

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



Electric cables –Spark-test method

Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - 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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



Electric cables –Spark-test method

Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1280-6

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



Electric cables –Spark-test method

Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Types of voltage waveform.....	6
3 Procedure	6
4 Equipment.....	7
4.1 Safety	7
4.2 High voltage source.....	7
4.3 Voltage monitoring equipment	9
4.4 Fault indicator	9
4.5 Electrodes	10
4.6 Design of electrodes.....	10
5 Test voltages.....	11
6 Sensitivity.....	11
6.1 AC, d.c. and h.f. voltages	11
6.2 Pulsed voltages	11
6.3 Method of assessment.....	12
7 Calibration.....	12
7.1 General	12
7.2 Verification frequency.....	13
Annex A (informative normative)— Recommended Minimum voltage levels.....	14
Annex B (informative) Example of an artificial fault device	16
Annex C (informative) Notes on the use of spark testing machines	17
Bibliography.....	18
Figure 1 – Requirements for pulsed waveforms – Rise time of wavefront	8
Figure 2 – Requirements for pulsed waveforms – Fluctuation of peak value and pulse repetition rate	8
Figure 3 – Requirements for pulsed waveforms – Pulse duration	9
Figure B.1 – Needle for use in the artificial fault device.....	16
Table A.1 — Recommended Minimum spark-test voltages for cables having rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V.....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC CABLES –
SPARK-TEST METHOD****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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

This Consolidated version of IEC 62230 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006) [documents 20/810/FDIS and 20/816/RVD] and its amendment 1 (2013) [documents 20/1462/FDIS and 20/1470/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 62230 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This standard, based on the European Norm EN 50356 (2002), was prepared by CENELEC technical committee 20: Electric cables. It was submitted to the national committees for voting under fast track procedure.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication 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 publication using a colour printer.

INTRODUCTION

The practice of using spark-testers to detect defects in the insulation or sheathing layers of electric cables has been developed over many years of practical experience.

The operation of the equipment using the verification method described in this standard has proved to be satisfactory. This method employs an artificial fault simulator and its performance has been shown to be comparable to that using operational efficacy tests involving the detection of artificially prepared defects (i.e. faults in the insulation/sheathing material) in lengths of cable.

ELECTRIC CABLES – SPARK-TEST METHOD

1 Scope

The spark-test method specified in this standard is intended for the detection of defects in the insulation or sheathing layers of electric cables. For single-core cables with no outer metallic layer, the general process is accepted as being equivalent to subjecting samples of those cables to a voltage test in water.

This standard specifies the operational requirements for the spark-test equipment, as well as the principal characteristics, functional parameters and calibration procedures for each type of test equipment.

2 Types of voltage waveform

For the purposes of this standard, the types of voltage waveform used for spark-testing are divided into the following groups:

- a.c.** an alternating current (a.c.) voltage of approximately sine-wave form, at the industrial frequency of 40 Hz to 62 Hz;
- d.c.** a direct current (d.c.) voltage;
- h.f.** an alternating current (a.c.) voltage of approximately sine-wave form, at frequencies between 500 Hz and 1 MHz;
- pulsed** a voltage waveform comprising a fast rise time and highly damped wave-tail, as defined in 4.2.

NOTE Provided the manufacturer can demonstrate equivalent effectiveness, h.f. voltages at frequencies below 500 Hz may be used.

3 Procedure

The insulated conductor or sheathed cable shall be passed through an electrode energized at the test voltage. The method detailed in this standard provides for the application of a.c., d.c., h.f. and pulsed voltages.

The requirements for voltage waveform, frequency and test voltage are given in 4.2 and Clause 5. The maximum speed at which the cable shall pass through the electrode is determined by the minimum residence time specified in 4.6.

When used as an alternative to a voltage test in water, ~~it is recommended that~~ the test shall be restricted to layer thicknesses not greater than 2,0 mm ~~and to a.c. and d.c. test voltages unless otherwise specified in the cable standard. Only the a.c. or d.c. voltage waveforms shall be used.~~

The requirements are not applicable to cable insulation having a rated voltage (U_0) greater than 3 kV.

Annex A provides ~~recommended minimum~~ voltages for each voltage waveform, to be used in the absence of any alternative voltages in the relevant cable standard.

4 Equipment

4.1 Safety

To limit the effect of electric shock to personnel, for all types of voltage source, the equipment shall be constructed in such a way that the short-circuit current is limited to less than 10 mA r.m.s. or equivalent.

This requirement is additional to, or may be superseded by, any national regulation that prevails at the time.

NOTE Guidance on the limiting of shock currents can be found in IEC 60479-1 and IEC 60479-2.

Further aspects of operational safety are given in Annex C.

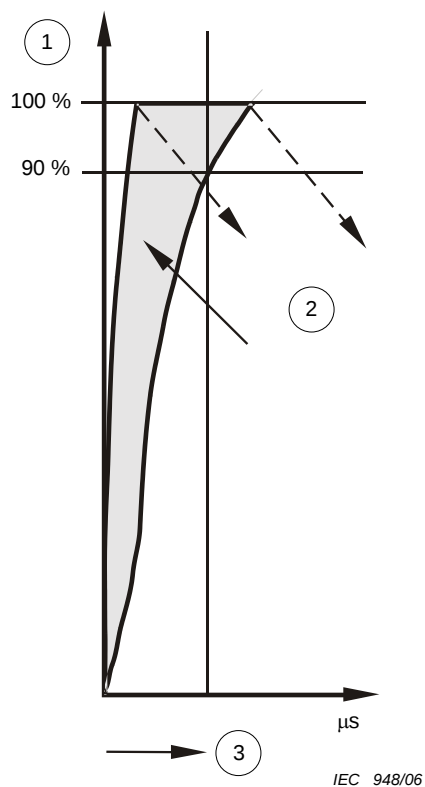
4.2 High voltage source

The high-voltage electrode shall be supplied in one of the following forms, as defined in Clause 2: a.c., d.c., h.f. or pulsed.

For a d.c. test, connection to the test electrode shall be by means of a low capacitance unscreened lead. For d.c. and pulsed voltage testing, the test electrode may be either positive or negative polarity, the other pole being earthed.

The requirements for pulsed waveforms are presented in Figures 1, 2 and 3.

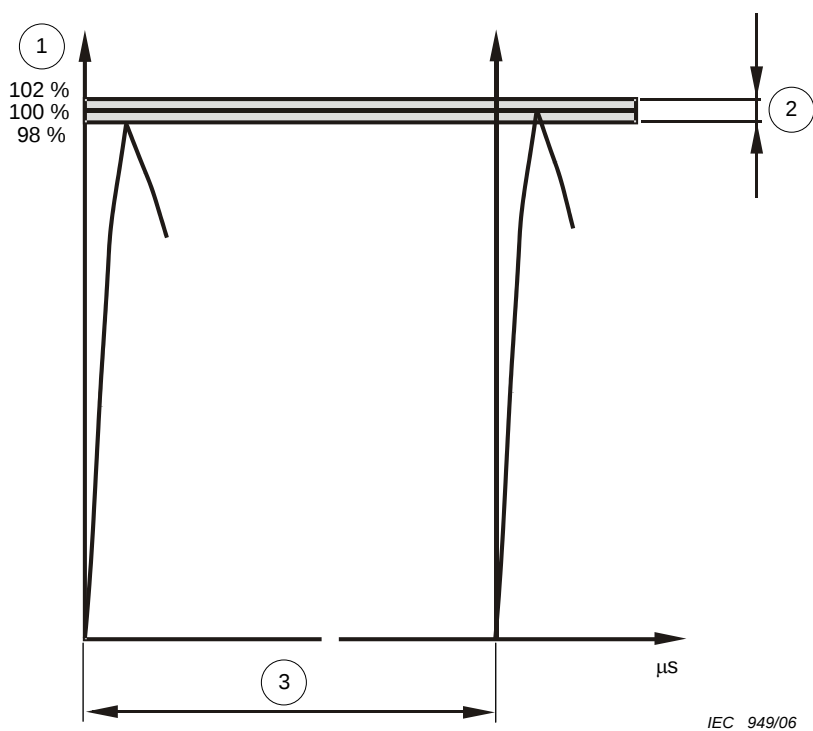
For pulsed waveforms, the rise time of the wave front shall reach 90 % of the specified peak value in less than 75 μs – see Figure 1. Fluctuations of the actual peak value, due to variations of input power into the generator, shall not exceed ± 2 % of the specified peak value – see Figure 2. The peak value shall not show more than 5 % reduction in the event of an increase of capacitive load of 50 pF, during the operation, from an initial load of 25 pF between electrode and instrument ground. The time that each pulse remains at a voltage greater than 80 % of the specified peak voltage shall be between 20 μs and 100 μs – see Figure 3. The pulse repetition frequency shall be greater than 170 per second and less than 500 per second. This corresponds to pulse separations between 2 000 μs and 5 880 μs . Visible or audible corona shall be evident in the electrode structure when operating at the specified voltage.



Key

- 1 actual voltage
- 2 range of rise time of wavefront
- 3 maximum 75 μs

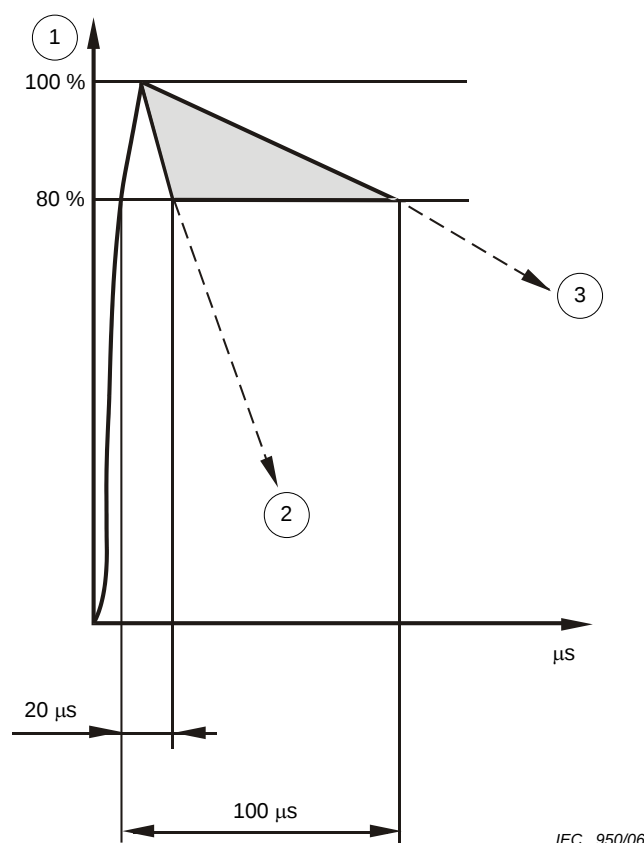
Figure 1 – Requirements for pulsed waveforms – Rise time of wavefront



Key

- 1 actual voltage
- 2 fluctuation range
- 3 pulse repetition from 2 000 μs to 5 880 μs

Figure 2 – Requirements for pulsed waveforms – Fluctuation of peak value and pulse repetition rate



IEC 950/06

Key

- 1 actual voltage
- 2 pulse duration – minimum
- 3 pulse duration – maximum

Figure 3 – Requirements for pulsed waveforms – Pulse duration**4.3 Voltage monitoring equipment**

For a.c., d.c. and h.f. sources, the voltage between electrode and earth shall be displayed on a meter either by connection directly to the output terminal of the high-voltage source or by any suitable equivalent arrangement. The measurement system shall have an accuracy of $\pm 5\%$ of the indicated value.

For a pulse source there shall be a peak reading instrument voltmeter connected directly to the electrode, continually indicating the voltage at the electrode, with or without a grounded test wire in the test chamber. The peak reading voltmeter shall indicate full deflection at a peak value not exceeding 25 kV and with a precision level of $\pm 5\%$ of the indicated value.

NOTE If the spark-tester is to be controlled remotely, it should be noted that the current drawn by the cable under test can cause variation of the test voltage. In this situation, the regulation of the voltage source needs to be sufficient to maintain the voltage within the 5 % accuracy limit.

4.4 Fault indicator

There shall be a detection circuit to provide a visible and/or audible indication of failure of the insulation or sheath to maintain the specified voltage. The fault detector shall be arranged to operate a digital display counter such that one count per discrete fault is registered. It shall also be of a totalizer type and cumulative to the end of the cable run. The counter shall maintain the indication until either the next succeeding fault is registered or until the indication is manually cancelled.

4.5 Electrodes

An appropriate choice of electrode shall be made in order to obtain the maximum effective rate of detection.

Types of cable to be tested (construction, materials, etc.) and the test conditions (linear speed, voltage source mode, etc.) form some of the parameters to be considered.

Examples of electrode types are

- contact types:
bead chain, spring loaded hyperbola, brushes (rotating or fixed),
- non-contact types:
metallic tube, rings.

4.6 Design of electrodes

4.6.1 Contact type

The electrode shall be of metallic construction and its length shall be such that every point of the insulated conductor or non-metallic sheath under test is in electrical contact with the electrode for times not less than the following:

- a) for a.c. supply to the electrode: 0,05 s

NOTE 1 This time represents a maximum linear throughput speed of 1,2 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,833 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- b) for d.c. supply to the electrode : 0,001 s

NOTE 2 This time represents a maximum linear throughput speed of 60 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,017 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- c) for h.f. supply to the electrode: $\left(\frac{0,0025}{f} \right)$ s

where f is the supply frequency in kHz.

NOTE 3 This time represents a maximum linear throughput speed of $24 f$ m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,042 v/f$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- d) for pulse supply to the electrode: $\left(\frac{2,5}{p} \right)$ s

where p is the pulse repetition rate in pulses per second.

NOTE 4 This time represents a maximum linear throughput speed of $0,024 p$ m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $42 v/p$, where v is the linear throughput speed in m/min.

4.6.2 Non-contact type (d.c. test only)

The electrode shall consist of a cylindrical metal tube or series of metallic rings. In either case the internal diameter(s) shall not be greater than 15 mm. In the case of the ring type, the number of rings shall be such that a uniform electric field is formed. These electrodes shall only be used with a d.c. source and their length shall be such that every point of the insulated conductor or non-metallic sheath is in the electrode for not less than 0,001 s.

NOTE This time represents a maximum linear throughput speed of 60 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,017 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

The design of the non-contact electrode shall be such that the cable under test is guided by any suitable means along the central axis and be maintained in that position without undue deviation for the duration of the test run.

The maximum recommended overall diameter of the core or cable to be tested using the non-contact electrode system is 3,0 mm.

The use of this type of electrode shall be restricted to a test voltage of 18 kV.

5 Test voltages

The test voltage depends upon the type of electrode used and the voltage waveform applied.

The voltage is related to the total layer thickness being subjected to the test. This may be an insulation layer, a sheath over a metallic layer, or a combination of insulation and sheath with no intermediate metallic layer.

The conductor of the cable under test, or the metallic layer underlying the sheath under test, shall be continuously earthed throughout the test, such that the full test voltage is applied between the test electrode and this earthed component of the cable.

~~The magnitude of the test voltages are to be found in the cable standard. Where a cable standard states the test voltages, these shall be used. In the absence of such specified voltages, use can be made of the recommended test voltages given in Annex A shall be used.~~

6 Sensitivity

6.1 AC, d.c. and h.f. voltages

The sensitivity of the spark test equipment shall be such that the fault detector will operate when an artificial fault is connected between the electrode and earth. ~~The method is given in 6.3.~~

~~The performance requirement for each type of voltage source is given below:~~ Equipment shall be capable of detecting the faults described in 6.1.1 and 6.1.2 and shall be verified according to 6.3.

6.1.1 AC and h.f.

~~The typical~~ A fault is defined as a fault current

- between 0,5 mA and 10 mA in conformity with the technical characteristics of the test equipment,
- at a minimum repetition frequency of 1 pulse per second,
- with a minimum current duration of 0,025 s,
- with a minimum series of 20 pulses.

6.1.2 DC

~~The typical~~ A fault is defined as a fault current as above for a.c. and h.f. conditions except that the minimum current duration shall be 0,000 5 s and at a level between 0,1 mA and 10 mA.

6.2 Pulsed voltages

The sensitivity shall be such that the fault detector will operate when a ~~typical~~ fault is present between electrode and earth.

~~The typical~~ A fault is defined as that generated through a 0,5 MΩ resistor by one pulse over its operating voltage range.

6.3 Method of assessment

NOTE 1 To check the absence of interference on fault detection through the corona effect, it is necessary to test a number of lengths of fault free cable at the maximum voltage. No single fault should be detected.

The no-load electrode voltage shall be set initially at 3 kV r.m.s. (a.c. and h.f. systems) or 5 kV for d.c. systems or the minimum test level if greater. When the artificial fault device is connected to the electrode, with the spark gap temporarily short circuited, the steady state current shall not exceed 600 μA. In order to limit the current to a suitable value an impedance may be added in series with the artificial fault device.

NOTE 2 Where the test is to be used as an in-process check in addition to the final voltage test on the cable, the sensitivity test at 3 kV r.m.s. or 5 kV d.c. may be carried out at a steady state current of 1,5 mA. This would be appropriate if the normal operating conditions are such that a sensitivity setting of less than 1,5 mA during production would lead to spurious tripping of the detector.

The artificial fault device shall be set to produce a spark having a maximum duration of 0,025 s for a.c. and h.f., or 0,000 5 s for d.c., for each simulated fault.

A succession of not less than 20 sparks (as specified above) shall be effected, with consecutive sparks being no more than 1 s apart and, if required, with the current-limiting impedance in series with the gap. The fault indicator shall register neither more nor less than one count per spark.

The current-limiting impedance, if any, shall then be short circuited. A fault-free length of cable, presenting the largest capacitive load with which the spark-tester is to be used, shall be inserted into the electrode. Alternatively, a high-voltage capacitor having the equivalent capacitance shall be connected across the gap. The electrode voltage shall be increased to the maximum required test voltage.

The test shall then be repeated in order to establish that 20 further sparks (no more than 1 s apart) cause the fault indicator to register neither more nor less than one count per spark.

NOTE 3 Separate artificial fault devices may be used for the two tests, in order to limit damage caused by the high energy sparks, for example by erosion of spark gaps.

NOTE 4 Details of one common type of artificial fault device are given in Annex B.

7 Calibration

7.1 General

Verification of the performance of the equipment for a.c., d.c. and h.f. voltage sources shall be carried out using the sensitivity determination specified in 6.3 for a.c., d.c. and h.f. voltage sources.

The pulse type equipment shall be calibrated by means of a peak detecting electronic voltmeter connected directly between the electrode head and ground. The pulse generator shall be energized and the voltage control of the pulse generator shall be adjusted until the reading on the calibration voltmeter is the specified voltage, at which point the reading on the instrument voltmeter shall be observed and recorded. This calibration shall be repeated at each specified peak voltage. The pulse waveform shall be monitored by means of an oscilloscope connected to the electrode head at suitable test points.

NOTE Calibration may be accomplished without a test cable in the electrode, in which case the voltage control on the pulse generator may require a different setting for each cable size in order to give the desired reading on the instrument voltmeter; or the calibration may be made with a load of 20 pF to 60 pF. The equipment may also be calibrated against an oscilloscope with a calibrated and compensated attenuator. The chosen method should have an accuracy of ± 2 %.

7.2 Verification frequency

The test system may be demonstrated to be effective by carrying out the sensitivity assessment in Clause 6. It is recommended that the verification is carried out at least once a year, upon initial installation and after any repairs or major adjustments to the equipment.

The accuracy of voltage measurement specified in 4.3 shall be verified at least once a year and after any repairs or major adjustments to the equipment.

The user shall verify that the following functions operate efficiently on a regular basis:

- a) fault registration system;
- b) fault alarm system;
- c) in-line controls operated by fault detection;
- d) mechanical state and cleanliness of the electrode assembly;
- e) safety interlocks;
- f) maximum short circuit levels.

Annex A

(~~informative~~ normative)

~~Recommended~~ Minimum voltage levels

A.1 General

~~The levels of test voltages given below are those for use where no alternative voltages are specified in the cable standard. The test voltages given in Table A.1 shall be used, unless the cable standard specifies alternative test voltages.~~

The details of the test method are as given in the main section of this standard.

A.2 Test voltages

A.2.1 General

The voltages given in ~~this~~ Annex A are ~~recommended as~~ the minimum levels to be used to locate defects in the layer under test. ~~The applicability of these levels should be confirmed by the manufacturer and will depend upon the type of material being tested.~~ These levels shall only be reduced if specified in the relevant cable standard.

NOTE Some countries have established higher test levels in their national standards.

A.2.2 Contact electrodes

The high-voltage supply to the test electrode may be a.c., d.c., h.f. or pulsed voltage, as specified in Clause 2 and 4.2.

Table A.1 gives test voltages ~~which are recommended~~ for cables having a rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V.

Table A.1 – ~~Recommended~~ Minimum spark-test voltages for cables having rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V

Tabulated radial thickness of layer under test mm		Test voltage kV			
From Above	Up to and including	a.c. ^a	d.c.	h.f. ^a	Pulse ^a
0	0,25	3	5	4	5
0,26 0,25	0,50	5	7	6	7
0,51 0,50	0,75	6	9	7	9
0,76 0,75	1,00	7	11	8	11
1,01 1,00	1,25	9	13	10 ^{ab}	13
1,26 1,25	1,50	10	15	11 ^{ab}	15
1,51 1,50	1,75	12	17	13 ^{ab}	17
1,76 1,75	2,00	13	20	14 ^{ab}	20
2,01 2,00	2,25	14	22	15 ^{ab}	
2,26 2,25	2,50	16	24	17 ^{ab}	
2,51 2,50	2,75	17	26	18 ^{ab}	
2,76 2,75	3,00	19	28	20 ^{ab}	
3,00	3,25	21	32		
3,25	3,50	23	35		
3,50	-	25	38		
^a The a.c. and h.f. test voltages are r.m.s. values, the pulse test voltage is the peak value. ^{ab} h.f. voltage testing for layer thicknesses greater than 1,0 mm should shall be limited to frequencies between 500 Hz and 4 kHz.					

NOTE 1 The tabulated radial thickness is either the nominal thickness calculated in accordance with the relevant cable standard or the thickness specified in the constructional table of the relevant cable standard whichever is applicable.

Pulsed voltage testing ~~is not recommended~~ shall not be used for layer thicknesses greater than 2,0 mm.

As a test to replace the traditional voltage test in water for single-core cables without any outer metallic layer, ~~the recommendations in~~ Table A.1 only applies for thicknesses ~~up to not greater than~~ 2,0 mm and ~~for only the~~ a.c. or d.c. voltage waveforms shall be used.

When testing laid-up core assemblies, i.e. cables without sheath, the test voltage level shall be that for the lowest individual insulation thickness in the assembly.

NOTE 2 Particular cable standards may, in exceptional circumstances (e.g. for sheathing materials known to exhibit low insulation resistance characteristics, i.e. K_i less than 100 MΩ.km), ~~recommend or~~ require a reduction in the test voltage to ensure that excessive leakage current does not flow and give rise to spurious faults. In no instance will the reduction be in excess of a factor of two and the fault detection system will be verified under the alternative test conditions.

A.2.3 Non-contact electrodes

The high-voltage supply to the test electrode shall be d.c. only, as defined in 4.2. The conductor of the core or the metallic layer under the sheath shall be continuously earthed and the potential difference between the electrode and the conductor or the metallic layer shall be 18 kV.

Annex B (informative)

Example of an artificial fault device

One common type of artificial fault device comprises a needle point and a metal plate or shoe. One of these elements is mounted on a rotating spindle, while the other element is fixed, such that a spark gap is created between the two at one point during each revolution of the spindle.

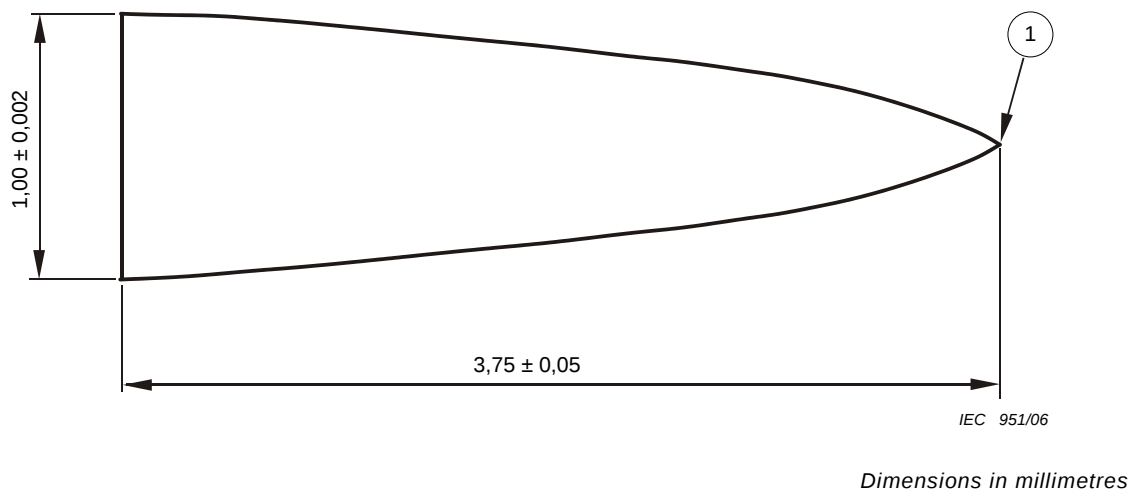
The spark gap between needle and plate is set to $(0,25 \pm 0,05)$ mm.

The dimensions of the plate and the rotational speed are such that the spark is maintained for the required maximum duration of 0,025 s (for a.c. and h.f.) or 0,000 5 s (for d.c.) with a maximum repetition rate of 1 s.

The point of the needle is formed from a 1,0 mm chrome finished steel element over a distance of 3,75 mm along the axis as illustrated in Figure B.1. The radius of the point is less than or equal to 0,03 mm. The angle of the point is not greater than 16° .

A suitable point may be obtained from the end portion of a needle widely available from commercial sources.¹

The needle should be discarded after a maximum of 400 repetitive sparks.



Key

- 1 radius of point $\leq 0,03$

Figure B.1 – Needle for use in the artificial fault device

¹ For information on the availability of suitable needles, contact national standards organisations.

Annex C (informative)

Notes on the use of spark testing machines

C.1 General

It is recommended that, when spark-testing is being carried out, any safety guidance provided by the equipment manufacturer be strictly observed. In the absence of contrary advice from the equipment manufacturer, the following precautions should be observed, as well as any supplementary guidance from site safety officers.

C.2 Access to electrode systems

To avoid the risk of operator shock when access is desired to the electrode systems, it is advisable to check regularly that the automatic switch-off mechanisms on the shielded enclosure for the electrodes are functioning correctly.

C.3 Conductor earthing

Unless the conductor, metallic sheath, screen or armour underlying the non-metallic covering under test is effectively and continuously earthed, faults may not be located. Continuous earthing or other suitable means should be provided for the prevention of electrical shock. It is particularly important with pulsed voltages, for both operational and safety reasons, that this connection provides a very low impedance to earth.

C.4 Leakage currents

Precautions are necessary to ensure the satisfactory operation of spark testing equipment by restricting leakage currents to a minimum level, e.g. by removing surface moisture from the core or cable under test before it enters the spark testing electrode. The removal of surface moisture is particularly important for d.c. spark-testers, to avoid false registering of faults.

C.5 Charge removal

A length of core or cable which has been subjected to d.c. spark testing may retain a high potential static charge for a certain period after the test. To avoid the possibility of operator shock, care should be taken to ensure that a means of removing the charge from the cable surface is provided, e.g. by allowing the core or cable to run over or through an earthed metallic electrode immediately on emerging from the test electrode.

C.6 Ozone production

Warning: Attention is drawn to the toxicity of ozone. Precautions should be taken to minimize exposure of personnel to it at all times and the concentration in the close workshop environment should not be allowed to exceed 10×10^{-6} % (i.e. 10 parts of ozone per hundred million parts of air by volume), or the value in the current industrial hygienic standard, whichever is lower.

Corona discharges within the spark-tester will convert oxygen in the air into ozone. The design of the equipment, its maximum operating voltage and operating procedures should be such as to limit ozone concentrations to an acceptable level. Users are advised to check that this is the case.

Bibliography

IEC/TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC/TR 60479-2, *Effects of current passing through the human body – Part 2: Special aspects – Chapter 4: Effects of alternating current with frequencies above 100 Hz – Chapter 5: Effects of special waveforms of current – Chapter 6: Effects of unidirectional single impulse currents of short duration*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Types des formes d'ondes de tension.....	24
3 Méthode	24
4 Equipement	25
4.1 Sécurité.....	25
4.2 Source de haute tension.....	25
4.3 Equipement de contrôle de la tension.....	27
4.4 Indicateur de défaut	27
4.5 Electrodes	28
4.6 Construction des électrodes	28
5 Tensions d'essai.....	29
6 Sensibilité	29
6.1 Tensions en courant alternatif, en courant continu et à haute fréquence.....	29
6.2 Tensions avec impulsion	30
6.3 Méthode d'évaluation	30
7 Calibrage.....	30
7.1 Généralités.....	30
7.2 Fréquence de la vérification	31
Annexe A (informative normative) Niveaux de tension minimaux recommandés	32
Annexe B (informative) Exemple de dispositif de défaut artificiel.....	34
Annexe C (informative) Notes sur l'utilisation des sparkers	35
Bibliographie.....	37
Figure 1 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Temps de montée de l'impulsion	26
Figure 2 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Fluctuation de la valeur de crête et vitesse de répétition de l'impulsion.....	26
Figure 3 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Durée d'impulsion.....	27
Figure B.1 – Aiguille à utiliser dans le dispositif de défaut artificiel	34
Tableau A.1 – Tensions minimales d'essai au sparker recommandées pour les câbles de tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V.....	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES ÉLECTRIQUES –
MÉTHODE D'ESSAI AU DEFILEMENT À SEC (SPARKER)****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CEI 62230 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006) [documents 20/810/FDIS et 20/816/RVD] et son amendement 1 (2013) [documents 20/1462/FDIS et 20/1470/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

La Norme internationale CEI 62230 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente norme, basée sur la norme européenne EN 50356 (2002), a été préparée par le Comité technique 20 du CENELEC: Câbles électriques. Elle a été soumise aux comités nationaux pour vote suivant la procédure par voie express.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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.

INTRODUCTION

L'habitude d'utiliser des sparkers pour détecter les défauts dans l'enveloppe isolante ou les couches de gainage des câbles électriques s'est développée au cours de nombreuses années d'expérience pratique.

Le fonctionnement de l'équipement utilisant la méthode de vérification décrite dans la présente norme s'est révélé satisfaisant. Cette méthode emploie un simulateur de défaut artificiel et il a été démontré que sa performance est comparable à celle utilisant des essais d'efficacité opératoire impliquant la détection de défauts préparés artificiellement (c'est-à-dire défauts dans le matériau d'isolation et/ou de gainage) sur des longueurs de câble.

CÂBLES ÉLECTRIQUES – MÉTHODE D'ESSAI AU DEFILEMENT À SEC (SPARKER)

1 Domaine d'application

La méthode d'essai au défilement à sec (sparker) spécifiée dans la présente norme est prévue pour la détection des défauts dans l'enveloppe isolante ou les couches de gainage des câbles électriques. Pour les câbles monoconducteurs sans couche métallique extérieure, le processus général est accepté comme étant équivalent à un essai de tension dans l'eau sur des échantillons de ces câbles.

La présente norme spécifie les exigences opératoires pour l'équipement d'essai au sparker ainsi que les principales caractéristiques, les paramètres de fonctionnement et les procédures de calibrage pour chaque type d'équipement d'essai.

2 Types des formes d'ondes de tension

Pour les besoins de la présente norme, les types des formes d'ondes de tension utilisés pour les essais au sparker sont divisés selon les groupes suivants:

- | | |
|---------------------------|---|
| courant alternatif | une tension en courant alternatif (c.a.) de forme d'onde approximativement sinusoïdale, à la fréquence industrielle de 40 Hz à 62 Hz; |
| courant continu | une tension en courant continu (c.c.); |
| haute fréquence | une tension en courant alternatif (c.a.) de forme d'onde approximativement sinusoïdale, à des fréquences comprises entre 500 Hz et 1 MHz; |
| avec impulsion | une forme d'onde de tension comprenant un temps d'élévation rapide et une fin très amortie, comme défini en 4.2. |

NOTE Des tensions haute fréquence à des fréquences inférieures à 500 Hz peuvent être utilisées, pourvu que le fabricant puisse démontrer une efficacité équivalente.

3 Méthode

Le conducteur isolé ou le câble sous gaine doivent passer à travers une électrode amorcée à la tension d'essai. La méthode détaillée dans la présente norme est prévue pour l'application des tensions c.a., c.c., haute fréquence et avec impulsion.

Les exigences pour les formes d'ondes de tension, la fréquence et la tension d'essai sont indiquées en 4.2 et à l'Article 5. La vitesse maximale à laquelle le câble doit passer à travers l'électrode est déterminée par la durée de traitement minimale spécifiée en 4.6.

Lorsqu'il est utilisé comme alternative à un essai de tension dans l'eau, ~~il est recommandé de limiter l'essai doit être limité~~ aux épaisseurs de gaine inférieures ou égales à 2,0 mm ~~et aux tensions d'essai en courant alternatif et en courant continu~~, sauf spécification contraire dans la norme de câble. ~~Seules les formes d'ondes de tension en courant alternatif et en courant continu doivent être utilisées.~~

Les exigences ne sont pas applicables aux enveloppes isolantes de câble de tension nominale (U_0) supérieure à 3 kV.

L'Annexe A indique des tensions ~~recommandées~~ **minimales** pour chaque forme d'onde de tension, tensions à utiliser en l'absence de toute indication de tension alternative dans la norme de câble concernée.

4 Equipement

4.1 Sécurité

Afin de limiter l'effet de choc électrique sur le personnel, pour tous les types de source de tension, l'équipement doit être construit de façon que le courant de court-circuit soit limité à moins de 10 mA valeur efficace ou équivalent.

Cette exigence s'ajoute à, ou peut être remplacée par, toute réglementation nationale actuelle.

NOTE Des indications sur la limitation des courants de choc peuvent être trouvées dans la CEI 60479-1 et la CEI 60479-2.

D'autres aspects de sécurité opératoire sont donnés à l'Annexe C.

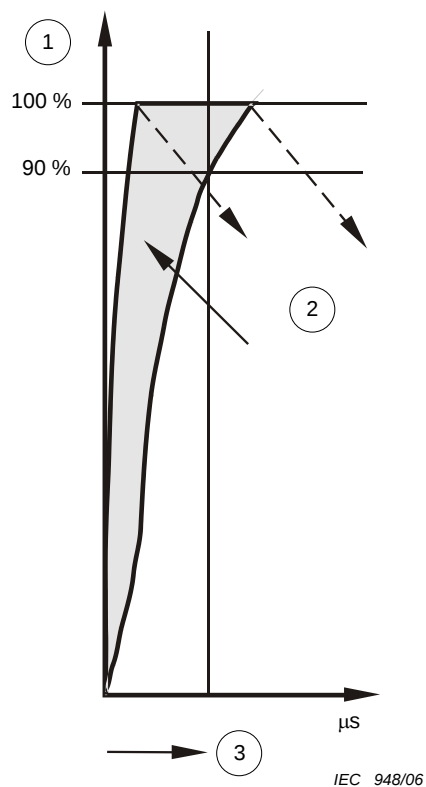
4.2 Source de haute tension

L'électrode haute tension doit être fournie sous l'une des formes suivantes, comme défini à l'Article 2: courant alternatif, courant continu, haute fréquence ou avec impulsion.

Pour un essai en courant continu, la connexion à l'électrode d'essai est effectuée au moyen d'un conducteur d'alimentation sans écran et à faible capacitance. Pour les essais en courant continu et tension avec impulsion, l'électrode d'essai peut avoir une polarité positive ou négative, l'autre pôle étant mis à la terre.

Les exigences concernant les formes d'onde avec impulsion sont représentées aux Figures 1, 2 et 3.

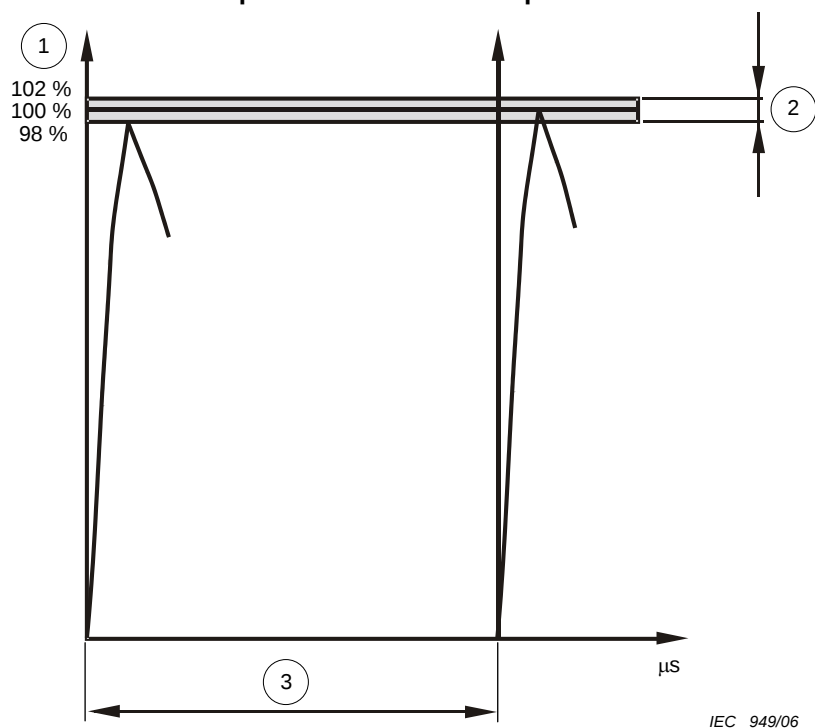
Pour les formes d'onde avec impulsion, le temps d'élévation de l'onde enveloppe doit atteindre 90 % de la valeur de crête spécifiée en moins de 75 μs – voir Figure 1. Les fluctuations de la valeur de crête réelle dues à des variations de puissance d'entrée dans le générateur ne doivent pas dépasser $\pm 2\%$ de la valeur de crête spécifiée – voir Figure 2. La valeur de crête ne doit pas présenter de réduction supérieure à 5 % en cas d'augmentation de la charge capacitive de 50 pF, au cours de l'opération, à partir d'une charge initiale de 25 pF entre l'électrode et le bruit de fond. Le temps pendant lequel chaque impulsion reste à une tension supérieure à 80 % de la valeur de crête spécifiée doit être compris entre 20 μs et 100 μs – voir Figure 3. La fréquence de répétition de l'impulsion doit être supérieure à 170 par seconde et inférieure à 500 par seconde. Cela correspond à des séparations d'impulsion comprises entre 2 000 μs et 5 880 μs . Un effet corona visible ou audible doit être évident dans la structure de l'électrode en fonctionnement à la tension spécifiée.



Légende

- 1 tension réelle
- 2 gamme de temps de montée de l'impulsion
- 3 75 μs maximum

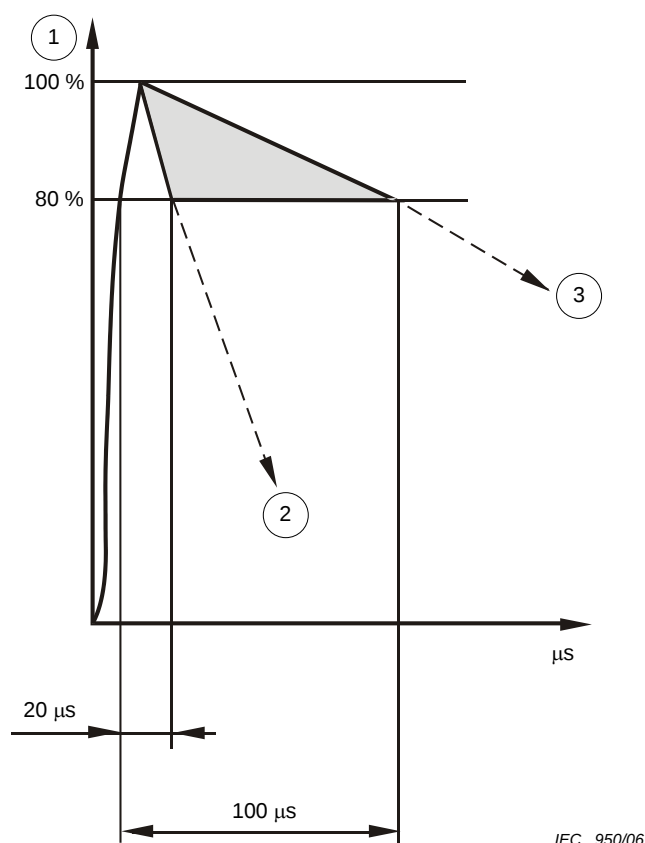
Figure 1 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Temps de montée de l'impulsion



Légende

- 1 tension réelle
- 2 gamme de fluctuation
- 3 répétition de l'impulsion de 2 000 μs à 5 880 μs

Figure 2 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Fluctuation de la valeur de crête et vitesse de répétition de l'impulsion



IEC 950/06

Légende

- 1 tension réelle
- 2 durée d'impulsion – minimale
- 3 durée d'impulsion – maximale

**Figure 3 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion –
Durée d'impulsion**

4.3 Équipement de contrôle de la tension

Pour les sources à courant alternatif, courant continu et haute fréquence, la tension entre l'électrode et la terre doit être indiquée sur un voltmètre, soit par connexion directement au terminal de sortie de la source haute tension, soit par tout dispositif équivalent approprié. Le système de mesure doit avoir une précision de $\pm 5\%$ de la valeur indiquée.

Pour une source avec impulsion, il doit y avoir un voltmètre lecteur de crête connecté directement à l'électrode, indiquant continuellement la tension à l'électrode, avec ou sans fil d'essai mis à la terre dans la chambre d'essai. Le voltmètre lecteur de crête doit indiquer une pleine échelle à une valeur de crête ne dépassant pas 25 kV et avec un niveau de précision de $\pm 5\%$ de la valeur indiquée.

NOTE Si le sparker est à contrôler de loin, il convient de noter que le courant absorbé par le câble en essai peut provoquer une variation de la tension d'essai. Dans ce cas, pour maintenir la tension dans la limite de précision de 5 %, il est nécessaire de réguler la source de tension.

4.4 Indicateur de défaut

Il doit y avoir un circuit de détection pour fournir une indication visible et/ou audible du défaut de l'enveloppe isolante ou de la gaine pour maintenir la tension spécifiée. Le détecteur de défauts doit être disposé de façon à faire fonctionner un indicateur digital afin qu'un compte par défaut discret soit enregistré. Il doit également être de type totaliseur et cumulatif jusqu'à

l'extrémité du défilement de câble. Le compteur doit maintenir l'indication, soit jusqu'à l'enregistrement du défaut suivant, soit jusqu'à la suppression manuelle de l'indication.

4.5 Electrodes

Un choix approprié d'électrode doit être effectué de façon à obtenir le taux de détection efficace maximal.

Les types de câbles à essayer (construction, matériaux, etc.) ainsi que les conditions d'essai (vitesse linéaire, mode de source de tension, etc.) forment certains des paramètres à étudier.

Des exemples de types d'électrode sont les suivants:

- types à contact:
chaînettes à billes, hyperboloïde à ressorts, brosses (tournantes ou fixes);
- types sans contact:
tube métallique, anneaux.

4.6 Construction des électrodes

4.6.1 Types à contact

L'électrode doit être de construction métallique et sa longueur doit être telle que tout point du conducteur isolé ou de la gaine non métallique en essai soit en contact électrique avec l'électrode pendant des durées non inférieures à

- a) pour l'électrode alimentée en courant alternatif: 0,05 s

NOTE 1 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de 1,2 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,833 v$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- b) pour l'électrode alimentée en courant continu: 0,001 s

NOTE 2 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de 60 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,017 v$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- c) pour l'électrode alimentée en haute fréquence: $\left(\frac{0,0025}{f} \right)$ s

où f est la fréquence d'alimentation en kHz.

NOTE 3 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de $24 f$ m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,042 v/f$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- d) pour l'électrode alimentée avec impulsion: $\left(\frac{2,5}{p} \right)$ s

où p est le taux de répétition d'impulsion en impulsions par seconde.

NOTE 4 Ce temps représente une vitesse linéaire de passage maximale de $0,024 p$ m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $42 v/p$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

4.6.2 Types sans contact (courant continu uniquement)

L'électrode doit consister en un tube métallique cylindrique ou en une série d'anneaux métalliques. Dans les deux cas, le diamètre interne ne doit pas dépasser 15 mm. Dans le cas du type à anneaux, le nombre d'anneaux doit être tel qu'un champ électrique uniforme soit formé. Ces électrodes ne doivent être utilisées qu'avec une source en courant continu et leur longueur doit être telle que tout point du conducteur isolé ou de la gaine non métallique soit dans l'électrode pendant au moins 0,001 s.

NOTE Ce temps représente une vitesse de passage linéaire maximale de 60 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,017 v$, où v est la vitesse de débit linéaire en m/min.

La construction de l'électrode sans contact doit être telle que le câble en essai puisse être guidé par tous moyens appropriés le long de l'axe central et maintenu dans cette position sans déviation excessive pendant la durée de l'essai.

Le diamètre extérieur maximal recommandé de l'âme ou du câble à essayer en utilisant le système de l'électrode sans contact est de 3,0 mm.

L'utilisation de ce type d'électrode doit être limitée à une tension d'essai de 18 kV.

5 Tensions d'essai

La tension d'essai dépend du type d'électrode utilisé et de la forme d'onde de tension appliquée.

La tension est en rapport avec l'épaisseur de la couche totale soumise à l'essai. Celle-ci peut être une couche isolante, une gaine sur une couche métallique, ou une combinaison d'enveloppe isolante et de gaine sans couche métallique intermédiaire.

L'âme du câble en essai, ou la couche métallique en dessous de la gaine en essai, doivent être continuellement reliées à la terre tout au long de l'essai, de façon que toute la tension d'essai soit appliquée entre l'électrode et ce composant du câble mis à la terre.

~~La plage des tensions d'essai doit être trouvée dans la norme du câble. Quand la norme de câble concernée spécifie les tensions d'essai, celles-ci doivent être utilisées. On peut utiliser les tensions d'essai recommandées données à l'Annexe A doivent être utilisées,~~ en cas d'absence de tensions spécifiées.

6 Sensibilité

6.1 Tensions en courant alternatif, en courant continu et à haute fréquence

La sensibilité de l'équipement d'essai au sparker doit être telle que le détecteur de défaut fonctionne lorsqu'un défaut artificiel est connecté entre l'électrode et la terre. ~~La méthode est donnée en 6.3.~~

~~L'exigence de performance pour chaque type de source de tension est donnée ci-dessous: L'équipement doit être en mesure de détecter les défauts décrits en 6.1.1 et 6.1.2 et il doit être vérifié conformément au 6.3.~~

6.1.1 Courant alternatif et haute fréquence

~~Le~~ Un défaut ~~type~~ est défini comme un courant de défaut

- entre 0,5 mA et 10 mA conformément aux caractéristiques techniques de l'équipement d'essai,
- à une fréquence de répétition minimale de 1 impulsion par seconde,
- avec une durée de courant minimale de 0,025 s,
- avec une série minimale de 20 impulsions.

6.1.2 Courant continu

~~Le~~ Un défaut ~~type~~ est défini comme un courant de défaut comme ci-dessus pour les conditions courant alternatif et haute fréquence, sauf que la durée minimale de courant doit être de 0,000 5 s et à un niveau compris entre 0,1 mA et 10 mA.

6.2 Tensions avec impulsion

La sensibilité doit être telle que le détecteur de défaut fonctionne lorsqu'un défaut ~~type~~ sera présent entre l'électrode et la terre.

~~Le~~ Un défaut ~~type~~ est défini comme celui généré au travers d'une résistance de 0,5 MΩ par une impulsion dans toute la gamme de tension de service.

6.3 Méthode d'évaluation

NOTE 1 Pour vérifier l'absence d'interférence sur la détection de défaut dû à l'effet corona, il est nécessaire d'essayer un certain nombre de longueurs de câble sans défaut à la tension maximale. Il est recommandé qu'aucun défaut ne soit détecté.

La tension de l'électrode à vide est fixée initialement à 3 kV valeur efficace (systèmes courant alternatif et haute fréquence) ou 5 kV pour les systèmes courant continu ou au niveau d'essai minimal si plus élevé. Lorsque le dispositif de défaut artificiel est connecté à l'électrode, l'éclateur étant temporairement court-circuité, le courant en état stationnaire ne doit pas dépasser 600 μA. De façon à limiter le courant à une valeur appropriée, une impédance peut être ajoutée en série avec le dispositif de défaut artificiel.

NOTE 2 Lorsque l'essai est à utiliser comme un contrôle en cours de fabrication en plus de l'essai de tension final sur le câble, l'essai de sensibilité à 3 kV, valeur efficace, ou 5 kV, courant continu, peut être effectué avec un courant en état stationnaire de 1,5 mA. Cela est approprié si les conditions de fonctionnement normales sont telles qu'une sensibilité de moins de 1,5 mA pendant la production conduit à un déclenchement intempestif du détecteur.

Le dispositif de défaut artificiel doit être réglé pour produire une étincelle d'une durée maximale de 0,025 s pour courant alternatif et haute fréquence, ou 0,000 5 s pour courant continu, pour chaque défaut simulé.

Une succession d'au moins 20 étincelles (comme spécifié ci-dessus) doit être effectuée, les étincelles consécutives n'étant pas espacées de plus de 1 s et, si nécessaire, avec l'impédance qui limite le courant en série avec l'éclateur. L'indicateur de défaut ne doit enregistrer ni plus ni moins qu'un compte par étincelle.

L'impédance qui limite le courant éventuelle doit ensuite être court-circuitée. Une longueur de câble exempte de défauts, présentant la charge capacitive la plus grande avec laquelle le sparker doit être utilisé, doit être insérée dans l'électrode. En variante, un condensateur haute tension ayant une capacité équivalente doit être connecté avec l'éclateur. La tension de l'électrode doit être augmentée à la tension d'essai maximale requise.

L'essai doit ensuite être répété de façon à établir que 20 étincelles supplémentaires (n'étant pas espacées de plus de 1 s) font que l'indicateur de défaut n'enregistre ni plus ni moins qu'un compte par étincelle.

NOTE 3 Des dispositifs de défaut artificiel séparés peuvent être utilisés pour les deux essais, de façon à limiter les dommages causés par les étincelles haute puissance, par exemple par l'érosion des éclateurs.

NOTE 4 Des détails sur un dispositif de défaut artificiel de type usuel sont donnés à l'Annexe B.

7 Calibrage

7.1 Généralités

Le contrôle de la performance de l'équipement pour les sources de tension courant alternatif, courant continu et haute fréquence doit être effectué à l'aide de la détermination de sensibilité spécifiée en 6.3 pour les sources de tension courant alternatif, courant continu et haute fréquence

L'équipement de type à impulsion doit être calibré au moyen d'un voltmètre électronique, détecteur de crête, connecté directement entre la tête de l'électrode et la terre. Le générateur d'impulsion doit être mis sous tension et le contrôle de tension du générateur d'impulsion doit être ajusté jusqu'à ce que la lecture sur le voltmètre de calibration soit la tension spécifiée,

point auquel la lecture sur le voltmètre doit être observée et enregistrée. Ce calibrage doit être répété à chaque tension de crête spécifiée. La forme d'onde avec impulsion doit être contrôlée au moyen d'un oscilloscope connecté à la tête de l'électrode en des points d'essai appropriés.

NOTE Le calibrage peut être effectué sans câble d'essai dans l'électrode. Dans ce cas, le contrôle de la tension sur le générateur d'impulsion peut nécessiter un réglage différent pour chaque dimension de câble de façon à donner la lecture souhaitée sur le voltmètre; ou bien le calibrage peut être fait avec une charge de 20 pF à 60 pF. L'équipement peut aussi être calibré avec un oscilloscope avec un atténuateur étalonné et équilibré. Il convient que la méthode choisie ait une précision de ± 2 %.

7.2 Fréquence de la vérification

Il peut être démontré que le système d'essai est efficace en effectuant l'évaluation de sensibilité de l'Article 6. Il est recommandé d'effectuer la vérification au moins une fois par an, lors de l'installation initiale et après toute réparation ou rectification majeure apportée à l'équipement.

La précision de mesure de la tension spécifiée en 4.3 doit être vérifiée au moins une fois par an et après toute réparation ou rectification majeure apportée à l'équipement.

L'utilisateur doit vérifier que les fonctions suivantes sont efficaces sur une base régulière:

- a) système d'enregistrement des défauts;
- b) système d'alarme de défauts;
- c) contrôles en ligne opérés par localisation d'un défaut;
- d) état mécanique et propreté du montage de l'électrode;
- e) dispositifs de sécurité;
- f) niveaux de court-circuit maximaux.

Annexe A (~~informative~~ normative)

Niveaux de tension minimaux ~~recommandés~~

A.1 Généralités

Les ~~niveaux de~~ tensions d'essai indiquées ~~ci-dessous dans le Tableau A1 sont ceux à utiliser~~ doivent être utilisées lorsqu'aucune tension alternative n'est spécifiée dans la norme du câble concernée.

La méthode d'essai détaillée est indiquée dans la section principale de la présente norme.

A.2 Tensions d'essai

A.2.1 Généralités

Les tensions indiquées dans ~~la présente~~ l'Annexe A sont ~~recommandées comme~~ les niveaux minimaux à utiliser pour localiser des défauts dans la couche ~~essayée~~ soumise à l'essai. ~~Il convient que l'applicabilité de ces niveaux soit confirmée par le fabricant et elle dépendra du type de matériau en essai.~~ Ces niveaux ne doivent être réduits que si cela est spécifié dans la norme de câble concernée.

NOTE Certains pays ont fixé dans leurs normes nationales des niveaux d'essai plus élevés.

A.2.2 Électrodes de contact

L'alimentation haute tension de l'électrode d'essai peut être en courant ~~alternatif~~, en courant continu, à haute fréquence ou en tension avec impulsion, comme spécifié à l'Article 2 et en 4.2.

Le Tableau A.1 indique les tensions d'essai ~~recommandées~~ pour les câbles ayant une tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V.

**Tableau A.1 – Tensions minimales d'essai au sparker ~~recommandées~~
pour les câbles de tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V**

Épaisseur radiale de la couche en essai mm		Tension d'essai kV			
De Supérieure	Jusqu'à y compris	c.a. ^a	c.c.	h.f. ^a	Impulsion ^a
0	0,25	3	5	4	5
0,26 0,25	0,50	5	7	6	7
0,51 0,50	0,75	6	9	7	9
0,76 0,75	1,00	7	11	8	11
1,01 1,00	1,25	9	13	10 ^{ab}	13
1,26 1,25	1,50	10	15	11 ^{ab}	15
1,51 1,50	1,75	12	17	13 ^{ab}	17
1,76 1,75	2,00	13	20	14 ^{ab}	20
2,01 2,00	2,25	14	22	15 ^{ab}	
2,26 2,25	2,50	16	24	17 ^{ab}	
2,51 2,50	2,75	17	26	18 ^{ab}	
2,76 2,75	3,00	19	28	20 ^{ab}	
3,00	3,25	21	32		
3,25	3,50	23	35		
3,50		25	38		

^a Les tensions d'essai c.a. et h.f. sont les valeurs efficaces, la tension d'essai avec impulsion est la valeur de crête.

^{ab} ~~Il convient que la~~ La tension d'essai h.f. pour les épaisseurs supérieures à 1,0 mm ~~soit doit être~~ limitée à des fréquences comprises entre 500 Hz et 4 kHz.

NOTE 1 L'épaisseur radiale compilée est soit l'épaisseur nominale calculée conformément à la norme de câble concernée soit l'épaisseur spécifiée dans le tableau de construction de la norme de câble concernée selon ce qui est applicable.

L'essai de tension avec impulsion ~~n'est pas recommandé~~ ne doit pas être utilisé pour les épaisseurs supérieures à 2,0 mm.

Lorsqu'il s'agit de remplacer l'essai de tension traditionnel dans l'eau pour les câbles monoconducteurs sans couche métallique externe, ~~les recommandations du~~ le Tableau A.1 ne s'applique~~nt~~ qu'aux épaisseurs jusqu'à 2,0 mm et ~~seules les- aux~~ formes d'onde en courant alternatif ou en courant continu ~~doivent être utilisées~~.

Lors des essais des assemblages de conducteurs, c'est-à-dire des câbles sans gaine, le niveau de tension d'essai doit être celui de l'épaisseur de l'enveloppe isolante individuelle la plus faible dans l'assemblage.

NOTE 2 Des normes de câbles particulières peuvent, dans des circonstances exceptionnelles (par exemple pour les matériaux d'isolation connus pour présenter des caractéristiques de résistance d'isolement faible, c'est-à-dire K_i inférieur à 100 MΩ.km), ~~recommander ou~~ prescrire une réduction de la tension d'essai pour s'assurer qu'aucun courant de fuite excessif ne s'écoule et ne génère des défauts simulés. En aucun cas, la réduction n'excèdera un facteur de deux et le système de détection de défaut sera contrôlé dans les conditions d'essai alternatif.

A.2.3 Électrodes sans contact

L'alimentation haute tension de l'électrode d'essai ne doit être qu'en courant ~~continu~~, comme défini en 4.2. L'âme du conducteur ou la couche métallique sous la gaine doit être continuellement à la terre et la différence de potentiel entre l'électrode et l'âme ou la couche métallique doit être de 18 kV.

Annexe B (informative)

Exemple de dispositif de défaut artificiel

Un type usuel de dispositif de défaut artificiel comprend une pointe d'aiguille et une plaque métallique ou patin. L'un de ces éléments est monté sur un axe tournant, alors que l'autre élément est fixe, de façon qu'un éclateur soit créé entre les deux en un point pendant chaque tour de l'axe.

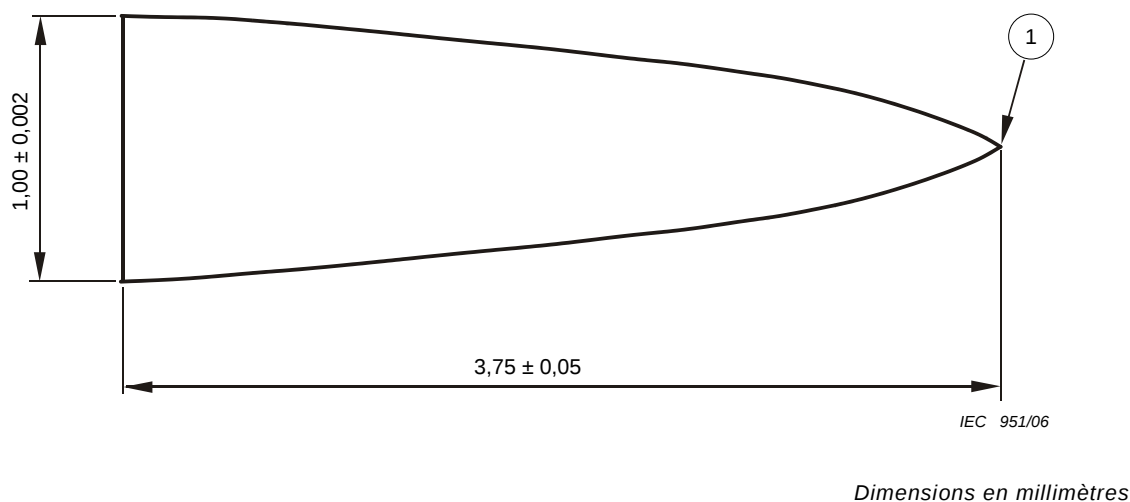
La distance entre l'aiguille et la plaque est réglée à $(0,25 \pm 0,05)$ mm.

Les dimensions de la plaque et la vitesse de rotation sont telles que l'étincelle est maintenue pendant la durée maximale exigée de 0,025 s (pour courant alternatif et haute fréquence) ou 0,000 5 s (pour courant continu) avec une vitesse maximale de répétition de 1 s.

La pointe de l'aiguille est formée à partir d'un élément en acier chromé de 1,0 mm sur une distance de 3,75 mm le long de l'axe comme illustré à la Figure B.1. Le rayon de la pointe est inférieur ou égal à 0,03 mm. L'angle de la pointe ne doit pas excéder 16° .

Une pointe appropriée peut être obtenue à partir de l'extrémité d'une aiguille largement disponible dans le commerce.¹

Il est recommandé de remplacer l'aiguille après un maximum de 400 étincelles répétitives.



Légende

- 1 rayon de la pointe $\leq 0,03$

Figure B.1 – Aiguille à utiliser dans le dispositif de défaut artificiel

¹ Pour obtenir des informations sur les aiguilles à utiliser, contacter les organismes nationaux de normalisation.

Annexe C (informative)

Notes sur l'utilisation des sparkers

C.1 Généralités

Il est recommandé, lors des essais au sparker, d'observer scrupuleusement toute directive concernant la sécurité fournie par le fabricant de l'équipement. En l'absence d'avis contraire de la part du fabricant de l'équipement, il convient d'observer les précautions suivantes, ainsi que toute indication supplémentaire de la part des agents responsables de la sécurité du site.

C.2 Accès aux systèmes d'électrode

Afin d'éviter le risque de choc électrique sur l'opérateur lorsque l'on souhaite accéder aux systèmes d'électrode, il est conseillé de contrôler régulièrement que les mécanismes de coupure automatique fonctionnent correctement en cas d'ouverture de l'écran protecteur des électrodes.

C.3 Mise à la terre du conducteur

Sauf si l'âme, la gaine métallique, l'écran ou l'armure au-dessous du revêtement non métallique en essai est de façon effective et continue mis à la terre, les défauts peuvent ne pas être localisés. Il convient qu'une mise à la terre continue ou tout autre moyen approprié soit fourni pour prévenir tout choc électrique. Il est particulièrement important avec les tensions avec impulsion, pour des raisons opérationnelles et de sécurité, que cette connexion fournisse une très faible impédance à la terre.

C.4 Courants de fuite

Il est nécessaire de prendre des précautions pour assurer un fonctionnement satisfaisant du dispositif d'essai au sparker en réduisant les courants de fuite à un niveau minimal, par exemple en enlevant l'humidité à la surface du conducteur ou du câble en essai avant qu'il n'entre dans l'électrode d'essai du sparker. L'élimination de l'humidité à la surface est particulièrement importante pour les sparkers en courant continu, pour éviter de faux enregistrements de défauts.

C.5 Elimination de la charge

Une longueur de conducteur ou de câble qui a été soumise à l'essai au sparker en courant continu peut retenir une charge statique à un potentiel élevé pendant un certain temps après l'essai. Pour éviter l'éventualité d'un choc électrique sur l'opérateur, il convient de s'assurer qu'un moyen de retirer la charge de la surface du câble est disponible, par exemple en permettant au conducteur ou au câble de parcourir ou de traverser une électrode métallique mise à la terre immédiatement en sortie de l'électrode d'essai.

C.6 Production d'ozone

Avertissement: L'attention est attirée sur la toxicité de l'ozone. Il est recommandé de prendre des précautions pour limiter l'exposition du personnel à tout moment et il convient que la concentration dans l'environnement de la salle d'essai ne dépasse pas la valeur admise de $10 \times 10^{-6} \%$ (c'est-à-dire 10 parties d'ozone pour 100 parties par million d'air, en volume), ou la

valeur figurant dans la norme d'hygiène industrielle actuellement en vigueur, lorsqu'elle est inférieure.

Les décharges dues à l'effet Corona dans le sparker vont convertir l'oxygène dans l'air en ozone. Il convient que la construction du dispositif, sa tension de service maximale et ses méthodes de fonctionnement soient telles qu'elles limitent les concentrations d'ozone à un niveau acceptable. Il est conseillé aux utilisateurs de vérifier que tel est le cas.

Bibliographie

CEI/TS 60479-1, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI/TR 60479-2, *Effets du courant passant par le corps humain – Deuxième partie: Aspects particuliers – Chapitre 4: Effets du courant alternatif de fréquence supérieure à 100 Hz – Chapitre 5: Effets des courants de formes d'onde spéciales – Chapitre 6: Effets des courants d'impulsion unique de courte durée*

FINAL VERSION

VERSION FINALE



Electric cables –Spark-test method

Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)



CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Types of voltage waveform.....	6
3 Procedure	6
4 Equipment.....	7
4.1 Safety	7
4.2 High voltage source.....	7
4.3 Voltage monitoring equipment	9
4.4 Fault indicator	9
4.5 Electrodes	10
4.6 Design of electrodes.....	10
5 Test voltages.....	11
6 Sensitivity.....	11
6.1 AC, d.c. and h.f. voltages	11
6.2 Pulsed voltages	11
6.3 Method of assessment.....	12
7 Calibration.....	12
7.1 General	12
7.2 Verification frequency.....	13
Annex A (normative) Minimum voltage levels	14
Annex B (informative) Example of an artificial fault device	16
Annex C (informative) Notes on the use of spark testing machines	17
Bibliography.....	18
Figure 1 – Requirements for pulsed waveforms – Rise time of wavefront	8
Figure 2 – Requirements for pulsed waveforms – Fluctuation of peak value and pulse repetition rate	8
Figure 3 – Requirements for pulsed waveforms – Pulse duration	9
Figure B.1 – Needle for use in the artificial fault device.....	16
Table A.1 – Minimum spark-test voltages for cables having rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC CABLES –
SPARK-TEST METHOD****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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

This Consolidated version of IEC 62230 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006) [documents 20/810/FDIS and 20/816/RVD] and its amendment 1 (2013) [documents 20/1462/FDIS and 20/1470/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 62230 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This standard, based on the European Norm EN 50356 (2002), was prepared by CENELEC technical committee 20: Electric cables. It was submitted to the national committees for voting under fast track procedure.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication 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 publication using a colour printer.
--

INTRODUCTION

The practice of using spark-testers to detect defects in the insulation or sheathing layers of electric cables has been developed over many years of practical experience.

The operation of the equipment using the verification method described in this standard has proved to be satisfactory. This method employs an artificial fault simulator and its performance has been shown to be comparable to that using operational efficacy tests involving the detection of artificially prepared defects (i.e. faults in the insulation/sheathing material) in lengths of cable.

ELECTRIC CABLES – SPARK-TEST METHOD

1 Scope

The spark-test method specified in this standard is intended for the detection of defects in the insulation or sheathing layers of electric cables. For single-core cables with no outer metallic layer, the general process is accepted as being equivalent to subjecting samples of those cables to a voltage test in water.

This standard specifies the operational requirements for the spark-test equipment, as well as the principal characteristics, functional parameters and calibration procedures for each type of test equipment.

2 Types of voltage waveform

For the purposes of this standard, the types of voltage waveform used for spark-testing are divided into the following groups:

- a.c.** an alternating current (a.c.) voltage of approximately sine-wave form, at the industrial frequency of 40 Hz to 62 Hz;
- d.c.** a direct current (d.c.) voltage;
- h.f.** an alternating current (a.c.) voltage of approximately sine-wave form, at frequencies between 500 Hz and 1 MHz;
- pulsed** a voltage waveform comprising a fast rise time and highly damped wave-tail, as defined in 4.2.

NOTE Provided the manufacturer can demonstrate equivalent effectiveness, h.f. voltages at frequencies below 500 Hz may be used.

3 Procedure

The insulated conductor or sheathed cable shall be passed through an electrode energized at the test voltage. The method detailed in this standard provides for the application of a.c., d.c., h.f. and pulsed voltages.

The requirements for voltage waveform, frequency and test voltage are given in 4.2 and Clause 5. The maximum speed at which the cable shall pass through the electrode is determined by the minimum residence time specified in 4.6.

When used as an alternative to a voltage test in water, the test shall be restricted to layer thicknesses not greater than 2,0 mm unless otherwise specified in the cable standard. Only the a.c. or d.c. voltage waveforms shall be used.

The requirements are not applicable to cable insulation having a rated voltage (U_0) greater than 3 kV.

Annex A provides minimum voltages for each voltage waveform, to be used in the absence of any alternative voltages in the relevant cable standard.

4 Equipment

4.1 Safety

To limit the effect of electric shock to personnel, for all types of voltage source, the equipment shall be constructed in such a way that the short-circuit current is limited to less than 10 mA r.m.s. or equivalent.

This requirement is additional to, or may be superseded by, any national regulation that prevails at the time.

NOTE Guidance on the limiting of shock currents can be found in IEC 60479-1 and IEC 60479-2.

Further aspects of operational safety are given in Annex C.

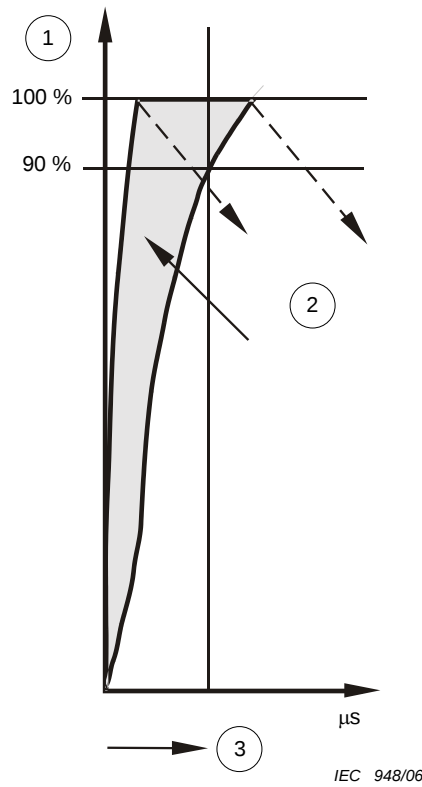
4.2 High voltage source

The high-voltage electrode shall be supplied in one of the following forms, as defined in Clause 2: a.c., d.c., h.f. or pulsed.

For a d.c. test, connection to the test electrode shall be by means of a low capacitance unscreened lead. For d.c. and pulsed voltage testing, the test electrode may be either positive or negative polarity, the other pole being earthed.

The requirements for pulsed waveforms are presented in Figures 1, 2 and 3.

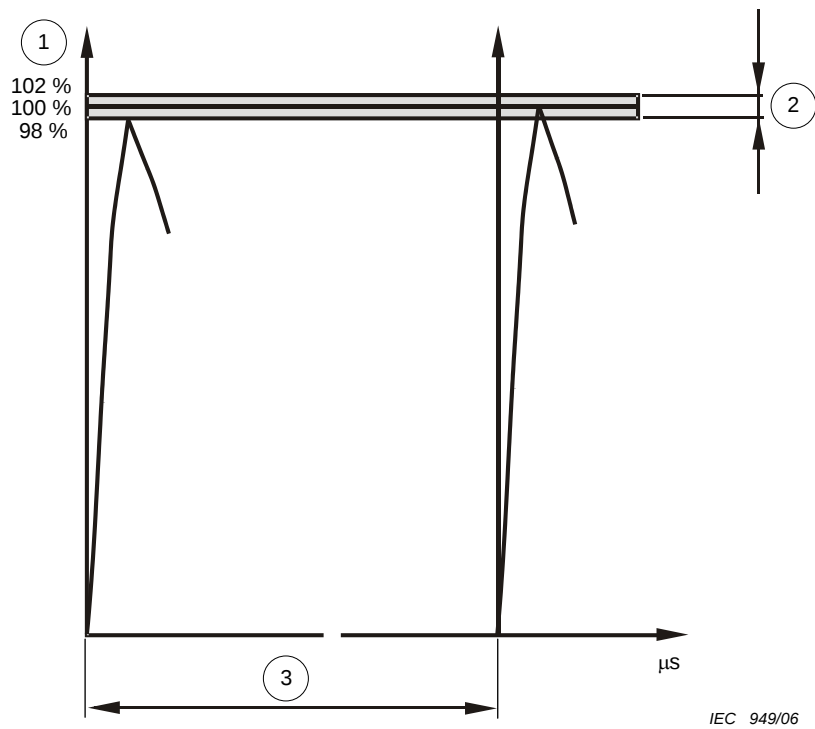
For pulsed waveforms, the rise time of the wave front shall reach 90 % of the specified peak value in less than 75 μs – see Figure 1. Fluctuations of the actual peak value, due to variations of input power into the generator, shall not exceed ± 2 % of the specified peak value – see Figure 2. The peak value shall not show more than 5 % reduction in the event of an increase of capacitive load of 50 pF, during the operation, from an initial load of 25 pF between electrode and instrument ground. The time that each pulse remains at a voltage greater than 80 % of the specified peak voltage shall be between 20 μs and 100 μs – see Figure 3. The pulse repetition frequency shall be greater than 170 per second and less than 500 per second. This corresponds to pulse separations between 2 000 μs and 5 880 μs . Visible or audible corona shall be evident in the electrode structure when operating at the specified voltage.



Key

- 1 actual voltage
- 2 range of rise time of wavefront
- 3 maximum 75 μ s

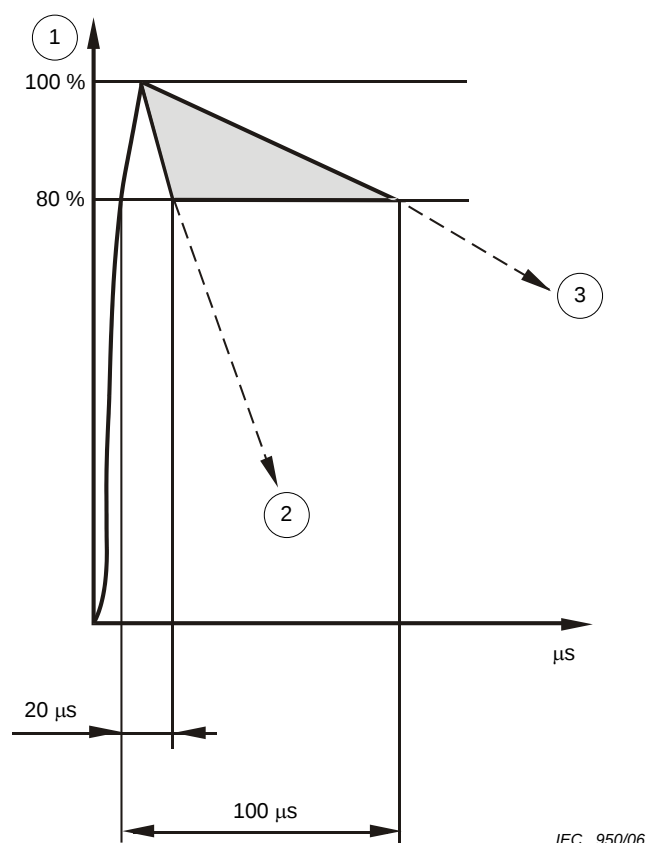
Figure 1 – Requirements for pulsed waveforms – Rise time of wavefront



Key

- 1 actual voltage
- 2 fluctuation range
- 3 pulse repetition from 2 000 μ s to 5 880 μ s

Figure 2 – Requirements for pulsed waveforms – Fluctuation of peak value and pulse repetition rate



Key

- 1 actual voltage
- 2 pulse duration – minimum
- 3 pulse duration – maximum

Figure 3 – Requirements for pulsed waveforms – Pulse duration

4.3 Voltage monitoring equipment

For a.c., d.c. and h.f. sources, the voltage between electrode and earth shall be displayed on a meter either by connection directly to the output terminal of the high-voltage source or by any suitable equivalent arrangement. The measurement system shall have an accuracy of $\pm 5\%$ of the indicated value.

For a pulse source there shall be a peak reading instrument voltmeter connected directly to the electrode, continually indicating the voltage at the electrode, with or without a grounded test wire in the test chamber. The peak reading voltmeter shall indicate full deflection at a peak value not exceeding 25 kV and with a precision level of $\pm 5\%$ of the indicated value.

NOTE If the spark-tester is to be controlled remotely, it should be noted that the current drawn by the cable under test can cause variation of the test voltage. In this situation, the regulation of the voltage source needs to be sufficient to maintain the voltage within the 5 % accuracy limit.

4.4 Fault indicator

There shall be a detection circuit to provide a visible and/or audible indication of failure of the insulation or sheath to maintain the specified voltage. The fault detector shall be arranged to operate a digital display counter such that one count per discrete fault is registered. It shall also be of a totalizer type and cumulative to the end of the cable run. The counter shall maintain the indication until either the next succeeding fault is registered or until the indication is manually cancelled.

4.5 Electrodes

An appropriate choice of electrode shall be made in order to obtain the maximum effective rate of detection.

Types of cable to be tested (construction, materials, etc.) and the test conditions (linear speed, voltage source mode, etc.) form some of the parameters to be considered.

Examples of electrode types are

- contact types:
bead chain, spring loaded hyperbola, brushes (rotating or fixed),
- non-contact types:
metallic tube, rings.

4.6 Design of electrodes

4.6.1 Contact type

The electrode shall be of metallic construction and its length shall be such that every point of the insulated conductor or non-metallic sheath under test is in electrical contact with the electrode for times not less than the following:

- a) for a.c. supply to the electrode: 0,05 s

NOTE 1 This time represents a maximum linear throughput speed of 1,2 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,833 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- b) for d.c. supply to the electrode : 0,001 s

NOTE 2 This time represents a maximum linear throughput speed of 60 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,017 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- c) for h.f. supply to the electrode: $\left(\frac{0,0025}{f} \right)$ s

where f is the supply frequency in kHz.

NOTE 3 This time represents a maximum linear throughput speed of $24 f$ m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,042 v/f$, where v is the linear throughput speed in m/min.

- d) for pulse supply to the electrode: $\left(\frac{2,5}{p} \right)$ s

where p is the pulse repetition rate in pulses per second.

NOTE 4 This time represents a maximum linear throughput speed of $0,024 p$ m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $42 v/p$, where v is the linear throughput speed in m/min.

4.6.2 Non-contact type (d.c. test only)

The electrode shall consist of a cylindrical metal tube or series of metallic rings. In either case the internal diameter(s) shall not be greater than 15 mm. In the case of the ring type, the number of rings shall be such that a uniform electric field is formed. These electrodes shall only be used with a d.c. source and their length shall be such that every point of the insulated conductor or non-metallic sheath is in the electrode for not less than 0,001 s.

NOTE This time represents a maximum linear throughput speed of 60 m/min per millimetre of electrode. The minimum length of the electrode (mm) is therefore given by $0,017 v$, where v is the linear throughput speed in m/min.

The design of the non-contact electrode shall be such that the cable under test is guided by any suitable means along the central axis and be maintained in that position without undue deviation for the duration of the test run.

The maximum recommended overall diameter of the core or cable to be tested using the non-contact electrode system is 3,0 mm.

The use of this type of electrode shall be restricted to a test voltage of 18 kV.

5 Test voltages

The test voltage depends upon the type of electrode used and the voltage waveform applied.

The voltage is related to the total layer thickness being subjected to the test. This may be an insulation layer, a sheath over a metallic layer, or a combination of insulation and sheath with no intermediate metallic layer.

The conductor of the cable under test, or the metallic layer underlying the sheath under test, shall be continuously earthed throughout the test, such that the full test voltage is applied between the test electrode and this earthed component of the cable.

Where a cable standard states the test voltages, these shall be used. In the absence of such specified voltages, the test voltages given in Annex A shall be used.

6 Sensitivity

6.1 AC, d.c. and h.f. voltages

The sensitivity of the spark test equipment shall be such that the fault detector will operate when an artificial fault is connected between the electrode and earth.

Equipment shall be capable of detecting the faults described in 6.1.1 and 6.1.2 and shall be verified according to 6.3.

6.1.1 AC and h.f.

A fault is defined as a fault current

- a) between 0,5 mA and 10 mA in conformity with the technical characteristics of the test equipment,
- b) at a minimum repetition frequency of 1 pulse per second,
- c) with a minimum current duration of 0,025 s,
- d) with a minimum series of 20 pulses.

6.1.2 DC

A fault is defined as a fault current as above for a.c. and h.f. conditions except that the minimum current duration shall be 0,000 5 s and at a level between 0,1 mA and 10 mA.

6.2 Pulsed voltages

The sensitivity shall be such that the fault detector will operate when a fault is present between electrode and earth.

A fault is defined as that generated through a 0,5 M Ω resistor by one pulse over its operating voltage range.

6.3 Method of assessment

NOTE 1 To check the absence of interference on fault detection through the corona effect, it is necessary to test a number of lengths of fault free cable at the maximum voltage. No single fault should be detected.

The no-load electrode voltage shall be set initially at 3 kV r.m.s. (a.c. and h.f. systems) or 5 kV for d.c. systems or the minimum test level if greater. When the artificial fault device is connected to the electrode, with the spark gap temporarily short circuited, the steady state current shall not exceed 600 μ A. In order to limit the current to a suitable value an impedance may be added in series with the artificial fault device.

NOTE 2 Where the test is to be used as an in-process check in addition to the final voltage test on the cable, the sensitivity test at 3 kV r.m.s. or 5 kV d.c. may be carried out at a steady state current of 1,5 mA. This would be appropriate if the normal operating conditions are such that a sensitivity setting of less than 1,5 mA during production would lead to spurious tripping of the detector.

The artificial fault device shall be set to produce a spark having a maximum duration of 0,025 s for a.c. and h.f., or 0,000 5 s for d.c., for each simulated fault.

A succession of not less than 20 sparks (as specified above) shall be effected, with consecutive sparks being no more than 1 s apart and, if required, with the current-limiting impedance in series with the gap. The fault indicator shall register neither more nor less than one count per spark.

The current-limiting impedance, if any, shall then be short circuited. A fault-free length of cable, presenting the largest capacitive load with which the spark-tester is to be used, shall be inserted into the electrode. Alternatively, a high-voltage capacitor having the equivalent capacitance shall be connected across the gap. The electrode voltage shall be increased to the maximum required test voltage.

The test shall then be repeated in order to establish that 20 further sparks (no more than 1 s apart) cause the fault indicator to register neither more nor less than one count per spark.

NOTE 3 Separate artificial fault devices may be used for the two tests, in order to limit damage caused by the high energy sparks, for example by erosion of spark gaps.

NOTE 4 Details of one common type of artificial fault device are given in Annex B.

7 Calibration

7.1 General

Verification of the performance of the equipment for a.c., d.c. and h.f. voltage sources shall be carried out using the sensitivity determination specified in 6.3 for a.c., d.c. and h.f. voltage sources.

The pulse type equipment shall be calibrated by means of a peak detecting electronic voltmeter connected directly between the electrode head and ground. The pulse generator shall be energized and the voltage control of the pulse generator shall be adjusted until the reading on the calibration voltmeter is the specified voltage, at which point the reading on the instrument voltmeter shall be observed and recorded. This calibration shall be repeated at each specified peak voltage. The pulse waveform shall be monitored by means of an oscilloscope connected to the electrode head at suitable test points.

NOTE Calibration may be accomplished without a test cable in the electrode, in which case the voltage control on the pulse generator may require a different setting for each cable size in order to give the desired reading on the instrument voltmeter; or the calibration may be made with a load of 20 pF to 60 pF. The equipment may also be calibrated against an oscilloscope with a calibrated and compensated attenuator. The chosen method should have an accuracy of ± 2 %.

7.2 Verification frequency

The test system may be demonstrated to be effective by carrying out the sensitivity assessment in Clause 6. It is recommended that the verification is carried out at least once a year, upon initial installation and after any repairs or major adjustments to the equipment.

The accuracy of voltage measurement specified in 4.3 shall be verified at least once a year and after any repairs or major adjustments to the equipment.

The user shall verify that the following functions operate efficiently on a regular basis:

- a) fault registration system;
- b) fault alarm system;
- c) in-line controls operated by fault detection;
- d) mechanical state and cleanliness of the electrode assembly;
- e) safety interlocks;
- f) maximum short circuit levels.

Annex A (normative)

Minimum voltage levels

A.1 General

The test voltages given in Table A.1 shall be used, unless the cable standard specifies alternative test voltages.

The details of the test method are as given in the main section of this standard.

A.2 Test voltages

A.2.1 General

The voltages given in Annex A are the minimum levels to be used to locate defects in the layer under test. These levels shall only be reduced if specified in the relevant cable standard.

NOTE Some countries have established higher test levels in their national standards.

A.2.2 Contact electrodes

The high-voltage supply to the test electrode may be a.c., d.c., h.f. or pulsed voltage, as specified in Clause 2 and 4.2.

Table A.1 gives test voltages for cables having a rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V.

Table A.1 – Minimum spark-test voltages for cables having rated voltage (U_0) between 300 V and 3 000 V

Tabulated radial thickness of layer under test mm		Test voltage kV			
Above	Up to and including	a.c. ^a	d.c.	h.f. ^a	Pulse ^a
0	0,25	3	5	4	5
0,25	0,50	5	7	6	7
0,50	0,75	6	9	7	9
0,75	1,00	7	11	8	11
1,00	1,25	9	13	10 ^b	13
1,25	1,50	10	15	11 ^b	15
1,50	1,75	12	17	13 ^b	17
1,75	2,00	13	20	14 ^b	20
2,00	2,25	14	22	15 ^b	
2,25	2,50	16	24	17 ^b	
2,50	2,75	17	26	18 ^b	
2,75	3,00	19	28	20 ^b	
3,00	3,25	21	32		
3,25	3,50	23	35		
3,50	-	25	38		
^a The a.c. and h.f. test voltages are r.m.s. values, the pulse test voltage is the peak value. ^b h.f. voltage testing for layer thicknesses greater than 1,0 mm shall be limited to frequencies between 500 Hz and 4 kHz.					

NOTE 1 The tabulated radial thickness is either the nominal thickness calculated in accordance with the relevant cable standard or the thickness specified in the constructional table of the relevant cable standard whichever is applicable.

Pulsed voltage testing shall not be used for layer thicknesses greater than 2,0 mm.

As a test to replace the traditional voltage test in water for single-core cables without any outer metallic layer, Table A.1 only applies for thicknesses not greater than 2,0 mm and only the a.c. or d.c. voltage waveform shall be used.

When testing laid-up core assemblies, i.e. cables without sheath, the test voltage level shall be that for the lowest individual insulation thickness in the assembly.

NOTE 2 Particular cable standards may, in exceptional circumstances (e.g. for sheathing materials known to exhibit low insulation resistance characteristics, i.e. K_i less than 100 MΩ.km), require a reduction in the test voltage to ensure that excessive leakage current does not flow and give rise to spurious faults. In no instance will the reduction be in excess of a factor of two and the fault detection system will be verified under the alternative test conditions.

A.2.3 Non-contact electrodes

The high-voltage supply to the test electrode shall be d.c. only, as defined in 4.2. The conductor of the core or the metallic layer under the sheath shall be continuously earthed and the potential difference between the electrode and the conductor or the metallic layer shall be 18 kV.

Annex B (informative)

Example of an artificial fault device

One common type of artificial fault device comprises a needle point and a metal plate or shoe. One of these elements is mounted on a rotating spindle, while the other element is fixed, such that a spark gap is created between the two at one point during each revolution of the spindle.

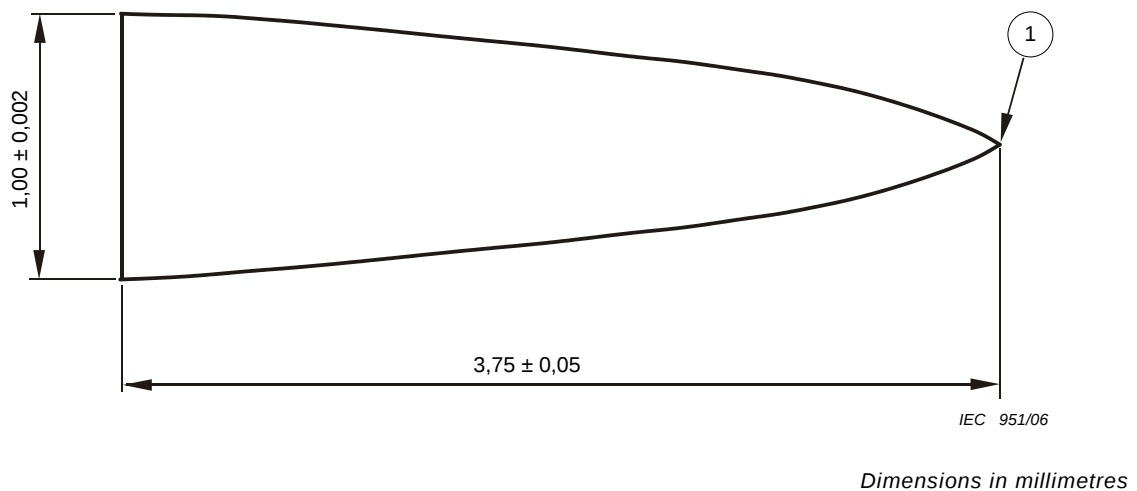
The spark gap between needle and plate is set to $(0,25 \pm 0,05)$ mm.

The dimensions of the plate and the rotational speed are such that the spark is maintained for the required maximum duration of 0,025 s (for a.c. and h.f.) or 0,000 5 s (for d.c.) with a maximum repetition rate of 1 s.

The point of the needle is formed from a 1,0 mm chrome finished steel element over a distance of 3,75 mm along the axis as illustrated in Figure B.1. The radius of the point is less than or equal to 0,03 mm. The angle of the point is not greater than 16° .

A suitable point may be obtained from the end portion of a needle widely available from commercial sources.¹

The needle should be discarded after a maximum of 400 repetitive sparks.



Key

- 1 radius of point $\leq 0,03$

Figure B.1 – Needle for use in the artificial fault device

¹ For information on the availability of suitable needles, contact national standards organisations.

Annex C (informative)

Notes on the use of spark testing machines

C.1 General

It is recommended that, when spark-testing is being carried out, any safety guidance provided by the equipment manufacturer be strictly observed. In the absence of contrary advice from the equipment manufacturer, the following precautions should be observed, as well as any supplementary guidance from site safety officers.

C.2 Access to electrode systems

To avoid the risk of operator shock when access is desired to the electrode systems, it is advisable to check regularly that the automatic switch-off mechanisms on the shielded enclosure for the electrodes are functioning correctly.

C.3 Conductor earthing

Unless the conductor, metallic sheath, screen or armour underlying the non-metallic covering under test is effectively and continuously earthed, faults may not be located. Continuous earthing or other suitable means should be provided for the prevention of electrical shock. It is particularly important with pulsed voltages, for both operational and safety reasons, that this connection provides a very low impedance to earth.

C.4 Leakage currents

Precautions are necessary to ensure the satisfactory operation of spark testing equipment by restricting leakage currents to a minimum level, e.g. by removing surface moisture from the core or cable under test before it enters the spark testing electrode. The removal of surface moisture is particularly important for d.c. spark-testers, to avoid false registering of faults.

C.5 Charge removal

A length of core or cable which has been subjected to d.c. spark testing may retain a high potential static charge for a certain period after the test. To avoid the possibility of operator shock, care should be taken to ensure that a means of removing the charge from the cable surface is provided, e.g. by allowing the core or cable to run over or through an earthed metallic electrode immediately on emerging from the test electrode.

C.6 Ozone production

Warning: Attention is drawn to the toxicity of ozone. Precautions should be taken to minimize exposure of personnel to it at all times and the concentration in the close workshop environment should not be allowed to exceed 10×10^{-6} % (i.e. 10 parts of ozone per hundred million parts of air by volume), or the value in the current industrial hygienic standard, whichever is lower.

Corona discharges within the spark-tester will convert oxygen in the air into ozone. The design of the equipment, its maximum operating voltage and operating procedures should be such as to limit ozone concentrations to an acceptable level. Users are advised to check that this is the case.

Bibliography

IEC/TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC/TR 60479-2, *Effects of current passing through the human body – Part 2: Special aspects – Chapter 4: Effects of alternating current with frequencies above 100 Hz – Chapter 5: Effects of special waveforms of current – Chapter 6: Effects of unidirectional single impulse currents of short duration*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Types des formes d'ondes de tension.....	24
3 Méthode	24
4 Equipement	25
4.1 Sécurité.....	25
4.2 Source de haute tension.....	25
4.3 Equipement de contrôle de la tension.....	27
4.4 Indicateur de défaut	27
4.5 Electrodes	28
4.6 Construction des électrodes	28
5 Tensions d'essai.....	29
6 Sensibilité	29
6.1 Tensions en courant alternatif, en courant continu et à haute fréquence.....	29
6.2 Tensions avec impulsion	30
6.3 Méthode d'évaluation	30
7 Calibrage.....	30
7.1 Généralités.....	30
7.2 Fréquence de la vérification	31
Annexe A (normative) Niveaux de tension minimaux	32
Annexe B (informative) Exemple de dispositif de défaut artificiel.....	34
Annexe C (informative) Notes sur l'utilisation des sparkers.....	35
Bibliographie.....	37
Figure 1 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Temps de montée de l'impulsion	26
Figure 2 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Fluctuation de la valeur de crête et vitesse de répétition de l'impulsion.....	26
Figure 3 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Durée d'impulsion.....	27
Figure B.1 – Aiguille à utiliser dans le dispositif de défaut artificiel	34
Tableau A.1 – Tensions minimales d'essai au sparker pour les câbles de tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V.....	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES ÉLECTRIQUES –
MÉTHODE D'ESSAI AU DEFILEMENT À SEC (SPARKER)****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CEI 62230 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006) [documents 20/810/FDIS et 20/816/RVD] et son amendement 1 (2013) [documents 20/1462/FDIS et 20/1470/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

La Norme internationale CEI 62230 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente norme, basée sur la norme européenne EN 50356 (2002), a été préparée par le Comité technique 20 du CENELEC: Câbles électriques. Elle a été soumise aux comités nationaux pour vote suivant la procédure par voie express.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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.

INTRODUCTION

L'habitude d'utiliser des sparkers pour détecter les défauts dans l'enveloppe isolante ou les couches de gainage des câbles électriques s'est développée au cours de nombreuses années d'expérience pratique.

Le fonctionnement de l'équipement utilisant la méthode de vérification décrite dans la présente norme s'est révélé satisfaisant. Cette méthode emploie un simulateur de défaut artificiel et il a été démontré que sa performance est comparable à celle utilisant des essais d'efficacité opératoire impliquant la détection de défauts préparés artificiellement (c'est-à-dire défauts dans le matériau d'isolation et/ou de gainage) sur des longueurs de câble.

CÂBLES ÉLECTRIQUES – MÉTHODE D'ESSAI AU DEFILEMENT À SEC (SPARKER)

1 Domaine d'application

La méthode d'essai au défilement à sec (sparker) spécifiée dans la présente norme est prévue pour la détection des défauts dans l'enveloppe isolante ou les couches de gainage des câbles électriques. Pour les câbles monoconducteurs sans couche métallique extérieure, le processus général est accepté comme étant équivalent à un essai de tension dans l'eau sur des échantillons de ces câbles.

La présente norme spécifie les exigences opératoires pour l'équipement d'essai au sparker ainsi que les principales caractéristiques, les paramètres de fonctionnement et les procédures de calibrage pour chaque type d'équipement d'essai.

2 Types des formes d'ondes de tension

Pour les besoins de la présente norme, les types des formes d'ondes de tension utilisés pour les essais au sparker sont divisés selon les groupes suivants:

- | | |
|---------------------------|---|
| courant alternatif | une tension en courant alternatif (c.a.) de forme d'onde approximativement sinusoïdale, à la fréquence industrielle de 40 Hz à 62 Hz; |
| courant continu | une tension en courant continu (c.c.); |
| haute fréquence | une tension en courant alternatif (c.a.) de forme d'onde approximativement sinusoïdale, à des fréquences comprises entre 500 Hz et 1 MHz; |
| avec impulsion | une forme d'onde de tension comprenant un temps d'élévation rapide et une fin très amortie, comme défini en 4.2. |

NOTE Des tensions haute fréquence à des fréquences inférieures à 500 Hz peuvent être utilisées, pourvu que le fabricant puisse démontrer une efficacité équivalente.

3 Méthode

Le conducteur isolé ou le câble sous gaine doivent passer à travers une électrode amorcée à la tension d'essai. La méthode détaillée dans la présente norme est prévue pour l'application des tensions c.a., c.c., haute fréquence et avec impulsion.

Les exigences pour les formes d'ondes de tension, la fréquence et la tension d'essai sont indiquées en 4.2 et à l'Article 5. La vitesse maximale à laquelle le câble doit passer à travers l'électrode est déterminée par la durée de traitement minimale spécifiée en 4.6.

Lorsqu'il est utilisé comme alternative à un essai de tension dans l'eau, l'essai doit être limité aux épaisseurs de gaine inférieures ou égales à 2,0 mm, sauf spécification contraire dans la norme de câble. Seules les formes d'ondes de tension en courant alternatif et en courant continu doivent être utilisées.

Les exigences ne sont pas applicables aux enveloppes isolantes de câble de tension nominale (U_0) supérieure à 3 kV.

L'Annexe A indique des tensions minimales pour chaque forme d'onde de tension, tensions à utiliser en l'absence de toute indication de tension alternative dans la norme de câble concernée.

4 Equipement

4.1 Sécurité

Afin de limiter l'effet de choc électrique sur le personnel, pour tous les types de source de tension, l'équipement doit être construit de façon que le courant de court-circuit soit limité à moins de 10 mA valeur efficace ou équivalent.

Cette exigence s'ajoute à, ou peut être remplacée par, toute réglementation nationale actuelle.

NOTE Des indications sur la limitation des courants de choc peuvent être trouvées dans la CEI 60479-1 et la CEI 60479-2.

D'autres aspects de sécurité opératoire sont donnés à l'Annexe C.

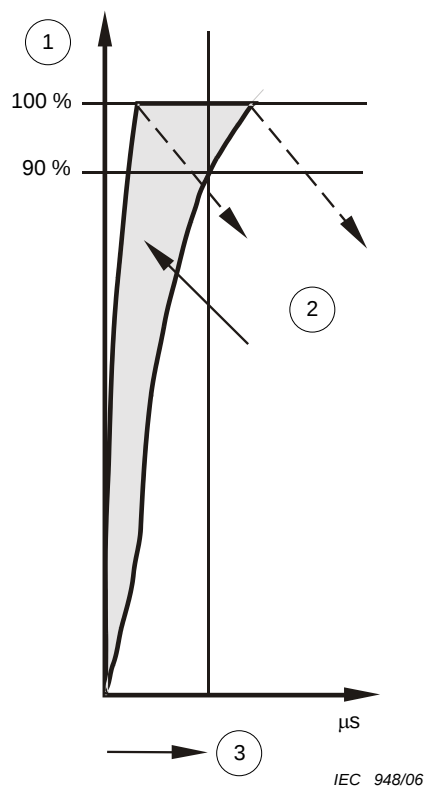
4.2 Source de haute tension

L'électrode haute tension doit être fournie sous l'une des formes suivantes, comme défini à l'Article 2: courant alternatif, courant continu, haute fréquence ou avec impulsion.

Pour un essai en courant continu, la connexion à l'électrode d'essai est effectuée au moyen d'un conducteur d'alimentation sans écran et à faible capacitance. Pour les essais en courant continu et tension avec impulsion, l'électrode d'essai peut avoir une polarité positive ou négative, l'autre pôle étant mis à la terre.

Les exigences concernant les formes d'onde avec impulsion sont représentées aux Figures 1, 2 et 3.

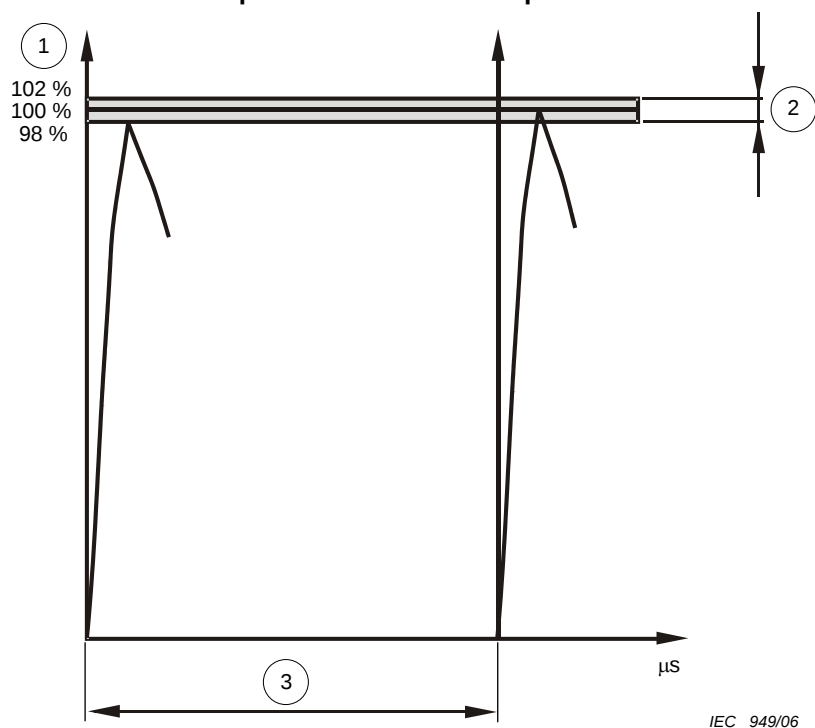
Pour les formes d'onde avec impulsion, le temps d'élévation de l'onde enveloppe doit atteindre 90 % de la valeur de crête spécifiée en moins de 75 μs – voir Figure 1. Les fluctuations de la valeur de crête réelle dues à des variations de puissance d'entrée dans le générateur ne doivent pas dépasser $\pm 2\%$ de la valeur de crête spécifiée – voir Figure 2. La valeur de crête ne doit pas présenter de réduction supérieure à 5 % en cas d'augmentation de la charge capacitive de 50 pF, au cours de l'opération, à partir d'une charge initiale de 25 pF entre l'électrode et le bruit de fond. Le temps pendant lequel chaque impulsion reste à une tension supérieure à 80 % de la valeur de crête spécifiée doit être compris entre 20 μs et 100 μs – voir Figure 3. La fréquence de répétition de l'impulsion doit être supérieure à 170 par seconde et inférieure à 500 par seconde. Cela correspond à des séparations d'impulsion comprises entre 2 000 μs et 5 880 μs . Un effet corona visible ou audible doit être évident dans la structure de l'électrode en fonctionnement à la tension spécifiée.



Légende

- 1 tension réelle
- 2 gamme de temps de montée de l'impulsion
- 3 75 μ s maximum

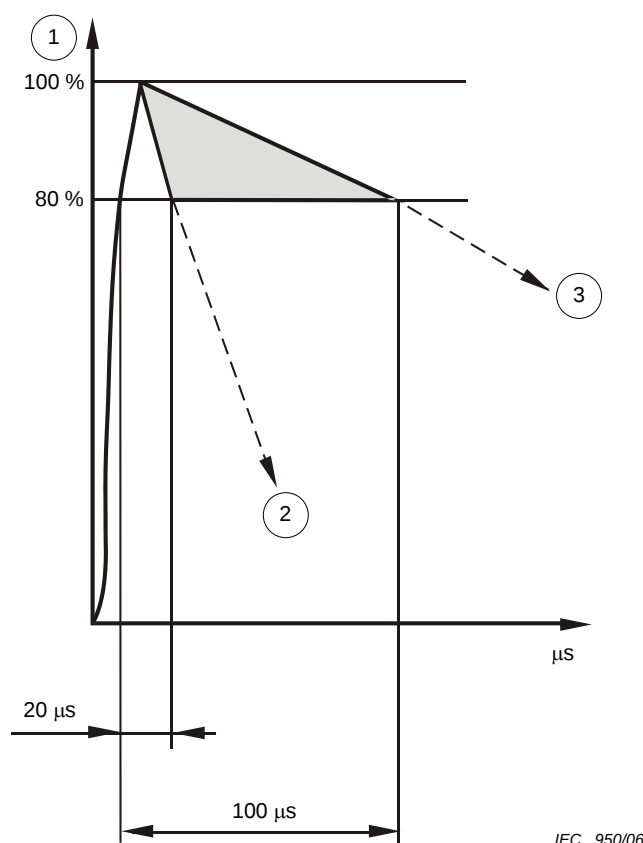
Figure 1 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Temps de montée de l'impulsion



Légende

- 1 tension réelle
- 2 gamme de fluctuation
- 3 répétition de l'impulsion de 2 000 μ s à 5 880 μ s

Figure 2 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion – Fluctuation de la valeur de crête et vitesse de répétition de l'impulsion



Légende

- 1 tension réelle
- 2 durée d'impulsion – minimale
- 3 durée d'impulsion – maximale

**Figure 3 – Exigences pour les formes d'onde avec impulsion –
Durée d'impulsion**

4.3 Equipement de contrôle de la tension

Pour les sources à courant alternatif, courant continu et haute fréquence, la tension entre l'électrode et la terre doit être indiquée sur un voltmètre, soit par connexion directement au terminal de sortie de la source haute tension, soit par tout dispositif équivalent approprié. Le système de mesure doit avoir une précision de $\pm 5 \%$ de la valeur indiquée.

Pour une source avec impulsion, il doit y avoir un voltmètre lecteur de crête connecté directement à l'électrode, indiquant continuellement la tension à l'électrode, avec ou sans fil d'essai mis à la terre dans la chambre d'essai. Le voltmètre lecteur de crête doit indiquer une pleine échelle à une valeur de crête ne dépassant pas 25 kV et avec un niveau de précision de $\pm 5 \%$ de la valeur indiquée.

NOTE Si le sparker est à contrôler de loin, il convient de noter que le courant absorbé par le câble en essai peut provoquer une variation de la tension d'essai. Dans ce cas, pour maintenir la tension dans la limite de précision de 5 %, il est nécessaire de réguler la source de tension.

4.4 Indicateur de défaut

Il doit y avoir un circuit de détection pour fournir une indication visible et/ou audible du défaut de l'enveloppe isolante ou de la gaine pour maintenir la tension spécifiée. Le détecteur de défauts doit être disposé de façon à faire fonctionner un indicateur digital afin qu'un compte par défaut discret soit enregistré. Il doit également être de type totaliseur et cumulatif jusqu'à

l'extrémité du défilement de câble. Le compteur doit maintenir l'indication, soit jusqu'à l'enregistrement du défaut suivant, soit jusqu'à la suppression manuelle de l'indication.

4.5 Electrodes

Un choix approprié d'électrode doit être effectué de façon à obtenir le taux de détection efficace maximal.

Les types de câbles à essayer (construction, matériaux, etc.) ainsi que les conditions d'essai (vitesse linéaire, mode de source de tension, etc.) forment certains des paramètres à étudier.

Des exemples de types d'électrode sont les suivants:

- types à contact:
chaînettes à billes, hyperboloïde à ressorts, brosses (tournantes ou fixes);
- types sans contact:
tube métallique, anneaux.

4.6 Construction des électrodes

4.6.1 Types à contact

L'électrode doit être de construction métallique et sa longueur doit être telle que tout point du conducteur isolé ou de la gaine non métallique en essai soit en contact électrique avec l'électrode pendant des durées non inférieures à

- a) pour l'électrode alimentée en courant alternatif: 0,05 s

NOTE 1 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de 1,2 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,833 v$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- b) pour l'électrode alimentée en courant continu: 0,001 s

NOTE 2 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de 60 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,017 v$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- c) pour l'électrode alimentée en haute fréquence: $\left(\frac{0,0025}{f} \right)$ s

où f est la fréquence d'alimentation en kHz.

NOTE 3 Ce temps représente une vitesse linéaire maximale de passage de $24 f$ m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,042 v/f$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

- d) pour l'électrode alimentée avec impulsion: $\left(\frac{2,5}{p} \right)$ s

où p est le taux de répétition d'impulsion en impulsions par seconde.

NOTE 4 Ce temps représente une vitesse linéaire de passage maximale de $0,024 p$ m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $42 v/p$, où v est la vitesse linéaire de passage en m/min.

4.6.2 Types sans contact (courant continu uniquement)

L'électrode doit consister en un tube métallique cylindrique ou en une série d'anneaux métalliques. Dans les deux cas, le diamètre interne ne doit pas dépasser 15 mm. Dans le cas du type à anneaux, le nombre d'anneaux doit être tel qu'un champ électrique uniforme soit formé. Ces électrodes ne doivent être utilisées qu'avec une source en courant continu et leur longueur doit être telle que tout point du conducteur isolé ou de la gaine non métallique soit dans l'électrode pendant au moins 0,001 s.

NOTE Ce temps représente une vitesse de passage linéaire maximale de 60 m/min par millimètre d'électrode. La longueur minimale de l'électrode (mm) est donc donnée par $0,017 v$, où v est la vitesse de débit linéaire en m/min.

La construction de l'électrode sans contact doit être telle que le câble en essai puisse être guidé par tous moyens appropriés le long de l'axe central et maintenu dans cette position sans déviation excessive pendant la durée de l'essai.

Le diamètre extérieur maximal recommandé de l'âme ou du câble à essayer en utilisant le système de l'électrode sans contact est de 3,0 mm.

L'utilisation de ce type d'électrode doit être limitée à une tension d'essai de 18 kV.

5 Tensions d'essai

La tension d'essai dépend du type d'électrode utilisé et de la forme d'onde de tension appliquée.

La tension est en rapport avec l'épaisseur de la couche totale soumise à l'essai. Celle-ci peut être une couche isolante, une gaine sur une couche métallique, ou une combinaison d'enveloppe isolante et de gaine sans couche métallique intermédiaire.

L'âme du câble en essai, ou la couche métallique en dessous de la gaine en essai, doivent être continuellement reliées à la terre tout au long de l'essai, de façon que toute la tension d'essai soit appliquée entre l'électrode et ce composant du câble mis à la terre.

Quand la norme de câble concernée spécifie les tensions d'essai, celles-ci doivent être utilisées. Les tensions d'essai données à l'Annexe A doivent être utilisées en cas d'absence de tensions spécifiées.

6 Sensibilité

6.1 Tensions en courant alternatif, en courant continu et à haute fréquence

La sensibilité de l'équipement d'essai au sparker doit être telle que le détecteur de défaut fonctionne lorsqu'un défaut artificiel est connecté entre l'électrode et la terre.

L'équipement doit être en mesure de détecter les défauts décrits en 6.1.1 et 6.1.2 et il doit être vérifié conformément au 6.3.

6.1.1 Courant alternatif et haute fréquence

Un défaut est défini comme un courant de défaut

- a) entre 0,5 mA et 10 mA conformément aux caractéristiques techniques de l'équipement d'essai,
- b) à une fréquence de répétition minimale de 1 impulsion par seconde,
- c) avec une durée de courant minimale de 0,025 s,
- d) avec une série minimale de 20 impulsions.

6.1.2 Courant continu

Un défaut est défini comme un courant de défaut comme ci-dessus pour les conditions courant alternatif et haute fréquence, sauf que la durée minimale de courant doit être de 0,000 5 s et à un niveau compris entre 0,1 mA et 10 mA.

6.2 Tensions avec impulsion

La sensibilité doit être telle que le détecteur de défaut fonctionne lorsqu'un défaut sera présent entre l'électrode et la terre.

Un défaut est défini comme celui généré au travers d'une résistance de 0,5 MΩ par une impulsion dans toute la gamme de tension de service.

6.3 Méthode d'évaluation

NOTE 1 Pour vérifier l'absence d'interférence sur la détection de défaut dû à l'effet corona, il est nécessaire d'essayer un certain nombre de longueurs de câble sans défaut à la tension maximale. Il est recommandé qu'aucun défaut ne soit détecté.

La tension de l'électrode à vide est fixée initialement à 3 kV valeur efficace (systèmes courant alternatif et haute fréquence) ou 5 kV pour les systèmes courant continu ou au niveau d'essai minimal si plus élevé. Lorsque le dispositif de défaut artificiel est connecté à l'électrode, l'éclateur étant temporairement court-circuité, le courant en état stationnaire ne doit pas dépasser 600 μA. De façon à limiter le courant à une valeur appropriée, une impédance peut être ajoutée en série avec le dispositif de défaut artificiel.

NOTE 2 Lorsque l'essai est à utiliser comme un contrôle en cours de fabrication en plus de l'essai de tension final sur le câble, l'essai de sensibilité à 3 kV, valeur efficace, ou 5 kV, courant continu, peut être effectué avec un courant en état stationnaire de 1,5 mA. Cela est approprié si les conditions de fonctionnement normales sont telles qu'une sensibilité de moins de 1,5 mA pendant la production conduit à un déclenchement intempestif du détecteur.

Le dispositif de défaut artificiel doit être réglé pour produire une étincelle d'une durée maximale de 0,025 s pour courant alternatif et haute fréquence, ou 0,000 5 s pour courant continu, pour chaque défaut simulé.

Une succession d'au moins 20 étincelles (comme spécifié ci-dessus) doit être effectuée, les étincelles consécutives n'étant pas espacées de plus de 1 s et, si nécessaire, avec l'impédance qui limite le courant en série avec l'éclateur. L'indicateur de défaut ne doit enregistrer ni plus ni moins qu'un compte par étincelle.

L'impédance qui limite le courant éventuelle doit ensuite être court-circuitée. Une longueur de câble exempte de défauts, présentant la charge capacitive la plus grande avec laquelle le sparker doit être utilisé, doit être insérée dans l'électrode. En variante, un condensateur haute tension ayant une capacité équivalente doit être connecté avec l'éclateur. La tension de l'électrode doit être augmentée à la tension d'essai maximale requise.

L'essai doit ensuite être répété de façon à établir que 20 étincelles supplémentaires (n'étant pas espacées de plus de 1 s) font que l'indicateur de défaut n'enregistre ni plus ni moins qu'un compte par étincelle.

NOTE 3 Des dispositifs de défaut artificiel séparés peuvent être utilisés pour les deux essais, de façon à limiter les dommages causés par les étincelles haute puissance, par exemple par l'érosion des éclateurs.

NOTE 4 Des détails sur un dispositif de défaut artificiel de type usuel sont donnés à l'Annexe B.

7 Calibrage

7.1 Généralités

Le contrôle de la performance de l'équipement pour les sources de tension courant alternatif, courant continu et haute fréquence doit être effectué à l'aide de la détermination de sensibilité spécifiée en 6.3 pour les sources de tension courant alternatif, courant continu et haute fréquence

L'équipement de type à impulsion doit être calibré au moyen d'un voltmètre électronique, détecteur de crête, connecté directement entre la tête de l'électrode et la terre. Le générateur d'impulsion doit être mis sous tension et le contrôle de tension du générateur d'impulsion doit être ajusté jusqu'à ce que la lecture sur le voltmètre de calibration soit la tension spécifiée,

point auquel la lecture sur le voltmètre doit être observée et enregistrée. Ce calibrage doit être répété à chaque tension de crête spécifiée. La forme d'onde avec impulsion doit être contrôlée au moyen d'un oscilloscope connecté à la tête de l'électrode en des points d'essai appropriés.

NOTE Le calibrage peut être effectué sans câble d'essai dans l'électrode. Dans ce cas, le contrôle de la tension sur le générateur d'impulsion peut nécessiter un réglage différent pour chaque dimension de câble de façon à donner la lecture souhaitée sur le voltmètre; ou bien le calibrage peut être fait avec une charge de 20 pF à 60 pF. L'équipement peut aussi être calibré avec un oscilloscope avec un atténuateur étalonné et équilibré. Il convient que la méthode choisie ait une précision de $\pm 2\%$.

7.2 Fréquence de la vérification

Il peut être démontré que le système d'essai est efficace en effectuant l'évaluation de sensibilité de l'Article 6. Il est recommandé d'effectuer la vérification au moins une fois par an, lors de l'installation initiale et après toute réparation ou rectification majeure apportée à l'équipement.

La précision de mesure de la tension spécifiée en 4.3 doit être vérifiée au moins une fois par an et après toute réparation ou rectification majeure apportée à l'équipement.

L'utilisateur doit vérifier que les fonctions suivantes sont efficaces sur une base régulière:

- a) système d'enregistrement des défauts;
- b) système d'alarme de défauts;
- c) contrôles en ligne opérés par localisation d'un défaut;
- d) état mécanique et propreté du montage de l'électrode;
- e) dispositifs de sécurité;
- f) niveaux de court-circuit maximaux.

Annexe A (normative)

Niveaux de tension minimaux

A.1 Généralités

Les tensions d'essai indiquées dans le Tableau A1 doivent être utilisées lorsqu'aucune tension alternative n'est spécifiée dans la norme du câble concernée.

La méthode d'essai détaillée est indiquée dans la section principale de la présente norme.

A.2 Tensions d'essai

A.2.1 Généralités

Les tensions indiquées dans l'Annexe A sont les niveaux minimaux à utiliser pour localiser des défauts dans la couche soumise à l'essai. Ces niveaux ne doivent être réduits que si cela est spécifié dans la norme de câble concernée.

NOTE Certains pays ont fixé dans leurs normes nationales des niveaux d'essai plus élevés.

A.2.2 Électrodes de contact

L'alimentation haute tension de l'électrode d'essai peut être en courant alternatif, en courant continu, à haute fréquence ou en tension avec impulsion, comme spécifié à l'Article 2 et en 4.2.

Le Tableau A.1 indique les tensions d'essai pour les câbles ayant une tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V.

**Tableau A.1 – Tensions minimales d'essai au sparker
pour les câbles de tension nominale (U_0) comprise entre 300 V et 3 000 V**

Épaisseur radiale de la couche en essai mm		Tension d'essai kV			
Supérieure	Jusqu'à y compris	c.a. ^a	c.c.	h.f. ^a	Impulsion ^a
0	0,25	3	5	4	5
0,25	0,50	5	7	6	7
0,50	0,75	6	9	7	9
0,75	1,00	7	11	8	11
1,00	1,25	9	13	10 ^b	13
1,25	1,50	10	15	11 ^b	15
1,50	1,75	12	17	13 ^b	17
1,75	2,00	13	20	14 ^b	20
2,00	2,25	14	22	15 ^b	
2,25	2,50	16	24	17 ^b	
2,50	2,75	17	26	18 ^b	
2,75	3,00	19	28	20 ^b	
3,00	3,25	21	32		
3,25	3,50	23	35		
3,50		25	38		

^a Les tensions d'essai c.a. et h.f. sont les valeurs efficaces, la tension d'essai avec impulsion est la valeur de crête.

^b La tension d'essai h.f. pour les épaisseurs supérieures à 1,0 mm doit être limitée à des fréquences comprises entre 500 Hz et 4 kHz.

NOTE 1 L'épaisseur radiale compilée est soit l'épaisseur nominale calculée conformément à la norme de câble concernée soit l'épaisseur spécifiée dans le tableau de construction de la norme de câble concernée selon ce qui est applicable.

L'essai de tension avec impulsion ne doit pas être utilisé pour les épaisseurs supérieures à 2,0 mm.

Lorsqu'il s'agit de remplacer l'essai de tension traditionnel dans l'eau pour les câbles monoconducteurs sans couche métallique externe, le Tableau A.1 ne s'applique qu'aux épaisseurs jusqu'à 2,0 mm et seules les formes d'onde en courant alternatif ou en courant continu doivent être utilisées.

Lors des essais des assemblages de conducteurs, c'est-à-dire des câbles sans gaine, le niveau de tension d'essai doit être celui de l'épaisseur de l'enveloppe isolante individuelle la plus faible dans l'assemblage.

NOTE 2 Des normes de câbles particulières peuvent, dans des circonstances exceptionnelles (par exemple pour les matériaux d'isolation connus pour présenter des caractéristiques de résistance d'isolement faible, c'est-à-dire K_i inférieur à 100 MΩ.km), prescrire une réduction de la tension d'essai pour s'assurer qu'aucun courant de fuite excessif ne s'écoule et ne génère des défauts simulés. En aucun cas, la réduction n'excèdera un facteur de deux et le système de détection de défaut sera contrôlé dans les conditions d'essai alternatif.

A.2.3 Électrodes sans contact

L'alimentation haute tension de l'électrode d'essai ne doit être qu'en courant continu, comme défini en 4.2. L'âme du conducteur ou la couche métallique sous la gaine doit être continuellement à la terre et la différence de potentiel entre l'électrode et l'âme ou la couche métallique doit être de 18 kV.

Annexe B (informative)

Exemple de dispositif de défaut artificiel

Un type usuel de dispositif de défaut artificiel comprend une pointe d'aiguille et une plaque métallique ou patin. L'un de ces éléments est monté sur un axe tournant, alors que l'autre élément est fixe, de façon qu'un éclateur soit créé entre les deux en un point pendant chaque tour de l'axe.

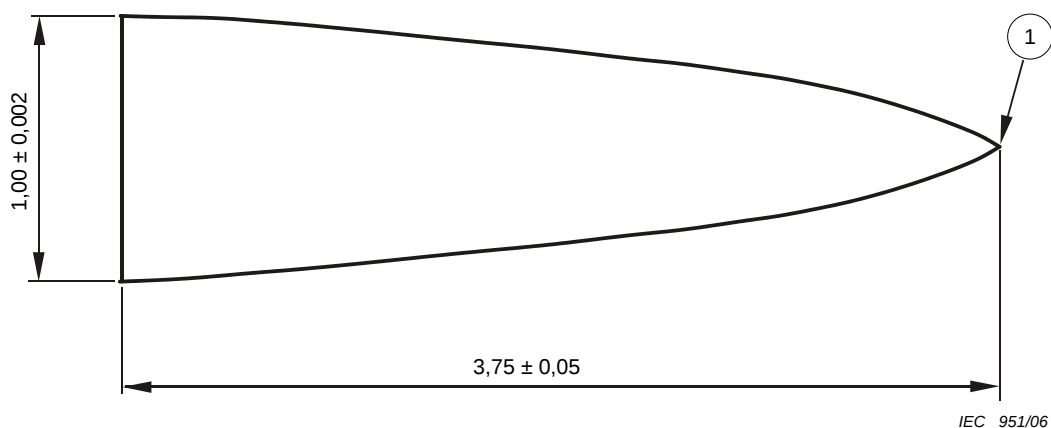
La distance entre l'aiguille et la plaque est réglée à $(0,25 \pm 0,05)$ mm.

Les dimensions de la plaque et la vitesse de rotation sont telles que l'étincelle est maintenue pendant la durée maximale exigée de 0,025 s (pour courant alternatif et haute fréquence) ou 0,000 5 s (pour courant continu) avec une vitesse maximale de répétition de 1 s.

La pointe de l'aiguille est formée à partir d'un élément en acier chromé de 1,0 mm sur une distance de 3,75 mm le long de l'axe comme illustré à la Figure B.1. Le rayon de la pointe est inférieur ou égal à 0,03 mm. L'angle de la pointe ne doit pas excéder 16° .

Une pointe appropriée peut être obtenue à partir de l'extrémité d'une aiguille largement disponible dans le commerce.¹

Il est recommandé de remplacer l'aiguille après un maximum de 400 étincelles répétitives.



IEC 951/06

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 rayon de la pointe $\leq 0,03$

Figure B.1 – Aiguille à utiliser dans le dispositif de défaut artificiel

¹ Pour obtenir des informations sur les aiguilles à utiliser, contacter les organismes nationaux de normalisation.

Annexe C (informative)

Notes sur l'utilisation des sparkers

C.1 Généralités

Il est recommandé, lors des essais au sparker, d'observer scrupuleusement toute directive concernant la sécurité fournie par le fabricant de l'équipement. En l'absence d'avis contraire de la part du fabricant de l'équipement, il convient d'observer les précautions suivantes, ainsi que toute indication supplémentaire de la part des agents responsables de la sécurité du site.

C.2 Accès aux systèmes d'électrode

Afin d'éviter le risque de choc électrique sur l'opérateur lorsque l'on souhaite accéder aux systèmes d'électrode, il est conseillé de contrôler régulièrement que les mécanismes de coupure automatique fonctionnent correctement en cas d'ouverture de l'écran protecteur des électrodes.

C.3 Mise à la terre du conducteur

Sauf si l'âme, la gaine métallique, l'écran ou l'armure au-dessous du revêtement non métallique en essai est de façon effective et continue mis à la terre, les défauts peuvent ne pas être localisés. Il convient qu'une mise à la terre continue ou tout autre moyen approprié soit fourni pour prévenir tout choc électrique. Il est particulièrement important avec les tensions avec impulsion, pour des raisons opérationnelles et de sécurité, que cette connexion fournisse une très faible impédance à la terre.

C.4 Courants de fuite

Il est nécessaire de prendre des précautions pour assurer un fonctionnement satisfaisant du dispositif d'essai au sparker en réduisant les courants de fuite à un niveau minimal, par exemple en enlevant l'humidité à la surface du conducteur ou du câble en essai avant qu'il n'entre dans l'électrode d'essai du sparker. L'élimination de l'humidité à la surface est particulièrement importante pour les sparkers en courant continu, pour éviter de faux enregistrements de défauts.

C.5 Elimination de la charge

Une longueur de conducteur ou de câble qui a été soumise à l'essai au sparker en courant continu peut retenir une charge statique à un potentiel élevé pendant un certain temps après l'essai. Pour éviter l'éventualité d'un choc électrique sur l'opérateur, il convient de s'assurer qu'un moyen de retirer la charge de la surface du câble est disponible, par exemple en permettant au conducteur ou au câble de parcourir ou de traverser une électrode métallique mise à la terre immédiatement en sortie de l'électrode d'essai.

C.6 Production d'ozone

Avertissement: L'attention est attirée sur la toxicité de l'ozone. Il est recommandé de prendre des précautions pour limiter l'exposition du personnel à tout moment et il convient que la concentration dans l'environnement de la salle d'essai ne dépasse pas la valeur admise de $10 \times 10^{-6} \%$ (c'est-à-dire 10 parties d'ozone pour 100 parties par million d'air, en volume), ou la

valeur figurant dans la norme d'hygiène industrielle actuellement en vigueur, lorsqu'elle est inférieure.

Les décharges dues à l'effet Corona dans le sparker vont convertir l'oxygène dans l'air en ozone. Il convient que la construction du dispositif, sa tension de service maximale et ses méthodes de fonctionnement soient telles qu'elles limitent les concentrations d'ozone à un niveau acceptable. Il est conseillé aux utilisateurs de vérifier que tel est le cas.

Bibliographie

CEI/TS 60479-1, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI/TR 60479-2, *Effets du courant passant par le corps humain – Deuxième partie: Aspects particuliers – Chapitre 4: Effets du courant alternatif de fréquence supérieure à 100 Hz – Chapitre 5: Effets des courants de formes d'onde spéciales – Chapitre 6: Effets des courants d'impulsion unique de courte durée*

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
www.iec.ch