
- e) Placer l'échantillon dans le support de mesure lié au micropositionneur angulaire.
- f) Régler l'angle du micropositionneur de façon que la face terminale de l'embout soit perpendiculaire à l'axe optique du microscope.
- g) Observer la zone d'interférence de l'image de la face terminale, régler précisément l'angle du micropositionneur afin que:
 - 1) Pour les embouts polis convexes, les anneaux d'interférence et la fibre soient symétriques à une ligne droite sur l'image qui est parallèle à l'axe de rotation;
 - 2) Pour les embouts polis à plat, les franges d'interférence disparaissent et l'image formée au microscope ait une intensité uniforme.
- h) Relever l'angle à partir du cadran du micropositionneur.
- i) L'angle de la face terminale de la fibre est la différence entre la valeur mesurée au point h) et la valeur mesurée au point d).

4.3 Méthode 3 – Méthode du profilomètre mécanique

- a) Fixer la fiche de connecteur dans l'embout et le support de fiche de telle sorte que la portion de l'embout la plus proche de la face terminale soit maintenue dans le support. Le segment de l'embout en contact avec le support d'embout doit représenter deux fois le diamètre de la zone de contact de l'embout.
- b) Régler l'extrémité de ciseau du profilomètre de telle sorte que le bord inférieur de l'extrémité soit perpendiculaire à l'axe de l'embout.
- c) Etablir les coordonnées du centre de la fibre sur le système de référence du profilomètre. Cela peut être effectué par un pré-étalonnage de la distance entre le centre de la fibre et le point de départ de la trace. De cette façon, cette distance étant connue et constante pendant les différentes mesures, la position du centre de la fibre est toujours définie en rapport avec le système de référence du profilomètre.
- d) Régler l'étage de positionnement de telle sorte que l'extrémité de ciseau du profilomètre soit mise en position de point de départ et traverse l'axe de l'embout.

2) For flat polished ferrules

From the analysis of the image, the frequency of the interferometric fringes in the angle direction (see figure 3), that is, from the number of waves in the length unit ($1/\Lambda$), shall be evaluated. The value of the angle shall be:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\lambda}{\Lambda \times 2} \right) + \theta_0 \quad (2)$$

where λ is the light wavelength used to light the ferrule under test.

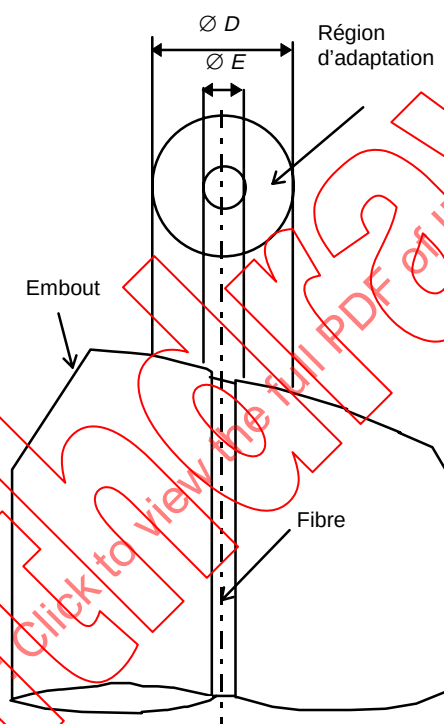
4.2 Method 2 – Manual interferometric method

- a) Place the reference ferrule (not angled) in the holder attached to the angular micropositioner. The eccentricity due to polishing of the reference ferrule shall be $<5 \mu\text{m}$. The radius of curvature of the reference ferrule shall be $>25 \text{ mm}$.
- b) Place the micropositioner under the microscope with interferometric capability. The reference ferrule axis shall be parallel to the optical axis of the microscope.
- c) Finely adjust the angle of the micropositioner until interference rings and fibre (of the reference ferrule) are symmetrical to a straight line on the image which is parallel to the rotation axis.
- d) Read the angle from the dial of the micropositioner. This angle represents the reference value.
- e) Place the sample in the measurement holder attached to the angular micropositioner.
- f) Adjust the angle of the micropositioner so that the endface of the ferrule is normal to the optical axis of the microscope.
- g) Observe the interference pattern of the image of the endface, finely adjust the angle of the micropositioner until:
 - 1) For convex polished ferrules, interference rings and fibre are symmetrical to a straight line on the image which is parallel to the rotation axis;
 - 2) For flat polished ferrules, interference fringes disappear and the microscope image formed has uniform intensity.
- h) Read the angle from the dial of the micropositioner.
- i) The fibre endface angle is the difference between the value measured in item h) and the value measured in item d).

4.3 Method 3 – Mechanical profilometer method

- a) Affix the connector plug in the ferrule and plug holder so that the portion of the ferrule closest to the endface is held in the holder. The length of the ferrule contacting the ferrule holder shall be two times the diameter of the ferrule contact area.
- b) Adjust the chisel tip of the profilometer so that the bottom edge of the tip is perpendicular to the axis of the ferrule.
- c) Fix the coordinates of the fibre centre on the profilometer reference system. This can be done by a precalibration of the distance between the fibre centre and the trace start point. In this way, taking this distance as known and constant during the different measurements, the position of the fibre centre is always determined with respect to the profilometer reference system.
- d) Adjust the positioning stage so that the chisel tip of the profilometer is put on the start point position and passes through the axis of the ferrule.

- e) Faire exécuter au profilomètre une trace à travers la surface de l'extrémité de l'embout pour une distance d'environ 500 μm autour de l'axe de l'embout; consigner les données de profil sur l'unité de traitement de données.
- f) Pour les embouts polis convexes
 - 1) Consigner les données de profil de la région d'adaptation à partir des données de profil de mesure. La région d'adaptation de la face terminale de l'embout est définie par la région en forme d'anneau, ayant un diamètre supérieur D et un diamètre inférieur E , centrée autour de l'axe de l'embout (voir figure 10). Cette région renferme la zone de contact de la face terminale de l'embout lorsqu'elle est accouplée et les diamètres appropriés doivent être spécifiés dans les spécifications particulières. Les valeurs préférentielles sont $D = 250 \mu\text{m}$ et $E = 150 \mu\text{m}$ pour les connecteurs APC de diamètre de fibre nominal 125 μm et ayant de 5 mm à 12 mm de rayon de courbure des faces terminales des embouts polis angulairement.

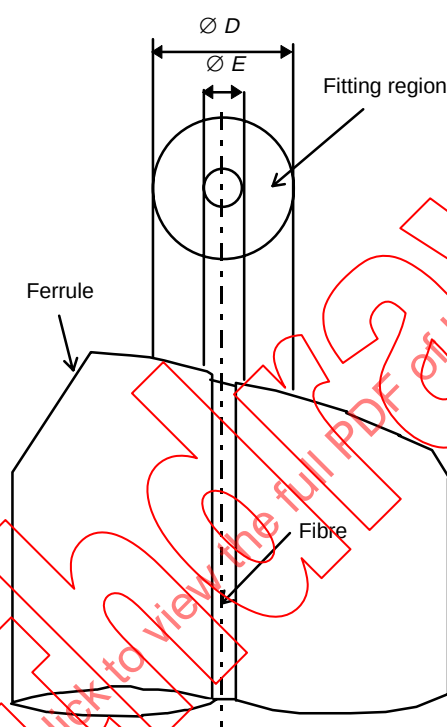


IEC 1056/99

Figure 10 – Face terminale d'embout et région de mesure

- 2) Calculer un cercle idéal s'approchant de la région d'adaptation en utilisant la méthode des moindres carrés ou d'autres méthodes spécifiées, pour évaluer le rayon approprié R et les coordonnées des C (le centre de la fibre: voir figure 11), DX et DZ en rapport avec le centre du cercle d'adaptation.

- e) Cause the profilometer to trace across the ferrule end surface for a distance of about 500 μm around the ferrule axis; record the profile data on the data processing unit.
- f) For convex polished ferrules
 - 1) Record the profile data of the fitting region from the measurement profile data. The fitting region of the ferrule endface is defined by the ring-shaped region, having the higher diameter D and the lower diameter E , centred around the axis of the ferrule (see figure 10). This region encloses the contact zone of the ferrule endface when it is mated and the relevant diameters D and E shall be specified in the detail specifications. Preferred values for APC connectors with 125 μm nominal fibre diameter and 5 mm to 12 mm as curvature radius of angled polished ferrules endfaces are $D = 250 \mu\text{m}$ and $E = 150 \mu\text{m}$.



IEC 1056/99

Figure 10 – Ferrule endface and measurement region

- 2) Calculate an ideal circle approximating the fitting region using the least squares method, or other specified methods, to evaluate the relevant radius R and the coordinates of the C (the fibre centre: see figure 11), DX and DZ with respect to the centre of the fitting circle.