



IEC 60794-4-20

Edition 2.0 2018-08

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –**

**Part 4-20: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables**

**Câbles à fibres optiques –**

**Partie 4-20: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance – Spécification de famille pour les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS)**





**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland**

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

**About the IEC**

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

**About IEC publications**

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

**IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)**

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

**IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)**

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

**IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)**

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

**Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)**

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

**IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)**

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

**IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)**

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

**A propos de l'IEC**

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

**A propos des publications IEC**

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

**Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)**

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

**Recherche de publications IEC - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)**

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

**IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)**

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

**Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)**

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

**Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)**

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

**Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)**

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).





IEC 60794-4-20

Edition 2.0 2018-08

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –**

**Part 4-20: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables**

**Câbles à fibres optiques –**

**Partie 4-20: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance – Spécification de famille pour les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-5907-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**



## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	7
4 Optical fibres .....	7
5 Cable elements .....	7
6 Optical fibre cable constructions .....	7
6.1 General.....	7
6.2 Cable protection elements.....	7
7 Main requirements for installation and operating conditions .....	8
8 Cable design considerations .....	8
9 Cable tests .....	9
9.1 General.....	9
9.2 Tensile performance.....	9
9.2.1 General .....	9
9.2.2 Family requirement .....	9
9.2.3 Test conditions .....	9
9.3 Sheave test.....	9
9.3.1 General .....	9
9.3.2 Family requirement .....	9
9.3.3 Test conditions .....	9
9.4 Repeated bending .....	10
9.4.1 General .....	10
9.4.2 Family requirements.....	10
9.4.3 Test conditions .....	10
9.5 Impact .....	10
9.5.1 General .....	10
9.5.2 Family requirements.....	10
9.5.3 Test conditions .....	10
9.6 Crush.....	10
9.6.1 General .....	10
9.6.2 Test requirements .....	11
9.6.3 Test conditions .....	11
9.7 Torsion .....	11
9.7.1 General .....	11
9.7.2 Test requirements .....	11
9.8 Aeolian vibration test.....	11
9.8.1 General .....	11
9.8.2 Family requirements.....	11
9.8.3 Test conditions .....	11
9.8.4 Parameters to be reported.....	11
9.9 Low frequency vibration test (galloping test) .....	12
9.9.1 General .....	12
9.9.2 Family requirements.....	12
9.9.3 Test conditions .....	12



9.10	Temperature cycling .....	12
9.10.1	General .....	12
9.10.2	Family requirements.....	12
9.10.3	Test conditions .....	12
9.11	Water penetration .....	13
9.12	Cable UV resistance.....	13
9.13	Tracking and erosion resistance test.....	13
9.14	Creep .....	13
9.15	Fitting compatibility .....	14
10	Quality assurance.....	14
Annex A (informative)	Packaging and marking.....	15
Annex B (informative)	Installation considerations for ADSS cables.....	16
Annex C (informative)	Electrical test (tracking) .....	18
C.1	General.....	18
C.2	Option C2 – Sheath material qualification .....	18
C.2.1	Overview .....	18
C.2.2	Test arrangements .....	18
C.2.3	Test procedure.....	19
C.2.4	Requirements .....	19
C.3	Option C3 – Pollution level and tracking resistance .....	19
C.3.1	Overview .....	19
C.3.2	Test setup.....	20
C.3.3	Test method.....	22
C.3.4	Overview of pollution model and electrical test.....	22
Annex D (informative)	All dielectric self-supported (ADSS) cables to be used in overhead power lines (blank detail specification) .....	24
Bibliography	.....	26
Figure B.1	– Example of different span lengths allowed for the same cable, depending on sag variation .....	17
Figure C.1	– Electric scheme for the test .....	20
Figure C.2	– Foils of the electrodes.....	20
Figure C.3	– Nozzle .....	21
Figure C.4	– Details for the spraying .....	21
Figure C.5	– Distributed element model with dry band arc gap .....	23
Figure C.6	– Thevenin equivalent circuit.....	23
Table 1	– Cable design characteristics .....	8
Table 2	– Optional parameters (if required by customer) .....	8
Table C.1	– $R_{eq}$ and $C_{eq}$ values for different pollution index values .....	22
Table D.1	– Blank detail specification.....	24



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### OPTICAL FIBRE CABLES –

#### **Part 4-20: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables**

### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60794-4-20 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2012 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) this document has been streamlined by cross-referencing IEC 60794-1-1, IEC 60794-4 (all parts) and IEC 60794-1-2;
- b) reference to the MICE table has been deleted;
- c) the example of test method for particular environment in Annex C has been deleted;



The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/1867/FDIS	86A/1876/RVD

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 60794 series, published under the general title *Optical fibre cables*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**



## OPTICAL FIBRE CABLES –

### **Part 4-20: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables**

#### **1 Scope**

This part of IEC 60794-4, which is a family specification, covers optical telecommunication cables, commonly with single-mode fibres<sup>1</sup> used primarily in overhead power lines applications. The cables can also be used in other overhead utility networks, such as for telephony or TV services. Requirements of the sectional specification IEC 60794-4 for aerial optical cables along electrical power lines are applicable to cables covered by this document.

This document covers the construction, mechanical, electrical, and optical performance, installation guidelines, acceptance criteria, test requirements, environmental considerations, and accessories compatibility for an all dielectric, self-supporting fibre optic (ADSS) cable. This document provides construction and performance requirements that ensure, within the guidelines of this document, that the required mechanical integrity of the cable components as well as optical fibre mechanical reliability and transmission parameters are maintained.

The ADSS cable consists of single mode optical fibres contained in one or more protective dielectric fibre optic units surrounded by or attached to suitable dielectric strength members and sheaths. The cable does not contain metallic components. An ADSS cable is designed to meet the optical and mechanical requirements under different installation, operating and environmental conditions and loadings, as described in Annex B.

This document excludes any "lashed" or "wrapped" OPAC cables included in IEC 60794-4. Figure 8 aerial cables are also excluded; they are specified in IEC 60794-3-20.

#### **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

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

IEC 60794-1-21:2015, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods*

IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods*

<sup>1</sup> In some particular situations in the electrical industry, short overhead links can be also designed with multimode fibres.



IEC 60794-4, *Optical fibre cables – Part 4: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

### 3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms, definitions and abbreviated terms given in IEC 60794-1-1 and IEC 60794-4 apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

### 4 Optical fibres

Single-mode optical fibres shall be used that meet the requirements of IEC 60793-2-50. Other types of fibre can be agreed upon between the customer and the supplier; such fibre shall conform to IEC 60793-2. The cabled fibre shall conform to IEC 60794-4.

### 5 Cable elements

Refer to the relevant parts of the sectional specification IEC 60794-4.

### 6 Optical fibre cable constructions

#### 6.1 General

The construction and characteristics of cable elements shall conform to IEC 60794-4. The cable shall not contain any metallic material.

#### 6.2 Cable protection elements

In addition to the optical unit, the cable construction may consist of the following.

- a) The outer sheath shall be a weather-resistant type material. In certain conditions, it shall be necessary to consider the use of a tracking-resistant sheath.
- b) An ADSS cable shall contain self-supported systems that are integral to the cable. The purpose of the support system is to ensure that the cable meets the optical requirements under specified installation conditions, temperatures, and environmental loading for its whole operating design life.
- c) The basic annular construction may have strength yarns (e.g. aramid yarns) or other dielectric strands or dielectric rods as a support structure. A single central dielectric shaft, channelled to accommodate the optical elements, is also accepted.
- d) The cable shall be designed such that fibre strain does not exceed the limit allowed by the cable manufacturer under design tension limits of the cable (MAT). Maximum allowable fibre strain under MAT condition shall be  $\leq 0,2 \%$  for 0,69 GPa proof-tested fibres.

NOTE In some countries, a special requirement of shotgun resistance can be specified for aerial cables. ADSS cables covered by this document are not designed for such a condition. Cables with reinforced textile protection could still meet the dielectric condition, but the increase in diameter and weight would make necessary a significant enhancement of the tensile performance of the cable.



## 7 Main requirements for installation and operating conditions

Operating conditions are particularly important for ADSS cables.

Installation and operating conditions shall be agreed between the customer and the supplier. For the ADSS cable, a detailed study of the field conditions and a certain level of technical support by the supplier or third-party expert should precede the agreement. Annex B provides a general view of such considerations.

The type of fittings and hardware used to attach the ADSS to the structures shall be approved between the customer and the supplier. Their compatibility shall be verified in accordance with 9.15 and the fittings product specification.

## 8 Cable design considerations

Table 1 is a summary of cable characteristics which may be of importance as specifications to both the customer and the supplier. Table 2 includes optional engineering parameters relevant for the design and installation of the overhead line with an ADSS cable. Other characteristics may be mutually agreed upon by both the customer and the supplier. A complete blank specification is shown in Annex D.

**Table 1 – Cable design characteristics**

Ref.	Characteristics	Units
4	Number and type of fibres	NA
-	Modularity of cable core	NA
6	Detailed description of cable construction	NA
-	Overall cable diameter	mm
	Cable weight	kg/km
9.2	MAT (maximum allowable tension)	kN
9-10	Allowable temperature for storage, installation and operation	°C
9.3	Minimum bending diameter during installation	mm
9.4	Minimum bending diameter installed	mm

**Table 2 – Optional parameters (if required by customer)**

Ref.	Characteristics	Units
9.13	MIT, maximum installation (or sagging) load	kN
-	Modulus of elasticity	MPa
-	Coefficient of thermal expansion	10 <sup>-6</sup> /°C
9.2	Fibre strain at MAT load	%
Annex B	Zero strain margin	kN
	Environmental loading conditions – Reference to local or regional installation code	NA
	Recommended span and sag under MAT limit	m/%
C.3	Maximum ADSS cable space potential exposure (generally specified for a low-pollution environment unless specified otherwise by the customer)	kV



## 9 Cable tests

### 9.1 General

In mechanical tests, the general optical criteria is no change in attenuation, as described in IEC 60794-1-1 and IEC 60794-4.

In some environmental and installation tests, some increase is accepted. These are the sheave test, the aeolian vibration test and the galloping test.

The number of fibres tested shall be representative of the cable design according to fibre sampling indicated IEC 60794-1-1. Different sampling can be agreed between the customer and the supplier.

The tests applicable for aerial cables are listed below. The minimum acceptance criteria for the different designs of cables shall be indicated in the product specification.

### 9.2 Tensile performance

#### 9.2.1 General

The cable should be tested in accordance with IEC 60794-1-21, method E1. Under this test, the cables shall meet the specified MAT value.

#### 9.2.2 Family requirement

Loaded with MAT, no change in attenuation at 1 550 nm shall be measured, and the strain in the fibre shall be  $\leq 0.2 \%$  for 0,69 GPa proof-tested fibres. Other values can be agreed between the customer and the supplier.

NOTE Strain limit values for fibres with different proof test values are under study.

#### 9.2.3 Test conditions

- Test set in a straight path in accordance with Figure 1 of IEC 60794-1-21:2015 (no drums or pulleys allowed).
- The cable shall be terminated with adequate dead-end fittings.
- Sample length of 25 m minimum.
- MAT is sustained for 1 h.
- The fibres shall be loop-back spliced so that a minimum of 100 m of fibre are under test.

### 9.3 Sheave test

#### 9.3.1 General

The cable shall be tested in accordance with method E18B of IEC 60794-1-21.

#### 9.3.2 Family requirement

Maximum permanent increase in attenuation: 0,10 dB at 1 550 nm.

No physical damage in cable elements.

#### 9.3.3 Test conditions

- Method E18B of IEC 60794-1-21, procedure 1 or 2.
- Tension level applied during test: maximum stringing load (or MIT).
- Length of the cable: 9 m minimum. Length bent under tension: 2 m.



- The cable should be terminated with the recommended dead-end fittings.
- The fibres shall be loop-back spliced so that a minimum of 100 m of fibre are under test.
- Diameter ( $D$ ) of roller/cylinders  $\geq$  manufacturer's minimum bend diameter (approximately  $\geq 40$  times cable outside diameter is recommended).
- Bending angle:  $45^\circ \pm 15^\circ$ .
- Moving speed:  $1 \text{ m/s} \leq \text{speed} \leq 10 \text{ m/s}$ .
- Number of complete moving cycles: 20.

#### **9.4 Repeated bending**

##### **9.4.1 General**

The cable shall be tested in accordance with the method specified in IEC 60794-1-21, method E6.

##### **9.4.2 Family requirements**

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or cable elements. There shall be no change in attenuation at 1 550 nm after the completion of the test.

##### **9.4.3 Test conditions**

- Bending radius: 20 d.
- Number of cycles: 25.

Particular conditions may be agreed between the customer and the supplier.

#### **9.5 Impact**

##### **9.5.1 General**

The cable construction shall be tested in accordance with the method specified in IEC 60794-1-21, method E4.

##### **9.5.2 Family requirements**

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the striking surface on the sheath is not considered mechanical damage.

There shall be no change in attenuation at 1 550 nm.

##### **9.5.3 Test conditions**

- Striking surface radius: 300 mm.
- Impact energy: 10 J.
- Number of impacts: three, each in a different place spaced not less than 500 mm apart.

NOTE these values are for general purpose use. Particular requirement could be included in product specification.

#### **9.6 Crush**

##### **9.6.1 General**

The cable shall be tested in accordance with IEC 60794-1-21, method E3, without physical damage or change in attenuation.



### 9.6.2 Test requirements

Under visual examination, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the plate or mandrel on the sheath is not considered mechanical damage.

Long term  $\geq 10$  min. No change in attenuation (prior to release of load).

Short term  $\geq 1$  min. No change in attenuation (after test).

### 9.6.3 Test conditions

- Load (plate/plate): 2,2 kN for short-term load, 1,1 kN for long-term load.
- Duration of load: 1 min of short-term load, followed by 10 min of long-term load.
- Number of tests: 3.
- Spacing between test places: 500 mm.

NOTE These values are for general purpose use. Particular requirements can be included in a product specification.

## 9.7 Torsion

### 9.7.1 General

The cable shall be tested in accordance with IEC 60794-1-21, method E7.

### 9.7.2 Test requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

No change on attenuation after the test at 1 550 nm.

## 9.8 Aeolian vibration test

### 9.8.1 General

The resistance of the cable to aeolian vibration shall be tested in accordance with method E19 of IEC 60794-1-21.

### 9.8.2 Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The variation on attenuation after the test shall be no greater than 0,10 dB at 1 550 nm.

### 9.8.3 Test conditions

The cable should be terminated with the recommended dead-end and suspension fittings.

### 9.8.4 Parameters to be reported

- Length of spans.
- Length of cable and fibres tested.
- Vibration mode/characteristics maintained during the test.
- Characteristics of measuring equipment.
- Ambient temperature and humidity during the test.
- Mass/unit length and diameter of the cable.



## 9.9 Low frequency vibration test (galloping test)

### 9.9.1 General

The resistance of the cable to low frequency vibration shall be tested in accordance with IEC 60794-1-21, method E26. This test applies for ADSS cables to be installed in areas where ice build-up and/or strong winds are envisaged.

### 9.9.2 Family requirements

Permanent or temporary increase in attenuation at 1 550 nm shall be  $\leq 0,10$  dB.

The sheath shall have no cracks or splits.

### 9.9.3 Test conditions

The final optical measurement shall be taken at least 2 h after the completion of the vibration test. A section of cable from the location of the hardware support shall be loaded to the MAT, and the attenuation shall comply with 9.2.1.

## 9.10 Temperature cycling

### 9.10.1 General

The cable shall be tested in accordance with the method specified in IEC 60794-1-22, method F1, one-cycle procedure with the temperature limits, in accordance with operation limits in the product specification, or combined test procedure if different storage limits are specified.

### 9.10.2 Family requirements

For  $T_A$  and  $T_B$  ( $T_{A1}$  and  $T_{B1}$  in combined test), there shall be no change in attenuation from the reference room temperature measurement when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the user.  $T_{A1}$  and  $T_{B1}$  temperature levels are only required during the last cycle.

For  $T_{A2}$  and  $T_{B2}$ , the change in attenuation coefficient shall be  $\leq 0,15$  dB/km during the last cycle from the reference room temperature measurement.

On completion of the test, there shall be no change in attenuation. The measurement shall be made in the 1 550 nm region.

### 9.10.3 Test conditions

- Sample length: finished cable length of at least 500 m.
- High temperature,  $T_B$  for one-cycle procedure ( $T_{B1}$  for combined test): +60 °C.
- High temperature,  $T_{B2}$ : +70 °C (only for combined test).
- Low temperature,  $T_A$  for one-cycle procedure ( $T_{A1}$  for combined test): -20 °C.
- Low temperature,  $T_{A2}$ : -40 °C (only for combined test).
- Rate of heating: sufficiently slow so that the effect of changing the temperature does not cause temperature shock or 40 °C/h if not specified.
- $t_1$ : enough time to get temperature stability in the sample.
- Number of cycles: 2. Additional cycles may be required depending on user requirements.
- Temperature values may vary depending on user requirements.



### 9.11 Water penetration

The cable shall be tested in accordance with IEC 60794-1-22, method F5B for jelly filled cables or F5C for all-dry cables.

No water shall be detected at the unsealed end of the sample during and at the end of the test.

### 9.12 Cable UV resistance

The outer sheath shall be made of UV-stabilized weather-resistant material in accordance with IEC 60794-1-22, method F14.

Further requirements are under consideration.

### 9.13 Tracking and erosion resistance test

Dielectric cables installed on power lines are exposed to electrical fields. The magnitude of this field space potential exposure depends on the line voltage, tower design, conductor configuration, and installation location for the ADSS. Together with specific environmental conditions, especially desert or highly polluted areas close to the sea, this can lead to electrical degradation (e.g. dry-band arcing), which can cause severe damage to the outer cable sheath and finally can cause a total cable failure. The sensitivity to electrical degradation depends on a combination of the space potential, the cable, environment, and sheath material used. In areas with higher space potentials or poor environmental conditions, track resistant sheath materials may be essential to alleviate the risk to product life.

Experience has shown that the formerly used > 12 kV space potential transition point for using track resistant sheath materials may be too high depending on the environmental conditions. Under certain environmental conditions as mentioned above, tracking-resistant sheaths may be needed with space potentials down to 4 kV. Even with tracking-resistant sheath materials, special consideration about the feasibility of ADSS applications is required for levels higher than 20 kV.

Tracking-resistant sheath materials shall be used in the following field conditions:

- a) power lines with an operation voltage of 150 kV or higher;
- b) power lines producing space potential of 4 kV or higher in salty or polluted areas.

If the ADSS cable is to be used in telecommunication poles or low-voltage distribution lines, track-resistant requirements can be waived.

Two current options for evaluating the quality of track-resistant sheath materials are given in Annex C:

- 1) salt fog method: evaluates cable in a wet condition (continuous salt water spray);
- 2) alternating wet dry cycles with different current levels to reflect different degrees of resistivity resulting from varying degrees of regional environmental conditions.

Other test conditions may be needed to evaluate ADSS tracking resistance for specific environments.

### 9.14 Creep

There is no pass/fail criterion for creep. This parameter is an engineering guidance to the behaviour of the cable during its working life. The cable creep behaviour should be determined using a test method agreed between the customer and the supplier. Suitable tests are IEC 60794-1-21, method E32 or found in IEC 61395.



### 9.15 Fitting compatibility

The type of fittings shall be approved between the customer and the supplier, and their compatibility shall be verified as follows.

- Dead-end fittings shall be used during the MAT test (9.2), with a maximum of 3 mm of displacement between the fitting and the cable during and after the test. There should be no change in attenuation.
- A cable sample with dead-end fittings shall stand 24 h at a temperature of  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  and controlled RH of  $85\% \pm 5\%$ , under MIT load, with a maximum displacement of 3 mm between each fitting and cable. There should be no change in attenuation.
- Suspension fitting shall be used during vibration tests (9.8 and 9.9) with no damage to the cable during the test. There should be no change in attenuation. Vibration dampers can also be qualified during this test.
- Following the completed testing, the hardware fittings shall be removed and the cable's outer sheath inspected. There shall be no splits or tears in the outer sheath.

Sample for verification of the temperature and humidity condition shall be long enough to accept a dead-end fixture and a connection length at both ends; at least 10 m is recommended. The complete setup should be exposed at the indicated temperature and humidity

NOTE The use of vibration dampers is not compulsory but is an installation option.

## 10 Quality assurance

It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which ensure that the product meets the requirements of this document. When the purchaser wishes to specify acceptance tests to other quality procedures, it is essential that an agreement is reached between the customer and the supplier at the time of ordering.

The supplier shall establish, introduce and maintain a quality management system in accordance with ISO 9001 or equivalent.

Annex A provides recommendations for packaging and marking.



## **Annex A** (informative)

### **Packaging and marking**

The cable should be tightly and uniformly wound onto reel(s) in layers. Reel lengths may be either standard length or specified length. Standard lengths are reel lengths normally provided by a supplier. This length will be defined by the supplier. Specified lengths are reel lengths that are specified by the customer. A tolerance of  $\pm 2,0\%$  should be maintained for specified lengths and standard lengths.

Reels may be either wooden non-returnable or steel returnable type. Unless specified otherwise by the customer, the supplier will determine the size and type reel that will withstand normal shipping, handling, storage and stringing operations without damage to the cable.

The reel and inside flanges shall be manufactured in a manner that damage will not occur to the cable during shipping, handling, storage and stringing.

The cable should be adequately protected against mechanical damage and solar heating.

Reel numbers should be identified in a clear and legible manner on the outside of each flange on two opposite locations.

Each reel should be tagged with a shipping tag. Tags should be weather-resistant. All essential information, such as the supplier's name, cable size and number of fibres, order number, reel number, cable number, cable lengths, and gross, tare, and net weight should appear legibly on the tags. The tags should clearly indicate cable in the description.

The cable ends should be securely fastened to prevent the cable from becoming loose during shipment. The inner end of the cable shall be accessible for connection to optical measuring equipment. This length of cable shall be securely fastened and protected during shipment.

A seal should be applied to each end of the cable to prevent the entrance of moisture into the optical fibres or the escape of filling compound during shipment and storage.

Each reel should be marked on the outside flange to indicate the direction the reel should be rolled during shipment in order to prevent loosening of the cable on the reel.



## **Annex B**

### **(informative)**

#### **Installation considerations for ADSS cables**

In most cases, for underground application cables, the maximum mechanical stress (due to tension, torsion, compression, etc.) occurs during the installation process. During the rest of its operative life, the cable, if properly installed, will suffer stress eventually or just a residual permanent value.

On the contrary, aerial cables will be during the working life permanently under the installation tension and can be periodically subjected to higher tensions due to variable environmental conditions.

In aerial applications, in order to guarantee a long working life for the cable, it is not enough only to perform a careful installation procedure and test the fibres at the end of the job. It is necessary to know the environmental conditions and weather cycles in the location and from that information select or design the cable.

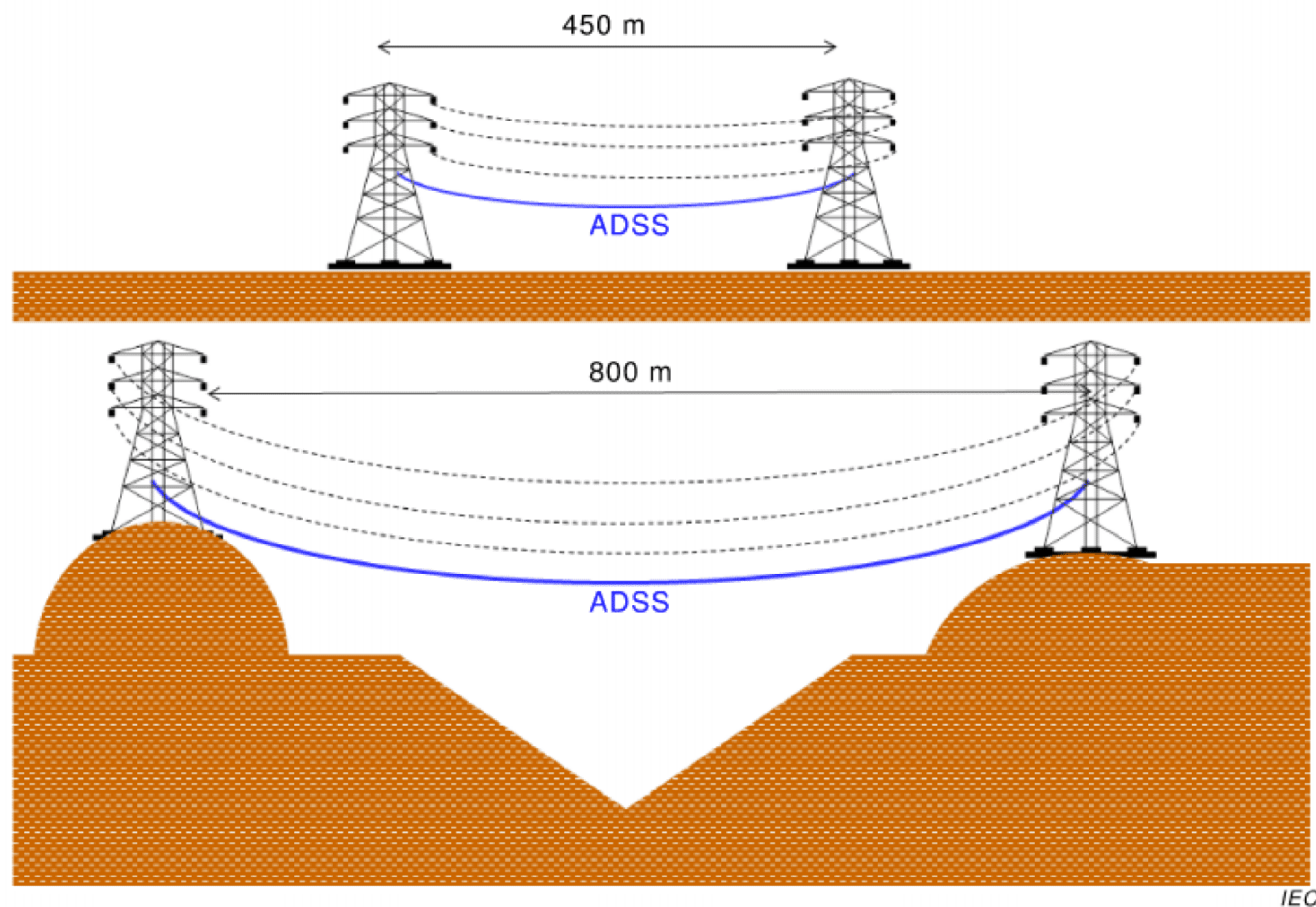
The combination of all these parameters in a field condition define the tensile strength required in the cable, and a detailed engineering study is carried out that takes into consideration several parameters affecting the required strength of the cable, span, sag, temperature, wind speed, ice formation, which are all considered for the design of an aerial power line. Some additional considerations have to be made to ensure the selected cable is adequate.

- 1) In conductor cables, the mechanical strength is proportional to cable size, which is part of the electrical design of the line. Therefore, the physical design of the link necessarily takes into account the cable mechanical resistance. As the ADSS has no electrical function and it is frequently installed in existing power lines, its mechanical analysis is independent and the lack of information could lead to an over-design or under-design of the cable.
- 2) The reference parameter in metallic cables is the breaking load. Under critical conditions, the cable can be under short-term stress close to that limit without intrinsic damage. In a similar situation for an ADSS, the fibres could be broken. Since it is not the integrity of the cable but fibres the first concern in a telecommunication link, breaking strength is not the selected parameter to specify an ADSS cable. In order to protect fibre integrity, the reference should be the maximum allowed tension (MAT).
- 3) Breaking load is not a parameter in the optical/mechanical performance of an ADSS cable. In some countries, the breaking strength of aerial cables is a regulation as an installation requirement.
- 4) The MAT is the key specification values for cable performance; it should be matched with the critical stress situations (wind, heavy ice, temperature) that, although not frequent, are expected to be present in the area.
- 5) The elasticity module and the coefficient of linear expansion are engineering data. These values should be provided by the manufacturer to be used for tension/sag calculations, if requested by customer, or sag/tension tables should be provided.
- 6) Maximum installation tension (MIT) is a recommended value to be considered in the sagging process in order to avoid exceeding MAT when the expected wind and/or ice arise. It can also serve as limit load while stringing the cable along the power line. To prevent permanent strain in the fibres, it is advisable that MIT is lower to the zero strain margin value.
- 7) Maximum span distance, minimum or maximum sag can be recommended for particular installation cases only after the detailed engineering study (see Figure B.1).
- 8) The placement of the ADSS cable relative to the power conductor and its associated voltage affects the space potential the ADSS cable is exposed to. Compatibility with this space potential should be considered.



- 9) When transmission lines are being deployed, it is important that the customer provide details on the ADSS cable and power line conductor configuration along with applicable pollution considerations so the ADSS cables' space potential exposure can be determined.

For information on necessary installation procedures and safety issues for personnel and equipment when installing or maintaining ADSS cables on overhead power lines, see IEC TR 62263.



IEC

**Figure B.1 – Example of different span lengths allowed for the same cable, depending on sag variation**



## **Annex C** (informative)

### **Electrical test (tracking)**

#### **C.1 General**

Electrical erosion arises if cable sheath is affected by several conditions. There is no universal test method for its evaluation. Two options are described in Annex C.

Option C2 is a well-established way to control a sheath material referred to a specification. It is very useful to the industry for material qualification, although it has no correlation to cable behaviour in the field. The test method of option C3 establishes a means of testing cable to different pollution levels at different space potentials, based on the pollution model described in C.3.4.

#### **C.2 Option C2 – Sheath material qualification**

##### **C.2.1 Overview**

The objective of this test is to demonstrate the resistance of the cable sheath to erosion and tracking under combined electrical and mechanical stresses, while exposed to humid (salt fog) conditions.

##### **C.2.2 Test arrangements**

A length of cable should be taken from a production run and sealed at each end against moisture ingress before being supported horizontally inside a salt fog chamber between two anchor points. This will enable it to be tensioned mechanically to a level that represents the value of operation conditions for the cable. The earth termination shall be identical to that proposed by the supplier for use in service adjacent to a support tower and may consist, for example, of spiral-wrap gripping wires together with any suitable mechanical or electrical stress-relieving accessories. This design of the high-voltage termination shall be at the discretion of the supplier.

The gauge length between terminations should be great enough to avoid flashovers from taking place during the salt fog test, and a length of 25 mm/kV is usually adequate. The separation between electrode terminations should be 40 mm as minimum. The cable should be tensioned with such means so that any creep of the cable material during the test does not result in a major reduction in tension. At suitable intervals during the test, for example every 100 h, the tension should be checked, and if it has changed more than 10 % of the initial value, it should be adjusted to fall within range again.

A conduction fog shall be produced within the chamber by the use of a suitable number of atomizing nozzles similar to the design shown in Figure 18 of IEC 60060-1:2010. A useful guide is to have one nozzle for each 2 m<sup>3</sup> of chamber volume. The salt solution to the nozzle shall be prepared dissolving 10,0 kg ± 0,5 kg NaCl in 1 000 l of distilled and de-ionized water. The droplet size should be in the range of 5 µm to 20 µm, and the flow rate of this solution in the chamber should be 0,4 l/h ± 0,1 l/h for each cubic metre of chamber volume. This generally requires an injection of dry air at a pressure of 3,3 bar to the nozzles. The nozzles shall be distributed evenly around the chamber to give a homogeneous fog density, and no jet should point directly at the cable. An aperture of no more than 80 cm<sup>2</sup> should be provided on the chamber wall for the natural exhaust of air.

A power frequency test transformer shall be used with a minimum continuous rating of 250 mA RMS and a trip level set at 1 A RMS. There shall be a clearance of at least 300 mm to earth in the vicinity of the cable.



### C.2.3 Test procedure

After tensioning the cable to the MIT load, it shall be wiped with a cloth or paper towel soaked in water and then subjected to the salt fog.

After verifying the droplet size, the homogeneity of fog inside of chamber and the homogeneity of electrodes separation, a voltage level shall be applied on the evaluation circuit for a period of 1 000 h.

For ADSS cables intended to be installed on tracking generator environments, owing to high level induced voltage and/or owing to high concentration of contamination particles, the test voltage should be set at 3,0 kV/cm of separation between electrodes.

The salt water may not be recirculated. Several interruptions of the test for inspection purposes are permissible, each not exceeding 15 min. Interruption periods, which typically occur at 24 h intervals, do not count toward the test duration.

### C.2.4 Requirements

After completion of the test, from visual examination, there shall be no signs of internal material exposed to the external environment through the sheath neither on the voltage application area nor on the cable fixation points for mechanical tension application.

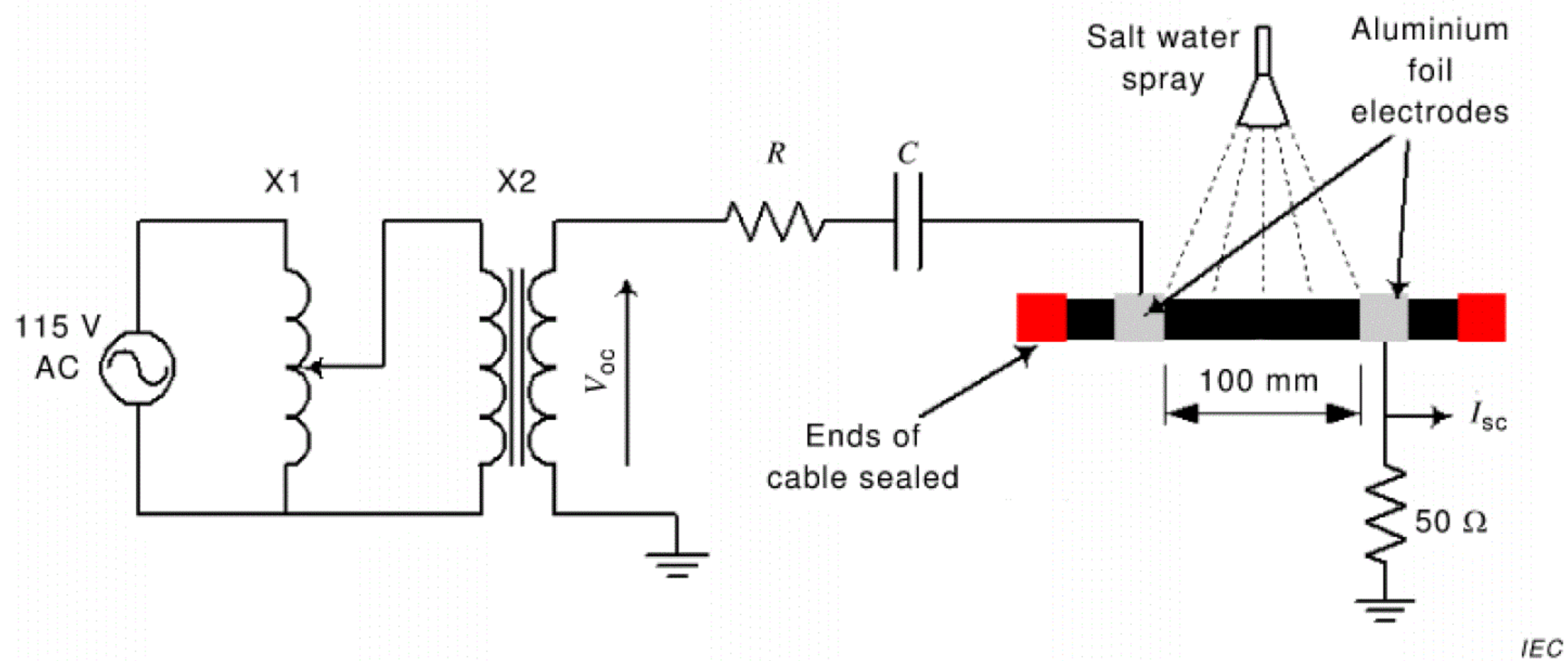
The cable sheath shall show tracking erosion no greater than 30 % of the original sheath thickness. A transversal cut should be made on the tested section of cable sheath in order to verify the test compliance by measurement with a calibrated caliper.

## C.3 Option C3 – Pollution level and tracking resistance

### C.3.1 Overview

The objective of this test method is to demonstrate the resistance of the cable sheath to erosion and tracking under different arc voltages and degrees of pollution resistance. This test method uses a Thevenin equivalent circuit shown in Figure C.1 to represent the effect of space potential in the presence of different pollution levels that affect the surface resistance.  $V_{oc}$  represents the open circuit voltage across a dry band of wet pollution in the absence of arc current (see C.3.4). Contamination levels are represented by  $R$  and  $C$  in the circuit.





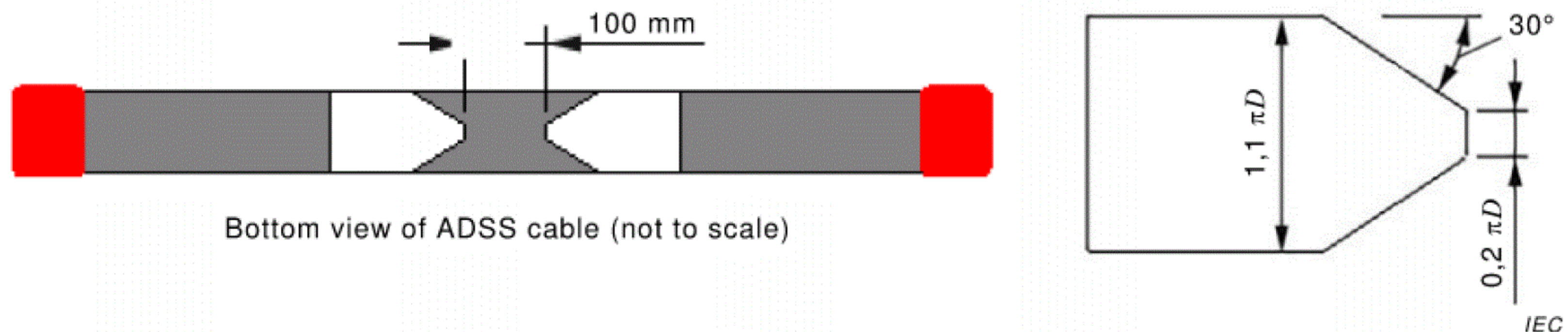
**Key**

X1	autotransformer
X2	high-voltage transformer
$V_{oc}$	open circuit voltage
$I_{sc}$	short circuit current
$R, C$	limiting impedance

**Figure C.1 – Electric scheme for the test**

**C.3.2 Test setup**

A 460-mm (18") long cable sample shall be prepared in accordance with Figure C.2a. The cable ends are to be sealed. The foil shall be cut into 2 trapezoid shapes in accordance with Figure C.2b and wrapped around the cable. The foil shall be separated by 100 mm (4") and shall be placed near the centre of the sample.



**Key**

$D$  diameter of the cable

**a – Details of the sample**

**b – Shape of electrodes**

**Figure C.2 – Foils of the electrodes**

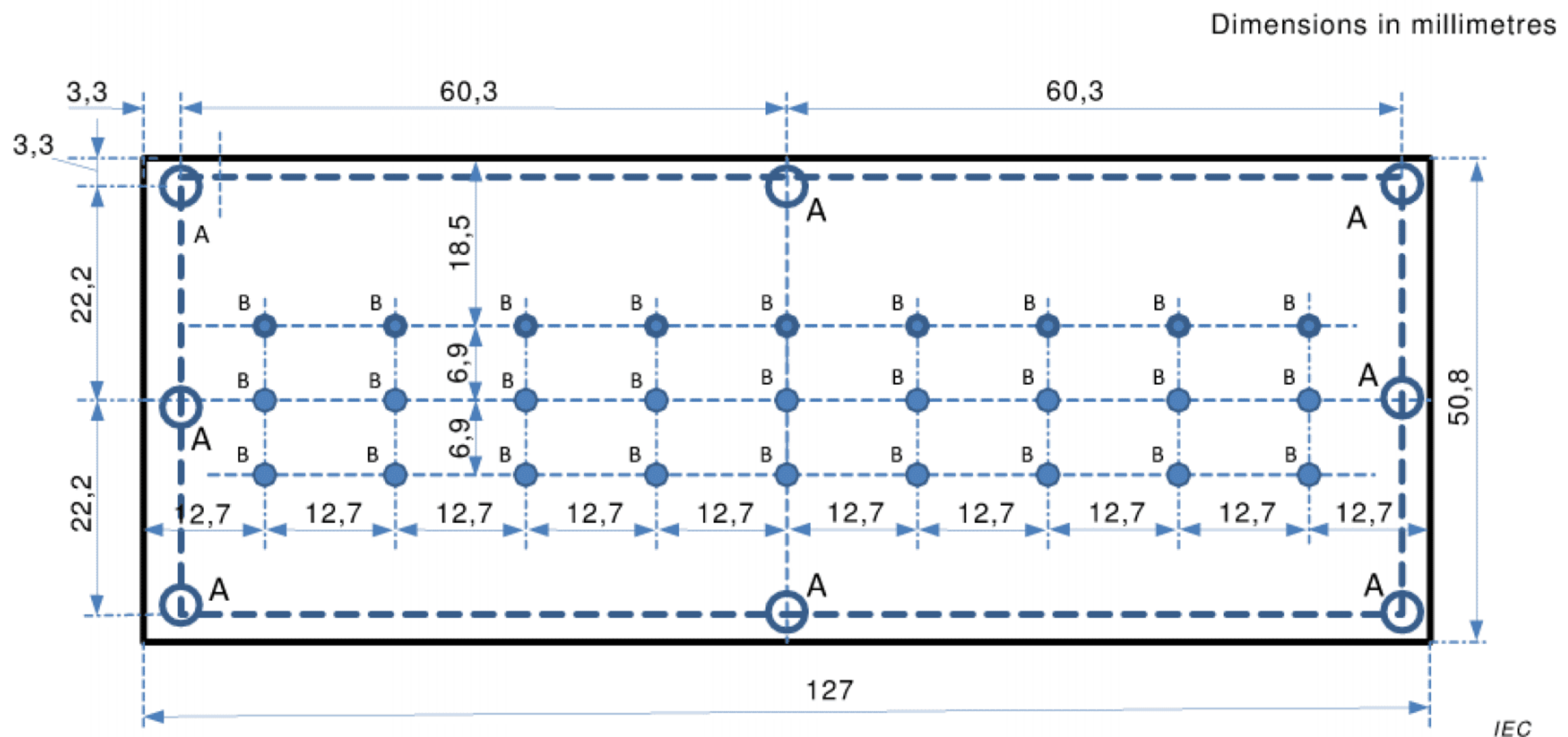
An autotransformer X1 controls the primary voltage of the high voltage transformer X2. Other supply designs are permissible provided the output voltage supplied to the limiting impedance is variable up to 40 kV.

The limiting impedance is denoted by resistor  $R$  in series with capacitor C1. This impedance is defined as the ratio of the open circuit voltage of a dry band arc (i.e. arc current extinguished) to the short circuit current of the arc (current in pollution layer just prior to the arc formation). The 50-Ω resistor serves as an AC milliamper meter.

Multiple samples are permitted provided each sample has a dedicated RC network connected to  $V_{oc}$ .



To produce a uniform conductive layer on the cable surface, a nozzle as shown in Figure C.3 is used. The nozzle consists of a 50 mm × 127 mm stainless steel sheet with 3,6 mm diameter water holes which are arranged in an array to uniformly spray the sample between the electrodes. The cable sample is placed 10 cm below the nozzle.



Material: 0,8 mm thick stainless steel sheet.

All holes marked A are 3,6 mm in diameter (8 holes).

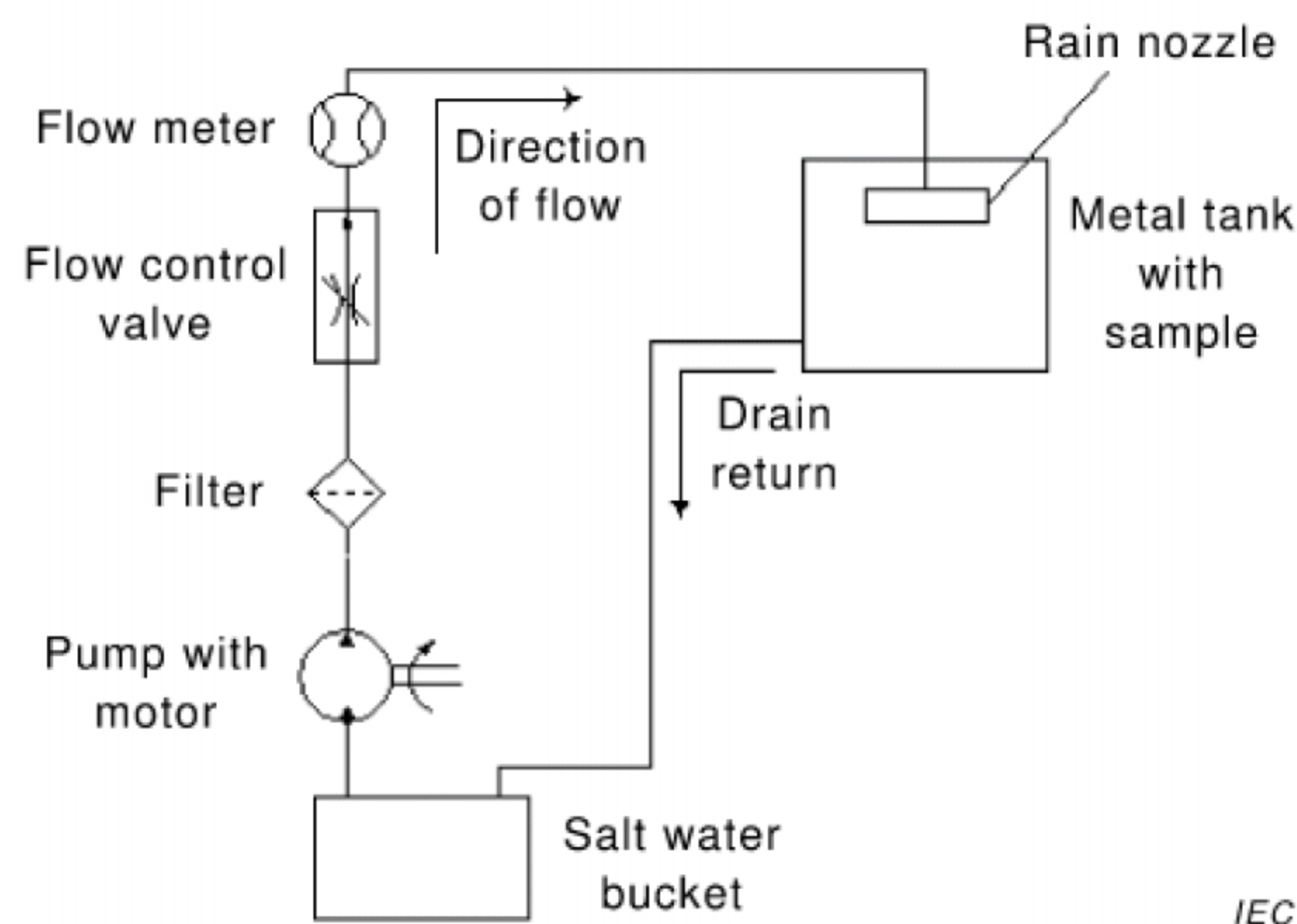
The water holes are marked B arranged in a 9 × 3 array.

Water holes marked B are 1,2 mm in diameter.

**Figure C.3 – Nozzle**

A flow diagram of the pollution delivery system is shown in Figure C.4. Salt water is mixed in a plastic tank or bucket that serves as a storage tank. The pump drives the water through the control valve, filter, flow meter and the rain nozzle. After spraying, it is collected in a stainless steel storage tank and flows back to the reservoir. The flow rate and water salinity are kept constant during the test.

- Salinity: 1 % (wait 12 h after adding salt to allow the salt to completely dissolve). Check the salinity every 24 h to assure a salinity of 1 % or greater.
- Flow rate: 2 l/min to 3 l/min.



**Figure C.4 – Details for the spraying**



### C.3.3 Test method

The appropriate  $R_{eq}$ ,  $C_{eq}$ , and  $V_{oc}$  are chosen.  $R_{eq}$  and  $C_{eq}$  are chosen to represent the pollution level.  $V_{oc}$  is chosen to represent the desired space potential, as shown in Table C.1.

**Table C.1 –  $R_{eq}$  and  $C_{eq}$  values for different pollution index values**

Pollution index (PI)	Ohms/meter	Category	$R_{eq}$	$C_{eq}$
5	100 000	Heavy	$4,2 \times 10^6 \Omega$	650 pF
5,3	200 000	Heavy	$5,8 \times 10^6 \Omega$	457 pF
5,7	500 000	Heavy	$9,2 \times 10^6 \Omega$	290 pF
6	1 000 000	Medium	$13,1 \times 10^6 \Omega$	200 pF
6,3	2 000 000	Medium	$18,6 \times 10^6 \Omega$	145 pF
6,7	5 000 000	Medium	$30,0 \times 10^6 \Omega$	90 pF
7	10 000 000	Light	$42,0 \times 10^6 \Omega$	65 pF

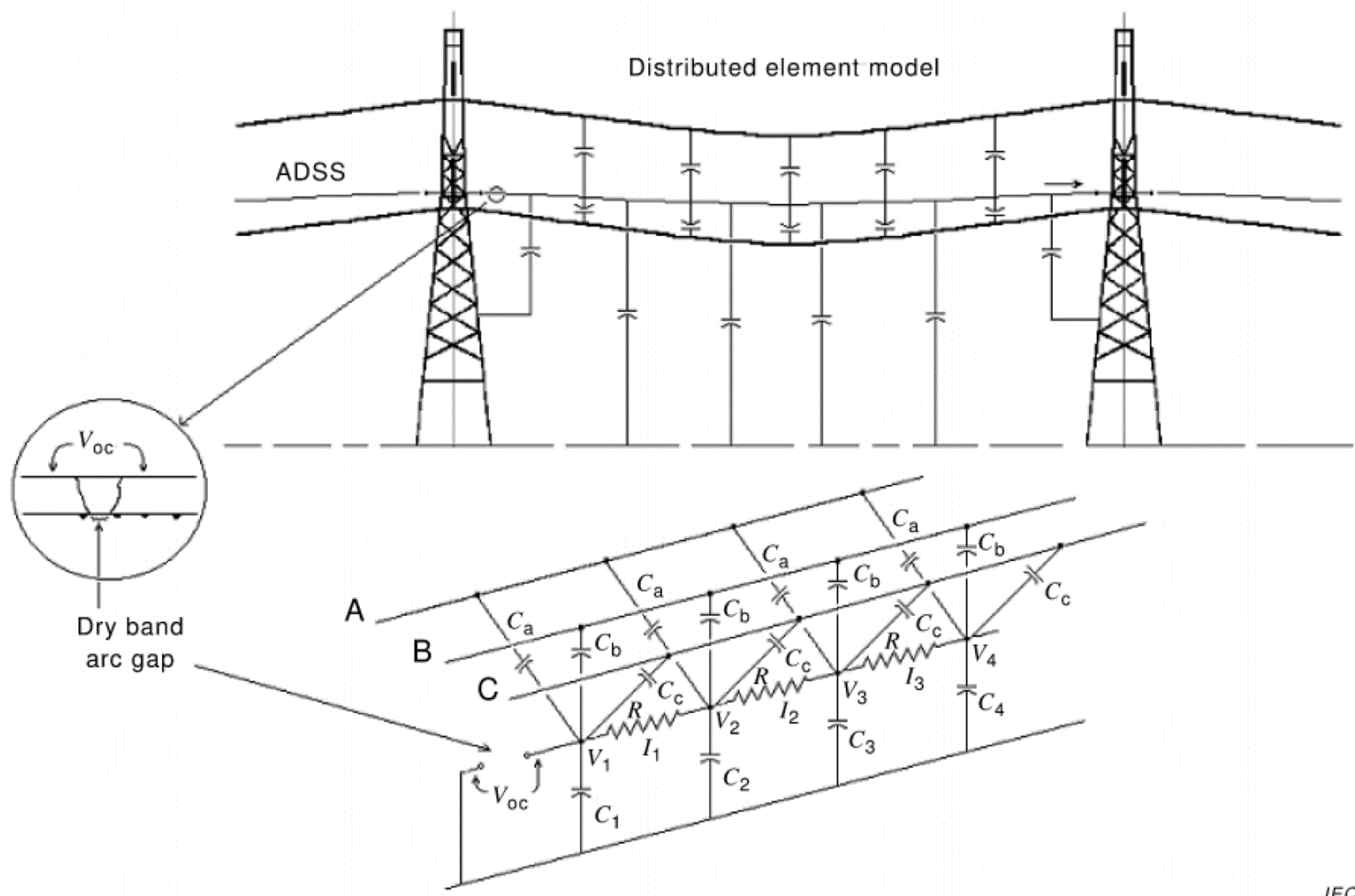
The ADSS sample is subjected to repeated cycles of salt spray and drying. The samples are wetted for 2 min and allowed to dry for 13 min. During the drying period, arcing will appear on the sample. The test is performed under normal room temperatures and humidity.

Dry band arcing shall not erode through the cable sheath prior to completing 300 cycles for the appropriate pollution index for the region. Unless a pollution index (PI) for the region can be determined, the customer may need to specify a low pollution index. The suppliers cable shall be capable of completing 300 cycles at less than or equal to the customer's specified pollution index (PI).

### C.3.4 Overview of pollution model and electrical test

Allowing the first lumped resistor (connecting  $V_1$  to the grounded tower) to be very large (e.g.  $10^{14} \Omega$ ) and repeating the computation provides the value  $V_{oc}$ , which is the voltage across a dry band in the wet pollution near the tower.  $I_0$ , from the previous computation, becomes the arc current when the band flashes over.





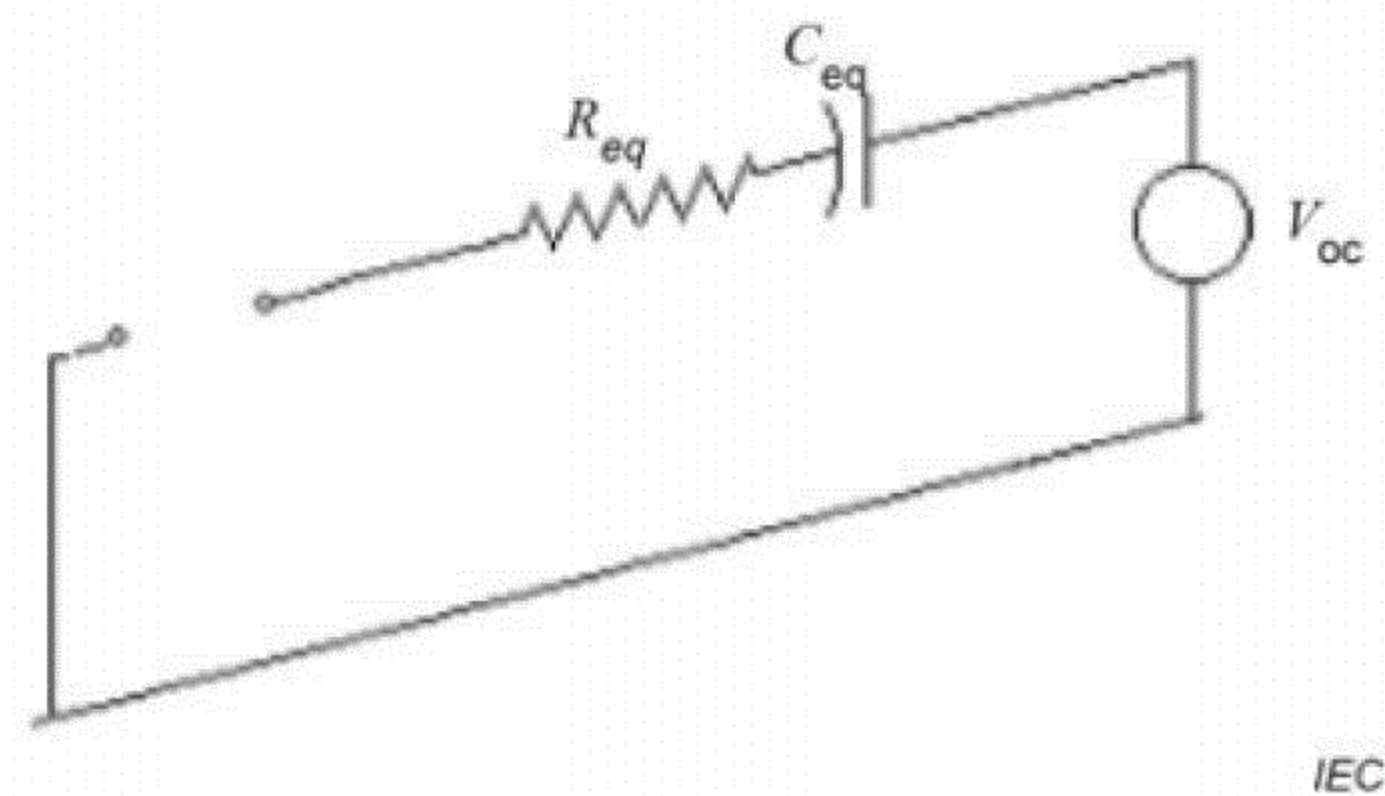
IEC

**Key**

$R$  pollution resistance in ohms per distance (metres, feet, etc.)

**Figure C.5 – Distributed element model with dry band arc gap**

The entire model, as illustrated in Figure C.5, can be reduced to an electrical equivalent by dividing  $V_{oc}$  by  $I_0$ .  $A$  and  $B$  are the phase angles of each quantity. This is the basic circuit for the arcing test as shown in Figure C.6.



IEC

$$Z_{eq} = \frac{V_{oc} (A)}{I_0 (B)} = \frac{V_{oc} (\cos A) + jV_{oc} (\sin A)}{I_0 (\cos B) + jI_0 (\sin B)} = R_{eq} - jX$$

$$C_{eq} = \frac{1}{\omega X} \quad \omega = 2\pi f \quad f = 60 \text{ Hz}$$

**Figure C.6 – Thevenin equivalent circuit**



## Annex D (informative)

### All dielectric self-supported (ADSS) cables to be used in overhead power lines (blank detail specification)

**Table D.1 – Blank detail specification**

(1) Prepared by		(2) Document N°: Issue : Date :
(3) Available from:	(4) Generic specification: Sectional specification: Family Specification:	IEC 60794-1-2 IEC 60794-4 IEC 60794-4-20
(5) Additional references:		
(6) Cable description:		
(7) Cable construction:		
<u>Optical fibres</u>		
<u>Range of fibre count</u>		
Modularity		
<u>Construction</u> - Loose tube – filled - Loose tube – unfilled - Slotted core – filled - Slotted core – unfilled - Ribbon in slotted core - Ribbon in loose tube - Central (strength) member – non metallic - Core filling – regular water blocking - Core filling – water swell able materials  <u>Lay-up</u> - Stranding (helical or SZ) - Single unit		Additional remarks
(7) Cable construction (continued) Inner sheath Peripheral strength member - Non-metallic Moisture barrier Outer sheath Armouring - Non-metallic armouring Outer protection - Polyethylene sheath - Performance of tracking resistant sheath Marking identification - Customer requirement - Identification of manufacturer		Additional remarks



(8) Application information:	
General	
Maximum outer diameter ( <i>d</i> )	mm
Installation load (MIT)	N
Allowed short term load (MAT)	N
Zero strain margin	N
Minimum bending radius for no load bending	mm or <i>nxd</i>
Minimum bending radius for rated load bending	mm or <i>nxd</i>
Temperature range:	
- Transport and storage	°C
- Installation	°C
- Operation	°C
Cable weight	kg/km
Manufacturing cable length	
- Typical	m
- Nominal /tolerances	–0 %, +1 %
- Modulus of elasticity	kPa
- Coefficient of linear expansion	10-6/°C
- Creep behaviour	%
Particular (cables designed for specific projects)	
- Ice thickness	mm
- Wind speed	km/h
- Maximum span distance while under the maximum weather load	m
- Minimum sag for maximum span (not exceeding MAT under weather load)	m or %



## Bibliography

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures – General guidance*

IEC 60794-3-20, *Optical fibre cables – Part 3-20: Outdoor cables – Family specification for self-supporting aerial telecommunication cables*

IEC 60794-4 (all parts), *Optical fibre cables – Part 4: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines*

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

IEC 61935 (all parts), *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling*

IEC TR 62263, *Live working – Guidelines for the installation and maintenance of optical fibre cables on overhead power lines*

IEC TR 62362, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance*

IEEE Std1222<sup>TM</sup>-2011, *IEEE standard for testing and performance for all-dielectric self-supporting (ADSS) fiber optic cable for use on electric utility power lines*

---







## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	30
1 Domaine d'application.....	32
2 Références normatives .....	32
3 Termes, définitions et termes abrégés.....	33
4 Fibres optiques.....	33
5 Eléments de câble .....	33
6 Constructions de câble à fibres optiques .....	33
6.1 Généralités .....	33
6.2 Eléments de protection de câbles .....	33
7 Exigences principales relatives aux conditions d'installation et de fonctionnement .....	34
8 Considérations sur la conception des câbles .....	34
9 Essais du câble .....	35
9.1 Généralités .....	35
9.2 Performance en traction .....	35
9.2.1 Généralités .....	35
9.2.2 Exigence de famille.....	35
9.2.3 Conditions d'essai.....	35
9.3 Essai de passage sur poulies .....	36
9.3.1 Généralités .....	36
9.3.2 Exigence de famille.....	36
9.3.3 Conditions d'essai.....	36
9.4 Courbures répétées.....	36
9.4.1 Généralités .....	36
9.4.2 Exigences de famille .....	36
9.4.3 Conditions d'essai.....	36
9.5 Impact .....	37
9.5.1 Généralités .....	37
9.5.2 Exigences de famille .....	37
9.5.3 Conditions d'essai.....	37
9.6 Ecrasement.....	37
9.6.1 Généralités .....	37
9.6.2 Exigences relatives aux essais .....	37
9.6.3 Conditions d'essai.....	37
9.7 Torsion .....	37
9.7.1 Généralités .....	37
9.7.2 Exigences relatives aux essais .....	38
9.8 Essai de vibration éolienne.....	38
9.8.1 Généralités .....	38
9.8.2 Exigences de famille .....	38
9.8.3 Conditions d'essai.....	38
9.8.4 Paramètres à consigner .....	38
9.9 Essai de vibration à basse fréquence (essai de galop) .....	38
9.9.1 Généralités .....	38
9.9.2 Exigences de famille .....	38
9.9.3 Conditions d'essai.....	38



9.10	Cycles de température .....	39
9.10.1	Généralités .....	39
9.10.2	Exigences de famille .....	39
9.10.3	Conditions d'essai .....	39
9.11	Pénétration d'eau .....	39
9.12	Résistance du câble aux UV .....	39
9.13	Essai de résistance au cheminement et à l'érosion .....	40
9.14	Fluage .....	40
9.15	Compatibilité des armatures .....	40
10	Assurance de la qualité .....	41
Annexe A (informative) Emballage et marquage .....		42
Annexe B (informative) Considérations sur l'installation de câbles ADSS .....		43
Annexe C (informative) Essai électrique (cheminement) .....		45
C.1	Généralités .....	45
C.2	Option C2 – Qualification de matériaux de gaine .....	45
C.2.1	Aperçu .....	45
C.2.2	Montage d'essai .....	45
C.2.3	Procédure d'essai .....	46
C.2.4	Exigences .....	46
C.3	Option C3 – Niveau de pollution et résistance au cheminement .....	46
C.3.1	Aperçu .....	46
C.3.2	Montage d'essai .....	47
C.3.3	Méthode d'essai .....	49
C.3.4	Présentation du modèle de pollution et de l'essai électrique .....	49
Annexe D (informative) Câbles autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS) à utiliser dans des lignes aériennes de puissance (spécification particulière-cadre) .....		51
Bibliographie .....		53
Figure B.1 – Exemple de différentes longueurs de portée autorisées pour le même câble, en fonction de la variation du fléchissement .....		44
Figure C.1 – Schéma électrique de l'essai .....		47
Figure C.2 – Feuilles des électrodes .....		47
Figure C.3 – Buse .....		48
Figure C.4 – Détails de la pulvérisation .....		49
Figure C.5 – Modèle d'éléments distribués avec espace de formation d'arcs le long de zones sèches .....		50
Figure C.6 – Circuit équivalent de Thévenin .....		50
Tableau 1 – Caractéristiques de conception du câble .....		34
Tableau 2 – Paramètres facultatifs (si exigés par le client) .....		35
Tableau C.1 – Valeurs de $R_{eq}$ et $C_{eq}$ pour différentes valeurs d'indice de pollution .....		49
Tableau D.1 – Spécification particulière-cadre .....		51



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

#### **Partie 4-20: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance – Spécification de famille pour les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS)**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60794-4-20 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2012 dont elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le présent document a été simplifié par établissement de correspondances avec les normes IEC 60794-1-1, IEC 60794-4 (toutes les parties) et IEC 60794-1-2;
- b) la référence au tableau MICE a été supprimée;



- c) l'exemple de méthode d'essai pour un environnement particulier à l'Annexe C a été supprimé;

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/1867/FDIS	86A/1876/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60794, publiées sous le titre général *Câbles à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**



## CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

### **Partie 4-20: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance – Spécification de famille pour les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS)**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 60794-4, qui est une spécification de famille, couvre les câbles optiques de télécommunication généralement équipés de fibres unimodales<sup>1</sup>, utilisés principalement dans des applications le long des lignes aériennes à haute tension. Les câbles peuvent également être utilisés dans d'autres réseaux de services aériens, tels que des services de téléphonie ou de télévision. Les exigences de la spécification intermédiaire IEC 60794-4 pour des câbles optiques aériens le long de lignes électriques de puissance sont applicables aux câbles couverts par le présent document.

Le présent document couvre la construction, les performances mécaniques, électriques et optiques, les lignes directrices relatives à l'installation, les critères d'acceptation, les exigences relatives aux essais, les considérations sur l'environnement et la compatibilité des accessoires pour câble fibronique autoporteur entièrement diélectrique (ADSS: *all dielectric self-supporting*). Le présent document fournit des exigences de performances et de construction qui garantissent, par les lignes directrices du présent document, que sont maintenus l'intégrité mécanique exigée des composants du câble ainsi que les paramètres de transmission et la fiabilité mécanique des fibres optiques.

Le câble ADSS est constitué de fibres optiques unimodales contenues dans une ou plusieurs unités fibroniques diélectriques de protection entourées de, ou fixées à des gaines et des éléments de rigidité diélectrique appropriée. Le câble ne contient pas de composants métalliques. Un câble ADSS est conçu pour satisfaire aux exigences mécaniques et optiques dans différentes conditions d'installations, de fonctionnement et d'environnement et pour différentes charges, comme cela est décrit à l'Annexe B.

Le présent document exclut les câbles OPAC "lacés" ou "enroulés" inclus dans l'IEC 60794-4. Les câbles aériens figure-8 sont également exclus; ils sont spécifiés dans l'IEC 60794-3-20.

#### **2 Références normatives**

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

IEC 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

IEC 60794-1-1, *Câbles à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Généralités*

<sup>1</sup> Dans des situations particulières de l'industrie électrique, de courtes liaisons aériennes peuvent également être conçues avec des fibres multimodales.



IEC 60794-1-21:2015, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60794-4, *Câbles à fibres optiques – Partie 4: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance*

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

### **3 Termes, définitions et termes abrégés**

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés donnés dans l'IEC 60794-1-1 et dans l'IEC 60794-4 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

### **4 Fibres optiques**

Les fibres optiques unimodales utilisées doivent être conformes aux exigences de l'IEC 60793-2-50. D'autres types de fibres peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur; de telles fibres doivent être conformes à l'IEC 60793-2. La fibre câblée doit être conforme à l'IEC 60794-4.

### **5 Éléments de câble**

Se reporter aux parties applicables de la spécification intermédiaire IEC 60794-4.

### **6 Constructions de câble à fibres optiques**

#### **6.1 Généralités**

La construction et les caractéristiques des éléments de câble doivent être conformes à l'IEC 60794-4. Le câble ne doit pas contenir de matériaux métalliques.

#### **6.2 Éléments de protection de câbles**

Outre l'unité optique, la construction d'un câble peut présenter les caractéristiques suivantes.

- a) La gaine extérieure doit être faite d'un matériau de type résistant aux intempéries. Dans certaines conditions, il doit être nécessaire d'envisager l'utilisation d'une gaine résistant aux cheminements.
- b) Un câble ADSS doit contenir des systèmes autoporteurs qui font partie intégrante du câble. Le but du système de soutien est de garantir que le câble satisfait aux exigences optiques à des températures, une charge environnementale et des conditions d'installation spécifiées, pour toute sa durée de vie de fonctionnement.
- c) La construction annulaire de base peut comporter des fils résistants (par exemple des fils en aramide) ou d'autres mèches diélectriques ou tiges diélectriques comme structure de soutien. Un unique axe central diélectrique, cannelé pour accueillir les éléments optiques, est également accepté.



- d) Le câble doit être conçu de telle sorte que la déformation de la fibre ne dépasse pas la limite autorisée par le fabricant de câbles dans les limites de tension de conception du câble (MAT). La déformation maximale admissible de la fibre sous la condition de la MAT doit être  $\leq 0,2 \%$  pour des fibres soumises aux essais d'épreuve de 0,69 GPa.

NOTE Dans certains pays, une exigence spéciale sur la résistance aux plombs de chasse peut être spécifiée pour les câbles aériens. Les câbles ADSS couverts par le présent document ne sont pas conçus pour une telle condition. Les câbles avec une protection en textile renforcée pourraient cependant satisfaire à la condition diélectrique, mais une augmentation du diamètre et du poids rendrait nécessaire une amélioration importante des performances en traction du câble.

## 7 Exigences principales relatives aux conditions d'installation et de fonctionnement

Les conditions de fonctionnement sont particulièrement importantes pour les câbles ADSS.

Les conditions d'installation et de fonctionnement doivent faire l'objet d'un accord entre client et fournisseur. Pour le câble ADSS, il convient qu'une étude détaillée des conditions sur le terrain et un certain niveau de support technique fourni par un expert indépendant ou par le fournisseur précèdent l'accord. L'Annexe B fournit une vue générale de telles considérations.

Les types d'armatures et de matériels utilisés pour fixer le câble ADSS aux structures doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Leur compatibilité doit être vérifiée conformément au 9.15 et aux spécifications de produits des armatures.

## 8 Considérations sur la conception des câbles

Le Tableau 1 regroupe les caractéristiques d'un câble qui peuvent être des spécifications importantes à la fois pour le client et pour le fournisseur. Le Tableau 2 inclut des paramètres techniques facultatifs importants pour la conception et l'installation de la ligne aérienne avec un câble ADSS. D'autres caractéristiques peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Une spécification-cadre complète est présentée à l'Annexe D.

**Tableau 1 – Caractéristiques de conception du câble**

Réf.	Caractéristiques	Unités
4	Nombre et types de fibres	NA
-	Modularité de l'âme de câble	NA
6	Description détaillée de la construction du câble	NA
-	Diamètre extérieur du câble	mm
	Poids du câble	kg/km
9.2	Tension maximale admissible (MAT: <i>maximum allowable tension</i> )	kN
9-10	Température admissible pour le stockage, l'installation et le fonctionnement	°C
9.3	Diamètre de courbure minimal au cours de l'installation	mm
9.4	Diamètre de courbure minimal après installation	mm



**Tableau 2 – Paramètres facultatifs (si exigés par le client)**

Réf.	Caractéristiques	Unités
9.13	Charge (ou fléchissement) maximal d'installation (MIT: <i>maximum installation tension</i> )	kN
-	Module d'élasticité	MPa
-	Coefficient de dilatation thermique	10 <sup>-6</sup> /°C
9.2	Déformation de la fibre à la MAT	%
Annexe B	Marge de déformation nulle	kN
	Condition de charge d'environnement – Référence au code d'installation local ou régional	NA
	Portée et fléchissement recommandés dans les limites de la MAT	m/%
C.3	Potentiel d'espace maximal d'exposition du câble ADSS (généralement spécifiée pour un environnement faiblement pollué sauf spécification contraire par le client)	kV

## 9 Essais du câble

### 9.1 Généralités

Dans les essais mécaniques, le critère optique général est: pas de variation de l'affaiblissement, comme cela est décrit dans l'IEC 60794-1-1 et l'IEC 60794-4.

Dans certains essais d'environnement et d'installation, une augmentation est acceptée. Il s'agit de l'essai de passage sur poulie, l'essai de vibration éolienne et l'essai de galop.

Le nombre de fibres soumises aux essais doit être représentatif de la conception du câble conformément à l'échantillonnage de fibres indiqué dans l'IEC 60794-1-1. Un échantillonnage différent peut faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Les essais applicables aux câbles aériens sont énumérés ci-dessous. Les critères minimaux d'acceptation pour les différentes conceptions de câbles doivent être donnés dans les spécifications de produits.

### 9.2 Performance en traction

#### 9.2.1 Généralités

Il convient de soumettre le câble aux essais conformément à la méthode E.1 de l'IEC 60794-1-21. Dans cet essai, les câbles doivent satisfaire à la valeur de tension maximale admissible (MAT) spécifiée.

#### 9.2.2 Exigence de famille

Lorsque la charge MAT est appliquée, il doit en résulter l'absence de variation de l'affaiblissement mesuré à 1 550 nm, et la déformation de la fibre doit être ≤ 0,2 % pour des fibres soumises à des essais d'épreuve de 0,69 GPa. D'autres valeurs peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

NOTE Des valeurs limites de déformation pour des fibres avec différentes valeurs d'essai d'épreuve sont à l'étude.

#### 9.2.3 Conditions d'essai

- Montage d'essai sur un chemin droit conforme à la Figure 1 de l'IEC 60794-1-21:2015 (tourements et poulies ne sont pas autorisés).



- Le câble doit être terminé par des armatures d'ancrage appropriées.
- Longueur d'échantillon minimale de 25 m.
- MAT maintenue pendant 1 h.
- Les fibres doivent être bouclées par épissures de telle sorte qu'une fibre d'au moins 100 m soit soumise à essai.

### **9.3 Essai de passage sur poulies**

#### **9.3.1 Généralités**

Le câble doit être soumis aux essais selon la méthode E18B de l'IEC 60794-1-21.

#### **9.3.2 Exigence de famille**

Augmentation permanente maximale de l'affaiblissement: 0,10 dB à 1 550 nm.

Pas de dommage physique sur les éléments du câble.

#### **9.3.3 Conditions d'essai**

- Méthode E18B de l'IEC 60794-1-21, procédure 1 ou 2.
- Niveau de tension appliqué pendant l'essai: charge de déroulage maximale (ou MIT).
- Longueur du câble: 9 m minimum. Longueur courbée en tension: 2 m.
- Il convient que le câble soit terminé par les armatures d'ancrage recommandées.
- Les fibres doivent être bouclées par épissures de telle sorte qu'une fibre d'au moins 100 m soit soumise à essai.
- Diamètre ( $D$ ) des rouleaux/cylindres:  $\geq$  diamètre de courbure minimal du fabricant (environ  $\geq 40$  fois le diamètre extérieur du câble est recommandé).
- Angle de courbure:  $45^\circ \pm 15^\circ$ .
- Vitesse de déplacement:  $1 \text{ m/s} \leq \text{vitesse} \leq 10 \text{ m/s}$ .
- Nombre de cycles de déplacement complets: 20.

### **9.4 Courbures répétées**

#### **9.4.1 Généralités**

Le câble doit être soumis aux essais conformément à la méthode E6 spécifiée dans l'IEC 60794-1-21.

#### **9.4.2 Exigences de famille**

Pendant l'examen visuel sans grossissement, la gaine ou les éléments du câble ne doivent pas présenter de dommage. Il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à 1 550 nm à la fin de l'essai.

#### **9.4.3 Conditions d'essai**

- Rayon de courbure: 20 d.
- Nombre de cycles: 25.

Des conditions particulières peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.



## **9.5 Impact**

### **9.5.1 Généralités**

La construction du câble doit être soumise aux essais selon la méthode E4 spécifiée dans l'IEC 60794-1-21.

### **9.5.2 Exigences de famille**

Pendant l'examen visuel sans grossissement, la gaine ou les éléments du câble ne doivent pas présenter de dommage. L'empreinte de la surface de frappe sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

Il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à 1 550 nm.

### **9.5.3 Conditions d'essai**

- Rayon de la surface de frappe: 300 mm.
- Energie de l'impact: 10 J.
- Nombre d'impacts: 3, chacun à un endroit différent, espacés d'au moins 500 mm les uns des autres.

NOTE Ces valeurs sont destinées à un usage général. Des exigences particulières peuvent être incluses dans une spécification de produit.

## **9.6 Ecrasement**

### **9.6.1 Généralités**

Le câble doit être soumis aux essais conformément à la méthode E3 de l'IEC 60794-1-21, sans dommage physique ni variation de l'affaiblissement.

### **9.6.2 Exigences relatives aux essais**

Pendant l'examen visuel, la gaine ou les éléments du câble ne doivent pas présenter de dommage. L'empreinte de la plaque ou du mandrin sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

Longue durée  $\geq 10$  min. Pas de variation de l'affaiblissement (avant retrait de la charge).

Courte durée  $\geq 1$  min. Pas de variation d'affaiblissement (après l'essai).

### **9.6.3 Conditions d'essai**

- Charge (plaque/plaque): 2,2 kN pour une charge de courte durée, 1,1 kN pour une charge de longue durée.
- Durée de charge: 1 min de charge de courte durée, suivie de 10 min de charge de longue durée.
- Nombre d'essais: 3.
- Espacement entre les emplacements d'essai: 500 mm.

NOTE Ces valeurs sont destinées à un usage général. Des exigences particulières peuvent être incluses dans une spécification de produit.

## **9.7 Torsion**

### **9.7.1 Généralités**

Le câble doit être soumis aux essais conformément à la méthode E7 de l'IEC 60794-1-21.



### 9.7.2 Exigences relatives aux essais

Pendant l'examen visuel sans grossissement, la gaine ou les éléments du câble ne doivent pas présenter de dommage.

Pas de variation d'affaiblissement après l'essai à 1 550 nm.

## 9.8 Essai de vibration éolienne

### 9.8.1 Généralités

La résistance du câble aux vibrations éoliennes doit être soumise aux essais selon la méthode E19 de l'IEC 60794-1-21.

### 9.8.2 Exigences de famille

Pendant l'examen visuel sans grossissement, la gaine ou les éléments du câble ne doivent pas présenter de dommage. La variation de l'affaiblissement après l'essai ne doit pas dépasser 0,10 dB à 1 550 nm.

### 9.8.3 Conditions d'essai

Il convient que le câble soit terminé par les armatures de suspension et d'ancrage recommandées.

### 9.8.4 Paramètres à consigner

- Longueur des portées.
- Longueur du câble et des fibres en essai.
- Mode de vibration et caractéristiques maintenus pendant l'essai.
- Caractéristiques de l'appareil de mesurage.
- Température et humidité ambiantes pendant l'essai.
- Masse/longueur unitaire et diamètre du câble.

## 9.9 Essai de vibration à basse fréquence (essai de galop)

### 9.9.1 Généralités

La résistance du câble aux vibrations à basse fréquence doit être soumise à essai selon la méthode E26 de l'IEC 60794-1-21. Cet essai s'applique aux câbles ADSS à installer dans des régions dans lesquelles de la glace peut se former et/ou des vents violents peuvent souffler.

### 9.9.2 Exigences de famille

L'augmentation permanente ou temporaire de l'affaiblissement à 1 550 nm doit être  $\leq 0,10$  dB.

La gaine ne doit comporter ni fissure ni fente.

### 9.9.3 Conditions d'essai

Le mesurage optique final doit être effectué au moins 2 h après la fin de l'essai de vibration. Une section de câble provenant de l'emplacement du support de matériel doit être chargée à la MAT et l'affaiblissement doit être conforme à 9.2.1.



## 9.10 Cycles de température

### 9.10.1 Généralités

Le câble doit être soumis à essai selon la méthode F1 spécifiée dans l'IEC 60794-1-22, une procédure d'un cycle avec les limites de température conformes aux limites de fonctionnement données dans la spécification de produit, ou une procédure d'essai combiné si différentes limites de stockage sont spécifiées.

### 9.10.2 Exigences de famille

Pour  $T_A$  et  $T_B$  ( $T_{A1}$  et  $T_{B1}$  dans l'essai combiné), il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement par rapport à la mesure de la température ambiante de référence lorsque le mesurage est fait dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si elle est spécifiée par l'utilisateur. Les niveaux de température  $T_{A1}$  et  $T_{B1}$  sont uniquement exigés pendant le dernier cycle.

Pour  $T_{A2}$  et  $T_{B2}$ , la variation du coefficient d'affaiblissement doit être  $\leq 0,15$  dB/km pendant le dernier cycle de mesurage de la température ambiante de référence.

Une fois l'essai terminé, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement. Le mesurage doit être fait dans la région de 1 550 nm.

### 9.10.3 Conditions d'essai

- Longueur d'échantillon: longueur de câble fini d'au moins 500 m.
- Température haute,  $T_B$  pour une procédure d'un cycle ( $T_{B1}$  pour un essai combiné):  $+60$  °C.
- Température haute,  $T_{B2}$ :  $+70$  °C (uniquement pour un essai combiné).
- Température basse,  $T_A$  pour une procédure d'un cycle ( $T_{A1}$  pour un essai combiné):  $-20$  °C.
- Température basse,  $T_{A2}$ :  $-40$  °C (uniquement pour un essai combiné).
- Vitesse de chauffage: suffisamment faible pour que l'effet de variation de température ne provoque pas de choc de température ou  $40$  °C/h si aucune vitesse n'est spécifiée.
- $t_1$ : durée suffisante pour obtenir une température stable dans l'échantillon.
- Nombre de cycles: 2. D'autres cycles peuvent être exigés selon les exigences de l'utilisateur.
- Les valeurs de la température peuvent varier selon les exigences de l'utilisateur.

## 9.11 Pénétration d'eau

Le câble doit être soumis aux essais conformément à l'IEC 60794-1-22, méthode F5B pour les câbles à remplissage de gelée, ou méthode F5C pour les câbles entièrement secs.

Aucune trace d'eau ne doit être détectée à l'extrémité non scellée de l'échantillon pendant et à la fin de l'essai.

## 9.12 Résistance du câble aux UV

La gaine extérieure doit être constituée d'un matériau résistant aux intempéries et stabilisé aux UV conformément à la méthode F14 de l'IEC 60794-1-22.

D'autres exigences sont actuellement à l'étude.



### 9.13 Essai de résistance au cheminement et à l'érosion

Les câbles diélectriques installés sur des lignes de puissance sont exposés à des champs électriques. L'amplitude du potentiel d'espace d'exposition de ce champ dépend de la tension électrique de la ligne, de la conception de la tour, de la configuration des conducteurs et de l'emplacement de l'installation pour le câble ADSS. Ceci ajouté à des conditions d'environnement spécifiques, particulièrement dans des zones désertiques ou fortement polluées près de la mer, peut entraîner une dégradation électrique (par exemple l'amorçage d'arcs le long de zones sèches), qui peut sérieusement endommager la gaine extérieure du câble pour finalement causer une défaillance totale du câble. La sensibilité à la dégradation électrique dépend du potentiel d'espace, du câble, de l'environnement et du matériau utilisé pour la gaine. Dans des zones où les potentiels d'espace sont plus élevés ou en cas de mauvaises conditions d'environnement, des matériaux de gaines résistant aux cheminements peuvent être essentiels pour réduire le risque sur la durée de vie du produit.

L'expérience a montré que le point de transition du potentiel d'espace supérieur à 12 kV utilisé autrefois pour des matériaux de gaines résistant aux cheminements peut être trop élevé en fonction des conditions d'environnement. Dans certaines conditions d'environnement, telles que celles mentionnées ci-dessus, des gaines résistant aux cheminements peuvent être nécessaires avec des potentiels d'espace allant jusqu'à 4 kV. Même avec des matériaux de gaines résistant aux cheminements, des considérations spéciales sur la faisabilité d'applications pour câbles ADSS sont exigées pour des niveaux supérieurs à 20 kV.

Les matériaux de gaines résistant aux cheminements doivent être utilisés dans les conditions de terrain suivantes:

- a) lignes de puissance avec une tension de fonctionnement de 150 kV ou plus;
- b) lignes de puissance produisant un potentiel d'espace de 4 kV ou plus, dans des zones salées ou polluées.

Si le câble ADSS est utilisé avec des poteaux de télécommunication ou des lignes de distribution basse tension, les exigences sur la résistance aux cheminements peuvent être ignorées.

Deux options actuelles pour évaluer la qualité des matériaux de gaines résistant aux cheminements sont données à l'Annexe C:

- 1) méthode du brouillard salin: évalue le câble en condition humide (pulvérisation continue d'eau salée);
- 2) alternance de cycles secs et humides avec différents niveaux de courant pour refléter différents degrés de résistivité résultant des degrés variables de conditions d'environnement régionales.

D'autres conditions d'essai peuvent être nécessaires pour évaluer la résistance aux cheminements d'un câble ADSS pour des environnements spécifiques.

### 9.14 Fluage

Il n'y a pas de critère d'acceptation et de rejet pour le fluage. Ce paramètre est une recommandation technique pour le comportement du câble pendant sa durée de vie de fonctionnement. Il convient de déterminer le comportement du fluage du câble en utilisant une méthode d'essai convenue entre le client et le fournisseur. Des essais appropriés sont présentés dans l'IEC 60794-1-21, méthode E32 ou dans l'IEC 61395.

### 9.15 Compatibilité des armatures

Les types d'armatures doivent être approuvés par le client et le fournisseur, et leur compatibilité doit être vérifiée de la manière suivante.



- Des armatures d'ancrage doivent être utilisées pendant l'essai MAT (9.2), avec un maximum de 3 mm de déplacement entre l'armature et le câble pendant et après l'essai. Il convient que l'affaiblissement ne varie pas.
- Un échantillon de câble avec des armatures d'ancrage doit tenir pendant 24 h à une température de  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et une humidité relative contrôlée de  $85\% \pm 5\%$ , sous une charge MIT, avec un déplacement maximal de 3 mm entre chaque armature et le câble. Il convient que l'affaiblissement ne varie pas.
- Une armature de suspension doit être utilisée pendant les essais de vibration (9.8 et 9.9) sans que le câble ne soit endommagé pendant l'essai. Il convient que l'affaiblissement ne varie pas. Des amortisseurs de vibration peuvent également être qualifiés pendant cet essai.
- Une fois l'essai terminé, les armatures matérielles doivent être retirées et la gaine extérieure du câble inspectée. La gaine extérieure ne doit comporter ni fente ni déchirure.

L'échantillon pour la vérification de la condition de température et d'humidité doit être suffisamment long pour accepter un dispositif d'ancrage et une longueur de connexion aux deux extrémités; une longueur minimale de 10 m est recommandée. Il convient d'exposer le montage complet à la température et à l'humidité relative indiquées.

NOTE L'utilisation d'amortisseurs de vibration n'est pas obligatoire, mais c'est une option d'installation.

## 10 Assurance de la qualité

Il est de la responsabilité du fabricant de mettre en place un système d'assurance de la qualité par des procédures de contrôle de la qualité qui garantissent que le produit satisfait aux exigences du présent document. Si l'acheteur souhaite spécifier des essais d'acceptation selon d'autres procédures de qualité, il est essentiel d'obtenir un accord entre le client et le fournisseur au moment de la commande.

Le fournisseur doit établir, introduire et suivre un système de gestion de la qualité selon l'ISO 9001 ou un document équivalent.

L'Annexe A fournit des préconisations relatives à l'emballage et au marquage.



## **Annexe A** (informative)

### **Emballage et marquage**

Il convient que le câble soit enroulé en couches de manière serrée et uniforme sur un ou plusieurs tourets. Les tourets peuvent être d'une longueur normalisée ou d'une longueur spécifiée. La longueur normalisée est la longueur d'un touret normalement livré par un fournisseur. Cette longueur est définie par le fournisseur. La longueur spécifiée est la longueur de touret spécifiée par le client. Il convient de maintenir une tolérance de  $\pm 2,0$  % pour les longueurs spécifiées et les longueurs normalisées.

Les tourets peuvent être de type non récupérable en bois ou récupérable en acier. Sauf spécification contraire du client, le fournisseur détermine la taille et le type de touret qui résiste aux opérations normales de transport, de manipulation, de stockage et de déroulage sans dommage pour le câble.

Le touret ainsi que ses flancs intérieurs doivent être fabriqués de telle manière que le câble ne subisse pas de dommage pendant le transport, la manipulation, le stockage et le déroulage.

Il convient de protéger le câble de manière adéquate contre les dommages mécaniques et la chaleur dégagée par le soleil.

Il convient d'identifier les numéros des tourets de manière claire et lisible sur l'extérieur de chaque flanc à deux emplacements opposés.

Il convient de placer sur chaque touret une étiquette d'expédition. Il convient que les étiquettes résistent aux intempéries. Il convient que toutes les informations essentielles comme le nom du fournisseur, la taille du câble et le nombre de fibres, le numéro de commande, le numéro de touret, le numéro du câble, les longueurs de câble, le poids brut, la tare et le poids net apparaissent de manière lisible sur les étiquettes. Il convient que les étiquettes indiquent clairement le câble dans la description.

Il convient que les extrémités des câbles soient solidement fixées de manière à empêcher tout desserrage du câble pendant le transport. L'extrémité interne du câble doit être accessible pour permettre le raccordement à l'appareil de mesurage optique. Cette longueur de câble doit être solidement fixée et protégée au cours du transport.

Il convient d'appliquer un joint d'étanchéité à chaque extrémité du câble pour empêcher que de l'humidité ne pénètre dans les fibres optiques ou que de la matière de remplissage ne s'en échappe pendant le transport et le stockage.

Il convient de marquer chaque touret sur son flanc extérieur pour indiquer la direction dans laquelle il convient de le faire rouler pendant le transport pour empêcher le câble de se desserrer.



## **Annexe B** (informative)

### **Considérations sur l'installation de câbles ADSS**

Dans la plupart des cas, pour des câbles destinés à des applications souterraines, les contraintes mécaniques maximales (dus aux tensions, torsions, compressions, etc.) ont lieu pendant le procédé d'installation. Pendant le reste de sa durée de vie de fonctionnement, le câble, s'il est installé correctement, subira tôt ou tard des contraintes ou juste une valeur résiduelle permanente.

Au contraire, les câbles aériens sont en permanence soumis à la tension d'installation pendant la durée de vie de fonctionnement et peuvent être soumis périodiquement à des tensions plus élevées dues aux conditions d'environnement variables.

Dans les applications aériennes, pour garantir une longue durée de vie de fonctionnement pour le câble, une procédure d'installation soignée et des essais sur les fibres en fin de tâche ne suffisent pas. Il est nécessaire de connaître les conditions d'environnement et les cycles climatiques locaux pour choisir ou concevoir le câble.

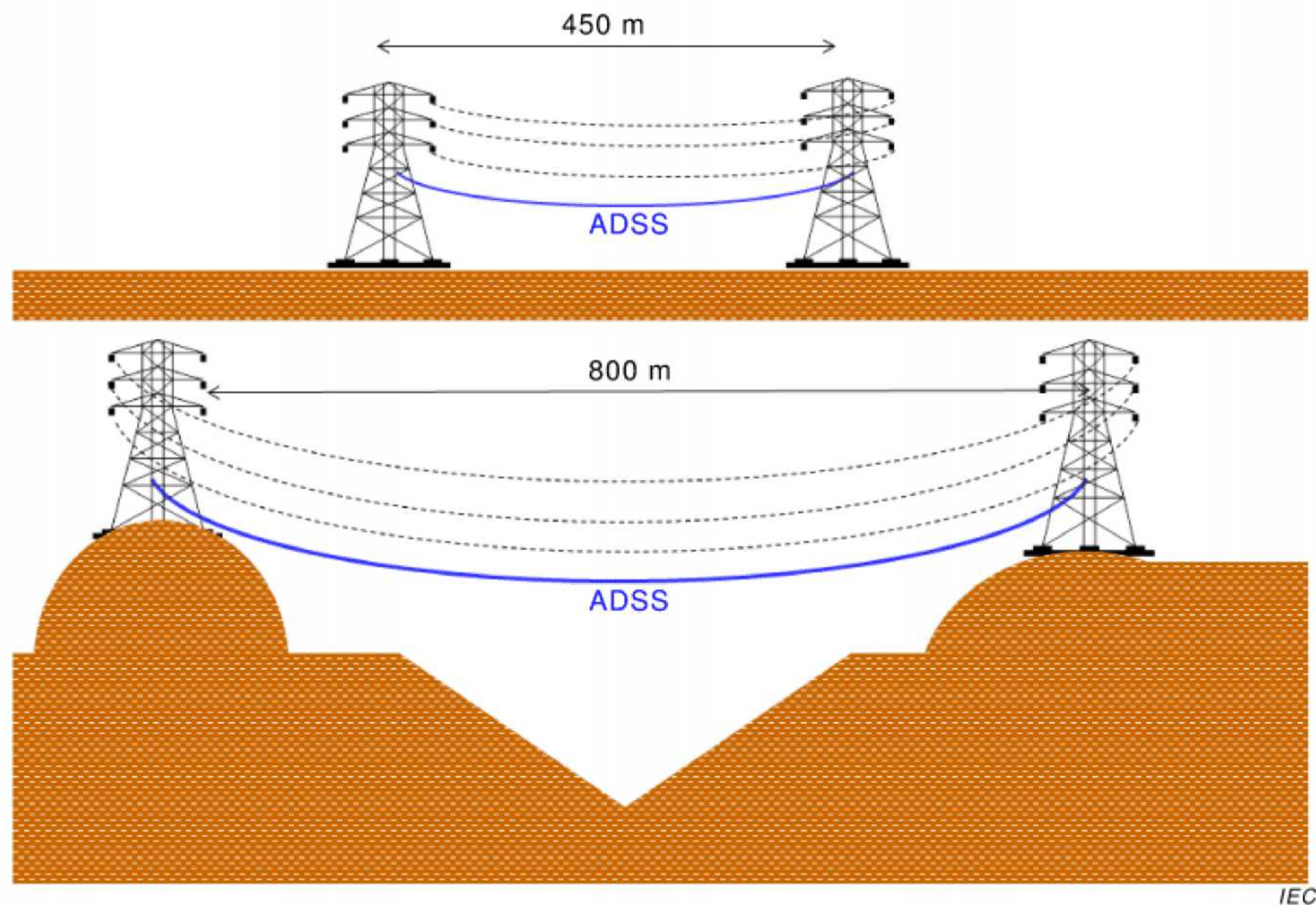
La combinaison de tous ces paramètres sur le terrain définit la résistance à la traction exigée pour le câble, et une étude technique détaillée est réalisée en considérant plusieurs paramètres affectant la résistance exigée du câble, la portée, le fléchissement, la température, la vitesse du vent, la formation de glace, qui sont tous pris en considération pour la conception d'une ligne de puissance aérienne. D'autres considérations doivent être prises en compte pour assurer que le câble choisi est approprié.

- 1) Dans les câbles conducteurs, la force mécanique est proportionnelle à la taille des câbles, qui fait partie de la conception électrique de la ligne. La conception physique de la liaison tient donc nécessairement compte de la résistance mécanique des câbles. Puisqu'un câble ADSS n'a pas de fonction électrique et est fréquemment installé sur des lignes de puissance existantes, son analyse mécanique est indépendante et un manque d'informations pourrait entraîner une conception inappropriée du câble.
- 2) Le paramètre de référence pour des câbles métalliques est la charge de rupture. Dans des conditions critiques, le câble peut être soumis à une contrainte à court terme proche de cette limite sans provoquer de dommages intrinsèques. Dans une situation similaire pour un câble ADSS, les fibres peuvent casser. Puisque dans une liaison de télécommunication la principale préoccupation n'est pas l'intégrité du câble, mais celle des fibres, la résistance à la rupture n'est pas le paramètre choisi pour spécifier un câble ADSS. Afin de protéger l'intégrité des fibres, il convient de se référer à la tension maximale admissible (MAT).
- 3) La charge de rupture n'est pas un paramètre des performances optiques/mécaniques d'un câble ADSS. Dans certains pays, la résistance à la rupture des câbles aériens est une réglementation sur les exigences d'installation.
- 4) La MAT est la principale valeur de la spécification pour les performances des câbles. Il convient qu'elle corresponde aux situations de contraintes critiques (vent, glace, température) qui, même si elles sont rares, sont présentes dans la zone.
- 5) Le module d'élasticité et le coefficient de dilatation linéaire sont des données techniques. Il convient que le fabricant fournisse ces valeurs pour les calculs de tension/fléchissement, si le client les demande, ou il convient que des tableaux fléchissement/tension soient fournis.
- 6) La tension maximale d'installation (MIT) est une valeur recommandée à prendre en considération dans le processus de fléchissement pour éviter qu'elle ne dépasse la MAT lorsque le vent et/ou la glace prévus sont présents. Elle peut également servir de charge limite pendant le déroulage du câble le long de la ligne électrique. Pour éviter une déformation permanente des fibres, il est conseillé que la MIT soit inférieure à la valeur de la marge de déformation nulle.



- 7) Une distance maximale de portée et un fléchissement minimal ou maximal peuvent être recommandés pour des installations particulières seulement après une étude technique détaillée (voir Figure B.1).
- 8) Le placement du câble ADSS par rapport au conducteur de puissance et à la tension électrique associée affecte le potentiel d'espace auquel le câble ADSS est exposé. Il convient de prendre en compte la compatibilité avec ce potentiel d'espace.
- 9) Lorsque des lignes de transmission sont déployées, il est important que le client fournisse des détails sur la configuration des câbles ADSS et des conducteurs de ligne de puissance ainsi que les considérations de pollution applicables, afin de pouvoir déterminer l'exposition au potentiel d'espace des câbles ADSS.

Pour plus d'informations sur les procédures d'installation nécessaires et les questions de sécurité pour le personnel et les équipements pendant l'installation ou la maintenance de câbles ADSS sur les lignes aériennes de puissance, se reporter à l'IEC TR 62263.



**Figure B.1 – Exemple de différentes longueurs de portée autorisées pour le même câble, en fonction de la variation du fléchissement**



## **Annexe C** (informative)

### **Essai électrique (cheminement)**

#### **C.1 Généralités**

Une érosion électrique se produit si la gaine de câble est affectée par plusieurs conditions. Il n'y a pas de méthode d'essai universelle pour l'évaluer. Deux options sont décrites dans l'Annexe C.

L'option C2 est une façon bien établie de contrôler un matériau de gaine faisant référence à une spécification. Cette méthode est très utile à l'industrie pour la qualification des matériaux, bien qu'elle n'ait pas de corrélation avec le comportement des câbles sur le terrain. La méthode d'essai de l'option C3 établit un moyen pour soumettre les câbles aux essais à différents niveaux de pollution pour différents potentiels d'espace issus du modèle de pollution décrit en C.3.4.

#### **C.2 Option C2 – Qualification de matériaux de gaine**

##### **C.2.1 Aperçu**

L'objectif de cet essai est de démontrer la résistance au cheminement et à l'érosion de la gaine de câble sous des contraintes électriques et mécaniques combinées, lorsque la gaine est exposée à des conditions humides (brouillard salin).

##### **C.2.2 Montage d'essai**

Il convient de prélever une longueur de câble d'une séquence de production et de la sceller à chaque extrémité pour éviter toute pénétration d'humidité avant de la placer horizontalement, soutenue par deux points d'ancrage, à l'intérieur d'une chambre de brouillard salin. Ceci lui permettra d'être tendue mécaniquement à un niveau qui correspond à la valeur des conditions de fonctionnement pour le câble. La borne de terre doit être identique à celle proposée par le fournisseur et être placée à côté d'une tour de support, et peut être constituée, par exemple, de fils d'accrochage en spirale et d'accessoires mécaniques ou électriques appropriés d'allègement de contrainte. Cette conception de borne haute tension doit être laissée à la discrétion du fournisseur.

Il convient que la longueur de jauge entre les bornes soit assez grande pour éviter des contournements pendant l'essai de brouillard salin, et une longueur de 25 mm/kV est généralement appropriée. Il convient que la séparation entre les bornes d'électrode soit de 40 mm au minimum. Il convient de tendre le câble avec des moyens tels qu'aucun fluage du matériau de câble pendant l'essai ne provoque une réduction importante de la tension. A des intervalles appropriés pendant l'essai, par exemple toutes les 100 h, il convient de contrôler la tension, et si elle a varié de plus de 10 % par rapport à la valeur initiale, il convient de l'ajuster pour qu'elle soit de nouveau dans la plage correcte.

Un brouillard de conduction doit être produit dans la chambre à l'aide d'un nombre approprié de buses de pulvérisation de conception similaire à celle représentée à la Figure 18 de l'IEC 60060-1:2010. Une bonne configuration est une buse pour 2 m<sup>3</sup> de volume de chambre. La solution saline délivrée par la buse doit être préparée en dissolvant 10,0 kg ± 0,5 kg de NaCl dans 1 000 l d'eau distillée et déionisée. Il convient que la taille des gouttelettes soit dans la plage de 5 µm à 20 µm et il convient que le débit de cette solution dans la chambre soit de 0,4 l/h ± 0,1 l/h pour chaque mètre cube de volume de chambre. Ceci exige généralement une injection d'air sec à une pression de 3,3 bar sur les buses. Les buses doivent être réparties uniformément autour de la chambre pour donner une densité homogène de brouillard, et il convient qu'aucun gicleur ne soit dirigé directement sur le câble. Il convient



de prévoir une ouverture maximale de 80 cm<sup>2</sup> sur la paroi de la chambre pour permettre une évacuation naturelle de l'air.

Un transformateur d'essai de fréquence industrielle doit être utilisé avec une caractéristique assignée continue minimale de 250 mA en valeur efficace et un niveau de déclenchement réglé à 1 A en valeur efficace. Il doit y avoir un espacement d'au moins 300 mm avec la terre à proximité du câble.

### C.2.3 Procédure d'essai

Après avoir été tendu à la MIT, le câble doit être essuyé avec un chiffon ou une serviette en papier humide, puis soumis au brouillard salin.

Après vérification de la taille des gouttelettes, de l'homogénéité du brouillard à l'intérieur de la chambre et de l'homogénéité de la séparation des électrodes, un niveau de tension doit être appliqué au circuit d'évaluation pendant une durée de 1 000 h.

Pour des câbles ADSS destinés à être installés sur des générateurs de cheminement, en raison du niveau élevé de la tension électrique induite et/ou en raison de la forte concentration de particules de contamination, il convient de régler la tension d'essai à 3,0 kV/cm de séparation entre les électrodes.

L'eau salée ne peut pas être recyclée. Plusieurs interruptions de l'essai pour procéder à des inspections sont admises, chacune ne dépassant pas 15 min. Les durées d'interruption, qui se produisent typiquement à des intervalles de 24 h, ne font pas partie de la durée de l'essai.

### C.2.4 Exigences

A la fin de l'essai, un examen visuel doit montrer l'absence de matériau interne exposé à l'environnement externe à travers la gaine, ni au niveau de la région d'application de la tension électrique, ni sur les points de fixation du câble pour l'application de la tension mécanique.

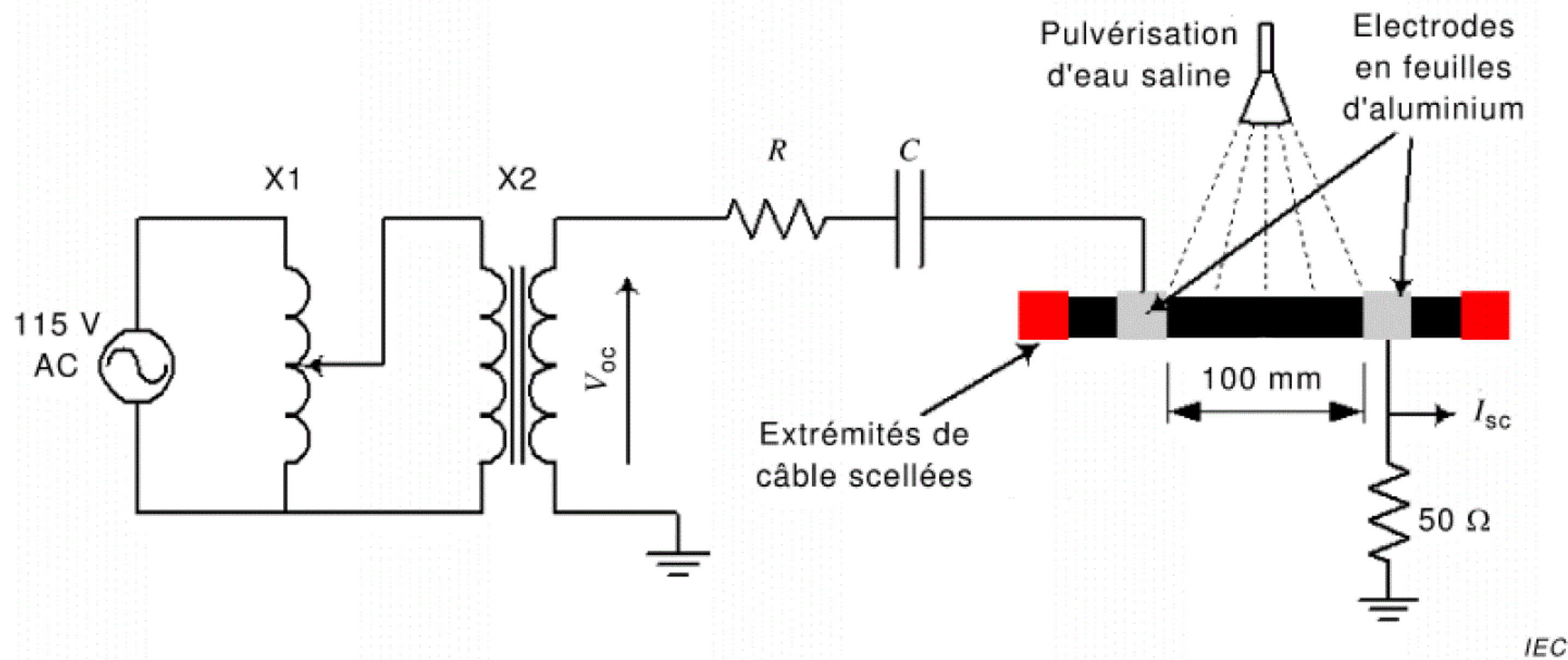
La gaine de câble doit présenter une érosion de cheminement inférieure à 30 % de l'épaisseur initiale de la gaine. Il convient d'effectuer une coupe transversale sur la section de la gaine de câble soumise à essai, afin de vérifier la conformité de l'essai par un mesurage à l'aide d'un pied à coulisse étalonné.

## C.3 Option C3 – Niveau de pollution et résistance au cheminement

### C.3.1 Aperçu

L'objectif de cette méthode d'essai est de démontrer la résistance de la gaine de câble au cheminement et à l'érosion sous différentes tensions d'arc et différents degrés de résistance à la pollution. Cette méthode d'essai utilise un circuit équivalent de Thévenin représenté à la Figure C.1 pour représenter l'effet du potentiel d'espace en présence de différents niveaux de pollution qui affectent la résistance de la surface.  $V_{oc}$  représente la tension en circuit ouvert sur une bande sèche de pollution humide en l'absence de courant d'arc (voir C.3.4). Les niveaux de contamination sont représentés par  $R$  et  $C$  dans le circuit.





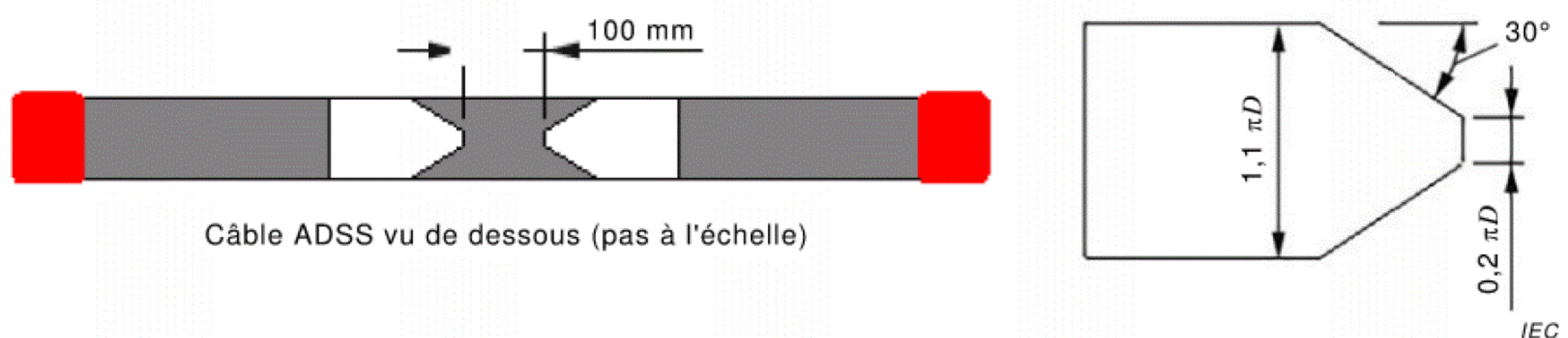
#### Légende

X1	autotransformateur
X2	transformateur haute tension
$V_{oc}$	tension en circuit ouvert
$I_{sc}$	courant de court-circuit
$R, C$	impédance de limitation

**Figure C.1 – Schéma électrique de l'essai**

### C.3.2 Montage d'essai

Un échantillon de câble d'une longueur de 460 mm (18 pouces) doit être préparé conformément à la Figure C.2a. Les extrémités du câble doivent être scellées. La feuille doit être découpée en 2 formes trapézoïdales comme dans la Figure C.2b ci-dessous et enroulée autour du câble. La feuille doit être séparée par 100 mm (4 pouces) et doit être placée près du centre de l'échantillon.



#### Légende

$D$  diamètre du câble

a – Détails de l'échantillon

b – Forme des électrodes

**Figure C.2 – Feuilles des électrodes**

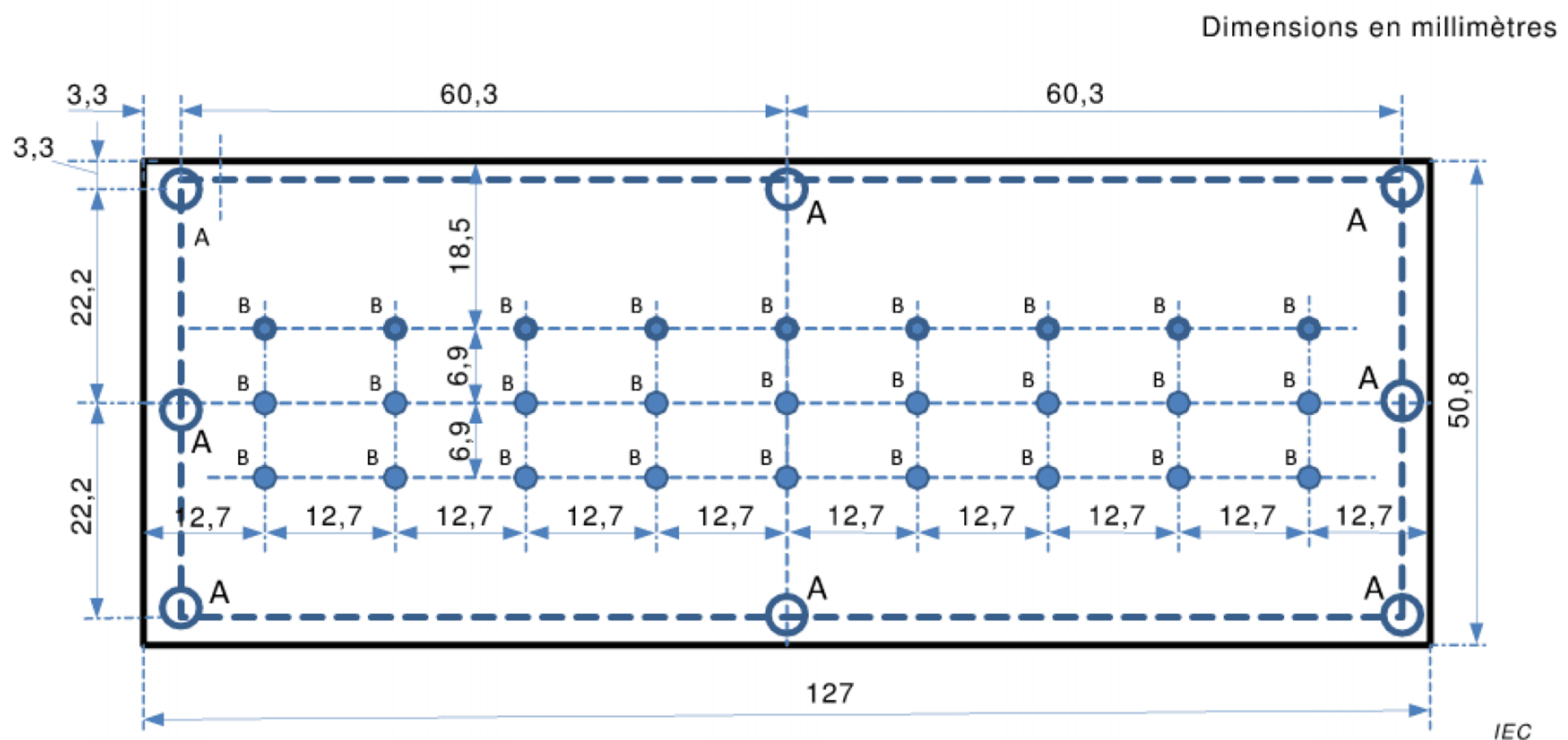
Un autotransformateur X1 commande la tension primaire du transformateur haute tension X2. D'autres conceptions d'alimentation sont admises à condition que la tension de sortie délivrée à l'impédance de limitation puisse varier jusqu'à 40 kV.

L'impédance de limitation est représentée par la résistance  $R$  en série avec le condensateur  $C1$ . Cette impédance est définie comme le rapport entre la tension en circuit ouvert d'un arc le long de la zone sèche (c'est-à-dire un courant d'arc éteint) et le courant de court-circuit de l'arc (courant dans la couche de pollution juste avant la formation d'un arc). La résistance de  $50 \Omega$  sert à la mesure du courant alternatif.



Plusieurs échantillons sont autorisés à condition que chaque échantillon ait un réseau RC dédié connecté à  $V_{oc}$ .

Pour produire une couche conductrice uniforme sur la surface d'un câble, une buse telle que celle représentée à la Figure C.3 est utilisée. La buse est constituée d'une feuille en acier inoxydable de 50 mm × 127 mm avec des trous de 3,6 mm de diamètre pour l'eau, disposés en réseau pour pulvériser uniformément l'échantillon entre les électrodes. L'échantillon de câble est placé 10 cm sous la buse.



Matériau: feuille d'acier inoxydable de 0,8 mm d'épaisseur.

Tous les trous repérés par la lettre A ont un diamètre de 3,6 mm (8 trous).

Les trous (contenant de l'eau) repérés par la lettre B sont disposés en réseau 9 × 3.

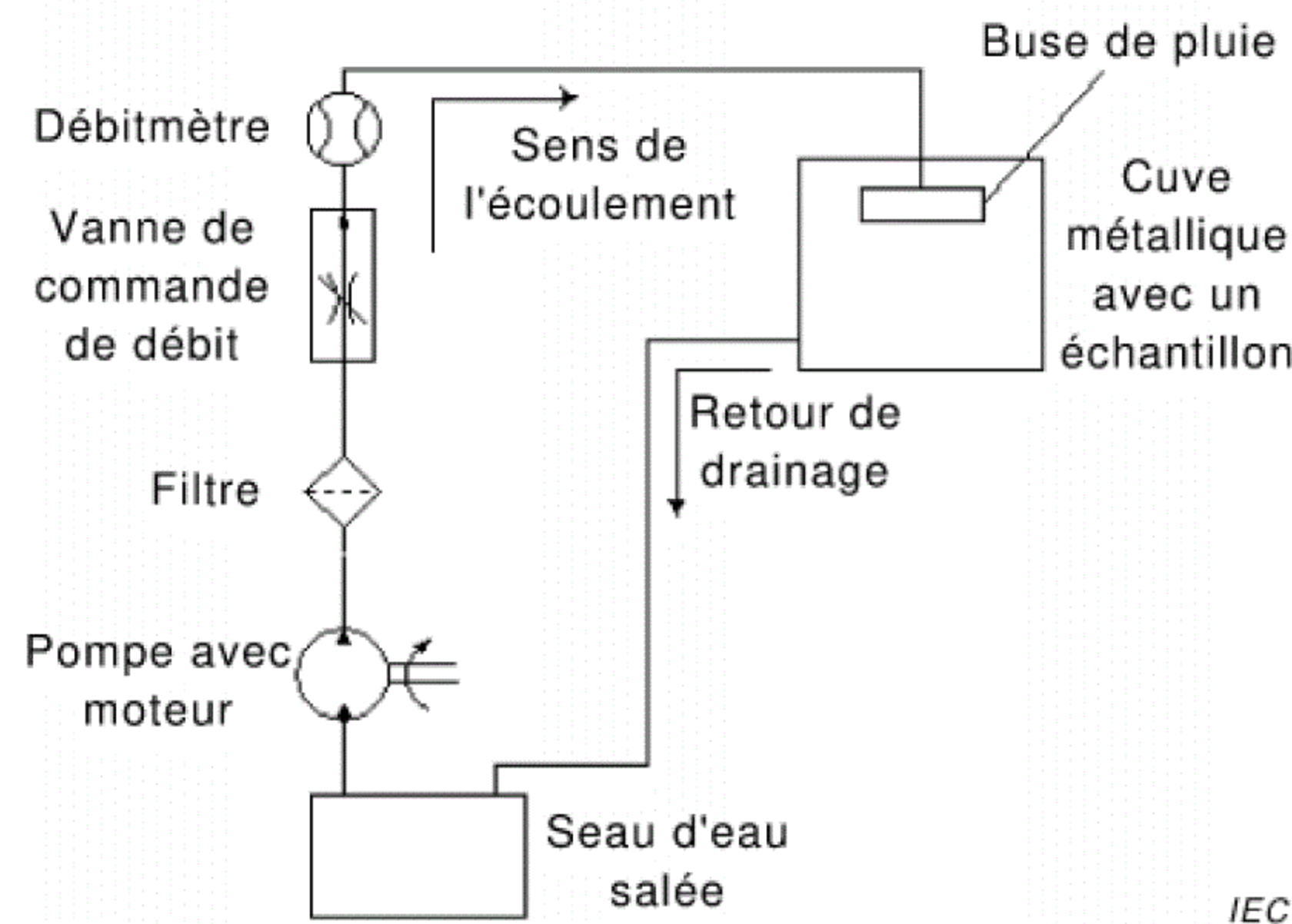
Les trous (contenant de l'eau) repérés par la lettre B ont un diamètre de 1,2 mm.

**Figure C.3 – Buse**

Un organigramme du système de distribution de la pollution est représenté à la Figure C.4. L'eau salée est mélangée dans une cuve ou un seau en plastique servant de cuve de stockage. La pompe envoie l'eau à travers la vanne de commande, un filtre, un débitmètre et la buse de pluie. Après la pulvérisation, l'eau est collectée dans une cuve de stockage en acier inoxydable et retourne dans le réservoir. Le débit et la salinité de l'eau sont maintenus constants pendant l'essai.

- Salinité: 1 % (attendre 12 h après avoir ajouté le sel pour lui permettre de se dissoudre complètement). Vérifier la salinité toutes les 24 h pour garantir une salinité de 1 % ou plus
- Débit: 2 l/min à 3 l/min.





IEC

Figure C.4 – Détails de la pulvérisation

### C.3.3 Méthode d'essai

$R_{eq}$ ,  $C_{eq}$  et  $V_{oc}$  sont choisis de manière appropriée.  $R_{eq}$  et  $C_{eq}$  sont choisis pour représenter le niveau de pollution.  $V_{oc}$  est choisi pour représenter le potentiel d'espace souhaité, comme cela est représenté dans le Tableau C.1.

Tableau C.1 – Valeurs de  $R_{eq}$  et  $C_{eq}$  pour différentes valeurs d'indice de pollution

Indice de pollution (PI)	Ohms/mètre	Catégorie	$R_{eq}$	$C_{eq}$
5	100 000	Elevée	$4,2 \times 10^6 \Omega$	650 pF
5,3	200 000	Elevée	$5,8 \times 10^6 \Omega$	457 pF
5,7	500 000	Elevée	$9,2 \times 10^6 \Omega$	290 pF
6	1 000 000	Moyenne	$13,1 \times 10^6 \Omega$	200 pF
6,3	2 000 000	Moyenne	$18,6 \times 10^6 \Omega$	145 pF
6,7	5 000 000	Moyenne	$30,0 \times 10^6 \Omega$	90 pF
7	10 000 000	Basse	$42,0 \times 10^6 \Omega$	65 pF

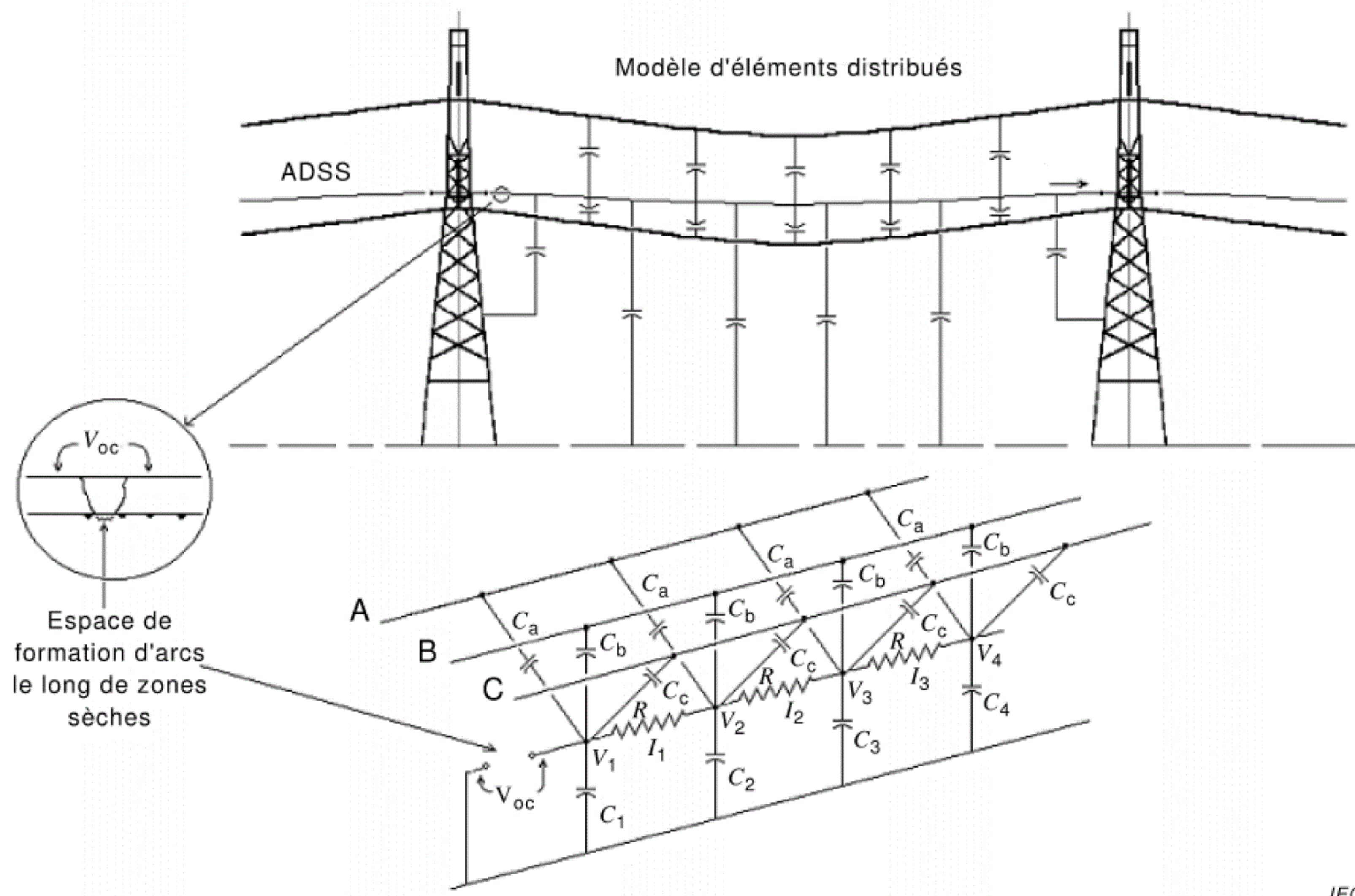
L'échantillon de câble ADSS est soumis à des cycles répétés de vapeurs salines et de séchage. Les échantillons sont mouillés pendant 2 min, puis séchent pendant 13 min. Pendant la durée du séchage, des arcs apparaissent sur l'échantillon. L'essai est effectué dans des conditions normales d'humidité et de température ambiante.

L'amorçage d'arcs le long de zones sèches ne doit pas éroder à travers la gaine de câble avant 300 cycles pour l'indice de pollution approprié pour la région. Sauf s'il est possible de déterminer l'indice de pollution (PI: *pollution index*) pour la région, le client peut devoir spécifier un indice de pollution faible. Les câbles du fournisseur doivent être capables d'effectuer 300 cycles à un indice de pollution inférieur ou égal à celui spécifié par le client.

### C.3.4 Présentation du modèle de pollution et de l'essai électrique

La valeur de  $V_{oc}$ , tension à travers une zone sèche dans la pollution humide proche de la tour, est obtenue en permettant à la première résistance localisée (connectant  $V_1$  à la tour reliée à la terre) de prendre une valeur très élevée (par exemple  $10^{14} \Omega$ ) et en répétant le calcul.  $I_0$ , obtenu par le calcul précédent, devient le courant d'arc quand un contournement se produit dans la bande.



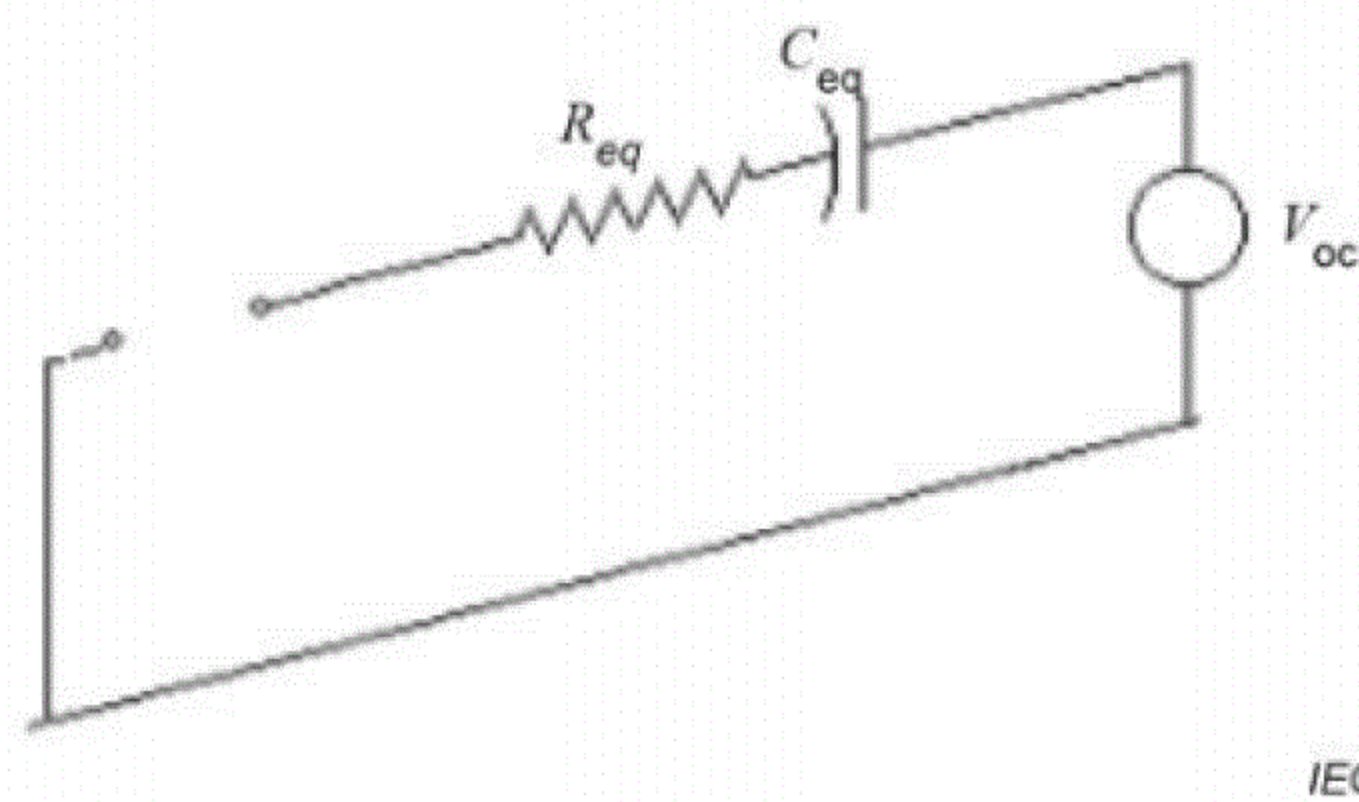


#### Légende

$R$  résistance à la pollution en ohms par distance (mètres, pieds, etc.)

**Figure C.5 – Modèle d'éléments distribués avec espace de formation d'arcs le long de zones sèches**

Le modèle entier, illustré à la Figure C.5, peut être réduit à un équivalent électrique en divisant  $V_{oc}$  par  $I_0$ . A et B sont les angles de phase de chaque grandeur. C'est le circuit de base pour l'essai d'arc, tel que présenté à la Figure C.6.



$$Z_{eq} = \frac{V_{oc}(A)}{I_0(B)} = \frac{V_{oc}(\cos A) + jV_{oc}(\sin A)}{I_0(\cos B) + jI_0(\sin B)} = R_{eq} - jX$$

$$C_{eq} = \frac{1}{\omega X} \quad \omega = 2\pi f \quad f = 60 \text{ Hz}$$

**Figure C.6 – Circuit équivalent de Thévenin**



## Annexe D (informative)

### Câbles autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS) à utiliser dans des lignes aériennes de puissance (spécification particulière-cadre)

**Tableau D.1 – Spécification particulière-cadre**

(1) Préparée par		(2) Document n°: Edition: Date:
(3) Disponible auprès de:	(4) Spécification générique: Spécification intermédiaire: Spécification de famille:	IEC 60794-1-2 IEC 60794-4 IEC 60794-4-20
(5) Références supplémentaires:		
(6) Description de câble:		
(7) Construction de câble:		
<u>Fibres optiques</u>		
<u>Nombre de fibres</u>		
Modularité		
<u>Construction</u> - Tube lâche – rempli - Tube lâche – non rempli - Jonc rainuré – rempli - Jonc rainuré – non rempli - Ruban dans le jonc rainuré - Ruban dans un tube lâche - Élément central (de renfort) – non métallique - Remplissage de l'âme – étanchéité - Remplissage de l'âme – matériaux gonflants sous l'effet de l'eau  <u>Assemblage</u> - Câblage (hélicoïdal ou SZ) - Unité simple		Remarques supplémentaires
(7) Construction de câble (suite) Gaine intérieure Élément de renfort périphérique - Non métallique Barrière contre l'humidité Gaine extérieure Armure - Armure non métallique Protection extérieure - Gaine en polyéthylène - Performances de la gaine résistant aux cheminements Identification du marquage - Exigences du client - Identification du fabricant		Remarques supplémentaires



(8) Données d'applications:	
Généralités	
Diamètre extérieur maximal ( <i>d</i> )	mm
Charge d'installation maximal (MIT)	N
Tension maximale admissible (MAT)	N
Marge de déformation nulle	N
Diamètre de courbure minimal pour les courbures sans charge	mm ou <i>nxd</i>
Diamètre de courbure minimal pour les courbures avec charge assignée	mm ou <i>nxd</i>
Plage de températures:	
- Transport et stockage	°C
- Installation	°C
- Fonctionnement	°C
Poids du câble	kg/km
Longueur de câble fabriqué	
- Typique	m
- Nominal / tolérances	–0 %, +1 %
- Module d'élasticité	kPa
- Coefficient de dilatation linéaire	10 <sup>-6</sup> /°C
- Comportement du fluage	%
Particularités (câbles conçus pour des projets spécifiques)	
- Epaisseur de glace	mm
- Vitesse du vent	km/h
- Distance maximale de la portée en charge climatique maximale	m
- Fléchissement maximal pour la portée maximale (sans dépasser la MAT en charge climatique)	m ou %



## Bibliographie

IEC 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Lignes directrices générales*

IEC 60794-3-20, *Câbles à fibres optiques – Partie 3-20: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles de télécommunication aériens autoporteurs*

IEC 60794-4 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques – Partie 4: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance*

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

IEC 61935 (toutes les parties), *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information*

IEC TR 62263, *Travaux sous tension – Lignes directrices pour l'installation et la maintenance de câbles à fibres optiques sur des lignes électriques aériennes*

IEC TR 62362, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std1222<sup>TM</sup>-2011, *IEEE standard for testing and performance for all-dielectric self-supporting (ADSS) fiber optic cable for use on electric utility power lines* (disponible en anglais seulement)

---











INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)