

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI  
IEC  
793-1

1987



Commission Electrotechnique Internationale

International Electrotechnical Commission

Международная Электротехническая Комиссия

MODIFICATION  
n° 1  
AMENDMENT  
No. 1

Mars 1988  
March

Modification n° 1 à la Publication 793-1 (1987)

## Fibres optiques

Première partie: Spécification générique

Amendment No. 1 to Publication 793-1 (1987)

## Optical fibres

Part 1: Generic specification

## PRÉFACE

La présente modification a été établie par le Sous-Comité 86A: Fibres et câbles, du Comité d'Etudes n° 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois                  | Rapports de vote                    |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 86A(BC)12<br>86A(BC)14<br>86A(BC)15 | 86A(BC)20<br>86A(BC)22<br>86A(BC)23 |

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette modification.

### Page 2

#### SOMMAIRE

Article 16, remplacer XXX par 793-1

### Page 4

#### SOMMAIRE

Article 42, remplacer XXX par 793-1

Article 44, remplacer XXX par 793-1

Article 47, remplacer XXX par 793-1

Article 48, remplacer XXX par 793-1

### Page 10

#### 4.2 Fibres unimodales de classe B

Remplacer A l'étude par ce qui suit:

Les fibres unimodales sont caractérisées par les paramètres suivants:

##### 4.2.1 Diamètre de champ de mode, pour lequel il existe deux définitions:

- La largeur au point  $1/e$  de l'amplitude de la fonction de transmission optique par rapport au décalage.

Notes 1. - Pour une répartition gaussienne du champ de mode, ce diamètre est égal à la largeur au point  $1/e$  de la distribution d'amplitude du champ optique et à la largeur au point  $1/e^2$  de la distribution de puissance (intensité) optique.

- La définition de la fonction de transmission de puissance par rapport au décalage est donnée comme suit:

$$T = \left| \int_0^\infty \int_0^{2\pi} E(r, \theta) \cdot E(r', \theta') \cdot r dr d\theta \right|^2$$

où  $E(r, \theta)$  est la distribution du champ transversal normalisé (au sens où  $T = 1$  pour  $d = 0$ ) exprimée en coordonnées polaires et  $E(r', \theta')$  le même champ normalisé déplacé par un décalage variable  $d$  dans une direction fixe  $\theta_d$ .

## PREFACE

This amendment has been prepared by IEC Sub-Committee 86A: Fibres and Cables, of IEC Technical Committee No. 86: Fibre Optics.

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

| Six Months' Rule                    | Report on Voting                    |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 86A(CO)12<br>86A(CO)14<br>86A(CO)15 | 86A(CO)20<br>86A(CO)22<br>86A(CO)23 |

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

## Page 3

## CONTENTS

Clause 16, replace XXX by 793-1

## Page 5

## CONTENTS

Clause 42, replace XXX by 793-1

Clause 44, replace XXX by 793-1

Clause 47, replace XXX by 793-1

Clause 48, replace XXX by 793-1

## Page 11

## 4.2 Classe B singlemode fibres

Replace Under consideration by the following:

Singlemode fibres are characterised by the following parameters.

## 4.2.1 Mode field diameter, for which there are two definitions:

- a) The width at the 1/e point of the amplitude of the optical transmission function versus offset.

Notes 1. – For a Gaussian mode field distribution, this diameter is equal to the width at the 1/e point of the optical field amplitude distribution and to the width at the 1/e<sup>2</sup> point of the optical power (intensity) distribution.

2. – The definition of the power transmission function versus offset is as follows:

$$T = \left| \int_0^\infty \int_0^{2\pi} E(r, \theta) \cdot E(r', \theta') : r d\theta dr \right|^2$$

where  $E(r, \theta)$  is the normalized (in the sense that  $T = 1$  for  $d = 0$ ) transverse field distribution described in cylindrical polar co-ordinates and  $E(r', \theta')$  is the same normalized field displaced by a variable offset  $d$  in a fixed direction  $\theta_d$ .

La valeur nominale du diamètre de champ de mode devra être telle que spécifiée dans la spécification de produit. Il est à noter que l'ensemble des performances d'une fibre, demandées pour toute application donnée dépend principalement des paramètres de la fibre et des systèmes, c'est-à-dire: diamètre de champ de mode, longueur d'onde de coupure et dispersion totale et non pas du profil de la fibre.

- b) Dans la méthode des champs transmis, le diamètre de champ de mode ( $2W_0$ ) est défini en utilisant les grandeurs suivantes:

$f(r)$  = répartition en champ proche transmis (racine carrée de l'intensité)

$q = (\sin \theta)/\lambda$

$\theta$  = angle du cône dans le champ lointain

$F(q)$  = répartition en champ lointain (racine carrée de l'intensité)

$$g(r) = (2/w) \exp(-r^2/w^2) \quad (1)$$

$$G(q) = (2/W) \exp(-q^2/W^2) \quad (2)$$

$$W = 1/\pi w \quad (3)$$

Une fois que  $f(r)$  ou  $F(q)$  a été mesurée, on peut ajuster  $g(r)$  ou  $G(q)$  afin d'optimiser l'une des intégrales de chevauchement.

$$\frac{[\int_0^\infty r f(r) g(r) dr]^2}{\int_0^\infty r f^2(r) dr \int_0^\infty r g^2(r) dr} = \frac{[\int_0^\infty q F(q) G(q) dq]^2}{\int_0^\infty q F^2(q) dq \int_0^\infty q G^2(q) dq} \quad (4)$$

Le  $w$  figurant dans le  $g(r)$  (ou le  $W$  dans le  $G(q)$ ) qui en résulte, converti en  $w$  en utilisant l'équation (3)) est alors défini comme étant le rayon de champ de mode ( $w_0$ ) qui est la moitié du diamètre de champ de mode.

Cela équivaut mathématiquement à minimiser l'erreur des moindres carrés, pondérée par la surface:

$$\int_0^\infty r [f(r) - g(r)]^2 dr = \int_0^\infty q [F(q) - G(q)]^2 dq \quad (5)$$

Cette définition du diamètre de champ de mode est cohérente entre le champ proche et le champ lointain et permet de disposer de quatre solutions mathématiquement équivalentes pour définir  $w_0$ :

- 1) Mesurer le champ proche  $f(r)$  et maximiser le côté gauche de l'équation (4) afin de l'ajuster à une fonction gaussienne.
- 2) Mesurer le champ proche  $f(r)$  et minimiser le côté gauche de l'équation (5) afin de l'ajuster à une fonction gaussienne.
- 3) Mesurer le champ lointain  $F(q)$  et maximiser le côté droit de l'équation (4) afin d'obtenir  $W$ ; calculer  $w$  à partir de l'équation (3).
- 4) Mesurer le champ lointain  $F(q)$  et minimiser le côté droit de l'équation (5) afin d'obtenir  $W$ ; calculer  $w$  à partir de l'équation (3).

Notes 1. – Le diamètre du champ de mode est défini pour le mode fondamental de la fibre en essai.

2. – Pour une distribution de puissance gaussienne,  $f(w_0)/f(0) = 1/e$ .

3. – On attire l'attention sur le fait que la valeur mesurée n'est généralement pas  $f(r)$ , mais  $f^2(r)$  qui est proportionnelle à l'intensité optique.

The nominal value of the mode field diameter shall be as specified in the product specification. It should be noted that the overall performance, required for any given application, of the fibre is dependent on the essential fibre and systems parameters, i.e. mode field diameter, cut-off wavelength and total dispersion, and not primarily on the fibre design.

- b) In the transmitted fields technique, the mode field diameter ( $2W_0$ ) is defined using the following quantities:

$f(r)$  = near field (square root of the intensity) distribution

$q$  =  $(\sin \theta)/\lambda$

$\theta$  = cone angle in the far field

$F(q)$  = far field (square root of the intensity) distribution

$$g(r) = (2/w) \exp(-r^2/w^2) \quad (1)$$

$$G(q) = (2/W) \exp(-q^2/W^2) \quad (2)$$

$$W = 1/\pi w \quad (3)$$

Once  $f(r)$  or  $F(q)$  has been measured, one can adjust  $g(r)$  or  $G(q)$  to maximize either of the overlap integrals.

$$\frac{[\int_0^\infty r f(r) g(r) dr]^2}{\int_0^\infty r f^2(r) dr \int_0^\infty r g^2(r) dr} = \frac{[\int_0^\infty q F(q) G(q) dq]^2}{\int_0^\infty q F^2(q) dq \int_0^\infty q G^2(q) dq} \quad (4)$$

The  $w$  in the resulting  $g(r)$  (or the  $W$  in the resulting  $G(q)$ , converted to  $w$  using Equation (3)) is then defined to be the mode field radius ( $w_0$ ), which is half the mode field diameter.

This is mathematically equivalent to minimizing the area-weighted least-squares error.

$$\int_0^\infty r [f(r) - g(r)]^2 dr = \int_0^\infty q [F(q) - G(q)]^2 dq \quad (5)$$

This definition of mode field diameter is consistent between near field and far field, and provides four mathematically equivalent ways of determining  $w_0$ :

- 1) Measure the near field  $f(r)$  and maximize the left side of Equation (4) to fit it to a Gaussian function.
- 2) Measure the near field  $f(r)$  and minimize the left side of Equation (5) to fit it to a Gaussian function.
- 3) Measure the far field  $F(q)$  and maximize the right side of Equation (4) to obtain  $W$ ; calculate  $w$  from Equation (3).
- 4) Measure the far field  $F(q)$  and minimize the right side of Equation (5) to obtain  $W$ ; calculate  $w$  from Equation (3).

Notes 1. – The mode field diameter is defined for the fundamental mode of the fibre under test.

2. – For a Gaussian power distribution,  $f(w_0)/f(0) = 1/e$ .

3. – Attention is drawn to the fact that the measured value is, generally, not  $f(r)$ , but  $f^2(r)$  which is proportional to the optical intensity.

#### 4.2.2 Longueur d'onde de coupure

La longueur d'onde de coupure est la longueur d'onde au-delà de laquelle le mode du deuxième ordre cesse de se propager. Cette longueur d'onde devra être spécifiée dans la spécification de produit.

Notes 1. – Le mode du premier ordre est composé d'une paire de champs polarisés orthogonalement.

2. – La valeur mesurée dépend en général des conditions de mesure et en particulier de la longueur de l'échantillon, du rayon de la boucle unique de la fibre en essai.

#### 4.2.3 Dispersion totale

La dispersion totale est la dépendance du paramètre de propagation avec la longueur d'onde. Pour une source ayant une largeur spectrale finie, la dispersion se traduit par une distorsion.

La dispersion totale peut provenir de:

- la dispersion due au matériau;
- la dispersion due au guide d'onde.

La valeur maximale du coefficient de dispersion totale et, si applicable, la longueur d'onde à dispersion nulle dans une région de longueur d'onde particulière devront être spécifiées dans la spécification de produit.

#### 4.2.4 Catégories des fibres unimodales

Les catégories actuellement utilisées sont données dans le tableau ci-dessous:

TABLEAU IB

| Catégorie | Matériau                           | Longueur d'onde à dispersion nulle<br>Valeur nominale (nm) | Longueur d'onde spécifiée<br>Valeur nominale (nm) |
|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| B1.1      | Cœur verre/<br>gaine optique verre | 1 300                                                      | 1 300                                             |
| B1.2      | Cœur verre/<br>gaine optique verre | 1 300                                                      | 1 550                                             |
| B2        | Cœur verre/<br>gaine optique verre | 1 550                                                      | 1 550                                             |
| B3        | Cœur verre/<br>gaine optique verre | 1 300 et 1 550                                             | 1 300 et 1 550                                    |

Notes 1. – Des fibres unimodales d'une catégorie particulière peuvent être obtenues à partir de différents matériaux et profils d'indice. Pour certaines techniques d'épissurage, ces variations peuvent conduire à des pertes d'épissure excessives lorsque des fibres de types différents sont épissurées entre elles.

La spécification de produit devra mentionner cette possibilité.

2. – La fibre unimodale peut être spécifiée pour l'utilisation à une longueur d'onde différente de celle correspondant à la dispersion nulle.

#### 4.2.2 Cut-off wavelength

The cut-off wavelength is the wavelength above which the second order mode ceases to propagate. This wavelength should be specified in the product specification.

*Notes 1.* – The lowest order bound mode may consist of a pair of orthogonally polarized fields.

*2.* – The measured value in general depends upon the measurement conditions and in particular the sample length and the radius of the single loop of the fibre under test.

#### 4.2.3 Total dispersion

Total dispersion is the dependence of the propagation parameter on wavelength. Where the source has a finite line width, dispersion will result in distortion.

Total dispersion can arise as a result of:

- material dispersion;
- waveguide dispersion.

The maximum magnitude of the total dispersion coefficient and, if applicable, the wavelength of zero dispersion in a particular wavelength region shall be specified in the product specification.

#### 4.2.4 Categories of singlemode fibres

The categories of singlemode fibres currently in use are given in the table below:

TABLE IB

| Category | Material              | Zero dispersion wavelength<br>Nominal value<br>(nm) | Specified wavelength<br>Nominal value<br>(nm) |
|----------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| B1.1     | Glass core/glass clad | 1 300                                               | 1 300                                         |
| B1.2     | Glass core/glass clad | 1 300                                               | 1 550                                         |
| B2       | Glass core/glass clad | 1 550                                               | 1 550                                         |
| B3       | Glass core/glass clad | 1 300 and 1 550                                     | 1 300 and 1 550                               |

*Notes 1.* – Singlemode fibres for a particular category may be designed with different materials and refractive index profiles. For certain splicing techniques these variations might lead to excessive splice loss when different fibre types are spliced together.

The product specification should express this possibility.

*2.* – The singlemode fibre can be specified to operate at a wavelength different from its zero dispersion wavelength.

**Page 12****TABLEAU II**

*Remplacer CEI XXX-A4 par CEI 793-1-A4 et supprimer (à l'étude).*

*Après les notes, ajouter les nouvelles notes suivantes:*

4. – Pour les dimensions liées à la partie transmission des fibres unimodales (c'est-à-dire diamètre de champ de mode, concentricité de champ de mode) faire référence à la Section quatre: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission.
5. – Pour des raisons pratiques, le diamètre du cœur des fibres unimodales n'est normalement pas spécifié.
6. – Une définition du diamètre du cœur des fibres unimodales est à l'étude.

**Page 28**

*Article 16, ajouter le nouvel article suivant:*

**16. Méthode CEI 793-1-A4 – Mesure mécanique des diamètres****16.1 Objet**

La méthode suivante s'applique à la mesure mécanique du diamètre de gaine d'une fibre optique de verre ou de silice. En pratique, pour des fibres lisses et sensiblement circulaires, elle donne un résultat semblable à celui obtenu par les méthodes 793-1-A1 et 793-1-A2, auquel cas la non-circularité de la fibre peut aussi être déterminée. Cette méthode peut aussi être utilisée pour la mesure du diamètre du revêtement de certains types de fibres revêtues ou de fibres A3 ou A4. Dans cette méthode, les deux côtés de l'objet sont mis en contact avec des surfaces planes parallèles et la distance des surfaces est mesurée avec précision.

**16.2 Domaine d'application**

Le diamètre d'une fibre et d'une fibre revêtue sont des valeurs fondamentales et doivent être connues pour les procédures suivantes: manipulation, épissurage, montage de connecteurs, câblage et mesures.

**16.3 Appareillage d'essai****16.3.1 Généralités**

La mesure utilise deux palpeurs ayant des faces très planes pour être mises en contact avec les deux côtés de la fibre. Les faces des palpeurs doivent être parallèles entre elles et la force de contact à l'appui des palpeurs sur la fibre doit être contrôlée avec précision de façon à éviter toute déformation physique de l'échantillon ou des palpeurs.

**16.3.2 Appareillage**

On se référera au schéma représentant l'appareillage d'essai (figure 21, page 12).

**16.3.2.1 Palpeurs**

Il y a deux palpeurs, l'un fixe et l'autre monté sur une plate-forme de précision. Les faces des palpeurs sont parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction du mouvement de la plate-forme. Elles sont faites d'un matériau dur, résistant à la corrosion tel que l'acier inoxydable ou la silice fondue.

**Page 13**

TABLE II

*Replace IEC-XXX-A4 by IEC 793-1-A4 and delete (under consideration).*

*After the notes, add the following new notes:*

4. – For dimensions relating to the transmission part of the singlemode fibre (e.g. mode field diameter, mode field concentricity) reference is made to Section Four: Measuring methods for transmission and optical characteristics.
5. – For practical purposes, the diameter of the core of singlemode fibres is not normally specified.
6. – A definition of core diameter for singlemode fibres is under consideration.

**Page 29**

*Clause 16, add the following new clause:*

**16. Method IEC 793-1-A4 – Mechanical diameter measurement****16.1 Object**

The following method applies to the mechanical measurement of the cladding diameter of an optical glass or silica fibre. In practice for smooth and substantially circular fibres, it gives a similar result to that obtained by methods 793-1-A1 and 793-1-A2, in which case non-circularity of fibre can also be determined. This method can also be used for the measurement of the coating diameter of some types of coated or buffered fibres or A3 or A4 fibres. In this method both sides of the object are contacted with flat parallel surfaces, and the separation of the surfaces is accurately measured.

**16.2 Scope**

The diameter of a fibre and coated fibre are fundamental values and must be known for subsequent procedures such as handling, splicing, connectorization, cabling and measurements.

**16.3 Test apparatus****16.3.1 General**

The measurement uses two anvils with very flat faces to contact each side of the fibre. The faces of the anvils shall be parallel to each other and the contact force which the anvils apply to the fibre shall be precisely controlled to prevent physical distortion of the specimen or the anvils.

**16.3.2 Apparatus**

Refer to the schematic diagram of the test apparatus (Figure 21, page 13).

**16.3.2.1 Anvils**

There are two anvils, one fixed and the other mounted on a precision stage. The anvil faces are parallel to each other and perpendicular to the stage movement direction. They are made of a hard non-corrosive material, for example stainless steel or fused silica.

#### 16.3.2.2 *Plate-forme de précision*

La plate-forme de précision supporte le palpeur mobile et le rétrorélecteur pour le système de micromètre électronique. La plate-forme est déplacée par une vis micrométrique et elle est maintenue au contact de la vis par des ressorts. L'action des ressorts tend à rapprocher les palpeurs.

#### 16.3.2.3 *Système de micromètre électronique*

Un système de micromètre électronique tel qu'un interféromètre double de Michelson peut être utilisé avec un rétrorélecteur pour mesurer avec précision le mouvement de la plate-forme et par conséquent du palpeur mobile.

#### 16.3.2.4 *Supports d'échantillon*

Ils maintiennent l'échantillon entre les faces des palpeurs.

#### 16.3.3 *Procédure*

##### 16.3.3.1 *Principe de la mesure*

Le diamètre de l'échantillon est mesuré en amenant les palpeurs au contact sur les deux côtés. La force de contact qui est contrôlée par le ressort de tension de la plate-forme et la surface de contact des palpeurs doit être ajustée de façon telle qu'il n'apparaisse qu'une déformation négligeable de l'échantillon ou des palpeurs. Les valeurs pour chaque type de matériau doivent être déterminées en accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

A titre d'exemple pour une fibre de silice fondue de 125  $\mu\text{m}$  de diamètre, cette force sur les palpeurs est typiquement de 0,2 N avec une longueur de contact de 1 mm le long de la fibre.

La distance des palpeurs est mesurée avec précision par le micromètre électronique.

##### 16.3.3.2 *Mesure*

Les faces des palpeurs sont nettoyées et la vis micrométrique réglée de façon à amener en contact les deux faces des palpeurs. On tourne la vis micrométrique d'une valeur en excès de façon que les palpeurs soient maintenus ensemble uniquement par le ressort de tension. La valeur de distance lue sur le micromètre électronique est enregistrée. Le micromètre est ensuite réglé de façon que la distance entre les faces des palpeurs soit supérieure au diamètre de l'échantillon. L'échantillon de fibre est placé sur son support entre les deux faces des palpeurs. La vis micrométrique est tournée lentement pour amener les faces des palpeurs en contact avec la fibre de façon que les palpeurs soient maintenus sur la fibre par le ressort de tension seul. La valeur de distance lue sur le micromètre électronique est enregistrée. La différence entre la première et la deuxième lecture est le diamètre de l'échantillon. La mesure devra être répétée plusieurs fois pour s'assurer de la répétabilité.

#### 16.3.4 *Résultats*

Le diamètre moyen de l'échantillon et l'écart type obtenus à partir de plusieurs mesures seront donnés pour indiquer la répétabilité de la mesure.

La non-circularité de la fibre peut être déterminée par une série de mesures en faisant tourner la fibre entre chaque mesure.

#### 16.3.2.2 *Precision stage*

The precision stage holds the moveable anvil and the retroreflector for the electronic micrometer system. The stage is moved by a micrometer screw; the stage is held against the screw by springs. The springs act to pull the anvils together.

#### 16.3.2.3 *Electronic micrometer system*

An electronic micrometer system, such as a double-pass Michelson interferometer, may be used with a retroreflector to measure accurately the movement of the stage and thus the moveable anvil.

#### 16.3.2.4 *Specimen supports*

These support the specimen between the faces of the anvils.

### 16.3.3 *Procedure*

#### 16.3.3.1 *Principle of measurement*

The diameter of the specimen is measured by contacting opposite sides with the anvils. The contact force, which is controlled by the stage spring tension and the anvil contact surface, is adjusted so that negligible distortion of the specimen or anvils occurs. Values for individual materials shall be agreed between supplier and user.

For example, for a 125  $\mu\text{m}$  diameter fused silica fibre this force is typically 0.2 N for anvils with a length of contact of 1 mm along the fibre.

The separation of the anvils is accurately measured with the electronic micrometer.

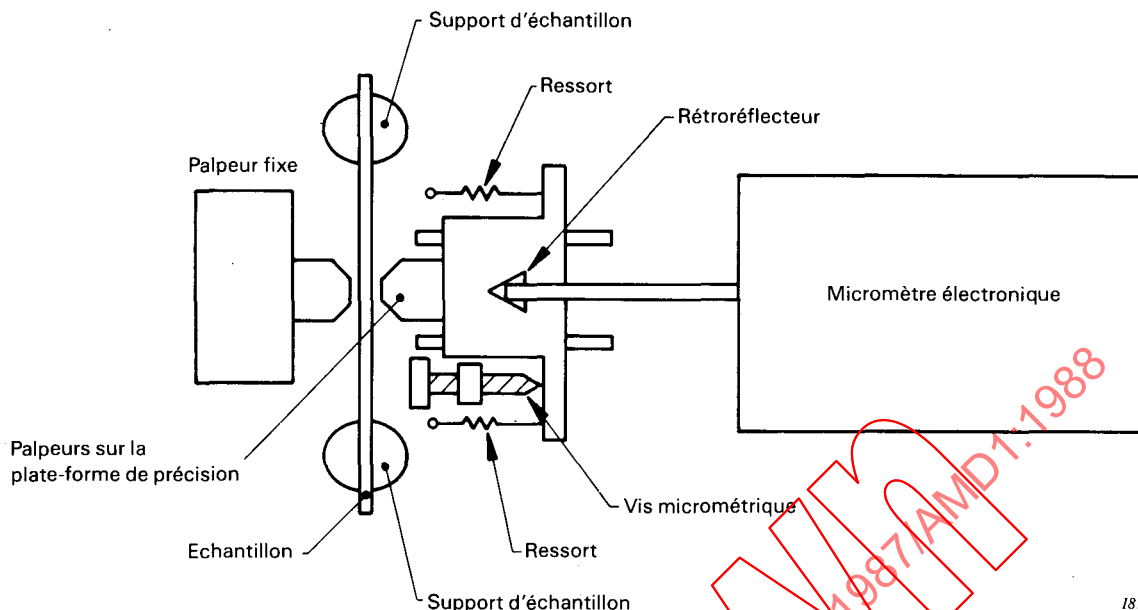
#### 16.3.3.2 *Measurement*

The anvil faces are cleaned and the micrometer screw turned to bring the anvil faces into contact with each other. The micrometer screw is turned an extra amount so that the anvils are held together by the spring tension only. The electronic micrometer distance reading is recorded. The micrometer is next adjusted so that the gap between the anvil faces is larger than the specimen diameter. The specimen fibre is placed on the supports between the anvil faces. The micrometer screw is turned slowly to bring the anvil faces into contact with the fibre so that the anvils are held against the fibre by the spring tension only. The electronic micrometer distance reading is recorded. The difference between the first and second reading is the specimen diameter. The measurement should be repeated a few times to ensure repeatability.

#### 16.3.4 *Results*

The specimen average diameter and standard deviation derived from a number of measurements should be given to indicate measurement repeatability.

Non-circularity of fibre can be determined by a series of measurements in which the fibre is rotated between each measurement.



187/88

FIG. 21. — Vue de dessus du système de micromètre électronique.

Page 52

#### SECTION QUATRE

Modifier et compléter le tableau IV comme suit:

| Méthode d'essai                | Essai                                                                                           | Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai                                  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| CEI 793-1-C5                   | Retard d'impulsion et déphasage en fonction de la longueur d'onde                               | Dispersion totale                                                                       |
| CEI 793-1-C6                   | Répartition de la lumière en champ lointain                                                     | Ouverture numérique<br>Angle d'admission de la lumière                                  |
| CEI 793-1-C7A<br>CEI 793-1-C7B | Puissance transmise<br>Technique du diamètre du champ de mode en fonction de la longueur d'onde | Longueur d'onde de coupure                                                              |
| CEI XXX-C8                     | Dispersion modale (pour examen ultérieur)                                                       | Dispersion modale                                                                       |
| CEI 793-1-C9A                  | Décalage transversal                                                                            | Diamètre du champ de mode                                                               |
| CEI 793-1-C9B                  | Champs transmis                                                                                 | Diamètre du champ de mode<br>Erreurs de concentricité                                   |
| CEI XXX-C10A<br>CEI XXX-C10B   | Contrôle en puissance transmise<br>Contrôle en rétrodiffusion                                   | Modification de la transmission optique durant les essais mécaniques et d'environnement |

Notes 1. - La dispersion totale est souvent connue comme la dispersion chromatique totale.

2. - Si la méthode CEI 793-1-C1A est utilisée pour la mesure des fibres unimodales, les conditions d'injection utilisées devront être suffisantes pour exciter le mode fondamental et le filtre de mode ne devra pas propager les modes d'ordres plus élevés.

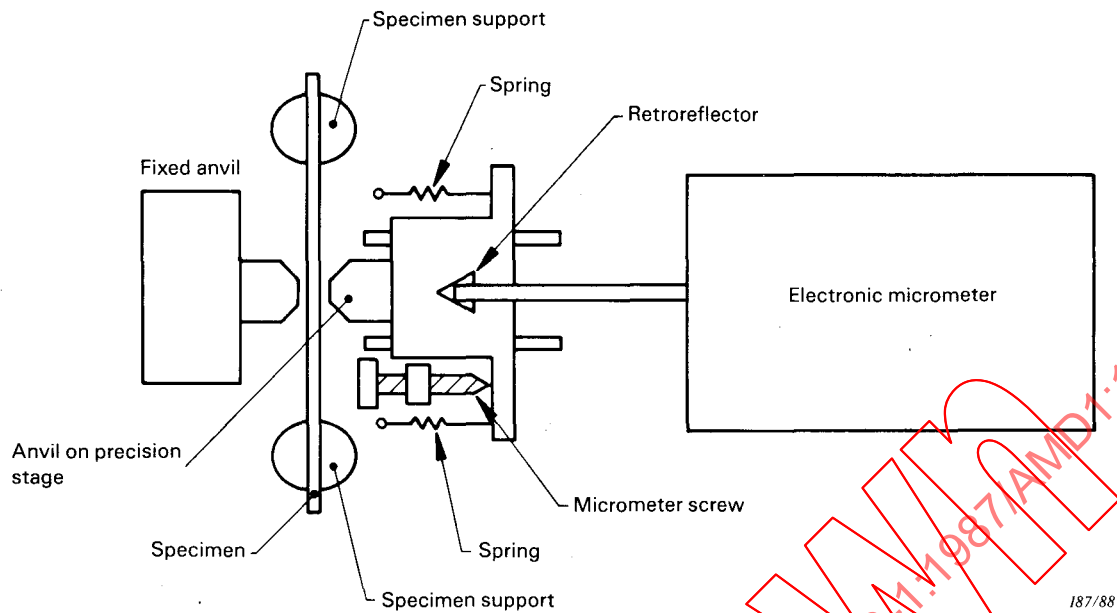


FIG. 21. — Top view of electronic micrometer system.

Page 53

## SECTION FOUR

Table IV. Amend and extend as follows:

| Test method                    | Test                                                                 | Characteristics covered by test method                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| IEC 793-1-C5                   | Pulse delay and phase shift versus wavelength                        | Total dispersion                                                          |
| IEC 793-1-C6                   | Far field light distribution                                         | Numerical aperture<br>Light acceptance angle                              |
| IEC 793-1-C7A<br>IEC 793-1-C7B | Transmitted power<br>Mode field diameter versus wavelength technique | Cut-off wavelength                                                        |
| IEC XXX-C8                     | Modal dispersion<br>(for future consideration)                       | Modal dispersion                                                          |
| IEC 793-1-C9A                  | Transverse offset                                                    | Mode field diameter                                                       |
| IEC 793-1-C9B                  | Transmitted fields                                                   | Mode field diameter<br>Concentricity errors                               |
| IEC XXX-C10A<br>IEC XXX-C10B   | Transmitter power monitoring<br>Backscattering monitoring            | Change of optical transmittance during mechanical and environmental tests |

Notes 1. – Total dispersion is often known as total chromatic dispersion.

2. – If method IEC 793-1-C1A is used for measurement with singlemode fibres, the launching conditions used must be sufficient to excite the fundamental mode and the mode filter must not propagate the higher order modes.

**Page 82**

*Article 42, ajouter le nouvel article suivant:*

**42. Méthode CEI 793-1-C5 – Retard d'impulsion et déphasage en fonction de la longueur d'onde**

**42.1 Objet**

La présente méthode permet de déterminer le coefficient de dispersion chromatique dans le cas de fibres multimodales et unimodales à partir des mesures du temps de propagation de groupe effectuées à plusieurs longueurs d'onde.

**42.2 Description**

Deux méthodes de mesure du coefficient de dispersion sont citées; elles diffèrent par la nature de la source optique et par les méthodes de mesure du temps de propagation:

*Méthode CEI 793-1-C5A* – Utilisation de diodes laser ou de DEL couvrant la région de longueur d'onde concernée.

*Méthode CEI 793-1-C5B* – Utilisation de diodes laser ou d'un laser à fibre RAMAN couvrant la région de longueur d'onde concernée.

**42.3 Echantillon**

Une longueur de fabrication de fibre est soumise à l'essai. Les méthodes de support et de conditionnement de cette fibre doivent être adéquates.

**42.4 Méthode CEI 793-1-C5A – Déphasage**

**42.4.1 Appareillage**

On se référera aux schémas représentant l'appareillage d'essai utilisé avec des sources à laser et à DEL (figures 22 et 23, page 20).

**a) Source optique**

Plusieurs sources à diodes laser et à DEL de longueurs d'onde différentes couvrant la région de longueur d'onde concernée doivent être utilisées.

**b) Détecteur optique**

La sensibilité et la bande passante du détecteur optique doivent être adaptées à la longueur d'onde choisie dans la gamme nécessaire.

**c) Générateur de signaux**

Un générateur de signaux est utilisé pour moduler la source optique à la fréquence appropriée et pour fournir un signal de référence à un voltmètre vectoriel.

**d) Traitement du signal**

Les déphasages aux différentes longueurs d'onde peuvent être mesurés au moyen d'un voltmètre vectoriel.

**e) Sélecteur de longueur d'onde**

Si une source à large spectre est employée, il convient d'utiliser un sélecteur de longueur d'onde afin de choisir la longueur d'onde à laquelle le temps de propagation de groupe doit être mesuré. Le dispositif le plus approprié est un monochromateur ou un jeu de filtres interférentiels. En fonction de la mesure à effectuer, le sélecteur de longueur d'onde peut être placé à l'entrée ou à la sortie de la fibre en essai.

**Page 83**

*Clause 42, add the following new clause:*

**42. Method IEC 793-1-C5 – Pulse delay and phase shift versus wavelength****42.1 Object**

This measuring method describes means of deriving the total dispersion coefficient of single-mode and multimode optical fibres from measurements of group delay at various wavelengths.

**42.2 Description**

Two methods are given for total dispersion measurements, categorized by their optical sources and delay time measuring methods:

*Method IEC 793-1-C5A* – Using LDs or LEDs such that they cover the required wavelength region.

*Method IEC 793-1-C5B* – Using LDs or a fibre RAMAN laser such that they cover the required wavelength region.

**42.3 Specimen**

A factory length of fibre is tested. Suitable support and packaging methods should be employed.

**42.4 Method IEC 793-1-C5A – Phase shift****42.4.1 Apparatus**

Refer to the schematic diagrams of test apparatus using LDs and LEDs (Figures 22 and 23, page 21).

**a) Optical source**

A number of LED/LD optical sources with different wavelengths of emission should be used covering the necessary wavelength range.

**b) Optical detector**

The sensitivity and bandwidth of the optical detector should be matched to the chosen wavelength within the required range.

**c) Signal generator**

A signal generator should be used for the optical source to be modulated at a suitable frequency and to supply a reference signal for a vector voltmeter.

**d) Signal processing**

Phase differences among different wavelengths can be measured by a vector voltmeter.

**e) Wavelength selector**

If a broad spectrum source is used, a wavelength selector is needed to select the wavelength at which the group delay is to be measured. A monochromator or a set of interference filters is a suitable arrangement. Depending on the type of measurement, the wavelength selector could be used either at the input or at the output end of the fibre under test.

#### 42.4.2 Procédure

- a) La fibre en essai est convenablement raccordée aux diodes laser ou DEL.
- b) Le déphasage entre le signal de référence et le signal transmis par la fibre à différentes longueurs d'onde est mesuré au moyen du voltmètre vectoriel.

Le temps de propagation de groupe  $\tau_g(\lambda)$ , fonction de la longueur d'onde, est donné par la formule:

$$\tau_g(\lambda) = \frac{\varphi(\lambda)}{2\pi f_0}$$

où:

$f_0$  est la fréquence de fonctionnement en hertz

$\varphi(\lambda)$  est la variation de phase en radians

- c) A partir des valeurs de temps de propagation de groupe, une courbe est calculée par un lissage approprié, et, par dérivation, le coefficient de dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde (ps/nm.km) est obtenu. Les figures 26 et 27, page 22, donnent un exemple de courbes de temps de propagation relatif en fonction de la longueur d'onde et du coefficient de dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde. L'établissement des courbes a une grande importance, car il détermine la valeur de dispersion obtenue par cette méthode.

#### 42.4.3 Résultats

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- Montage d'essai.
- Valeur de la fréquence de modulation.
- Nature de la source optique.
- Identification de la fibre à contrôler, longueur et conditionnement.
- Caractéristiques du sélecteur de longueur d'onde.
- Nature du détecteur optique.
- Caractéristiques du voltmètre vectoriel.
- Courbe de temps de propagation relatif, coefficient de dispersion chromatique calculé dans toute la bande spectrale concernée et longueur d'onde correspondant à une dispersion chromatique nulle et type d'ajustement de courbe utilisé.

### 42.5 Méthode CEI 793-1-C5B - Retard d'impulsion

#### 42.5.1 Appareillage

On se référera aux schémas représentant l'appareillage d'essai utilisé avec des sources à diode ou à laser à fibre RAMAN (figures 24 et 25, page 20).

##### a) Source optique

##### 1) Cas d'un laser à fibre RAMAN

Un laser à fibre RAMAN peut être constitué d'un laser YAG Nd, d'une fibre RAMAN produisant des rayonnements et d'un atténuateur optique. Il produit une impulsion optique dans la large bande de longueurs d'onde.

La fibre RAMAN est constituée d'une fibre optique appropriée. L'atténuateur optique peut être utilisé pour adapter la puissance incidente sortant de la fibre RAMAN.

#### 42.4.2 Procedure

- a) The tested fibre is suitably coupled to the different LDs/LEDs.
- b) The phase difference between the reference signal and the signal from the fibre at different wavelengths is measured by the vector voltmeter.

The wavelength dependent group delay  $\tau_g(\lambda)$  can be evaluated according to the formula:

$$\tau_g(\lambda) = \frac{\varphi(\lambda)}{2\pi f_0}$$

where:

$f_0$  is the working frequency in hertz

$\varphi(\lambda)$  is the measured phase change in radians

- c) From the measured values of group delay, a suitable fitting curve is computed and, by derivation, the total dispersion coefficient versus wavelength expressed in ps/nm.km is obtained. Figures 26 and 27, page 23, show an example of the relative time delay versus wavelength and the total dispersion coefficient versus wavelength. Choice of a fitting curve is critical, as it may affect the value of the dispersion obtained by this measuring method.

#### 42.4.3 Results

The following details shall be presented:

- Test apparatus arrangement.
- Modulation frequency value.
- Type of optical source.
- Fibre identification, length and packaging.
- Characteristics of wavelength selector.
- Type of optical detector.
- Characteristics of the vector voltmeter.
- Plot of relative time delay and calculated total dispersion coefficient over the whole spectral range of interest, together with zero total dispersion wavelength and the type of curve fit used.

#### 42.5 Method IEC 793-1-C5B – Pulse delay

##### 42.5.1 Apparatus

Refer to the schematic diagrams of test apparatus using LDs or a fibre RAMAN laser (Figures 24 and 25, page 21).

##### a) Optical source

##### 1) In case of fibre RAMAN laser

A fibre RAMAN laser can be made up of a Nd:YAG laser, a RAMAN radiation generating fibre and an optical attenuator, and shall generate an optical pulse over the wide band wavelength range.

The RAMAN fibre shall be a suitable optical fibre. The optical attenuator may be used to adjust the incident power from the RAMAN fibre.

2) Cas de diodes laser

La présente méthode utilise plusieurs sources optiques à diodes laser de longueurs d'onde différentes couvrant toute la gamme de longueurs d'onde nécessaire.

b) Circuit de synchronisation et déclenchement retardé

Les signaux nécessaires au fonctionnement de la source optique sont fournis par un synthétiseur de fréquence très stable. Le circuit de synchronisation génère également des impulsions de déclenchement retardé destinées à l'oscilloscope.

c) Détecteur optique

La sensibilité et la bande passante du détecteur optique doivent être adaptées à la longueur d'onde choisie dans la plage concernée.

d) Oscilloscope

Un oscilloscope à large bande en temps réel ou à échantillonnage est utilisé pour observer les impulsions optiques. Un traitement de signal peut être associé à l'oscilloscope en vue d'éliminer la gigue et le bruit de la forme d'impulsion mesurée.

e) Monochromateur

Si un laser à fibre RAMAN est employé, il convient d'utiliser un monochromateur afin de déterminer la longueur d'onde des impulsions optiques injectées dans la fibre en essai.

#### 42.5.2 Procédure

- a) La fibre à contrôler est raccordée de façon adéquate aux différentes diodes laser ou au laser à fibre RAMAN.
- b) Le temps de propagation dans la fibre en essai est mesuré aux différentes longueurs d'onde à l'aide de l'oscilloscope. Dans le cas du laser à fibre RAMAN, les longueurs d'onde de mesure sont déterminées au moyen d'un monochromateur.
- c) A partir des valeurs de temps de propagation de groupe mesurées, une courbe est mesurée par un lissage adéquat et le coefficient de dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde est obtenu par dérivation. Les figures 26 et 27, page 22, donnent un exemple de courbes de temps de propagation relatif en fonction de la longueur d'onde et du coefficient de dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde.

#### 42.5.3 Résultats

Les résultats suivants doivent être fournis:

- Montage d'essai.
- Nature de la source optique.
- Identification de la fibre à contrôler, longueur et conditionnement.
- Caractéristiques du monochromateur (éventuellement).
- Identification et longueur de la fibre RAMAN (éventuellement).
- Nature du détecteur optique.
- Type d'oscilloscope.
- Courbe du temps de propagation relatif, dispersion chromatique calculée dans toute la bande spectrale concernée et longueur d'onde correspondant à une dispersion chromatique nulle (éventuellement).

## 2) In case of LDs

A number of LD optical sources with different wavelengths of emission should be used covering the necessary wavelength range.

## b) Synchronizing circuitry and delayed trigger

Signals generated from a high stability frequency synthesizer are supplied to operate the optical source. The synchronizing circuitry also supplies delayed triggering pulses for an oscilloscope.

## c) Optical detector

The sensitivity and bandwidth of the optical detector should be matched to the chosen wavelength within the required range.

## d) Oscilloscope

A wide band real time oscilloscope or a sampling oscilloscope is used for the observation of optical pulses. A signal processor can be added to the oscilloscope for eliminating the noise and jitter of the measured pulse waveform.

## e) Monochromator

In case the fibre RAMAN laser is used, a monochromator shall be used to select the wavelength of the optical pulses injected into a tested fibre.

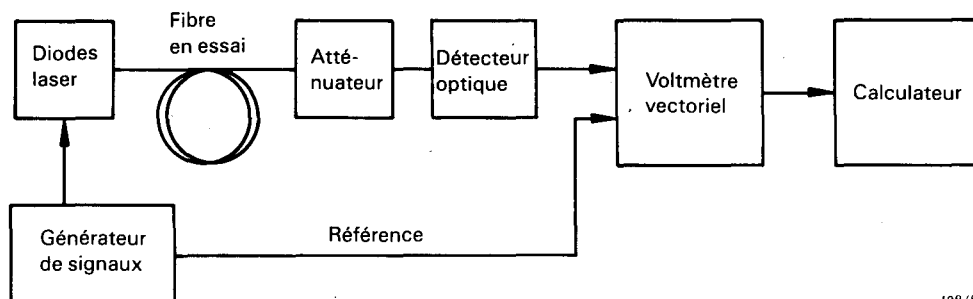
## 42.5.2 Procedure

- a) The tested fibre is suitably coupled to the different LDs or the fibre RAMAN laser.
- b) The delay time through the tested fibre at different wavelengths is measured by the oscilloscope. In case of the fibre RAMAN laser, each required wavelength shall be selected by the monochromator.
- c) From the measured values of group delay, a fitting curve is computed and, by derivation, the total dispersion coefficient versus wavelength is obtained. Figures 26 and 27, page 23, show an example of the relative delay versus wavelength and the total dispersion coefficient versus wavelength respectively.

## 42.5.3 Results

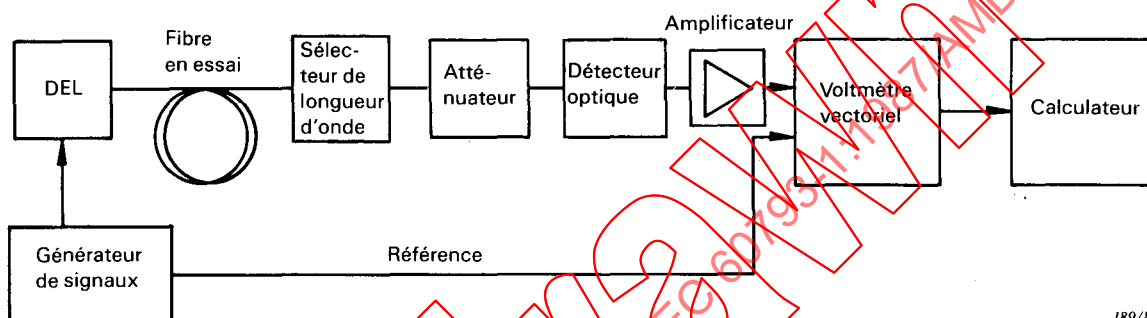
The following details shall be presented:

- Test apparatus arrangement.
- Type of optical source.
- Fibre identification, length and packaging.
- Characteristics of monochromator (when necessary).
- Identification and length of RAMAN generating fibre (when necessary).
- Type of optical detector.
- Type of oscilloscope.
- Plot of relative time delay and calculated total dispersion over the whole spectral range of interest, together with zero total dispersion wavelength (if applicable).



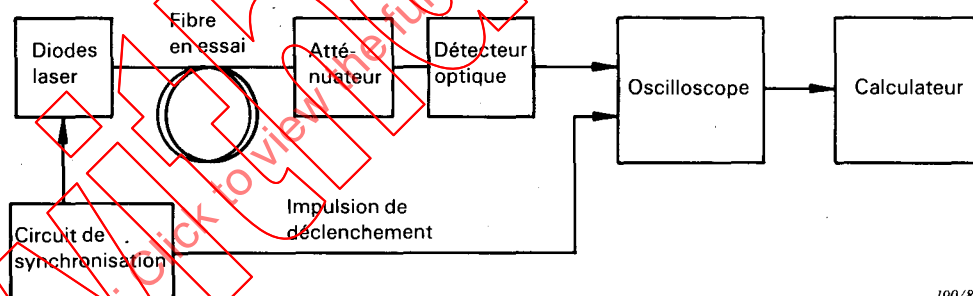
188/88

FIG. 22. - Montage d'essai avec diodes laser (déphasage).



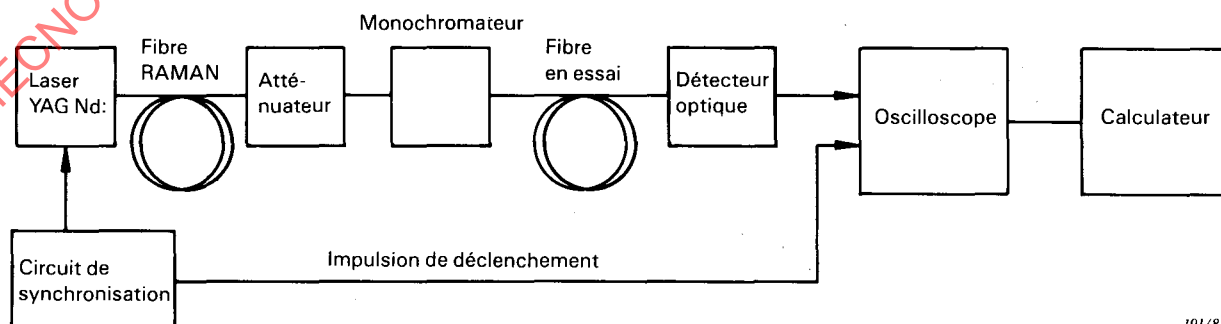
189/88

FIG. 23. - Montage d'essai avec DEL (déphasage).



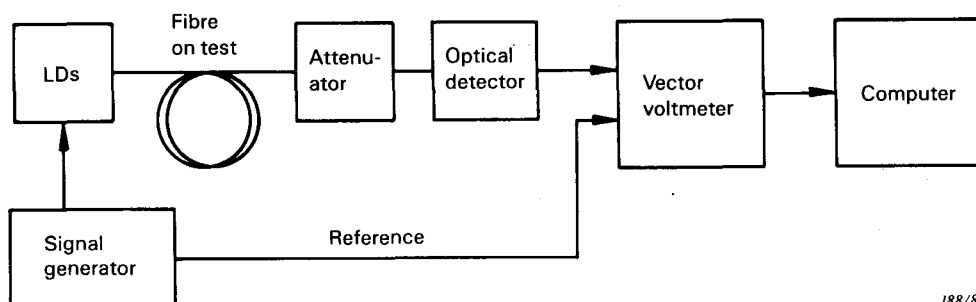
190/88

FIG. 24. - Montage d'essai avec diodes laser (retard d'impulsion).



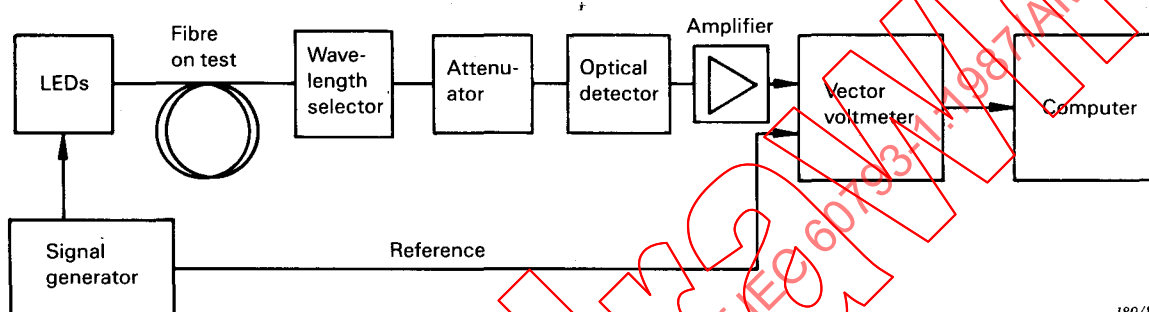
191/88

FIG. 25. - Montage d'essai avec laser à fibre RAMAN (retard d'impulsion).



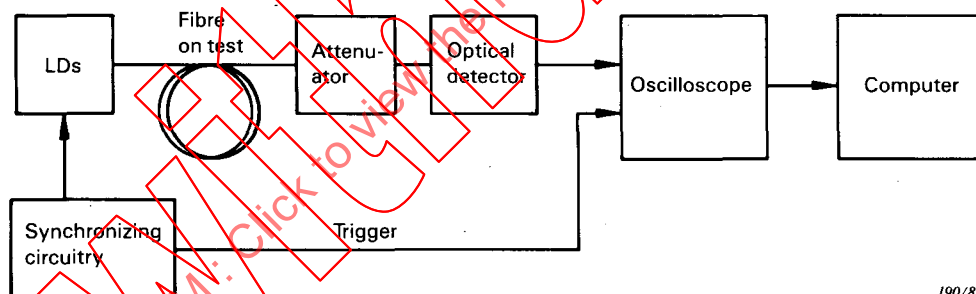
188/88

FIG. 22. - Arrangement of test apparatus with LDs (phase shift).



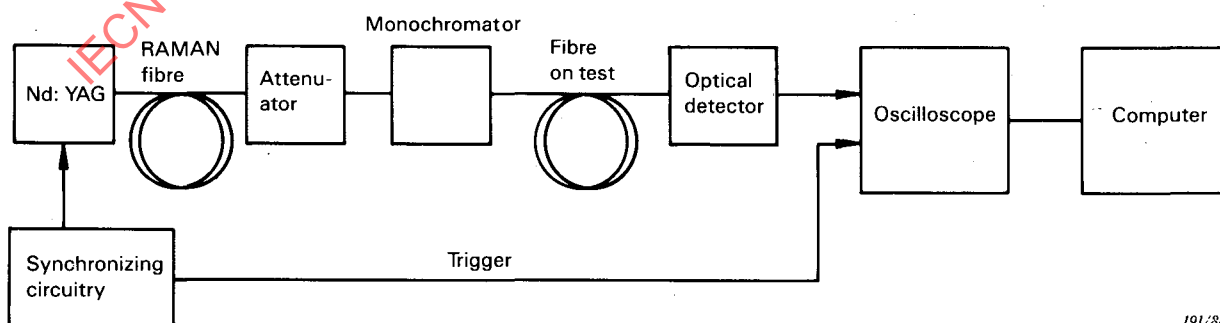
189/88

FIG. 23. - Arrangement of test apparatus with LEDs (phase shift).



190/88

FIG. 24. - Arrangement of test apparatus with LDs (delay method).



191/88

FIG. 25. - Arrangement of test apparatus with fibre RAMAN laser (delay method).

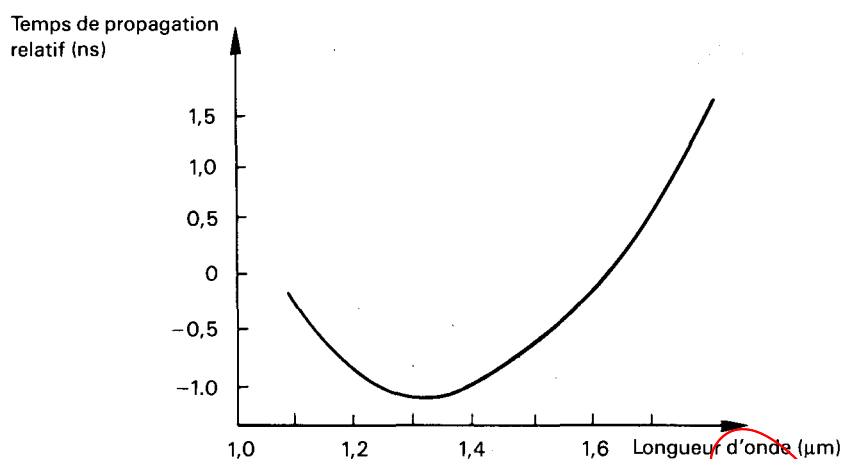


FIG. 26. – Exemple de courbe de temps de propagation relatif dans la fibre en essai, en fonction de la longueur d'onde.

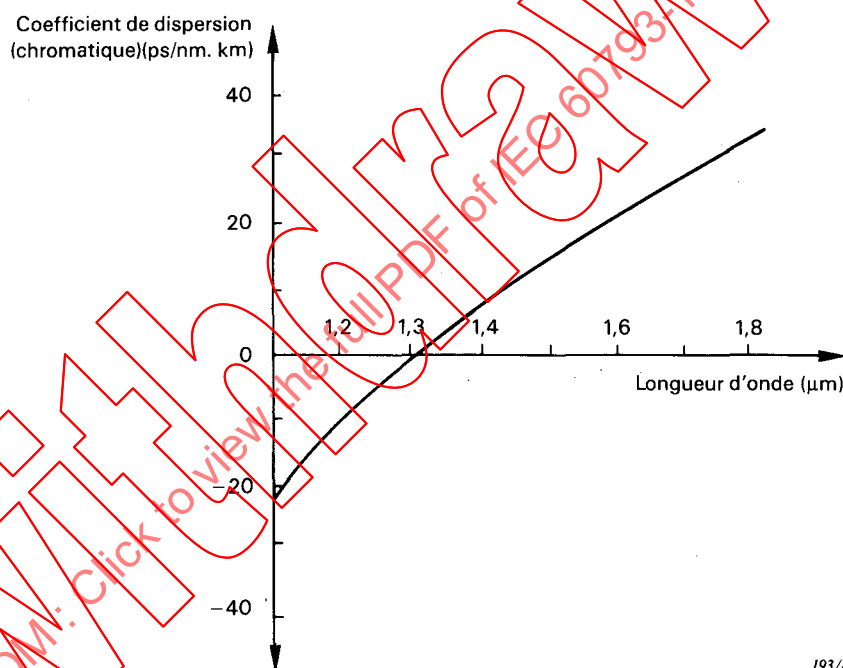


FIG. 27. – Exemple de courbe du coefficient de dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde.

**Page 84**

Article 44, ajouter le nouvel article suivant:

**44. Longueur d'onde de coupure**

**44.1 Objet**

Le présent paragraphe décrit des méthodes de mesure de la longueur d'onde de coupure sur des fibres unimodales.

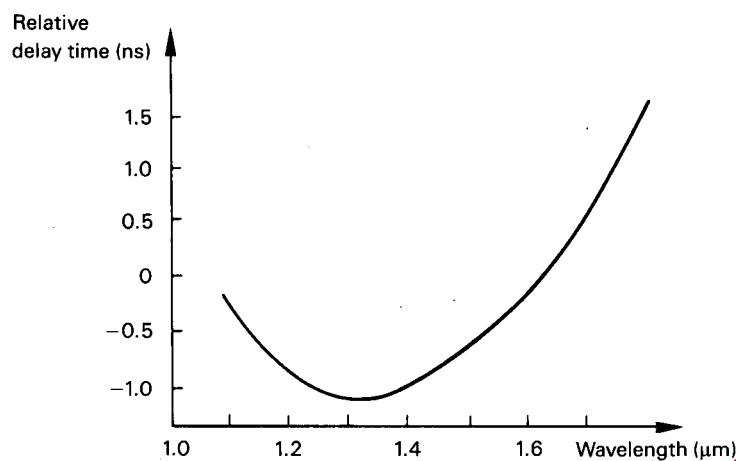


FIG. 26. – An example of relative delay time through a fibre on test versus wavelength.

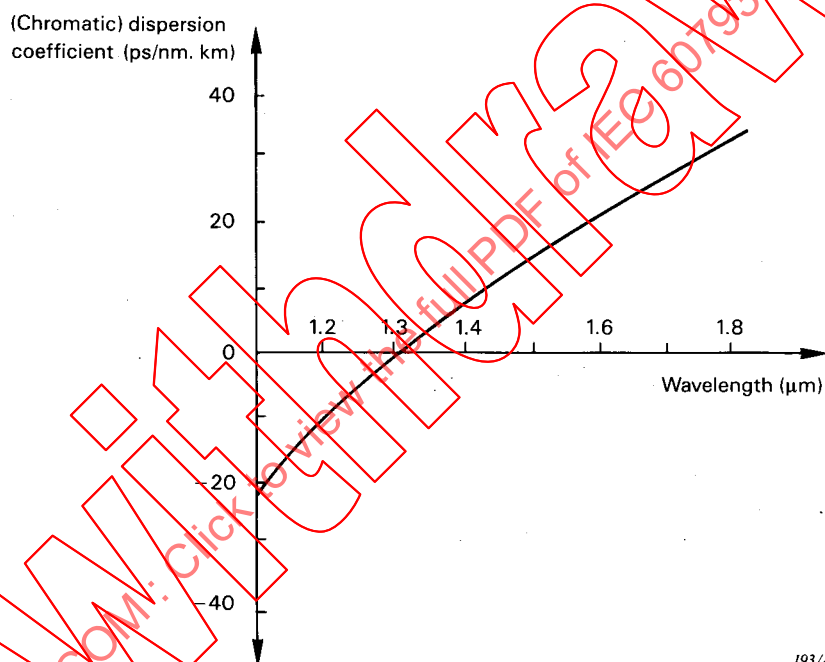


FIG. 27. – An example of total dispersion coefficient versus wavelength.

Clause 44, add the following new clause:

#### 44. Cut-off wavelength

##### 44.1 Object

This sub-clause describes methods of measuring the cut-off wavelength of singlemode fibres.

Il s'agit de la longueur d'onde au-delà de laquelle le mode de second ordre  $LP_{11}$  cesse de se propager.

*Notes 1.* – La valeur mesurée dépend généralement de la longueur de l'échantillon de fibre. Cette longueur est ici de 2 m.

2. – Une boucle ayant un rayon de 140 mm est réalisée sur la fibre en essai.

## 44.2 Description

Deux méthodes de mesure sont possibles:

### a) Méthode CEI 793-1-C7A

Méthode de la puissance transmise. Cette méthode utilise la variation de la puissance transmise en fonction de la longueur d'onde sur une courte longueur de fibre en essai et dans des conditions déterminées, laquelle variation est rapportée à une référence de puissance transmise. Cette référence peut être obtenue de deux façons:

- 1) en utilisant la longueur de fibre à contrôler comportant une boucle de rayon inférieur à 140 mm,
- 2) en utilisant une courte longueur (1 m à 2 m) de fibre multimodale.

### b) Méthode CEI 793-1-C7B

Méthode du diamètre de champ de mode en fonction de la longueur d'onde. Cette méthode utilise la variation de la valeur du diamètre de champ de mode en fonction de la longueur d'onde pour obtenir une valeur de longueur d'onde de coupure.

Le diamètre de champ de mode peut être mesuré à l'aide de méthodes homologuées reposant sur la variation de la longueur d'onde de la source lumineuse.

La longueur d'onde de coupure  $\lambda_c$  est déterminée à partir de la courbe des diamètres de champ de mode en fonction de la longueur d'onde.

Dans la région unimodale (c'est-à-dire aux plus grandes longueurs d'onde), le diamètre du champ de mode fondamental diminue avec la longueur d'onde de façon quasiment linéaire. A l'approche de la longueur d'onde de coupure, le mode de second ordre provoque une variation de la largeur de champ beaucoup plus grande que les variations habituelles dans le domaine unimodal.

## 44.3 Méthode CEI 793-1-C7A – Méthode de la puissance transmise

### 44.3.1 Appareillage d'essai

#### a) Source lumineuse

Cette méthode met en œuvre une source lumineuse dont les raies spectrales n'excèdent pas 10 nm en largeur à mi-crête, dont la position, l'intensité et la longueur d'onde sont stables pendant le temps nécessaire à la réalisation de l'essai et fonctionnant dans une plage de longueurs d'onde suffisamment étendue.

#### b) Modulation

Il est d'usage de moduler la source lumineuse afin d'obtenir un meilleur rapport signal/bruit au niveau du récepteur. Si une telle méthode est utilisée, il convient de raccorder le récepteur optique à un ensemble de traitement du signal synchrone avec la fréquence de modulation de la source.

L'ensemble de détection doit être essentiellement linéaire.

This is the wavelength above which the second order  $LP_{11}$  mode ceases to propagate.

*Notes 1.* – The measured value, in general, depends upon the sample length. The cut-off wavelength is defined for a 2 m length of fibre.

*2.* – A single loop is formed on the fibre under test with a radius of 140 mm.

#### 44.2 Description

Two measurements are indicated:

##### a) Method IEC 793-1-C7A

Transmitted power technique. This method uses the variation with wavelength of the transmitted power of a short length of the fibre under test, under defined conditions, compared to a reference transmitted power. There are two possible ways to obtain this reference power:

- 1) the test fibre with a loop of smaller radius, or
- 2) a short (1 m to 2 m) length of multimode fibre.

##### b) Method IEC 793-1-C7B

Mode field diameter versus wavelength technique. This method uses the variation of the value of mode field diameter with wavelength in order to derive a value for the cut-off wavelength.

Approved test methods for the measurement of mode field diameter may be used in which it is possible to vary the wavelength of the light source.

The cut-off wavelength  $\lambda_c$  is determined from the mode field diameter versus wavelength plot.

In the singlemode region (i.e. at longer wavelengths), the fundamental mode field diameter decreases almost linearly with decreasing wavelength. As cut-off is approached, the contribution from the second-order mode causes the field width to deviate significantly from the expected variation for a singlemode.

#### 44.3 Method IEC 793-1-C7A – Transmitted power technique

##### 44.3.1 Test apparatus

###### a) Light source

A light source with line width not exceeding 10 nm full width half maximum (FWHM), stable in position, intensity and wavelength over a time period sufficient to complete the measurement procedure, and capable of operating over a sufficient wavelength range, shall be used.

###### b) Modulation

It is customary to modulate the light source in order to improve the signal/noise ratio at the receiver. If such a procedure is adopted, the detector should be linked to a signal processing system synchronous to the source modulation frequency.

The detecting system should be substantially linear.

c) Conditions d'injection

Les conditions d'injection dans la fibre doivent permettre d'exciter les modes  $LP_{01}$  et  $LP_{11}$ . Elles se caractérisent de préférence par:

- 1) le raccordement à une fibre multimodale, ou
- 2) l'utilisation d'une optique appropriée.

d) Extracteur de modes de gaine

Ce dispositif permet la transformation des modes de gaine en modes de rayonnement et, en conséquence, la suppression des modes de gaine de la fibre. Il convient cependant d'éviter que la propagation du mode  $LP_{11}$  soit altérée.

e) Détecteur optique

Le détecteur utilisé doit permettre de capter toute l'énergie rayonnée par le cœur à la sortie de la fibre. La réponse spectrale doit être compatible avec les caractéristiques spectrales de la source. Le récepteur doit être uniforme et avoir des caractéristiques linéaires.

#### 44.3.2 Procédure

a) Transmission dans la fibre en essai

L'essai consiste à introduire la longueur de fibre de 2 m en essai dans l'appareillage d'essai et à la courber de manière à obtenir une boucle simple lâche ayant un rayon nominal de 140 mm. Il convient d'éviter des rayons inférieurs à 140 mm, ainsi que toute contrainte sur la fibre qui pourrait réduire la longueur d'onde de coupure.

La puissance de sortie  $P_1(\lambda)$  est relevée à chaque longueur d'onde dans une plage suffisamment étendue de part et d'autre de la longueur d'onde de coupure prévue.

b) Transmission dans l'échantillon de référence

Il est possible d'utiliser l'une ou l'autre des méthodes 1) et 2).

- 1) L'essai consiste, dans des conditions d'injection constantes, à mesurer la puissance de sortie  $P_2(\lambda)$  dans la même plage de longueur d'onde, l'échantillon en essai comportant au moins une boucle de rayon suffisamment faible pour filtrer le mode  $LP_{11}$  (rayon typique de boucle: 30 mm).
- 2) La puissance  $P_3(\lambda)$  est mesurée sur une courte longueur de fibre multimodale (1 m à 2 m) dans la même plage de longueurs d'onde.

c) Calculs

Les rapports  $P_1(\lambda)/P_2(\lambda)$  ou  $P_1(\lambda)/P_3(\lambda)$  sont calculés comme suit:

$$R(\lambda) = 10 \lg \frac{P_1(\lambda)}{P_i(\lambda)} \quad (\text{dB})$$

où:

$i = 2$  ou  $3$  dans les méthodes 1) ou 2) respectivement

d) Détermination de la longueur d'onde de coupure

Dans le cas de la méthode 1), la longueur d'onde de coupure est la longueur d'onde la plus grande à laquelle  $R(\lambda) = 0,1$  dB (voir figure 28, page 28).

Dans le cas de la méthode 2), la longueur d'onde de coupure est donnée par l'intersection de la courbe  $R(\lambda)$  avec la ligne droite (1) parallèle à la ligne droite (2) et se trouvant à 0,1 dB au-dessus de cette dernière, dont la position par rapport à la courbe  $R(\lambda)$  est donnée à la figure 29, page 28.

## c) Launching conditions

The launching conditions used shall be sufficient to excite both  $LP_{01}$  and  $LP_{11}$  modes. For example, suitable launching techniques could be:

- 1) jointing with a multimode fibre; or
- 2) launching with a suitable system of optics.

## d) Cladding mode stripper

The cladding mode stripper is a device that encourages the conversion of cladding modes to radiation modes; as a result, cladding modes are stripped from the fibre. Care should be taken to avoid affecting the propagation of the  $LP_{11}$  mode.

## e) Optical detector

A suitable detector shall be used so that all of the radiation in the output core is intercepted. The spectral response should be compatible with spectral characteristics of the source. The detector shall be uniform and have linear characteristics.

## 44.3.2 Procedure

## a) Transmission through the test sample

The 2 m length of fibre under test is inserted into the test apparatus and bent to form a loosely constrained single loop with a constant radius of nominally 140 mm. Care shall be taken to avoid any bends of radius smaller than 140 mm, and also any clamping action on the fibre which may lower the cut-off wavelength.

Output power  $P_1(\lambda)$  shall be recorded at each wavelength over a sufficient region around the expected cut-off wavelength.

## b) Transmission through the reference sample

Either method 1) or 2) may be used.

- 1) Using the test sample, and keeping the launch conditions fixed, an output power  $P_2(\lambda)$  is measured over the same wavelength range with at least one loop of sufficiently small radius in the test sample to filter the  $LP_{11}$  mode. A typical value of radius for this loop is 30 mm.
- 2) With a short (1 m to 2 m) length of multimode fibre, measure  $P_3(\lambda)$  over the same wavelength range.

## c) Calculations

The ratio between transmitted powers  $P_1(\lambda)$  and  $P_2(\lambda)$ , or  $P_1(\lambda)$  and  $P_3(\lambda)$ , are calculated as follows:

$$R(\lambda) = 10 \lg \frac{P_1(\lambda)}{P_i(\lambda)} \quad (\text{dB})$$

where:

$i = 2$  or  $3$  for method 1) or 2), respectively

## d) Determination of cut-off wavelength

If method 1) is used, cut-off wavelength is determined as the longest wavelength at which  $R(\lambda) = 0.1$  dB (see Figure 28, page 29).

If method 2) is used, the cut-off wavelength is determined by the intersection of the  $R(\lambda)$  curve with the straight line (1) drawn parallel to and 0.1 dB above the straight line (2) fitted to the  $R(\lambda)$  curve as shown in Figure 29, page 29.

e) Détermination du coefficient d'affaiblissement linéique du mode  $LP_{11}$

La longueur de fibre unimodale de 2 m est réduite à environ 0,5 m, et dans des conditions d'injection constantes. La puissance de sortie  $P_4(\lambda)$  est mesurée dans la même gamme de longueurs d'onde. Il convient d'éviter des courbures de rayons inférieurs à 140 mm. Le coefficient d'affaiblissement linéique du mode  $LP_{11}$  est donné par:

$$a_{11}(\lambda) = \frac{10}{L} \lg \frac{P_1/P_2 - 1}{P_4/P_2 - 1} \quad [\text{dB/m}]$$

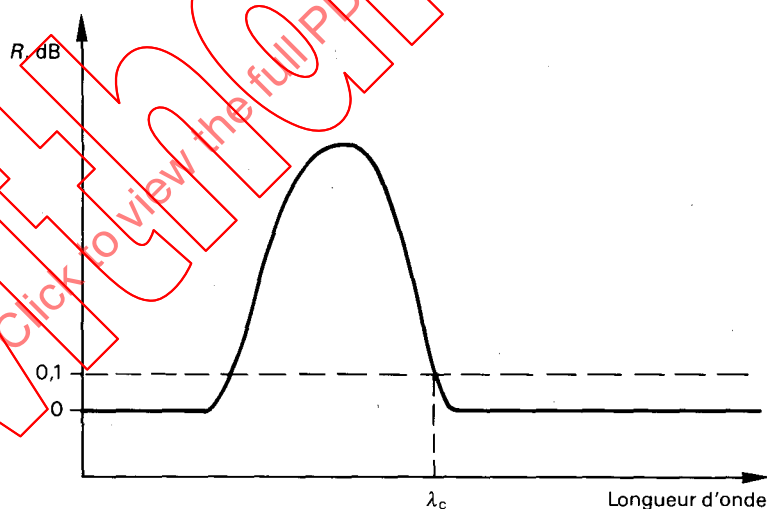
où:

$L$  est la circonférence de la boucle de 140 mm de rayon nominal, en mètres

### 44.3.3 Résultats

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- Montage d'essai.
- Conditions d'injection.
- Type d'échantillon de référence.
- Température de l'échantillon et conditions d'environnement (éventuellement).
- Identification de la fibre.
- Plage de longueurs d'onde de mesure.
- Longueur d'onde de coupure et courbe de  $R(\lambda)$  (éventuellement).
- Valeur de  $a_{11}(\lambda)$  (éventuellement) aux longueurs d'onde spécifiées ou sous forme de courbe.



194/88

FIG. 28. - Courbe typique de longueur d'onde de coupure utilisant une référence unimodale.

### 44.4 Méthode CEI 793-1-C7B - Méthode du diamètre de champ de mode en fonction de la longueur d'onde

#### 44.4.1 Appareillage d'essai

L'appareillage utilisé pour la mesure du diamètre de champ de mode (Méthode CEI 793-1-C7A ou C7B) est conservé pour cet essai, mais adapté de telle sorte qu'il soit possible de faire varier la longueur d'onde de la source dans la plage de longueurs d'onde nécessaire.

e) Determination of the attenuation coefficient of the LP<sub>11</sub> mode

The 2 m length of singlemode fibre is cut back to approximately 0.5 m, keeping the launching conditions fixed. The output power  $P_4(\lambda)$  is measured over the same wavelength range. Care shall be taken to avoid any bends with radius smaller than 140 mm. The attenuation coefficient of the LP<sub>11</sub> linear mode follows from:

$$a_{11}(\lambda) = \frac{10}{L} \lg \frac{P_1/P_2 - 1}{P_4/P_2 - 1} \quad [\text{dB/m}]$$

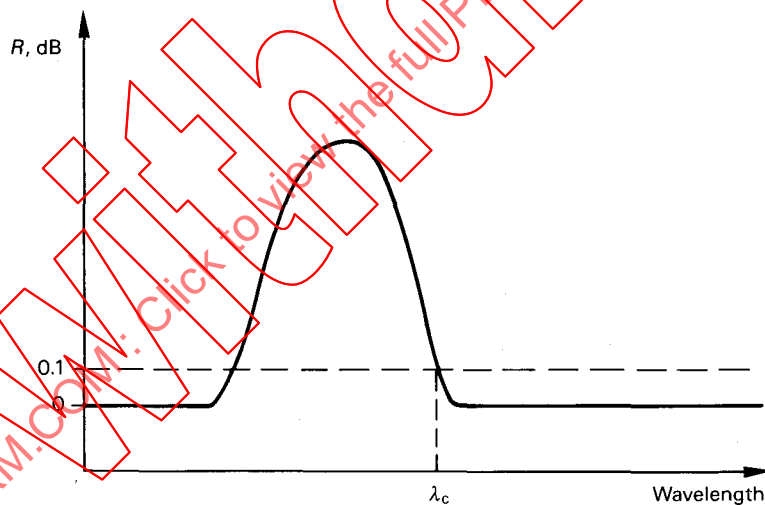
where:

$L$  is the circumference of the loop with 140 mm nominal radius, in metres

#### 44.3.3 Results

The following details shall be presented:

- Test apparatus arrangement.
- Launching conditions.
- Type of reference sample.
- Temperature of the sample and environmental conditions (if necessary).
- Fibre identification.
- Wavelength range of measurement.
- Cut-off wavelength and plot of  $R(\lambda)$  (if required).
- Value of  $a_{11}(\lambda)$  (if required) at specified wavelengths or as a plot.



194/88

FIG. 28. – Typical cut-off wavelength plot using singlemode reference.

#### 44.4 Method IEC 793-1-C7B – Mode field diameter versus wavelength technique

##### 44.4.1 Test apparatus

The test apparatus shall be as used for the measurement of mode field diameter, method IEC 793-1-C7A or C7B, but adapted so that the source wavelength can be varied over the required wavelength range.

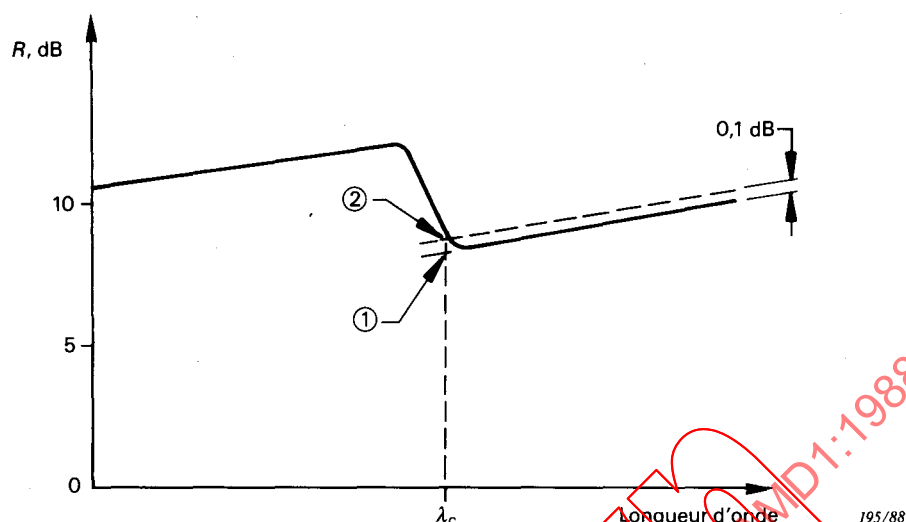


FIG. 29. - Courbe typique de longueur d'onde de coupure utilisant une référence multimodale.

Si la méthode des champs transmis est utilisée, il convient de réaliser une boucle simple au rayon nominal de 140 mm sur une longueur de fibre de 2 m. Si la méthode du décalage transversal est employée, il convient de disposer d'une longueur de fibre de 2 m de part et d'autre du raccordement.

Une boucle simple de 140 mm de rayon est alors réalisée sur chacune de ces longueurs.

Quelle que soit la méthode utilisée, les modes de gaine ne doivent pas se propager; en revanche, il importe que la propagation des modes d'ordre supérieur ne soit pas altérée.

#### 44.4.2 Procédure

Le diamètre de champ de mode est mesuré à différentes longueurs d'onde dans la plage nécessaire.

La courbe du diamètre de champ de mode en fonction de la longueur d'onde est établie et une extrapolation linéaire est effectuée conformément à la figure 30.

La valeur de la longueur d'onde de coupure est alors déterminée par l'intersection des extrapolations linéaires.

#### 44.4.3 Résultats

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- Montage d'essai et méthode de mesure du diamètre de champ de mode.
- Identification de la fibre à contrôler.
- Courbe du diamètre du champ de mode en fonction de la longueur d'onde.
- Longueur d'onde de coupure.
- Précision de mesure et reproductibilité.
- Température de l'échantillon et conditions d'environnement (éventuellement).

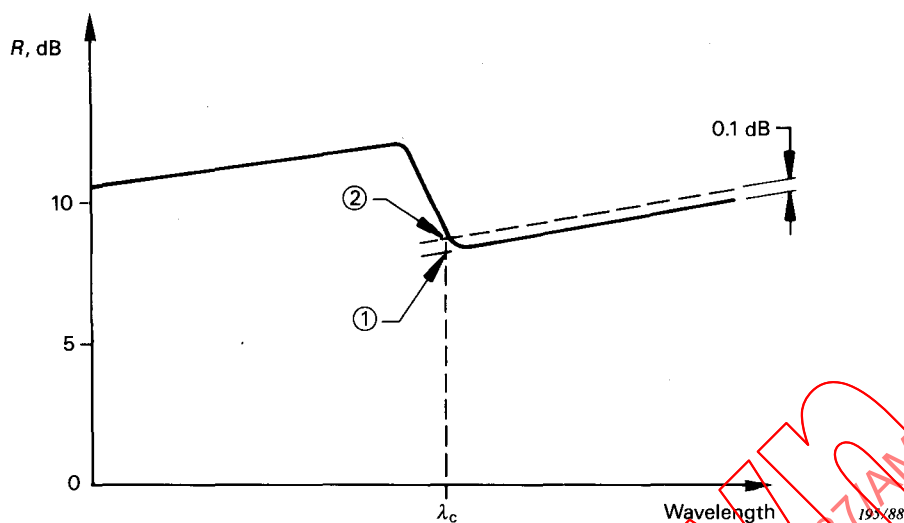


FIG. 29. – Typical cut-off wavelength plot using multimode reference.

If the transmitted fields technique is used, a single loop of nominal radius 140 mm is formed in a 2 m length of fibre. If the transverse offset technique is used, a 2 m length of fibre is used on each side of the joint.

A single loop of radius 140 mm is then formed in each of these 2 m lengths.

Regardless of which technique is used, cladding modes should not propagate, but care should be taken to avoid affecting the propagation of the higher order modes.

#### 44.4.2 Procedure

The mode field diameter shall be measured for various wavelength values over the required range.

A plot of mode field diameter versus wavelength shall be obtained and a linear extrapolation made as shown in the example of Figure 30.

The value of cut-off wavelength can then be determined, as the intersection of the linear extrapolations.

#### 44.4.3 Results

The following details shall be presented:

- Test apparatus arrangement and method of mode field diameter measurement.
- Fibre identification.
- Plot of mode field diameter versus wavelength.
- Cut-off wavelength.
- Indication of accuracy and repeatability.
- Temperature of the sample and environmental conditions (if necessary).

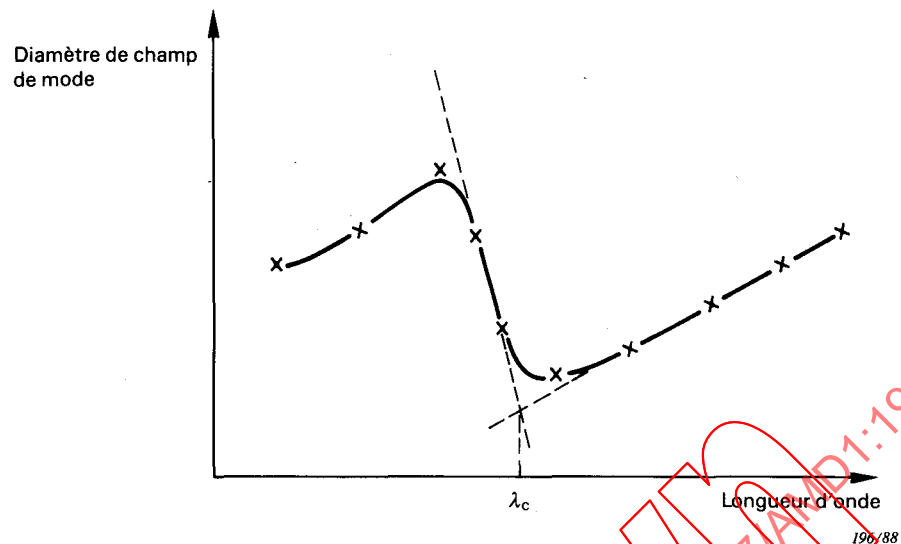


FIG. 30. – Exemple typique de diamètre de champ de mode mesuré par la méthode du décalage transversal, en fonction de la longueur d'onde.

Article 46, ajouter le nouvel article suivant:

#### 46. Diamètre de champ de mode

##### 46.1 Objet

Le présent paragraphe décrit des méthodes de mesure du diamètre de champ de mode sur des fibres unimodales.

##### 46.2 Description

Deux méthodes de mesure sont indiquées:

###### a) Méthode CEI 793-1-C9A – Technique de décalage transversal

Cette méthode est utilisée pour mesurer la puissance optique couplée entre deux sections de fibre, en fonction du décalage transversal introduit entre ces sections au moyen d'un support de raccordement à décalage transversal. Cette mesure permet de déterminer le diamètre de champ de mode.

###### b) Méthode CEI 793-1-C9B – Technique des champs transmis

Cette méthode est utilisée pour mesurer les champs proches et les champs lointains de fibres unimodales en vue de la détermination du diamètre de champ de mode, de la non-circularité, de l'erreur de concentricité et du diamètre de gaine.

Article 47, ajouter le nouvel article suivant:

#### 47. Méthode CEI 793-1-C9A – Technique du décalage transversal

##### 47.1 Appareillage d'essai

On se référera au schéma représentant l'appareillage d'essai (figure 31, page 36).

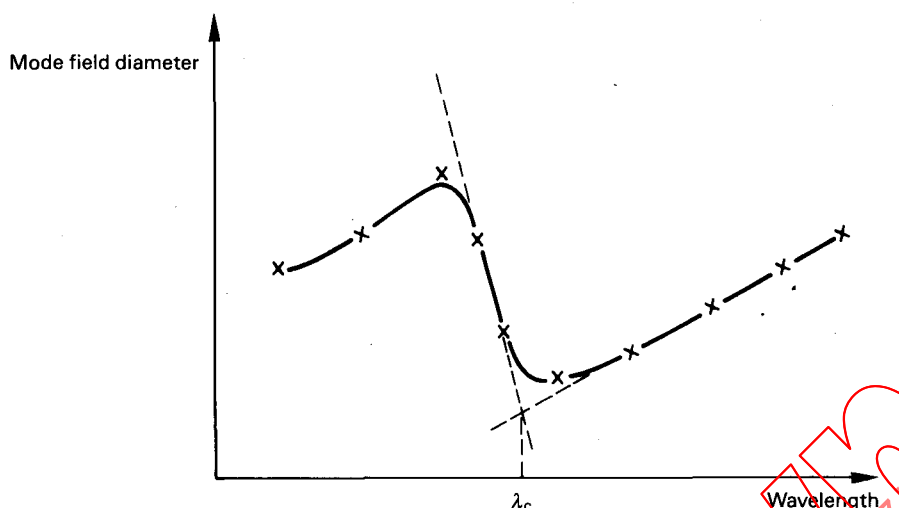


FIG. 30. – Typical example of mode field diameter measured by transverse offset technique, against wavelength.

Clause 46, add the following new clause:

#### 46. Mode field diameter

##### 46.1 Object

This section describes methods of measuring the mode field diameter of singlemode fibres.

##### 46.2 Description

Two measuring methods are indicated:

##### a) Method IEC 793-1-C9A – Transverse offset technique

This method is used to measure the optical power coupled from one section of the test fibre in a variable offset joint to another section as a function of the relative transverse offset to determine the mode field diameter.

##### b) Method IEC 793-1-C9B – Transmitted fields technique

This method is used to measure the near fields and far fields of singlemode fibres enabling the mode field diameter, non-circularity, concentricity error, and cladding diameter to be determined.

Clause 47, add the following new clause:

#### 47. Method IEC 793-1-C9A – Transverse offset technique

##### 47.1 Test apparatus

Refer to the schematic diagram of the test apparatus (Figure 31, page 37).

#### 47.2 *Source lumineuse*

Il convient d'utiliser une source lumineuse dont les raies spectrales n'excèdent pas 10 nm en largeur à mi-crête, et dont la position, l'intensité et la longueur d'onde resteront stables pendant toute la durée des essais.

#### 47.3 *Modulation*

Il est d'usage de moduler la source lumineuse afin d'améliorer le rapport signal/bruit au niveau du détecteur. Si cette méthode est utilisée, il convient de raccorder le détecteur optique à un ensemble de traitement du signal synchrone avec la fréquence de modulation de la source. Le détecteur optique doit être essentiellement linéaire.

#### 47.4 *Conditions d'injection*

Les conditions d'injection dans la fibre doivent permettre d'exciter le mode fondamental. Elles se caractérisent de préférence par:

- a) le raccordement à une fibre;
- b) l'utilisation d'une optique d'injection appropriée.

Il convient d'éviter la propagation des modes d'ordre supérieur dans la longueur de fibre coupée. A cette fin, il peut être nécessaire de réaliser une boucle afin de supprimer les modes d'ordre supérieur.

#### 47.5 *Appareillage*

- a) *Extracteur de modes de gaine*

Il convient d'éviter la propagation et la détection des modes de gaine.

- b) *Support de raccordement à décalage transversal*

Le support de raccordement est conçu pour introduire un décalage donné entre les deux sections de fibre, comme indiqué au paragraphe 47.8.

- c) *Détecteur optique*

Le détecteur utilisé doit pouvoir capter toute l'énergie rayonnée en sortie de fibre. Il doit présenter des caractéristiques linéaires.

#### 47.6 *Préparation de la fibre en essai*

La longueur totale de fibre en essai sera d'environ 2 m. Elle sera coupée en deux sections de longueur approximativement égale. Les extrémités de fibres placées dans le support de raccordement doivent être nettes, lisses et perpendiculaires à l'axe de la fibre.

*Note.* – Il est recommandé que les plans des deux dioptrés de sortie soient perpendiculaires aux axes des fibres à moins de 1°.

#### 47.7 *Configuration du raccordement*

Les axes des sections de fibre doivent être à peu près parallèles. L'espace séparant les deux extrémités de fibre doit être inférieur à 5 µm. Un liquide adaptateur d'indice approprié est appliqué entre les deux extrémités de fibre.

#### 47.8 *Procédure*

La fibre à contrôler est introduite dans l'appareillage d'essai. Dans un premier temps, les extrémités des sections de fibre sont perpendiculaires à l'axe des fibres afin que la puissance

#### 47.2 *Light source*

A light source of line width not exceeding 10 nm FWHM, which is stable in position, intensity and wavelength over a time period sufficiently long to complete the measurement, shall be used.

#### 47.3 *Modulation*

It is customary to modulate the light source in order to improve the signal/noise ratio at the receiver. If such a procedure is adopted, the optical detector should be linked to a signal-processing system synchronous to the source modulation frequency. The detecting system should be substantially linear.

#### 47.4 *Launching conditions*

The launching conditions used must be sufficient to excite the fundamental mode. For example, suitable launching techniques could be:

- a) jointing with a fibre;
- b) launching with a suitable system of optics.

Care must be taken that higher order modes do not propagate through the cut-back length. In these cases, it may be necessary to introduce a bend in order to remove the higher order modes.

#### 47.5 *Apparatus*

- a) Cladding mode strippers

Precautions shall be taken to prevent the propagation and detection of cladding modes.

- b) Transversing joint

The joint shall be constructed such that the relative offset of the fibres axes can be adjusted in the manner given in Sub-clause 47.8.

- c) Optical detector

A suitable detector shall be such that all the output radiation is intercepted. The detector must have linear characteristics.

#### 47.6 *Preparation of fibre under test*

The total length of fibre under test shall be approximately 2 m. This fibre is cut into two approximately equal lengths. The fibre ends placed in the traversing joint shall be substantially clean, smooth and perpendicular to their axes.

*Note.* – It is recommended that the deviation from the perpendicular to the fibre axes is less than 1° for both fibre ends.

#### 47.7 *Joint condition*

The axes of the fibre sections shall be substantially parallel. The separation of the fibre end faces shall be less than 5 µm. A suitable index-matching fluid may be used between the fibre end faces.

#### 47.8 *Procedure*

The fibre is inserted into the measurement apparatus. The ends of the fibre sections are first positioned in the plane perpendicular to the fibre axes such that the power coupled through the