

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use –
Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test**

**Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire –
Partie 031: Prescriptions de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesurage et essais électriques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use –
Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test**

**Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire –
Partie 031: Prescriptions de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesure et essais électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CR

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	7
1.1 Scope.....	7
1.2 Object.....	7
1.3 Verification.....	8
1.4 Environmental conditions.....	8
2 Normative references.....	8
3 Definitions.....	9
3.1 Parts and accessories.....	9
3.2 Electrical quantities.....	10
3.3 Tests.....	10
3.4 Safety terms.....	10
3.5 Insulation.....	11
4 Tests.....	15
4.1 General.....	15
4.2 Sequence of tests.....	16
4.3 Reference test conditions.....	16
4.4 Testing in SINGLE FAULT CONDITION.....	17
5 Marking and documentation.....	19
5.1 Marking.....	19
5.2 Warning markings.....	21
5.3 Durability of markings.....	21
5.4 Documentation.....	21
6 Protection against electric shock.....	23
6.1 General.....	23
6.2 Determination of ACCESSIBLE parts.....	23
6.3 Permissible limits for ACCESSIBLE parts.....	25
6.4 Insulation requirements for protection against electric shock.....	28
6.5 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.....	32
6.6 Voltage test.....	37
6.7 Constructional requirements.....	40
7 Protection against mechanical HAZARDS.....	46
8 Mechanical resistance to shock and impact.....	46
8.1 Rigidity test.....	46
8.2 Drop test.....	46
8.3 Impact swing test.....	47
9 Temperature limits and protection against the spread of fire.....	47
9.1 General.....	47
9.2 Temperature tests.....	48
10 Resistance to heat.....	48
10.1 Integrity of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.....	48
10.2 Resistance to heat.....	48

11	Protection against hazards from fluids.....	49
11.1	General.....	49
11.2	Cleaning.....	49
11.3	Specially protected PROBE ASSEMBLIES	49
12	Components	49
12.1	General.....	49
12.2	Fuses	50
12.3	HIGH-INTEGRITY components	50
13	Prevention of HAZARD from arc flash and short-circuits	51
13.1	General.....	51
13.2	Exposed conductive parts.....	51
	Annex A (normative) Measuring circuits for ACCESSIBLE current (see 6.3).....	52
	Annex B (normative) Standard test fingers (see 6.2).....	56
	Annex C (normative) Measurement of CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES	58
	Annex D (informative) Index of defined terms	62
	Bibliography.....	63
	Figure 1 – Examples of type A and C PROBE ASSEMBLIES.....	13
	Figure 2 – Examples of type B PROBE ASSEMBLIES.....	14
	Figure 10 – Examples of type D PROBE ASSEMBLIES.....	15
	Figure 3 – Methods for determination of ACCESSIBLE parts (see 6.2) and for voltage tests of (see 6.4.1)	24
	Figure 4 – Example of application of metal foil for ACCESSIBLE current measurement.....	25
	Figure 5 – Charged capacitance level in NORMAL CONDITION and SINGLE-FAULT CONDITION (see 6.3.1.3 and 6.3.2.3)	27
	Figure 6 – Protection against touching a PROBE TIP (see 6.4.4)	31
	Figure 7 – Flexing test.....	42
	Figure 8 – Flexing test for cable used in PROBE ASSEMBLIES (see 6.7.4).....	43
	Figure 11 – Treatment of the insulation of probe cable.....	45
	Figure 12 – Pulley for the treatment of Figure 11	45
	Figure 9 – Impact swing test (see 8.3)	47
	Figure A.1 – Measuring circuit for d.c. and for a.c. with frequencies up to 1 MHz.....	52
	Figure A.2 – Measuring circuits for d.c. and for a.c. with sinusoidal frequencies up to 100 Hz	53
	Figure A.3 – Current measuring circuit for electrical burns	54
	Figure A.4 – Current measuring circuit for wet contact.....	55
	Figure B.1 – Rigid test finger.....	56
	Figure B.2 – Jointed test finger.....	57

Table 1 – Symbols	20
Table 2 – Multiplication factors for CLEARANCE for altitudes up to 5 000 m	33
Table 3 – CLEARANCES for measurement categories II, III and IV.....	34
Table 4 – CLEARANCE values for the calculation of 6.5.2.2.....	35
Table 5 – CREEPAGE DISTANCES	36
Table 6 – Test voltages for BASIC INSULATION	39
Table 7 – Correction factors for test voltage according to test site altitude	40
Table 8 – Pull force for cable attachment.....	41
Table 9 – Forces for flexing/pull test for single core probe cable	43
Table C.1 – Relation between POLLUTION degrees and width of grooves	58

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL EQUIPMENT
FOR MEASUREMENT, CONTROL AND LABORATORY USE –****Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies
for electrical measurement and test**

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.

International Standard IEC 61010-031 has been prepared by IEC technical committee 66: Safety of measuring, control and laboratory equipment.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

IEC 61010-031 is a stand-alone standard and consequently no reference is required to IEC 61010-1, except as mentioned in the note to 1.1.

This consolidated version of IEC 61010-031 consists of the first edition (2002) [documents 66/262/FDIS and 66/272/RVD] and its amendment 1 (2008) [documents 66/383/CDV and 66/394/RVC].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

In this standard the following print types are used:

- requirements and definitions: in roman type;
- NOTES: in smaller roman type;
- *conformity and tests: in italic type;*
- terms used throughout this standard which have been defined in clause 3: SMALL ROMAN CAPITALS.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result 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.

SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL EQUIPMENT FOR MEASUREMENT, CONTROL AND LABORATORY USE –

Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test

1 Scope and object

1.1 Scope

This part of IEC 61010 applies to hand-held and hand-manipulated PROBE ASSEMBLIES of the types described below, and related accessories which are intended for professional, industrial process, and educational use. These PROBE ASSEMBLIES are for use in the interface between an electrical phenomenon and test or measurement equipment. They may be fixed to the equipment or be detachable accessories for the equipment.

- a) Low-voltage and high-voltage, non-attenuating PROBE ASSEMBLIES (type A). Non-attenuating PROBE ASSEMBLIES that are RATED for direct connection to voltages exceeding 33 V r.m.s. or 46,7 V peak or 70 V d.c., but not exceeding 63 kV. They do not incorporate active components, nor are they intended to provide a voltage divider function or a signal conditioning function, but they may contain passive non-attenuating components such as fuses.
- b) High-voltage attenuating or divider PROBE ASSEMBLIES (type B). Attenuating or divider PROBE ASSEMBLIES that are RATED for direct connection to secondary voltages exceeding 1 kV but not exceeding 63 kV. The divider function may be carried out wholly within the PROBE ASSEMBLY, or partly within the test or measurement equipment to be used with the PROBE ASSEMBLY.
- c) Low-voltage attenuating or divider PROBE ASSEMBLIES (type C). Attenuating, divider or other signal conditioning PROBE ASSEMBLIES for direct connection to voltages exceeding 33 V r.m.s or 46,7 V peak or 70 V d.c., but not exceeding 1 kV r.m.s. or 1,5 kV d.c. The signal conditioning function may be carried out wholly within the PROBE ASSEMBLY, or partly within the test or measurement equipment intended to be used with the PROBE ASSEMBLY.
- d) Low-voltage attenuating and non-attenuating PROBE ASSEMBLIES (type D), that are RATED for direct connection only to voltages not exceeding 33 V r.m.s., or 46,7 V peak, or 70 V d.c., and are suitable for currents exceeding 8 A.

NOTE PROBE ASSEMBLIES which

- are not within the definitions of types A, B, C, or D, or,
 - which are designed to be powered from a low-voltage mains supply, or
 - include other features not specifically addressed in this standard
- may also need to meet the relevant requirements of other parts of IEC 61010 [6]¹⁾.

1.2 Object

1.2.1 Aspects included in scope

The object of this standard is to ensure that the design and methods of construction used provide adequate protection for the OPERATOR and the surrounding area against:

- a) electric shock or burn (see clauses 6, 10 and 11);
- b) mechanical HAZARDS (see clauses 7, 8 and 11);
- c) excessive temperature (see clause 9);

¹⁾ Figures in square brackets refer to the bibliography.

- d) spread of fire from the PROBE ASSEMBLY (see clause 9);
- e) arc flash (see Clause 13).

NOTE Attention is drawn to the existence of additional requirements which may be specified by national authorities responsible for health and safety of labour forces.

1.2.2 Aspects excluded from scope

This standard does not cover

- a) reliable function, performance or other properties of the PROBE ASSEMBLY;
- b) effectiveness of transport packaging;
- c) servicing (repair);
- d) protection of servicing (repair) personnel.

NOTE Servicing personnel are expected to be reasonably careful in dealing with obvious HAZARDS, but the design should protect against mishap in an appropriate manner, and the service documentation should point out any residual HAZARDS.

1.3 Verification

This standard also specifies methods of verifying, through inspection and TYPE TESTING, that the PROBE ASSEMBLY meets the requirements of this standard.

1.4 Environmental conditions

This standard applies to PROBE ASSEMBLIES designed to be safe at least under the following conditions:

- a) altitude up to 2 000 m, or above 2 000 m if specified by the manufacturer;
- b) temperature 5 °C to 40 °C; or below 5 °C or above 40 °C if specified by the manufacturer;
- c) maximum relative humidity 80 % for temperatures up to 31 °C decreasing linearly to 50 % relative humidity at 40 °C;
- d) applicable RATED POLLUTION degree.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60060 (all parts), *High-voltage test techniques*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61010, the following definitions apply.

Unless otherwise specified, the terms "voltage" and "current" mean the r.m.s. values of an alternating, direct or composite voltage or current. Where the term "mains" is used, it refers to the low-voltage electricity supply system (above the values of 6.3.2.1).

3.1 Parts and accessories

3.1.1

TERMINAL

component provided for the connection of a device (equipment) to external conductors

[IEV 151-01-03, modified]

NOTE TERMINALS can contain one or several contacts and the term includes sockets, pins, connectors, etc.

3.1.2

ENCLOSURE

part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, protection against direct contact

3.1.3

BARRIER

part providing protection against direct contact from any usual direction of access

NOTE ENCLOSURES and BARRIERS may provide protection against the spread of fire (see 9.1).

3.1.4

PROBE ASSEMBLY

device for making temporary contact between test or measurement equipment and a point on an electrical circuit being measured or tested. It includes the cable and the means for making a connection with the test or measurement equipment

NOTE See Figures 1, 2, and 10 for examples of PROBE ASSEMBLIES and an explanation of the function of their parts.

3.1.5

PROBE TIP

part of the PROBE ASSEMBLY which makes the connection to the point being measured or tested

3.1.6

REFERENCE CONNECTOR

device used to connect a reference point in the test or measurement equipment (usually the functional earth TERMINAL) to a reference point on the electrical circuit being measured or tested

3.1.7

TOOL

external device, including a key or coin, used to aid a person to perform a mechanical function

3.2 Electrical quantities

3.2.1

RATED (value)

quantity value assigned, generally by a manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment

[IEV 151-04-03]

3.2.2

RATING

set of RATED values and operating conditions

[IEV 151-04-04]

3.2.3

WORKING VOLTAGE

highest voltage which can continuously appear across an insulation during NORMAL USE

NOTE Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

3.3 Tests

3.3.1

TYPE TEST

test of one or more samples of equipment (or parts of equipment) made to a particular design, to show that the design and construction meet one or more requirements of this standard

NOTE This is an amplification of the IEC 151-04-15 definition to cover both design and construction requirements.

3.4 Safety terms

3.4.1

ACCESSIBLE (of a part)

able to be touched with a standard test finger or test pin, when used as specified in 6.2

3.4.2

HAZARDOUS LIVE

capable of rendering an electric shock or electric burn in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION (see 6.3.1 for values applicable to NORMAL CONDITION and 6.3.2 for the higher values deemed to be appropriate in SINGLE FAULT CONDITION)

3.4.3

HIGH INTEGRITY

not liable to become defective in such a manner as to cause a risk of HAZARD; a HIGH INTEGRITY part is considered as not subject to failure when tests under fault conditions are made

3.4.4

PROTECTIVE IMPEDANCE

component, assembly of components or the combination of BASIC INSULATION and a current or voltage limiting device, the impedance, construction and reliability of which are such that when connected between parts which are HAZARDOUS LIVE and ACCESSIBLE conductive parts, it provides protection to the extent required by this standard in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION

3.4.5

NORMAL USE

operation, including stand-by, according to the instructions for use or for the obvious intended purpose

NOTE In most cases, NORMAL USE also implies NORMAL CONDITION, because the instructions for use will warn against using the equipment when it is not in NORMAL CONDITION.

3.4.6

NORMAL CONDITION

condition in which all means for protection against HAZARDS are intact

3.4.7

SINGLE FAULT CONDITION

condition in which one means for protection against HAZARD is defective or one fault is present which could cause a HAZARD

NOTE If a SINGLE FAULT CONDITION results unavoidably in another SINGLE FAULT CONDITION, the two failures are considered as one SINGLE FAULT CONDITION.

3.4.8

OPERATOR

person operating equipment for its intended purpose

NOTE The OPERATOR should have received training appropriate for this purpose.

3.4.9

RESPONSIBLE BODY

individual or group responsible for the use and maintenance of equipment, and for ensuring that OPERATORS are adequately trained

3.4.10

WET LOCATION

Location where water or another conductive liquid may be present and is likely to cause reduced human body impedance due to wetting of the contact between the human body and the equipment, or wetting of the contact between the human body and the environment

3.4.11

HAZARD

potential source of harm (see 1.2)

3.5 Insulation

3.5.1

BASIC INSULATION

insulation, the failure of which could cause a risk of electric shock

NOTE BASIC INSULATION may serve also for functional purposes.

3.5.2

SUPPLEMENTARY INSULATION

independent insulation applied in addition to BASIC INSULATION in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of BASIC INSULATION

3.5.3

DOUBLE INSULATION

insulation comprising both BASIC INSULATION and SUPPLEMENTARY INSULATION

3.5.4

REINFORCED INSULATION

insulation which provides protection against electric shock not less than that provided by DOUBLE INSULATION

NOTE REINFORCED INSULATION may comprise several layers which cannot be tested singly as SUPPLEMENTARY INSULATION or BASIC INSULATION.

3.5.5

POLLUTION

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases), that may produce a reduction of dielectric strength or surface resistivity

3.5.6

POLLUTION DEGREE

a numeral indicating the level of POLLUTION that may be present in the environment

3.5.6.1

POLLUTION DEGREE 1

no POLLUTION or only dry, non-conductive POLLUTION

NOTE The POLLUTION has no influence.

3.5.6.2

POLLUTION DEGREE 2

only non-conductive POLLUTION. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation must be expected

3.5.6.3

POLLUTION DEGREE 3

conductive POLLUTION occurs or dry non-conductive POLLUTION occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected

3.5.7

CLEARANCE

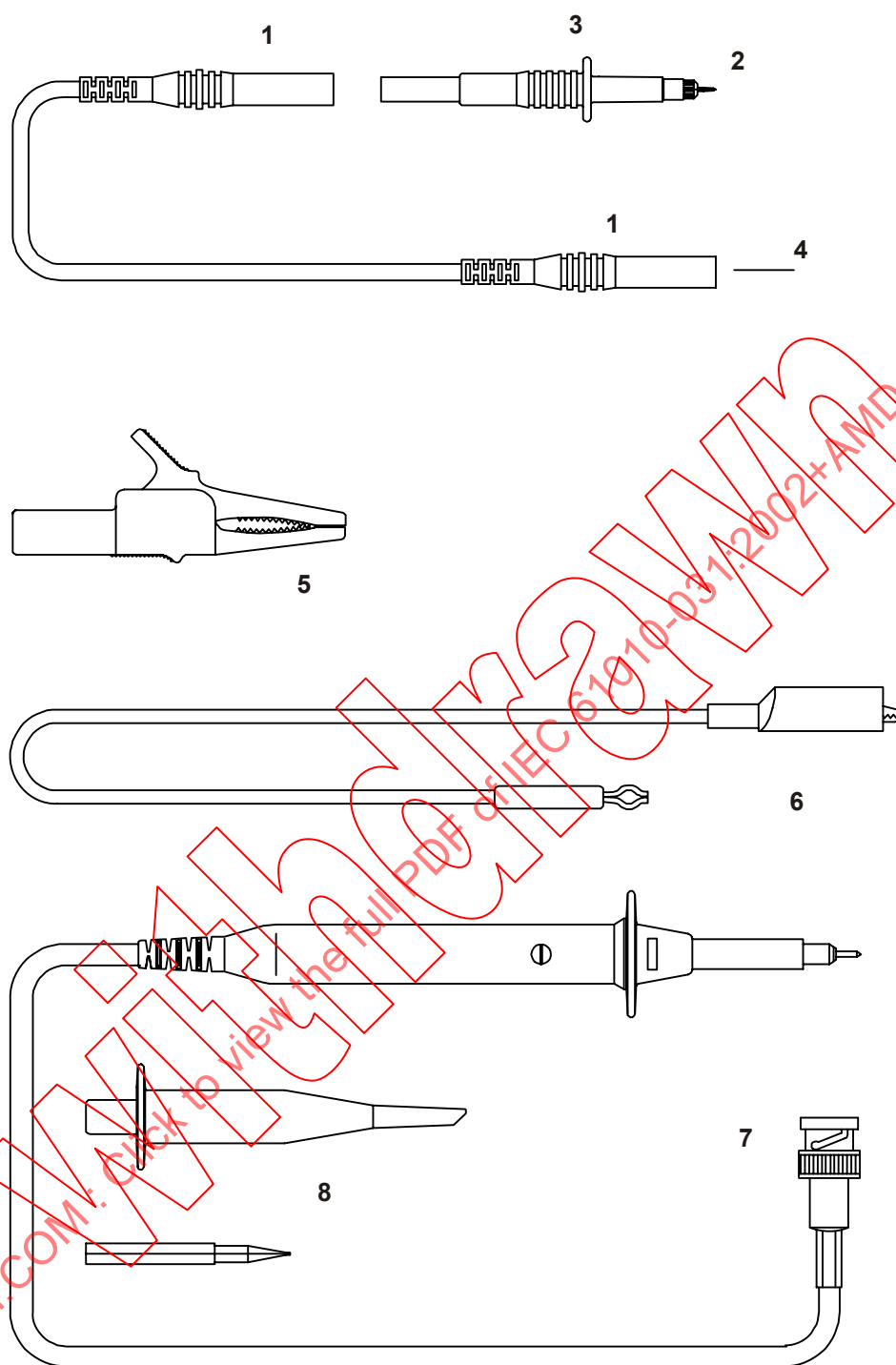
shortest distance in air between two conductive parts

3.5.8

CREEPAGE DISTANCE

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

[IEV 151-03-37]

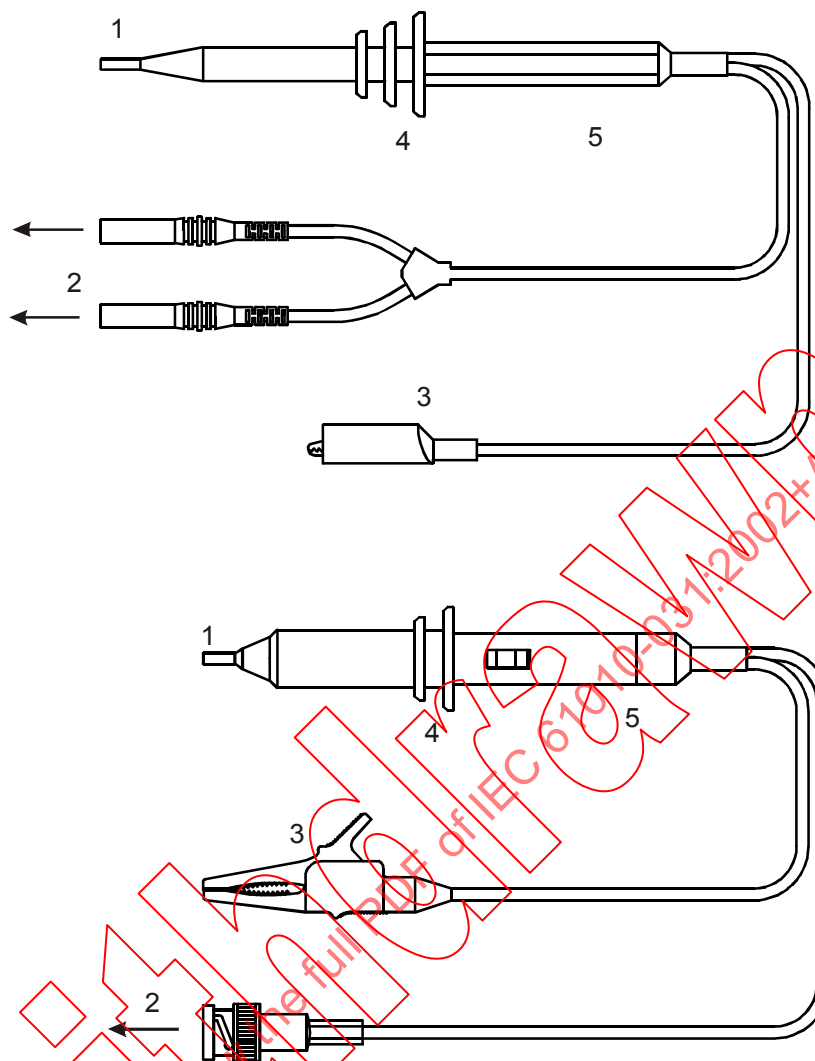


IEC 2597/01

Key

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 Typical connectors | 5 Crocodile clip |
| 2 PROBE TIP | 6 Reference connector |
| 3 Probe body | 7 BNC connector |
| 4 To equipment | 8 Examples of accessories |

Figure 1 – Examples of type A and C PROBE ASSEMBLIES

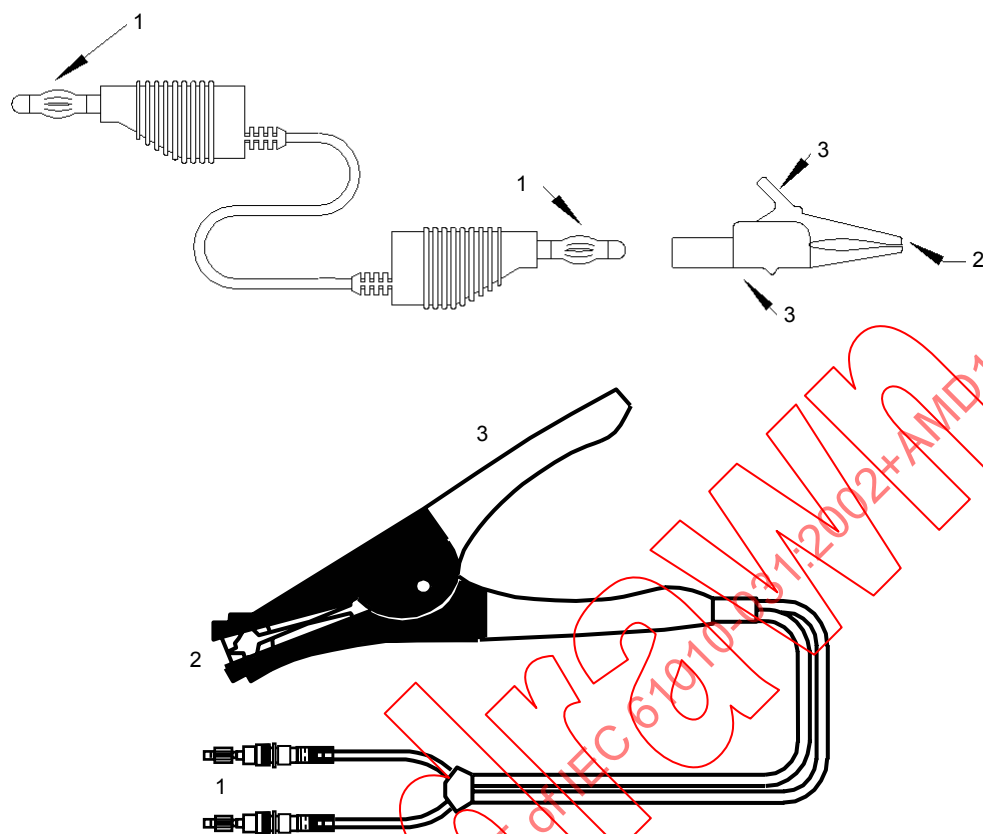


Key

- 1 PROBE TIP
- 2 To equipment
- 3 Reference connector
- 4 BARRIER
- 5 Hand-held area of probe body

IEC 2598/01

Figure 2 – Examples of type B PROBE ASSEMBLIES



IEC 076/08

Key

- 1 connector
- 2 jaw
- 3 hand-held area of crocodile clip or clamp

Figure 10 – Examples of type D PROBE ASSEMBLIES**4 Tests****4.1 General**

Tests in this standard are TYPE TESTS to be carried out on samples of PROBE ASSEMBLIES or their parts. Their only purpose is to check that the design and construction ensure conformity with this standard.

Tests on components or parts of the PROBE ASSEMBLY meeting the requirements of the relevant standards need not be repeated during TYPE TESTS of the whole PROBE ASSEMBLY.

If a PROBE ASSEMBLY is of more than one probe type (see 1.1), each type shall be tested according to its applicable requirements.

Conformity with the requirements of this standard is checked by carrying out all applicable tests, except that a test may be omitted if examination of the PROBE ASSEMBLY demonstrates conclusively that it would pass the test. Tests are carried out under

a) reference test conditions (see 4.3);

b) SINGLE FAULT CONDITIONS (see 4.4).

NOTE 1 If the RATED range of environmental conditions for PROBE ASSEMBLIES is wider than that stated in 1.4, the manufacturer should make sure (for example, by suitable alteration of test requirements or additional tests) that the safety requirements of this standard are still fulfilled.

NOTE 2 If when carrying out a conformity test, there is any uncertainty about the exact value of the applied or measured quantity (for example, voltage) due to the tolerance,

- the manufacturer should ensure that at least the specified test value is applied;
- the test house should ensure that no more than the specified test value is applied.

NOTE 3 PROBE ASSEMBLIES which have been TYPE TESTED may no longer be suitable for their intended function because of the residual effect of stresses resulting from tests. For this reason TYPE TESTS should never be carried out (for example, by the RESPONSIBLE BODY) after the PROBE ASSEMBLIES have left the manufacturer.

4.2 Sequence of tests

The sequence of tests is optional unless otherwise specified in the standard. The PROBE ASSEMBLIES under test shall be carefully inspected after each test. If the result of a test causes doubt whether any earlier tests would have been passed if the sequence had been reversed, these earlier tests shall be repeated. Tests under fault conditions may be destructive and may follow those under reference test conditions.

4.3 Reference test conditions

4.3.1 Environmental conditions

Unless otherwise specified in this standard, the following environmental conditions (but not conflicting with those of 1.4) shall exist in the test location:

- a) a temperature of 15 °C to 35 °C;
- b) a relative humidity of not more than 75 %;
- c) an air pressure of 75 kPa to 106 kPa;
- d) no hoarfrost, dew, percolating water, rain, solar irradiation, etc.

4.3.2 State of PROBE ASSEMBLIES

Unless otherwise specified, tests shall be carried out on the PROBE ASSEMBLIES assembled for NORMAL USE and under the least favourable combination of the conditions given in 4.3.3 to 4.3.9.

When dimensions or mass make it unsuitable to carry out particular tests on a complete PROBE ASSEMBLY, tests on sub-assemblies are allowed, provided it is verified that the assembled PROBE ASSEMBLY will be in accordance with this standard.

4.3.3 Position of the PROBE ASSEMBLY

The PROBE ASSEMBLY shall be in any position of NORMAL USE and with any ventilation unimpeded

4.3.4 Accessories

Accessories and OPERATOR interchangeable parts available from, or recommended by, the manufacturer for use with the PROBE ASSEMBLY under test shall be either connected or not connected.

4.3.5 Covers and removable parts

Covers or parts which can be removed without using a TOOL shall be removed or not removed.

4.3.6 Input and output voltages

Input and output voltages, including floating voltages shall be set to any voltage within the RATED voltage range.

4.3.7 Controls

Controls which the OPERATOR can adjust by hand shall be set to any position except for combinations of settings prohibited by the manufacturer, as shown by marking on the PROBE ASSEMBLY.

4.3.8 Connections

The PROBE ASSEMBLY shall be connected for its intended purpose, or not connected.

4.3.9 Duty cycle

PROBE ASSEMBLIES for short-term or intermittent operation shall be operated for the longest period and have the shortest recovery period consistent with the manufacturer's instructions.

4.4 Testing in SINGLE FAULT CONDITION

4.4.1 General

The following requirements apply.

- a) Examination of the PROBE ASSEMBLY and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in HAZARDS within the meaning of this standard and which, therefore, shall be applied.
- b) Fault tests shall be made unless it can be demonstrated that no HAZARD could arise from a particular fault condition.
- c) The PROBE ASSEMBLY shall be operated under the least favourable combination of reference test conditions (see 4.3). These combinations may be different for different faults and they should be recorded for each test.

4.4.2 Application of fault conditions

Fault conditions shall include those specified in 4.4.2.1 to 4.4.2.4. They shall be applied only one at a time and shall be applied in turn in the most convenient order. Multiple simultaneous faults shall not be applied unless they are a consequence of an applied fault.

After each application of a fault condition, the PROBE ASSEMBLY or part shall pass the applicable tests of 4.4.4.

4.4.2.1 PROBE ASSEMBLIES or parts for short-term or intermittent operation

These shall be operated continuously if continuous operation could occur in a SINGLE FAULT CONDITION.

4.4.2.2 Outputs

Outputs of type B and C PROBE ASSEMBLIES shall be short-circuited one at a time.

4.4.2.3 Insulation between circuits and parts

Insulation between circuits and parts which is below the level specified for BASIC INSULATION shall be bridged to check against the spread of fire.

NOTE See 9.1 for an alternative method of checking protection against spread of fire.

4.4.2.4 Components

Components (except HIGH INTEGRITY components) of type B and type C PROBE ASSEMBLIES shall be short-circuited or open-circuited, whichever is less favourable.

4.4.3 Duration of tests

The PROBE ASSEMBLY shall be operated until further change as a result of the applied fault is unlikely. Each test is normally limited to 1 h since any secondary fault arising from a SINGLE FAULT CONDITION will usually manifest itself within that time. If at the end of 1 h there is an indication that a risk of electric shock, spread of fire or injury to persons may eventually occur, the test shall be continued until one of these HAZARDS does occur or for a maximum period of 4 h.

If a fault is terminated by the opening of a fuse and if the fuse does not operate within approximately 1 s, the current through the fuse under the relevant fault condition shall be measured. Evaluation with the pre-arcing time/current characteristics shall be made to find out whether the minimum operating current of the fuse is reached or exceeded and what is the maximum time before the fuse operates. The current through the fuse may vary as a function of time. If the minimum operating current of the fuse is not reached in the test, the PROBE ASSEMBLY shall be operated for a period corresponding to the maximum fusing time or continuously for 1 h or 4 h, as specified above.

4.4.4 Conformity after application of SINGLE FAULT CONDITIONS

4.4.4.1 *Conformity with requirements for electric shock protection is checked after the application of SINGLE FAULTS as follows:*

- a) *by making the measurements of 6.3.2 to check that no ACCESSIBLE conductive parts have become HAZARDOUS LIVE, except as permitted by 6.1.1;*
- b) *by performing a voltage test on DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION to check that there is still one level of protection by insulation. The voltage test is made as specified in 6.6 (without humidity preconditioning) with the test voltage for BASIC INSULATION.*

4.4.4.2 *Conformity with requirements for temperature protection is checked by determining the temperature of the outer surface of the PROBE ASSEMBLY.*

The temperature of the outer surface shall not exceed 105 °C at maximum RATED ambient temperature.

This temperature is determined by measuring the temperature rise of the surface or part and adding it to the maximum RATED ambient temperature.

4.4.4.3 *Conformity with requirements for protection against the spread of fire is checked by placing the PROBE ASSEMBLY on white tissue-paper covering a softwood surface and covering the PROBE ASSEMBLY with cheesecloth. No molten metal, burning insulation, flaming particles, etc. shall fall on the surface on which the PROBE ASSEMBLY stands and there shall be no charring, glowing, or flaming of the tissue paper or cheesecloth. Melting of insulation material shall be ignored if the molten material could not contribute to starting a fire, and if it would be obvious to the operator that the PROBE ASSEMBLY needs to be de-energized and allowed to cool before it is touched.*

4.4.4.4 *Conformity with the requirements for protection against other HAZARDS is checked as specified in clauses 7 to 11.*

5 Marking and documentation

5.1 Marking

5.1.1 General

PROBE ASSEMBLIES shall bear markings in accordance with 5.1.2 to 5.2. Markings applying to a PROBE ASSEMBLY as a whole shall not be put on parts which can be removed by an OPERATOR without the use of a TOOL.

Letter symbols for quantities and units shall be in accordance with IEC 60027. Graphic symbols shall be in accordance with table 1, but there are no requirements for size or colour. If there is no applicable symbol in table 1, any other graphic symbol may be used on a PROBE ASSEMBLY provided the symbol is explained in the accompanying documentation (see 5.4.1).

If it is not possible to put all of the required markings on the part, symbol 10 of table 1 may be used, and the necessary information shall be included in the documentation.

Conformity is checked by inspection.

5.1.2 Identification

Each PROBE ASSEMBLY and separable mating part of a PROBE ASSEMBLY shall, as a minimum, be identified by marking showing

- a) the name or registered trade mark of the manufacturer or supplier;
- b) in addition for types B and C only, the model number or name or other means of identifying the PROBE ASSEMBLY or part.

If a PROBE ASSEMBLY is designed for use only with a specific model of equipment, this shall be made clear, and the specific equipment or model shall be identified, either by marking on the PROBE ASSEMBLY or in the accompanying documentation.

Conformity is checked by inspection.

Table 1 – Symbols

Number	Symbol	Reference	Description
1		IEC 60417-5031	Direct current
2		IEC 60417-5032	Alternating current
3		IEC 60417-5033	Both direct and alternating current
4			Three-phase alternating current
5		IEC 60417-5017	Earth (ground) TERMINAL
6		IEC 60417-5021	Equipotentiality
7	–	–	Not used
8			Caution, risk of electric shock
9		IEC 60417-5041	Caution, hot surface
10		ISO 7000-0434	Caution, risk of danger (see note 1)
NOTE 1 See 5.4.1 which requires manufacturers to state that documentation must be consulted in all cases where this symbol is marked.			
NOTE 2 There are no requirements for sizes or colours (see 5.1.1).			

5.1.3 Fuses

PROBE ASSEMBLIES which contain fuses intended to be replaced by an OPERATOR shall be marked with all the details necessary for the OPERATOR to obtain the correct fuse. These shall include the voltage RATING and the breaking capacity (the maximum current that the fuse can safely interrupt at maximum RATED voltage). If the OPERATOR has to select a fuse according to the particular application, symbol 10 of table 1 shall be marked on the probe and the necessary information included in the documentation.

Conformity is checked by inspection.

5.1.4 TERMINALS and operating devices

If necessary for safety, an indication shall be given of the purpose of TERMINALS, connectors, and controls, including any sequence of operations

Conformity is checked by inspection.

5.1.5 Not used

5.1.6 RATING

The RATING of PROBE ASSEMBLIES shall be marked as follows.

- PROBE ASSEMBLIES for measurements within measurement category I (see 6.5.2) shall be marked with the RATED voltage-to-earth and with symbol 10 of table 1 (see also 5.4.3 f) and g)).

- b) PROBE ASSEMBLIES for measurements within measurement categories II, III and IV (see 6.5.2) shall be marked with the RATED voltage-to-earth and the relevant measurement category. The measurement category markings shall be "CAT II", "CAT III" or "CAT IV" as applicable.

Marking on a PROBE ASSEMBLY shall preferably be on the probe body. The nature of the voltage (a.c., d.c., etc.) shall also be marked, unless the voltage marking applies to both r.m.s. and d.c. If a REFERENCE CONNECTOR is intended for connection to points at a voltage level exceeding the values of 6.3.1.1, its voltage RATING shall be marked, preferably on the connector.

For type A and type D PROBE ASSEMBLIES only, the maximum RATED current of the PROBE ASSEMBLY shall be marked together with the maximum RATED voltage-to-earth. The maximum RATED current need not be marked on PROBE ASSEMBLIES which are specified for use only in conjunction with equipment which has high-impedance inputs or limited-current outputs.

Conformity is checked by inspection.

5.2 Warning markings

Warning markings shall be visible when the PROBE ASSEMBLY is ready for NORMAL USE.

If it is necessary for the OPERATOR to refer to the instruction manual to preserve the protection afforded by the PROBE ASSEMBLY, the PROBE ASSEMBLY shall be marked with the symbol 10 of table 1. If a warning applies to a particular part of the PROBE ASSEMBLY, the marking shall be placed on or near to this part.

If the instructions for use state that an OPERATOR is permitted to gain access, using a TOOL, to any part which in NORMAL USE may be HAZARDOUS LIVE, there shall be a warning marking which states that the PROBE ASSEMBLY must be isolated or disconnected from the HAZARDOUS LIVE voltage before access, or symbol 10 of table 1 may be used provided the information is in the instruction manual.

Unless their heated state is self-evident or is obvious from the function of the PROBE ASSEMBLY, parts which are easily touched and are also permitted by 9.1 to exceed the temperature limits of 9.1 shall be marked with symbol 9 of table 1.

Conformity is checked by inspection.

5.3 Durability of markings

Markings in accordance with 5.1.2 to 5.2 shall remain clear and legible under conditions of NORMAL USE and resist the effects of cleaning agents specified by the manufacturer.

Conformity is checked by inspection and by performing the following test for durability of markings on the outside of the PROBE ASSEMBLY. The markings are rubbed by hand, without undue pressure, for 30 s with a cloth soaked with the specified cleaning agent or, if not specified, with isopropyl alcohol.

The markings shall be clearly legible after the above treatment, and adhesive labels shall not have worked loose or become curled at the edges.

5.4 Documentation

5.4.1 General

PROBE ASSEMBLIES shall be accompanied by documentation when necessary for safety purposes. Such documentation shall include as a minimum

- a) technical specification;
- b) instructions for use;

- c) name and address of manufacturer or supplier from whom technical assistance may be obtained;
- d) the information specified in 5.4.2 to 5.4.4;

If applicable, warning statements and a clear explanation of warning symbols marked on the PROBE ASSEMBLY shall be provided in the documentation or shall be durably and legibly marked on the PROBE ASSEMBLY. In particular, there shall be a statement that documentation needs to be consulted in all cases where symbol 10 of table 1 is used, in order to find out the nature of the potential HAZARD and any actions which have to be taken.

Conformity is checked by inspection.

5.4.2 RATINGS

Documentation shall include the maximum voltage and current RATING (as appropriate) as well as a statement of the range of environmental conditions for which the PROBE ASSEMBLY is designed (see 1.4 and note 1 of 4.1).

Conformity is checked by inspection.

5.4.3 Operation

Instructions for use shall include

- a) identification of operating controls and their use in all operating modes;
- b) instructions for interconnection to accessories and other equipment, including indication of suitable accessories, detachable parts and any special materials;
- c) specification of limits for intermittent operation, if applicable;
- d) an explanation of symbols required by this standard and used on the PROBE ASSEMBLY;
- e) instructions for replacement of consumable materials;
- f) definition of the relevant measurement category if marking is required on the PROBE ASSEMBLY (see 5.1.6);
- g) for PROBE ASSEMBLIES intended for use within measurement category I, a warning shall be given not to use the PROBE ASSEMBLIES for measurements within the other measurement categories, and there shall be a detailed RATING, including RATED transient overvoltages, in the documentation;
- h) instructions for cleaning if necessary (see 11.2);
- i) a warning that the measurement category of a combination of a PROBE ASSEMBLY and an accessory is the lower of the measurement categories of the PROBE ASSEMBLY and of the accessory.

The RESPONSIBLE BODY shall be made aware that, if the PROBE ASSEMBLY is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection provided by the PROBE ASSEMBLY may be impaired.

Conformity is checked by inspection.

5.4.4 Maintenance

Instructions for the RESPONSIBLE BODY concerning preventive maintenance and inspection necessary for safety shall be given in sufficient detail.

The manufacturer shall specify any parts which are required to be examined or supplied only by the manufacturer or his agent.

The RATING and characteristics of fuses used shall be stated (see 5.1.3).

Conformity is checked by inspection.

6 Protection against electric shock

6.1 General

Protection against electric shock shall be maintained in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION. ACCESSIBLE parts of PROBE ASSEMBLIES shall not be HAZARDOUS LIVE (see 6.3).

Conformity is checked by the determination of 6.2 and the measurements of 6.3, followed by the tests of 6.4 to 6.7.

6.1.1 Exceptions

If it is not feasible for operating reasons to prevent the following parts being both ACCESSIBLE and HAZARDOUS LIVE, they are permitted to be ACCESSIBLE to the OPERATOR during NORMAL USE while they are HAZARDOUS LIVE:

- a) parts intended to be replaced by the OPERATOR (for example, fuses) and which may be HAZARDOUS LIVE during replacement, but only if they have a warning marking in accordance with 5.2;
- b) PROBE TIPS, provided that they meet the requirements of 6.4.4.

6.2 Determination of ACCESSIBLE parts

Unless obvious, determination of whether a part is ACCESSIBLE shall be made as specified in 6.2.1 and 6.2.2. Test fingers (annex B) and pins shall be applied without force unless a force is specified. Parts are considered to be ACCESSIBLE if they can be touched with a test finger or pin, or if they can be touched in the absence of any covering which is not considered to provide suitable insulation.

If the OPERATOR is intended to perform any actions in NORMAL USE (with or without a TOOL) which will increase the accessibility of parts, such actions shall be taken before performing the examinations of 6.2.1 and 6.2.2. Examples include

- a) removing covers;
- b) adjusting controls;
- c) replacing consumable materials;
- d) removing parts.

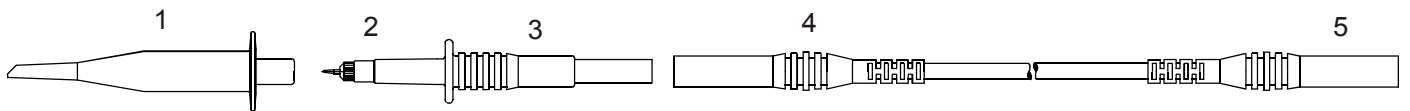
Figure 3 gives methods for determination of ACCESSIBLE parts of PROBE ASSEMBLIES.

6.2.1 General examination

The jointed test finger (see figure B.2) is applied in every possible position. If a force is specified, the rigid test finger (see figure B.1) is applied with the specified force. The force is exerted by the tip of the test finger so as to avoid wedge and lever action. The test is applied to all outer surfaces.

6.2.2 Openings for pre-set controls

A metal test pin 3 mm in diameter is inserted through holes intended to give access to pre-set controls which require the use of a screwdriver or other TOOL. The test pin is applied in every possible direction through the hole. Penetration is not to exceed three times the distance from the ENCLOSURE surface to the control shaft or 100 mm, whichever is smaller.

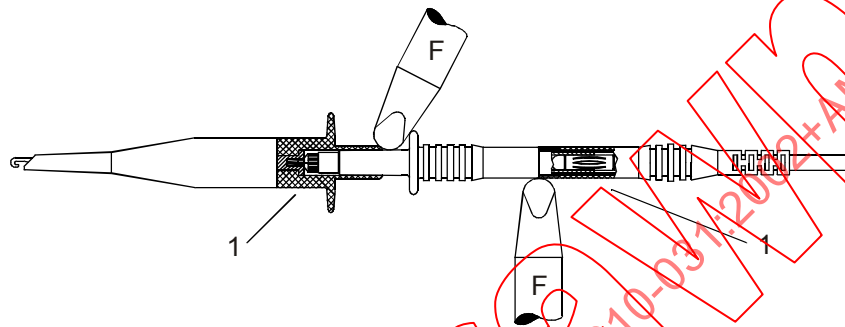


IEC 2599/01

Key

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 Accessory PROBE TIP | 4 Connector |
| 2 PROBE TIP | 5 Connector to equipment |
| 3 Probe body | |

Figure 3a – Parts of PROBE ASSEMBLY

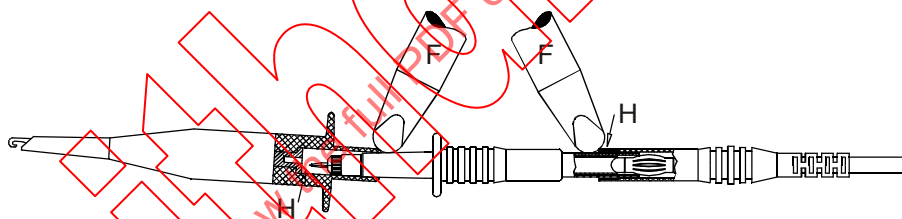


IEC 2600/01

Key

- 1 Connector

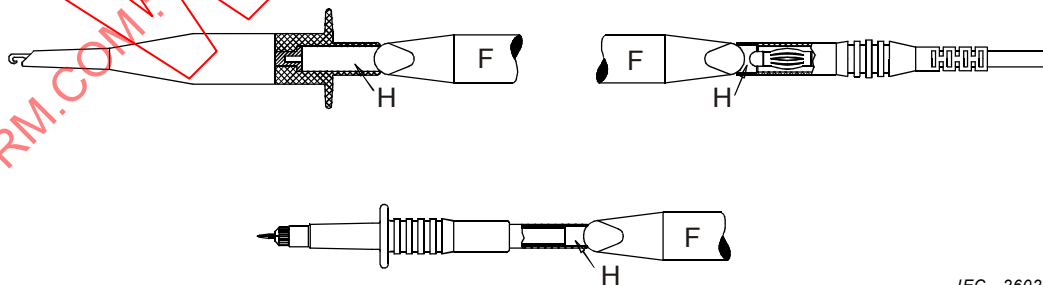
Figure 3b – Fully mated PROBE ASSEMBLY (see 6.2 and 6.4.1a))



IEC 2601/01

Connecting parts are partially mated so as just to make electrical contact while allowing maximum access to test finger.

Figure 3c – Partially mated PROBE ASSEMBLY (see 6.2 and 6.4.1 b))



IEC 2602/01

Key

- F Rigid test finger (see figure B.1)
H Potentially HAZARDOUS LIVE part

Figure 3d – Unmated parts of PROBE ASSEMBLY (see 6.2 and 6.4.1c)

Figure 3 – Methods for determination of ACCESSIBLE parts (see 6.2) and for voltage tests of (see 6.4.1)

6.3 Permissible limits for ACCESSIBLE parts

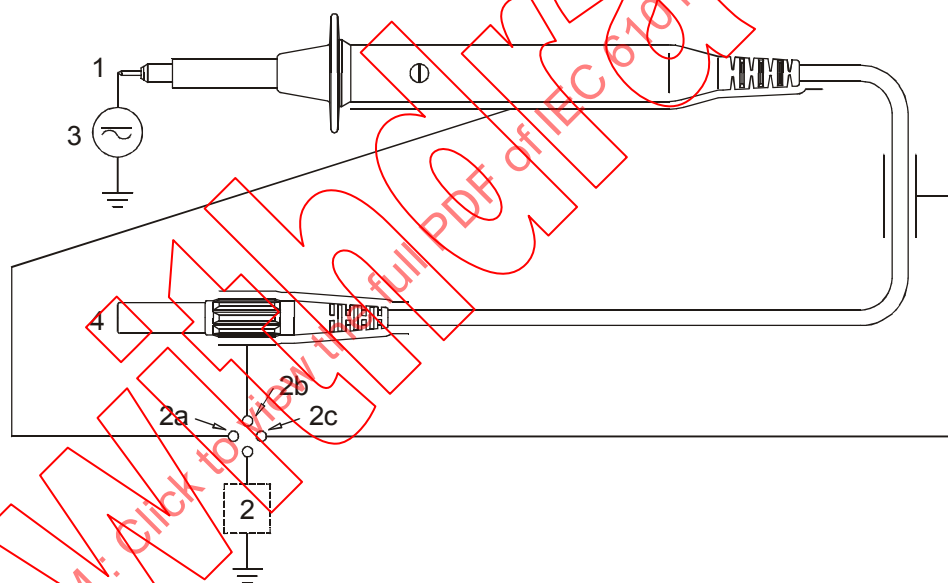
To ensure that ACCESSIBLE parts are not HAZARDOUS LIVE, the voltage or current between an ACCESSIBLE part and reference test earth, or between any two ACCESSIBLE parts on the same PROBE ASSEMBLY, shall not exceed the values of 6.3.1 in NORMAL CONDITION nor of 6.3.2 in SINGLE FAULT CONDITION.

Measurements on PROBE ASSEMBLIES are carried out in accordance with figure 4. Foil is wrapped around

- a) the probe body;
- b) 150 mm $\pm$ 20 mm of the cable;
- c) the connector.

The RATED voltage is applied to the PROBE TIP (1) and the ACCESSIBLE current is measured with the applicable measuring circuit of annex A, where the circuit (2) is connected in turn to the foil wrapped items (2a, 2b, 2c, etc.).

The ACCESSIBLE voltage shall be measured. If the voltage is below the limit of 6.3.1 or 6.3.2 as applicable, ACCESSIBLE current and capacitance need not be measured. If the voltage exceeds that value, the current and capacitance shall be measured.



IEC 2603/01

Key

- 1 PROBE TIP
- 2 ACCESSIBLE current measuring circuit (see annex A)
- 2a Connection to metal foil tightly wrapped around parts intended to be hand-held or hand-manipulated
- 2b Connection to metal foil tightly wrapped around the connector
- 2c Connection to metal foil tightly wrapped around the cable (see 6.4.3)
- 3 Maximum RATED voltage
- 4 Not connected to equipment

Figure 4 – Example of application of metal foil for ACCESSIBLE current measurement

6.3.1 Values in NORMAL CONDITION

Values above the levels of 6.3.1.1, 6.3.1.2 and 6.3.1.3 in NORMAL CONDITION are deemed to be HAZARDOUS LIVE.

6.3.1.1 Voltage

The voltage levels are 33 V r.m.s. and 46,7 V peak or 70 V d.c.

For PROBE ASSEMBLIES which are RATED for WET LOCATIONS, the voltage levels are 16 V r.m.s. and 22,6 V peak or 35 V d.c.

6.3.1.2 Current

If the voltage exceeds one of the values of 6.3.1.1, the current levels are:

- a) 0,5 mA r.m.s. for sinusoidal waveforms, 0,7 mA peak for non-sinusoidal waveforms or mixed frequencies, or 2 mA d.c., when measured with the measuring circuit shown in figure A.1 of annex A. Alternatively, the measuring circuit of figure A.2 can be used if the frequency does not exceed 100 Hz; the measuring circuit of figure A.4 is used for PROBE ASSEMBLIES which are RATED for use in WET LOCATIONS;
- b) 70 mA r.m.s. when measured with measuring circuit of figure A.3. This relates to possible burns at higher frequencies.

6.3.1.3 Capacitance

If the voltage exceeds one of the values of 6.3.1.1, the capacitance levels are:

- a) 45 μ C charge for voltages up to 15 kV peak or d.c.;
- b) 350 mJ stored energy for voltages above 15 kV peak or d.c.

See Figure 5.

6.3.2 Values in SINGLE FAULT CONDITION

Values above the levels of 6.3.2.1, 6.3.2.2 and 6.3.2.3 in SINGLE FAULT CONDITION are deemed to be HAZARDOUS LIVE.

6.3.2.1 Voltage

The voltage levels are 55 V r.m.s. and 78 V peak or 140 V d.c.

For PROBE ASSEMBLIES which are RATED for WET LOCATIONS the voltage levels are 33 V r.m.s. and 46,7 V peak or 70 V d.c.

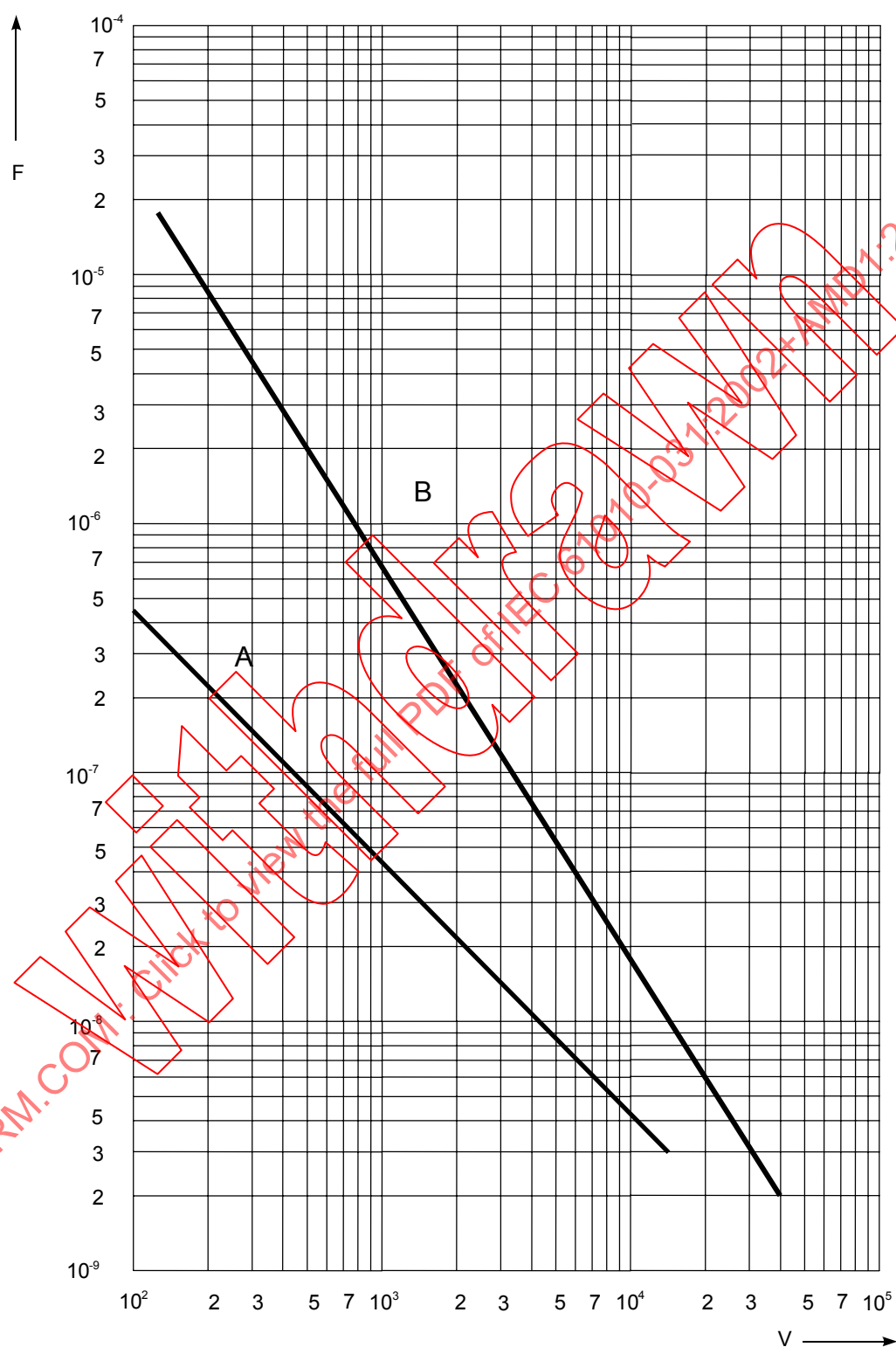
6.3.2.2 Current

If the voltage exceeds one of the values of 6.3.2.1, the current levels are:

- a) 3,5 mA r.m.s. for sinusoidal waveforms, 5 mA peak for non-sinusoidal waveforms or mixed frequencies, or 15 mA d.c., when measured with the measuring circuit of figure A.1. Alternatively, the measuring circuit of figure A.2 can be used if the frequency does not exceed 100 Hz; the measuring circuit of figure A.4 is used for PROBE ASSEMBLIES which are RATED for use in WET LOCATIONS;
- b) 500 mA r.m.s. when measured with the measuring circuit of figure A.3. This relates to possible burns at higher frequencies.

6.3.2.3 Capacitance

If the voltage exceeds one of the values of 6.3.2.1, the capacitance level is that of figure 5.



Key

- A NORMAL CONDITION
- B SINGLE FAULT CONDITION

IEC 2734/2000

Figure 5 – Charged capacitance level in NORMAL CONDITION and SINGLE-FAULT CONDITION
(see 6.3.1.3 and 6.3.2.3)

6.4 Insulation requirements for protection against electric shock

ACCESSIBLE parts shall be prevented from becoming HAZARDOUS LIVE by one or more of the following means.

- a) BASIC INSULATION
- b) DOUBLE INSULATION OR REINFORCED INSULATION
- c) ENCLOSURES OR BARRIERS
- d) PROTECTIVE IMPEDANCE
- e) Impedance

CLEARANCES, CREEPAGE DISTANCES and insulation between ACCESSIBLE parts and HAZARDOUS LIVE parts shall meet the requirements of 6.5 and the applicable requirements of 6.4.1 to 6.4.4.

NOTE 1 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES necessary for safety can be checked by measurement.

NOTE 2 Solid insulation necessary for safety can be checked by applying the test voltage of table 6 appropriate to the WORKING VOLTAGE. The thickness required for solid insulation can be determined from the test voltage it has to withstand. Partial discharge testing may also be appropriate (see IEC 60664-1 [4]).

NOTE 3 Under mechanical or thermal stress conditions, insulation may need to be increased to meet the requirements of clauses 7, 8 and 9.

Except for parts which are not intended to be hand-held or hand-manipulated by the OPERATOR during measurements or tests, insulation covers or sleeves which can be removed by the OPERATOR without the use of a TOOL are not considered to provide the required protection against electric shock (see note 4).

NOTE 4 For example, retractable insulation sleeves are not considered to provide adequate protection for hand-held parts. The only case in which they are acceptable is where they are needed for connection to equipment that is not provided with TERMINALS which accept fully insulated type connectors.

Conformity is checked as specified in 6.4.1 to 6.4.6 and by the voltage tests of 6.6.

6.4.1 Connectors

Insulation, ACCESSIBLE parts, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES of connectors used on PROBE ASSEMBLIES shall meet the applicable requirements of a) to c) below:

a) Connectors in fully mated position:

- i) Connectors used only for connecting the PROBE ASSEMBLY to the test or measurement equipment, and which are not intended to be hand-held after connection, shall be insulated from HAZARDOUS LIVE parts at least by BASIC INSULATION. This does not apply to connectors which can also be used to connect a probe and can become hand-held.
- ii) Connectors which, when fully mated, are intended to be hand-held during measurement or test, and connectors which are interchangeable between the PROBE ASSEMBLY and the test or measurement equipment, shall be insulated from HAZARDOUS LIVE parts by DOUBLE INSULATION OR REINFORCED INSULATION.

Conformity is checked by inspection and measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES, by the voltage tests of 6.6, and by the determination of ACCESSIBLE parts as specified in 6.2.

b) Connectors in partially mated position:

ACCESSIBLE parts of connectors in partially mated condition shall be insulated from HAZARDOUS LIVE parts by BASIC INSULATION.

Conformity is checked by applying the voltage test of 6.6 for BASIC INSULATION, between the PROBE TIP and a test electrode of the same shape and size as the end of the standard test finger of figure B.1. This electrode is applied without force as near as possible to HAZARDOUS LIVE parts of the connector while it is mated just sufficiently to make electrical contact (see figure 3c)).

c) Connectors in unmated position:

- i) HAZARDOUS LIVE parts of unmated connectors shall not be ACCESSIBLE.
- ii) The HAZARDOUS LIVE parts of an unmated integrated socket of a stackable connector shall be separated from ACCESSIBLE parts with CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCES calculated for BASIC INSULATION.

The requirements of c) do not apply to locking or screw-held type connectors and to connectors of PROBE ASSEMBLIES where the ACCESSIBLE current is limited by PROTECTIVE IMPEDANCE, provided that all components used in the PROTECTIVE IMPEDANCE are HIGH INTEGRITY components.

Conformity is checked as follows:

- i) *ACCESSIBILITY for connectors carrying voltages up to 1 kV a.c. or 1,5 kV d.c. shall be determined as specified in 6.2, and for connectors carrying voltages above 1 kV a.c. or 1,5 kV d.c. by applying a test voltage between the PROBE TIP and an electrode of the same shape and size as the end of the standard test finger of figure B.1, placed as near as possible to ACCESSIBLE parts (see figure 3d)). The test voltage shall be 1,25 times the RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY.*
- ii) *By measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES, by the voltage tests of 6.6, and by the determination of ACCESSIBLE parts as specified in 6.2.*

6.4.2 Hand-held parts other than connectors

Parts of PROBE ASSEMBLIES that are hand-held or hand-manipulated by the OPERATOR during measurements or tests, shall be separated from parts which may become HAZARDOUS LIVE by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION.

Conformity is checked by inspection and measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES, and by the voltage tests of 6.6 between each of a) and b) below on the one hand, and each of c), d), e) and f) below on the other hand.

- a) *Metal foil tightly wrapped around parts intended to be hand-held or hand manipulated.*
- b) *Metal foil tightly wrapped around a 150 mm $\pm$ 20 mm length of the cable (see figure 4).*
- c) *The PROBE TIP. The test voltage is based on the RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY.*
- d) *(For type B only) the conductive parts enclosed by the hand-held area. The test voltage is based on the maximum WORKING VOLTAGE of the conductive parts in NORMAL USE, but is not less than 500 V.*
- e) *(For type B only) the conductor of the REFERENCE CONNECTOR and the conductors of the connector for connecting the PROBE ASSEMBLY to the test or measurement equipment, joined together. The test voltage is based on the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY divided by the divider ratio, but is not less than 500 V.*
- f) *(For type C only) the conductor of the REFERENCE CONNECTOR if it is RATED above the voltage levels of 6.3.1.1. The test voltage is based on the maximum RATED voltage of the REFERENCE CONNECTOR.*

NOTE The voltage tests of insulation which covers parts which are not HAZARDOUS LIVE (for example, the REFERENCE CONNECTOR) are to confirm the integrity of the insulation and not to impose additional requirements.

6.4.3 Cables

Cables shall be RATED for the maximum voltage and current of NORMAL USE. Their conductors shall be separated from hand-held surfaces by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION, based on the following values:

- a) for type A PROBE ASSEMBLIES, 125 V or the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY, whichever is greater;
- b) for type B PROBE ASSEMBLIES, 500 V or the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY divided by the divider ratio, whichever is greater;

- c) for type C PROBE ASSEMBLIES, 125 V or the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY divided by the divider ratio, whichever is greater;
- d) for type D PROBE ASSEMBLIES, 125 V.

Conformity is checked by inspection, and by the voltage tests of 6.6 (without humidity preconditioning), using metal foil tightly wrapped around a 150 mm ± 20 mm length of cable. Test voltage values are based on the CLEARANCES of the probe listed in Table 3 for measurement categories II, III or IV, and on the calculation of 6.5.2.2 for measurement category I or if no category is specified.

6.4.4 PROBE TIPS

PROBE TIPS that may be HAZARDOUS LIVE during NORMAL USE shall meet the following requirements (see 6.1.1).

If a conductive part of a PROBE TIP can become HAZARDOUS LIVE, a BARRIER shall be fitted to reduce the danger of touching an exposed conductive part of the PROBE TIP, and to provide an indication of the limit beyond which it may be hazardous to touch the probe body during use.

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES between the HAZARDOUS LIVE part of the PROBE TIP and the hand-held side of the BARRIER shall be those specified for REINFORCED INSULATION.

Figure 6a gives an example of PROBE ASSEMBLIES with BARRIERS and indicates applicable CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.

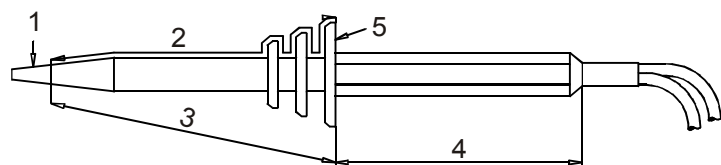
Spring-loaded squeeze PROBE ASSEMBLIES RATED for WORKING VOLTAGES up to 1 kV (see Figure 6b) are acceptable without a BARRIER provided that:

- a) actuation of the spring-loaded mechanism prevents the OPERATOR touching a HAZARDOUS LIVE part; and
- b) the CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE between the PROBE TIP and the nearest surface which the OPERATOR needs to touch to actuate the mechanism is increased by an additional protective distance of 45 mm.

Insulated crocodile and similar clips (see Figure 6c) RATED for measurement category I or II which require finger pressure at about 90° to the axis of the clip are acceptable without a BARRIER, provided that there is a tactile indicator to indicate the limit of safe access for the OPERATOR.

NOTE See Clause 13 for additional requirements for the exposed conductive parts of PROBE TIPS.

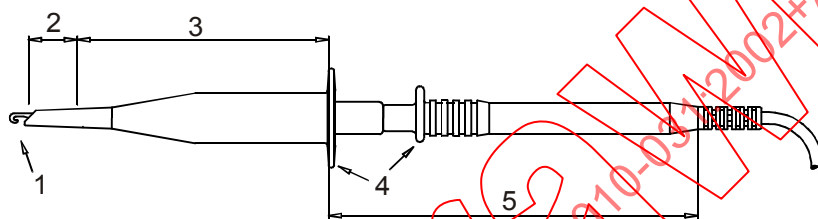
Conformity is checked by inspection and measurement.



IEC 2605/01

Key

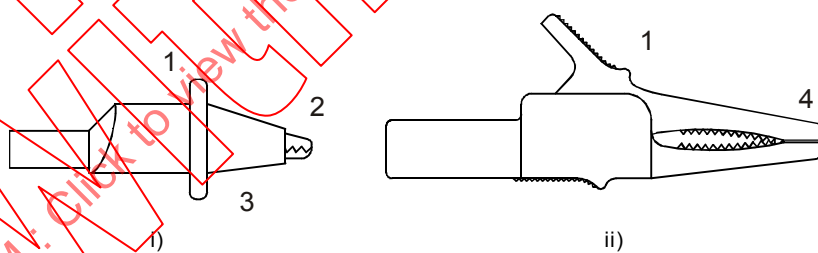
- 1 PROBE TIP
- 2 CREEPAGE DISTANCE (along surface)
- 3 CLEARANCE (in air)
- 4 Hand-held area of probe body
- 5 BARRIER

Figure 6a – Protection by BARRIER

IEC 2606/01

Key

- 1 PROBE TIP
- 2 CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE as specified in 6.5
- 3 Additional protective distance
- 4 Actuating parts
- 5 Hand-held area of spring-loaded squeeze PROBE ASSEMBLY

Figure 6b – Protection by distance

IEC 2607/01

Key

- 1 Indication of limit of access (around or on both sides of clip)
- 2 Metal jaws
- 3 Insulation
- 4 Insulated metal jaws

Figure 6c – Examples of crocodile clips**Figure 6 – Protection against touching a PROBE TIP (see 6.4.4)**

6.4.5 DOUBLE INSULATION and REINFORCED INSULATION

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES forming part of DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION shall meet the applicable requirements of 6.5. ENCLOSURES shall meet the requirements of 6.7.2.

Solid insulation forming part of REINFORCED INSULATION shall pass the voltage test of 6.6 with the values for REINFORCED INSULATION.

Conformity is checked as specified in 6.5, 6.6 and 6.7.2. The parts of DOUBLE INSULATION are tested separately if this is possible; otherwise the tests for REINFORCED INSULATION are used. CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES necessary for safety can be checked by measurement.

6.4.6 PROTECTIVE IMPEDANCE

A PROTECTIVE IMPEDANCE which ensures that ACCESSIBLE conductive parts cannot become HAZARDOUS LIVE as a result of a SINGLE FAULT CONDITION shall be an appropriate HIGH-INTEGRITY single component (see 12.3)

Components, wires and connections shall be RATED for both NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION.

Conformity is checked by inspection and by the measurements of 6.3 in SINGLE FAULT CONDITION (see 4.4.2.1).

6.5 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES are specified in 6.5.1 to 6.5.3 so as to withstand the voltages that appear on the system for which the PROBE ASSEMBLY is intended. They also take account of RATED environmental conditions and of any protective devices fitted within the PROBE ASSEMBLY or required by the manufacturer's instructions.

There are no CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE requirements for the interior of void-free moulded parts, including the inner layers of multi-layer printed circuit boards.

Conformity is checked by inspection and measurement. When determining a CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE to ACCESSIBLE parts, the ACCESSIBLE surface of an insulating ENCLOSURE is considered to be conductive as if it was covered by metal foil wherever it can be touched with a standard test finger (see annex B). Conformity for homogeneous construction is checked as specified in 6.5.1.1.

6.5.1 General requirements

6.5.1.1 CLEARANCES

CLEARANCES are specified to withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit to which the PROBE ASSEMBLY can be connected in NORMAL USE, either as a result of an external event (such as a lightning strike, or a switching transient), or as the result of the operation of the equipment to which the PROBE ASSEMBLY is connected. If transient overvoltages cannot occur, CLEARANCES are based on the maximum WORKING VOLTAGE.

The value for CLEARANCE depends on

- the type of insulation required (BASIC INSULATION, REINFORCED INSULATION, etc.);
- the POLLUTION degree of the micro-environment of the CLEARANCE.

In all cases, the minimum CLEARANCE for POLLUTION DEGREE 2 is 0,2 mm and for POLLUTION DEGREE 3 is 0,8 mm.

Reduced CLEARANCES may apply to homogeneous construction because the dielectric strength of an air gap is dependent on the shape of the electric field within the gap, as well as on the width of the gap. In homogeneous construction, conductive parts are shaped and arranged so that homogeneous or near-homogeneous electric field conditions exist between them. As a result, reduced CLEARANCES can be accepted between such conductive parts.

No particular value can be specified for a reduced CLEARANCE for homogeneous construction, but it can be tested by a voltage test. The test is a d.c. or a.c. peak test, using the voltage specified in table 6 for the peak impulse test for the CLEARANCE which would apply for inhomogeneous construction. For test site altitude corrections, see table 7.

If the equipment is RATED to operate at an altitude greater than 2 000 m, the CLEARANCE is multiplied by a factor derived from table 2. The factors are not applied to CREEPAGE DISTANCE, but CREEPAGE DISTANCE shall always be at least as large as the value specified for CLEARANCE.

**Table 2 – Multiplication factors for CLEARANCE
for altitudes up to 5 000 m**

RATED operating altitude m	Multiplication factor
Up to 2 000	1,00
2 001 to 3 000	1,14
3 001 to 4 000	1,29
4 001 to 5 000	1,48

6.5.1.2 CREEPAGE DISTANCE values

For CREEPAGE DISTANCES between two circuits, the actual WORKING VOLTAGE which stresses the insulation between the circuits shall be used (see table 5). Linear interpolation of CREEPAGE DISTANCE is permissible. CREEPAGE DISTANCE shall always be at least as large as the value specified for CLEARANCE. If the calculated CREEPAGE DISTANCE is smaller than the CLEARANCE, the CREEPAGE DISTANCE shall be increased to the value of the CLEARANCE.

For coated printed wiring boards whose coatings meet the requirements for type A coatings given in IEC 60664-3, the values for POLLUTION DEGREE 1 apply.

For REINFORCED INSULATION, the CREEPAGE DISTANCE shall be twice the value specified for BASIC INSULATION.

CREEPAGE DISTANCES are measured as specified in annex C.

6.5.2 Measuring circuits

Measuring circuits are subjected to WORKING VOLTAGES and transient stresses from the circuit to which they are connected during measurement or test. When the measuring circuit is used to measure mains supplies or circuits directly connected to them, the transient stresses can be estimated by the location within the installation at which the measurement is performed. When a measuring circuit is used to measure any other electrical signal, the transient stresses must be considered by the user to check that they do not exceed the capabilities of the measuring equipment. In this standard, PROBE ASSEMBLY circuits are divided into the following measurement categories.

Measurement category IV is for measurements performed at the source of the low-voltage installation.

NOTE 1 Examples are electricity meters and measurements on primary overcurrent protection devices and ripple control units.

Measurement category III is for measurements performed in the building installation.

NOTE 2 Examples are measurements on distribution boards, circuit-breakers, wiring, including cables, bus-bars, junction boxes, switches, socket-outlets in the fixed installation, and equipment for industrial use and some other equipment, for example, stationary motors with permanent connection to the fixed installation.

Measurement category II is for measurements performed on circuits directly connected to the low-voltage installation.

NOTE 3 Examples are measurements on household appliances, portable tools and similar equipment.

Measurement category I is for measurements performed on circuits not directly connected to a mains supply.

NOTE 4 Examples are measurements on circuits not derived from a mains supply and specially protected (internal) circuits derived from a mains supply. In the latter case, transient stresses are variable; for that reason 5.4.3 g) requires that the transient withstand capability of the equipment is made known to the user.

6.5.2.1 CLEARANCE values

CLEARANCES for measurement categories II, III and IV are given in table 3 below.

Table 3 – CLEARANCES for measurement categories II, III and IV

Highest nominal a.c. or d.c. line-to-neutral voltage of a mains supply to which the PROBE ASSEMBLY is designed to be connected	BASIC OR SUPPLEMENTARY INSULATION			DOUBLE OR REINFORCED INSULATION		
	Measurement category			Measurement category		
	II	III	IV	II	III	IV
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤50	0,04	0,1	0,5	0,1	0,3	1,5
>50 ≤ 100	0,1	0,5	1,5	0,3	1,5	3,0
>100 ≤ 150	0,5	1,5	3,0	1,5	3,0	6,0
>150 ≤ 300	1,5	3,0	5,5	3,0	5,9	10,5
>300 ≤ 600	3,0	5,5	8	5,9	10,5	14,3
>600 ≤ 1000	5,5	8	14	10,5	14,3	24,3

6.5.2.2 CLEARANCE values for measurement category I

CLEARANCES for BASIC INSULATION and SUPPLEMENTARY INSULATION are determined from the following formula:

$$\text{CLEARANCE} = D_1 + F (D_2 - D_1)$$

where:

D_1 and D_2 are CLEARANCES taken from table 4;

D_1 is the CLEARANCE that would be applicable to the maximum voltage U_M if it consisted only of a $1,2 \times 50 \mu\text{s}$ impulse;

D_2 is the CLEARANCE that would be applicable to the maximum voltage U_M if it consisted only of the peak WORKING VOLTAGE U_W , without any transient overvoltage;

The maximum voltage (U_M) is the maximum peak WORKING VOLTAGE U_W plus the maximum transient overvoltage U_t ;

F is a factor, determined from one of the equations:

$$F = (1,25 U_W/U_M) - 0,25 \text{ if } 0,2 < U_W/U_M \leq 1$$

$$F = 0 \text{ if } U_W/U_M \leq 0,2$$

CLEARANCES for REINFORCED INSULATION are calculated using the same formula, but values of D_1 and D_2 are those specified in table 4 for a voltage 1,6 times the actual WORKING VOLTAGE.

NOTE The following is an example:

CLEARANCE for REINFORCED INSULATION for a peak WORKING VOLTAGE of 3 500 V and a maximum transient overvoltage of 4 500 V.

$$U_M = U_W + U_t = (3\,500 + 4\,500) \text{ V} = 8\,000 \text{ V}$$

$$F = (1,25 U_W / U_M) - 0,25 = (1,25 \times 3\,500 / 8\,000) - 0,25 = 0,297$$

$$D_1 = 16,7 \text{ mm}; D_2 = 29,5 \text{ mm (values for } 8\,000 \times 1,6 = 12\,800 \text{ V)}$$

$$\text{CLEARANCE} = D_1 + F(D_2 - D_1) = 16,7 + 0,297(29,5 - 16,7) = 16,7 + 3,8 = 20,5 \text{ mm}$$

Table 4 – CLEARANCE values for the calculation of 6.5.2.2

$\hat{U}_m$	CLEARANCE		$\hat{U}_m$	CLEARANCE	
	D_1	D_2		D_1	D_2
V	mm	mm	V	mm	mm
14,1 to 266	0,010	0,010	4 000	2,93	6,05
283	0,010	0,013	4 530	3,53	7,29
330	0,010	0,020	5 660	4,92	10,1
354	0,013	0,025	6 000	5,37	10,8
453	0,027	0,052	7 070	6,86	13,1
500	0,036	0,071	8 000	8,25	15,2
566	0,052	0,10	8 910	9,69	17,2
707	0,081	0,20	11 300	12,9	22,8
800	0,099	0,29	14 100	16,7	29,5
891	0,12	0,41	17 700	21,8	38,5
1 130	0,19	0,83	22 600	29,0	51,2
1 410	0,38	1,27	28 300	37,8	66,7
1 500	0,45	1,40	35 400	49,1	86,7
1 770	0,75	1,79	45 300	65,5	116
2 260	1,25	2,58	56 600	85,0	150
2 500	1,45	3,00	70 700	110	195
2 830	1,74	3,61	89 100	145	255
3 540	2,44	5,04	100 000	165	290

NOTE 1 Interpolation of CLEARANCES is allowed.

NOTE 2 Minimum CLEARANCE for POLLUTION degree 2 is 0,2 mm, for POLLUTION degree 3 is 0,8 mm.

6.5.3 CREEPAGE DISTANCE values

Table 5 gives CREEPAGE DISTANCE values based on the WORKING VOLTAGE.

Table 5 – CREEPAGE DISTANCES

WORKING VOLTAGE r.m.s. or d.c. V	BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION				
	On printed wiring board		Other circuits		
	POLLUTION degree		POLLUTION degree		
	1	2	1	2	3
	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,04	0,08	0,40	1,00
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	1,05
16	0,025	0,04	0,10	0,45	1,10
20	0,025	0,04	0,11	0,48	1,20
25	0,025	0,04	0,125	0,50	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	1,30
40	0,025	0,04	0,16	0,56	1,40
50	0,025	0,04	0,18	0,60	1,50
63	0,040	0,063	0,20	0,63	1,60
80	0,063	0,10	0,22	0,67	1,70
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,80
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,90
160	0,25	0,40	0,32	0,80	2,00
200	0,40	0,63	0,42	1,00	2,50
250	0,56	1,00	0,56	1,25	3,20
320	0,75	1,60	0,75	1,60	4,00
400	1,0	2,0	1,0	2,0	5,0
500	1,3	2,5	1,3	2,5	6,3
630	1,8	3,2	1,8	3,2	8,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	10,0
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	12,5
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	16
1 600	5,6	8,0	5,6	8,0	20
2 000	7,5	10,0	7,5	10,0	25
2 500	10,0	12,5	10,0	12,5	32
3 200	12,5	16	12,5	16	40
4 000	16	20	16	20	50
5 000	20	25	20	25	63
6 300	25	32	25	32	80
8 000	32	40	32	40	100
10 000	40	50	40	50	125
12 500	50	63	50	63	156
16 000	63	80	63	80	200
20 000	80	100	80	100	250
25 000	100	125	100	125	315
32 000	125	160	125	160	400
40 000	160	200	160	200	500
50 000	200	250	200	250	625
63 000	250	320	250	320	790

6.6 Voltage test

6.6.1 Reference test earth

The reference test earth is the reference point for voltage tests. It is one or more of the following, bonded together if more than one.

- a) *Any ACCESSIBLE conductive part, except for any live parts permitted to be ACCESSIBLE because they do not exceed the values of 6.3.1 and any ACCESSIBLE conductive parts which are allowed to be HAZARDOUS LIVE by the exceptions of 6.1.1.*
- b) *Any ACCESSIBLE insulating part of the ENCLOSURE, covered with metal foil everywhere except around TERMINALS. For test voltages up to 10 kV a.c. peak or d.c., the distance from foil to TERMINAL is not more than 20 mm. For higher voltages the distance is the minimum to prevent flashover;*
- c) *ACCESSIBLE parts of controls with parts made of insulating material being wrapped in metal foil or having soft conductive material pressed against them.*

6.6.2 Humidity preconditioning

To ensure that the PROBE ASSEMBLY does not become hazardous in the humidity conditions of 1.4, it is subjected to humidity preconditioning before the voltage tests of 6.6.4. The PROBE ASSEMBLY is not operated during preconditioning.

If wrapping in foil is required by 6.6.1, the foil is not applied until after humidity preconditioning and recovery.

Electrical components, covers, and other parts which can be removed by hand are removed and subjected to the humidity preconditioning together with the main part.

Preconditioning is carried out in a humidity chamber containing air with a humidity of 92,5 % r.h. $\pm$ 2,5 % r.h. The temperature of the air in the chamber is maintained at 40 °C $\pm$ 2 °C.

Before applying humidity, the PROBE ASSEMBLY is brought to a temperature of 42 °C $\pm$ 2 °C, normally by keeping it at this temperature for at least 4 h before the humidity preconditioning.

The air in the chamber is stirred and the chamber is designed so that condensation will not precipitate on the PROBE ASSEMBLY.

The PROBE ASSEMBLY remains in the chamber for 48 h, after which it is removed and allowed a recovery period of 2 h under the environmental conditions of 4.3.1, with any covers of non-ventilated PROBE ASSEMBLIES removed.

6.6.3 Conduct of tests

The tests specified in 6.6.4 are performed and completed within 1 h of the end of the recovery period after humidity preconditioning. The PROBE ASSEMBLY is not operated during the tests.

Voltage tests are not made between two circuits, or between a circuit and an ACCESSIBLE conductive part, if they are connected to each other or not separated from each other.

PROTECTIVE IMPEDANCE in parallel with the insulation to be tested is disconnected.

If two or more protective means are used in combination (see 6.4), the voltages specified for DOUBLE INSULATION and REINFORCED INSULATION could be applied to parts of circuits which are not required to withstand these voltages. To avoid this, such parts may be disconnected during the tests, or the parts of circuits where DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION is required may be tested separately.

6.6.4 Test voltages

Voltage tests are applied, using the values specified in table 6. No breakdown or repeated flashover shall occur. Corona effects and similar phenomena are disregarded.

For solid insulation, the a.c. and d.c. tests are alternative test methods. It is sufficient that the insulation passes either of the two. The tests are conducted with the voltage raised gradually over a period of 5 s or less to the specified value so that no appreciable transients occur, then maintained for 5 s. For simplicity a.c. may be chosen, or d.c. to avoid capacitive currents.

The CLEARANCE in case of homogeneous construction (see 6.5.1.1), is tested with an a.c., d.c. or peak impulse voltage with the peak value specified in table 6 for the value of CLEARANCE specified for inhomogeneous construction.

Impulse tests are the 1,2/50 μ s test specified in IEC 60060, conducted for a minimum of three pulses of each polarity at 1 s minimum intervals. If a.c. or d.c. tests are chosen, they shall be conducted for a minimum of three cycles in the case of a.c., or three times with a duration of 10 ms in each polarity in the case of d.c.

The values for testing DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION are 1,6 times the values from table 6 for BASIC INSULATION.

NOTE 1 When testing circuits, it may not be possible to separate tests of CLEARANCE from tests of solid insulation.

NOTE 2 The maximum test current of test equipment is usually limited to avoid HAZARDS arising from the test and damage to equipment which fails the test.

NOTE 3 It may be useful to make partial discharges within the insulation material perceptible (see IEC 60270 [3]).

NOTE 4 Care should be taken to discharge stored energy after test.

Table 6 – Test voltages for BASIC INSULATION

CLEARANCE	Peak voltage for impulse testing 1,2/50 µs	Voltage a.c. r.m.s. 50/60 Hz	Voltage a.c. peak 50/60 Hz or d.c.	CLEARANCE	Peak voltage for impulse testing 1,2/50 µs	Voltage a.c. r.m.s. 50/60 Hz	Voltage a.c. peak 50/60 Hz or d.c.
mm	V	V	V	mm	V	V	V
0,010	330	230	330	16,5	14 000	7 600	10 700
0,025	440	310	440	17,0	14 300	7 800	11 000
0,040	520	370	520	17,5	14 700	8 000	11 300
0,063	600	420	600	18,0	15 000	8 200	11 600
0,1	806	500	700	19	15 800	8 600	12 100
0,2	1 140	620	880	20	16 400	9 000	12 700
0,3	1 310	710	1 010	25	19 900	10 800	15 300
0,5	1 550	840	1 200	30	23 300	12 600	17 900
1,0	1 950	1 060	1 500	35	26 500	14 400	20 400
1,4	2 440	1 330	1 880	40	29 700	16 200	22 900
2,0	3 100	1 690	2 400	45	32 900	17 900	25 300
2,5	3 600	1 960	2 770	50	36 000	19 600	27 700
3,0	4 070	2 210	3 130	55	39 000	21 200	30 000
3,5	4 510	2 450	3 470	60	42 000	22 900	32 300
4,0	4 930	2 680	3 790	65	45 000	24 500	34 600
4,5	5 330	2 900	4 100	70	47 900	26 100	36 900
5,0	5 720	3 110	4 400	75	50 900	27 700	39 100
5,5	6 100	3 320	4 690	80	53 700	29 200	41 300
6,0	6 500	3 520	4 970	85	56 610	30 800	43 500
6,5	6 800	3 710	5 250	90	59 400	32 300	45 700
7,0	7 200	3 900	5 510	95	62 200	33 800	47 900
7,5	7 500	4 080	5 780	100	65 000	35 400	50 000
8,0	7 800	4 300	6 030	110	70 500	38 400	54 200
8,5	8 200	4 400	6 300	120	76 000	41 300	58 400
9,0	8 500	4 600	6 500	130	81 300	44 200	62 600
9,5	8 800	4 800	6 800	140	86 600	47 100	66 700
10,0	9 100	4 950	7 000	150	91 900	50 000	70 700
10,5	9 500	5 200	7 300	160	97 100	52 800	74 700
11,0	9 900	5 400	7 600	170	102 300	55 600	78 700
11,5	10 300	5 600	7 900	180	107 400	58 400	82 600
12,0	10 600	5 800	8 200	190	112 500	61 200	86 500
12,5	11 000	6 000	8 500	200	117 500	63 900	90 400
13,0	11 400	6 200	8 800	210	122 500	66 600	94 200
13,5	11 800	6 400	9 000	220	127 500	69 300	98 000
14,0	12 100	6 600	9 300	230	132 500	72 000	102 000
14,5	12 500	6 800	9 600	240	137 300	74 700	106 000
15,0	12 900	7 000	9 900	250	142 200	77 300	109 400
15,5	13 200	7 200	10 200	264	149 000	81 100	115 000
16,0	13 600	7 400	10 500				

NOTE Interpolation of test voltages is allowed.

Table 7 – Correction factors for test voltage according to test site altitude

Test site altitude m	Altitude correction factors for ranges of test voltages			
	$327 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 600 V_{\text{peak}}$ $231 V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 424 V_{\text{r.m.s.}}$	$600 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 3\,500 V_{\text{peak}}$ $424 V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 2\,475 V_{\text{r.m.s.}}$	$3\,500 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 25\text{ kV}_{\text{peak}}$ $2\,475 V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}}$	$25\text{ kV}_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}}$ $17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}}$
Sea-level	1,08	1,16	1,22	1,24
1 to 500	1,06	1,12	1,16	1,17
501 to 1 000	1,04	1,08	1,11	1,12
1 001 to 2 000	1,00	1,00	1,00	1,00
2 001 to 3 000	0,96	0,92	0,89	0,88
3 001 to 4 000	0,92	0,85	0,80	0,79
4 001 to 5 000	0,88	0,78	0,71	0,70

6.7 Constructional requirements

6.7.1 General

If a failure could cause a HAZARD,

- the security of wiring connections subject to mechanical stresses shall not depend on soldering;
- screws securing removable covers shall be captive if their length determines a CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE between ACCESSIBLE conductive parts and HAZARDOUS LIVE parts;
- accidental loosening or freeing of the wiring, screws, etc., shall not cause ACCESSIBLE parts to become HAZARDOUS LIVE.

The following shall not be used as insulation for safety purposes:

- materials which can easily be damaged (for example, lacquer, enamel, oxides, anodic films);
- non-impregnated hygroscopic materials (for example, paper, fibres, fibrous materials).

Conformity is checked by inspection.

6.7.2 ENCLOSURES OF PROBE ASSEMBLIES with DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION

A PROBE ASSEMBLY which relies on DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION throughout for protection against electric shock shall have an ENCLOSURE which surrounds all metal parts. This requirement does not apply to small metal parts such as nameplates, screws or rivets, if they are separated from parts which are HAZARDOUS LIVE by REINFORCED INSULATION or its equivalent.

ENCLOSURES or parts of ENCLOSURES made of insulating material shall meet the requirements for DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION.

Protection for ENCLOSURES or parts of ENCLOSURES made of metal shall be provided by one of the following means, except for parts where PROTECTIVE IMPEDANCE is used:

- an insulating coating or a BARRIER on the inside of the ENCLOSURE. This shall surround all metal parts and all places where loosening of a part which is HAZARDOUS LIVE might cause it to touch a metal part of the ENCLOSURE;

- b) CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES between the ENCLOSURE and parts which are HAZARDOUS LIVE that cannot be reduced below the values specified in 6.5 by loosening of parts or wires.

NOTE Screws or nuts with lock washers are not regarded as liable to become loose, nor are wires which are mechanically secured by more than soldering alone.

Conformity is checked by inspection and measurement and by the tests of 6.6.

6.7.3 Corona and partial discharge

The construction of a PROBE ASSEMBLY shall be such that, while operating at maximum RATED voltage, there is no corona or partial discharge.

Conformity is under consideration.

6.7.4 Cable attachment

The attachment of the cable to the probe body and to the equipment (or to the connectors if the attachment is not fixed) shall withstand forces likely to be encountered in NORMAL USE without damage which could cause a HAZARD. Solder alone, without mechanical gripping, shall not be used for strain relief. The insulation of the cable shall be mechanically secured to avoid retraction.

Conformity is checked by inspection and by applying the tests of 6.7.4.1 to 6.7.4.3. After the tests,

- a) *the cable shall not have been damaged;*
- b) *the insulation of the cable shall not have been cut or torn, and shall not have moved more than 2 mm in the bushing;*
- c) *CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall not have been reduced below the applicable value of 6.5;*
- e) *the cable shall pass the voltage test of 6.6 (without humidity preconditioning).*

NOTE For test purposes, it may be useful to prepare a special sample of the probe, manufactured in all respects like the probe being investigated but in which no solder has been applied.

6.7.4.1 Pull test

With the probe body or equipment or connector clamped so that it cannot move and any soldered connection severed, the cable is subjected for 1 min to a steady axial pull at the values shown below:

- a) *for probe bodies and for locking connectors, the value from table 8;*
- b) *for non-locking connectors, the value from table 8 or four times the axial pull force required to disconnect the connector, whichever is less.*

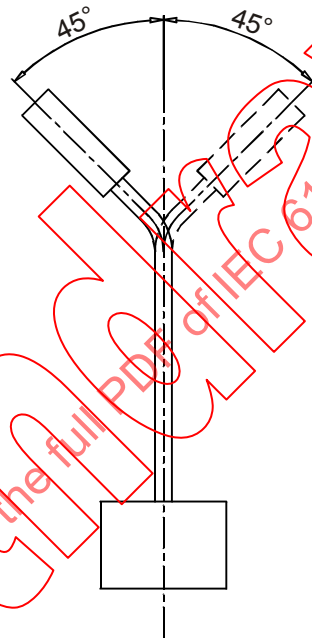
Table 8 – Pull force for cable attachment

Cross section of the conductor (a) mm ²	Pull force N
$a \leq 2,5$	36
$2,5 < a \leq 4$	50
$4 < a \leq 6$	60
$6 < a \leq 10$	80
$10 < a \leq 16$	90
NOTE For cables with multiple conductors, the cross-sectional area (a) is calculated as the sum of the cross-sectional areas of the individual conductors.	

6.7.4.2 Flexing/pull test

The test is shown in Figure 7. With the probe body or equipment or connector clamped so that it cannot move and any soldered connection severed, attach a mass that provides a force according to Table 9. For cables with multiple conductors, the cross-sectional area is calculated as the sum of the cross-sectional areas of the individual conductors. For coaxial probe cable, the cross-section of the shield is considered to be equal to the cross-section of an inner conductor.

The end being tested is made to oscillate 45° each side of the axis of oscillation with minimum movement of the hanging mass. Samples with flat flexible cords are mounted so that the major axis of the section is parallel to the axis of oscillation. Halfway through the test, cords with circular section are turned 90° about the centreline. 5 000 flexings (single movements through 90° either backwards or forwards) are made at a rate of 60 per minute.



IEC 2608/01

Figure 7 – Flexing test

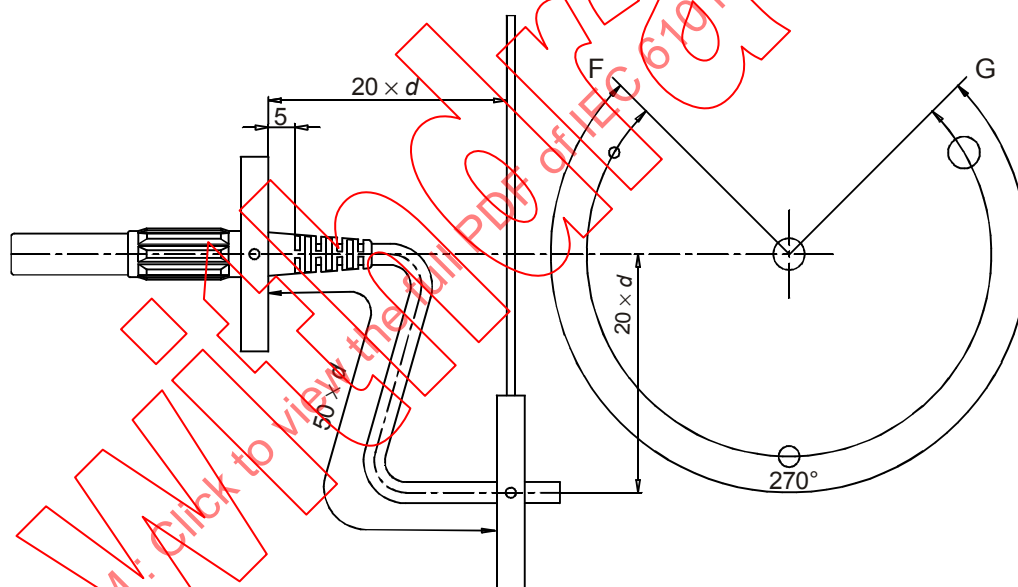
Table 9 – Forces for flexing/pull test for single core probe cable

Cross section of conductor mm ²	≤ 0,25	0,50	1,0	2,5	4	6	10
Force N	2,5	5	10	25	40	60	100

NOTE For cross-sections between the values in the table, linear interpolation is allowed.

6.7.4.3 Rotational flexing test

The lead is mounted in the test fixture as shown in figure 8, so that the fixed clamp holds the probe body, connector, or equipment with 5 mm of the solid portion protruding through the clamp. The rotating clamp is attached to the probe lead at a point 50 times the diameter of the cable, measured along the surface of the lead from the fixed clamp. The rotating clamp rotates in a plane at a distance equal to 20 times the diameter of the cable from the fixed clamp. The rotating clamp is rotated from point F to G and back to point F (one complete oscillation) at a rate of 20 oscillations per minute for a total of 250 swings. The plug is turned 90° about its axis and the test continued for a further 250 oscillations.



IEC 2609/01

Key

- d diameter of cable
- F start point
- G end point ($F + 270^\circ$)

Figure 8 – Flexing test for cable used in PROBE ASSEMBLIES (see 6.7.4)

6.7.5 INSULATION OF A PROBE CABLE

Probe cable which has a wear indicator shall provide at least DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION when new, and at least BASIC INSULATION when the wear indicator is reached (see also 6.4.3).

Probe cable which does not have a wear indicator shall provide at least DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION when new and after typical lifetime wear.

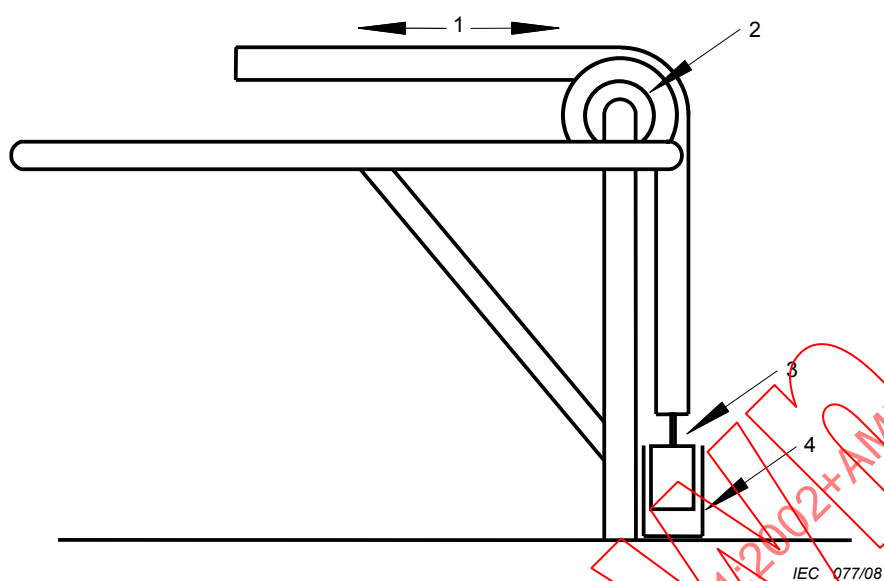
Conformity is checked by the following tests:

Three unconditioned samples of the probe cable and three samples conditioned as specified in 10.2 a) are tested. Each sample is 1 m long.

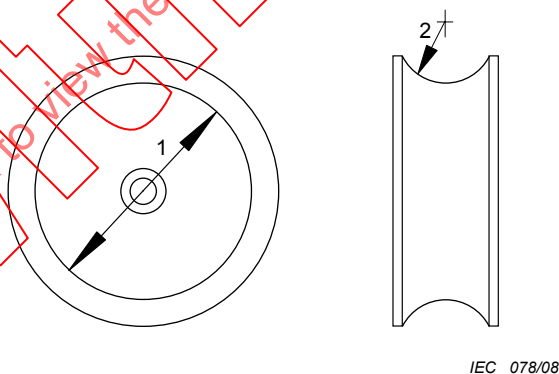
One unconditioned sample is subjected to the voltage tests of 6.6, with the values for REINFORCED INSULATION.

Each sample is passed over a piece of emery cloth mounted to and conforming with the pulley radius of curvature (see Figure 12), with the pulley fixed so that it cannot rotate (see Figure 11). The emery cloth is No. 120 grit with aluminium oxide abrasive, cloth backing, and an enclosed coating. To prevent rolling of the cable, the inside surface of the pulley is concave. The probe cable is placed over the pulley (see Figure 11) and supported by a 90° arc of the pulley. One end of the probe cable is attached to a weight with a mass of 1 kg. The probe cable is positioned so that its midpoint is at the centre of the emery cloth at the middle of the cycle. With the weight guided to prevent swinging, the probe cable is passed over the emery cloth surface for the lesser of 250 cycles or until a contrasting colour wear indicator becomes visible – one cycle consisting of one forward and one reverse movement of the free end of the cord for a distance of 0,5 m.

After this treatment, each sample is checked by the voltage tests of 6.6 between the internal conductors of the probe cable and metal foil wrapped around the outer insulation. Test voltage values are determined as specified in 6.4.3. The BASIC INSULATION test voltage values are used if the cycling treatment was terminated because the contrasting colour became visible. The REINFORCED INSULATION test voltage values are used if 250 cycles were completed during the cycling treatment without the contrasting colour becoming visible.

**Key**

- 1 probe cable
- 2 fixed pulley
- 3 weight with a mass of 1 kg
- 4 weight guide

Figure 11 – Treatment of the insulation of probe cable**Key**

Dimensions:

- 1 internal pulley diameter $\geq 5 \times$ cable diameter
- 2 pulley radius of curvature $\geq 5 \times$ cable diameter

Figure 12 – Pulley for the treatment of Figure 11

7 Protection against mechanical HAZARDS

Handling of a PROBE ASSEMBLY during NORMAL USE shall not lead to a HAZARD.

NOTE Easily touched edges, projections, etc. should be smooth and rounded so as not to cause injury during NORMAL USE (this does not apply to PROBE TIPS, plug pins, etc.)

Conformity is checked by inspection.

8 Mechanical resistance to shock and impact

PROBE ASSEMBLIES shall not cause a HAZARD when subjected to shock and impact likely to occur in NORMAL USE. To achieve this requirement, PROBE ASSEMBLIES shall have adequate mechanical strength, components shall be reliably secured and electrical connections shall be secure.

Conformity is checked by performing the tests of 8.1 to 8.3. The PROBE ASSEMBLY is not operated during the tests.

After completion of the tests, the PROBE ASSEMBLY shall pass the voltage tests of 6.6 (without humidity preconditioning) and is inspected to check that

- a) parts which are HAZARDOUS LIVE have not become ACCESSIBLE;*
- b) ENCLOSURES show no cracks which could cause a HAZARD;*
- c) CLEARANCES are not less than their permitted values and the insulation of internal wiring remains undamaged;*
- d) BARRIERS have not been damaged or loosened;*
- e) there has been no damage which could cause spread of fire.*

Damage to the finish, small dents which do not reduce CREEPAGE DISTANCES or CLEARANCES below the values specified in this standard, and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or moisture, are to be ignored.

8.1 Rigidity test

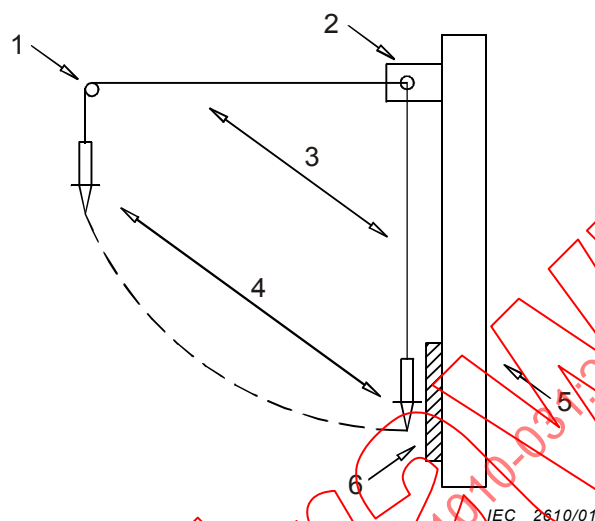
The PROBE ASSEMBLY is held firmly against a rigid support and subjected to a force of 20 N applied by the hemispherical end of a hard rod of 12 mm diameter. The rod is applied three times to any part of the PROBE ASSEMBLY which is ACCESSIBLE when the PROBE ASSEMBLY is ready for use, and which could cause a HAZARD if distorted.

8.2 Drop test

Three samples of the PROBE ASSEMBLY are each dropped three times through a distance of 1 m on to a hardwood board with a thickness of 50 mm and a density of more than 700 kg/m³, lying flat on a rigid base such as a concrete block. For each sample, the three tests are carried out so as to apply the impact to different points on the probe body.

8.3 Impact swing test

The probe body is subjected to impact against a hardwood board fixed to a solid wall, when swinging as a pendulum by its cable (see figure 9). The height of the drop is 2 m, or the probe cable length if shorter. The hardwood board has a thickness of 50 mm and a density of more than 700 kg/m³.



Key

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1 Start point | 4 Probe |
| 2 Suspension point | 5 Wall |
| 3 Cable | 6 Hardwood board |

Figure 9 – Impact swing test (see 8.3)

9 Temperature limits and protection against the spread of fire

9.1 General

Any heating shall not cause a HAZARD in NORMAL CONDITION or in SINGLE FAULT CONDITION, nor shall it cause spread of fire outside the PROBE ASSEMBLY.

Easily touched surfaces shall not exceed the following temperatures in NORMAL CONDITION, nor 105 °C in SINGLE FAULT CONDITION, at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher.

Metal:	55 °C
Non-metallic materials:	70 °C
Wire and cable:	75 °C

If easily touched heated surfaces are necessary for functional reasons, they are permitted to exceed these values, but shall be recognizable as such by appearance or function, or shall be marked with symbol 9 of Table 1 (see 5.2).

If protection against fire depends on separation of circuits, they shall be separated at least by BASIC INSULATION.

For constructional requirements to prevent spread of fire, refer to 6.7.4.

Conformity is checked by inspection, by the tests of 9.2 and by tests in the SINGLE FAULT CONDITIONS of 4.4. Alternatively, if protection is assured by separation of circuits, conformity is checked by measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES, and by making the voltage tests of 6.6 (without humidity preconditioning).

9.2 Temperature tests

A PROBE ASSEMBLY is tested under reference test conditions and in the position of NORMAL USE (see 4.3.2). The tests of 6.7.4.1 to 6.7.4.3 are performed before performing these temperature tests. Temperatures are measured when steady state has been attained.

NOTE 1 The maximum temperature of a part is in most cases determined by measuring the temperature rise of the part under the conditions of 9.2 and adding it to the maximum ambient temperature (40 °C or the maximum RATED ambient temperature if higher, see 1.4).

NOTE 2 NORMAL USE includes following the manufacturers instructions for ventilation and any specified limits for intermittent operation given in the documentation.

10 Resistance to heat

10.1 Integrity of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall meet the requirements of 6.5 when the PROBE ASSEMBLY is operated at an ambient temperature of 40 °C or the maximum RATED ambient temperature if higher (see 1.4).

Conformity in cases of doubt, if the PROBE ASSEMBLY produces an appreciable amount of heat, is checked by operating the PROBE ASSEMBLY under the reference test conditions of 4.3, except that the ambient temperature is 40 °C or the maximum RATED ambient temperature, if higher. After this test, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall not have been reduced below the requirements of 6.5.

If the PROBE ASSEMBLY has an ENCLOSURE which is non-metallic, the temperature of parts of the ENCLOSURE is measured for the purpose of 10.2.

10.2 Resistance to heat

PROBE ASSEMBLIES of non-metallic material shall be resistant to elevated temperatures.

Conformity is checked by one of the following treatments:

- a) *a non-operative treatment, in which the PROBE ASSEMBLY, not energized, is stored for 7 h at a temperature of 70 °C. However, if during the test of 10.1, a higher temperature is measured, the storage temperature is to be 10 °C above that measured temperature. If the PROBE ASSEMBLY contains components which might be damaged by this treatment, an empty PROBE ASSEMBLY may be treated, followed by assembly at the end of the treatment;*
- b) *an operative treatment, in which the PROBE ASSEMBLY is operated under the reference test conditions of 4.3 and in an ambient temperature of 60 °C or 20 °C above the maximum RATED ambient temperature, if higher.*

After the treatment, the PROBE ASSEMBLY shall cause no HAZARD and shall pass the tests of 6.6, 8.1, 8.2 and 8.3. CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCES shall not have been reduced below the requirements of 6.5.

11 Protection against hazards from fluids

11.1 General

PROBE ASSEMBLIES containing fluids, or to be used in measurements of processes on fluids, shall be designed to give protection to the OPERATOR and surrounding area against HAZARDS from fluids encountered in NORMAL USE.

NOTE Fluids likely to be encountered fall into three categories:

- a) having continuous contact, for example, in vessels intended to contain them;
- b) having occasional contact, for example, cleaning fluids;
- c) having accidental (unexpected) contact. The manufacturer cannot safeguard against such cases.

Conformity is checked by the treatment and tests of 11.2

11.2 Cleaning

If a cleaning or decontamination process is specified by the manufacturer, this shall not cause a direct safety HAZARD, an electric shock HAZARD, or a HAZARD resulting from corrosion or other weakening of structural parts associated with safety. The cleaning method and any decontamination method shall be described in the documentation (see 5.4.3).

Conformity is checked by cleaning the PROBE ASSEMBLY three times according to the manufacturer's instructions. If, immediately after this treatment, there are any signs of wetting of parts likely to cause a HAZARD, the PROBE ASSEMBLY shall pass the voltage test of 6.6 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1. If a decontamination method is specified, this method is applied once.

11.3 Specially protected PROBE ASSEMBLIES

If the PROBE ASSEMBLY is RATED or marked by the manufacturer as having a protected ENCLOSURE, it shall comply with the relevant requirements of IEC 60529.

Conformity is checked by inspection and by subjecting the PROBE ASSEMBLY to the appropriate treatment of IEC 60529, after which the PROBE ASSEMBLY shall pass the voltage tests of 6.6 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1.

12 Components

12.1 General

If safety is involved components shall be used in accordance with their specified RATINGS unless a specific exception is made. They shall conform to one of the following:

- a) all applicable safety requirements of relevant IEC standards. Conformity with other requirements of the component standard is not required. If necessary for the application, they shall be subjected to the tests of this standard, except that it is not necessary to carry out identical or equivalent tests already performed to check conformity with the component standard;
- b) the requirements of this standard and, if necessary for the application, any additional applicable safety requirements of the relevant IEC component standard;
- c) if there is no relevant IEC standard, the requirements of this standard.

Components approved by a recognized testing authority for conformity with all applicable safety requirements need not be retested.

Conformity is checked by inspection, and if necessary, by test.

12.2 Fuses

If a fuse is installed in a PROBE ASSEMBLY, it shall have a voltage RATING at least as high as the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY, and an appropriate breaking capacity and current RATING for the intended application of the PROBE ASSEMBLY (see also 5.1.3).

NOTE The minimum breaking capacity will normally need to be the current produced by dividing the maximum RATED voltage by the impedance of the PROBE ASSEMBLY, or pair of PROBE ASSEMBLIES, as appropriate.

Conformity is checked by inspection.

12.3 HIGH-INTEGRITY components

HIGH-INTEGRITY components shall be used in positions (for example, PROTECTIVE IMPEDANCE) where, if short-circuiting or disconnection occurred, an infringement of the requirements in SINGLE FAULT CONDITION would be caused. HIGH-INTEGRITY components shall be constructed, dimensioned and tested to IEC publications (if applicable) so that safety and reliability for the expected application is assured. They may be regarded as fault-free in relation to the safety requirements of this standard.

NOTE 1 Examples for such requirements and tests are:

- a) dielectric strength tests appropriate for DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION;
- b) dimensioning for at least twice the dissipation (resistor);
- c) climatic tests and endurance tests to ensure reliability for the expected life of the PROBE ASSEMBLY;
- d) surge tests for resistors (see IEC 60065 [2]).

A single electronic device which employs electron conduction in a vacuum, gas or semiconductor is not regarded as a HIGH-INTEGRITY component.

Conformity is checked by performing the relevant tests.

NOTE 2 Requirements and test methods are under consideration for evaluating whether a single component can be considered to be a HIGH-INTEGRITY component.

12.3.1 Resistors used in PROTECTIVE IMPEDANCE

Any resistor or resistor assembly forming part of a PROTECTIVE IMPEDANCE used in a PROBE ASSEMBLY (see 6.4) shall be a HIGH-INTEGRITY resistor or assembly meeting the following requirements:

- a) the resistor or assembly shall withstand twice the dissipation occurring at the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY;
- b) the resistor or assembly shall withstand twice the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY for at least 1 s;
- c) the distance across the resistor or assembly shall be at least the value of CLEARANCE for DOUBLE INSULATION at the maximum RATED voltage of the PROBE ASSEMBLY. If heating occurs at maximum RATED voltage, then the CLEARANCE shall be the value applicable to the RATED maximum WORKING VOLTAGE multiplied by T_2/T_1 , where T_1 is the maximum RATED ambient temperature of the PROBE ASSEMBLY and T_2 is the maximum temperature around the resistor at maximum RATED voltage with the maximum ambient temperature applied (both in kelvins).

Conformity is checked by measurement and test.

13 Prevention of HAZARD from arc flash and short-circuits

13.1 General

When a PROBE TIP or crocodile clip temporarily bridges two high-energy conductors, it may cause a short-circuit, resulting in high current flow through the PROBE TIP or crocodile clip.

The PROBE TIP or crocodile clip may become hot, or may melt. This may cause burns to an OPERATOR or a bystander near the PROBE TIP.

If contact is broken (by OPERATOR action, melting, or other event) while current is flowing through the PROBE TIP or crocodile clip, arcing may occur. The arcing will ionize the air in the vicinity of the arc, permitting continued current flow in the vicinity of the PROBE TIP or crocodile clip. If there is sufficient available energy, then the ionization of the air will continue to spread and the flow of current through the air continues to increase. The result is an arc flash, which is similar to an explosion, and can cause injury or death to an OPERATOR or a bystander.

PROBE TIPS and crocodile clips shall be constructed to mitigate the risk of arc flash and short-circuits.

Conformity is checked as specified in 13.2.

13.2 Exposed conductive parts

The exposed conductive part of a PROBE TIP shall be constructed as follows.

- a) For PROBE ASSEMBLIES RATED for measurement category III or IV, the exposed conductive part of a PROBE TIP shall not exceed 4 mm.
- b) For special applications within measurement category I where the energy levels will not support arc flash or fire, the exposed conductive part of a PROBE TIP may exceed 19 mm but shall not exceed 80 mm.
- c) For other PROBE ASSEMBLIES, the exposed conductive part of a PROBE TIP shall not exceed 19 mm.
- d) The outer surfaces of the jaws of crocodile or similar clips RATED for measurement category II, III, or IV shall not be conductive. HAZARDOUS LIVE parts of a crocodile or similar clip shall not be ACCESSIBLE when closed.

Conformity is checked by inspection and measurement of the exposed conductive parts of the PROBE TIP or jaws.

Annex A (normative)

Measuring circuits for ACCESSIBLE current (see 6.3)

A.1 Measuring circuits for d.c. and for a.c. with frequencies up to 1 MHz

The current shall be measured with the circuit of figure A.1. The current shall be calculated from:

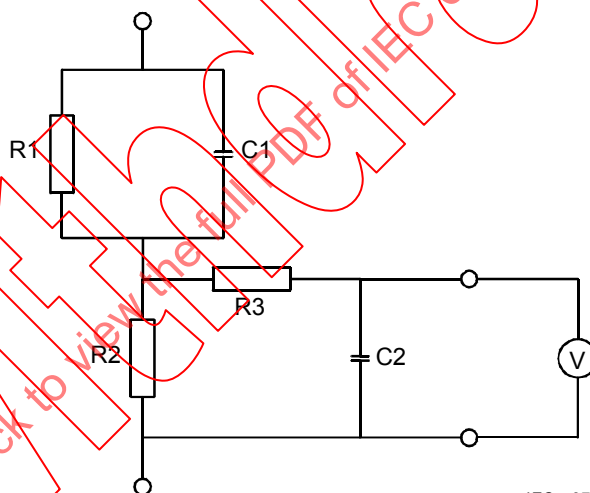
$$I = \frac{U}{500}$$

where

I is the current, in amperes;

U is the voltage in volts indicated by the voltmeter.

This circuit represents the impedance of the body and compensates for the change of physiological response of the body with frequency.



IEC 2743/2000

Components

C1	0,22 µF
C2	0,022 µF
R1	1 500 Ω
R2	500 Ω
R3	10 kΩ
V	Voltmeter

Figure A.1 – Measuring circuit for d.c. and for a.c. with frequencies up to 1 MHz

A.2 Measuring circuits for d.c. and for a.c. with sinusoidal frequencies up to 100 Hz

If the frequency does not exceed 100 Hz, the current may be measured with the alternative circuit of figure A.2. When using the voltmeter, the current shall be calculated from:

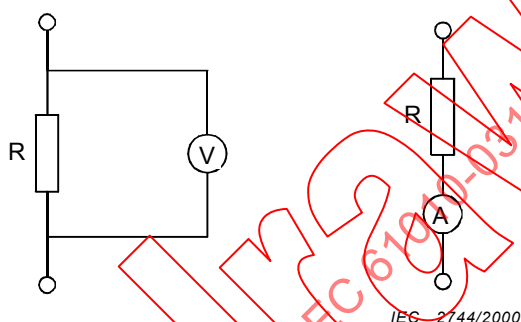
$$I = \frac{U}{2\,000}$$

where

I is the current in amperes;

U is the voltage in volts indicated by the voltmeter.

The circuit represents the impedance of the body for frequencies not exceeding 100 Hz.



Components

A Amperemetre

R 2 000 Ω

V Voltmeter

NOTE The value 2 000 Ω includes the impedance of the measuring instrument.

Figure A.2 – Measuring circuits for d.c. and for a.c. with sinusoidal frequencies up to 100 Hz

A.3 Current measuring circuit for electrical burns at high frequencies

The current shall be measured with the circuit of figure A.3. The current shall be calculated from:

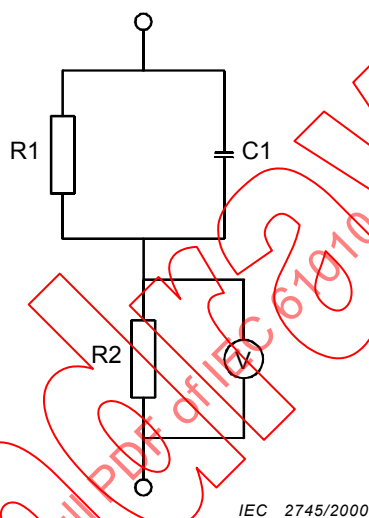
$$I = \frac{U}{500}$$

where

I is the current amperes;

U is the voltage in volts indicated by the voltmeter.

This circuit compensates for the change of physiological response to the body with frequency.



Components

R1 1 500 Ω

R2 500 Ω

C1 0,22 μF

V Voltmeter

Figure A.3 – Current measuring circuit for electrical burns

A.4 Measuring circuit for wet contact

For wet contact the circuit of figure A.4 shall be used. The current is calculated from:

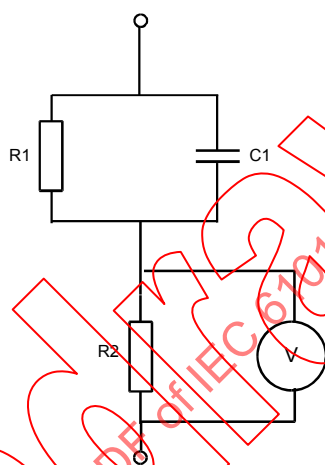
$$I = \frac{U}{500}$$

where

I is the current in amperes;

U is the voltage, indicated by the voltmeter.

This circuit represents the impedance of the body when there is no skin contact resistance.



$R1 = 375 \, \Omega$

$R2 = 500 \, \Omega$

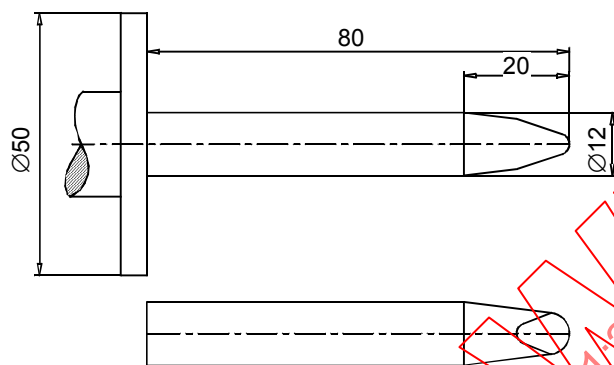
$C1 = 0,22 \, \mu\text{F}$

IEC 2746/2000

Figure A.4 – Current measuring circuit for wet contact

Annex B (normative)

Standard test fingers (see 6.2)



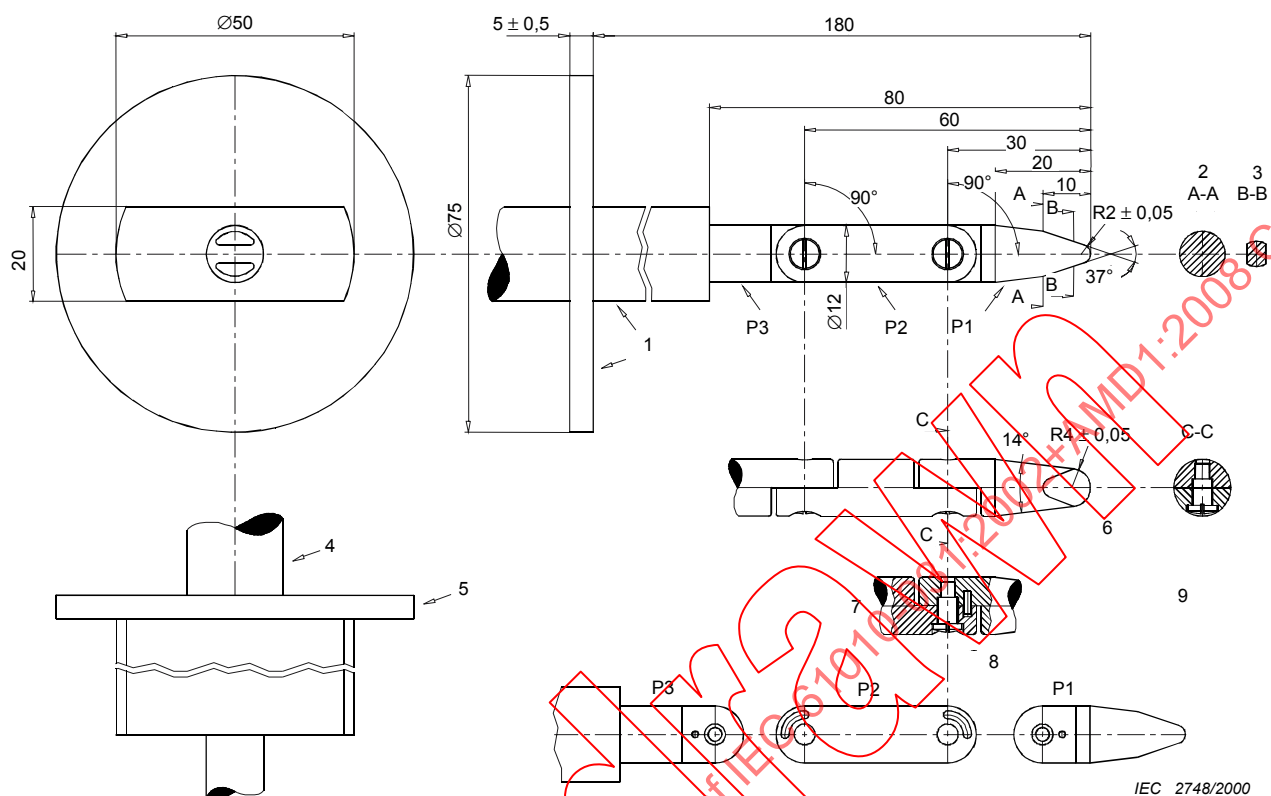
IEC 2747/2000

Dimensions in millimetres

For tolerances and dimensions of the fingertip, see figure B.2.

NOTE This test finger is identical to test probe 11 from IEC 61032.

Figure B.1 – Rigid test finger



Dimensions in millimetres

Key

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1 Insulating material | 6 Spherical |
| 2 Section AA | 7 Detail x (Example) |
| 3 Section BB | 8 Side view |
| 4 Handle | 9 Chamfer all edges |
| 5 Stop plate | |

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- on angles: 0 to $-10'$
- on linear dimensions:

up to 25 mm:	0 to $-0,05$ mm
over 25 mm:	$\pm 0,2$ mm

Material of finger: heat-treated steel, etc.

Both joints of this finger may be bent through an angle of $(90^{+10}_0)^\circ$ but in one and the same direction only.

Using the pin and groove solution is only one of the possible approaches in order to limit the bending angle to 90° . For this reason, dimensions and tolerances of these details are not given in the drawing. The actual design shall ensure a $(90^{+10}_0)^\circ$ bending angle.

NOTE This test finger is identical to test probe B from IEC 61032.

Figure B.2 – Jointed test finger

Annex C (normative)

Measurement of CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES

The width X of grooves specified in examples 1 to 11 apply to all examples as a function of the POLLUTION degrees given in table C.1.

Table C.1 – Relation between POLLUTION degrees and width of grooves

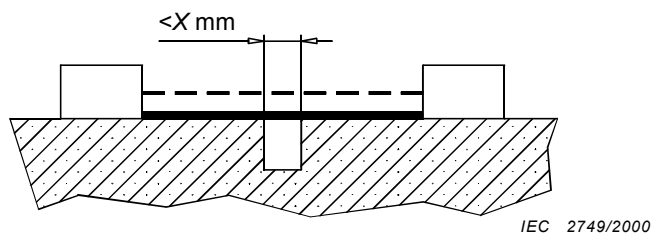
POLLUTION degree	Width X of grooves, minimum values mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5

If the associated CLEARANCE is less than 3 mm, the minimum groove width shall be reduced to one-third of this CLEARANCE.

The methods of measuring CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES are indicated in the following examples 1 to 11. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

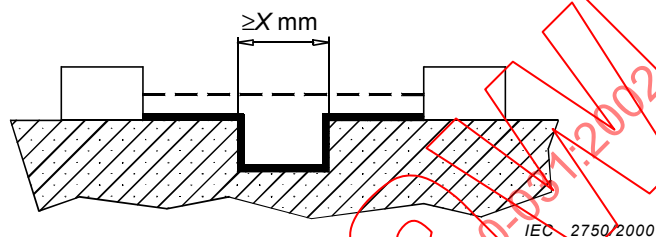
The following assumptions are made:

- a) if the distance across a groove is equal to, or larger than, the specified width X , the CREEPAGE DISTANCE is measured along the contours of the groove (see example 2);
- b) any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see example 3);
- e) CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.



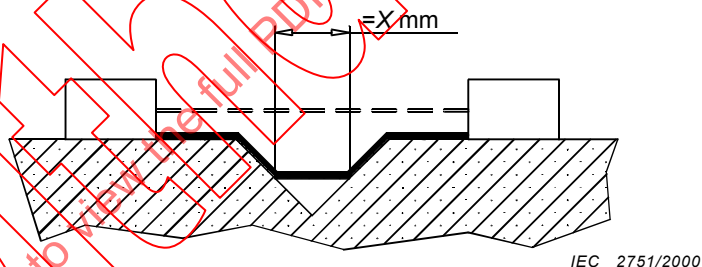
EXAMPLE 1 The path includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X .

The CLEARANCE and the CREEPAGE DISTANCE are measured directly across the groove as shown.



EXAMPLE 2 The path includes a parallel-sided groove of any depth and equal to or more than X .

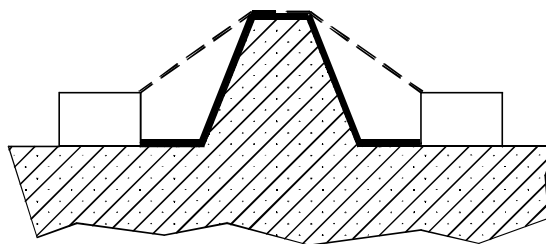
The CLEARANCE is the "line-of-sight" distance. The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the groove.



EXAMPLE 3 The path includes a V-shaped groove with a width greater than X .

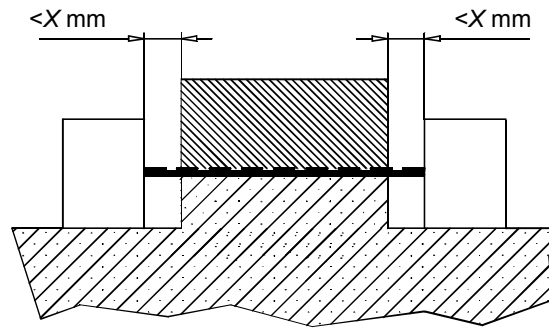
The CLEARANCE is the "line-of-sight" distance.

The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X link.



EXAMPLE 4 The path includes a rib.

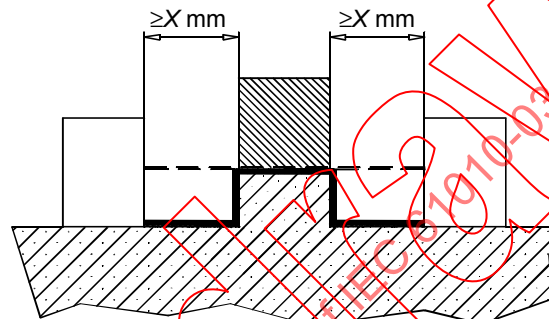
The CLEARANCE is the shortest direct air path over the top of the rib. The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the rib.



IEC 2753/2000

EXAMPLE 5 The path includes an uncemented joint with grooves less than X wide on each side.

The CLEARANCE and the CREEPAGE DISTANCE path is the “line-of-sight” distance shown.

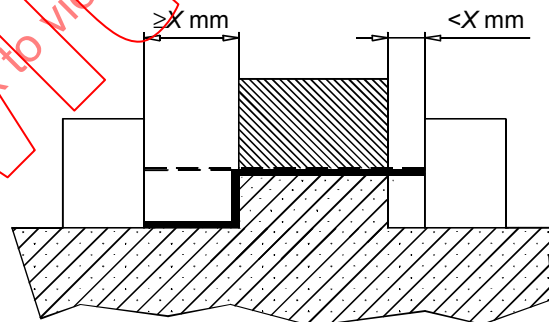


IEC 2754/2000

EXAMPLE 6 The path includes an uncemented joint with grooves equal to, or more than, X .

The CLEARANCE is the “line-of-sight” distance.

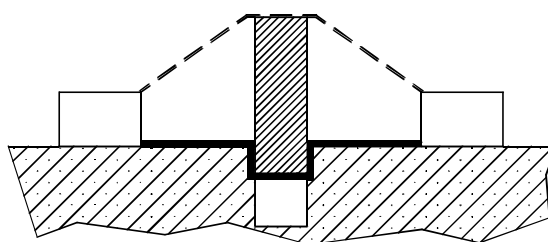
The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the grooves.



IEC 2755/2000

EXAMPLE 7 The path includes an uncemented joint with a groove on one side less than X wide and the groove on the other side equal to, or more than, X wide.

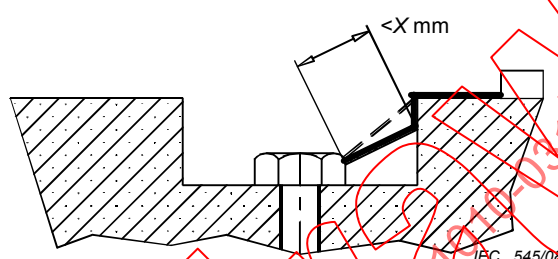
The CLEARANCE and the CREEPAGE DISTANCE are as shown.



IEC 2756/2000

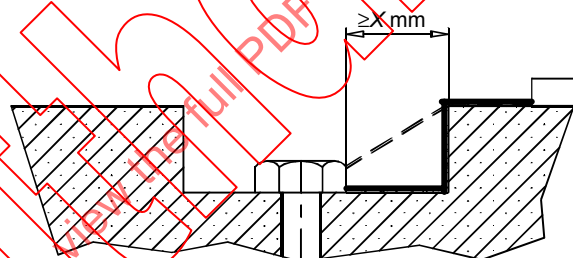
EXAMPLE 8 The CREEPAGE DISTANCE through the uncemented joint is less than the CREEPAGE DISTANCE over the BARRIER.

The CLEARANCE is the shortest direct air path over the top of the BARRIER.



IEC 545/08

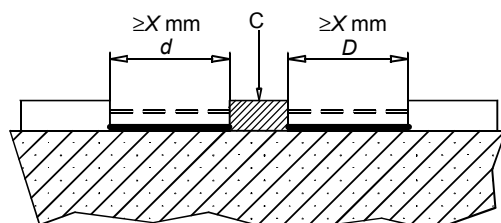
EXAMPLE 9 The gap between the head of the screw and the wall of the recess too narrow to be taken into account.



IEC 546/08

EXAMPLE 10 The gap between the head of the screw and the wall of the recess wide enough to be taken into account.

Measurement of the CREEPAGE DISTANCE is from screw to wall when the distance is equal to X.



IEC 547/08

EXAMPLE 11 C = floating part

The CLEARANCE is the distance $d + D$. The CREEPAGE DISTANCE is also $d + D$.

— CREEPAGE DISTANCE

- - - CLEARANCE

Annex D (informative)

Index of defined terms

Term	Definition
ACCESSIBLE (of a part)	3.4.1
BARRIER.....	3.1.3
BASIC INSULATION	3.5.1
CLEARANCE	3.5.7
CREEPAGE DISTANCE.....	3.5.8
DOUBLE INSULATION	3.5.3
ENCLOSURE	3.1.2
HAZARD.....	3.4.11
HAZARDOUS LIVE.....	3.4.2
HIGH INTEGRITY	3.4.3
NORMAL CONDITION	3.4.6
NORMAL USE.....	3.4.5
OPERATOR	3.4.8
POLLUTION	3.5.5
POLLUTION degree.....	3.5.6
POLLUTION degree 1.....	3.5.6.1
POLLUTION degree 2.....	3.5.6.2
POLLUTION degree 3.....	3.5.6.3
PROBE ASSEMBLY	3.1.4
PROBE TIP.....	3.1.5
PROTECTIVE IMPEDANCE.....	3.4.4
RATED (value).....	3.2.1
RATING	3.2.2
REFERENCE CONNECTOR	3.1.6
REINFORCED INSULATION	3.5.4
RESPONSIBLE BODY.....	3.4.9
SINGLE FAULT CONDITION.....	3.4.7
SUPPLEMENTARY INSULATION	3.5.2
TERMINAL.....	3.1.1
TOOL	3.1.7
TYPE TEST.....	3.3.1
WET LOCATION.....	3.4.10
WORKING VOLTAGE	3.2.3

Bibliography

- [1] IEC 60050(151), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*
- [2] IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*
- [3] IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*
- [4] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- [5] IEC 61032, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*
- [6] IEC 61010 (all parts), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	67
1 Domaine d'application et objet	69
1.1 Domaine d'application	69
1.2 Objet	69
1.3 Vérification	70
1.4 Conditions d'environnement	70
2 Références normatives	70
3 Définitions	71
3.1 Parties et accessoires	71
3.2 Grandeurs électriques	72
3.3 Essais	72
3.4 Termes de sécurité	72
3.5 Isolation	73
4 Essais	77
4.1 Généralités	77
4.2 Séquence d'essais	78
4.3 Conditions de référence pour les essais	78
4.4 Essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT	79
5 Marquage, indications et documentations	81
5.1 Marquage et indications	81
5.2 Avertissements	83
5.3 Durabilité du marquage	84
5.4 Documentation	84
6 Protection contre les chocs électriques	85
6.1 Généralités	85
6.2 Détermination des parties ACCESSIBLES	86
6.3 Limites admissibles pour les parties ACCESSIBLES	88
6.4 Prescriptions d'isolation pour la protection contre les chocs électriques	91
6.5 DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE	95
6.6 Essais de tension	101
6.7 Exigences relatives à la construction	104
7 Protection contre les DANGERS mécaniques	110
8 Résistance mécanique aux chocs et impacts	110
8.1 Essai de rigidité	110
8.2 Essai de chute	110
8.3 Essai d'oscillation	111
9 Limites de température de l'appareil et protection contre la propagation du feu	111
9.1 Généralités	111
9.2 Essais thermiques	112
10 Résistance à la chaleur	112
10.1 Intégrité des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE	112
10.2 Résistance à la chaleur	112

11	Protection contre les dangers provenant des fluides	113
11.1	Généralités	113
11.2	Nettoyage	113
11.3	SONDES ÉQUIPÉES avec protection spéciale	113
12	Composants	113
12.1	Généralités	113
12.2	Fusibles	114
12.3	Composants de HAUTE INTÉGRITÉ	114
13	Prévention du DANGER d'arc électrique et de courts-circuits	115
13.1	Généralités	115
13.2	Parties conductrices exposées	115
	Annexe A (normative) Circuits de mesure du courant ACCESSIBLE (voir 6.3)	116
	Annexe B (normative) Doigts d'épreuve normalisés (voir 6.2)	120
	Annexe C (normative) Mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE	122
	Annexe D (informative) Index des termes définis	126
	Bibliographie	127
	Figure 1 – Exemples de SONDES ÉQUIPÉES de type A et C	75
	Figure 2 – Exemples de SONDES ÉQUIPÉES de type B	76
	Figure 10 – Exemples de SONDES ÉQUIPÉES de type D	77
	Figure 3 – Méthodes de détermination des parties ACCESSIBLES (voir 6.2) et des essais de tension (voir 6.4.1)	87
	Figure 4 – Exemple d'application de la feuille métallique pour la mesure du courant ACCESSIBLE	88
	Figure 5 – Niveau de capacité chargée en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.1.3 et 6.3.2.3)	90
	Figure 6 – Protection contre le contact avec la POINTE DE TOUCHE (voir 6.4.4)	94
	Figure 7 – Essai de flexion	106
	Figure 8 – Essai de flexion pour les câbles utilisés dans les SONDES ÉQUIPÉES (voir 6.7.4)	107
	Figure 11 – Traitement de l'isolation du câble de sonde	109
	Figure 12 – Poulie pour le traitement de la Figure 11	109
	Figure 9 – Essai d'oscillation (voir 8.3)	111
	Figure A.1 – Circuit de mesure d'un courant continu et d'un courant alternatif avec des fréquences allant jusqu'à 1 MHz	116
	Figure A.2 – Circuits de mesure d'un courant continu et d'un courant alternatif sinusoïdal avec des fréquences allant jusqu'à 100 Hz	117
	Figure A.3 – Circuit de mesure du courant pour brûlures électriques	118
	Figure A.4 – Circuit de mesure du courant pour contact mouillé	119
	Figure B.1 – Doigt d'épreuve rigide	120
	Figure B.2 – Doigt d'épreuve articulé	121

Tableau 1 – Symboles	82
Tableau 2 – Coefficient multiplicateur pour les DISTANCES DANS L'AIR jusqu'à 5 000 m d'altitude	96
Tableau 3 – DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV.....	97
Tableau 4 – Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR pour le calcul de 6.5.2.2.....	99
Tableau 5 – LIGNES DE FUITE	100
Tableau 6 – Tensions d'essai pour L'ISOLATION PRINCIPALE	103
Tableau 7 – Coefficients de correction pour tension d'essai selon l'altitude du site d'essai.....	104
Tableau 8 – Force de traction pour l'attache du câble	106
Tableau 9 – Forces pour l'essai de traction/flexion pour un câble de sonde à conducteur unique	107
Tableau C.1 – Relation entre les degrés de POLLUTION et la largeur des rainures.....	122

IECNORM.COM. Click to view the full PDF of IEC 61010-031:2002+A1:2008 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES DE SÉCURITÉ POUR APPAREILS ÉLECTRIQUES DE MESURAGE,
DE RÉGULATION ET DE LABORATOIRE –****Partie 031: Prescriptions de sécurité pour sondes équipées
tenues à la main pour mesurage et essais électriques**

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.

La Norme internationale CEI 61010-031 a été établie par le comité d'études 66 de la CEI: Sécurité des appareils de mesure, de commande et de laboratoire.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

La CEI 61010-031 est une norme autonome. Par conséquent il n'y a pas lieu de se référer à la CEI 61010-1, sauf comme indiqué dans la note en 1.1.

Cette version consolidée de la CEI 61010-031 comprend la première édition (2002) [documents 66/262/FDIS et 66/272/RVD] et son amendement 1 (2008) [documents 66/383/CDV et 66/394/RVC].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions et définitions: caractères romains;
- NOTES: petits caractères romains;
- *conformité et essais: caractères italiques;*
- termes définis à l'article 3 et utilisés dans toute cette norme: CARACTÈRES ROMAINS EN PETITES CAPITALES.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

RÈGLES DE SÉCURITÉ POUR APPAREILS ÉLECTRIQUES DE MESURAGE, DE RÉGULATION ET DE LABORATOIRE –

Partie-031: Prescriptions de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesurage et essais électriques

1 Domaine d'application et objet

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61010 s'applique aux SONDES ÉQUIPÉES tenues à la main et manipulées, correspondant aux types décrits ci-dessous, ainsi qu'à leurs accessoires destinés aux usages professionnels, industriels (processus) et éducatifs. Ces SONDES ÉQUIPÉES sont destinées à être utilisées dans l'interface entre un phénomène électrique et un instrument de mesure ou d'essai. Elles peuvent être liées à l'appareil ou en être des accessoires détachables.

- a) SONDES ÉQUIPÉES, sans atténuation, à basse tension et à haute tension (type A). SONDES ÉQUIPÉES, sans atténuation ASSIGNÉES pour connexion directe à des tensions supérieures à 33 V efficaces ou à 46,7 V crête ou à 70 V continu mais ne dépassant pas 63 kV. Elles ne comportent aucun composant actif, et ne sont pas non plus conçues pour assurer la fonction de diviseur capacitif ou de mise en forme de signaux, mais elles peuvent contenir des composants passifs ne provoquant pas d'atténuation tels que des fusibles.
- b) SONDES ÉQUIPÉES à atténuateur ou diviseur à haute tension (type B). SONDES ÉQUIPÉES à atténuateur ou diviseur ASSIGNÉES pour connexion directe sur des tensions secondaires supérieures à 1 kV mais n'excédant pas 63 kV. La fonction diviseur peut être réalisée dans sa totalité à l'intérieur de la SONDE ÉQUIPÉE, ou en partie dans l'appareil de mesurage ou d'essai destiné à être utilisé avec la SONDE ÉQUIPÉE.
- c) SONDES ÉQUIPÉES à atténuateur ou diviseur à basse tension (type C). SONDES ÉQUIPÉES à atténuateur, à diviseur ou autre conditionneur de signal pour connexion directe à des tensions supérieures à 33 V efficaces ou à 46,7 V crête ou à 70 V continu, mais ne dépassant pas 1 kV efficace ou 1,5 kV continu. La fonction conditionneur de signal peut être réalisée dans sa totalité à l'intérieur de la SONDE ÉQUIPÉE, ou en partie à l'intérieur de l'appareil de mesurage ou d'essai destiné à être utilisé avec la SONDE ÉQUIPÉE.
- d) d) SONDES ÉQUIPÉES à basse tension (type D) à atténuateurs et sans atténuation ASSIGNÉES pour connexion directe uniquement à des tensions n'excédant pas 33 V efficaces ou 46,7 V crête ou 70 V continu, et adaptées pour des courants dépassant 8 A.

NOTE Les SONDES ÉQUIPÉES

- qui ne correspondent pas aux définitions des types A, B, C ou D, ou,
 - qui sont conçues pour être alimentées à partir d'un réseau de distribution basse tension, ou,
 - qui incorporent d'autres fonctionnalités non particulièrement adressées dans cette présente norme
- peuvent avoir aussi besoin d'être conformes aux prescriptions pertinentes des autres parties de la CEI 61010 [6]¹⁾.

1.2 Objet

1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application

L'objet de cette norme est de garantir que la conception et la construction assurent une protection adéquate de l'OPÉRATEUR et de la zone environnante contre

- a) les chocs électriques et les brûlures (voir articles 6, 10 et 11);
- b) les DANGERS d'ordre mécanique (voir articles 7, 8 et 11);
- c) les températures excessives (voir article 9);

¹⁾ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

- d) la propagation du feu à partir de la SONDE ÉQUIPÉE (voir article 9);
- e) l'explosion due à un arc électrique (voir l'Article 13).

NOTE L'attention est attirée sur l'existence de règles supplémentaires qui peuvent être spécifiées par les responsables nationaux de la santé et de la sécurité des travailleurs.

1.2.2 Aspects exclus du domaine d'application

Cette norme ne couvre pas

- a) la fiabilité de fonctionnement, les qualités de fonctionnement ni les autres caractéristiques de la SONDE ÉQUIPÉE;
- b) la qualité de l'emballage de transport;
- c) la maintenance (réparations);
- d) la protection du personnel de maintenance (réparations).

NOTE Il est attendu que le personnel de maintenance prenne des précautions raisonnables pour faire face aux DANGERS évidents, mais il convient que la conception des SONDES ÉQUIPÉES protège contre les incidents d'une manière adaptée, et que la documentation de maintenance indique tout DANGER résiduel.

1.3 Vérification

Cette norme spécifie également les méthodes de vérification, par contrôle et par ESSAIS DE TYPE, de la conformité de la SONDE ÉQUIPÉE aux prescriptions de cette norme.

1.4 Conditions d'environnement

Cette norme est applicable aux SONDES ÉQUIPÉES conçues pour être sûres au moins dans les conditions suivantes:

- a) altitude jusqu'à 2 000 m ou supérieure à 2 000 m si spécifié par le fabricant;
- b) températures de 5 °C à 40 °C; ou inférieures à 5 °C ou supérieures à 40 °C si spécifié par le fabricant;
- c) humidité relative maximale de 80 % pour des températures jusqu'à 31 °C, avec décroissance linéaire jusqu'à 50 % d'humidité relative à 40 °C;
- d) degré de POLLUTION ASSIGNÉ applicable.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60060 (toutes les parties), *Techniques des essais à haute tension*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61010, les définitions qui suivent sont applicables.

A moins qu'il n'y ait d'autres indications, les termes «tension» et «courant» correspondent aux valeurs efficaces vraies de la valeur alternative directe ou mixte (composée) de la tension ou du courant. Quand le terme «réseau» est utilisé, il fait référence au système de distribution électrique basse tension (au-dessus des valeurs de 6.3.2.1).

3.1 Parties et accessoires

3.1.1

BORNE

composant destiné à raccorder un dispositif (appareil) à des conducteurs extérieurs

[VEI 151-01-03 modifié]

NOTE La BORNE peut comporter un ou plusieurs contacts, ce terme inclut donc les prises, les connecteurs, etc.

3.1.2

ENVELOPPE

partie assurant la protection d'un appareil contre certaines influences extérieures et, dans toutes les directions, la protection contre le contact direct

3.1.3

BARRIÈRE

partie assurant la protection contre le contact direct à partir de n'importe quel sens habituel d'accès

NOTE Des ENVELOPPES et des BARRIÈRES peuvent assurer la protection contre la propagation du feu (voir 9.1).

3.1.4

SONDE ÉQUIPÉE

ensemble des dispositifs permettant un contact temporaire entre un appareil de mesure ou d'essai et un point situé sur un circuit électrique sur lequel est effectué la mesure ou l'essai. Il comprend le câble et les moyens nécessaires à la connexion avec l'appareil de mesure ou d'essai

NOTE Voir les Figures 1, 2 et 10 pour des exemples de SONDES ÉQUIPÉES et une désignation des fonctions des différentes parties.

3.1.5

POINTE DE TOUCHE

partie de la SONDE ÉQUIPÉE qui fait le contact avec le point devant être mesuré ou essayé

3.1.6

CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE

dispositif utilisé pour connecter un point de référence dans l'appareil de mesure ou d'essai (généralement la BORNE de terre fonctionnelle) à un point de référence sur le circuit électrique devant être mesuré ou essayé

3.1.7

OUTIL

dispositif extérieur, englobant les clés et les pièces de monnaie, utilisé pour aider quelqu'un à réaliser une fonction mécanique

3.2 Grandeurs électriques

3.2.1

ASSIGNÉE (valeur)

valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel

[VEI 151-04-03]

3.2.2

CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

ensemble des valeurs ASSIGNÉES et des conditions de fonctionnement

[VEI 151-04-04]

3.2.3

TENSION DE SERVICE

tension la plus élevée qui peut apparaître en permanence au travers de l'isolation en UTILISATION NORMALE

NOTE Les deux conditions, circuit ouvert et fonctionnement normal, sont prises en considération.

3.3 Essais

3.3.1

ESSAI DE TYPE

essai effectué sur un ou plusieurs échantillons d'appareil (ou de parties d'appareil) réalisés selon une conception donnée, pour vérifier que cette conception et la construction répondent à une ou plusieurs prescriptions de cette norme

NOTE Cette définition développe celle du VEI 151-04-15 pour tenir compte des exigences de conception comme de construction.

3.4 Termes de sécurité

3.4.1

ACCESSIBLE (partie)

susceptible d'être atteinte avec une broche d'essai ou un doigt d'épreuve normalisés et utilisés comme spécifié en 6.2

3.4.2

SOUS TENSION DANGEREUSE

capable de causer un choc électrique ou une brûlure électrique en CONDITION NORMALE ou en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.1 pour les valeurs applicables aux CONDITIONS NORMALES et 6.3.2 pour les valeurs plus élevées qui sont jugées appropriées en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT)

3.4.3

HAUTE INTÉGRITÉ

non susceptible, en devenant défectueux, de présenter un risque de DANGER au sens de cette norme; une partie à HAUTE INTÉGRITÉ est considérée comme non sujette à défaillance lorsque des essais en condition de défaut sont effectués

3.4.4

IMPÉDANCE DE PROTECTION

composant, ensemble de composants ou combinaison d'une ISOLATION PRINCIPALE et d'un dispositif de limitation de courant ou de tension, dont l'impédance, la construction et la fiabilité sont telles que, lorsqu'ils sont raccordés entre des parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE et des parties conductrices ACCESSIBLES, la protection, dans les limites de ce qui est exigé par cette norme, est assurée en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

3.4.5

UTILISATION NORMALE

fonctionnement y compris en position d'attente, conformément au mode d'emploi ou à l'usage prévu évident

NOTE Dans la plupart des cas, l'UTILISATION NORMALE implique également la CONDITION NORMALE, car les modes d'emploi mettront en garde contre l'utilisation de l'appareil lorsque ce dernier n'est pas en CONDITION NORMALE.

3.4.6

CONDITION NORMALE

état dans lequel tous les moyens de protection contre les DANGERS sont intacts

3.4.7

CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

état dans lequel un seul moyen de protection contre un DANGER est défectueux ou un seul défaut qui pourrait causer un DANGER est présent

NOTE Si une CONDITION DE PREMIER DÉFAUT entraîne inévitablement une autre CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, les deux défaillances sont considérées comme une seule CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

3.4.8

OPÉRATEUR

toute personne qui utilise l'appareil pour l'usage auquel il est destiné

NOTE Il est recommandé que l'OPÉRATEUR ait reçu une formation adaptée à cet usage.

3.4.9

AUTORITÉ RESPONSABLE

individu ou groupe responsable de l'utilisation et de la maintenance de l'appareil et qui s'assure que les OPÉRATEURS ont été correctement formés

3.4.10

EMPLACEMENT HUMIDE

emplacement où peuvent être présents de l'eau ou d'autres liquides conducteurs et qui risquent de réduire l'impédance du corps humain à cause du mouillage du contact entre le corps humain et l'appareil, ou du mouillage du contact entre le corps humain et l'environnement

3.4.11

DANGER

source potentielle de mal (voir 1.2)

3.5 Isolation

3.5.1

ISOLATION PRINCIPALE

isolation dont la défaillance pourrait causer un risque de choc électrique

NOTE L'ISOLATION PRINCIPALE peut également avoir un but fonctionnel.

3.5.2

ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE

isolation indépendante appliquée en plus de l'ISOLATION PRINCIPALE afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'ISOLATION PRINCIPALE

3.5.3

ISOLATION DOUBLE

isolation comportant à la fois l'ISOLATION PRINCIPALE et l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE

3.5.4

ISOLATION RENFORCÉE

isolation qui assure une protection contre les chocs électriques qui n'est pas inférieure à celle assurée par l'ISOLATION DOUBLE

NOTE L'ISOLATION RENFORCÉE peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées individuellement, comme ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou ISOLATION PRINCIPALE.

3.5.5

POLLUTION

toute addition de corps étrangers, solides, liquides ou gazeux (gaz ionisés), qui peut produire une réduction de rigidité diélectrique ou de résistivité superficielle

3.5.6

DEGRÉ DE POLLUTION

nombre indiquant le niveau de POLLUTION qui peut être présent dans l'environnement

3.5.6.1

DEGRÉ DE POLLUTION 1

pas de POLLUTION ou uniquement une POLLUTION sèche, non conductrice

NOTE La POLLUTION n'a pas d'influence.

3.5.6.2

DEGRÉ DE POLLUTION 2

présence d'une POLLUTION uniquement non conductrice. Cependant, occasionnellement, on peut s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation

3.5.6.3

DEGRÉ DE POLLUTION 3

Présence d'une POLLUTION conductrice ou d'une POLLUTION sèche, non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation qui peut se produire

3.5.7

DISTANCE DANS L'AIR

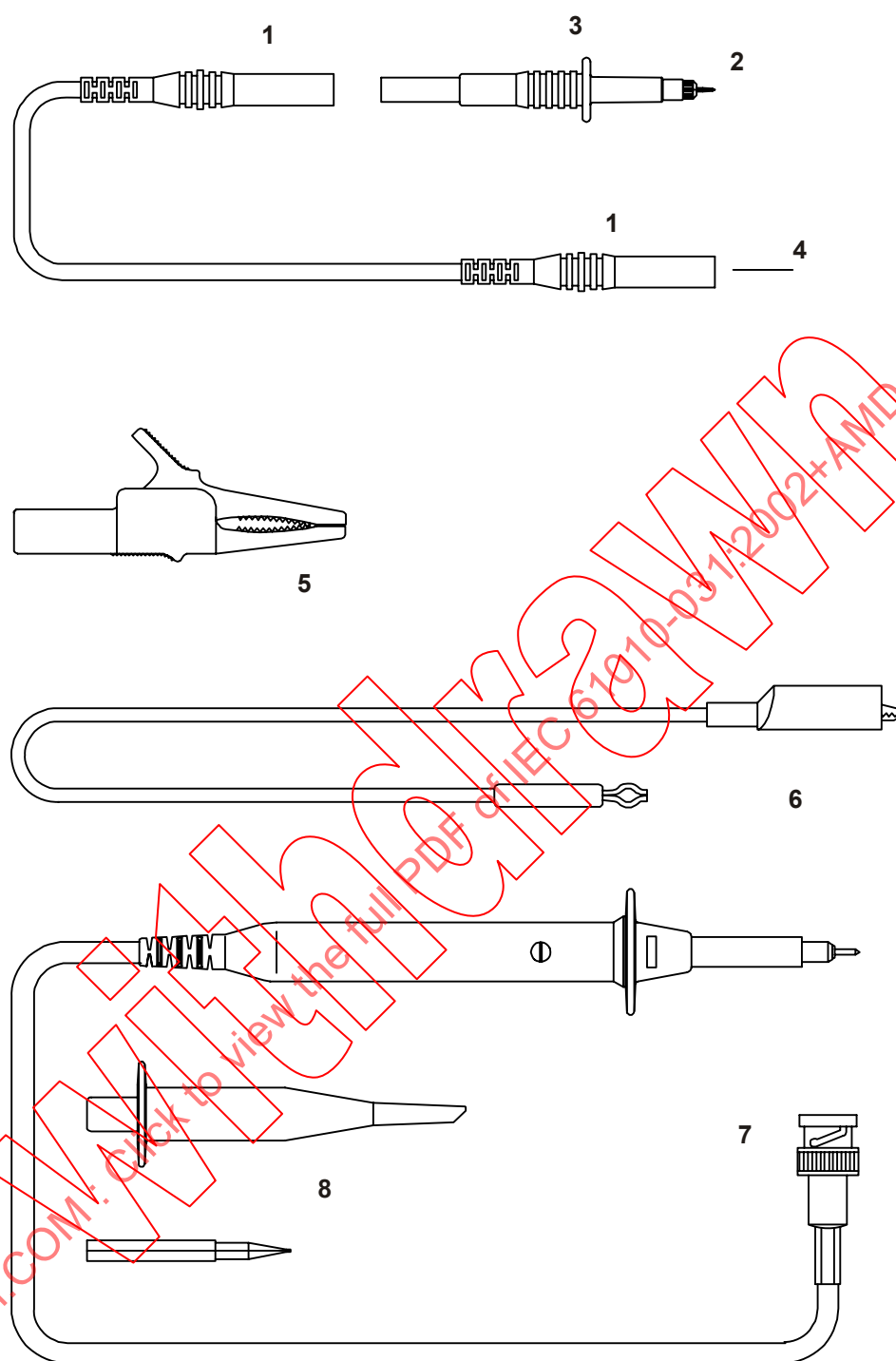
distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

3.5.8

LIGNE DE FUITE

distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant, entre deux parties conductrices

[VEI 151-03-37]

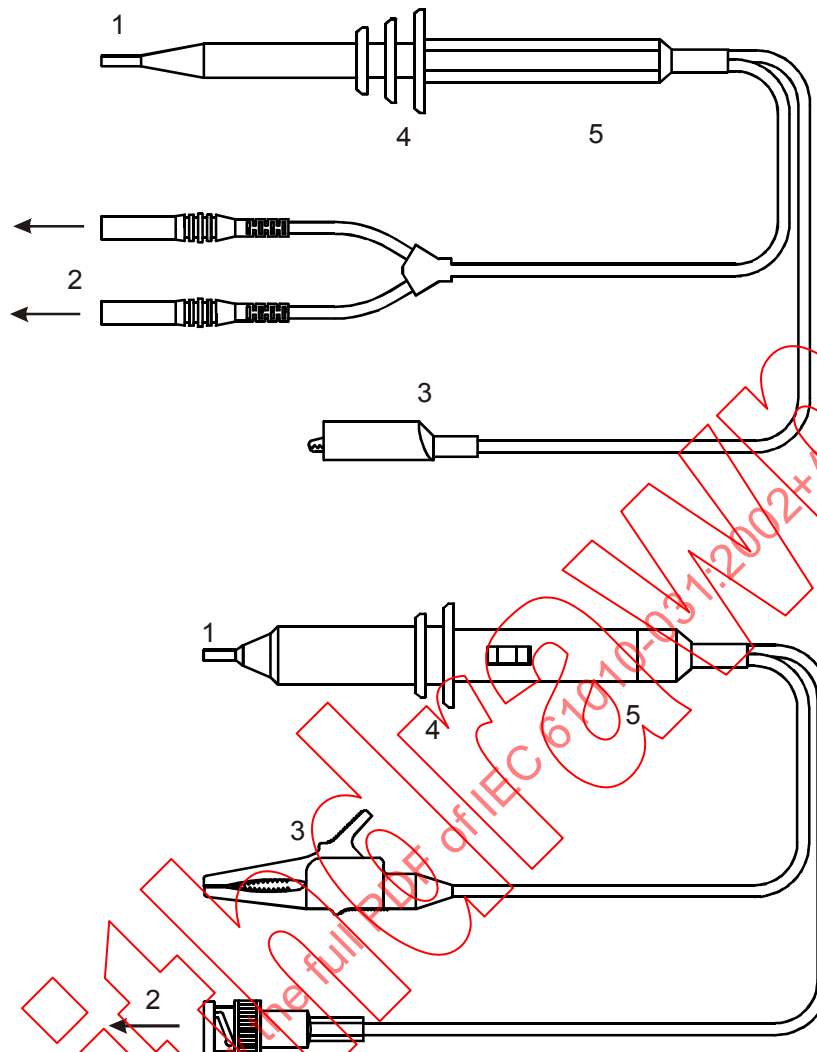


IEC 2597/01

Légende

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1 Connecteurs types | 5 Pince crocodile |
| 2 POINTE DE TOUCHE | 6 Connecteur de référence |
| 3 Corps de sonde | 7 Connecteur BNC |
| 4 Vers l'équipement | 8 Exemples d'accessoires |

Figure 1 – Exemples de SONDAS ÉQUIPÉES de type A et C

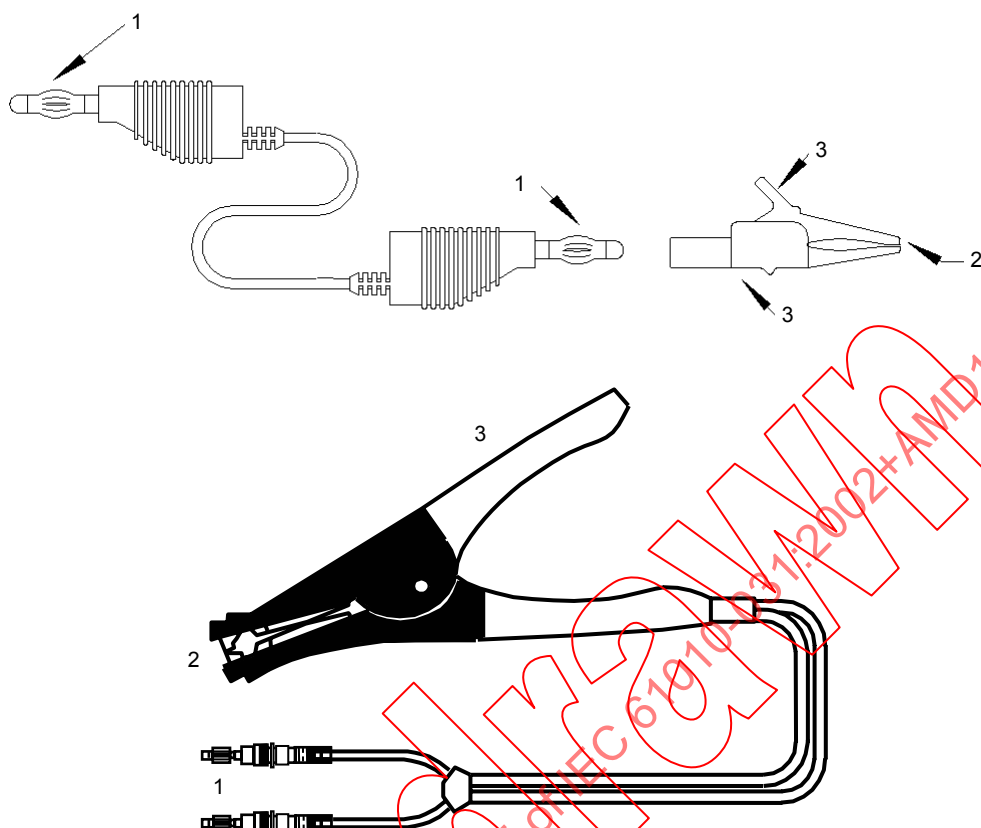


IEC 2598/01

Légende

- 1 POINTE DE TOUCHE
- 2 Vers l'équipement
- 3 Connecteur de référence
- 4 BARRIÈRE
- 5 Partie tenue à la main du corps de la sonde

Figure 2 – Exemples de SONDES ÉQUIPÉES de type B



IEC 076/08

Légende

- 1 connecteur
- 2 mâchoire
- 3 partie tenue à la main de la pince crocodile

Figure 10 – Exemples de SONDES ÉQUIPÉES de type D**4 Essais****4.1 Généralités**

Tous les essais de cette norme sont des ESSAIS DE TYPE à effectuer sur des échantillons de SONDES ÉQUIPÉES ou de parties de SONDES ÉQUIPÉES. Leur seule fin est de vérifier que la conception et la construction garantissent la conformité à cette norme.

Les essais sur les composants ou sur les parties des SONDES ÉQUIPÉES respectant les prescriptions des normes correspondantes spécifiées dans cette norme n'ont pas besoin d'être répétés pendant les ESSAIS DE TYPE sur l'ensemble de la SONDE ÉQUIPÉE.

Lorsque les **SONDES ÉQUIPÉES** ont plusieurs types d'embout (voir 1.1), chaque type doit être essayé selon les prescriptions appropriées.

*La conformité aux prescriptions de cette norme est vérifiée en effectuant tous les essais applicables, mais un essai peut être omis lorsque l'examen de la **SONDE ÉQUIPÉE** démontre de façon incontestable que la **SONDE ÉQUIPÉE** en question serait en mesure de subir cet essai avec succès. Les essais sont réalisés*

a) aux conditions de référence pour les essais (voir 4.3);

b) aux **CONDITIONS DE PREMIER DÉFAUT** (voir 4.4).

NOTE 1 Si la plage **ASSIGNÉE** des conditions d'environnement pour la **SONDE ÉQUIPÉE** est plus large que celle qui est indiquée au 1.4, il est recommandé au constructeur de s'assurer (par exemple, par une modification appropriée des prescriptions d'essai ou par la réalisation d'essais supplémentaires) que les prescriptions de sécurité de cette norme sont encore satisfaites.

NOTE 2 Si, en effectuant un essai de conformité, il y a une incertitude quelconque à propos de la valeur exacte de la grandeur appliquée ou mesurée (par exemple, la tension), en raison de la tolérance,

- il est recommandé au constructeur de s'assurer qu'au moins la valeur d'essai spécifiée est appliquée;
- il est recommandé au laboratoire d'essai de s'assurer qu'il n'est pas appliqué plus que la valeur d'essai spécifiée.

NOTE 3 Les **SONDES ÉQUIPÉES** qui ont subi les **ESSAIS DE TYPE** peuvent ne plus convenir à leur fonction prévue en raison des contraintes résiduelles résultant de certains de ces essais. C'est pourquoi il convient de ne jamais effectuer des **ESSAIS DE TYPE** (par exemple, par l'**AUTORITÉ RESPONSABLE** une fois que les **SONDES ÉQUIPÉES** ont été livrées par le constructeur.

4.2 Séquence d'essais

La séquence d'essais est facultative, sauf spécification contraire dans cette norme. La **SONDE ÉQUIPÉE** soumise aux essais doit être soigneusement contrôlée après chaque essai. Si le résultat d'un essai engendre un doute sur la question de savoir si des essais antérieurs auraient été subis avec succès en cas d'inversion de la séquence, il est nécessaire de répéter ces essais préalables. Les essais en condition de défaut peuvent être destructifs, et peuvent être effectués après les essais en conditions de référence.

4.3 Conditions de référence pour les essais

4.3.1 Conditions d'environnement

Sauf spécification contraire dans cette norme, les conditions d'environnement suivantes (qui ne doivent cependant pas être en contradiction avec celles de 1.4) doivent prévaloir dans le local d'essai.

- a) température comprise entre 15 °C et 35 °C;
- b) humidité relative non supérieure à 75 %;
- c) pression d'air comprise entre 75 kPa et 106 kPa;
- d) pas de gelée blanche, de rosée, d'eau de percolation, de pluie, de rayonnement solaire, etc.

4.3.2 Etat des **SONDES ÉQUIPÉES**

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur la **SONDE ÉQUIPÉE** complète pour l'**UTILISATION NORMALE**, et suivant la combinaison la moins favorable des conditions données de 4.3.3 à 4.3.9.

Lorsqu'il n'est pas approprié, en raison des dimensions ou de la masse, d'effectuer des essais particuliers sur une **SONDE ÉQUIPÉE**, les essais sur des sous-ensembles sont admis, pourvu qu'il soit vérifié que la **SONDE ÉQUIPÉE** complète reste conforme à cette norme.

4.3.3 Position de la SONDE ÉQUIPÉE

La SONDE ÉQUIPÉE doit être placée dans toutes les positions d'UTILISATION NORMALE, sans qu'aucune ventilation ne soit obstruée.

4.3.4 Accessoires

Les accessoires et parties interchangeables par l'OPÉRATEUR, mis à disposition ou recommandés par le constructeur pour utilisation avec la SONDE ÉQUIPÉE, objet de l'essai, doivent être raccordés ou non à la SONDE ÉQUIPÉE.

4.3.5 Couvercles et éléments amovibles

Les couvercles ou parties qui peuvent être retirés sans utiliser d'OUTIL doivent être retirés ou non retirés.

4.3.6 Tensions d'entrée et de sortie

Les tensions d'entrée et de sortie, y compris les tensions flottantes, doivent être réglées à toutes les valeurs de tension dans la plage de tensions ASSIGNÉE.

4.3.7 Dispositifs de commande

Les dispositifs de commande qui sont réglables par l'OPÉRATEUR à la main doivent être réglés sur toutes les positions sauf sur les combinaisons de présélections interdites par le constructeur comme indiqué par un marquage sur la SONDE ÉQUIPÉE.

4.3.8 Raccordements

La SONDE ÉQUIPÉE doit être connectée pour la fonction à laquelle elle est destinée, ou non connectée pour quelque autre usage que ce soit.

4.3.9 Cycle de service

Les SONDES ÉQUIPÉES destinées à être utilisées en fonctionnement de durée limitée ou intermittent doivent être mises en service pendant la période la plus longue et avoir la période de récupération la plus courte qui soit conforme aux instructions du constructeur.

4.4 Essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

4.4.1 Généralités

Les prescriptions suivantes s'appliquent.

- a) L'examen de la SONDE ÉQUIPÉE et de son schéma de circuit indiquera généralement les conditions de défaut qui sont susceptibles de causer des DANGERS au sens de cette norme et qui doivent, par conséquent, être appliquées.
- b) Des essais de conditions de défaut doivent être effectués, à moins qu'il soit possible de démontrer qu'aucun DANGER ne risque de résulter d'une condition de défaut donnée.
- c) La SONDE ÉQUIPÉE doit être utilisée suivant la combinaison la moins favorable des conditions de référence pour les essais (voir 4.3). Ces combinaisons peuvent être différentes pour différents défauts et il convient de les enregistrer pour chaque essai.

4.4.2 Application des conditions de défaut

Les conditions de défaut doivent inclure celles conformément aux 4.4.2.1 à 4.4.2.4 et être appliquées à tour de rôle selon l'ordre le plus pratique. Des défauts multiples ne doivent pas être appliqués simultanément, à moins qu'ils ne soient une conséquence du défaut appliqué.

Après chaque application d'une condition de défaut, la SONDE ÉQUIPÉE ou la partie doit être soumise aux essais applicables du 4.4.4.

4.4.2.1 SONDES ÉQUIPÉES ou parties de SONDES ÉQUIPÉES à fonctionnement de courte durée ou intermittent

Elles doivent être mise en fonctionnement continu si un tel fonctionnement est susceptible de se produire lors d'une CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

4.4.2.2 Sorties

Les sorties des SONDES ÉQUIPÉES de type B et C doivent être court-circuitées une à la fois.

4.4.2.3 Isolation entre circuits et parties

L'isolation entre les circuits et les parties qui est en dessous du niveau spécifié pour l'ISOLATION PRINCIPALE doit être court-circuitée pour vérifier la propagation du feu.

NOTE Voir 9.1 pour une méthode alternative de vérification de la protection contre la propagation du feu.

4.4.2.4 Composants

Les composants (sauf ceux de HAUTE INTÉGRITÉ) des SONDES ÉQUIPÉES de type B et C doivent être court-circuités ou mis en circuit ouvert selon la condition la plus défavorable.

4.4.3 Durée des essais

La SONDE ÉQUIPÉE doit fonctionner jusqu'à ce qu'il soit improbable qu'un changement ultérieur ne se produise par suite du défaut appliqué. La durée de chaque essai est normalement limitée à 1 h car tout défaut secondaire occasionné par une CONDITION DE PREMIER DÉFAUT se manifeste habituellement dans ce délai. Si, au bout de 1 h, il apparaît qu'un risque de choc électrique, de propagation du feu ou de préjudice à des personnes peut finalement se produire, l'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que l'un de ces DANGERS se produise, ou pendant une durée maximale de 4 h.

Si la fusion d'un fusible est prévue pour limiter les conséquences d'un défaut et si ce fusible ne fonctionne pas au bout de 1 s environ, il faut mesurer le courant traversant le fusible sous la condition de défaut associée. Une évaluation avec la courbe d'apparition de l'arc en fonction du temps doit être effectuée pour déterminer si le courant de fonctionnement minimal du fusible est atteint ou dépassé, et pour déterminer le délai maximum avant fonctionnement du fusible. Le courant traversant le fusible peut varier en fonction du temps. Si le courant de fonctionnement minimal du fusible n'est pas atteint au cours de l'essai, on doit faire fonctionner la SONDE ÉQUIPÉE pendant une période correspondant à la durée de fusion maximale ou en permanence pendant 1 h ou 4 h, comme spécifié ci-dessus.

4.4.4 Conformité après application des CONDITIONS DE PREMIER DÉFAUT

4.4.4.1 La conformité aux prescriptions de protection contre les chocs électriques est vérifiée après application des CONDITIONS DE PREMIER DÉFAUT comme suit:

- a) en effectuant les mesures indiquées au 6.3.2; pour vérifier qu'aucune partie conductrice ACCESSIBLE n'est devenue sous TENSION DANGEREUSE, sauf celles permises en 6.1.1;
- b) en réalisant un essai de tension sur L'ISOLATION DOUBLE ou sur L'ISOLATION RENFORCÉE pour vérifier qu'il reste encore un niveau de protection par l'isolation. L'essai de tension est effectué comme spécifié en 6.6 (sans l'essai de préconditionnement) avec la tension d'essai de L'ISOLATION PRINCIPALE.

4.4.4.2 La conformité aux prescriptions de protection thermique est vérifiée en déterminant la température de la surface extérieure de la SONDE ÉQUIPÉE.

La température de la surface extérieure ne doit pas dépasser 105 °C, pour la température ambiante maximale ASSIGNÉE.

Cette température est déterminée en mesurant l'échauffement de la surface et en ajoutant la température ambiante maximale ASSIGNÉE.

4.4.4.3 La conformité aux prescriptions de protection contre la propagation du feu est vérifiée en plaçant la SONDE ÉQUIPÉE sur du papier mousseline blanc couvrant une surface en bois tendre et en recouvrant la SONDE ÉQUIPÉE de gaze. Ni métal en fusion, ni isolant en combustion, ni particules enflammées etc., ne doivent tomber sur la surface sur laquelle se trouve la SONDE ÉQUIPÉE et il ne doit y avoir ni carbonisation, ni incandescence, ni embrasement du papier mousseline ou de la gaze. Une fusion de matière isolante ne doit pas être prise en compte si le matériau fondu ne peut contribuer à un départ de feu et s'il devient évident à l'opérateur que la SONDE ÉQUIPÉE a besoin d'être déconnectée de l'alimentation et mise à refroidir avant de la toucher.

4.4.4.4 La conformité aux prescriptions de protection contre les autres DANGERS est vérifiée dans les articles 7 à 11.

5 Marquage, indications et documentations

5.1 Marquage et indications

5.1.1 Généralités

Les SONDES ÉQUIPÉES doivent porter les marquages et indications conformes aux 5.1.2 à 5.2. Les marquages concernant la SONDE ÉQUIPÉE dans son ensemble ne doivent pas être apposés sur des parties qui peuvent être retirées par un OPÉRATEUR sans l'aide d'un OUTIL.

Les symboles littéraux pour les grandeurs et les unités doivent être conformes à la CEI 60027. Les symboles graphiques doivent être conformes au tableau 1 mais il n'y a pas d'exigence de taille et de couleur. S'il n'y a pas de symbole applicable dans le tableau 1, tout autre symbole graphique peut être utilisé sur la SONDE ÉQUIPÉE, à condition de l'expliquer dans la documentation livrée (voir 5.4.1).

Lorsqu'il n'est pas possible de mettre toutes les indications et marquages sur les parties, le symbole 10 du tableau 1 peut être utilisé et l'information nécessaire doit être incluse dans la documentation.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.2 Identification

Chaque SONDE ÉQUIPÉE et chaque pièce emboîtable démontable d'une SONDE ÉQUIPÉE doit, au minimum, être identifiée par un marquage montrant

- le nom ou la marque déposée du fabricant ou du fournisseur;
- en supplément pour les types B et C seulement, le numéro du modèle, ou le nom ou tout autre moyen permettant d'identifier la SONDE ÉQUIPÉE ou la partie.

Si une SONDE ÉQUIPÉE est conçue pour n'être utilisée qu'avec un modèle d'appareil spécifique, cela doit apparaître de façon claire, et l'appareil ou modèle spécifique doit être désigné soit par un marquage sur la SONDE ÉQUIPÉE, soit dans la documentation jointe.

La conformité est vérifiée par examen.

Tableau 1 – Symboles

Numéro	Symbole	Publication	Description
1		IEC 60417-5031	Courant continu
2		IEC 60417-5032	Courant alternatif
3		IEC 60417-5033	Courant continu et courant alternatif
4			Courant alternatif triphasé
5		IEC 60417-5017	BORNE de terre
6		IEC 60417-5021	Equipotentialité
7		–	Non utilisé
8			Attention, risque de choc électrique
9		IEC 60417-5041	Attention, surface chaude
10		ISO 7000-0434	Attention, risque de DANGER (voir note 1)
NOTE 1 Voir 5.4.1 exigeant que le constructeur déclare que la documentation est consultée chaque fois que ce symbole est marqué			
NOTE 2 Il n'y a pas d'exigence sur les dimensions et les couleurs (voir 5.1.1).			

5.1.3 Fusibles

Les SONDES ÉQUIPÉES contenant des fusibles conçus pour être remplacés par un OPÉRATEUR doivent être marquées avec tous les détails nécessaires pour que l'OPÉRATEUR puisse obtenir le fusible convenable. Ces marquages doivent comprendre la tension ASSIGNÉE ainsi que le pouvoir de coupure (courant maximal que le fusible peut interrompre de manière sûre à une tension ASSIGNÉE maximale). Si l'OPÉRATEUR doit choisir un fusible selon une application particulière, le symbole 10 du tableau 1 doit être marqué sur la sonde et les informations nécessaires incluses dans la documentation.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.4 BORNES et dispositifs de manœuvre

Si cela est nécessaire pour la sécurité, une indication doit être donnée sur le rôle des BORNES, des connecteurs, des dispositifs de commande y compris toutes les séquences de fonctionnement.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.5 Non utilisé.

5.1.6 CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

Les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES des SONDES ÉQUIPÉES doivent être marquées selon ce qui suit.

- a) Les SONDES ÉQUIPÉES pour mesurage dans la catégorie de mesure I (voir 6.5.2) doivent être marquées avec la tension à la terre ASSIGNÉE et avec le symbole 10 du tableau 1 (voir aussi 5.4.3 f) et g)).
- b) Les SONDES ÉQUIPÉES pour mesurage dans la catégorie de mesure II, III, IV (voir 6.5.2) doivent être marquées avec la tension à la terre ASSIGNÉE et avec la catégorie de mesure pertinente. Le marquage de la catégorie de mesure doit être «CAT II», «CAT III» ou «CAT IV» selon ce qui est applicable.

Le marquage sur une SONDE ÉQUIPÉE doit être de préférence sur le corps de la sonde. La nature de la tension (courant alternatif, courant continu, etc.) doit également être marquée, sauf si la valeur marquée de tension s'applique à la fois au courant alternatif efficace et au courant continu. Si un CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE est conçu pour une connexion à des points d'un niveau de tension supérieur aux valeurs prévues en 6.3.1.1, la valeur maximale de la tension ASSIGNÉE doit être marquée, de préférence sur le connecteur.

Pour les SONDES ÉQUIPÉES de type A et de type D seulement, les valeurs maximales ASSIGNÉES du courant et de la tension à la terre de la SONDE ÉQUIPÉE doivent être marquées ensemble. La valeur maximale du courant ASSIGNÉ n'a pas besoin d'être marqué sur la SONDE ÉQUIPÉE spécifiée pour être utilisée uniquement avec un appareil ayant des entrées à haute impédance ou des sorties à limitation de courant.

La conformité est vérifiée par examen.

5.2 Avertissements

Les avertissements marqués sur la SONDE ÉQUIPÉE doivent être visibles lorsque la SONDE ÉQUIPÉE est prête pour l'UTILISATION NORMALE.

S'il est nécessaire à l'OPÉRATEUR de se reporter aux instructions d'emploi pour conserver les protections offertes par la SONDE ÉQUIPÉE, la SONDE ÉQUIPÉE doit porter le symbole 10 du tableau 1. Si un avertissement s'applique à une partie particulière de la SONDE ÉQUIPÉE, cet avertissement doit être placé sur la partie concernée ou à proximité de celle-ci.

Si les instructions d'utilisation précisent que l'OPÉRATEUR est autorisé à avoir accès, en utilisant un OUTIL, à une partie qui peut être sous TENSION DANGEREUSE en UTILISATION NORMALE, un avertissement doit être marqué pour indiquer que la SONDE ÉQUIPÉE doit être isolée ou déconnectée de la TENSION DANGEREUSE avant l'accès ou le symbole 10 du tableau 1 peut être utilisé à condition que l'information soit dans le manuel d'utilisation.

A moins que leur état chaud ne soit évident ou implicite d'après la fonction de la SONDE ÉQUIPÉE, les parties aisément touchées et aussi autorisées par le paragraphe 9.1 à dépasser les limites de température indiquées en 9.1 doivent être repérées par le symbole 9 du tableau 1.

La conformité est vérifiée par examen.

5.3 Durabilité du marquage

Le marquage, conformément aux prescriptions de 5.1.2 à 5.2, doit rester net et lisible dans les conditions d'UTILISATION NORMALE et résister aux effets des agents de nettoyage spécifiés par le constructeur.

La conformité est vérifiée par examen et en effectuant l'essai suivant, relatif à la durabilité du marquage sur la partie externe de la SONDE ÉQUIPÉE. Le marquage est frotté à la main, sans pression excessive pendant 30 s avec un tissu imbibé de l'agent de nettoyage spécifié ou, si cet agent n'est pas spécifié, avec de l'alcool isopropylique.

Le marquage doit rester clairement lisible après le traitement ci-dessus, et les étiquettes adhésives ne doivent pas se décoller ni présenter de bords enroulés.

5.4 Documentation

5.4.1 Généralités

Les SONDES ÉQUIPÉES doivent être accompagnées de documentation, lorsque c'est nécessaire à la sécurité. Une telle documentation doit au moins inclure

- a) la spécification technique;
- b) les instructions d'emploi;
- c) le nom et l'adresse du constructeur ou du fournisseur auprès duquel il est possible d'obtenir l'assistance technique nécessaire;
- d) les renseignements spécifiés de 5.4.2 à 5.4.4.

S'il y a lieu, des avis d'avertissement et une explication claire des symboles d'avertissement marqués sur les SONDES ÉQUIPÉES doivent être donnés dans la documentation ou doivent être marqués de façon durable et lisible sur les SONDES ÉQUIPÉES. En particulier, il doit y avoir un avis expliquant qu'il est nécessaire de consulter la documentation chaque fois que le symbole 10 du tableau 1 est utilisé, afin de connaître la nature du DANGER potentiel et toute action à prendre.

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.2 CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

La documentation doit comporter la valeur maximale de la tension et les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES de courant (selon ce qui est approprié) ainsi qu'un avertissement sur la plage des conditions d'environnement pour lesquelles la SONDE ÉQUIPÉE est conçue (voir 1.4 et la note 1 de 4.1).

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.3 Fonctionnement

Les instructions d'emploi doivent comporter

- a) l'identification des dispositifs de commande et leur utilisation dans tous les modes opératoires;
- b) les instructions pour l'interconnexion aux accessoires et à d'autres appareils, y compris l'indication des accessoires appropriés, pièces amovibles et tous matériaux spéciaux;
- c) la spécification des limites de fonctionnement intermittent, s'il y a lieu;
- d) une explication des symboles exigés par cette norme et utilisés sur la SONDE ÉQUIPÉE;
- e) les instructions pour le remplacement des matières consommables;
- f) la définition de la catégorie de mesure applicable si le marquage est exigé sur la SONDE ÉQUIPÉE (voir 5.1.6);
- g) Pour les SONDES ÉQUIPÉES conçues pour être utilisées en catégorie de mesure I, un avertissement doit être donné dans la documentation afin de ne pas utiliser la SONDE ÉQUIPÉE dans les autres catégories de mesure. Il doit également y figurer les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES détaillées y compris les surtensions transitoires ASSIGNÉES;
- h) les instructions relatives au nettoyage si nécessaire (voir 11.2);
- i) un avertissement précisant que la catégorie de mesure d'un assemblage d'une SONDE ÉQUIPÉE et d'un accessoire est la catégorie de mesure la plus faible entre la catégorie de mesure de la SONDE ÉQUIPÉE et celle de l'accessoire.

L'AUTORITÉ RESPONSABLE doit être avertie que, si la SONDE ÉQUIPÉE est utilisée d'une façon qui n'est pas spécifiée par le constructeur, la protection assurée par la SONDE ÉQUIPÉE peut être compromise.

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.4 Entretien

Les instructions à l'attention de l'AUTORITÉ RESPONSABLE pour l'entretien préventif et les contrôles nécessaires pour la sécurité doivent être données avec suffisamment de détails.

Le constructeur doit spécifier toutes les parties qui ne doivent être vérifiées ou fournies que par le constructeur ou son représentant.

Le calibre et les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES des fusibles utilisés doivent être également précisés (voir 5.1.3).

La conformité est vérifiée par examen.

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Généralités

La protection contre les chocs électriques doit être maintenue en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT. Les parties ACCESSIBLES des SONDES ÉQUIPÉES ne doivent pas être sous TENSION DANGEREUSE (voir 6.3).

La conformité est vérifiée par la détermination spécifiée en 6.2 et par les mesurages de 6.3, suivis par les essais de 6.4 à 6.7.

6.1.1 Exceptions

Si pour des raisons fonctionnelles il n'est pas réalisable d'empêcher les parties suivantes d'être à la fois ACCESSIBLES et sous TENSION DANGEREUSE, alors elle peuvent être ACCESSIBLES à l'OPÉRATEUR en UTILISATION NORMALE tout en étant sous TENSION DANGEREUSE:

- a) les parties destinées à être remplacées par l'OPÉRATEUR (par exemple, les fusibles) et qui peuvent être sous TENSION DANGEREUSE pendant leur remplacement, mais seulement si elles portent un marquage d'avertissement conforme au 5.2;
- b) les POINTES DE TOUCHE, à condition qu'elles correspondent aux prescriptions de 6.4.4.

6.2 Détermination des parties ACCESSIBLES

A moins que cela ne soit évident, la détermination d'une partie ACCESSIBLE doit être effectuée conformément aux prescriptions de 6.2.1 et 6.2.2. Les doigts d'épreuve (annexe B) et les broches d'essai doivent être appliqués sans effort, sauf si cela est spécifié. Les parties sont considérées comme ACCESSIBLES si elles peuvent être atteintes par un doigt d'épreuve ou par une broche d'essai, ou si elles peuvent être atteintes en absence de toute couverture non considérée comme assurant une isolation appropriée.

S'il est normal, en UTILISATION NORMALE (avec ou sans OUTIL), que l'OPÉRATEUR réalise des actions augmentant l'accessibilité des parties, ces actions doivent être prises en compte avant de réaliser les examens de 6.2.1 et 6.2.2. Ces exemples comprennent

- a) les couvercles démontables;
- b) les commandes pour réglage;
- c) le remplacement de matériaux consommables;
- d) les parties amovibles.

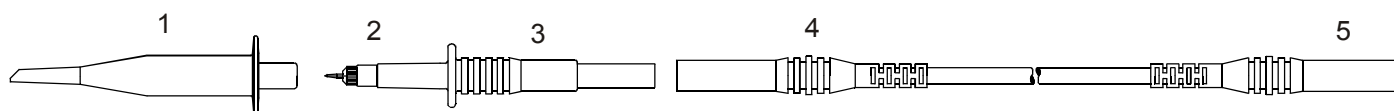
La figure 3 donne des méthodes pour la détermination des parties ACCESSIBLES des SONDES ÉQUIPÉES.

6.2.1 Examen général

Le doigt d'épreuve articulé (voir figure B.2) doit être appliqué dans toutes les positions possibles. Lorsqu'une force est spécifiée, le doigt d'épreuve rigide (figure B.1) doit être appliqué avec la force spécifiée. La force doit être exercée par l'extrémité du doigt d'épreuve afin d'éviter l'action de coin et de levier. L'essai doit être appliqué à toutes les surfaces extérieures.

6.2.2 Ouvertures d'accès aux commandes prérégées

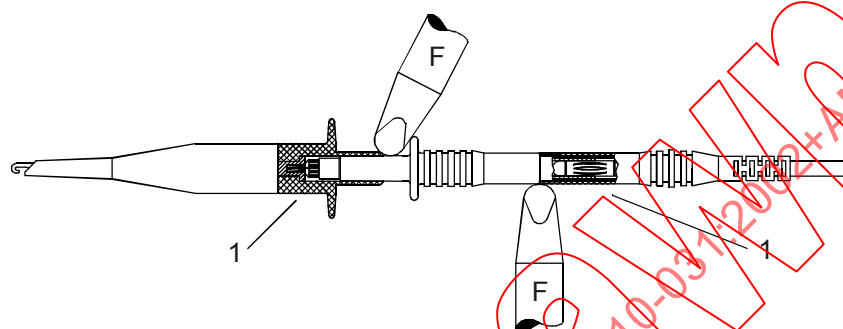
Une broche d'essai métallique de 3 mm de diamètre est insérée à travers les orifices prévus pour l'accès aux commandes prérégées qui nécessitent l'utilisation d'un tournevis ou d'un autre OUTIL. La broche d'essai est appliquée dans toute direction possible à travers l'orifice. Il ne faut pas que la pénétration dépasse trois fois la distance entre la surface de l'ENVELOPPE et l'axe de commande ou 100 mm, selon que l'une ou l'autre distance est la plus courte.



IEC 2599/01

Légende

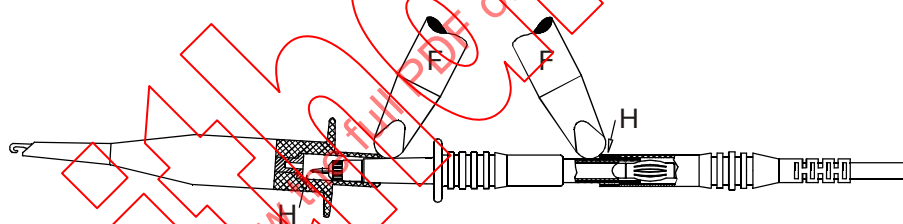
- | | | | |
|---|-----------------------------|---|------------------------------|
| 1 | POINTE DE TOUCHE accessoire | 4 | Connecteur |
| 2 | POINTE DE TOUCHE | 5 | Connecteur vers l'équipement |
| 3 | Corps de sonde | | |

Figure 3a – Parties d'une SONDE ÉQUIPÉE

IEC 2600/01

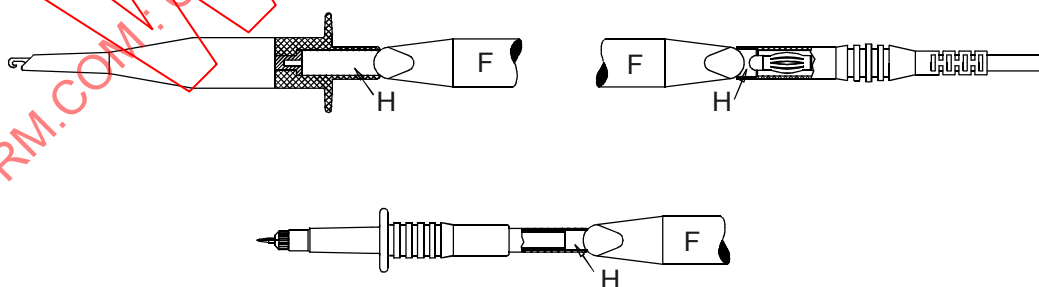
Légende

- 1 Connecteur

Figure 3b – SONDE ÉQUIPÉE totalement couplée (voir 6.2 et 6.4.1a)

IEC 2601/01

Les parties de connexion sont partiellement couplées pour juste réaliser un contact électrique tout en autorisant un accès maximal au doigt d'épreuve.

Figure 3c – SONDE ÉQUIPÉE partiellement couplée (voir 6.2 et 6.4.1b)**Légende**

- F Doigt d'épreuve rigide (voir figure B.1)
H Partie sous TENSION DANGEREUSE potentielle

IEC 2602/01

Figure 3d – Parties découplées de SONDE ÉQUIPÉE (voir 6.2 et 6.4.1c)**Figure 3 – Méthodes de détermination des parties ACCESSIBLES** (voir 6.2) et des essais de tension (voir 6.4.1)

6.3 Limites admissibles pour les parties ACCESSIBLES

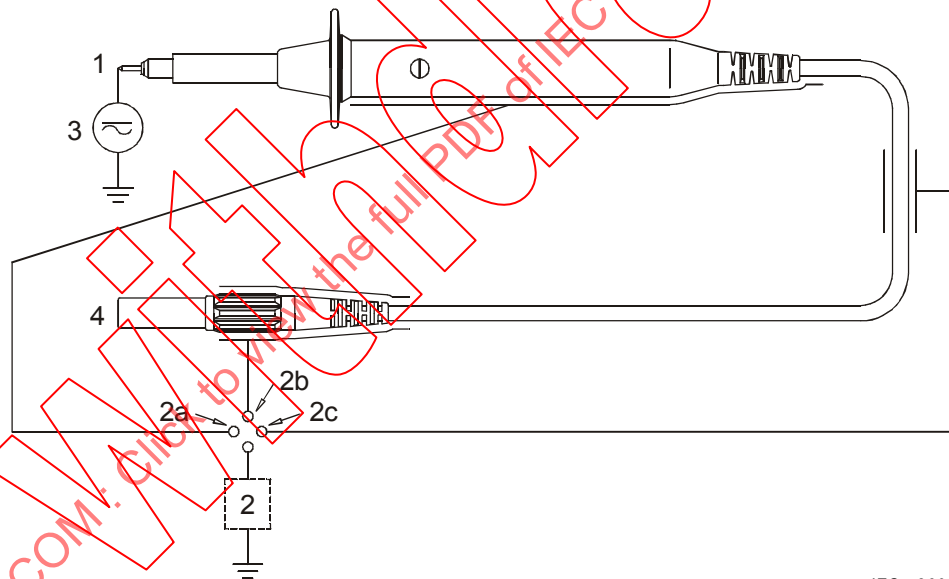
Pour s'assurer que les parties ACCESSIBLES ne sont pas sous TENSION DANGEREUSE, la tension, le courant entre une partie ACCESSIBLE et la terre d'essai de référence, ou entre deux autres parties ACCESSIBLES situées sur la même SONDE ÉQUIPÉE, ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées au 6.3.1, en CONDITION NORMALE, ou aux valeurs indiquées au 6.3.2 en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

Les mesures sur les SONDES ÉQUIPÉES sont effectuées conformément à la figure 4. Une feuille métallique est bien serrée

- a) autour du corps de sonde;
- b) sur une longueur de 150 mm $\pm$ 20 mm du câble;
- c) autour du connecteur.

La tension ASSIGNÉE est appliquée à la POINTE DE TOUCHE (1) et le courant ACCESSIBLE est mesuré en utilisant le circuit de mesure applicable de l'annexe A, lorsque le circuit (2) est relié à tour de rôle aux pièces entourées de la feuille (2a, 2b, 2c, etc.).

La tension ACCESSIBLE doit être mesurée. Si la tension est en dessous de la valeur indiquée au 6.3.1 ou 6.3.2 selon le cas, il n'est pas nécessaire que le courant et la capacité ACCESSIBLES soient mesurés. Si la tension dépasse cette valeur, le courant et la capacité doivent être mesurés.



Légende

- 1 POINTE DE TOUCHE
- 2 Circuit de mesure du courant ACCESSIBLE (voir annexe A)
- 2a Connexion à la feuille métallique bien serrée autour des parties prévues pour être tenues à la main ou manipulées
- 2b Connexion à la feuille métallique bien serrée autour du connecteur
- 2c Connexion à la feuille métallique bien serrée autour du câble (voir 6.4.3)
- 3 Tension maximale ASSIGNÉE
- 4 Non relié à l'équipement

Figure 4 – Exemple d'application de la feuille métallique pour la mesure du courant ACCESSIBLE

6.3.1 Valeurs en CONDITION NORMALE

Les valeurs au-dessus des niveaux spécifiés en 6.3.1.1, 6.3.1.2 et 6.3.1.3 en CONDITION NORMALE sont jugées être des TENSIONS DANGEREUSES.

6.3.1.1 Tension

Les niveaux de tension sont 33 V efficaces, 46,7 V crête ou 70 V continu.

Pour les SONDES ÉQUIPÉES qui sont ASSIGNÉES en EMBLEMES HUMIDES, les niveaux de tension sont 16 V efficaces, 22,6 V crête ou 35 V continu.

6.3.1.2 Courant

Si la tension dépasse l'une des valeurs de 6.3.1.1, les niveaux de courant sont:

- a) 0,5 mA efficace pour la forme d'onde sinusoïdale, 0,7 mA crête pour les fréquences non sinusoïdales ou mixtes, ou 2 mA continu, lorsque le courant est mesuré avec le circuit de la figure A.1 de l'annexe A. Il est également possible d'utiliser le circuit de mesure de la figure A.2 si la fréquence ne dépasse pas 100 Hz; le circuit de mesure de la figure A.4 est utilisé pour les SONDES ÉQUIPÉES qui sont ASSIGNÉES pour être utilisées en EMBLEMES HUMIDES.
- b) 70 mA efficace, lorsque le courant est mesuré avec le circuit de mesure de la figure A.3. Cela se rapporte aux brûlures possibles à des fréquences plus élevées.

6.3.1.3 Capacité

Si la tension dépasse l'une des valeurs de 6.3.1.1, les niveaux de capacité sont:

- a) une charge de 45 μC pour les tensions jusqu'à 15 kV crête ou continu;
- b) une énergie accumulée de 350 mJ pour les tensions supérieures à 15 kV crête ou continu.

Voir la Figure 5.

6.3.2 Valeurs en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

Les valeurs au-dessus des niveaux de 6.3.2.1, 6.3.2.2 et 6.3.2.3, en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, sont jugées être des TENSIONS DANGEREUSES.

6.3.2.1 Tension

Les niveaux de tension sont 55 V efficaces, 78 V crête, ou 140 V continu.

Pour les SONDES ÉQUIPÉES qui sont ASSIGNÉES en EMBLEMES HUMIDES, les niveaux de tension sont 33 V efficace, 46,7 V crête ou 70 V continu.

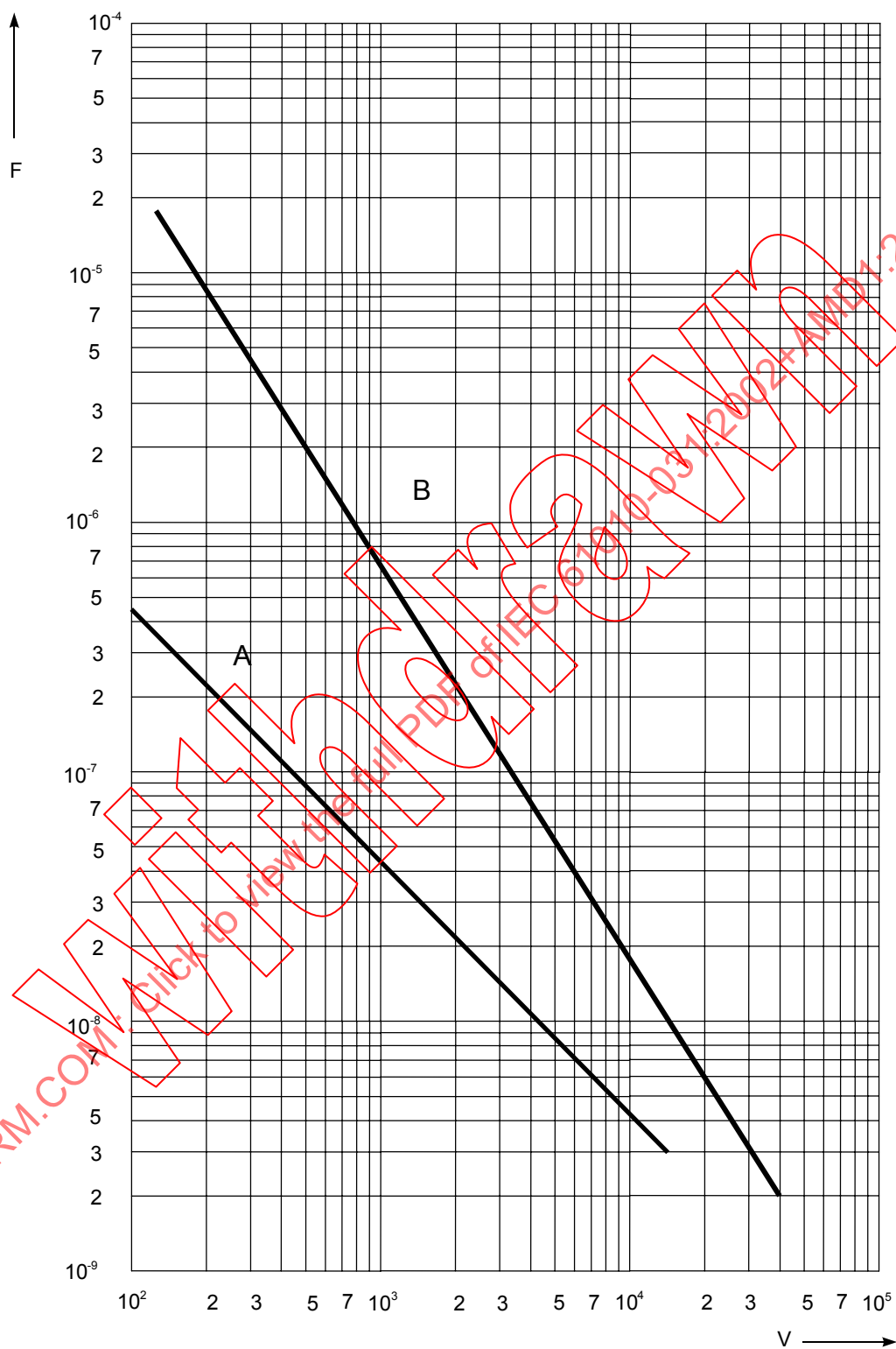
6.3.2.2 Courant

Si la tension dépasse l'une des valeurs de 6.3.2.1, les niveaux de courant sont:

- a) 3,5 mA efficace pour la forme d'onde sinusoïdale, 5 mA crête pour les fréquences non sinusoïdales ou mixtes, ou 15 mA continu, lorsque le courant est mesuré avec le circuit de la figure A.1. Il est également possible d'utiliser le circuit de mesure de la figure A.2 si la fréquence ne dépasse pas 100 Hz. Le circuit de mesure de la figure A.4 est utilisé pour les SONDES ÉQUIPÉES qui sont ASSIGNÉES pour être utilisées en EMBLEMES HUMIDES.
- b) 500 mA efficace, lorsque le courant est mesuré avec le circuit de mesure de la figure A.3. Cela se rapporte aux brûlures possibles à des fréquences plus élevées.

6.3.2.3 Capacité

Si la tension dépasse l'une des valeurs de 6.3.2.1, le niveau de capacité est celui de la figure 5.



Légende

A CONDITION NORMALE

B CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

IEC 2734/2000

Figure 5 – Niveau de capacité chargée en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.1.3 et 6.3.2.3)

6.4 Prescriptions d'isolation pour la protection contre les chocs électriques

Un ou plusieurs des moyens ci-dessous doivent empêcher les parties ACCESSIBLES d'être mises sous TENSION DANGEREUSE.

- a) ISOLATION PRINCIPALE
- b) ISOLATION DOUBLE OU ISOLATION RENFORCÉE
- c) ENVELOPPES OU BARRIÈRES
- d) IMPÉDANCE DE PROTECTION
- e) Impédance

Les LIGNES DE FUITE, les DISTANCES DANS L'AIR, et l'isolation entre parties ACCESSIBLES et les parties sous TENSION DANGEREUSE doivent être conformes aux prescriptions de 6.5 et aux prescriptions applicables de 6.4.1 à 6.4.4.

NOTE 1 On peut vérifier les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE nécessaires pour la sécurité en les mesurant.

NOTE 2 L'isolation solide nécessaire pour la sécurité peut être vérifiée en appliquant la valeur de la tension d'essai du tableau 6 selon la TENSION DE SERVICE appropriée. L'épaisseur exigée pour une isolation solide peut être déterminée à partir des tensions d'essai qu'elle doit supporter. Un essai de décharge partielle peut être aussi approprié (voir CEI 60664-1 [4]).

NOTE 3 Sous des conditions de fatigue mécanique ou thermique, l'isolation peut être augmentée pour être conforme aux prescriptions des articles 7, 8 et 9.

Excepté pour les parties qui ne sont pas destinées à être tenues à la main ou manipulées par l'OPÉRATEUR durant les mesures et les essais, les couvercles d'isolement ou les manchons pouvant être enlevés par l'OPÉRATEUR sans l'aide d'un OUTIL, ne sont pas aptes à apporter la protection exigée contre les chocs électriques (voir note 4).

NOTE 4 Par exemple, une isolation avec un manchon rétractable n'est pas apte à apporter une protection appropriée des parties tenues à la main. Leur seule utilisation acceptable est celle lorsqu'ils sont nécessaires pour la connexion à un appareil non (encore) équipé de BORNES acceptant les connecteurs totalement isolés.

La conformité est vérifiée par comme spécifié de 6.4.1 à 6.4.6 et les essais de tension de 6.6.

6.4.1 Connecteurs

L'isolation, les parties ACCESSIBLES, les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE des connecteurs utilisés dans les SONDES ÉQUIPÉES doivent correspondre aux prescriptions applicables de a) à c) ci-dessous:

a) Connecteurs totalement couplés:

- i) Les connecteurs utilisés seulement pour la connexion de la SONDE ÉQUIPÉE à l'appareil de mesure ou d'essai, et non conçus pour être manipulés après connexion, doivent être isolés de toutes parties sous TENSION DANGEREUSE au moins par une ISOLATION PRINCIPALE. Ceci ne s'applique pas aux connecteurs qui peuvent être aussi utilisés pour relier la sonde et peuvent devenir manipulables.
- ii) Les connecteurs qui, lorsqu'ils sont totalement couplés, sont conçus pour être manipulés durant la mesure ou l'essai, de même que les connecteurs interchangeables entre la SONDE ÉQUIPÉE et l'appareil de mesure ou d'essai, doivent être isolés des parties sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION DOUBLE ou une ISOLATION RENFORCÉE.

La conformité est vérifiée par examen et mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE, par les essais de tension de 6.6 et par la détermination des parties ACCESSIBLES comme spécifié en 6.2.

b) Connecteurs partiellement couplés:

Les parties ACCESSIBLES des connecteurs couplés partiellement doivent être isolés des parties sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION PRINCIPALE.

La conformité est vérifiée en appliquant l'essai de tension de 6.6.4 pour une ISOLATION PRINCIPALE, entre la POINTE DE TOUCHE et une électrode d'essai de même taille et de même forme que le bout du doigt d'épreuve normalisé de la figure B.1. Cette électrode est appliquée sans force aussi près que possible des parties sous TENSION DANGEREUSE du connecteur, tandis qu'il est couplé suffisamment pour avoir un contact électrique (voir figure 3c).

c) Connecteurs découplés:

- i) Les parties sous TENSION DANGEREUSE des connecteurs découplés ne doivent pas être ACCESSIBLES.
- ii) Les parties sous TENSION DANGEREUSE d'un socle intégré de connecteurs empilables doivent être séparées des parties ACCESSIBLES avec des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE calculées pour une ISOLATION PRINCIPALE.

Les prescriptions du point c) ne sont pas applicables pour les connecteurs verrouillables ou vissant et pour les connecteurs des SONDES ÉQUIPÉES lorsque le courant ACCESSIBLE est limité par une IMPÉDANCE DE PROTECTION, à condition que tous les composants utilisés dans l'IMPÉDANCE DE PROTECTION soient des composants de HAUTE INTÉGRITÉ.

La conformité est vérifiée par ce qui suit:

- i) *L'ACCESSIBILITÉ des connecteurs soumis à des tensions jusqu'à 1 kV courant alternatif ou 1,5 kV courant continu doit être déterminée comme spécifié en 6.2, et pour les connecteurs soumis à des tensions supérieures à 1 kV courant alternatif ou 1,5 kV courant continu, en appliquant un essai de tension entre la POINTE DE TOUCHE et une électrode de même forme et même taille que l'extrémité du doigt d'épreuve normalisé de la figure B.1, placé aussi près que possible des parties ACCESSIBLES (voir figure 3d)). La tension d'essai doit correspondre à 1,25 fois la tension ASSIGNÉE de la SONDE ÉQUIPÉE.*
- ii) *En mesurant les DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE, par les essais de tension de 6.6 et par la détermination des parties ACCESSIBLES selon 6.2.*

6.4.2 Parties tenues à la main autres que les connecteurs

Les parties des SONDES ÉQUIPÉES destinées à être tenues à la main ou manipulées par l'OPÉRATEUR durant les mesures ou les essais doivent être séparées des parties qui peuvent devenir sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION DOUBLE ou par une ISOLATION RENFORCÉE.

La conformité est vérifiée par examen et mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE et par les essais de tension de 6.6 entre chaque partie de a) et b) ci-dessous d'une part et entre chaque partie de c), d), e) et f) ci-dessous d'autre part.

- a) *Une feuille métallique bien serrée autour des parties destinées à être tenues à la main ou manipulées.*
- b) *Une feuille métallique bien serrée sur une longueur de 150 mm $\pm$ 20 mm du câble, (voir figure 4).*
- c) *La POINTE DE TOUCHE. La tension d'essai est basée sur la tension ASSIGNÉE de la SONDE ÉQUIPÉE.*
- d) *(Pour le type B seulement) les parties conductrices comprises dans la zone de tenues à la main. La tension d'essai est basée sur la TENSION DE SERVICE maximale d'utilisation des parties conductrices en UTILISATION NORMALE, mais ne peut être inférieure à 500 V.*

- e) *(Pour le type B seulement) le conducteur du CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE et les conducteurs du connecteur de connexion de la SONDE ÉQUIPÉE à l'appareil de mesure ou d'essai, couplés ensemble. La tension d'essai est basée sur la tension ASSIGNÉE maximale de la SONDE ÉQUIPÉE divisée par le rapport de division, mais ne peut être inférieure à 500 V.*
- f) *(Pour le type C seulement) le conducteur du CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE s'il est ASSIGNÉ pour une valeur supérieure aux niveaux de tension de 6.3.1.1. La tension d'essai est basée sur la tension ASSIGNÉE maximale du CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE.*

NOTE Les essais de tension des isolations, qui couvrent les parties qui ne sont pas sous TENSION DANGEREUSE (par exemple le CONNECTEUR DE RÉFÉRENCE), sont destinés à confirmer l'intégrité de l'isolation, non à imposer des prescriptions supplémentaires.

6.4.3 Câbles

Les câbles doivent être ASSIGNÉS pour la tension et le courant en UTILISATION NORMALE. Leurs conducteurs doivent être séparés des surfaces tenues à la main par une ISOLATION DOUBLE ou une ISOLATION RENFORCÉE en tenant compte des valeurs suivantes:

- a) pour les SONDES ÉQUIPÉES de type A, 125 V ou la tension ASSIGNÉE maximale de la SONDE ÉQUIPÉE, selon la valeur la plus grande;
- b) pour les SONDES ÉQUIPÉES de type B, 500 V ou la tension ASSIGNÉE maximale de la SONDE ÉQUIPÉE divisée par le rapport de division, selon la valeur la plus grande;
- c) pour les SONDES ÉQUIPÉES de type C, 125 V ou la tension ASSIGNÉE maximale de la SONDE ÉQUIPÉE divisée par le rapport de division, selon la valeur la plus grande;
- d) pour les SONDES ÉQUIPÉES de type D, 125 V.

La conformité est vérifiée par examen, et par les essais de tension de 6.6 (sans le préconditionnement à l'humidité), en utilisant une feuille de métal bien serrée sur une longueur de câble de $150\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$. Les valeurs des tensions d'essai de la sonde sont déterminées à partir des DISTANCES DANS L'AIR du Tableau 3 pour les catégories de mesure II, III ou IV, et du calcul de 6.5.2.2 pour la catégorie de mesure I ou si aucune catégorie n'est spécifiée.

6.4.4 POINTES DE TOUCHE

Les POINTES DE TOUCHE qui peuvent être sous TENSION DANGEREUSE en UTILISATION NORMALE doivent satisfaire aux exigences suivantes (voir 6.1.1).

Si une partie conductrice d'une POINTE DE TOUCHE peut être portée à une TENSION DANGEREUSE, une BARRIÈRE doit exister pour réduire le risque de toucher la partie conductrice exposée de la POINTE DE TOUCHE et donner une indication de la limite au-delà de laquelle il pourrait être dangereux de toucher le corps de la sonde durant son utilisation.

Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE entre la partie sous TENSION DANGEREUSE de la POINTE DE TOUCHE et le côté tenu à la main de la BARRIÈRE doivent être conformes aux exigences de l'ISOLATION RENFORCÉE.

La Figure 6a donne un exemple de SONDES ÉQUIPÉES avec BARRIÈRES et indique les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE applicables.

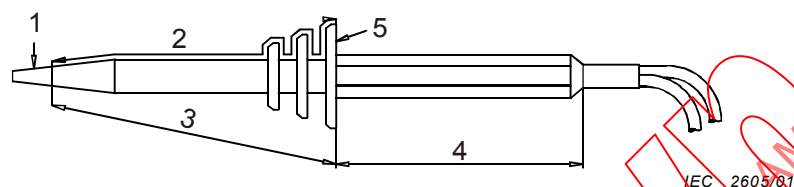
Les SONDES ÉQUIPÉES à griffe à ressort ayant une TENSION DE SERVICE ASSIGNÉE jusqu'à 1 kV (voir la Figure 6b) sont acceptables sans BARRIÈRE à condition que:

- a) la mise en marche d'un mécanisme à ressort empêche l'OPÉRATEUR de toucher une partie sous TENSION DANGEREUSE, et
- b) la DISTANCE DANS L'AIR et la LIGNE DE FUITE entre la POINTE DE TOUCHE et la surface la plus proche que l'OPÉRATEUR doit toucher pour mettre en marche la griffe soit augmentée avec une protection supplémentaire d'une distance de 45 mm.

Les pinces crocodiles isolées ou similaires (voir la Figure 6c) de catégorie de mesure I ou II ASSIGNÉE nécessitant une pression du doigt sous un angle d'environ 90° par rapport à l'axe de la pince sont acceptables sans BARRIÈRE, à condition qu'il y ait une indication tactile de la limite d'accès sûr pour l'OPÉRATEUR.

NOTE Voir l'Article 13 pour les exigences supplémentaires des parties conductrices exposées des POINTES DE TOUCHE.

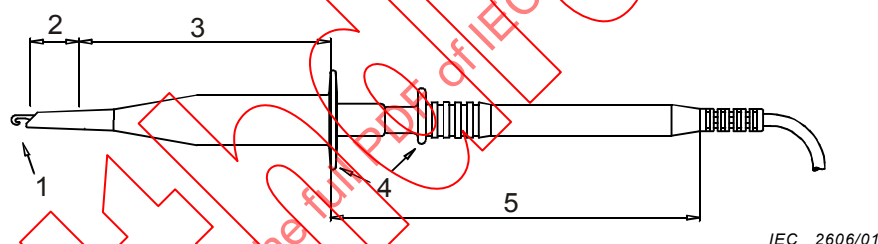
La conformité est vérifiée par examen et mesure.



Légende

- 1 POINTE DE TOUCHE
- 2 LIGNE DE FUITE (en surface)
- 3 DISTANCE DANS L'AIR
- 4 Partie tenue à la main du corps de la sonde
- 5 BARRIÈRE

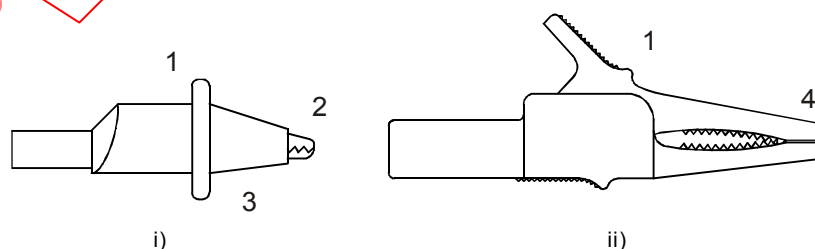
Figure 6a – Protection par BARRIÈRE



Légende

- 1 POINTE DE TOUCHE
- 2 LIGNE DE FUITE et DISTANCE DANS L'AIR comme spécifié en 6.5
- 3 Distance de protection supplémentaire
- 4 Parties pour mise en marche
- 5 Partie tenue à la main d'une SONDE ÉQUIPÉE avec serrage d'un ressort

Figure 6b – Protection par distance



Légende

- 1 Indication des limites d'accès (autour ou des deux côtés de la pince)
- 2 Mâchoires métalliques
- 3 Isolation
- 4 Mâchoires métalliques isolées

Figure 6c – Exemple de pinces crocodile

Figure 6 – Protection contre le contact avec la POINTE DE TOUCHE (voir 6.4.4)

6.4.5 ISOLATION DOUBLE et ISOLATION RENFORCÉE

Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE faisant partie d'une ISOLATION DOUBLE ou d'une ISOLATION RENFORCÉE doivent satisfaire aux exigences applicables de 6.5. Les ENVELOPPES doivent satisfaire aux exigences de 6.7.2.

L'isolation solide faisant partie d'une ISOLATION RENFORCÉE doivent tenir l'essai de tension de 6.6 pour les valeurs de L'ISOLATION RENFORCÉE.

La conformité est vérifiée selon les prescriptions des 6.5, 6.6 et 6.7.2. Si possible, les parties de l'ISOLATION DOUBLE sont contrôlées séparément; sinon, les essais relatifs à l'ISOLATION RENFORCÉE sont utilisés. Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE nécessaires pour la sécurité peuvent être vérifiées par mesurage.

6.4.6 IMPÉDANCE DE PROTECTION

Une IMPÉDANCE DE PROTECTION qui garantit la non mise sous TENSION DANGEREUSE des parties conductrices ACCESSIBLES comme résultat d'une CONDITION DE PREMIER DÉFAUT doit être composée d'un seul composant approprié de HAUTE INTÉGRITÉ (voir 12.3).

Les composants, fils et connexions doivent être ASSIGNÉS conformément aux CONDITIONS NORMALES et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

La conformité est vérifiée par examen et par les mesurages spécifiés en 6.3 dans la CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 4.4.2.1).

6.5 DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE

Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE sont spécifiées de 6.5.1 à 6.5.3 afin de tenir les tensions présentes sur le système pour lequel la SONDE ÉQUIPÉE est prévue. Elles tiennent aussi compte des conditions d'environnement ASSIGNÉES et de tout dispositif de protection fourni avec la SONDE ÉQUIPÉE ou exigé dans les instructions du constructeur.

Les exigences de DISTANCE DANS L'AIR et de LIGNE DE FUITE ne s'appliquent pas à l'intérieur des parties moulées sans micro-bulles, y compris aux couches internes des circuits imprimés multicouches.

La conformité est vérifiée par examen et par mesurage. Lors de la détermination d'une DISTANCE DANS L'AIR ou d'une LIGNE DE FUITE vers des parties conductrices ACCESSIBLES, la surface ACCESSIBLE d'une ENVELOPPE isolante est considérée comme conductrice de la même façon que si elle était recouverte d'une feuille métallique à tout endroit où elle peut être atteinte par le doigt d'épreuve normalisé (voir annexe B). La conformité pour les constructions homogènes est vérifiée comme spécifié en 6.5.1.1.

6.5.1 Prescriptions générales

6.5.1.1 DISTANCES DANS L'AIR

Les DISTANCES DANS L'AIR sont spécifiées pour tenir la surtension maximale transitoire qui peut être présente sur le circuit auquel la SONDE ÉQUIPÉE peut être reliée en UTILISATION NORMALE, soit comme résultat d'un événement externe (tel qu'un éclair de foudre ou un transitoire de commutation), ou comme résultat du fonctionnement de l'appareil auquel la SONDE ÉQUIPÉE est reliée. S'il ne peut y avoir de surtensions transitoires, les DISTANCES DANS L'AIR sont basées sur la TENSION DE SERVICE maximale.

Les valeurs pour la DISTANCE DANS L'AIR dépendent de

- le type d'isolation requis (ISOLATION PRINCIPALE, ISOLATION RENFORCÉE, etc.);
- le degré de POLLUTION du micro environnement pour la DISTANCE DANS L'AIR.

Dans tous les cas, les valeurs minimales de la DISTANCE DANS L'AIR pour un DEGRÉ DE POLLUTION 2 est de 0,2 mm et pour un DEGRÉ DE POLLUTION 3 est 0,8 mm.

Des DISTANCES DANS L'AIR réduites peuvent être utilisées en cas de construction homogène parce que la rigidité diélectrique d'un chemin dans l'air dépend de la forme du champ électrique dans le chemin, aussi bien que de la largeur du chemin. En cas de construction homogène, les parties conductrices ont une forme et un arrangement tel que des conditions de champ électrique homogène ou presque homogène existe entre eux. En conséquence, des DISTANCES DANS L'AIR réduites peuvent être acceptées entre de telles parties conductrices.

Aucune valeur ne peut être spécifiée pour une DISTANCE DANS L'AIR réduite en cas de construction homogène, mais elles peuvent être testées par l'essai de tension. L'essai est en courant alternatif crête ou en courant continu, en utilisant la tension d'essai (voir tableau 6) pour la valeur de la DISTANCE DANS L'AIR qui s'appliquerait en cas de construction non homogène. Pour la correction d'altitude du site d'essai, voir tableau 7.

Si l'appareil est ASSIGNÉ pour fonctionner à une altitude supérieure à 2 000 m, la DISTANCE DANS L'AIR est multipliée par le coefficient dérivé du tableau 2. Les coefficients ne sont pas appliqués à la LIGNE DE FUITE mais la LIGNE DE FUITE doit toujours être au moins égale à la valeur spécifiée pour la DISTANCE DANS L'AIR.

Tableau 2 – Coefficient multiplicateur pour les DISTANCES DANS L'AIR jusqu'à 5 000 m d'altitude

Altitude de fonctionnement ASSIGNÉE m	Coefficient multiplicateur
Jusqu'à 2 000	1,00
2 001 à 3 000	1,14
3 001 à 4 000	1,29
4 001 à 5 000	1,48

6.5.1.2 Valeurs des LIGNES DE FUITE

Pour les LIGNES DE FUITE entre deux circuits, la TENSION DE SERVICE réelle qui contraint l'isolation entre les circuits doit être utilisée (voir tableau 5). L'interpolation linéaire de la LIGNE DE FUITE est permise. La LIGNE DE FUITE doit toujours être au moins égale à la valeur spécifiée pour la DISTANCE DANS L'AIR. Si la valeur calculée de la LIGNE DE FUITE est inférieure à la DISTANCE DANS L'AIR, la LIGNE DE FUITE doit être augmentée à la valeur de la DISTANCE DANS L'AIR.

Pour les cartes à circuits imprimés enrobées dont le vernis est conforme aux prescriptions de la CEI 60664-3, les valeurs du DEGRÉ DE POLLUTION 1 sont applicables.

En ISOLATION RENFORCÉE, la LIGNE DE FUITE doit être égale à deux fois la valeur spécifiée pour L'ISOLATION PRINCIPALE.

Les LIGNES DE FUITE sont mesurées comme spécifié dans l'annexe C.

6.5.2 Circuits de mesure

Les circuits de mesure sont soumis aux TENSIONS DE SERVICE et aux contraintes transitoires des circuits auxquels ils sont branchés durant le mesurage ou l'essai. Lorsque le circuit de mesure est utilisé pour mesurer une alimentation réseau ou des circuits qui lui sont directement reliés, les contraintes transitoires peuvent être estimées par l'emplacement à l'intérieur de l'installation où le mesurage est réalisé. Lorsque un circuit de mesure est utilisé pour tout autre mesurage de signal électrique, les contraintes transitoires doivent être prises en compte par l'utilisateur pour vérifier qu'elles ne dépassent pas les possibilités de l'appareil de mesure. Dans cette présente norme, les circuits de la SONDE ÉQUIPÉE sont divisés entre les catégories de mesure suivantes.

La catégorie de mesure IV correspond aux mesurages réalisés à la source de l'installation basse tension.

NOTE 1 Exemples: compteurs et mesurage sur les dispositifs de protection contre les surintensités et sur les systèmes de régulation de l'ondulation.

La catégorie de mesure III correspond aux mesurages réalisés dans l'installation du bâtiment.

NOTE 2 Exemples: mesurage sur les tableaux de distribution, disjoncteurs, câblage, y compris les câbles, bus barres, boîtiers de jonction, contacteurs, socles dans les installations fixes, et appareil pour utilisation industrielle et d'autres appareils tels que les moteurs fixes avec une liaison permanente à l'installation fixe.

La catégorie de mesure II correspond aux mesurages réalisés sur les circuits directement branchés à l'installation basse tension.

NOTE 3 Exemples: mesurage sur les appareils électrodomestiques, outils portatifs et appareils analogues.

La catégorie de mesure I correspond aux mesurages réalisés sur des circuits non reliés directement à une alimentation réseau.

NOTE 4 Exemples: mesurage sur des circuits non dérivés d'une alimentation réseau, et spécialement protégés (en interne) des circuits dérivés d'une alimentation réseau. Dans ce dernier cas, les contraintes transitoires sont variables; pour cette raison 5.4.3 g) exige que l'utilisateur soit informé de la possibilité de tenue aux transitoires de l'appareil.

6.5.2.1 Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR

Les DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV sont spécifiées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 – DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV

Tension nominale la plus élevée entre la phase et le neutre en courant alternatif ou continu du réseau de distribution auquel la SONDE ÉQUIPÉE est reliée	ISOLATION PRINCIPALE ou ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE			ISOLATION DOUBLE ou ISOLATION RENFORCÉE		
	Catégorie de mesure			Catégorie de mesure		
	II	III	IV	II	III	IV
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm
≤50	0,04	0,1	0,5	0,1	0,3	1,5
>50 ≤ 100	0,1	0,5	1,5	0,3	1,5	3,0
>100 ≤ 150	0,5	1,5	3,0	1,5	3,0	6,0
>150 ≤ 300	1,5	3,0	5,5	3,0	5,9	10,5
>300 ≤ 600	3,0	5,5	8	5,9	10,5	14,3
>600 ≤ 1000	5,5	8	14	10,5	14,3	24,3

6.5.2.2 Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR pour la catégorie de mesure I

Les DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE et pour une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE sont déterminées par le calcul de la formule suivante:

$$\text{DISTANCE DANS L'AIR} = D_1 + F (D_2 - D_1)$$

où

D_1 et D_2 sont les DISTANCES DANS L'AIR du tableau 4;

D_1 est la DISTANCE DANS L'AIR qui serait applicable pour la tension maximale U_M , formée uniquement de l'impulsion $1,2 \times 50 \mu\text{s}$;

D_2 est la DISTANCE DANS L'AIR qui serait applicable pour la tension maximale U_M , formée uniquement de la tension de service crête U_W , sans aucune surtension transitoire;

La tension maximale (U_M) est la TENSION DE SERVICE crête maximale U_W additionnée à la surtension transitoire maximale U_t ;

F est un coefficient déterminé par une des équations:

$$F = (1,25 U_W / U_M) - 0,25 \text{ si } 0,2 < U_W / U_M \leq 1$$

$$F = 0 \text{ si } U_W / U_M \leq 0,2$$

Les DISTANCES DANS L'AIR pour L'ISOLATION RENFORCÉE sont calculées en utilisant la même formule, mais en utilisant les valeurs D_1 et D_2 spécifiées dans le tableau 4 pour une tension ayant 1,6 fois la valeur de la TENSION DE SERVICE réelle.

NOTE Ce qui suit est un exemple:

DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE et pour une TENSION DE SERVICE crête de 3 500 V avec une surtension transitoire maximale de 4 500 V.

$$U_M = U_W + U_t = (3\,500 + 4\,500) \text{ V} = 8\,000 \text{ V}$$

$$F = (1,25 U_W / U_M) - 0,25 = (1,25 \times 3\,500 / 8\,000) - 0,25 = 0,297$$

$$D_1 = 16,7 \text{ mm}; D_2 = 29,5 \text{ mm (valeurs pour } 8\,000 \times 1,6 = 12\,800 \text{ V)}$$

$$\text{DISTANCES DANS L'AIR} = D_1 + F(D_2 - D_1) = 16,7 + 0,297(29,5 - 16,7) = 16,7 + 3,8 = 20,5 \text{ mm}$$

Tableau 4 – Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR pour le calcul de 6.5.2.2

$\hat{U}_m$	DISTANCE DANS L'AIR		$\hat{U}_m$	DISTANCE DANS L'AIR	
	D_1	D_2		D_1	D_2
V	mm	mm	V	mm	mm
14,1 à 266	0,010	0,010	4 000	2,93	6,05
283	0,010	0,013	4 530	3,53	7,29
330	0,010	0,020	5 660	4,92	10,1
354	0,013	0,025	6 000	5,37	10,8
453	0,027	0,052	7 070	6,86	13,1
500	0,036	0,071	8 000	8,25	15,2
566	0,052	0,10	8 910	9,69	17,2
707	0,081	0,20	11 300	12,9	22,8
800	0,099	0,29	14 100	16,7	29,5
891	0,12	0,41	17 700	21,8	38,5
1 130	0,19	0,83	22 600	29,0	51,2
1 410	0,38	1,27	28 300	37,8	66,7
1 500	0,45	1,40	35 400	49,1	86,7
1 770	0,75	1,79	45 300	65,5	116
2 260	1,25	2,58	56 600	85,0	150
2 500	1,45	3,00	70 700	110	195
2 830	1,74	3,61	89 100	145	255
3 540	2,44	5,04	100 000	165	290

NOTE 1 L'interpolation des DISTANCES DANS L'AIR est permise.

NOTE 2 La DISTANCE DANS L'AIR minimale en degré de POLLUTION 2 est de 0,2 mm, et 0,8 mm en degré de POLLUTION 3.

6.5.3 Valeurs des LIGNES DE FUITE

Le tableau 5 donne les valeurs des LIGNES DE FUITE en fonction de la TENSION DE SERVICE.

Tableau 5 – LIGNES DE FUITE

TENSION DE SERVICE c.c. ou c.a. V	ISOLATION PRINCIPALE ou ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE				
	Sur circuit imprimé		Autres circuits		
	Degré de POLLUTION		Degré de POLLUTION		
	1	2	1	2	3
	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,04	0,08	0,40	1,00
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	1,05
16	0,025	0,04	0,10	0,45	1,10
20	0,025	0,04	0,11	0,48	1,20
25	0,025	0,04	0,125	0,50	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	1,30
40	0,025	0,04	0,16	0,56	1,40
50	0,025	0,04	0,18	0,60	1,50
63	0,040	0,063	0,20	0,63	1,60
80	0,063	0,10	0,22	0,67	1,70
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,80
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,90
160	0,25	0,40	0,32	0,80	2,00
200	0,40	0,63	0,42	1,00	2,50
250	0,56	1,00	0,56	1,25	3,20
320	0,75	1,60	0,75	1,60	4,00
400	1,0	2,0	1,0	2,0	5,0
500	1,3	2,5	1,3	2,5	6,3
630	1,8	3,2	1,8	3,2	8,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	10,0
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	12,5
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	16
1 600	5,6	8,0	5,6	8,0	20
2 000	7,5	10,0	7,5	10,0	25
2 500	10,0	12,5	10,0	12,5	32
3 200	12,5	16	12,5	16	40
4 000	16	20	16	20	50
5 000	20	25	20	25	63
6 300	25	32	25	32	80
8 000	32	40	32	40	100
10 000	40	50	40	50	125
12 500	50	63	50	63	156
16 000	63	80	63	80	200
20 000	80	100	80	100	250
25 000	100	125	100	125	315
32 000	125	160	125	160	400
40 000	160	200	160	200	500
50 000	200	250	200	250	625
63 000	250	320	250	320	790

6.6 Essais de tension

6.6.1 Terre de référence d'essai

La terre de référence d'essai est le point de référence pour les tensions d'essai. Elle se compose de l'une des parties suivantes ou de la combinaison de plusieurs parties reliées entre elles.

- a) Toute partie conductrice ACCESSIBLE, à l'exception des parties sous tension qui peuvent être ACCESSIBLES car elles ne dépassent pas les valeurs du 6.3.1 et toute partie conductrice ACCESSIBLE autorisée à être sous TENSION DANGEREUSE par les exceptions de 6.1.1.*
- b) Toute partie isolante ACCESSIBLE de l'ENVELOPPE, recouverte d'une feuille métallique en tout point, excepté autour des BORNES. Pour les tensions d'essai jusqu'à 10 kV alternatifs crête, ou continu, la distance entre la feuille et la BORNE n'est pas supérieure à 20 mm. Pour des tensions plus élevées, la distance est réduite au minimum afin d'empêcher tout contournement.*
- c) Les parties ACCESSIBLES des dispositifs de commande dont certaines parties, constituées de matériau isolant, sont enroulées dans une feuille métallique ou ont un matériau conducteur souple comprimé contre elles.*

6.6.2 Préconditionnement à l'humidité

Pour assurer que la SONDE ÉQUIPÉE ne deviendra pas dangereuse dans les conditions d'humidité décrites en 1.4, elle est soumise à un preconditionnement à l'humidité avant d'effectuer les essais de tension indiqués en 6.6.4. La SONDE ÉQUIPÉE n'est pas mise en marche pendant le preconditionnement.

Si un emballage dans une feuille est exigé en 6.6.1, la feuille n'est pas appliquée tant que le preconditionnement et la reprise n'ont pas eu lieu.

Les composants électriques, les couvercles et autres parties qui peuvent être démontées manuellement sont déposés et soumis au preconditionnement à l'humidité en même temps que la partie principale.

Le preconditionnement est effectué dans une étuve contenant de l'air ayant une humidité de $92,5 \% \text{ h.r.} \pm 2,5 \% \text{ h.r.}$ La température de l'air dans l'étuve doit être maintenue à $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Avant d'appliquer l'humidité, la SONDE ÉQUIPÉE est portée à une température de $42^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ et est normalement maintenue à cette température pendant au moins 4 h avant de la soumettre au preconditionnement à l'humidité.

L'air dans l'étuve est brassé et l'étuve est conçue de manière à empêcher la condensation sur la SONDE ÉQUIPÉE.

La SONDE ÉQUIPÉE reste dans l'étuve pendant 48 h. Au bout de cette période, on la retire et on la laisse récupérer pendant 2 h dans les conditions d'environnement pour les essais de 4.3.1, les couvercles des SONDES ÉQUIPÉES non ventilés étant retirés.

6.6.3 Conduite des essais

Les essais spécifiés en 6.6.4 sont effectués et achevés dans l'heure qui suit la fin de la période de reprise, après le preconditionnement à l'humidité. La SONDE ÉQUIPÉE n'est pas mise en marche pendant les essais.

Les essais de tension ne sont pas effectués entre deux circuits, ou entre un circuit et une partie conductrice ACCESSIBLE, s'ils sont reliés les uns aux autres ou s'ils ne sont pas séparés les uns des autres.

L'IMPÉDANCE PROTECTRICE parallèle à l'isolation soumise à l'essai est déconnectée.

Si deux ou plus de deux moyens de protection sont combinés (voir 6.4), les tensions spécifiées pour l'ISOLATION DOUBLE et pour l'ISOLATION RENFORCÉE peuvent être appliquées à des parties de circuits qui ne sont pas destinées à supporter de telles tensions. Pour empêcher cela, ces parties peuvent être déconnectées pendant les essais, ou les parties de circuit où une ISOLATION DOUBLE ou une ISOLATION RENFORCÉE est exigée peuvent être essayées séparément.

6.6.4 Tensions d'essai

Les essais de tension sont appliqués en utilisant les valeurs spécifiées dans le tableau 6. Aucun claquage ni contournement répété ne doit se produire. Les effets de couronne et phénomènes similaires ne sont pas pris en considération.

Pour l'isolation solide, les essais en courant alternatif et continu sont des méthodes d'essai de remplacement. La tenue de l'isolation de l'un des deux essais est suffisante. Les essais sont réalisés en augmentant progressivement la tension sur une période de 5 s ou moins jusqu'à la valeur spécifiée de sorte qu'aucun phénomène transitoire appréciable ne se produise, la tension est ensuite maintenue durant 5 s. Une tension alternative peut être choisie pour sa simplicité et une tension continue pour éviter les courants capacitifs.

La DISTANCE DANS L'AIR en cas de construction homogène (voir 6.5.1.1), est testée avec une tension en courant alternatif, continu ou en onde de choc avec la valeur crête spécifiée dans le tableau 6 pour la valeur de la DISTANCE DANS L'AIR pour une construction non homogène.

Les essais aux ondes de choc sont du même type que l'essai 1,2/50 μ s spécifié dans la CEI 60060, conduit avec un minimum de trois impulsions de chaque polarité à intervalles minimaux de 1 s. Lorsque les essais en tension en courant alternatif ou continu ont été choisis, ils doivent être réalisés avec un minimum de trois cycles dans le cas du courant alternatif ou trois fois pour chaque polarité avec une durée de 10 ms dans le cas de courant continu.

Les valeurs d'essai pour l'ISOLATION DOUBLE ou l'ISOLATION RENFORCÉE sont 1,6 fois supérieures aux valeurs du tableau 6 pour l'ISOLATION PRINCIPALE.

NOTE 1 Lors de l'essai des circuits, il se peut qu'il ne soit pas possible de séparer les essais des DISTANCES DANS L'AIR et les essais de l'isolation solide.

NOTE 2 Le courant d'essai maximal de l'appareillage d'essai est habituellement limité pour éviter les DANGERS engendrés par l'essai et la détérioration de l'appareil qui ne réussit pas l'essai.

NOTE 3 Il peut être utile de rendre perceptibles des décharges partielles dans le matériau isolant (voir la CEI 60270 [3]).

NOTE 4 Après l'essai, il convient de veiller à décharger l'énergie accumulée.

Tableau 6 – Tensions d'essai pour L'ISOLATION PRINCIPALE

DISTANCE DANS L'AIR	Tension crête pour l'onde de choc 1,2/50 µs	Tension en courant alternatif (efficace) 50/60 Hz	Tension en courant alternatif (crête) 50/60 Hz ou continu	DISTANCE DANS L'AIR	Tension crête pour l'onde de choc 1,2/50 µs	Tension en courant alternatif (efficace) 50/60 Hz	Tension en courant alternatif (crête) 50/60 Hz ou continu
mm	V	V	V	mm	V	V	V
0,010	330	230	330	16,5	14 000	7 600	10 700
0,025	440	310	440	17,0	14 300	7 800	11 000
0,040	520	370	520	17,5	14 700	8 000	11 300
0,063	600	420	600	18,0	15 000	8 200	11 600
0,1	806	500	700	19	15 800	8 600	12 100
0,2	1 140	620	880	20	16 400	9 000	12 700
0,3	1 310	710	1 010	25	19 900	10 800	15 300
0,5	1 550	840	1 200	30	23 300	12 600	17 900
1,0	1 950	1 060	1 500	35	26 500	14 400	20 400
1,4	2 440	1 330	1 880	40	29 700	16 200	22 900
2,0	3 100	1 690	2 400	45	32 900	17 900	25 300
2,5	3 600	1 960	2 770	50	36 000	19 600	27 700
3,0	4 070	2 210	3 130	55	39 000	21 200	30 000
3,5	4 510	2 450	3 470	60	42 000	22 900	32 300
4,0	4 930	2 680	3 790	65	45 000	24 500	34 600
4,5	5 330	2 900	4 100	70	47 900	26 100	36 900
5,0	5 720	3 110	4 400	75	50 900	27 700	39 100
5,5	6 100	3 320	4 690	80	53 700	29 200	41 300
6,0	6 500	3 520	4 970	85	56 610	30 800	43 500
6,5	6 800	3 710	5 250	90	59 400	32 300	45 700
7,0	7 200	3 900	5 510	95	62 200	33 800	47 900
7,5	7 500	4 080	5 780	100	65 000	35 400	50 000
8,0	7 800	4 300	6 030	110	70 500	38 400	54 200
8,5	8 200	4 480	6 300	120	76 000	41 300	58 400
9,0	8 500	4 600	6 580	130	81 300	44 200	62 600
9,5	8 800	4 800	6 800	140	86 600	47 100	66 700
10,0	9 100	4 950	7 000	150	91 900	50 000	70 700
10,5	9 500	5 200	7 300	160	97 100	52 800	74 700
11,0	9 900	5 400	7 600	170	102 300	55 600	78 700
11,5	10 300	5 600	7 900	180	107 400	58 400	82 600
12,0	10 600	5 800	8 200	190	112 500	61 200	86 500
12,5	11 000	6 000	8 500	200	117 500	63 900	90 400
13,0	11 400	6 200	8 800	210	122 500	66 600	94 200
13,5	11 800	6 400	9 000	220	127 500	69 300	98 000
14,0	12 100	6 600	9 300	230	132 500	72 000	102 000
14,5	12 500	6 800	9 600	240	137 300	74 700	106 000
15,0	12 900	7 000	9 900	250	142 200	77 300	109 400
15,5	13 200	7 200	10 200	264	149 000	81 100	115 000
16,0	13 600	7 400	10 500				

NOTE L'interpolation des tensions d'essai est autorisée.