

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61300-3-6

1997

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2
1999-04

Amendement 2

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

**Partie 3-6:
Examens et mesures –
Puissance réfléchie**

Amendment 2

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

**Part 3-6:
Examinations and measurements –
Return loss**

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/1178/FDIS	86B/1201/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

Ajouter, sous l'article 3, le titre du paragraphe suivant:

3.5 Mesures avec un réflectomètre dans le domaine optique des fréquences (OFDR)

Ajouter, sous l'article 4, le titre du paragraphe suivant:

4.4 Mesures de la puissance réfléchie avec un OFDR

Ajouter, sous l'article 5, le titre du paragraphe suivant:

5.4 Mesures de la puissance réfléchie avec un OFDR

Ajouter les titres des annexes A et B comme suit:

Annexe A (normative) Résolution de réponse et résolution de gamme dans les mesures avec un OFDR

Annexe B (informative) Comparaison de la puissance réfléchie détectable pour quatre méthodes différentes

Page 6

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

Ajouter le nouvel alinéa suivant:

Le but de la présente procédure consiste à mesurer la puissance réfléchie de dispositifs à fibres optiques monomodes présentant une définition spatiale dans la gamme des centimètres et d'une dynamique élevée, en utilisant un réflectomètre dans le domaine optique des fréquences.

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86B/1178/FDIS	86B/1201/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

Add, under clause 3, the title of the following subclause:

3.5 Measurements with an optical frequency domain reflectometer (OFDR)

Add, under clause 4, the title of the following subclause:

4.4 Measurement of return loss with an OFDR

Add, under clause 5, the title of the following subclause:

5.4 Measurement of return loss with an OFDR

Add the titles of annexes A and B as follows:

Annex A (normative) Response resolution and range resolution in OFDR measurement

Annex B (informative) Comparison of return loss detectable by four different methods

Page 7

1 General

1.1 Scope and object

Add the following new paragraph:

The purpose of this procedure is to measure the return loss of single optical devices with a spatial resolution in the centimetre range and high dynamic range by using an optical frequency domain reflectometer.

2 Description générale

Ajouter le nouvel alinéa suivant:

Cette méthode d'essai additionnel décrit la mesure de la puissance réfléchie d'un dispositif à fibres optiques monomodes avec un réflectomètre dans le domaine des fréquences optique, OFDR.

L'un des principaux avantages de cette technique est la possibilité de différencier dans l'espace la réflexion désirée des autres réflexions non désirées, telles que toutes celles des connecteurs ou portes sans dispositifs de terminaison du DUT, sans aucune zone morte. De plus, la méthode OFDR est très fiable et le matériel peut être compact, ce qui permet d'éviter toute maintenance. (Dans l'annexe B la comparaison de la puissance réfléchie pour les quatre méthodes est indiquée.)

Le concept de mesure de la technique OFDR peut être décrit comme suit. Le signal modulé en intensité provenant de la source d'onde lumineuse est transmis par le milieu optique, le DUT étant en général composé ou connecté par des fibres optiques, bien qu'il puisse être un environnement à rayon ouvert. Le signal optique incident sur le DUT est de la forme:

$$f(t) = a(t) \cos(\omega t) \quad (1)$$

où

$a(t)$ est la modulation RF;

$\cos(\omega t)$ représente le signal porteur d'onde lumineuse à une longueur d'onde donnée.

Le DUT agit de la même manière sur l'amplitude à la fois de l'enveloppe de modulation et du signal porteur et retarde les deux signaux dans les mêmes proportions, produisant les relations suivantes pour la sortie du DUT:

$$F(t) = |H| a(t + \Delta t) \cos(\omega(t + \Delta t)) \quad (2)$$

où

$|H|$ est l'amplitude de la fonction de transfert du DUT;

$\Delta\phi = \omega\Delta t$ est la variation de phase de H .

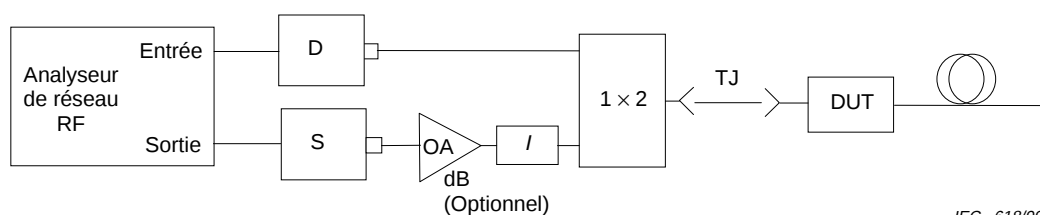
L'influence du DUT est déterminée en mesurant l'enveloppe de modulation.

3 Matériel et symboles

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

3.5 Mesures avec un réflectomètre dans le domaine des fréquences optique (OFDR)

Le montage expérimental utilisant l'OFDR est illustré à la figure 8.



IEC 618/99

Figure 8 – Montage pour mesures avec un OFDR

2 General description

Add the following new paragraph:

This additional procedure describes the measurement of the return loss of a single-mode optical device with an optical frequency domain reflectometer, OFDR.

One of the prime benefits of this technique is the ability to resolve spatially the desired reflection from undesired ones, such as those of all the connectors or unterminated ports on the DUT, without any dead zone. Moreover, the OFDR method is highly reliable and the apparatus can be compact so as to be maintenance free. (In annex B a comparison of return loss detectable by four different methods is reported.)

The measurement concept of the OFDR technique can be described as follows. The intensity modulated signal from the lightwave source is transmitted through the optical medium, the DUT being most commonly made or connected by optical fibres, although it could be an open-beam environment. The optical signal incident upon the DUT is of the form:

$$f(t) = a(t) \cos(\omega t) \quad (1)$$

where

$a(t)$ is the RF modulation;

$\cos(\omega t)$ represents the lightwave carrier signal at a given wavelength.

The DUT acts on the amplitude of both the modulation envelope and the carrier signal identically and delays both signals by the same amounts, yielding the following relationships for the DUT output:

$$F(t) = |H| a(t + \Delta t) \cos(\omega(t + \Delta t)) \quad (2)$$

where

$|H|$ is the magnitude of the transfer function of the DUT;

$\Delta\phi = \omega\Delta t$ is the phase variation of H .

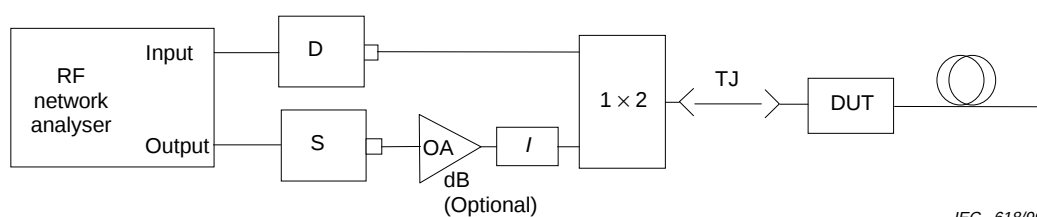
The influence of the DUT is determined by measuring the modulation envelope.

3 Apparatus and symbols

Add the following new subclauses:

3.5 Measurements with an optical frequency domain reflectometer (OFDR)

The experimental set-up using the OFDR is illustrated in figure 8.



IEC 618/99

Figure 8 – Set-up for OFDR measurement

Pour mesurer la puissance réfléchie, la micro-onde optique se propage à travers 50 % du BD vers le DUT; ensuite, le signal réfléchi est divisé par le BD et atteint la photodiode. Le récepteur démodule le signal optique et régénère le signal RF. Ainsi, le signal démodulé est comparé en amplitude et en phase avec le signal original (obtenu à partir d'une réflexion connue) par l'analyseur de réseau. En effectuant une transformation inverse de Fourier, qui calcule une représentation temporelle des données vectorielles avec balayage, cette technique permet de différencier dans l'espace les réflexions provenant d'une ligne optique, avec une résolution de quelques centimètres ou moins (voir l'annexe A).

Pour éviter toute dégradation des performances du système due à un retour optique, l'utilisation d'un isolateur optique avant la source optique est recommandée.

3.5.1 Analyseur de réseau

L'analyseur de réseau RF est un analyseur de réseau vectoriel capable de mesurer à la fois l'intensité et la phase de la puissance réfléchie. Il est recommandé de réduire la dérive de fréquence de RF en fonction de la précision de mesure (voir la note de 3.5.7).

3.5.2 Têtes optiques – Source S et récepteur D

Un émetteur optique à la longueur d'onde spécifiée et un détecteur optique, tous deux avec électronique de commande associée correctement et des moyens de connexion à l'analyseur de réseau et aux fibres optiques respectivement. La gamme dynamique du montage doit être au moins supérieure de 5 dB à la RL minimale à mesurer. La gamme dynamique du système est définie comme la différence entre le signal le plus important, c'est-à-dire 0 dB et le signal 3 dB au-dessus du plancher de bruit mesuré dans le domaine temporel.

Il n'est pas exclu que les facteurs suivants donnent lieu à des erreurs et affectent l'incertitude de mesure (voir la note de 3.5.7):

- Dérive de la longueur d'onde du laser avec la température.
- Gamme de puissance réfléchie au-dessus de laquelle le détecteur est linéaire.
- Sensibilité de polarisation.

3.5.3 Amplificateur optique – OA (optionnel)

Il est permis d'ajouter un amplificateur optique, utilisé comme accélérateur, après la source pour augmenter la puissance optique émise et pour accroître la gamme dynamique du matériel.

3.5.4 Isolateur – I (optionnel)

Il est permis de placer un isolateur optique avant la source, s'il n'est pas déjà intégré, pour limiter la puissance réfléchie qui pourrait dégrader les performances de la source.

3.5.5 Dispositif de couplage – BD

Le rapport de division est de 50 % et le BD est insensible aux variations de polarisation ($<0,1$ dB).

La directivité du BD peut affecter la précision de la mesure et il est recommandé qu'elle soit spécifiée en conséquence (voir la note de 3.5.7).

For measurement of the return loss, the optically carried microwave propagates through 50 % of the BD to the DUT; then the back-reflected signal is split by the BD and reaches the photodiode. The receiver demodulates the optical signal and recovers the RF signal. Thus, the demodulated signal is compared in magnitude and in phase with the original signal (obtained from a known reflection) by the network analyser. By performing an inverse Fourier transform, which computes a time domain representation of the swept vector data, this technique allows the spatial resolution of the reflections coming back from the optical line, with resolution of a few centimetres or less (see annex A).

To prevent any degradation of the system performances due to optical feedback, the use of an optical isolator in front of the optical source is recommended.

3.5.1 RF network analyser

The RF network analyser is a vector network analyser able to measure both the intensity and the phase of the reflected power. The RF frequency drift should be minimized according to measurement accuracy (see note of 3.5.7).

3.5.2 Optical heads – Source S and receiver D

An optical emitter at the specified wavelength and an optical detector, both with their properly associated drive electronics and means of connecting to the network analyser and to optical fibres, respectively. The dynamic range of set-up shall be at least greater than 5 dB of the minimum RL to be measured. The system dynamic range is defined as the difference between the largest signal, i.e. 0 dB, and the signal 3 dB above the noise floor as measured in the time domain.

The following factors may give rise to a potential source of errors and could affect the measurement uncertainty (see note of 3.5.7):

- Laser wavelength drift with the temperature.
- The range in return loss power over which the detector is linear.
- The polarization sensitivity.

3.5.3 Optical amplifier – OA (optional)

An optical amplifier, used as a booster, may be added after the source in order to increase the emitted optical power and to enhance the dynamic range of the apparatus.

3.5.4 Isolator – I (optional)

An optical isolator may be placed in front of the source, if it is not already built in, in order to limit the reflected power which could degrade the source performances.

3.5.5 Branching device – BD

The splitting ratio is 50 % and the BD is insensitive to the polarization variations ($<0,1$ dB).

The directivity of the BD can affect the measurement accuracy and should be specified accordingly (see note of 3.5.7).

3.5.6 Liaison temporaire – TJ

Une liaison est réalisée pour connecter le DUT au dispositif de couplage. On peut citer comme exemples de liaisons temporaires les connecteurs, les épissures ou les micro-manipulateurs. La perte de TJ doit être stable avec une perte d'insertion de préférence meilleure que 0,5 dB. L'espacement entre la TJ et le DUT doit être supérieur à la résolution de la mesure.

3.5.7 Ordinateur

Un ordinateur pour effectuer la transformation inverse de Fourier sur le vecteur de balayage sera nécessaire si l'installation n'est pas incluse dans l'analyseur de réseau.

NOTE – L'incertitude totale de la mesure est la somme de tous les facteurs d'incertitude mentionnés ci-dessus. Une approche réaliste suggère une évaluation de chacun de ces facteurs en commençant par l'incertitude totale permise à partir de la mesure, indiquée dans la spécification particulière.

Page 12

4 Procédure

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

4.4 Mesures de la puissance réfléchie avec un OFDR

Le processus de mesure comprend en principe deux étapes:

- a) étalonnage du système;
- b) mesure du DUT par une méthode de substitution.

4.4.1 Etalonnage

Effectuer un étalonnage de mesure optique en mesurant un dispositif standard de réflexion connue comme indiqué dans les spécifications applicables. La référence standard la plus pratique est la réflexion de Fresnel d'une fibre unimodale, clivée dans l'air ($\approx 14,6$ dB).

4.4.2 Mesure

Remplacer la réflexion connue par le DUT relié par une TJ et mesurer la puissance réfléchie du DUT en comparant le signal réfléchi avec le signal de référence sur l'analyseur de réseau vectoriel.

Par exemple, certaines données du système sont enregistrées dans le tableau 1.

Tableau 1 – Données et gamme dynamique du système

Puissance de sortie optique	Intervalle de fréquence	Largeur de bande IF	Signal moyen	Etalonnage
-3 dBm	1 GHz	30 Hz	8	Fresnel

Avec ces données, la gamme dynamique du système de mesure est de ~ 55 dB.

3.5.6 Temporary joint – TJ

A joint is made to connect the DUT to the branching device. Examples of TJs are connectors, splices or micro-manipulators. The loss of the TJ shall be stable with an insertion loss preferably better than 0,5 dB. The spacing between the TJ and the DUT shall be higher than the resolution of the measurement.

3.5.7 Computer

A computer for performing the inverse Fourier transform on the swept vector will be required if the facility is not included in the network analyser.

NOTE – The total uncertainty of the measurement is the sum of all the uncertainty factors mentioned above. A realistic approach would be to evaluate each of these factors starting with the total uncertainty allowed from the measurement specified in the detail specifications.

Page 13

4 Procedure

Add the following new subclauses:

4.4 Measurements of return loss with OFDR

Basically the measurement process consists of two steps:

- a) calibration of the system;
- b) measurement of the DUT by a substitution method.

4.4.1 Calibration

Perform an optical measurement calibration by measuring a standard device with a known reflection as specified in the relevant specifications. The most convenient standard reference is the Fresnel reflection of a cleaved single-mode fibre terminated in the air ($\approx 14,6$ dB).

4.4.2 Measurement

Substitute the known reflection with the DUT connected through a TJ and measure the return loss of the DUT by comparing the reflected signal and the reference signal on the vector network analyser.

For example, some system data are reported in table 1.

Table 1 – System data and dynamic range

Optical output power	Frequency span	IF bandwidth	Average signal	Calibration
–3 dBm	1 GHz	30 Hz	8	Fresnel

With these data, the measured system dynamic range is ~ 55 dB.

Pour augmenter la gamme dynamique du système, on suggère l'utilisation d'un amplificateur optique à l'extrémité de l'émetteur comme amplificateur de puissance (voir figure 1). Par exemple, en utilisant un amplificateur dopé à l'erbium avec une puissance de sortie de +13 dBm, la gamme dynamique obtenue pour le système est de ~71 dB, ce qui permet de mesurer les connecteurs polis avec un angle à terminaison dans l'air.

NOTE – Les performances de mesure dépendent de la source d'onde lumineuse et du récepteur utilisés avec l'analyseur de réseau vectoriel. De plus, la dynamique du système et le plancher de bruit dépendent de la routine d'étalonnage et des caractéristiques de traitement du signal utilisées (telles que la largeur de bande IF, le moyennage du signal, le lissage, etc.).

Page 22

5 Détails à spécifier

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

5.4 Mesures de la puissance réfléchie avec un OFDR

5.4.1 Analyseur de réseau vectoriel

- Fréquence de démarrage, fréquence d'arrêt
- Intervalle de fréquence
- Transformation du domaine temporel (transformation inverse de Fourier), (optionnel).

5.4.2 Dispositif de couplage

- Déviation du rapport de division de 50 %
- Directivité

5.4.3 Têtes optiques

5.4.3.1 Source

- Longueur d'onde d'émission
- Puissance de sortie
- Stabilité de puissance

5.4.3.2 Détecteur

- Sensibilité du récepteur
- Linéarité
- Stabilité

5.4.3.3 Amplificateur optique (optionnel)

- Gain de saturation

5.4.3.4 Isolateur (optionnel)

- Prescription de puissance réfléchie

To increase the system dynamic range, the use of an optical amplifier at the transmitter end as a power amplifier is suggested (see figure 1). For example, by using an erbium doped amplifier with an output power of +13 dBm the achieved system dynamic range is ~71 dB which allows the measurement of the angled polished connectors terminated in air.

NOTE – Measurement performances are dependent upon the lightwave source and the receiver used with the vector network analyser. In addition, the system dynamic range and the noise floor are dependent on the calibration routine and on the signal processing features used (such as the IF bandwidth, signal averaging, smoothing, etc.).

Page 23

5 Details to be specified

Add the following new subclauses:

5.4 Measurement of return loss with an OFDR

5.4.1 Vector network analyser

- Start frequency, stop frequency
- Frequency span
- Time domain transform (inverse Fourier transform), (optional).

5.4.2 Branching device

- Splitting ratio deviation from 50 %
- Directivity

5.4.3 Optical heads

5.4.3.1 Source

- Emitting wavelength
- Output power
- Power stability

5.4.3.2 Detector

- Receiver sensitivity
- Linearity
- Stability

5.4.3.3 Optical amplifier (optional)

- Saturation gain

5.4.3.4 Isolator (optional)

- Return loss requirement

5.4.5 Etalonnage

- Routine d'étalonnage
- Réflexion standard

5.4.6 Procédure de mesure

- Prescription de puissance réfléchie
- Précision de puissance réfléchie
- Déviation par rapport à la procédure d'essai

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-6:1997/AMD2:1999

Without 2M

5.4.5 Calibration

- Calibration routine
- Standard reflection

5.4.6 Measurement procedure

- Return loss requirement
- Return loss accuracy
- Deviation from this test procedure

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-6:1997/AMD2:1999

Withd2W

Ajouter les nouvelles annexes A et B comme suit:

Annexe A (normative)

Résolution de réponse et résolution de gamme dans les mesures avec un OFDR

Les données mesurées dans le domaine des fréquences par l'OFDR sont converties dans le domaine temporel en utilisant la transformation inverse de Fourier. Ainsi, la mesure des distances peut être simplement déduite en utilisant l'indice de réfraction du DUT.

Deux termes différents de résolution peuvent être pris en compte :

- a) résolution de réponse;
- b) résolution de gamme.

La résolution de réponse est la capacité de différencier deux réflexions séparées dans le domaine temporel. La résolution spatiale entre deux réflexions dépend de la fréquence d'intervalle et du filtrage des données dans le domaine des fréquences avant conversion en domaine temporel (fenêtrage).

La résolution de réponse peut être calculée par la formule suivante :

$$\Delta t(\text{réponse}) = \frac{0,6 \times WF}{\Delta F} \quad (\text{A.1})$$

où

WF est le facteur de fenêtrage;

ΔF est l'intervalle de fréquence.

Le fenêtrage est nécessaire car la limitation de bande de la réponse du domaine des fréquences cause des dépassements et des ondulations dans la réponse de domaine temporel (lobes secondaires d'impulsions). Cependant, le fenêtrage améliore la plage dynamique en réduisant les lobes secondaires d'impulsions au détriment de la résolution. Ainsi, on suggère une déduction: par exemple, un intervalle de 1 GHz avec un facteur de fenêtrage de 1,6 produit environ 20 cm de résolution spatiale. La moitié de cet intervalle dégrade la résolution à 40 cm.

La résolution de gamme est la capacité de localiser une réponse unique dans le temps. Elle dépend de l'intervalle de temps et du nombre de points de données dans les domaines des fréquences/de temps.

$$\Delta t(\text{gamme}) = \frac{\Delta T}{n - 1} \quad (\text{A.2})$$

où

ΔT est l'intervalle de temps;

n est le nombre de points de données.

Noter que dans le domaine temporel, l'intervalle de temps ne dépend pas de l'intervalle de fréquence.