

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60794-4-1

Première édition
First edition
1999-01

Câbles à fibres optiques –

Partie 4-1:

**Câbles optiques aériens pour lignes électriques
de haute tension**

Optical fibre cables –

Part 4-1:

**Aerial optical cables for high-voltage
power lines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60794-4-1:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1, and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

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

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

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60794-4-1

Première édition
First edition
1999-01

Câbles à fibres optiques –

Partie 4-1:

**Câbles optiques aériens pour lignes électriques
de haute tension**

Optical fibre cables –

Part 4-1:

**Aerial optical cables for high-voltage
power lines**

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

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

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

International Electrotechnical Commission
Téléfax: +41 22 918 0320

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé, CH-1211, Genève, Switzerland
IEC web site: <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

For price, see catalogue en français
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Prescriptions applicables aux CGFO	8
4.1 Généralités	8
4.2 Fibres optiques	8
4.3 Unité(s) optique(s)	10
4.4 Toronnage des fils	10
4.5 Graisse	10
4.6 Étanchéité à l'eau	10
5 Caractéristiques du CGFO	10
6 Essais	12
6.1 Classification des essais	12
6.2 Prescriptions d'essai	12
6.3 Examen	14
7 Conditionnement et marquage	14
8 Prescriptions d'essai	14
8.1 Essai de contrainte-déformation	14
8.2 Essai de résistance à la traction	16
8.3 Essai de passage sur poulies	16
8.4 Essai de vibrations éoliennes	18
8.5 Essai de galop (s'il est spécifié)	18
8.6 Essai de fluage (s'il est spécifié)	18
8.7 Essai de cycles de température (s'il est spécifié)	20
8.8 Essai de pénétration d'eau (s'il est spécifié)	20
8.9 Essai de court-circuit	20
8.10 Essai de choc de foudre	22
Annexe A (informative) Méthodes recommandées pour le calcul de la charge de rupture assignée, de la section d'une couche de brins de forme trapézoïdale, du module d'élasticité, du coefficient de dilatation linéique et de la résistance en courant continu	24
Annexe B (normative) Méthodes pour l'essai de passage sur poulies	28
Annexe C (normative) Méthode pour l'essai de vibrations éoliennes	32
Annexe D (normative) Méthode pour l'essai de galop	36
Annexe E (normative) Méthode pour l'essai de court-circuit	40
Annexe F (normative) Essai pour des conditions de foudre spécifiées	44
Annexe G (normative) Méthode d'essai pour déterminer la capacité d'endurance d'un CGFO face à la foudre	46
Figure B.1 Dispositif d'essai de passage sur poulies – Méthode A	28
Figure B.2 Dispositif d'essai de passage sur poulies – Méthode B	30
Figure C.1 Dispositif d'essai de vibrations éoliennes	32
Figure D.1 Dispositif d'essai de galop	36
Figure E.1 Dispositif d'essai de court-circuit	40
Figure G.1 Dispositif d'essai de foudre	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Requirements for OPGW	9
4.1 General	9
4.2 Optical fibres	9
4.3 Optical unit(s)	11
4.4 Stranded wires	11
4.5 Grease	11
4.6 Water blocking	11
5 OPGW characteristics	11
6 Tests	13
6.1 Classification of tests	13
6.2 Test requirements	13
6.3 Inspection	15
7 Packaging and marking	15
8 Test requirements	16
8.1 Stress-strain test	15
8.2 Tensile performance test	17
8.3 Sheave test	17
8.4 Aeolian vibration test	19
8.5 Galloping test (when specified)	19
8.6 Creep test (when specified)	19
8.7 Temperature cycling test (when specified)	21
8.8 Water penetration test (when specified)	21
8.9 Short-circuit test	21
8.10 Lightning test	23
Annex A (informative) Recommended methods of calculating rated tensile strength, cross-section of a layer of trapezoidal shaped wires, modulus of elasticity, linear expansion and d.c. resistance	25
Annex B (normative) Sheave test methods	29
Annex C (normative) Aeolian vibration test method	33
Annex D (normative) Galloping test method	37
Annex E (normative) Short-circuit test method	41
Annex F (normative) Tests for lightning conditions	45
Annex G (normative) Test method for determining endurance capability of OPGW against lightning strike	47
Figure B.1 Sheave test arrangement – Method A	29
Figure B.2 Sheave test arrangement – Method B	31
Figure C.1 Aeolian vibration test arrangement	33
Figure D.1 Galloping test arrangement	37
Figure E.1 Short-circuit test arrangement	41
Figure G.1 Lightning test arrangement	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 4-1: Câbles optiques aériens pour lignes électriques
de haute tension

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60794-4-1 a été établie par le comité d'études 7 de la CIEI: Conducteurs pour lignes électriques aériennes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/464/FDIS	88A/477/RVD

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

Les annexes B, C, D, F, F et G font partie intégrante de cette norme.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines

FOREWORD

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

International Standard IEC 60794-4-1 has been prepared by technical committee 7: Overhead electrical conductors.

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

FDIS	Report on voting
66A/484/FDIS	66A/47/RVD

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

Annexes B, C, D, E, F and G form an integral part of this standard.

Annex A is for information only.

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 4-1: Câbles optiques aériens pour lignes électriques de haute tension

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite des prescriptions électriques, mécaniques et optiques ainsi que des méthodes d'essai pour les câbles de garde aériens composites à fibres optiques connus sous le nom de CGFO.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possédant le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60104:1987, *Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs de lignes aériennes*

CEI 60793-1-1:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 60793-1-2:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions*

CEI 60793-1-3:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques*

CEI 60793-1-4:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission*

CEI 60793-1-5:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

CEI 60794-1:1996, *Câbles à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

CEI 60794-2:1989, *Câbles à fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produit*

CEI 60794-3:1998, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Câbles pour conduites, enterrés et aériens – Spécification intermédiaire*

CEI 60888:1987, *Fils en acier zingué pour conducteurs câblés*

CEI 60889:1987, *Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes*

CEI 61089:1991, *Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câblés en couches concentriques*

CEI 61282:1993, *Fils d'acier revêtus d'aluminium pour usages électriques*

CEI 61394:1997, *Lignes aériennes – Caractéristiques des produits de protection pour conducteurs nus en aluminium, en alliage d'aluminium ou en acier*

CEI 61395:1998, *Conducteurs pour lignes électriques aériennes – Procédures d'essai de fluage pour conducteurs câblés*

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines

1 Scope

This International Standard covers electrical, mechanical and optical requirements, and test methods for a composite overhead ground wire with optical fibres commonly known as OPGW.

2 Normative references

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

IEC 60104:1987, *Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors*

IEC 60793-1-1:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 60793-1-2:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 2: Measuring methods for dimensions*

IEC 60793-1-3:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics*

IEC 60793-1-4:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics*

IEC 60793-1-5:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 5: Measuring methods for environmental characteristics*

IEC 60794-1:1996, *Optical fibre cables – Part 1: Generic specification*

IEC 60794-2:1989, *Optical fibre cables – Part 2: Product specifications*

IEC 60794-3:1996, *Optical fibre cables – Part 3: Duct, buried and aerial cables – Sectional specification*

IEC 60888:1987, *Zinc-coated steel wires for stranded conductors*

IEC 60889:1987, *Hard-drawn aluminium wire for overhead line conductors*

IEC 61089:1991, *Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors*

IEC 61232:1993, *Aluminium-clad steel wires for electrical purposes*

IEC 61394:1997, *Overhead lines – Characteristics of greases for aluminium, aluminium alloy and steel bare conductors*

IEC 61395:1988, *Overhead electrical conductors – Creep test procedures for stranded conductors*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

câble de garde à fibres optiques

CGFO

câble possédant la double fonction de câble de garde classique et de câble de télécommunication à fibres optiques

3.2

unité optique

partie du CGFO constituée des fibres optiques et de leurs éléments de protection

NOTE - Les éléments de protection peuvent être métalliques et/ou non métalliques et peuvent participer à la charge de rupture et à la capacité de court-circuit du CGFO.

3.3

tension maximale admissible

TMA

tension maximale en condition de charge extrême, ou toute autre valeur spécifiée

3.4

charge de rupture assignée

CRA

charge de rupture calculée, selon la constitution du CGFO (voir annexe A)

3.5

marge d'allongement

élongation maximale que le CGFO peut supporter sans contrainte longitudinale sur les fibres optiques

3.6

ovalisation maximale admissible par un constituant

OMAC

ovalisation maximale admissible par le câble ou l'un de ses constituants, spécifiée par le fabricant

4 Prescriptions applicables aux CGFO

4.1 Généralités

Un CGFO doit consister en une ou plusieurs unités optiques contenues dans un conducteur nu toronné.

4.2 Fibres optiques

Toutes les fibres optiques contenues dans l'unité optique doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 60793.

Des fibres autres que celles spécifiées ci-dessus peuvent être utilisées, si cela est convenu entre fabricant et acheteur.

Les fibres et les unités optiques doivent suivre un code de couleur pour une identification aisée à chaque extrémité et doivent pouvoir être épissurées par fusion. Le matériau de revêtement de la fibre optique doit pouvoir être enlevé mécaniquement.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard the following definitions apply.

3.1

optical ground wire

OPGW

wire having the dual performance functions of a conventional ground wire with optical fibre telecommunication capabilities

3.2

optical unit

part of the OPGW consisting of the optical fibres and their protecting materials

NOTE – The protecting materials may be metallic and/or non metallic and can form part of the load-bearing and current-carrying part of the OPGW.

3.3

maximum allowable tension

MAT

maximum tension under expected worst case loading conditions, or any other specified value

3.4

rated tensile strength

RTS

calculated breaking load of the OPGW construction (see annex A)

3.5

strain margin

maximum strain the OPGW can sustain without longitudinal strain on the optical fibres.

3.6

maximum allowable ovality

MAOC

maximum allowable ovality of a cable or of its component, which is specified by the manufacturer

4 Requirements for OPGW

4.1 General

OPGW shall consist of one or more optical units contained within a stranded bare conductor.

4.2 Optical fibres

All optical fibres contained within the optical unit shall comply with the requirements of IEC 60793.

Fibres other than those specified above can be used if mutually agreed between the purchaser and manufacturer.

The fibres and fibre units shall be colour coded for ready identification at either end, and be capable of being joined by fusion splicing. The optical fibre coating material shall be mechanically removable.

4.3 Unité(s) optique(s)

L'unité optique doit contenir les fibres optiques et les protéger des dégradations dues à l'environnement et aux efforts mécaniques tels que la compression longitudinale, l'écrasement, la flexion, la torsion, la contrainte de tension, les effets de l'échauffement à court et long termes et l'humidité. L'unité optique peut contenir un produit approprié étanche à l'eau pour protéger les fibres de l'humidité et des vibrations, et peut également comporter un tube plastique ou métallique, ou un joint rainuré.

4.4 Toronnage des fils

Les fils toronnés peuvent être de section droite circulaire, conformément à la CEI 61089, ou de section droite de forme différente, par exemple trapézoïdale, creuse, en Z, et doivent être constitués de l'un des matériaux suivants ou d'une combinaison d'entre eux:

- fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium (voir CEI 60104);
- fils en acier zingué pour conducteurs câblés (voir CEI 60888);
- fils en aluminium écroui (voir CEI 60888);
- fils en acier revêtus d'aluminium (voir CEI 61232).

4.5 Graisse

Pour diminuer le risque de corrosion, il peut être nécessaire de recouvrir de graisse les couches d'armure du CGFO. Le type de graisse à utiliser doit être conforme à la CEI 61394.

4.6 Étanchéité à l'eau

Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire d'empêcher la propagation de l'eau dans l'unité optique par l'emploi d'un produit approprié étanche à l'eau. Les propriétés du produit à utiliser doivent être conformes à la CEI 60794-1, méthodes d'essai E14 et E15.

5 Caractéristiques du CGFO

La liste qui suit est un résumé des caractéristiques importantes du CGFO, qui peut être utile tant au fabricant qu'à l'acheteur. Il convient que la plupart de ces caractéristiques soient considérées en conjonction avec la distance entre pylônes, les prescriptions de flèche, la surcharge due au givre, celle due au vent et les tensions maximales admissibles aux points de suspension. La liste n'est pas définitive et d'autres caractéristiques peuvent faire l'objet d'un accord entre fabricant et acheteur.

- a) Nombre, type et caractéristiques optiques des fibres
- b) Diamètre externe (mm)
- c) Section droite calculée (mm²)
- d) Masse linéique calculée (kg/km)
- e) CRA (kN)
- f) Module d'élasticité (N/mm²)
- g) Coefficient de dilatation linéique (K⁻¹)
- h) Résistance linéique en courant continu (Ω/km)
- i) Températures extrêmes admissibles (°C)
- j) Capacité de court-circuit (kA².s)
- k) IMA (kN)
- l) Compatibilité mécanique entre le CGFO et les accessoires
- m) Aptitude au déroulage sous tension mécanique (essai à l'étude)
- n) OMAC

4.3 Optical unit(s)

The optical unit shall house the optical fibres and protect them from damage due to environmental and fault induced forces such as longitudinal compression, crushing, bending, twisting, tensile stress, long and short term heat effects, and moisture. The optical unit may contain a suitable water blocking compound for protecting the fibres against moisture and vibration, and may also include a metallic or plastic tube, or channelled rod.

4.4 Stranded wires

The stranded wires may be round as per IEC 61089 or of other cross-sectional shapes, e.g. trapezoidal, tube, Z-form, and shall be from one of, or a combination of, the following materials:

- aluminium-magnesium-silicon alloy wires (see IEC 60104);
- zinc coated steel wires for stranded conductors (see IEC 60888);
- hard drawn aluminium wires (see IEC 60889);
- aluminium clad steel wires (see IEC 61232).

4.5 Grease

In order to reduce the risk of corrosion it may be necessary for the strands of the OPGW to be coated with grease. The type of grease to be applied shall be in accordance with IEC 61394.

4.6 Water blocking

In some circumstances it may be necessary to inhibit water penetration through the optical unit by the use of a suitable water blocking compound. The properties of the compound to be applied shall be in accordance with IEC 60794-1, test methods E14 and E15.

5 OPGW characteristics

The following list is a summary of important OPGW characteristics which may be of relevance to both the purchaser and the manufacturer. The majority of these characteristics should be considered in connection with tower distances, sag requirements, ice load, wind load and maximum permissible tensile force at suspension points. This is not a definitive list, and other characteristics may be agreed upon by both the purchaser and the manufacturer.

- a) Number, type and optical characteristics of fibres
- b) Overall diameter (mm)
- c) Calculated cross-sectional area (mm²)
- d) Calculated linear mass (kg/km)
- e) RTS (kN)
- f) Modulus of elasticity (N/mm²)
- g) Linear expansion coefficient (K⁻¹)
- h) Linear d.c. resistance (Ω/km)
- i) Maximum allowable temperature range (°C)
- j) Fault current capacity (kA².s)
- k) MAT (kN)
- l) Mechanical compatibility between OPGW and accessories
- m) Suitability for stringing under load (this test is under consideration)
- n) MAOC

6 Essais

6.1 Classification des essais

6.1.1 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conception de base du câble. La répétition de tout ou partie de ces essais s'impose s'il y a un changement au niveau de l'unité optique ou du matériau utilisé dans le CGFO.

Les essais à réaliser et les critères de chaque essai doivent être déterminés après accord entre fabricant et acheteur.

Les essais de type ne doivent être réalisés que sur un CGFO qui satisfait aux prescriptions de tous les essais sur prélèvements.

6.1.2 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements sont destinés à garantir la qualité des CGFO et leur conformité aux prescriptions de la présente norme.

6.2 Prescriptions d'essai

6.2.1 Essais de type

6.2.1.1 Sur les fibres optiques

Tous les essais de type sur les fibres optiques doivent être effectués selon les méthodes d'essai de la CEI 60793.

6.2.1.2 Sur le CGFO terminé

- a) Contrainte-déformation (voir 8.1)
- b) Traction (voir 8.2)
- c) Passage sur poulies (voir 8.3)
- d) Vibrations éoliennes (voir 8.4)
- e) Galop (voir 8.5)
- f) Fluage (voir 8.6)
- g) Cycles de température (voir 8.7)
- h) Pénétration d'eau (voir 8.8)
- i) Court-circuit (voir 8.9)
- j) Foudre (voir 8.10)

6.2.2 Essais sur prélèvements

6.2.2.1 Fibres optiques

La mesure de l'atténuation optique des fibres doit être réalisée conformément à l'une des méthodes données dans la CEI 60793-1-4.

Le taux d'échantillonnage doit être de 100 %.

Pour les autres caractéristiques des fibres optiques, le taux d'échantillonnage doit être déterminé suivant un accord entre fabricant et acheteur.

6 Tests

6.1 Classification of tests

6.1.1 Type tests

The type tests are intended to verify the basic design concept. Repeat of these or selected tests is necessary if there is a change in the optical unit or material used in the OPGW.

The actual test items to be performed and the criteria for each test shall be determined in accordance with agreement between purchaser and manufacturer.

Type tests shall be carried out only on an OPGW which meets the requirements of all the relevant sample tests.

6.1.2 Sample tests

Sample tests are intended to guarantee the quality of the OPGW and its compliance with the requirements of this standard.

6.2 Test requirements

6.2.1 Type tests

6.2.1.1 On optical fibres

All type tests on optical fibres shall be performed in accordance with the test methods given in EC 60793.

6.2.1.2 On completed OPGW

- a) Stress-strain (see 8.1)
- b) Tensile (see 8.2)
- c) Sheave (see 8.3)
- d) Aeolian (see 8.4)
- e) Galloping (see 8.5)
- f) Creep (see 8.6)
- g) Temperature cycling (see 8.7)
- h) Water penetration (see 8.8)
- i) Short circuit (see 8.9)
- j) Lightning (see 8.10)

6.2.2 Sample tests

6.2.2.1 Optical fibres

Fibre optical attenuation measurements shall be in accordance with one of the methods given in EC 60793-1-4.

The sampling rate shall be 100 %.

For other fibre characteristics, sampling rates shall be determined in accordance with agreement between purchaser and manufacturer.

6.2.2.2 Unité optique

- a) Dimensions
- b) Charge de rupture et allongement
- c) Résistance électrique

NOTE – Les essais bi et c) ne sont effectués que si l'unité optique a été prise en compte dans le calcul des valeurs de résistance et de GRA du CGFO terminé.

Le taux d'échantillonnage doit être de 10 %.

6.2.2.3 Sur les brins avant câblage

- a) Conformément à la CEI 60104 pour les brins en alliage d'aluminium-magnésium-silicium
- b) Conformément à la CEI 60388 pour les brins en acier zingué;
- c) Conformément à la CEI 60389 pour les brins d'aluminium;
- d) Conformément à la CEI 61232 pour les brins d'acier revêtus d'aluminium.

Le taux d'échantillonnage doit être de 10 %.

6.2.2.4 CGFO terminé

Le CGFO terminé doit satisfaire aux prescriptions du 6.2.2 b de la CEI 61089.

Le taux d'échantillonnage doit être de 10 %.

6.3 Examen

L'examen doit être réalisé selon les prescriptions du 6.7 de la CEI 61089.

7 Conditionnement et marquage

Conformément aux prescriptions de l'article 7 de la CEI 61089, complété par les prescriptions suivantes:

- a) le conditionnement du CGFO doit autoriser l'accès à l'une au moins des extrémités du CGFO, de façon à permettre le contrôle des fibres;
- b) les extrémités du CGFO doivent être hermétiquement fermées par un moyen approprié pour empêcher toute entrée d'humidité;
- c) les longueurs de livraison et les tolérances doivent être déterminées selon un accord entre fabricant et acheteur;
- d) les longueurs courtes ne sont pas admises.

8 Prescriptions d'essai

8.1 Essai de contrainte-déformation

Les essais de contrainte-déformation doivent être effectués pour déterminer le comportement mécanique du CGFO dans des conditions de charge et sont réalisés conformément à l'annexe B de la CEI 61089. La longueur des échantillons doit être supérieure à 10 m (des longueurs plus courtes peuvent être convenues entre fabricant et acheteur). On doit utiliser des ancrages de type préformé spiralé, comprimé, à base de résine époxy ou soudés, agréés par l'acheteur. Durant l'essai, on ne doit pas observer de dégradation de l'armure du CGFO. On doit noter toutes les valeurs de contrainte et de déformation obtenues durant l'essai.

6.2.2.2 Optical unit

- a) Dimensions
- b) Tensile strength and elongation
- c) Electric resistance

NOTE – Tests b) and c) are to be carried out only if the optical unit has been included in the calculations for the completed OPGW resistance and HTS values.

The sampling rate shall be 10 %.

6.2.2.3 On wire before stranding:

- a) As per IEC 60104 for aluminium-magnesium-silicon alloy wires
- b) As per IEC 60888 for zinc coated steel wires
- c) As per IEC 60889 for aluminium wires
- d) As per IEC 61232 for aluminium clad steel wires

The sampling rate shall be 10 %.

6.2.2.4 Completed OPGW

The completed OPGW shall comply with the requirements of 6.2.2 b of IEC 61089.

The sampling rate shall be 10 %

6.3 Inspection

Inspection shall be in accordance with the requirements of 6.7 of IEC 61089.

7 Packaging and marking

In accordance with the requirements of clause 7 of IEC 61089, but with the following additional requirements:

- a) the packaging of the OPGW shall allow access to one or both ends of the OPGW in order to perform fibre checks;
- b) both ends of the OPGW shall be sealed by a suitable method in order to prevent moisture ingress;
- c) the delivery lengths and tolerances shall be determined in accordance with agreement between purchaser and manufacturer;
- d) random lengths shall not be allowed.

8 Test requirements

8.1 Stress-strain test

Stress-strain tests shall be performed to determine the mechanical behaviour of the OPGW when tensile load is applied and shall be in accordance with annex B of IEC 61089. The sample length shall be greater than 10 m (shorter sample lengths may be used if agreed between purchaser and manufacturer). End fittings such as helically preformed fittings, compression, epoxy type or solder type approved by the purchaser shall be used. During the test there shall be no visual damage to the OPGW strands. All stress and strain values obtained during the test shall be tabulated.