

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

793-1-4

1995

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1996-07

Amendement 1

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 4: Méthodes de mesure des
caractéristiques optiques et de transmission

Amendment 1

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 4: Measuring methods for transmission
and optical characteristics

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/341/FDIS	86A/364/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 2

SOMMAIRE

Remplacer les numéros et les titres des articles 10 et 11, et 29 à 33 par ce qui suit:

- 10 Méthode CEI 793-1-C1D – Modélisation de l'affaiblissement spectral
- 11 Réponse modale en bande de base
- 29 Variation du facteur de transmission optique
- 30 Méthode CEI 793-1-C10A – Contrôle en puissance transmise
- 31 Méthode CEI 793-1-C10B – Contrôle en rétrodiffusion
- 32 Méthode CEI 793-1-C11 – Sensibilité aux macrocourbures

Page 14

6 Description des méthodes de mesure de l'affaiblissement

Modifier la première phrase du point a) comme suit:

Cette technique est la seule méthode directement issue de l'affaiblissement d'une fibre, où les niveaux de puissance P_1 et P_2 sont mesurés à deux points de la fibre sans modification des conditions d'entrée.

Supprimer, au deuxième alinéa du point a), le texte suivant:

Mais, dans des conditions données, cette méthode fournit la mesure la plus précise de l'affaiblissement, répondant strictement à la définition de celui-ci.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86A/341/FDIS	86A/364/RVD

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

Page 3

CONTENTS

Replace the numbers and titles of clauses 10 and 11, and 29 to 33 by the following:

- 10 Method IEC 793-1-C1D – Spectral attenuation modelling
- 11 Modal baseband response
- 29 Change in optical transmittance
- 30 Method IEC 793-1-C10A – Transmitted power monitoring
- 31 Method IEC 793-1-C10B – Backscattering monitoring
- 32 Method IEC 793-1-C11 – Macrobending sensitivity

Page 15

6 Description of attenuation measuring techniques

Amend the first sentence in point a) as follows:

The cutback technique is the only method directly derived from the fibre attenuation, in which the power levels P_1 and P_2 are measured at two points of the fibre without change of input conditions.

Delete, in point a), second paragraph, the following text:

But, for a given condition, this method gives the most accurate attenuation strictly following the definitions.

Modifier le point c) comme suit:

c) Méthode de rétrodiffusion

La méthode de rétrodiffusion, qui est une mesure par un seul côté, mesure la puissance optique rétrodiffusée vers l'origine de la fibre à partir de différents points de celle-ci. La mesure est influencée par la vitesse de propagation et par le comportement en rétrodiffusion de la fibre, et peut ne pas être précise pour mesurer l'affaiblissement de la fibre. Toutefois, il est possible de mesurer l'affaiblissement de la fibre en utilisant la technique qui consiste à mesurer la rétrodiffusion à chaque extrémité de la fibre testée et à moyenner les deux courbes de rétrodiffusion.

Cette technique permet d'analyser la totalité de la fibre, en particulier les sous-sections longitudinales de la fibre, ou encore d'identifier des points précis tels que les raccordements. Elle permet également de calculer la longueur de la fibre.

Les méthodes pour décrire et ultérieurement pour spécifier l'uniformité de l'affaiblissement de la fibre à partir de la moyenne des courbes de rétrodiffusion dans les deux directions sont à l'étude.

Ajouter le nouveau point d) suivant:

d) Modélisation de l'affaiblissement spectral

Il est possible de calculer l'affaiblissement linéique d'une fibre sur un spectre de longueurs d'onde au moyen d'une matrice caractéristique M et d'un vecteur v . Le vecteur v contient l'affaiblissement linéique mesuré sur un petit nombre (trois à cinq) de longueurs d'onde (par exemple, 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm et/ou 1550 nm).

Avec l'une des méthodes, le fournisseur de la fibre ou du câble doit indiquer la matrice caractéristique de son produit et le modèle d'affaiblissement spectral est un vecteur w calculé à partir du produit de M par v .

$$w = M \cdot v$$

L'autre méthode utilise une matrice générique et le fournisseur doit indiquer un vecteur de facteur de correction e qui transforme l'équation prévisionnelle comme suit:

$$w = M \cdot v + e$$

Une matrice générique est une matrice caractéristique qui peut être appliquée à une variété de fibres, de configurations et de fournisseurs (probablement pour un seul type de fibre), et déterminée et/ou appelée par un corps normalisé, client/utilisateur final unique ou une autre source de l'industrie avec laquelle les fournisseurs peuvent comparer leurs produits, la différence étant résolue par le vecteur e .

A l'heure actuelle, cette technique n'a été démontrée que sur des fibres de type B1 et B2.

Amend point c) as follows:

c) Backscattering

The backscattering method, which is a single-ended measurement, measures the optical power backscattered from different points in the fibre to the beginning of the fibre. The measurement is affected by the propagation speed and the backscattering behaviour of the fibre, and may not be accurate for measuring the fibre attenuation. However, the technique can be used to measure the fibre's attenuation by taking the backscatter measurement from both ends of the fibre under test and averaging the two backscatter traces.

This technique allows analysis of the entire fibre, particular of longitudinal subsections of the fibre, or even identify discrete points such as splices. It also permits calculation of the fibre length.

Methods to describe and subsequently specify the uniformity of attenuation from the bi-directionally averaged backscattered traces are under consideration.

Add the following new point d):

d) Spectral attenuation modelling

The attenuation coefficient of a fibre across a spectrum of wavelengths may be calculated by means of a characterizing matrix M , and a vector v . The vector v contains the measured attenuation coefficients at a small number (three to five) of wavelengths (e.g. 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm and/or 1550 nm).

In one approach the fibre or cable supplier shall provide a matrix characteristic of its product, and the modelled spectral attenuation is a vector w calculated from the product of M and v .

$$w = M \cdot v$$

Alternatively, if a generic matrix is used, the supplier shall provide a correction factor vector e , such that the prediction equation becomes:

$$w = M \cdot v + e$$

A generic matrix is a characterizing matrix which can be applied to a variety of fibres, designs and suppliers (presumably within a single fibre type), and which is determined and/or invoked by a standard body, single customer/end-user, or other industry source to which individual suppliers can compare their products, the difference being resolved by the vector e .

To date, this technique has only been demonstrated on type B1 and B2 fibres.

Page 22

7.4 Procédure

Ajouter, à la fin de ce paragraphe, page 24, le point d) suivant:

d) Il est possible de calculer une courbe d'affaiblissement spectral avec des relations telles que celles décrites à l'article 10 en utilisant les résultats des mesures d'affaiblissement à des longueurs d'onde définies.

Page 30

8.1 Objet

Ajouter, à la fin de ce paragraphe, le nouveau texte suivant:

La technique des pertes d'insertion est moins précise que celle de la fibre coupée, mais elle a l'avantage d'être non destructive pour la fibre en essai et pour les terminaisons éventuellement fixées aux deux extrémités. Par conséquent, elle est particulièrement adaptée à un usage sur le terrain et principalement prévue pour l'utilisation avec des longueurs de câble connectées.

Page 36

9.2.1 Emetteur optique

Remplacer le paragraphe existant par ce qui suit:

Il comporte habituellement une ou plusieurs sources de lumière, composées d'une diode laser pulsée, capables de générer une ou plusieurs largeurs d'impulsions et une ou plusieurs fréquences de répétition d'impulsions. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le spectre de chaque longueur d'onde doit remplir les conditions suivantes. La longueur d'onde centrale doit être comprise dans les limites de 15 nm de la valeur spécifiée; si la différence entre la longueur d'onde centrale et la valeur spécifiée est supérieure à 10 nm cela doit être précisé avec les résultats (voir 9.7). La largeur quadratique moyenne (LQM) ne doit pas dépasser 10 nm, ou la largeur à mi-hauteur (LMH) de l'impulsion ne doit pas dépasser 25 nm.

Si des données de rétrodiffusion (RODT) sont utilisées dans un modèle d'affaiblissement spectral:

- la largeur spectrale ne doit pas excéder 10 nm (LMH) (4 nm LQM) pour les longueurs d'onde dans la région des pics d'eau, 1360 nm à 1430 nm par exemple;
- la longueur d'onde centrale doit être donnée à 2 nm près de la valeur réelle.

Page 40

9.3.1

Remplacer, dans la note, «la tension d'enroulement» par «l'enroulement» et ajouter à la note le nouveau texte suivant:

Autrement, il est possible d'exclure du calcul du coefficient d'affaiblissement toute perte induite confinée aux extrémités de la longueur de fibre (comme pour la première couche d'une bobine).

Page 23

7.4 Procedure

Add, at the end of this subclause, on page 25, the following point d):

d) Using attenuation measurement results at discrete wavelengths a spectral attenuation curve can be calculated with relationships such as those described in clause 10.

Page 31

8.1 Object

Add, at the end of this subclause, the following new text:

The insertion loss technique is less accurate than the cut-back one, but has the advantage of being non-destructive for the fibre under test and for the termini possibly fixed at both ends. Therefore it is particularly suitable for field use, and mainly intended for use with connectorized cable lengths.

Page 37

9.2.1 Optical transmitter

Replace the existing subclause as follows:

This usually includes one or more pulsed laser diode light sources capable of one or more pulse durations and pulse repetition rates. Unless otherwise specified in the detail specification the spectra for each wavelength shall satisfy the following. The central wavelength shall lie within 15 nm of the specified value; if the difference between the central wavelength and the specified value is greater than 10 nm it shall be reported (see 9.7). The root-mean-squared width (RMSW) shall not exceed 10 nm, or the full-width at half-maximum (FWHM) shall not exceed 25 nm.

If the OTDR data are to be used in a spectral attenuation model:

- the spectral width shall not exceed 10 nm (FWHM) (4 nm RMS) for wavelengths in the water peak region, e.g. 1 360 nm to 1 430 nm;
- the actual central wavelength shall be reported to within 2 nm of the actual value.

Page 41

9.3.1

Delete, in the note, the word "tension" and add the following new text to the note:

Alternatively, any induced loss confined to the ends of the fibre length (as with the first layer on a reel) can be excluded in a calculation of the attenuation coefficient.

Page 42

9.4 Procédure d'essai – Mesure de l'affaiblissement d'une fibre ou d'un câble à l'aide d'un RODT

Ajouter, dans la deuxième phrase, après «plus précises», le nouveau texte suivant:

, pour les fibres de type A1 et A2,

Ajouter, à la fin de l'article, la phrase suivante:

Pour les fibres de type B1 et B2, il est possible de calculer une courbe d'affaiblissement spectral avec des relations telles que celles décrites à l'article 10 en effectuant ces mesures à diverses longueurs d'onde.

Page 44

Ajouter, après le paragraphe 9.4.5.3, le nouveau paragraphe 9.4.5.4 suivant:

9.4.5.4 Répéter les essais pertinents donnés en 9.4 à chaque longueur d'onde requise.

9.4.6 *Modifier ce paragraphe comme suit:*

9.4.6 Répéter l'essai pour un signal injecté dans l'échantillon en essai dans la direction opposée. Pour obtenir des valeurs d'affaiblissement précises, les courbes dans les deux directions à la même longueur d'onde sont moyennées pour éliminer les effets des propriétés de la rétrodiffusion variables avec la longueur.

9.4.7.4 *Ajouter à la note le texte suivant:*

La méthode basée sur la moyenne des moindres carrés (MMC) peut être la plus répétitive.

9.4.7.5 *Remplacer le paragraphe existant par ce qui suit:*

9.4.7.5 Répéter les calculs pour les mesures effectuées pour chaque longueur d'onde dans la direction opposée. Moyenner les deux calculs effectués en 9.4.7.2 pour obtenir le coefficient d'affaiblissement de la fibre à cette longueur d'onde.

Ajouter, après ce paragraphe, le nouveau paragraphe 9.4.7.6 suivant:

9.4.7.6 Répéter les calculs donnés en 9.4.7.1 à 9.4.7.5 sur chaque longueur d'onde afin de déterminer le coefficient d'affaiblissement pour chaque longueur d'onde.

Page 48

9.6 Procédure d'essai – Mesure des défauts ponctuels d'une fibre à l'aide d'un RODT

Remplacer, dans tout le paragraphe, «défauts» par «discontinuités».

Page 43

9.4 Test procedure – Measurement of fibre or cable attenuation using an OTDR

Add, at the beginning of the second sentence, the following new text:

For fibres of type A1 and A2,

Add, at the end of the subclause, the following new sentence:

For fibres of type B1 and B2, by performing these measurements at multiple wavelengths, a spectral attenuation curve can be calculated using relationships such as those described in clause 10.

Page 45

Add, after subclause 9.4.5.3, the following new subclause 9.4.5.4:

9.4.5.4 Repeat the relevant tests of 9.4 at each wavelength required.

9.4.6 Amend this subclause as follows:

9.4.6 Repeat the test for a signal launched into the test sample in the opposite direction. To obtain accurate attenuation values, bi-directional traces at the same wavelength are averaged to eliminate the effects of length varying backscatter properties.

9.4.7.4 Add, to the note, the following text:

The least square average (LSA) may be the more repeatable method.

9.4.7.5 Replace the existing subclause as follows:

9.4.7.5 Repeat the calculations for the measurements made at each wavelength in the opposite direction. Compute the average of the two calculations made in 9.4.7.2 to arrive at the fibre's attenuation coefficient at that wavelength.

Add, after this subclause, the following new subclause 9.4.7.6:

9.4.7.6 Repeat the calculations of subclauses 9.4.7.1 to 9.4.7.5 at each wavelength to determine the attenuation coefficient at each wavelength.

Page 49

9.6 Test procedure – Measurement of fibre point defects using an OTDR

Replace, throughout the subclause, "defects" by "discontinuities".

Page 54

Ajouter, après l'article 9, le nouvel article 10 suivant:

10 Méthode CEI 793-1-C1D – Modélisation de l'affaiblissement spectral

10.1 Objet

Cette technique calcule l'affaiblissement linéique sur un spectre de longueurs d'onde à partir d'un petit nombre de longueurs d'onde définies (trois à cinq) mesurées directement.

10.2 Appareillage

Cette technique utilisant des valeurs prédéterminées pour les calculs, aucun appareillage spécifique n'est requis. Il est recommandé de se reporter à la technique spécifiquement utilisée pour obtenir les valeurs mesurées à partir desquelles les calculs sont effectués.

10.3 Echantillon en essai

Voir 10.2.

10.4 Procédure d'essai

Voir 10.2.

10.5 Calculs

Il est possible de calculer l'affaiblissement linéique d'une fibre sur un spectre de longueurs d'onde au moyen d'une matrice caractéristique M et d'un vecteur v . Le vecteur v contient l'affaiblissement linéique mesuré sur un petit nombre (trois à cinq) de longueurs d'onde de prévision (par exemple 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm et/ou 1550 nm). Le produit de la matrice M par le vecteur v donne un autre vecteur w qui contient l'affaiblissement linéique prévisionnel pour un grand nombre de longueurs d'onde (à des intervalles de longueurs d'onde de 10 nm, de 1240 nm à 1600 nm, par exemple).

La matrice M est donnée par:

A_{11}	A_{12}		A_{1n}
A_{21}	A_{22}		A_{2n}
"			"
"			"
"			"
A_{m1}	A_{m2}		A_{mn}

où

m est le nombre de longueurs d'onde pour lequel l'affaiblissement linéique doit être évalué;

n est le nombre de longueurs d'onde prévisionnelles.

La matrice M est ensuite multipliée par un vecteur v (d'éléments n) contenant la valeur d'affaiblissement linéique mesuré pour la fibre donnée: le résultat est un nouveau vecteur w (d'éléments m), qui donne les valeurs estimées d'affaiblissement linéique pour la plage donnée, c'est-à-dire:

$$w = M \cdot v$$

Page 55

Add, after clause 9, the following new clause 10:

10 Method IEC 793-1-C1D – Spectral attenuation modelling

10.1 Object

This technique predicts the attenuation coefficients across a spectrum of wavelengths from a small number (three to five) of discrete values measured directly.

10.2 Apparatus

Since this technique involves a calculation using predetermined values, there is no specific apparatus required. Please refer to the specific technique used to generate the measured values upon which the calculations are made.

10.3 Test sample

See 10.2.

10.4 Test procedure

See 10.2.

10.5 Calculations

The attenuation coefficient of a fibre across a spectrum of wavelengths may be calculated by means of a characterizing matrix M and a vector v . The vector contains the measured attenuation coefficients at a small number (three to five) of predictor wavelengths (e.g. 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm, and/or 1550 nm). The matrix M multiplies vector v to yield another vector w that contains the predicted attenuation coefficients at many wavelengths (such as at 10 nm wavelength intervals from 1240 nm to 1600 nm).

The matrix M is given by:

$$\begin{array}{cccc} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ " & & & " \\ " & & & " \\ " & & & " \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{array}$$

where

m is the number of wavelengths where the attenuation coefficients have to be estimated;

n is the number of predictor wavelengths.

The matrix M then multiplies a vector v (n elements) containing the measured attenuation coefficients for the specific fibre. The result is a new vector w (m elements), giving the estimated values of the attenuation coefficients over the given range, i.e.:

$$w = M \cdot v$$

L'écart standard entre les valeurs réelles et prévisionnelles de l'affaiblissement linéique à chaque longueur d'onde doit être inférieur à 0,xx dB/km pour une plage définie de longueurs d'onde. Il est possible qu'une autre tolérance, 0,yy dB/km, soit nécessaire si une plage de longueurs d'onde supplémentaire est spécifiée. Il est recommandé que l'utilisateur et le fabricant s'accordent sur les valeurs de xx (et yy) et la ou les plages de longueur d'onde.

Avec l'une des méthodes, le fournisseur de la fibre ou du câble doit indiquer la matrice caractéristique de son produit, et le modèle d'affaiblissement spectral est le vecteur w , comme indiqué précédemment, calculé à partir du produit de M par v . Avec l'autre, qui utilise une matrice générique, le fournisseur doit indiquer un vecteur de facteur de correction e qui transforme l'équation prévisionnelle comme suit:

$$w = M \cdot v + e$$

Une matrice générique est une matrice caractéristique qui peut être appliquée à une variété de fibres, de configurations et de fournisseurs (probablement pour un seul type de fibre), déterminée et/ou appelée par un corps normalisé, un client/utilisateur final unique ou une autre source de l'industrie avec laquelle les fournisseurs peuvent comparer leurs produits, la différence étant résolue par le vecteur e .

Si l'estimation est obtenue en utilisant la matrice M spécifique du fournisseur, le vecteur de correction e est inutile.

Les éléments de M et e étant obtenus sur une base statistique, les éléments du vecteur w doivent être interprétés en tant que valeurs statistiques. Pour indiquer la précision de l'affaiblissement linéique prévisionnel, les fournisseurs des fibres doivent donner un vecteur contenant l'écart standard entre l'affaiblissement linéique réel et prévisionnel ainsi que M et/ou e (voir 10.6).

NOTES

1 Afin de faciliter l'utilisation de cette matrice, il est recommandé de mesurer régulièrement la fibre aux longueurs d'onde prévisionnelles. Il est recommandé de mesurer 3 à 5 longueurs d'onde prévisionnelles, avec une nette préférence pour le plus petit nombre, s'il suffit à assurer la précision. Les longueurs d'onde retenues (par exemple 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm, et/ou 1550 nm) constituent un élément pour une étude ultérieure.

2 Avec ce modèle, seul l'affaiblissement des fibres non câblées est pris en considération. Pour tenir compte des effets dus au câblage et à l'environnement, il faut ajouter à w un vecteur supplémentaire.

10.6 Résultats

Les informations suivantes doivent être fournies avec chaque essai:

- date de l'essai;
- identification de l'échantillon;
- affaiblissement prévisionnel et longueur d'onde correspondante.

Les informations suivantes doivent être disponibles sur demande:

- méthode utilisée pour obtenir les valeurs d'affaiblissement mesurées;
- matrice utilisée pour prévoir l'affaiblissement spectral ou le vecteur de correction si une matrice standard a été utilisée;
- vecteur contenant l'écart-type entre l'affaiblissement linéique réel et prévisionnel obtenus lors du développement de la matrice.

The standard deviation of the difference between the actual and predicted attenuation coefficients at each wavelength is to be less than 0,xx dB/km within a stated wavelength range. A different tolerance, 0,yy dB/km, may be necessary if an additional wavelength range is specified. The values of xx (and yy), and the wavelength range(s) should be agreed upon between the user and the manufacturer.

In one approach the fibre or cable supplier shall provide a matrix characteristic of its product, and the modelled spectral attenuation is a vector w calculated as shown above from the product of M and v . In another approach, if a generic matrix is used, the supplier shall provide a correction factor vector e such that the prediction equation becomes:

$$w = M \cdot v + e$$

A generic matrix is a characterizing matrix which can be applied to a variety of fibres, designs and suppliers (presumably within a single fibre type), which is determined and/or invoked by a standard body, single customer/end-user or other industry source to which individual suppliers can compare their products, the difference being resolved by the vector e .

If the estimate is obtained by using the supplier's specific matrix M , then no correction vector e is necessary.

Since the elements of both M and e are achieved on a statistical basis, the w vector elements shall be interpreted as statistical. To indicate the accuracy of the predicted attenuation coefficients, the fibre suppliers shall give a vector containing the standard deviation of the differences between the actual and predicted attenuation coefficients together with M and/or e (see 10.6).

NOTES

- 1 In order to facilitate the use of this matrix, the fibre should be routinely measured at the predictor wavelengths. The predictor wavelengths should number from three to five, with a strong preference given to the lower number if sufficient accuracy can be achieved. The specific wavelengths (e.g. 1310 nm, 1330 nm, 1360 nm, 1380 nm, and/or 1550 nm) are an item for further study.
- 2 This model considers only uncabled fibre attenuation. An additional vector must be added to w to account for cabling effects and environmental effects.

10.6 Results

The following information shall be reported with each test:

- date of test;
- sample identification;
- predicted attenuation and corresponding wavelength.

The following information shall be available upon request:

- method used to obtain the measured attenuation values;
- the matrix used to predict the spectral attenuation or the correction vector if a standard matrix was used;
- the vector containing the standard deviation of the differences between the actual and predicted attenuation coefficients obtained during the development of the matrix.

Page 66

10 Réponse modale en bande de base

Modifier la numérotation comme suit:

11 Réponse modale en bande de base

Ajouter le titre suivant avant le texte existant:

11.1 Définition

11 Définitions opérationnelles

Modifier la numérotation de cet article comme suit:

11.2 Définitions opérationnelles

Page 68

13.1 Conditions d'injection

Supprimer la dernière phase de ce paragraphe.

Page 72

13.4.2 Information disponible

Supprimer le deuxième tiret de ce paragraphe.

Page 76

14.4.2 Information disponible

Supprimer le deuxième tiret de ce paragraphe.

Page 84

Ajouter, après le paragraphe 15.3.5, le nouvel article 15.4 suivant:

15.4 Méthode CEI 793-1-C3C – Essai de microcourbure sur treillis

15.4.1 Objet

Ce paragraphe décrit la procédure qui permet de déterminer la sensibilité relative de la fibre optique aux pertes subies par microcourbure lorsqu'un treillis est utilisé pour introduire la microcourbure. La possibilité d'extrapoler les résultats de cet essai pour mettre en lumière des ordres de grandeur typiques pour câble optique n'a pas été établie.

Page 67

10 Modal baseband response

Amend the numbering as follows:

11 Modal baseband response

Add the following subclause title before the existing text.

11.1 Definition

11 Operational definitions

Amend the numbering of this clause as follows:

11.2 Operational definitions

Page 69

13.1 Launching conditions

Delete the last sentence of this subclause.

Page 73

13.4.2 Available information

Delete the second dash of this subclause.

Page 77

14.4.2 Available information

Delete the second dash of this subclause.

Page 85

Add, at the end of subclause 15.3.5, the following new subclause 15.4:

15.4 Method IEC 793-1-C3C – Wire mesh microbending test method

15.4.1 Object

This subclause describes the procedure to determine the relative susceptibility of optical fibre to losses incurred due to microbending where a wire mesh is used to introduce the microbending. The ability to extrapolate the results of this test to stress magnitudes typical of optical cable has not been established.

15.4.2 Appareillage

15.4.2.1 Source lumineuse

Une source lumineuse dont la largeur de raie à mi-hauteur (LMH) est ≤ 10 nm (ou comme indiqué dans la spécification particulière), stable en longueur d'onde et en intensité, et pouvant opérer sur la plage de longueurs d'onde indiquée dans la spécification particulière doit être utilisée.

15.4.2.2 Détecteur

Une photodiode dont la réponse spectrale est compatible avec la source lumineuse doit être utilisée. La réponse du système de détection doit aussi être compatible avec les techniques de modulation, si elles sont utilisées, et doit être linéaire au niveau de la puissance d'entrée dans la plage de longueurs d'onde de mesure. Il est possible de moduler la source afin d'améliorer le rapport signal/bruit sur le récepteur.

15.4.2.3 Filtre de mode

Pour éviter la propagation de modes d'ordre supérieur générés à l'extrémité d'injection, un filtre de mode, constitué d'une boucle de fibre d'un diamètre nominal de 60 mm, doit être utilisé.

15.4.2.4 Equipement générateur de microcourbures

Un exemple de montage utilisé pour produire des pertes par microcourbures est illustré à la figure 36 et décrit ci-dessous. La plaque d'appui métallique fait office de repère et de surface plane pour les parties supérieures du dispositif. Deux chevilles de positionnement sont fixées dans la plaque d'appui.

Une plaque de caoutchouc vulcanisé, de dureté Shore A 73 à 75, est fixée à la plaque d'appui de sorte que les chevilles de positionnement ne puissent pas se déplacer. Un cercle de 98,5 mm de diamètre est tracé sur le dessus de la plaque de caoutchouc. Une portion de la plaque de caoutchouc est découpée de façon à éviter le croisement des fibres, cela réduit la longueur de fibre en essai d'environ 8 mm. Il est important que la plaque de caoutchouc soit plane et ne soit pas marquée par des encoches de quelque sorte que ce soit.

Le treillis, comme indiqué dans la spécification particulière, est percé de trous qui permettent une mise en place répétée précise sur les chevilles de la plaque d'appui.

Le plateau supérieur (masse nominale 1 kg) a deux trous de positionnement qui permettent un ajustement glissant avec les chevilles de la plaque d'appui. Une série de poids, 5×1 kg, ou comme indiqué dans la spécification particulière, fournit la charge supplémentaire pour provoquer des pertes de microcourbures supplémentaires.

15.4.3 Prescriptions de la spécification particulière

- Plage de longueurs d'onde (1200 nm à 1600 nm, par exemple)
- Largeur de raie (≤ 10 nm, par exemple)
- Taille de l'incrément (≤ 10 nm, par exemple)
- Incrément de la charge (1 kg, par exemple)
- Spécification du treillis (70, tissé, par exemple)
- Nombre d'échantillons (5 à 10, par exemple)

15.4.2 Apparatus

15.4.2.1 Light source

A light source with a full width half maximum (FWHM) linewidth of ≤ 10 nm (or as stated in the detail specification), stable in wavelength and intensity and capable of operating over the wavelength range as stated in the detail specification shall be used.

15.4.2.2 Detector

A photodiode with a spectral response compatible with the light source shall be used. The detector system response shall also be compatible with modulation techniques where used and shall be linear with respect to the input power over the measured wavelength range. The light source may be modulated in order to improve the signal-to-noise ratio at the receiver.

15.4.2.3 Mode filter

To prevent the propagation of higher order modes generated at the launch end, a mode filter, which is one fibre turn of a nominal 60 mm diameter, shall be used.

15.4.2.4 Microbend inducing equipment

An example of the arrangement used to produce microbend losses is shown in figure 36. The metal base plate acts as a location and smooth surface for the upper layers of the equipment. Two locating dowels are fixed into the base plate.

A sheet of vulcanized rubber of Shore A hardness 73 to 75 is fixed to the base plate so that it cannot move relative to the locating dowels. The top of the rubber sheet is marked with a circle of diameter 98,5 mm. A portion of the rubber sheet is cut away to prevent fibre crossover, this reduces the length of fibre under test by about 8 mm. It is important that the rubber sheet is flat and not marked by grooves of any sort.

The wire mesh, as specified in the detail specification, has holes drilled into it to allow repeated accurate location on to the dowels in the base plate.

The top plate (of nominal mass 1 kg) has two location holes which have a sliding fit with the dowels in the base plate. A set of weights, 5 × 1 kg or as specified in the detail specification, provides the additional load to cause additional microbend losses.

15.4.3 Requirements from detail specification

- Wavelength range (e.g. 1200 nm to 1600 nm)
- Linewidth (e.g. ≤ 10 nm)
- Stepsize (e.g. ≤ 10 nm)
- Load increment (e.g. 1 kg)
- Mesh specification (e.g. 70, woven)
- Number of samples (e.g. 5 to 10)

15.4.4 Procédure

Placer la fibre en boucle suivant le cercle tracé sur la plaque de caoutchouc. Au besoin, la fibre peut être maintenue en place à l'aide de trois petits morceaux de ruban adhésif au maximum.

Monter le treillis sur les chevilles de positionnement. Abaisser doucement le plateau supérieur pour pousser le treillis jusqu'à la fibre. Enregistrer la puissance mesurée sur la plage de longueurs d'onde spécifiée.

Placer la charge spécifiée sur le plateau supérieur et enregistrer la puissance mesurée sur la plage de longueurs d'onde spécifiée. Répéter l'opération avec quatre incréments de charge supplémentaires.

15.4.5 Calculs

Calculer l'incrément de perte moyenne en (dB/m)/(kg/m) en fonction de la longueur d'onde sur la plage de longueurs d'onde spécifiée.

15.4.6 Résultats

Il convient de fournir les informations suivantes:

- montage et conditions d'essai;
- répétitivité et précision de la méthode d'essai;
- identification de la fibre;
- longueur de fibre en essai;
- incrément de perte moyenne sur la plage de longueurs d'onde;
- diamètre du champ de mode;
- longueur d'onde de coupure.

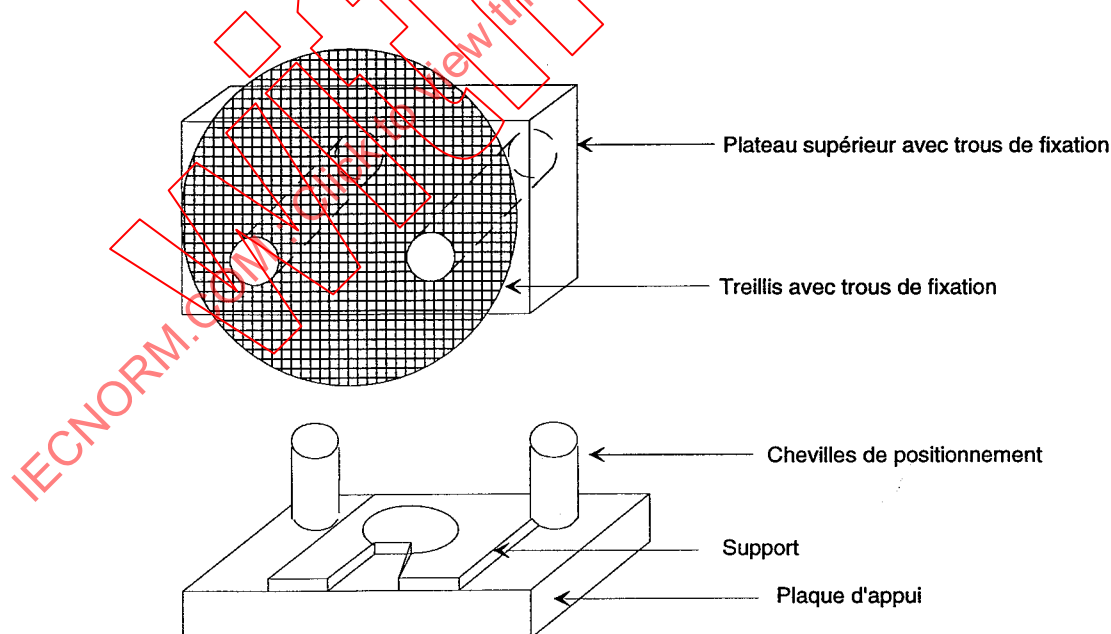


Figure 36 – Diagramme schématique d'essai de microcourbure

15.4.4 Procedure

Place the fibre in a loop to follow the circle on the rubber sheet. If necessary, the fibre may be held in place by no more than three small pieces of tape.

Assemble the mesh onto the locating dowels. Gently lower the top plate down to push the mesh onto the fibre. Record the power reading over the specified wavelength range.

Apply the specified load to the top plate and record the power reading over the specified wavelength range. Repeat the test with additional four load increments.

15.4.5 Calculations

Calculate the mean loss increment in (dB/m)/(kg/m) as a function of wavelength over the specified wavelength range.

15.4.6 Results

The following information should be available:

- test arrangement and conditions;
- repeatability and accuracy of test method;
- fibre identification;
- length of fibre under test;
- mean loss increment across the wavelength range;
- mode field diameter;
- cut-off wavelength.

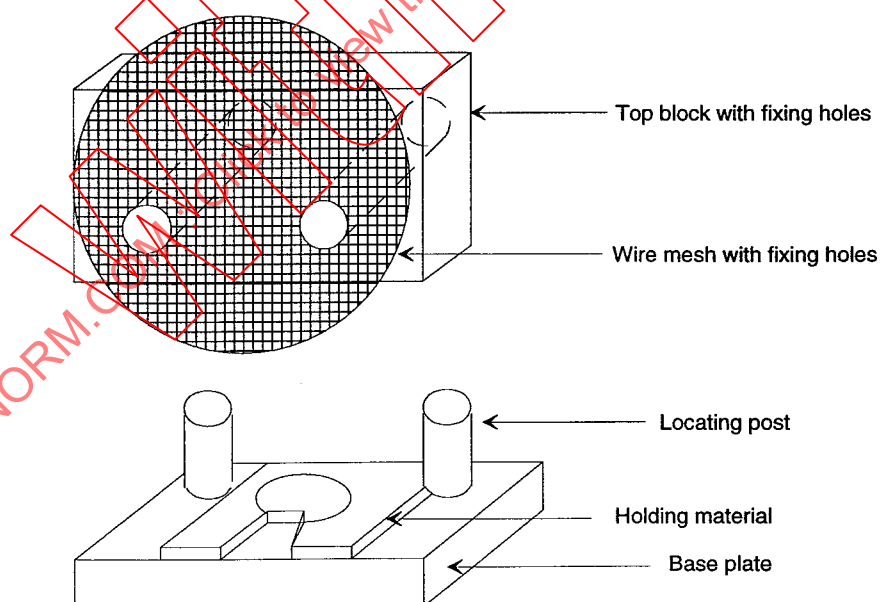


Figure 36 – Schematic diagram of microbend test

Page 92

17.1.4 *Ajouter, à la fin de ce paragraphe, la nouvelle phrase suivante:*

Cette méthode peut être appliquée à des longueurs plus courtes, bien que pour les longueurs courtes la précision ou la répétabilité puissent être compromises.

17.2.1 *Source lumineuse*

Insérer le nouveau texte suivant au début de ce paragraphe:

La source lumineuse doit être stable en position, intensité et longueur d'onde sur une période de temps suffisante pour effectuer la procédure de mesure. Des diodes laser multiples (par exemple sur la figure 19), des diodes laser ajustables en longueur d'onde, des diodes électroluminescentes (par exemple sur la figure 20) ou des sources à large bande (par exemple un laser Nd:YAG avec une fibre Raman) peuvent être utilisées, en fonction de la gamme de longueurs d'onde de mesure.

Les longueurs d'onde injectées dans la fibre en essai peuvent être sélectionnées à l'aide d'un commutateur optique, d'un monochromateur, de dispositifs dispersifs, de filtres optiques, de coupleurs optiques ou en accordant le laser, selon le type de source lumineuse et d'appareillage de mesure. Le sélecteur de longueur d'onde peut être utilisé à l'entrée ou à la sortie de la fibre en essai.

17.2.1.1 *Diodes laser multiples (figure 19)*

Supprimer le numéro de ce paragraphe, son titre et le premier alinéa.

Page 94

17.2.1.2 *Diodes électroluminescentes filtrées (figure 20)*

Supprimer le numéro, le titre et le texte de ce paragraphe.

Page 110

18.1.4 *Ajouter, après la phrase existante, la nouvelle phrase suivante:*

Cette méthode peut être appliquée à des longueurs plus courtes, bien que pour les longueurs courtes la précision ou la répétabilité puissent être compromises.

Ajouter, après le paragraphe 18.2.1.2, le nouveau paragraphe 18.2.1.3 suivant et renuméroter le paragraphe 18.2.1.3 existant en 18.2.1.4:

18.2.1.3 *Diodes laser accordables en longueur d'onde*

Une ou plusieurs diodes laser accordables en longueur d'onde (par exemple un laser à cavité externe) peuvent être utilisées si elles produisent des impulsions de courte durée (moins de 400 ps LMH), si elles sont stables en intensité et peuvent maintenir une longueur d'onde stable et être pilotées de façon stable sur la durée de la mesure.

Page 93

17.1.4 *Add, after the existing sentence, the following new sentence:*

This method may be applied to shorter lengths, although for short lengths the accuracy or repeatability may be compromised.

17.2.1 *Light source*

Insert the following new text before the existing text:

The light source shall be stable in position, intensity and wavelength over a time period sufficiently long to complete the measurement procedure. Multiple laser diodes (for example as in figure 19), wavelength tunable laser diodes, light emitting diodes (for example as in figure 20) or broadband sources (for example, a Nd:YAG laser with a Raman fibre) may be used, depending on the wavelength range of the measurement.

The wavelength launched into the fibre under test may be selected using an optical switch, a monochromator, dispersive devices, optical filters, optical couplers or by tuning the laser, depending on the type of light sources and measurement set-up. The wavelength selector may be used either at the input or at the output of the fibre under test.

17.2.1.1 *Multiple laser diodes (figure 19)*

Delete this subclause number, its title and the first paragraph.

Page 95

17.2.1.2 *Filtered light emitting diodes (figure 20)*

Delete the number, title and text of this subclause.

Page 111

18.1.4 *Add, after the existing sentence, the following new sentence:*

This method may be applied to shorter lengths, although for short lengths the accuracy or repeatability may be compromised.

Add, after subclause 18.2.1.2, the following new subclause 18.2.1.3 and renumber the existing subclause 18.2.1.3 as 18.2.1.4:

18.2.1.3 *Wavelength tunable laser diodes*

One or more wavelength tunable laser diodes (for example, an external cavity laser) may be used if they produce pulses of short duration (less than 400 ps FWHM), are stable in intensity, and can maintain a stable wavelength and be stably triggered over the duration of the measurement.

Page 148

21.2.2.1.2 Mécanique du dispositif de détection

Modifier la deuxième phrase comme suit:

L'axe de rotation du mécanisme doit être situé dans la face d'extrémité de l'échantillon en essai et doit être perpendiculaire à l'axe de l'échantillon en essai, et le plan de rotation du mécanisme doit contenir l'axe de l'échantillon.

21.2.2.3.2 Transformation en champ lointain et projection

Ajouter, à la fin de ce paragraphe, les deux nouveaux paragraphes suivants:

Il convient que l'ouverture numérique de l'objectif L_1 soit assez grande pour ne pas limiter l'ouverture numérique de l'échantillon (fibre).

Dans le cas où le diagramme en champ lointain est fourni par un objectif, il convient de prendre soin que, en particulier pour les grandes ouvertures, le diamètre D_{12} de l'objectif relais L_2 soit suffisamment grand pour éviter un assombrissement à la périphérie:

$$D_{12} > 2 f \tan \phi$$

où $\sin \phi$ est l'ouverture numérique, ON.

Page 158

23.2.1 Source lumineuse

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Une source lumineuse dont la largeur de raie ne dépasse pas 10 nm (LMH), stable en position, intensité et longueur d'onde sur une période de temps suffisante pour effectuer la procédure de mesure et capable de fonctionner sur une plage suffisante de longueurs d'onde doit être utilisée.

23.2.2 Modulation

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

La source lumineuse peut être modulée pour empêcher la lumière ambiante de fausser les résultats et pour aider à la restitution du signal. Des méthodes alternatives, par exemple en utilisant un analyseur de spectre optique, peuvent ne pas nécessiter la modulation de la lumière.

Page 162

23.4.2 Détermination de la longueur d'onde de coupure

Remplacer le numéro et le titre de ce paragraphe par ce qui suit:

Page 149

21.2.2.1.2 Detection system mechanics

Amend the second sentence as follows:

The axis of rotation of the mechanism shall intercept the endface of the test sample and shall be perpendicular to the test sample axis, and the rotation plane of the mechanism shall contain the axis of the specimen.

21.2.2.3.2 Far field transformation and projection

Add, at the end of this subclause, the following two new paragraphs:

The numerical aperture of the lens L_1 should be big enough so as not to limit the numerical aperture of the specimen (fibre).

In the case that the far-field pattern is represented by a lens, care should be taken that especially for high apertures the diameter D_{12} of the relay lens L_2 is sufficiently big to avoid darkening at the periphery:

$$D_{12} > 2 f \tan \phi$$

where $\sin \phi$ is the numerical aperture, NA.

Page 159

23.2.1 Light source

Replace the existing text by the following new text:

A light source with linewidth not greater than 10 nm (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.

23.2.2 Modulation

Replace the existing text by the following new text:

The light source may be modulated in order to prevent ambient light from affecting the results, and to aid signal recovery. Alternative methods, such as using an optical spectrum analyzer, may not require the light to be modulated.

Page 163

23.4.2 Determination of the cut-off wavelength

Replace the number and title of this subclause by the following:

23.5 Calculs

23.5.1 Détermination non filtrée de la longueur d'onde de coupure

Insérer après le nouveau paragraphe 23.5.1 (précédemment 23.4.2) et avant le nouveau paragraphe 23.6 (précédemment 23.5), les nouveaux paragraphes suivants:

23.5.2 Méthode de mesure de la longueur d'onde de coupure par ajustement de courbe pour augmenter la précision

Les deux premières étapes définissent la plage des grandes longueurs d'onde, LP_{01} . Les deux étapes suivantes définissent la plage de transition, où l'affaiblissement LP_{11} commence à s'accroître. La cinquième étape caractérise cette plage à partir d'un modèle théorique. La dernière étape calcule la longueur d'onde de coupure, λ_c , à partir des paramètres de caractérisation.

23.5.2.1 Etape 1 – Définition de la plage des grandes longueurs d'onde

La plus petite longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est déterminée par deux techniques de calcul différentes, présentées en 24.5.

Pour la technique de la fibre de référence multimodale, la plus petite longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est la longueur d'onde à laquelle l'affaiblissement, α , est minimal.

Pour la technique de la fibre de référence courbée, c'est la longueur d'onde à laquelle la fonction ci-dessous est minimale:

$$\alpha(\lambda) - 8 + 8\lambda \quad (\lambda \text{ en } \mu\text{m})$$

La plus grande longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est la plus petite longueur d'onde de cette région plus 150 nm.

23.5.2.2 Etape 2 – Caractérisation de la courbe d'affaiblissement, $\alpha(\lambda)$, de la plage des grandes longueurs d'onde comme fonction linéaire de la longueur d'onde λ

$$\alpha(\lambda) = A_u + B_u \lambda$$

Pour la méthode de la fibre de référence courbée, B_u est fixé à 0 et A_u à la moyenne des valeurs d'affaiblissement de la plage des grandes longueurs d'onde. Pour la méthode de la fibre de référence multimodale, ces valeurs d'affaiblissement sont ajustées en utilisant une technique particulière:

- A_u et B_u sont calculés par régression simplexe de sorte que la somme des valeurs absolues d'erreur atteigne son minimum et qu'aucune erreur ne soit négative.
- La moyenne des erreurs est calculée et ajoutée à A_u .
- La valeur minimale d'erreur de la plage des grandes longueurs d'onde, E , est déterminée par:

$$E = \min[\alpha(\lambda) - A_u - B_u \lambda]$$

23.5 Calculations

23.5.1 Unfiltered determination of the cut-off wavelength

Insert, after the new subclause 23.5.1 (previously 23.4.2) and prior to the new subclause 23.6 (previously 23.5), the following new subclauses:

23.5.2 Cut-off wavelength measurement curve fitting method for precision improvement

The first two steps define the LP_{01} region, or upper wavelength region. The second two steps define the transition region, where LP_{11} attenuation begins to increase. The fifth step characterizes this region according to a theoretical model. The last step computes the cut-off wavelength, λ_c , from the characterization parameters.

23.5.2.1 Step 1 – Define the upper wavelength region

The lowest wavelength of the upper wavelength region is determined differently for the two calculation techniques provided in 24.5.

For the multimode reference technique the lowest wavelength of the upper wavelength region is the wavelength at which the attenuation, α , is minimum.

For the bend reference technique it is the wavelength at which the following function is minimum:

$$\alpha(\lambda) - 8 + 8\lambda \quad (\lambda \text{ in } \mu\text{m})$$

The upper wavelength of the upper wavelength region is the lowest wavelength of the upper wavelength region plus 150 nm.

23.5.2.2 Step 2 – Characterization of the attenuation curve, $\alpha(\lambda)$, of the upper wavelength region as a linear equation in wavelength, λ

$$\alpha(\lambda) = A_u + B_u \lambda$$

For the bend reference method, B_u is set to 0 and A_u is set to the median of the attenuation values in the upper wavelength region. For the multimode reference method, the attenuation values of the upper wavelength region are fitted using a special technique:

- A_u and B_u are found by simplex regression such that the sum of absolute values of error is minimum and such that all errors are non-negative.
- The median of the errors are determined and added to A_u .
- The minimum error of the upper wavelength region, E , is determined by:

$$E = \min[\alpha(\lambda) - A_u - B_u \lambda]$$

23.5.2.3 Etape 3 – Calcul de la plus grande longueur d'onde de la plage de transition

En commençant à la plus grande longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde, obtenue à l'étape 1, déterminer la longueur d'onde maximale à laquelle l'affaiblissement dépasse de 0,1 dB la droite calculée à l'étape 2. La plus grande longueur d'onde de la plage de transition correspond à cette valeur plus 10 nm.

23.5.2.4 Etape 4 – Calcul de la plus petite longueur d'onde de la plage de transition

En commençant à la plus grande longueur d'onde de la plage de transition, obtenue à l'étape 3, la longueur d'onde correspond à celle à laquelle $\alpha(\lambda) - A_u - B_u \lambda$ présente un maximum local et telle que la différence entre ce maximum et le minimum local suivant (à la plus grande valeur λ) soit maximale.

23.5.2.5 Etape 5 – Caractérisation de la plage de transition à l'aide du modèle théorique et des contraintes sur erreurs

Le modèle est une régression linéaire d'une conversion. Les contraintes sur erreurs contrôlent les erreurs de régression négative de sorte que la transformation inverse de la droite ajustée ne produise pas d'erreurs d'affaiblissement négatives inférieures à E , obtenu à l'étape 2. L'ajustement des données avec les contraintes sur erreurs s'effectue par des méthodes de programmation linéaire simplexe.

Soit

$$a(\lambda) = \alpha(\lambda) - A_u - B_u \lambda,$$

prenons A_u et B_u de l'étape 2.

$$Y(\lambda) = 10 \log \left[-\frac{10}{C} \log \left(\frac{10^{\frac{a(\lambda)}{10}} - 1}{\rho} \right) \right]$$

où

$$C = 10 \log \left[\rho / (10^{0,01} - 1) \right];$$

$\rho = 2$, sauf spécification contraire.

La transformée obtenue par l'équation ci-dessus est ajustée sur le modèle linéaire suivant:

$$A_t + B_t \lambda = -Y(\lambda)$$

A_t et B_t sont obtenus de sorte que la somme des valeurs absolues d'erreurs soit minimisée et qu'aucune erreur ne soit inférieure à $-v(\lambda)$, avec $v(\lambda)$ donné comme fonction de E , défini en 23.5.2.2:

23.5.2.3 Step 3 – Find the upper wavelength of the transition region

Starting at the upper wavelength of the upper wavelength region, from step 1, the maximum wavelength is determined when the attenuation is 0,1 dB greater than the line found in step 2. The upper wavelength of the transition region is this value plus 10 nm.

23.5.2.4 Step 4 – Find the lower wavelength of the transition region

Starting with the upper wavelength of the transition region, from step 3, the wavelength is found at which $\alpha(\lambda) - A_u - B_u\lambda$ has a local maximum and so the difference between this maximum and the next local minimum (at larger λ) is maximum.

23.5.2.5 Step 5 – Characterize the transition zone with the theoretical model and constraints on errors

The model is a linear regression of a transformation. The constraints on errors control negative regression errors so that the inverse transform of the fitted line will not produce negative attenuation errors less than E , from step 2. Fitting the data with constraints on errors is done with simplex linear programming methods.

Let

$$a(\lambda) = \alpha(\lambda) - A_u - B_u\lambda,$$

with A_u and B_u from step 2.

$$Y(\lambda) = 10 \log \left[\frac{10}{C} \log \left(\frac{10^{\frac{a(\lambda)}{10}} - 1}{\rho} \right) \right]$$

where

$$C = 10 \log \left[\rho / (10^{0,01} - 1) \right];$$

$\rho = 2$, unless otherwise specified.

The transform from the above equation is fitted to the following linear model:

$$A_t + B_t \lambda = -Y(\lambda)$$

A_t and B_t are found such that the sum of the absolute values of error is minimized and such that no error is less than $-v(\lambda)$, with $v(\lambda)$ given as a function of E , from 23.5.2.2:

$$w(\lambda) = \left[1 + \rho \cdot 10^{\left(\frac{-A}{10} \right)} \cdot 10^{\frac{Y(\lambda)}{10}} \right] \left[\frac{-E}{10} \right]$$

$$z(\lambda) = 10 \log \left[-\frac{10}{a} \log \left(\frac{w(\lambda) - 1}{\rho} \right) \right]$$

$$v(\lambda) = Y(\lambda) - z(\lambda)$$

23.5.2.6 Etape 6 – Evaluation de la pente de transition et calcul de la longueur d'onde de coupure λ_c

Si $B_t > -1$, la plus grande longueur d'onde de la plage de transition est réduite de 10 nm et répéter l'étape 5 (voir 23.5.2.5). Sinon, λ_c est calculé comme suit:

$$\lambda_c = -\frac{A_t}{B_t}$$

Page 166

23.5 Résultats

Renommer respectivement les paragraphes 23.5, 23.5.1 et 23.5.2 en 23.6, 23.6.1 et 23.6.2.

24 Méthode CEI 793-1-C7B – Mesure de la longueur d'onde de coupure en câble d'une fibre unimodale

Remplacer «A l'étude» par ce qui suit:

24.1 Objet

La présente méthode d'essai décrit une procédure permettant de déterminer la longueur d'onde de coupure en câble, λ_{cc} , d'une fibre unimodale par analyse de la longueur d'onde au-delà de laquelle la puissance transmise par une fibre optique se modifie brusquement. La valeur résultante dépend de la longueur et de la courbure du câble. Deux configurations par défaut sont étudiées ici; toute autre configuration sera donnée dans la spécification particulière.

La longueur d'onde de coupure de la fibre, λ_c mesurée dans les conditions standard de longueur et de courbure énoncées à la méthode 793-1-C7A est généralement supérieure à λ_{cc} . Pour les câbles courts, par exemple queues de cochon et jarretières, ayant une longueur plus courte (et éventuellement un rayon de courbure supérieur) que décrite dans la présente méthode, le câble peut devenir multimodal lorsque les longueurs d'onde dépassent λ_{cc} . Si leur longueur est encore inférieure à celle décrite dans la méthode 793-1-C7A (mesure de la longueur d'onde de coupure pour une fibre), le câble peut devenir multimodal lorsque les longueurs d'onde dépassent λ_c .

$$w(\lambda) = \left[1 + \rho \cdot 10^{\left(\frac{-A}{10} \right) \cdot 10^{\frac{Y(\lambda)}{10}}} \right] \left[\frac{-E}{10 \cdot 10} \right]$$

$$z(\lambda) = 10 \log \left[-\frac{10}{a} \log \left(\frac{w(\lambda) - 1}{\rho} \right) \right]$$

$$v(\lambda) = Y(\lambda) - z(\lambda)$$

23.5.2.6 Step 6 – Evaluate the slope of the transition and compute the cut-off wavelength λ_c

If $B_t > -1$ the upper wavelength of the transition region is reduced by 10 nm, repeat step 5 (see 23.5.2.5). Otherwise λ_c is computed as

$$\lambda_c = -\frac{A_t}{B_t}$$

Page 167

23.5 Results

Renumber subclauses 23.5, 23.5.1 and 23.5.2 as 23.6, 23.6.1 and 23.6.2 respectively.

24 Method IEC 793-1-C7B – Cable cut-off wavelength measurement of single-mode fibre

Replace "Under consideration" by the following:

24.1 Object

This test method describes a procedure for determining the cable cut-off wavelength, λ_{cc} , of single-mode fibre by observing the wavelength about which the power transmitted through a fibre abruptly changes. The value obtained is affected by the cable length and by bend conditions. Two default configurations are given here. Any different configuration will be given in the detail specification.

The fibre cut-off wavelength, λ_c measured under standard length and bend conditions of method 793-1-C7A will generally exhibit a value larger than λ_{cc} . For short cables, for example pigtail and jumper cables with a length shorter (and possibly a bending radius larger) than described in this method, the cable may become multimode at larger wavelengths than λ_{cc} . In case the cable length is even shorter than described in method 793-1-C7A (fibre cut-off wavelength measurement) the cable can become multimode at wavelengths larger than λ_c .

Cette procédure d'essai compare la puissance spectrale transmise par l'échantillon en essai déployé, c'est-à-dire l'échantillon en essai avec:

- une courbure supplémentaire de rayon inférieur: méthode A;
- une fibre multimodale: méthode B.

24.2 Appareillage

24.2.1 Source lumineuse

Ce doit être une source de lumière naturelle filtrée, dont la largeur de raie ne dépasse pas 10 nm, qui est stable en position et en intensité, et capable de fonctionner sur toute la plage de longueurs d'onde comprises entre 1 000 nm et 1 600 nm.

24.2.2 Modulation

La source lumineuse doit être modulée pour empêcher la lumière ambiante de fausser les résultats, et pour aider à la restitution du signal. Un échantillonneur mécanique muni d'une sortie de référence constitue un arrangement convenable.

24.2.3 Dispositif optique d'injection

Un dispositif optique d'injection, tel qu'un système de lentilles ou une fibre multimodale doit être utilisé pour saturer l'échantillon en essai sur toute la plage des longueurs d'onde d'essai. Cette injection est relativement insensible à la position de l'extrémité d'entrée de la fibre unimodale et elle est suffisante pour exciter le mode fondamental et tous les modes d'ordre supérieur dans l'échantillon en essai. Si une épissure en bout à bout est utilisée, il est recommandé de prévoir un moyen permettant d'éviter les phénomènes d'interférence.

Lorsqu'une fibre multimodale est utilisée comme référence, sa saturation peut engendrer un phénomène indésirable d'ondulation dans le spectre de transmission de puissance. Il est recommandé de limiter suffisamment l'injection pour éviter le phénomène d'ondulation. La méthode C1A donne un exemple d'injection limitée. Un filtre de mode à mandrin ayant une perte d'insertion suffisante (environ 4 dB) constitue un autre exemple d'injection limitée.

24.2.4 Appareillage de maintien et de positionnement

Il est recommandé de maintenir stables les extrémités d'entrée et de sortie de l'échantillon en essai pendant toute la durée de l'essai; il est permis d'utiliser des dispositifs tels qu'un mandrin à succion, un mandrin magnétique ou des connecteurs. Il est recommandé de maintenir les extrémités de la fibre afin de pouvoir les positionner, de façon répétitive, dans le dispositif optique d'injection et de détection.

Pour la configuration 1, fournir un moyen permettant de maintenir correctement les extrémités du câble.

24.2.5 Extracteur des modes de gaine

Il est recommandé de supprimer la puissance des modes de gaine de l'échantillon en essai. Dans certaines circonstances, le revêtement de la fibre remplira cette fonction; sinon, il est recommandé d'utiliser des méthodes ou des dispositifs qui permettent l'extraction de la puissance des modes de gaine aux extrémités d'entrée et de sortie de l'échantillon en essai.

This test procedure compares the transmitted spectral power from the deployed test sample, i.e. the test sample with:

- an additional smaller radius fibre bend: method A;
- a multimode fibre: method B.

24.2 *Apparatus*

24.2.1 *Light source*

A filtered white light source, with linewidth not greater than 10 nm, stable in position and intensity, and capable of operation over the wavelength range 1 000 nm to 1 600 nm shall be used.

24.2.2 *Modulation*

The light source shall be modulated to prevent ambient light from affecting the results and to aid in signal recovery. A mechanical chopper with a reference output is a suitable arrangement.

24.2.3 *Launch optics*

The launch optics, such as a lens system or a multimode fibre, shall be used to overfill the test sample over the full range of test wavelengths. This launch is relatively insensitive to the input endface position of the single-mode fibre and is sufficient to excite the fundamental and any higher order modes in the test sample. If a butt splice is used, means should be provided to avoid interference effects.

When a multimode fibre is used as a reference, overfilling it can produce an undesired ripple effect in the power transmission spectrum. The launch should be sufficiently restricted to eliminate the ripple effect. One example of restricted launch is in method C1A. Another example of restricted launch is a mandrel wrap mode filter with sufficient (approximately 4 dB) insertion loss.

24.2.4 *Support and positioning apparatus*

The input and output ends of the test sample should be stably supported for the duration of the test. Means such as vacuum chucks, magnetic chucks, or connectors, may be used. The fibre ends should be supported such that they can be repeatedly positioned in the launch and detect optics.

For configuration 1, provide a means for suitably supporting the cable ends.

24.2.5 *Cladding mode stripper*

Cladding power should be removed from the test sample. Under some circumstances the fibre coating will perform this function. Otherwise, methods or devices should be used that extract cladding mode power at the input and output ends of the test sample.

24.2.6 Dispositif optique de détection

Il est recommandé de coupler toutes les puissances optiques transmises par l'échantillon en essai sur la zone active du détecteur. Il est possible d'utiliser, par exemple, un système de lentilles optiques, une épissure en bout avec une fibre multimodale reliée à un détecteur par une fibre amorce, ou un couplage direct.

24.2.7 Détecteur et dispositif électronique de détection

Il est recommandé d'utiliser un détecteur sensible sur toute la plage des longueurs d'onde utilisées et linéaire sur toute la plage des intensités rencontrées. Un système typique peut comporter une photodiode au Ge ou au InGaAs à mode photovoltaïque et un préamplificateur d'entrée de courant, la détection étant assurée par un amplificateur à verrouillage et par un dispositif échantillonneur optique. Généralement, un système comporte un calculateur destiné à l'acquisition et à l'analyse des données.

24.3 Echantillon en essai

Pour les besoins de cette procédure d'essai, l'échantillon en essai est défini comme une longueur de fibre optique unimodale déployée dans l'une des deux configurations par défaut, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Il est possible d'utiliser d'autres configurations s'il est démontré que les résultats empiriques ne varient pas de plus de 10 nm.

24.3.1 Echantillon en essai – configuration 1

Comme illustré à la figure 37, un câble d'une longueur totale de 22 m doit être préparé en décablant un mètre de fibre à chaque extrémité. Le câble de 20 m doit être déployé de façon suffisamment droite, de sorte que le déploiement n'ait pas d'effet significatif sur les résultats. Pour simuler les effets des organisateurs d'épissure, une boucle de 80 mm de diamètre doit être appliquée à chaque portion décablée de 1 m des extrémités de la fibre.

24.3.2 Echantillon en essai – configuration 2

Comme illustré à la figure 38, une fibre non câblée d'une longueur totale de 22 m doit être enroulée en une boucle d'au moins 140 mm de rayon, de façon à simuler au mieux les phénomènes de câblage. Pour simuler les effets des organisateurs d'épissure, faire une boucle de 80 mm de diamètre sur chaque extrémité décablée de 1 m de la fibre.

Préparer des faces planes aux extrémités d'entrée et de sortie de chaque fibre.

24.4 Procédure d'essai

L'échantillon en essai doit être déployé dans la configuration par défaut 1 ou 2, ou comme spécifié dans la spécification particulière. Lors du montage du système de support de l'échantillon en essai, et en cas d'utilisation d'un extracteur de modes de gaine, il est recommandé d'éviter tout ajout d'une courbure de rayon inférieur à 140 mm, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Les extrémités d'entrée et de sortie de l'échantillon en essai doivent être dans l'alignement des dispositifs d'injection et de détection. Il est recommandé de ne pas modifier les conditions d'injection et de détection durant l'exploration de la plage de longueurs d'onde qui s'effectue par incréments de 10 nm ou moins. La plage de longueurs d'onde doit être suffisamment

24.2.6 *Detection optics*

All power emitted from the test sample should be coupled on to the active region of the detector. As examples, an optical lens system, a butt splice with a multimode fibre pigtailed to a detector, or direct coupling may be used.

24.2.7 *Detector and signal detection electronics*

A detector should be used that is sensitive over the range of wavelengths employed and linear over the range of intensities encountered. A typical system may include a photovoltaic mode Ge or InGaAs photodiode and a current-input preamplifier, with synchronous detection by a lock-in amplifier and an optical chopper assembly. Generally, a system includes a computer for data acquisition and analysis.

24.3 *Test sample*

For the purposes of this test procedure, the test sample is defined as a length of single-mode optical fibre deployed in either of two default configurations, unless otherwise specified in the detail specification.

Alternative configurations may be used if the empirical results are demonstrated to be equivalent within 10 nm.

24.3.1 *Test sample – configuration 1*

As in figure 37, a cable length totalling 22 m shall be prepared by exposing a 1 m fibre length at each end. The 20 m cable shall be deployed substantially straight, such that deployment shall not have a significant effect upon the subsequent measurement results. To simulate the effects of splice organizers, one loop of 80 mm diameter shall be applied to each 1 m end of de-cabled fibre length.

24.3.2 *Test sample – configuration 2*

As in figure 38, an uncabled fibre length totalling 22 m shall be coiled into a loop with a minimum radius of 140 mm to conservatively simulate cabling effects. To simulate the effects of splice organizers, one loop of 80 mm diameter shall be applied within 1 m of each end.

Prepare flat endfaces at the input and output ends of each fibre.

24.4 *Test procedure*

The test sample shall be deployed in default configuration 1 or 2, or as specified in the detail specification. When setting up the test sample support system and when using a cladding-mode stripper, any additional fibre bends having a radius smaller than 140 mm should be avoided, unless otherwise specified in the detail specification.

The input and output ends of the test sample shall be aligned to the launch and detection optics. The launch and detection conditions should not be changed while scanning the wavelength range in increments of 10 nm or less. The wavelength range shall be broad enough to encompass the expected cable cut-off wavelength and, as outlined below, ultimately result in

étendue pour englober la longueur d'onde de coupure en câble prévue et, comme précisé ci-dessous, générer en fin d'essai une courbe semblable à celle de la figure 39 (méthode A) ou de la figure 40 (méthode B). La puissance du signal transmis, $P_s(\lambda)$, doit être enregistrée.

24.4.1 Méthode A: technique de la fibre de référence courbée

Les conditions d'entrée et de sortie étant fixées, une courbure supplémentaire de diamètre inférieur doit être appliquée après la boucle de sortie de 80 mm, aussi près que possible du détecteur. Il est possible de déterminer la valeur exacte du diamètre inférieur avant d'effectuer la mesure; il est recommandé qu'il soit suffisamment petit pour atténuer le mode secondaire, mais pas le mode principal. Un diamètre de 30 mm est typique. La puissance spectrale transmise, $P_b(\lambda)$, doit être enregistrée avec la même plage de longueurs d'onde et avec les mêmes incréments spectraux que ceux indiqués en 24.4.

24.4.2 Méthode B: technique de la fibre de référence multimodale

L'échantillon en essai doit être remplacé par une fibre multimodale de référence de 1 à 10 m de long. La puissance du signal transmis, $P_m(\lambda)$, doit être enregistrée avec la même plage de longueurs d'onde et avec les mêmes incréments spectraux que ceux indiqués en 24.4. (Il est possible d'enregistrer la puissance $P_m(\lambda)$ sur un calculateur en vue d'effectuer les mêmes mesures sur différents échantillons en essai.)

24.5 Calculs

24.5.1 Méthode A: technique de la fibre de référence courbée

Le facteur de transmission spectrale de l'échantillon en essai doit être calculé à partir des valeurs obtenues dans les conditions avec et sans la courbure de rayon inférieur:

$$A_b(\lambda) = 10 \log_{10} \frac{P_s(\lambda)}{P_b(\lambda)} \quad \text{en dB}$$

La figure 39 présente un résultat schématique. Les limites basse et haute des longueurs d'ondes sont respectivement déterminées par l'échantillon d'essai déployé, avec et sans courbure de rayon inférieur. Déterminer la longueur d'onde la plus longue, λ_{cc} , sur la figure 39 celle à laquelle $A_b(\lambda) = 0,1$ dB; on obtient ainsi la valeur approximative de la longueur d'onde de coupure $\lambda = \lambda_{cc}$, sachant que ΔA_b est égal ou supérieur à 2 dB. Entre les points mesurés, définir $A_b(\lambda)$ par interpolation linéaire.

Si $\Delta A_b < 2$ dB, ou s'il est impossible à observer, il est recommandé d'étendre l'exploration des longueurs d'onde, d'élargir les conditions d'injection unimodale ou de réduire le rayon de la petite courbure. Si la région de la grande longueur d'onde $A(\lambda)$ s'accroît selon la longueur d'onde, il est recommandé d'augmenter le rayon de la petite courbure. Il est recommandé de renouveler ces réglages ainsi que la procédure d'essai jusqu'à ce que ΔA_b soit > 2 dB.

24.5.2 Méthode B: technique de la fibre de référence multimodale

Le facteur de transmission spectrale de l'échantillon en essai doit être calculé par référence à la fibre multimodale:

$$A_m(\lambda) = 10 \log_{10} \frac{P_s(\lambda)}{P_m(\lambda)} \quad \text{en dB}$$

a curve similar to that in figure 39 (method A) or figure 40 (method B). The transmitted signal power $P_s(\lambda)$ shall be recorded.

24.4.1 Method A: bend-reference technique

With input and output conditions fixed, an additional smaller diameter bend shall be introduced after the output 80 mm diameter loop as close as possible to the detector. The exact value of the smaller diameter may be determined prior to measurement: it should be small enough to attenuate the second-order mode but not the primary mode. A diameter of 30 mm is typical. The transmitted spectral power, $P_b(\lambda)$, shall be recorded over the same wavelength range and with the same spectral increments as in 24.4.

24.4.2 Method B: multimode-reference technique

The test sample shall be replaced by a 1-10 m length of multimode fibre as a reference. The transmitted signal power, $P_m(\lambda)$, shall be recorded over the same wavelength range, and with the same spectral increments as in 24.4. Power $P_m(\lambda)$ may be stored in a computer for use in repetitive measurements on different test samples.)

24.5 Calculations

24.5.1 Method A: bend-reference technique

The spectral transmittance of the test sample shall be calculated without the smaller radius bend, referenced to the condition where the smaller radius bend is introduced:

$$A_b(\lambda) = 10 \log_{10} \frac{P_s(\lambda)}{P_b(\lambda)} \text{ in dB}$$

A schematic result is shown in figure 39. The short and long wavelength edges are determined by the test sample deployed with and without the smaller radius bend, respectively. Determine the longest wavelength, λ_{cc} , in figure 39, at which $A_b(\lambda) = 0,1$ dB. This approximates the cable cut-off wavelength $\lambda = \lambda_{cc}$, provided that ΔA_b is equal to or greater than 2 dB. Between measured data points, define $A_b(\lambda)$ by linear interpolation.

If $\Delta A_b < 2$ dB, or if it is unobservable, the wavelength scan should be broadened, the single-mode launch conditions enlarged, or the small bend radius reduced. If the long wavelength region of $A(\lambda)$ increases with respect to wavelength, the small bend radius should be increased. These adjustments and the test procedure should be repeated until $\Delta A_b > 2$ dB.

24.5.2 Method B: multimode-reference technique

The spectral transmittance of the test sample shall be calculated in reference to the multimode fibre:

$$A_m(\lambda) = 10 \log_{10} \frac{P_s(\lambda)}{P_m(\lambda)} \text{ in dB}$$

La figure 40 présente un résultat schématique.

Une droite doit être ajustée sur la portion des grandes longueurs d'onde de $A_m(\lambda)$, pour la déplacer vers le haut de 0,1 dB, comme illustré en pointillés à la figure 40. La plus grande longueur d'onde, λ_{cc} , à laquelle la ligne déplacée coupe $A_m(\lambda)$ doit être déterminée; on obtient ainsi la valeur approximative de la longueur d'onde de coupure $\lambda = \lambda_{cc}$, à condition que ΔA_m soit égal ou supérieur à 2 dB. Entre les points mesurés, définir $A_m(\lambda)$ par interpolation linéaire.

Si $\Delta A_m < 2$ dB, ou s'il est impossible à observer, il convient d'étendre l'exploration des longueurs d'onde d'élargir les conditions d'injection unimodale. Il convient de renouveler ces réglages ainsi que la procédure d'essai jusqu'à ce que $\Delta A_m \geq 2$ dB et que la zone des grandes longueurs d'onde soit de longueur adéquate pour être ajustée par une droite.

NOTE – A la méthode B, la combinaison de fibres à fortes longueurs d'onde de coupure avec des fibres de référence présentant de forts «pics d'eau» peut donner des valeurs de longueurs d'onde de coupure erronées.

24.5.3 Méthode de mesure de la longueur d'onde de coupure par ajustement de courbe pour augmenter la précision

Les deux premières étapes définissent la plage des grandes longueurs d'onde, LP_{01} . Les deux étapes suivantes définissent la plage de transition, où l'affaiblissement LP_{11} commence à augmenter. La cinquième étape caractérise cette région à partir d'un modèle théorique. La dernière étape calcule la longueur d'onde de coupure λ_c , à partir des paramètres de caractérisation.

24.5.3.1 Etape 1 – Définition de la plage des grandes longueurs d'onde

La plus petite longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est déterminée par deux techniques différentes, indiquées en 24.5.

Pour la technique de la fibre de référence multimodale, la plus petite longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est la longueur d'onde à laquelle l'affaiblissement α est minimal.

Pour la technique de la fibre de référence courbée, c'est la longueur d'onde à laquelle la fonction ci-dessous est minimale:

$$\alpha(\lambda) = 8 + 8\lambda \quad (\lambda \text{ en } \mu\text{m})$$

La plus grande longueur d'onde de la plage des grandes longueurs d'onde est la plus petite longueur d'onde de cette région plus 150 nm.

24.5.3.2 Etape 2 – Caractérisation de la courbe d'affaiblissement, $\alpha(\lambda)$, de la plage des grandes longueurs d'onde comme fonction linéaire de la longueur d'onde λ

$$\alpha(\lambda) = A_u + B_u \lambda$$

Avec la méthode de la fibre de référence courbée, B_u est fixé à 0 et A_u à la moyenne des valeurs d'affaiblissement de la plage des grandes longueurs d'onde. Avec la méthode de la fibre de référence multimodale, ces valeurs d'affaiblissement sont ajustées en utilisant une technique particulière: